

Postbus 718, 6800 AS Arnhem, Nederland  
Waterschap Rijn en IJssel  
T.a.v. De heer J. Stortenbeker  
Postbus 148  
7000 AC DOETINCHEM

DATUM	20 juni 2014
ONZE REFERENTIE	000.133.11 0254555
BEHANDELD DOOR	Gerda Heemskerk
TELEFOON DIRECT	026 373 36 05
E-MAIL	gerda.heemskerk@tennet.eu

**BETREFT** Aanvraag Watervergunning Doetinchem-Wesel 380kV

Geachte heer Stortenbeker,

Voor het project Doetinchem-Wesel 380 kV ontvangt u bijgaand een aanvraag voor een watervergunning in het kader van artikel 6.5 van de Waterwet. Om de aanleg van Doetinchem-Wesel 380 kV mogelijk te maken, zijn diverse werkzaamheden noodzakelijk ter plaatse van wateren, waterkeringen en beschermingszones in beheer bij uw waterschap.

Deze aanvraag heeft betrekking op het gehele project DW-380kV, te weten de aanleg van de 380kV en ondergrondse 150kV hoogspanningsverbindingen, de aanleg van tijdelijke verbindingen, de aanpassing van station Doetinchem 380kV en het amoveren van delen van bestaande 150kV hoogspanningsverbindingen.

Ten aanzien van uw besluit op deze aanvraag is ingevolge artikel 20c Elektriciteitswet j° artikel 2 lid 1 onder c de rijkscoördinatierегeling uit de Wet op de ruimtelijke ordening van toepassing. Hierbij is de minister van Economische Zaken de aangewezen minister voor de coördinatie.

1. Op grond van de Wet ruimtelijke ordening (Wro) dient u als bevoegd gezag een afschrift van deze aanvraag aan de Minister van EZ te versturen. TenneT TSO B.V. zal er echter voor zorgen dat de minister van Economische Zaken een exemplaar van deze aanvraag ontvangt. U hoeft dus geen exemplaar door te sturen.
2. In reactie op deze kopie van de aanvraag zal de minister u per brief melden wanneer van u verwacht wordt een ontwerp-besluit gereed te hebben.
3. Het ontwerp-besluit, en later ook het besluit, stuurt u niet aan TenneT TSO B.V., maar aan de minister van Economische Zaken.

De volgende documenten maken onderdeel uit van deze aanvraag:

- Bijlage 1a Tracékaart 380kV
- Bijlage 1b Tracékaart 150kV
- Bijlage 2a Situatietekeningen 380kV en 150kV (Mastenboek)
- Bijlage 2b Situatietekeningen slooplocaties (Mastenboek)
- Bijlage 2c Situatietekeningen bomen (Mastenboek)
- Bijlage 3a Bemalingsadvies 380kV
- Bijlage 3b Bemalingsadvies 150kV
- Bijlage 3c Bemalingsadvies station Langerak
- Bijlage 4a Jukkentekeningen kruising Oude IJssel (mast 2-3)
- Bijlage 4b Jukkentekeningen kruising A18 (mast 13-14)
- Bijlage 4c Jukkentekeningen sloop 150kV A18
- Bijlage 4d Jukkentekeningen kruising Oude IJssel (mast 35-36)
- Bijlage 4e Jukkentekeningen kruising Aa-strang (mast 54-55)
- Bijlage 4f Detailtekening kabel Waalsche Water
- Bijlage 4g Compensatietekening waterbergend vermogen i.v.m. verhoging station
- Bijlage 5 Vergunningenrapportage HDD
- Bijlage 6 Objectenlijst Watervergunning

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

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

Met vriendelijke groet,  
TenneT TSO B.V.



Klaas Bakker  
Manager Large Projects



ONDERWERP volmacht vergunningsaanvragen Doetinchem-Wesel 380 kV

Ondergetekende:

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

**Klaas Bakker**, werkzaam bij TenneT als manager Large Projects,

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

Aldus opgemaakt en ondertekend,

Arnhem, 26 maart 2014



ir. B.G.M. Voorhorst  
operationeel directeur

## **Aanvraagformulier vergunning Waterwet**

Doetinchem-Wesel 380 kV

Formulierversie  
2013.01

# Aanvraaggegevens

Let op: vul het formulier alstublieft volledig in.

Aanvraagnummer	1339087
Aanvraagnaam	DW380kV Watervergunning
Uw referentiecode	000.133.110254544

Ingediend op	-
--------------	---

Projectomschrijving	Aanvraag watervergunning voor het gehele project Hoogspanningsverbinding Doetinchem-Wesel 380kV. De watervergunning dient zodoende voor de realisatie van nieuwe permanente masten, tijdelijke masten, sloop bestaande masten en aanleg 150kV kabel.
---------------------	--

Gefaseerd	Nee
-----------	-----

## Overzicht bijgevoegde modulebladen

Aanvraaggegevens

Aanvragergegevens

Locatie van de werkzaamheden

Werkzaamheden en onderdelen

Bouwputbemaling, sleufbemaling, proefbronnering of grondsanering

- Water in de bodem brengen of eraan onttrekken

Water brengen in een oppervlaktewaterlichaam in beheer bij een waterschap (incl.

lozingsvoorziening)

- Water brengen in of onttrekken aan een oppervlaktewaterlichaam

Dam (met of zonder duiker) aanleggen, wijzigen of verwijderen

- Waterstaatswerk of beschermingszone gebruiken

Kabels of leidingen aanleggen

- Waterstaatswerk of beschermingszone gebruiken

Overige activiteiten in of nabij een oppervlaktewaterlichaam uitvoeren

- Waterstaatswerk of beschermingszone gebruiken

Overige activiteiten in, op of nabij een waterkering uitvoeren

- Waterstaatswerk of beschermingszone gebruiken

Bouwwerk of object bouwen, verbouwen of verwijderen bij een waterkering 2

- Waterstaatswerk of beschermingszone gebruiken

Bijlagen

Nawoord en ondertekening

# Aanvrager bedrijf

## 1 Bedrijf

KvK-nummer	09036504
Vestigingsnummer	000020300360
Statutaire naam	TenneT TSO B.V.
Handelsnaam	TenneT TSO B.V.

## 2 Contactpersoon

Geslacht	<input checked="" type="checkbox"/> Man <input type="checkbox"/> Vrouw
Voorletters	K.
Voorvoegsels	-
Achternaam	Bakker
Functie	Manager Large Projects

## 3 Vestigingsadres bedrijf

Postcode	6812 AR
Huisnummer	310
Huisletter	-
Huisnummertoevoeging	-
Straatnaam	Utrechtseweg
Woonplaats	Arnhem

## 4 Correspondentieadres

Postbus	718
Postcode	6800 AS
Plaats	Arnhem

## 5 Contactgegevens

Telefoonnummer	0263733605
Faxnummer	-
E-mailadres	gerda.heemskerk@tennet.eu



# Locatie

## 1 Kadastraal perceelnummer

Burgerlijke gemeente	Bronckhorst
Kadastrale gemeente	<input checked="" type="checkbox"/> Hummelo
Kadastrale sectie	C
Kadastraal perceelnummer	968
Bouwplannaam	-
Bouwnummer	-
Gelden de werkzaamheden in deze aanvraag/melding voor meerdere adressen of percelen?	<input checked="" type="checkbox"/> Ja <input type="checkbox"/> Nee
Specificatie locatie	Zie bijlage 1

## 2 Eigendomssituatie

Eigendomssituatie van het perceel	<input type="checkbox"/> U bent eigenaar van het perceel <input type="checkbox"/> U bent erfpachter van het perceel <input type="checkbox"/> U bent huurder van het perceel <input checked="" type="checkbox"/> Anders
Uw belang bij deze aanvraag	Realisatie Hoogspanningsverbinding DW380kV. Met grondeigenaren wordt zakelijk recht overeenkomst afgesloten

# Water in de bodem brengen of eraan onttrekken

## Bouwputbemaling, sleufbemaling, proefbronnering of grondsanering

### 1 Water in de bodem brengen of eraan onttrekken

- Welke activiteit wilt u uitvoeren?
- Realiseren van een open bodemenergiesysteem  
 Onttrekken van grondwater  
 Infiltreren van water
- Wilt u een bestaande vergunning wijzigen?
- Ja  
 Nee
- ? Wat is de begindatum van deze activiteit? 01-03-2015
- Geef eventueel een toelichting op de begindatum. Startdatum is bij benadering. De uitvoeringsplanning staat nog niet vast.
- ? Wat is de einddatum van deze activiteit? 01-01-2017
- Geef eventueel een toelichting op de einddatum. Einddatum is bij benadering. De uitvoeringsplanning staat nog niet vast.
- Omschrijf de activiteit die u wilt uitvoeren. Voor diverse werkzaamheden van DW380kV is bronbemaling nodig. Hiertoe zijn drie bemalingsadviezen opgesteld (380kV, 150kV en station Langerak). Deze rapporten zijn als bijlage bij deze aanvraag gevoegd. De debieten en filtergegevens (tabel) zijn daarin opgenomen, vandaar dat bij de hierna volgende vragen telkens '1' is ingevuld.
- ? Waarom wilt u de activiteit uitvoeren? Realisatie hoogspanningsverbinding DW380kV.

### 2 Onttrekken van grondwater

- Waarvoor wilt u grondwater onttrekken?
- Industriële toepassing van meer dan 150.000 m3 per jaar  
 Industriële toepassing van minder dan 150.000 m3 per jaar  
 Openbare drinkwatervoorziening  
 Open bodemenergiesysteem  
 Drinkwater vee  
 Bronbemaling  
 Bodem- en/of grondwatersanering  
 Beregening  
 Anders
- In welke volume-eenheid wilt u de maximaal per uur te onttrekken hoeveelheid opgeven? Kies de eenheid zo, dat u de hoeveelheid als een geheel getal kunt opgeven.
- m3  
 l

Hoeveel water wilt u maximaal per uur onttrekken in de door u opgegeven eenheid? 1

Hoeveel water wilt u maximaal onttrekken in m3 per etmaal? 1

Hoeveel water wilt u maximaal onttrekken in m3 per maand? 1

Hoeveel water wilt u maximaal onttrekken in m3 per kwartaal? 1

Hoeveel water wilt u maximaal onttrekken in m3 per jaar? 1

Hoeveel m3 water wilt u in totaal maximaal onttrekken? 1

Op welke manier voert u het onttrokken grondwater af dat niet wordt verbruikt?

- Lozen in een oppervlaktewaterlichaam
- Lozen via de gemeentelijke riolering
- Terugbrengen in de bodem of het grondwater
- Lozen op de bodem
- Anders

# Water brengen in of onttrekken aan een oppervlaktewaterlichaam

Water brengen in een oppervlaktewaterlichaam in beheer  
bij een waterschap (incl. lozingsvoorziening)

## 1 Water brengen in of onttrekken aan een oppervlaktewaterlichaam

- ① Wat gaat u met betrekking tot het oppervlaktewaterlichaam doen?
- Wilt u een bestaande vergunning wijzigen?
- ② Wat is de begindatum van deze activiteit?
- Geef eventueel een toelichting op de begindatum.
- ③ Wat is de einddatum van deze activiteit?
- Geef eventueel een toelichting op de einddatum.
- Wat is de naam van het oppervlaktewaterlichaam waarin water wordt gebracht of waaraan water wordt onttrokken?
- Omschrijf de activiteit die u wilt uitvoeren.
- ④ Waarom wilt u de activiteit uitvoeren?
- Water brengen in een oppervlaktewaterlichaam  
 Water onttrekken aan een oppervlaktewaterlichaam
- Ja  
 Nee
- 01-03-2015
- De startdatum is bij benadering. De uitvoeringsplanning staat nog niet vast
- 01-01-2017
- De einddatum is bij benadering. De uitvoeringsplanning staat nog niet vast
- Zie bemalingsadvies
- Het onttrokken grondwater t.b.v. bouwputbemaling wordt geloosd op diverse watergangen in beheer van het waterschap.
- Realisatie hoogspanningsverbinding DW380kV

## 2 Water in een oppervlaktewaterlichaam brengen

- ① Wat is de noodzaak om water in een oppervlaktewaterlichaam te brengen?
- Hoe worden de geloosde hoeveelheden water vastgesteld?
- Het onttrokken grondwater t.b.v. bouwputbemaling wordt geloosd op diverse watergangen in beheer van het waterschap.
- Debietmeting  
 Pompcapaciteit x draaiuren  
 Schatting  
 Anders



Formulierversie  
2013.01

# Waterstaatswerk of beschermingszone gebruiken

Dam (met of zonder duiker) aanleggen, wijzigen of  
verwijderen

## 1 Waterstaatwerk of beschermingszone gebruiken

- |  |   |
|--|---|
| Wilt u een bestaande vergunning wijzigen?            | <input type="checkbox"/> Ja<br><input checked="" type="checkbox"/> Nee  |
| ⑦ Wat is de geplande begindatum van deze activiteit? | 01-03-2015  |
| Geef eventueel een toelichting op de begindatum.     | Startdatum is bij benadering. De uitvoeringsplanning staat nog niet vast  |
| ⑦ Wat is de geplande einddatum van deze activiteit?  | 01-07-2017  |
| Geef eventueel een toelichting op de einddatum.      | Einddatum is bij benadering. De uitvoeringsplanning staat nog niet vast   |
| Omschrijf de activiteit die u wilt uitvoeren.        | Diverse werkzaamheden op waterkeringen of in beschermingszone. Zie bijlage 6. Hierin is ook alle detail informatie van dammen en duikers opgenomen. Vandaar dat bij de hierna volgende vragen steeds '1' is ingevuld. |
| ⑦ Waarom wilt u de activiteit uitvoeren?             | Realisatie hoogspanningsverbinding DW380kV  |

Formuliersversie  
2013.01

# Waterstaatswerk of beschermingszone gebruiken

## Dam (met of zonder duiker) aanleggen, wijzigen of verwijderen

### 1 Dam (met of zonder duiker) aanleggen, wijzigen of verwijderen

- ⑦ Welke activiteit(en) wilt u uitvoeren met betrekking tot de dam?  Aanleggen van een nieuwe dam  
 Wijzigen van een bestaande dam  
 Verwijderen van een dam
- ⑦ Wat is de lengte van de dam, afgerond in hele meters? 1  
In welke lengte-eenheid wilt u de bovenbreedte van de dam opgeven? Kies de eenheid zo, dat u de breedte als een geheel getal kunt opgeven.  m  
 cm
- ⑦ Wat is de bovenbreedte van de dam, in de door u gekozen eenheid? 1  
Wat is de huidige lengte van de te wijzigen dam, afgerond in hele meters? 1
- ⑦ Bevat de dam een duiker?  Ja  
 Nee
- Wat is de vorm van de duiker?  Rond  
 Rechthoekig
- Wat is de lengte van de duiker op de waterlijn, afgerond in hele meters? 1
- Wat is de diameter van de duiker in centimeter? 1

# Waterstaatswerk of beschermingszone gebruiken

## Kabels of leidingen aanleggen

### 1 Waterstaatwerk of beschermingszone gebruiken

- Wilt u een bestaande vergunning wijzigen?  Ja  
 Nee
- ② Wat is de geplande begindatum van deze activiteit? 01-03-2016  
Geef eventueel een toelichting op de begindatum. Startdatum bij benadering. Uitvoeringsplanning staat nog niet vast
- ② Wat is de geplande einddatum van deze activiteit? 01-01-2017  
Geef eventueel een toelichting op de einddatum. Einddatum bij benadering. Uitvoeringsplanning staat nog niet vast
- Omschrijf de activiteit die u wilt uitvoeren. Aanleg 150kV kabels nabij watergangen en primaire keringen. Zie bijlage 2, 4 en 5
- ② Waarom wilt u de activiteit uitvoeren? Realisatie hoogspanningsverbinding DW380kV



Formuliersversie  
2013.01

# Waterstaatswerk of beschermingszone gebruiken

## Kabels of leidingen aanleggen

### 1 Kabels of leidingen aanleggen

Welke activiteit(en) wilt u uitvoeren met betrekking tot kabels of leidingen?

- Aanleggen van kabels of leidingen in of nabij een oppervlaktewaterlichaam
- Aanleggen van kabels of leidingen in, op of nabij een waterkering
- Aanleggen van kabels of leidingen in, op of nabij een oppervlaktewaterlichaam en een waterkering

Past u bij de werkzaamheden een horizontaal gestuurde boring toe die een oppervlaktewaterlichaam, waterkering of beschermingszone doorkruist?

- Ja
- Nee

Welke kabels of leidingen wilt u aanleggen?

- Aanleggen van een vloeistofleiding
- Aanleggen van kabels
- Aanleggen van een warmtetransportleiding
- Aanleggen van kabels ten behoeve van telecom/televisie
- Aanleggen van een drukleiding
- Anders



Formuliersversie  
2013.01

# Waterstaatswerk of beschermingszone gebruiken

Overige activiteiten in of nabij een  
oppervlaktewaterlichaam uitvoeren

## 1 Waterstaatwerk of beschermingszone gebruiken

- |  |  |
|--|--|
| Wilt u een bestaande vergunning wijzigen?            | <input type="checkbox"/> Ja<br><input checked="" type="checkbox"/> Nee |
| ⑦ Wat is de geplande begindatum van deze activiteit? | 01-06-2015   |
| Geef eventueel een toelichting op de begindatum.     | Startdatum bij benadering. uitvoeringsplanning staat nog niet vast     |
| ⑦ Wat is de geplande einddatum van deze activiteit?  | 01-01-2017   |
| Geef eventueel een toelichting op de einddatum.      | Einddatum bij benadering. uitvoeringsplanning staat nog niet vast      |
| Omschrijf de activiteit die u wilt uitvoeren.        | Activiteiten t.p.v. waterkeringen en beschermingszones                 |
| ⑦ Waarom wilt u de activiteit uitvoeren?             | Realiseren hoogspanningsverbinding DW380kV                             |

Formulierversie  
2013.01

# Waterstaatswerk of beschermingszone gebruiken

Overige activiteiten in of nabij een  
oppervlaktewaterlichaam uitvoeren

## 1 Overige activiteiten in of nabij een oppervlaktewaterlichaam uitvoeren

⑦ Welke overige activiteit(en)  
wilt u uitvoeren in of nabij  
oppervlaktewaterlichamen?

- Plaatsen van hekwerken en afrasteringen
- Oprichten van een gebouw, zoals een woning of bedrijfspand
- Plaatsen van nutsvoorzieningen (meet- en regelstations e.d.)
- (Ver)bouwen van een boothuis
- Plaatsen van afmeerpalen
- Plaatsen van remmingwerken
- Aanbrengen van lozingswerken
- Plaatsen van mosselzaadinvanginstallaties
- Plaatsen van meetpalen
- Aanbrengen van visfuisen of ander vistuig
- Oprichten van een windturbine(park)
- Oprichten van een zendmast
- Anders

Formulierversie  
2013.01

# Waterstaatswerk of beschermingszone gebruiken

Overige activiteiten in, op of nabij een waterkering  
uitvoeren

## 1 Waterstaatswerk of beschermingszone gebruiken

Wilt u een bestaande vergunning  
wijzigen?

- Ja  
 Nee

⑦ Wat is de geplande begindatum  
van deze activiteit?

01-03-2015

Geef eventueel een toelichting op  
de begindatum.

Startdatum bij benadering. Uitvoeringsplanning staat nog  
niet vast

⑦ Wat is de geplande einddatum van  
deze activiteit?

01-07-2017

Geef eventueel een toelichting op  
de einddatum.

Einddatum bij benadering. Uitvoeringsplanning staat nog  
niet vast

Omschrijf de activiteit die u wilt  
uitvoeren.

Plaatsing tijdelijke jukken, aanleg tijdelijke werkterreinen en  
werkwegen

⑦ Waarom wilt u de activiteit  
uitvoeren?

Realiseren hoogspanningsverbinding DW380kV



Formulierversie  
2013.01

# Waterstaatswerk of beschermingszone gebruiken

Overige activiteiten in, op of nabij een waterkering  
uitvoeren

## 1 Activiteiten in, op of nabij een waterkering uitvoeren

② Welke activiteit(en) wilt u uitvoeren  
in, op of nabij een waterkering?

- Oprichten van een gebouw, zoals een woning, bedrijfspand, strandpaviljoen of strandhuisje
- Aanbrengen van een waterinlaat- of wateruitlaatconstructie
- Plaatsen van een windturbine(park)
- Aanleggen van een oprit of grondlichaam
- Aanbrengen van een baggerdepot of gronddepot
- Ontgraven van grond
- Beweiden met vee
- Organiseren van een wedstrijd of evenement
- Aanbrengen van beplanting/bomen
- Verwijderen van beplanting/bomen
- Uitvoeren van boringen of sonderingen
- Oprichten van zandbanketten op het strand ten behoeve van niet permanente bebouwing
- Verplaatsen van zand op het strand (anders dan zandbanket)
- Andere werkzaamheden

Welke andere werkzaamheden  
voert u uit in, op of nabij een  
waterkering?

bouw tijdelijke jukken, aanleg tijdelijke hulplijn op maaiveld,  
zie bijlage 6



Formulierversie  
2013.01

# Waterstaatswerk of beschermingszone gebruiken

Bouwwerk of object bouwen, verbouwen of verwijderen bij  
een waterkering 2

## 1 Waterstaatwerk of beschermingszone gebruiken

Wilt u een bestaande vergunning  
wijzigen?

Ja  
 Nee

② Wat is de geplande begindatum  
van deze activiteit?

01-06-2015

Geef eventueel een toelichting op  
de begindatum.

Startdatum bij benadering. De uitvoeringsplanning staat nog  
niet vast

② Wat is de geplande einddatum van  
deze activiteit?

01-01-2017

Geef eventueel een toelichting op  
de einddatum.

Einddatum bij benadering. De uitvoeringsplanning staat nog  
niet vast.

Omschrijf de activiteit die u wilt  
uitvoeren.

Masten en tijdelijk jukken nabij watergangen

② Waarom wilt u de activiteit  
uitvoeren?

Realiseren hoogspanningsverbinding DW380kV

Formulierversie  
2013.01

# Waterstaatswerk of beschermingszone gebruiken

Bouwwerk of object bouwen, verbouwen of verwijderen bij  
een waterkering 2

## 1 Activiteiten in, op of nabij een waterkering uitvoeren

② Welke activiteit(en) wilt u uitvoeren  
in, op of nabij een waterkering?

- Oprichten van een gebouw, zoals een woning, bedrijfspand, strandpaviljoen of strandhuisje
- Aanbrengen van een waterinlaat- of wateruitlaatconstructie
- Plaatsen van een windturbine(park)
- Aanleggen van een oprit of grondlichaam
- Aanbrengen van een baggerdepot of gronddepot
- Ontgraven van grond
- Beweiden met vee
- Organiseren van een wedstrijd of evenement
- Aanbrengen van beplanting/bomen
- Verwijderen van beplanting/bomen
- Uitvoeren van boringen of sonderingen
- Oprichten van zandbanketten op het strand ten behoeve van niet permanente bebouwing
- Verplaatsen van zand op het strand (anders dan zandbanket)
- Andere werkzaamheden

Welke andere werkzaamheden  
voert u uit in, op of nabij een  
waterkering?

Zie werkzaamheden bijlage 6

# Nawoord en ondertekening

*Alleen te beantwoorden  
als de bijlagen nog niet  
compleet zijn*

*Alleen te beantwoorden  
als de bijlagen nog niet  
compleet zijn*

Zijn de bijlagen bij deze aanvraag  
compleet

- Ja  
 Nee

De volgende bijlagen dien ik later  
in

nvt

De volgende bijlagen dien ik niet in

nvt

Vul uw eventuele persoonlijke  
opmerkingen over uw aanvraag  
hier in.

Als blijkt dat voor één van de  
onderdelen geen vergunning  
verleend kan worden, wilt u dan  
voor de overige onderdelen wel  
een vergunning ontvangen?

- Ja  
 Nee

Geeft u toestemming om persoons-  
en adresgegevens van de  
aanvrager/melder en, indien van  
toepassing, de gemachtigde  
openbaar te maken?

- Ja  
 Nee

Hierbij verklaar ik dat ik de aanvraag/melding naar waarheid heb ingevuld en dat ik weet dat er kosten verbonden kunnen zijn aan het indienen van een aanvraag.

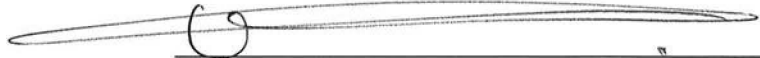
*Niet verplicht in te vullen  
indien u gemachtigde  
bent*

## Handtekening aanvrager

Datum

20-6-2014

Handtekening



## Handtekening gemachtigde

Datum

Handtekening

#### Terugsturen van de aanvraag

U kunt de aanvraag of melding inclusief bijbehorende bescheiden versturen naar onderstaand adres van het bevoegd gezag.

#### Bevoegd gezag watervergunning





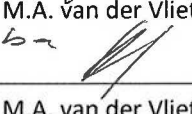



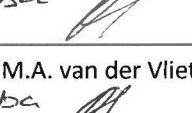
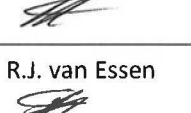
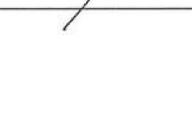
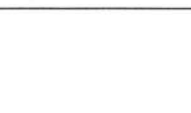
Naam:	WS Rijn en IJssel
Bezoekadres:	Liemersweg 2 7006 GG Doetinchem
Postadres:	Postbus 148 7000 AC Doetinchem
Telefoonnummer:	0314369369
Faxnummer:	0314-343258
Emailadres:	info@wrij.nl
Website:	www.wrij.nl
Contactpersoon:	R. Nijhof
Bereikbaar op:	08.00 - 17.00 uur



DATUM 20 juni 2014  
 REFERENTIE 000.133 11 0254544

**ONDERWERP** Vergunningaanvraag realisatie Doetinchem – Wesel 380kV, Watervergunning voor gehele project

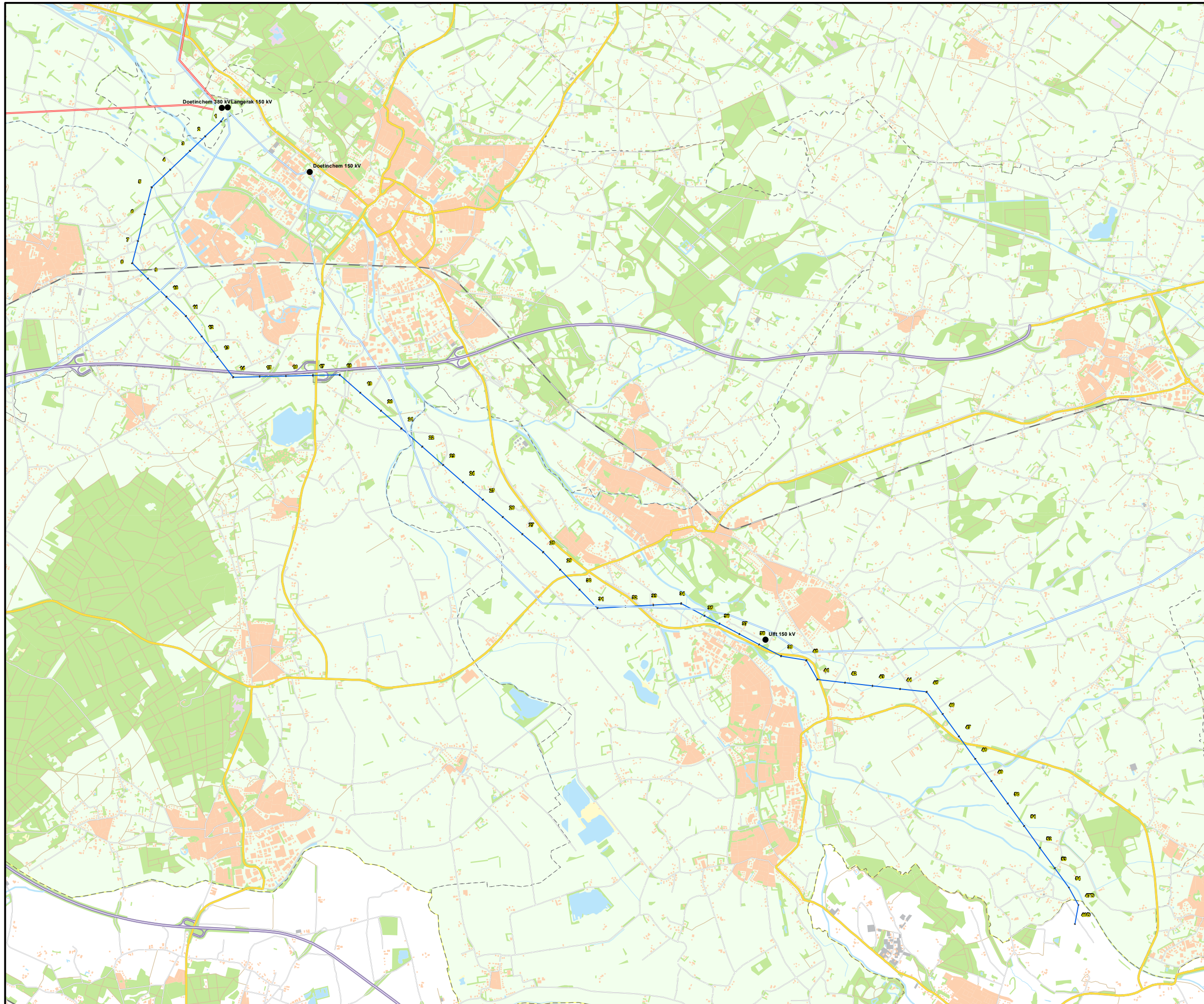
Bijlage	Naam – kenmerk – revisiedatum	Gezien engineer	Paraaf voor vrijgave
1a	<ul style="list-style-type: none"> <li>Tracékaart 380 kV-tracé Doetinchem – Wesel</li> <li>Kenmerk: A:\p_dw380\producten\vergunningen\140325p_dw380_VKA2_5V_A3</li> <li>d.d. 25-3-2014</li> </ul>	M.A. van der Vliet b.a.	J.J.F.M. van Haeren
1b	<ul style="list-style-type: none"> <li>Tracékaart 150 kV-tracé Doetinchem – Wesel</li> <li>Kenmerk: 140611_p_dw380_Trajectkaart_150kV_A3</li> <li>d.d. 12 juni 2014</li> </ul>	M.A. van der Vliet b.a.	J.J.F.M. van Haeren
2a	<ul style="list-style-type: none"> <li>Situatietekeningen 380Kv en 150kV (Mastenboek)</li> <li>Kenmerk: A:\p_dw380\producten\grondzaken\mxd\140527_mastenboek_vkaV3_0_grz</li> <li>d.d. 28-05-2014</li> </ul>	M.A. van der Vliet b.a.	R.J. van Essen
2b	<ul style="list-style-type: none"> <li>Situatietekeningen slooplocaties (Mastenboek)</li> <li>Kenmerk: A:\p_dw380\producten\grondzaken\mxd\140528p_dw380_mastenboek_te_amoveren</li> <li>d.d. 28-05-2014</li> </ul>	M.A. van der Vliet b.a.	R.J. van Essen
2c	<ul style="list-style-type: none"> <li>Situatietekeningen bomen (Mastenboek)</li> <li>d.d. 17-06-2014</li> </ul>	M.A. van der Vliet	R.J. van Essen
3a	<ul style="list-style-type: none"> <li>Bemalingsadvies 380kV</li> <li>Kenmerk: GM-0135804</li> <li>d.d. 20-6-2014</li> </ul>	G.J. van Jeveren	R.J. van Essen
3b	<ul style="list-style-type: none"> <li>Bemalingsadvies 150kV</li> <li>Kenmerk: GM-0135806</li> <li>d.d. 27-6-2014</li> </ul>	G.J. van Jeveren	R.J. van Essen
3c	<ul style="list-style-type: none"> <li>Bemalingsadvies station Langerak</li> <li>Kenmerk: GM-0135888</li> <li>d.d. 20-6-2014</li> </ul>	G.J. van Jeveren	R.J. van Essen
4a	<ul style="list-style-type: none"> <li>Jukkentekeningen kruising Oude IJssel (mast 2-3)</li> <li>Kenmerk: DW380-00-35-0002-020-C</li> <li>d.d. 7 maart 2014</li> </ul>	M.A. van der Vliet b.a.	R.J. van Essen
4b	<ul style="list-style-type: none"> <li>Jukkentekeningen kruising A18 (mast 13-14)</li> <li>Kenmerk: DW380-00-35-0002-022-C</li> <li>d.d. 31-3-2014</li> </ul>	M.A. van der Vliet b.a.	R.J. van Essen
4c	<ul style="list-style-type: none"> <li>Jukkentekeningen sloop 150kV A18</li> <li>Kenmerk: DW380-00-35-0002-025-A</li> <li>d.d. 26-3-2014</li> </ul>	M.A. van der Vliet b.a.	R.J. van Essen

4d	<ul style="list-style-type: none"> <li>Jukkentekeningen kruising Oude IJssel (mast 35-36)</li> <li>Kenmerk: DW380-00-35-0002-024-C</li> <li>d.d. 7 maart 2014</li> </ul>	M.A. van der Vliet <i>ba</i> 	R.J. van Essen 
4e	<ul style="list-style-type: none"> <li>Jukkentekeningen kruising Aa-strang (mast 54-55)</li> <li>Kenmerk: DW380-00-35-0002-025-B</li> <li>d.d. 10 oktober 2013</li> </ul>	M.A. van der Vliet <i>ba</i> 	R.J. van Essen 
4f	<ul style="list-style-type: none"> <li>Detailtekening kabel Waalsche Water</li> <li>Kenmerk: RTO-195-L06</li> <li>d.d. 10 april 2014</li> </ul>	M.A. van der Vliet <i>ba</i> 	R.J. van Essen 
4g	<ul style="list-style-type: none"> <li>Compensatietekening waterbergend vermogen ivm verhoging station</li> <li>Kenmerk: -</li> <li>D.d. 13-6-62014</li> </ul>	M.A. van der Vliet <i>ba</i> 	R.J. van Essen 
5	<ul style="list-style-type: none"> <li>Vergunningenrapportage HDD Tennet</li> <li>Kenmerk: GM-0135816</li> <li>D.d.: 20-06-2014</li> </ul>	M.A. van der Vliet <i>ba</i> 	R.J. van Essen 
6	<ul style="list-style-type: none"> <li>Objectenlijst Watervergunning</li> <li>Kenmerk: -</li> <li>d.d. 17-06-2014</li> </ul>	M.A. van der Vliet <i>ba</i> 	R.J. van Essen 

## **Bijlage 1a: Tracékaart 380kV**

Doetinchem-Wesel 380 kV

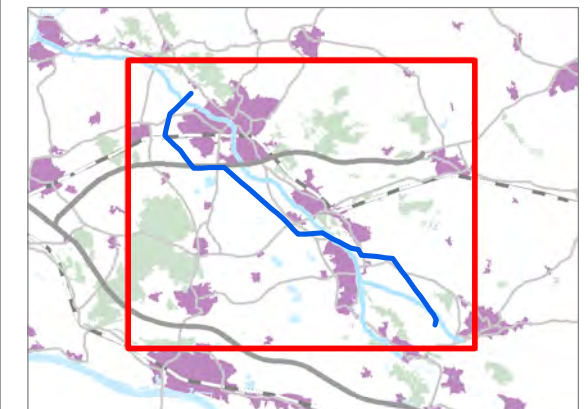




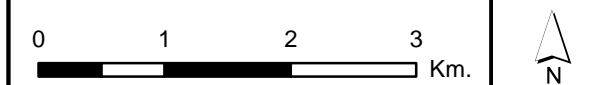
### Legenda

- Schakelstation
- ==== TenneT 380kV
- ==== TenneT 150kV
- Masten
- ==== Bovengronds 380kV tracé
- ▭ Landsgrens
- - - Gemeentegrens

Doetinchem • Wesel 380 kV tracé



Versie	2.5V	Datum	25-3-2014
Schaal	1:60.000	Formaat	A3
Kenmerk	A:\p_dw380\producten\vergunningen\140325p_dw380_VKA2_5V_A3		



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



## **Bijlage 1b: Tracékaart 150kV**

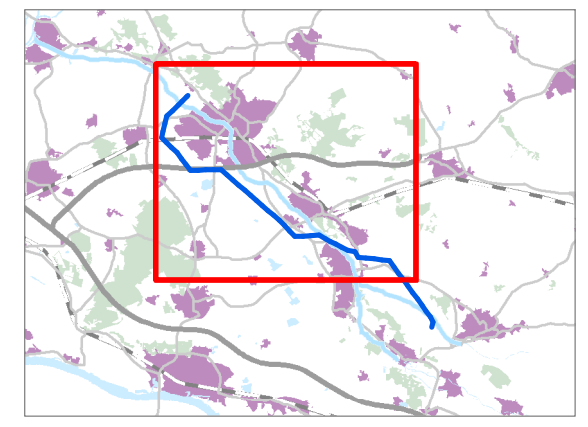
Doetinchem-Wesel 380 kV



**Legenda**

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

Doetinchem • Wesel 380 kV 150 kV



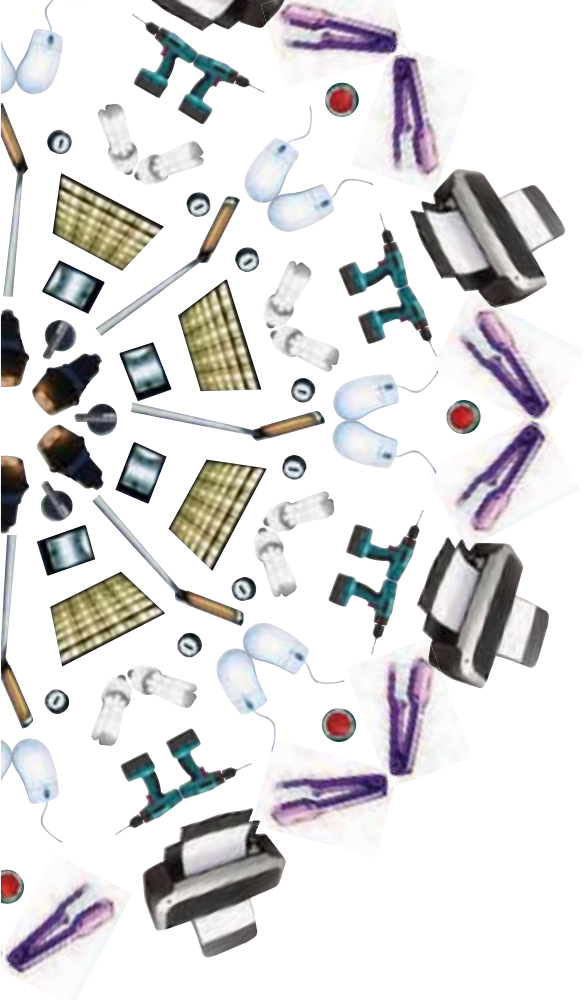
Versie	342-11-6-001-H-KABEL-NM-ZV-LGK-TenneT		Datum
	490-11-4-001-I-KABEL-SILVOLDE		
Schaal	1:45.000		Formaat
	A3		
Kenmerk	140611_p_dw380_Trajectkaart_150kV_A3		



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

**Bijlage 2a:  
Situatietekeningen 380kV en  
150kV**

Doetinchem-Wesel 380 kV



## Mastenboek grondzaken VKA 3.0

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

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

490-11-3-001-F-KABEL-ULFT

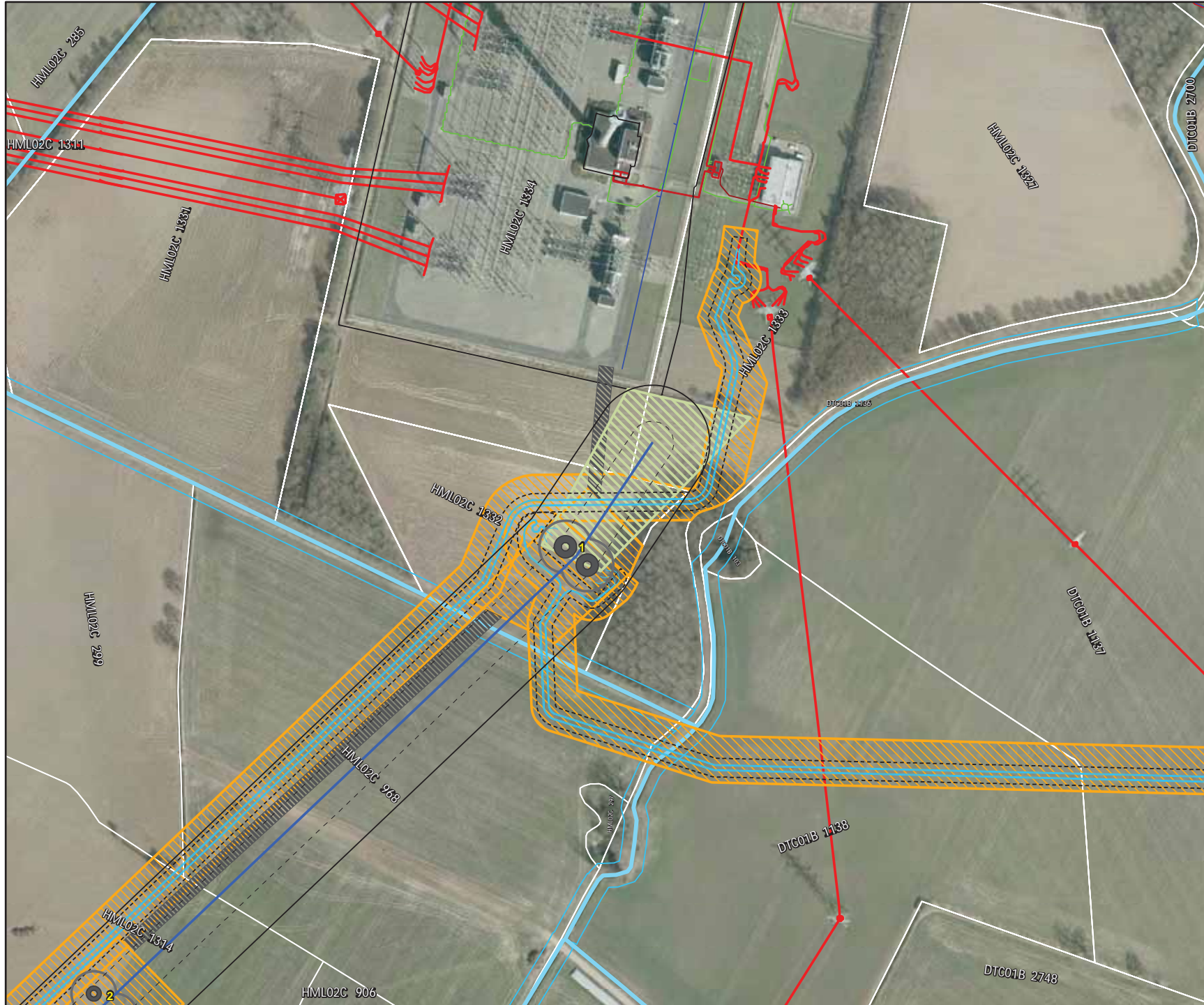
490-11-5-001-A-HULPKABEL-ULFT

490-11-4-001-I-KABEL-SILVOLDE-TenneT

RTO195-L02 & L03 RevF

Versie 28-5-2014





### Legenda

- Bovengronds 380 kV tracé
- Masten
- Minimale werkruimte
- ZRO
- Ondergronds tracé
- zro kabeltracé
- Toegangsweg
- Werkterrein
- Lierplek
- Juk
- Watergangen waterschap
- Beschermingszone waterschap
- Datatransport
- Gas hoge druk
- Gas lage druk
- Buisleiding gevaarlijke inhoud
- Hoogspanning
- Middenspanning
- Laagspanning
- Riool vrijverval
- Riool onder druk
- Warmte
- Water
- Wees of overig klic
- kadastrale percelen

Doetinchem • Wesel 380 kV Mast 1

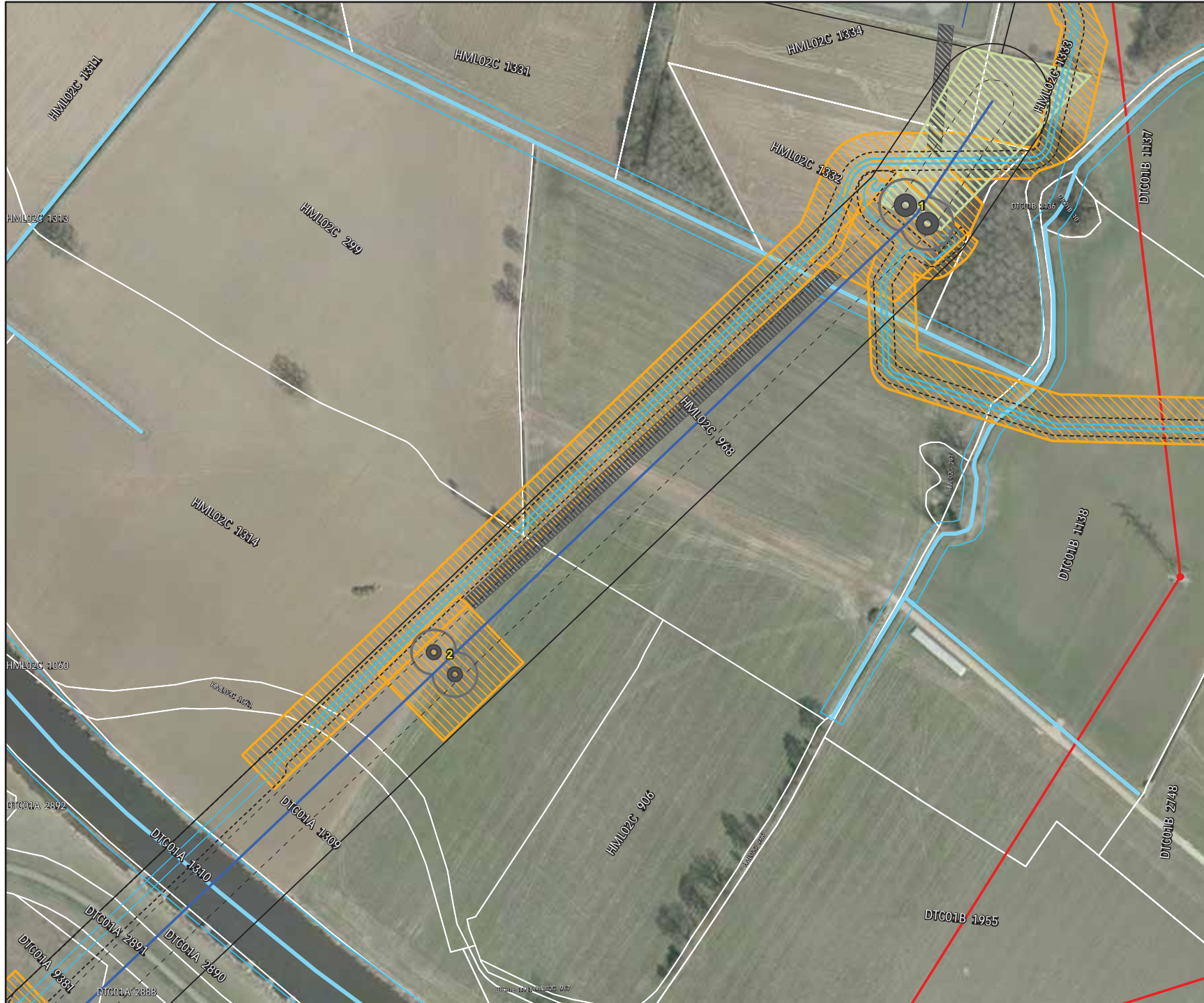


Versie	V3.0	Datum	28-5-2014
Schaal	1:2.000	Formaat	A3
Kenmerk	A:\p_dw380\producten\grondzaken\mxd\140527_mastenboek_vkaV3_0_grz		



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

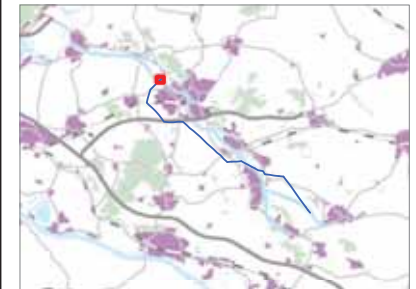




**Legenda**

- Bovengronds 380 kV tracé
- Masten
- Minimale werkruimte
- ZRO
- Ondergronds tracé
- zro kabeltracé
- Toegangsweg
- Werkterrein
- Lierplek
- Juk
- Watergangen waterschap
- Beschermingszone waterschap
- Datatransport
- Gas hoge druk
- Gas lage druk
- Buisleiding gevaarlijke inhoud
- Hoogspanning
- Middenspanning
- Laagspanning
- Riool vrijverval
- Riool onder druk
- Warmte
- Water
- Wees of overig klic
- kadastrale percelen

Doetinchem • Wesel 380 kV Mast 2



Versie	V3.0	Datum	28-5-2014
Schaal	1:2.000	Formaat	A3
Kenmerk	A:\p_dw380\producten\grondzaken\mxd\140527_mastenboek_vkaV3_0_grz		



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





### Legenda

- Bovengronds 380 kV tracé
- Masten
- Minimale werkruimte
- ZRO
- Ondergronds tracé
- zro kabeltracé
- Toegangsweg
- Werkterrein
- Lierplek
- Juk
- Watergangen waterschap
- Beschermingszone waterschap
- Datatransport
- Gas hoge druk
- Gas lage druk
- Buisleiding gevaarlijke inhoud
- Hoogspanning
- Middenspanning
- Laagspanning
- Riool vrijerval
- Riool onder druk
- Warmte
- Water
- Wees of overig klic
- kadastrale percelen

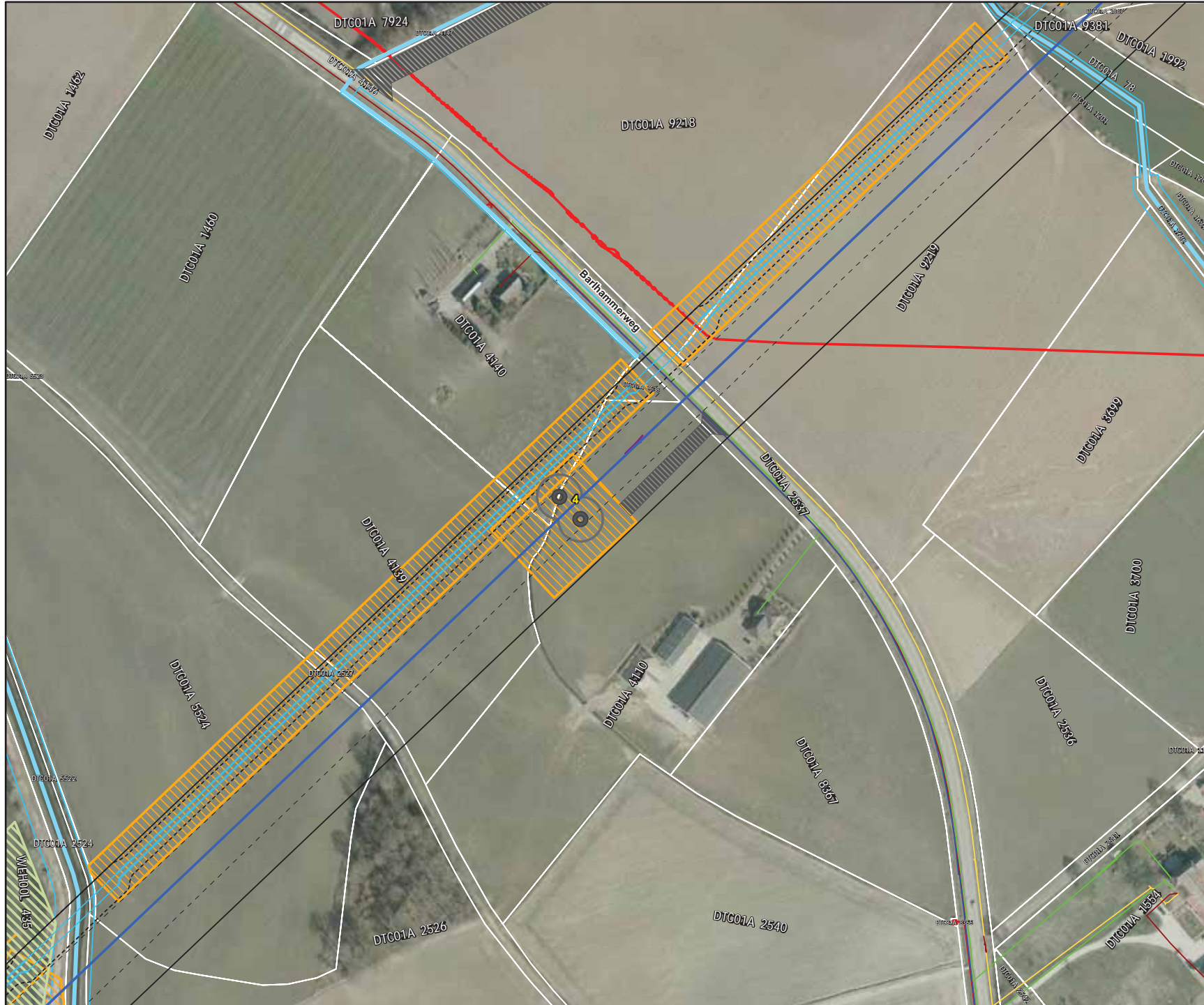
Doetinchem • Wesel 380 kV Mast 3



Versie	V3.0	Datum	28-5-2014
Schaal	1:2.000	Formaat	A3
Kenmerk	A:\p_dw380\producten\grondzaken\mxd\140527_mastenboek_vkaV3_0_grz		



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



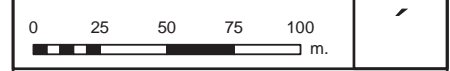
### Legenda

- Bovengronds 380 kV tracé
- Masten
- Minimale werkruimte
- ZRO
- Ondergronds tracé
- zro kabeltracé
- Toegangsweg
- Werkterrein
- Lierplek
- Juk
- Watergangen waterschap
- Beschermingszone waterschap
- Datatransport
- Gas hoge druk
- Gas lage druk
- Buisleiding gevaarlijke inhoud
- Hoogspanning
- Middenspanning
- Laagspanning
- Riool vrijverval
- Riool onder druk
- Warmte
- Water
- Wees of overig klic
- kadastrale percelen

Doetinchem • Wesel 380 kV Mast 4

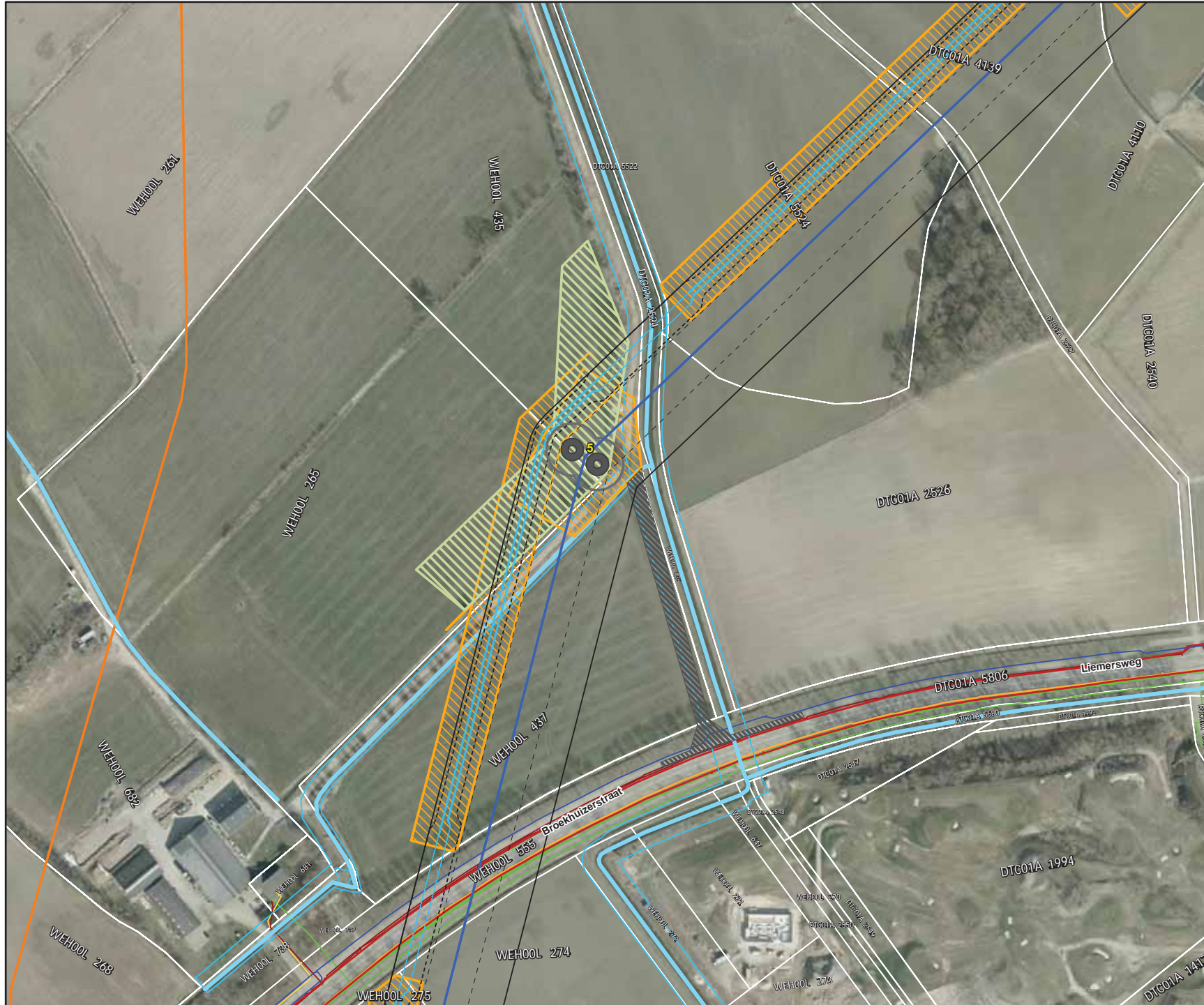


Versie	V3.0	Datum	28-5-2014
Schaal	1:2.000	Formaat	A3
Kenmerk	A:\p_dw380\producten\grondzaken\mxd\140527_mastenboek_vkaV3_0_grz		



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





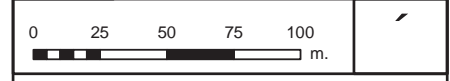
### Legenda

- Bovengronds 380 kV tracé
- Masten
- Minimale werkruimte
- ZRO
- Ondergronds tracé
- zro kabeltracé
- Toegangsweg
- Werkterrein
- Lierplek
- Juk
- Watergangen waterschap
- Beschermingszone waterschap
- Datatransport
- Gas hoge druk
- Gas lage druk
- Buisleiding gevaarlijke inhoud
- Hoogspanning
- Middenspanning
- Laagspanning
- Riool vrijverval
- Riool onder druk
- Warmte
- Water
- Wees of overig klic
- kadastrale percelen

Doetinchem • Wesel 380 kV Mast 5

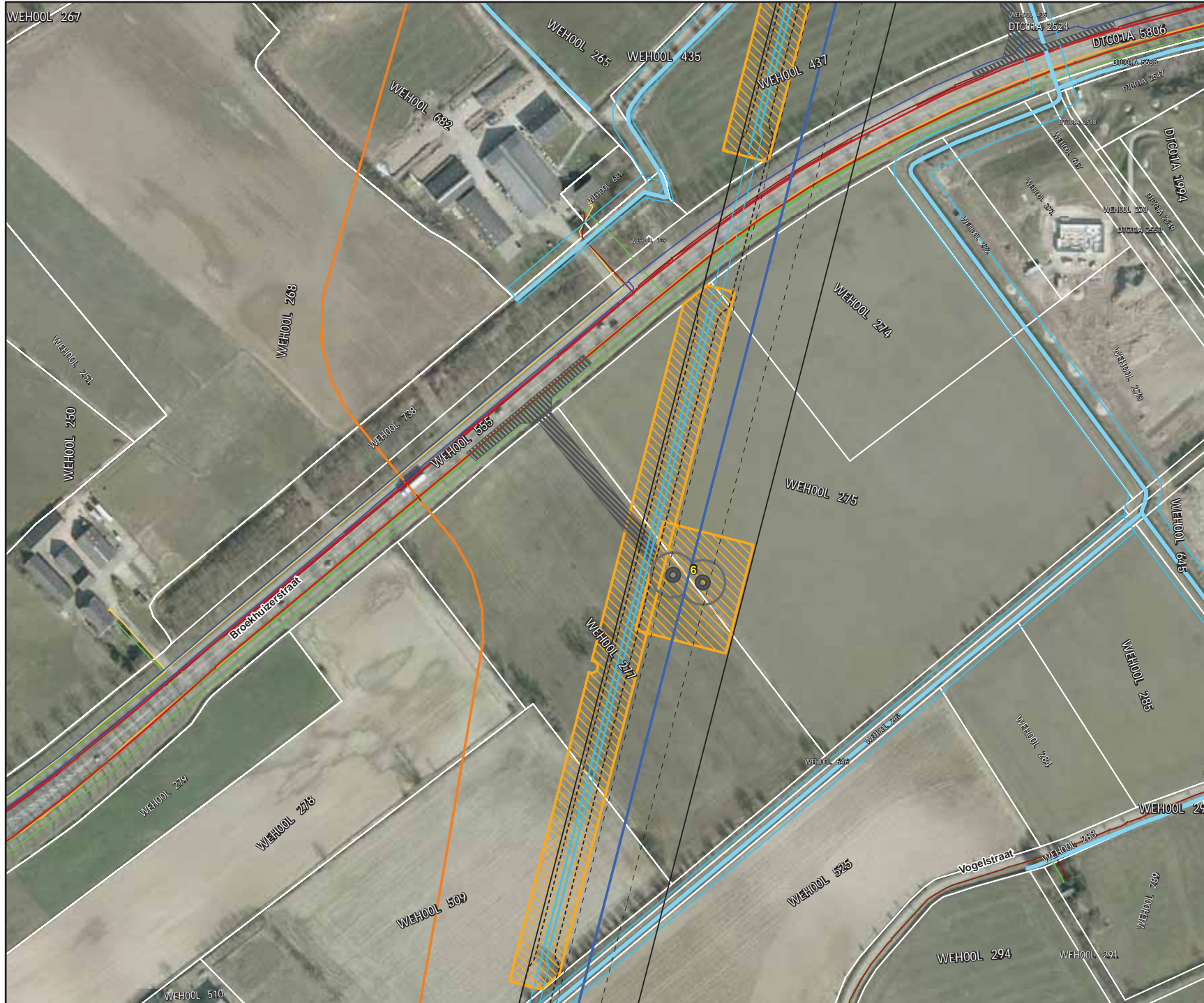


Versie	V3.0	Datum	28-5-2014
Schaal	1:2.000	Formaat	A3
Kenmerk	A:\p_dw380\producten\grondzaken\mxd\140527_mastenboek_vkaV3_0_grz		



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





### Legenda

- Bovengronds 380 kV tracé
- Masten
- Minimale werkruimte
- ZRO
- Ondergronds tracé
- zro kabeltracé
- Toegangsweg
- Werkterrein
- Lierplek
- Juk
- Watergangen waterschap
- Beschermingszone waterschap
- Datatransport
- Gas hoge druk
- Gas lage druk
- Buisleiding gevaarlijke inhoud
- Hoogspanning
- Middenspanning
- Laagspanning
- Riool vrijverval
- Riool onder druk
- Warmte
- Water
- Wees of overig klic
- kadastrale percelen

Doetinchem • Wesel 380 kV Mast 6

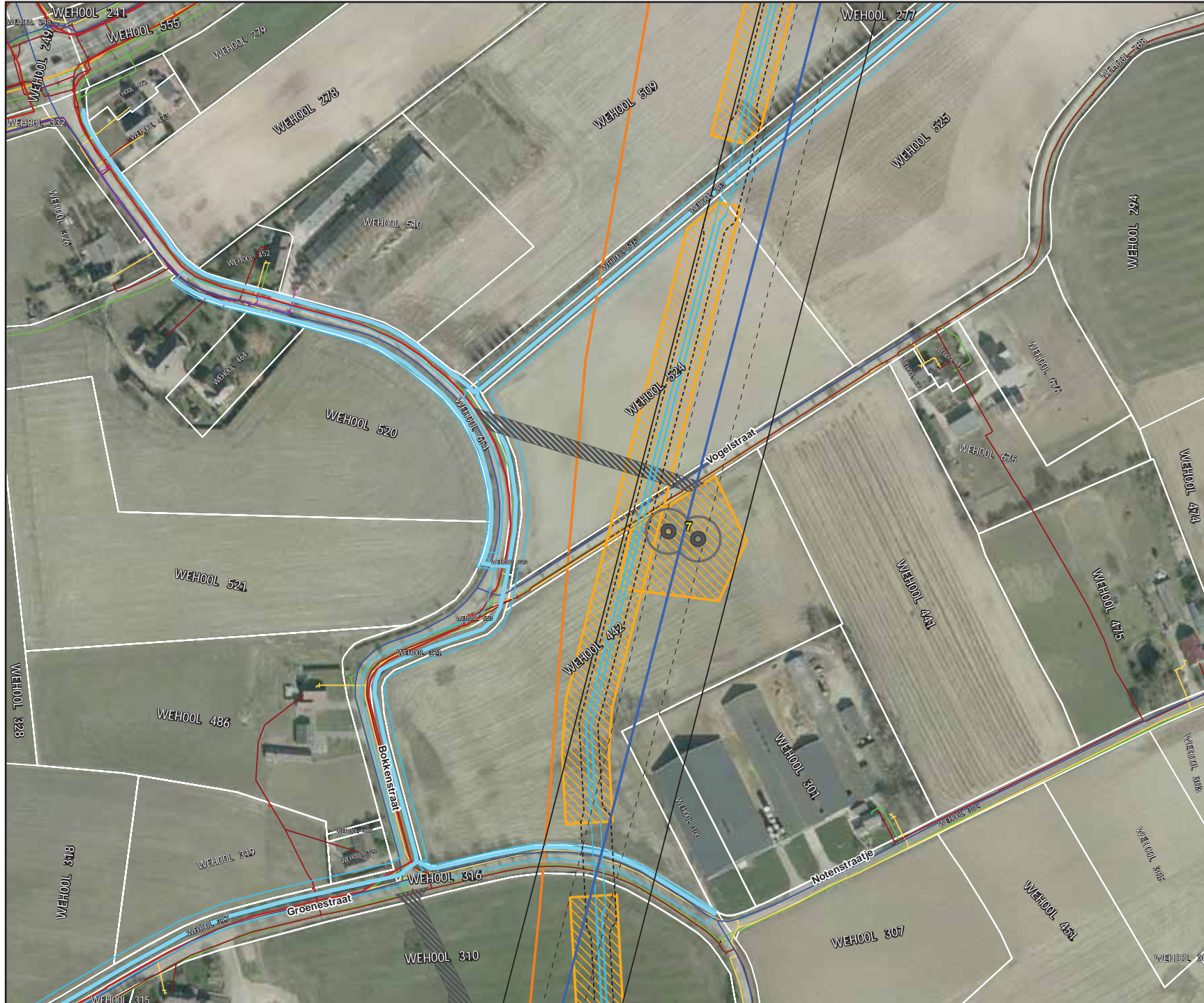


Versie	V3.0	Datum	28-5-2014
Schaal	1:2.000	Formaat	A3
Kenmerk	A:\p_dw380\producten\grondzaken\mxd\140527_mastenboek_vka3_0_grz		



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

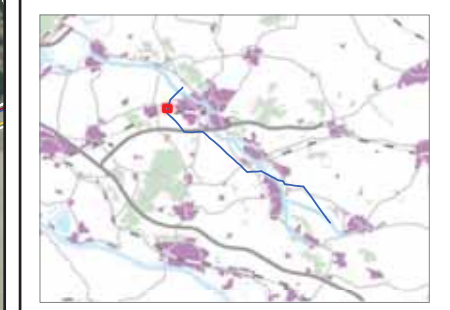




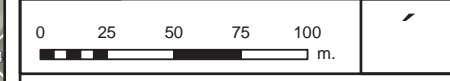
### Legenda

- Bovengronds 380 kV tracé
- Masten
- Minimale werkruimte
- ZRO
- Ondergronds tracé
- zro kabeltracé
- Toegangsweg
- Werkterrein
- Lierplek
- Juk
- Watergangen waterschap
- Beschermingszone waterschap
- Datatransport
- Gas hoge druk
- Gas lage druk
- Buisleiding gevaarlijke inhoud
- Hoogspanning
- Middenspanning
- Laagspanning
- Riool vrijverval
- Riool onder druk
- Warmte
- Water
- Wees of overig klic
- kadastrale percelen

Doetinchem • Wesel 380 kV Mast 7

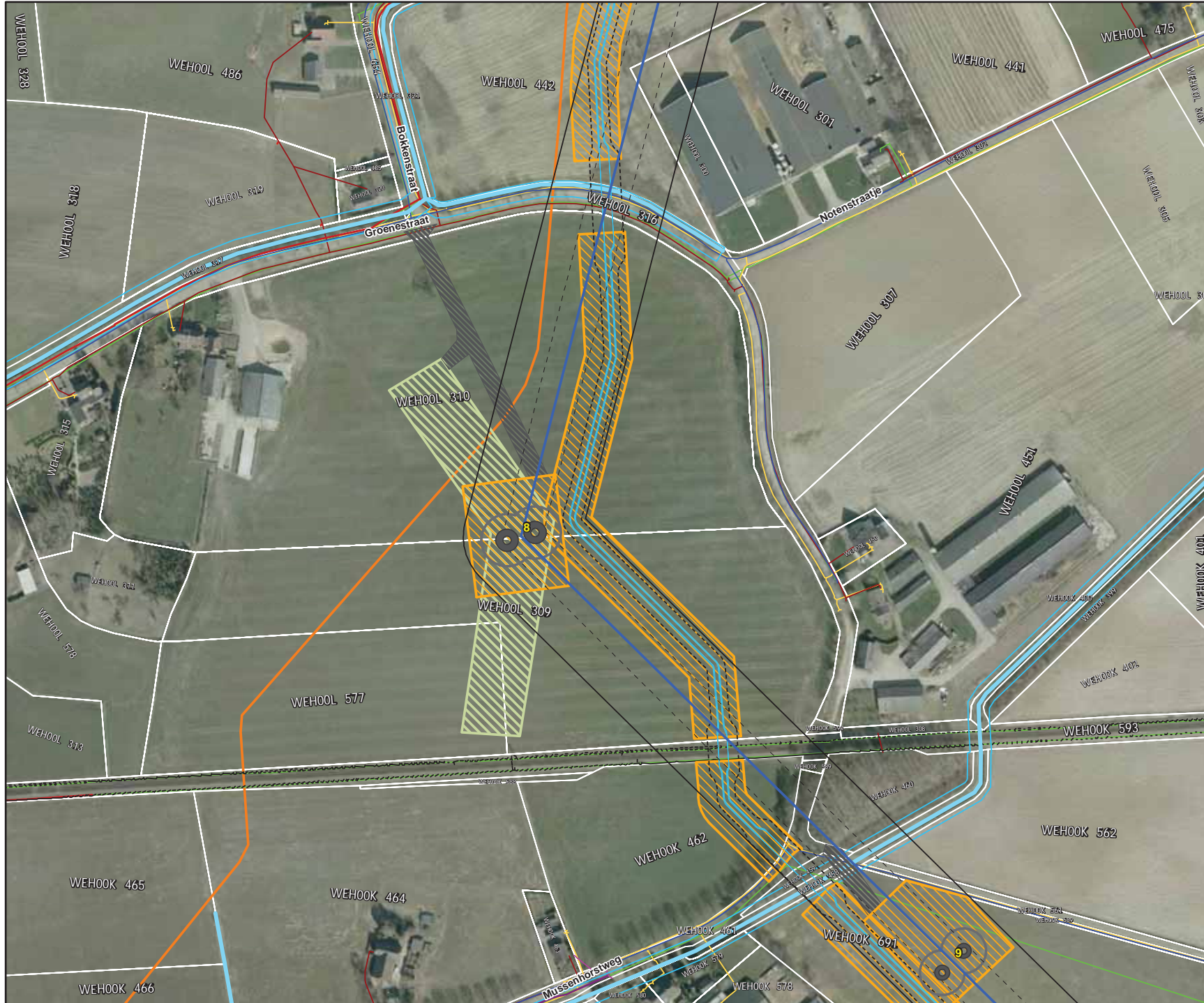


Versie	V3.0	Datum	28-5-2014
Schaal	1:2.000	Formaat	A3
Kenmerk	A:\p_dw380\producten\grondzaken\mxd\140527_mastenboek_vkaV3_0_grz		



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





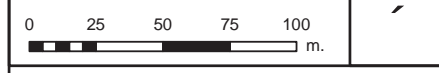
**Legenda**

- Bovengronds 380 kV tracé
- Masten
- Minimale werkruimte
- ZRO
- Ondergronds tracé
- zro kabeltracé
- Toegangsweg
- Werkterrein
- Lierplek
- Juk
- Watergangen waterschap
- Beschermingszone waterschap
- Datatransport
- Gas hoge druk
- Gas lage druk
- Buisleiding gevaarlijke inhoud
- Hoogspanning
- Middenspanning
- Laagspanning
- Riool vrijverval
- Riool onder druk
- Warmte
- Water
- Wees of overig klic
- kadastrale percelen

Doetinchem • Wesel 380 kV Mast 8

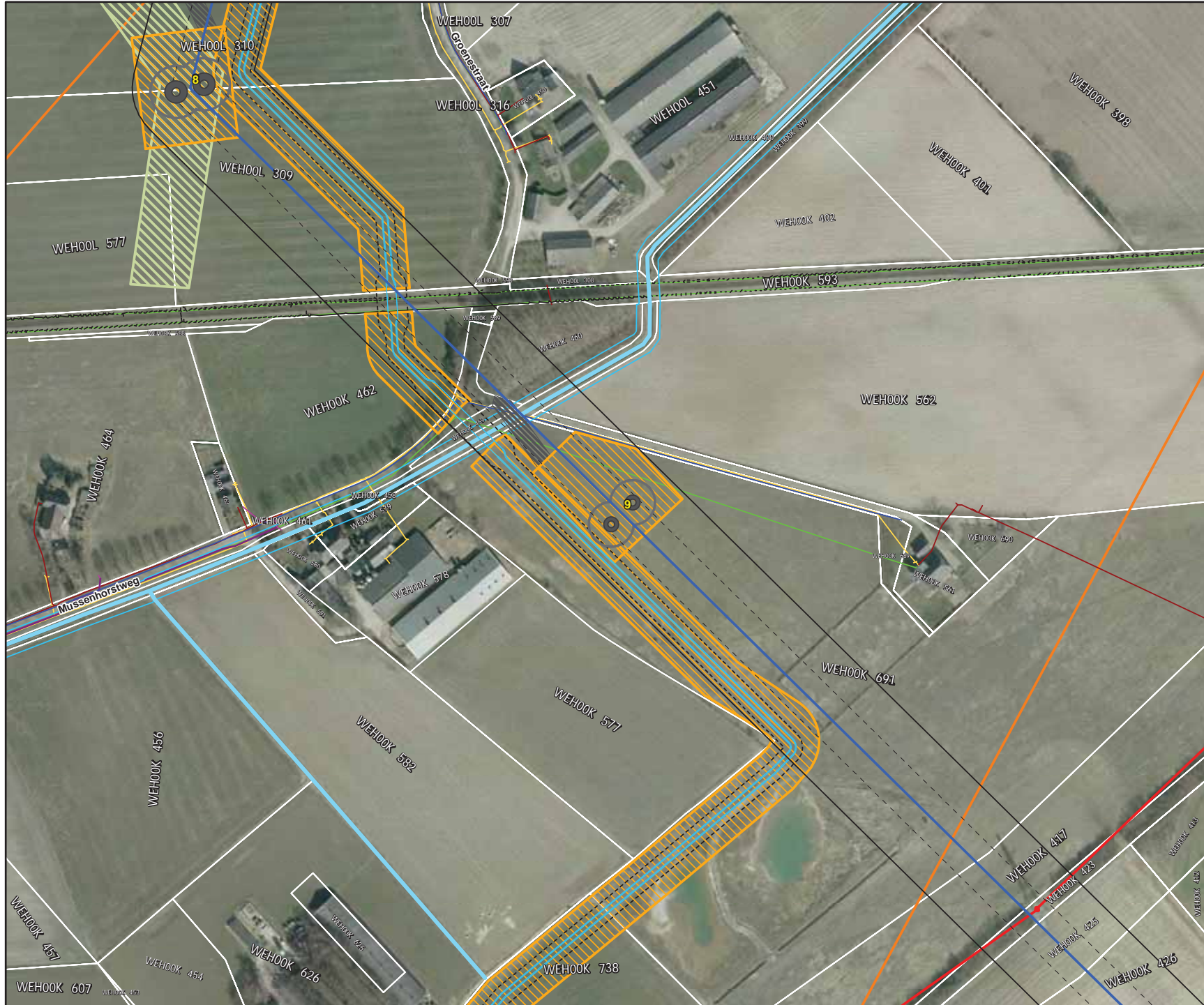


Versie	V3.0	Datum	28-5-2014
Schaal	1:2.000	Formaat	A3
Kenmerk	A:\p_dw380\producten\grondzaken\mxd\140527_mastenboek_vkaV3_0_grz		



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





**Legenda**

- Bovengronds 380 kV tracé
- Masten
- Minimale werkruimte
- ZRO
- Ondergronds tracé
- zro kabeltracé
- Toegangsweg
- Werkterrein
- Lierplek
- Juk
- Watergangen waterschap
- Beschermingszone waterschap
- Datatransport
- Gas hoge druk
- Gas lage druk
- Buisleiding gevaarlijke inhoud
- Hoogspanning
- Middenspanning
- Laagspanning
- Riool vrijerval
- Riool onder druk
- Warmte
- Water
- Wees of overig klic
- kadastrale percelen

Doetinchem • Wesel 380 kV Mast 9



Versie	V3.0	Datum	28-5-2014
--------	------	-------	-----------

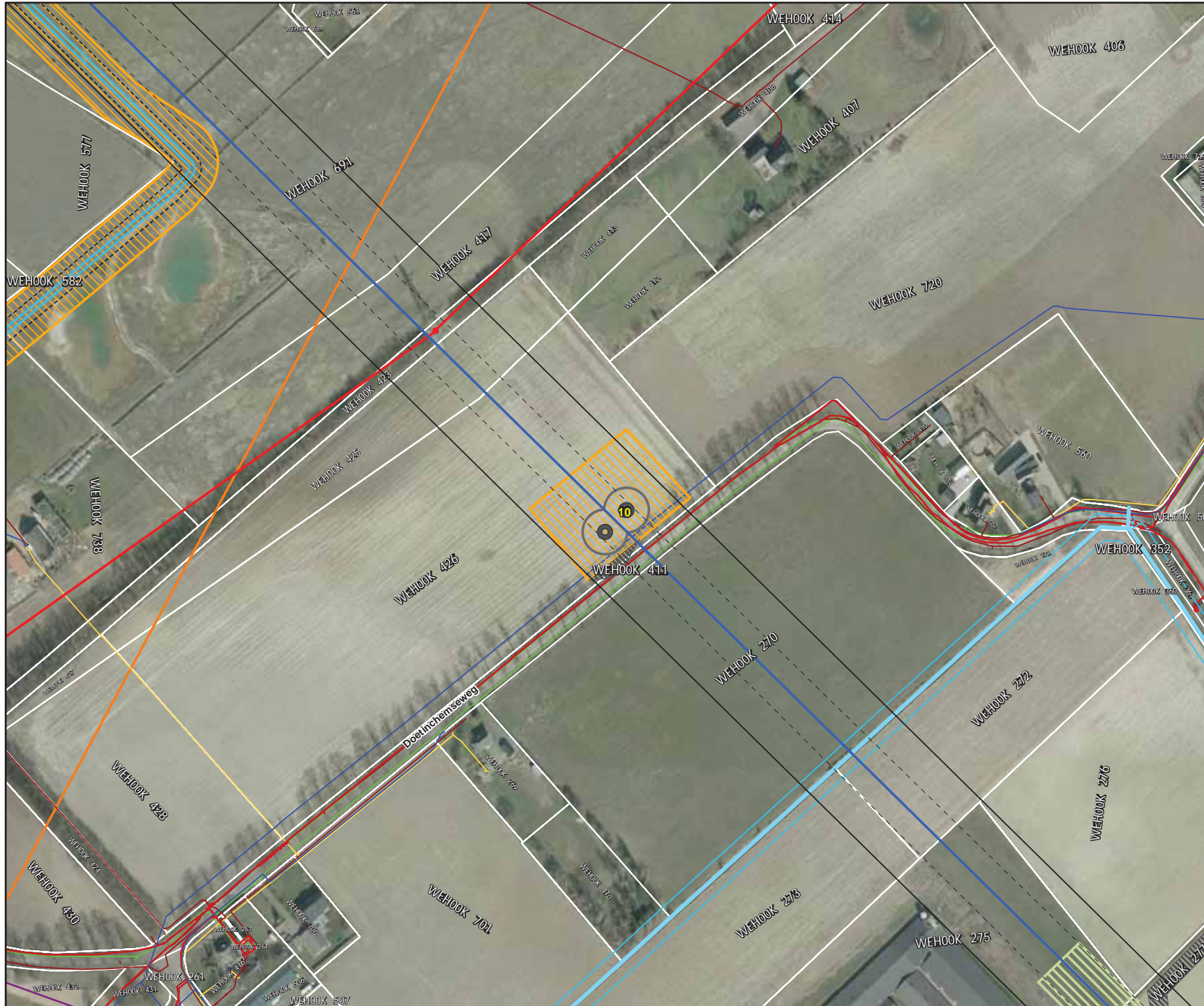
Schaal	1:2.000	Formaat	A3
--------	---------	---------	----

Kenmerk	A:\p_dw380\producten\grondzaken\mxd\140527_mastenboek_vkaV3_0_grz		
---------	---	--	--



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





**Legenda**

- Bovengronds 380 kV tracé
- Masten
- Minimale werkruimte
- ZRO
- Ondergronds tracé
- zro kabeltracé
- Toegangsweg
- Werkterrein
- Lierplek
- Juk
- Watergangen waterschap
- Beschermingszone waterschap
- Datatransport
- Gas hoge druk
- Gas lage druk
- Buisleiding gevaarlijke inhoud
- Hoogspanning
- Middenspanning
- Laagspanning
- Riool vrijverval
- Riool onder druk
- Warmte
- Water
- Wees of overig klic
- kadastrale percelen

**Doetinchem • Wesel 380 kV Mast 10**

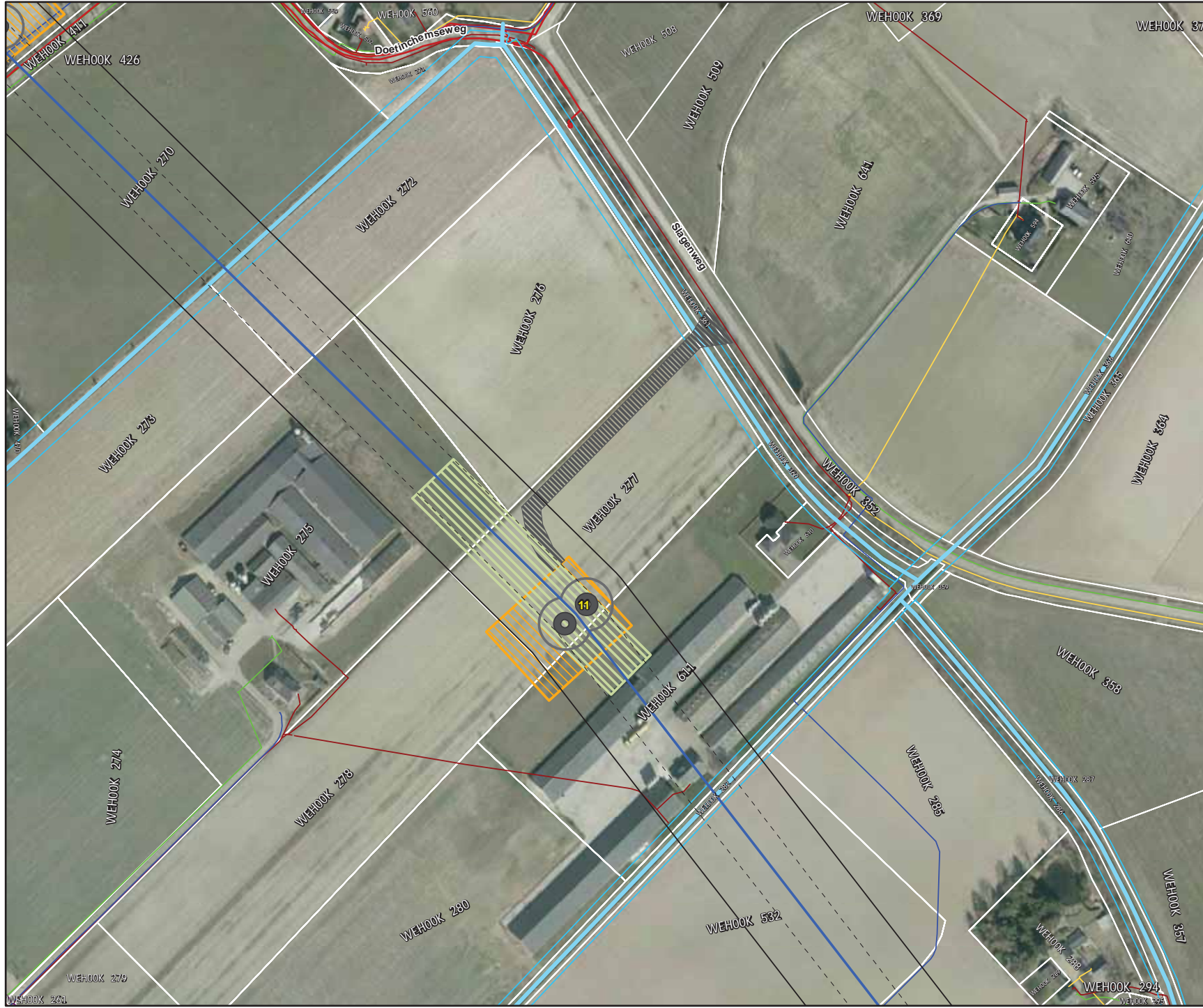


Versie	V3.0	Datum	28-5-2014
Schaal	1:2.000	Formaat	A3
Kenmerk	A:\p_dw380\producten\grondzaken\mxd\140527_mastenboek_vkaV3_0_grz		



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





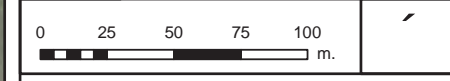
### Legenda

- Bovengronds 380 kV tracé
- Masten
- Minimale werkruimte
- ZRO
- Ondergronds tracé
- zro kabeltracé
- Toegangsweg
- Werkterrein
- Lierplek
- Juk
- Watergangen waterschap
- Beschermingszone waterschap
- Datatransport
- Gas hoge druk
- Gas lage druk
- Buisleiding gevaarlijke inhoud
- Hoogspanning
- Middenspanning
- Laagspanning
- Riool vrijverval
- Riool onder druk
- Warmte
- Water
- Wees of overig klic
- kadastrale percelen

Doetinchem • Wesel 380 kV Mast 11

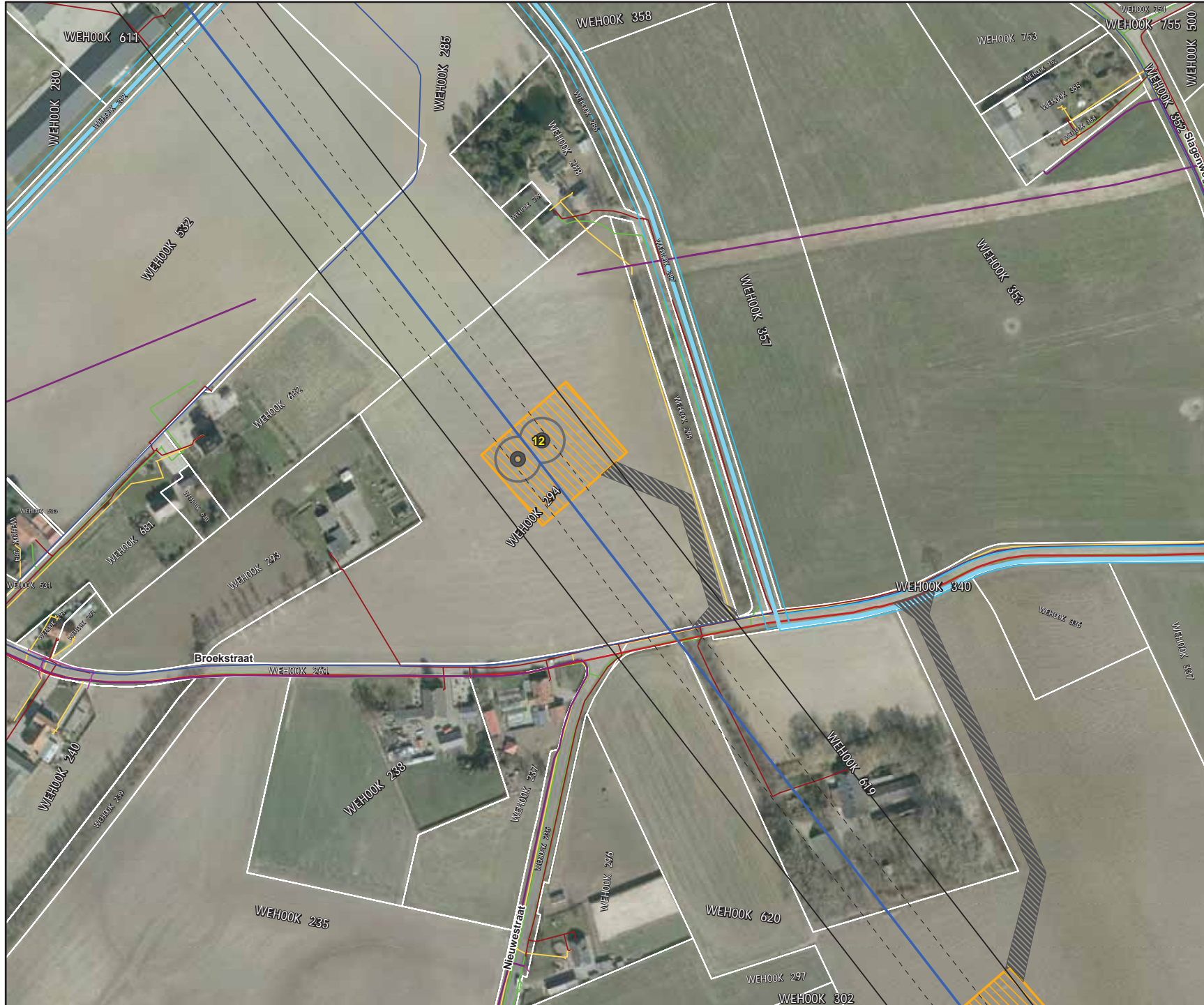


Versie	V3.0	Datum	28-5-2014
Schaal	1:2.000	Formaat	A3
Kenmerk	A:\p_dw380\producten\grondzaken\mxd\140527_mastenboek_vkaV3_0_grz		



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





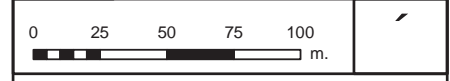
### Legenda

- Bovengronds 380 kV tracé
- Masten
- Minimale werkruimte
- ZRO
- Ondergronds tracé
- zro kabeltracé
- Toegangsweg
- Werkterrein
- Lierplek
- Juk
- Watergangen waterschap
- Beschermingszone waterschap
- Datatransport
- Gas hoge druk
- Gas lage druk
- Buisleiding gevaarlijke inhoud
- Hoogspanning
- Middenspanning
- Laagspanning
- Riool vrijverval
- Riool onder druk
- Warmte
- Water
- Wees of overig klic
- kadastrale percelen

Doetinchem • Wesel 380 kV Mast 12

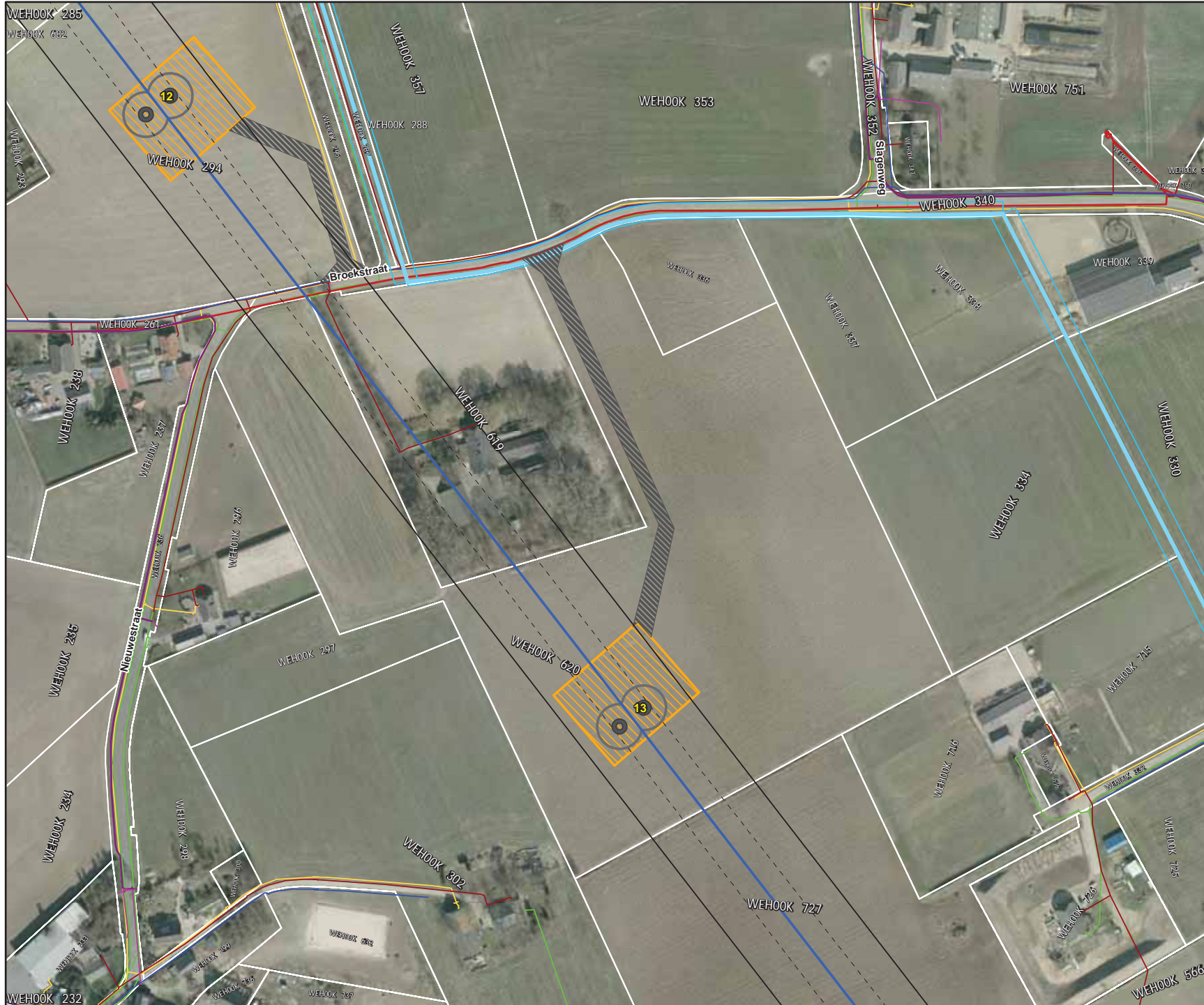


Versie	V3.0	Datum	28-5-2014
Schaal	1:2.000	Formaat	A3
Kenmerk	A:\p_dw380\producten\grondzaken\mxd\140527_mastenboek_vkaV3_0_grz		



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





**Legenda**

- Bovengronds 380 kV tracé
- Masten
- Minimale werkruimte
- ZRO
- Ondergronds tracé
- zro kabeltracé
- Toegangsweg
- Werkterrein
- Lierplek
- Juk
- Watergangen waterschap
- Beschermingszone waterschap
- Datatransport
- Gas hoge druk
- Gas lage druk
- Buisleiding gevaarlijke inhoud
- Hoogspanning
- Middenspanning
- Laagspanning
- Riool vrijverval
- Riool onder druk
- Warmte
- Water
- Wees of overig klic
- kadastrale percelen

**Doetinchem • Wesel 380 kV Mast 13**

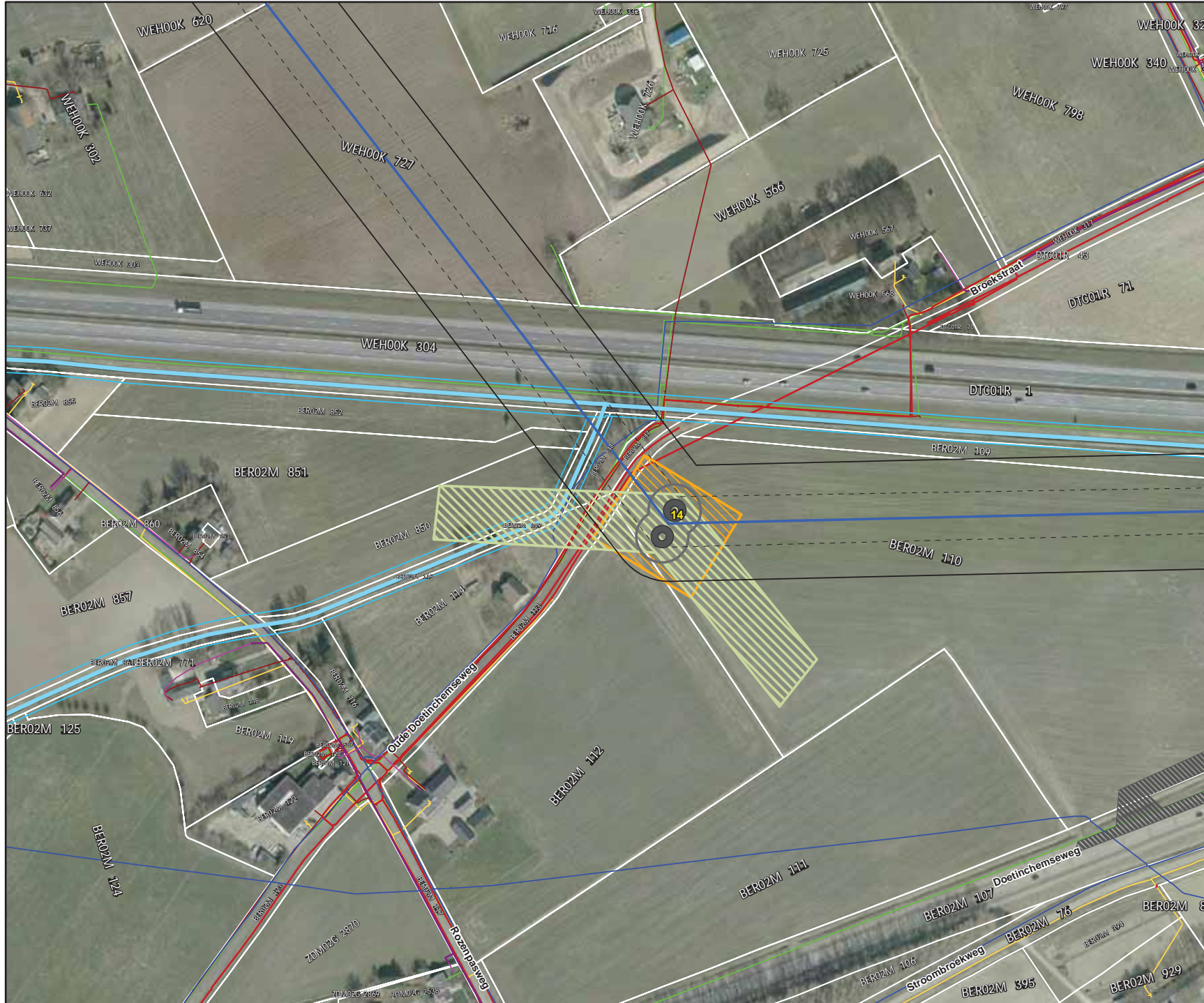


Versie	V3.0	Datum	28-5-2014
Schaal	1:2.000	Formaat	A3
Kenmerk	A:\p_dw380\producten\grondzaken\mxd\140527_mastenboek_vkaV3_0_grz		



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

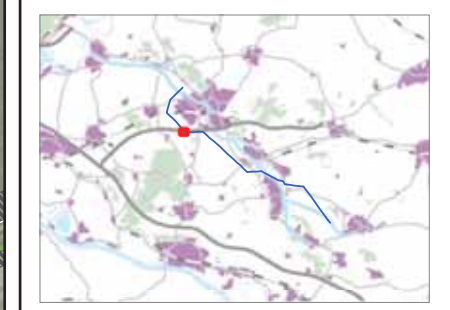




### Legenda

- Bovengronds 380 kV tracé
- Masten
- Minimale werkruimte
- ZRO
- Ondergronds tracé
- zro kabeltracé
- Toegangsweg
- Werkterrein
- Lierplek
- Juk
- Watergangen waterschap
- Beschermingszone waterschap
- Datatransport
- Gas hoge druk
- Gas lage druk
- Buisleiding gevaarlijke inhoud
- Hoogspanning
- Middenspanning
- Laagspanning
- Riool vrijverval
- Riool onder druk
- Warmte
- Water
- Wees of overig klic
- kadastrale percelen

Doetinchem • Wesel 380 kV Mast 14

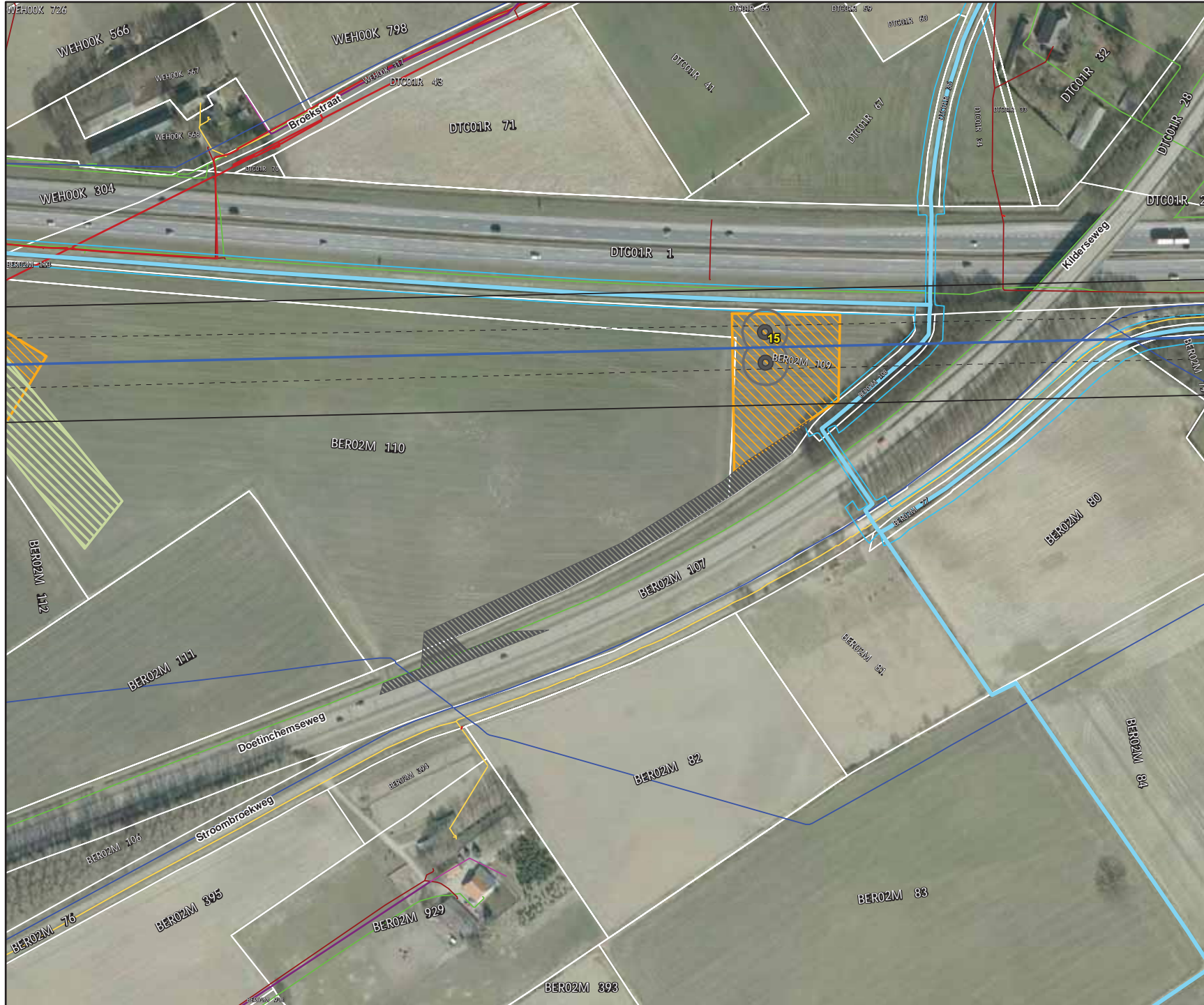


Versie	V3.0	Datum	28-5-2014
Schaal	1:2.000	Formaat	A3
Kenmerk	A:\p_dw380\producten\grondzaken\mxd\140527_mastenboek_vkaV3_0_grz		

0 25 50 75 100 m.

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





### Legenda

- Bovengronds 380 kV tracé
- Masten
- Minimale werkruimte
- ZRO
- Ondergronds tracé
- zro kabeltracé
- Toegangsweg
- Werkterrein
- Lierplek
- Juk
- Watergangen waterschap
- Beschermingszone waterschap
- Datatransport
- Gas hoge druk
- Gas lage druk
- Buisleiding gevaarlijke inhoud
- Hoogspanning
- Middenspanning
- Laagspanning
- Riool vrijverval
- Riool onder druk
- Warmte
- Water
- Wees of overig klic
- kadastrale percelen

Doetinchem • Wesel 380 kV Mast 15

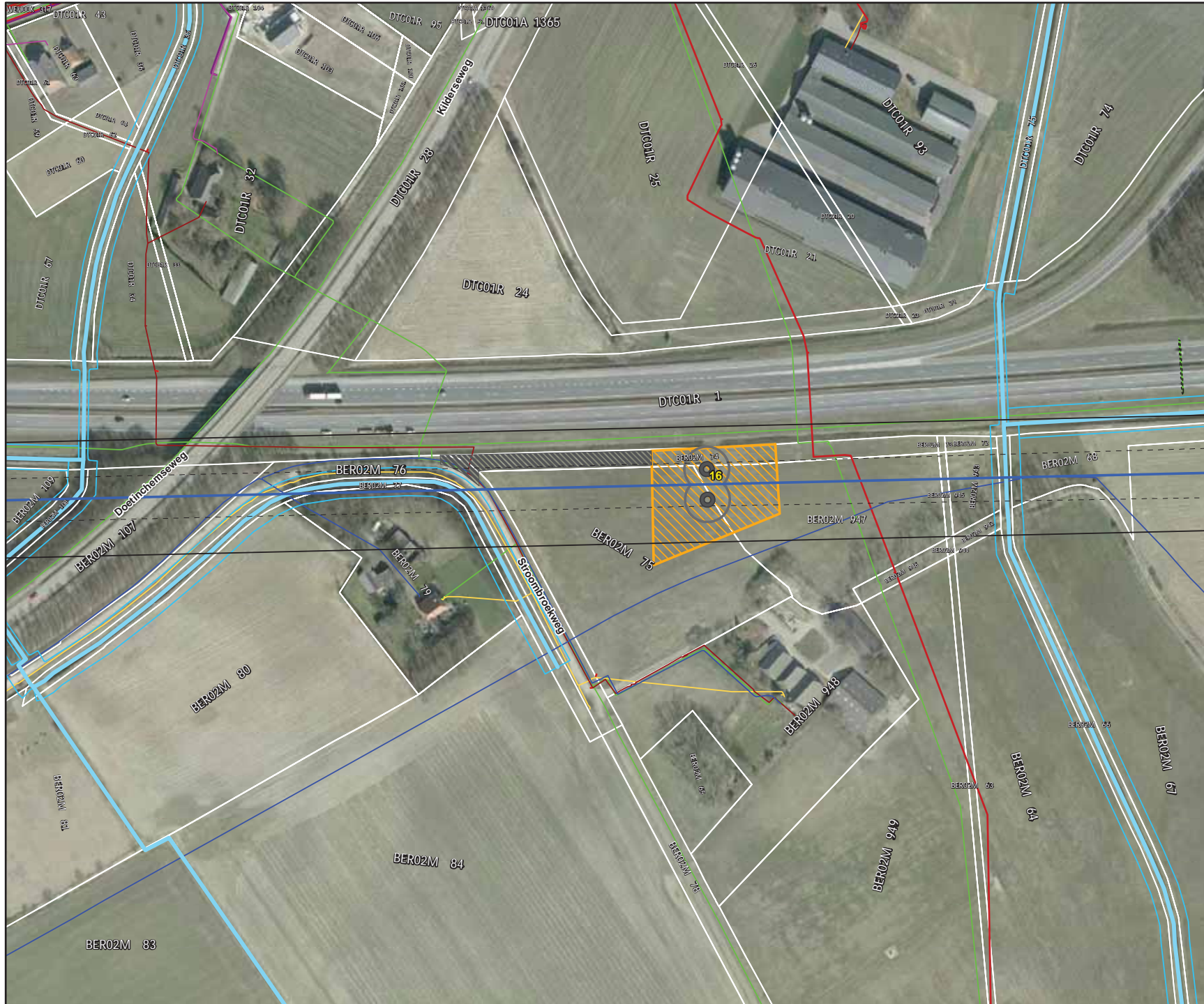


Versie	V3.0	Datum	28-5-2014
Schaal	1:2.000	Formaat	A3
Kenmerk	A:\p_dw380\producten\grondzaken\mxd\140527_mastenboek_vkaV3_0_grz		



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





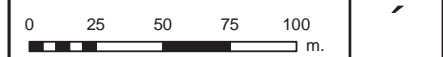
**Legenda**

- Bovengronds 380 kV tracé
- Masten
- Minimale werkruimte
- ZRO
- Ondergronds tracé
- zro kabeltracé
- Toegangsweg
- Werkterrein
- Lierplek
- Juk
- Watergangen waterschap
- Beschermingszone waterschap
- Datatransport
- Gas hoge druk
- Gas lage druk
- Buisleiding gevaarlijke inhoud
- Hoogspanning
- Middenspanning
- Laagspanning
- Riool vrijverval
- Riool onder druk
- Warmte
- Water
- Wees of overig klic
- kadastrale percelen

**Doetinchem • Wesel 380 kV Mast 16**

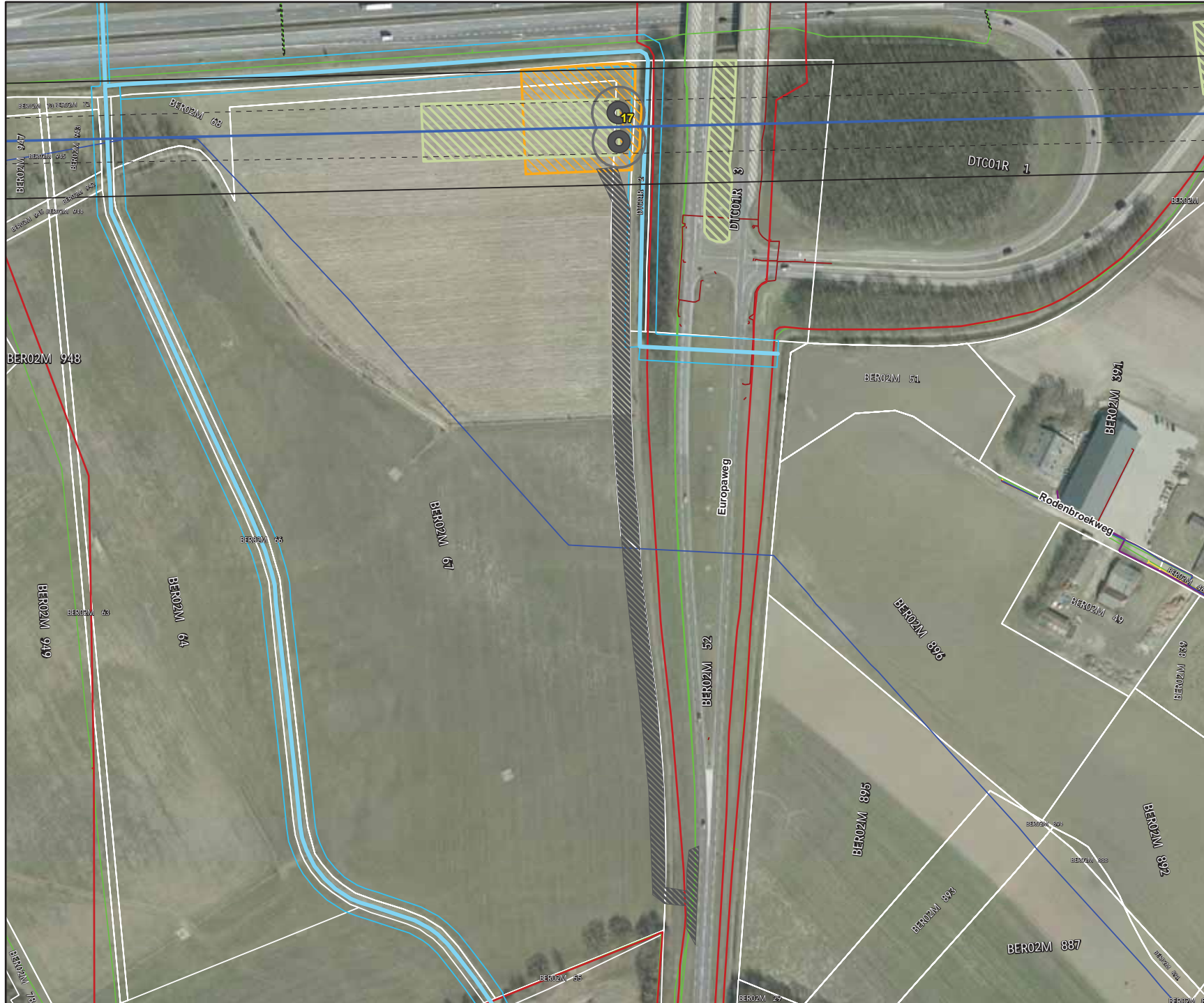


Versie	V3.0	Datum	28-5-2014
Schaal	1:2.000	Formaat	A3
Kenmerk	A:\p_dw380\producten\grondzaken\mxd\140527_mastenboek_vkaV3_0_grz		



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





### Legenda

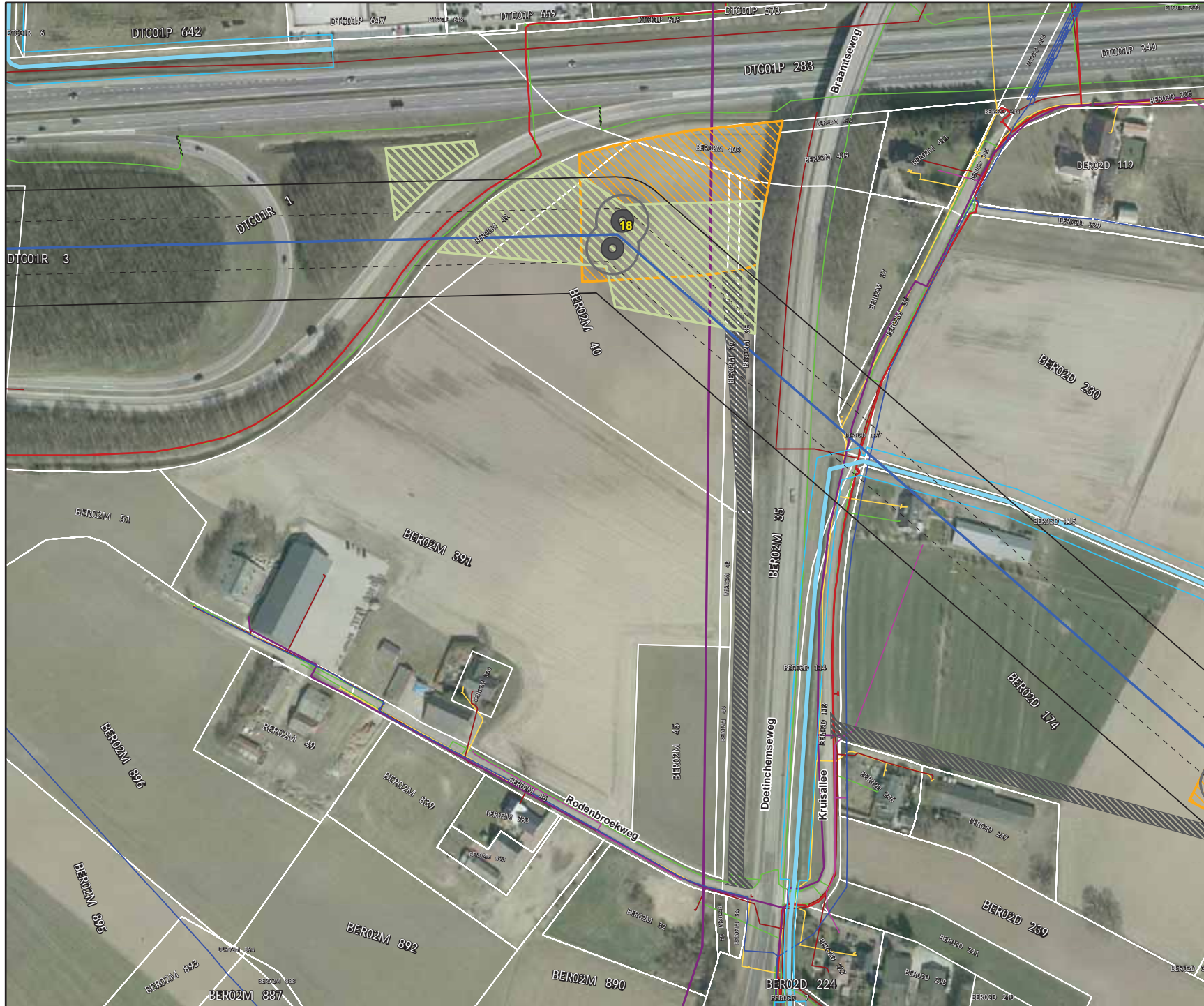
- Bovengronds 380 kV tracé
- Masten
- Minimale werkruimte
- ZRO
- Ondergronds tracé
- zro kabeltracé
- Toegangsweg
- Werkterrein
- Lierplek
- Juk
- Watergangen waterschap
- Beschermingszone waterschap
- Datatransport
- Gas hoge druk
- Gas lage druk
- Buisleiding gevaarlijke inhoud
- Hoogspanning
- Middenspanning
- Laagspanning
- Riool vrijverval
- Riool onder druk
- Warmte
- Water
- Wees of overig klic
- kadastrale percelen

Doetinchem • Wesel 380 kV Mast 17



Versie	V3.0	Datum	28-5-2014
Schaal	1:2.000	Formaat	A3
Kenmerk	A:\p_dw380\producten\grondzaken\mxd\140527_mastenboek_vkaV3_0_grz		
Aan deze tekening kunnen geen rechten worden ontleend. © Tnenet TSO B.V.			





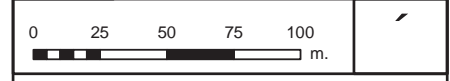
### Legenda

- Bovengronds 380 kV tracé
- Masten
- Minimale werkruimte
- ZRO
- Ondergronds tracé
- zro kabeltracé
- Toegangsweg
- Werkterrein
- Lierplek
- Juk
- Watergangen waterschap
- Beschermingszone waterschap
- Datatransport
- Gas hoge druk
- Gas lage druk
- Buisleiding gevaarlijke inhoud
- Hoogspanning
- Middenspanning
- Laagspanning
- Riool vrijverval
- Riool onder druk
- Warmte
- Water
- Wees of overig klic
- kadastrale percelen

Doetinchem • Wesel 380 kV Mast 18



Versie	V3.0	Datum	28-5-2014
Schaal	1:2.000	Formaat	A3
Kenmerk	A:\p_dw380\producten\grondzaken\mxd\140527_mastenboek_vkaV3_0_grz		



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





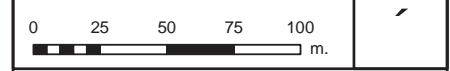
### Legenda

- Bovengronds 380 kV tracé
- Masten
- Minimale werkruimte
- ZRO
- Ondergronds tracé
- zro kabeltracé
- Toegangsweg
- Werkterrein
- Lierplek
- Juk
- Watergangen waterschap
- Beschermingszone waterschap
- Datatransport
- Gas hoge druk
- Gas lage druk
- Buisleiding gevaarlijke inhoud
- Hoogspanning
- Middenspanning
- Laagspanning
- Riool vrijverval
- Riool onder druk
- Warmte
- Water
- Wees of overig klic
- kadastrale percelen

Doetinchem • Wesel 380 kV Mast 19



Versie	V3.0	Datum	28-5-2014
Schaal	1:2.000	Formaat	A3
Kenmerk	A:\p_dw380\producten\grondzaken\mxd\140527_mastenboek_vkaV3_0_grz		



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





### Legenda

- Bovengronds 380 kV tracé
- Masten
- Minimale werkruimte
- ZRO
- Ondergronds tracé
- zro kabeltracé
- Toegangsweg
- Werkterrein
- Lierplek
- Juk
- Watergangen waterschap
- Beschermingszone waterschap
- Datatransport
- Gas hoge druk
- Gas lage druk
- Buisleiding gevaarlijke inhoud
- Hoogspanning
- Middenspanning
- Laagspanning
- Riool vrijverval
- Riool onder druk
- Warmte
- Water
- Wees of overig klic
- kadastrale percelen

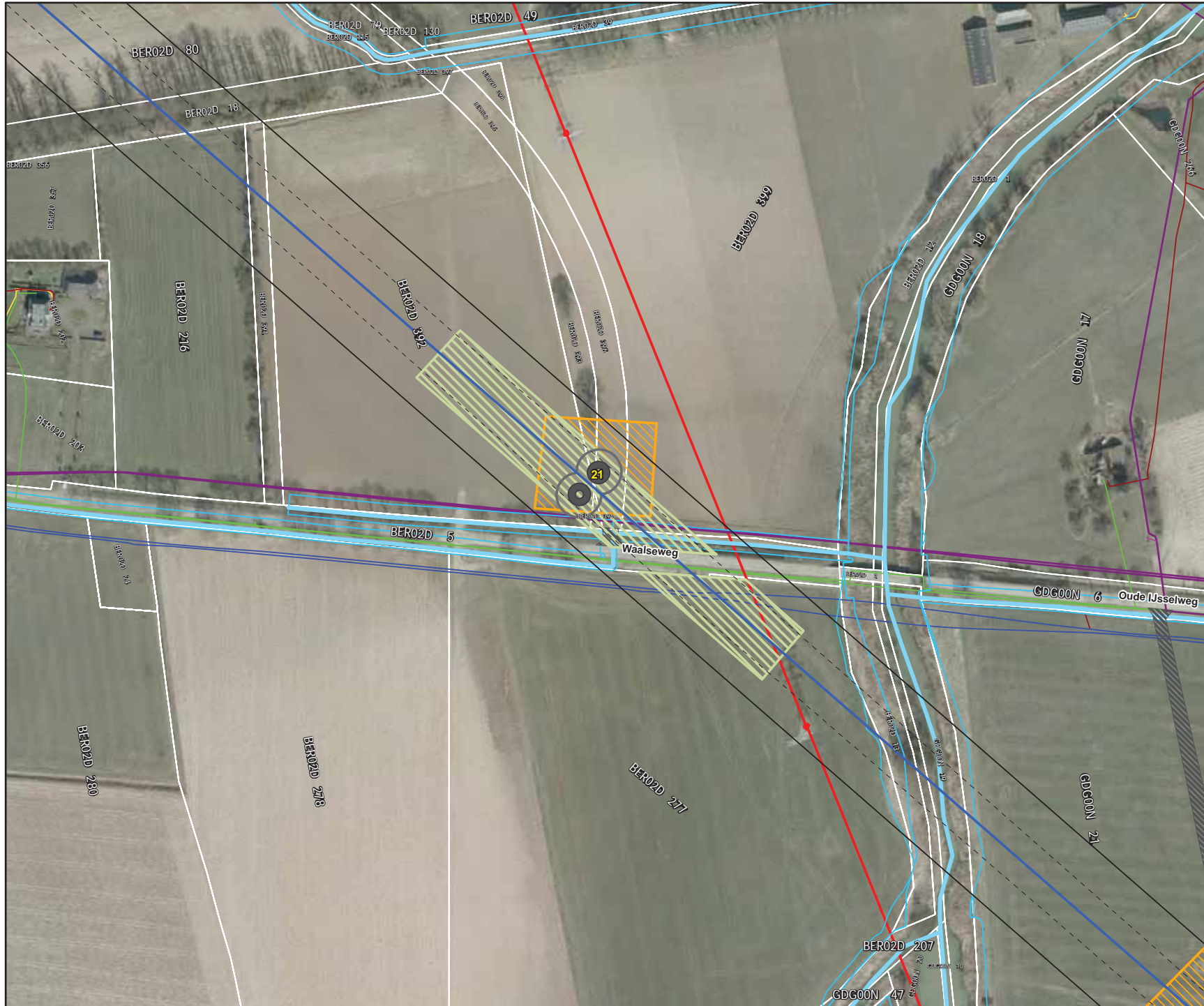
Doetinchem • Wesel 380 kV Mast 20



Versie	V3.0	Datum	28-5-2014
Schaal	1:2.000	Formaat	A3
Kenmerk	A:\p_dw380\producten\grondzaken\mxd\140527_mastenboek_vkaV3_0_grz		



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



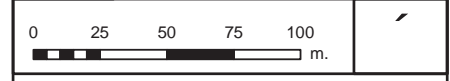
### Legenda

- Bovengronds 380 kV tracé
- Masten
- Minimale werkruimte
- ZRO
- Ondergronds tracé
- zro kabeltracé
- Toegangsweg
- Werkterrein
- Lierplek
- Juk
- Watergangen waterschap
- Beschermingszone waterschap
- Datatransport
- Gas hoge druk
- Gas lage druk
- Buisleiding gevaarlijke inhoud
- Hoogspanning
- Middenspanning
- Laagspanning
- Riool vrijverval
- Riool onder druk
- Warmte
- Water
- Wees of overig klic
- kadastrale percelen

Doetinchem • Wesel 380 kV Mast 21



Versie	V3.0	Datum	28-5-2014
Schaal	1:2.000	Formaat	A3
Kenmerk	A:\p_dw380\producten\grondzaken\mxd\140527_mastenboek_vkaV3_0_grz		



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





### Legenda

- Bovengronds 380 kV tracé
- Masten
- Minimale werkruimte
- ZRO
- Ondergronds tracé
- zro kabeltracé
- Toegangsweg
- Werkterrein
- Lierplek
- Juk
- Watergangen waterschap
- Beschermingszone waterschap
- Datatransport
- Gas hoge druk
- Gas lage druk
- Buisleiding gevaarlijke inhoud
- Hoogspanning
- Middenspanning
- Laagspanning
- Riool vrijverval
- Riool onder druk
- Warmte
- Water
- Wees of overig klic
- kadastrale percelen

Doetinchem • Wesel 380 kV Mast 22



Versie	V3.0	Datum	28-5-2014
Schaal	1:2.000	Formaat	A3
Kenmerk	A:\p_dw380\producten\grondzaken\mxd\140527_mastenboek_vkaV3_0_grz		

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



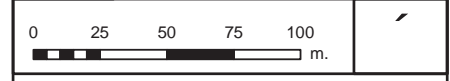
**Legenda**

- Bovengronds 380 kV tracé
- Masten
- Minimale werkruimte
- ZRO
- Ondergronds tracé
- zro kabeltracé
- Toegangsweg
- Werkterrein
- Lierplek
- Juk
- Watergangen waterschap
- Beschermingszone waterschap
- Datatransport
- Gas hoge druk
- Gas lage druk
- Buisleiding gevaarlijke inhoud
- Hoogspanning
- Middenspanning
- Laagspanning
- Riool vrijverval
- Riool onder druk
- Warmte
- Water
- Wees of overig klic
- kadastrale percelen

Doetinchem • Wesel 380 kV Mast 23

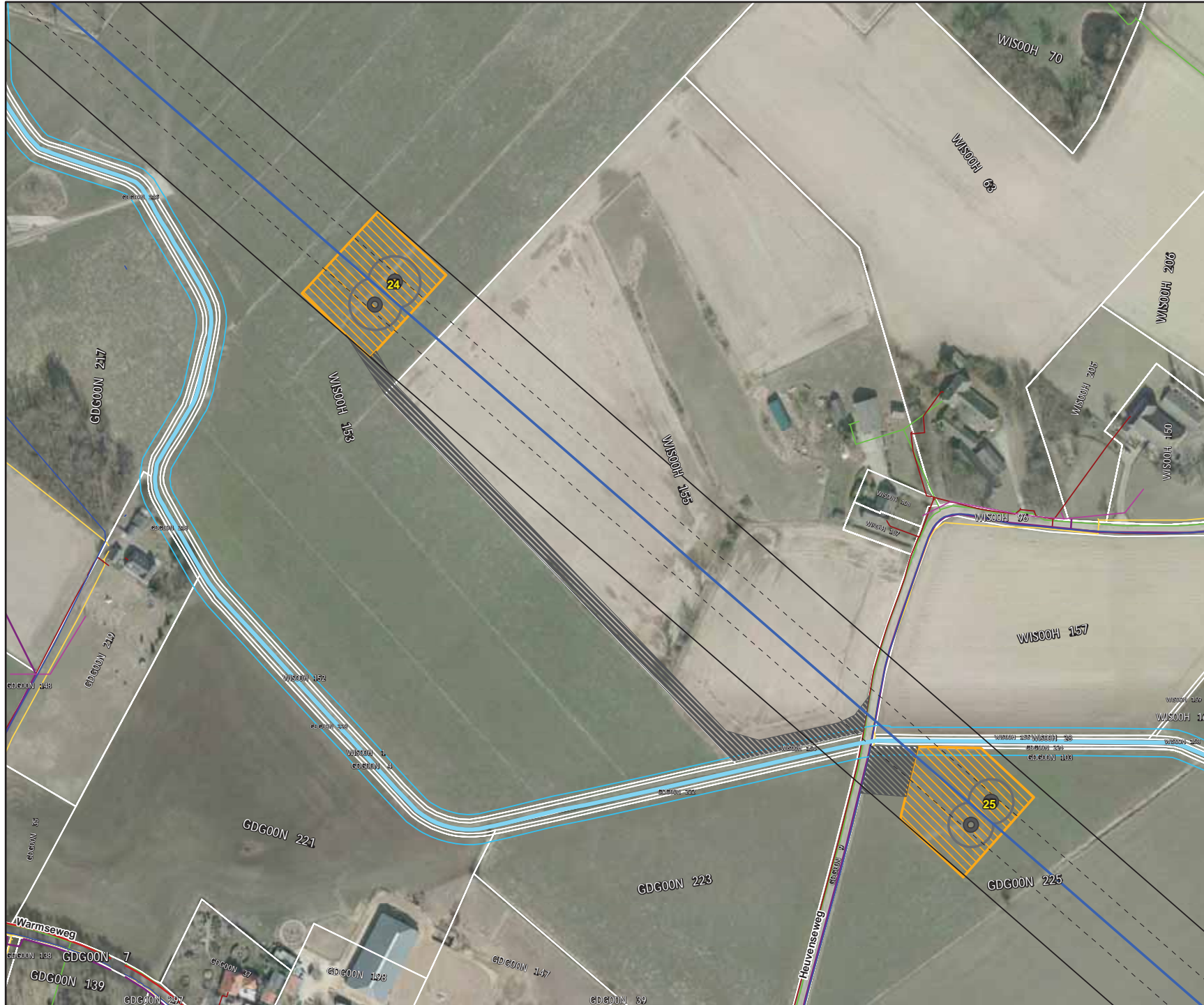


Versie	V3.0	Datum	28-5-2014
Schaal	1:2.000	Formaat	A3
Kenmerk	A:\p_dw380\producten\grondzaken\mxd\140527_mastenboek_vkaV3_0_grz		



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





### Legenda

- Bovengronds 380 kV tracé
- Masten
- Minimale werkruimte
- ZRO
- Ondergronds tracé
- zro kabeltracé
- Toegangsweg
- Werkterrein
- Lierplek
- Juk
- Watergangen waterschap
- Beschermingszone waterschap
- Datatransport
- Gas hoge druk
- Gas lage druk
- Buisleiding gevaarlijke inhoud
- Hoogspanning
- Middenspanning
- Laagspanning
- Riool vrijverval
- Riool onder druk
- Warmte
- Water
- Wees of overig klic
- kadastrale percelen

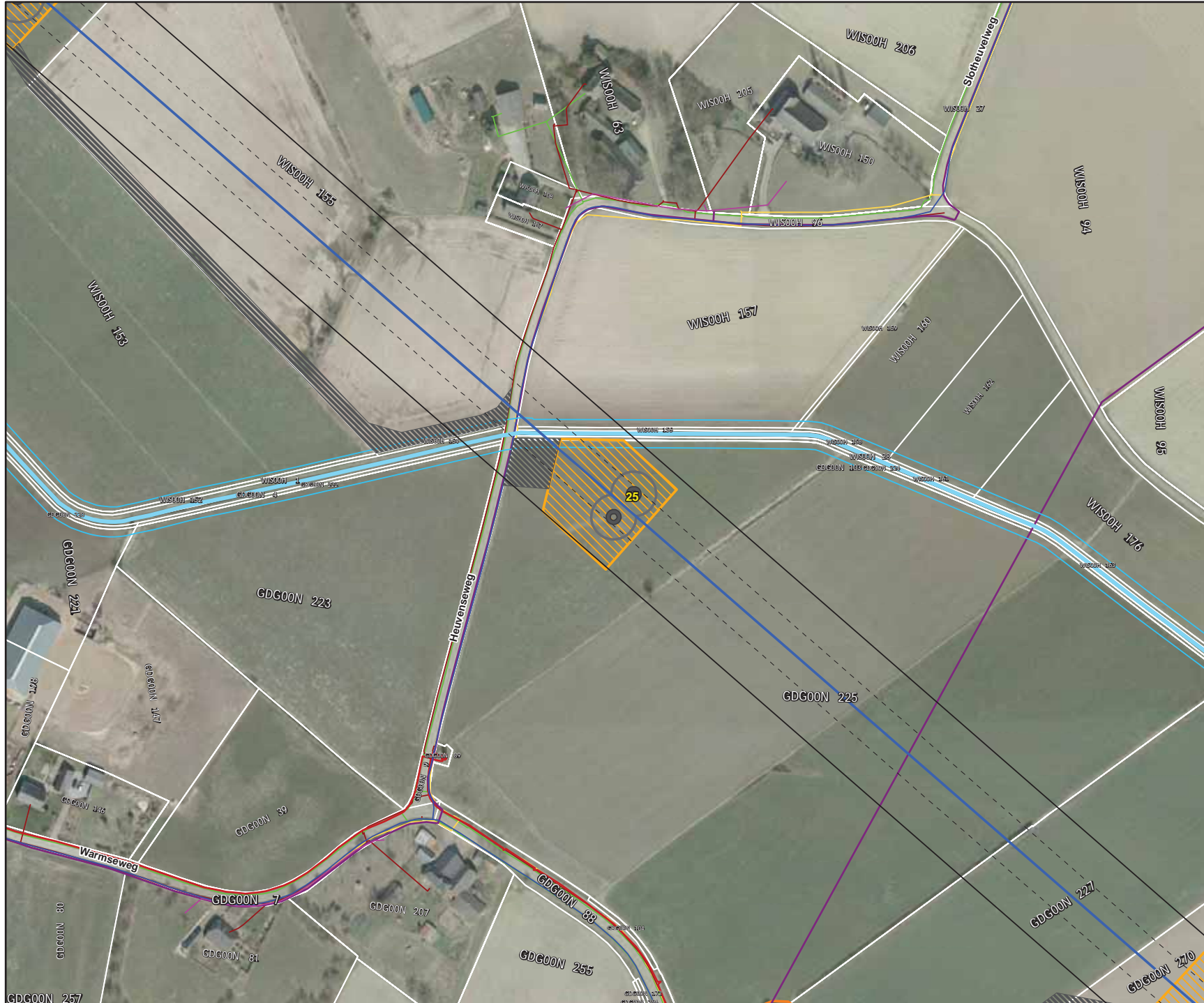
Doetinchem • Wesel 380 kV Mast 24



Versie	V3.0	Datum	28-5-2014
Schaal	1:2.000	Formaat	A3
Kenmerk	A:\p_dw380\producten\grondzaken\mxd\140527_mastenboek_vkaV3_0_grz		



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



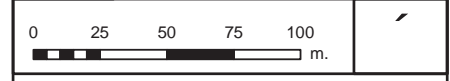
### Legenda

- Bovengronds 380 kV tracé
- Masten
- Minimale werkruimte
- ZRO
- Ondergronds tracé
- zro kabeltracé
- Toegangsweg
- Werkterrein
- Lierplek
- Juk
- Watergangen waterschap
- Beschermingszone waterschap
- Datatransport
- Gas hoge druk
- Gas lage druk
- Buisleiding gevaarlijke inhoud
- Hoogspanning
- Middenspanning
- Laagspanning
- Riool vrijverval
- Riool onder druk
- Warmte
- Water
- Wees of overig klic
- kadastrale percelen

Doetinchem • Wesel 380 kV Mast 25



Versie	V3.0	Datum	28-5-2014
Schaal	1:2.000	Formaat	A3
Kenmerk	A:\p_dw380\producten\grondzaken\mxd\140527_mastenboek_vkaV3_0_grz		



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





**Legenda**

- Bovengronds 380 kV tracé
- Masten
- Minimale werkruimte
- ZRO
- Ondergronds tracé
- zro kabeltracé
- Toegangsweg
- Werkterrein
- Lierplek
- Juk
- Watergangen waterschap
- Beschermingszone waterschap
- Datatransport
- Gas hoge druk
- Gas lage druk
- Buisleiding gevaarlijke inhoud
- Hoogspanning
- Middenspanning
- Laagspanning
- Riool vrijverval
- Riool onder druk
- Warmte
- Water
- Wees of overig klic
- kadastrale percelen

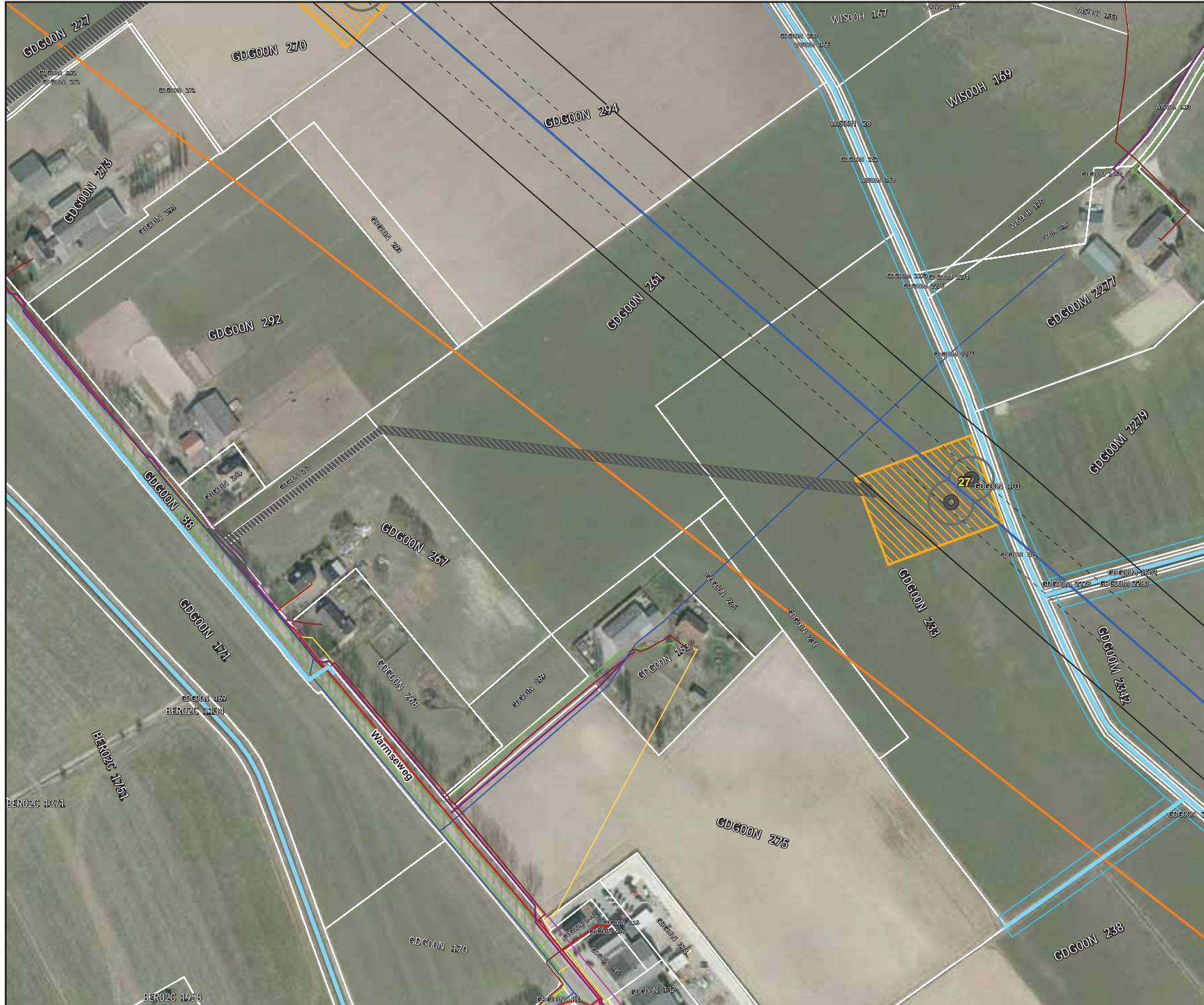
Doetinchem • Wesel 380 kV Mast 26



Versie	V3.0	Datum	28-5-2014
Schaal	1:2.000	Formaat	A3
Kenmerk	A:\p_dw380\producten\grondzaken\mxd\140527_mastenboek_vkaV3_0_grz		



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



### Legenda

- Bovengronds 380 kV tracé
- Masten
- Minimale werkruimte
- ZRO
- Ondergronds tracé
- zro kabeltracé
- Toegangsweg
- Werkterrein
- Lierplek
- Juk
- Watergangen waterschap
- Beschermingszone waterschap
- Datatransport
- Gas hoge druk
- Gas lage druk
- Buisleiding gevaarlijke inhoud
- Hoogspanning
- Middenspanning
- Laagspanning
- Riool vrijverval
- Riool onder druk
- Warmte
- Water
- Wees of overig klic
- kadastrale percelen

Doetinchem • Wesel 380 kV Mast 27

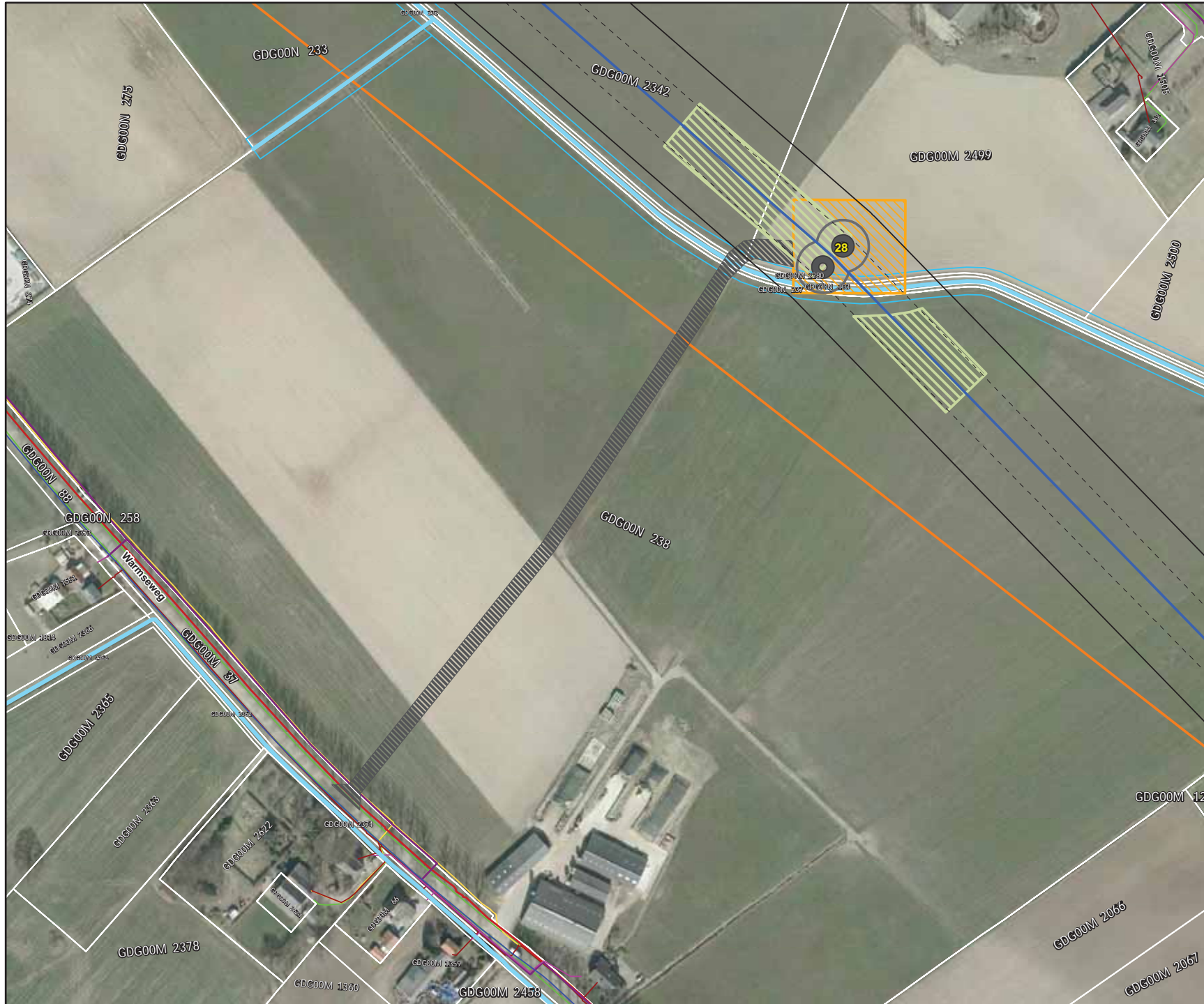


Versie	V3.0	Datum	28-5-2014
Schaal	1:2.000	Formaat	A3
Kenmerk	A:\p_dw380\producten\grondzaken\mxd\140527_mastenboek_vkaV3_0_grz		



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





**Legenda**

- Bovengronds 380 kV tracé
- Masten
- Minimale werkruimte
- ZRO
- Ondergronds tracé
- zro kabeltracé
- Toegangsweg
- Werkterrein
- Lierplek
- Juk
- Watergangen waterschap
- Beschermingszone waterschap
- Datatransport
- Gas hoge druk
- Gas lage druk
- Buisleiding gevaarlijke inhoud
- Hoogspanning
- Middenspanning
- Laagspanning
- Riool vrijverval
- Riool onder druk
- Warmte
- Water
- Wees of overig klic
- kadastrale percelen

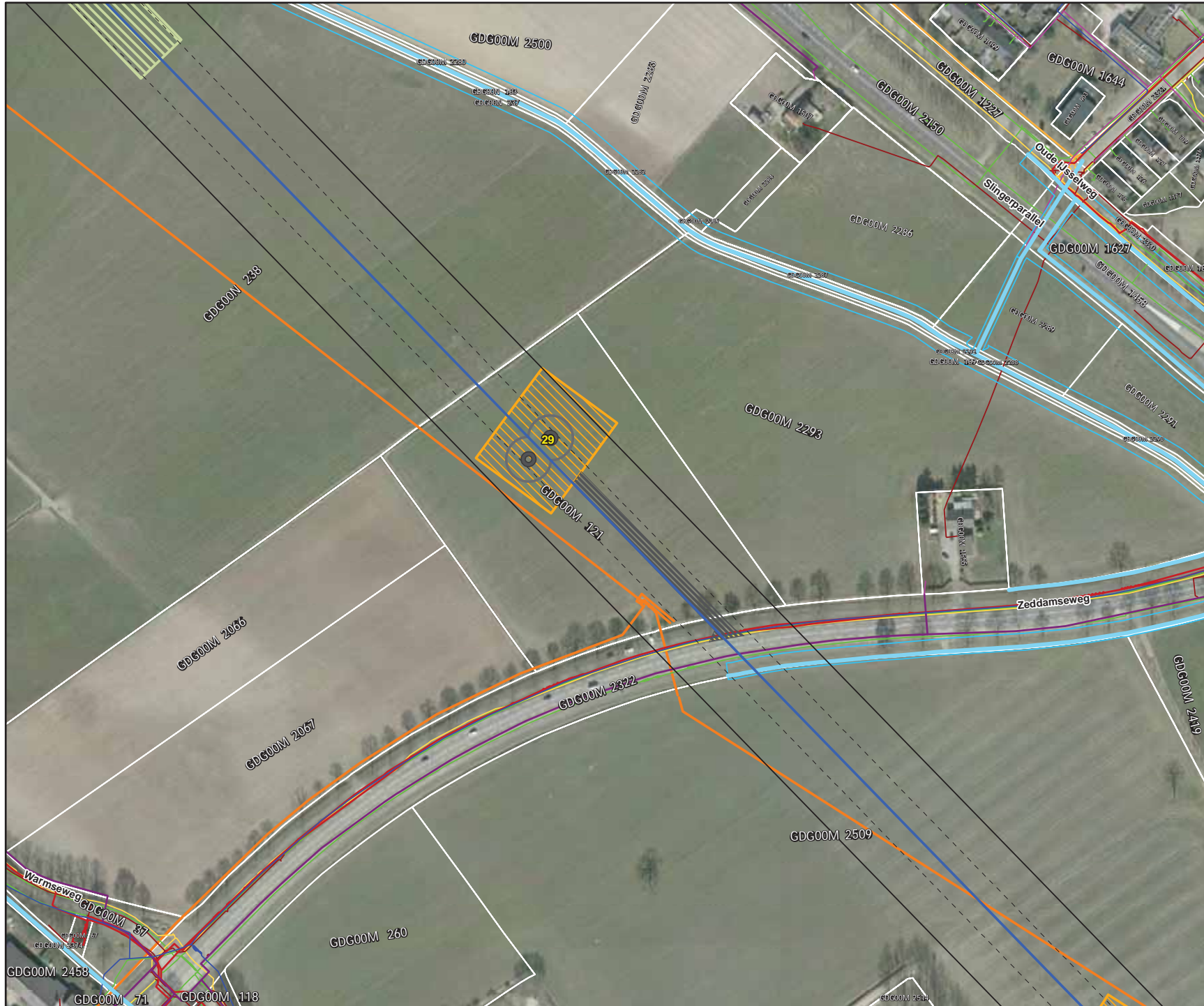
Doetinchem • Wesel 380 kV Mast 28



Versie	V3.0	Datum	28-5-2014
Schaal	1:2.000	Formaat	A3
Kenmerk	A:\p_dw380\producten\grondzaken\mxd\140527_mastenboek_vkaV3_0_grz		



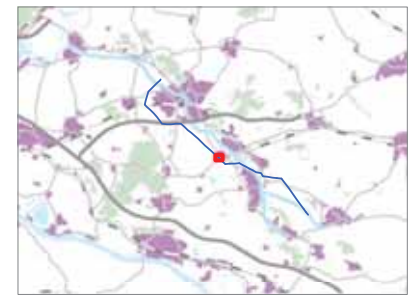
Aan deze tekening kunnen geen rechten worden ontleend. © TenneT TSO B.V.



### Legenda

- Bovengronds 380 kV tracé
- Masten
- Minimale werkruimte
- ZRO
- Ondergronds tracé
- zro kabeltracé
- Toegangsweg
- Werkterrein
- Lierplek
- Juk
- Watergangen waterschap
- Beschermingszone waterschap
- Datatransport
- Gas hoge druk
- Gas lage druk
- Buisleiding gevaarlijke inhoud
- Hoogspanning
- Middenspanning
- Laagspanning
- Riool vrijverval
- Riool onder druk
- Warmte
- Water
- Wees of overig klic
- kadastrale percelen

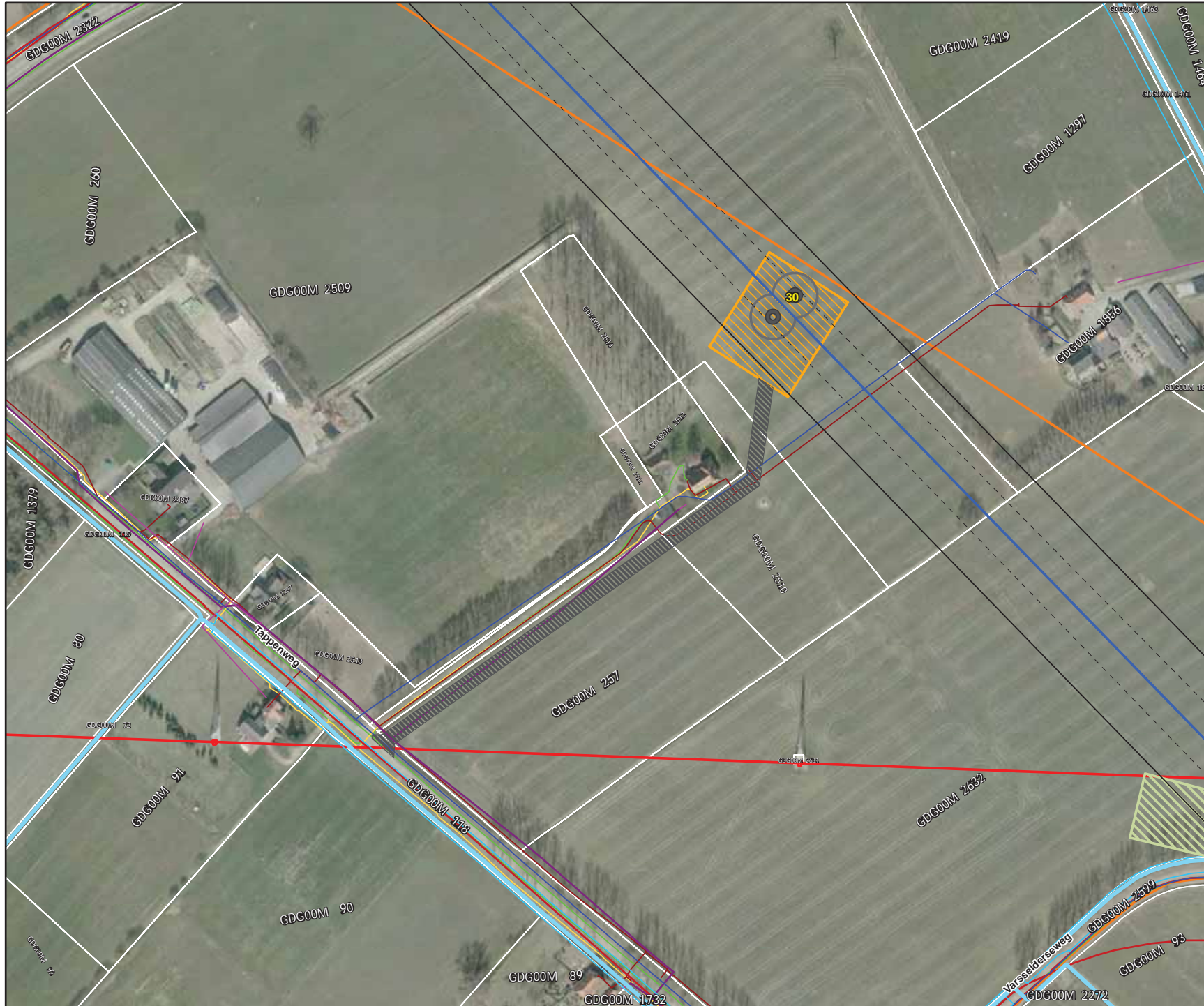
Doetinchem • Wesel 380 kV Mast 29



Versie	V3.0	Datum	28-5-2014
Schaal	1:2.000	Formaat	A3
Kenmerk	A:\p_dw380\producten\grondzaken\mxd\140527_mastenboek_vkaV3_0_grz		
0 25 50 75 100 m.			

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





### Legenda

- Bovengronds 380 kV tracé
- Masten
- Minimale werkruimte
- ZRO
- Ondergronds tracé
- zro kabeltracé
- Toegangsweg
- Werkterrein
- Lierplek
- Juk
- Watergangen waterschap
- Beschermingszone waterschap
- Datatransport
- Gas hoge druk
- Gas lage druk
- Buisleiding gevaarlijke inhoud
- Hoogspanning
- Middenspanning
- Laagspanning
- Riool vrijverval
- Riool onder druk
- Warmte
- Water
- Wees of overig klic
- kadastrale percelen

Doetinchem • Wesel 380 kV Mast 30



Versie	V3.0	Datum	28-5-2014
Schaal	1:2.000	Formaat	A3
Kenmerk	A:\p_dw380\producten\grondzaken\mxd\140527_mastenboek_vkaV3_0_grz		
0		25 50 75 100 m.	

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





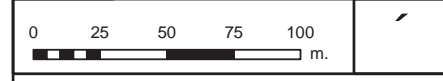
### Legenda

- Bovengronds 380 kV tracé
- Masten
- Minimale werkruimte
- ZRO
- Ondergronds tracé
- zro kabeltracé
- Toegangsweg
- Werkterrein
- Lierplek
- Juk
- Watergangen waterschap
- Beschermingszone waterschap
- Datatransport
- Gas hoge druk
- Gas lage druk
- Buisleiding gevaarlijke inhoud
- Hoogspanning
- Middenspanning
- Laagspanning
- Riool vrijverval
- Riool onder druk
- Warmte
- Water
- Wees of overig klic
- kadastrale percelen

Doetinchem • Wesel 380 kV Mast 31

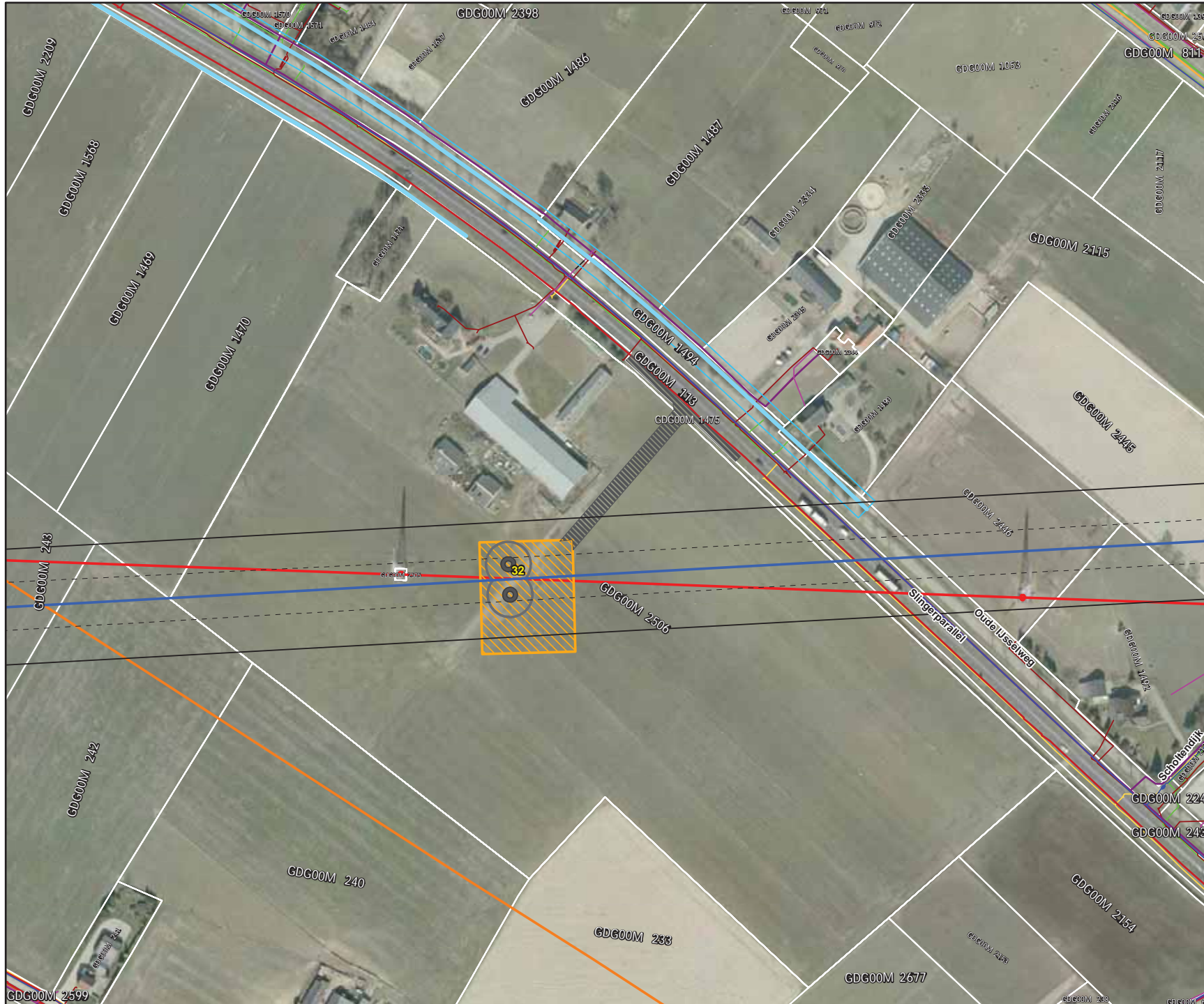


Versie	V3.0	Datum	28-5-2014
Schaal	1:2.000	Formaat	A3
Kenmerk	A:\p_dw380\producten\grondzaken\mxd\140527_mastenboek_vkaV3_0_grz		



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





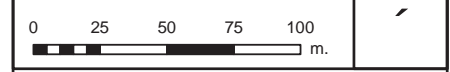
### Legenda

- Bovengronds 380 kV tracé
- Masten
- Minimale werkruimte
- ZRO
- Ondergronds tracé
- zro kabeltracé
- Toegangsweg
- Werkterrein
- Lierplek
- Juk
- Watergangen waterschap
- Beschermingszone waterschap
- Datatransport
- Gas hoge druk
- Gas lage druk
- Buisleiding gevaarlijke inhoud
- Hoogspanning
- Middenspanning
- Laagspanning
- Riool vrijverval
- Riool onder druk
- Warmte
- Water
- Wees of overig klic
- kadastrale percelen

Doetinchem • Wesel 380 kV Mast 32



Versie	V3.0	Datum	28-5-2014
Schaal	1:2.000	Formaat	A3
Kenmerk	A:\p_dw380\producten\grondzaken\mxd\140527_mastenboek_vkaV3_0_grz		



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





### Legenda

- Bovengronds 380 kV tracé
- Masten
- Minimale werkruimte
- ZRO
- Ondergronds tracé
- zro kabeltracé
- Toegangsweg
- Werkterrein
- Lierplek
- Juk
- Watergangen waterschap
- Beschermingszone waterschap
- Datatransport
- Gas hoge druk
- Gas lage druk
- Buisleiding gevaarlijke inhoud
- Hoogspanning
- Middenspanning
- Laagspanning
- Riool vrijverval
- Riool onder druk
- Warmte
- Water
- Wees of overig klic
- kadastrale percelen

Doetinchem • Wesel 380 kV Mast 33

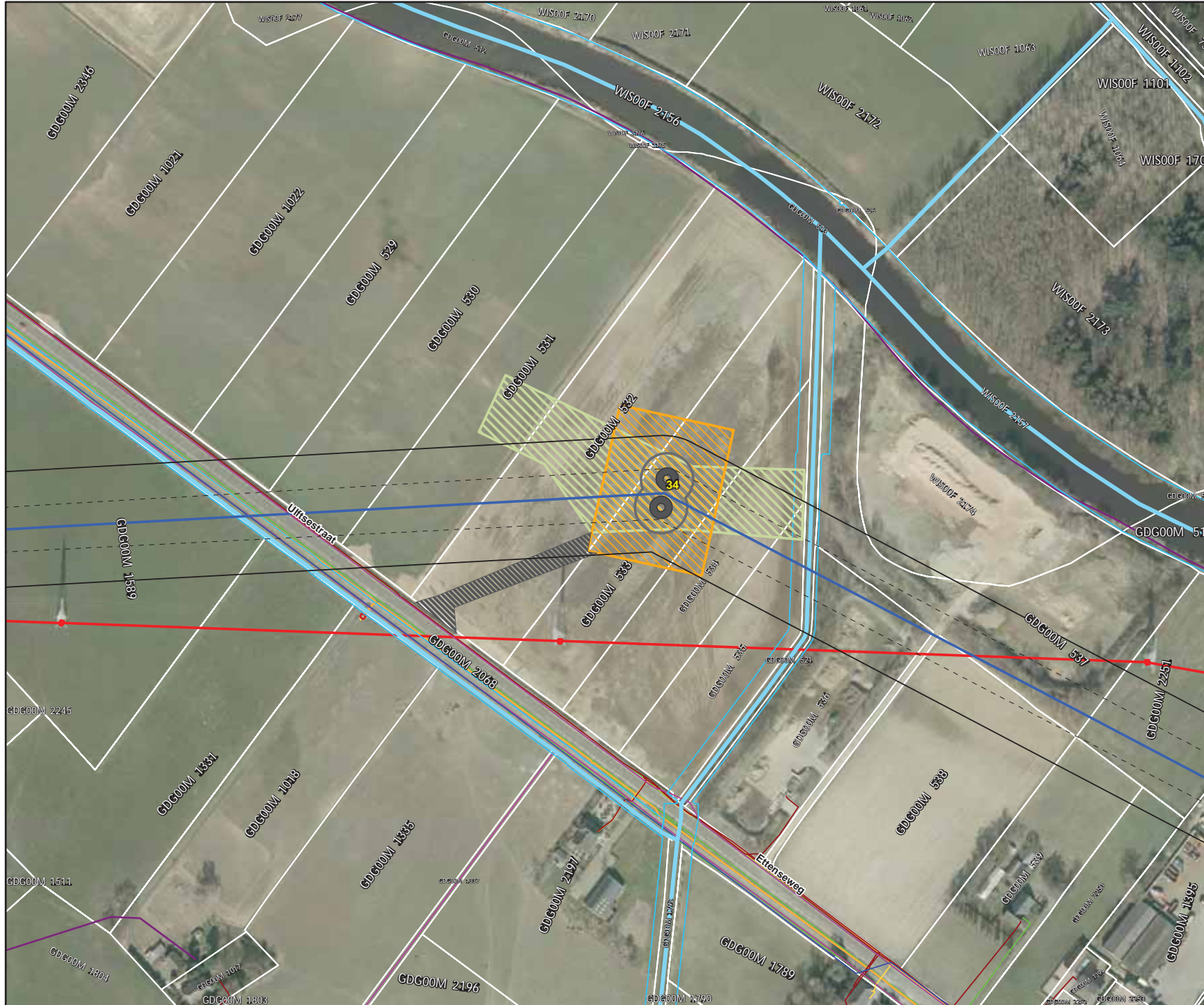


Versie	V3.0	Datum	28-5-2014
Schaal	1:2.000	Formaat	A3
Kenmerk	A:\p_dw380\producten\grondzaken\mxd\140527_mastenboek_vkaV3_0_grz		



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





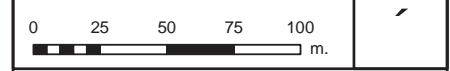
### Legenda

- Bovengronds 380 kV tracé
- Masten
- Minimale werkruimte
- ZRO
- Ondergronds tracé
- zro kabeltracé
- Toegangsweg
- Werkterrein
- Lierplek
- Juk
- Watergangen waterschap
- Beschermingszone waterschap
- Datatransport
- Gas hoge druk
- Gas lage druk
- Buisleiding gevaarlijke inhoud
- Hoogspanning
- Middenspanning
- Laagspanning
- Riool vrijverval
- Riool onder druk
- Warmte
- Water
- Wees of overig klic
- kadastrale percelen

Doetinchem • Wesel 380 kV Mast 34

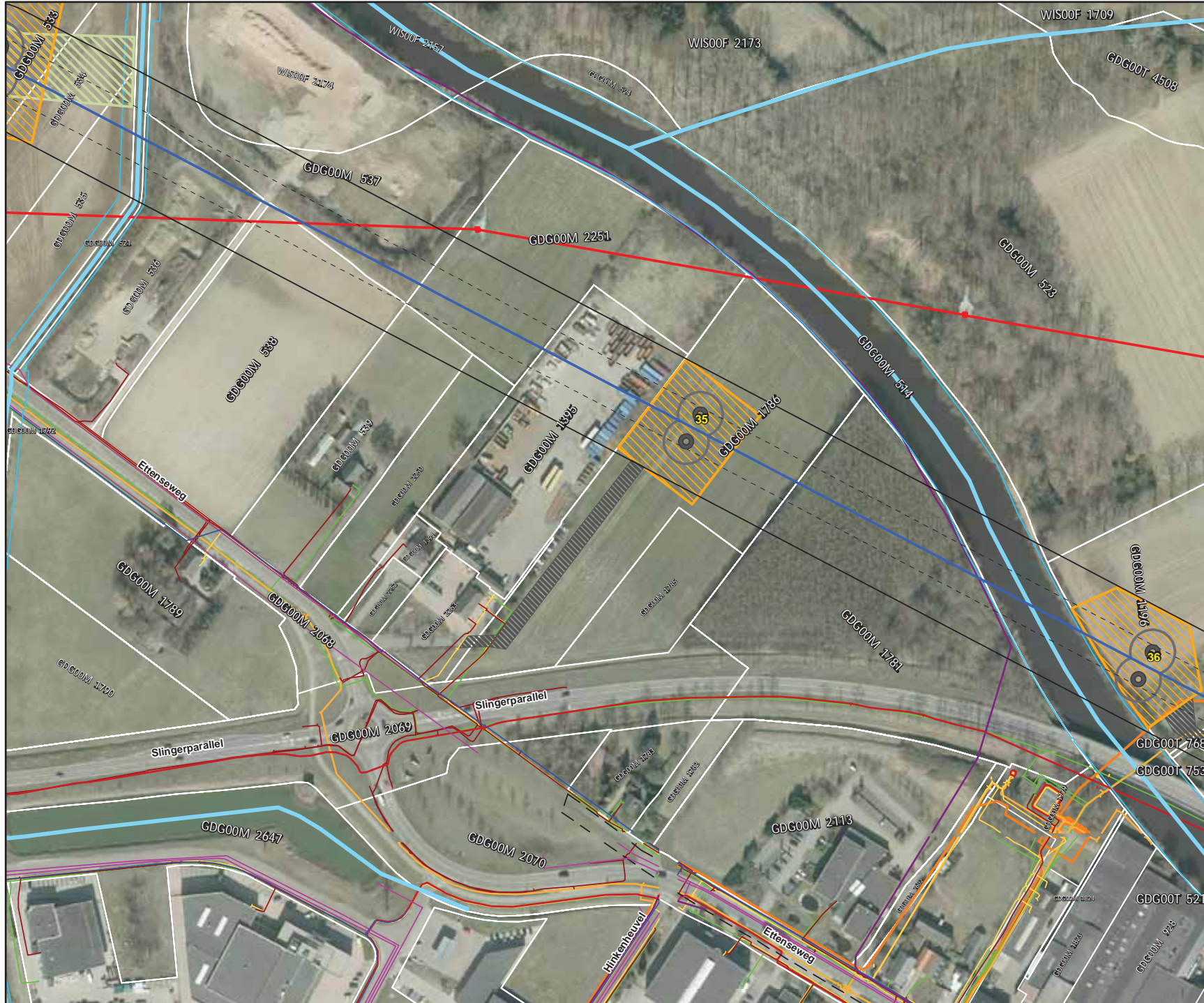


Versie	V3.0	Datum	28-5-2014
Schaal	1:2.000	Formaat	A3
Kenmerk	A:\p_dw380\producten\grondzaken\mxd\140527_mastenboek_vkaV3_0_grz		



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





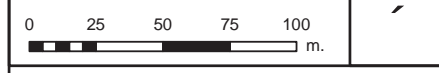
### Legenda

- Bovengronds 380 kV tracé
- Masten
- Minimale werkruimte
- ZRO
- Ondergronds tracé
- zro kabeltracé
- Toegangsweg
- Werkterrein
- Lierplek
- Juk
- Watergangen waterschap
- Beschermingszone waterschap
- Datatransport
- Gas hoge druk
- Gas lage druk
- Buisleiding gevaarlijke inhoud
- Hoogspanning
- Middenspanning
- Laagspanning
- Riool vrijverval
- Riool onder druk
- Warmte
- Water
- Wees of overig klic
- kadastrale percelen

Doetinchem • Wesel 380 kV Mast 35

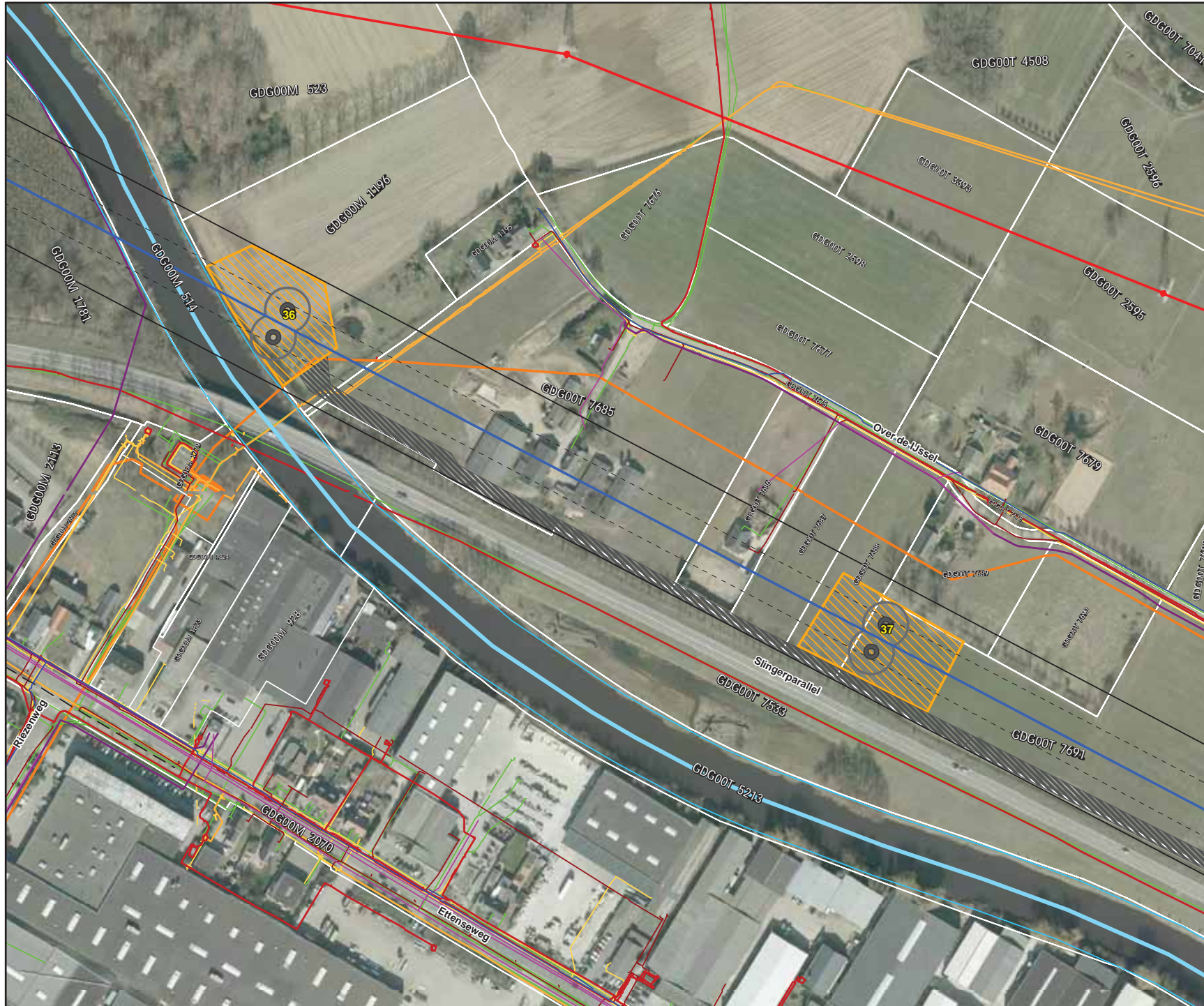


Versie	V3.0	Datum	28-5-2014
Schaal	1:2.000	Formaat	A3
Kenmerk	A:\p_dw380\producten\grondzaken\mxd\140527_mastenboek_vkaV3_0_grz		



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





### Legenda

- Bovengronds 380 kV tracé
- Masten
- Minimale werkruimte
- ZRO
- Ondergronds tracé
- zro kabeltracé
- Toegangsweg
- Werkterrein
- Lierplek
- Juk
- Watergangen waterschap
- Beschermingszone waterschap
- Datatransport
- Gas hoge druk
- Gas lage druk
- Buisleiding gevaarlijke inhoud
- Hoogspanning
- Middenspanning
- Laagspanning
- Riool vrijverval
- Riool onder druk
- Warmte
- Water
- Wees of overig klic
- kadastrale percelen

Doetinchem • Wesel 380 kV Mast 36



Versie	V3.0	Datum	28-5-2014
Schaal	1:2.000	Formaat	A3
Kenmerk	A:\p_dw380\producten\grondzaken\mxd\140527_mastenboek_vka3.0_grz		



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





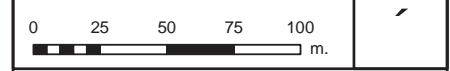
### Legenda

- Bovengronds 380 kV tracé
- Masten
- Minimale werkruimte
- ZRO
- Ondergronds tracé
- zro kabeltracé
- Toegangsweg
- Werkterrein
- Lierplek
- Juk
- Watergangen waterschap
- Beschermingszone waterschap
- Datatransport
- Gas hoge druk
- Gas lage druk
- Buisleiding gevaarlijke inhoud
- Hoogspanning
- Middenspanning
- Laagspanning
- Riool vrijverval
- Riool onder druk
- Warmte
- Water
- Wees of overig klic
- kadastrale percelen

Doetinchem • Wesel 380 kV Mast 37



Versie	V3.0	Datum	28-5-2014
Schaal	1:2.000	Formaat	A3
Kenmerk	A:\p_dw380\producten\grondzaken\mxd\140527_mastenboek_vkaV3_0_grz		



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





### Legenda

- Bovengronds 380 kV tracé
- Masten
- Minimale werkruimte
- ZRO
- Ondergronds tracé
- zro kabeltracé
- Toegangsweg
- Werkterrein
- Lierplek
- Juk
- Watergangen waterschap
- Beschermingszone waterschap
- Datatransport
- Gas hoge druk
- Gas lage druk
- Buisleiding gevaarlijke inhoud
- Hoogspanning
- Middenspanning
- Laagspanning
- Riool vrijverval
- Riool onder druk
- Warmte
- Water
- Wees of overig klic
- kadastrale percelen

Doetinchem • Wesel 380 kV Mast 38



Versie	V3.0	Datum	28-5-2014
Schaal	1:2.000	Formaat	A3
Kenmerk	A:\p_dw380\producten\grondzaken\mxd\140527_mastenboek_vkaV3_0_grz		



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





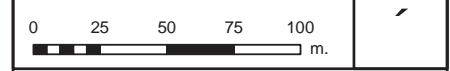
### Legenda

- Bovengronds 380 kV tracé
- Masten
- Minimale werkruimte
- ZRO
- Ondergronds tracé
- zro kabeltracé
- Toegangsweg
- Werkterrein
- Lierplek
- Juk
- Watergangen waterschap
- Beschermingszone waterschap
- Datatransport
- Gas hoge druk
- Gas lage druk
- Buisleiding gevaarlijke inhoud
- Hoogspanning
- Middenspanning
- Laagspanning
- Riool vrijverval
- Riool onder druk
- Warmte
- Water
- Wees of overig klic
- kadastrale percelen

Doetinchem • Wesel 380 kV Mast 39

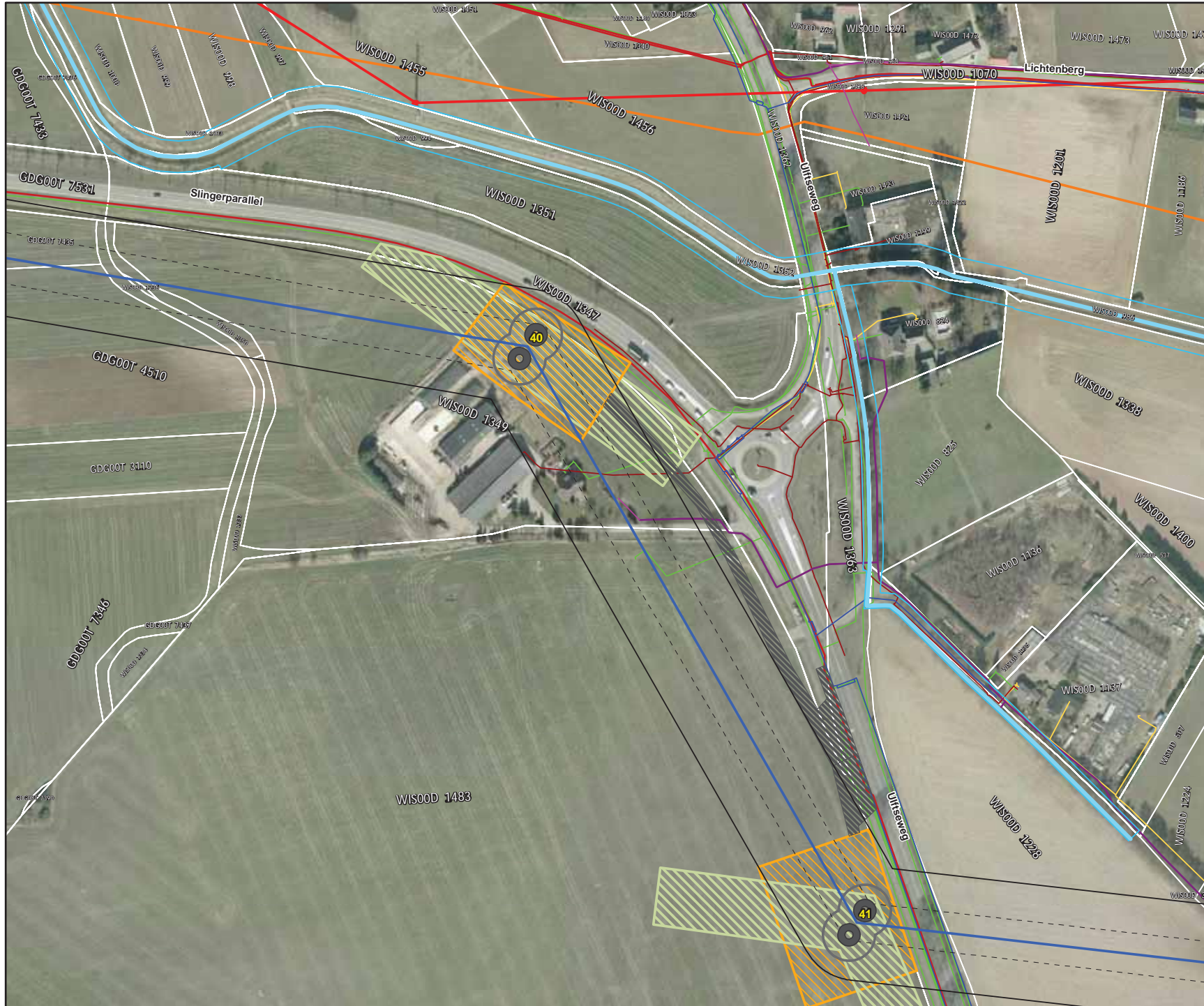


Versie	V3.0	Datum	28-5-2014
Schaal	1:2.000	Formaat	A3
Kenmerk	A:\p_dw380\producten\grondzaken\mxdl\140527_mastenboek_vkaV3_0_grz		



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





### Legenda

- Bovengronds 380 kV tracé
- Masten
- Minimale werkruimte
- ZRO
- Ondergronds tracé
- zro kabeltracé
- Toegangsweg
- Werkterrein
- Lierplek
- Juk
- Watergangen waterschap
- Beschermingszone waterschap
- Datatransport
- Gas hoge druk
- Gas lage druk
- Buisleiding gevaarlijke inhoud
- Hoogspanning
- Middenspanning
- Laagspanning
- Riool vrijverval
- Riool onder druk
- Warmte
- Water
- Wees of overig klic
- kadastrale percelen

Doetinchem • Wesel 380 kV Mast 40



Versie	V3.0	Datum	28-5-2014
Schaal	1:2.000	Formaat	A3
Kenmerk	A:\p_dw380\producten\grondzaken\mxd\140527_mastenboek_vkaV3_0_grz		



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





### Legenda

- Bovengronds 380 kV tracé
- Masten
- Minimale werkruimte
- ZRO
- Ondergronds tracé
- zro kabeltracé
- Toegangsweg
- Werkterrein
- Lierplek
- Juk
- Watergangen waterschap
- Beschermingszone waterschap
- Datatransport
- Gas hoge druk
- Gas lage druk
- Buisleiding gevaarlijke inhoud
- Hoogspanning
- Middenspanning
- Laagspanning
- Riool vrijverval
- Riool onder druk
- Warmte
- Water
- Wees of overig klic
- kadastrale percelen

Doetinchem • Wesel 380 kV Mast 41

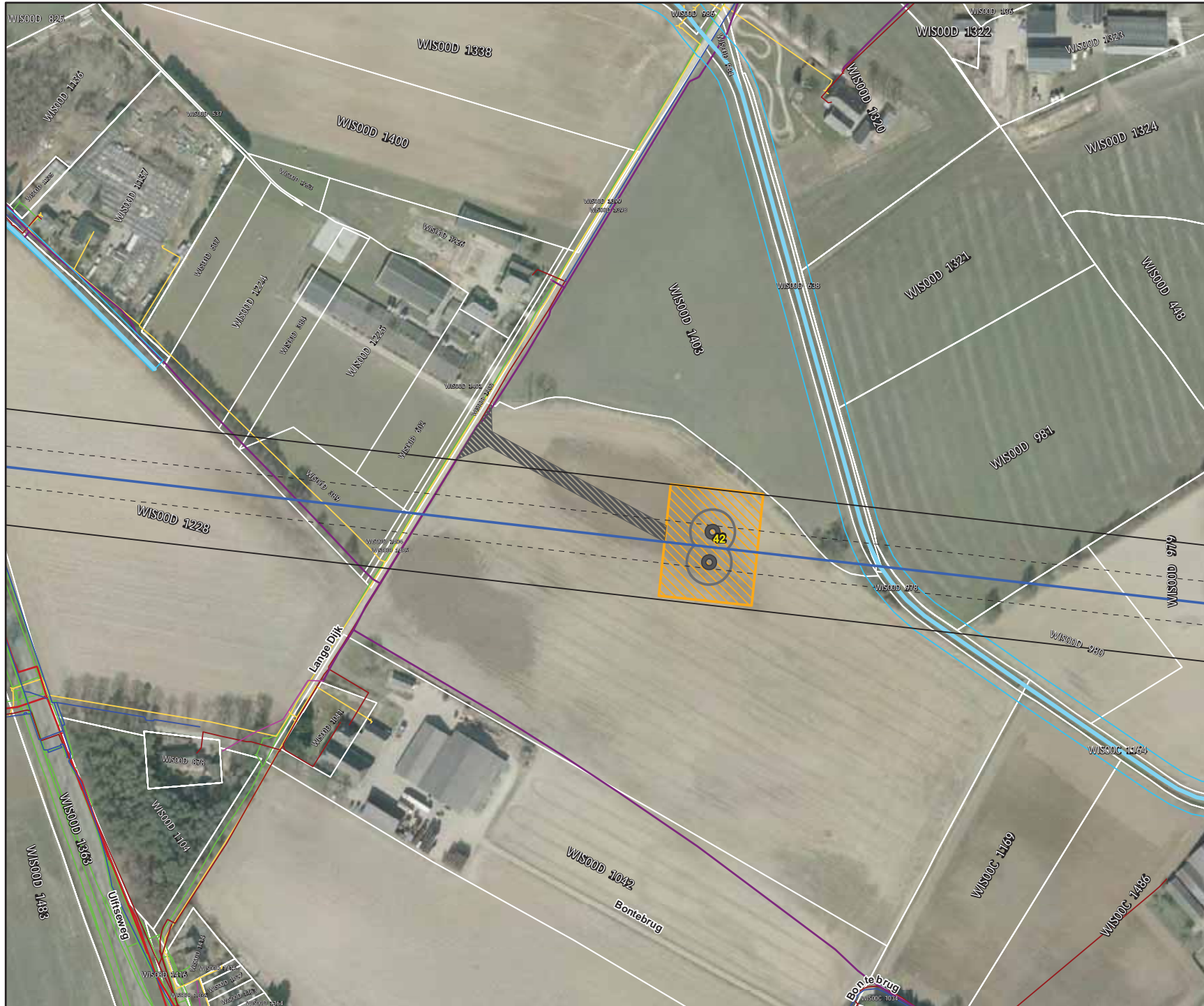


Versie	V3.0	Datum	28-5-2014
Schaal	1:2.000	Formaat	A3
Kenmerk	A:\p_dw380\producten\grondzaken\mxd\140527_mastenboek_vkaV3_0_grz		



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





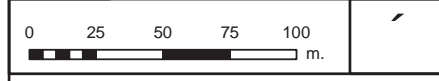
### Legenda

- Bovengronds 380 kV tracé
- Masten
- Minimale werkruimte
- ZRO
- Ondergronds tracé
- zro kabeltracé
- Toegangsweg
- Werkterrein
- Lierplek
- Juk
- Watergangen waterschap
- Beschermingszone waterschap
- Datatransport
- Gas hoge druk
- Gas lage druk
- Buisleiding gevaarlijke inhoud
- Hoogspanning
- Middenspanning
- Laagspanning
- Riool vrijverval
- Riool onder druk
- Warmte
- Water
- Wees of overig klic
- kadastrale percelen

Doetinchem • Wesel 380 kV Mast 42

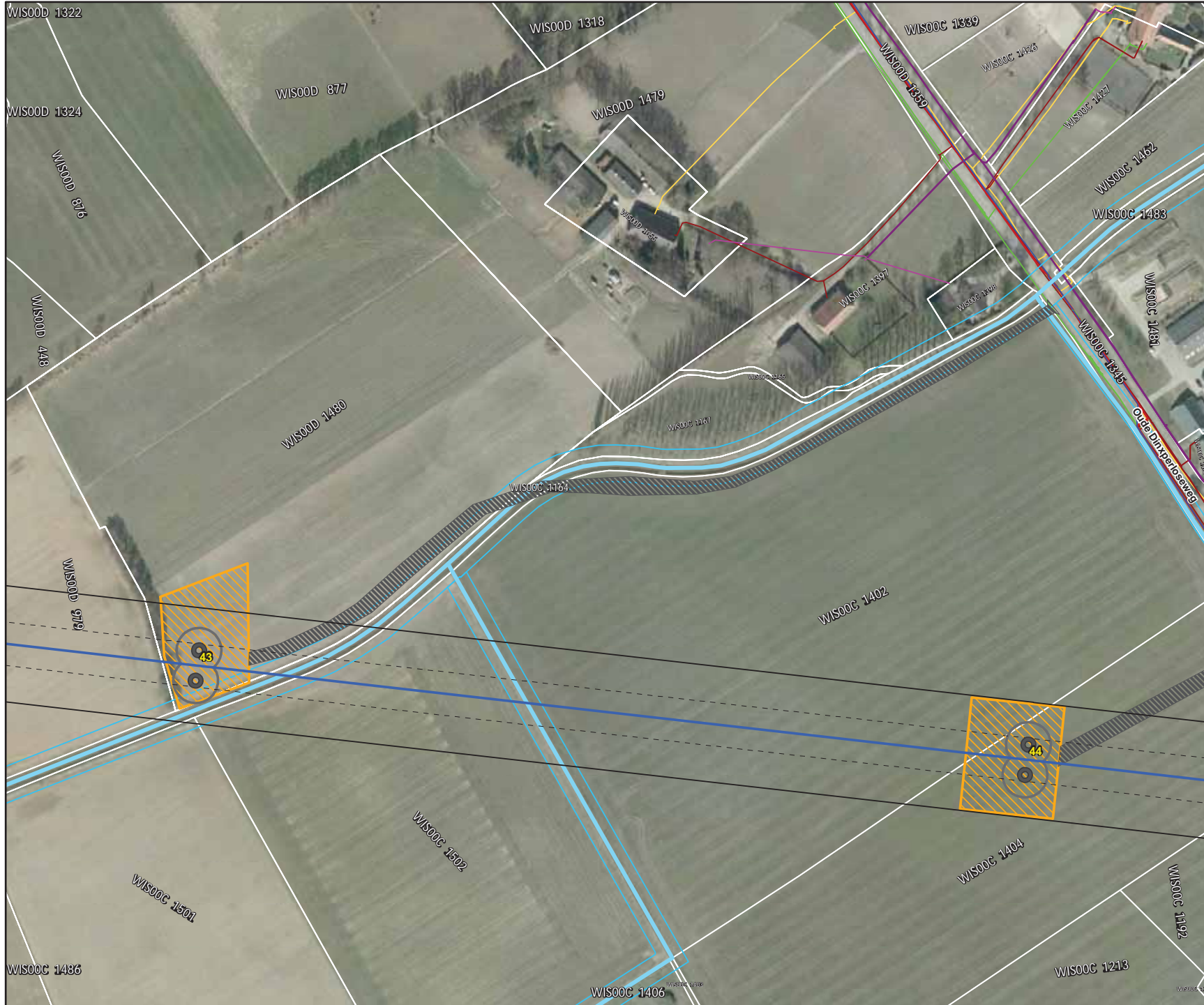


Versie	V3.0	Datum	28-5-2014
Schaal	1:2.000	Formaat	A3
Kenmerk	A:\p_dw380\producten\grondzaken\mxd\140527_mastenboek_vkaV3_0_grz		



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





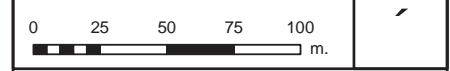
### Legenda

- Bovengronds 380 kV tracé
- Masten
- Minimale werkruimte
- ZRO
- Ondergronds tracé
- zro kabeltracé
- Toegangsweg
- Werkterrein
- Lierplek
- Juk
- Watergangen waterschap
- Beschermingszone waterschap
- Datatransport
- Gas hoge druk
- Gas lage druk
- Buisleiding gevaarlijke inhoud
- Hoogspanning
- Middenspanning
- Laagspanning
- Riool vrijverval
- Riool onder druk
- Warmte
- Water
- Wees of overig klic
- kadastrale percelen

Doetinchem • Wesel 380 kV Mast 43

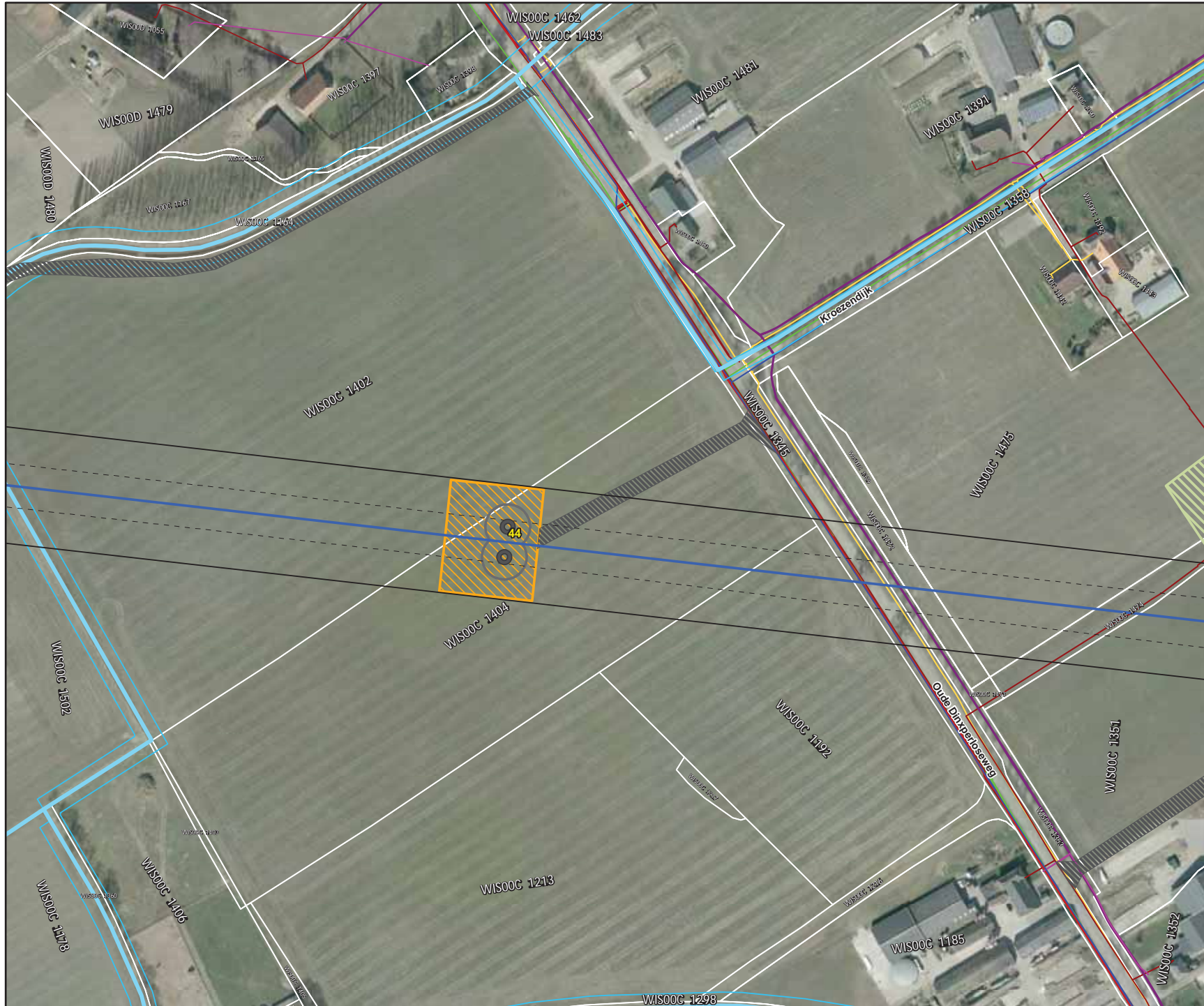


Versie	V3.0	Datum	28-5-2014
Schaal	1:2.000	Formaat	A3
Kenmerk	A:\p_dw380\producten\grondzaken\mxd\140527_mastenboek_vkaV3_0_grz		



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





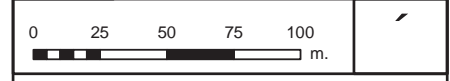
**Legenda**

- Bovengronds 380 kV tracé
- Masten
- Minimale werkruimte
- ZRO
- Ondergronds tracé
- zro kabeltracé
- Toegangsweg
- Werkterrein
- Lierplek
- Juk
- Watergangen waterschap
- Beschermingszone waterschap
- Datatransport
- Gas hoge druk
- Gas lage druk
- Buisleiding gevaarlijke inhoud
- Hoogspanning
- Middenspanning
- Laagspanning
- Riool vrijverval
- Riool onder druk
- Warmte
- Water
- Wees of overig klic
- kadastrale percelen

Doetinchem • Wesel 380 kV Mast 44

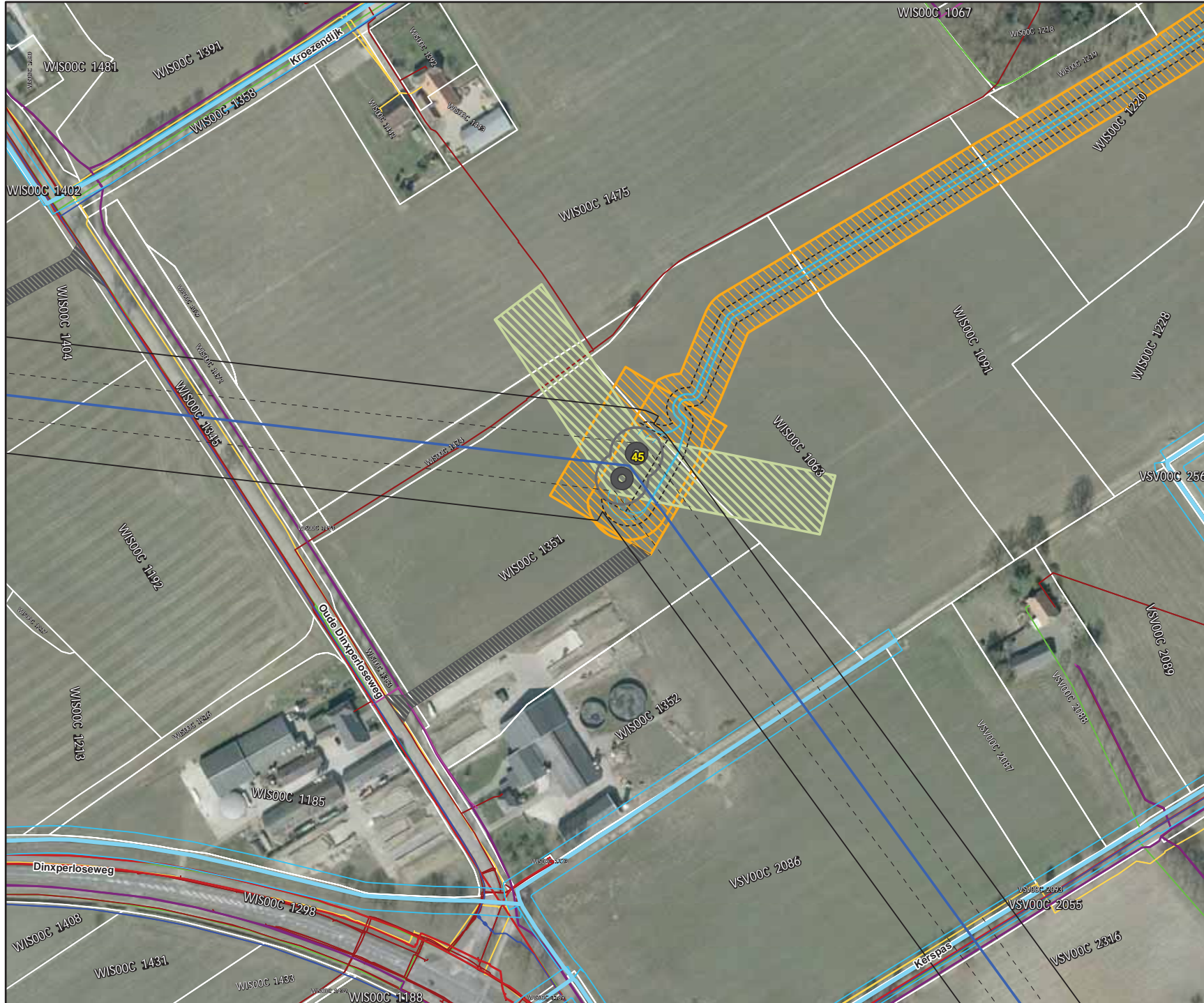


Versie	V3.0	Datum	28-5-2014
Schaal	1:2.000	Formaat	A3
Kenmerk	A:\p_dw380\producten\grondzaken\mxd\140527_mastenboek_vkaV3_0_grz		



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





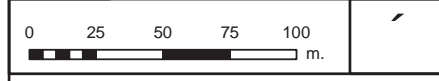
**Legenda**

- Bovengronds 380 kV tracé
- Masten
- Minimale werkruimte
- ZRO
- Ondergronds tracé
- zro kabeltracé
- Toegangsweg
- Werkterrein
- Lierplek
- Juk
- Watergangen waterschap
- Beschermingszone waterschap
- Datatransport
- Gas hoge druk
- Gas lage druk
- Buisleiding gevaarlijke inhoud
- Hoogspanning
- Middenspanning
- Laagspanning
- Riool vrijverval
- Riool onder druk
- Warmte
- Water
- Wees of overig klic
- kadastrale percelen

Doetinchem • Wesel 380 kV Mast 45



Versie	V3.0	Datum	28-5-2014
Schaal	1:2.000	Formaat	A3
Kenmerk	A:\p_dw380\producten\grondzaken\mxd\140527_mastenboek_vkaV3_0_grz		



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





### Legenda

- Bovengronds 380 kV tracé
- Masten
- Minimale werkruimte
- ZRO
- Ondergronds tracé
- zro kabeltracé
- Toegangsweg
- Werkterrein
- Lierplek
- Juk
- Watergangen waterschap
- Beschermingszone waterschap
- Datatransport
- Gas hoge druk
- Gas lage druk
- Buisleiding gevaarlijke inhoud
- Hoogspanning
- Middenspanning
- Laagspanning
- Riool vrijverval
- Riool onder druk
- Warmte
- Water
- Wees of overig klic
- kadastrale percelen

Doetinchem • Wesel 380 kV Mast 46



Versie	V3.0	Datum	28-5-2014
Schaal	1:2.000	Formaat	A3
Kenmerk	A:\p_dw380\producten\grondzaken\mxd\140527_mastenboek_vka3_0_grz		

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





### Legenda

- Bovengronds 380 kV tracé
- Masten
- Minimale werkruimte
- ZRO
- Ondergronds tracé
- zro kabeltracé
- Toegangsweg
- Werkterrein
- Lierplek
- Juk
- Watergangen waterschap
- Beschermingszone waterschap
- Datatransport
- Gas hoge druk
- Gas lage druk
- Buisleiding gevaarlijke inhoud
- Hoogspanning
- Middenspanning
- Laagspanning
- Riool vrijverval
- Riool onder druk
- Warmte
- Water
- Wees of overig klic
- kadastrale percelen

Doetinchem • Wesel 380 kV Mast 47



Versie	V3.0	Datum	28-5-2014
Schaal	1:2.000	Formaat	A3
Kenmerk	A:\p_dw380\producten\grondzaken\mxd\140527_mastenboek_vkaV3_0_grz		

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





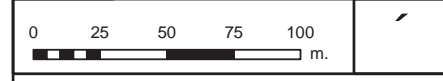
### Legenda

- Bovengronds 380 kV tracé
- Masten
- Minimale werkruimte
- ZRO
- Ondergronds tracé
- zro kabeltracé
- Toegangsweg
- Werkterrein
- Lierplek
- Juk
- Watergangen waterschap
- Beschermingszone waterschap
- Datatransport
- Gas hoge druk
- Gas lage druk
- Buisleiding gevaarlijke inhoud
- Hoogspanning
- Middenspanning
- Laagspanning
- Riool vrijverval
- Riool onder druk
- Warmte
- Water
- Wees of overig klic
- kadastrale percelen

Doetinchem • Wesel 380 kV Mast 48



Versie	V3.0	Datum	28-5-2014
Schaal	1:2.000	Formaat	A3
Kenmerk	A:\p_dw380\producten\grondzaken\mxd\140527_mastenboek_vkaV3_0_grz		



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



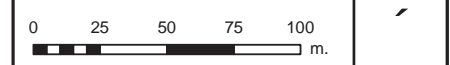
### Legenda

- Bovengronds 380 kV tracé
- Masten
- Minimale werkruimte
- ZRO
- Ondergronds tracé
- zro kabeltracé
- Toegangsweg
- Werkterrein
- Lierplek
- Juk
- Watergangen waterschap
- Beschermingszone waterschap
- Datatransport
- Gas hoge druk
- Gas lage druk
- Buisleiding gevaarlijke inhoud
- Hoogspanning
- Middenspanning
- Laagspanning
- Riool vrijverval
- Riool onder druk
- Warmte
- Water
- Wees of overig klic
- kadastrale percelen

Doetinchem • Wesel 380 kV Mast 49



Versie	V3.0	Datum	28-5-2014
Schaal	1:2.000	Formaat	A3
Kenmerk	A:\p_dw380\producten\grondzaken\mxd\140527_mastenboek_vkaV3_0_grz		



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





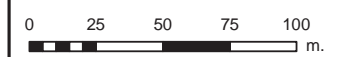
**Legenda**

- Bovengronds 380 kV tracé
- Masten
- Minimale werkruimte
- ZRO
- Ondergronds tracé
- zro kabeltracé
- Toegangsweg
- Werkterrein
- Lierplek
- Juk
- Watergangen waterschap
- Beschermingszone waterschap
- Datatransport
- Gas hoge druk
- Gas lage druk
- Buisleiding gevaarlijke inhoud
- Hoogspanning
- Middenspanning
- Laagspanning
- Riool vrijverval
- Riool onder druk
- Warmte
- Water
- Wees of overig klic
- kadastrale percelen

**Doetinchem • Wesel 380 kV Mast 50**



Versie	V3.0	Datum	28-5-2014
Schaal	1:2.000	Formaat	A3
Kenmerk	A:\p_dw380\producten\grondzaken\mxd\140527_mastenboek_vka3_0_grz		



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



**Legenda**

- Bovengronds 380 kV tracé
- Masten
- Minimale werkruimte
- ZRO
- Ondergronds tracé
- zro kabeltracé
- Toegangsweg
- Werkterrein
- Lierplek
- Juk
- Watergangen waterschap
- Beschermingszone waterschap
- Datatransport
- Gas hoge druk
- Gas lage druk
- Buisleiding gevaarlijke inhoud
- Hoogspanning
- Middenspanning
- Laagspanning
- Riool vrijverval
- Riool onder druk
- Warmte
- Water
- Wees of overig klic
- kadastrale percelen

**Doetinchem • Wesel 380 kV Mast 51**



Versie	V3.0	Datum	28-5-2014
Schaal	1:2.000	Formaat	A3
Kenmerk	A:\p_dw380\producten\grondzaken\mxd\140527_mastenboek_vka3_0_grz		



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

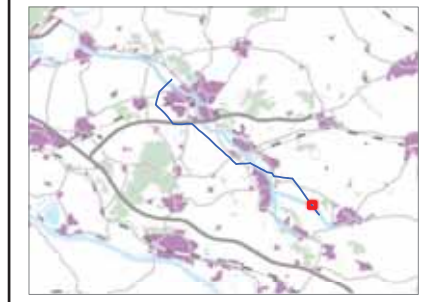




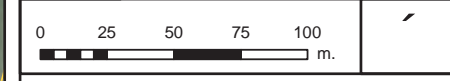
### Legenda

- Bovengronds 380 kV tracé
- Masten
- Minimale werkruimte
- ZRO
- Ondergronds tracé
- zro kabeltracé
- Toegangsweg
- Werkterrein
- Lierplek
- Juk
- Watergangen waterschap
- Beschermingszone waterschap
- Datatransport
- Gas hoge druk
- Gas lage druk
- Buisleiding gevaarlijke inhoud
- Hoogspanning
- Middenspanning
- Laagspanning
- Riool vrijverval
- Riool onder druk
- Warmte
- Water
- Wees of overig klic
- kadastrale percelen

Doetinchem • Wesel 380 kV Mast 52



Versie	V3.0	Datum	28-5-2014
Schaal	1:2.000	Formaat	A3
Kenmerk	A:\p_dw380\producten\grondzaken\mxd\140527_mastenboek_vkaV3_0_grz		



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

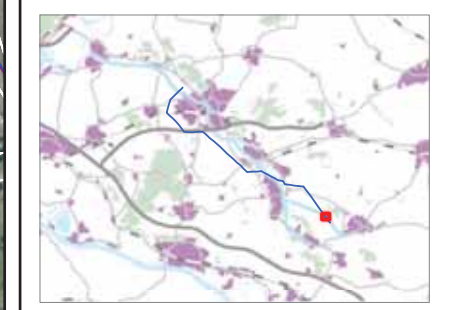




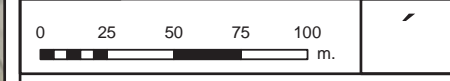
### Legenda

- Bovengronds 380 kV tracé
- Masten
- Minimale werkruimte
- ZRO
- Ondergronds tracé
- zro kabeltracé
- Toegangsweg
- Werkterrein
- Lierplek
- Juk
- Watergangen waterschap
- Beschermingszone waterschap
- Datatransport
- Gas hoge druk
- Gas lage druk
- Buisleiding gevaarlijke inhoud
- Hoogspanning
- Middenspanning
- Laagspanning
- Riool vrijverval
- Riool onder druk
- Warmte
- Water
- Wees of overig klic
- kadastrale percelen

Doetinchem • Wesel 380 kV Mast 53



Versie	V3.0	Datum	28-5-2014
Schaal	1:2.000	Formaat	A3
Kenmerk	A:\p_dw380\producten\grondzaken\mxd\140527_mastenboek_vkaV3_0_grz		



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





**Legenda**

- Bovengronds 380 kV tracé
- Masten
- Minimale werkruimte
- ZRO
- Ondergronds tracé
- zro kabeltracé
- Toegangsweg
- Werkterrein
- Lierplek
- Juk
- Watergangen waterschap
- Beschermingszone waterschap
- Datatransport
- Gas hoge druk
- Gas lage druk
- Buisleiding gevaarlijke inhoud
- Hoogspanning
- Middenspanning
- Laagspanning
- Riool vrijverval
- Riool onder druk
- Warmte
- Water
- Wees of overig klic
- kadastrale percelen

**Doetinchem • Wesel 380 kV Mast 54**

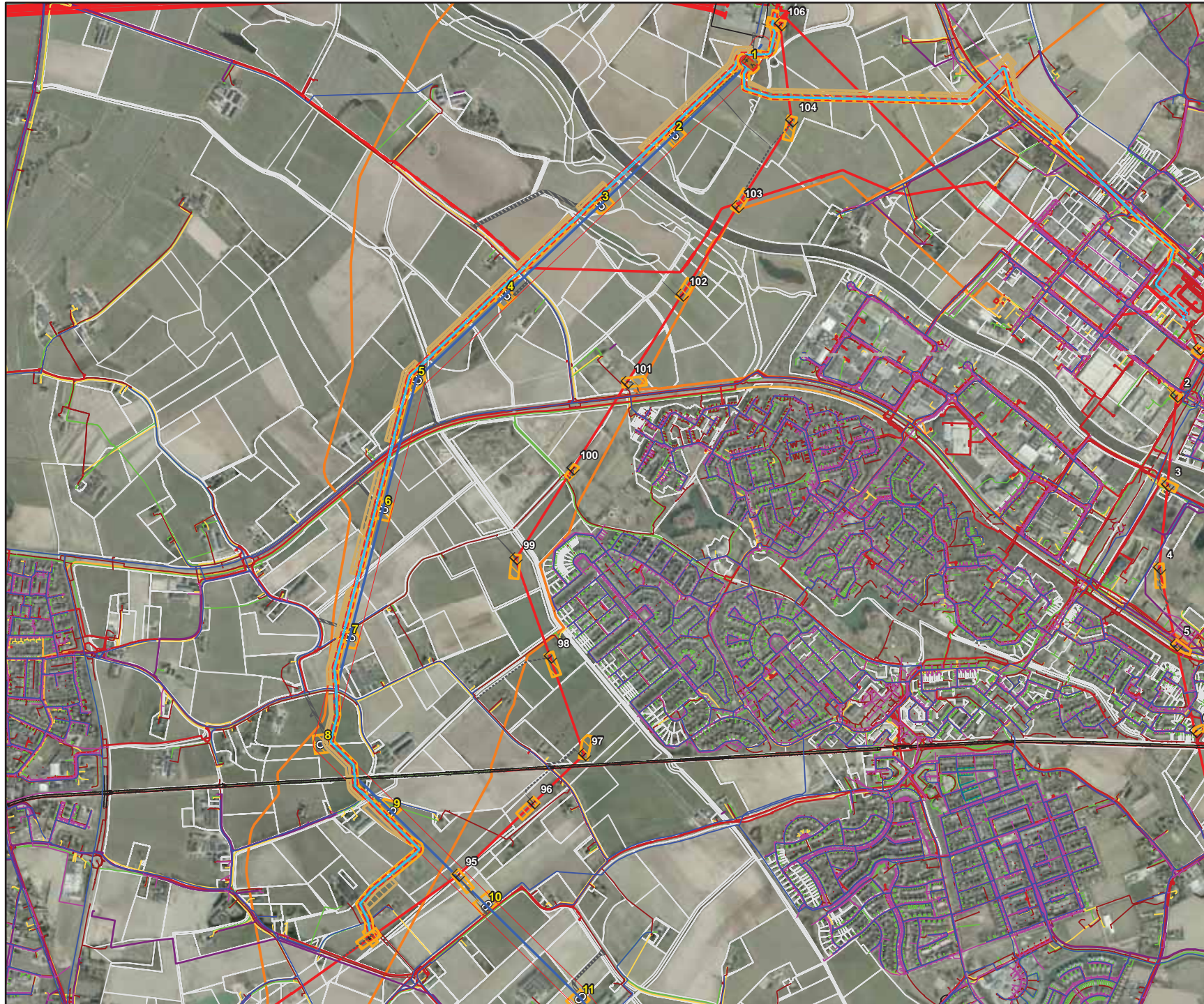


Versie	V3.0	Datum	28-5-2014
Schaal	1:2.000	Formaat	A3
Kenmerk	A:\p_dw380\producten\grondzaken\mxd\140527_mastenboek_vka3.0_grz		



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





**Legenda**

- Bovengronds 380 kV tracé
- Masten
- Minimale werkruimte
- Plangrens bovengronds
- Plangrens ondergronds
- Te amoveren masten
- kabeltracé
- Tijdelijke kabel
- Tijdelijke lijn
- Tijdelijke Grondopslag
- Toegangsweg
- Werkterrein
- Kadastrale percelen
- Datatransport
- Gas hoge druk
- Gas lage druk
- Buisleiding gevaarlijke inhoud
- Hoogspanning
- Middenspanning
- Laagspanning
- Riool vrijerval
- Riool onder druk
- Warmte
- Water
- Wees of overig klic

Doetinchem • Wesel 380 kV Kabeltracé



Versie	3.0	Datum	28-5-2014
Schaal	1:12.500	Formaat	A3
Kenmerk	A:\p_dw380\producten\grondzaken\mxd\140327p_dw380_mastenboek2_5v_kabeltracés		



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





**Legenda**

- Bovengronds 380 kV tracé
- Masten
- Minimale werkruimte
- Plangrens bovengronds
- Plangrens ondergronds
- Te amoveren masten
- kabeltracé
- Tijdelijke kabel
- Tijdelijke lijn
- Tijdelijke Grondopslag
- Toegangsweg
- Werkterrein
- Kadastrale percelen
- Datatransport
- Gas hoge druk
- Gas lage druk
- Buisleiding gevaarlijke inhoud
- Hoogspanning
- Middenspanning
- Laagspanning
- Riool vrijverval
- Riool onder druk
- Warmte
- Water
- Wees of overig klic

Doetinchem • Wesel 380 kV Kabeltracé

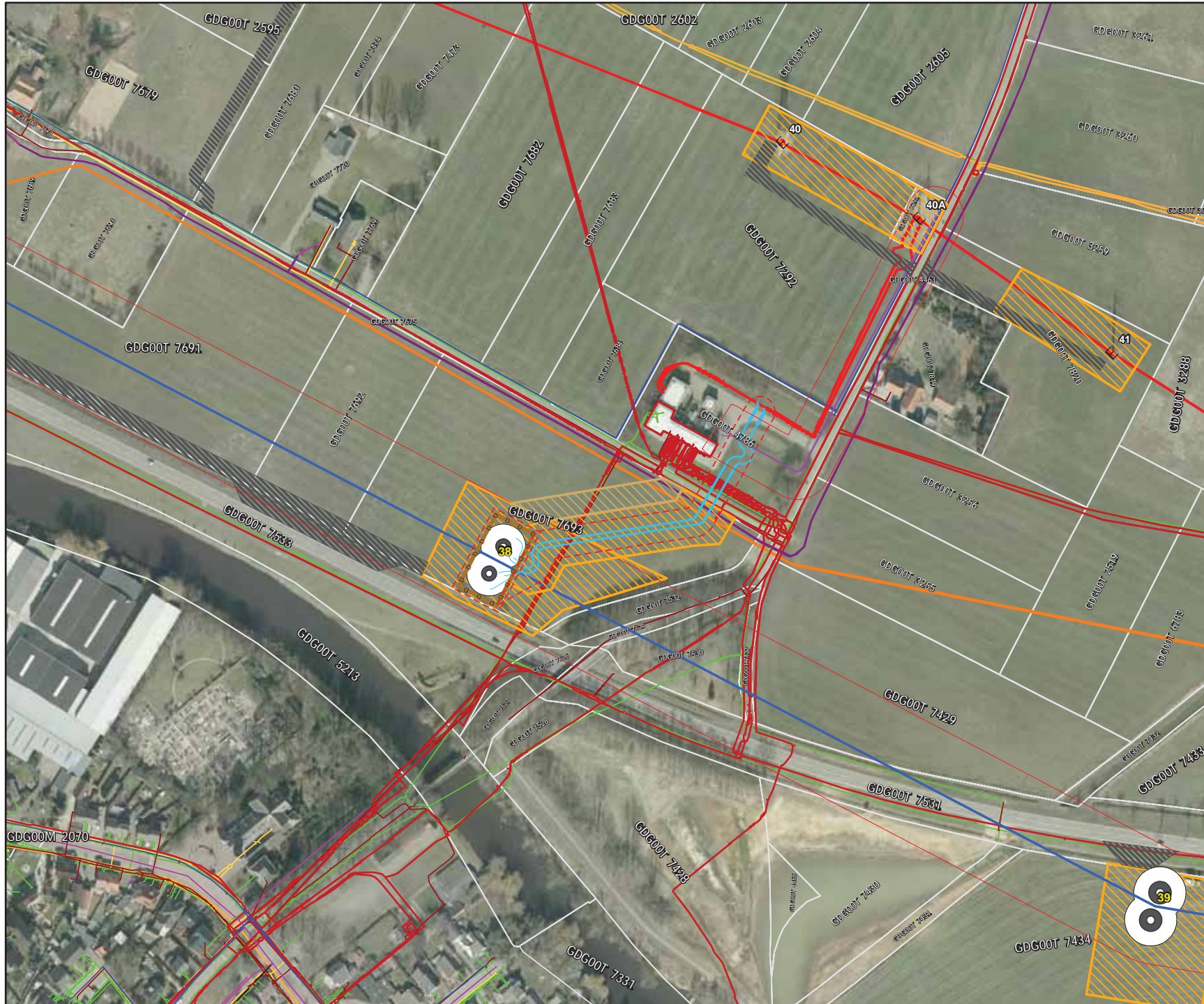


Versie	3.0	Datum	28-5-2014
Schaal	1:5.000	Formaat	A3
Kenmerk	A:\p_dw380\producten\grondzaken\mxd\140327p_dw380_mastenboek2_5v_kabeltracés		



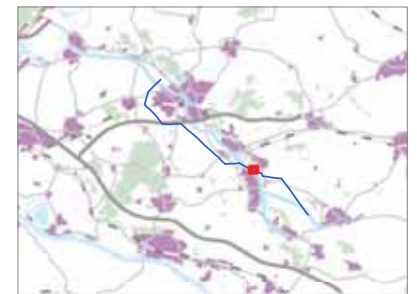
Aan deze tekening kunnen geen rechten worden ontleend. © TenneT TSO B.V.





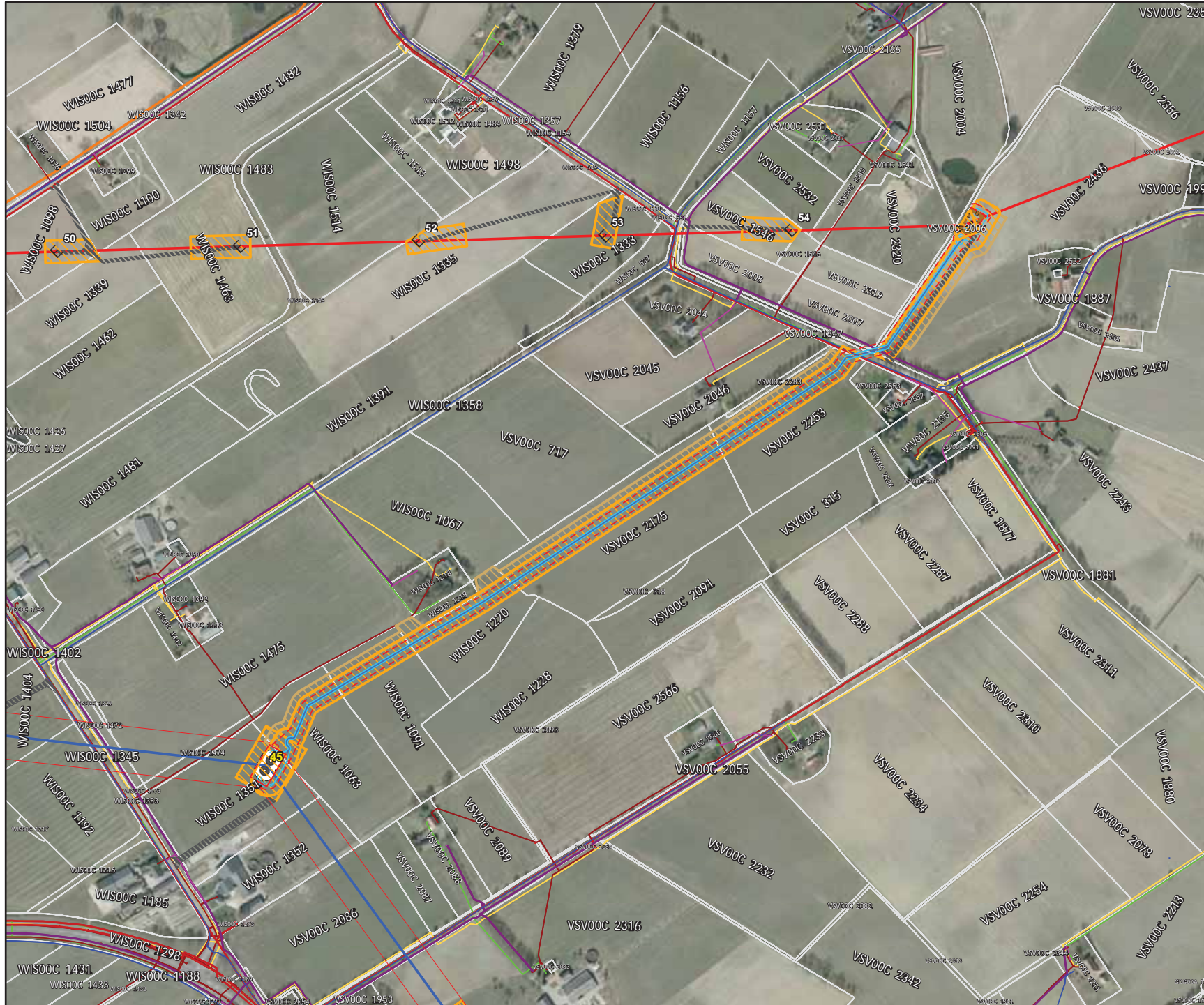
### Legenda

- Bovengronds 380 kV tracé
- Masten
- Minimale werkruimte
- Plangrens bovengronds
- Plangrens ondergronds
- Te amoveren masten
- kabeltracé
- Tijdelijke kabel
- Tijdelijke lijn
- Tijdelijke Grondopslag
- Toegangsweg
- Werkterrein
- Kadastrale percelen
- Datatransport
- Gas hoge druk
- Gas lage druk
- Buisleiding gevaarlijke inhoud
- Hoogspanning
- Middenspanning
- Laagspanning
- Riool vrijverval
- Riool onder druk
- Warmte
- Water
- Wees of overig klik



Versie	3.0	Datum	28-5-2014
Schaal	1:2.000	Formaat	A3
Kenmerk	A:\p_dw380\producten\grondzaken\mxd\140327p_dw380_mastenboek2_5V_kabeltracés		
Aan deze tekening kunnen geen rechten worden ontleend. © TenneT TSO B.V.			





**Legenda**

- Bovengronds 380 kV tracé
- Masten
- Minimale werkruimte
- Plangrens bovengronds
- Plangrens ondergronds
- Te amoveren masten
- kabeltracé
- Tijdelijke kabel
- Tijdelijke lijn
- Tijdelijke Grondopslag
- Toegangsweg
- Werkterrein
- Kadastrale percelen
- Datatransport
- Gas hoge druk
- Gas lage druk
- Buisleiding gevaarlijke inhoud
- Hoogspanning
- Middenspanning
- Laagspanning
- Riool vrijerval
- Riool onder druk
- Warmte
- Water
- Wees of overig klic

**Doetinchem • Wesel 380 kV Kabeltracé**



Versie	3.0	Datum	28-5-2014
Schaal	1:5.000	Formaat	A3
Kenmerk	A:\p_dw380\producten\grondzaken\mxd\140327p_dw380_mastenboek2_5v_kabeltracés		



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





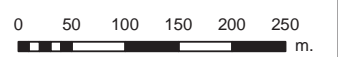
### Legenda

- Bovengronds 380 kV tracé
- Masten
- Minimale werkruimte
- Te amoveren masten
- kabeltracé
- Tijdelijke kabel
- Tijdelijke lijn
- Veiligheidsstrook
- Tijdelijke Grondopslag
- Plangrens bovengronds
- Plangrens ondergronds
- Toegangsweg
- Werkerrein
- Kadastrale percelen
- Datatransport
- Gas hoge druk
- Gas lage druk
- Buisleiding gevaarlijke inhoud
- Hoogspanning
- Middenspanning
- Laagspanning
- Riool vrijverval
- Riool onder druk
- Warmte
- Water
- Wees of overig klic

Doetinchem • Wesel 380 kV Tijdelijke lijn



Versie	3.0	Datum	28-5-2014
Schaal	1:5.000	Formaat	A3
Kenmerk	A:\p_dw380\producten\grondzaken\mxd\140528p_dw380_mastenboek_tijdelijke_lijnen		



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





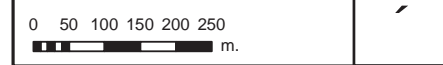
### Legenda

- Bovengronds 380 kV tracé
- Masten
- Minimale werkruimte
- Te amoveren masten
- kabeltracé
- Tijdelijke kabel
- Tijdelijke lijn
- Veiligheidsstrook
- Tijdelijke Grondopslag
- Plangrens bovengronds
- Plangrens ondergronds
- Toegangsweg
- Werkterrein
- Kadastrale percelen
- Datatransport
- Gas hoge druk
- Gas lage druk
- Buisleiding gevaarlijke inhoud
- Hoogspanning
- Middenspanning
- Laagspanning
- Riool vrijverval
- Riool onder druk
- Warmte
- Water
- Wees of overig klic

Doetinchem • Wesel 380 kV Tijdelijke lijn



Versie	3.0	Datum	28-5-2014
Schaal	1:7.500	Formaat	A3
Kenmerk	A:\p_dw380\producten\grondzaken\mxd\140528p_dw380_mastenboek_tijdelijke_lijnen		



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





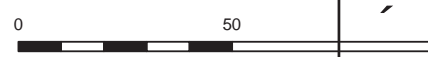
### Legenda

- Bovengronds 380 kV tracé
- Masten
- Minimale werkruimte
- Te amoveren masten
- kabeltracé
- Tijdelijke kabel
- Tijdelijke lijn
- Veiligheidsstrook
- Tijdelijke Grondopslag
- Plangrens bovengronds
- Plangrens ondergronds
- Toegangsweg
- Werkterrein
- Kadastrale percelen
- Datatransport
- Gas hoge druk
- Gas lage druk
- Buisleiding gevaarlijke inhoud
- Hoogspanning
- Middenspanning
- Laagspanning
- Riool vrijverval
- Riool onder druk
- Warmte
- Water
- Wees of overig klic

Doetinchem • Wesel 380 kV Tijdelijke lijn



Versie	3.0	Datum	28-5-2014
Schaal	1:1.250	Formaat	A3
Kenmerk	A:\p_dw380\producten\grondzaken\mxd\140528p_dw380_mastenboek_tijdelijke_lijnen		

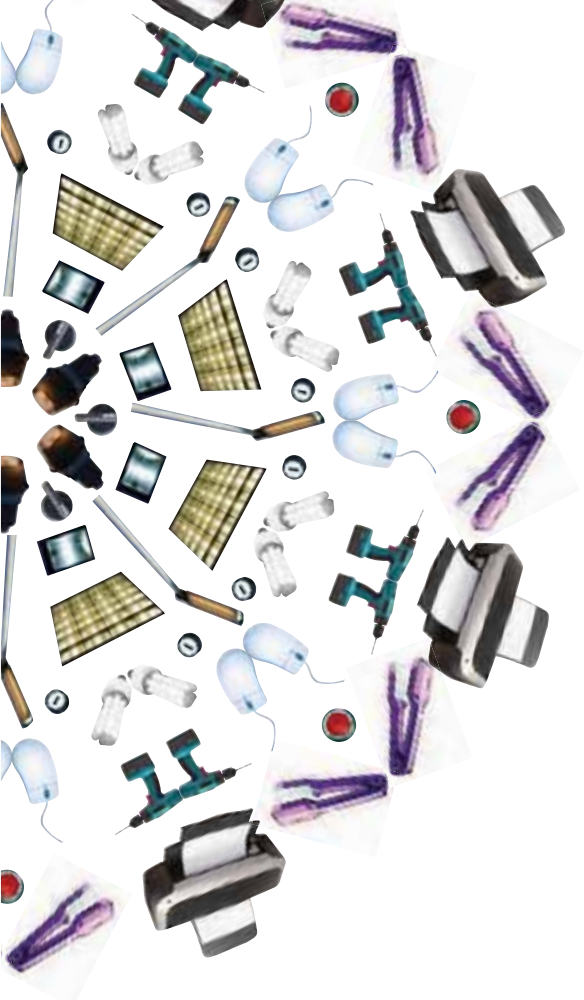


Aan deze tekening kunnen geen rechten worden ontleend. © TenneT TSO B.V.



**Bijlage 2b:  
Situatietekeningen  
slooplocaties**

Doetinchem-Wesel 380 kV



## Mastenboek amoveren

datum: 17-6-2014





### Legenda

- Bovengronds 380 kV tracé
- Masten
- ↙ Te amoveren masten
- kabeltracé
- Tijdelijke kabel
- Tijdelijke lijn
- Minimale werkruimte
- Plangrens bovengronds
- Plangrens ondergronds
- Tijdelijke Grondopslag
- Toegangsweg
- Werkterrein
- Kadastrale percelen
- Datatransport
- Gas hoge druk
- Gas lage druk
- Buisleiding gevaarlijke inhoud
- Hoogspanning
- Middenspanning
- Laagspanning
- Riool vrijverval
- Riool onder druk
- Warmte
- Water
- Wees of overig klic

Doetinchem • Wesel 380 kV Mast 1

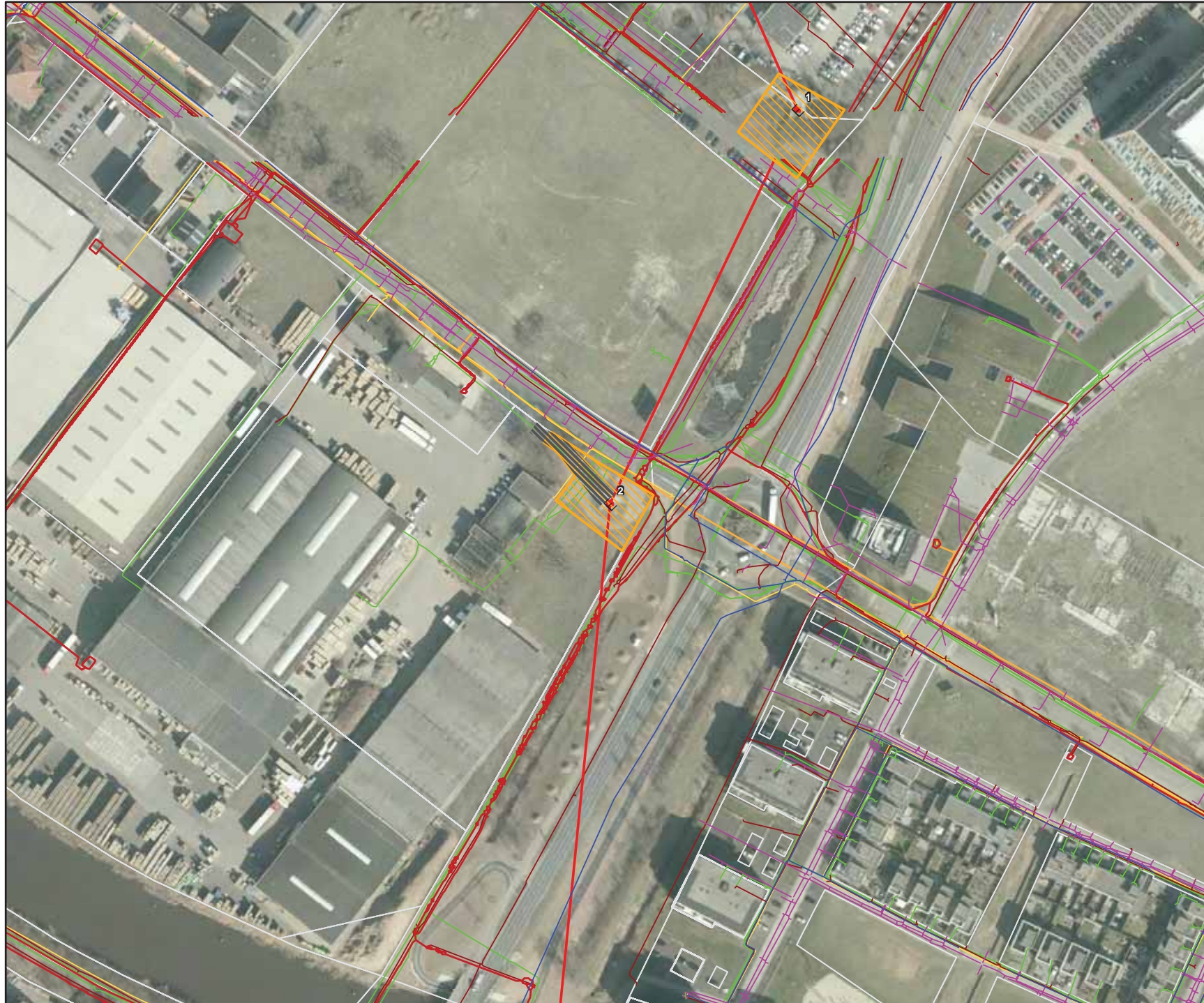


Versie	3.0	Datum	28-5-2014
Schaal	1:1.500	Formaat	A3
Kenmerk	A:\p_dw380\producten\grondzaken\mxd\140528p_dw380_mastenboek_te_amoveren		



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

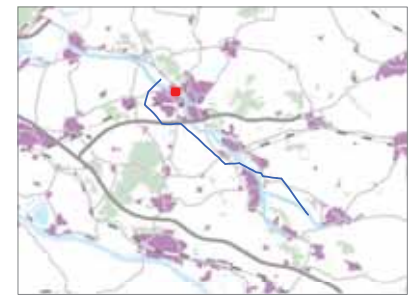




**Legenda**

- Bovengronds 380 kV tracé
- Masten
- ↙ Te amoveren masten
- kabeltracé
- Tijdelijke kabel
- Tijdelijke lijn
- Minimale werkruimte
- Plangrens bovengronds
- Plangrens ondergronds
- Tijdelijke Grondopslag
- Toegangsweg
- Werkterrein
- Kadastrale percelen
- Datatransport
- Gas hoge druk
- Gas lage druk
- Buisleiding gevaarlijke inhoud
- Hoogspanning
- Middenspanning
- Laagspanning
- Riool vrijverval
- Riool onder druk
- Warmte
- Water
- Wees of overig klic

Doetinchem • Wesel 380 kV Mast 2

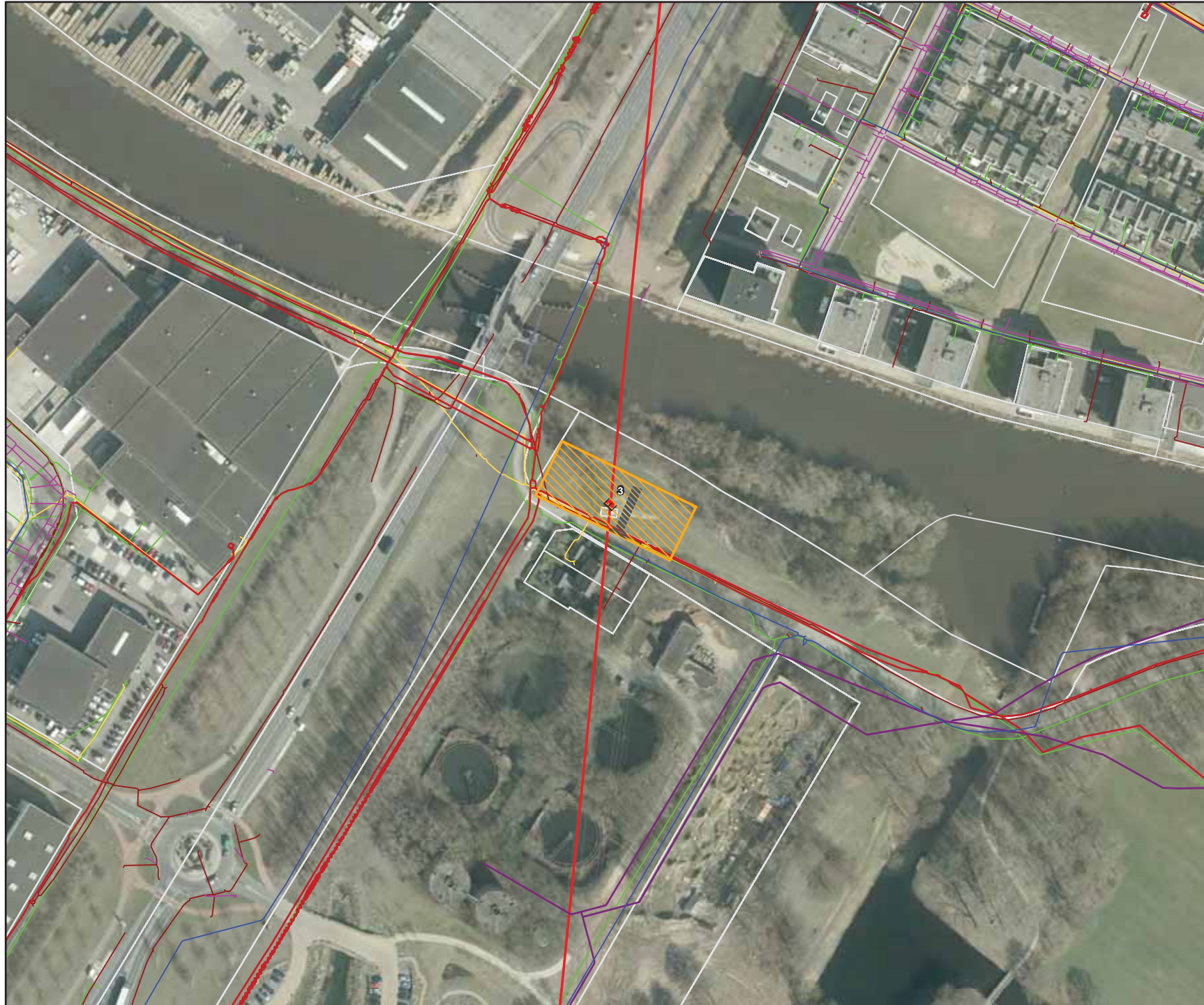


Versie	3.0	Datum	28-5-2014
Schaal	1:1.500	Formaat	A3
Kenmerk	A:\p_dw380\producten\grondzaken\mxd\140528p_dw380_mastenboek_te_amoveren		



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





### Legenda

- Bovengronds 380 kV tracé
- Masten
- ↙ Te amoveren masten
- kabeltracé
- Tijdelijke kabel
- Tijdelijke lijn
- Minimale werkruimte
- Plangrens bovengronds
- Plangrens ondergronds
- Tijdelijke Grondopslag
- Toegangsweg
- Werkterrein
- Kadastrale percelen
- Datatransport
- Gas hoge druk
- Gas lage druk
- Buisleiding gevaarlijke inhoud
- Hoogspanning
- Middenspanning
- Laagspanning
- Riool vrijverval
- Riool onder druk
- Warmte
- Water
- Wees of overig klic

Doetinchem • Wesel 380 kV Mast 3



Versie	3.0	Datum	28-5-2014
Schaal	1:1.500	Formaat	A3
Kenmerk	A:\p_dw380\producten\grondzaken\mxd\140528p_dw380_mastenboek_te_amoveren		



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

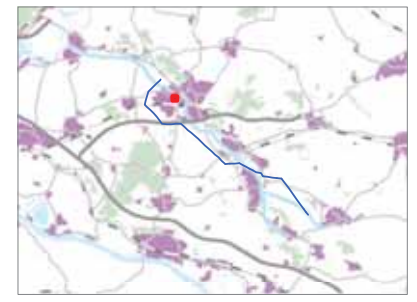




### Legenda

- Bovengronds 380 kV tracé
- Masten
- ◁ Te amoveren masten
- kabeltracé
- Tijdelijke kabel
- Tijdelijke lijn
- Minimale werkruimte
- Plangrens bovengronds
- Plangrens ondergronds
- Tijdelijke Grondopslag
- Toegangsweg
- Werkterrein
- Kadastrale percelen
- Datatransport
- Gas hoge druk
- Gas lage druk
- Buisleiding gevaarlijke inhoud
- Hoogspanning
- Middenspanning
- Laagspanning
- Riool vrijverval
- Riool onder druk
- Warmte
- Water
- Wees of overig klik

Doetinchem • Wesel 380 kV Mast 4



Versie	3.0	Datum	28-5-2014
Schaal	1:1.500	Formaat	A3
Kenmerk	A:\p_dw380\producten\grondzaken\mxd\140528p_dw380_mastenboek_te_amoveren		



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





### Legenda

- Bovengronds 380 kV tracé
- Masten
- Te amoveren masten
- kabeltracé
- Tijdelijke kabel
- Tijdelijke lijn
- Minimale werkruimte
- Plangrens bovengronds
- Plangrens ondergronds
- Tijdelijke Grondopslag
- Toegangsweg
- Werkterrein
- Kadastrale percelen
- Datatransport
- Gas hoge druk
- Gas lage druk
- Buisleiding gevaarlijke inhoud
- Hoogspanning
- Middenspanning
- Laagspanning
- Riool vrijverval
- Riool onder druk
- Warmte
- Water
- Wees of overig klic

Doetinchem • Wesel 380 kV Mast 5



Versie	3.0	Datum	28-5-2014
Schaal	1:1.500	Formaat	A3
Kenmerk	A:\p_dw380\producten\grondzaken\mxd\140528p_dw380_mastenboek_te_amoveren		



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





**Legenda**

- Bovengronds 380 kV tracé
- Masten
- ↙ Te amoveren masten
- kabeltracé
- Tijdelijke kabel
- Tijdelijke lijn
- Minimale werkruimte
- Plangrens bovengronds
- Plangrens ondergronds
- Tijdelijke Grondopslag
- Toegangsweg
- Werkterrein
- Kadastrale percelen
- Datatransport
- Gas hoge druk
- Gas lage druk
- Buisleiding gevaarlijke inhoud
- Hoogspanning
- Middenspanning
- Laagspanning
- Riool vrijverval
- Riool onder druk
- Warmte
- Water
- Wees of overig klic

Doetinchem • Wesel 380 kV Mast 6

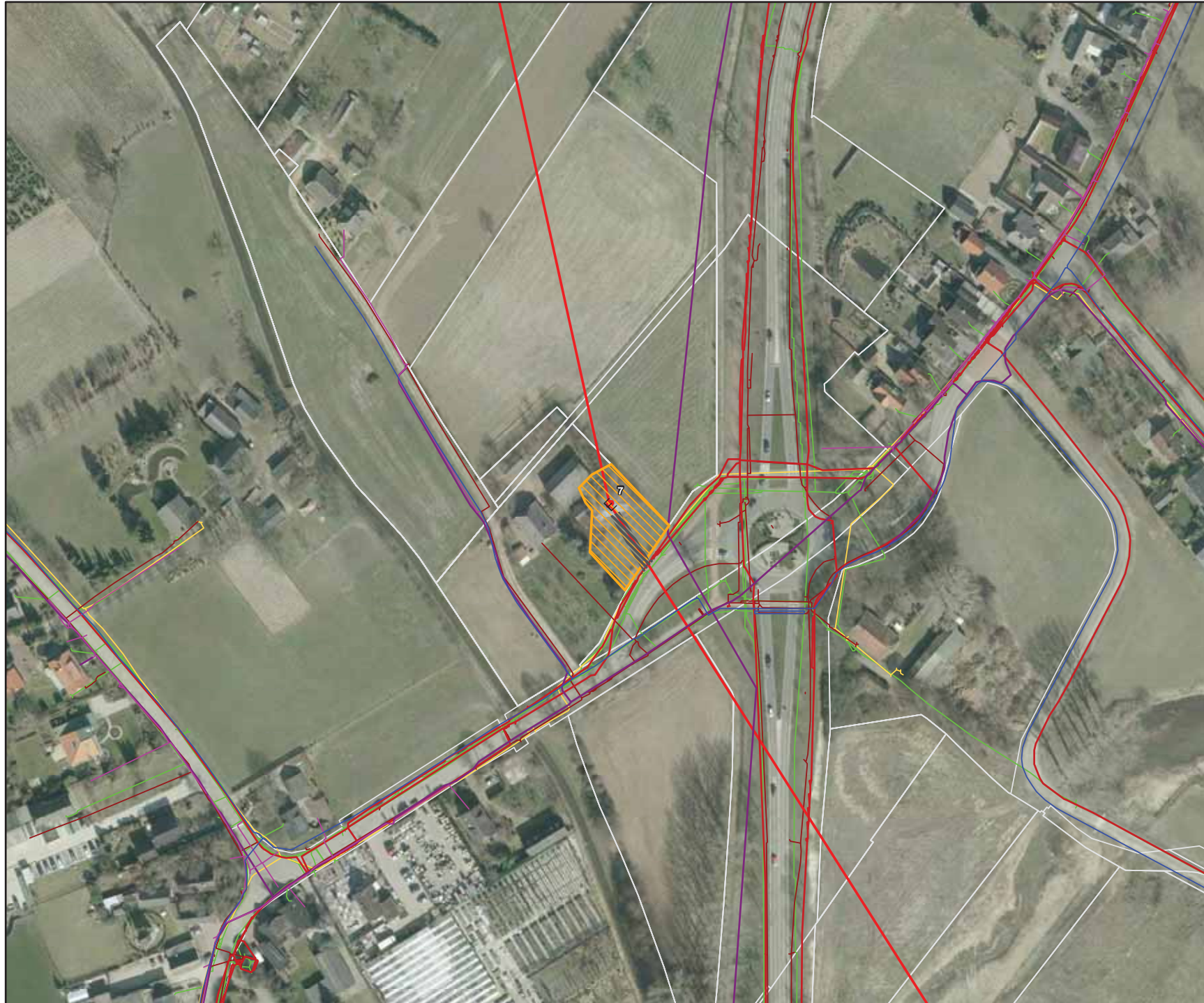


Versie	3.0	Datum	28-5-2014
Schaal	1:1.500	Formaat	A3
Kenmerk	A:\p_dw380\producten\grondzaken\mxd\140528p_dw380_mastenboek_te_amoveren		



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





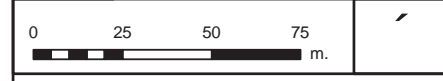
### Legenda

- Bovengronds 380 kV tracé
- Masten
- ↖ Te amoveren masten
- kabeltracé
- Tijdelijke kabel
- Tijdelijke lijn
- Minimale werkruimte
- Plangrens bovengronds
- Plangrens ondergronds
- Tijdelijke Grondopslag
- Toegangsweg
- Werkterrein
- Kadastrale percelen
- Datatransport
- Gas hoge druk
- Gas lage druk
- Buisleiding gevaarlijke inhoud
- Hoogspanning
- Middenspanning
- Laagspanning
- Riool vrijverval
- Riool onder druk
- Warmte
- Water
- Wees of overig klic

Doetinchem • Wesel 380 kV Mast 7



Versie	3.0	Datum	28-5-2014
Schaal	1:1.500	Formaat	A3
Kenmerk	A:\p_dw380\producten\grondzaken\mxd\140528p_dw380_mastenboek_te_amoveren		



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





**Legenda**

- Bovengronds 380 kV tracé
- Masten
- Te amoveren masten
- kabeltracé
- Tijdelijke kabel
- Tijdelijke lijn
- Minimale werkruimte
- Plangrens bovengronds
- Plangrens ondergronds
- Tijdelijke Grondopslag
- Toegangsweg
- Werkterrein
- Kadastrale percelen
- Datatransport
- Gas hoge druk
- Gas lage druk
- Buisleiding gevaarlijke inhoud
- Hoogspanning
- Middenspanning
- Laagspanning
- Riool vrijverval
- Riool onder druk
- Warmte
- Water
- Wees of overig klic

**Doetinchem • Wesel 380 kV Mast 8**



Versie	3.0	Datum	28-5-2014
Schaal	1:1.500	Formaat	A3
Kenmerk	A:\p_dw380\producten\grondzaken\mxd\140528p_dw380_mastenboek_te_amoveren		



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





**Legenda**

- Bovengronds 380 kV tracé
- Masten
- ↙ Te amoveren masten
- kabeltracé
- Tijdelijke kabel
- Tijdelijke lijn
- Minimale werkruimte
- Plangrens bovengronds
- Plangrens ondergronds
- Tijdelijke Grondopslag
- Toegangsweg
- Werkterrein
- Kadastrale percelen
- Datatransport
- Gas hoge druk
- Gas lage druk
- Buisleiding gevaarlijke inhoud
- Hoogspanning
- Middenspanning
- Laagspanning
- Riool vrijverval
- Riool onder druk
- Warmte
- Water
- Wees of overig klic

**Doetinchem • Wesel 380 kV Mast 9**

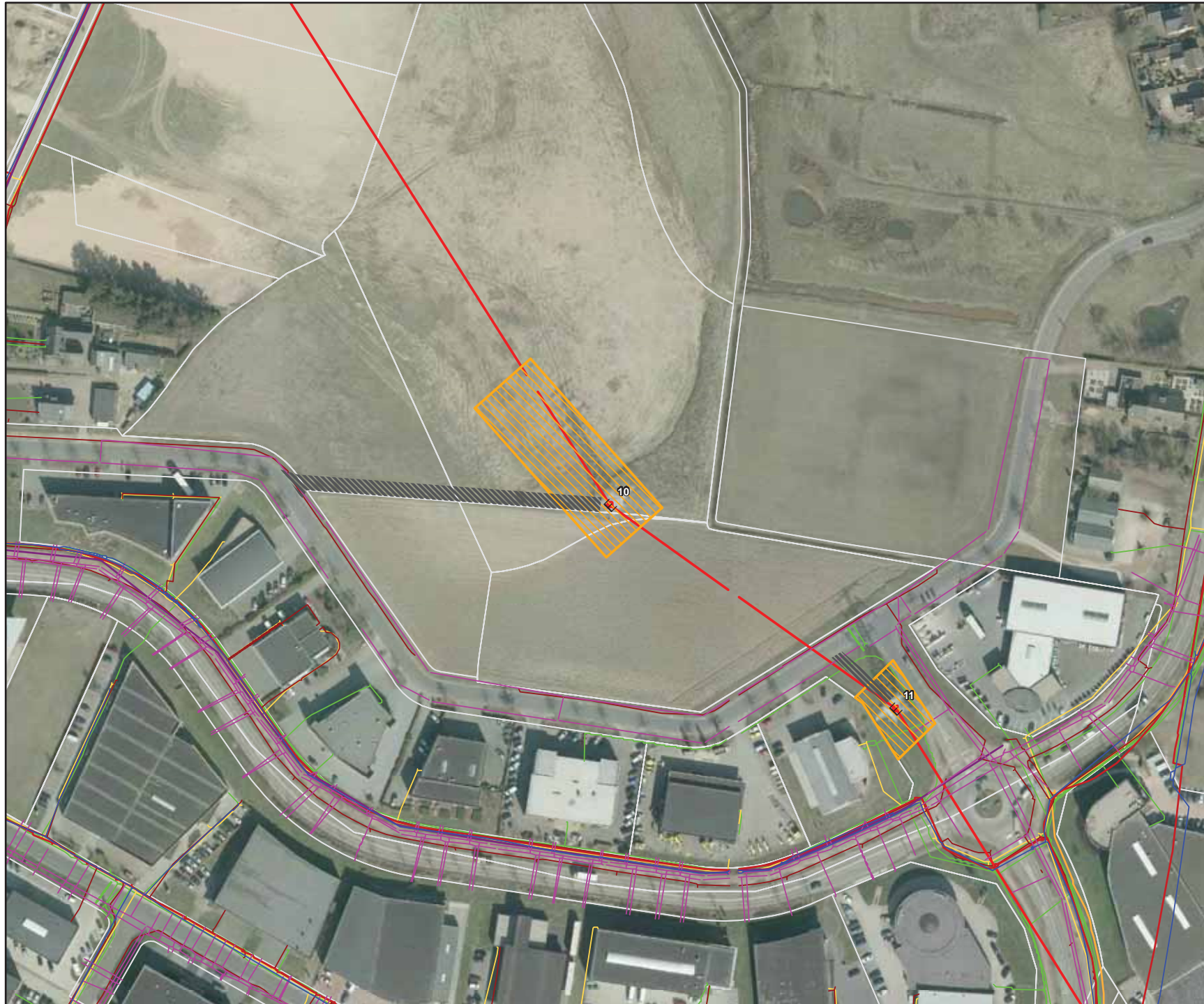


Versie	3.0	Datum	28-5-2014
Schaal	1:1.500	Formaat	A3
Kenmerk	A:\p_dw380\producten\grondzaken\mxd\140528p_dw380_mastenboek_te_amoveren		



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





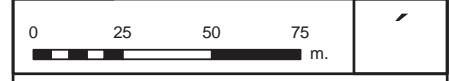
### Legenda

- Bovengronds 380 kV tracé
- Masten
- ↙ Te amoveren masten
- kabeltracé
- Tijdelijke kabel
- Tijdelijke lijn
- Minimale werkruimte
- Plangrens bovengronds
- Plangrens ondergronds
- Tijdelijke Grondopslag
- Toegangsweg
- Werkterrein
- Kadastrale percelen
- Datatransport
- Gas hoge druk
- Gas lage druk
- Buisleiding gevaarlijke inhoud
- Hoogspanning
- Middenspanning
- Laagspanning
- Riool vrijverval
- Riool onder druk
- Warmte
- Water
- Wees of overig klic

Doetinchem • Wesel 380 kV Mast 10



Versie	3.0	Datum	28-5-2014
Schaal	1:1.500	Formaat	A3
Kenmerk	A:\p_dw380\producten\grondzaken\mxd\140528p_dw380_mastenboek_te_amoveren		



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





### Legenda

- Bovengronds 380 kV tracé
- Masten
- ↙ Te amoveren masten
- kabeltracé
- Tijdelijke kabel
- Tijdelijke lijn
- Minimale werkruimte
- Plangrens bovengronds
- Plangrens ondergronds
- Tijdelijke Grondopslag
- Toegangsweg
- Werkterrein
- Kadastrale percelen
- Datatransport
- Gas hoge druk
- Gas lage druk
- Buisleiding gevaarlijke inhoud
- Hoogspanning
- Middenspanning
- Laagspanning
- Riool vrijverval
- Riool onder druk
- Warmte
- Water
- Wees of overig klic

Doetinchem • Wesel 380 kV Mast 11



Versie	3.0	Datum	28-5-2014
Schaal	1:1.500	Formaat	A3
Kenmerk	A:\p_dw380\producten\grondzaken\mxd\140528p_dw380_mastenboek_te_amoveren		



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





**Legenda**

- Bovengronds 380 kV tracé
- Masten
- ↙ Te amoveren masten
- kabeltracé
- Tijdelijke kabel
- Tijdelijke lijn
- Minimale werkruimte
- Plangrens bovengronds
- Plangrens ondergronds
- Tijdelijke Grondopslag
- Toegangsweg
- Werkterrein
- Kadastrale percelen
- Datatransport
- Gas hoge druk
- Gas lage druk
- Buisleiding gevaarlijke inhoud
- Hoogspanning
- Middenspanning
- Laagspanning
- Riool vrijverval
- Riool onder druk
- Warmte
- Water
- Wees of overig klic

Doetinchem • Wesel 380 kV Mast 12



Versie	3.0	Datum	28-5-2014
Schaal	1:1.500	Formaat	A3
Kenmerk	A:\p_dw380\producten\grondzaken\mxd\140528p_dw380_mastenboek_te_amoveren		



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





**Legenda**

- Bovengronds 380 kV tracé
- Masten
- ↙ Te amoveren masten
- kabeltracé
- Tijdelijke kabel
- Tijdelijke lijn
- Minimale werkruimte
- Plangrens bovengronds
- Plangrens ondergronds
- Tijdelijke Grondopslag
- Toegangsweg
- Werkterrein
- Kadastrale percelen
- Datatransport
- Gas hoge druk
- Gas lage druk
- Buisleiding gevaarlijke inhoud
- Hoogspanning
- Middenspanning
- Laagspanning
- Riool vrijverval
- Riool onder druk
- Warmte
- Water
- Wees of overig klic

**Doetinchem • Wesel 380 kV Mast 13**



Versie	3.0	Datum	28-5-2014
Schaal	1:1.500	Formaat	A3
Kenmerk	A:\p_dw380\producten\grondzaken\mxd\140528p_dw380_mastenboek_te_amoveren		



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



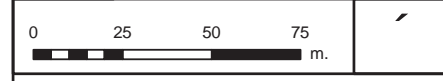
### Legenda

- Bovengronds 380 kV tracé
- Masten
- ↙ Te amoveren masten
- kabeltracé
- Tijdelijke kabel
- Tijdelijke lijn
- Minimale werkruimte
- Plangrens bovengronds
- Plangrens ondergronds
- Tijdelijke Grondopslag
- Toegangsweg
- Werkterrein
- Kadastrale percelen
- Datatransport
- Gas hoge druk
- Gas lage druk
- Buisleiding gevaarlijke inhoud
- Hoogspanning
- Middenspanning
- Laagspanning
- Riool vrijverval
- Riool onder druk
- Warmte
- Water
- Wees of overig klic

Doetinchem • Wesel 380 kV Mast 14



Versie	3.0	Datum	28-5-2014
Schaal	1:1.500	Formaat	A3
Kenmerk	A:\p_dw380\producten\grondzaken\mxd\140528p_dw380_mastenboek_te_amoveren		



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





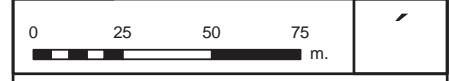
### Legenda

- Bovengronds 380 kV tracé
- Masten
- Te amoveren masten
- kabeltracé
- Tijdelijke kabel
- Tijdelijke lijn
- Minimale werkruimte
- Plangrens bovengronds
- Plangrens ondergronds
- Tijdelijke Grondopslag
- Toegangsweg
- Werkterrein
- Kadastrale percelen
- Datatransport
- Gas hoge druk
- Gas lage druk
- Buisleiding gevaarlijke inhoud
- Hoogspanning
- Middenspanning
- Laagspanning
- Riool vrijverval
- Riool onder druk
- Warmte
- Water
- Wees of overig klic

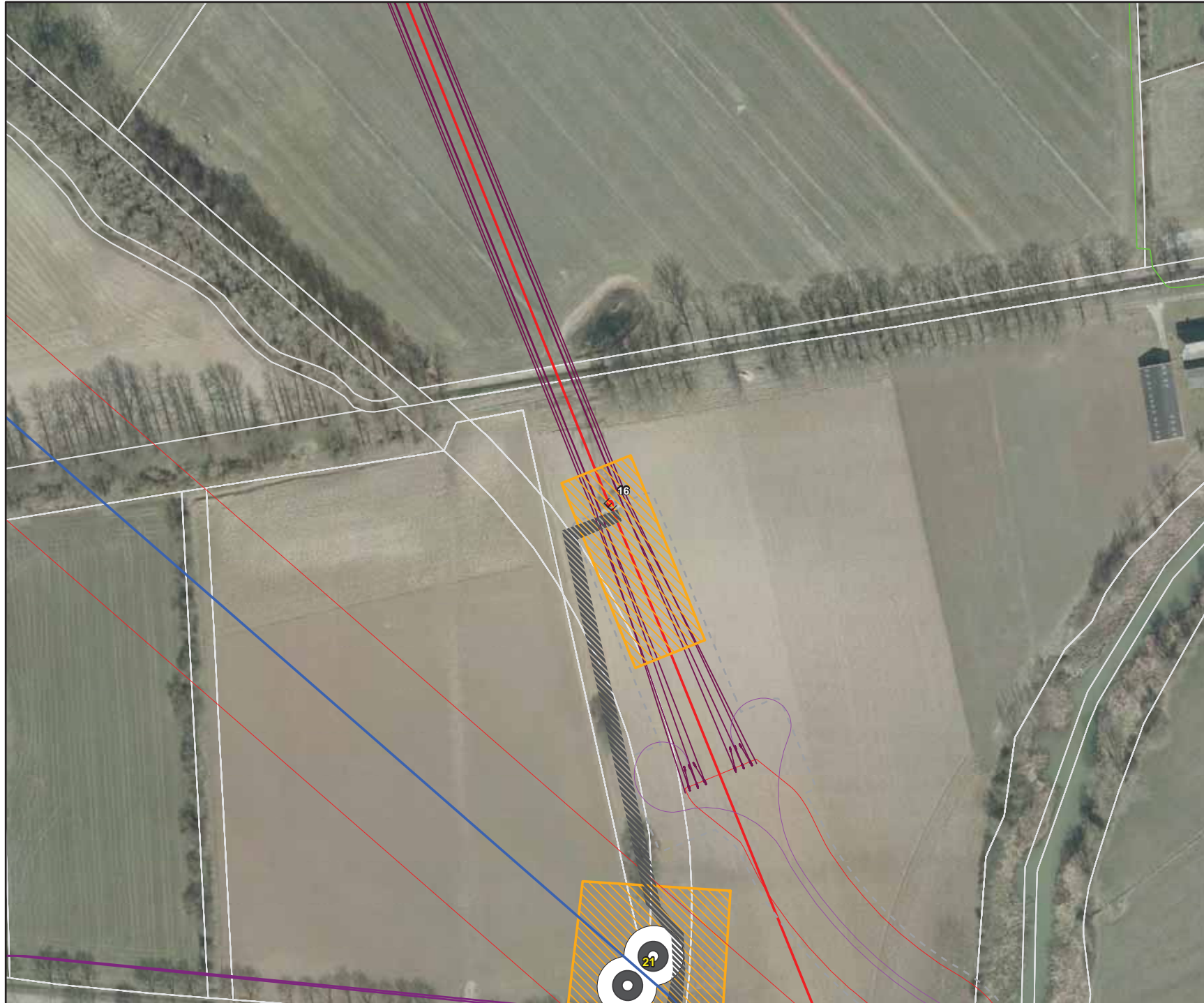
Doetinchem • Wesel 380 kV Mast 15



Versie	3.0	Datum	28-5-2014
Schaal	1:1.500	Formaat	A3
Kenmerk	A:\p_dw380\producten\grondzaken\mxd\140528p_dw380_mastenboek_te_amoveren		



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



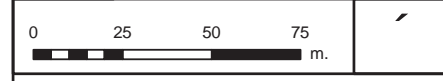
**Legenda**

- Bovengronds 380 kV tracé
- Masten
- X Te amoveren masten
- kabeltracé
- Tijdelijke kabel
- Tijdelijke lijn
- Minimale werkruimte
- Plangrens bovengronds
- Plangrens ondergronds
- Tijdelijke Grondopslag
- Toegangsweg
- Werkterrein
- Kadastrale percelen
- Datatransport
- Gas hoge druk
- Gas lage druk
- Buisleiding gevaarlijke inhoud
- Hoogspanning
- Middenspanning
- Laagspanning
- Riool vrijverval
- Riool onder druk
- Warmte
- Water
- Wees of overig klic

Doetinchem • Wesel 380 kV Mast 16

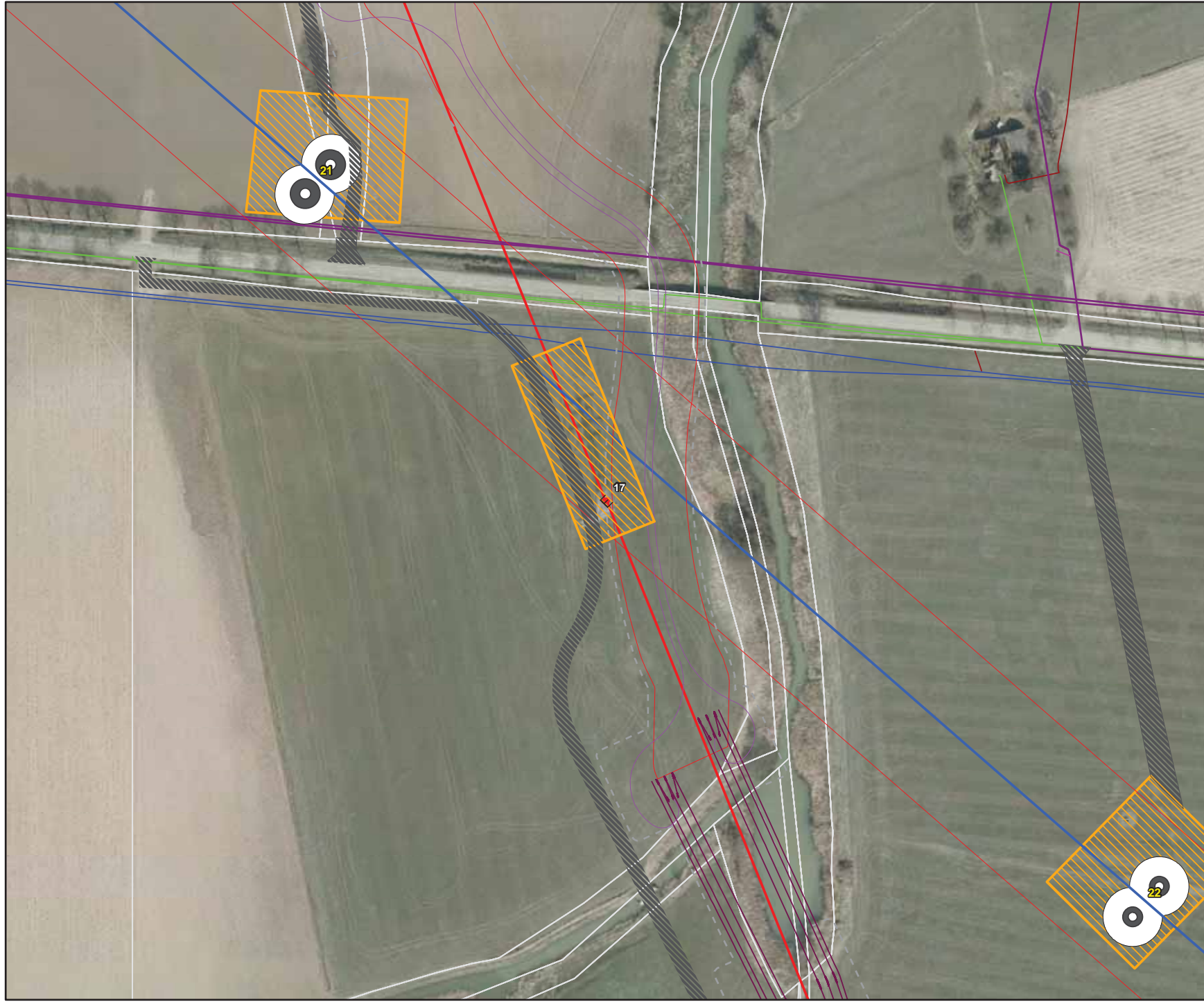


Versie	3.0	Datum	28-5-2014
Schaal	1:1.500	Formaat	A3
Kenmerk	A:\p_dw380\producten\grondzaken\mxd\140528p_dw380_mastenboek_te_amoveren		



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

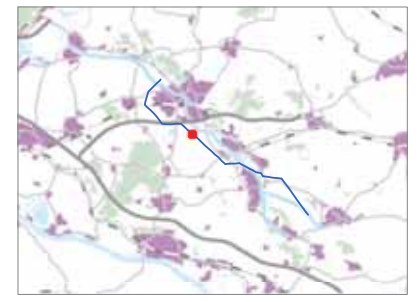




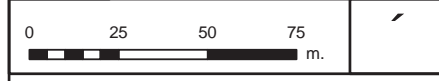
**Legenda**

- Bovengronds 380 kV tracé
- Masten
- ↖ Te amoveren masten
- kabeltracé
- Tijdelijke kabel
- Tijdelijke lijn
- Minimale werkruimte
- Plangrens bovengronds
- Plangrens ondergronds
- Tijdelijke Grondopslag
- Toegangsweg
- Werkterrein
- Kadastrale percelen
- Dataltransport
- Gas hoge druk
- Gas lage druk
- Buisleiding gevaarlijke inhoud
- Hoogspanning
- Middenspanning
- Laagspanning
- Riool vrijverval
- Riool onder druk
- Warmte
- Water
- Wees of overig klic

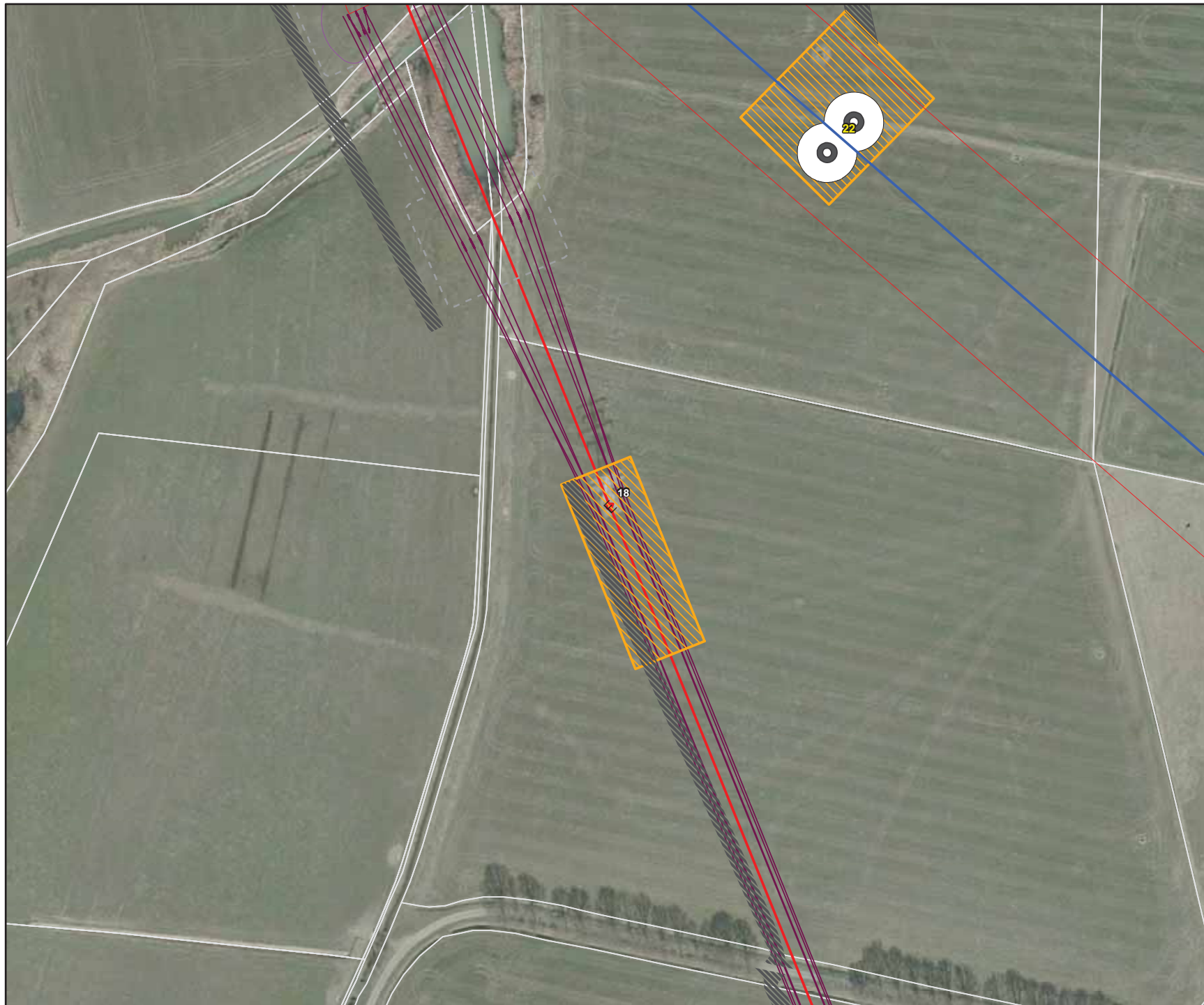
Doetinchem • Wesel 380 kV Mast 17



Versie	3.0	Datum	28-5-2014
Schaal	1:1.500	Formaat	A3
Kenmerk	A:\p_dw380\producten\grondzaken\mxd\140528p_dw380_mastenboek_te_amoveren		



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



**Legenda**

- Bovengronds 380 kV tracé
- Masten
- ↖ Te amoveren masten
- kabeltracé
- Tijdelijke kabel
- Tijdelijke lijn
- Minimale werkruimte
- Plangrens bovengronds
- Plangrens ondergronds
- Tijdelijke Grondopslag
- Toegangsweg
- Werkterrein
- Kadastrale percelen
- Datatransport
- Gas hoge druk
- Gas lage druk
- Buisleiding gevaarlijke inhoud
- Hoogspanning
- Middenspanning
- Laagspanning
- Riool vrijverval
- Riool onder druk
- Warmte
- Water
- Wees of overig klic



Versie	3.0	Datum	28-5-2014
Schaal	1:1.500	Formaat	A3
Kenmerk	A:\p_dw380\producten\grondzaken\mxd\140528p_dw380_mastenboek_te_amoveren		



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





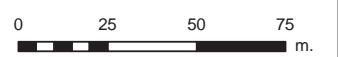
**Legenda**

- Bovengronds 380 kV tracé
- Masten
- Te amoveren masten
- kabeltracé
- Tijdelijke kabel
- Tijdelijke lijn
- Minimale werkruimte
- Plangrens bovengronds
- Plangrens ondergronds
- Tijdelijke Grondopslag
- Toegangsweg
- Werkterrein
- Kadastrale percelen
- Datatransport
- Gas hoge druk
- Gas lage druk
- Buisleiding gevaarlijke inhoud
- Hoogspanning
- Middenspanning
- Laagspanning
- Riool vrijverval
- Riool onder druk
- Warmte
- Water
- Wees of overig klic

Doetinchem • Wesel 380 kV Mast 19



Versie	3.0	Datum	28-5-2014
Schaal	1:1.500	Formaat	A3
Kenmerk	A:\p_dw380\producten\grondzaken\mxd\140528p_dw380_mastenboek_te_amoveren		



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



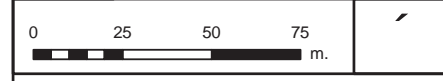
### Legenda

- Bovengronds 380 kV tracé
- Masten
- ↙ Te amoveren masten
- kabeltracé
- Tijdelijke kabel
- Tijdelijke lijn
- Minimale werkruimte
- Plangrens bovengronds
- Plangrens ondergronds
- Tijdelijke Grondopslag
- Toegangsweg
- Werkterrein
- Kadastrale percelen
- Datatransport
- Gas hoge druk
- Gas lage druk
- Buisleiding gevaarlijke inhoud
- Hoogspanning
- Middenspanning
- Laagspanning
- Riool vrijverval
- Riool onder druk
- Warmte
- Water
- Wees of overig klic

Doetinchem • Wesel 380 kV Mast 20



Versie	3.0	Datum	28-5-2014
Schaal	1:1.500	Formaat	A3
Kenmerk	A:\p_dw380\producten\grondzaken\mxd\140528p_dw380_mastenboek_te_amoveren		



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





**Legenda**

- Bovengronds 380 kV tracé
- Masten
- ✕ Te amoveren masten
- kabeltracé
- Tijdelijke kabel
- Tijdelijke lijn
- Minimale werkruimte
- Plangrens bovengronds
- Plangrens ondergronds
- Tijdelijke Grondopslag
- Toegangsweg
- Werkterrein
- Kadastrale percelen
- Dataltransport
- Gas hoge druk
- Gas lage druk
- Buisleiding gevaarlijke inhoud
- Hoogspanning
- Middenspanning
- Laagspanning
- Riool vrijverval
- Riool onder druk
- Warmte
- Water
- Wees of overig klic

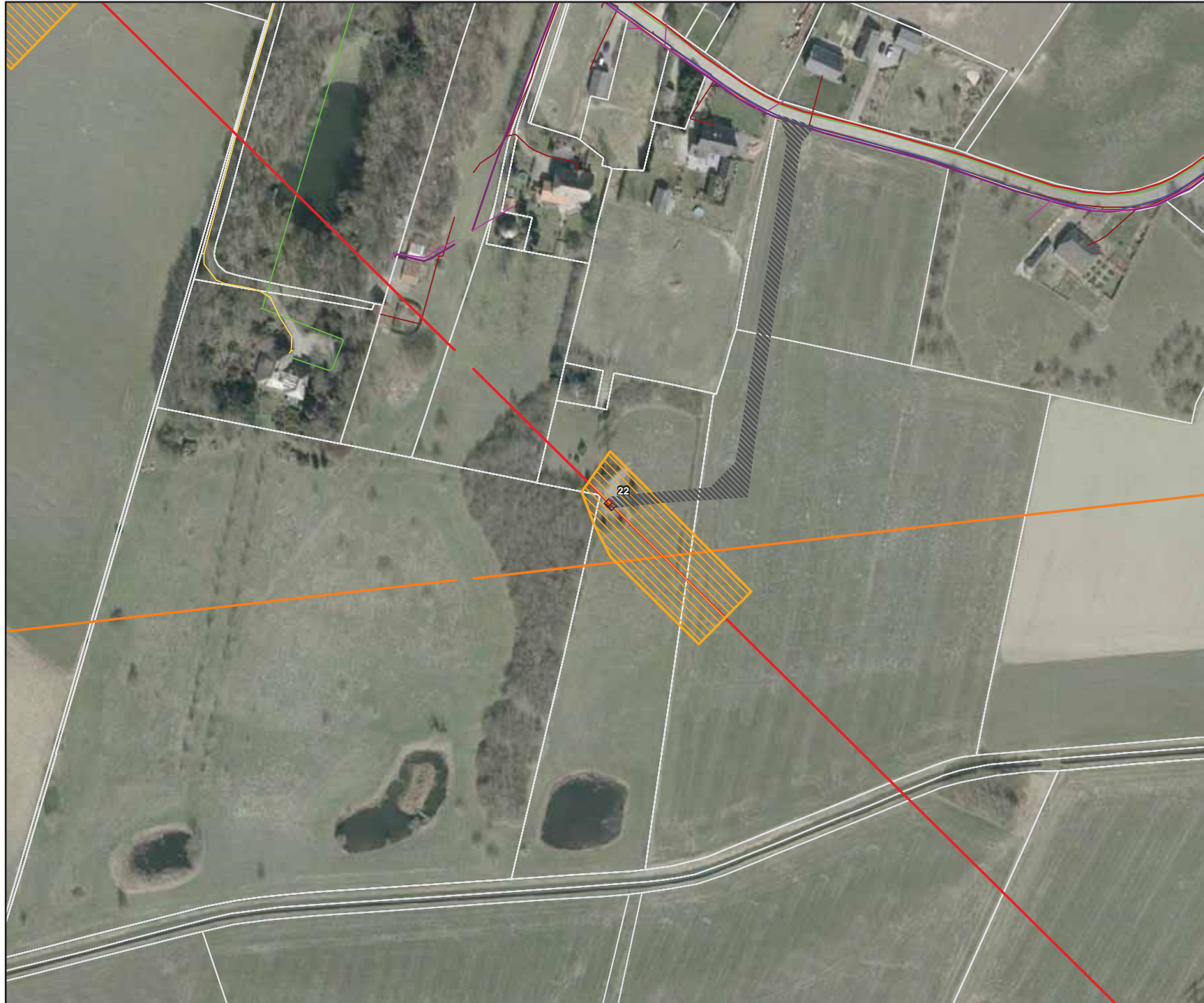
**Doetinchem • Wesel 380 kV Mast 21**



Versie	3.0	Datum	28-5-2014
Schaal	1:1.500	Formaat	A3
Kenmerk	A:\p_dw380\producten\grondzaken\mxd\140528p_dw380_mastenboek_te_amoveren		



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



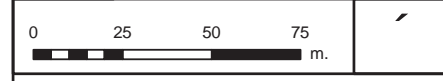
### Legenda

- Bovengronds 380 kV tracé
- Masten
- ↙ Te amoveren masten
- kabeltracé
- Tijdelijke kabel
- Tijdelijke lijn
- Minimale werkruimte
- Plangrens bovengronds
- Plangrens ondergronds
- Tijdelijke Grondopslag
- Toegangsweg
- Werkterrein
- Kadastrale percelen
- Datatransport
- Gas hoge druk
- Gas lage druk
- Buisleiding gevaarlijke inhoud
- Hoogspanning
- Middenspanning
- Laagspanning
- Riool vrijverval
- Riool onder druk
- Warmte
- Water
- Wees of overig klic

Doetinchem • Wesel 380 kV Mast 22



Versie	3.0	Datum	28-5-2014
Schaal	1:1.500	Formaat	A3
Kenmerk	A:\p_dw380\producten\grondzaken\mxd\140528p_dw380_mastenboek_te_amoveren		



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





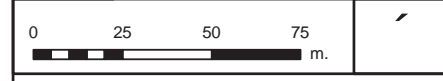
**Legenda**

- Bovengronds 380 kV tracé
- Masten
- ↙ Te amoveren masten
- kabeltracé
- Tijdelijke kabel
- Tijdelijke lijn
- Minimale werkruimte
- Plangrens bovengronds
- Plangrens ondergronds
- Tijdelijke Grondopslag
- Toegangsweg
- Werkterrein
- Kadastrale percelen
- Datatransport
- Gas hoge druk
- Gas lage druk
- Buisleiding gevaarlijke inhoud
- Hoogspanning
- Middenspanning
- Laagspanning
- Riool vrijverval
- Riool onder druk
- Warmte
- Water
- Wees of overig klic

Doetinchem • Wesel 380 kV Mast 23



Versie	3.0	Datum	28-5-2014
Schaal	1:1.500	Formaat	A3
Kenmerk	A:\p_dw380\producten\grondzaken\mxd\140528p_dw380_mastenboek_te_amoveren		



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



### Legenda

- Bovengronds 380 kV tracé
- Masten
- ↙ Te amoveren masten
- kabeltracé
- Tijdelijke kabel
- Tijdelijke lijn
- Minimale werkruimte
- Plangrens bovengronds
- Plangrens ondergronds
- Tijdelijke Grondopslag
- Toegangsweg
- Werkterrein
- Kadastrale percelen
- Datatransport
- Gas hoge druk
- Gas lage druk
- Buisleiding gevaarlijke inhoud
- Hoogspanning
- Middenspanning
- Laagspanning
- Riool vrijverval
- Riool onder druk
- Warmte
- Water
- Wees of overig klic

Doetinchem • Wesel 380 kV Mast 24



Versie	3.0	Datum	28-5-2014
Schaal	1:1.500	Formaat	A3
Kenmerk	A:\p_dw380\producten\grondzaken\mxd\140528p_dw380_mastenboek_te_amoveren		



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





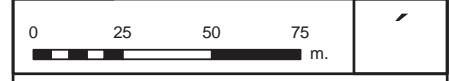
**Legenda**

- Bovengronds 380 kV tracé
- Masten
- ↖ Te amoveren masten
- kabeltracé
- Tijdelijke kabel
- Tijdelijke lijn
- Minimale werkruimte
- Plangrens bovengronds
- Plangrens ondergronds
- Tijdelijke Grondopslag
- Toegangsweg
- Werkterrein
- Kadastrale percelen
- Datatransport
- Gas hoge druk
- Gas lage druk
- Buisleiding gevaarlijke inhoud
- Hoogspanning
- Middenspanning
- Laagspanning
- Riool vrijverval
- Riool onder druk
- Warmte
- Water
- Wees of overig klic

Doetinchem • Wesel 380 kV Mast 25



Versie	3.0	Datum	28-5-2014
Schaal	1:1.500	Formaat	A3
Kenmerk	A:\p_dw380\producten\grondzaken\mxd\140528p_dw380_mastenboek_te_amoveren		



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





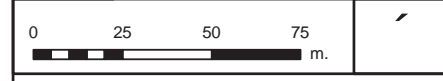
**Legenda**

- Bovengronds 380 kV tracé
- Masten
- ↙ Te amoveren masten
- kabeltracé
- Tijdelijke kabel
- Tijdelijke lijn
- Minimale werkruimte
- Plangrens bovengronds
- Plangrens ondergronds
- Tijdelijke Grondopslag
- Toegangsweg
- Werkterrein
- Kadastrale percelen
- Datatransport
- Gas hoge druk
- Gas lage druk
- Buisleiding gevaarlijke inhoud
- Hoogspanning
- Middenspanning
- Laagspanning
- Riool vrijverval
- Riool onder druk
- Warmte
- Water
- Wees of overig klic

Doetinchem • Wesel 380 kV Mast 26



Versie	3.0	Datum	28-5-2014
Schaal	1:1.500	Formaat	A3
Kenmerk	A:\p_dw380\producten\grondzaken\mxd\140528p_dw380_mastenboek_te_amoveren		



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





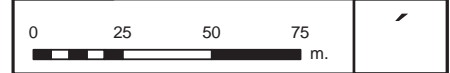
**Legenda**

- Bovengronds 380 kV tracé
- Masten
- ↖ Te amoveren masten
- kabeltracé
- Tijdelijke kabel
- Tijdelijke lijn
- Minimale werkruimte
- Plangrens bovengronds
- Plangrens ondergronds
- Tijdelijke Grondopslag
- Toegangsweg
- Werkterrein
- Kadastrale percelen
- Datatransport
- Gas hoge druk
- Gas lage druk
- Buisleiding gevaarlijke inhoud
- Hoogspanning
- Middenspanning
- Laagspanning
- Riool vrijverval
- Riool onder druk
- Warmte
- Water
- Wees of overig klic

**Doetinchem • Wesel 380 kV Mast 27**

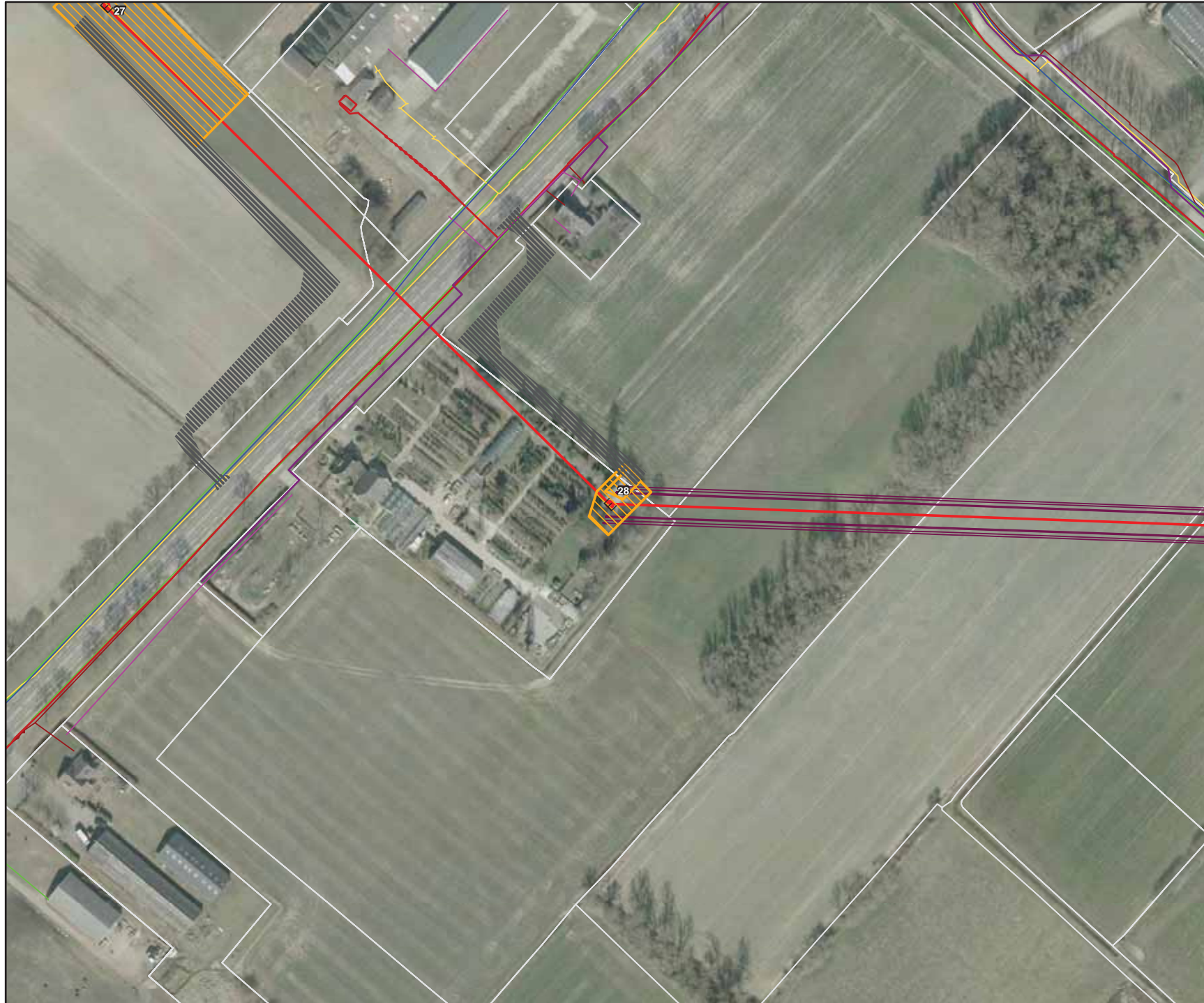


Versie	3.0	Datum	28-5-2014
Schaal	1:1.500	Formaat	A3
Kenmerk	A:\p_dw380\producten\grondzaken\mxd\140528p_dw380_mastenboek_te_amoveren		



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

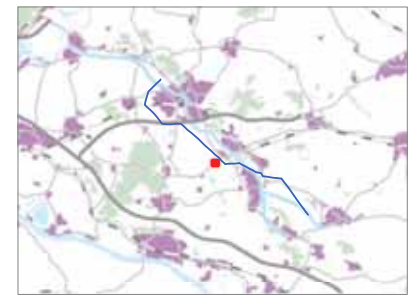




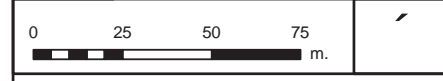
### Legenda

- Bovengronds 380 kV tracé
- Masten
- ↙ Te amoveren masten
- kabeltracé
- Tijdelijke kabel
- Tijdelijke lijn
- Minimale werkruimte
- Plangrens bovengronds
- Plangrens ondergronds
- Tijdelijke Grondopslag
- Toegangsweg
- Werkterrein
- Kadastrale percelen
- Datatransport
- Gas hoge druk
- Gas lage druk
- Buisleiding gevaarlijke inhoud
- Hoogspanning
- Middenspanning
- Laagspanning
- Riool vrijverval
- Riool onder druk
- Warmte
- Water
- Wees of overig klic

Doetinchem • Wesel 380 kV Mast 28

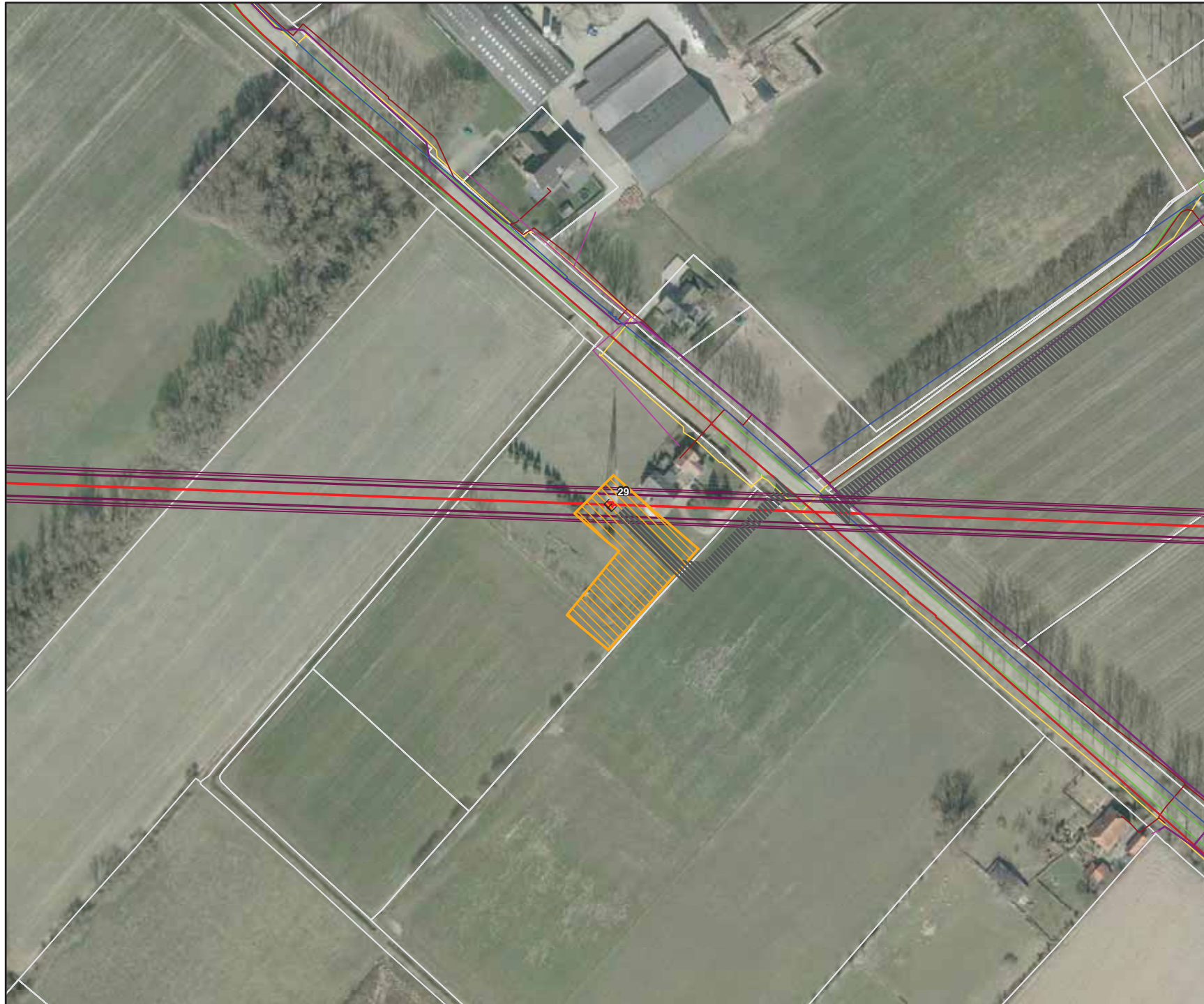


Versie	3.0	Datum	28-5-2014
Schaal	1:1.500	Formaat	A3
Kenmerk	A:\p_dw380\producten\grondzaken\mxd\140528p_dw380_mastenboek_te_amoveren		



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

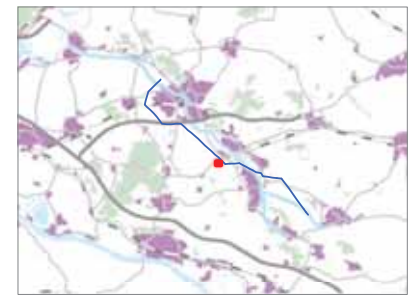




### Legenda

- Bovengronds 380 kV tracé
- Masten
- ↙ Te amoveren masten
- kabeltracé
- Tijdelijke kabel
- Tijdelijke lijn
- Minimale werkruimte
- Plangrens bovengronds
- Plangrens ondergronds
- Tijdelijke Grondopslag
- Toegangsweg
- Werkterrein
- Kadastrale percelen
- Datatransport
- Gas hoge druk
- Gas lage druk
- Buisleiding gevaarlijke inhoud
- Hoogspanning
- Middenspanning
- Laagspanning
- Riool vrijverval
- Riool onder druk
- Warmte
- Water
- Wees of overig klic

Doetinchem • Wesel 380 kV Mast 29



Versie	3.0	Datum	28-5-2014
Schaal	1:1.500	Formaat	A3
Kenmerk	A:\p_dw380\producten\grondzaken\mxd\140528p_dw380_mastenboek_te_amoveren		



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





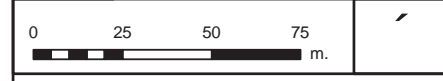
**Legenda**

- Bovengronds 380 kV tracé
- Masten
- ↙ Te amoveren masten
- kabeltracé
- Tijdelijke kabel
- Tijdelijke lijn
- Minimale werkruimte
- Plangrens bovengronds
- Plangrens ondergronds
- Tijdelijke Grondopslag
- Toegangsweg
- Werkterrein
- Kadastrale percelen
- Datatransport
- Gas hoge druk
- Gas lage druk
- Buisleiding gevaarlijke inhoud
- Hoogspanning
- Middenspanning
- Laagspanning
- Riool vrijverval
- Riool onder druk
- Warmte
- Water
- Wees of overig klic

Doetinchem • Wesel 380 kV Mast 30



Versie	3.0	Datum	28-5-2014
Schaal	1:1.500	Formaat	A3
Kenmerk	A:\p_dw380\producten\grondzaken\mxd\140528p_dw380_mastenboek_te_amoveren		



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





**Legenda**

- Bovengronds 380 kV tracé
- Masten
- ↙ Te amoveren masten
- kabeltracé
- Tijdelijke kabel
- Tijdelijke lijn
- Minimale werkruimte
- Plangrens bovengronds
- Plangrens ondergronds
- Tijdelijke Grondopslag
- Toegangsweg
- Werkterrein
- Kadastrale percelen
- Datatransport
- Gas hoge druk
- Gas lage druk
- Buisleiding gevaarlijke inhoud
- Hoogspanning
- Middenspanning
- Laagspanning
- Riool vrijverval
- Riool onder druk
- Warmte
- Water
- Wees of overig klic

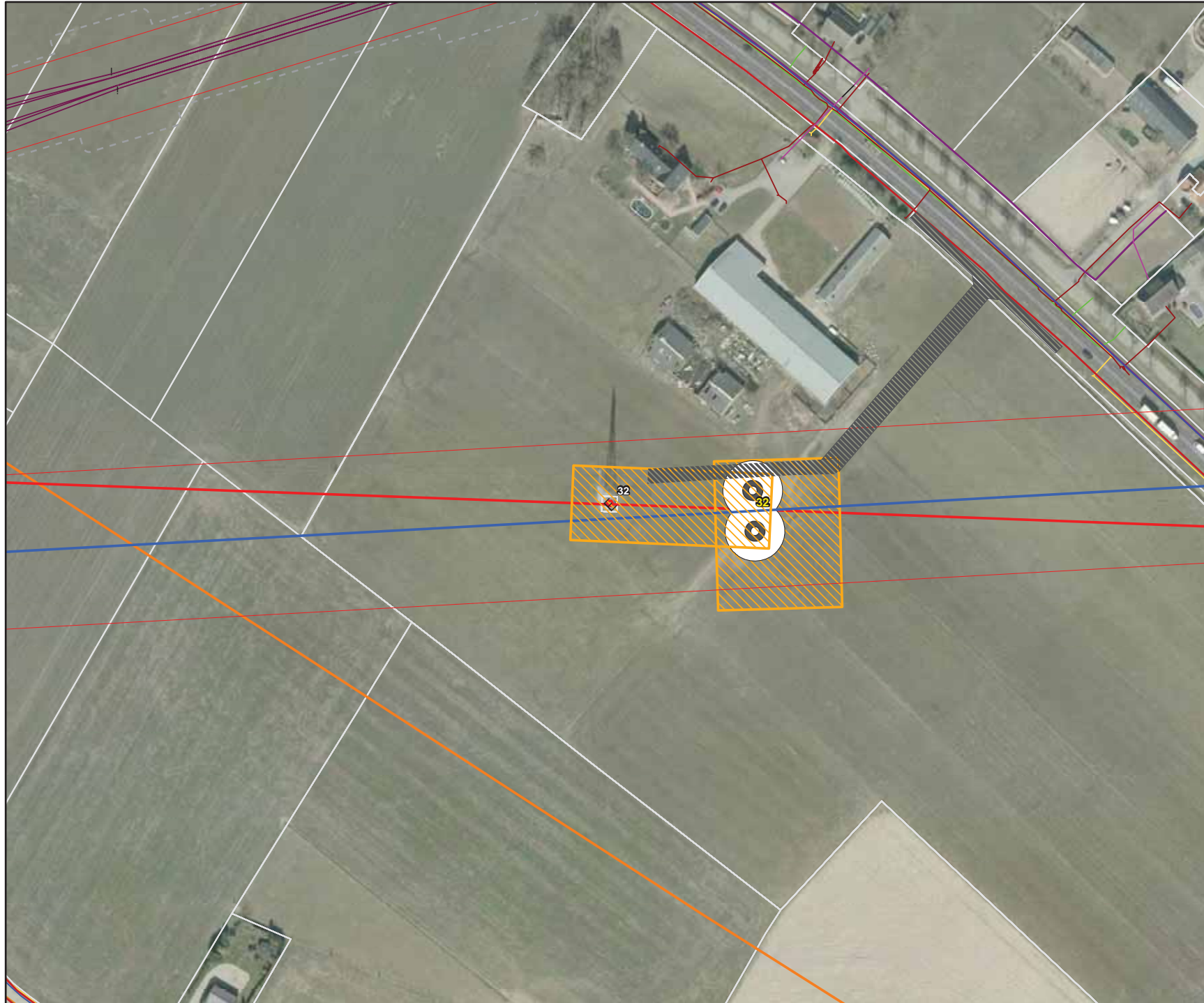
**Doetinchem • Wesel 380 kV Mast 31**



Versie	3.0	Datum	28-5-2014
Schaal	1:1.500	Formaat	A3
Kenmerk	A:\p_dw380\producten\grondzaken\mxd\140528p_dw380_mastenboek_te_amoveren		



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



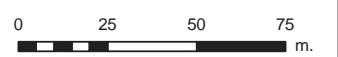
### Legenda

- Bovengronds 380 kV tracé
- Masten
- ↙ Te amoveren masten
- kabeltracé
- Tijdelijke kabel
- Tijdelijke lijn
- Minimale werkruimte
- Plangrens bovengronds
- Plangrens ondergronds
- Tijdelijke Grondopslag
- Toegangsweg
- Werkterrein
- Kadastrale percelen
- Datatransport
- Gas hoge druk
- Gas lage druk
- Buisleiding gevaarlijke inhoud
- Hoogspanning
- Middenspanning
- Laagspanning
- Riool vrijverval
- Riool onder druk
- Warmte
- Water
- Wees of overig klic

Doetinchem • Wesel 380 kV Mast 32

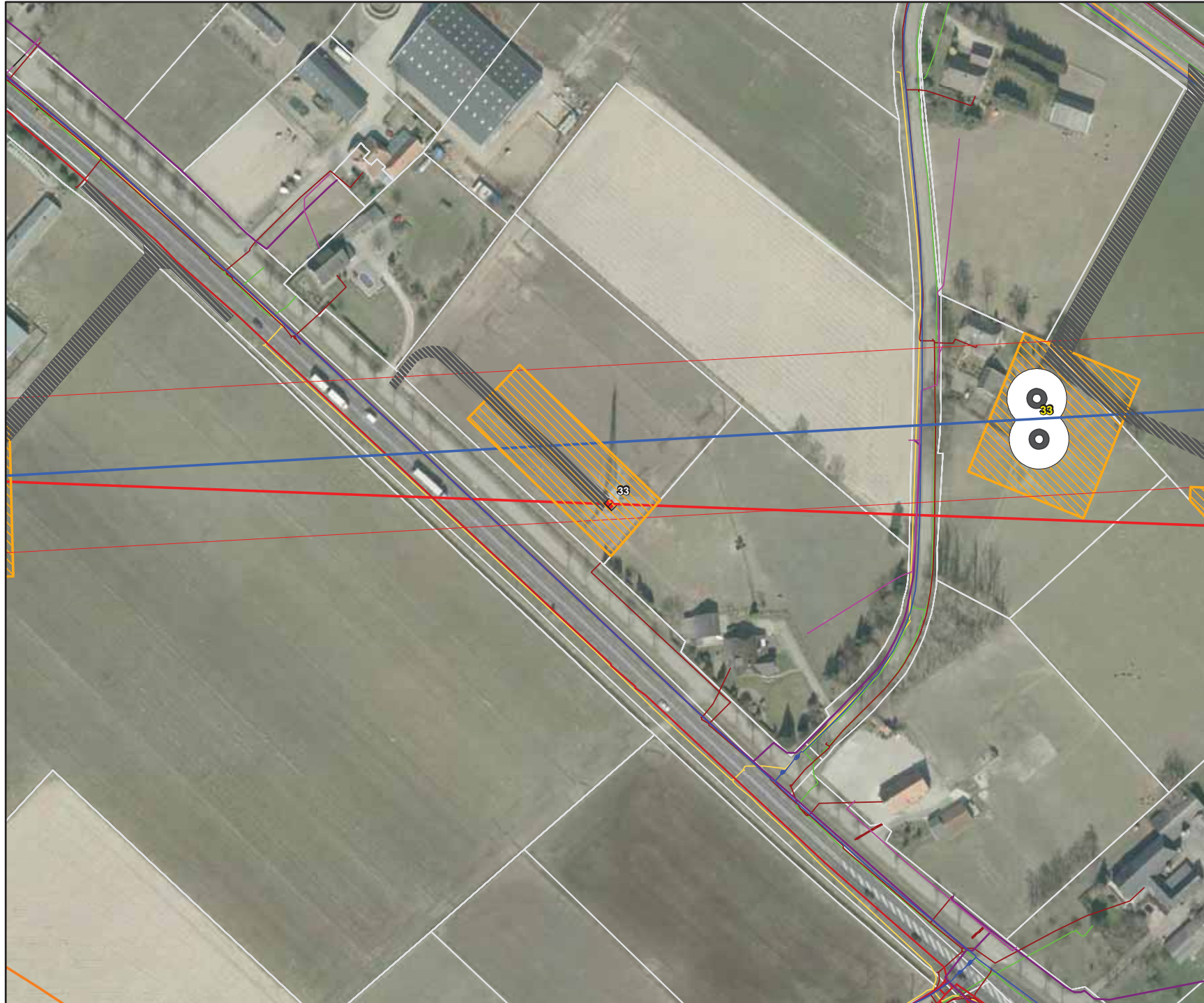


Versie	3.0	Datum	28-5-2014
Schaal	1:1.500	Formaat	A3
Kenmerk	A:\p_dw380\producten\grondzaken\mxd\140528p_dw380_mastenboek_te_amoveren		



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





### Legenda

- Bovengronds 380 kV tracé
- Masten
- ↙ Te amoveren masten
- kabeltracé
- Tijdelijke kabel
- Tijdelijke lijn
- Minimale werkruimte
- Plangrens bovengronds
- Plangrens ondergronds
- Tijdelijke Grondopslag
- Toegangsweg
- Werkterrein
- Kadastrale percelen
- Datatransport
- Gas hoge druk
- Gas lage druk
- Buisleiding gevaarlijke inhoud
- Hoogspanning
- Middenspanning
- Laagspanning
- Riool vrijverval
- Riool onder druk
- Warmte
- Water
- Wees of overig klic

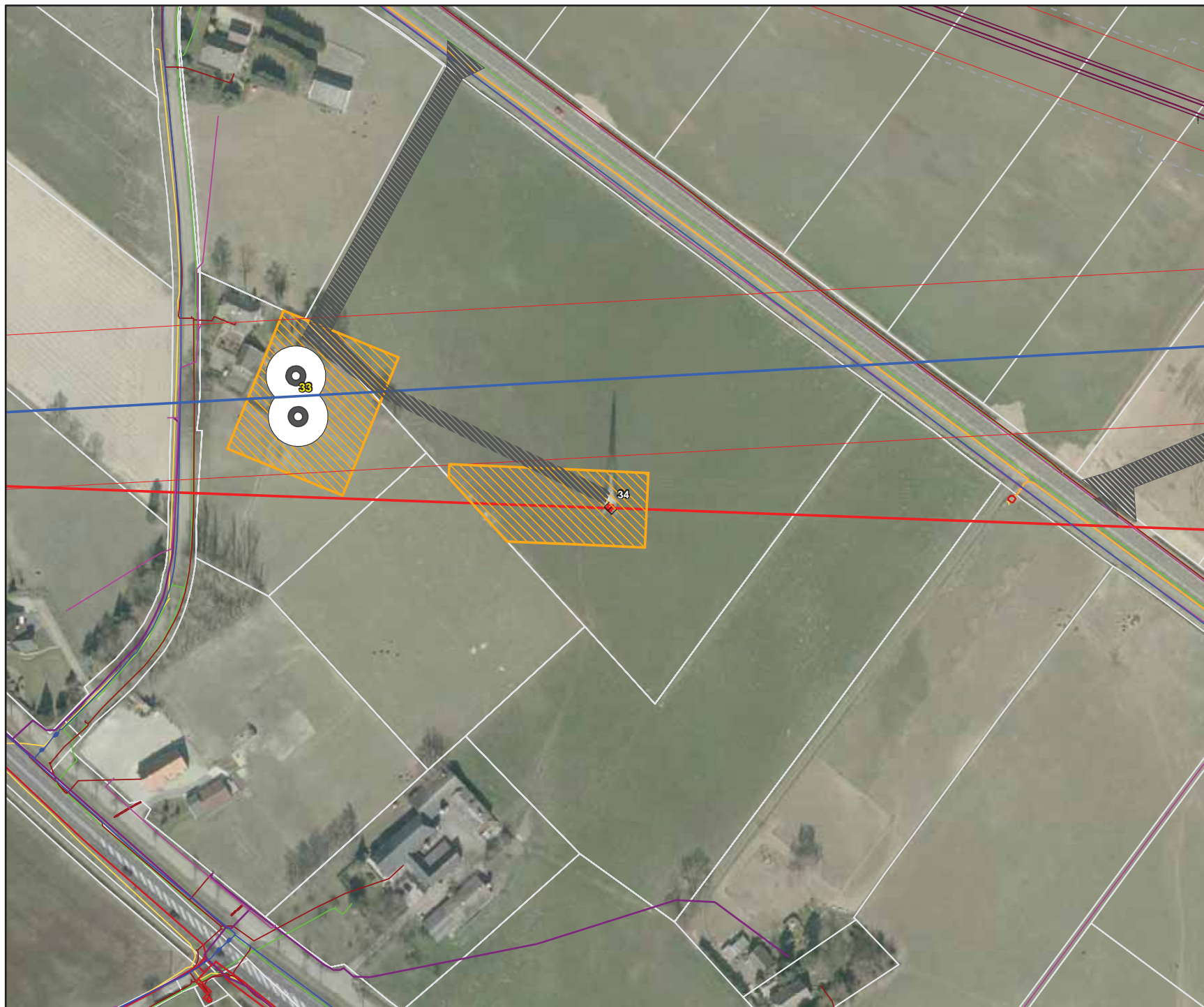
Doetinchem • Wesel 380 kV Mast 33



Versie	3.0	Datum	28-5-2014
Schaal	1:1.500	Formaat	A3
Kenmerk	A:\p_dw380\producten\grondzaken\mxd\140528p_dw380_mastenboek_te_amoveren		



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



**Legenda**

- Bovengronds 380 kV tracé
- Masten
- ↙ Te amoveren masten
- kabeltracé
- Tijdelijke kabel
- Tijdelijke lijn
- Minimale werkruimte
- Plangrens bovengronds
- Plangrens ondergronds
- Tijdelijke Grondopslag
- Toegangsweg
- Werkterrein
- Kadastrale percelen
- Dataltransport
- Gas hoge druk
- Gas lage druk
- Buisleiding gevaarlijke inhoud
- Hoogspanning
- Middenspanning
- Laagspanning
- Riool vrijverval
- Riool onder druk
- Warmte
- Water
- Wees of overig klic

**Doetinchem • Wesel 380 kV Mast 34**



Versie	3.0	Datum	28-5-2014
Schaal	1:1.500	Formaat	A3
Kenmerk	A:\p_dw380\producten\grondzaken\mxd\140528p_dw380_mastenboek_te_amoveren		



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



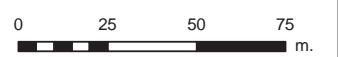


**Legenda**

- Bovengronds 380 kV tracé
- Masten
- ◁ Te amoveren masten
- kabeltracé
- Tijdelijke kabel
- Tijdelijke lijn
- Minimale werkruimte
- Plangrens bovengronds
- Plangrens ondergronds
- Tijdelijke Grondopslag
- Toegangsweg
- Werkterrein
- Kadastrale percelen
- Datatransport
- Gas hoge druk
- Gas lage druk
- Buisleiding gevaarlijke inhoud
- Hoogspanning
- Middenspanning
- Laagspanning
- Riool vrijverval
- Riool onder druk
- Warmte
- Water
- Wees of overig klic

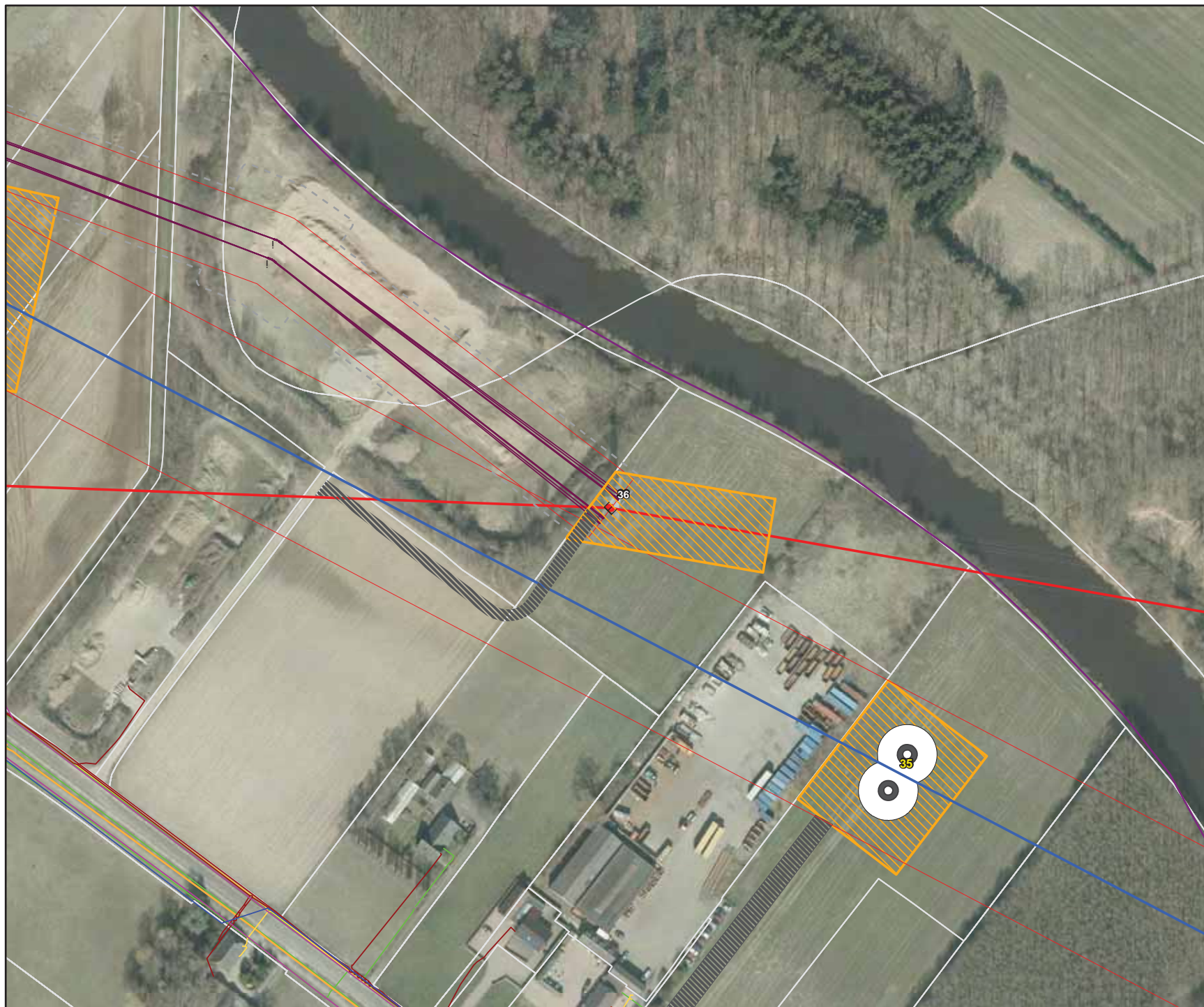


Versie	3.0	Datum	28-5-2014
Schaal	1:1.500	Formaat	A3
Kenmerk	A:\p_dw380\producten\grondzaken\mxd\140528p_dw380_mastenboek_te_amoveren		



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





**Legenda**

- Bovengronds 380 kV tracé
- Masten
- ↙ Te amoveren masten
- kabeltracé
- Tijdelijke kabel
- Tijdelijke lijn
- Minimale werkruimte
- Plangrens bovengronds
- Plangrens ondergronds
- Tijdelijke Grondopslag
- Toegangsweg
- Werkterrein
- Kadastrale percelen
- Datatransport
- Gas hoge druk
- Gas lage druk
- Buisleiding gevaarlijke inhoud
- Hoogspanning
- Middenspanning
- Laagspanning
- Riool vrijverval
- Riool onder druk
- Warmte
- Water
- Wees of overig klic

**Doetinchem • Wesel 380 kV Mast 36**

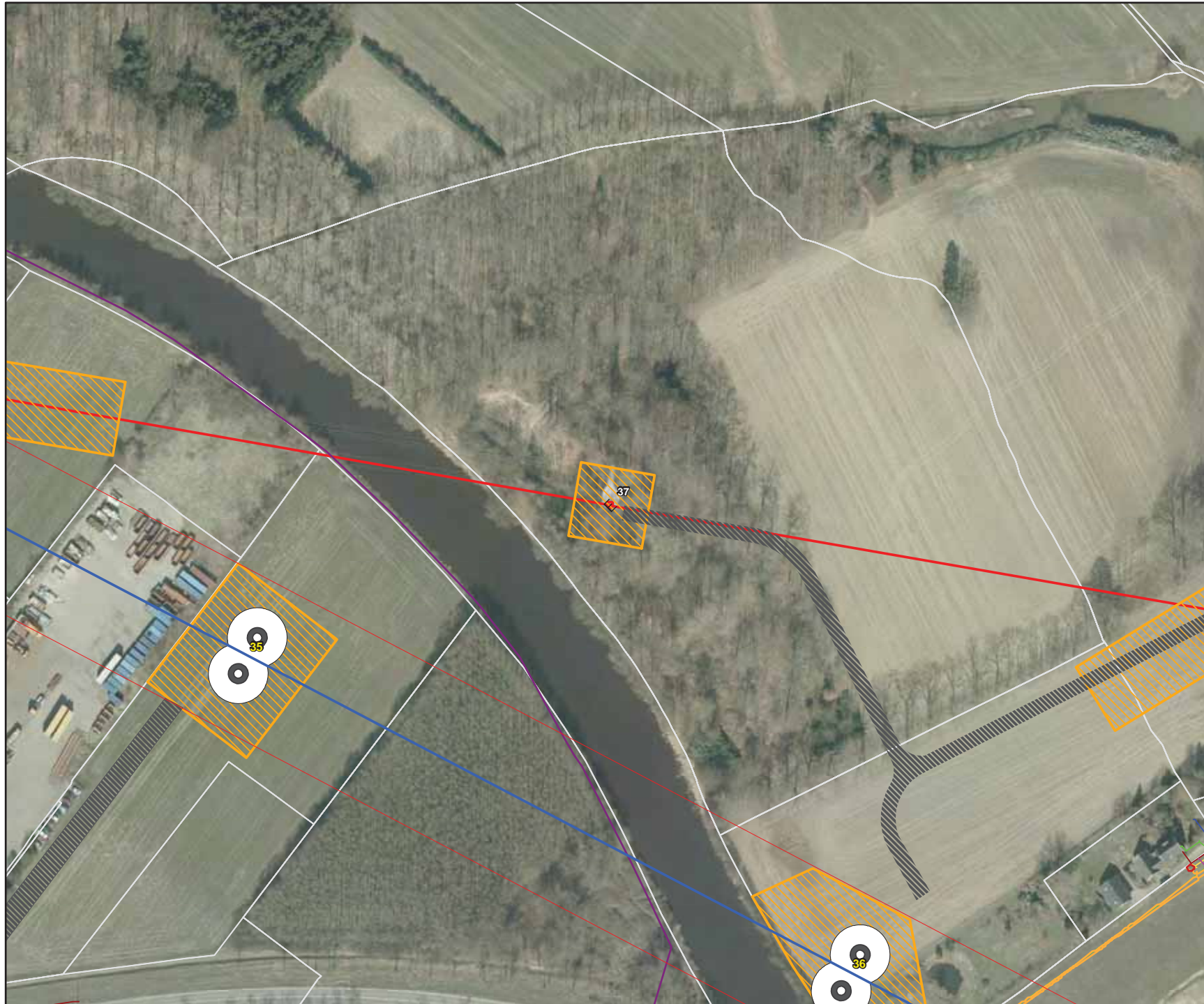


Versie	3.0	Datum	28-5-2014
Schaal	1:1.500	Formaat	A3
Kenmerk	A:\p_dw380\producten\grondzaken\mxd\140528p_dw380_mastenboek_te_amoveren		



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





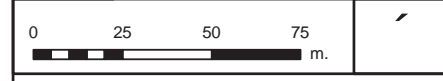
### Legenda

- Bovengronds 380 kV tracé
- Masten
- ↖ Te amoveren masten
- kabeltracé
- Tijdelijke kabel
- Tijdelijke lijn
- Minimale werkruimte
- Plangrens bovengronds
- Plangrens ondergronds
- Tijdelijke Grondopslag
- Toegangsweg
- Werkterrein
- Kadastrale percelen
- Datatransport
- Gas hoge druk
- Gas lage druk
- Buisleiding gevaarlijke inhoud
- Hoogspanning
- Middenspanning
- Laagspanning
- Riool vrijverval
- Riool onder druk
- Warmte
- Water
- Wees of overig klic

Doetinchem • Wesel 380 kV Mast 37

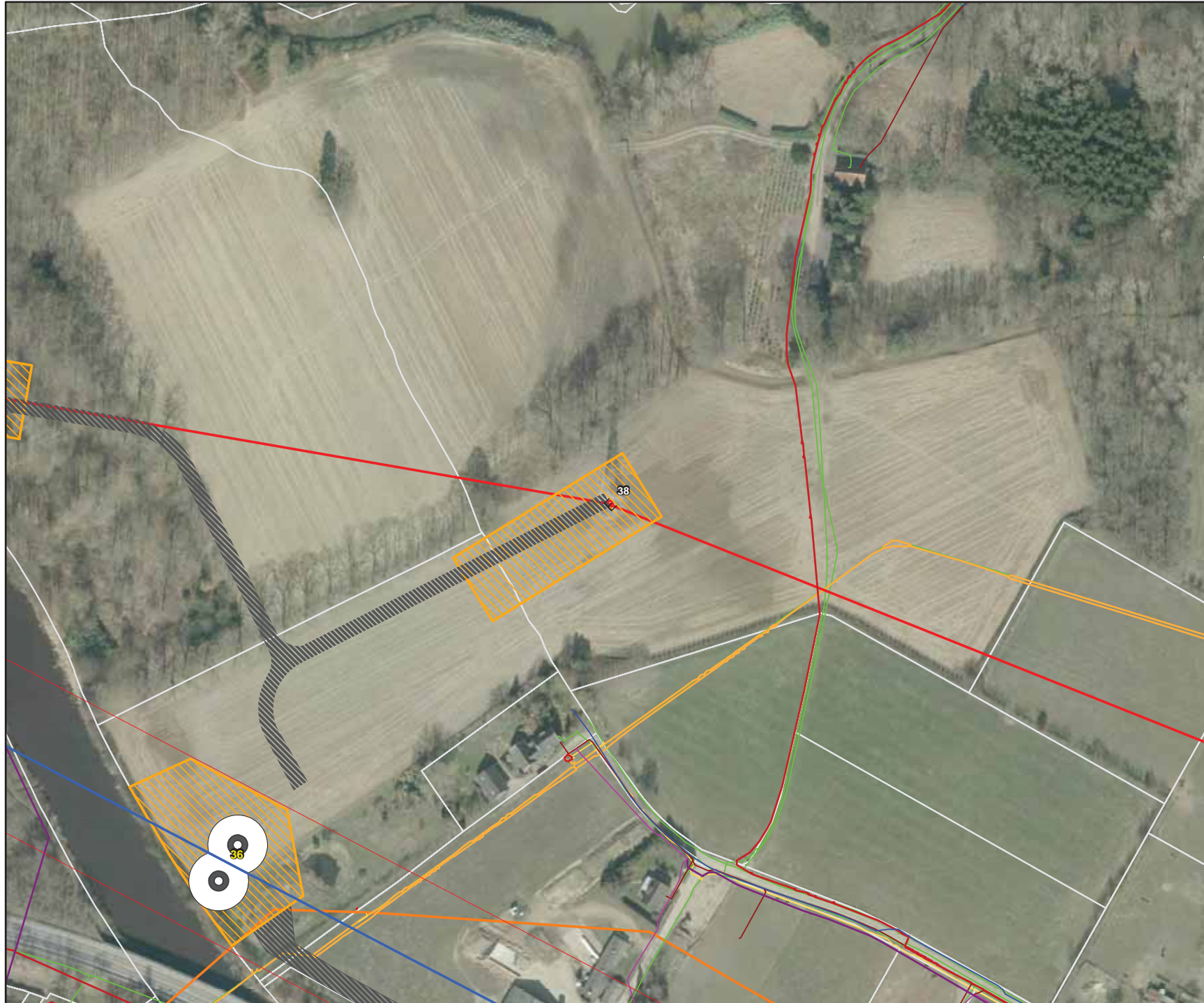


Versie	3.0	Datum	28-5-2014
Schaal	1:1.500	Formaat	A3
Kenmerk	A:\p_dw380\producten\grondzaken\mxd\140528p_dw380_mastenboek_te_amoveren		



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





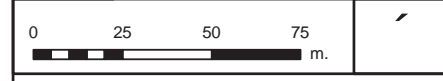
### Legenda

- Bovengronds 380 kV tracé
- Masten
- ↖ Te amoveren masten
- kabeltracé
- Tijdelijke kabel
- Tijdelijke lijn
- Minimale werkruimte
- Plangrens bovengronds
- Plangrens ondergronds
- Tijdelijke Grondopslag
- Toegangsweg
- Werkterrein
- Kadastrale percelen
- Datatransport
- Gas hoge druk
- Gas lage druk
- Buisleiding gevaarlijke inhoud
- Hoogspanning
- Middenspanning
- Laagspanning
- Riool vrijerval
- Riool onder druk
- Warmte
- Water
- Wees of overig klic

Doetinchem • Wesel 380 kV Mast 38

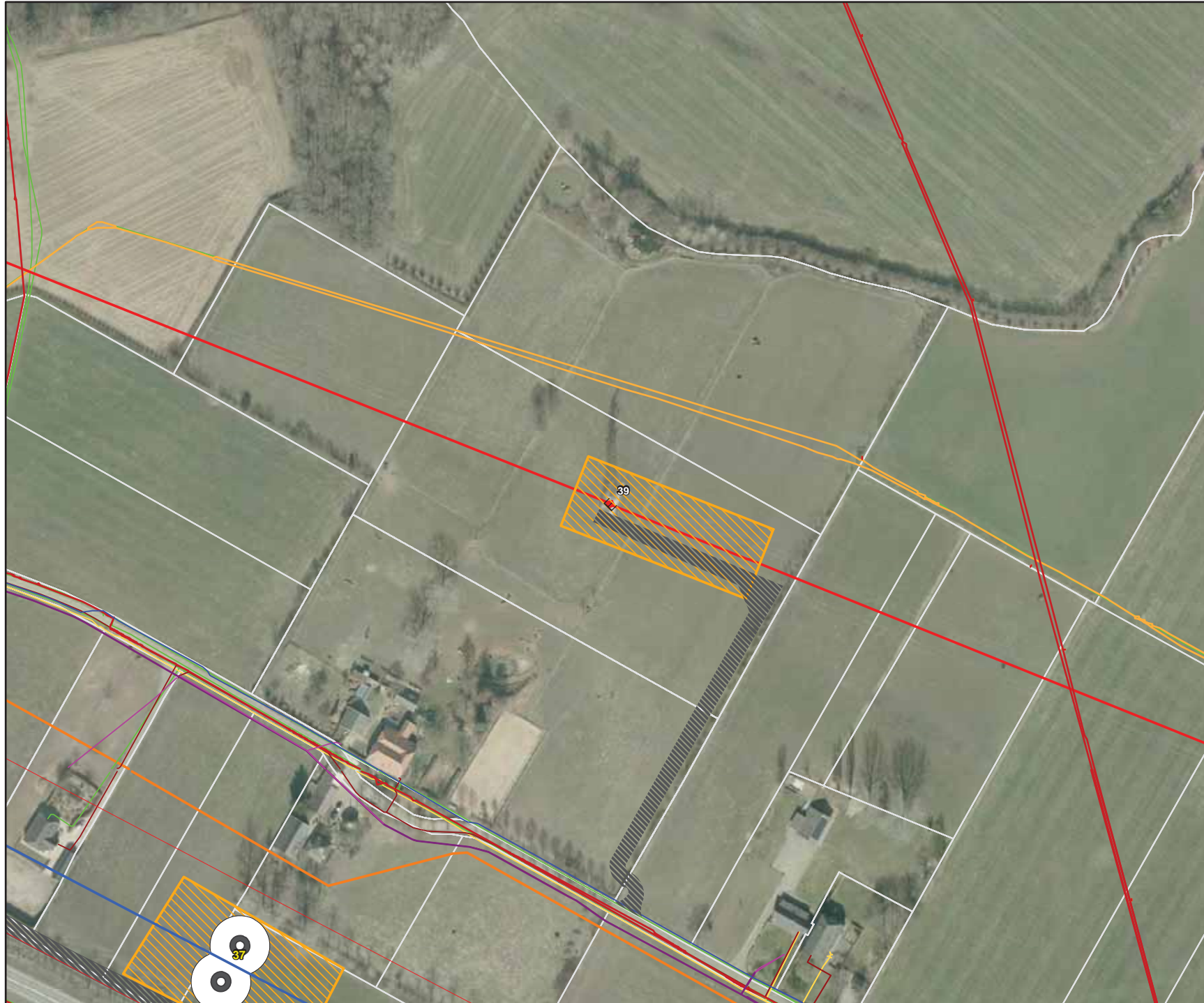


Versie	3.0	Datum	28-5-2014
Schaal	1:1.500	Formaat	A3
Kenmerk	A:\p_dw380\producten\grondzaken\mxd\140528p_dw380_mastenboek_te_amoveren		



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





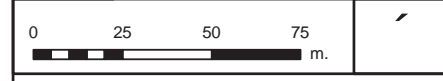
**Legenda**

- Bovengronds 380 kV tracé
- Masten
- ↙ Te amoveren masten
- kabeltracé
- Tijdelijke kabel
- Tijdelijke lijn
- Minimale werkruimte
- Plangrens bovengronds
- Plangrens ondergronds
- Tijdelijke Grondopslag
- Toegangsweg
- Werkterrein
- Kadastrale percelen
- Datatransport
- Gas hoge druk
- Gas lage druk
- Buisleiding gevaarlijke inhoud
- Hoogspanning
- Middenspanning
- Laagspanning
- Riool vrijverval
- Riool onder druk
- Warmte
- Water
- Wees of overig klic

Doetinchem • Wesel 380 kV Mast 39



Versie	3.0	Datum	28-5-2014
Schaal	1:1.500	Formaat	A3
Kenmerk	A:\p_dw380\producten\grondzaken\mxd\140528p_dw380_mastenboek_te_amoveren		



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



**Legenda**

- Bovengronds 380 kV tracé
- Masten
- ↙ Te amoveren masten
- kabeltracé
- Tijdelijke kabel
- Tijdelijke lijn
- Minimale werkruimte
- Plangrens bovengronds
- Plangrens ondergronds
- Tijdelijke Grondopslag
- Toegangsweg
- Werkterrein
- Kadastrale percelen
- Datatransport
- Gas hoge druk
- Gas lage druk
- Buisleiding gevaarlijke inhoud
- Hoogspanning
- Middenspanning
- Laagspanning
- Riool vrijverval
- Riool onder druk
- Warmte
- Water
- Wees of overig klic

**Doetinchem • Wesel 380 kV Mast 40**



Versie	3.0	Datum	28-5-2014
Schaal	1:1.500	Formaat	A3
Kenmerk	A:\p_dw380\producten\grondzaken\mxd\140528p_dw380_mastenboek_te_amoveren		



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





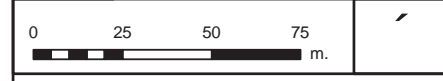
### Legenda

- Bovengronds 380 kV tracé
- Masten
- ◊ Te amoveren masten
- kabeltracé
- Tijdelijke kabel
- Tijdelijke lijn
- Minimale werkruimte
- Plangrens bovengronds
- Plangrens ondergronds
- Tijdelijke Grondopslag
- Toegangsweg
- Werkterrein
- Kadastrale percelen
- Datatransport
- Gas hoge druk
- Gas lage druk
- Buisleiding gevaarlijke inhoud
- Hoogspanning
- Middenspanning
- Laagspanning
- Riool vrijverval
- Riool onder druk
- Warmte
- Water
- Wees of overig klic

Doetinchem • Wesel 380 kV Mast 40A



Versie	3.0	Datum	28-5-2014
Schaal	1:1.500	Formaat	A3
Kenmerk	A:\p_dw380\producten\grondzaken\mxd\140528p_dw380_mastenboek_te_amoveren		



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







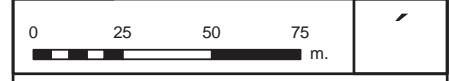
**Legenda**

- Bovengronds 380 kV tracé
- Masten
- ↙ Te amoveren masten
- kabeltracé
- Tijdelijke kabel
- Tijdelijke lijn
- Minimale werkruimte
- Plangrens bovengronds
- Plangrens ondergronds
- Tijdelijke Grondopslag
- Toegangsweg
- Werkterrein
- Kadastrale percelen
- Datatransport
- Gas hoge druk
- Gas lage druk
- Buisleiding gevaarlijke inhoud
- Hoogspanning
- Middenspanning
- Laagspanning
- Riool vrijverval
- Riool onder druk
- Warmte
- Water
- Wees of overig klic

Doetinchem • Wesel 380 kV Mast 41



Versie	3.0	Datum	28-5-2014
Schaal	1:1.500	Formaat	A3
Kenmerk	A:\p_dw380\producten\grondzaken\mxd\140528p_dw380_mastenboek_te_amoveren		



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





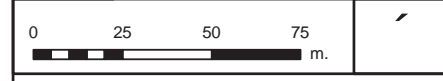
### Legenda

- Bovengronds 380 kV tracé
- Masten
- ◊ Te amoveren masten
- kabeltracé
- Tijdelijke kabel
- Tijdelijke lijn
- Minimale werkruimte
- Plangrens bovengronds
- Plangrens ondergronds
- Tijdelijke Grondopslag
- Toegangsweg
- Werkterrein
- Kadastrale percelen
- Datatransport
- Gas hoge druk
- Gas lage druk
- Buisleiding gevaarlijke inhoud
- Hoogspanning
- Middenspanning
- Laagspanning
- Riool vrijverval
- Riool onder druk
- Warmte
- Water
- Wees of overig klic

Doetinchem • Wesel 380 kV Mast 42

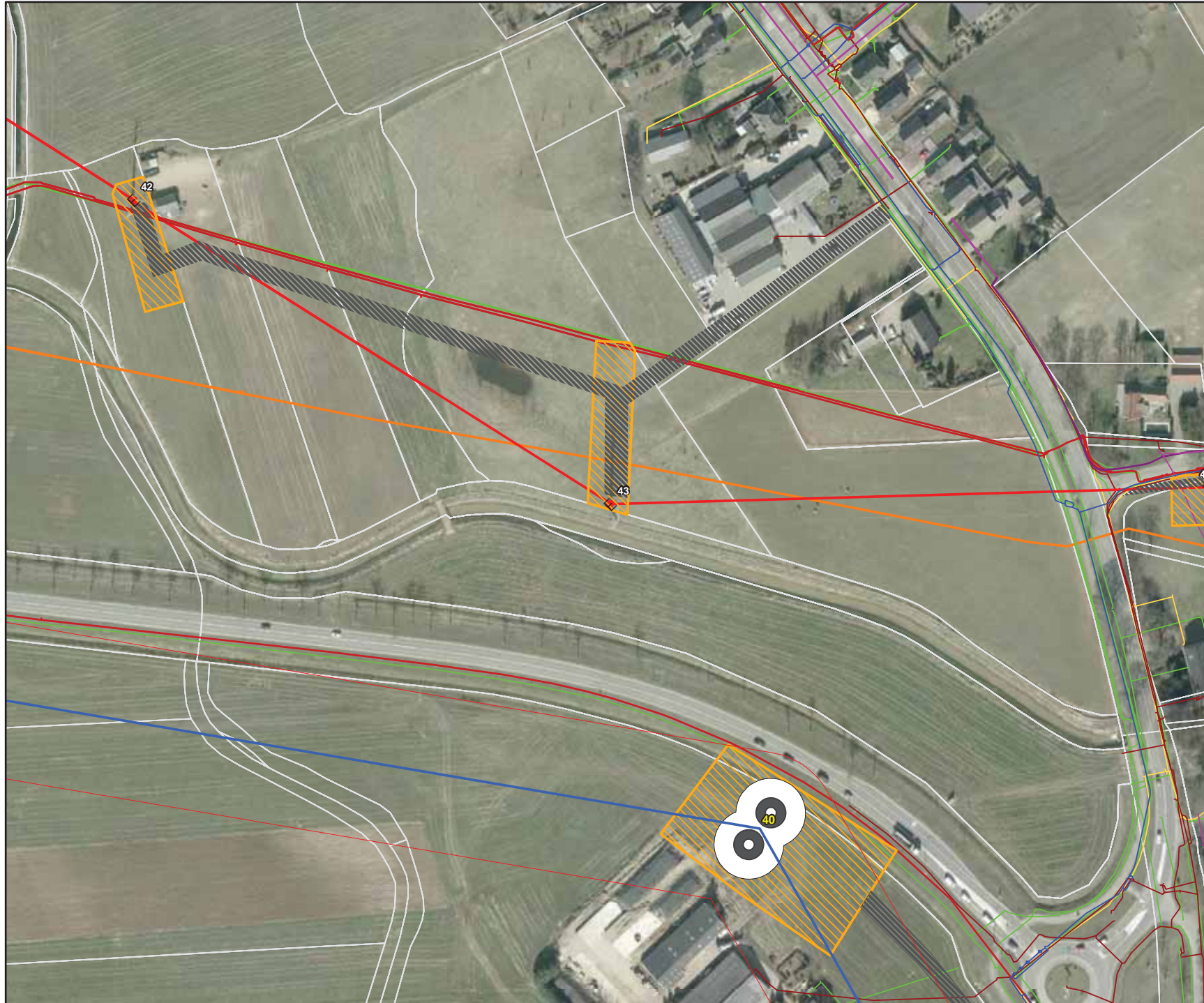


Versie	3.0	Datum	28-5-2014
Schaal	1:1.500	Formaat	A3
Kenmerk	A:\p_dw380\producten\grondzaken\mxd\140528p_dw380_mastenboek_te_amoveren		



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





**Legenda**

- Bovengronds 380 kV tracé
- Masten
- ◊ Te amoveren masten
- kabeltracé
- Tijdelijke kabel
- Tijdelijke lijn
- Minimale werkruimte
- Plangrens bovengronds
- Plangrens ondergronds
- Tijdelijke Grondopslag
- Toegangsweg
- Werkterrein
- Kadastrale percelen
- Datatransport
- Gas hoge druk
- Gas lage druk
- Buisleiding gevaarlijke inhoud
- Hoogspanning
- Middenspanning
- Laagspanning
- Riool vrijverval
- Riool onder druk
- Warmte
- Water
- Wees of overig klic

Doetinchem • Wesel 380 kV Mast 43

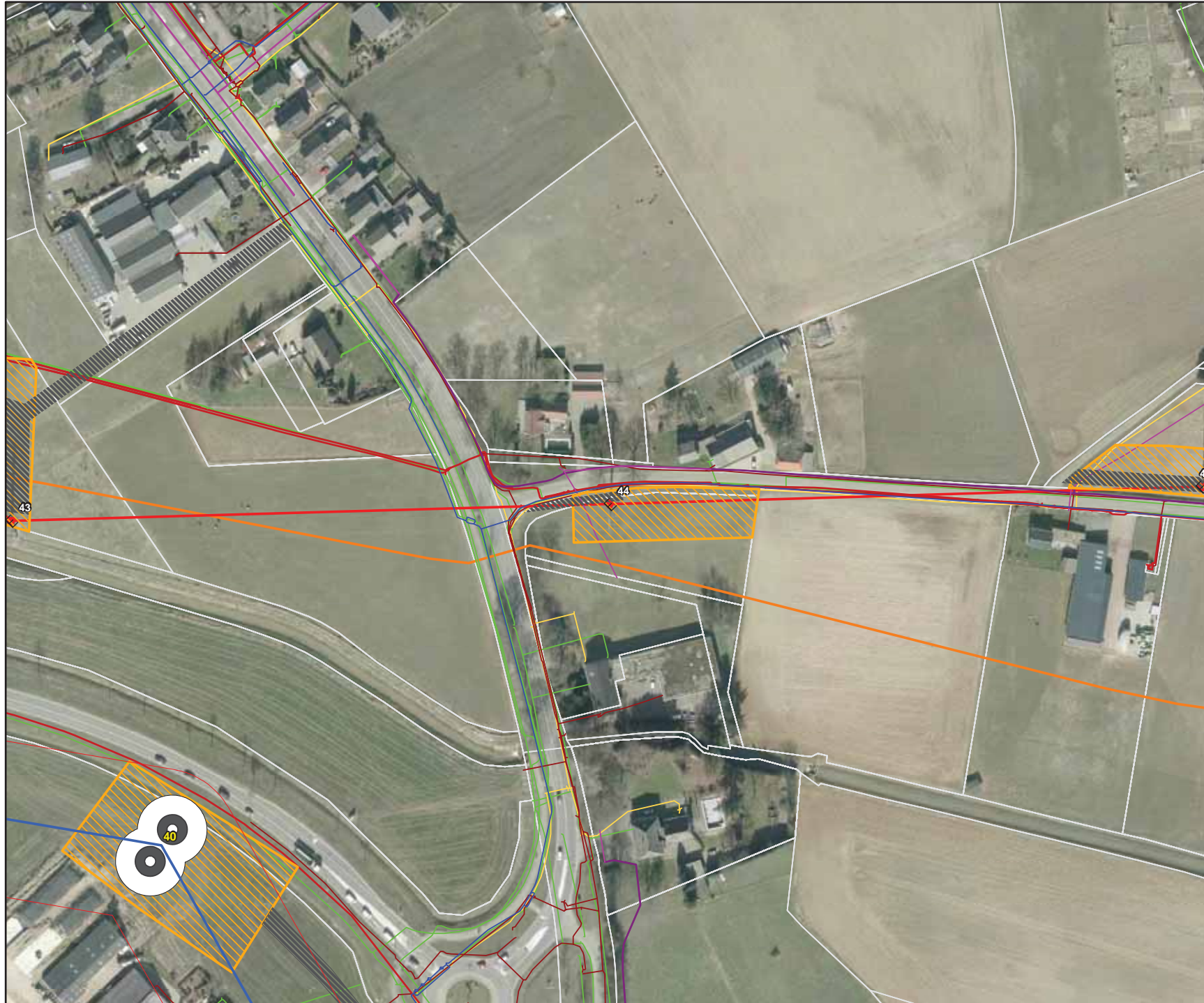


Versie	3.0	Datum	28-5-2014
Schaal	1:1.500	Formaat	A3
Kenmerk	A:\p_dw380\producten\grondzaken\mxd\140528p_dw380_mastenboek_te_amoveren		



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





### Legenda

- Bovengronds 380 kV tracé
- Masten
- ◁ Te amoveren masten
- kabeltracé
- Tijdelijke kabel
- Tijdelijke lijn
- Minimale werkruimte
- Plangrens bovengronds
- Plangrens ondergronds
- Tijdelijke Grondopslag
- Toegangsweg
- Werkterrein
- Kadastrale percelen
- Datatransport
- Gas hoge druk
- Gas lage druk
- Buisleiding gevaarlijke inhoud
- Hoogspanning
- Middenspanning
- Laagspanning
- Riool vrijverval
- Riool onder druk
- Warmte
- Water
- Wees of overig klic

Doetinchem • Wesel 380 kV Mast 44



Versie	3.0	Datum	28-5-2014
Schaal	1:1.500	Formaat	A3
Kenmerk	A:\p_dw380\producten\grondzaken\mxd\140528p_dw380_mastenboek_te_amoveren		



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





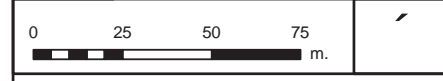
### Legenda

- Bovengronds 380 kV tracé
- Masten
- ◊ Te amoveren masten
- kabeltracé
- Tijdelijke kabel
- Tijdelijke lijn
- Minimale werkruimte
- Plangrens bovengronds
- Plangrens ondergronds
- Tijdelijke Grondopslag
- Toegangsweg
- Werkterrein
- Kadastrale percelen
- Datatransport
- Gas hoge druk
- Gas lage druk
- Buisleiding gevaarlijke inhoud
- Hoogspanning
- Middenspanning
- Laagspanning
- Riool vrijverval
- Riool onder druk
- Warmte
- Water
- Wees of overig klic

Doetinchem • Wesel 380 kV Mast 45

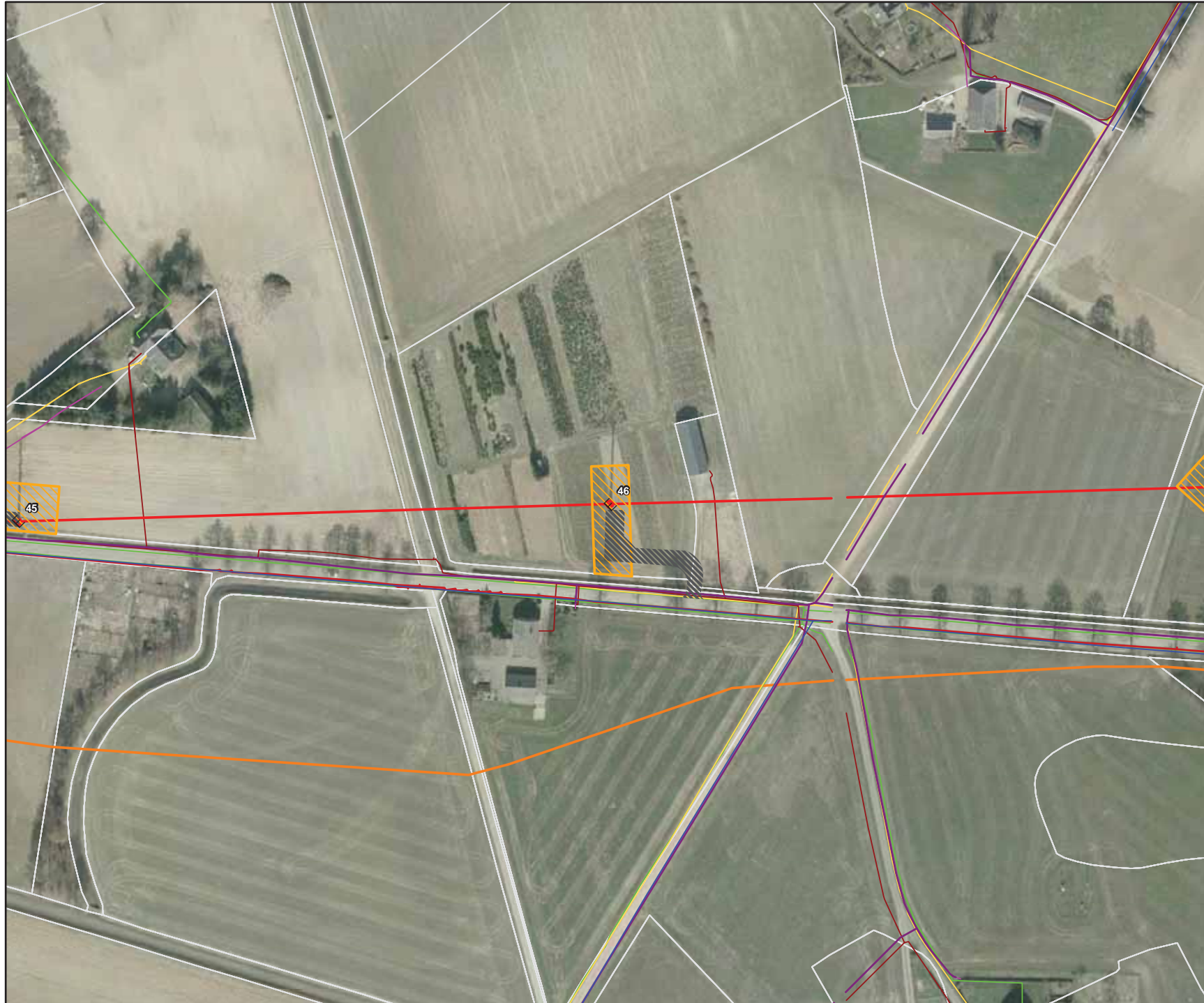


Versie	3.0	Datum	28-5-2014
Schaal	1:1.500	Formaat	A3
Kenmerk	A:\p_dw380\producten\grondzaken\mxd\140528p_dw380_mastenboek_te_amoveren		



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





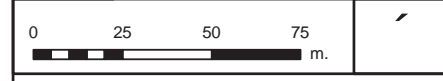
### Legenda

- Bovengronds 380 kV tracé
- Masten
- ◁ Te amoveren masten
- kabeltracé
- Tijdelijke kabel
- Tijdelijke lijn
- Minimale werkruimte
- Plangrens bovengronds
- Plangrens ondergronds
- Tijdelijke Grondopslag
- Toegangsweg
- Werkterrein
- Kadastrale percelen
- Datatransport
- Gas hoge druk
- Gas lage druk
- Buisleiding gevaarlijke inhoud
- Hoogspanning
- Middenspanning
- Laagspanning
- Riool vrijverval
- Riool onder druk
- Warmte
- Water
- Wees of overig klic

Doetinchem • Wesel 380 kV Mast 46



Versie	3.0	Datum	28-5-2014
Schaal	1:1.500	Formaat	A3
Kenmerk	A:\p_dw380\producten\grondzaken\mxd\140528p_dw380_mastenboek_te_amoveren		



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



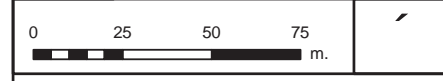
### Legenda

- Bovengronds 380 kV tracé
- Masten
- ↙ Te amoveren masten
- kabeltracé
- Tijdelijke kabel
- Tijdelijke lijn
- Minimale werkruimte
- Plangrens bovengronds
- Plangrens ondergronds
- Tijdelijke Grondopslag
- Toegangsweg
- Werkterrein
- Kadastrale percelen
- Datatransport
- Gas hoge druk
- Gas lage druk
- Buisleiding gevaarlijke inhoud
- Hoogspanning
- Middenspanning
- Laagspanning
- Riool vrijerval
- Riool onder druk
- Warmte
- Water
- Wees of overig klic

Doetinchem • Wesel 380 kV Mast 47



Versie	3.0	Datum	28-5-2014
Schaal	1:1.500	Formaat	A3
Kenmerk	A:\p_dw380\producten\grondzaken\mxd\140528p_dw380_mastenboek_te_amoveren		



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





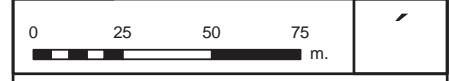
**Legenda**

- Bovengronds 380 kV tracé
- Masten
- ↙ Te amoveren masten
- kabeltracé
- Tijdelijke kabel
- Tijdelijke lijn
- Minimale werkruimte
- Plangrens bovengronds
- Plangrens ondergronds
- Tijdelijke Grondopslag
- Toegangsweg
- Werkterrein
- Kadastrale percelen
- Datatransport
- Gas hoge druk
- Gas lage druk
- Buisleiding gevaarlijke inhoud
- Hoogspanning
- Middenspanning
- Laagspanning
- Riool vrijverval
- Riool onder druk
- Warmte
- Water
- Wees of overig klic

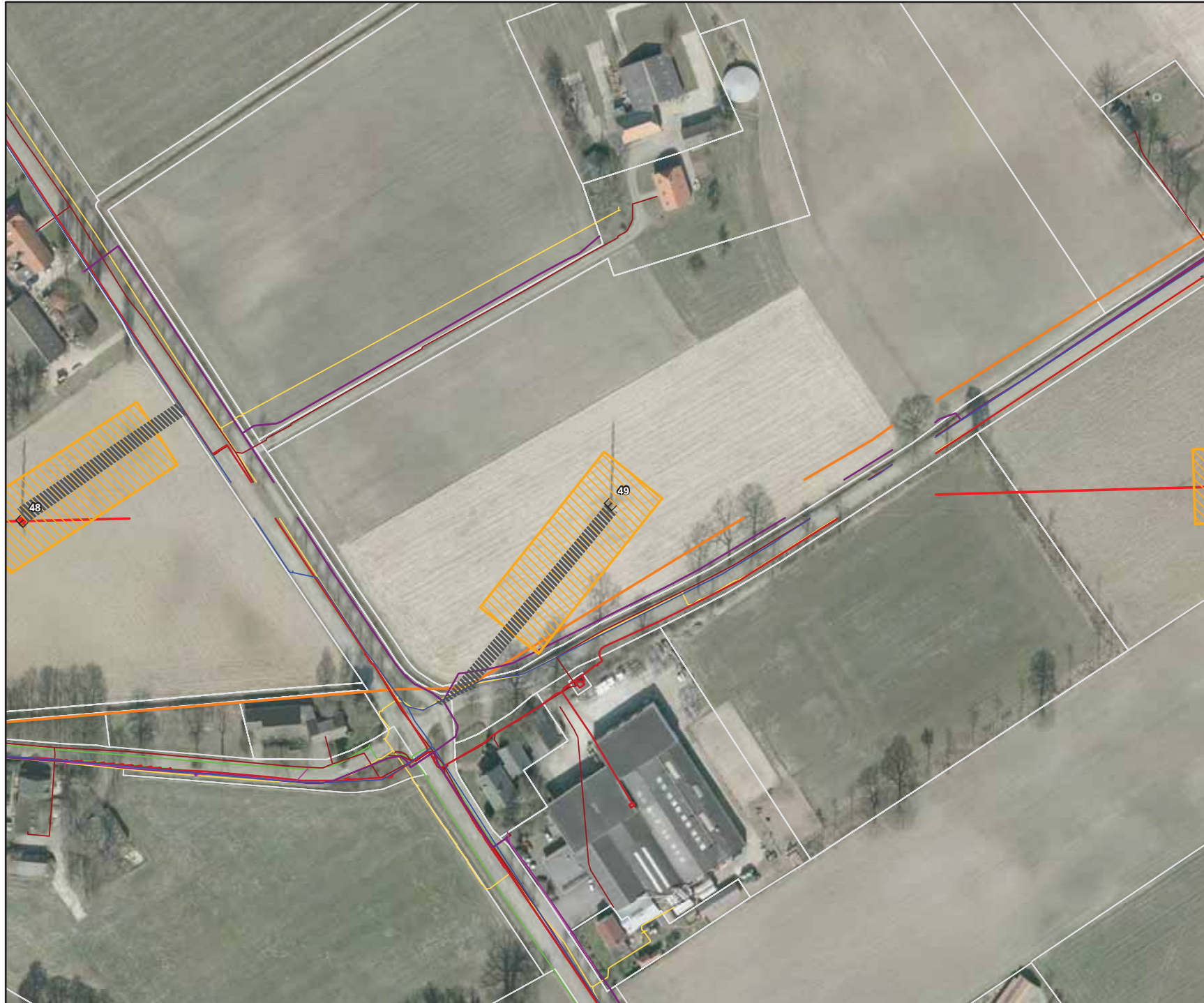
Doetinchem • Wesel 380 kV Mast 48



Versie	3.0	Datum	28-5-2014
Schaal	1:1.500	Formaat	A3
Kenmerk	A:\p_dw380\producten\grondzaken\mxd\140528p_dw380_mastenboek_te_amoveren		



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

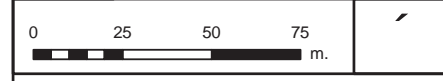


### Legenda

- Bovengronds 380 kV tracé
- Masten
- ↙ Te amoveren masten
- kabeltracé
- Tijdelijke kabel
- Tijdelijke lijn
- Minimale werkruimte
- Plangrens bovengronds
- Plangrens ondergronds
- Tijdelijke Grondopslag
- Toegangsweg
- Werkterrein
- Kadastrale percelen
- Datatransport
- Gas hoge druk
- Gas lage druk
- Buisleiding gevaarlijke inhoud
- Hoogspanning
- Middenspanning
- Laagspanning
- Riool vrijverval
- Riool onder druk
- Warmte
- Water
- Wees of overig klic

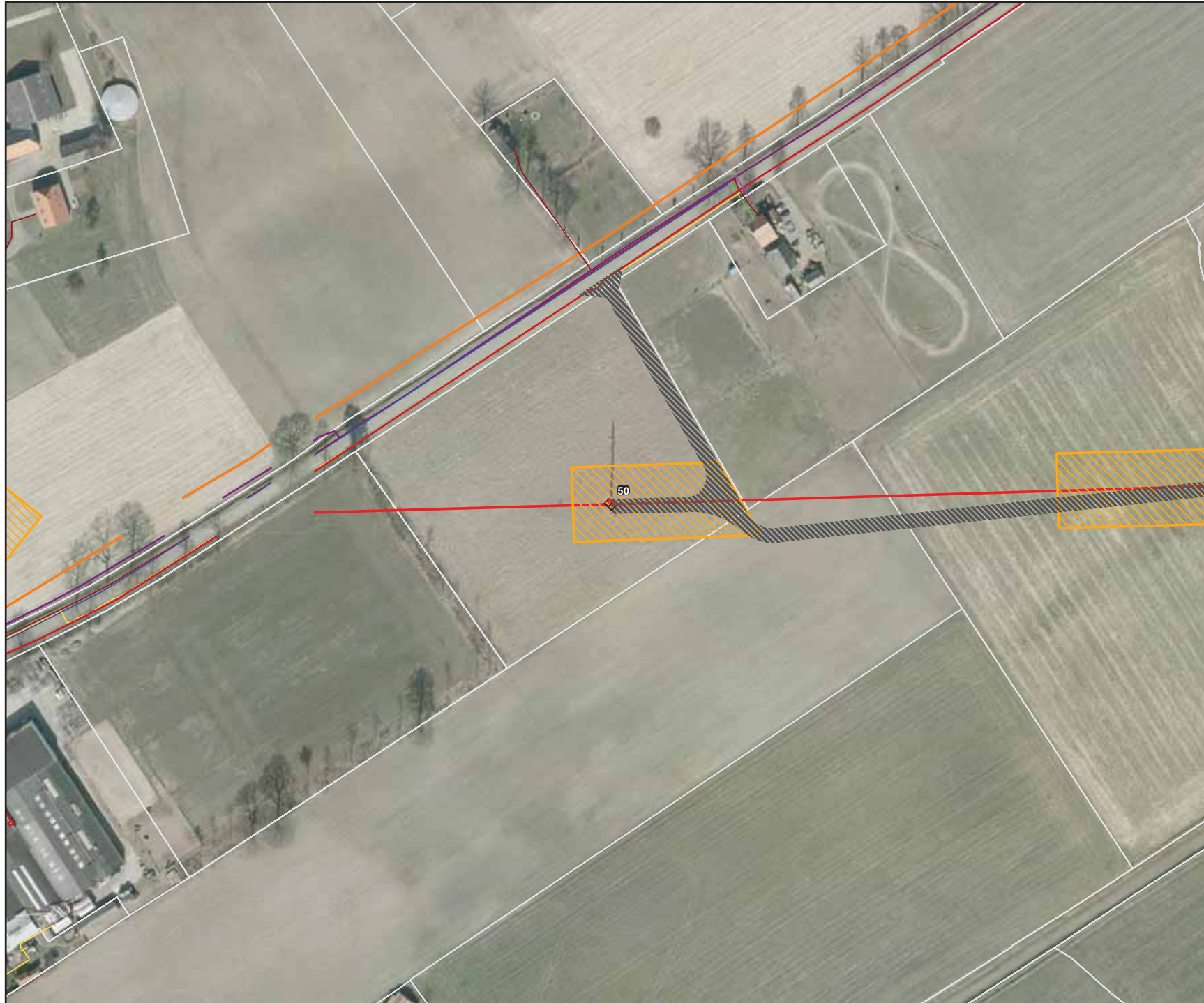


Versie	3.0	Datum	28-5-2014
Schaal	1:1.500	Formaat	A3
Kenmerk	A:\p_dw380\producten\grondzaken\mxd\140528p_dw380_mastenboek_te_amoveren		



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





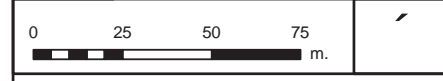
**Legenda**

- Bovengronds 380 kV tracé
- Masten
- ↙ Te amoveren masten
- kabeltracé
- Tijdelijke kabel
- Tijdelijke lijn
- Minimale werkruimte
- Plangrens bovengronds
- Plangrens ondergronds
- Tijdelijke Grondopslag
- Toegangsweg
- Werkterrein
- Kadastrale percelen
- Datatransport
- Gas hoge druk
- Gas lage druk
- Buisleiding gevaarlijke inhoud
- Hoogspanning
- Middenspanning
- Laagspanning
- Riool vrijverval
- Riool onder druk
- Warmte
- Water
- Wees of overig klic

Doetinchem • Wesel 380 kV Mast 50



Versie	3.0	Datum	28-5-2014
Schaal	1:1.500	Formaat	A3
Kenmerk	A:\p_dw380\producten\grondzaken\mxd\140528p_dw380_mastenboek_te_amoveren		



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



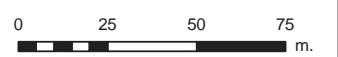
### Legenda

- Bovengronds 380 kV tracé
- Masten
- ↙ Te amoveren masten
- kabeltracé
- Tijdelijke kabel
- Tijdelijke lijn
- Minimale werkruimte
- Plangrens bovengronds
- Plangrens ondergronds
- Tijdelijke Grondopslag
- Toegangsweg
- Werkterrein
- Kadastrale percelen
- Datatransport
- Gas hoge druk
- Gas lage druk
- Buisleiding gevaarlijke inhoud
- Hoogspanning
- Middenspanning
- Laagspanning
- Riool vrijverval
- Riool onder druk
- Warmte
- Water
- Wees of overig klic

Doetinchem • Wesel 380 kV Mast 51



Versie	3.0	Datum	28-5-2014
Schaal	1:1.500	Formaat	A3
Kenmerk	A:\p_dw380\producten\grondzaken\mxd\140528p_dw380_mastenboek_te_amoveren		



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





**Legenda**

- Bovengronds 380 kV tracé
- Masten
- ↖ Te amoveren masten
- kabeltracé
- Tijdelijke kabel
- Tijdelijke lijn
- Minimale werkruimte
- Plangrens bovengronds
- Plangrens ondergronds
- Tijdelijke Grondopslag
- Toegangsweg
- Werkterrein
- Kadastrale percelen
- Datatransport
- Gas hoge druk
- Gas lage druk
- Buisleiding gevaarlijke inhoud
- Hoogspanning
- Middenspanning
- Laagspanning
- Riool vrijverval
- Riool onder druk
- Warmte
- Water
- Wees of overig klic

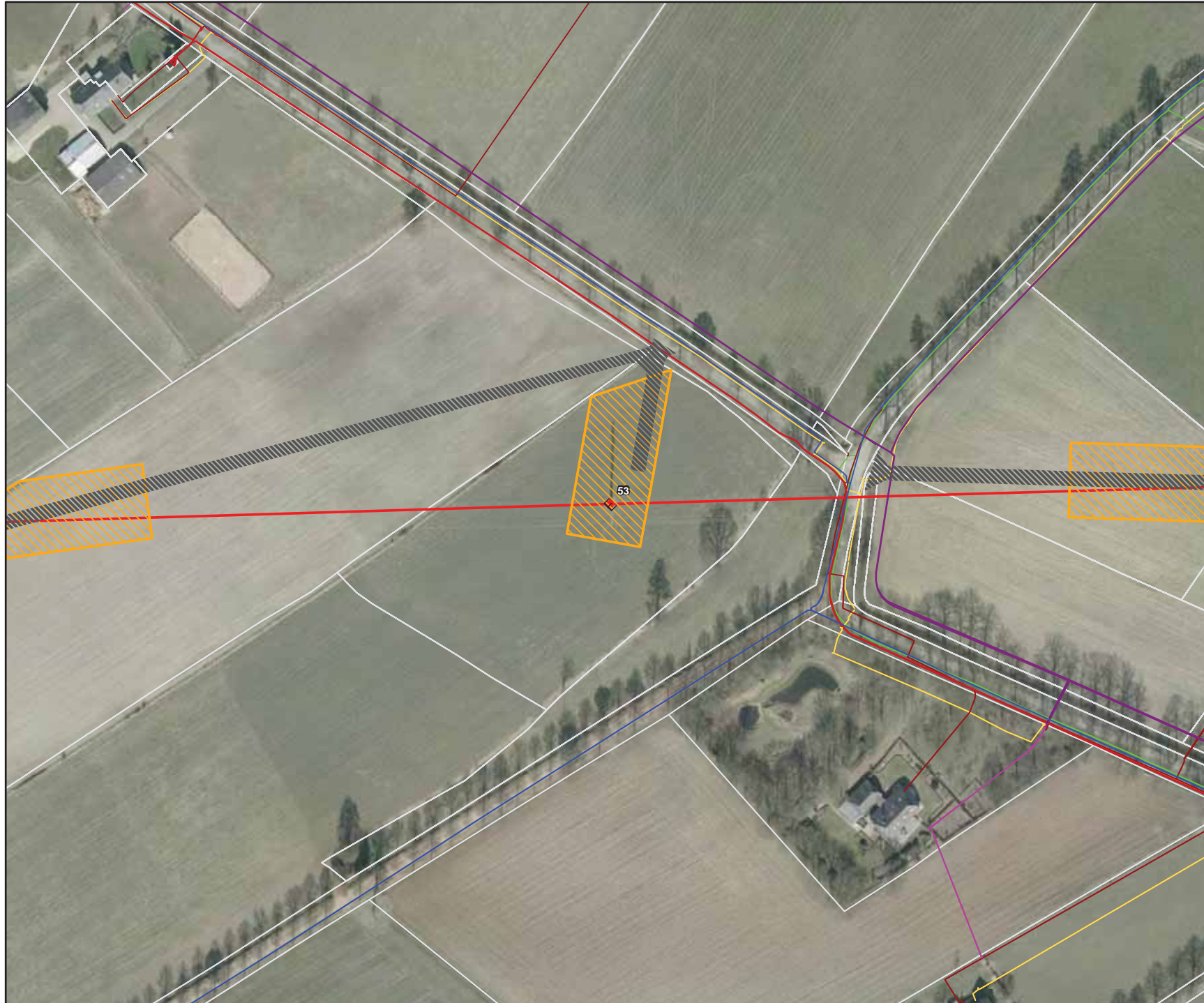
**Doetinchem • Wesel 380 kV Mast 52**



Versie	3.0	Datum	28-5-2014
Schaal	1:1.500	Formaat	A3
Kenmerk	A:\p_dw380\producten\grondzaken\mxd\140528p_dw380_mastenboek_te_amoveren		



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



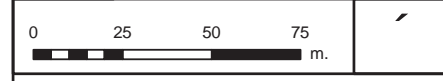
**Legenda**

- Bovengronds 380 kV tracé
- Masten
- ↖ Te amoveren masten
- kabeltracé
- Tijdelijke kabel
- Tijdelijke lijn
- Minimale werkruimte
- Plangrens bovengronds
- Plangrens ondergronds
- Tijdelijke Grondopslag
- Toegangsweg
- Werkterrein
- Kadastrale percelen
- Datatransport
- Gas hoge druk
- Gas lage druk
- Buisleiding gevaarlijke inhoud
- Hoogspanning
- Middenspanning
- Laagspanning
- Riool vrijverval
- Riool onder druk
- Warmte
- Water
- Wees of overig klic

Doetinchem • Wesel 380 kV Mast 53

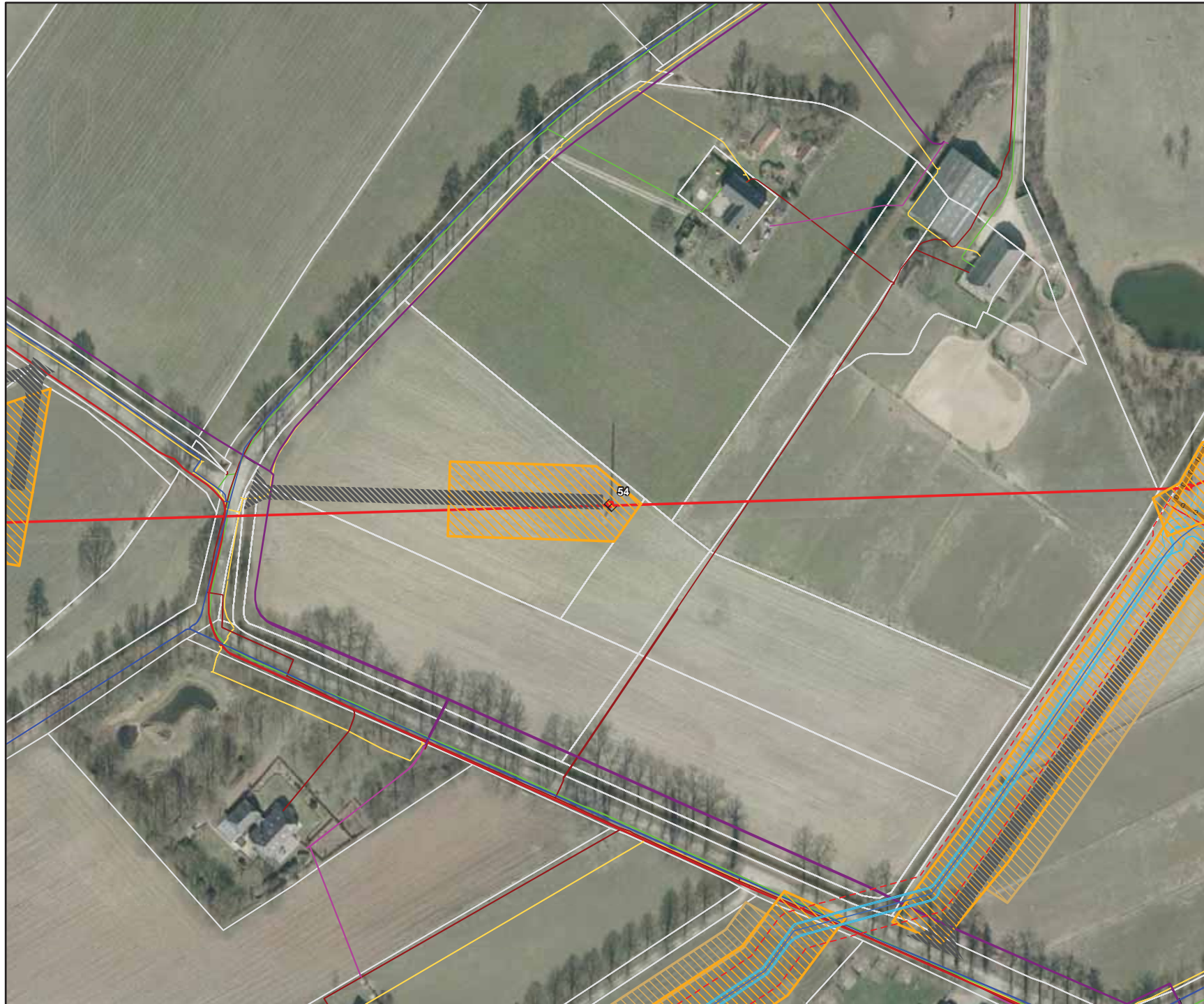


Versie	3.0	Datum	28-5-2014
Schaal	1:1.500	Formaat	A3
Kenmerk	A:\p_dw380\producten\grondzaken\mxd\140528p_dw380_mastenboek_te_amoveren		



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





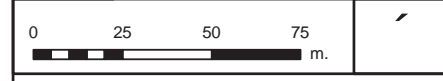
### Legenda

- Bovengronds 380 kV tracé
- Masten
- ↖ Te amoveren masten
- kabeltracé
- Tijdelijke kabel
- Tijdelijke lijn
- Minimale werkruimte
- Plangrens bovengronds
- Plangrens ondergronds
- Tijdelijke Grondopslag
- Toegangsweg
- Werkterrein
- Kadastrale percelen
- Datatransport
- Gas hoge druk
- Gas lage druk
- Buisleiding gevaarlijke inhoud
- Hoogspanning
- Middenspanning
- Laagspanning
- Riool vrijverval
- Riool onder druk
- Warmte
- Water
- Wees of overig klic

Doetinchem • Wesel 380 kV Mast 54

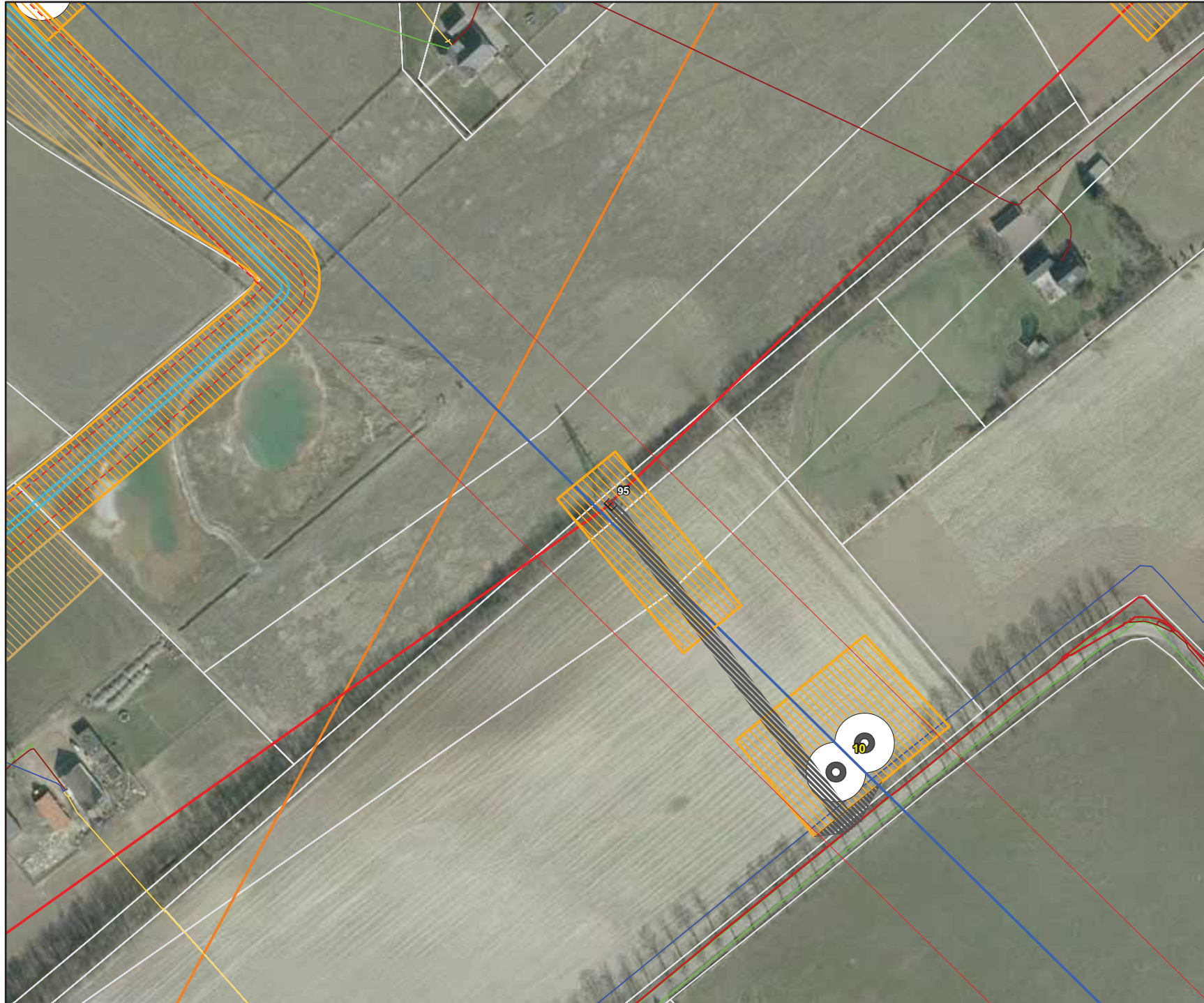


Versie	3.0	Datum	28-5-2014
Schaal	1:1.500	Formaat	A3
Kenmerk	A:\p_dw380\producten\grondzaken\mxd\140528p_dw380_mastenboek_te_amoveren		



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





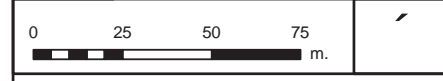
**Legenda**

- Bovengronds 380 kV tracé
- Masten
- ↙ Te amoveren masten
- kabeltracé
- Tijdelijke kabel
- Tijdelijke lijn
- Minimale werkruimte
- Plangrens bovengronds
- Plangrens ondergronds
- Tijdelijke Grondopslag
- Toegangsweg
- Werkterrein
- Kadastrale percelen
- Datatransport
- Gas hoge druk
- Gas lage druk
- Buisleiding gevaarlijke inhoud
- Hoogspanning
- Middenspanning
- Laagspanning
- Riool vrijverval
- Riool onder druk
- Warmte
- Water
- Wees of overig klic

Doetinchem • Wesel 380 kV Mast 95

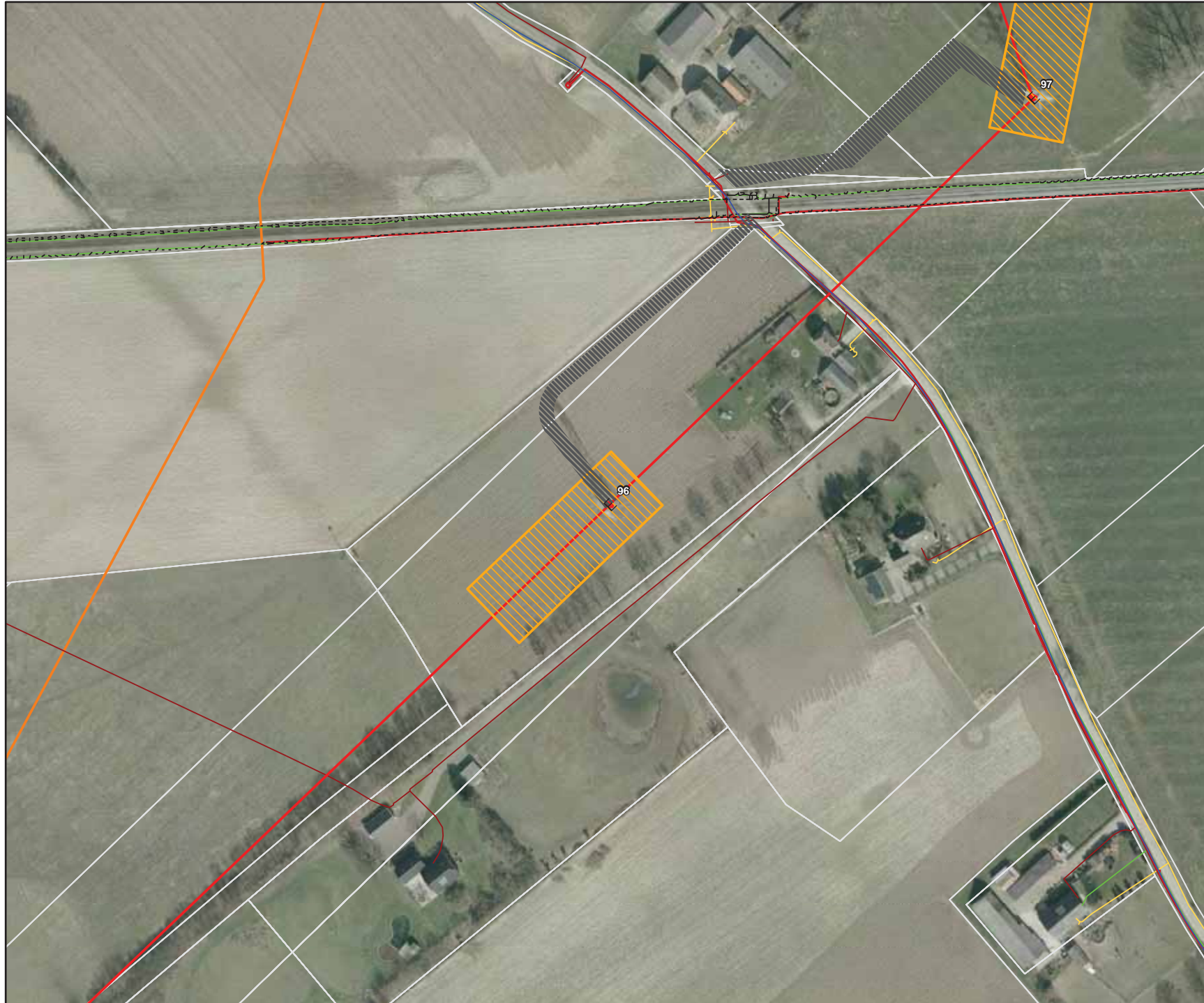


Versie	3.0	Datum	28-5-2014
Schaal	1:1.500	Formaat	A3
Kenmerk	A:\p_dw380\producten\grondzaken\mxd\140528p_dw380_mastenboek_te_amoveren		



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



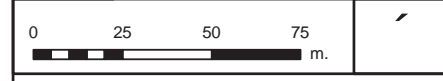


**Legenda**

- Bovengronds 380 kV tracé
- Masten
- ↙ Te amoveren masten
- kabeltracé
- Tijdelijke kabel
- Tijdelijke lijn
- Minimale werkruimte
- Plangrens bovengronds
- Plangrens ondergronds
- Tijdelijke Grondopslag
- Toegangsweg
- Werkterrein
- Kadastrale percelen
- Datatransport
- Gas hoge druk
- Gas lage druk
- Buisleiding gevaarlijke inhoud
- Hoogspanning
- Middenspanning
- Laagspanning
- Riool vrijverval
- Riool onder druk
- Warmte
- Water
- Wees of overig klic

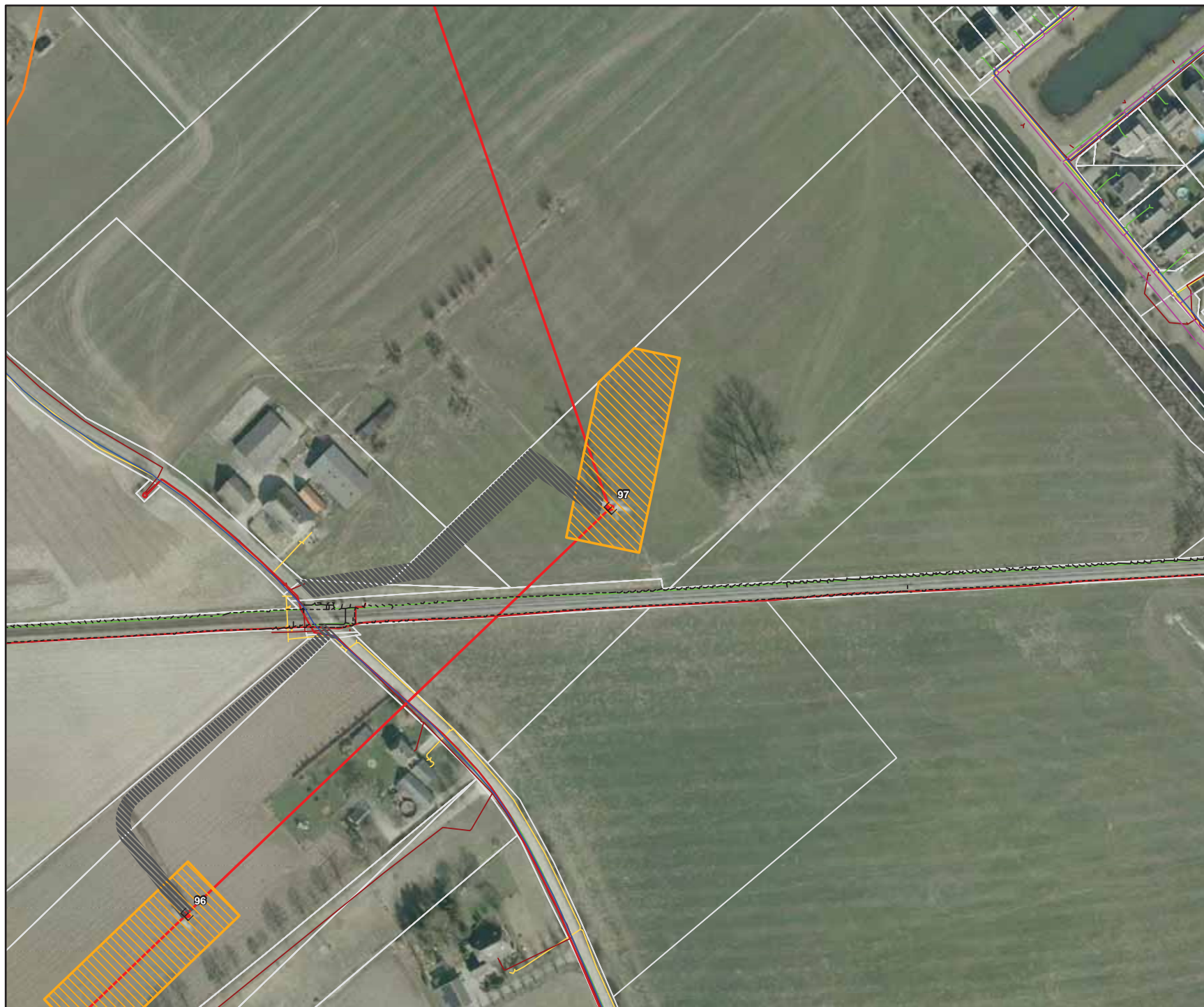


Versie	3.0	Datum	28-5-2014
Schaal	1:1.500	Formaat	A3
Kenmerk	A:\p_dw380\producten\grondzaken\mxd\140528p_dw380_mastenboek_te_amoveren		



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





**Legenda**

- Bovengronds 380 kV tracé
- Masten
- ↖ Te amoveren masten
- kabeltracé
- Tijdelijke kabel
- Tijdelijke lijn
- Minimale werkruimte
- Plangrens bovengronds
- Plangrens ondergronds
- Tijdelijke Grondopslag
- Toegangsweg
- Werkterrein
- Kadastrale percelen
- Datatransport
- Gas hoge druk
- Gas lage druk
- Buisleiding gevaarlijke inhoud
- Hoogspanning
- Middenspanning
- Laagspanning
- Riool vrijverval
- Riool onder druk
- Warmte
- Water
- Wees of overig klic

Doetinchem • Wesel 380 kV Mast 97



Versie	3.0	Datum	28-5-2014
--------	-----	-------	-----------

Schaal	1:1.500	Formaat	A3
--------	---------	---------	----

Kenmerk	A:\p_dw380\producten\grondzaken\mxd\140528p_dw380_mastenboek_te_amoveren		
---------	--	--	--



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





**Legenda**

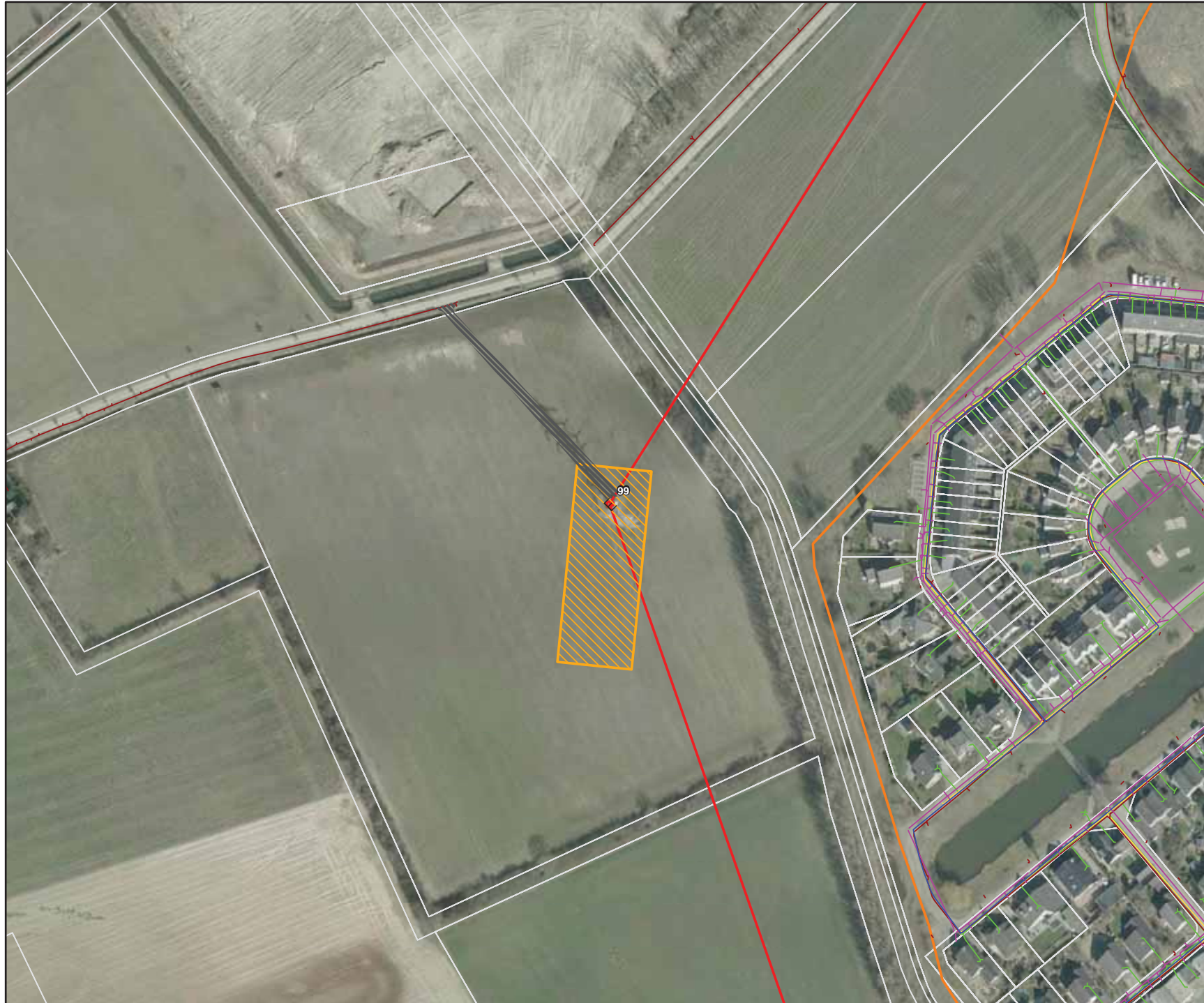
- Bovengronds 380 kV tracé
- Masten
- ↖ Te amoveren masten
- kabeltracé
- Tijdelijke kabel
- Tijdelijke lijn
- Minimale werkruimte
- Plangrens bovengronds
- Plangrens ondergronds
- Tijdelijke Grondopslag
- Toegangsweg
- Werkterrein
- Kadastrale percelen
- Datatransport
- Gas hoge druk
- Gas lage druk
- Buisleiding gevaarlijke inhoud
- Hoogspanning
- Middenspanning
- Laagspanning
- Riool vrijverval
- Riool onder druk
- Warmte
- Water
- Wees of overig klic



Versie	3.0	Datum	28-5-2014
Schaal	1:1.500	Formaat	A3
Kenmerk	A:\p_dw380\producten\grondzaken\mxd\140528p_dw380_mastenboek_te_amoveren		







**Legenda**

- Bovengronds 380 kV tracé
- Masten
- ↙ Te amoveren masten
- kabeltracé
- Tijdelijke kabel
- Tijdelijke lijn
- Minimale werkruimte
- Plangrens bovengronds
- Plangrens ondergronds
- Tijdelijke Grondopslag
- Toegangsweg
- Werkterrein
- Kadastrale percelen
- Datatransport
- Gas hoge druk
- Gas lage druk
- Buisleiding gevaarlijke inhoud
- Hoogspanning
- Middenspanning
- Laagspanning
- Riool vrijverval
- Riool onder druk
- Warmte
- Water
- Wees of overig klic

Doetinchem • Wesel 380 kV Mast 99

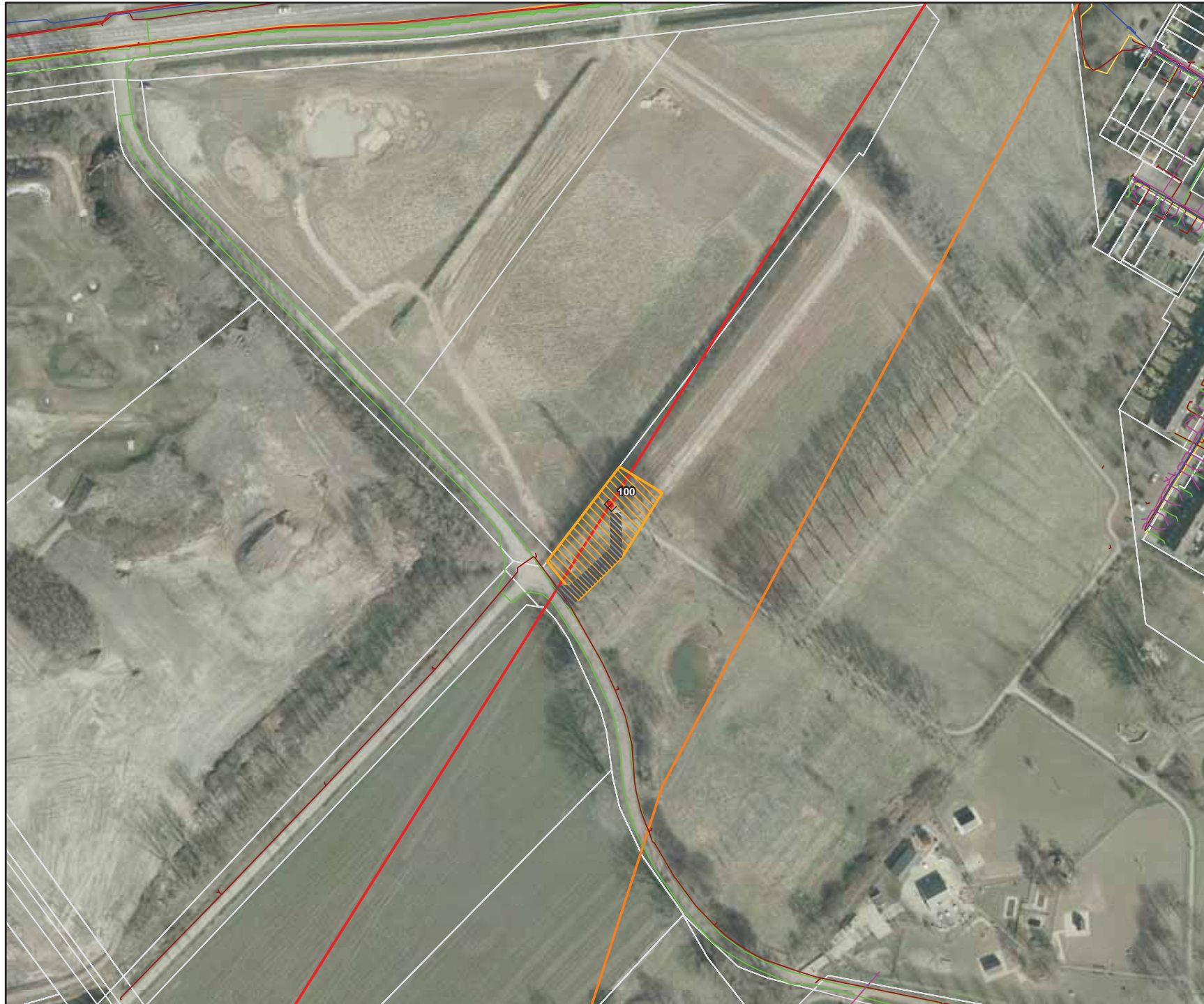


Versie	3.0	Datum	28-5-2014
Schaal	1:1.500	Formaat	A3
Kenmerk	A:\p_dw380\producten\grondzaken\mxd\140528p_dw380_mastenboek_te_amoveren		



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





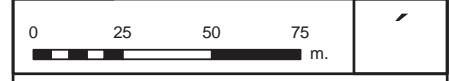
### Legenda

- Bovengronds 380 kV tracé
- Masten
- ↙ Te amoveren masten
- kabeltracé
- Tijdelijke kabel
- Tijdelijke lijn
- Minimale werkruimte
- Plangrens bovengronds
- Plangrens ondergronds
- Tijdelijke Grondopslag
- Toegangsweg
- Werkterrein
- Kadastrale percelen
- Datatransport
- Gas hoge druk
- Gas lage druk
- Buisleiding gevaarlijke inhoud
- Hoogspanning
- Middenspanning
- Laagspanning
- Riool vrijverval
- Riool onder druk
- Warmte
- Water
- Wees of overig klic

Doetinchem • Wesel 380 kV Mast 100



Versie	3.0	Datum	28-5-2014
Schaal	1:1.500	Formaat	A3
Kenmerk	A:\p_dw380\producten\grondzaken\mxd\140528p_dw380_mastenboek_te_amoveren		



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





**Legenda**

- Bovengronds 380 kV tracé
- Masten
- ↙ Te amoveren masten
- kabeltracé
- Tijdelijke kabel
- Tijdelijke lijn
- Minimale werkruimte
- Plangrens bovengronds
- Plangrens ondergronds
- Tijdelijke Grondopslag
- Toegangsweg
- Werkterrein
- Kadastrale percelen
- Datatransport
- Gas hoge druk
- Gas lage druk
- Buisleiding gevaarlijke inhoud
- Hoogspanning
- Middenspanning
- Laagspanning
- Riool vrijverval
- Riool onder druk
- Warmte
- Water
- Wees of overig klic

**Doetinchem • Wesel 380 kV Mast 101**



Versie	3.0	Datum	28-5-2014
--------	-----	-------	-----------

Schaal	1:1.500	Formaat	A3
--------	---------	---------	----

Kenmerk	A:\p_dw380\producten\grondzaken\mxd\140528p_dw380_mastenboek_te_amoveren		
---------	--	--	--



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

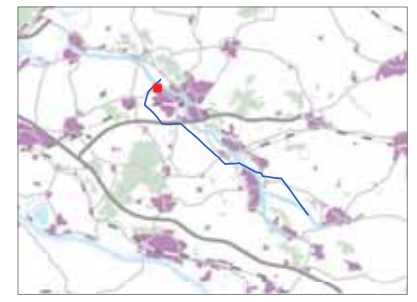




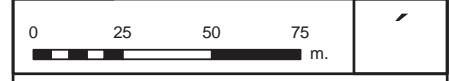
### Legenda

- Bovengronds 380 kV tracé
- Masten
- Te amoveren masten
- kabeltracé
- Tijdelijke kabel
- Tijdelijke lijn
- Minimale werkruimte
- Plangrens bovengronds
- Plangrens ondergronds
- Tijdelijke Grondopslag
- Toegangsweg
- Werkterrein
- Kadastrale percelen
- Datatransport
- Gas hoge druk
- Gas lage druk
- Buisleiding gevaarlijke inhoud
- Hoogspanning
- Middenspanning
- Laagspanning
- Riool vrijverval
- Riool onder druk
- Warmte
- Water
- Wees of overig klic

Doetinchem • Wesel 380 kV Mast 102



Versie	3.0	Datum	28-5-2014
Schaal	1:1.500	Formaat	A3
Kenmerk	A:\p_dw380\producten\grondzaken\mxd\140528p_dw380_mastenboek_te_amoveren		




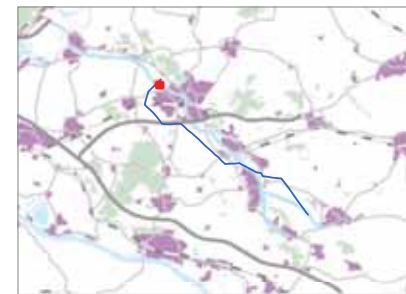
Aan deze tekening kunnen geen rechten worden ontleend. © TenneT TSO B.V.



**Legenda**

-  Bovengronds 380 kV tracé
-  Masten
-  Te amoveren masten
-  kabeltracé
-  Tijdelijke kabel
-  Tijdelijke lijn
-  Minimale werkruimte
-  Plangrens bovengronds
-  Plangrens ondergronds
-  Tijdelijke Grondopslag
-  Toegangsweg
-  Werkterrein
-  Kadastrale percelen
-  Datatransport
-  Gas hoge druk
-  Gas lage druk
-  Buisleiding gevaarlijke inhoud
-  Hoogspanning
-  Middenspanning
-  Laagspanning
-  Riool vrijverval
-  Riool onder druk
-  Warmte
-  Water
-  Wees of overig klic

Doetinchem • Wesel 380 kV Mast 103 

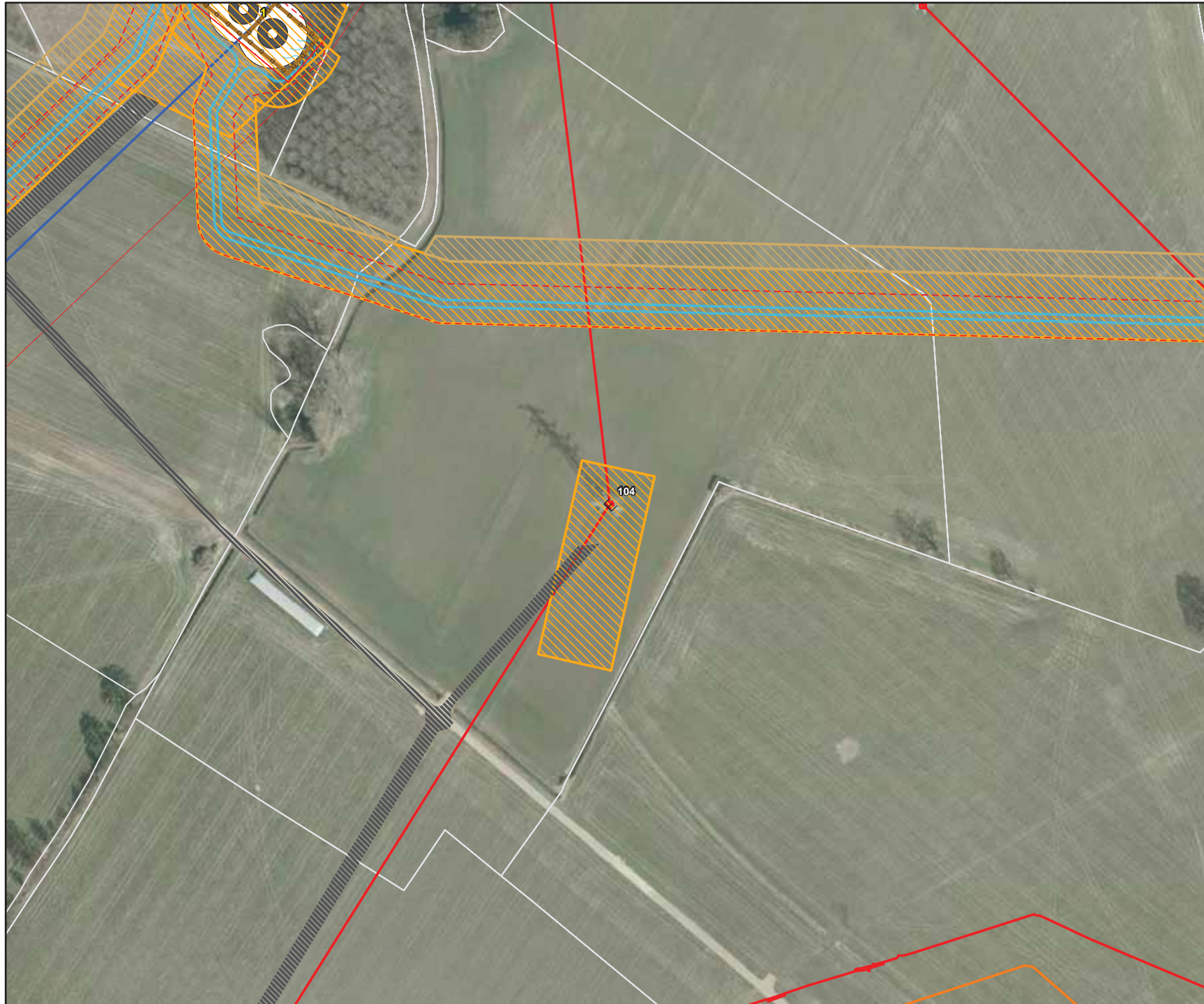


Versie	3.0	Datum	28-5-2014
Schaal	1:1.500	Formaat	A3
Kenmerk	A:\p_dw380\producten\grondzaken\mxd\140528p_dw380_mastenboek_te_amoveren		



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

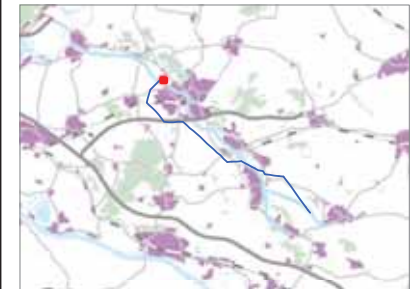




**Legenda**

- Bovengronds 380 kV tracé
- Masten
- ↖ Te amoveren masten
- kabeltracé
- Tijdelijke kabel
- Tijdelijke lijn
- Minimale werkruimte
- Plangrens bovengronds
- Plangrens ondergronds
- Tijdelijke Grondopslag
- Toegangsweg
- Werkterrein
- Kadastrale percelen
- Datatransport
- Gas hoge druk
- Gas lage druk
- Buisleiding gevaarlijke inhoud
- Hoogspanning
- Middenspanning
- Laagspanning
- Riool vrijerval
- Riool onder druk
- Warmte
- Water
- Wees of overig klic

Doetinchem • Wesel 380 kV Mast 104

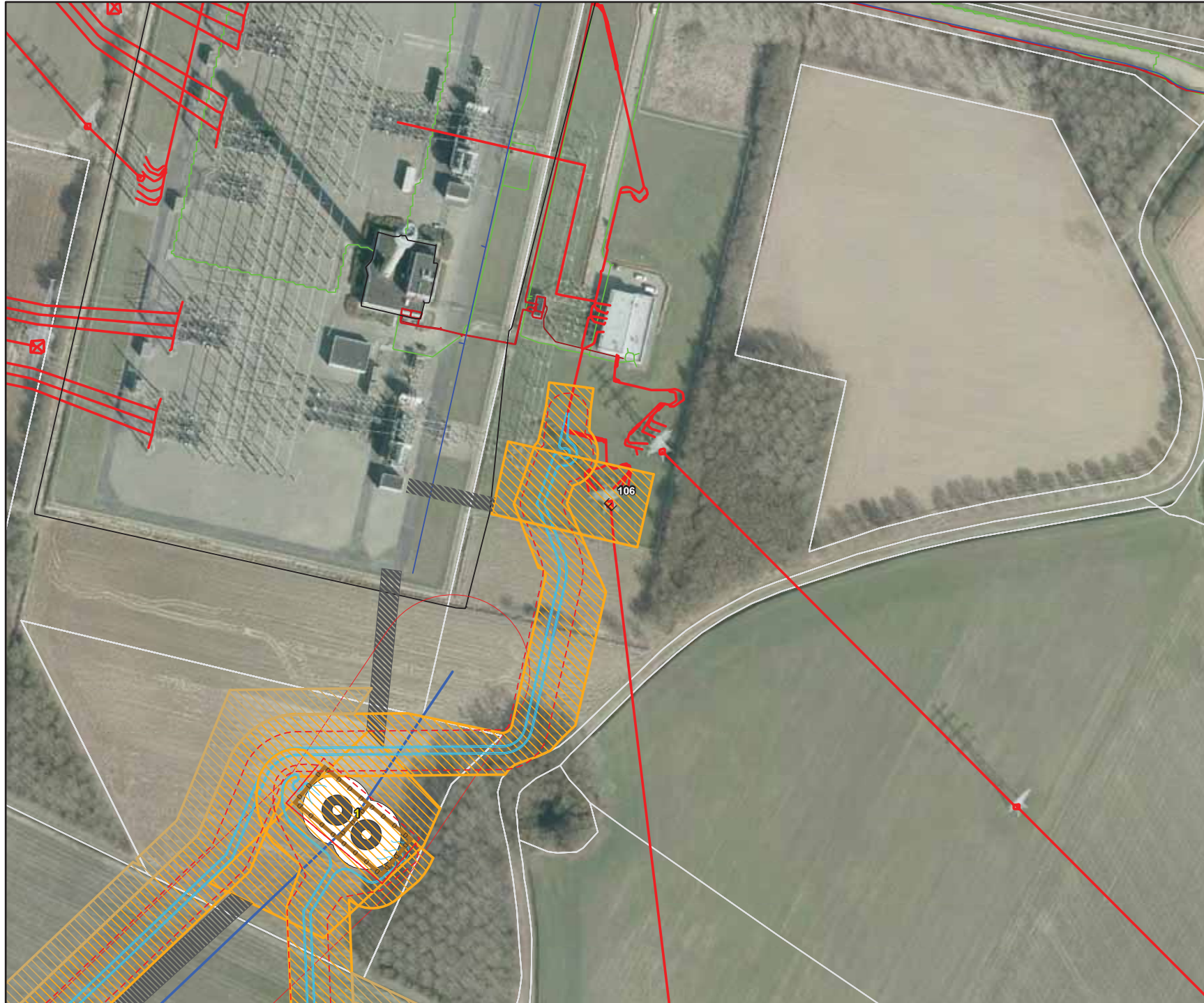


Versie	3.0	Datum	28-5-2014
Schaal	1:1.500	Formaat	A3
Kenmerk	A:\p_dw380\producten\grondzaken\mxd\140528p_dw380_mastenboek_te_amoveren		



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





**Legenda**

- Bovengronds 380 kV tracé
- Masten
- ↙ Te amoveren masten
- kabeltracé
- Tijdelijke kabel
- Tijdelijke lijn
- Minimale werkruimte
- Plangrens bovengronds
- Plangrens ondergronds
- Tijdelijke Grondopslag
- Toegangsweg
- Werkterrein
- Kadastrale percelen
- Datatransport
- Gas hoge druk
- Gas lage druk
- Buisleiding gevaarlijke inhoud
- Hoogspanning
- Middenspanning
- Laagspanning
- Riool vrijverval
- Riool onder druk
- Warmte
- Water
- Wees of overig klic

**Doetinchem • Wesel 380 kV Mast 106**



Versie	3.0	Datum	28-5-2014
--------	-----	-------	-----------

Schaal	1:1.500	Formaat	A3
--------	---------	---------	----

Kenmerk	A:\p_dw380\producten\grondzaken\mxd\140528p_dw380_mastenboek_te_amoveren		
---------	--	--	--



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



## **Bijlage 3a: Bemalingsadvies 380kV**

Doetinchem-Wesel 380 kV

# Bemalingsadvies DW 380kV - 54 masten - VKA 3.0

Bemaling voor 54 mastfunderingen tracé  
(T208610, d.d. 3 oktober 2012)

Definitief

TenneT TSO B.V.

Grontmij Nederland B.V.  
Arnhem, 19 juni 2014



# Verantwoording

**Titel** : Bemalingsadvies DW 380kV - 54 masten - VKA 3.0  
**Subtitel** : Bemaling voor 54 mastfunderingen tracé  
(T208610, d.d. 3 oktober 2012)  
**Projectnummer** : 323386  
**Referentienummer** :  
**Revisie** : D7  
**Datum** : 19 juni 2014

**Auteur(s)** : ir. A. van der Tuin  
**E-mail adres** : alex.vandertuin@grontmij.nl  
**Gecontroleerd door** : drs. ing. J.G. van Uden  
**Paraaf gecontroleerd** :   
**Goedgekeurd door** : ing. D.J. Bolder  
**Paraaf goedgekeurd** :   
**Contact** : Grontmij Nederland B.V.  
Velperweg 26  
6824 BJ Arnhem  
Postbus 485  
6800 AL Arnhem  
T +31 88 811 54 83  
F +31 26 445 92 81  
www.grontmij.nl

# Inhoudsopgave

1	Inleiding.....	5
1.1	Algemeen.....	5
1.2	Doelstelling.....	5
1.3	Normen en richtlijnen.....	5
1.4	Revisie.....	6
1.5	Leeswijzer.....	6
2	Gebiedsbeschrijving.....	7
2.1	Algemeen.....	7
2.2	Topografische ligging.....	7
2.3	Hoogteligging.....	8
2.4	Bodemopbouw.....	8
2.5	Oppervlaktewater.....	11
2.6	Grondwater.....	11
2.7	Bodemkwaliteit.....	14
2.8	Samenvatting.....	15
3	Bemalingsaspecten.....	17
3.1	Algemeen.....	17
3.2	Uitgangspunten.....	17
3.3	Onttrekkingsdebiet en waterbezwaar.....	18
3.4	Bandbreedte analyse.....	20
3.5	Verlagingen.....	22
3.6	Bemalingsadvies.....	24
4	Waterwet, vergunningen en meldingen.....	26
4.1	Algemeen.....	26
4.2	Onttrekking.....	26
4.3	Lozing – kwantitatief.....	26
4.4	Lozing – kwalitatief.....	28
4.5	Kosten.....	29
5	Secundaire effecten bemaling.....	30
5.1	Algemeen.....	30
5.2	Zettingen.....	30
5.3	Verontreinigingen.....	32
5.4	Verdroging landbouwgebieden.....	32
5.5	Natuurgebieden.....	33
5.6	Overige onttrekkingen.....	33
5.7	Conclusie.....	34
6	Overzicht bemalingsrisico's.....	35
6.1	Algemeen.....	35
6.2	Geohydrologische schematisatie.....	35
6.3	Afmetingen funderingen.....	35
6.4	Uitvoeringswijze bemaling.....	36
6.5	Lozingen.....	36
6.6	Schade aan derden.....	36



7	Uitvoeringstechnische aspecten .....	38
7.1	Algemeen .....	38
7.2	Samenvatting debieten en bemalingswijze.....	38
7.3	Monitoring .....	38
7.4	Samenvatting monitoringsplan.....	39
7.5	Slot.....	39

Bijlage 1: Gemeten grondwaterstanden

Bijlage 2: Grondwaterkwaliteit

Bijlage 3: Ontwerptekening mastfundering

Bijlage 4: Verlagingscontouren bemaling, tijdens GHG-situatie

Bijlage 5: Verlagingscontouren bemaling, tijdens GLG-situatie

Bijlage 6: Lozingspunten

Bijlage 7: Omgevingsfactoren en risico's bemaling

Bijlage 8: Berekeningswijze onttrekkingsdebiet

Bijlage 9: Toelichting bandbreedte analyse

Bijlage 10: Resultaten bandbreedte analyse

# 1 Inleiding

## 1.1 Algemeen

Grontmij Nederland B.V. heeft van TenneT TSO B.V. opdracht gekregen voor het opstellen van een geohydrologisch advies voor de aanleg van hoogspanningsmasten ter plaatse van het tracé Doetinchem – Wesel 380kV. De masten bestaan uit zogeheten Bi-pole-masten. Voor de aanleg van de fundering is bemaling van het grondwater noodzakelijk om de werkzaamheden in den droge uit te kunnen voeren.

Het tracé 380kV loopt van Doetinchem tot Wesel (Duitsland). Dit onderzoek heeft betrekking op de 54 nieuwe masten, gelegen in Nederland. Het advies heeft alleen betrekking op de bemalingen voor de mastfunderingen. Overige bemalingen, waaronder ondergrondse kabeltracés, zijn niet meegenomen in dit bemalingsadvies. Voor deze aanvullende bemalingsadviezen worden separate rapportages opgesteld.

*Als uitgangspunt voor het bemalingsadvies is het **tracéontwerp VKA 3.0** genomen. De berekeningen zijn gebaseerd op het uitgevoerde veldwerk per mastlocatie, aangevuld met regionaal beschikbare gegevens. Voor het ontwerp van de mastfunderingen uitgegaan van de funderingstekeningen voor het traject Zuid-West. Deze funderingstekeningen zijn een generiek ontwerp. Uiteindelijk zal de aannemer zelf tot een ontwerp van de mastfunderingen komen. Dit ontwerp van de aannemer zal echter niet veel afwijken van de in deze rapportage gebruikte ontwerpen.*

## 1.2 Doelstelling

De doelstelling van dit advies is als volgt:

- inzicht geven in het te verwachten waterbezwaar en de effecten van de bemaling op de omgeving, tijdens de aanleg van de bemaling;
- het vormt de basis om in het kader van de Waterwet de Watervergunning aan te kunnen vragen voor zowel de onttrekking als de lozing van het bronneringswater. Onderhavige rapportage vormt de technische onderbouwing voor de vergunningaanvraag;
- het geeft de kaders weer, waarbinnen de aannemer de bemalingswerkzaamheden dient te verrichten;
- het rapport voorziet in de benodigde informatie voor de aannemer, waarop hij het bemalingsplan, het monitoringsplan en het lozingsplan kan opstellen.

## 1.3 Normen en richtlijnen

Bij het opstellen van het bemalingsadvies is uitgegaan van de normen en aanbevelingen, zoals vermeld in tabel 1.1.

**Tabel 1.1** Normen en richtlijnen

Kenmerk	Titel	Uitgave
NEN 9997-1+C1	Geotechniek – TGB 1990 – Basiseisen en belastingen	2012
SBR 190.03	Bemaling van b <b>GM-0135804, revisie D8</b>	2003
BRL 12000 (concept)	SIKB Tijdelijke grondwaterverlaging	2013

Tevens is uitgegaan van de door TenneT aangeleverde documenten:

- Onderzoeksprotocol Werkomschrijving ten behoeve van grondonderzoeken en advisering ten behoeve van vergunningen cultuurtechniek en (deels) engineering (TenneT, 18 januari 2012, referentienummer NW380/VGN/ALG/10);
- Mastenboek grondzaken VKA 3.0 Doetinchem – Wesel 380kV (TenneT TSO B.V. 28 mei 2014).



#### **1.4 Revisie**

De eerder opgestelde rapportages zijn door waterschap Rijn en IJssel en TenneT beoordeeld. Na aanleiding van deze opmerkingen is deze revisie opgesteld. In onderhavig rapport zijn de opmerkingen van TenneT en van Waterschap Rijn en IJssel verwerkt. Gezien de omvang van de opmerkingen, is gekozen om een revisie van het rapport op te stellen. Bij het uitkomen van onderhavige rapportage, komen eerder opgestelde rapporten en notities te vervallen.

#### **1.5 Leeswijzer**

Na deze inleiding volgen in hoofdstuk 2 de bodemkundige en waterhuishoudkundige gegevens. Hierbij wordt ingegaan op de bodemopbouw, geohydrologie, grondwaterstanden en oppervlaktewater. In hoofdstuk 3 komen de bemalingsaspecten aanbod (onttrekkingsdebiet, waterbezwaar en verlagingen). In hoofdstuk 4 wordt ingegaan op de watervergunning, voor zowel de onttrekking als de lozing van het bronneringswater. Hoofdstuk 5 gaat in op de secundaire effecten van de bemaling. In hoofdstuk 6 worden de risico's van het bemalingsadvies samengevat. Tot slot worden in hoofdstuk 7 ingegaan op de uitvoeringsaspecten.

## 2 Gebiedsbeschrijving

### 2.1 Algemeen

Ten behoeve van de bemalingswerkzaamheden is inzicht gekregen in de bodemopbouw, de heersende grondwaterregimes en de geohydrologische situatie. In dit hoofdstuk wordt ingegaan op deze aspecten. De gebruikte gegevens zijn afkomstig van de volgende bronnen:

- gegevens uit andere uitgevoerde onderzoeken waaronder:
  - Geotechnisch onderzoek, referentienummer GM-0103687, d.d. 13 juni 2013;
  - Milieuhygiënisch onderzoek, referentienummer GM-0135812, d.d. 18 juni 2014;
  - Cultuurtechnisch onderzoek, referentienummer GM-0124077, d.d. 3 februari 2014.
  - Grondwaterstandmetingen in de geplaatste peilbuizen (zie bijlage 1)
- Bodemkaart van Nederland (Alterra, 2000);
- DINO-loket (Data en Informatie Nederlandse Ondergrond) en REGIS (Regionaal Geohydrologisch Informatie Systeem), databanken van NITG-TNO (2014);
- Atlas van Gelderland, Kaarten en Cijfers (provincie Gelderland, 2014).

### 2.2 Topografische ligging

Het tracé bestaat uit 54 mastlocaties in Nederland. De totale lengte van het tracé is circa 23 km (vanaf Doetinchem tot aan de Duitse grens). In figuur 2.1 is de topografische ligging van het tracé en de masten weergegeven. De nummering van de mastlocaties loopt van Doetinchem richting de Duitse grens. Mast 01 is nabij Doetinchem, mast 54 nabij de Duitse grens.



Figuur 2.1 Topografische ligging tracé Doetinchem – Wesel © ESRI-basemaps



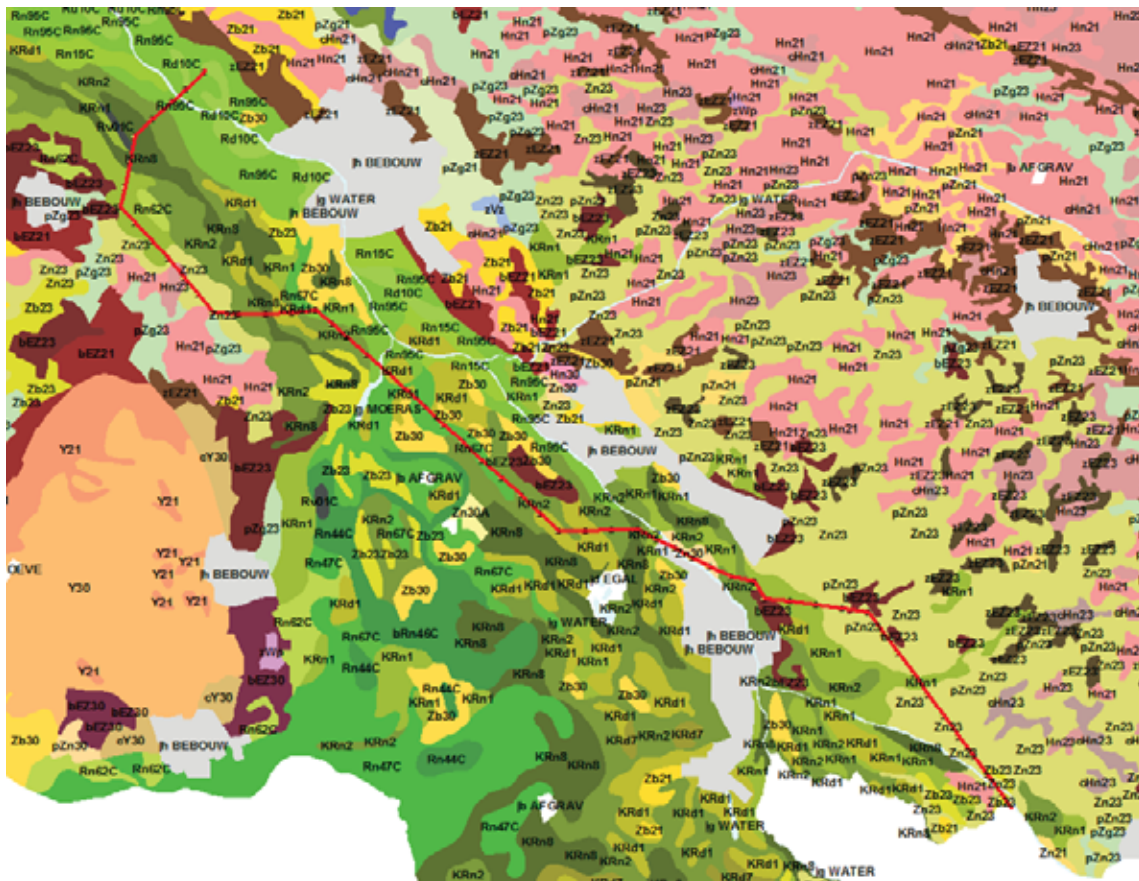
### 2.3 Hoogteligging

Het maaiveld is afgeleid van de hoogtemetingen op de verschillende mastlocaties. Het maaiveld in het noordwesten is gelegen op circa NAP +11 m. Richting het zuidoosten neemt het geleidelijk toe, tot NAP +16 m. In tabel 2.2 (einde van dit hoofdstuk) is per mast aangegeven wat de hoogteligging is.

### 2.4 Bodemopbouw

#### *Ondiepe bodemopbouw*

De Bodemkaart van Nederland (Alterra, 2000) is geraadpleegd om de ondiepe bodemopbouw vast te stellen. In figuur 2.2 is een uitsnede van de bodemkaart weergegeven.



Figuur 2.2 Uitsnede Bodemkaart van Nederland © Alterra

Het tracé is gelegen in de nabijheid van de oude IJssel. Waar de huidige loop van de Oude IJssel is gelegen, zijn voornamelijk jonge rivierkleigronden afgezet (polder- en ooivaaggronden). De bouwvoorwaarde varieert van lichte zavel tot lichte klei (bodemcodes Rd10C en Rn95C). Verder van de IJssel afgelegen komen oude rivierkleigronden voor (polder- en ooivaaggronden, bodemcodes KRn1, KRn2 en KRd1). De bodemsamenstelling en bouwvoorwaarde komt overeen met de jonge rivierkleigronden, ze zijn alleen meer gerijpt. Op grotere afstand van het stroomgebied van de Oude IJssel komen zandgronden voor, al dan niet met een eerdlaag (gooreerdgronden en vlakvaaggronden). De textuur is lemig fijn zand (bodemcodes pZn23 en Zn23).

Het Veldwerkbureau B.V. heeft ter plaatse van de toekomstige mastlocaties een terreinonderzoek uitgevoerd. Tijdens het veldwerk zijn handboringen tot maximaal 4 m –mv verricht en zijn peilbuizen geplaatst.

Op basis van de boorprofielen blijkt dat vanaf maaiveld een kleilaag voorkomt. Deze laag is matig tot sterk zandig. De dikte varieert van circa 0,5 m tot maximaal 1,5 m dikte. Lokaal komt een veenlaag voor. Onder de deklaag komt tot de verkende boordiepte matig fijn tot zeer grof zandpakket voor. Lokaal is een bijmenging van grind aangetroffen.

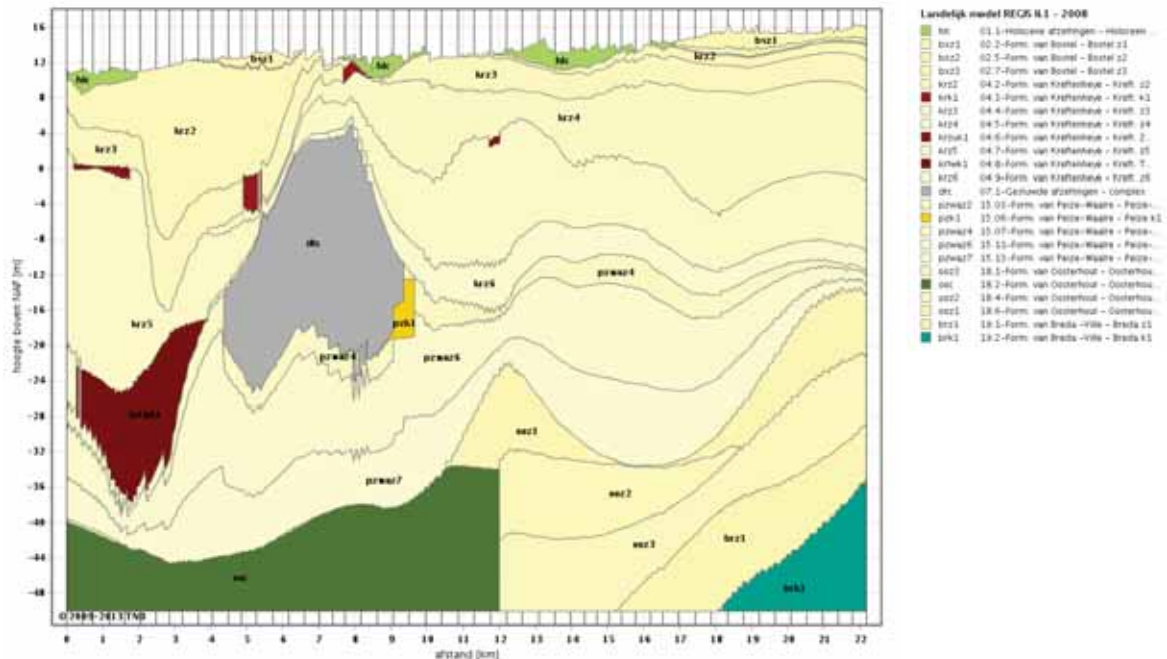
De bodemopbouw op basis van de boorprofielen (zie cultuurtechnisch rapport) komt overeen met de Bodemkaart.

De dikte van de deklaag per mastlocatie wordt in het verdere onderzoek meegenomen voor de berekeningen van het opbarstgevaar en het waterbezwaar. In tabel 2.3 (einde van dit hoofdstuk) staat per mastlocatie de dikte van de deklaag beschreven. De bodembeschrijving is afgeleid van de uitgevoerde boringen en sonderingen ter plaatse van de mastlocaties.

#### Diepe bodemopbouw

Het DINO-loket is geraadpleegd om de diepe bodemopbouw vast te stellen. De beschikbare diepe boringen zijn geraadpleegd om de bodemopbouw vast te stellen, aangevuld met gegevens uit REGIS. Gebruik is gemaakt van het landelijke model REGIS II.1 uit 2008.

In figuur 2.3 is het geohydrologische profiel op basis van de REGIS II.1 kartering weergegeven. De linkerzijde van de figuur is ter plaatse van mastlocatie 1, de rechterzijde is mastlocatie 54. Elke verticale zwarte lijn geeft een mastlocatie weer.



Figuur 2.3 Geohydrologisch dwarsprofiel mastlocaties 1 – 54

Hieronder wordt de lithologie van de verschillende formaties die voorkomen ter plaatse van het tracé besproken. Het betreft een algemene beschouwing voor de voorkomende bodemlagen.

De *Holocene afzettingen* zijn afgezet door de IJssel en worden gerekend tot de Formatie van Echteld. De bovenzijde van de Formatie bestaat uit een kleilaag. Daaronder komt een zandpakket voor. De Formatie is afgezet in de rivierbedding van de Oude IJssel. De dikte is maximaal 2 m, tot circa NAP +10 m.

De *Formatie van Boxtel* zijn eolische dekzanden uit het Laat-Pleistoceen. De formatie bestaat uit fijn zand. De Oude IJssel heeft de formatie weggespoeld ter plaatse van de rivierbedding. De Formatie van Boxtel is maximaal 2 m dik (NAP +12 m).

Onder de bovengenoemde afzettingen komt de *Formatie van Kreftenheye* voor. De Laat-Pleistocene afzettingen bestaan overwegend uit grove zanden en grindpakketten. Er is een aantal kleilagen afgezet (Laagpakket van Zutphen en Laagpakket van Twello, donkerrode lagen krk1, krzuk1 en krtwk1 in figuur 2.3). De kleilagen komen lokaal in de ondergrond voor. De dikte van de Formatie van Kreftenheye komt voor tot NAP -36 m in het noordwesten van het tracé. In het zuidoosten, nabij de Duitse grens, is de diepte circa NAP -12 m.

De *gestuwde afzettingen* zijn tijdens het Saalien afgezet (stuwwallen). Het pakket bestaat uit oudere opgestuwde Formaties (*Formatie van Peize-Waalre*). De samenstelling is gelijk aan deze Formatie. De gestuwde afzettingen komen alleen in noordwesten van het tracé voor (grijs gekleurd (dte) in figuur 2.3). De dikte bedraagt maximaal 30 m en de basis is gelegen op circa NAP -24 m.



De *Formatie van Peize-Waalre* komt voor tot een diepte van NAP -44 m in het noordwesten van het tracé en op circa NAP -14 m in het zuidoosten, nabij de Duitse grens. Deze Vroeg Pleistocene afzettingen zijn door de Rijn en Eridanos afgezet. Ze bestaan overwegend uit zand en grind.

De *Formatie van Oosterhout* is afgezet in het Pliocéen en is een mariene afzetting. De *Formatie* bestaat uit siltig, fijn, schelphoudend zand en kleilagen. Richting het westen is de *formatie* fijner en bevat meer kleilagen (donkergroene kleur, figuur 2.3, codering OOC). Gezien de diepteligging van de *Formatie* en de fijne textuur, wordt deze laag als geohydrologische basis beschouwd. De verwachting is dat de siltige zand- en kleilagen nauwelijks tot geen invloed hebben op de bemaling.

#### Geohydrologische schematisatie

In de beschrijving van de bodemopbouw is ingegaan op de samenstelling van de bodem. Door middel van een geohydrologische schematisatie wordt een indruk verkregen van de opbouw van de diepere ondergrond en de bijbehorende geohydrologische variabelen. Hierbij worden watervoerende pakketten en slecht doorlatende (scheidende) lagen onderscheiden.

In een watervoerend pakket treedt overwegend horizontale grondwaterstroming op, terwijl in een scheidende laag voornamelijk verticale grondwaterstroming optreedt. Watervoerende pakketten worden beschreven met het doorlaatvermogen (kD-waarde in m<sup>2</sup>/dag), hetgeen het product is van de horizontale doorlaatfactor (in m/dag) en de verzadigde dikte van het pakket (in m). Scheidende lagen worden beschreven met een hydraulische weerstand (c-waarde: in dagen), hetgeen het quotiënt is van de dikte (in m) en de verticale doorlaatfactor (in m/dag) van de laag. De geohydrologische basis is een slecht doorlatende laag, die vanwege de dikte en/of opbouw vrijwel ondoorlatend is.

Zoals uit figuur 2.3 blijkt, is de bodemopbouw heterogeen en complex opgebouwd. Een regionale, geohydrologische schematisatie is daarom lastig op te stellen. In tabel 2.1 staat daarom per onderscheiden laag aangegeven wat de range per geohydrologische parameter is. In REGIS zijn de Holocene afzettingen en de gestuwde afzettingen niet gekarteerd. Voor de deklaag is daarom gerekend met een weerstand van 70 dagen p/m. De gestuwde afzettingen hebben een geschatte doorlaatfactor van 30 m/d.

**Tabel 2.1 Geohydrologische schematisatie per laagpakket, gebaseerd op REGIS II.1**

REGIS-codering	Formatie/laagpakket	Eenheid	Lithologie	kD-waarde (m <sup>2</sup> /dag)	c-waarde (dagen)
hlc	F. v Echteld	Deklaag	Zandige klei	-	25 - 150
bxz-bxz2-bxz3	F. v Boxtel	Freatisch pakket	Lemig fijn zand	10 – 30	-
krz2	F. v Kreftenheye	Watervoerend pakket	Zand en grind	50 – 900	-
krk1	F. v Kreftenheye	Scheidende laag	Klei	-	50 – 100
krz3	F. v Kreftenheye	Watervoerend pakket	Zand en grind	100 – 400	-
krz4	F. v Kreftenheye	Watervoerend pakket	Zand en grind	100 – 700	-
krzuk1	L. van Zutphen	Scheidende laag	Klei en veen	-	50 – 100
krz5	F. v Kreftenheye	Watervoerend pakket	Zand en grind	50 – 900	-
krtwk1	L. van Twello	Geohydrologische basis <sup>1)</sup>	Klei	-	> 2000
krz6	F. v Kreftenheye	Watervoerend pakket	Zand en grind	100 – 300	-
dtc	Gestuwde afzettingen	Watervoerend pakket	Zand en grind	200 – 500	-
pzwaz2	F. v Peize-Waalre	Watervoerend pakket	Zand	0 – 100	-
pzk1	F. v Peize	Geohydrologische basis <sup>1)</sup>	Klei	-	100 – 250
pzwaz4	F. v Peize-Waalre	Watervoerend pakket	Zand	50 – 100	-
pzwaz6	F. v Peize-Waalre	Watervoerend pakket	Zand	50 – 300	-
pzwaz7	F. v Peize-Waalre	Watervoerend pakket	Zand	50 – 150	-
ooc	F. v Oosterhout	Geohydrologische basis	Klei en fijn zand	-	>1.500

<sup>1)</sup> Waar deze laag voor komt, is deze als geohydrologische basis beschouwd, onderliggende pakketten worden ter plaatse buiten beschouwing gelaten

Om de kD-waarde per mastlocatie vast te stellen, zijn de gegevens uit de boringen en sonderingen gebruikt, aangevuld met REGIS-gegevens op lokaal niveau. Direct onder elkaar voorkomende watervoerende pakketten zijn hierbij samengevoegd tot één laag. Wanneer een kleilaag in de ondergrond voorkomt, is deze als geohydrologische basis voor de berekeningen genomen.

De geohydrologische parameters variëren per mastlocatie, omdat de dikte van de verschillende lagen varieert, evenals de doorlaatfactoren. Tevens komen niet overal dezelfde formaties en laagpakketten voor. In tabel 2.3 is per mastlocatie weergegeven wat het horizontaal doorlaatvermogen en de dikte van het watervoerende pakket is.

In een aantal gevallen blijkt de horizontale doorlaatfactor ( $k_{hor}$ ) en het daarmee samenhangende horizontaal doorlaatvermogen (kD-waarde) op basis van REGIS te laag te worden ingeschat. Op basis van de boorprofielen en sonderingen is wordt de k-waarde van het watervoerende pakket geschat op minimaal 30 m/d. Deze waarde is eveneens gebaseerd op gebiedskennis. De kD-waarden zijn bij deze mastlocaties hierop aangepast. De dikte van het watervoerende pakket is wel gebaseerd op REGIS, door het ontbreken van voldoende diepe boorprofielen of sonderingen, tot de kleilaag.

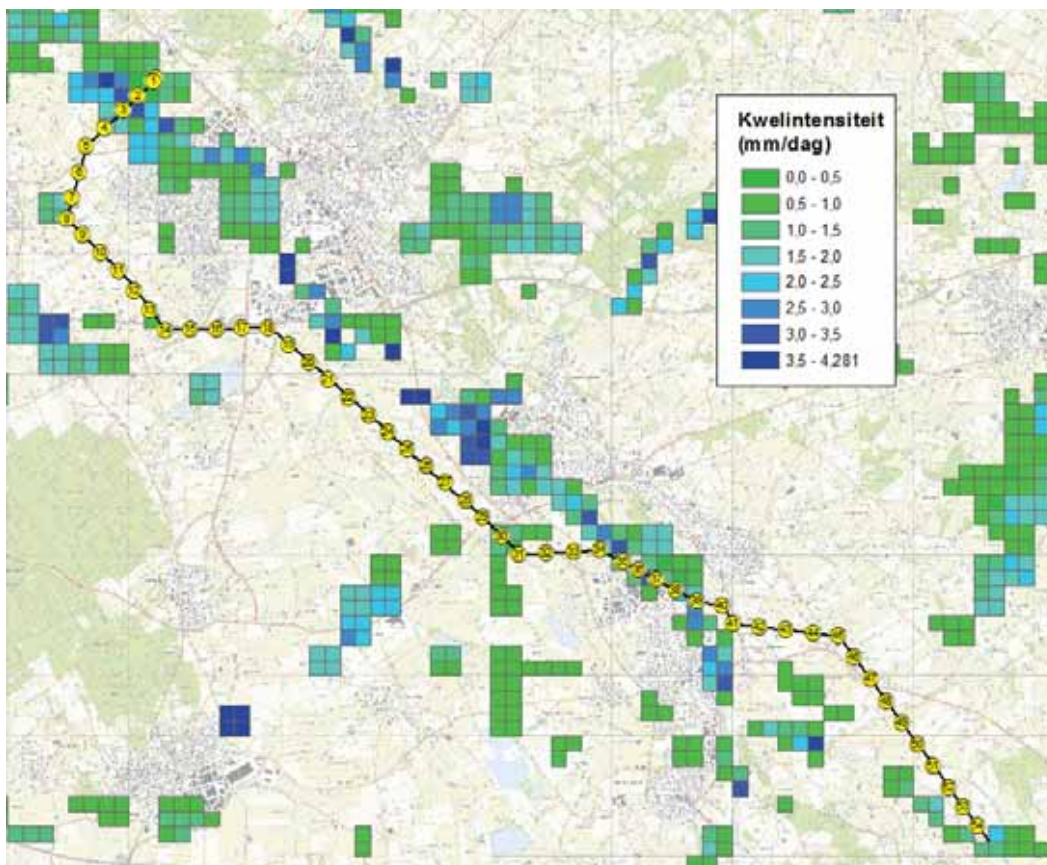
## 2.5 Oppervlaktewater

Het tracé is gelegen in het beheersgebied van Waterschap Rijn en IJssel. In de omgeving van het tracé zijn diverse watergangen gelegen. De watergangen hebben een drainerende (waterafvoerende) werking op het gebied. De grootste rivier in de omgeving van het tracé is de Oude IJssel. Tevens zijn een groot aantal andere beken in de omgeving van het tracé gelegen. De waterlopen worden op peil gehouden met behulp van stuwen.

## 2.6 Grondwater

### *Kwel en infiltratie*

De Oude IJssel en andere waterlopen hebben een drainerende werking op de omgeving. In de directe omgeving van de rivier treedt kwel op (Kwelkaarten Stone Onderzoek, Provincie Gelderland). In het overige gedeelte van het plangebied treedt infiltratie van regenwater op. In figuur 2.4 is een uitsnede van de kwelkaart weergegeven.

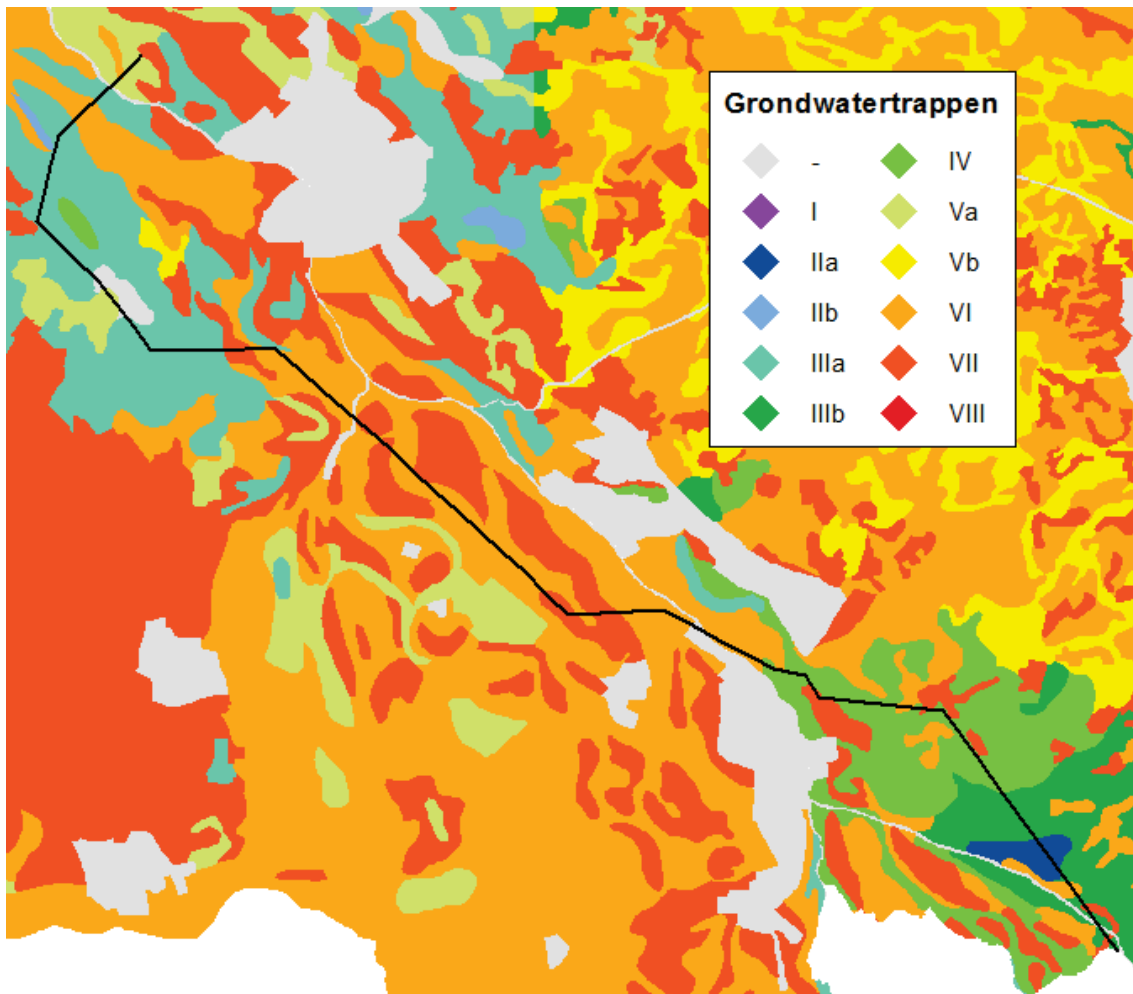


Figuur 2.4 Kwelkaart (Stone onderzoek, provincie Gelderland)



**Freatische grondwaterstand**

De fluctuatie van de freatische grondwaterstand uit zich in een gemiddeld hoogste (GHG) en gemiddeld laagste grondwaterstand GLG. Om inzicht te krijgen in de regionale grondwaterstanden, is gebruik gemaakt van de Bodemkaart van Nederland. Op deze kaart zijn eveneens de grondwatertrappen gekarteerd. In figuur 2.5 staan de grondwatertrappen weergegeven. Tabel 2.2 geeft de ranges van de grondwatertrappen weer.



Figuur 2.6 Grondwatertrappen

**Tabel 2.2 Grondwatertrappen**

Grondwaterstand (cm -mv)	Grondwatertrap (Gt)										
	I	IIa	IIb	IIIa	IIIb	IV	Va	Vb	VI	VII	VIII
GHG	n.v.t	0 – 25	25 – 40	0 – 25	25 – 40	40 – 120	0 – 25	25 – 40	40 – 80	80 – 140	> 140
GLG	0 – 50	50 – 80	50 – 80	80 – 120	80 – 120	80 – 120	> 120	> 120	> 120	> 120	> 140

Tijdens het veldwerk zijn eveneens de GHG en GLG geschat, op basis van het voorkomen van oxidatie- en reductieverschijnselen in de boorprofielen. Op basis van deze gegevens blijkt dat de GHG in het gebied gelegen is tussen 0,3 à 0,8 m -mv, afhankelijk van de locatie. De GLG is circa 1,0 à 1,5 m lager gelegen. In tabel 2.3 staat per mastlocatie aangegeven wat de GHG en GLG zijn.

De lokale grondwaterstanden kunnen lokaal afwijken van figuur 2.6. De afwijking is maximaal 20 cm. Voor het bemalingsadvies wordt uitgegaan van de schattingen tijdens het veldwerk.

### Stijghoogte

De stijghoogte en stromingsrichting in het watervoerende pakket is vastgesteld met behulp van het isohypsen-patroon van REGIS (NITG-TNO, Isohypsen WVP1B, WVP2 en WVP3A, 28 april 1995). De isohypsen zijn niet geschikt voor een analyse op lokaal niveau, daarvoor zijn ze te onnauwkeurig. De stijghoogtes ter plaatse van de bemalingslocaties zijn afgeleid van de geplaatste peilbuizen en veldschattingen ten tijde van het uitvoeren van het veldwerk (zie bijlage 1 en het cultuurtechnisch onderzoek).

Wel blijkt dat de stijghoogtes van de verschillende watervoerende pakketten nagenoeg hetzelfde beeld tonen. Dit wijst erop dat in de ondergrond nauwelijks grote, wijdverspreide scheidende lagen voorkomen, welke een regionale invloed op de stijghoogtes en/of stromingsrichting heeft. Het geschetste beeld van figuur 2.3 schetst eveneens dit beeld. Er is een grote heterogeniteit in de aanwezige zandpakketten, echter zijn de scheidende lagen niet overal aanwezig in de ondergrond. De scheidende lagen zijn van een dermate omvang dat ze een regionale invloed hebben op de stromingsrichting. Lokaal kan hier wel sprake van zijn, echter zijn onvoldoende diepe peilbuizen onder de scheidende lagen beschikbaar om dit te verifiëren.

### Stromingsrichting

De stromingsrichting van het grondwater is overheersend westelijk gericht. Nabij Doetinchem is de stroming meer richting het noorden gericht. Tevens is uit het isohypsenpatroon af te leiden dat de Oude IJssel een drainerende werking op de omgeving heeft. Aan het begin van het tracé bedraagt de stijghoogte circa NAP +10,0 m. Nabij de Duitse grens is deze toegenomen tot circa NAP +15 m.

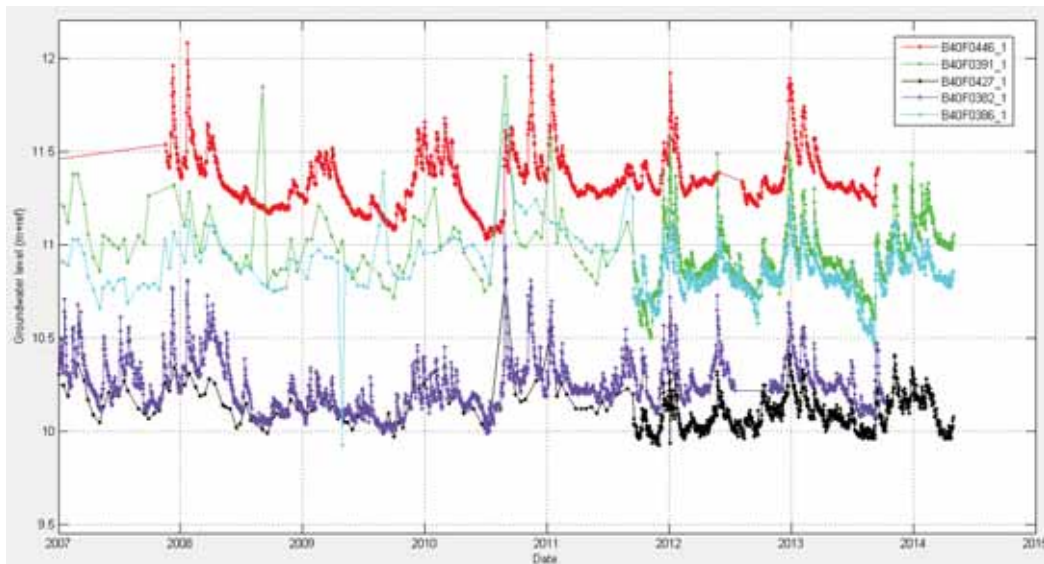
### Meetreksen grondwaterstanden

Vanuit het DINO-loket zijn een aantal peilbuizen opgevraagd. Er zijn 5 representatieve peilbuizen nabij de bemalingslocaties gelegen. Figuur 2.6 geeft de ligging van de peilbuizen weer en in figuur 2.7 staan de gemeten stijghoogtes weergegeven.



Figuur 2.6 Situering peilbuizen





Figuur 2.7 Stijghoogteverloop peilbuizen

In Menyanthes (KWR 2014) is een analyse uitgevoerd op de relatie tussen neerslag, verdamping en stijghoogtes. Op basis hiervan blijkt dat de stijghoogtes grotendeels afhankelijk zijn van de neerslag. Nabij de Oude IJssel zijn de grondwaterstanden afhankelijk van het waterpeil van de Oude IJssel.

Om meer inzicht te krijgen in de grondwaterstanden is per mastlocatie een peilbuis geplaatst. In deze peilbuizen zijn 1x per maand de grondwaterstanden gemeten, voor een jaar lang. De peilbuizen hebben allen een filterstelling onder de deklaag. De grondwaterstanden van deze peilbuizen zijn opgenomen in bijlage 1. De gemeten grondwaterstanden van figuur 2.6 komen overeen met de in de buurt gemeten grondwaterreeksen ter plaatse van de bemalingslocaties.

Op basis van de boorprofielen blijkt dat de GLG op een groot aantal locaties lager is gelegen dan de onderzijde van de deklaag. Tijdens GHG situaties wordt verwacht dat nauwelijks drukverschil zal zijn tussen de stijghoogte in het watervoerend pakket en de freatische grondwaterstand. Voor dit onderzoek wordt daarom uitgegaan dat de GHG en GLG gelijk zijn aan de stijghoogtes.

#### *Uitgangspunten bemalingsadvies*

De grondwaterstanden zijn voor een periode van één jaar gemeten (zie bijlage 1). Hierdoor is een beeld ontstaan van de fluctuatie gedurende het jaar. Echter door seizoens- en klimaatinvloeden kunnen grotere extremen voordoen dan in één jaar gemeten is. Voor de berekeningen worden daarom de volgende uitgangspunten gehanteerd:

- Ten aanzien van de grondwaterstanden is uitgegaan van een worst-case situatie.
- Voor de GHG is uitgegaan van de hoogste waarde. Afhankelijk van de mastlocatie is dit de (betrouwbare) gemeten grondwaterstand of de geschatte GHG tijdens het veldwerk.
- Voor de GLG is uitgegaan van de laagste waarde. Afhankelijk van de mastlocatie is dit de (betrouwbare) gemeten grondwaterstand of de geschatte GLG tijdens het veldwerk.

Op basis van het bovenstaande wordt voorkomen dat een onderschatting van het onttrekkingsdebiet wordt uitgerekend tijdens een GHG-situatie. Door uit te gaan van de GLG situatie (de laagste gemeten waarden) wordt het maximale effect van de bemaling op de omgeving in beeld gebracht.

## 2.7 Bodemkwaliteit

Uit milieuhygiënisch bodemonderzoek (Grondonderzoeken DW380kV, Aanvullend Verkennend (water)bodem- en asbestonderzoek, (T208610, d.d. 3 oktober 2012), referentienummer GM-0135812) blijkt dat op een aantal locaties sprake is van verhoogde achtergrondwaarden voor zware metalen en (barium, cadmium, kobalt, koper, nikkel en zink). Van de zware metalen koper en nikkel wordt incidenteel een waarde boven de tussenwaarde aangetroffen. De zware metalen vormen vanuit milieuhygiënisch oogpunt geen belemmeringen voor de voorgenomen graafwerkzaamheden.

Op een enkele mastlocatie zijn de concentraties aan naftaleen, som cis, dichloorethenen en xylenen verhoogd aangetroffen. De concentraties overschrijden in enkele gevallen de tussenwaarde, echter is ter plaatse van de mastlocaties geen sprake van een ernstig geval van bodemverontreiniging.

In bijlage 2 is een tabel opgenomen, waarin aangegeven is voor welke stoffen de meetwaarden overschreden worden. Voor het volledige bodemonderzoek wordt verwezen naar het bovengenoemd Verkennend (water)bodem- en asbestonderzoek. In hoofdstuk 5 wordt nader ingegaan op de kwaliteitseisen voor de lozing van het bronneringswater, in relatie met de aangetroffen verontreinigingen in het grondwater.

De *Atlas van Gelderland* is geraadpleegd om vast te stellen of bodem- en/of grondwaterverontreinigingen gelegen zijn in de omgeving van de bemalingslocatie. Binnen het invloedsgebied van de bemalingen zijn verontreinigingen bekend. De voormalige stortplaats van Rafelder is de meest nabij gelegen verontreiniging. In hoofdstuk 5 wordt nader ingegaan op de effecten van de bemaling op de verontreinigingen. In bijlage 7 staan de verontreinigingen in de omgeving van de bemalingslocatie weergegeven.

## 2.8 Samenvatting

In dit hoofdstuk is de globale bodemopbouw en geohydrologie ter plaatse van het tracé beschreven. Deze gegevens en achterliggende informatie zijn gebruikt om per mast de geohydrologische situatie per mast te beschrijven. Voor de berekeningen van het onttrekkingsdebiet en de verlagingen in de omgeving zijn een aantal parameters gebaseerd op expert-judgement en kengetallen, omdat exacte waarden niet bekend zijn. Het betreft de volgende parameters:

- drainageweerstand: 200 dagen;
- weerstand deklaag: 70 dagen per meter deklaag (de weerstand is afhankelijk van de dikte van de deklaag);
- horizontaal doorlaatvermogen deklaag: 0,25 m<sup>2</sup>/dag per meter deklaag (het doorlaatvermogen is afhankelijk van de dikte van deklaag).

Een aantal parameters zijn specifiek gehouden per mastlocatie. Het betreft de volgende gegevens:

- maaiveldhoogtes;
- dikte deklaag;
- dikte watervoerend pakket;
- horizontale doorlaatfactor watervoerend pakket;
- GHG en GLG.

Deze parameters zijn vastgesteld op basis van het uitgevoerde veldwerk per mastlocatie, aangevuld met gegevens uit REGIS. In tabel 2.3 staan de uitgangspunten weergegeven.

**Tabel 2.3 Samenvatting geohydrologische situatie per mastlocatie**

Mast	Type	Maaiveld	Basis	Dikte	Weerstand	Basis	Dikte	kD-	Uitgangspunt GWS	
		(m +NAP)	deklaag (m +NAP)	deklaag (m)	deklaag (dagen)	WVP (m+NAP)	WVP (m)	WVP <sup>1)</sup> (m <sup>2</sup> /dag)	GHG (m+NAP)	GLG (m+NAP)
1	hoek	10,9	9,6	1,3	91	-40	49	1625	10,40	9,73
2	steun	11,0	10,1	0,9	63	0	10	326	10,67	9,87
3	steun	10,9	9,3	1,6	112	0	9	369	10,55	9,45
4	steun	10,9	9,6	1,3	91	0	10	365	10,70	10,07
5	hoek	11,2	10,0	1,2	84	0	10	400	10,51	10,07
6	steun	11,0	10,2	0,8	56	-23	34	1325	10,70	10,19
7	steun	11,3	10,6	0,7	49	-21	32	1366	10,94	10,46
8	hoek	11,8	10,7	1,1	77	-18	29	1254	11,30	10,60
9	hoek	12,0	11,0	1,0	70	-18	28	1225	11,45	10,77
10	steun	12,2	11,5	0,7	49	-17	28	1126	11,59	10,79
11	hoek	12,3	10,7	1,6	112	-44	55	1648	11,96	11,26
12	steun	12,8	12,3	0,5	35	-44	55	1678	12,16	11,61
13	steun	12,8	11,8	1,0	70	-43	55	1657	12,37	11,56
14	hoek	13,3	12,2	1,1	77	-43	55	1648	12,58	11,34
15	steun	12,9	12,1	0,8	56	-42	54	1633	12,43	11,57
16	steun	12,8	12,1	0,7	49	-41	53	1599	12,23	11,53



**Tabel 2.3 Samenvatting geohydrologische situatie per mastlocatie**

Mast	Type	Maaiveld	Basis	Dikte	Weerstand	Basis	Dikte	kD-	Uitgangspunt GWS	
		(m +NAP)	deklaag (m +NAP)	deklaag (m)	deklaag (dagen)	WVP (m+NAP)	WVP (m)	WVP <sup>1)</sup> (m <sup>2</sup> /dag)	GHG (m+NAP)	GLG (m+NAP)
17	steun	13,0	11,5	1,5	105	-40	51	1551	12,17	11,67
18	hoek	12,1	10,9	1,2	84	-39	51	1500	11,37	10,97
19	steun	13,0	12,0	1,0	70	-39	50	1515	11,88	10,78
20	steun	13,2	12,3	0,9	63	-21	32	1006	12,38	11,88
21	hoek	11,7	9,7	2,0	140	-20	31	881	11,23	10,63
22	steun	13,0	10,8	2,2	154	-17	28	1041	12,20	10,90
23	steun	13,2	11,4	1,8	126	-16	27	1218	12,16	11,16
24	hoek	12,9	12,1	0,8	56	-12	25	1389	12,32	11,22
25	steun	12,2	10,9	1,3	91	-36	48	2147	11,57	11,33
26	steun	12,7	11,7	1,0	70	-34	46	2096	12,09	11,16
27	steun	12,6	11,6	1,0	70	-31	44	2044	12,03	11,63
28	hoek	12,9	12,4	0,5	35	-28	40	1945	12,80	11,40
29	steun	13,5	12,2	1,3	91	3	9	552	12,76	11,96
30	steun	14,1	13,0	1,1	77	-22	35	1781	13,20	12,30
31	hoek	14,2	12,6	1,6	112	-23	35	1696	13,24	13,32
32	steun	14,1	13,3	0,8	56	-26	39	1718	13,10	12,30
33	steun	13,5	11,7	1,8	126	-28	40	1719	12,96	12,14
34 <sup>1)</sup>	hoek	13,1	12,1	1,0	70	-30	43	1734	12,70	12,10
35	steun	13,4	12,0	1,4	98	-31	44	1730	13,03	12,24
36	steun	14,2	12,7	1,5	105	-32	45	1743	12,78	12,23
37	steun	13,6	12,9	0,7	49	-33	46	1726	12,88	12,00
38	hoek	13,4	12,8	0,6	42	-33	47	1778	13,12	12,62
39	hoek	13,3	12,8	0,5	35	-34	47	1760	13,40	12,60
40	hoek	14,2	13,7	0,5	35	-34	48	1773	13,62	12,73
41	hoek	14,9	14,4	0,5	35	-34	48	1748	13,59	12,62
42	steun	14,2	13,6	0,6	42	-33	47	1765	13,85	13,35
43	steun	14,8	13,5	1,3	91	-32	46	1722	14,52	14,04
44	steun	15,1	14,4	0,7	49	-31	45	1645	14,38	13,98
45	hoek	15,6	15,0	0,6	42	-29	44	1606	15,19	13,99
46	steun	15,4	14,4	1,0	70	-27	41	1447	14,96	14,04
47	steun	15,4	14,1	1,3	91	-24	38	1309	15,03	14,27
48	steun	15,5	14,5	1,0	70	-22	36	1229	15,06	14,16
49	steun	15,4	14,8	0,6	42	-19	34	1187	14,95	14,41
50	steun	15,3	14,7	0,6	42	-17	32	1152	15,06	14,67
51	steun	15,5	14,9	0,6	42	-15	30	1120	15,12	14,72
52	steun	15,7	14,9	0,8	56	-15	30	1116	15,30	14,70
53	steun	16,0	15,0	1,0	70	-14	29	1132	15,49	14,94
54	hoek	15,5	15,0	0,5	35	-15	30	1172	15,18	14,83

<sup>1)</sup> Indien de horizontale doorlaatfactor kleiner is dan 30 m/dag is deze verhoogd naar deze waarde. De kD-waarde is dan eveneens aangepast.

## 3 Bemalingsaspecten

### 3.1 Algemeen

In dit hoofdstuk wordt ingegaan op de bemalingsaspecten om de fundering van de masten in den droge aan te kunnen leggen. Achtereenvolgens komen de volgende zaken aan bod:

- uitgangspunten voor de berekeningen;
- onttrekkingsdebiet en waterbezwaar;
- bandbreedteanalyse;
- verlagingen in de omgeving;
- bemalingsadvies.

### 3.2 Uitgangspunten

De volgende uitgangspunten zijn gehanteerd voor het bemalingsadvies:

- geohydrologische schematisatie volgens tabel 2.2;
- de afmetingen van de bouwputten zijn afgeleid van de tekeningen, *zoals door TenneT aangeleverd voor het tracé 380 kV Zuid-West (zie bijlage 3)*. De aannemer die de werkzaamheden gaat uitvoeren is verantwoordelijk voor het ontwerp van de funderingen. Om het advies op te kunnen stellen is daarom uitgegaan van het generieke ontwerp wat uit bij Zuid West gehanteerd is;
- binnen het tracé worden overwegend twee masttypes toegepast (hoek- en steunmasten). In tabel 3.1 staat per type weergegeven wat de afmetingen van de bemalingslocatie zijn;
- bij het ontwerpen van de te plaatsen mastvoeten is het van belang rekening te houden met de maximale ruimte die per mast aan bouwputafmetingen beschikbaar is. Dit is een taak van de aannemer. Een grotere en/of diepere bouwput leidt mogelijk tot een groter onttrekkingsdebiet en waterbezwaar;
- de aannemer is verantwoordelijk voor de geohydrologische onderbouwing en het voldoen aan de vergunningsvoorwaarden bij een afwijkend ontwerp.

**Tabel 3.1 Masttypes en funderingen gebaseerd op generiek ontwerp**

Codering	Type	Lengte bouwput (m)	Breedte bouwput (m)	Ontgravingsdiepte (m –mv)	Bemalingsduur (dagen)
W.S...	Bi-pole – steunmast	39	17	2,9	42
W.H...	Bi-pole – hoekmast	51	23	3,4	42

- het type mast dat geplaatst wordt, is afgeleid van het mastenboek, versie VKA 3.0 en de bijbehorende stacking table. Indien een liepvlak is aangegeven op de tekening, is uitgegaan van een hoekmast. In de andere gevallen is uitgegaan van een steunmast;
- de ontgravingsdiepte bedraagt minimaal 2,9 m –mv. De deklaag is maximaal 2,5 m dik (zie tabel 2.2), zodat deze geheel doorgraven zal worden. Omdat de gehele deklaag wordt doorgraven, is geen opbarstgevaar van de putbodem voor de onderzochte masten. Berekeningen voor het opbarstgevaar en spanningsbemaling zijn daarom achterwege gelaten;
- de berekeningen van het onttrekkingsdebiet en waterbezwaar zijn uitgevoerd op basis van de Glee, waarbij rekening is gehouden met de onvolkomenheid van de filters. Gerekend is met een verticale filterlengte van 8 m. In bijlage 10 is de berekeningswijze nader toegelicht;
- de bemalingsduur per mast is aangehouden op zes weken (42 dagen, inclusief voorbereiding en bemaling gedurende de weekenden);
- de berekeningen zijn uitgevoerd voor zowel de GHG-situatie als de GLG-situatie, in combinatie met de bijbehorende corresponderende stijghoogtes;



- gerekend is met een extra verlaging van 0,3 m onder de vloer van de bouwput. Dit om een voldoende drooglegging te garanderen bij de uitvoer, zodat veilig gewerkt kan worden in de bouwput;
- bij de berekeningen is uitgegaan dat de funderingen onafhankelijk van elkaar aangelegd worden .

### 3.3 Onttrekkingsdebiet en waterbezwaar

Het onttrekkingsdebiet en waterbezwaar zijn per mast uitgerekend. In tabel 3.3 staan de berekeningsresultaten weergegeven. Uit de berekeningen komt naar voren dat het maximaal totaal te verwachten waterbezwaar circa 8.500.000 m<sup>3</sup> bedraagt, bij een uitvoer tijdens een GHG-situatie en 6.300.000 m<sup>3</sup> ten tijde van een GLG-situatie. De onttrekkingsdebieten per mastlocatie zijn in bijlage 4 en 5 weergegeven.

**Tabel 3.3a** Verwacht onttrekkingsdebiet en waterbezwaar, ten tijde van de GHG situatie

MAST	Bemalingsduur (dagen)	Verlaging stijg­hoogte (m)	Totaal onttrekkingsdebiet			Waterbezwaar
			(m <sup>3</sup> /uur)	(m <sup>3</sup> /dag)	(m <sup>3</sup> /maand)	(m <sup>3</sup> )
1	42	3,23	185	4.437	133.101	186.341
2	42	2,50	69	1.647	49.418	69.185
3	42	2,80	86	2.063	61.903	86.665
4	42	2,75	83	1.999	59.969	83.956
5	42	3,00	107	2.559	76.759	107.462
6	42	2,90	157	3.777	113.302	158.623
7	42	2,80	161	3.865	115.940	162.316
8	42	3,20	190	4.552	136.549	191.169
9	42	2,67	144	3.460	103.786	145.300
10	42	2,50	128	3.060	91.809	128.532
11	42	3,30	180	4.315	129.461	181.246
12	42	2,70	142	3.420	102.599	143.639
13	42	2,80	144	3.466	103.974	145.563
14	42	3,30	183	4.387	131.603	184.244
15	42	2,60	134	3.222	96.667	135.334
16	42	2,60	134	3.208	96.248	134.747
17	42	2,70	144	3.462	103.871	145.419
18	42	3,10	165	3.965	118.937	166.511
19	42	2,20	110	2.631	78.916	110.483
20	42	2,20	94	2.254	67.616	94.662
21	42	3,40	144	3.459	103.769	145.277
22	42	2,40	110	2.642	79.260	110.963
23	42	2,20	119	2.845	85.347	119.486
24	42	2,60	169	4.066	121.986	170.780
25	42	2,46	170	4.087	122.624	171.674
26	42	2,60	180	4.317	129.519	181.327
27	42	2,70	189	4.535	136.039	190.454
28	42	3,30	250	5.990	179.712	251.597
29	42	2,50	109	2.622	78.669	110.136
30	42	2,30	156	3.753	112.586	157.621
31	42	2,69	184	4.405	132.163	185.028
32	42	2,20	139	3.345	100.342	140.479
33	42	2,60	158	3.785	113.560	158.984
34	42	3,30	218	5.241	157.234	220.128
35	42	2,80	167	4.005	120.140	168.195
36	42	2,20	130	3.117	93.504	130.906
37	42	2,70	160	3.849	115.463	161.649
38	42	3,10	202	4.859	145.775	204.085
39	42	3,30	213	5.120	153.594	215.032
40	42	3,10	201	4.824	144.707	202.589
41	42	2,40	153	3.664	109.928	153.899
42	42	2,90	174	4.171	125.123	175.172

**Tabel 3.3a** Verwacht onttrekkingsdebiet en waterbezwaar, ten tijde van de GHG situatie

MAST	Bemalingsduur (dagen)	Verlaging stijghoogte (m)	Totaal onttrekkingsdebiet			Waterbezwaar
			(m <sup>3</sup> /uur)	(m <sup>3</sup> /dag)	(m <sup>3</sup> /maand)	(m <sup>3</sup> )
43	42	2,90	168	4.028	120.842	169.178
44	42	2,50	143	3.425	102.740	143.836
45	42	3,30	202	4.851	145.537	203.751
46	42	2,80	148	3.542	106.249	148.748
47	42	2,80	139	3.343	100.304	140.426
48	42	2,80	137	3.284	98.531	137.943
49	42	2,90	144	3.464	103.917	145.484
50	42	2,90	144	3.459	103.766	145.272
51	42	2,80	139	3.343	100.277	140.388
52	42	2,80	139	3.332	99.951	139.931
53	42	2,70	136	3.266	97.966	137.153
54	42	3,35	191	4.573	137.195	192.073
TOTAAL						8.500.000

**Tabel 3.3b** Verwacht onttrekkingsdebiet en waterbezwaar, ten tijde van de GLG situatie

MAST	Bemalingsduur (dagen)	Verlaging stijghoogte (m)	Totaal onttrekkingsdebiet			Waterbezwaar
			(m <sup>3</sup> /uur)	(m <sup>3</sup> /dag)	(m <sup>3</sup> /maand)	(m <sup>3</sup> )
1	42	2,56	147	3.516	105.492	147.688
2	42	1,70	47	1.120	33.604	47.046
3	42	1,70	52	1.253	37.584	52.618
4	42	2,12	64	1.542	46.252	64.753
5	42	2,56	91	2.183	65.475	91.665
6	42	2,39	130	3.116	93.494	130.891
7	42	2,32	133	3.195	95.857	134.200
8	42	2,50	148	3.556	106.679	149.351
9	42	1,99	107	2.577	77.304	108.225
10	42	1,70	87	2.081	62.430	87.402
11	42	2,60	142	3.400	102.000	142.800
12	42	2,15	113	2.720	81.586	114.220
13	42	1,98	102	2.453	73.598	103.038
14	42	2,06	114	2.742	82.272	115.180
15	42	1,74	90	2.156	64.693	90.570
16	42	1,90	98	2.345	70.335	98.469
17	42	2,20	118	2.821	84.635	118.489
18	42	2,70	144	3.453	103.590	145.026
19	42	1,10	55	1.315	39.458	55.241
20	42	1,70	73	1.742	52.249	73.148
21	42	2,81	119	2.854	85.610	119.853
22	42	1,10	50	1.211	36.327	50.858
23	42	1,20	65	1.552	46.553	65.174
24	42	1,50	98	2.346	70.376	98.527
25	42	2,22	154	3.689	110.680	154.952
26	42	1,68	116	2.785	83.540	116.956
27	42	2,30	161	3.863	115.885	162.239
28	42	1,90	144	3.449	103.470	144.859
29	42	1,70	74	1.783	53.495	74.893
30	42	1,40	95	2.284	68.531	95.943
31	42	2,77	189	4.543	136.295	190.813
32	42	1,40	89	2.128	63.854	89.396
33	42	1,78	108	2.591	77.745	108.843
34	42	2,70	178	4.280	128.408	179.771
35	42	2,01	120	2.872	86.157	120.620
36	42	1,65	97	2.336	70.086	98.120
37	42	1,82	108	2.589	77.660	108.724



**Tabel 3.3b** Verwacht onttrekkingsdebiet en waterbezwaar, ten tijde van de GLG situatie

MAST	Bemalingsduur	Verlaging	Totaal onttrekkingsdebiet			Waterbezwaar
	(dagen)	stijghoogte (m)	(m <sup>3</sup> /uur)	(m <sup>3</sup> /dag)	(m <sup>3</sup> /maand)	(m <sup>3</sup> )
38	42	2,60	170	4.075	122.263	171.168
39	42	2,50	162	3.879	116.359	162.903
40	42	2,21	143	3.443	103.302	144.623
41	42	1,42	91	2.173	65.178	91.249
42	42	2,40	144	3.452	103.550	144.970
43	42	2,42	140	3.367	101.007	141.410
44	42	2,10	120	2.881	86.425	120.995
45	42	2,10	129	3.087	92.614	129.660
46	42	1,88	99	2.383	71.490	100.086
47	42	2,04	101	2.430	72.900	102.060
48	42	1,90	93	2.229	66.860	93.604
49	42	2,36	118	2.822	84.675	118.545
50	42	2,52	125	3.001	90.026	126.036
51	42	2,40	119	2.866	85.988	120.383
52	42	2,20	109	2.618	78.533	109.946
53	42	2,15	108	2.597	77.902	109.062
54	42	3,00	171	4.098	122.952	172.132
TOTAAL						6.300.000

Het benodigde onttrekkingsdebiet varieert ten tijde van de GHG-situatie van 55 m<sup>3</sup>/uur tot 300 m<sup>3</sup>/uur, afhankelijk van de locatie en masttype. Gemiddeld bedraagt het debiet 160 m<sup>3</sup>/uur. Ten tijde van de GLG-situatie is het maximale onttrekkingsdebiet circa 190 m<sup>3</sup>/uur en een gemiddeld onttrekkingsdebiet van 100 m<sup>3</sup>/uur uitgerekend. Het totale waterbezwaar varieert tussen 6.300.000 en 8.500.000 m<sup>3</sup>, afhankelijk van de periode van uitvoer.

*De werkelijk benodigde onttrekkingsdebieten zullen veelal afwijken van de berekende waarden. Het benodigde bemalingsdebiet is immers afhankelijk van variabele zaken, zoals werkelijke grondwaterstand, de eigenschappen van de lokale ondergrond, geografie, lengte filter, enzovoort. Ondanks dat de bodemopbouw op basis van de beschikbare gegevens zo goed mogelijk is geïnterpreteerd, kunnen afwijkingen zich voordoen. In de berekeningen is zoveel mogelijk uitgegaan van conservatieve waarden. Veelal kunnen de berekende waarden dan ook als bovengrens worden beschouwd.*

### 3.4 Bandbreedte analyse

In de vorige paragraaf is het onttrekkingsdebiet en waterbezwaar per mastlocatie uitgerekend. De berekeningen zijn gebaseerd op gegevens, afkomstig van het veldwerk, aangevuld met parameters uit REGIS. Door de sterke heterogeniteit van de bodem en doordat een aantal parameters zijn gekozen op basis van expert-judgement, zitten onzekerheden in de berekende onttrekkingsdebieten.

Om de gevoeligheid en onzekerheid van de berekeningen vast te stellen, is een Monte-Carlo-simulatie uitgevoerd voor de berekeningen. Dit is een statistische berekeningsmethode, waarbij de berekening een groot aantal keer wordt herhaald, met variabele startcondities. Per variabele wordt eerst de kansverdeling bepaald.

Vervolgens worden een groot aantal berekeningen uitgevoerd, waarbij de parameters telkens variëren binnen de opgegeven kansverdeling. Tot slot worden een statistische analyses uitgevoerd op alle gezamenlijke uitkomsten.

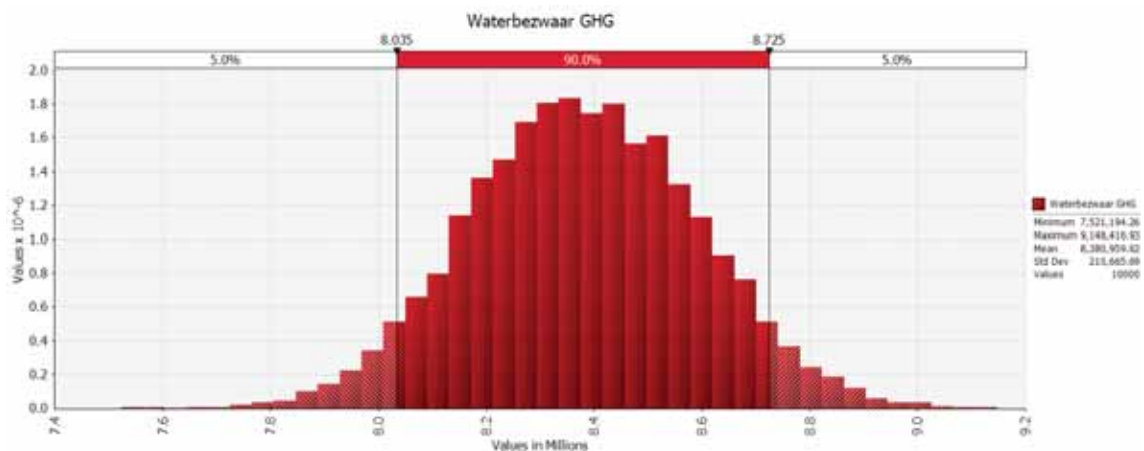
Voor onderhavig bemalingsadvies is gerekend met drie variabelen, te weten:

- weerstand (c-waarde) van de deklaag;
- doorlaatfactor (k-waarde) van het watervoerende pakket;
- onzekerheden in de grondwaterstanden, zowel bij de GHG als GLG situatie.

Als simulatiepakket is gebruik gemaakt van @Risk, een add-in voor Microsoft Excel (@Risk, versie 5.7.0 Palisade Corporation, 2010). In bijlage 8 wordt een nadere toelichting op de variabelen per parameter gegeven. Hieronder worden de berekeningsresultaten nader toegelicht. Uitgegaan is van een 90% betrouwbaarheidsinterval.

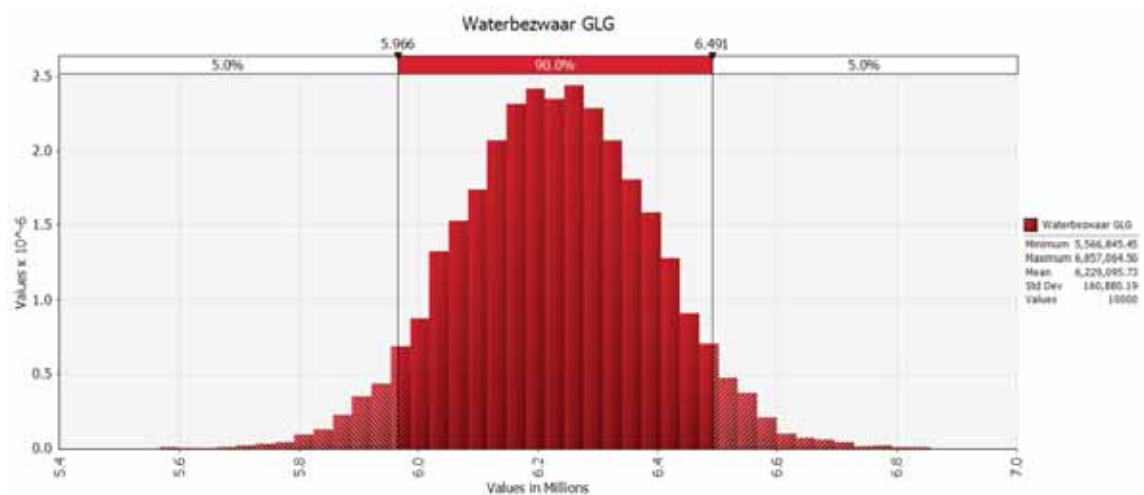
#### Resultaten simulatie

De Monte-Carlosimulatie is voor 10.000 situaties doorgerekend. Per mastlocatie is het onttrekkingsdebiet uitgerekend, voor zowel de GHG- als GLG-situatie. Tevens is het totaal te verwachten waterbezwaar voor het project uitgerekend. Figuur 3.1 geeft de kansverdeling weer voor het totale waterbezwaar, voor de GHG-situatie. Figuur 3.2 geeft de kansverdeling van het waterbezwaar bij een uitvoer tijdens GLG weer. In bijlage 9 staat per mastlocatie de bandbreedte weergegeven, voor zowel de GHG- als GLG-situatie.



Figuur 3.1 Variatie waterbezwaar tijdens GHG op basis van Monte-Carlo-simulatie

Op basis van figuur 3.1 blijkt dat het gemiddelde waterbezwaar 8,4 miljoen m<sup>3</sup> bedraagt, tijdens een GHG-situatie. Dit komt overeen met de berekeningsresultaten uit tabel 3.3a. De standaarddeviatie bedraagt 211.000 m<sup>3</sup>.



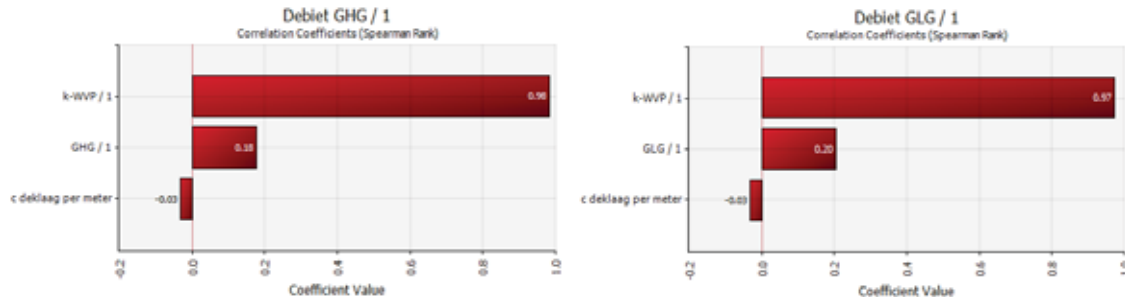
Figuur 3.2 Variatie waterbezwaar tijdens GLG-situatie op basis van Monte-Carlo-simulatie

Figuur 3.2 wijst uit dat tijdens een uitvoer bij de GLG gemiddeld 6,2 miljoen m<sup>3</sup> water onttrokken dient te worden. Dit komt overeen met de berekeningen van tabel 3.3b. De standaarddeviatie bedraagt circa 161.000 m<sup>3</sup>.



### Gevoeligheidsanalyse per parameter

In de simulatie zijn drie parameters onderzocht, de weerstand van de deklaag, de doorlaatfactor van het watervoerend pakket en de geschatte grondwaterstanden. Een analyse van de gevoeligheden wijst uit dat het benodigde onttrekkingsdebiet grotendeels beïnvloed wordt door de doorlaatfactor van het watervoerende pakket. In figuur 3.3 is de correlatiediagram weergegeven voor de GHG en GLG berekeningen van mast 1. De andere correlatiediagrammen geven een soortgelijk beeld. Deze zijn daarom niet opgenomen.



Figuur 3.3 Correlatiediagrammen mast 1

Een positieve waarde voor het coëfficiënt betekent dat een hogere waarde leidt tot een hoger onttrekkingsdebiet. Voor de weerstand van de deklaag geldt het omgekeerde, een hogere weerstand leidt tot een lager onttrekkingsdebiet.

Op basis van de Monte-Carlo-simulatie is gebleken dat het benodigde onttrekkingsdebiet grotendeels beïnvloed wordt door de doorlaatfactor van het watervoerende pakket. Indien meer zekerheid op het daadwerkelijk te verwachten onttrekkingsdebiet gewenst is, dient met name het doorlaatvermogen van het watervoerende pakket nauwkeuriger vastgesteld te worden. Dit kan bijvoorbeeld met behulp van pompproeven of het bepalen van zeefkrommes.

### 3.5 Verlagingen

Als gevolg van de bemaling zal de grondwaterstand ter plaatse van de bouwputten en in de omgeving worden beïnvloed. Ten gevolge van de bemaling in het watervoerende pakket zakken de stijghoogtes in de omgeving. De stationaire verlagingen in het watervoerende pakket staan weergegeven in tabel 3.5. De weergegeven verlagingen zijn van een GHG-situatie.

Bijlage 4 en 5 geven de verlagingcontouren op kaart weer, respectievelijk van de GHG- als GLG-situatie. De effecten van de verlagingen worden in de volgende hoofdstukken besproken.

**Tabel 3.5 Stationaire verlagingen in het watervoerend pakket ten tijde van de GHG**

MAST	Afstand 5 cm contour	Verlaging in m in WVP1 op afstand (m) uit de bouwput							
		25	50	100	250	500	750	1000	
1	1.307	1,32	1,10	0,85	0,50	0,27	0,16	0,10	
2	702	1,84	1,40	0,95	0,40	0,13	<0,05	<0,05	
3	845	2,15	1,67	1,16	0,53	0,19	0,08	<0,05	
4	851	2,08	1,61	1,11	0,49	0,17	0,07	<0,05	
5	930	2,38	1,87	1,30	0,59	0,21	0,08	<0,05	
6	1.462	1,35	1,10	0,82	0,46	0,23	0,13	0,07	
7	1.447	1,34	1,09	0,82	0,46	0,23	0,13	0,07	
8	1.568	1,67	1,38	1,04	0,59	0,29	0,16	0,09	
9	1.403	1,33	1,08	0,81	0,45	0,22	0,12	0,07	
10	1.276	1,24	1,01	0,75	0,41	0,19	0,10	0,06	
11	1.886	1,29	1,07	0,83	0,50	0,27	0,16	0,10	
12	1.526	0,99	0,81	0,61	0,35	0,18	0,10	0,06	
13	1.639	1,03	0,85	0,65	0,38	0,20	0,12	0,07	
14	1.791	1,28	1,07	0,82	0,48	0,26	0,15	0,09	
15	1.545	0,97	0,79	0,60	0,35	0,18	0,10	0,06	
16	1.514	0,97	0,80	0,61	0,35	0,18	0,10	0,06	
17	1.699	1,08	0,90	0,69	0,41	0,22	0,13	0,08	
18	1.697	1,26	1,04	0,80	0,47	0,24	0,14	0,08	
19	1.445	0,85	0,69	0,53	0,31	0,16	0,09	0,05	

**Tabel 3.5 Stationaire verlagingen in het watervoerend pakket ten tijde van de GHG**

MAST	Afstand 5 cm contour	Verlaging in m in WVP1 op afstand (m) uit de bouwput							
		25	50	100	250	500	750	1000	
20	1.188	1,01	0,82	0,61	0,33	0,15	0,08	<0,05	
21	1.494	1,76	1,44	1,08	0,60	0,29	0,15	0,09	
22	1.420	1,21	0,99	0,75	0,43	0,21	0,12	0,07	
23	1.424	1,13	0,93	0,70	0,40	0,21	0,12	0,07	
24	1.437	1,40	1,14	0,86	0,49	0,24	0,13	0,08	
25	1.818	0,99	0,82	0,64	0,39	0,22	0,13	0,09	
26	1.775	1,06	0,88	0,68	0,41	0,22	0,14	0,09	
27	1.776	1,13	0,94	0,72	0,44	0,24	0,14	0,09	
28	1.791	1,49	1,24	0,95	0,56	0,30	0,17	0,11	
29	994	1,96	1,55	1,10	0,54	0,22	0,10	<0,05	
30	1.594	1,06	0,87	0,67	0,40	0,21	0,13	0,08	
31	1.789	1,28	1,07	0,83	0,50	0,27	0,16	0,10	
32	1.492	0,96	0,79	0,60	0,35	0,18	0,11	0,06	
33	1.766	1,13	0,93	0,72	0,44	0,24	0,14	0,09	
34	1.813	1,47	1,22	0,94	0,55	0,29	0,17	0,11	
35	1.745	1,17	0,97	0,74	0,44	0,24	0,14	0,09	
36	1.626	0,91	0,75	0,58	0,35	0,19	0,11	0,07	
37	1.587	1,10	0,90	0,69	0,40	0,21	0,12	0,07	
38	1.705	1,31	1,08	0,83	0,49	0,25	0,15	0,09	
39	1.710	1,38	1,14	0,87	0,51	0,26	0,15	0,09	
40	1.685	1,29	1,07	0,82	0,48	0,25	0,14	0,08	
41	1.532	1,00	0,82	0,63	0,37	0,19	0,11	0,06	
42	1.621	1,16	0,95	0,73	0,42	0,22	0,13	0,08	
43	1.741	1,18	0,97	0,75	0,44	0,24	0,14	0,09	
44	1.510	1,02	0,83	0,63	0,37	0,19	0,11	0,06	
45	1.664	1,42	1,17	0,89	0,52	0,26	0,15	0,09	
46	1.537	1,18	0,97	0,73	0,42	0,22	0,12	0,07	
47	1.518	1,23	1,01	0,76	0,44	0,22	0,12	0,07	
48	1.429	1,26	1,02	0,77	0,43	0,21	0,12	0,07	
49	1.356	1,34	1,09	0,81	0,44	0,21	0,11	0,06	
50	1.336	1,37	1,11	0,82	0,45	0,21	0,11	0,06	
51	1.307	1,36	1,10	0,81	0,44	0,21	0,11	0,06	
52	1.336	1,37	1,11	0,82	0,45	0,21	0,11	0,06	
53	1.360	1,34	1,09	0,81	0,45	0,22	0,12	0,06	
54	1.433	1,73	1,41	1,05	0,58	0,27	0,14	0,08	

Ten gevolge van de stijghoogteverlaging in het watervoerende pakket, zakken de grondwaterstanden in de deklaag uit. De niet-stationaire freatische verlagingen ten tijde van de GHG staan weergegeven in tabel 3.6.

**Tabel 3.6 Niet-stationaire freatische verlaging grondwaterstand, ten tijde van de GHG**

MAST	Afstand 5 cm contour	Verlaging (m) freatische grondwaterstand op x (m) uit bouwput							
		25	50	100	250	500	750	1000	
1	1.093	0,90	0,75	0,58	0,34	0,18	0,11	0,07	
2	635	1,39	1,06	0,72	0,30	0,10	<0,05	<0,05	
3	713	1,35	1,05	0,73	0,33	0,12	<0,05	<0,05	
4	701	1,41	1,09	0,75	0,34	0,12	<0,05	<0,05	
5	768	1,66	1,30	0,91	0,42	0,15	0,06	<0,05	
6	1.019	1,05	0,86	0,64	0,36	0,18	0,10	0,06	
7	1.032	1,07	0,87	0,66	0,37	0,18	0,10	0,06	
8	1.096	1,20	0,99	0,75	0,42	0,21	0,12	0,07	
9	978	0,98	0,80	0,60	0,34	0,16	0,09	0,05	
10	921	1,00	0,81	0,60	0,33	0,15	0,08	<0,05	
11	1.075	0,81	0,67	0,52	0,31	0,17	0,10	0,06	
12	980	0,84	0,69	0,52	0,30	0,15	0,09	0,05	
13	983	0,76	0,63	0,48	0,28	0,15	0,09	0,05	



**Tabel 3.6 Niet-stationaire freatische verlaging grondwaterstand, ten tijde van de GHG**

MAST	Afstand 5 cm contour	Verlaging (m) freatische grondwaterstand op x (m) uit bouwput						
		25	50	100	250	500	750	1000
14	1.095	0,92	0,76	0,59	0,35	0,18	0,11	0,07
15	950	0,75	0,62	0,47	0,27	0,14	0,08	<0,05
16	947	0,78	0,64	0,49	0,28	0,14	0,08	<0,05
17	963	0,70	0,58	0,45	0,26	0,14	0,08	0,05
18	1.038	0,88	0,73	0,56	0,33	0,17	0,10	0,06
19	851	0,62	0,51	0,39	0,22	0,12	0,07	<0,05
20	792	0,77	0,62	0,46	0,25	0,12	0,06	<0,05
21	947	1,00	0,82	0,61	0,34	0,16	0,09	<0,05
22	838	0,66	0,54	0,41	0,23	0,12	0,06	<0,05
23	876	0,68	0,55	0,42	0,24	0,12	0,07	<0,05
24	1.061	1,09	0,89	0,67	0,38	0,19	0,10	0,06
25	1.059	0,67	0,56	0,44	0,27	0,15	0,09	0,06
26	1.098	0,78	0,65	0,50	0,30	0,17	0,10	0,06
27	1.129	0,84	0,69	0,53	0,32	0,18	0,11	0,07
28	1.264	1,27	1,05	0,81	0,48	0,25	0,15	0,09
29	817	1,33	1,05	0,75	0,37	0,15	0,07	<0,05
30	1.025	0,76	0,63	0,48	0,29	0,15	0,09	0,06
31	1.091	0,81	0,67	0,52	0,31	0,17	0,10	0,06
32	968	0,75	0,62	0,47	0,27	0,14	0,08	0,05
33	1.010	0,67	0,56	0,43	0,26	0,14	0,09	0,05
34	1.191	1,08	0,90	0,69	0,41	0,22	0,13	0,08
35	1.055	0,77	0,64	0,49	0,29	0,16	0,09	0,06
36	912	0,59	0,48	0,37	0,22	0,12	0,07	<0,05
37	1.042	0,88	0,72	0,55	0,32	0,17	0,10	0,06
38	1.148	1,08	0,89	0,69	0,40	0,21	0,12	0,07
39	1.170	1,18	0,97	0,74	0,43	0,22	0,13	0,08
40	1.143	1,10	0,91	0,70	0,41	0,21	0,12	0,07
41	1.000	0,85	0,70	0,54	0,31	0,16	0,09	0,05
42	1.085	0,96	0,79	0,60	0,35	0,18	0,10	0,06
43	1.062	0,80	0,66	0,51	0,30	0,16	0,10	0,06
44	979	0,82	0,67	0,51	0,29	0,15	0,09	0,05
45	1.141	1,17	0,97	0,74	0,43	0,22	0,12	0,07
46	994	0,87	0,71	0,54	0,31	0,16	0,09	0,05
47	963	0,84	0,68	0,52	0,30	0,15	0,08	<0,05
48	956	0,93	0,75	0,57	0,32	0,16	0,09	<0,05
49	976	1,11	0,90	0,67	0,37	0,17	0,09	0,05
50	971	1,13	0,92	0,68	0,37	0,18	0,09	0,05
51	958	1,12	0,91	0,67	0,36	0,17	0,09	<0,05
52	957	1,07	0,87	0,64	0,35	0,17	0,09	<0,05
53	951	0,99	0,80	0,60	0,33	0,16	0,09	<0,05
54	1.076	1,47	1,20	0,90	0,49	0,23	0,12	0,07

### 3.6 Bemalingsadvies

#### *Onttrekking in het watervoerende pakket*

Het doel van de onttrekking is het droog houden van de bouwput en de radiale toestroming van het grondwater af te vangen. Uit de beschrijving van de bodemopbouw blijkt dat op alle mastlocaties de deklaag doorsneden wordt. De bemaling vindt dus plaats in het watervoerende pakket.

De bemaling in het watervoerende pakket kan met zwaartekracht bemaling en/of deepwells uitgevoerd worden. De filters dienen onder de deklaag aangebracht te worden, zodat de stijghoogte in het watervoerend pakket verlaagd kan worden. Gezien het onttrekkingsdebiet en de benodigde verlagingen, wordt geadviseerd om de bemaling uit te voeren met een zwaartekrachtbemaling, zie tabel 3.7.

Gelet op de geringe dikte van de deklaag en/of het doorgraven van de deklaag hoeft geen aparte bemaling voor de deklaag geïnstalleerd te worden. Bemaling in het watervoerend pakket is afdoende.

**Tabel 3.7**      **Voorstel bemalingsysteem**

Onderdeel	ontwerpdebiet (m <sup>3</sup> /uur)	Lengte streng (m)	Aantal filters	Onderlinge afstand (m)	Effectieve filter- lengte (m)	Filterdiepte <sup>1)</sup> (m –mv)
Watervoerend pakket	300	120	38	3	6	2 tot 10

<sup>1)</sup> In verband met de benodigde verlaging is een grotere filterdiepte aangehouden om voldoende effectieve filterlengte over te houden.

De wijze van bemaling, de definitieve locaties van de pompen en de situering van de filters dient door de aannemer als zijnde uitvoeringsdeskundige nader te worden bepaald en te worden vastgelegd in een werkplan.

Niet uitgesloten wordt dat aanvullende verticale filters en/of deepwells noodzakelijk zijn om de verlaging te realiseren. Dit is ter beoordeling van de bronbemaler.



## 4 Waterwet, vergunningen en meldingen

### 4.1 Algemeen

In dit hoofdstuk wordt ingegaan op de vergunningsaspecten voor de bemalingswerkzaamheden. In het kader van de waterwet is voor deze werkzaamheden Waterschap Rijn en IJssel het bevoegd gezag. De eerder opgestelde notitie met betrekking tot de lozingen is in dit hoofdstuk opgenomen. Achtereenvolgens komen de volgende punten aan bod:

- onttrekking;
- lozing – kwantitatief;
- lozing – kwalitatief;
- kosten.

### 4.2 Onttrekking

In het kader van de Waterwet is voor deze bemalingswerkzaamheden Waterschap Rijn en IJssel het bevoegd gezag. In de keur van het waterschap staat beschreven wanneer een bemaling meldingsplichtig of vergunningsplichtig is. Voor het onttrekken van grondwater ten bate van (bouw)werkzaamheden staat het volgende vermeld in de keur:

- een pomp met een kleinere capaciteit dan 10 m<sup>3</sup>/uur is vrijgesteld van meldingsplicht;
- een meldingsplicht geldt voor onttrekkingen groter dan 10 m<sup>3</sup>/uur en een maximaal onttrekkingsdebiet van 100.000 m<sup>3</sup> in een periode van 30 aaneengesloten dagen en een maximale uitvoeringsduur van 180 aaneengesloten dagen;
- onttrekkingen groter dan 100.000 m<sup>3</sup> per 30 dagen of een uitvoeringsperiode langer dan 180 dagen zijn vergunningsplichtig.

In overleg tussen Waterschap Rijn en IJssel en TenneT is besloten dat voor het gehele werk voor Doetinchem – Wesel één watervergunning wordt aangevraagd. Het doel is om één watervergunning te verkrijgen voor alle bronneringswerkzaamheden voor de mastfunderingen, ondergrondse kabeltracés, de werkzaamheden aan trafostations en eventueel bijkomende onttrekkingen.

### 4.3 Lozing – kwantitatief

#### *Regelgeving*

In de legger van Waterschap Rijn en IJssel is de ontwerpcapaciteit van de waterlopen vastgelegd. De ontwerpcapaciteit is gebaseerd op de T=100 afvoernorm. De ontwerpcapaciteit is bepalend of de lozing van het bronneringswater meldingsplichtig of vergunningsplichtig is. Het waterschap hanteert de volgende regelgeving:

- lozingsdebieten, kleiner dan 1/8<sup>e</sup> van de ontwerpcapaciteit zijn meldingsplichtig;
- lozingsdebieten, tot 100% van de ontwerpcapaciteit zijn vergunningsplichtig, zonder aanvullende maatregelen en met standaard voorschriften.
- lozingsdebieten groter dan 100% van de ontwerpcapaciteit zijn onder extra voorschriften vergunbaar. Tevens worden aanvullende voorschriften opgelegd:
  - lozing mag alleen plaatsvinden in droge periodes, om wateroverlast te voorkomen;
  - de bronneringswerkzaamheden moeten gestaakt worden, als hevige regenbuien voorspeld worden, om de waterafvoer te waarborgen.

#### *Uitgangspunten*

Voor de lozing van het bronneringswater wordt uitgegaan van een lozing op het oppervlaktewater. De waterlopen zijn in beheer van waterschap Rijn en IJssel. De lozingspunten zijn gekozen op basis van een zo kort mogelijke afstand van de bemalingslocatie. Tevens is rekening gehouden met het beperken van kruisingen van drukke, doorgaande wegen.

De lozingspunten zijn gekozen tot een maximaal lozingsdebiet van 100% van de ontwerpcapaciteit. Dit om te voorkomen dat het werk niet uitgevoerd kan worden bij hevige neerslag en/of in natte periodes.

Bij de keuze is uitgegaan van het lozingsdebiet per mastlocatie. Voor een aantal masten wordt dezelfde locatie gebruikt, in verband met de lozingsmogelijkheden. Uitgangspunt is dat slechts één mastlocatie in bemaling staat. Als meerde masten gelijktijdig worden bemalen, mag het totale lozingsdebiet niet groter zijn dan de ontwerpcapaciteit van de watergangen.

*De aannemer dient in een bemalingsplan aan te geven waar het water daadwerkelijk geloosd gaat worden. De gekozen locaties kunnen het berekende afvoerdebiet aan, tot een afvoercapaciteit van 100% van het ontwerpdebiet.*

*In overleg met het waterschap zijn de lozingslocaties vastgesteld. Een nadere detaillering dient afgestemd te worden met het waterschap en de broneerder. Bij de definitieve keuze dient de aannemer zich aan de eisen van waterschap Rijn en IJssel te houden. De eisen aan lozingspunten worden door het waterschap in de vergunning opgenomen.*

*In het lozingsplan is geen rekening gehouden met extreme omstandigheden, zoals extreem hoge waterstanden en/of hoge neerslaghoeveelheden. In dit soort situaties dient rekening gehouden te worden dat de bemalingswerkzaamheden geen doorgang kunnen vinden in verband met wateroverlast.*

#### Locatie lozingspunten

Op 24 februari 2014 is in een overleg tussen het waterschap en Grontmij de situering van de lozingspunten besproken. Tijdens dit overleg zijn de maximaal te lozen debieten (GHG-situatie) vergeleken met de ontwerpafvoernormen voor de nabijgelegen waterlopen. Indien de dichtstbijzijnde waterloop onvoldoende afvoercapaciteit heeft, zijn alternatieve lozingslocaties aangewezen.

In tabel 4.1 is het voorstel van de lozingspunten opgenomen. In de tabel zijn de x- en y-coördinaten weergegeven en op welke watergang geloosd wordt. De codering van de watergangen is afgeleid van de legger van het waterschap. Bijlage 6 geeft deze punten weer op kaart.

**Tabel 4.1 Vergunningsgrens per voorgesteld lozingspunt (zie ook bijlage 6)**

Lozingspunt	Mastnummers	Codering oppervlaktewater	Naam watergang	T100-afvoernorm (m <sup>3</sup> /uur)	Melding 12,5%-norm (m <sup>3</sup> /uur)	Maximaal lozingsdebiet 100%-norm (m <sup>3</sup> /uur)
LP01	01	OIJ32.020	Rouwenortse sloot	220	28	220
LP02	02	OIJ00.000	Oude IJssel	629.064	78.633	629.064
LP03	03	BVM28.290	Eldrikse kwelsloot	238	30	238
LP04	04, 05	BVM24.000	Wehlse Beek	5.548	694	5.548
LP05	06	BVM24.060		727	91	727
LP06	07	BVM24.060		619	77	619
LP07	08	BVM24.060		619	77	619
LP08	09, 10	BVM24.045		1.462	183	1.462
LP09	11	BVM24.035		767	96	767
LP10	12, 13	BVM24.035		310	39	310
LP11	14	BVM24.005		1.220	153	1.220
LP12	15	BVM24.005		1.220	153	1.220
LP13	16	OIJ28.000	Wijnbergse Loopgraaf	997	125	997
LP14	17	OIJ28.005	Stroombroek W.L.	226	28	226
LP15	18	OIJ28.005	Stroombroek W.L.	226	28	226
LP16	19	OIJ20.220	Braamtse W.L.	853	107	853
LP17	20	OIJ20.220	Braamtse W.L.	1.066	133	1066
LP18	21	OIJ20.000	Waalse water	21.308	2.664	21.308
LP19	22	OIJ20.000	Waalse water	21.308	2.664	21.308
LP20	23	OIJ20.215	Hommekens W.L.	461	58	461
LP21	24	OIJ16.000	Warmse W.L.	1.055	132	1.055
LP22	25	OIJ16.000	Warmse W.L.	1.055	132	1.055
LP23	26	OIJ16.000	Warmse W.L.	724	91	724



**Tabel 4.1 Vergunningsgrens per voorgesteld lozingspunt (zie ook bijlage 6)**

Lozings- punt	Mast- nummers	Codering oppervlaktewater	Naam watergang	T100- afvoernorm (m <sup>3</sup> /uur)	Melding 12,5%-norm (m <sup>3</sup> /uur)	Maximaal lozingsdebiet 100%-norm (m <sup>3</sup> /uur)
LP24	27	OIJ16.000	Warmse W.L.	724	91	724
LP25	28	OIJ16.000	Warmse W.L.	608	76	608
LP26	29	OIJ16.000	Warmse W.L.	698	87	698
LP27	30, 31, 32	OIJ16.000	Warmse W.L.	698	87	698
LP28	33	OIJ12.000	Rieze Graven	3.784	473	3.784
LP29	34	OIJ12.000	Rieze Graven	3.784	473	3.784
LP30	35	OIJ00.000	Oude IJssel	501.012	62.627	501.012
LP31	36, 37, 38	OIJ00.000	Oude IJssel	501.012	62.627	501.012
LP32	39, 40, 41	OIJ06.000	Bergerslagbeek	12.935	1.617	12.935
LP33	42	OIJ06.000	Bergerslagbeek	9.814	1.227	9.814
LP34	43	OIJ06.000	Bergerslagbeek	9.724	1.216	9.724
LP35	44	OIJ06.000	Bergerslagbeek	11.646	1.456	11.646
LP36	45, 46	OIJ04.000	Nieuwe Waterleiding	482	60	482
LP37	47	KEB34.000	Ziegenbeek	1.613	202	1.613
LP38	48	KEB00.000	Keizersbeek	39.758	4.970	39.758
LP39	49	KEB00.000	Keizersbeek	39.758	4.970	39.758
LP40	50	AAS02.125	Strateman W.L.	1.199	150	1.199
LP41	51	AAS02.000	Zwarte beek	15.592	1.949	15.592
LP42	52	AAS00.000	Aastrang	242.143	30.268	242.143
LP43	53	AAS00.000	Aastrang	242.143	30.268	242.143
LP44	54	AAS00.000	Aastrang	242.060	30.258	242.060

#### 4.4 Lozing – kwalitatief

Voor de lozing wordt uitgegaan van het besluit 'lozing buiten inrichtingen'. In het besluit lozen buiten inrichtingen staan de volgende grenswaarden, waaraan getoetst moet worden bij lozing van schoon grondwater:

- het gehalte onopgeloste stoffen in enig steekmonster ten hoogste 50 milligram per liter bedraagt (conform NEN-EN 872);
- als gevolg van het lozen geen visuele verontreiniging optreedt.

Indien sprake is van verontreinigingen (in de nabijheid van de bemaling) dient het analyse pakket uitgebreid te worden met de parameters die aangetroffen zijn in de verontreinigingscontour. Hierbij worden de volgende emissie waarden gehanteerd bij lozing op een aangewezen oppervlaktewaterlichaam (tabel 4.2):

**Tabel 4.2 Analysepakket en emissiewaardes besluit 'Lozing buiten inrichtingen'**

Stoffen	Emissiewaarde
BTEX	50 microgram per liter
Vluchtige organohalogeenvverbindingen uitgedrukt als chloor	20 microgram per liter
Aromatische organohalogeenvverbindingen	20 microgram per liter
Minerale olie	500 microgram per liter
Cadmium	4 microgram per liter
Kwik	1 microgram per liter
Koper	11 microgram per liter
Nikkel	41 microgram per liter
Lood	53 microgram per liter
Zink	120 microgram per liter
Chroom	24 microgram per liter
Onopgeloste stoffen	50 milligram per liter

Voorafgaand aan de lozing dient contact opgenomen te worden met het waterschap. Het waterschap kan aanvullende eisen stellen waaraan het lozingswater moet voldoen, voordat het op oppervlaktewater geloosd kan worden. Deze eisen kunnen betrekking hebben op de kwaliteit en kwantiteit van het bronneringswater. De eisen zullen in de vergunning vermeld worden. In paragraaf 5.3 wordt nader ingegaan op de lozing en de grondwaterkwaliteit.

#### **4.5 Kosten**

Het waterschap brengt voor het onttrekken en lozen van het bronneringswater kosten in rekening. In 2014 geldt bij het waterschap een tarief van € 45,17 per vervuilingseenheid. Voor het lozen van schoon bronneringswater geldt 1.000 m<sup>3</sup> is gelijk aan één vervuilingseenheid. Waterschap Rijn en IJssel heft geen legeskosten voor het aanvragen van een watervergunning.



## 5 Secundaire effecten bemaling

### 5.1 Algemeen

Secundaire effecten zijn effecten die optreden als gevolg van de grondwaterstandsverlaging, Hierbij kan gedacht worden aan zettingen, aantrekken van verontreinigingen, opbrengstderving, effecten op natuurgebieden, et cetera. De volgende aspecten worden in dit hoofdstuk beschreven:

- zettingen;
- beïnvloeding verontreinigingen;
- verdroging;
- natuurgebieden;
- overige onttrekkingen.

### 5.2 Zettingen

Door de verandering in korrelspanning, ten gevolge van de grondwaterstandverlaging tot beneden de *laagst gemeten waarde ooit*, kunnen zettingen optreden tijdens een bronbemaling. Omdat de laagst opgetreden grondwaterstand onbekend is, wordt de GLG aangehouden als veilige marge. De laagste waarde ligt onder de GLG.

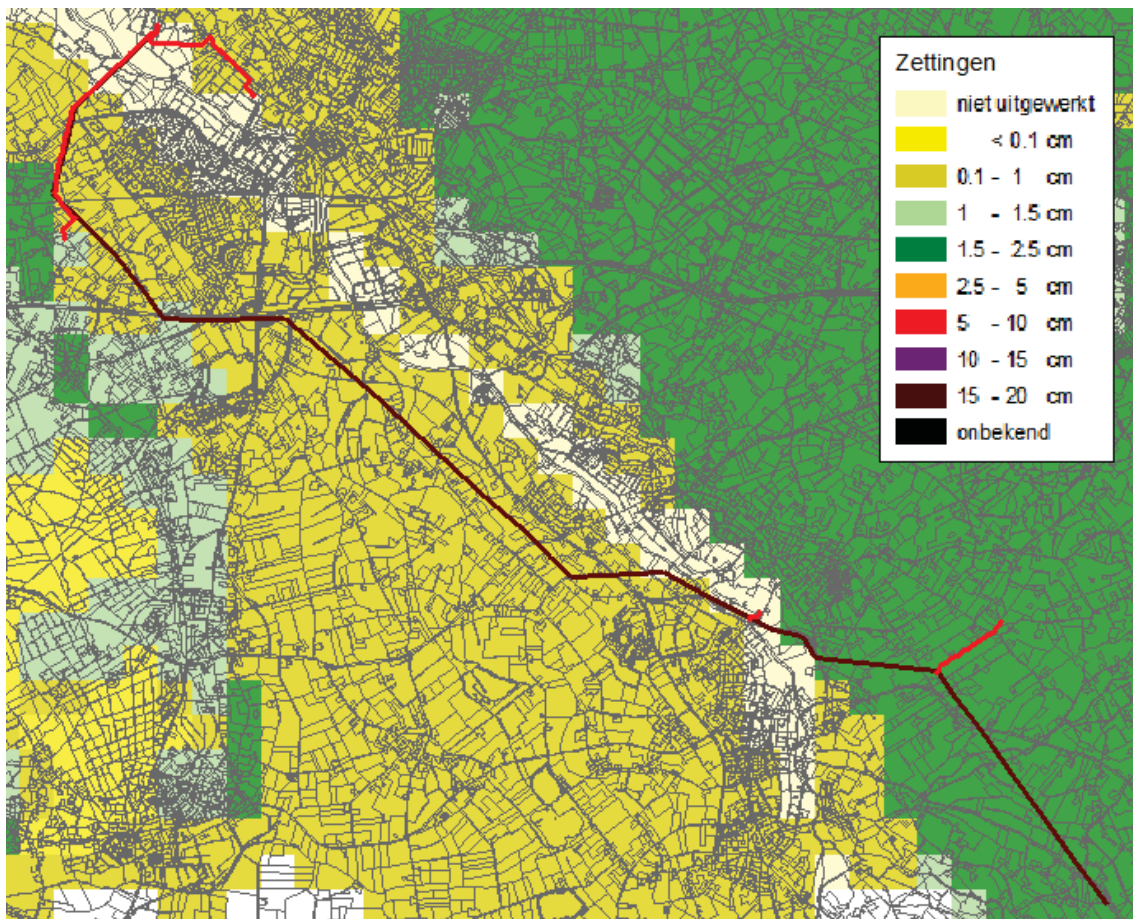
De kans op het optreden van schade ten gevolge van de zettingen is afhankelijk van de bodemopbouw (mate van voorkomen van zettingsgevoelige lagen), de grondwaterstandsverlaging, de duur van de bemaling, de afstand tot zettingsgevoelige objecten en de staat van de zettingsgevoelige objecten.

De deklaag bestaat uit een zandige kleilaag en lokaal voorkomende veenlagen. Voor een groot aantal locaties is de GLG lager gelegen dan de onderzijde van de deklaag. De gebiedsbeschrijving wijst uit dat de bodemopbouw zeer heterogeen is.

Via de provincie Gelderland is de kaart *Zettingsgevoeligheid bodem* geraadpleegd. De omschrijving van de dataset is als volgt: *Het bestand geeft de eindzetting weer na circa 30 jaar bij een standaardgreep van 1 meter verlaging van het freatisch grondwater niveau beneden de gemiddelde laagste grondwaterstand. Freatisch grondwater is grondwater waarin de stijghoogte (de waterdruk) alleen afhangt van de hoogte van de waterkolom. Freatisch water kan aan de onderzijde wel zijn begrensd door een slecht doorlatende bodemlaag (bijvoorbeeld klei), het water staat zelf in relatief goed-doorlatende grond. Het eerste grondwater dat men tegenkomt wanneer men gaat graven, is normaal gesproken freatisch (www.nationaalgeoregister.nl, 2014).*

In figuur 4.1 is een uitsnede van de kaart weergegeven. Op basis van de figuur blijkt dat het zettingsrisico ter plaatse van de Oude IJssel niet uitgewerkt zijn. In het overgrote deel is een zettingsgevoeligheid van 0,1 tot 1 cm bepaald, als verwachte eindzetting na 30 jaar van 1 m tot beneden de GLG. In het zuidoostelijk deel is de verwachte zetting 1,5 à 2,5 cm, na 30 jaar verlaging van 1 m tot onder de GLG.

De bemaling vindt dieper plaats dan 1 m onder de GLG. Ter plaatse van deze bemalingswerkzaamheden is de deklaag van geringe dikte, zodat een verlaging van 1 m onder de GLG al plaatsvindt in het watervoerende zandpakket. Zandlagen zijn niet zettingsgevoelig, zodat een grotere verlaging dan 1 m onder de GLG geen grotere zetting tot gevolg heeft.



Figuur 6.1 Zettingsgevoeligheid ondergrond (Provincie Gelderland)

De deklaag bestaat uit een zandige kleilaag en lokaal voorkomende veenlagen. Voor een groot aantal locaties is de GLG lager gelegen dan de onderzijde van de deklaag. Zettingen in de deklaag zijn daardoor waarschijnlijk al in het verleden opgetreden. Op basis van de beschikbare gegevens is een inschatting gemaakt waar zettingsrisico's zich kunnen voordoen. Bij de analyse zijn de volgende uitgangspunten gehanteerd:

- Zettingen ten gevolge van de bemalingswerkzaamheden treden niet op buiten het invloedsgebied van de freatische verlagingen, tijdens een GLG situatie.
- Ter plaatse van zandgronden is het risico nihil, omdat zand niet zettingsgevoelig is;
- Op locaties waar de GLG dieper is gelegen dan 1,2 m –mv (grondwatertrap V, VI, VII en VIII) is de kans eveneens nihil, de GLG is lager gelegen dan de onderzijde van de deklaag (zettingen hebben al plaatsgevonden).
- Ter plaatse van grondwatertrappen III en IV is het zettingsrisico als laag ingeschat. De GLG is gelegen tussen 0,8 en 1,2 m –mv. De GLG kan gelegen zijn in het onderste gedeelte van de deklaag, zodat zettingen kunnen voordoen.
- Ter plaatse van grondwatertrap I en II is zettingsrisico aanwezig. De onderzijde van de deklaag is dieper gelegen dan de GLG.
- Ter plaatse van stedelijk gebied is eveneens zettingsrisico aanwezig, indien de bodemopbouw uit kleigronden bestaat. De grondwaterstanden zijn niet bekend.

In bijlage 7 is het gebied weergegeven waarbinnen zettingen zich kunnen voordoen, ten gevolge van de bemaling. In paragraaf 6.6 worden de maatregelen genoemd.

Binnen deze risicogebieden zijn diverse boerderijen en woningen gelegen. De fundering van de bebouwing is onbekend. Bij een fundering op staal kan schade optreden ten gevolge van grondwaterstandsverlagingen en of zettingsverhang. Geadviseerd wordt om voor aanvang van de bemalingswerkzaamheden de bouwkundige staat van de bebouwing op te nemen, welke binnen de invloedssfeer van de zettingen zijn gelegen.



Tevens wordt geadviseerd om de grondwaterstanden voorafgaand en tijdens de bemaling te monitoren nabij de bouwputten en in de omgeving van zettingsgevoelige objecten. Van belang is om te monitoren of de grondwaterstand ter plaatste van de bebouwing daalt onder het niveau van de GLG.

De aannemer dient in het door hem op te stellen bemalingsplan per mastlocatie aan te geven wat de signalerings- en interventiewaarden zijn voor de grondwaterstand in de zettingsgevoelige gebieden. Geadviseerd wordt om hierbij uit te gaan van de GLG. Indien de grondwaterstand daalt onder deze waarde dient hij maatregelen te treffen.

### 5.3 Verontreinigingen

Conform de Wet bodembescherming mogen ernstige gevallen van bodemverontreinigingen niet verminderd, verplaatst of verspreid worden tenzij een (deel)saneringsplan wordt opgesteld. Het bevoegd gezag dient dan in te stemmen met het (deel)saneringsplan.

In bijlage 7 zijn de bekende grondwaterverontreinigingen weergegeven. Een aantal (mobiele) verontreinigingen ligt binnen het beïnvloedingsgebied. Bij een deel van deze verontreinigingen is de Oude IJssel gelegen tussen de bemalingslocatie en de verontreinigingen. Door de aanwezigheid van deze rivier wordt niet verwacht dat de bemaling invloed heeft op de verontreinigingen. De rivier heeft immers een drainerende werking, zodat de verontreinigingen al worden afgevoerd door de Oude IJssel.

Nabij Rafelder is een voormalige stortlocatie gelegen, waarbij een grondwaterverontreiniging is opgetreden. Op basis van de beschikbare gegevens blijkt dat het grondwater is verontreinigd met de zware metalen zink, cadmium, barium en koper en met benzenen en xylenen. De afstand tot de bemalingslocatie bedraagt circa 800 m (mast 29, 30 en 31). De stationaire verlagingen in het watervoerende pakket bedragen maximaal 15 cm.

De verplaatsing van het grondwater ten gevolge van de bemaling is circa 3 meter, uitgaande van een porositeit van 0,2, een doorlaatfactor van 30 m/dag en een bemalingsduur van 3x 42 dagen. De retardatiefactor van benzeen (meest mobiele stof) bedraagt circa 2, zodat de totale verplaatsing maximaal 2 m bedraagt. Op basis van bovenstaande berekeningen en uitgangspunten blijkt dat het effect van de bemaling op de aanwezige grondwaterverontreiniging gering is.

In bijlage 2 staan de toetsingsresultaten van het grondwater. Op basis van de toetsingsresultaten blijken een aantal stoffen boven de streefwaarde voor te komen. Koper en nikkel is incidenteel boven de tussenwaarde aangetroffen. De gehalten aan verontreinigde stoffen zijn lager dan de lozingsnormen uit het lozingsbesluit van tabel 4.2. Aanvullende maatregelen voor de lozingen zijn op basis van de beschikbare gegevens vooralsnog niet nodig.

Bij de lozing dient visuele verontreiniging van het oppervlaktewater voorkomen te worden. De eis die het waterschap stelt is dat het gehalte onopgeloste bestanddelen niet meer dan 50 milligram per liter bedraagt. Deze eis komt voort uit besluit "lozen buiten inrichtingen". Dit is een landelijke eis die onafhankelijk is van het type oppervlaktewater waarop geloosd wordt. Van deze eis kan niet worden afgeweken. Voorgesteld wordt om circa 1 dag na aanvang van de bemaling het lozingswater te bemonsteren. Indien blijkt dat niet aan de norm voldaan wordt moet de aannemer aanvullende maatregelen treffen, bijvoorbeeld het plaatsen van een zandfilter.

### 5.4 Verdroging landbouwgebieden

De freatische verlagingen in de omgeving zijn relatief gering en kortdurend (maximaal zes weken per locatie). De periode van uitvoer, het onttrekkingsdebiet en de natuurlijke grondwaterstanden zijn bepalend of droogteschade kan optreden door een lagere grondwaterstand. Ter plaatse van het tracé komen voornamelijk gras en maïs voor als gewassen.

De bemaling vindt plaats voor een periode van 6 weken per mastlocatie. De vochtbehoefte van gewassen is het grootste aan het begin van het groeiseizoen. Aan het eind (rijping) wordt de behoefte geringer. In de winter is het waterverbruik van de gewassen nihil.

Als de bemaling in het groeiseizoen plaats vindt en de kans op droogteschade aanwezig is, kan het bronneringswater toegepast worden als beregeningswater voor de gewassen. Een andere optie is om in overleg te treden met het waterschap, om te onderzoeken of een tijdelijk hoger peilbeheer kan zorgen voor minder verdroging. Op deze manieren kan de droogteschade worden beperkt.

### **5.5 Natuurgebieden**

Een aantal mastlocaties is gelegen binnen de Ecologische Hoofdstructuur (EHS) of een Ecologische Verbindingszone (EVZ). Mastlocatie 21 is in de EHS gelegen, mastlocaties 16 – 20, 36 en 48 zijn in een EVZ gelegen. De Oude IJssel is gekenmerkt als ecologische verbindingzone. Het tracé is niet gelegen in een Natura2000 gebied. In bijlage 7 is de ligging van de EHS weergegeven, in relatie tot het tracé.

De bemaling is van relatief korte duur (42 dagen per mast), zodat langdurige vochttekorten niet zullen optreden. Ter plaatse van het overgrote deel van het tracé sprake van een infiltratiesituatie, zodat de planten voornamelijk afhankelijk zijn van voeding door het neerslag overschot en de bergingscapaciteit in de bovengrond en de wortelzone van planten. De GLG is op een groot deel van het tracé lager gelegen dan de wortelzone, zodat de capillaire nalevering in de zomermaanden beperkt is.

Ter plaatse van de Oude IJssel en directe omgeving is sprake van een kwelsituatie. Door de bemaling zou een kwelsituatie kunnen worden omgekeerd naar een infiltratiesituatie. Eventuele kwelgevoelige natuur kan hier door negatief beïnvloed worden.

Deze kwelgebieden zijn gelegen nabij de Oude IJssel. Deze rivier zal een voedende werking hebben op een eventuele verlaging. Daarnaast bevindt de wortelzone van de planten zich in de deklaag. Door kleiige samenstelling van de deklaag wordt het bodemvocht langer vastgehouden.

Door zowel de voedende werking als het bergend vermogen van de deklaag, treden waarschijnlijk geen langdurige vochttekorten op, welke ecologische schade tot gevolg kunnen hebben.

Indien TenneT de effecten van de bemaling op de natuurgebieden meer in detail in beeld wil brengen wordt geadviseerd om per natuurbeheertype specifiek te kijken wat de mogelijke effecten zijn. Opgemerkt wordt dat de EHS geen externe werking kent en dat het toetsingskader van de EHS zich richt op structurele oppervlakteverlies van natuur (waar in dit project geen sprake van is) en niet op tijdelijke ingrepen.

### **5.6 Overige onttrekkingen**

In de nabijheid van de bemalingslocaties zijn diverse onttrekkingen gelegen. De filterstelling van deze onttrekkingen is diep gelegen, ten opzichte van de bemalingswerkzaamheden. Een extra verlaging van de grondwaterstand ter plaatse van de onttrekkingen leidt niet tot een afname van de onttrekkingscapaciteit. Aanvullende maatregelen hoeven niet genomen te worden.



## 5.7 Conclusie

In tabel 5.1 zijn de conclusies met betrekking tot de verwachte effecten samengevat.

**Tabel 5.1 Samenvatting effecten bemalingsadvies**

	Risico's	Maatregelen
Zetting	Afhankelijk van dikte deklaag en funderingswijze	Op locaties waar verlagingen optreden tot onder de GLG in de deklaag, de bouwkundige opname van op staal gefundeerde bebouwing en peilbuis plaatsen ten behoeve van grondwaterstandsmonitoring
Verontreinigingen	Geen ernstige gevallen van mobiele bodemverontreinigingen in invloedsgebied	-
Verdroging	In groeiseizoen kan, afhankelijk van gewas, watertekort optreden.	Extra bevoeiing, eventueel peilopzet in de watergangen of schadeloosstellen agrariër.
Natuurgebieden	Voornamelijk natuurgebieden bij Oude IJssel in infiltratiegebied. Bij kwelgebieden kan vochttekort optreden	Monitoring freatische grondwaterstand (op rand) EHS gebied. Indien noodzakelijk bronneringswater gebruiken voor grondwateraanvulling
Onttrekkingen derden	Geen	-

## 6 Overzicht bemalingsrisico's

### 6.1 Algemeen

In dit hoofdstuk worden de mogelijke risico's beschreven, welke op kunnen treden bij de uitvoering van de bemalingswerkzaamheden. Tevens wordt aangegeven welke mogelijkheden voorhanden zijn om de risico's te beperken. De risico's staan overigens al eerder in het rapport vermeld en nader uitgewerkt. In dit hoofdstuk worden ze samengevat. Achtereenvolgens komen de volgende punten aan bod:

- geohydrologische schematisatie;
- afmetingen funderingen;
- uitvoeringswijze;
- lozingen;
- schade aan derden.

### 6.2 Geohydrologische schematisatie

De gehanteerde geohydrologische schematisatie is gebaseerd op het uitgevoerde veldwerk, aangevuld met gegevens uit REGIS (versie II.1). In de gehanteerde uitgangspunten zitten onzekerheden, welke effecten hebben op het onttrekkingsdebiet en waterbezwaar.

De berekeningen zijn uitgevoerd met conservatieve waarden voor de parameters. Desondanks kan de geohydrologie lokaal afwijkend zijn ten opzichte van de beschikbare informatie:

- de horizontale doorlaatfactor is aangehouden op minimaal 30 m/dag. Indien blijkt dat deze hoger is dan aangenomen, heeft dit als gevolg dat het onttrekkingsdebiet zal toenemen. Een andere doorlaatfactor heeft een relatief groot invloed op het benodigd debiet;
- de weerstand van de deklaag is geschat op 70 dagen per meter. Een hogere weerstand zorgt voor een lager onttrekkingsdebiet en een grotere vocht nalevering vanuit de deklaag naar het watervoerend pakket. Dit heeft een relatief beperkte invloed op het debiet;
- de grondwaterstanden en stijghoogtes zijn afgeleid van veldschattingen en meetreeksen. Gerekend is met een GHG- en GLG situatie. Verwacht wordt dat tijdens de uitvoering de grondwaterstand ergens tussen de GHG en GLG zal variëren. Mochten de grondwaterstanden desondanks hoger zijn dan de GHG, dan zal het benodigde onttrekkingsdebiet toenemen. De actuele grondwaterstand heeft het grootste invloed op het debiet.

Geconcludeerd kan worden dat de doorlaatfactor en de actuele grondwaterstand de grootste invloed hebben op het benodigd debiet (afwijkingen vormen een groot risico). De aannemer kan kiezen om bij het opstellen van het bemalingsplan, meer inzicht te krijgen in doorlaatfactor. Hiervoor kan de aannemer een pompproef uitvoeren of met behulp van zeefkrommes komen tot een nauwkeurigere inschatting van de doorlaatfactor. De verwachting is echter dat de uitgangspunten zo gekozen zijn, dat het waterbezwaar lager zal uitvallen dan berekend.

### 6.3 Afmetingen funderingen

De aannemer krijgt bij opdrachtverlening eveneens de opdracht om de funderingen te bepalen en de omvang ervan vast te stellen. In de berekeningen is uitgegaan van het ontwerp van de funderingen voor het tracé Zuid-West. Hier worden eveneens dezelfde masttypes toegepast. De verwachting is dat de funderingen gelijk zullen zijn. Indien blijkt dat deze afwijken, zijn de volgende risico's aanwezig:

- bij grotere funderingen is het totale bemalingsvlak eveneens groter. Dit leidt mogelijk tot een groter onttrekkingsdebiet, dit is mede afhankelijk van de wijze waarop de aannemer de fundering aanlegt en welke mogelijke maatregelen hij neemt. Een groter oppervlak heeft een relatief beperkte invloed op het benodigd debiet



- een afwijking in de ontgravingdiepte zorgt voor een groter onttrekkingsdebiet bij een diepere bouwput. Een ondiepere ontgraving kan zorgen dat de deklaag niet geheel doorgraven wordt en dat het opbarsten van de bouwputbodembodem zich kan voordoen. Aanvullende opbarstberekeningen zijn dan noodzakelijk. Een grotere ontgravingsdiepte heeft een groot invloed op het benodigd debiet. Afwijkingen in de ontgravingsdiepte vormen een risico.
- indien de ontgraving groter wordt dan als uitgangspunt is gehanteerd, dient nader onderzocht te worden of de toename in onttrekkingsdebiet nog binnen de vergunningsgrenzen valt. Tevens dient onderzocht te worden of het lozingsdebiet niet groter is dan de ontwerp-capaciteit van de waterlopen.

#### 6.4 Uitvoeringswijze bemaling

In het bemalingsadvies is uitgegaan van verticale vacuüm bemaling, met onttrekkingsfilters tot 8 m –mv. Een andere bemalingswijze kan leiden tot een afwijking in het onttrekkingsdebiet. Bij toepassing van deepwells of grotere filterlengten neemt het benodigd debiet snel toe ten opzichte van de berekening. Door toepassing van horizontale bemaling kan een reductie worden verkregen tot circa 25%.

De aannemer dient er voor te zorgen dat de grondwaterstand niet meer dan strikt noodzakelijk verlaagd wordt. Waarbij geldt dat de grondwaterstand tot maximaal 0,5 m onder de bodem van de bouwput verlaagd mag worden. Dit is een van de voorwaarden in de vergunning waaraan de aannemer zich moet houden.

Een risico is aanwezig dat de aannemer hiervan afwijkt waardoor het benodigd debiet snel zal toenemen.

#### 6.5 Lozingen

Als uitgangspunt is genomen dat al het bronneringswater geloosd wordt op het oppervlaktewater. Waterschap Rijn en IJssel heeft per watergang aangegeven wat de ontwerpcapaciteit is bij een T=100 situatie van de watergangen. Het maximale lozingsdebiet mag niet groter zijn dan dit debiet. Bij een grotere lozing kan het waterschap aanvullende eisen stellen aan de lozingen of een verbod op het lozen opleggen. De aanvullende eisen hebben betrekking op de periode van uitvoer. Met name ter plaatse van kleinere watergangen gaat het lozingsdebiet richting de ontwerpcapaciteit van de watergangen. Hier is een risico dat bij grote lozingen niet voldaan kan worden aan de lozingsnormen.

Tevens dient rekening gehouden te worden met extreme omstandigheden. Bij extreem grote neerslaghoeveelheden en/of extreem hoge waterpeilen kan door het waterschap een lozingsverbod opgelegd worden, om wateroverlast en/of schade te voorkomen. In het bemalingsadvies is met dergelijke extremen geen rekening gehouden. .

#### 6.6 Schade aan derden

##### *Zettingen*

Zettingen kunnen zich voordoen, indien de grondwaterstand verlaagd wordt tot onder de GLG en de verlaging treedt op in zettingsgevoelige lagen. Om te monitoren of zettingen zich voordoen, wordt geadviseerd om de bouwkundige staat van de bebouwing in de directe omgeving van de bemalingslocatie op te nemen en gedurende de werkzaamheden te controleren. Hierbij dienen ook de grondwaterstanden in de bouwput en de directe omgeving gemonitord te worden.. Indien de vereiste verlaging gehaald is, dient het onttrekkingsdebiet verlaagd te worden. Eventueel dient een retourbemaling toegepast te worden.

Het risico op schade ten gevolge van zettingen is afhankelijk van de periode van uitvoer, de dikte van de deklaag en de funderingswijze van de bebouwing.

De verwachte risico's zijn klein, gelet op de gemiddelde dikte van de deklaag en de fluctuatie van de grondwaterstanden tot onder de deklaag. Risico's worden echter niet uitgesloten, met name op locaties met hoge grondwaterstanden en/of een dik pakket van zettingsgevoelige lagen.

##### *Verdroging*

Afhankelijk van het gewas en de periode van uitvoer kan ten gevolge van de bemaling droogteschade ontstaan. Als maatregelen hiertegen kan extra beregening of een peilopzet in de watergangen toegepast worden. Het risico op verdroging wordt als klein beschouwd aangezien dit eenvoudig te verhelpen is.

### *Verlaging in EHS gebieden*

De verlaging nabij EHS gebieden dient voorkomen te worden. Bij verlagingen in de buurt van hydrologisch gevoelige gebieden kan peilopzet van de watergangen of retourbemaling toegepast worden. Toepassing van bronneringswater voor vocht toedienen kan alleen indien het water van voldoende kwaliteit is, waarbij de temperatuur en zuurstofgehalte van belang zijn. Door de relatief korte duur van de bemalingen per mast, wordt het risico op aanvullende maatregelen als klein beschouwd.

Indien TenneT de effecten van de bemaling op de natuurgebieden meer in detail in beeld wil brengen wordt geadviseerd om per natuurbeheertype specifiek te kijken wat de mogelijke effecten zijn. Opgemerkt wordt dat de EHS geen externe werking kent en dat het toetsingskader van de EHS zicht richt op structurele oppervlakteverlies van natuur (waar in dit project geen sprake van is) en niet op tijdelijke ingrepen.



## 7 Uitvoeringstechnische aspecten

### 7.1 Algemeen

Onder verantwoordelijkheid van de aannemer dient de definitieve uitvoeringswijze van de bouwput, inclusief alle hulpconstructies zoals eventuele damwanden en bemaling, nader te worden uitgewerkt in een werkplan. Het definitieve, gedetailleerde werkplan van de aannemer moet inzicht geven in de uiteindelijke uitvoeringswijze en fasering van de werkzaamheden in verband met opslag van materiaal, materieelopstellingen en dergelijke.

Op basis van dit werkplan dienen onder verantwoordelijkheid van de aannemer de definitieve berekeningen van alle hulpconstructies, zoals eventuele damwandschermen te worden gemaakt. Ook de wijze van bemaling en het monitoringsplan dienen in het werkplan nader te worden omschreven. Hierbij moeten ten minste de volgende aspecten worden aangegeven:

- wijze van bemaling en lozing, situering van de filters en pompen;
- omgeving/kritische belendingen of infrastructuur
- signalerings- en interventiewaarden van de grondwaterstand ter plaatsen van zettingsgevoelige of kritische gebieden;
- monitoring van grondwaterstanden en zettingen;
- overzicht van mitigerende maatregelen en acties.

### 7.2 Samenvatting debieten en bemalingswijze

De verwachte benodigde onttrekkingsdebieten staan in tabel 3.3 weergegeven. Geadviseerd wordt om een bemalingssysteem toe te passen met een hogere capaciteit. Het bemalingssysteem dient afgestemd te worden op de noodzakelijke verlaging en de bodemopbouw.

Opgemerkt wordt dat de aannemer te allen tijde verantwoordelijk blijft voor de toe te passen bemalen en de te gebruiken technieken. Van belang is dat de werkzaamheden en uitvoeringswijze van de aannemer past binnen de vergunning gestelde voorwaarden. De wijze van bemaling, de definitieve locaties van de pompen en de situering van de filters dient door de aannemer als zijnde uitvoeringsdeskundige nader te worden bepaald en te worden vastgelegd in een werkplan (zie ook paragraaf 7.1).

De aannemer als uitvoeringsdeskundige is verantwoordelijk voor de monitoring en eventuele aanvulling op onderstaande monitoringswerkzaamheden. Onderstaand is ingegaan op de benodigde monitoring.

### 7.3 Monitoring

#### *Monitoring debietmeterstanden*

De watermeters moeten dagelijks afgelezen worden en in duidelijk leesbare eenheden (m<sup>3</sup>) in tabelvorm worden geregistreerd. Meting van de onttrokken hoeveelheid dient uitgevoerd te worden in overeenstemming met de AMvB, 27 augustus 1985, Stb 531.

#### *Monitoring grondwaterstanden*

De grondwaterstand mag tot maximaal 0,5 m beneden de werkvloer verlaagd worden. Nadat de gewenste verlaging is bereikt, wordt het bemalingsdebiet zodanig teruggebracht, dat de verlaging niet verder toeneemt. Om de grondwaterstandverlaging te kunnen monitoren, dienen in en nabij de bouwput peilbuizen geplaatst te worden.

Om eventuele zetting(schade) te kunnen signaleren wordt geadviseerd nabij de gebouwen, welke gelegen zijn binnen de invloedssfeer van de bemaling, peilbuizen te plaatsen. Dit om te controleren of de waterstand niet verder uitzakt dan de GLG, ten tijde van de aanleg. De invloedssfeer van de bemaling staan weergegeven in bijlage 4, 5 en 7.

De aannemer draagt zorg voor de opname en registratie van de grondwaterstanden *ten opzichte van NAP* in het lokaal meetnet.

### Monitoring lozingswater

Het kwalitatieve gedeelte valt sinds 1 juli 2011 onder het Besluit lozen buiten inrichtingen. Het te lozen grondwater dient te voldoen aan onderstaande lozingseisen::

- het gehalte onopgeloste stoffen in enig steekmonster ten hoogste 50 milligram per liter bedraagt (conform NEN-EN 872);
- als gevolg van het lozen van het bronneringswater geen visuele verontreiniging optreedt van het ontvangende oppervlaktewater.

Indien er sprake is van verontreinigingen (in de omgeving van de bemaling) kan het waterschap eisen het analysepakket uit te breiden met de parameters die aangetroffen zijn in de verontreinigingscontour.

## 7.4 Samenvatting monitoringsplan

In tabel 7.1 is het monitoringsplan samengevat. Als gevolg van eventuele eisen van het bevoegd gezag (Waterschap Rijn en IJssel) kan de noodzakelijke monitoring afwijken van de hieronder beschreven monitoringswerkzaamheden.

**Tabel 7.1 Samenvatting monitoringswerkzaamheden**

Onderdeel	werkzaamheden	actiewaarde	actie
Bemaling	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Dagelijks (werkdagen) opnemen en registreren van debietmeterstand</li> <li>• Dagelijks (werkdagen) opnemen en registreren grondwaterstanden.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Grondwaterstand meer dan 0,5 m beneden sleufbodem.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Onttrekkingsdebiet verlagen.</li> </ul>
Lozing	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Bemonstering lozingswater (op basis van de gestelde eisen volgens lozingsbesluit Lozing buiten inrichtingen)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Concentraties boven lozingseis.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Plaatsen zuivering of andere passende acties</li> </ul>
Zettingen	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Voorafgaand aan bemaling inmeten bebouwing t.o.v. NAP (dorpels)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Verlagen tot onder de GLG in de deklaag bij zettingsgevoelige objecten, ter plaatse van mastlocaties 3, 11, 18, 21, 22, 31 en 33.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Bemalingsdebiet verlagen of retourneren water</li> </ul>
Natuur	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Dagelijks (werkdagen) opnemen en registreren freatische grondwaterstanden.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Verlaging freatische grondwaterstand beneden GLG gedurende vijf dagen</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Bemalingsdebiet verlagen, bevloeiing of retourneren water</li> </ul>

## 7.5 Slot

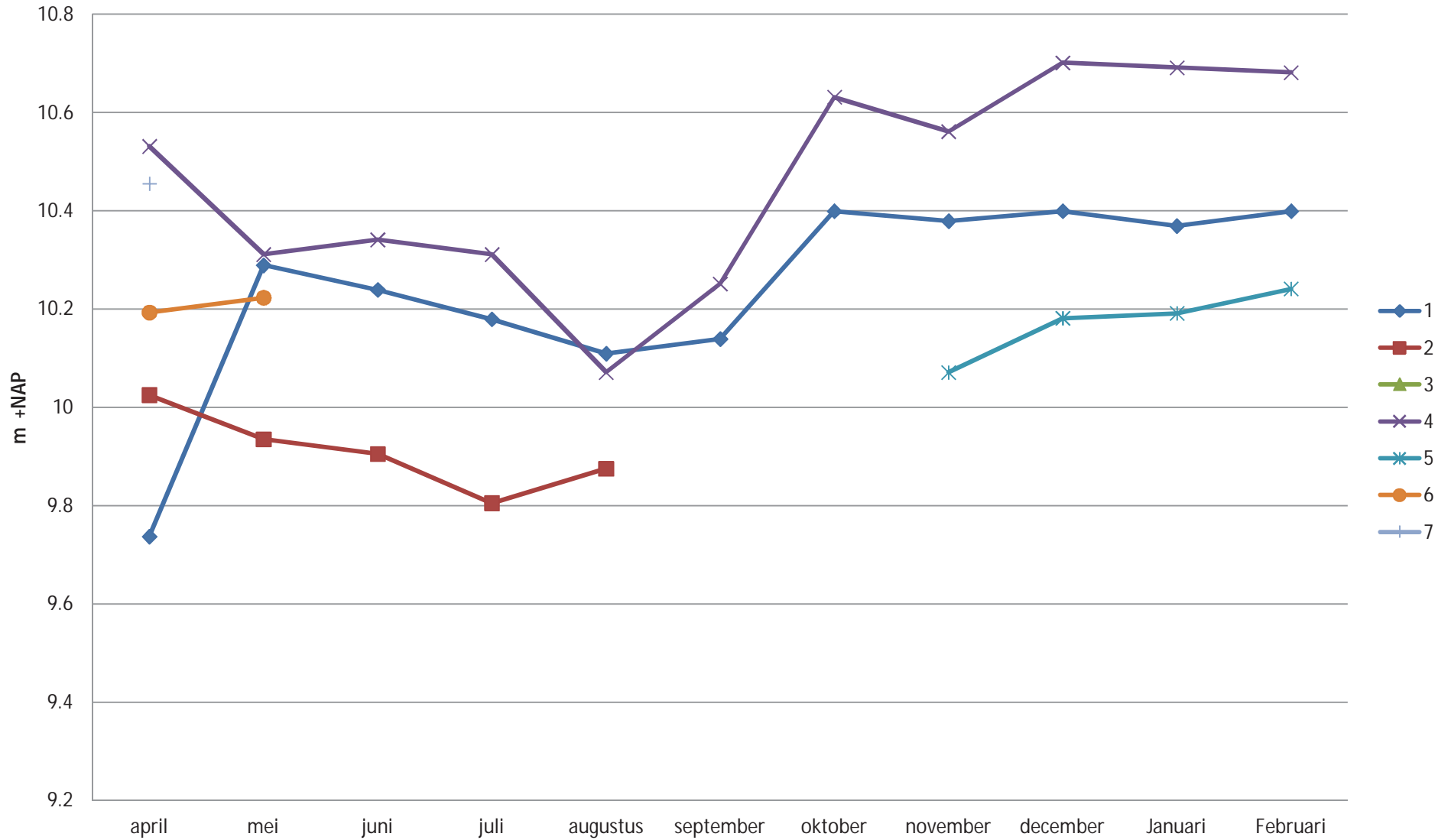
Om de kwaliteit van de werkzaamheden te waarborgen wordt aanbevolen om de monitoring door een onafhankelijke en deskundige partij te laten controleren.



# Bijlage 1

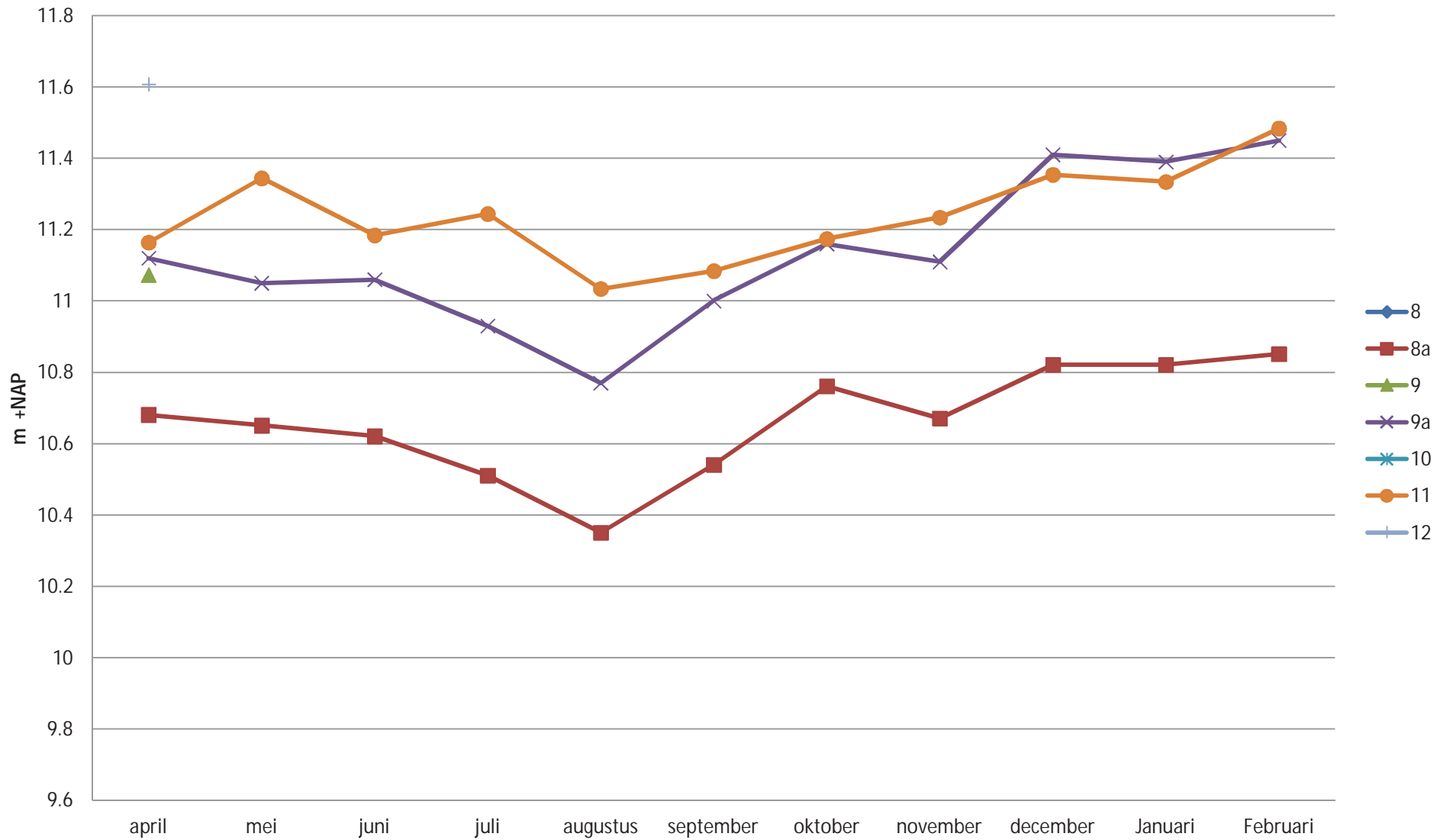
## Gemeten grondwaterstanden

# GW-standen mast 1 t/m 7

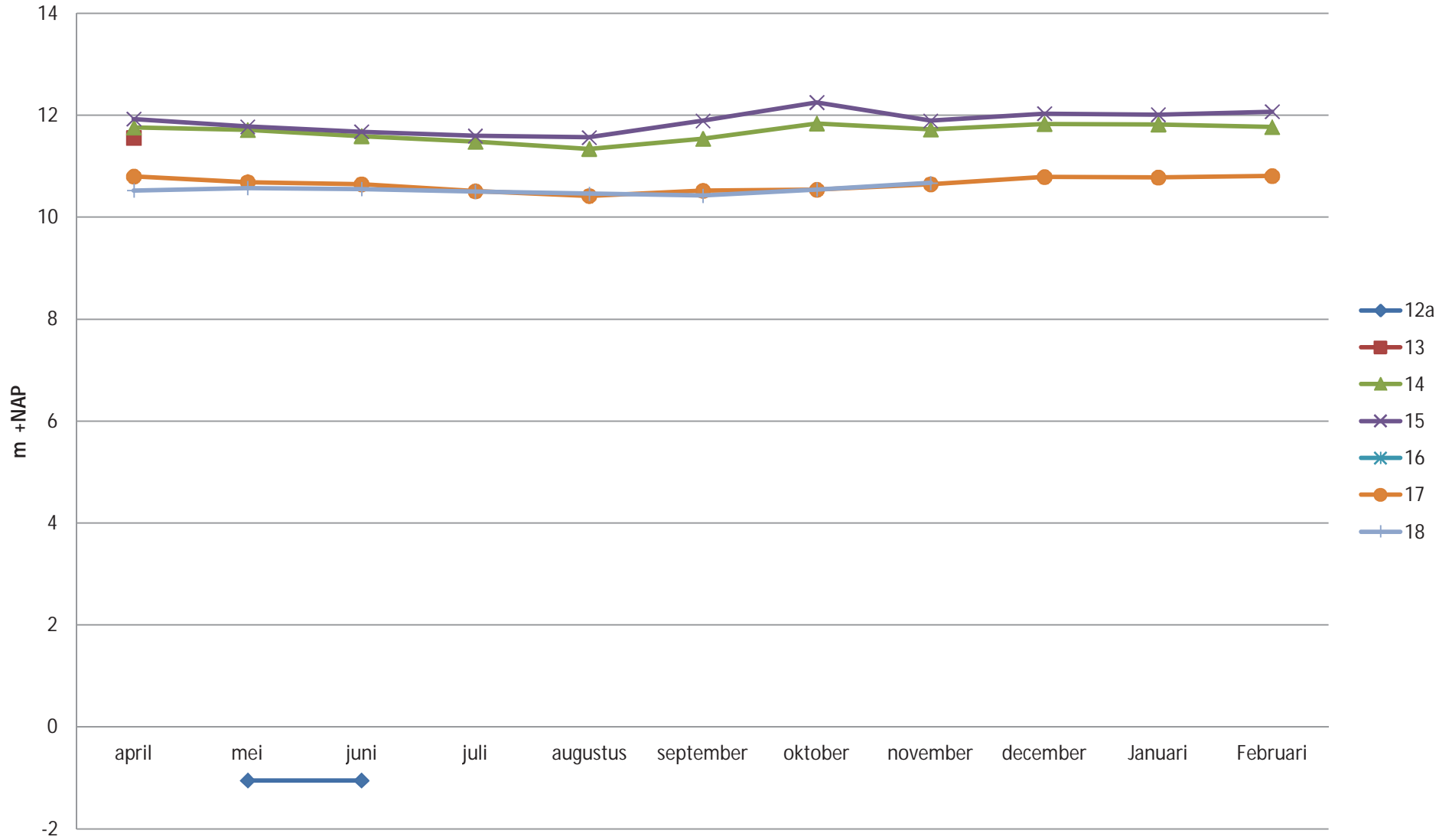




# GW-standen mast 8 t/m 12

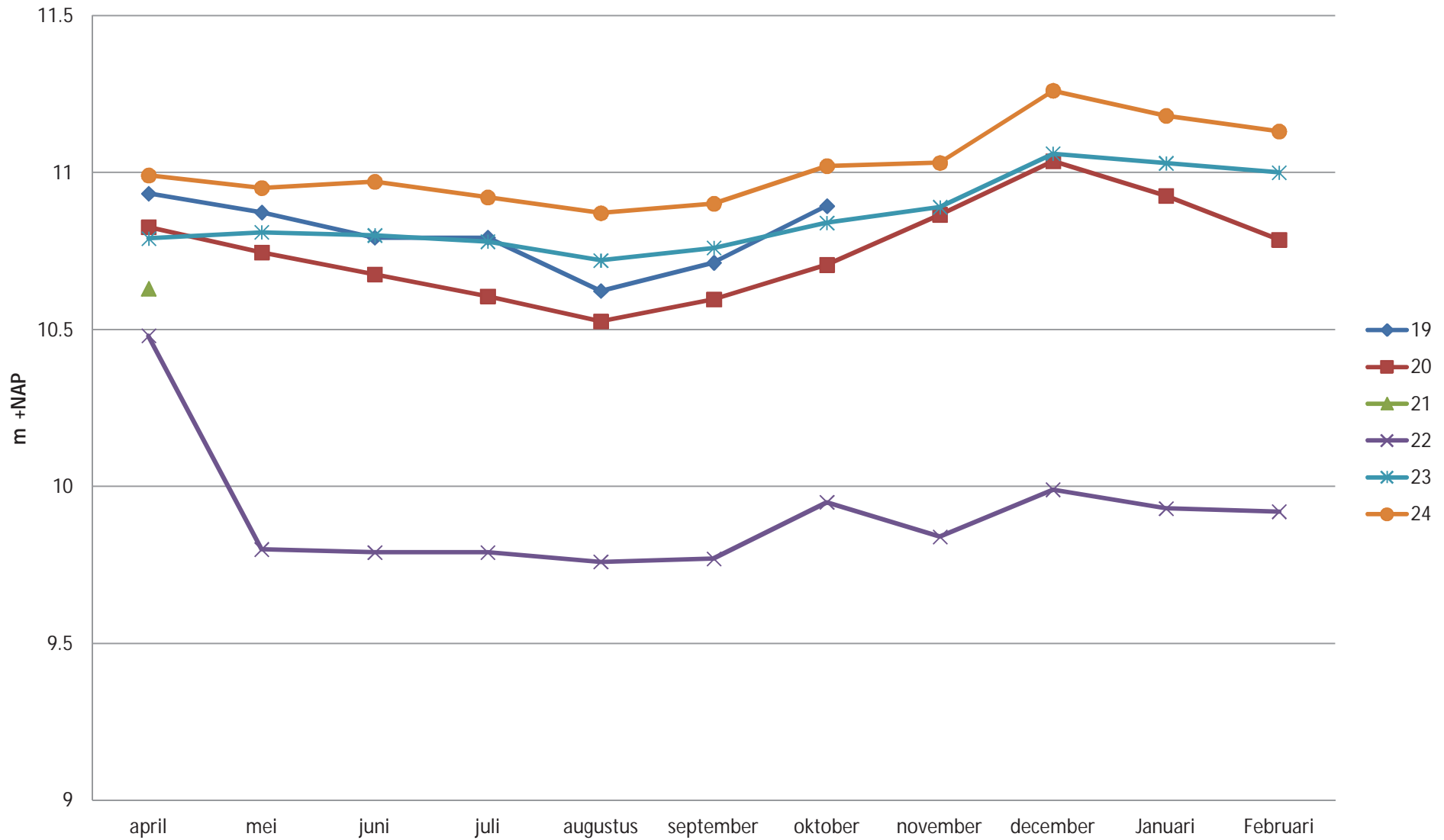


# GW-standen mast 12a t/m 18

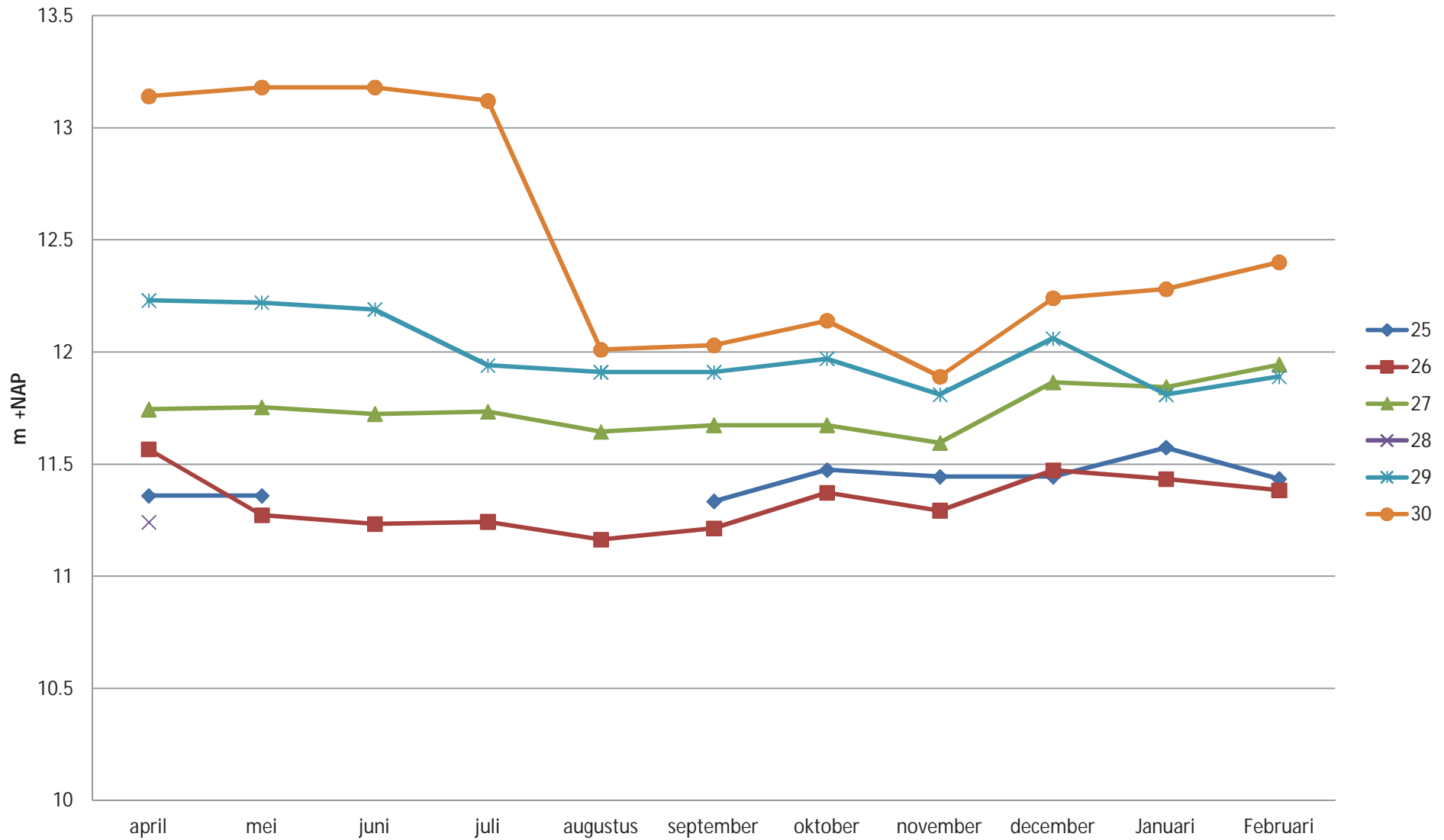




# GW-standen mast 19 t/m 24

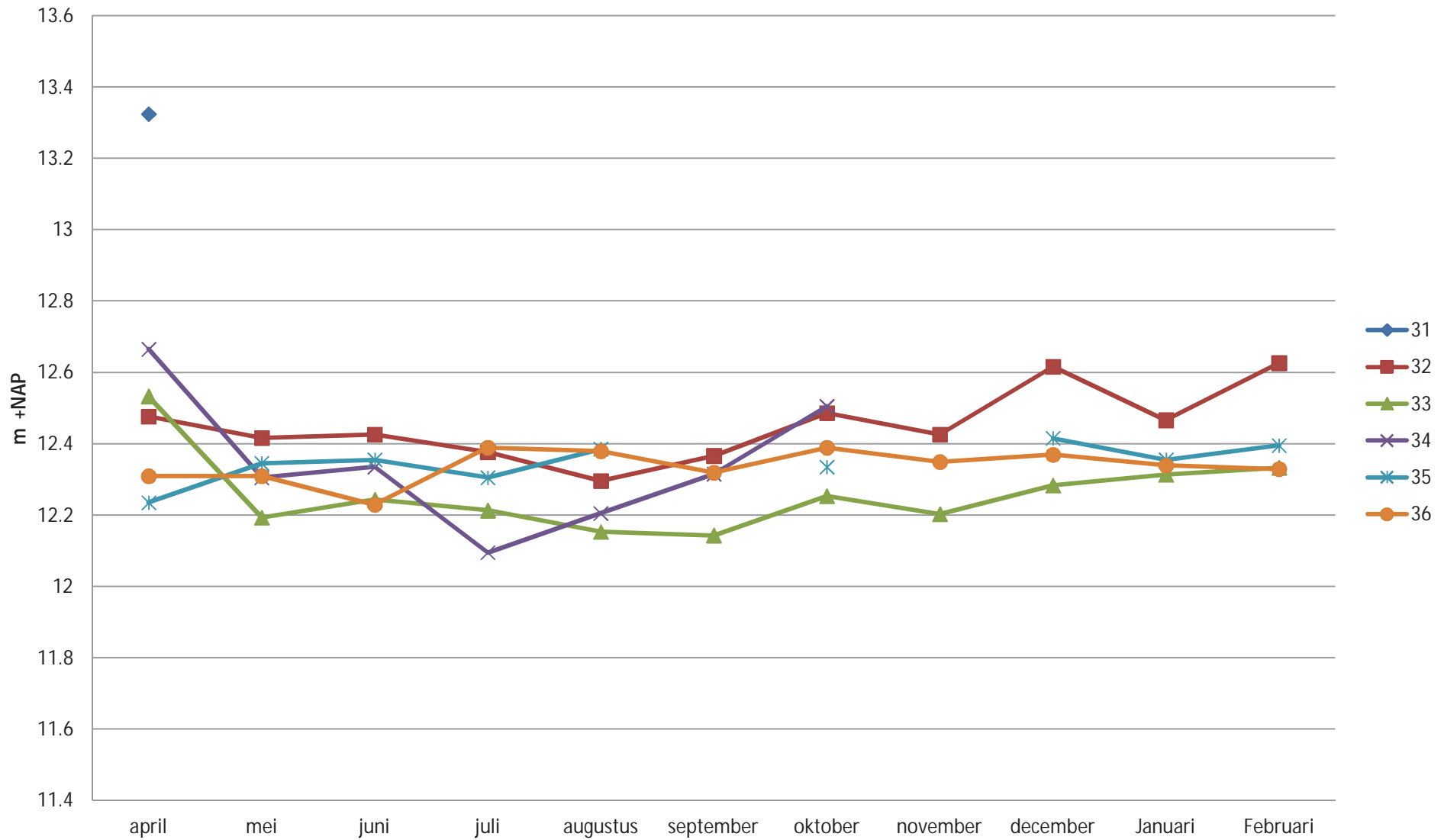


### GW-standen mast 25 t/m 30

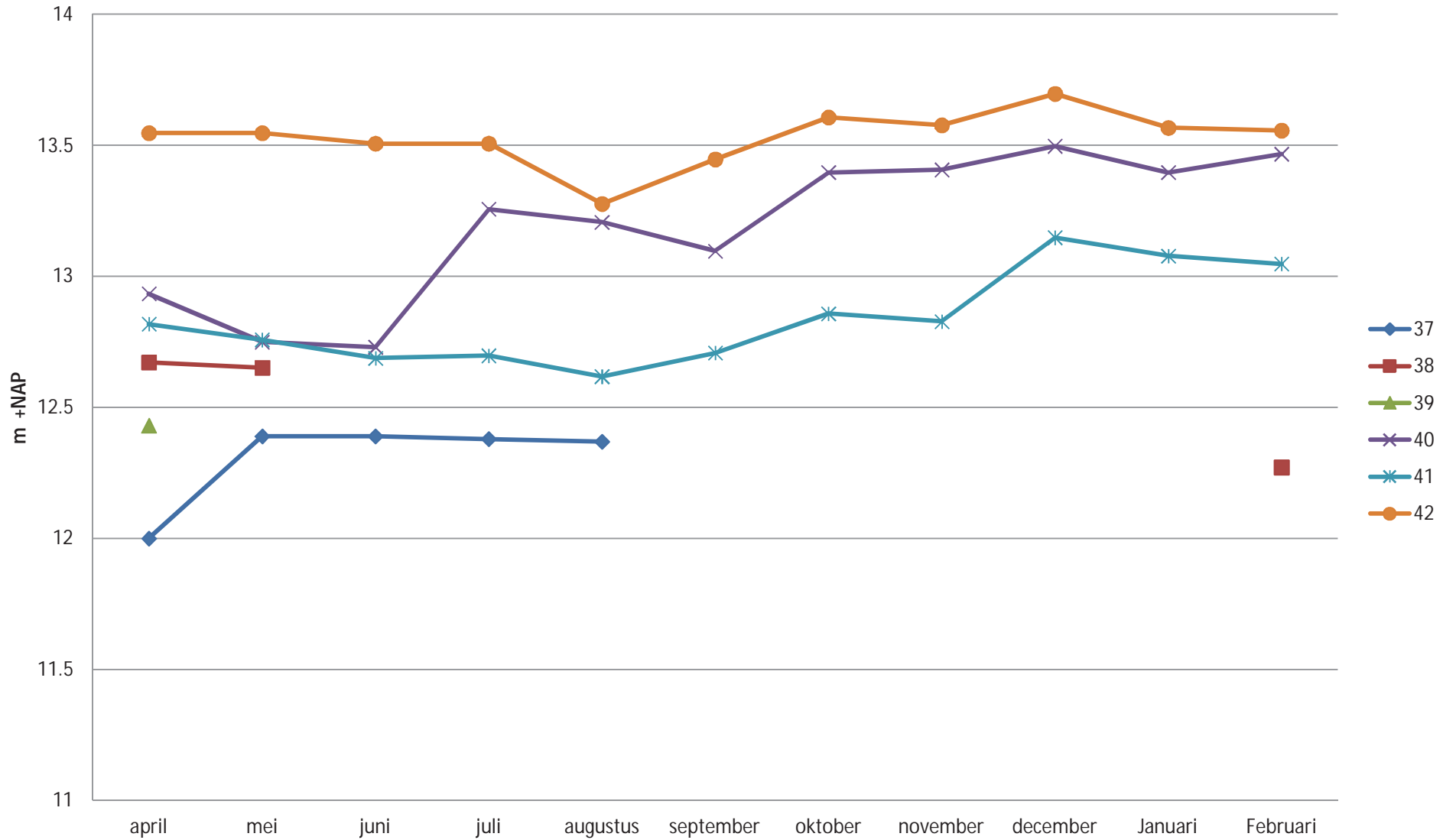




# GW-standen mast 31 t/m 36

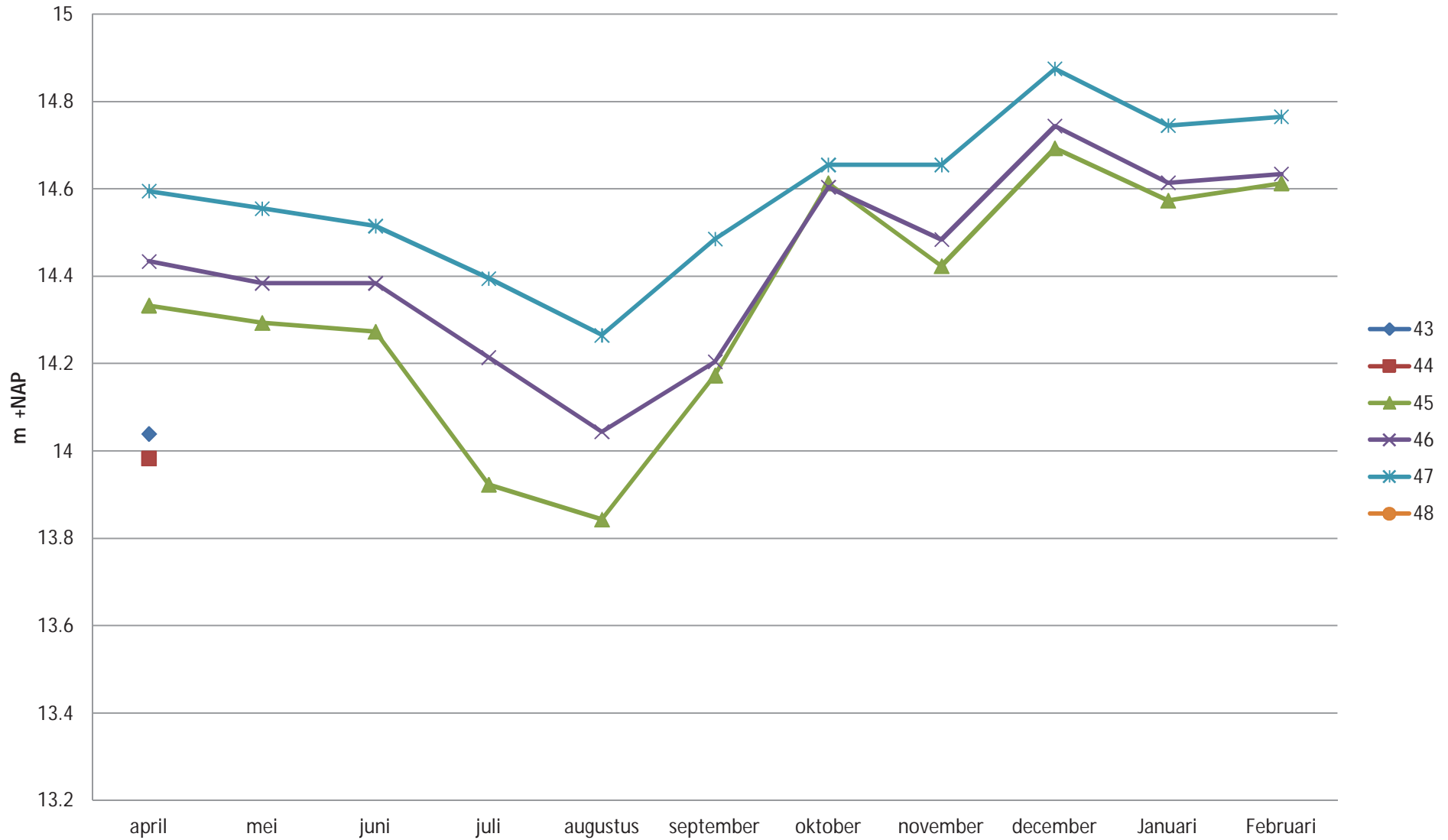


# GW-standen mast 37 t/m 42

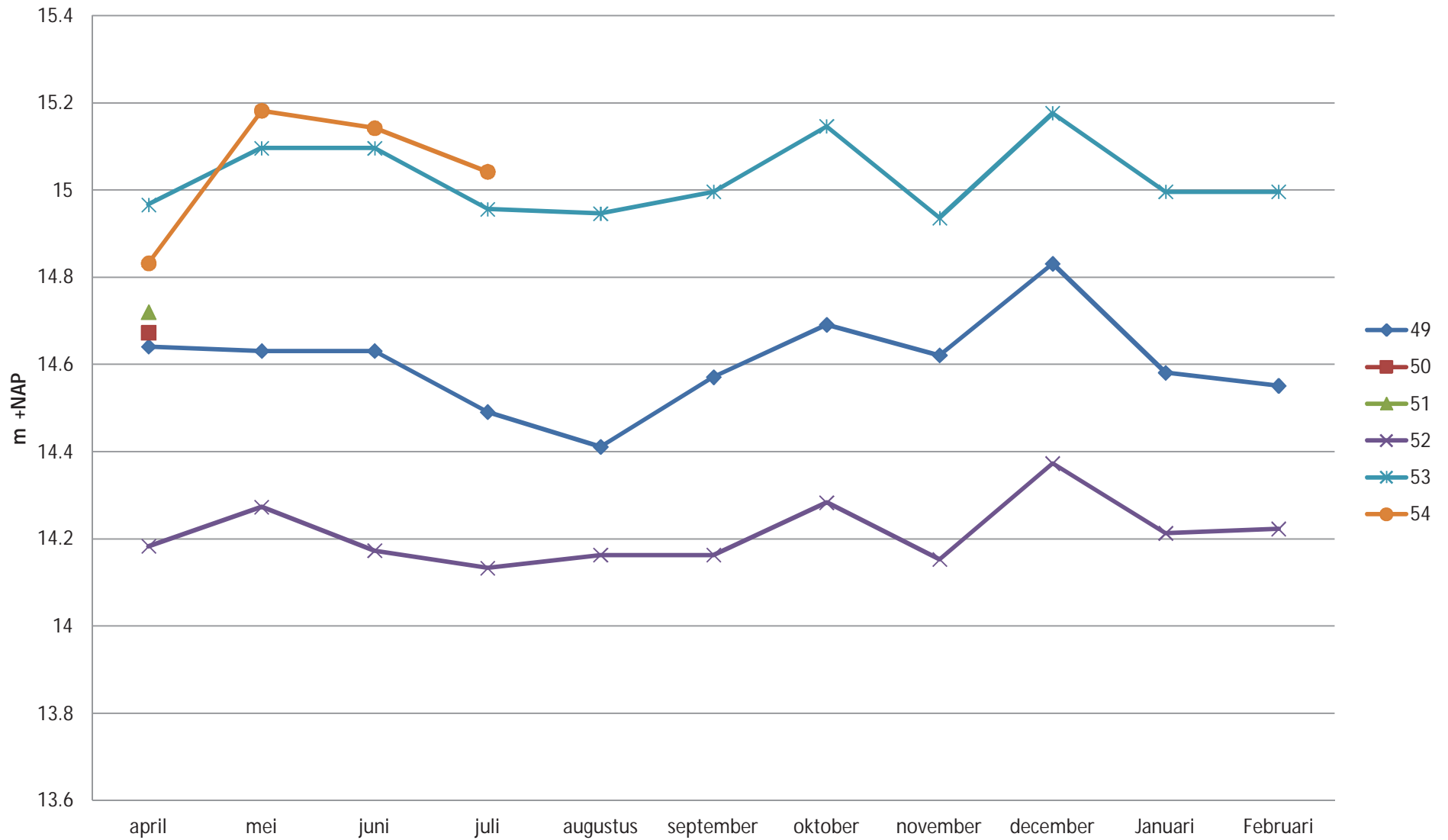




# GW-standen mast 43 t/m 48



# GW-standen mast 49 t/m 54





Bijlage 2

Grondwaterkwaliteit

**Tabel B2.1 Toetsingsresultaten grondwater<sup>1)</sup>**

Filter	Filterstelling (m –mv)	Mate van verontreiniging	> T	> I
		> S		
01.B06	1,8 - 2,8	Barium	-	-
01.B07	1,6 - 2,6	Barium, naftaleen	-	-
01.B16	2,0 -3,0	-	-	-
02.B06	2,0 -3,0	-	-	-
02.B11	2,0 -3,0	Barium	-	-
04.B06	1,2 - 2,2	-	-	-
06.B06	1,5 - 2,5	Barium	-	-
06.B11	1,5 - 2,5	Barium	-	-
07.B06	1,5 - 2,5	Barium	-	-
07.B13	1,2 - 2,2	Barium	-	-
08.B06	1,2 - 2,2	Barium, zink	-	-
08.B13	1,2 - 2,2	Barium, nikkel	-	-
09.B06	1,7 - 2,7	Barium, xylenen	-	-
09.B14	1,7 - 2,7	Barium, xylenen, naftaleen	-	-
10.B06	1,6 - 2,6	Barium	<b>Nikkel</b>	-
10.G01	1,7 - 2,7	Barium, xylenen	-	-
11.B08	1,7 - 2,7	Barium	<b>Nikkel</b>	-
11.B11	1,7 - 2,7	Barium	-	-
12.B06	1,5 - 2,5	Barium	-	-
12.B11	1,7 - 2,7	Barium, naftaleen	-	-
13.B05	1,8 - 2,8	Barium	-	-
13.B11	1,5 - 2,5	Barium	-	-
14.B05	1,5 - 2,5	Barium, naftaleen, som cis, trans dichloorethenen	-	-
14.B16	1,5 - 2,5	Barium	-	-
15.B06	1,5 - 2,5	Barium	-	-
17.B12	2,7 - 3,7	Barium	-	-
18.B06	1,7 - 2,7	Barium	-	-
19.B06	2,2 – 3,2	Barium	-	-
19.B14	1,0 - 2,0	Barium, xylenen	-	-
20.B06	2,5 - 3,5	-	-	-
20.B13	2,5 - 3,5	Barium	-	-
20.B14	3,0 - 4,0	Barium	-	-
21.B06	2,5 - 3,5	-	-	-
21.B13	2,4 - 3,4	-	-	-
21.B12	2,0 -3,0	-	-	-
21.B11	2,5 - 3,5	-	-	-
22.B06	2,5 - 3,5	Barium	-	-
22.B14	2,8 - 3,8	Barium, xylenen	-	-
22.B13	3,0 -4,0	Barium	-	-
23.B06	3,0 - 4,0	Barium	-	-
23.B14	3,0 - 4,0	Barium	-	-
24.B06	2,5 - 3,5	Barium	-	-
24.B21	2,5 - 3,5	Barium, xylenen	-	-
25.B06	2,0 - 3,0	Barium, xylenen	-	-
26.B06	1,5 - 2,5	Barium, nikkel	-	-
26.B15	2,3 - 3,3	Barium	-	-
27.B06	2,5 - 3,5	Barium, xylenen	-	-
27.B14	2,5 - 3,5	Barium, cadmium, nikkel	-	-
28.B06	1,7 - 2,7	Barium, xylenen	-	-
28.B18	1,7 - 2,7	Barium	-	-
28.B17	2,3 - 3,3	Barium, xylenen	-	-
29.B06	1,7 - 2,7	Barium, xylenen	-	-
29.B12	1,6 - 2,6	Barium, xylenen	-	-
30.B06	2,0 - 3,0	Xylenen	-	-



**Tabel B2.1 Toetsingsresultaten grondwater<sup>1)</sup>**

Filter	Filterstelling (m –mv)	Mate van verontreiniging	> S	> T	> I
30.B14	2,0 - 3,0	Barium, xylenen	-	-	-
31.B06	2,3 - 3,3	Barium	-	-	-
31.B12	2,3 - 3,3	-	-	-	-
32.B05	2,2 - 3,2	Barium, xylenen	-	-	-
33.B06	3,0 - 4,0	Barium, nikkel, xylenen	-	-	-
33.B13	1,9 - 2,9	Barium, cadmium, kobalt, Zink	<b>Nikkel</b>	-	-
34.B06	1,7 - 2,7	Barium, nikkel, xylenen	-	-	-
34.B14	1,7 - 2,7	Barium, xylenen	-	-	-
35.B06	2,0 - 3,0	Barium, xylenen	-	-	-
35.B12	1,7 - 2,7	Barium, nikkel, xylenen	-	-	-
36.B06	2,0 - 3,0	Barium, xylenen	-	-	-
36.B11	2,2 - 3,2	Barium, nikkel, xylenen	-	-	-
37.B06	1,7 - 2,7	Barium, xylenen	-	-	-
37.B11	2,1 - 3,1	Barium, xylenen	-	-	-
38.B06	1,8 - 2,8	Barium, xylenen	-	-	-
38.B11	1,75 - 2,75	Barium, xylenen	-	-	-
39.B21	1,9 - 2,9	Barium, xylenen	-	-	-
39.B19	1,7 - 2,7	Barium, koper, nikkel, xylenen	-	-	-
39.B20	1,5 - 2,5	Barium, xylenen	-	-	-
39.B22	1,7 - 2,7	Barium, xylenen	-	-	-
40.B06	2,0 - 3,0	Barium, xylenen	-	-	-
40.B12	2,0 - 3,0	Barium, xylenen	-	-	-
40.B11	2,0 - 3,0	Barium, xylenen	-	-	-
40.B13	2,0 - 3,0	Barium, nikkel, xylenen	-	-	-
41.B06	2,0 - 3,5	Barium, xylenen	-	-	-
41.B13	2,6 - 3,6	Barium, xylenen	-	-	-
42.B06	1,5- 2,5	Barium, xylenen	-	-	-
43.B06	1,5 - 2,5	Barium, nikkel	-	-	-
43.B22	1,5 - 2,5	Barium	-	-	-
43.B23	1,8 - 2,8	Barium, nikkel	-	-	-
44.B06	1,5 - 2,5	Barium, xylenen	-	-	-
44.B13	1,7 - 2,7	Barium, nikkel, xylenen	-	-	-
45.B06	1,7 - 2,7	Barium, cadmium, kobalt, koper, xylenen	<b>Nikkel</b>	-	-
45.B14	1,6 - 2,6	Barium, koper, nikkel, xylenen	-	-	-
45.B13	2,0 - 3,0	Barium, xylenen	-	-	-
46.B06	1,7 - 2,7	Barium, nikkel, xylenen	-	-	-
46.B11	1,7 - 2,7	Barium, xylenen	-	-	-
46.B12	1,5 - 2,5	Barium, xylenen	-	-	-
47.B07	1,5 - 2,5	Barium, xylenen	-	-	-
48.B06	2,0 - 3,0	Barium	-	-	-
48.B14	2,0 - 3,0	Barium, kobalt	<b>Nikkel</b>	-	-
49.B05	1,6 - 2,6	Barium, xylenen	-	-	-
49.B13	1,5 - 2,5	Barium, koper, nikkel, xylenen	-	-	-
49.B14	1,5 - 2,5	Barium, nikkel, xylenen	-	-	-
50.B06	1,5 - 2,5	Barium	-	-	-
50.B13	1,5 - 2,5	Barium	-	-	-
50.B14	1,5 - 2,5	Barium, nikkel	-	-	-
51.B06	2,07 - 3,0	Barium	-	-	-
51.B06	2,0 - 3,0	Barium	-	-	-
52.B05	1,5 - 2,5	Barium	-	-	-
52.B12	1,5 - 2,5	Barium	-	-	-
53.B05	2,5 - 3,5	Barium	<b>Koper, nikkel</b>	-	-
53.B11	2,5 - 3,5	Barium	-	-	-
54.B05	2,0 - 3,0	Barium	-	-	-
54.B14	2,0 - 3,0	Barium	-	-	-

**Tabel B2.1 Toetsingsresultaten grondwater<sup>1)</sup>**

Filter	Filterstelling (m –mv)	Mate van verontreiniging	> S	> T	> I
06a.G02	1,5 - 2,5	Barium	-	-	-
07a.G03	1,2 - 2,2	Barium	-	-	-
08a.G10	1,5 - 2,5	Barium	-	-	-
08a.B04	1,7 - 2,7	Barium	-	-	-
09a.B09	1,7 - 2,7	Barium, nikkel	-	-	-
09a.B10	1,7 - 2,7	Barium	-	-	-
10a.G03	1,5 - 2,5	Barium, koper	-	-	-
11a.G06	1,5 - 2,5	Barium, koper	-	-	-
12a.G03	2,0 - 3,0	Barium	-	-	-
13a.G05	1,5 - 2,5	Barium	-	-	-
13a.G03	1,5 - 2,5	Barium	-	-	-
17a.G01	2,7 - 3,7	Barium, nikkel	-	-	-
19a.B01	2,5 – 3,5	Barium	-	-	-
21a.B01	1,7 - 2,7	Barium	-	-	-
3G112	1,3-2,3	Barium, naftaleen <sup>1)</sup>	-	-	-
3B106	1,4-2,4	Barium, naftaleen <sup>1)</sup>	-	-	-
3B102	1,8-2,8	Barium, naftaleen <sup>1)</sup>	-	-	-
3aB102	1,4-2,4	Barium, naftaleen <sup>1)</sup>	-	-	-
20B103	2,5 - 3,5	Barium	-	-	-
21B104	1,4 - 2,4	Barium	-	-	-
22B105	2,5 - 3,5	Barium	-	-	-
23B104	2,5 - 3,5	-	-	-	-
25B106	1,3 - 2,3	Barium	-	-	-
46B102	1,6 - 2,6	Barium, cadmium, nikkel	-	-	-
46B107	1,5 - 2,5	Barium	-	-	-
14B201	1,8 - 2,8	Barium	-	-	-
23B203	2,3 - 3,3	Barium, nikkel	-	-	-
38B207	2,0 - 3,0	Barium, tetrachlooretheen	-	-	-

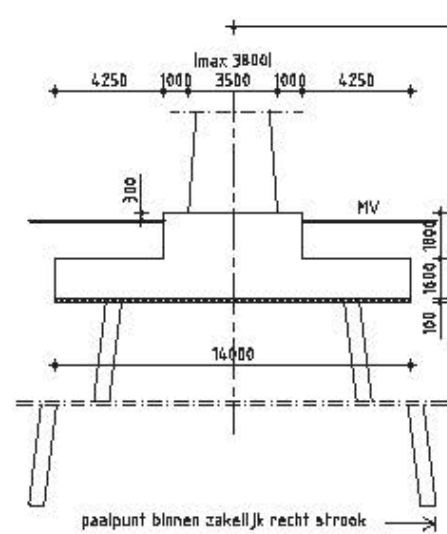
<sup>1)</sup>Voor het volledige milieukundige bodem onderzoek wordt verwezen naar *Grondonderzoeken DW380kV, Aanvullend Verkennend (water)bodem- en asbestonderzoek, (T208610, d.d. 3 oktober 2012), revisie c3 (Grontmij, 25 maart 2014, referentienummer GM-0128677)*



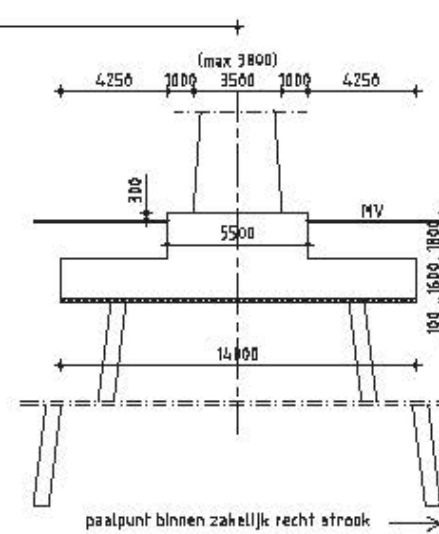
## Bijlage 3

# Ontwerptekening mastfundering

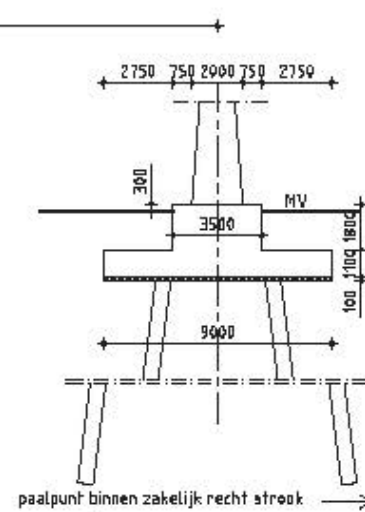
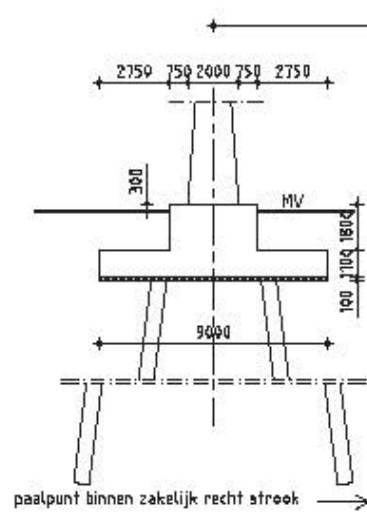
(De definitieve ontwerptekeningen worden opgesteld door de aannemer, voor het bemalingsadvies is uitgegaan van een algemeen principe ontwerp van het tracé Zuid-West)



Hoekmast

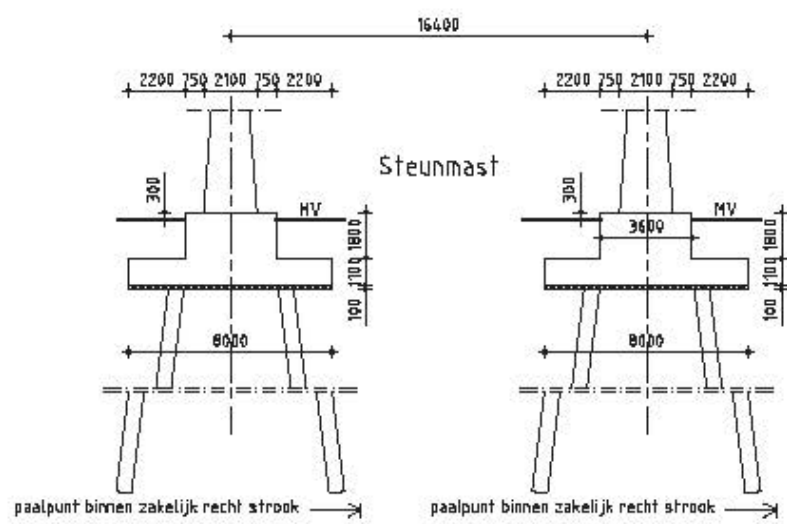
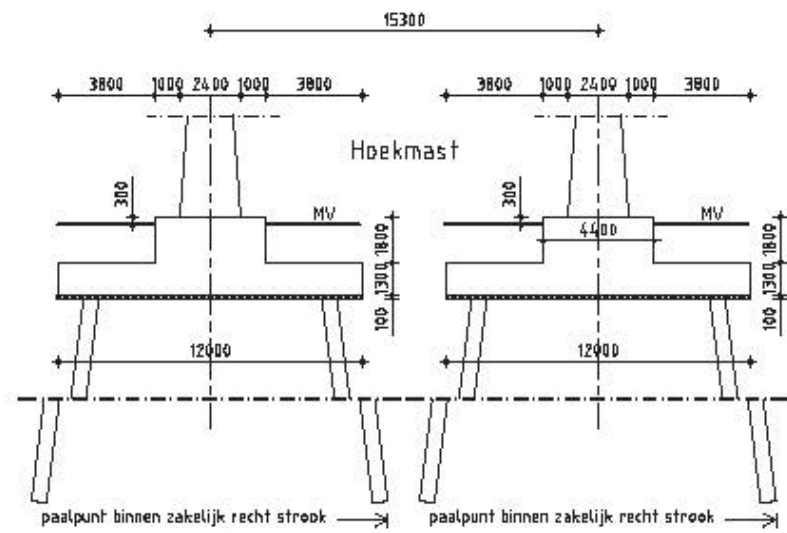


Steunmast



Silhouet tekening mastfunderingen 4 x 380kV		C			
		B			
Omschrijving Zw380		A			
		Rev.	Afslippen	Defin.	Naam
Project:		Schaal:	1:200	Formaat:	A3
		Maak:	JGJK	Periode:	20-01-2012
		Tijdsbepaling		Mod	001
		Auteursomschrijving		Schaal:	





Silhouet tekening mastfunderingen  
combi (2 x 380kV + 2 x 150kV)

Oorschrift:

ZW380

Project:

C			
B			
A			
Ris.	Afslippen	Defin.	Naam
Schaal:	1:200	Formaat:	A3
Maak:	JGJK	Periode:	20-01-2012

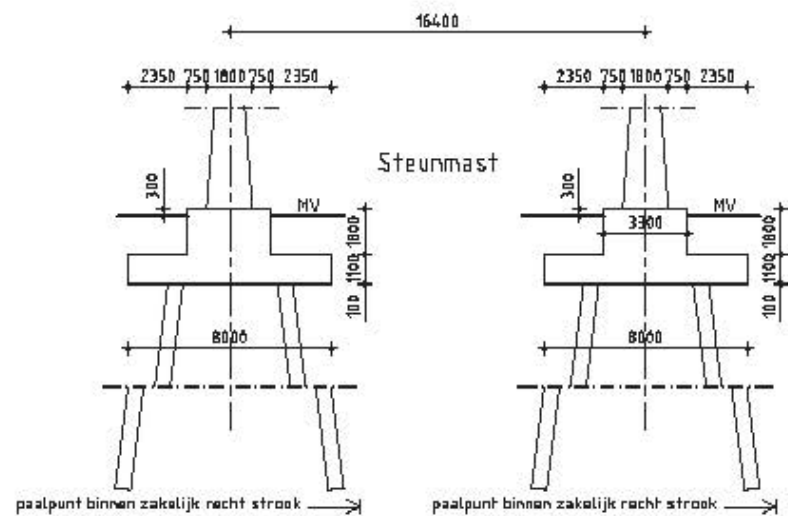
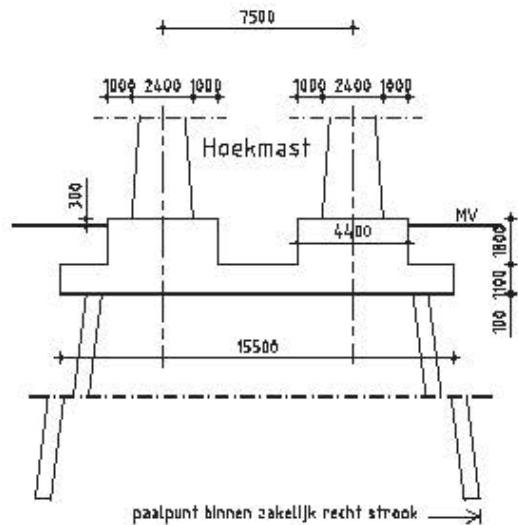


Titelbepalingen

Mod 002

Afzet AD Filiaal:

Spalte:

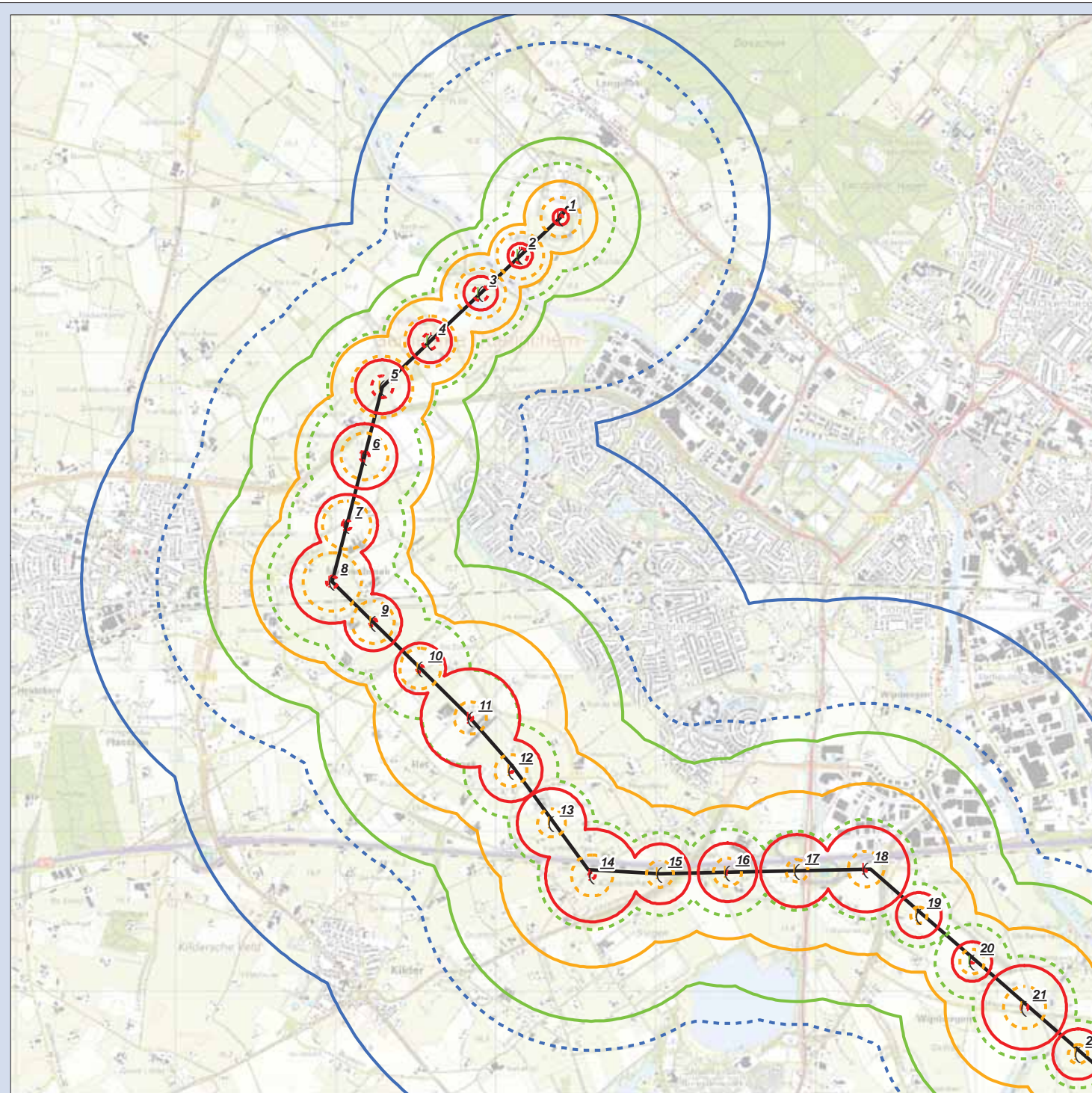


Silhouet tekening mastfunderingen 2 x 380kV		C		
		B		
Omschrijving 2W380		A		
		Rev.	A1/2012	Definitief
Project:		Schalen:	1:200	Formaat: A3
		Maat:	A3JK	Periode: 20-01-2012
		Titelbepalingen		Num 003
		Auteursomschrijving		Schets:



## Bijlage 4

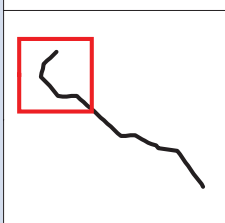
### Verlagingscontouren bemaling, tijdens GHG-situatie



### Legenda

GHG - Onttrekkingsdebiet (m<sup>3</sup>/uur)

- ( 0 - 50
- ( 51 - 100
- ( 101 - 150
- ( 151 - 200
- ( 201 - 250
- ( GHG - freatische verlaging tot 1,0 m
- ( GHG - stijghoogte verlaging tot 1,0 m
- ( GHG - freatische verlaging tot 0,5 m
- ( GHG - stijghoogte verlaging tot 0,5 m
- ( GHG - freatische verlaging tot 0,25 m
- ( GHG - stijghoogte verlaging tot 0,25 m
- ( GHG - freatische verlaging tot 0,05 m
- ( GHG - stijghoogte verlaging tot 0,05 m
- Tracé



## Verlagingscontouren GHG-situatie Blad 1 van 4

### 380kV Doetinchem - Wesel (VKA 3.0)

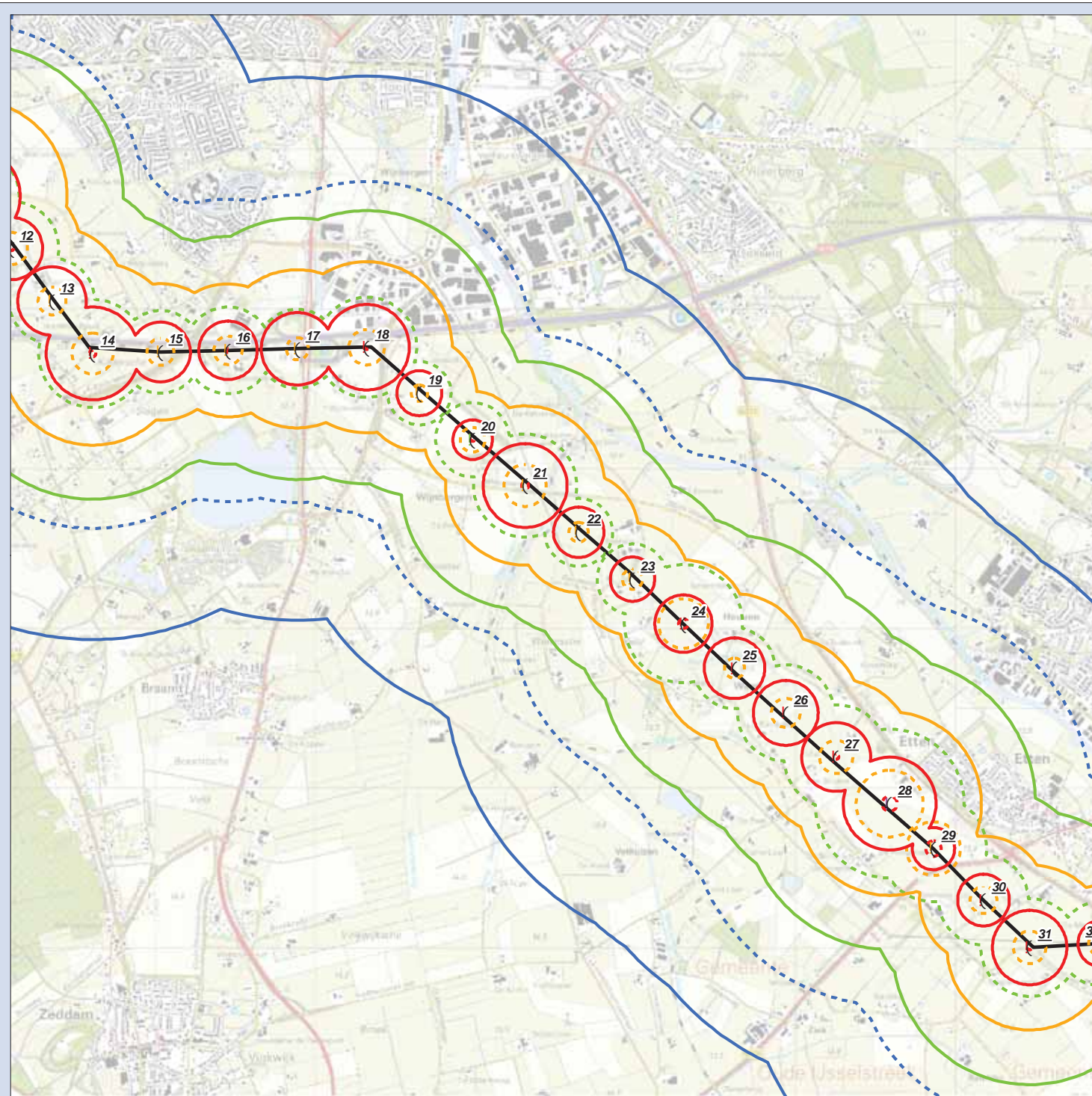
Opdrachtgever: TenneT TSO B.V.  
Projectnummer: 323386



Status: Concept  
Datum: 18-06-2014  
Schaal: 1:25,000  
Formaat: A3  
Bijlage 4  
Getekend: AvdT  
Gecontroleerd: JvU

Grontmij Nederland B.V.  
Zemikestraat 17, 5612 HZ Eindhoven  
Postbus 1265, 5602 BG Eindhoven  
T +31 40 265 12 11  
F +31 40 244 37 97  
zuid@grontmij.nl  
www.grontmij.nl

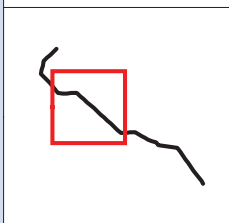




### Legenda

GHG - Onttrekingsdebiet (m<sup>3</sup>/uur)

- ( 0 - 50
- ( 51 - 100
- ( 101 - 150
- ( 151 - 200
- ( 201 - 250
- ( GHG - freatische verlagings tot 1,0 m
- ( GHG - stijghoogte verlagings tot 1,0 m
- ( GHG - freatische verlagings tot 0,5 m
- ( GHG - stijghoogte verlagings tot 0,5 m
- ( GHG - freatische verlagings tot 0,25 m
- ( GHG - stijghoogte verlagings tot 0,25 m
- ( GHG - freatische verlagings tot 0,05 m
- ( GHG - stijghoogte verlagings tot 0,05 m
- Tracé



### Verlagingscontouren GHG-situatie Blad 2 van 4 380kV Doetinchem - Wesel (VKA 3.0)

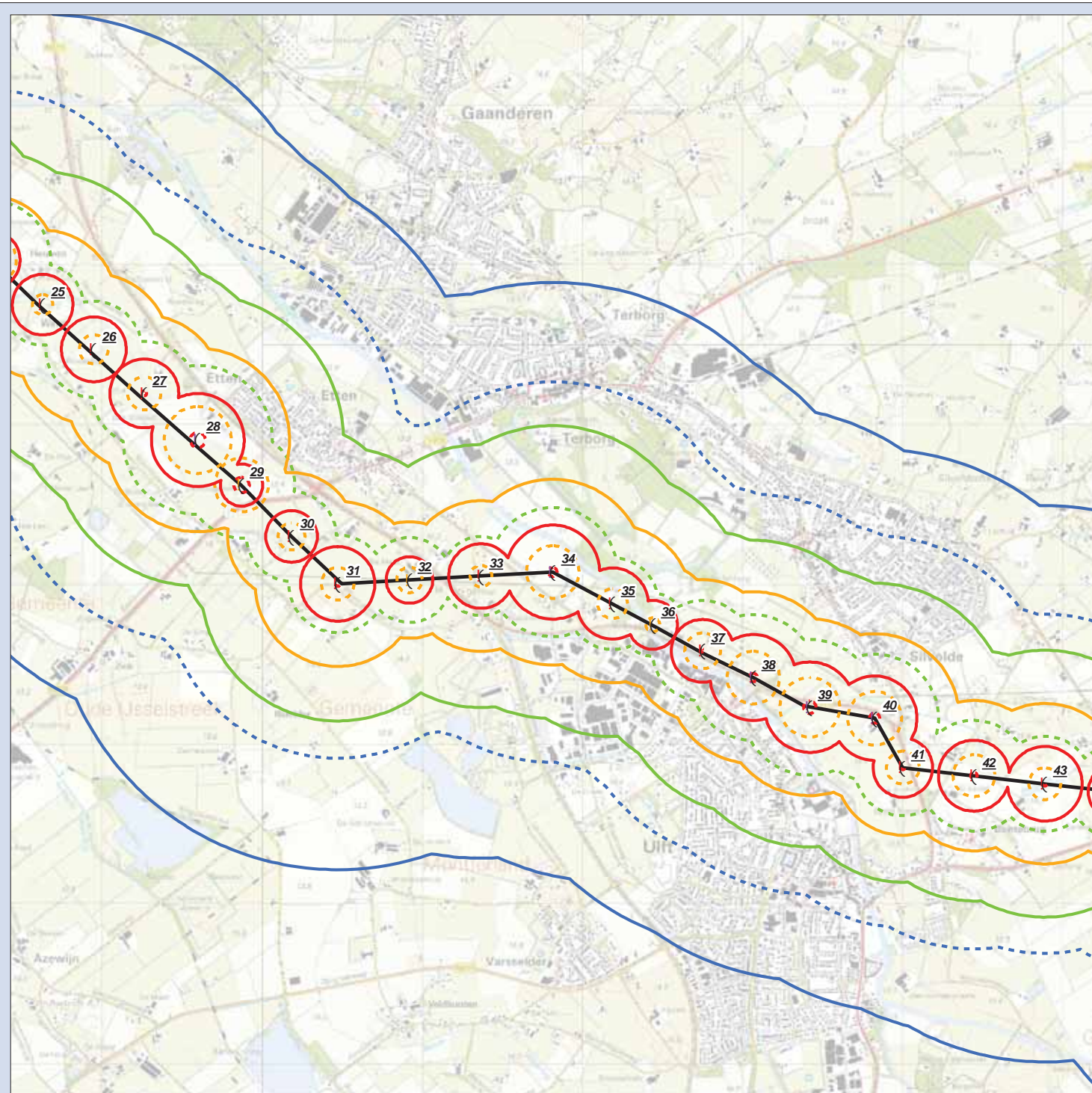
Opdrachtgever: TenneT TSO B.V.  
Projectnummer: 323386



Status: Concept  
Datum: 18-06-2014  
Schaal: 1:25,000  
Formaat: A3  
Bijlage 4  
Getekend: AvdT  
Gecontroleerd: JvU

Grontmij Nederland B.V.  
Zemikestraat 17, 5612 HZ Eindhoven  
Postbus 1265, 5602 BG Eindhoven  
T +31 40 265 12 11  
F +31 40 244 37 97  
zuid@grontmij.nl  
www.grontmij.nl

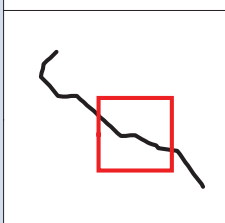




### Legenda

GHG - Onttrekkingsdebiet (m<sup>3</sup>/uur)

- ( 0 - 50
- ( 51 - 100
- ( 101 - 150
- ( 151 - 200
- ( 201 - 250
- GHG - freatische verlagings tot 1,0 m
- GHG - stijghoogte verlagings tot 1,0 m
- GHG - freatische verlagings tot 0,5 m
- GHG - stijghoogte verlagings tot 0,5 m
- GHG - freatische verlagings tot 0,25 m
- GHG - stijghoogte verlagings tot 0,25 m
- GHG - freatische verlagings tot 0,05 m
- GHG - stijghoogte verlagings tot 0,05 m
- Tracé



### Verlagingscontouren GHG-situatie Blad 3 van 4 380kV Doetinchem - Wesel (VKA 3.0)

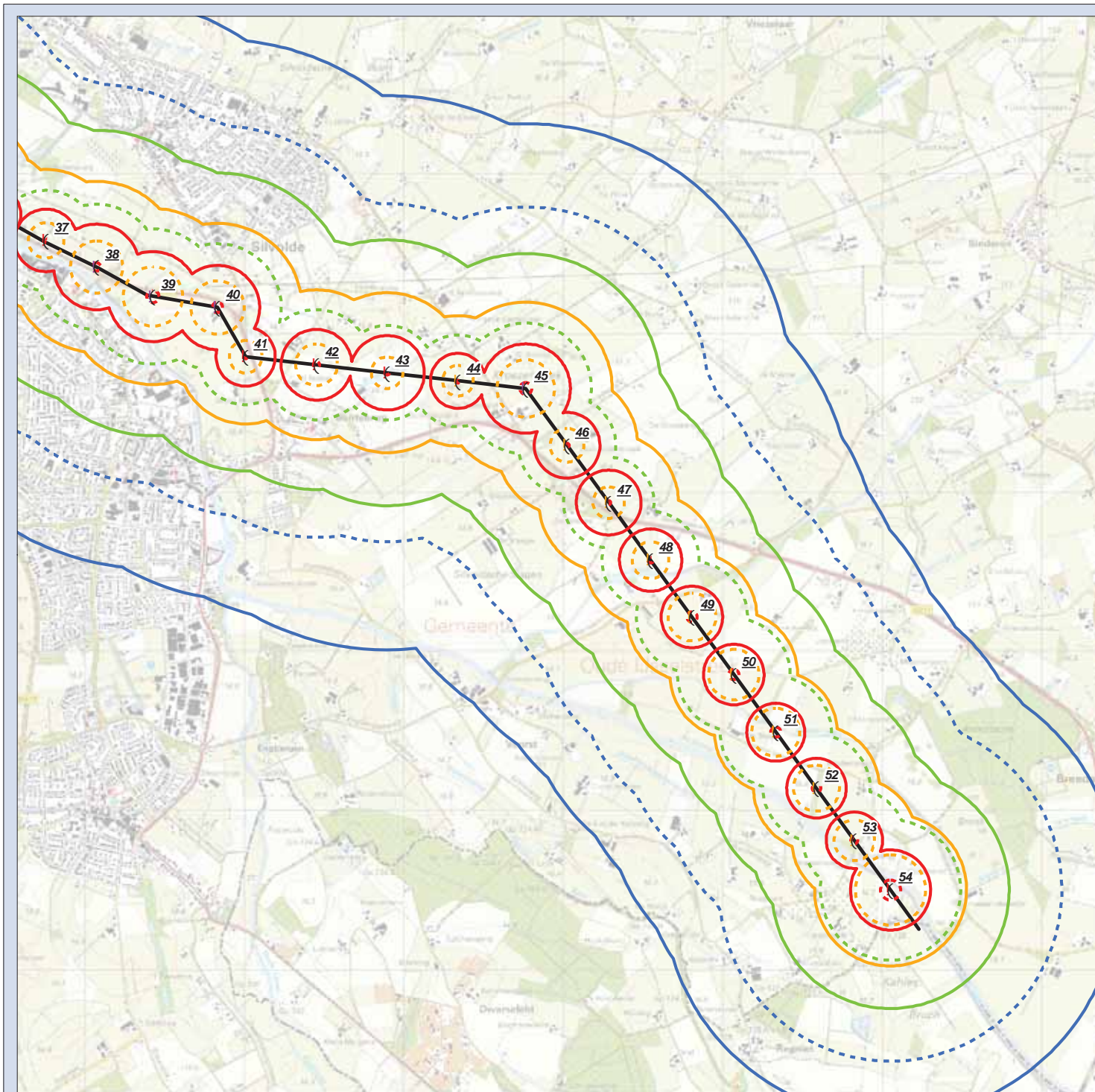
Opdrachtgever: TenneT TSO B.V.  
Projectnummer: 323386



Status: Concept  
Datum: 18-06-2014  
Schaal: 1:25,000  
Formaat: A3  
Bijlage 4  
Getekend: AvdT  
Gecontroleerd: JvU

Grontmij Nederland B.V.  
Zemikestraat 17, 5612 HZ Eindhoven  
Postbus 1265, 5602 BG Eindhoven  
T +31 40 265 12 11  
F +31 40 244 37 97  
zuid@grontmij.nl  
www.grontmij.nl

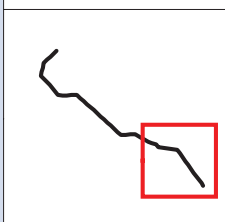




### Legenda

GHG - Onttrekkingsdebiet (m<sup>3</sup>/uur)

- ( 0 - 50
- ( 51 - 100
- ( 101 - 150
- ( 151 - 200
- ( 201 - 250
- (---) GHG - freatische verlagings tot 1,0 m
- (---) GHG - stijghoogte verlagings tot 1,0 m
- (---) GHG - freatische verlagings tot 0,5 m
- (---) GHG - stijghoogte verlagings tot 0,5 m
- (---) GHG - freatische verlagings tot 0,25 m
- (---) GHG - stijghoogte verlagings tot 0,25 m
- (---) GHG - freatische verlagings tot 0,05 m
- (---) GHG - stijghoogte verlagings tot 0,05 m
- Tracé



0 250 500 1.000 meter

### Verlagingscontouren GHG-situatie Blad 4 van 4 380kV Doetinchem - Wesel (VKA 3.0)

Opdrachtgever: TenneT TSO B.V.  
Projectnummer: 323386



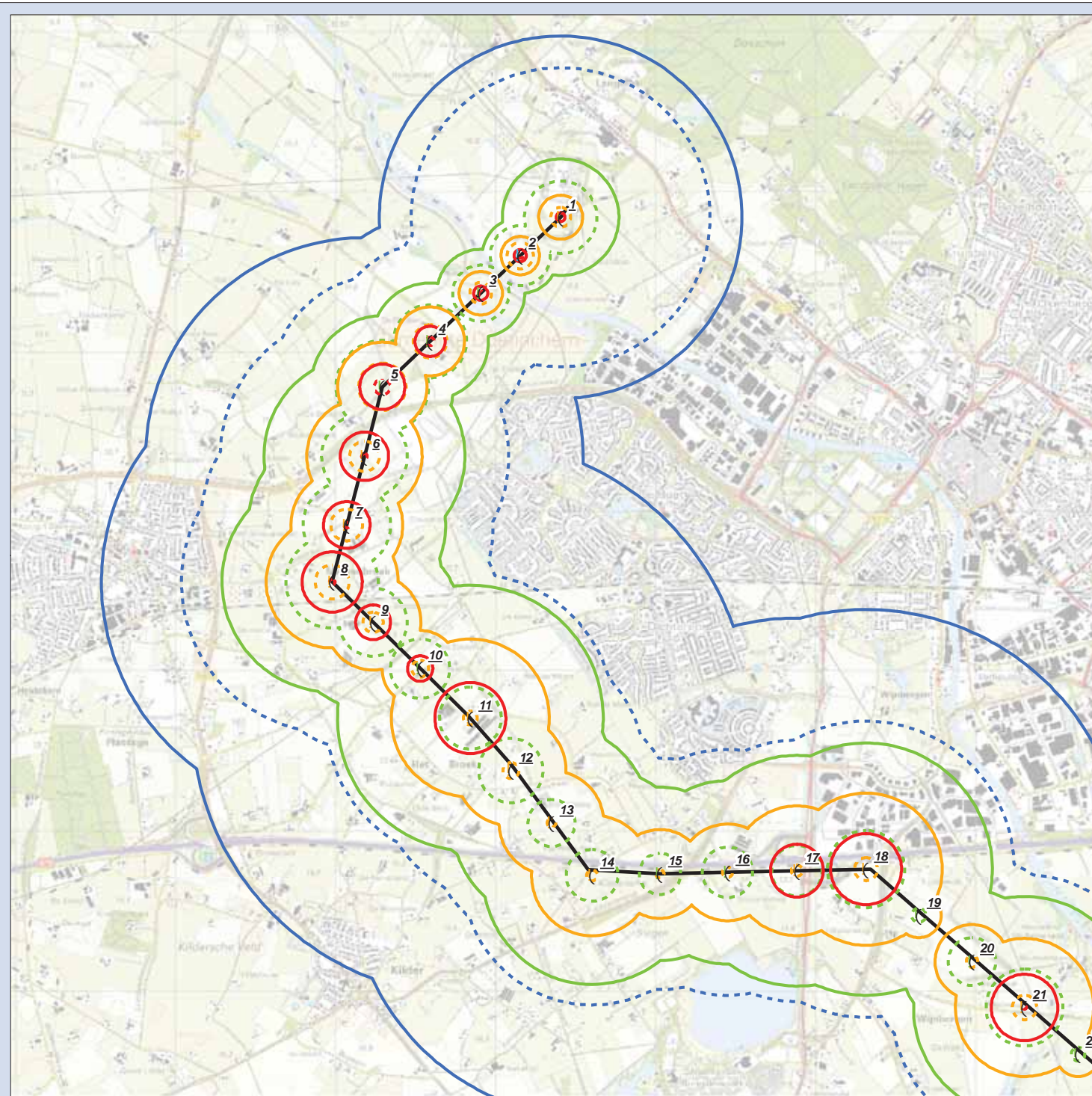
Status: Concept  
Datum: 18-06-2014  
Schaal: 1:25,000  
Formaat: A3  
Bijlage 4  
Getekend: AvdT  
Gecontroleerd: JvU

Grontmij Nederland B.V.  
Zemkestraat 17, 5612 HZ Eindhoven  
Postbus 1265, 5602 BG Eindhoven  
T +31 40 265 12 11  
F +31 40 244 37 97  
zuid@grontmij.nl  
www.grontmij.nl

## Bijlage 5

### Verlagingscontouren bemaling, tijdens GLG-situatie

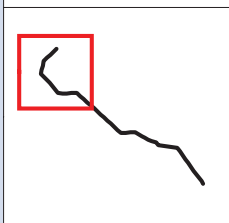




### Legenda

GLG - Onttrekkingsdebiet (m³/uur)

- ( 0 - 50
- ( 51 - 100
- ( 101 - 150
- ( 151 - 200
- ( 201 - 250
- GLG - freatische verlaging tot 1,0 m
- GLG - stijghoogte verlaging tot 1,0 m
- GLG - freatische verlaging tot 0,5 m
- GLG - stijghoogte verlaging tot 0,5 m
- GLG - freatische verlaging tot 0,25 m
- GLG - stijghoogte verlaging tot 0,25 m
- GLG - freatische verlaging tot 0,05 m
- GLG - stijghoogte verlaging tot 0,05 m
- Tracé



## Verlagingscontouren GLG-situatie Blad 1 van 4

### 380kV Doetinchem - Wesel (VKA 3.0)

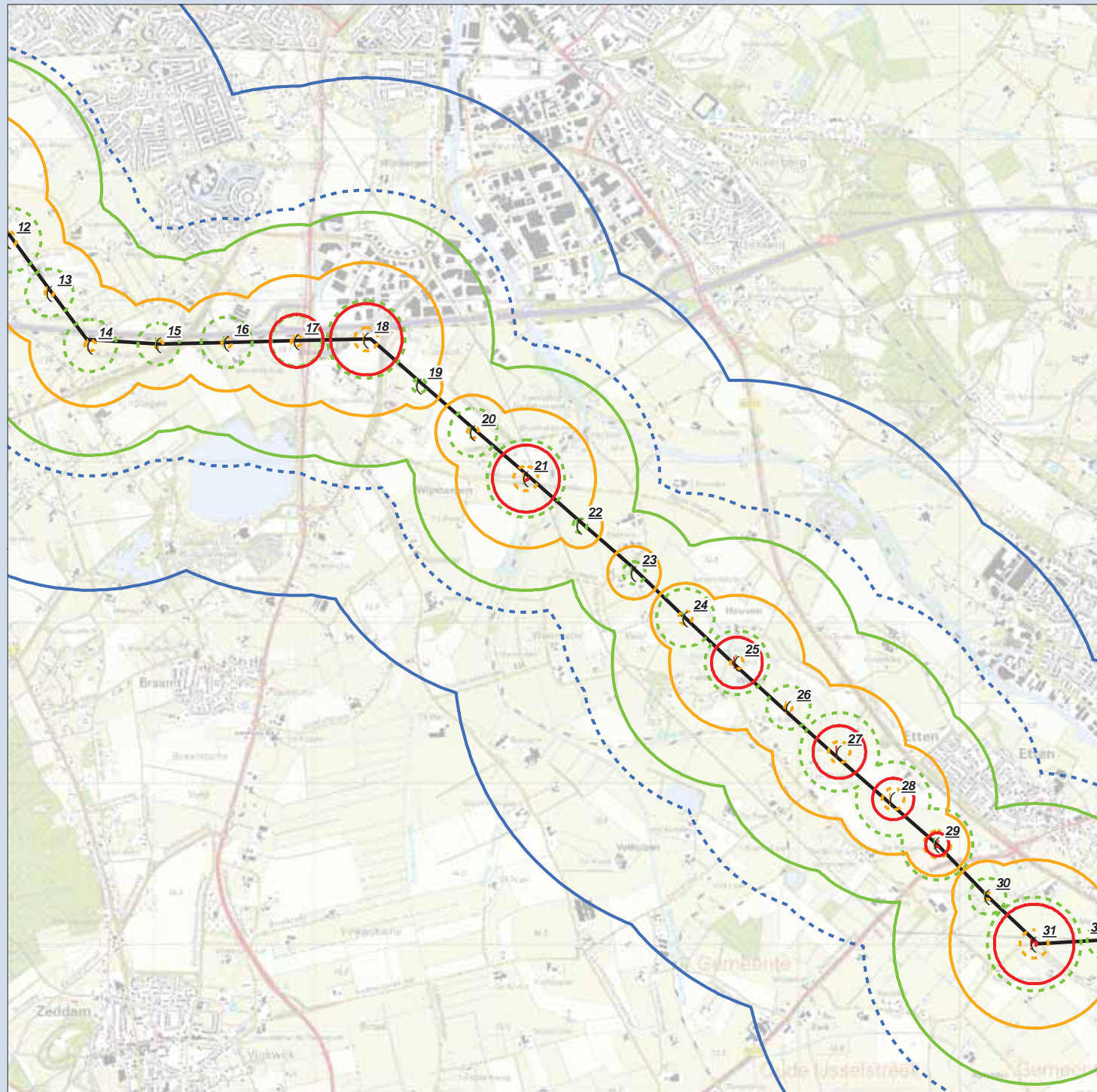
Opdrachtgever: TenneT TSO B.V.  
Projectnummer: 323386



Status: Concept  
Datum: 18-06-2014  
Schaal: 1:25,000  
Formaat: A3  
Bijlage 5  
Getekend: AvdT  
Gecontroleerd: JvU

Grontmij Nederland B.V.  
Zemikestraat 17, 5612 HZ Eindhoven  
Postbus 1265, 5602 BG Eindhoven  
T +31 40 265 12 11  
F +31 40 244 37 97  
zuid@grontmij.nl  
www.grontmij.nl

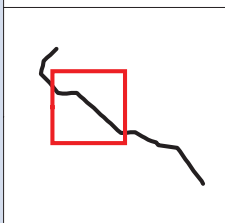




### Legenda

GLG - Onttrekkingsdebiet (m³/uur)

- ( 0 - 50
- ( 51 - 100
- ( 101 - 150
- ( 151 - 200
- ( 201 - 250
- ( GLG - freatische verlaging tot 1,0 m
- ( GLG - stijghoogte verlaging tot 1,0 m
- ( GLG - freatische verlaging tot 0,5 m
- ( GLG - stijghoogte verlaging tot 0,5 m
- ( GLG - freatische verlaging tot 0,25 m
- ( GLG - stijghoogte verlaging tot 0,25 m
- ( GLG - freatische verlaging tot 0,05 m
- ( GLG - stijghoogte verlaging tot 0,05 m
- Tracé



### Verlagingscontouren GLG-situatie Blad 2 van 4 380kV Doetinchem - Wesel (VKA 3.0)

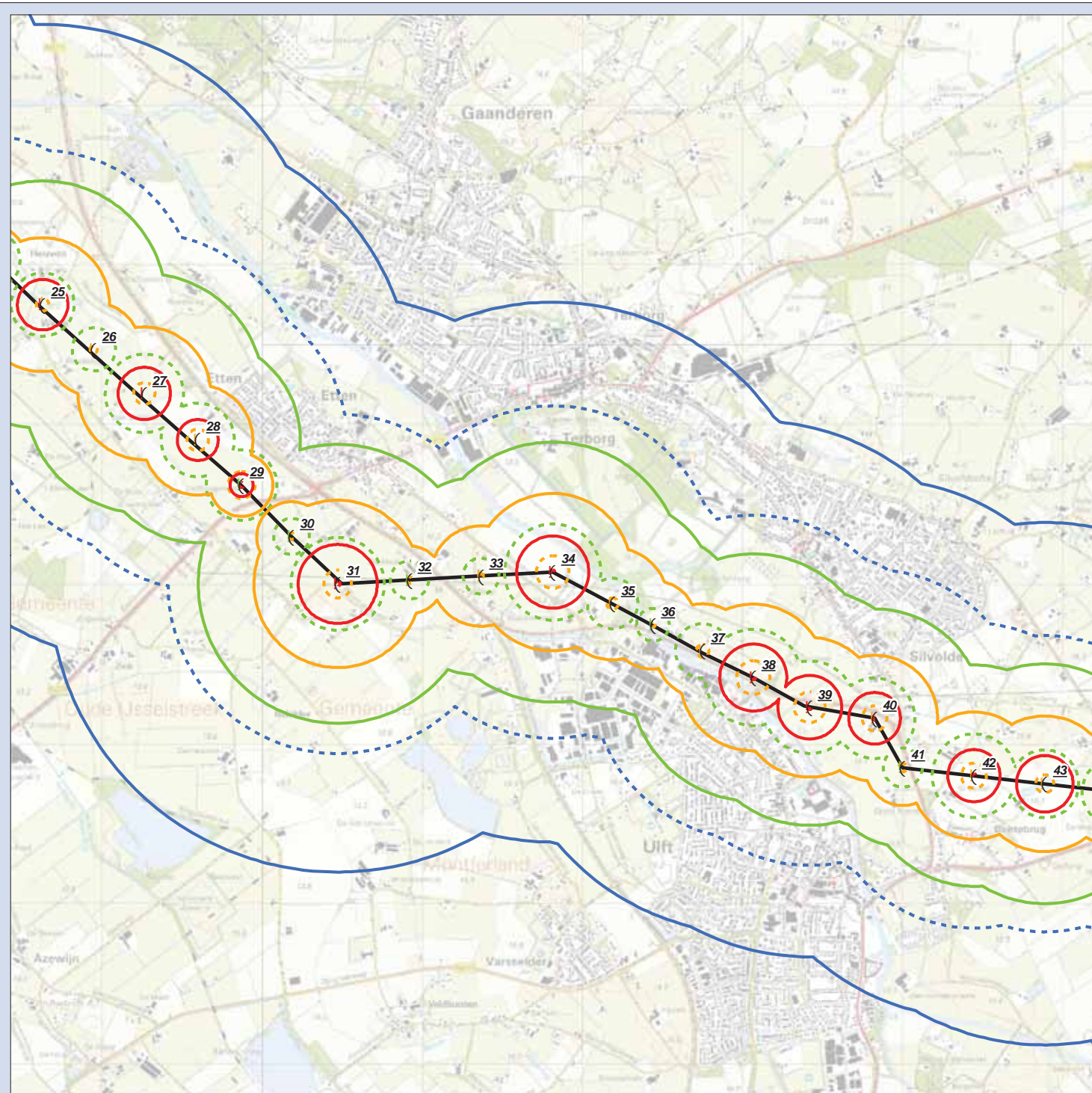
Opdrachtgever: TenneT TSO B.V.  
Projectnummer: 323386



Status: Concept  
Datum: 18-06-2014  
Schaal: 1:25,000  
Formaat: A3  
Bijlage 5  
Getekend: AvdT  
Gecontroleerd: JvU

Grontmij Nederland B.V.  
Zemikestraat 17, 5612 HZ Eindhoven  
Postbus 1265, 5602 BG Eindhoven  
T +31 40 265 12 11  
F +31 40 244 37 97  
zuid@grontmij.nl  
www.grontmij.nl

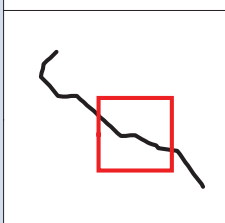




### Legenda

GLG - Onttrekkingsdebiet (m³/uur)

- ( 0 - 50
- ( 51 - 100
- ( 101 - 150
- ( 151 - 200
- ( 201 - 250
- (---) GLG - freatische verlagingscontour tot 1,0 m
- (---) GLG - stijghoogte verlagingscontour tot 1,0 m
- (---) GLG - freatische verlagingscontour tot 0,5 m
- (---) GLG - stijghoogte verlagingscontour tot 0,5 m
- (---) GLG - freatische verlagingscontour tot 0,25 m
- (---) GLG - stijghoogte verlagingscontour tot 0,25 m
- (---) GLG - freatische verlagingscontour tot 0,05 m
- (---) GLG - stijghoogte verlagingscontour tot 0,05 m
- Tracé



0 250 500 1.000 meter

## Verlagingscontouren GLG-situatie Blad 3 van 4 380kV Doetinchem - Wesel (VKA 3.0)

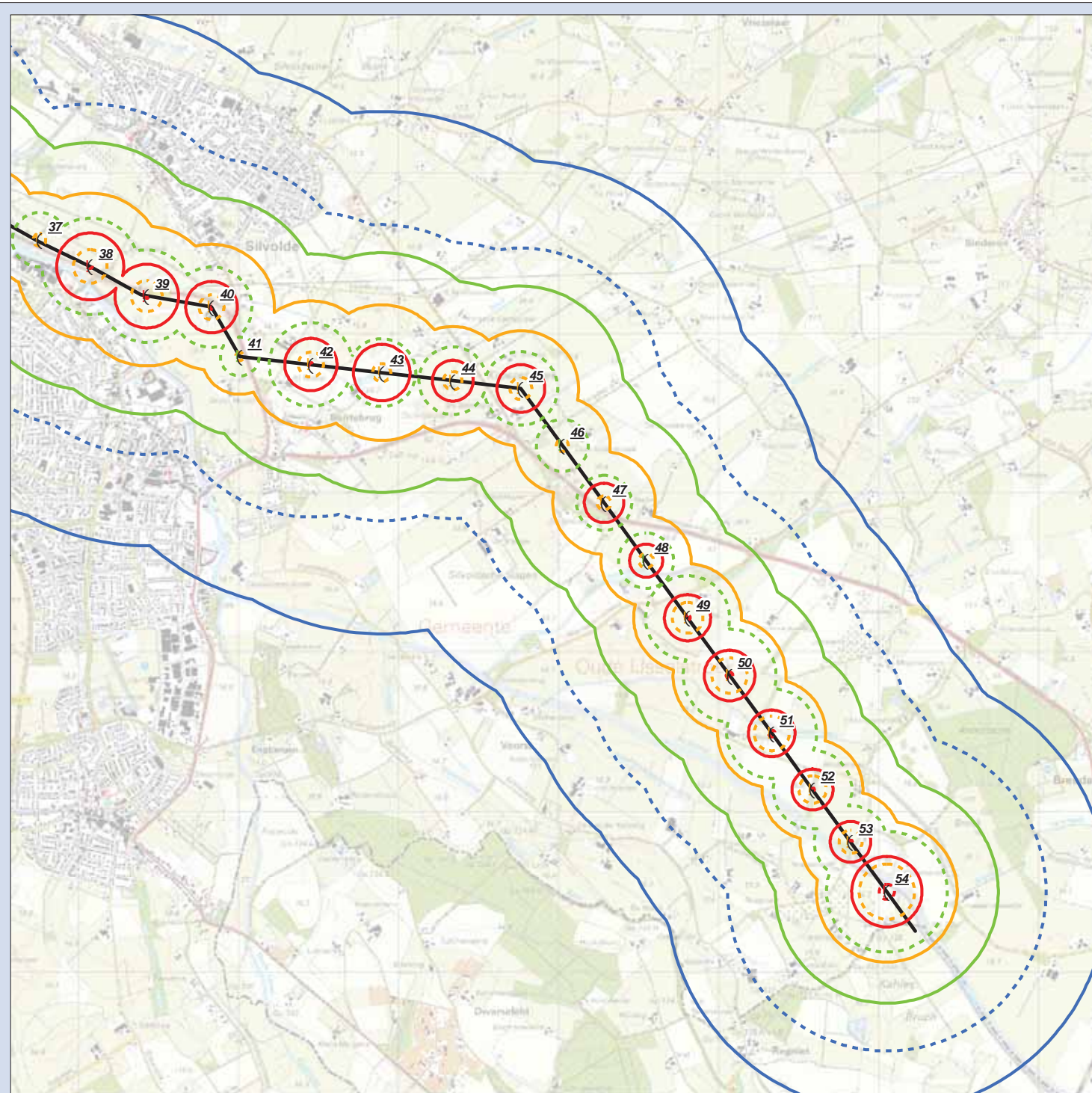
Opdrachtgever: TenneT TSO B.V.  
Projectnummer: 323386



Status: Concept  
Datum: 18-06-2014  
Schaal: 1:25,000  
Formaat: A3  
Bijlage 5  
Getekend: AvdT  
Gecontroleerd: JvU

Grontmij Nederland B.V.  
Zemikestraat 17, 5612 HZ Eindhoven  
Postbus 1265, 5602 BG Eindhoven  
T +31 40 265 12 11  
F +31 40 244 37 97  
zuid@grontmij.nl  
www.grontmij.nl

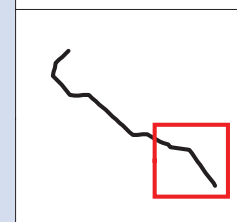




### Legenda

GLG - Onttrekingsdebiet (m<sup>3</sup>/uur)

- ( 0 - 50
- ( 51 - 100
- ( 101 - 150
- ( 151 - 200
- ( 201 - 250
- GLG - freatische verlaging tot 1,0 m
- GLG - stijghoogte verlaging tot 1,0 m
- GLG - freatische verlaging tot 0,5 m
- GLG - stijghoogte verlaging tot 0,5 m
- GLG - freatische verlaging tot 0,25 m
- GLG - stijghoogte verlaging tot 0,25 m
- GLG - freatische verlaging tot 0,05 m
- GLG - stijghoogte verlaging tot 0,05 m
- Tracé



0 250 500 1.000 meter

## Verlagingscontouren GLG-situatie Blad 4 van 4

### 380kV Doetinchem - Wesel (VKA 3.0)

Opdrachtgever: TenneT TSO B.V.  
Projectnummer: 323386



Status: Concept  
Datum: 18-06-2014  
Schaal: 1:25,000  
Formaat: A3  
Bijlage 5  
Getekend: AvdT  
Gecontroleerd: JvU

Grontmij Nederland B.V.  
Zemikestraat 17, 5612 HZ Eindhoven  
Postbus 1265, 5602 BG Eindhoven  
T +31 40 265 12 11  
F +31 40 244 37 97  
zuid@grontmij.nl  
www.grontmij.nl

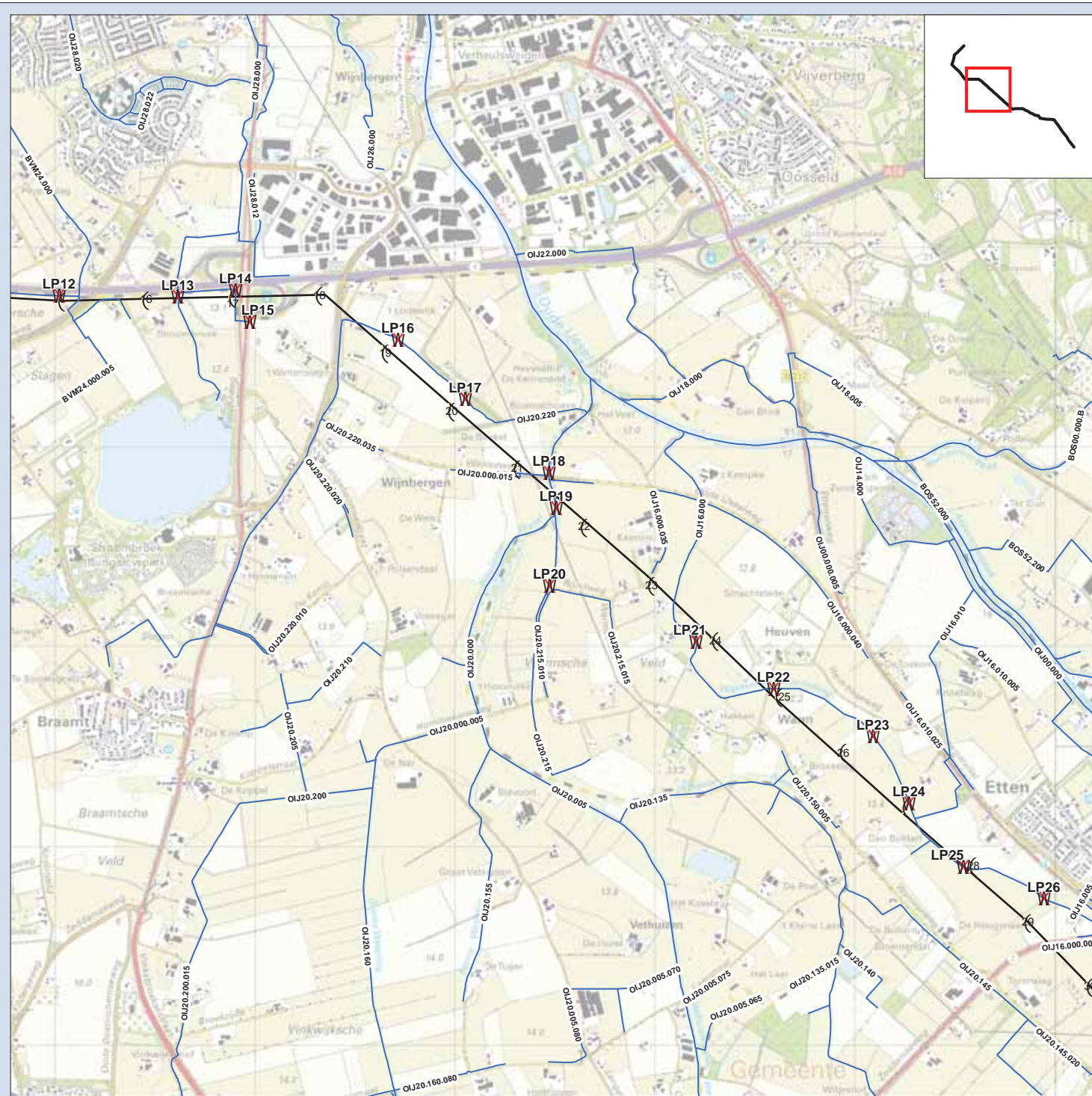


# Bijlage 6

## Lozingspunten







### Legenda

- W** Lozingspunt
- Watergangen
- (** Mastlocatie
- Tracé

Lozingspunt	Mastlocaties	Watergang	Ontwerpcapaciteit
LP01	portaal, 01	OIJ32.020	220
LP02	02	OIJ00.000	629064
LP03	03	BVM28.290	238
LP04	04, 05	BVM24.000	5548
LP05	06	BVM24.060	727
LP06	07	BVM24.060	619
LP07	08	BVM24.060	619
LP08	09, 10	BVM24.045	1462
LP09	11	BVM24.035	767
LP10	12, 13	BVM24.035	310
LP11	14	BVM24.005	1220
LP12	15	BVM24.005	1220
LP13	16	OIJ28.000	997
LP14	17	OIJ28.005	226
LP15	18	OIJ28.005	226
LP16	19	OIJ20.220	853
LP17	20	OIJ20.220	1066
LP18	21	OIJ20.000	21308
LP19	22	OIJ20.000	21308
LP20	23	OIJ20.215	461
LP21	24	OIJ16.000	1055
LP22	25	OIJ16.000	1055
LP23	26	OIJ16.000	724
LP24	27	OIJ16.000	724
LP25	28	OIJ16.000	608
LP26	29	OIJ16.000	698
LP27	30, 31, 32	OIJ16.000	698
LP28	33	OIJ12.000	3784
LP29	34	OIJ12.000	3784
LP30	35	OIJ00.000	501012
LP31	36, 37, 38	OIJ00.000	501012
LP32	39, 40, 41	OIJ06.000	12935
LP33	42	OIJ06.000	9814
LP34	43	OIJ06.000	9724
LP35	44	OIJ06.000	11646
LP36	45, 46	OIJ04.000	482
LP37	47	KEB34.000	1613
LP38	48	KEB00.000	39758
LP39	49	KEB00.000	39758
LP40	50	AAS02.125	1199
LP41	51	AAS02.000	15592
LP42	52	AAS00.000	242143
LP43	53	AAS00.000	242143
LP44	54	AAS00.000	242060



### Lozingspunten bemaling 380kV Doetinchem - Wesel (VKA 3.0)

Blad 2 van 4

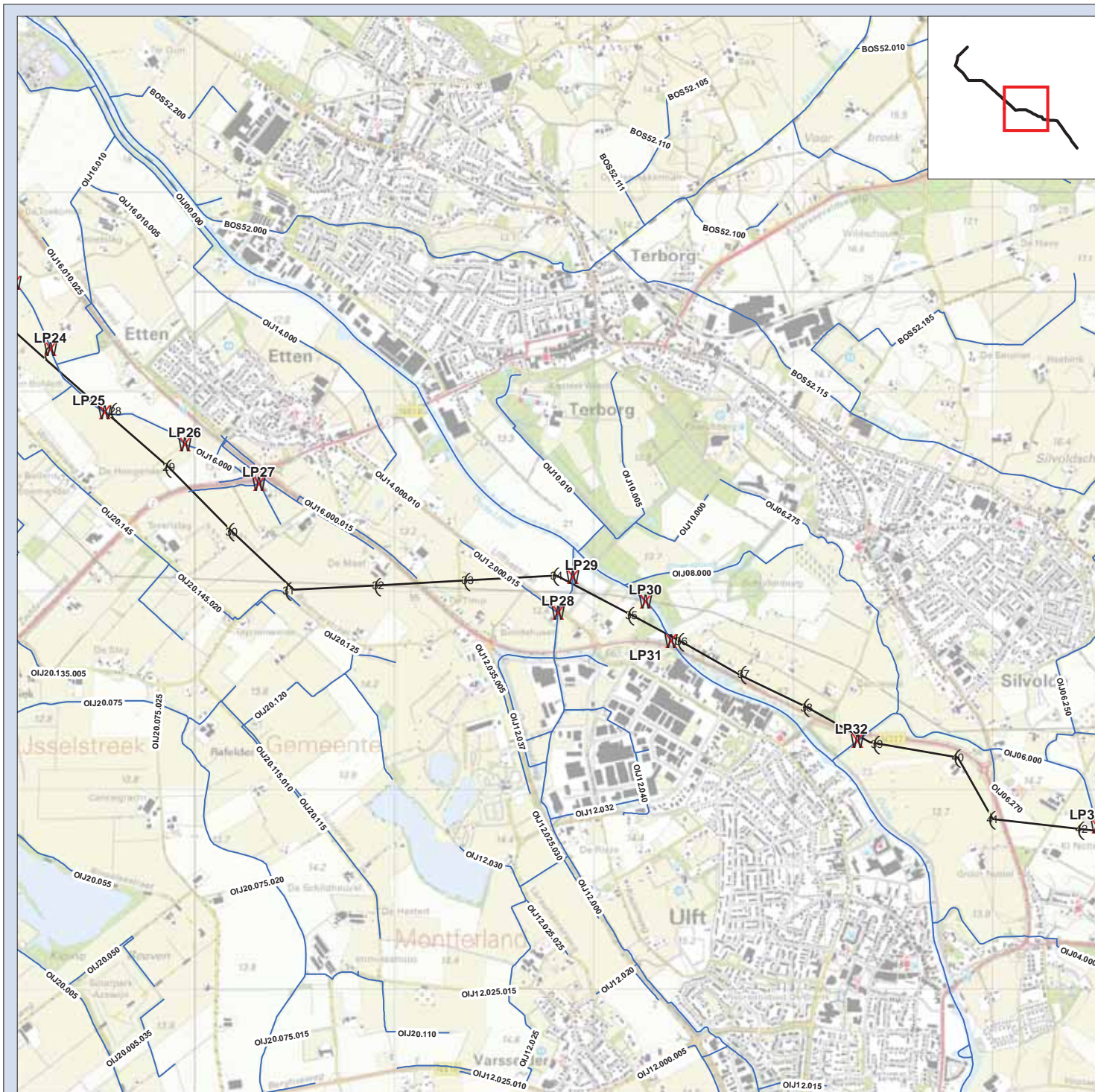
Opdrachtgever: TenneT TSO B.V.  
Projectnummer: 323386



Status: concept  
Datum: 18-06-2014  
Schaal: 1:20,000  
Formaat: A3  
Bijlage 6  
Getekend: AvdT  
Gecontroleerd: MW

Grontmij Nederland B.V.  
Zemkestraat 17, 5612 HZ Eindhoven  
Postbus 1265, 5602 BG Eindhoven  
T +31 40 265 12 11  
F +31 40 244 37 97  
zuid@grontmij.nl  
www.grontmij.nl





### Legenda

- Lozingspunt
- Watergangen
- Mastlocatie
- Tracé

Lozingspunt	Mastlocaties	Watergang	Ontwerpcapaciteit
LP01	portaal, 01	OIJ32.020	220
LP02	02	OIJ00.000	629064
LP03	03	BVM28.290	238
LP04	04, 05	BVM24.000	5548
LP05	06	BVM24.060	727
LP06	07	BVM24.060	619
LP07	08	BVM24.060	619
LP08	09, 10	BVM24.045	1462
LP09	11	BVM24.035	767
LP10	12, 13	BVM24.035	310
LP11	14	BVM24.005	1220
LP12	15	BVM24.005	1220
LP13	16	OIJ28.000	997
LP14	17	OIJ28.005	226
LP15	18	OIJ28.005	226
LP16	19	OIJ20.220	853
LP17	20	OIJ20.220	1066
LP18	21	OIJ20.000	21308
LP19	22	OIJ20.000	21308
LP20	23	OIJ20.215	461
LP21	24	OIJ16.000	1055
LP22	25	OIJ16.000	1055
LP23	26	OIJ16.000	724
LP24	27	OIJ16.000	724
LP25	28	OIJ16.000	608
LP26	29	OIJ16.000	698
LP27	30, 31, 32	OIJ16.000	698
LP28	33	OIJ12.000	3784
LP29	34	OIJ12.000	3784
LP30	35	OIJ00.000	501012
LP31	36, 37, 38	OIJ00.000	501012
LP32	39, 40, 41	OIJ06.000	12935
LP33	42	OIJ06.000	9814
LP34	43	OIJ06.000	9724
LP35	44	OIJ06.000	11646
LP36	45, 46	OIJ04.000	482
LP37	47	KEB34.000	1613
LP38	48	KEB00.000	39758
LP39	49	KEB00.000	39758
LP40	50	AAS02.125	1199
LP41	51	AAS02.000	15592
LP42	52	AAS00.000	242143
LP43	53	AAS00.000	242143
LP44	54	AAS00.000	242060



### Lozingspunten bemaling 380kV Doetinchem - Wesel (VKA 3.0)

Blad 3 van 4

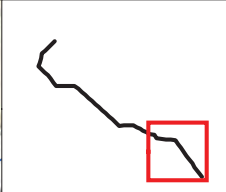
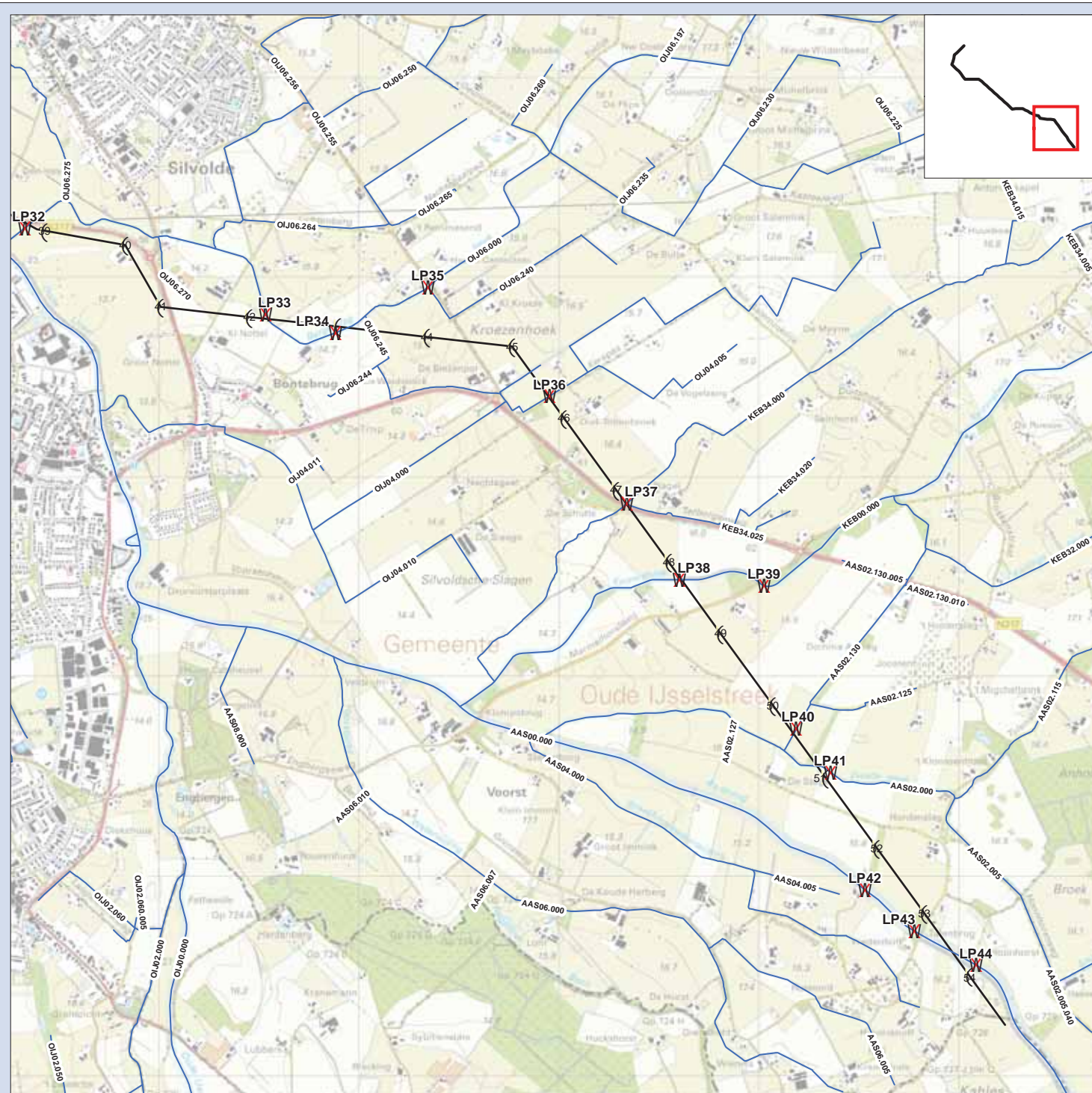
Opdrachtgever: TenneT TSO B.V.  
Projectnummer: 323386



Status: concept  
Datum: 18-06-2014  
Schaal: 1:20,000  
Formaat: A3  
Bijlage 6  
Getekend: AvdT  
Gecontroleerd: MVV

Grontmij Nederland B.V.  
Zemkestraat 17, 5612 HZ Eindhoven  
Postbus 1265, 5602 BG Eindhoven  
T +31 40 265 12 11  
F +31 40 244 37 97  
zuid@grontmij.nl  
www.grontmij.nl





### Legenda

- Lozingspunt
- Watergangen
- Mastlocatie
- Tracé

Lozingspunt	Mastlocaties	Watergang	Ontwerpcapaciteit
LP01	portaal, 01	OUJ32.020	220
LP02	02	OUJ00.000	629064
LP03	03	BVM28.290	238
LP04	04, 05	BVM24.000	5548
LP05	06	BVM24.060	727
LP06	07	BVM24.060	619
LP07	08	BVM24.060	619
LP08	09, 10	BVM24.045	1462
LP09	11	BVM24.035	767
LP10	12, 13	BVM24.035	310
LP11	14	BVM24.005	1220
LP12	15	BVM24.005	1220
LP13	16	OUJ28.000	997
LP14	17	OUJ28.005	226
LP15	18	OUJ28.005	226
LP16	19	OUJ20.220	853
LP17	20	OUJ20.220	1066
LP18	21	OUJ20.000	21308
LP19	22	OUJ20.000	21308
LP20	23	OUJ20.215	461
LP21	24	OUJ16.000	1055
LP22	25	OUJ16.000	1055
LP23	26	OUJ16.000	724
LP24	27	OUJ16.000	724
LP25	28	OUJ16.000	608
LP26	29	OUJ16.000	698
LP27	30, 31, 32	OUJ16.000	698
LP28	33	OUJ12.000	3784
LP29	34	OUJ12.000	3784
LP30	35	OUJ00.000	501012
LP31	36, 37, 38	OUJ00.000	501012
LP32	39, 40, 41	OUJ06.000	12935
LP33	42	OUJ06.000	9814
LP34	43	OUJ06.000	9724
LP35	44	OUJ06.000	11646
LP36	45, 46	OUJ04.000	482
LP37	47	KEB34.000	1613
LP38	48	KEB00.000	39758
LP39	49	KEB00.000	39758
LP40	50	AAS02.125	1199
LP41	51	AAS02.000	15592
LP42	52	AAS00.000	242143
LP43	53	AAS00.000	242143
LP44	54	AAS00.000	242060



### Lozingspunten bemaling

Blad 4 van 4

#### 380kV Doetinchem - Wesel (VKA 3.0)

Opdrachtgever: TenneT TSO B.V.  
 Projectnummer: 323386



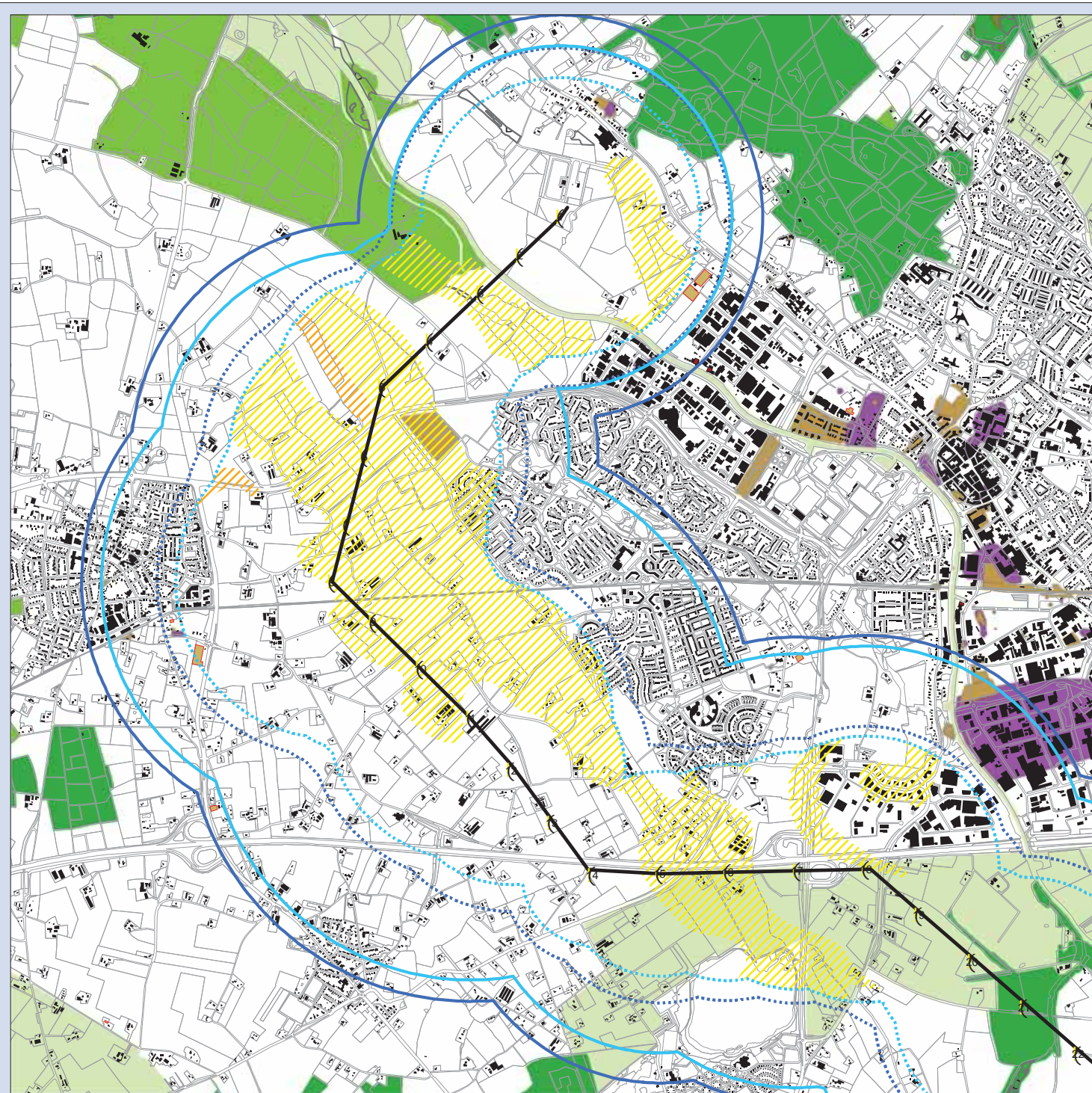
Status: concept  
 Datum: 18-06-2014  
 Schaal: 1:20,000  
 Formaat: A3  
 Bijlage 6  
 Getekend: AvdT  
 Gecontroleerd: MVV

Grontmij Nederland B.V.  
 Zemelkestraat 17, 5612 HZ Eindhoven  
 Postbus 1265, 5602 BG Eindhoven  
 T +31 40 265 12 11  
 F +31 40 244 37 97  
 zuid@grontmij.nl  
 www.grontmij.nl

## Bijlage 7

# Omgevingsfactoren en risico's bemaling





## Legenda

5 cm verlagingcontour GLG

Freatisch pakket

5 cm verlagingcontour GLG

Watervoerend pakket

5 cm verlagingcontour GHG

Freatisch pakket

5 cm verlagingcontour GHG

Watervoerend pakket

Kans op zettingen

Lage kans op zettingen

Gemiddelde kans op zettingen

Hoge kans op zettingen

Bodemverontreinigingen

grondwater

vaste bodem

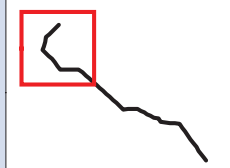
waterbodem

Ecologische Hoofdstructuur

natuur

wateraan

Ecologische verbindingzone



0 250 500 1.000 meter

## Omgevingsfactoren en risico's 380kV Doetinchem - Wesel (VKA 3.0)

Blad 1 van 4

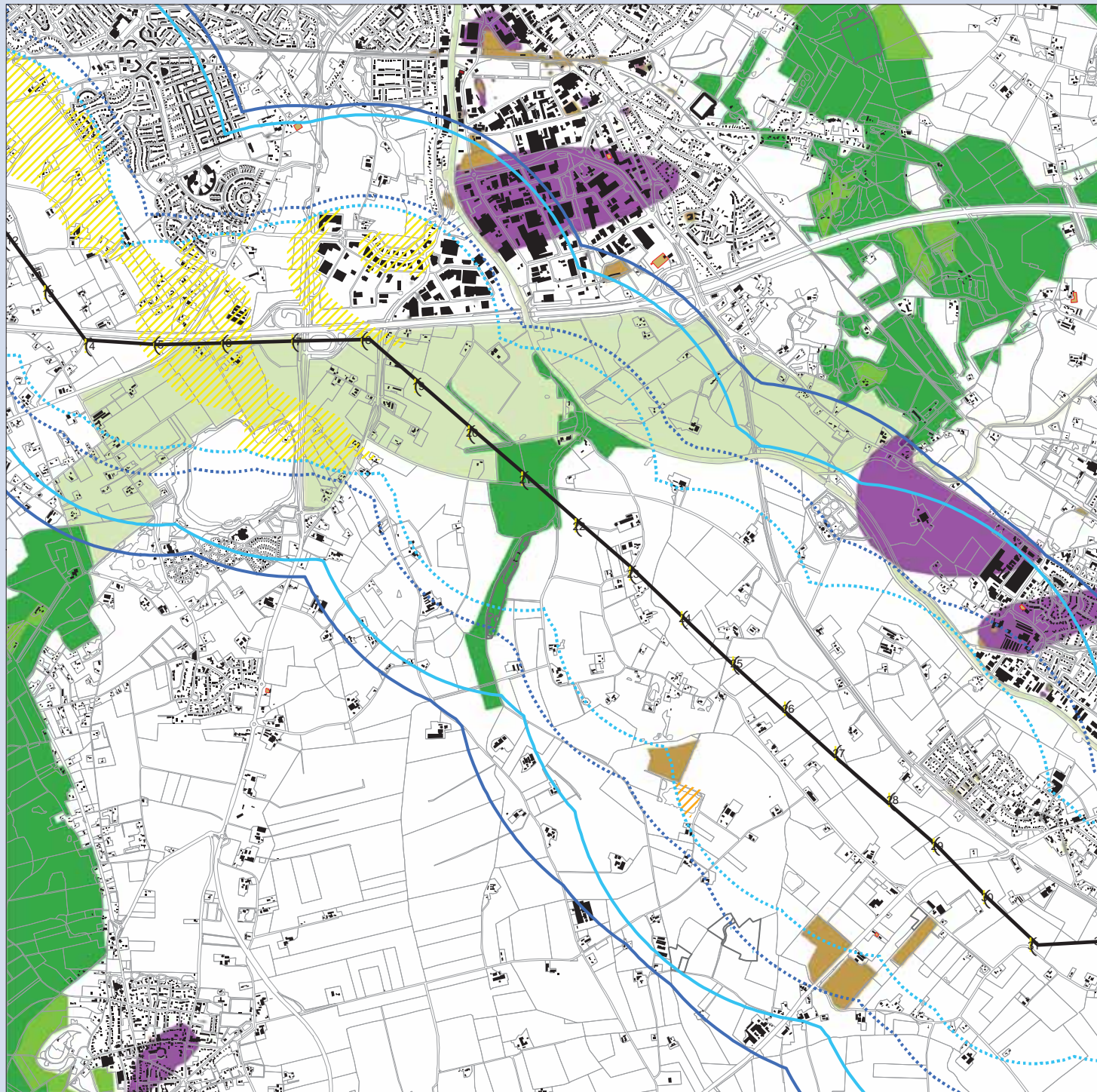
Opdrachtgever: TenneT TSO B.V.  
Projectnummer: 323386



Status: Concept  
Datum: 18-06-2014  
Schaal: 1:25,000  
Formaat: A3  
Bijlage 7  
Getekend: AvdT  
Gecontroleerd: JvU

Grontmij Nederland B.V.  
Zemikestraat 17, 5612 HZ Eindhoven  
Postbus 1265, 5602 BG Eindhoven  
T +31 40 265 12 11  
F +31 40 244 37 97  
zuid@grontmij.nl  
www.grontmij.nl





### Legenda

5 cm verlagingscontour GLG

Freatisch pakket

5 cm verlagingscontour GLG

Watervoerend pakket

5 cm verlagingscontour GHG

Freatisch pakket

5 cm verlagingscontour GHG

Watervoerend pakket

#### Kans op zettingen

Lage kans op zettingen

Gemiddelde kans op zettingen

Hoge kans op zettingen

#### Bodemverontreinigingen

grondwater

vaste bodem

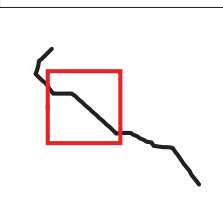
waterbodem

#### Ecologische Hoofdstructuur

natuur

landbouw

Ecologische verbindingszone



0 250 500 1000  
meter

## Omgevingsfactoren en risico's 380kV Doetinchem - Wesel (VKA 3.0)

Blad 2 van 4

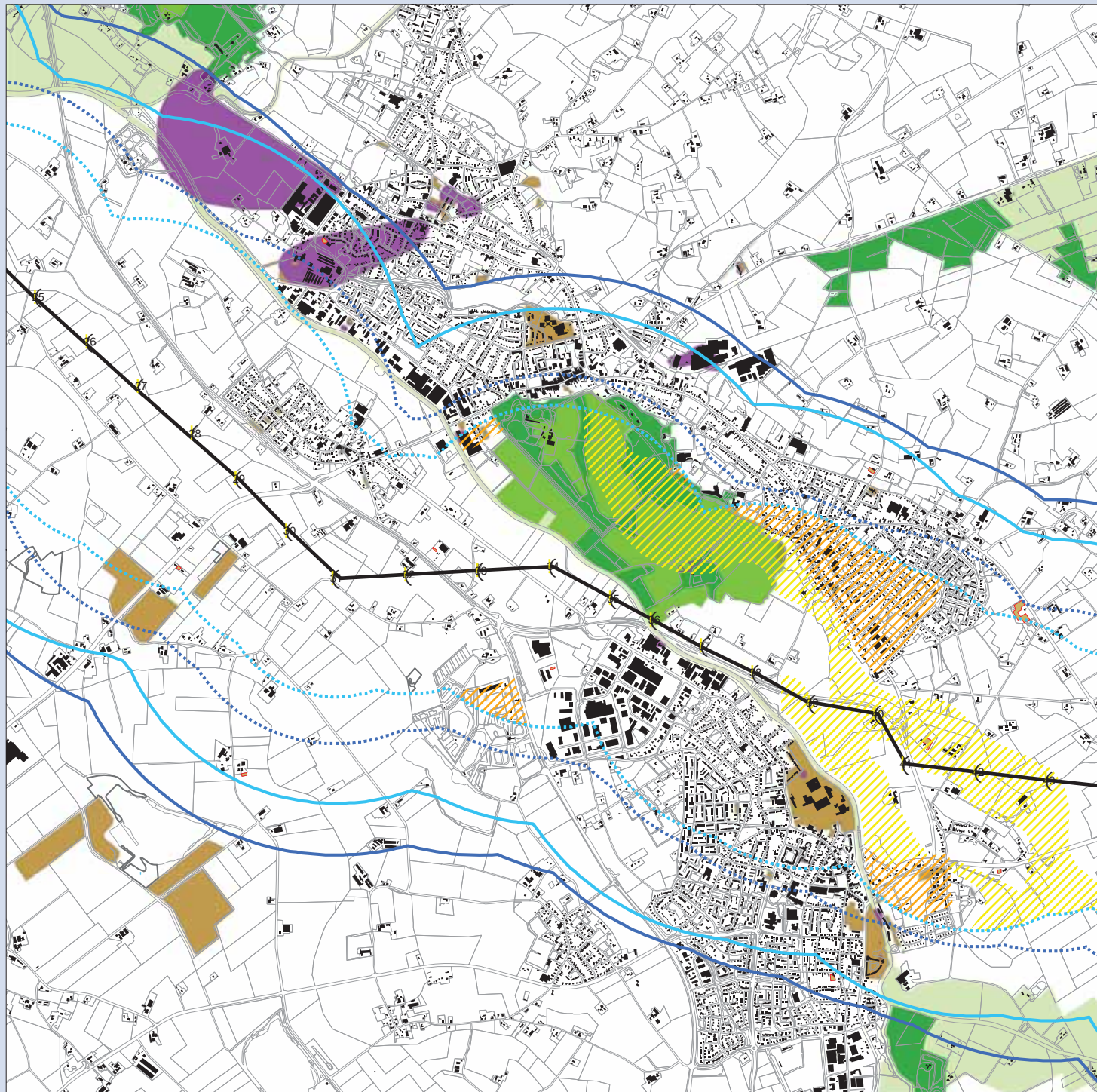
Opdrachtgever: TenneT TSO B.V.  
Projectnummer: 323386



Status: Concept  
Datum: 18-06-2014  
Schaal: 1:25,000  
Formaat: A3  
Bijlage 7  
Getekend: AvdT  
Gecontroleerd: JvU

Grontmij Nederland B.V.  
Zemikestraat 17, 5612 HZ Eindhoven  
Postbus 1265, 5602 BG Eindhoven  
T +31 40 265 12 11  
F +31 40 244 37 97  
zuid@grontmij.nl  
www.grontmij.nl





### Legenda

5 cm verlagingcontour GLG

Freatisch pakket

5 cm verlagingcontour GLG

Watervoerend pakket

5 cm verlagingcontour GHG

Freatisch pakket

5 cm verlagingcontour GHG

Watervoerend pakket

#### Kans op zettingen

Lage kans op zettingen

Gemiddelde kans op zettingen

Hoge kans op zettingen

#### Bodemverontreinigingen

grondwater

vaste bodem

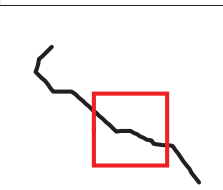
waterbodem

#### Ecologische Hoofdstructuur

natuur

landschap

Ecologische transitiezone



0 250 500 1.000 meter

## Omgevingsfactoren en risico's 380kV Doetinchem - Wesel (VKA 3.0)

Blad 3 van 4

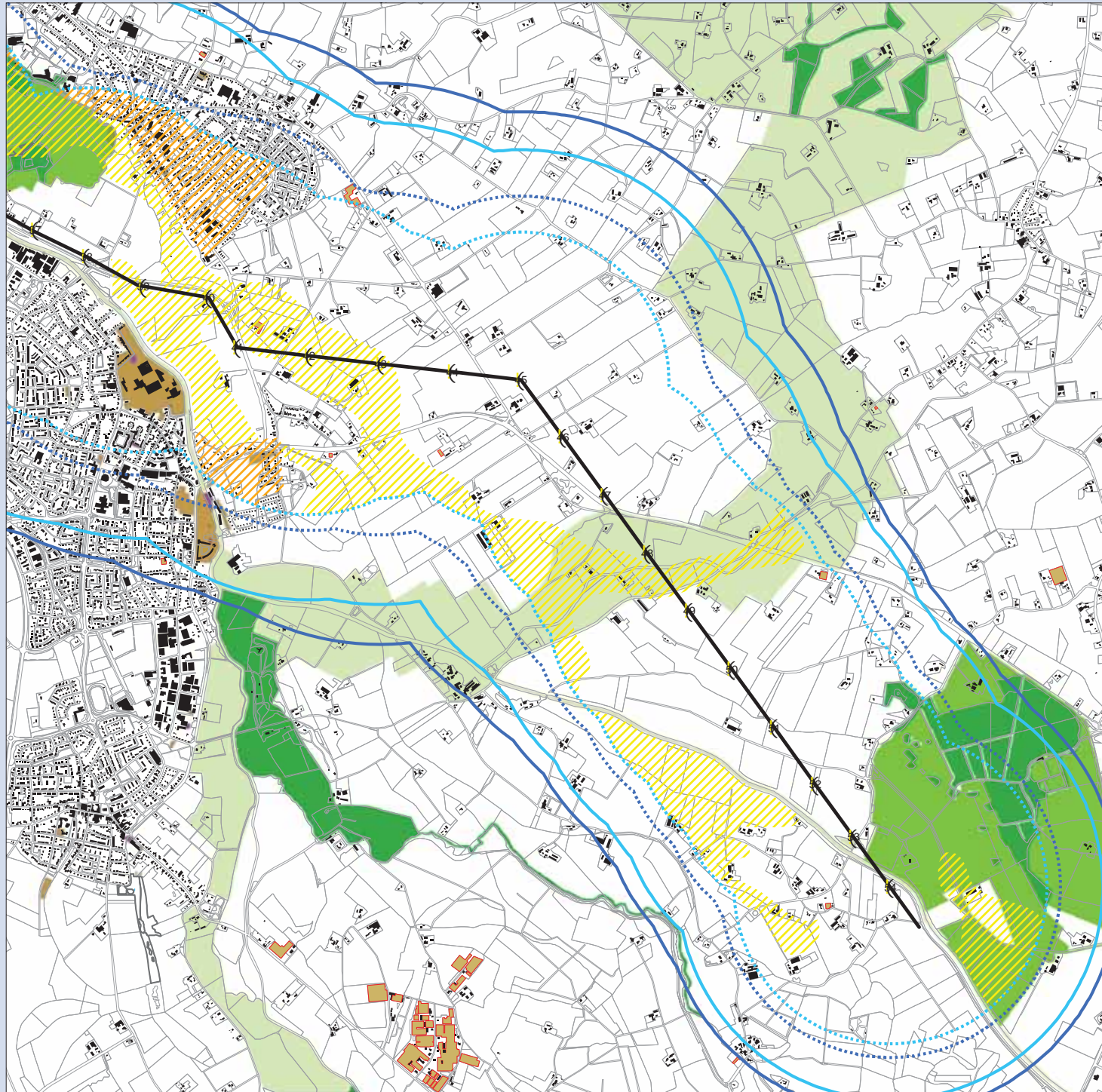
Opdrachtgever: TenneT TSO B.V.  
Projectnummer: 323386



Status: Concept  
Datum: 18-06-2014  
Schaal: 1:25,000  
Formaat: A3  
Bijlage 7  
Getekend: AvdT  
Gecontroleerd: JvU

Grontmij Nederland B.V.  
Zemikestraat 17, 5612 HZ Eindhoven  
Postbus 1265, 5602 BG Eindhoven  
T +31 40 265 12 11  
F +31 40 244 37 97  
zuid@grontmij.nl  
www.grontmij.nl





### Legenda

5 cm verlagingscontour GLG

Freatisch pakket

5 cm verlagingscontour GLG

Watervoerend pakket

5 cm verlagingscontour GHG

Freatisch pakket

5 cm verlagingscontour GHG

Watervoerend pakket

#### Kans op zettingen

Lage kans op zettingen

Gemiddelde kans op zettingen

Hoge kans op zettingen

#### Bodemverontreinigingen

grondwater

waste bodem

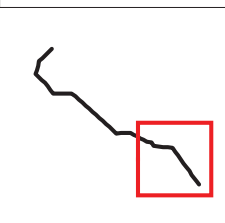
waterbodem

#### Ecologische Hoofdstructuur

Natuur

Meerwaai

Ecologische overgangzone



## Omgevingsfactoren en risico's 380kV Doetinchem - Wesel (VKA 3.0)

Blad 4 van 4

Opdrachtgever: TenneT TSO B.V.  
Projectnummer: 323386



Status: Concept  
Datum: 18-06-2014  
Schaal: 1:25,000  
Formaat: A3  
Bijlage 7  
Getekend: AvdT  
Gecontroleerd: JvU

Grontmij Nederland B.V.  
Zemikestraat 17, 5612 HZ Eindhoven  
Postbus 1265, 5602 BG Eindhoven  
T +31 40 265 12 11  
F +31 40 244 37 97  
zuid@grontmij.nl  
www.grontmij.nl



## Bijlage 8

### Berekeningswijze onttrekkingsdebiet

**Berekeningsmethode debieten en verlagingen**

Het onttrekkingsdebiet is uitgerekend op basis van een analytische formules voor een sleufbemaling Huisman (H<sub>2</sub>O,1971). In de berekening van de debieten en waterbezwaar wordt onder andere rekening gehouden met de dikte van de deklaag (opbarstgevaar, bemaling van bouwputten, Stichting Bouwresearch 2003), doorlaatvermogen van het watervoerend pakket, aanleg-snelheid en onvolkomenheid van de onttrekkingsfilters.

De debieten voor in het watervoerend pakket zijn berekend met:

$$Q = a * 2 * \pi * kD * dH * R / \lambda * K_0(R / \lambda) / K_1(R / \lambda)$$

Met daarin:

a	=	correctiefactor onvolkomenheid filter
kD	=	doorlaatvermogen watervoerend pakket (m <sup>2</sup> /dag)
dH	=	benodigde stijghoogte verlaging (afhankelijk van opbarstgevaar) (m)
λ	=	spreidingslengte (m)
K <sub>0</sub> / K <sub>1</sub>	=	Besselfuncties
R	=	equivalente straal (m)

De debieten uit de deklaag zijn berekend met:

$$Q = 2 * \pi * kD_{\text{deklaag}} * (H-s) * R / \lambda_{\text{deklaag}} * K_0(R / \lambda_{\text{deklaag}}) / K_1(R / \lambda_{\text{deklaag}})$$

Met daarin:

kD <sub>deklaag</sub>	=	doorlaatvermogen deklaag (m <sup>2</sup> /dag)
H	=	stijghoogte in watervoerend pakket (m +NAP)
s	=	ontgravingsdiepte (m +NAP)
λ <sub>deklaag</sub>	=	spreidingslengte deklaag (m)
K <sub>0</sub> / K <sub>1</sub>	=	Besselfuncties
R	=	equivalente straal (m)

Indien geen scheidende laag aanwezig is, vormt het eerste watervoerend pakket één dik watervoerend pakket. Op deze plaatsen is het benodigd debiet gecorrigeerd voor onvolkomenheid van onttrekkingsfilters. De reductie als gevolg van onvolkomenheid van de filters is berekend aan de hand van de formule van Forcheimer (Stichting bouwresearch, 2003):

$$\alpha = \sqrt{\frac{T}{H}} * \sqrt{\frac{(2H - T)}{H}}$$

Waarin:

H = dikte gehele pakket

T = hoogte grondwaterspiegel tot onderkant filter



**Berekening opbarstgevaar**

Het opbarstgevaar is berekend met behulp van onderstaande vergelijkingen volgens Gray worden berekend (Bemaling van Bouwputten, Stichting Bouwresearch, 2003 en (NEN 9997-1+C1):

$$V_f = \frac{P_n}{P_o} = \frac{f * P_1 + P_2}{h * \gamma_w} \text{ en } f = \frac{2}{\pi} \left[ \left(1 + \frac{b}{a}\right) * \arctan\left(\frac{d_2}{a+b}\right) - \frac{b}{a} * \arctan\left(\frac{d_2}{b}\right) \right]$$

**Waarin:**

$v_f$	veiligheidsfactor, verhouding tussen de neerwaartse en opwaartse druk	[-]
$P_n$	neerwaartse druk door boven- en naastliggende grondlagen	[kN/m <sup>2</sup> ]
$P_o$	opwaartse druk (waterspanning)	[kN/m <sup>2</sup> ]
$P_1$	$\gamma_{g1} * d_1$	[kN/m <sup>2</sup> ]
$P_2$	$\gamma_{g2} * d_2$	[kN/m <sup>2</sup> ]
$\gamma_{g1}$	gemiddeld volumegewicht van de grond van maaiveld tot de bouwputbodem, inclusief poriënwater	[kN/m <sup>3</sup> ]
$\gamma_{g2}$	gemiddeld volumegewicht van de grond van bouwputbodem tot onderzijde deklaag, inclusief poriënwater	[kN/m <sup>3</sup> ]
$d_1$	dikte van de slecht doorlatende grondlagen van maaiveld tot de bouwputbodem	[m]
$d_2$	dikte van de slecht doorlatende grondlagen van bouwputbodem tot onderzijde deklaag	[m]
$a$	breedte van het talud	[m]
$b$	afstand midden sleuf tot wand sleuf	[m]
$h$	stijghoogte van het grondwater in de onderliggende watervoerende laag ten opzichte van de onderzijde van de slecht doorlatende grondlagen	[m]
$\gamma_w$	volumegewicht van water (9,8)	[kN/m <sup>3</sup> ]

## Bijlage 9

### Toelichting bandbreedte analyse

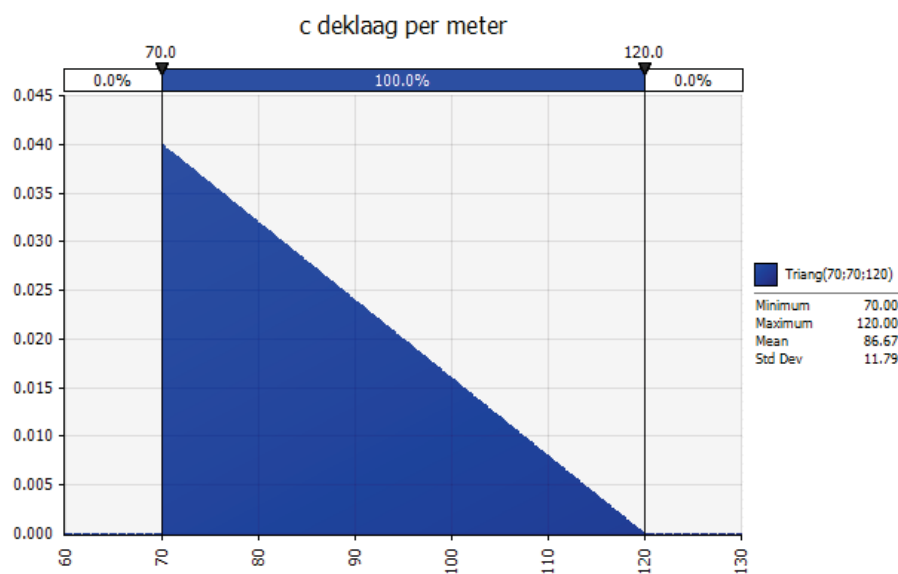


Onderstaand worden de variabelen per parameter nader besproken, welke gebruikt zijn voor de Monte-Carlo simulatie. Hierbij is uitgegaan van een 90% betrouwbaarheidsinterval. Dat wil zeggen waarden voor 90% zeker binnen die klasse zich bevindt. Achtereenvolgens worden in deze bijlage de volgende parameters toegelicht:

- Weerstand deklaag;
- Doorlaatfactor watervoerend pakket;
- Grondwaterstanden.

### **Weerstand deklaag**

In hoofdstuk 2 is gesteld dat de weerstand van de deklaag 70 dagen is, per meter. Dit is een conservatieve waarde voor een matig zandige kleilaag. Een hogere weerstand van de deklaag leidt tot een lager onttrekkingsdebiet. Waarschijnlijk is de weerstand hoger. Voor de simulatie is gevarieerd met de weerstand. Gesteld is dat de grootste kans is op een weerstand van 70 dagen per meter (conservatieve ondergrens) en de kleinste kans op een weerstand van 120 dagen per meter (bovengrens). De gebruikte kansverdeling is weergegeven in figuur B6.1.

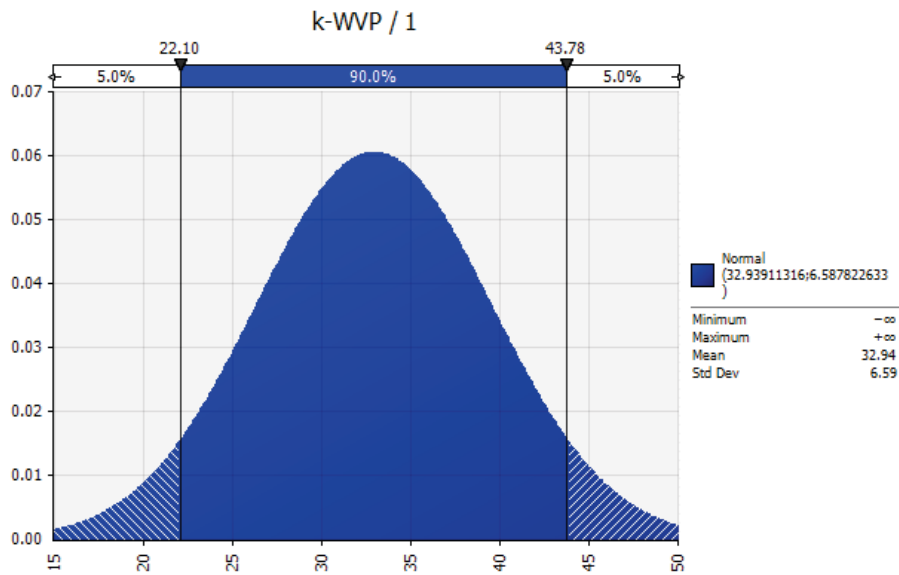


Figuur B6.1 Kansverdeling weerstand deklaag

### **Doorlaatfactor watervoerend pakket**

Het horizontaal doorlaatvermogen (kD-waarde) is afgeleid van gegevens uit REGIS II.1. Voor dit bemalingsadvies is uitgegaan dat de dikte van het watervoerend pakket correct bepaald is. De k-waarde kan variëren. In REGIS zijn de standaardafwijkingen in de doorlaatfactoren per modellaag weergegeven. Voor de bepaling hiervan, zie het rapport *Van Gidslaag naar Hydrogeologische Eenheid, toelichting op de totstandkoming van de dataset REGIS II (NITG-TNO, 2005, rapportnummer NITG 05-038-B)*.

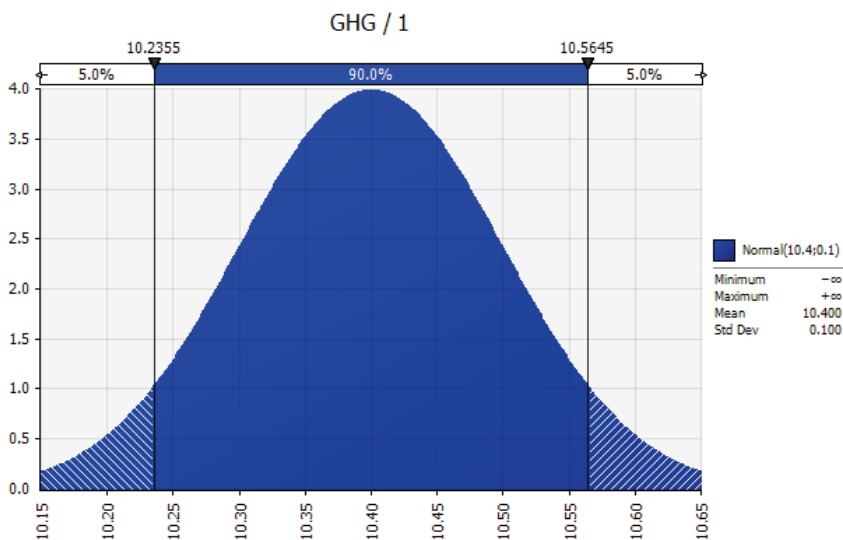
Op basis van de standaardafwijkingen in REGIS blijkt dat de k-waarde een afwijking van circa 30% kan hebben. In de berekeningen is deze waarde aangehouden voor de simulatie. Als verdeling is gekozen voor standaardnormale kansverdeling. Figuur B6.2 geeft een voorbeeld van de verdeling weer. Per mastlocatie is de k-waarde verschillend, de verdeling is gelijk gehouden (30%).



Figuur B6.2 Lognormale kansverdeling k-waarden

### Grondwaterstanden

De GHG en GLG zijn tijdens het veldwerk ingeschat. Ondanks dat hier zo goed mogelijke schattingen van gemaakt zijn, is gesteld dat hier een afwijking van circa 10 cm in kan zitten. Voor de berekeningen van zowel de GHG als GLG is een standaardnormale verdeling aangehouden, met een marge van 10 cm als boven- en ondergrens. Zie figuur B6.3.



Figuur B6.3 Standaardnormale verdeling grondwaterstanden



## Bijlage 10

### Resultaten bandbreedte analyse

## @RISK Output Results













Performed By: Alex van der Tuin  
Date: dinsdag 25 maart 2014 20:49:33

Name	Worksheet	Cell	Graph	Min	Mean	Max	5%	95%	Errors
Debiet GHG / Portaal DTC380	Berekeningen_GHG	AH10		32	111	184	77	144	0
Debiet GHG / 1	Berekeningen_GHG	AH11		57	183	313	129	235	0
Debiet GHG / 2	Berekeningen_GHG	AH12		9	68	115	49	86	0
Debiet GHG / 3	Berekeningen_GHG	AH13		23	85	142	61	109	0
Debiet GHG / 4	Berekeningen_GHG	AH14		21	82	138	59	106	0
Debiet GHG / 5	Berekeningen_GHG	AH15		38	105	172	75	134	0
Debiet GHG / 6	Berekeningen_GHG	AH16		38	156	274	111	201	0
Debiet GHG / 7	Berekeningen_GHG	AH17		56	160	277	114	205	0
Debiet GHG / 8	Berekeningen_GHG	AH18		13	187	298	133	240	0
Debiet GHG / 9	Berekeningen_GHG	AH19		48	143	236	102	184	0
Debiet GHG / 10	Berekeningen_GHG	AH20		44	127	210	90	163	0
Debiet GHG / 11	Berekeningen_GHG	AH21		57	177	295	127	229	0
Debiet GHG / 12	Berekeningen_GHG	AH22		27	142	236	100	184	0
Debiet GHG / 13	Berekeningen_GHG	AH23		39	143	239	101	185	0
Debiet GHG / 14	Berekeningen_GHG	AH24		68	181	290	129	232	0
Debiet GHG / 15	Berekeningen_GHG	AH25		43	133	243	95	171	0
Debiet GHG / 16	Berekeningen_GHG	AH26		36	132	221	94	171	0
Debiet GHG / 17	Berekeningen_GHG	AH27		48	142	251	100	183	0
Debiet GHG / 18	Berekeningen_GHG	AH28		51	163	274	116	209	0
Debiet GHG / 19	Berekeningen_GHG	AH29		24	109	182	77	141	0
Debiet GHG / 20	Berekeningen_GHG	AH30		29	93	153	66	121	0
Debiet GHG / 21	Berekeningen_GHG	AH31		44	141	229	101	181	0
Debiet GHG / 22	Berekeningen_GHG	AH32		32	109	180	77	141	0
Debiet GHG / 23	Berekeningen_GHG	AH33		37	117	201	83	152	0
Debiet GHG / 24	Berekeningen_GHG	AH34		46	168	275	118	217	0
Debiet GHG / 25	Berekeningen_GHG	AH35		51	168	299	119	218	0
Debiet GHG / 26	Berekeningen_GHG	AH36		39	178	306	124	229	0
Debiet GHG / 27	Berekeningen_GHG	AH37		46	187	308	130	243	0
Debiet GHG / 28	Berekeningen_GHG	AH38		78	248	405	174	318	0














## @RISK Output Results

Performed By: Alex van der Tuin  
Date: dinsdag 25 maart 2014 20:49:33

Debiet GHG / 29	Berekeningen_GHG	AH39		39	108	188	77	138	0
Debiet GHG / 30	Berekeningen_GHG	AH40		44	154	266	109	200	0
Debiet GHG / 31	Berekeningen_GHG	AH41		45	181	329	128	234	0
Debiet GHG / 32	Berekeningen_GHG	AH42		36	138	238	97	178	0
Debiet GHG / 33	Berekeningen_GHG	AH43		35	156	264	110	201	0
Debiet GHG / 34	Berekeningen_GHG	AH44		61	216	368	153	278	0
Debiet GHG / 35	Berekeningen_GHG	AH45		47	165	274	117	213	0
Debiet GHG / 36	Berekeningen_GHG	AH46		45	129	222	90	167	0
Debiet GHG / 37	Berekeningen_GHG	AH47		35	159	260	112	205	0
Debiet GHG / 38	Berekeningen_GHG	AH48		60	221	376	158	284	0
Debiet GHG / 39	Berekeningen_GHG	AH49		51	212	362	149	273	0
Debiet GHG / 40	Berekeningen_GHG	AH50		69	199	324	142	257	0
Debiet GHG / 41	Berekeningen_GHG	AH51		47	152	256	107	196	0
Debiet GHG / 42	Berekeningen_GHG	AH52		23	173	285	122	223	0
Debiet GHG / 43	Berekeningen_GHG	AH53		48	166	270	117	215	0
Debiet GHG / 44	Berekeningen_GHG	AH54		33	141	225	99	183	0
Debiet GHG / 45	Berekeningen_GHG	AH55		57	200	331	143	256	0
Debiet GHG / 46	Berekeningen_GHG	AH56		44	146	250	104	188	0
Debiet GHG / 47	Berekeningen_GHG	AH57		46	137	226	98	177	0
Debiet GHG / 48	Berekeningen_GHG	AH58		30	136	225	96	175	0
Debiet GHG / 49	Berekeningen_GHG	AH59		55	143	239	102	184	0
Debiet GHG / 50	Berekeningen_GHG	AH60		47	143	232	102	184	0
Debiet GHG / 51	Berekeningen_GHG	AH61		6	138	229	98	178	0
Debiet GHG / 52	Berekeningen_GHG	AH62		29	138	235	98	177	0
Debiet GHG / 53	Berekeningen_GHG	AH63		42	135	226	96	174	0
Debiet GHG / 54	Berekeningen_GHG	AH64		62	189	329	135	243	0
Waterbebaar GHG	Berekeningen_GHG	AK2		7,550,554	8,376,899	9,280,966	8,030,424	8,719,191	0

## @RISK Output Results























Performed By: Alex van der Tuin  
Date: dinsdag 25 maart 2014 20:49:33

Debiet GLG / Portaal DTC380	Berekeningen_GLG	AH10		18	66	116	45	86	0
Debiet GLG / 1	Berekeningen_GLG	AH11		46	145	246	102	187	0
Debiet GLG / 2	Berekeningen_GLG	AH12		7	46	77	33	59	0
Debiet GLG / 3	Berekeningen_GLG	AH13		14	51	84	37	67	0
Debiet GLG / 4	Berekeningen_GLG	AH14		18	63	104	45	82	0
Debiet GLG / 5	Berekeningen_GLG	AH15		34	90	144	64	115	0
Debiet GLG / 6	Berekeningen_GLG	AH16		30	129	213	91	166	0
Debiet GLG / 7	Berekeningen_GLG	AH17		46	132	229	94	170	0
Debiet GLG / 8	Berekeningen_GLG	AH18		10	146	251	104	188	0
Debiet GLG / 9	Berekeningen_GLG	AH19		34	106	184	75	138	0
Debiet GLG / 10	Berekeningen_GLG	AH20		29	86	146	61	112	0
Debiet GLG / 11	Berekeningen_GLG	AH21		44	140	233	99	181	0
Debiet GLG / 12	Berekeningen_GLG	AH22		22	113	193	79	146	0
Debiet GLG / 13	Berekeningen_GLG	AH23		29	101	170	71	132	0
Debiet GLG / 14	Berekeningen_GLG	AH24		42	113	197	80	146	0
Debiet GLG / 15	Berekeningen_GLG	AH25		27	89	154	62	116	0
Debiet GLG / 16	Berekeningen_GLG	AH26		28	97	169	68	126	0
Debiet GLG / 17	Berekeningen_GLG	AH27		36	116	198	81	150	0
Debiet GLG / 18	Berekeningen_GLG	AH28		42	142	246	101	183	0
Debiet GLG / 19	Berekeningen_GLG	AH29		15	54	99	37	72	0
Debiet GLG / 20	Berekeningen_GLG	AH30		25	72	125	50	94	0
Debiet GLG / 21	Berekeningen_GLG	AH31		37	117	195	83	150	0
Debiet GLG / 22	Berekeningen_GLG	AH32		16	50	94	34	66	0
Debiet GLG / 23	Berekeningen_GLG	AH33		21	64	112	44	84	0
Debiet GLG / 24	Berekeningen_GLG	AH34		26	97	168	67	127	0
Debiet GLG / 25	Berekeningen_GLG	AH35		46	152	272	107	198	0
Debiet GLG / 26	Berekeningen_GLG	AH36		24	115	195	80	150	0
Debiet GLG / 27	Berekeningen_GLG	AH37		39	159	259	111	206	0
Debiet GLG / 28	Berekeningen_GLG	AH38		45	143	238	100	185	0



## @RISK Output Results

Performed By: Alex van der Tuin  
Date: dinsdag 25 maart 2014 20:49:33

Debiet GLG / 29	Berekeningen_GLG	AH39		26	73	122	52	95	0
Debiet GLG / 30	Berekeningen_GLG	AH40		27	94	185	65	123	0
Debiet GLG / 31	Berekeningen_GLG	AH41		46	187	335	132	242	0
Debiet GLG / 32	Berekeningen_GLG	AH42		22	88	155	61	115	0
Debiet GLG / 33	Berekeningen_GLG	AH43		24	107	183	75	139	0
Debiet GLG / 34	Berekeningen_GLG	AH44		51	176	303	125	228	0
Debiet GLG / 35	Berekeningen_GLG	AH45		33	119	212	83	154	0
Debiet GLG / 36	Berekeningen_GLG	AH46		34	96	159	67	126	0
Debiet GLG / 37	Berekeningen_GLG	AH47		22	107	186	75	139	0
Debiet GLG / 38	Berekeningen_GLG	AH48		49	185	311	132	238	0
Debiet GLG / 39	Berekeningen_GLG	AH49		41	160	270	114	207	0
Debiet GLG / 40	Berekeningen_GLG	AH50		45	142	230	101	185	0
Debiet GLG / 41	Berekeningen_GLG	AH51		24	90	152	62	118	0
Debiet GLG / 42	Berekeningen_GLG	AH52		18	143	248	101	186	0
Debiet GLG / 43	Berekeningen_GLG	AH53		38	139	234	98	180	0
Debiet GLG / 44	Berekeningen_GLG	AH54		29	119	193	83	155	0
Debiet GLG / 45	Berekeningen_GLG	AH55		37	127	208	91	165	0
Debiet GLG / 46	Berekeningen_GLG	AH56		29	98	168	69	128	0
Debiet GLG / 47	Berekeningen_GLG	AH57		33	100	172	71	130	0
Debiet GLG / 48	Berekeningen_GLG	AH58		23	92	157	65	120	0
Debiet GLG / 49	Berekeningen_GLG	AH59		44	117	194	83	150	0
Debiet GLG / 50	Berekeningen_GLG	AH60		42	124	215	88	160	0
Debiet GLG / 51	Berekeningen_GLG	AH61		5	119	194	83	153	0
Debiet GLG / 52	Berekeningen_GLG	AH62		21	108	182	77	139	0
Debiet GLG / 53	Berekeningen_GLG	AH63		32	107	194	76	138	0
Debiet GLG / 54	Berekeningen_GLG	AH64		54	170	288	121	218	0
Waterbebaar GLG	Berekeningen_GLG	AK2		5,566,846	6,229,096	6,857,065	5,966,210	6,491,234	0

## **Bijlage 3b: Bemalingsadvies 150kV**

Doetinchem-Wesel 380 kV



# Bemalingsadvies kabels Keppelseweg, Langerak, Uift, Silvolde

Aanleg ondergrondse kabels project Doetinchem-Wesel, T208610  
d.d. 3 oktober 2012

Definitief

TenneT TSO B.V.

Grontmij Nederland B.V.  
Arnhem, 19 juni 2014

# Verantwoording

**Titel** : Bemalingsadvies kabels Keppelseweg, Langerak, Ulft, Silvolde

**Subtitel** : Aanleg ondergrondse kabels project Doetinchem-Wesel, T208610 d.d. 3 oktober 2012

**Projectnummer** : 323386

**Referentienummer** : GM-0135806

**Revisie** : D4

**Datum** : 19 juni 2014

**Auteur(s)** : ir. A. van der Tuin

**E-mail adres** : alex.vandertuin@grontmij.nl

**Gecontroleerd door** : ir. M. van Veen

**Paraaf gecontroleerd** : 

**Goedgekeurd door** : ing. D.J. Bolder

**Paraaf goedgekeurd** : 

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



# Inhoudsopgave

1	Inleiding.....	5
1.1	Algemeen.....	5
1.2	Doelstelling.....	5
1.3	Normen en richtlijnen.....	5
1.4	Revisie.....	6
1.5	Leeswijzer.....	6
2	Werkzaamheden.....	7
2.1	Algemeen.....	7
2.2	Projectscope.....	7
2.3	Werkzaamheden.....	8
2.4	Planning.....	9
3	Gebiedsbeschrijving.....	10
3.1	Algemeen.....	10
3.2	Landgebruik.....	10
3.3	Hoogteligging.....	10
3.4	Bodemopbouw.....	10
3.5	Oppervlaktewater.....	14
3.6	Grondwater.....	14
3.7	Bodemkwaliteit.....	16
3.8	Samenvatting.....	16
4	Bemalingsaspecten.....	18
4.1	Algemeen.....	18
4.2	Uitgangspunten.....	18
4.3	Berekeningsmethode.....	19
4.4	Onttrekkingsdebiet en waterbezwaar.....	19
4.5	Verlagingen.....	23
4.6	Bemalingsadvies.....	23
5	Waterwet, vergunningen en meldingen.....	24
5.1	Algemeen.....	24
5.2	Onttrekking.....	24
5.3	Lozing – kwantitatief.....	24
5.4	Lozing – kwalitatief.....	26
5.5	Kosten.....	26
6	Secundaire effecten bemaling.....	27
6.1	Algemeen.....	27
6.2	Zettingen.....	27
6.3	Verontreinigingen.....	28
6.4	Verdroging.....	29
6.5	Natuurgebieden.....	29
6.6	Overige onttrekkingen.....	30
6.7	Conclusie.....	30
7	Overzicht bemalingsrisico's.....	31

7.1	Algemeen.....	31
7.2	Geohydrologische schematisatie.....	31
7.3	Afmetingen bouwput.....	31
7.4	Uitvoeringswijze bemaling.....	32
7.5	Lozingen.....	33
7.6	Schade aan derden.....	34
8	Uitvoeringstechnische aspecten.....	35
8.1	Algemeen.....	35
8.2	Samenvatting debieten en bemalingswijze.....	35
8.3	Monitoring.....	35
8.4	Samenvatting monitoringsplan.....	36
8.5	Slot.....	36

Bijlage 1: Ontwerptekening en situering kabeltracé

Bijlage 2: Berekeningsmethode onttrekkingsdebiet

Bijlage 3: Verlagingscontouren per veldstrekking, tijdens een GHG-situatie

Bijlage 4: Verlagingscontouren per veldstrekking, tijdens een GLG-situatie

Bijlage 5: Verlagingscontouren per lasput, tijdens een GHG-situatie

Bijlage 6: Verlagingscontouren per lasput, tijdens een GLG-situatie

Bijlage 7: Verlagingscontouren per gestuurde boring, tijdens een GHG-situatie

Bijlage 8: Verlagingscontouren per gestuurde boring, tijdens een GLG-situatie

Bijlage 9: Verlagingscontouren mast 55A, tijdens een GHG-situatie

Bijlage 10: Verlagingscontouren mast 55A, tijdens een GLG-situatie

Bijlage 11: Lozingspunten

Bijlage 12: Effecten en risico's



# 1 Inleiding

## 1.1 Algemeen

Grontmij Nederland B.V. heeft van TenneT TSO B.V. opdracht gekregen voor het opstellen van een geohydrologisch advies voor de aanleg van ondergrondse kabeltracés, in de omgeving van Doetinchem. TenneT gaat een nieuw 380 kV tracé aanleggen van Doetinchem naar Wesel. Een onderdeel van deze werkzaamheden omvat de aanleg van diverse ondergrondse 150 kV-kabeltracés. Dit bemalingsadvies heeft betrekking op de kabeltracés:

- kabeltracé Keppelseweg;
- kabeltracé Langerak – Zevenaar;
- station Ulft;
- kabeltracé Silvolde.

Tevens heeft het advies betrekking op de bemalingswerkzaamheden voor twee 150kV masten:

- Mast 94A, de aantakking van kabeltracé Langerak op de 150kV-masten;
- Mast 55A, de aantakking van kabeltracé Silvolde op de 150kV-masten.

## 1.2 Doelstelling

De doelstelling van dit advies is als volgt:

- inzicht geven in het te verwachten waterbezwaar en de effecten van de bemaling op de omgeving, tijdens de aanleg van de bemaling;
- het vormt de basis om in het kader van de Waterwet de Watervergunning aan te kunnen vragen voor zowel de onttrekking als de lozing van het bronneringswater. Onderhavige rapportage vormt de technische onderbouwing voor de vergunningaanvraag;
- het geeft de kaders weer, waarbinnen de aannemer de bemalingswerkzaamheden dient te verrichten;
- het rapport voorziet in de benodigde informatie voor de aannemer, waarop hij het bemalingsplan, het monitoringsplan en het lozingsplan kan opstellen.

## 1.3 Normen en richtlijnen

Bij het opstellen van het bemalingsadvies is uitgegaan van de normen en aanbevelingen, zoals vermeld in tabel 1.1:

**Tabel 1.1** Normen en richtlijnen

Kenmerk	Titel	Uitgave
NEN 9997-1+C1	Geotechniek – TGB 1990 – Basiseisen en belastingen	2012
SBR 190.03	Bemaling van bouwputten	2003
BRL 12000 (concept)	SIKB Tijdelijke grondwaterverlaging	2013

Tevens is uitgegaan van de door TenneT aangeleverde documenten:

- Onderzoeksprotocol Werkomschrijving ten behoeve van grondonderzoeken en advisering ten behoeve van vergunningen cultuurtechniek en (deels) engineering (TenneT, 18 januari 2012, referentienummer NW380/VGN/ALG/10);
- Mastenboek grondzaken VKA 3.0 Doetinchem – Wesel 380kV (TenneT TSO B.V. 28 mei 2014).

#### **1.4 Revisie**

De eerder opgestelde rapportages zijn TenneT beoordeeld. Tevens zijn een aantal uitgangspunten gewijzigd. Na aanleiding van deze opmerkingen is deze revisie opgesteld. In onderhavig rapport zijn de opmerkingen van TenneT en van Waterschap Rijn en IJssel verwerkt. Gezien de omvang van de opmerkingen, is gekozen om een revisie van het rapport op te stellen. Bij het uitkomen van onderhavige rapportage, komen eerder opgestelde rapporten te vervallen.

#### **1.5 Leeswijzer**

Na deze inleiding worden in hoofdstuk 2 de projectscope en de werkzaamheden toegelicht. In hoofdstuk 3 worden de bodemkundige en waterhuishoudkundige gegevens besproken. Hierbij wordt ingegaan op de bodemopbouw, geohydrologie, grondwaterstanden en oppervlaktewater. In hoofdstuk 4 komen de bemalingsaspecten aanbod (onttrekkingsdebiet, waterbezwaar en verlagingen). In hoofdstuk 5 wordt ingegaan op de vergunningsaspecten van de bemaling. Hoofdstuk 6 beschouwd de secundaire effecten van de bemaling. In hoofdstuk 7 komen de risico's van de bemaling aan bod. Tot slot wordt in hoofdstuk 8 ingegaan op de uitvoeringsaspecten.



## 2 Werkzaamheden

### 2.1 Algemeen

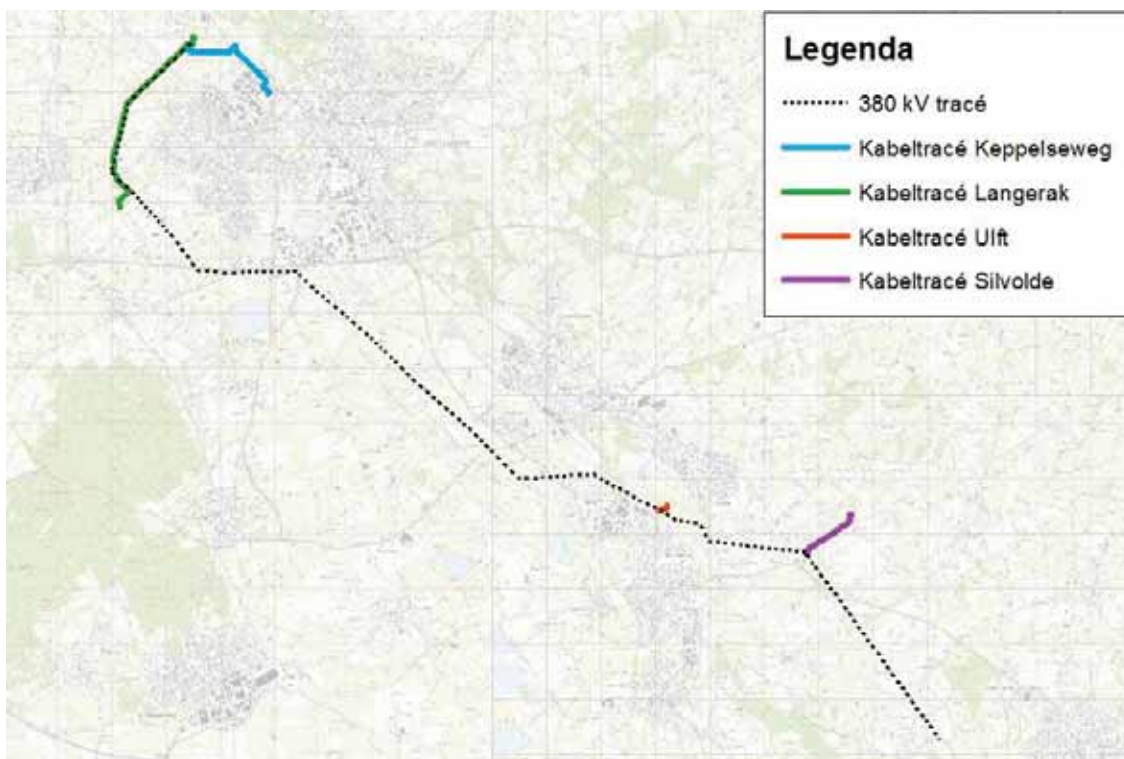
In dit hoofdstuk komen achtereenvolgens de volgende aspecten aan bod:

- projectscope;
- werkzaamheden;
- planning.

### 2.2 Projectscope

TenneT gaat een nieuw 380 kV hoogspanningstracé aanleggen, van Doetinchem naar Wesel (Duitsland). In Nederland worden 54 nieuwe hoogspanningsmasten aangelegd. In het rapport Bemalingsadvies DW 380kV - 54 masten - VKA 3.0, Grontmij, 19 juni 2014, referentienummer GM-0135804 wordt nader ingegaan op de bemaling te plaatse van de nieuwe 380kV-hoogspanningsmasten.

Het nieuwe 380kV-tracé doorkruist een aantal bestaande 150kV-hoogspanningslijnen. Om het nieuwe 380kV-tracé mogelijk te maken, worden de bestaande 150kV-lijnen verplaatst. Deze rapportage heeft betrekking op de aanleg van de nieuwe ondergrondse 150kV-hoogspanningskabels Keppelseweg, Langerak, Station Ulft en Silvolde. Figuur 2.1 is de topografische ligging van de tracés indicatief weergegeven en in bijlage 1 zijn de ontwerptekeningen van de kabeltracés opgenomen.



Figuur 2.1 Topografische ligging kabeltracés

#### *Keppelseweg*

Het tracé Keppelseweg gaat vanaf het trafostation Langerak richting het oosten naar het trafostation in Doetinchem. Het kabeltracé is circa 2,1 km lang.

### *Langerak*

De ondergrondse kabel komt parallel te liggen aan de nieuwe 380kV lijn. De lengte van het ondergrondse kabeltracé is circa 3,9 km. In Het tracé gaat van het trafostation Langerak in het noorden richting het zuiden, waar deze aangetakt wordt op de bestaande 150kV-mast 94A.

### *Uft*

Vanaf mast 38 wordt een ondergrondse kabel aangelegd naar het trafostation, gelegen aan Over de IJssel in Uft. De lengte van het tracé bedraagt circa 200 m.

### *Silvolde*

Het kabeltracé Silvolde takt af van mast 45 en gaat via een ondergrondse kabel naar de mast 150kV 55A nabij de Klein Saleminkdijk in Silvolde. De lengte van het tracé is circa 1,2 km.

### *150kV-masten*

Mast 94A wordt op buispalen gefundeerd. Bij deze fundatiewijze zijn geen graafwerkzaamheden noodzakelijk en kan een bemaling achterwege blijven. Voor de aansluiting van de kabels wordt verwacht dat een kleine open bemaling nodig kan zijn. Dit debiet is meegenomen in de bemaling van het kabeltracé Langerak.

Voor mast 55A is wel een ontgraving nodig voor de fundering. De afmetingen van de ontgraving zijn 20 x 15 m, met een diepte tot 2,0 m –mv.

## **2.3 Werkzaamheden**

De werkzaamheden voor het kabeltracé kunnen in drie onderdelen opgesplitst worden:

- veldstrekkingen;
- lasputten;
- gestuurde boringen.

### *Veldstrekkingen*

De hoogspanningskabels worden aangeleverd op rollen van maximaal 1 km lang. Indien een veldstrekking langer is dan 1 km, dan worden de kabels aan elkaar gelast in lasputten. De maximale lengte van een veldstrekking is ongeveer 1 km lang.

Op basis van de aangeleverde ontwerptekeningen blijkt dat voor de kabels de onderstaande uitgangspunten gehanteerd kunnen worden:

- in de sleuf komen twee keer drie kabels te liggen, in een zandbed van 0,6 m dikte (0,2 m onder de kabels, 0,1 m ter hoogte van de kabels en 0,3 m boven de kabels);
- de totale ontgravingsdiepte (inclusief zandbed) bedraagt 2,1 m –mv in landbouw gebieden;
- de totale ontgravingsdiepte (inclusief zandbed) bedraagt 1,5 m –mv in industrie gebieden;
- breedte sleufbodem van 3,6 m;
- de wijze van aanleg gebeurt per veldstrekking. De sleuf wordt per veldstrekking ontgraven en bemalen voor een periode van vier weken. Na aanleg wordt de sleuf afgedicht;
- gerekend is met een voorbereiding van twee dagen en een bemaling gedurende de week-enden;
- in totaal staat maximaal 1.000 m per keer in bemaling.

### *Lasputten*

De veldstrekkingen worden ter plaatse van de lasputten aan elkaar gemonteerd. Voor de lasputten zijn de volgende uitgangspunten gehanteerd:

- de aanlegduur bedraagt circa twee weken;
- de werkzaamheden vinden plaats na de aanleg van de twee aansluitende veldstrekkingen;
- de lengte van de putten is circa 20 m;
- de werkbreedte rondom de putten is 0,5 m extra ten opzichte van de sleuf aan weerszijden van de put. De breedte bedraagt 5 m;
- ter plaatse van de lasputten is een extra ontgraving van 0,5 m benodigd om het werk veilig uit te kunnen voeren. De ontgravingsdiepte bedraagt 2,6 m –mv.



### *Gestuurde boringen*

Ter plaatse van kruisingen met doorgaande wegen, watergangen en andere infrastructuur worden gestuurde boringen uitgevoerd om de kabels aan te kunnen leggen. De grootte van de boorkuip en ontvangstuip is afhankelijk van de grondwaterstand tijdens uitvoer. De gestuurde boringen dienen bij uitvoer namelijk onder de grondwaterstand uitgevoerd te worden, in verband met de koeling tijdens het boren. Er gelden de volgende uitgangspunten:

Indien de grondwaterstand boven het niveau van de kabels is gelegen, geldt het volgende:

- diepte 2,1 m –mv, conform het aanlegniveau van de kabels;
- afmetingen put op bodemniveau: 2 m breed en 5 m lang, in het verlengde van de boring;
- talud naar maaiveld afhankelijk van grondsoort.

Indien de grondwaterstand onder het niveau van de kabels is gelegen, geldt het volgende:

- diepte onbekend, tot aan grondwaterstand. het buizenpakket dient in zijn geheel onder het grondwaterniveau aangebracht te worden. dit in verband met de koeling ten tijde van het boren;
- afmetingen put op bodemniveau: 2 m breed en 5 m lang, in het verlengde van de boring;
- talud naar maaiveld afhankelijk van grondsoort.

## **2.4 Planning**

De definitieve planning van de uitvoer is op dit moment niet bekend. Voor aanvang van de bemalingswerkzaamheden stelt de aannemer een bemalingsplan op (zie paragraaf 8.1). In het bemalingsplan wordt een actuele planning toegevoegd. Dit bemalingsplan dient naar het waterschap verzonden te worden.

## 3 Gebiedsbeschrijving

### 3.1 Algemeen

Ten behoeve van de bemalingswerkzaamheden is inzicht nodig in de bodemopbouw, de heersende grondwaterregimes en de geohydrologie. In dit hoofdstuk wordt ingegaan op deze aspecten. De gebruikte gegevens zijn afkomstig van de volgende bronnen:

- gegevens uit andere uitgevoerde onderzoeken waaronder:
  - Geotechnisch onderzoek, referentienummer GM-0103687, d.d. 13 juni 2013;
  - Milieuhygiënisch onderzoek, referentienummer GM-0135812, d.d. 18 juni 2014;
  - Cultuurtechnisch onderzoek, referentienummer GM-0124077, d.d. 3 februari 2014.
- Bodemkaart van Nederland (Alterra, 2000);
- DINO-loket (Data en Informatie Nederlandse Ondergrond) en REGIS (Regionaal Geohydrologisch Informatie Systeem), databanken van NITG-TNO (2013).

### 3.2 Landgebruik

Het landgebruik ter plaatse van het tracé bestaat overwegend uit akkerland (overwegend maïs) en graslanden. Tevens doorkruist het tracé een aantal wegen en watergangen. Het kabeltracé Langerak is gelegen in de buurt van de natuurgebieden Barlham en De Wiel, direct ten zuiden van de Oude IJssel.

### 3.3 Hoogteligging

De maaiveldhoogte is afgeleid van de terreininmetingen.

- Het tracé aan de Keppelseweg varieert van NAP +10,9 m in het westen, toenemend tot NAP +12,6 m in het oosten.
- Het maaiveld ter plaatse van Langerak is gelegen op circa NAP +10,9 m in het noorden en neemt richting het zuiden toe tot circa NAP +12,1 m.
- Ter plaatse van station Ulft is het maaiveld op NAP +13,7 m gelegen.
- Het maaiveld ter plaatse van Silvolde is gelegen op circa NAP +15,6 m nabij mast 45. Richting het oosten neemt deze toe tot circa NAP +15,9 m.

### 3.4 Bodemopbouw

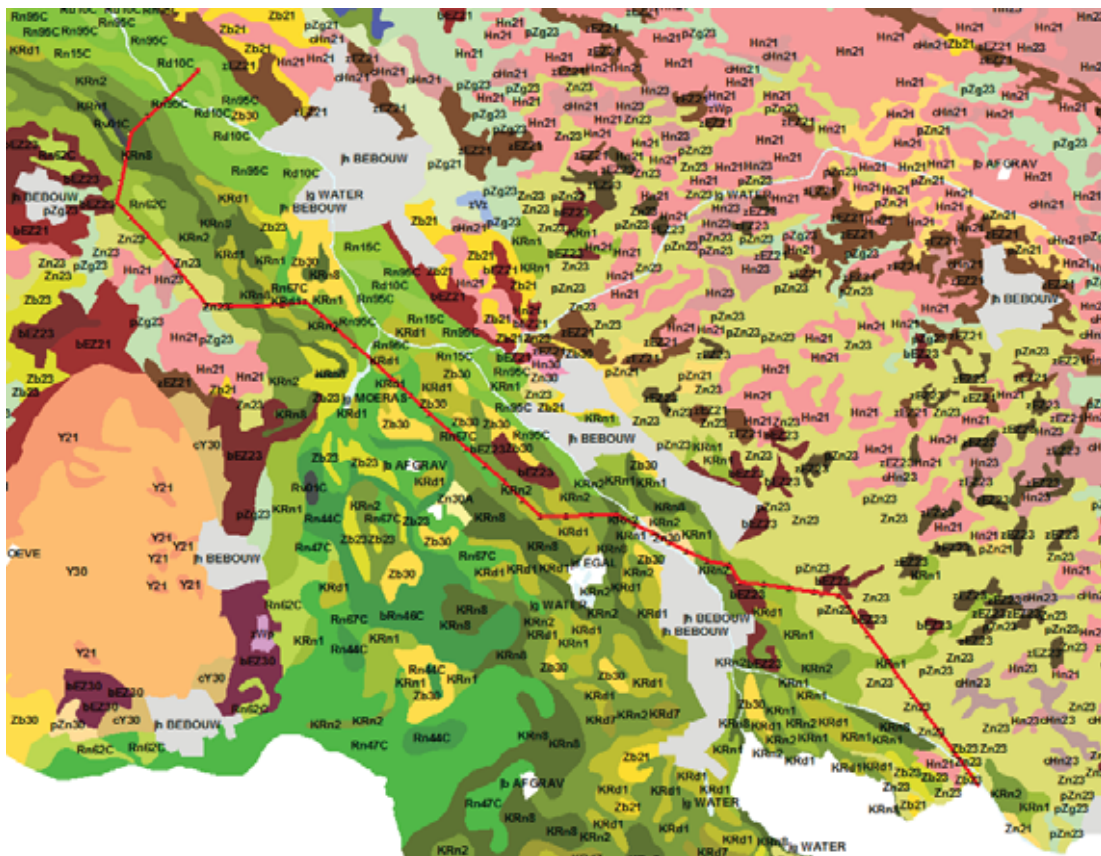
#### *Ondiepe bodemopbouw*

De Bodemkaart van Nederland (Alterra, 2000) is geraadpleegd om de ondiepe bodemopbouw vast te stellen. In figuur 3.1 is een uitsnede van de bodemkaart weergegeven. Op de kaart is het 380 kV-tracé weergegeven ter oriëntatie.

Het tracé is gelegen in de nabijheid van de Oude IJssel. Waar de huidige loop van de Oude IJssel is gelegen, zijn voornamelijk jonge rivierkleigronden afgezet (polder- en ooivaaggronden). De bouwvoorwaarde varieert van lichte zavel tot lichte klei (bodemcodes Rd10C en Rn95C). Verder van de IJssel afgelegd komen oude rivierkleigronden voor (polder- en ooivaaggronden, bodemcodes KRn1, KRn2 en KRd1). De bodemsamenstelling en bouwvoorwaarde komt overeen met de jonge rivierkleigronden, ze zijn alleen meer gerijpt.

Op grotere afstand van het stroomgebied van de Oude IJssel komen zandgronden voor, al dan niet met een eerdlaag (gooreerdgronden en vlakvaaggronden). De textuur is lemig fijn zand (bodemcodes pZn23 en Zn23).





Figuur 3.1 Uitsnede Bodemkaart van Nederland © Alterra

Het Veldwerkbureau heeft ter plaatse van de toekomstige kabeltracés terreinonderzoeken uitgevoerd. Tijdens het veldwerk zijn de volgende werkzaamheden verricht:

- ter plaatse van de Keppelseweg zijn 27 handboringen tot 2 m –mv uitgevoerd, zijn drie peilbuizen tot maximaal 6 m –mv geplaatst en zijn 9 sonderingen met kleef uitgevoerd;
- voor het tracé Langerak wordt uitgegaan van de boringen en sonderingen, uitgevoerd voor de mastlocaties 1 t/m 9. Voor het laatste gedeelte, tot de 150kV-mast 94A, zijn vier boringen tot 2 m –mv uitgevoerd en zijn twee peilbuizen tot 3 m –mv geplaatst;
- het veldwerk voor Ulft is nog niet uitgevoerd. Vooralsnog wordt uitgegaan van de gegevens van mast 38;
- voor het tracé Silvolde zijn veertien boringen tot maximaal 3 m –mv uitgevoerd en zijn twee peilbuizen tot 3 m –mv geplaatst;
- na het uitgevoerde veldwerk zijn de peilbuizen enkele keren opgenomen om een beeld te krijgen van het stijghoogteverloop.

### Keppelseweg

In het westelijk gedeelte van het tracé Keppelseweg komt een deklaag van circa 0,5 m dikte voor. Richting het oosten ontbreekt deze laag. In het oostelijk gedeelte is op een variërende diepte van 1,0 à 1,5 m –mv een kleilaag aangetroffen. De dikte van de laag varieert van 0,3 tot circa 1,0 m dikte. Het zand is over het algemeen matig grof tot zeer grof.

### Langerak

Op basis van de boorprofielen blijkt dat vanaf maaveld een kleilaag voorkomt. Deze laag is matig tot sterk zandig. De dikte varieert van circa 0,5 m tot maximaal 1,5 m dikte. Lokaal komt een veenlaag voor. Onder de deklaag komt tot de verkende boordiepte matig fijn tot zeer grof zandpakket voor. Lokaal is een bijmenging van grind aangetroffen.

### Ulft

Ter plaatse van Ulft bestaat de bovengrond uit een circa 0,6 m dikke deklaag. Onder de deklaag komt matig grof zand voor.

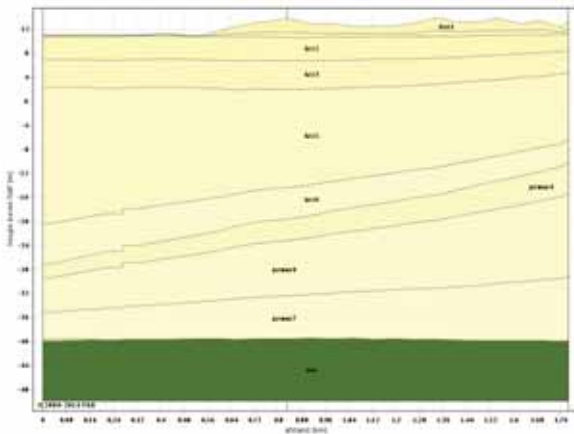
**Silvolde**

De bovengrond ter plaatse van het tracé bestaat uit uiterst fijn zand. Op een diepte van 0,5 à 0,7 m –mv komt een kleilaag voor. De dikte varieert van 0,5 tot 1,5 m. De textuur van het zand onder de kleilaag is matig fijn tot grof.

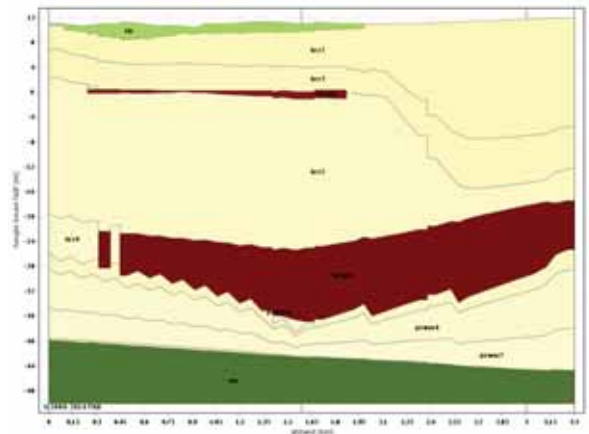
*Diepe bodemopbouw*

Het DINO-loket is geraadpleegd om de diepe bodemopbouw vast te stellen. De beschikbare diepe boringen zijn geraadpleegd om de bodemopbouw vast te stellen, aangevuld met gegevens uit REGIS. Gebruik is gemaakt van het landelijke model REGIS II.1 uit 2008.

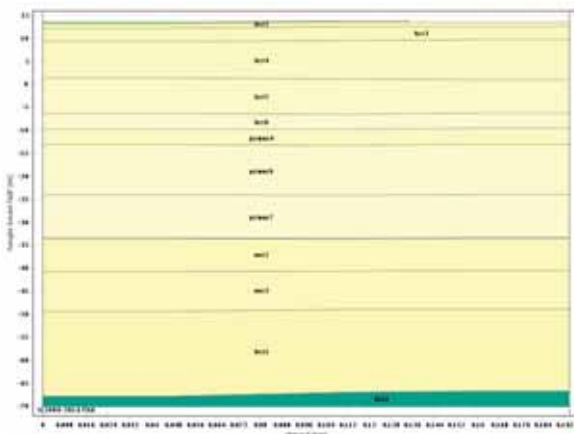
In figuur 3.2 zijn de geohydrologische profielen per kabeltracé op basis van de REGIS II.1 kartering weergegeven.



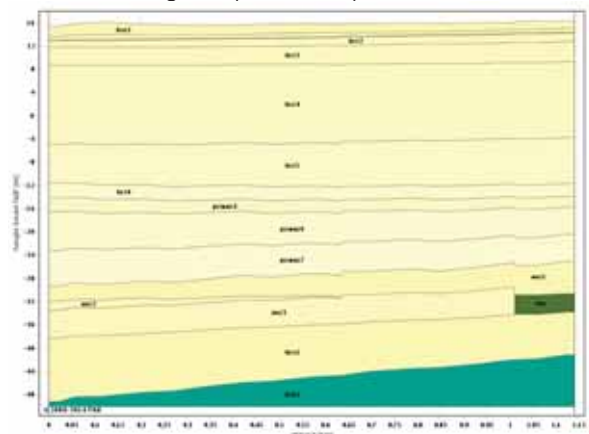
Kabeltracé Keppelseweg (oost-west)



Kabeltracé Langerak (noord-zuid)



Kabeltracé Ulft (oost-west)



Kabeltracé Silvolde (oost-west)

- Landelijk model REGIS II.1 - 2008**
- hlc 01.1-Holocene afzettingen - Holocene ...
  - bxz1 02.2-Form. van Boxtel = Boxtel z1
  - bxz2 02.5-Form. van Boxtel = Boxtel z2
  - bxz3 02.7-Form. van Boxtel = Boxtel z3
  - krz2 04.2-Form. van Kreftenheye = Kreft. z2
  - krk1 04.3-Form. van Kreftenheye = Kreft. k1
  - krz3 04.4-Form. van Kreftenheye = Kreft. z3
  - krz4 04.5-Form. van Kreftenheye = Kreft. z4
  - krzuk1 04.6-Form. van Kreftenheye = Kreft. z...
  - krz5 04.7-Form. van Kreftenheye = Kreft. z5
  - krtwk1 04.8-Form. van Kreftenheye = Kreft. T...
  - krz6 04.9-Form. van Kreftenheye = Kreft. z6
  - drc 07.1-Gestuwde afzettingen - complex
  - pzwaz2 15.03-Form. van Peize-Waalre - Peize-...
  - pzk1 15.06-Form. van Peize-Waalre - Peize k1
  - pzwaz4 15.07-Form. van Peize-Waalre - Peize-...
  - pzwaz6 15.11-Form. van Peize-Waalre - Peize-...
  - pzwaz7 15.13-Form. van Peize-Waalre - Peize-...
  - ooz3 18.1-Form. van Oosterhout = Oosterhou...
  - ooc 18.2-Form. van Oosterhout = Oosterhou...
  - ooz2 18.4-Form. van Oosterhout = Oosterhou...
  - ooz1 18.6-Form. van Oosterhout = Oosterhou...
  - brz1 19.1-Form. van Breda -Ville - Breda z1
  - brk1 19.2-Form. van Breda -Ville - Breda k1

Figuur 3.2 Geohydrologische dwarsprofielen per kabeltracé



Hieronder wordt de lithologie van de verschillende formaties die voorkomen ter plaatse van de kabeltracés besproken. In tabel 3.3 staan de geohydrologische parameters per mastlocatie vermeld, zoals deze zijn afgeleid van het geotechnisch onderzoek en cultuurtechnisch onderzoek.

De *Holocene afzettingen* zijn afgezet door de IJssel en worden gerekend tot de Formatie van Echteld. De bovenzijde van de Formatie bestaat uit een kleilaag. Daaronder komt een zandpakket voor. De Formatie is afgezet in de rivierbedding van de Oude IJssel. De dikte is maximaal 2 m, tot circa NAP +10 m.

De *Formatie van Boxtel* zijn eolische dekzanden uit het Laat-Pleistoceen. De formatie bestaat uit fijn zand. De Oude IJssel heeft de formatie weggespoeld ter plaatse van de rivierbedding. De Formatie van Boxtel is maximaal 2 m dik (NAP +12 m).

Onder de bovengenoemde afzettingen komt de *Formatie van Kreftenheye* voor. De Laat-Pleistocene afzettingen bestaan overwegend uit grove zanden en grindpakketten. Er is een aantal kleilagen afgezet (Laagpakket van Zutphen en Laagpakket van Twello, donkerrode lagen krk1, krzuk1 en krtwk1 in figuur 2.3). De kleilagen komen lokaal in de ondergrond voor. De dikte van de Formatie van Kreftenheye komt voor tot NAP -36 m in het noordwesten van het tracé. In het zuidoosten, nabij de Duitse grens, is de diepte circa NAP -12 m.

De *Formatie van Peize-Waalre* komt voor tot een diepte van NAP -44 m in het noordwesten van het tracé en op circa NAP -14 m in het zuidoosten, nabij de Duitse grens. Deze Vroeg Pleistocene afzettingen zijn door de Rijn en Eridanos afgezet. Ze bestaan overwegend uit zand en grind.

De *Formatie van Oosterhout* is afgezet in het Pliocceen en is een mariene afzetting. De Formatie bestaat uit siltig, fijn, schelphoudend zand en kleilagen. Richting het westen is de formatie fijner en bevat meer kleilagen (donkergroene kleur, figuur 2.3, codering OOC). Gezien de diepteligging van de Formatie en de fijne textuur, wordt deze laag als geohydrologische basis beschouwd. De verwachting is dat de siltige zand- en kleilagen nauwelijks tot geen invloed hebben op de bemaling.

#### *Geohydrologische schematisatie*

In de beschrijving van de bodemopbouw is ingegaan op de samenstelling van de bodem. Door middel van een geohydrologische schematisatie wordt een indruk verkregen van de opbouw van de diepere ondergrond en de bijbehorende geohydrologische variabelen. Hierbij worden watervoerende pakketten en slecht doorlatende (scheidende) lagen onderscheiden.

In een watervoerend pakket treedt overwegend horizontale grondwaterstroming op, terwijl in een scheidende laag voornamelijk verticale grondwaterstroming optreedt. Watervoerende pakketten worden beschreven met het doorlaatvermogen (kD-waarde in m<sup>2</sup>/dag), hetgeen het product is van de horizontale doorlaafactor (in m/dag) en de verzadigde dikte van het pakket (in m). Scheidende lagen worden beschreven met een hydraulische weerstand (c-waarde: in dagen), hetgeen het quotiënt is van de dikte (in m) en de verticale doorlaafactor (in m/dag) van de laag. De geohydrologische basis is een slecht doorlatende laag, die vanwege de dikte en/of opbouw vrijwel ondoorlatend is.

Zoals uit figuur 3.2 blijkt, is de bodemopbouw heterogeen en complex opgebouwd. Een regionale, geohydrologische schematisatie is daarom lastig op te stellen. In tabel 3.1 staat daarom per onderscheiden laag aangegeven wat de geohydrologische parameters zijn. In tabel 3.3 staat samengevat weergegeven welke geohydrologische parameters zijn gehanteerd voor het bemalingsadvies

In REGIS zijn de Holocene afzettingen en de gestuwde afzettingen niet gekarteerd. Voor de deklaag is daarom gerekend met een weerstand van 70 dagen p/m. Het watervoerend pakket heeft een doorlaafactor van tenminste 30 m/dag, gebaseerd op expert-judgement en gebiedskennis.

Direct onder elkaar voorkomende watervoerende pakketten zijn bij de berekeningen van het onttrekkingsdebiet samengevoegd tot één laag. Wanneer een kleilaag in de ondergrond voorkomt, is deze als geohydrologische basis voor de berekeningen genomen. Per kabeltracé is de lokaal voorkomende opbouw nader beschouwd (zie tabel 3.3 aan het eind van het hoofdstuk).

**Tabel 3.1** *Geohydrologische schematisatie per laagpakket, gebaseerd op REGIS II.1*

REGIS-codering	Formatie/laagpakket	Eenheid	Lithologie	kD-waarde (m <sup>2</sup> /dag)	c-waarde (dagen)
hlc	F. v Echteld	Deklaag	Zandige klei	-	25 - 150
bxz-bxz2-bxz3	F. v Boxtel	Freatisch pakket	Lemig fijn zand	10 – 30	-
krz2	F. v Kreftenheye	Watervoerend pakket	Zand en grind	50 – 900	-
krk1	F. v Kreftenheye	Scheidende laag	Klei	-	50 – 100
krz3	F. v Kreftenheye	Watervoerend pakket	Zand en grind	100 – 400	-
krz4	F. v Kreftenheye	Watervoerend pakket	Zand en grind	100 – 700	-
krzuk1	L. van Zutphen	Scheidende laag	Klei en veen	-	50 – 100
krz5	F. v Kreftenheye	Watervoerend pakket	Zand en grind	50 – 900	-
krtwk1	L. van Twello	Geohydrologische basis <sup>1)</sup>	Klei	-	> 2000
krz6	F. v Kreftenheye	Watervoerend pakket	Zand en grind	100 – 300	-
pzwaz2	F. v Peize-Waalre	Watervoerend pakket	Zand	0 – 100	-
pzk1	F. v Peize	Geohydrologische basis <sup>1)</sup>	Klei	-	100 – 250
pzwaz4	F. v Peize-Waalre	Watervoerend pakket	Zand	50 – 100	-
pzwaz6	F. v Peize-Waalre	Watervoerend pakket	Zand	50 – 300	-
pzwaz7	F. v Peize-Waalre	Watervoerend pakket	Zand	50 – 150	-
ooc	F. v Oosterhout	Geohydrologische basis	Klei en fijn zand	-	>1.500

<sup>1)</sup> Waar deze laag voorkomt, is deze als geohydrologische basis beschouwd, onderliggende pakketten worden ter plaatse buiten beschouwing gelaten

#### *Schematisatie per bemalingslocatie*

Om de kD-waarde per bemalingslocatie vast te stellen, zijn de gegevens uit de boringen en sonderingen gebruikt, aangevuld met REGIS-gegevens op lokaal niveau. De geohydrologische parameters variëren per locatie, omdat de dikte van de verschillende lagen varieert, evenals de doorlaatfactoren. Tevens komen niet overal dezelfde formaties en laagpakketten voor. In tabel 3.3 is per bemalingslocatie weergegeven wat het horizontaal doorlaatvermogen en de dikte van het watervoerende pakket is. Net zoals bij de regionale schematisatie is hierbij van uitgegaan dat de k-waarde minimaal 30 m/dag bedraagt.

De dikte van het watervoerende pakket is wel gebaseerd op REGIS, door het ontbreken van voldoende diepe boorprofielen, tot de kleilaag.

### **3.5 Oppervlaktewater**

Het tracé is gelegen in het beheersgebied van Waterschap Rijn en IJssel. In de omgeving van het tracé zijn diverse watergangen gelegen. De watergangen hebben een drainerende (waterafvoerende) werking op het gebied. De grootste waterloop in de omgeving van het tracé is de Oude IJssel. Tevens zijn een groot aantal andere beken in de omgeving van het tracé gelegen. De waterlopen worden op peil gehouden met behulp van stuwen.

### **3.6 Grondwater**

#### *Stromingsrichting grondwater*

De stromingsrichting in het watervoerende pakket is vastgesteld met behulp van het isohypsenpatroon van REGIS (NITG-TNO, Isohypsen WVP1B, WVP2 en WVP3A, 28 april 1995). De isohypsen zijn niet geschikt voor een analyse op lokaal niveau, daarvoor zijn ze te onnauwkeurig. De stijghoogtes ter plaatse van de bemalingslocaties zijn afgeleid van de geplaatste peilbuizen en veldschattingen ten tijde van het uitvoeren van het veldwerk (zie volgende subparagraaf).

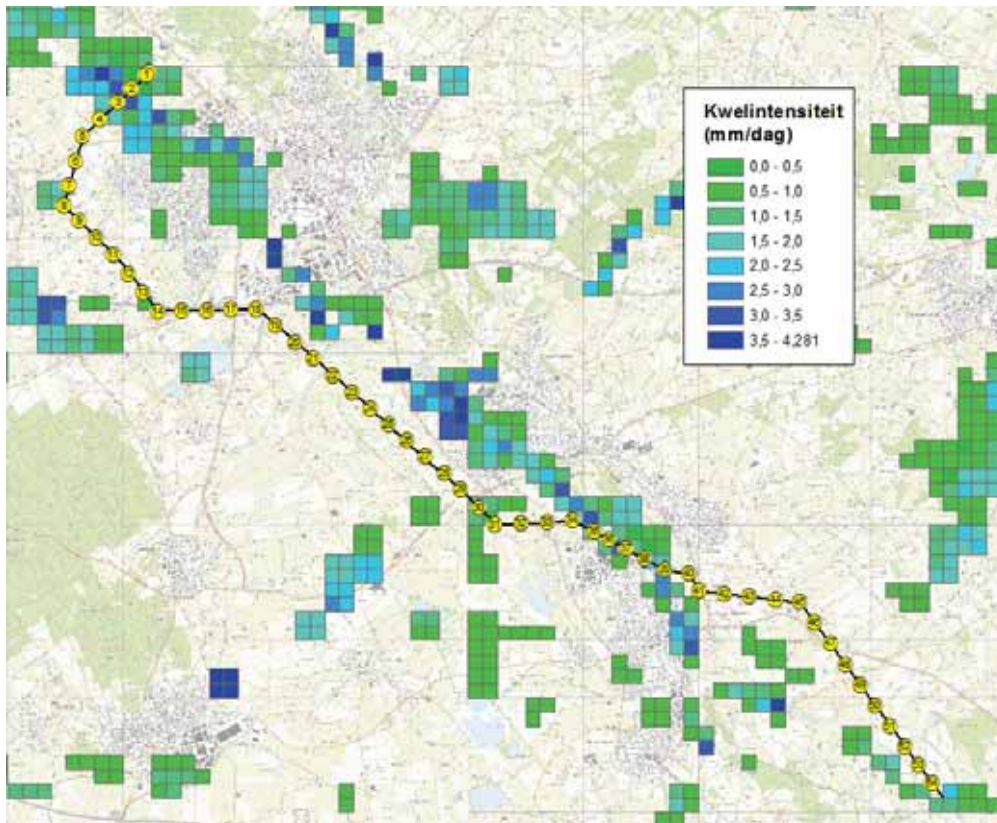
Wel blijkt dat de stijghoogtes van de verschillende watervoerende pakketten nagenoeg hetzelfde beeld tonen. Dit wijst erop dat in de ondergrond nauwelijks grote, wijdverspreide scheidende lagen voorkomen, welke een regionale invloed op de stijghoogtes en/of stromingsrichting heeft. Uit de geohydrologische dwarsdoorsneden van figuur 3.2 blijkt eveneens dat grote, scheidende lagen ontbreken. Er is een grote heterogeniteit in de aanwezige zandpakketten, echter zijn de scheidende lagen niet overal aanwezig in de ondergrond. De scheidende lagen zijn van een dermate beperkte omvang dat ze geen regionale invloed hebben op de stromingsrichting. Lokaal kan hier wel sprake van zijn, echter zijn onvoldoende diepe peilbuizen onder de scheidende lagen beschikbaar om dit te verifiëren. De uitgevoerde sonderingen wijzen uit dat geen ondiepe scheidende lagen aanwezig zijn.



De stromingsrichting van het grondwater is overheersend westelijk gericht. Nabij Doetinchem is de stroming meer richting het noorden gericht. Tevens is uit het isohypsenpatroon af te leiden dat de Oude IJssel een drainerende werking op de omgeving heeft. Aan het begin van het tracé bedraagt de stijghoogte circa NAP +10,0 m. Nabij de Duitse grens is deze toegenomen tot circa NAP +15 m.

#### *Kwel en infiltratie*

De Oude IJssel en andere waterlopen hebben een drainerende werking op de omgeving. In de directe omgeving van de rivier treedt kwel op (Kwelkaarten Stone Onderzoek, Provincie Gelderland). In het overige gedeelte van het plangebied treedt infiltratie van regenwater op. In figuur 3.3 is een uitsnede van de kwelkaart weergegeven.



Figuur 3.3 Kwelkaart (Stone onderzoek, provincie Gelderland)

#### *Freatische grondwaterstand*

De fluctuatie van de freatische grondwaterstand uit zich in een gemiddeld hoogste (GHG) en gemiddeld laagste grondwaterstand GLG. Deze zijn geschat ten tijde van het veldwerk. Op basis van deze gegevens blijkt dat de GHG in het gebied gelegen is tussen 0,3 à 0,8 m –mv, afhankelijk van de locatie. De GLG is circa 1,0 à 1,5 m lager gelegen. De bepaling van de GHG en GLG is met name gebaseerd op de bodemkundige kenmerken. De, tijdens het veldwerk geplaatste peilbuizen, zijn voor een periode van maximaal een jaar opgenomen. Ze geven een beeld van de fluctuatie van de grondwaterstand gedurende het jaar. Echter, om de GHG en GLG goed vast te kunnen stellen is een langdurige meetreeks van minimaal 8 jaar nodig, om op deze manier langdurige gemiddelden te kunnen bepalen. In tabel 3.3 (eind hoofdstuk) staat per bemalingslocatie aangegeven wat de GHG en GLG zijn.

Op basis van de boorprofielen blijkt dat de GLG op een groot aantal locaties lager is gelegen dan de onderzijde van de deklaag. Tijdens GHG situaties wordt verwacht dat nauwelijks drukverschil zal zijn tussen de stijghoogte in het watervoerend pakket en de freatische grondwaterstand. De geringe dikte van de kleilaag en de ligging in een overwegend een infiltratiegebied zijn argumenten voor deze aanname. Voor dit onderzoek wordt daarom uitgegaan dat de GHG en GLG gelijk zijn aan de stijghoogtes.

### 3.7 Bodemkwaliteit

Uit het rapport Verkennend bodem- en asbestonderzoek, Ondergrondse Kabeltracés DW 380kV (Grontmij, 2 juni 2014, referentienummer GM-0134455) blijkt dat op een aantal locaties sprake is van verhoogde achtergrondwaarden voor zware metalen (barium, cadmium, kobalt, koper, nikkel en zink). Deze waarden overschrijden echter niet de tussenwaarde. Op basis van de conclusies van het bodemonderzoek wordt gesteld dat geen mitigerende maatregelen nodig zijn bij de uitvoering van de bemaling. Tabel 3.2 geeft de toetsingsresultaten van het grondwater weer. Voor de volledige rapportage en achtergrond wordt verwezen naar het uitgevoerde bodemonderzoek.

De *Atlas van Gelderland* is geraadpleegd om vast te stellen of bodem- en/of grondwaterverontreinigingen gelegen zijn in de omgeving van de bemalingslocatie. Ten oosten van het trafostation Keppelseweg te Doetinchem is een grondwaterverontreiniging bekend. De verontreiniging bestaat uit chloorkoolwaterstof verbindingen en minerale olie. In hoofdstuk 6 wordt nader ingegaan op de effecten van de bemaling op de verontreiniging.

**Tabel 3.2 Overschrijdingen van toetsingwaarden grondwatermonsters (Circulaire bodemsanering)**

Peilbuis	Filterstelling (m –mv)	Mate van verontreiniging > S	> T	> I
<b>Keppelseweg</b>				
Pb01	1,5 - 2,5	Barium	-	-
Pb02	3,0 - 4,0	Barium, cadmium, nikkel	-	-
Pb03	2,0 - 3,0	Barium, cadmium, kobalt, nikkel, zink	-	-
<b>Langerak</b>				
Pb05	1,2 - 2,2	Barium	-	-
Pb06	1,5 - 2,5	Barium	-	-
<b>Silvolde</b>				
Pb07	1,3 - 2,3	Barium, cadmium, koper, nikkel, zink	-	-
Pb08	1,4 - 2,4	Barium	-	-

> S : overschrijding van de Streefwaarde

> T : overschrijding van de Tussenwaarde

> I : overschrijding van de Interventiewaarde

### 3.8 Samenvatting

In dit hoofdstuk is de globale bodemopbouw en geohydrologie van de kabeltracés beschreven. In tabel 3.3 staan de geohydrologische uitgangspunten samengevat per onderdeel. De locatie-specifieke parameters zijn afgeleid van gegevens, afkomstig uit het veldwerk, aangevuld met REGIS gegevens.

**Tabel 3.3a Samenvatting geohydrologische situatie per veldstrekking**

Locatie	Lengte (m)	Maaiveld (m+NAP)	Basis deklaag (m+NAP)	Dikte deklaag (m)	Weerstand deklaag (dagen)	Basis WVP (m+NAP)	Dikte WVP (m)	kD- WVP (m <sup>2</sup> /dag)	GHG (m+NAP)	GLG (m+NAP)
<b>Keppelseweg</b>										
Westelijk deel	1.000	11,2	10,5	0,8	53	-40	50	1.700	10,7	9,6
Oostelijk deel	1.000	13,0	12,5	0,6	39	-40	52	2.000	11,8	11,0
<b>Langerak</b>										
Mast 1 – 4	1.000	10,9	9,6	1,3	91	0	10	400	10,6	9,8
Mast 4 – 6	1.000	11,1	10,0	1,1	77	0	10	400	10,7	10,1
Mast 7 - eind	1.000	11,7	10,7	1,0	70	-22	33	1.300	11,1	10,5
<b>Uift</b>	240	13,4	12,9	0,5	35	-33	46	1.800	13,1	12,6
<b>Silvolde</b>	1.200	15,7	14,8	0,9	63	-29	44	1.700	15,3	14,4



**Tabel 3.3b Samenvatting geohydrologische situatie per lasput**

Locatie	Maaiveld (m+NAP)	Basis deklaag (m+NAP)	Dikte deklaag (m)	Weerstand deklaag (dagen)	Basis WVP (m+NAP)	Dikte WVP (m)	kD- WVP (m <sup>2</sup> /dag)	GHG (m+NAP)	GLG (m+NAP)
Keppelseweg	12,0	11,3	0,7	49	-40	51	1.900	11,5	10,2
Langerak – mast 1	10,9	9,6	1,3	91	-40	50	1.625	10,4	9,7
Langerak – mast 4	10,9	9,6	1,3	91	0	10	400	10,7	10,1
Langerak – mast 7	11,0	10,2	0,8	56	-23	33	1.400	10,7	10,2

**Tabel 3.3c Samenvatting geohydrologische situatie per gestuurde boring**

Locatie	Lengte (m)	Maaiveld (m+NAP)	Basis deklaag (m+NAP)	Dikte deklaag (m)	Weerstand deklaag (dagen)	Basis WVP (m+NAP)	Dikte WVP (m)	kD- WVP (m <sup>2</sup> /dag)	GHG (m+NAP)	GLG (m+NAP)
<b>Keppelseweg</b>										
1e boring	120	12,0	11,3	0,7	49	-40	51	1.900	10,9	9,7
2e boring	310	12,8	12,1	0,7	49	-40	52	1.900	11,8	10,9
<b>Langerak</b>										
Oude IJssel	180	10,9	9,3	1,6	112	0	9	400	10,6	9,5
De Wiel	50	10,9	9,3	1,6	112	0	9	400	10,6	9,5
Barlhammerweg	70	11,1	9,8	1,3	91	0	10	400	10,6	10,1
Wehlse beek	60	11,2	10,0	1,2	84	0	10	400	10,5	10,1
Broekhuizerweg	80	11,1	10,1	1,0	70	-23	33	1.300	10,6	10,1
Watergang	50	11,2	10,4	0,8	56	-22	32	1.350	10,8	10,3
Groenestraat	60	11,6	10,7	0,9	63	-19	30	1.300	11,1	10,6
Spoorweg	15	11,9	10,8	1,1	77	-18	29	1.250	11,4	10,7
Mussenhorstweg	50	12,0	10,9	1,1	77	-18	29	1.250	11,5	10,8
<b>Silvolde</b>										
Klein Salaminkdijk	50	15,9	14,9	1,0	70	-29	44	1.700	15,3	14,4

**Tabel 3.3d Samenvatting geohydrologische situatie mast 55A**

Locatie	Maaiveld (m+NAP)	Basis deklaag (m+NAP)	Dikte deklaag (m)	Weerstand deklaag (dagen)	Basis WVP (m+NAP)	Dikte WVP (m)	kD- WVP (m <sup>2</sup> /dag)	GHG (m+NAP)	GLG (m+NAP)
Mast 55A	12,2	11,3	0,90	63	-16	27	1.200	11,8	10,5

Naast locatiespecifieke parameters zijn een aantal parameters gebaseerd op gebiedskennis en expert-judgement. Het betreft de volgende parameters:

- horizontaal doorlaatvermogen deklaag: 0,25 m<sup>2</sup>/dag, per meter deklaag;
- drainageweerstand: 200 dagen;
- weerstand deklaag: 70 dagen per meter deklaag (de totale weerstand is wel afhankelijk van de dikte van de deklaag).

## 4 Bemalingsaspecten

### 4.1 Algemeen

In dit hoofdstuk wordt ingegaan op de bemalingsaspecten om de hoogspanningskabels in den droge aan te kunnen leggen. Achtereenvolgens komen de volgende zaken aan bod:

- uitgangspunten;
- berekeningsmethode;
- onttrekkingsdebiet en waterbezwaar;
- bandbreedte in de berekeningsresultaten;
- verlagingen in de omgeving;
- bemalingsadvies.

### 4.2 Uitgangspunten

De uitgangspunten voor de aanleg van veldstrekkingen, lasputten en gestuurde boringen staan in hoofdstuk 2 beschreven. Voor wat betreft de veldstrekkingen ligt de diepteligging van het tracé vast.

Ten aanzien van de lasputten en gestuurde boringen heeft de aannemer nog enige vrijheid in het ontwerp. Dit ontwerp van de aannemer zal echter niet veel afwijken van de in deze rapportage gebruikte ontwerpen.

#### *Veldstrekkingen*

De uitgangspunten per kabeltracé staan vermeld in tabel 4.1.

**Tabel 4.1** *Uitgangspuntenbemaling veldstrekkingen*

Kabeltracé	Totale lengte bemaling (m) <sup>1)</sup>	Aantal deeltracés	Aanlegsnelheid (m/week)	Bemalingslengte (m/dag)	Aanlegduur (weken)	Ontgravingsdiepte (m+NAP)	(m -mv)
Keppelseweg	1.900	2	1.000	1.000	8	8,8 à 11,2	1,5 / 2,1
Langerak	3.300	3	1.000	1.000	12	8,9 à 9,8	2,1
Ulft	240	1	240	240	1	11,5	2,1
Silvolde	1.200	1	1.200	1.200	1	13,4 à 13,7	2,1

<sup>1)</sup> De bemalingslengte is exclusief de gestuurde boringen, hier vindt immers geen bemaling plaats

#### *Lasputten*

Voor het kabeltracé Keppelseweg wordt 1 lasput aangelegd. De lasput komt op circa 250 m ten noordwesten van de rotonde Keppelseweg-Plakhorstweg.

In het tracé van Langerak komen 3 lasputten. De eerste lasput komt ter plaatse van het 380 kV trafostation bij Langerak (nabij mastlocatie 1). De tweede lasput komt ten noorden van de Barhammerweg (nabij mastlocatie 4). De derde lasput komt ter plaatse van de Vogelstraat (mastlocatie 7).

Voor de tracés Ulft en Silvolde zijn geen lasputten opgenomen in het ontwerp.

**Tabel 4.2** *Uitgangspunten lasputten*

Lasput	Maaiveld (m+NAP)	Lengte (m)	Breedte (m)	Bemalingsniveau <sup>1)</sup> (m+NAP)	Bemalingduur <sup>2)</sup> (dagen)	GHG (m+NAP)	GLG (m+NAP)
Keppelseweg	12,0	20	5	9,4	14	11,7	10,7
Langerak – mast 1	10,9	20	5	8,3	14	10,4	9,75
Langerak – Mast 4	10,9	20	5	8,3	14	10,7	10,1
Langerak – Mast 7	11,0	20	5	8,4	14	10,7	10,2

<sup>1)</sup> Het bemalingsniveau is inclusief 0,3 m marge in de drooglegging

<sup>2)</sup> Bemalingduur is inclusief voorbereiding en bemaling in de weekenden



### Gestuurde boringen

Voor het kabeltracé Keppelseweg worden twee gestuurde boringen uitgevoerd. De eerste onderdoorgang bij de Keppelseweg is circa 120 m lang. De tweede onderdoorgang is circa 310 m lang. Voor het kabeltracé Langerak worden negen gestuurde boringen uitgevoerd, ter plaatse van grote watergangen, doorgaande wegen en de spoorweg. Ter plaatse van kabeltracé Ulft zijn geen gestuurde boringen aanwezig. Ter plaatse van het tracé Silvolde is een gestuurde boring aanwezig van circa 60 m lang.

In tabel 4.3 staan de uitgangspunten voor de gestuurde boringen weergegeven.

**Tabel 4.3** *Uitgangspunten gestuurde boringen*

Boring	Maaiveld (m+NAP)	Lengte boring (m)	Pers- en ontvangstput lengte (m)	breedte (m)	Bemalingsniveau <sup>1)</sup> (m+NAP)	Bemalingduur <sup>2)</sup> (dagen)	GHG (m+NAP)	GLG (m+NAP)
<b>Keppelseweg</b>								
1 <sup>e</sup> boring	12,0	120	2 x 5,0	2 x 2,0	9,6	14	10,9	9,7
2 <sup>e</sup> boring	12,8	310	2 x 5,0	2 x 2,0	10,4	14	11,8	10,9
<b>Langerak</b>								
Oude IJssel	10,9	180	2 x 5,0	2 x 2,0	8,5	14	10,6	9,5
De Wiel	10,9	50	2 x 5,0	2 x 2,0	8,5	14	10,6	9,5
Barlhammerweg	11,1	70	2 x 5,0	2 x 2,0	8,7	14	10,6	10,1
Wehlse beek	11,2	60	2 x 5,0	2 x 2,0	8,8	14	10,5	10,1
Broekhuizerweg	11,1	80	2 x 5,0	2 x 2,0	8,7	14	10,6	10,1
Watergang	11,2	50	2 x 5,0	2 x 2,0	8,8	14	10,8	10,3
Groenestraat	11,6	60	2 x 5,0	2 x 2,0	9,2	14	11,1	10,6
Spoorweg	11,9	15	2 x 5,0	2 x 2,0	9,5	14	11,4	10,7
Mussenhorstweg	12,0	50	2 x 5,0	2 x 2,0	9,6	14	11,5	10,8
<b>Silvolde</b>								
Klein Salaminkdijk	15,9	50	2 x 5,0	2 x 2,0	13,5	14	15,3	14,4

<sup>1)</sup> Het bemalingsniveau is inclusief 0,3 m marge in de drooglegging

<sup>2)</sup> Bemalingsduur is inclusief voorbereiding en bemaling in de weekenden

### 150kV-masten

Voor mast 94A is geen bemaling nodig. Voor mast 55A is wel een bemaling nodig. In tabel 4.4 staan de uitgangspunten weergegeven.

**Tabel 4.4** *Uitgangspunten mastlocatie*

Locatie	Maaiveld (m+NAP)	Lengte (m)	Breedte (m)	Bemalingsniveau <sup>1)</sup> (m+NAP)	Bemalingduur <sup>2)</sup> (dagen)	GHG (m+NAP)	GLG (m+NAP)
Mast 55A	12,2	20	15	9,9	42	11,8	10,5

<sup>1)</sup> Het bemalingsniveau is inclusief 0,3 m marge in de drooglegging

<sup>2)</sup> Bemalingsduur is inclusief voorbereiding en bemaling in de weekenden

## 4.3 Berekeningsmethode

Voor de berekening van het onttrekkingsdebiet en de verlagingen in de omgeving is uitgegaan van de analytische oplossingsmethode voor sleufbemalingen volgens Fraanje. Bij deze methode wordt rekening gehouden met de onvolkomenheid van de filters en een sleufbemaling, met kop- en staarteffecten aan het begin en eind van een tracé. In bijlage 2 wordt deze berekeningsmethode nader toegelicht.

## 4.4 Onttrekkingsdebiet en waterbezwaar

Het onttrekkingsdebiet en waterbezwaar zijn per deeltracé uitgerekend. In de tabellen 4.5 t/m 4.8 staan de berekeningsresultaten weergegeven. Omdat 2 kuipen per boring nodig zijn, met dezelfde afmetingen, is het totale onttrekkingsdebiet tweemaal zo groot als de weergegeven debieten.

**Tabel 4.5a Verwacht onttrekkingsdebiet bij veldstrekkings, ten tijde van de GHG situatie**

Kabeltracé	Deellocatie	Bemalingsduur (dagen)	Verlaging stijghoogte (m)	Totaal onttrekkingsdebiet		Waterbezwaar (m <sup>3</sup> )
				(m <sup>3</sup> /uur)	(m <sup>3</sup> /dag)	
Keppelseweg	Westelijk deel	28	1,90	351	8.425	235.887
	Oostelijk deel	28	1,20	247	5.938	166.259
Langerak	Mast 1 - 4	28	2,10	296	7.116	199.235
	Mast 4 - 7	28	2,00	283	6.795	190.259
	Mast 7 - eind	28	1,80	334	8.004	224.125
Uift	Uift	14	2,10	210	5.046	70.638
Silvolde	Silvolde	28	2,00	438	10.510	294.291
<b>Totaal</b>						<b>1.400.000</b>

**Tabel 4.5b Verwacht onttrekkingsdebiet bij veldstrekkings, ten tijde van de GLG situatie**

Kabeltracé	Deellocatie	Bemalingsduur (dagen)	Verlaging stijghoogte (m)	Totaal onttrekkingsdebiet		Waterbezwaar (m <sup>3</sup> )
				(m <sup>3</sup> /uur)	(m <sup>3</sup> /dag)	
Keppelseweg	Westelijk deel	28	0,80	148	3.547	99.321
	Oostelijk deel	28	0,40	82	1.979	55.420
Langerak	Mast 1 - 4	28	1,30	184	4.405	123.336
	Mast 4 - 7	28	1,40	198	4.756	133.181
	Mast 7 - eind	28	1,20	222	5.336	149.416
Uift	Uift	14	1,60	160	3.844	53.820
Silvolde	Silvolde	28	1,10	241	5.781	161.860
<b>Totaal</b>						<b>800.000</b>

**Tabel 4.6a Verwacht onttrekkingsdebiet lasputten, ten tijde van GHG situatie**

Kabeltracé	Deellocatie	Bemalingsduur (dagen)	Verlaging stijghoogte (m)	Totaal onttrekkingsdebiet		Waterbezwaar (m <sup>3</sup> )
				(m <sup>3</sup> /uur)	(m <sup>3</sup> /dag)	
Keppelseweg		14	2,40	120	2.885	40.388
Langerak	Mast 1	14	2,40	105	2.509	35.125
	Mast 4	14	2,70	70	1.671	23.395
	Mast 7	14	2,60	122	2.919	40.862
<b>Totaal</b>						<b>140.000</b>

**Tabel 4.6b Verwacht onttrekkingsdebiet lasputten, ten tijde van GLG situatie**

Kabeltracé	Deellocatie	Bemalingsduur (dagen)	Verlaging stijghoogte (m)	Totaal onttrekkingsdebiet		Waterbezwaar (m <sup>3</sup> )
				(m <sup>3</sup> /uur)	(m <sup>3</sup> /dag)	
Keppelseweg		14	1,10	55	1322	18.511
Langerak	Mast 1	14	1,70	74	1777	24.881
	Mast 4	14	2,10	54	1300	18.196
	Mast 7	14	2,10	98	2357	33.004
<b>Totaal</b>						<b>100.000</b>



**Tabel 4.7a** Verwacht onttrekkingsdebiet gestuurde boringen, ten tijde van GHG situatie

Kabeltracé	Locatie boring	Bemalingsduur (dagen)	Verlaging stijghoogte (m)	Onttrekkingsdebiet per boorput <sup>1)</sup>		Waterbezwaar <sup>2)</sup> (m <sup>3</sup> )
				(m <sup>3</sup> /uur)	(m <sup>3</sup> /dag)	
Keppelse weg	1e boring	14	1,80	90	2.164	60.583
Keppelse weg	2e boring	14	1,90	94	2.267	63.476
Langerak	Oude IJssel	14	2,60	67	1.612	45.136
Langerak	De Wiel	14	2,60	67	1.612	45.136
Langerak	Barlhammerweg	14	2,40	61	1.476	41.314
Langerak	Wehlse beek	14	2,20	56	1.347	37.730
Langerak	Broekhuizerweg	14	2,40	105	2.512	70.331
Langerak	Watergang	14	2,50	115	2.749	76.958
Langerak	Groenestraat	14	2,40	110	2.649	74.168
Langerak	Spoorweg	14	2,40	108	2.580	72.246
Langerak	Mussenhorstweg	14	2,40	107	2.576	72.131
Silvolde	Klein Salaminkdijk	14	2,30	111	2.674	74.875
<b>Totaal</b>						<b>740.000</b>

<sup>1)</sup> Het onttrekkingsdebiet is uitgerekend per boorput. Omdat 2 kuipen per boring nodig zijn, met dezelfde afmetingen, is het totale onttrekkingsdebiet tweemaal zo groot als de weergegeven debieten.

<sup>2)</sup> Het waterbezwaar is uitgerekend voor per gestuurde boring. Hierbij zijn het debiet van de perskuip en ontvangstkuip bij elkaar opgeteld.

**Tabel 4.7b** Verwacht onttrekkingsdebiet gestuurde boringen, ten tijde van GLG situatie

Kabeltracé	Locatie boring	Bemalingsduur (dagen)	Verlaging stijghoogte (m)	Onttrekkingsdebiet per boorput <sup>1)</sup>		Waterbezwaar <sup>2)</sup> (m <sup>3</sup> )
				(m <sup>3</sup> /uur)	(m <sup>3</sup> /dag)	
Keppelse weg	1e boring	14	0,60	30	721	20.194
Keppelse weg	2e boring	14	1,00	50	1.193	33.408
Langerak	Oude IJssel	14	1,50	39	930	26.040
Langerak	De Wiel	14	1,50	39	930	26.040
Langerak	Barlhammerweg	14	1,90	49	1.168	32.707
Langerak	Wehlse beek	14	1,80	46	1.102	30.870
Langerak	Broekhuizerweg	14	1,90	83	1.989	55.679
Langerak	Watergang	14	2,00	92	2.199	61.567
Langerak	Groenestraat	14	1,90	87	2.097	58.717
Langerak	Spoorweg	14	1,70	76	1.828	51.174
Langerak	Mussenhorstweg	14	1,70	76	1.825	51.093
Silvolde	Klein Salaminkdijk	14	1,40	68	1.628	45.576
<b>Totaal</b>						<b>490.000</b>

<sup>1)</sup> Het onttrekkingsdebiet is uitgerekend per boorput. Omdat 2 kuipen per boring nodig zijn, met dezelfde afmetingen, is het totale onttrekkingsdebiet tweemaal zo groot als de weergegeven debieten.

<sup>2)</sup> Het waterbezwaar is uitgerekend voor per gestuurde boring. Hierbij zijn het debiet van de perskuip en ontvangstkuip bij elkaar opgeteld.

**Tabel 4.8a** Verwacht onttrekkingsdebiet en waterbezwaar, ten tijde van de GHG situatie

Kabeltracé	Bemalingsduur (dagen)	Verlaging stijghoogte (m)	Totaal onttrekkingsdebiet		Waterbezwaar (m <sup>3</sup> )
			(m <sup>3</sup> /uur)	(m <sup>3</sup> /dag)	
Mast 55A	42	1,90	92	2.200	93.000
<b>Totaal</b>					<b>93.000</b>

**Tabel 4.8b** Verwacht onttrekkingsdebiet en waterbezwaar, ten tijde van de GLG situatie

Kabeltracé	Bemalingsduur (dagen)	Verlaging stijghoogte (m)	Totaal onttrekkingsdebiet		Waterbezwaar (m <sup>3</sup> )
			(m <sup>3</sup> /uur)	(m <sup>3</sup> /dag)	
Mast 55A	42	0,60	29	695	29.000
<b>Totaal</b>					<b>29.000</b>

In tabel 4.9 staat per kabeltracé samengevat wat het onttrekkingsdebiet, met het bijbehorende waterbezwaar, per onderdeel is. De weergegeven onttrekkingsdebieten zijn de stationaire debieten.

**Tabel 4.9a Samenvatting onttrekkingsdebiet per kabeltracé tijdens een GHG situatie**

Kabeltracé	Onderdeel	aantal en bemalingsduur	Minimaal onttrekkingsdebiet (m <sup>3</sup> /uur)	Maximaal onttrekkingsdebiet (m <sup>3</sup> /uur)	Waterbezwaar (m <sup>3</sup> )
<b>Keppelseweg</b>	Veldstrekking	2 x 4 weken	250	350	400.000
	Lasputten	1 x 2 weken	120	120	40.000
	Gestuurde boringen	2 x 2 weken	90	95	124.000
<i>subtotaal</i>					<b>564.000</b>
<b>Langerak</b>	Veldstrekkingen	3 x 4 weken	280	340	614.000
	Lasputten	3 x 2 weken	70	120	100.000
	Gestuurde boringen	9 x 2 weken	60	120	535.000
<i>Subtotaal</i>					<b>1.249.000</b>
<b>Uift</b>	Veldstrekking	1 x 2 weken	210	210	71.000
<b>Silvolde</b>	Veldstrekking	1 x 4 weken	440	440	295.000
	Gestuurde boringen	1 x 2 weken	110	110	75.000
<i>Subtotaal</i>					<b>370.000</b>
<b>Masten</b>	Mast55A	1 x 6 weken	95	95	93.000
<b>Totaal</b>					<b>2.347.000</b>

**Tabel 4.9b Samenvatting onttrekkingsdebiet per kabeltracé tijdens een GLG situatie**

Kabeltracé	Onderdeel	aantal en bemalingsduur	Minimaal onttrekkingsdebiet (m <sup>3</sup> /uur)	Maximaal onttrekkingsdebiet (m <sup>3</sup> /uur)	Waterbezwaar (m <sup>3</sup> )
<b>Keppelseweg</b>	Veldstrekking	2 x 4 weken	80	150	156.000
	Lasputten	1 x 2 weken	55	55	19.000
	Gestuurde boringen	2 x 2 weken	30	50	54.000
<i>subtotaal</i>					<b>229.000</b>
<b>Langerak</b>	Veldstrekkingen	3 x 4 weken	180	220	406.000
	Lasputten	3 x 2 weken	55	100	76.000
	Gestuurde boringen	9 x 2 weken	40	95	394.000
<i>Subtotaal</i>					<b>876.000</b>
<b>Uift</b>	Veldstrekking	1 x 2 weken	160	160	54.000
<b>Silvolde</b>	Veldstrekking	1 x 4 weken	240	240	162.000
	Gestuurde boringen	1 x 2 weken	70	70	46.000
<i>Subtotaal</i>					<b>208.000</b>
<b>Masten</b>	Mast 55A	1 x 6 weken	30	30	29.000
<b>Totaal</b>					<b>1.396.000</b>

Afhankelijk van de periode van uitvoer, varieert het totaal te verwachten waterbezwaar tussen 1.396.000 m<sup>3</sup> tijdens een GLG situatie, tot maximaal 2.347.000 m<sup>3</sup> tijdens een GHG situatie.



De werkelijk benodigde onttrekkingsdebieten zullen veelal afwijken van de berekende waarden. Het benodigde bemalingsdebiet is immers afhankelijk van variabele zaken, zoals werkelijke grondwaterstand, de eigenschappen van de lokale ondergrond, geografie, lengte filter, enzovoort. Ondanks dat de bodemopbouw op basis van de beschikbare gegevens zo goed mogelijk is geïnterpreteerd, kunnen afwijkingen zich voordoen. In de berekeningen is zoveel mogelijk uitgegaan van conservatieve waarden. Veelal kunnen de berekende waarden dan ook als bovengrens worden beschouwd.

#### 4.5 Verlagen

Als gevolg van de bemaling zal de grondwaterstand ter plaatse van de bouwputten en in de omgeving worden beïnvloed. Ten gevolge van de bemaling in het watervoerende pakket zakken de stijghoogtes in de omgeving. De verlagingen van de bemalingswerkzaamheden ten tijde van de GHG en GLG staan weergegeven in bijlage 3 t/m 10. De weergegeven verlagingen in het watervoerende pakket zijn de stationaire verlagingen. Ten gevolge van de stijghoogteverlaging in het watervoerende pakket, zakken de grondwaterstanden in de deklaag uit. De niet-stationaire freatische verlagingen ten tijde van de GHG staan eveneens weergegeven in bijlage 3 t/m 10. In de onderstaande bijlagen staan alle verlagingcontouren weergegeven:

- Bijlage 3: Verlagingcontouren per veldstrekking, tijdens een GHG-situatie;
- Bijlage 4: Verlagingcontouren per veldstrekking, tijdens een GLG-situatie;
- Bijlage 5: Verlagingcontouren per lasput, tijdens een GHG-situatie;
- Bijlage 6: Verlagingcontouren per lasput, tijdens een GLG-situatie;
- Bijlage 7: Verlagingcontouren per gestuurde boring, tijdens een GHG-situatie;
- Bijlage 8: Verlagingcontouren per gestuurde boring, tijdens een GLG-situatie;
- Bijlage 9: Verlagingcontouren mast 55A, tijdens een GHG-situatie;
- Bijlage 10: Verlagingcontouren mast 55A, tijdens een GLG-situatie

De effecten van de verlagingen op de omgeving worden in hoofdstuk 6 besproken.

#### 4.6 Bemalingsadvies

##### *Onttrekking in het watervoerende pakket*

De bemaling voor de veldstrekkingen kan naar verwachting worden uitgevoerd door middel van horizontale bemaling (drains), gezien het verwachte waterbezwaar en de doorlaatfactoren. Gelet op het te verwachten debiet (maximaal circa 440 m<sup>3</sup>/uur per veldstrekking) wordt voorgesteld om horizontale drainagebuizen (minimale diameter van 125 mm) toe te passen. In tabel 4.10 is een voorstel gedaan met betrekking tot het onttrekkingsstelsel.

**Tabel 4.10 Voorstel bemalingsstelsel**

Onderdeel	Bemalingsstelsel	Ontwerpdebiet <sup>1)</sup>	Lengte	Aantal	Drain/filter	Diepte
		(m <sup>3</sup> /uur)	streng (m)	drains/filters	diameter (mm)	(m –mv)
Veldstrekkingen	Drainbemaling (horizontaal)	400	1.000	3	125	2,5
Lasputten	Zwaartekrachtbemaling (verticaal)	120	2 x 20	14	125	2 tot 8
Gestuurde boringen	Zwaartekrachtbemaling (verticaal)	100 <sup>2)</sup>	14	14	150	2 tot 8

<sup>1)</sup> Aanbevolen wordt een hogere pompcapaciteit aan te houden dan het berekende maximumdebiet in verband met wisselende bodemopbouw, onzekerheden, grondwaterstandfluctuatie en neerslag.

<sup>2)</sup> Het ontwerpdebiet gestuurde boringen is per boorput. Per gestuurde boring zijn twee boorputten: een pers- en een ontvangstuip.

De wijze van bemaling, de definitieve locaties van de pompen, drain diameter, draandiepte, filterdiameter en filterdiepte dient door de aannemer als zijnde uitvoeringsdeskundige nader te worden bepaald en te worden vastgelegd in een werkplan (zie ook paragraaf 7.1).

## 5 Waterwet, vergunningen en meldingen

### 5.1 Algemeen

In dit hoofdstuk wordt ingegaan op de vergunningsaspecten voor de bemalingswerkzaamheden. In het kader van de Waterwet is voor deze werkzaamheden Waterschap Rijn en IJssel het bevoegd gezag. Achtereenvolgens komen de volgende punten aan bod:

- onttrekking;
- lozing – kwantitatief;
- lozing – kwalitatief;
- kosten.

### 5.2 Onttrekking

In het kader van de Waterwet is voor deze bemalingswerkzaamheden Waterschap Rijn en IJssel het bevoegd gezag. In de keur van het waterschap staat beschreven wanneer een bemaling meldingsplichtig of vergunningsplichtig is. Voor het onttrekken van grondwater ten bate van (bouw)werkzaamheden staat het volgende vermeld in de keur:

- een pomp met een kleinere capaciteit dan 10 m<sup>3</sup>/uur is vrijgesteld van meldingsplicht;
- een meldingsplicht geldt voor onttrekkingen groter dan 10 m<sup>3</sup>/uur en een maximaal onttrekkingsdebiet van 100.000 m<sup>3</sup> in een periode van 30 aaneengesloten dagen en een maximale uitvoeringsduur van 180 aaneengesloten dagen;
- onttrekkingen groter dan 100.000 m<sup>3</sup> per 30 dagen of een uitvoeringsperiode langer dan 180 dagen zijn vergunningsplichtig.

In overleg tussen Waterschap Rijn en IJssel en TenneT is besloten dat voor het gehele werk voor Doetinchem – Wesel één watervergunning wordt aangevraagd. Het doel is om één watervergunning te verkrijgen voor alle bronneringswerkzaamheden voor de mastfunderingen, ondergrondse kabeltracés, de werkzaamheden aan trafostations en eventueel bijkomende onttrekkingen.

### 5.3 Lozing – kwantitatief

#### *Regelgeving*

In de legger van Waterschap Rijn en IJssel is de ontwerpcapaciteit van de waterlopen vastgelegd. De ontwerpcapaciteit is gebaseerd op de T=100 afvoernorm. De ontwerpcapaciteit is bepalend of de lozing van het bronneringswater meldingsplichtig of vergunningsplichtig is. Het waterschap hanteert de volgende regelgeving:

- lozingsdebieten, kleiner dan 1/8<sup>e</sup> van de ontwerpcapaciteit zijn meldingsplichtig;
- lozingsdebieten, tot 100% van de ontwerpcapaciteit zijn vergunningsplichtig, zonder aanvullende maatregelen en met standaard voorschriften.
- lozingsdebieten groter dan 100% van de ontwerpcapaciteit zijn onder extra voorschriften vergunbaar. Tevens worden aanvullende voorschriften opgelegd:
  - lozing mag alleen plaatsvinden in droge periodes, om wateroverlast te voorkomen;
  - de bronneringswerkzaamheden moeten gestaakt worden, als hevige regenbuien voorspeld worden, om de waterafvoer te waarborgen.

#### *Uitgangspunten*

Voor de lozing van het bronneringswater wordt uitgegaan van een lozing op het oppervlaktewater. De waterlopen zijn in beheer van Waterschap Rijn en IJssel. De lozingspunten zijn gekozen op basis van een zo kort mogelijke afstand van de bemalingslocatie. Tevens is rekening gehouden met het beperken van kruisingen van drukke, doorgaande wegen.



**Locatie lozingspunten**

In een overleg tussen Grontmij en het waterschap zijn de lozingspunten voor het 380 kV tracé per mastlocatie vastgesteld. Voor de bemaling van de kabeltracés is uitgegaan dat zoveel mogelijk gebruik wordt gemaakt van dezelfde lozingspunten als voor de masten.

Voor het kabeltracé Keppelseweg is een aanvullend lozingspunt gezocht, ten noorden van de gestuurde boring, nabij de Keppelseweg. Voor het kabeltracé Silvolde is een lozingspunt gezocht nabij het noordoosten van het tracé (zie bijlage 11).

*Geadviseerd wordt om in een overleg met het waterschap vast te stellen of de voorgestelde lozingspunten voor het kabeltracé daadwerkelijk vergunbaar zijn. Bij de definitieve keuze dient de aannemer zich aan de eisen van waterschap Rijn en IJssel te houden. De eisen aan lozingspunten worden door het Waterschap in de vergunning opgenomen.*

In tabel 5.1 is het voorstel van de lozingspunten opgenomen. In de tabel zijn de x- en y-coördinaten weergegeven en op welke watergang geloosd wordt. De codering van de watergangen is afgeleid van de legger van het waterschap. Bijlage 11 geeft deze punten weer op kaart.

**Tabel 5.1** Voorstel lozingspunten (zie ook bijlage 11)

Kabeltracé	Lozingspunt	x	y	Code leggerwatergang	Maximaal lozingsdebiet (m <sup>3</sup> /uur)
Keppelseweg	Keppel-02	214.807	443.751	OIJ32.010	220
Keppelseweg	Keppel-03	215.283	443.773	OIJ32.005	220
Keppelseweg	Keppel-01	214.476	443.751	OIJ32.015	220
Langerak	Langrk-01	214.040	443.962	OIJ32.020	220
Langerak	Langrk-02	213.329	442.811	BVM24.000	5.548
Langerak	Langrk-03	213.260	442.241	BVM24.060	619
Langerak	Langrk-04	212.975	441.876	BVM24.060	619
Langerak	Langrk-05	212.930	441.740	BVM24.060	619
Langerak	Langrk-06	213.158	441.383	BVM24.045	1.462
Uift	Uift-01	223.397	435.298	OIJ06.000	1.055
Silvolde	Silv-01	225.959	434.405	OIJ04.000	482
Silvolde	Silv-02	226.589	435.217	OIJ06.200	9.724

Uit de vergelijking van bovenstaande tabel met de tabellen waarin het onttrekkingsdebiet staat aangegeven (tabellen 4.4 t/m 4.9) blijkt dat op meerdere locatie het onttrekkingsdebiet hoger is dan het toegestane lozingsdebiet. Met name bij de veldstrekkingen is het lozingsdebiet een aandachtspunt. Voorgesteld wordt dat TenneT samen met het waterschap en eventueel de aannemer in detail bekijkt waar exact de knelpunten liggen en welke oplossingrichtingen mogelijk zijn. Zodat voldaan kan worden aan de eisen die in de te verlenen Waterwet vergunning komen te staan. Hierbij kan gedacht worden aan de volgende oplossingsrichtingen:

- de kabels niet over een afstand van 1.000 m in bemaling zetten maar over een korte afstand. Dit kan bereikt worden door het toepassen van de ritssluitmethode. Hierbij wordt een deel ontgraven en direct na aanleg van de kabels wordt de sleuf weer gedicht. In hoofdstuk 7 wordt nader ingegaan op deze aanlegmethode;
- een lange afvoerleiding leggen naar een waterloop met grote afvoercapaciteit (bijvoorbeeld de Oude IJssel);
- een deel van het water kan wellicht geretourneerd worden, zodat het totale lozingsdebiet kleiner wordt. Een nadere dimensionering is noodzakelijk, om de effecten van retourbemaling inzichtelijk te krijgen. Tevens dient rekening gehouden te worden met de afstand tussen onttrekking en retourmatie, om rondpompen te voorkomen. In hoofdstuk 7 wordt nader ingegaan op retourbemaling.

#### 5.4 Lozing – kwalitatief

Voor de lozing wordt uitgegaan van het besluit 'lozing buiten inrichtingen'. In het besluit lozen buiten inrichtingen staan de volgende grenswaarden, waaraan getoetst moet worden bij lozing van schoon grondwater:

- het gehalte onopgeloste stoffen in enig steekmonster ten hoogste 50 milligram per liter bedraagt (conform NEN-EN 872);
- als gevolg van het lozen geen visuele verontreiniging optreedt.

Indien sprake is van verontreinigingen (in de nabijheid van de bemaling) dient het analyse pakket uitgebreid te worden met de parameters die aangetroffen zijn in de verontreinigingscontour. Hierbij worden de volgende emissie waarden gehanteerd bij lozing op een aangewezen oppervlaktewaterlichaam (tabel 5.2):

**Tabel 5.2 Analysepakket en emissiewaardes besluit 'Lozing buiten inrichtingen'**

Stoffen	Emissiewaarde
BTEX	50 microgram per liter
Vluchtige organohalogeenvbindingen uitgedrukt als chloor	20 microgram per liter
Aromatische organohalogeenvbindingen	20 microgram per liter
Minerale olie	500 microgram per liter
Cadmium	4 microgram per liter
Kwik	1 microgram per liter
Koper	11 microgram per liter
Nikkel	41 microgram per liter
Lood	53 microgram per liter
Zink	120 microgram per liter
Chroom	24 microgram per liter
Onopgeloste stoffen	50 milligram per liter

Voorafgaand aan de lozing dient contact opgenomen te worden met het waterschap. Het waterschap kan aanvullende eisen stellen waaraan het lozingswater moet voldoen, voordat het op oppervlaktewater geloosd kan worden. Deze eisen kunnen betrekking hebben op de kwaliteit en kwantiteit van het bronneringswater. De eisen zullen in de vergunning vermeld worden.

#### 5.5 Kosten

Het waterschap brengt voor het onttrekken en lozen van het bronneringswater kosten in rekening. In 2014 geldt bij het waterschap een tarief van € 45,17 per vervuilingseenheid. Voor het lozen van schoon bronneringswater geldt 1.000 m<sup>3</sup> is gelijk aan één vervuilingseenheid. Waterschap Rijn en IJssel heft geen legeskosten voor het aanvragen van een watervergunning.



## 6 Secundaire effecten bemaling

### 6.1 Algemeen

Secundaire effecten zijn effecten die optreden als gevolg van de grondwaterstandsverlaging, Hierbij kan gedacht worden aan zettingen, aantrekken van verontreinigingen, opbrengstderving, effecten op natuurgebieden, et cetera. De volgende aspecten worden in dit hoofdstuk beschreven:

- zettingen;
- beïnvloeding verontreinigingen;
- verdroging;
- natuurgebieden;
- overige onttrekkingen.

### 6.2 Zettingen

Door de verandering in korrelspanning, ten gevolge van de grondwaterstandverlaging tot beneden de *laagst gemeten waarde ooit*, kunnen zettingen optreden tijdens een bronbemaling. Omdat de laagst opgetreden grondwaterstand onbekend is, wordt de GLG aangehouden als veilige marge. De laagste grondwaterstand ligt onder de GLG.

De kans op het optreden van schade ten gevolge van de zettingen is afhankelijk van de bodemopbouw (mate van voorkomen van zettingsgevoelige lagen), de grondwaterstandsverlaging, de duur van de bemaling, de afstand tot zettingsgevoelige objecten en de staat van de zettingsgevoelige objecten.

De gebiedsbeschrijving wijst uit dat de bodemopbouw heterogeen is. De deklaag bestaat hoofdzakelijk uit een zandige kleilaag. Lokaal kan een veenlaag voorkomen. Voor een groot aantal bemalingslocaties is de GLG lager gelegen dan de onderzijde van de deklaag. Zettingen in de deklaag zijn daardoor waarschijnlijk al in het verleden opgetreden, als gevolg van het uitzakken van het grondwater.

Op basis van de beschikbare gegevens is een inschatting gemaakt waar zettingsrisico's zich kunnen voordoen. Hierbij wordt onderscheid gemaakt in de volgende klassen:

- nihil;
- laag risico;
- gemiddeld risico;
- hoog risico.

Het zettingsrisico is nihil, indien:

- geen verlagingen ten opzichte van de GLG optreden in de deklaag. De freatische verlaging tot 5 cm ten tijde van de GLG is als invloedsgebied beschouwd;
- zandgronden voorkomen. Zand is niet zettingsgevoelig. Op basis van de bodemkaart is de bodemopbouw buiten de onderzoekslocaties vastgesteld;
- de GLG lager is gelegen dan de onderzijde van de deklaag. Bij grondwatertrappen V, VI, VII en VIII is de GLG dieper gelegen dan 1,2 m –mv. Dit is dieper dan de onderzijde van de deklaag.

Een laag risico van zettingen doet zich voor indien:

- bij grondwatertrappen III en IV wordt het risico als laag ingeschat. De GLG is gelegen tussen 0,8 en 1,2 m –mv, overeenkomend met de dikte van de deklaag. De laagste grondwaterstanden zijn waarschijnlijk lager gelegen als de onderzijde van de deklaag, zodat zettingen zich grotendeels al hebben voorgedaan.

Een gemiddeld risico van zettingen doet zich voor indien:

- bij grondwatertrappen I en II is De onderzijde van de deklaag is dieper gelegen dan de GLG. De laagste grondwaterstanden zijn waarschijnlijk niet dieper geweest dan de deklaag, zodat het onderste gedeelte van de deklaag kan gaan zetten.

Een hoog zettingsrisico doet zich voor indien:

- dikke laagpakketten aanwezig zijn van zettingsgevoelige lagen, zoals veen- en klei pakketten en hoge grondwaterstanden voorkomen.

Op basis van het bovenstaande en de bodemopbouw ter plaatse van de bemalingslocaties blijkt dat het zettingsrisico overwegend als laag wordt ingeschat. Op een aantal locaties is een gemiddeld zettingsrisico. Een hoog zettingsrisico doet zich niet voor, omdat geen dikke deklaag aanwezig is. Veiligheidshalve wordt daarom uitgegaan van een gemiddeld risico.

In bijlage 12 is het gebied weergegeven waarbinnen zettingen zich kunnen voordoen, ten gevolge van de bemaling. Binnen deze risicogebieden zijn diverse boerderijen en woningen gelegen. De fundering van de bebouwing is onbekend. Bij een fundering op staal kan schade optreden ten gevolge van grondwaterstandsverlagingen en of zettingsverhang. Geadviseerd wordt om voor aanvang van de bemalingswerkzaamheden de bouwkundige staat van de bebouwing op te nemen, welke binnen de invloedssfeer van de zettingen zijn gelegen.

Tevens wordt geadviseerd om de grondwaterstanden voorafgaand en tijdens de bemaling te monitoren nabij de bouwputten en in de omgeving van zettingsgevoelige objecten. Van belang is om te monitoren of de grondwaterstand ter plaatse van de bebouwing daalt onder het niveau van de GLG.

De aannemer dient in het door hem op te stellen bemalingsplan per kabeltracé aan te geven wat de signalerings- en interventiewaarden zijn voor de grondwaterstand in de zettingsgevoelige gebieden. Geadviseerd wordt om hierbij uit te gaan van de GLG. Indien de grondwaterstand daalt onder deze waarde dient hij maatregelen te treffen.

Indien meer zekerheid gewenst is in het zettingsrisico, is een aanvullend geotechnisch onderzoek nodig. Op basis van het geotechnisch onderzoek wordt nader onderzocht of zettingen zich kunnen gaan voordoen en welke effecten hiervan te verwachten zijn.

Maatregelen om het zettingsrisico te verkleinen zijn bijvoorbeeld het plaatsen van retourbemaling, tussen de onttrekkingsbronnen en de zettingsgevoelige objecten.

### 6.3 Verontreinigingen

Conform de Wet bodembescherming mogen ernstige gevallen van bodemverontreinigingen niet verminderd, verplaatst of verspreid worden tenzij een (deel)saneringsplan wordt opgesteld. Het bevoegd gezag dient dan in te stemmen met de (deel)saneringsplan.

Op basis van het uitgevoerde milieuhygiënisch onderzoek (Verkennd bodem- en asbestonderzoek, Ondergrondse Kabeltracés DW 380kV (Grontmij, 2 juni 2014, referentienummer GM-0134455) blijkt dat op een aantal locaties sprake is van verhoogde achtergrondwaarden voor zware metalen (barium, cadmium, kobalt, koper, nikkel en zink). Deze waarden overschrijden echter niet de Tussenwaarde. Op basis van de conclusies van het bodemonderzoek wordt gesteld dat geen mitigerende maatregelen nodig zijn bij de uitvoering van de bemaling.

De *Atlas van Gelderland* is geraadpleegd om vast te stellen of bodem- en/of grondwaterverontreinigingen gelegen zijn in de omgeving van de bemalingslocatie. Op circa 500 m ten oosten van het 150kV trafostation Keppelseweg is een grondwaterverontreiniging met chloorkoolwaterstoffen en minerale olie gelegen.



De verplaatsing van het grondwater ten gevolge van de bemaling is circa 3 meter, uitgaande van een porositeit van 0,3, een doorlaatfactor van 30 m/dag en een bemalingsduur van vier weken. De retardatiefactor van vinylchloride (meest mobiele stof) bedraagt circa 1,2, zodat de totale verplaatsing maximaal 3 m bedraagt. Op basis van bovenstaande berekeningen en uitgangspunten blijkt dat het effect van de bemaling op de aanwezige grondwaterverontreiniging gering is.

Bij de lozing dient visuele verontreiniging van het oppervlaktewater voorkomen te worden. De eis die het waterschap stelt is dat het gehalte onopgeloste bestanddelen niet meer dan 50 milligram per liter bedraagt. Deze eis komt voort uit besluit 'lozen buiten inrichtingen'. Dit is een landelijke eis die onafhankelijk is van het type oppervlaktewater waarop geloosd wordt. Van deze eis kan niet worden afgeweken. Voorgesteld wordt om circa één dag na aanvang van de bemaling het lozingswater te bemonsteren. Indien blijkt dat niet aan de norm voldaan wordt moet de aannemer aanvullende maatregelen treffen, bijvoorbeeld het plaatsen van een zandfilter.

#### **6.4 Verdroging**

De freatische verlagingen in de omgeving zijn relatief gering en kortdurend (maximaal vier weken per kabeltracé). Afhankelijk van de periode van uitvoer en het onttrekkingsdebiet is bepalend of droogteschade kan optreden door een lagere grondwaterstand.

De bemaling vindt plaats voor een periode van maximaal vijf dagen per deeltracé. De vochtbehoefte van gewassen is het grootste aan het begin van het groeiseizoen. Aan het eind (rijping) wordt de behoefte geringer. In de winter is het waterverbruik nihil.

Als de bemaling in het groeiseizoen plaats vindt en de kans op droogteschade aanwezig is, kan het bronneringswater of oppervlaktewater toegepast worden als beregeningswater voor de gewassen. Op deze manier wordt de droogteschade beperkt.

#### **6.5 Natuurgebieden**

Het noordelijk deel van het kabeltracé Langerak is gelegen nabij de Ecologische Hoofdstructuur (EHS) of een Ecologische Verbindingszone (EVZ). Tot de EHS worden Barlham en De Wiel gerekend. De Oude IJssel is gekenmerkt als ecologische verbindingzone. Het tracé is niet gelegen in een Natura2000 gebied. In bijlage 12 is de ligging van de EHS weergegeven, in relatie tot het tracé.

De bemaling is van relatief korte duur (maximaal 4 weken per locatie), zodat langdurige vochttekorten niet zullen optreden. Ter plaatse van het overgrote deel van het tracé sprake van een infiltratiesituatie. Hierdoor zal de bemaling nauwelijks een negatief effect hebben op de natuur. De GLG is al dieper gelegen dan de wortelzone van de planten.

Ter plaatse van de Oude IJssel en directe omgeving is sprake van een kwelsituatie. Het kabeltracé wordt hier met behulp van een gestuurde boring aangelegd, tot aan de zuidzijde van de Barlhammerweg. Grote verlagingen ter plaatse van de EHS worden daarom niet verwacht.

Daarnaast bevindt de wortelzone van de planten zich in de deklaag. Door kleiige samenstelling van de deklaag wordt het bodemvocht langer vastgehouden. Door zowel de voedende werking vanuit de Oude IJssel en het bergend vermogen van de deklaag, treden waarschijnlijk geen langdurige vochttekorten op, welke ecologische schade tot gevolg hebben.

Indien TenneT de effecten van de bemaling op de natuurgebieden meer in detail in beeld wil brengen wordt geadviseerd om per natuurdoeltype specifiek te kijken wat de mogelijke effecten zijn. Opgemerkt wordt dat de EHS geen externe werking kent en dat het toetsingskader van de EHS zich richt op structurele oppervlakteverlies van natuur (waar in dit project geen sprake van is) en niet op tijdelijke ingrepen.

## 6.6 Overige onttrekkingen

In de nabijheid van de bemalingslocaties zijn diverse beregeningsinstallaties gelegen. De filterstelling van deze onttrekkingen is diep gelegen, ten opzichte van de bemalingswerkzaamheden. Een extra verlaging van de grondwaterstand ter plaatse van de onttrekkingen leidt niet tot een afname van de onttrekkingscapaciteit. Aanvullende maatregelen hoeven niet genomen te worden.

## 6.7 Conclusie

In tabel 6.1 zijn de conclusies met betrekking tot de verwachte effecten samengevat.

**Tabel 6.1 Samenvatting effecten bemalingsadvies**

	Risico's	Acties
Zetting	Afhankelijk van dikte deklaag en funderingswijze	Op locaties waar verlagingen optreden tot onder de GLG in de deklaag, de bouwkundige opname van op staal gefundeerde bebouwing en peilbuis plaatsen ten behoeve van grondwaterstandsmonitoring
Verontreinigingen	Geen ernstige gevallen van mobiele bodemverontreinigingen in invloedsgebied	-
Verdroging	In groeiseizoen kan, afhankelijk van gewas, watertekort optreden.	Extra bevoeiing of schadeloosstellen agrariër.
Natuurgebieden	Voornamelijk natuurgebieden bij Oude IJssel in infiltratiegebied. Bij kwelgebieden kan vochttekort optreden	Monitoring freatische grondwaterstand (op rand EHS gebied. Indien noodzakelijk bronneringswater gebruiken voor grondwateraanvulling
Onttrekkingen derden	Geen	-



## 7 Overzicht bemalingsrisico's

### 7.1 Algemeen

In dit hoofdstuk worden de mogelijke risico's beschreven, welke op kunnen treden bij de uitvoering van de bemalingswerkzaamheden. Tevens wordt aangegeven welke mogelijkheden voorhanden zijn om de risico's te beperken. De risico's staan overigens al eerder in het rapport vermeld en nader uitgewerkt. In dit hoofdstuk worden ze samengevat. Achtereenvolgens komen de volgende punten aan bod:

- geohydrologische schematisatie;
- afmetingen funderingen;
- uitvoeringswijze;
- lozingen;
- schade aan derden.

### 7.2 Geohydrologische schematisatie

De gehanteerde geohydrologische schematisatie is gebaseerd op het uitgevoerde veldwerk, aangevuld met gegevens uit REGIS (versie II.1). In de gehanteerde uitgangspunten zitten onzekerheden, welke effecten hebben op het onttrekkingsdebiet en waterbezwaar.

De berekeningen zijn uitgevoerd met conservatieve waarden voor de parameters. Desondanks kan de geohydrologie lokaal afwijkend zijn ten opzichte van de beschikbare informatie:

- de horizontale doorlaatfactor is aangehouden op minimaal 30 m/dag. Indien blijkt dat deze hoger is dan aangenomen, heeft dit als gevolg dat het onttrekkingsdebiet zal toenemen. Een andere doorlaatfactor heeft een relatief groot invloed op het benodigd debiet.
- de weerstand van de deklaag is geschat op 70 dagen per meter. Een hogere weerstand zorgt voor een lager onttrekkingsdebiet en een grotere vocht nalevering vanuit de deklaag naar het watervoerend pakket. Dit heeft een relatief beperkte invloed op het debiet.
- de grondwaterstanden en stijghoogtes zijn afgeleid van veldschattingen en meetreeksen. Gerekend is met een GHG- en GLG situatie. Verwacht wordt dat tijdens de uitvoering de grondwaterstand ergens tussen de GHG en GLG zal variëren. Mochten de grondwaterstanden desondanks hoger zijn dan de GHG, dan zal het benodigde onttrekkingsdebiet toenemen. De grondwaterstand heeft het grootste invloed op het debiet.

Geconcludeerd kan worden dat de doorlaatfactor en de actuele grondwaterstand de grootste invloed hebben op het benodigd debiet (afwijkingen vormen een groot risico). De aannemer kan kiezen om bij het opstellen van het bemalingsplan, meer inzicht te krijgen in doorlaatfactor. Hiervoor kan de aannemer een pompproef uitvoeren of met behulp van zeefkrommes komen tot een nauwkeurigere inschatting van de doorlaatfactor. De verwachting is echter dat de uitgangspunten zo gekozen zijn, dat het waterbezwaar lager zal uitvallen dan berekend.

### 7.3 Afmetingen bouwput

Het ontwerp van de veldstrekkingen ligt vast. Bij de lasputten en gestuurde boringen is er wel enige vrijheid in het ontwerp. De aannemer kan zelf de optimale omvang van de bouwputten bepalen en veldstrekkingen. Indien blijkt dat deze afwijken van de gehanteerde uitgangspunten, heeft dit invloed op het onttrekkingsdebiet en waterbezwaar. Geadviseerd wordt om bij de aanleg van de veldstrekkingen te kiezen voor een andere aanlegmethode, waarbij minder grondwater onttrokken wordt. Gekozen kan worden om slechts een deel van de veldstrekking in bemaling te zetten en de bemalingsduur zo kort mogelijk te houden, om zo de effecten op de omgeving te beperken en het waterbezwaar te reduceren. Geadviseerd wordt om de ritssluitmethode toe te passen. In het bemalingsadvies is uitgegaan van een reguliere ontgraving, met bemaling voor een periode van circa vier weken per veldstrekking.

## 7.4 Uitvoeringswijze bemaling

### Type bemaling

In het bemalingsadvies is uitgegaan van horizontale bemaling voor de veldstrekkingen en verticale zwaartekracht bemaling bij de lasputten en gestuurde boringen, met onttrekkingsfilters tot 8 m –mv. Een andere bemalingswijze kan leiden tot een afwijking in het onttrekkingsdebiet. Bij toepassing van deepwells of grotere filterlengten neemt het benodigd debiet snel toe ten opzichte van de berekening. Door toepassing van horizontale bemaling kan een reductie worden verkregen tot circa 25%.

De aannemer dient er voor te zorgen dat de grondwaterstand niet meer dan strikt noodzakelijk verlaagd wordt. Waarbij geldt dat de grondwaterstand tot maximaal 0,5 m onder de bodem van de bouwput verlaagd mag worden. Dit is een van de voorwaarden in de vergunning waaraan de aannemer zich moet houden. Een risico is aanwezig dat de aannemer hiervan afwijkt waardoor het benodigd debiet zal toenemen.

### Ritssluitmethode

In het bemalingsadvies is uitgegaan dat de veldstrekkingen worden aangelegd met een open ontgraving. Hierbij wordt de gehele strekking ontgraven, voor een periode van vier weken. Binnen deze tijd wordt de veldstrekking aangelegd en staat de hele strekking (circa 1 km) in bemaling.

Een andere methode is de toepassing van de zogenaamde ritssluitmethode. Hierbij wordt een deel van de sleuf ontgraven en wordt de kabel aangelegd. Vervolgens wordt de bouwsleuf afgedicht. Door toepassing van deze methode staat een kleiner deel van de veldstrekking in bemaling en is de bemalingsduur per veldstrekking korter. Uitgaande van een aanlegsnelheid van 200 m per dag en een benodigde voorbemaling van 2 dagen staat per dag 600 m in bemaling, voor een periode van één week. Op basis van het bovengenoemde is uitgerekend welke reductie van het waterbezwaar optreedt, bij toepassing van de ritssluitmethode. Tabel 7.1 geeft de berekeningsresultaten weer van de ritssluitmethode, uitgaande van een GHG-situatie. Tabel 7.2 geeft ter vergelijking de berekeningen weer bij een open ontgraving voor een periode van vier weken. Deze tabel is gelijk aan tabel 4.4a.

**Tabel 7.1 Onttrekkingsdebiet en waterbezwaar bij ritssluitmethode, tijdens GHG-situatie**

Kabeltracé	Deellocatie	Bemalingsduur (dagen)	Verlaging stijghoogte (m)	Totaal onttrekkingsdebiet (m <sup>3</sup> /uur)	Totaal onttrekkingsdebiet (m <sup>3</sup> /dag)	Waterbezwaar (m <sup>3</sup> )
Keppelseweg	B01-B08	4	1,90	153	3.670	14.679
	B08-B12	4	1,58	132	3.172	12.687
	B14-B22	4	1,50	137	3.282	13.129
	B23-B27	4	0,50	46	1.102	4.408
<b>Subtotaal</b>						<b>45.000</b>
Langerak	Trafo – 2	5	2,00	158	3.780	18.901
	Mast 4 – 5	4	1,80	96	2.316	9.262
	Mast 5 – 6	4	1,80	147	3.530	14.122
	Mast 6 – 7	4	2,10	181	4.333	17.332
	Mast 7 – 8	3	1,80	153	3.676	11.029
	Mast 8 – 9	3	1,80	151	3.632	10.897
	Mast 9 - eind	4	2,00	167	4.005	16.020
<b>Subtotaal</b>						<b>98.000</b>
Uift	Mast 38	2	1,90	192	4.598	9.196
<b>Subtotaal</b>						<b>9.000</b>
Silvolde	B32-B40	4	1,90	169	4.060	16.239
	B41-B45	5	1,90	162	3.883	19.417
<b>Subtotaal</b>						<b>36.000</b>
<b>Totaal</b>		<b>54</b>				<b>188.000</b>



**Tabel 7.2 Verwacht onttrekkingsdebiet bij veldstrekkingen, ten tijde van de GHG situatie**

Kabeltracé	Deellocatie	Bemalingsduur (dagen)	Verlaging stijghoogte (m)	Totaal onttrekkingsdebiet		Waterbezwaar (m <sup>3</sup> )
				(m <sup>3</sup> /uur)	(m <sup>3</sup> /dag)	
Keppelseweg	Westelijk deel	28	1,90	351	8.425	235.887
	Oostelijk deel	28	1,20	247	5.938	166.259
Langerak	Mast 1 - 4	28	2,10	296	7.116	199.235
	Mast 4 - 7	28	2,00	283	6.795	190.259
	Mast 7 - eind	28	1,80	334	8.004	224.125
Uift	Uift	14	2,10	210	5.046	70.638
Silvolde	Silvolde	28	2,00	438	10.510	294.291
<b>Totaal</b>						<b>1.400.000</b>

Het bovenstaande wijst uit dat de ritssluitmethode een reductie van minstens 80% kan opleveren. Dit heeft twee belangrijke oorzaken:

- de periode van bemalen is korter. De effectieve periode van bemalen is circa één week, in plaats van vier weken per veldstrekking;
- er wordt minder grondwater onttrokken, omdat minder in bemaling staat. In plaats van 1 km wordt circa 600 m in bemaling gezet.

Voor onderhavig bemalingsadvies wordt echter uitgegaan dat de aannemer een open ontgraving per veldstrekking toepast. Deze worst-case situatie geeft een maximaal te verwachten onttrekkingsdebiet weer, waarbij tevens de grootste effecten op de omgeving zijn te verwachten.

#### *Retourbemaling*

Retourbemaling kan een alternatief zijn om een aantal risico's te beperken. Het lozingsdebiet is in een aantal gevallen groter dan de ontwerpcapaciteit van de watergangen (zie hoofdstuk 5). Tevens is het niet uit te sluiten dat de bemaling een negatief effect kan hebben op de omgeving (zie hoofdstuk 6).

Bij de toepassing van retourbemaling kunnen de risico's op negatieve effecten verkleind worden, waaronder overschrijding lozingsdebieten, zettingsrisico en droogteschade aan landbouw en natuur. Bij retourbemaling is het wel van belang om rekening te houden met de volgende aspecten:

- afstand tussen onttrekking en retourmatie. De afstand dient groot genoeg te zijn, om te voorkomen dat het grondwater rondgepompt gaat worden. Een toename van het totale onttrekkingsdebiet is niet te voorkomen, omdat een onderling effect optreedt;
- de installatie van het bemalingsstelsel. De broneerder is verantwoordelijk voor een functionerend stelsel, waarbij putverstopping voorkomen dient te worden.
- retourbemaling leidt tot hogere grondwaterstanden, met name nabij de retourbronnen. Voorkomen dient te worden dat retourmatie leidt tot grondwateroverlast;
- de locatie van de bronnen dient zo gekozen te worden dat de mitigerende maatregelen effectief zijn. De bronnen kunnen het beste geplaatst worden tussen de onttrekking en de locatie waar de maatregel voor bedoeld is, zodat de retourmatie effectief is.
- aanvullende monitoring is noodzakelijk, om zowel de verlagingen vast te stellen als de toename in grondwaterstanden.

In onderhavig bemalingsadvies is retourbemaling nog niet opgenomen als maatregel. Geadviseerd wordt om een nader onderzoek naar de mogelijkheden en de effecten van de retourbemaling op de omgeving.

## **7.5 Lozingen**

Als uitgangspunt is genomen dat al het bronneringswater geloosd wordt op het oppervlaktewater. Waterschap Rijn en IJssel heeft per watergang aangegeven wat de ontwerpcapaciteit is bij een T=100 situatie van de watergangen. Het maximale lozingsdebiet mag niet groter zijn dan dit debiet. In paragraaf 5.3 is reeds aangegeven dat met name in de veldstrekkingen de lozing van het bronneringswater een aandachtspunt is. Voorgesteld wordt dat TenneT samen met het waterschap en eventueel de aannemer in detail bekijkt waar exact de knelpunten liggen en welke oplossingsrichtingen er mogelijk zijn. Bij een grotere lozing kan het waterschap aanvullende eisen stellen aan de lozingen of een verbod op het lozen opleggen.

De aanvullende eisen hebben betrekking op de periode van uitvoer. Met name ter plaatse van kleinere watergangen gaat het lozingsdebiet richting de ontwerpcapaciteit van de watergangen. Hier is een risico dat bij grote lozingen niet voldaan kan worden aan de lozingsnormen. Tevens dient rekening gehouden te worden met extreme omstandigheden. Bij extreem grote neerslaghoeveelheden en/of extreem hoge waterpeilen kan door het waterschap een lozingsverbod opgelegd worden, om wateroverlast en/of schade te voorkomen. In het bemalingsadvies is met dergelijke extremen geen rekening gehouden. Retourbemaling van een deel van het bronneringswater is een optie om de lozingsdebieten te beperken en wateroverlast te voorkomen.

## **7.6 Schade aan derden**

### *Zettingen*

Zettingen kunnen zich voordoen, indien de grondwaterstand verlaagd wordt tot onder de GLG en de verlaging treedt op in zettingsgevoelige lagen. Om te monitoren of zettingen zich voordoen, wordt geadviseerd om de bouwkundige staat van de bebouwing in de directe omgeving van de bemalingslocatie op te nemen en om de grondwaterstanden in de bouwput en de directe omgeving ervan te monitoren. Indien de vereiste verlaging gehaald is, dient het onttrekkingsdebiet verlaagd te worden. Eventueel dient een retourbemaling toegepast te worden.

Het risico op schade ten gevolge van zettingen is afhankelijk van de periode van uitvoer, de dikte van de deklaag en de funderingswijze van de bebouwing. De verwachte risico's zijn klein, gelet op de gemiddelde dikte van de deklaag en de fluctuatie van de grondwaterstanden tot onder de deklaagrisico's worden echter niet uitgesloten, met name op locaties met hoge grondwaterstanden en/of een dik pakket van zettingsgevoelige lagen.

Retourmatie van bronneringswater nabij zettingsgevoelige objecten kan een maatregel zijn om de risico's te beperken.

### *Verdroging*

Afhankelijk van het gewas en de periode van uitvoer kan ten gevolge van de bemaling droogteschade ontstaan. Als maatregelen hiertegen kan extra beregening of een peilopzet in de watergangen toegepast worden. Het risico op verdroging wordt als klein beschouwd aangezien dit eenvoudig te verhelpen is.

### *Verlaging in EHS gebieden*

De verlaging nabij EHS gebieden dient voorkomen te worden. Bij verlagingen in de buurt van hydrologisch gevoelige gebieden kan peilopzet van de watergangen of retourbemaling toegepast worden. Toepassing van bronneringswater voor vocht toedienen kan alleen indien het water van voldoende kwaliteit is, waarbij de temperatuur en zuurstofgehalte van belang zijn. Door de relatief korte duur van de bemalingen, wordt het risico op aanvullende maatregelen als klein beschouwd.

Eventueel kan retourbemaling nabij de natuurgebieden toegepast worden. De effectiviteit hiervan dient nader onderzocht te worden.



## 8 Uitvoeringstechnische aspecten

### 8.1 Algemeen

Onder verantwoordelijkheid van de aannemer dient de definitieve uitvoeringswijze van de bouwput, inclusief alle hulpconstructies zoals eventuele damwanden en bemaling, nader te worden uitgewerkt in een werkplan. Het definitieve, gedetailleerde werkplan van de aannemer moet inzicht geven in de uiteindelijke uitvoeringswijze en fasering van de werkzaamheden in verband met opslag van materiaal, materieelstellingen en dergelijke.

Op basis van dit werkplan dienen onder verantwoordelijkheid van de aannemer de definitieve berekeningen van alle hulpconstructies, zoals eventuele damwandschermen te worden gemaakt. Ook de wijze van bemaling en het monitoringsplan dienen in het werkplan nader te worden omschreven. Hierbij moeten ten minste de volgende aspecten worden aangegeven:

- wijze van bemaling en lozing, situering van de filters en pompen;
- omgeving/kritische belendingen of infrastructuur
- signalerings- en interventiewaarden van de grondwaterstand ter plaatsen van zettingsgevoelige of kritische gebieden;
- monitoring van grondwaterstanden en zettingen;
- overzicht van mitigerende maatregelen en acties.

### 8.2 Samenvatting debieten en bemalingswijze

De verwachte benodigde onttrekkingsdebieten staan in tabel 4.2 t/m 4.4 weergegeven. Geadviseerd wordt om een bemalingssysteem toe te passen met een hogere capaciteit. Het bemalingssysteem dient afgestemd te worden op de noodzakelijke verlaging en de bodemopbouw. Opgemerkt wordt dat de aannemer te allen tijde verantwoordelijk blijft voor de toe te passen bemaling en de te gebruiken technieken. De wijze van bemaling, de definitieve locaties van de pompen en de situering van de filters dient door de aannemer als zijnde uitvoeringsdeskundige nader te worden bepaald en te worden vastgelegd in een werkplan (zie ook paragraaf 8.1). De aannemer als uitvoeringsdeskundige is verantwoordelijk voor de monitoring en eventuele aanvulling op onderstaande monitoringswerkzaamheden. Onderstaand is ingegaan op de benodigde monitoring.

### 8.3 Monitoring

#### *Monitoring debietmeterstanden*

De watermeters moeten dagelijks afgelezen worden en in duidelijk leesbare eenheden (m<sup>3</sup>) in tabelvorm worden geregistreerd. Meting van de onttrokken hoeveelheid dient uitgevoerd te worden in overeenstemming met de AMvB, 27 augustus 1985, Stb 531.

#### *Monitoring grondwaterstanden*

De grondwaterstand mag tot maximaal 0,5 m beneden de werkvloer verlaagd worden. In het advies is uitgegaan van een verlaging van 0,3 m. Nadat de gewenste verlaging is bereikt, wordt het bemalingsdebiet zodanig teruggebracht, dat de verlaging niet verder toeneemt. Om de grondwaterstandverlaging te kunnen monitoren, dienen in en nabij de bouwput peilbuizen geplaatst te worden.

Om eventuele zetting(schade) te kunnen signaleren wordt geadviseerd nabij de gebouwen, welke gelegen zijn binnen de invloedssfeer van de bemaling, peilbuizen te plaatsen. Dit om te controleren of de waterstand niet verder uitzakt dan de GLG, ten tijde van de aanleg. De invloedssfeer van de bemaling staat weergegeven in bijlage 3 t/m 10.

De aannemer draagt zorg voor de opname en registratie van de grondwaterstanden *ten opzichte van NAP* in het lokaal meetnet.

### Monitoring lozingswater

Het kwalitatieve gedeelte valt sinds 1 juli 2011 onder het Besluit lozen buiten inrichtingen. Het te lozen grondwater dient te voldoen aan onderstaande lozingseisen. In het Besluit lozen buiten inrichtingen staat vermeld dat het water moet voldoen aan de volgende eisen:

- het gehalte onopgeloste stoffen in enig steekmonster ten hoogste 50 milligram per liter bedraagt (conform NEN-EN 872);
- als gevolg van het lozen geen visuele verontreiniging optreedt.

Indien er sprake is van verontreinigingen (in de omgeving van de bemaling) kan het waterschap eisen het analysepakket uit te breiden met de parameters die aangetroffen zijn in de verontreinigingscontour.

### 8.4 Samenvatting monitoringsplan

In tabel 8.1 is het monitoringsplan samengevat. Als gevolg van eventuele eisen van het bevoegd gezag (Waterschap Rijn en IJssel) kan de noodzakelijke monitoring afwijken van de hieronder beschreven monitoringswerkzaamheden.

**Tabel 8.1 Samenvatting monitoringswerkzaamheden**

Onderdeel	Werkzaamheden	Actiewaarde	Actie
Bemaling	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Dagelijks (werkdagen) opnemen en registreren van debietmeterstand</li> <li>• Dagelijks (werkdagen) opnemen en registreren grondwaterstanden.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Grondwaterstand meer dan 0,5 m beneden sleufbodem.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Onttrekkingsdebiet verlagen.</li> </ul>
Lozing	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Bemonstering lozingswater (op basis van de gestelde eisen volgens lozingsbesluit Lozing buiten inrichtingen)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Concentraties boven lozingseis.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Plaatsen zuivering of andere passende acties</li> </ul>
Zettingen	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Voorafgaand aan bemaling inmeten bebouwing t.o.v. NAP (dorpels)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Verlagen tot onder de GLG in de deklaag bij zettingsgevoelige objecten.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Bemalingsdebiet verlagen of retourneren water</li> </ul>
Natuur	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Dagelijks (werkdagen) opnemen en registreren freatische grondwaterstanden.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Verlaging freatische grondwaterstand beneden GLG gedurende vijf dagen</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Bemalingsdebiet verlagen, bevloeiing of retourneren water</li> </ul>

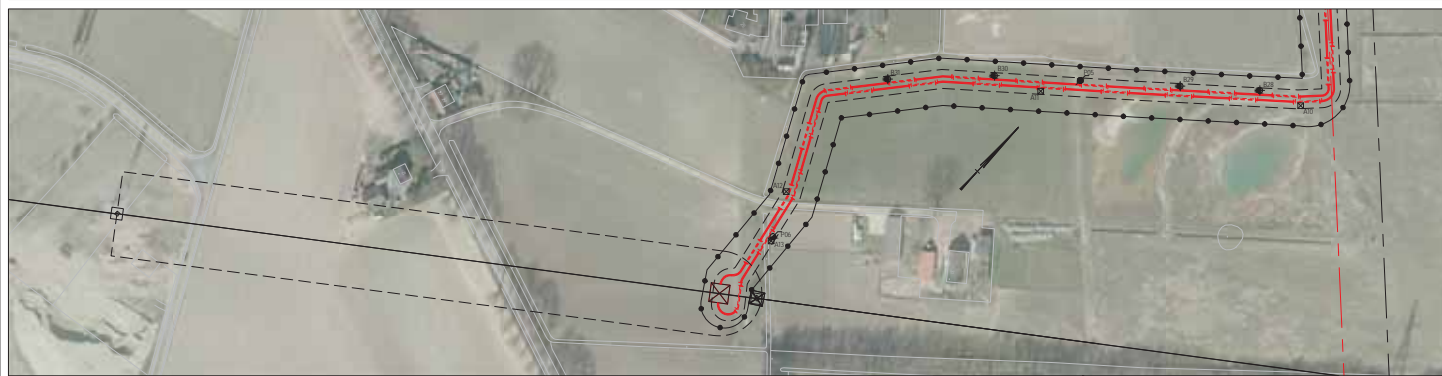
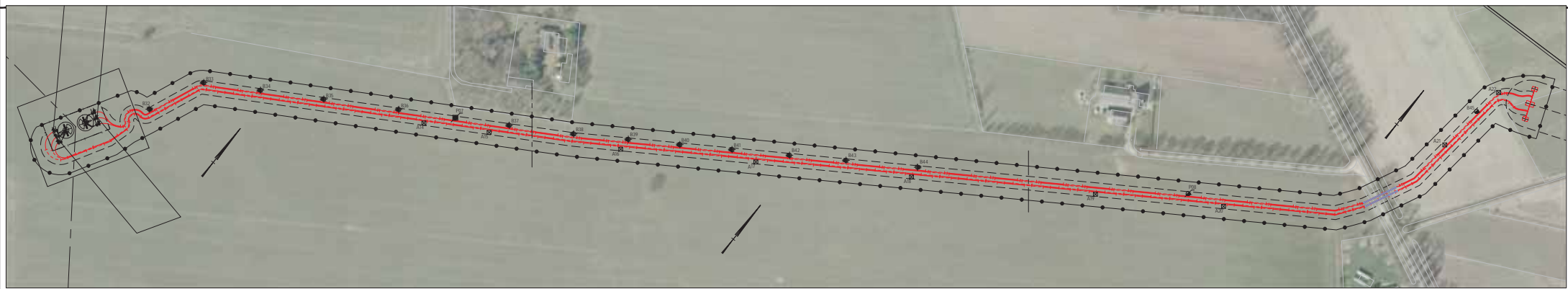
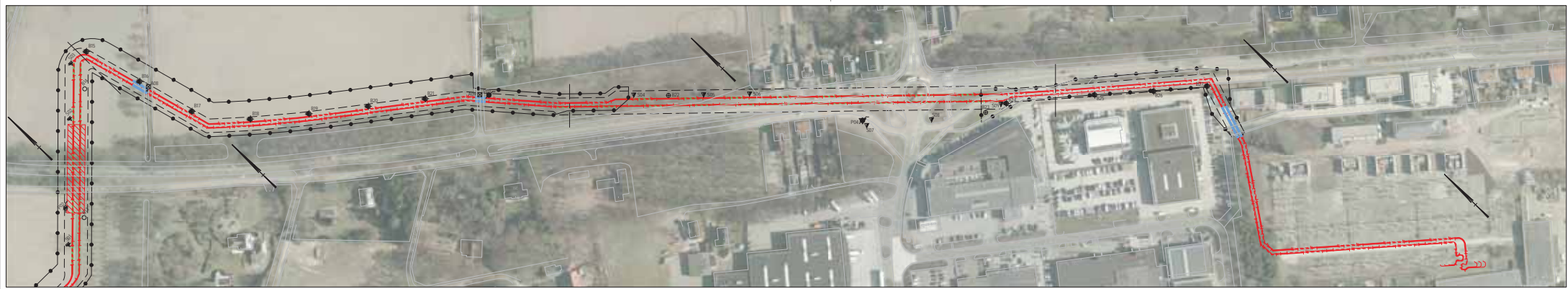
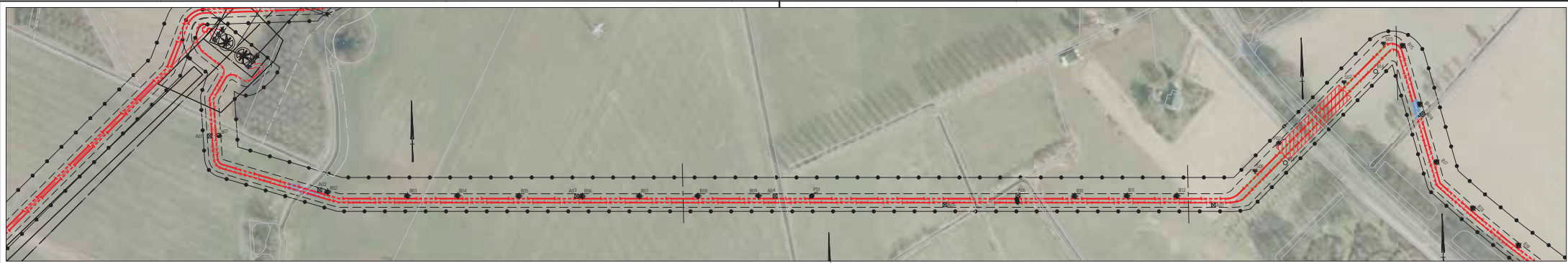
### 8.5 Slot

Om de kwaliteit van de werkzaamheden te waarborgen wordt aanbevolen om de monitoring door een onafhankelijke en deskundige partij te laten controleren.



## Bijlage 1

# Ontwerptekening en situering kabeltracé



**VERKLARING**

- ◆ BORGING TOT 2.0m -MV
- ▲ ARCHIEVOLOGISCH - CULTUUR TECHNISCH
- BORGING TOT 3.0m -MV
- ▲ CULTUUR TECHNISCH - G-WAARDE - MIEUW
- BORGING TOT 3.0m -MV
- ▲ ARCHIEVOLOGISCH - CULTUUR TECHNISCH - G-WAARDE - MIEUW
- BORGING TOT 6.0m -MV
- (G-WAARDE WACHWAARD)
- BORGING TOT 11.0m -MV
- (G-WAARDE WACHWAARD)
- PELBUS TOT 3.0m -MV
- CULTUUR TECHNISCH - G-WAARDE - MIEUW - GEOMORFOLOGISCH
- PELBUS TOT 6.0m -MV
- ARCHIEVOLOGISCH - CULTUUR TECHNISCH - G-WAARDE - MIEUW - GEOMORFOLOGISCH
- PELBUS TOT 8.0m -MV
- ARCHIEVOLOGISCH - CULTUUR TECHNISCH - G-WAARDE - MIEUW - GEOMORFOLOGISCH
- PELBUS TOT 15.0m -MV
- SOORDBORGING TOT 20.0m -MV
- ASBESTIGTAT
- KABEL
- MASTVOETEN
- KABELSTROOK
- WERKGRENS

Schaal 1:1000

**CONCEPT**

**TENNET TSO B.V.**  
DOETINCHEM - WEZEL 380 kV

**SITUATIE KABELS EN LEIDINGEN  
BOORPLAN**

Projectnummer	32339M21-LC25-1	Blad	1	Totaal bladen	1
Projectnaam	32339M21-LC2	Afdeling	AD	1:1000	
Datum	22/03/2014	Ontwerp door	MB	Controle door	MB

www.groenit.nl

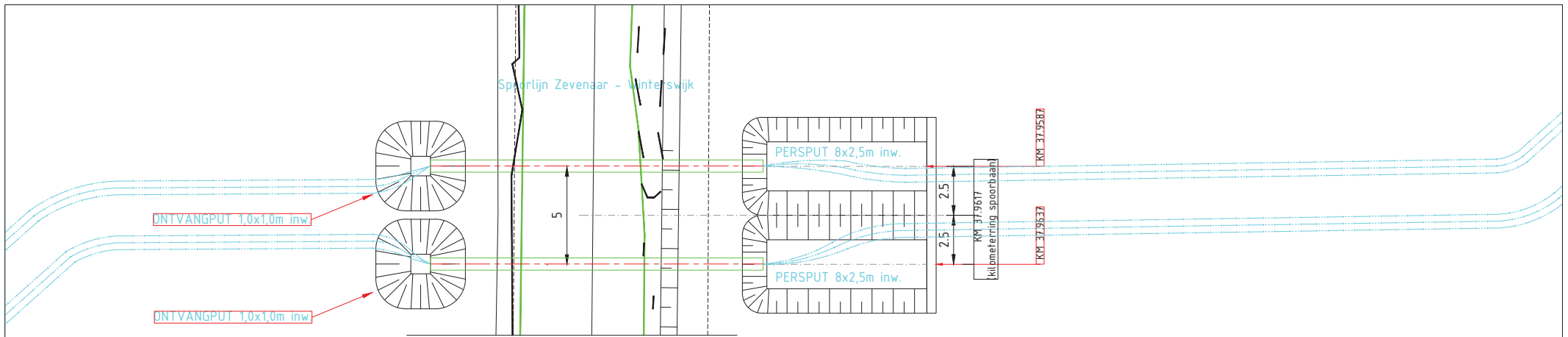






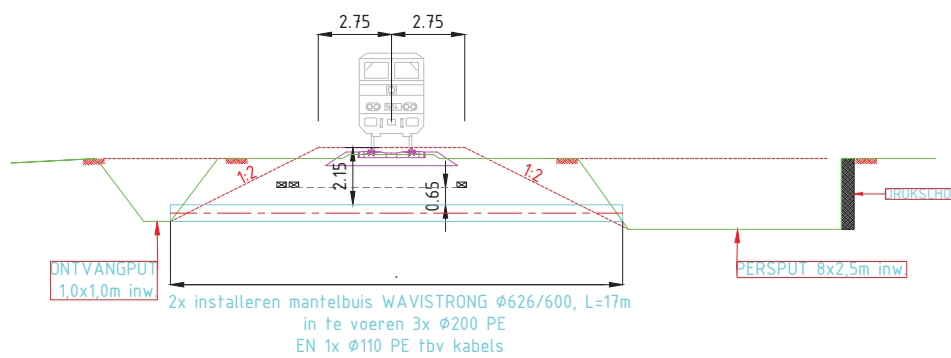






**SITUATIE**

Schaal 1:100

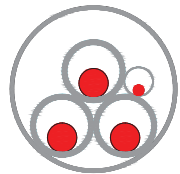


**LANGSDOORSNEDE PERSING KM37.9637 EN KM37.9587**

Schaal 1:100

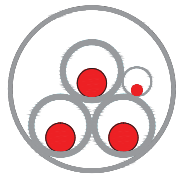
**PERSING KM37.9637**

WAVISTRONG: Ø626/600  
IN TE VOEREN  
3x Ø200 PE EN 1x Ø110 PE  
MANTELBUIS TBV KABELS



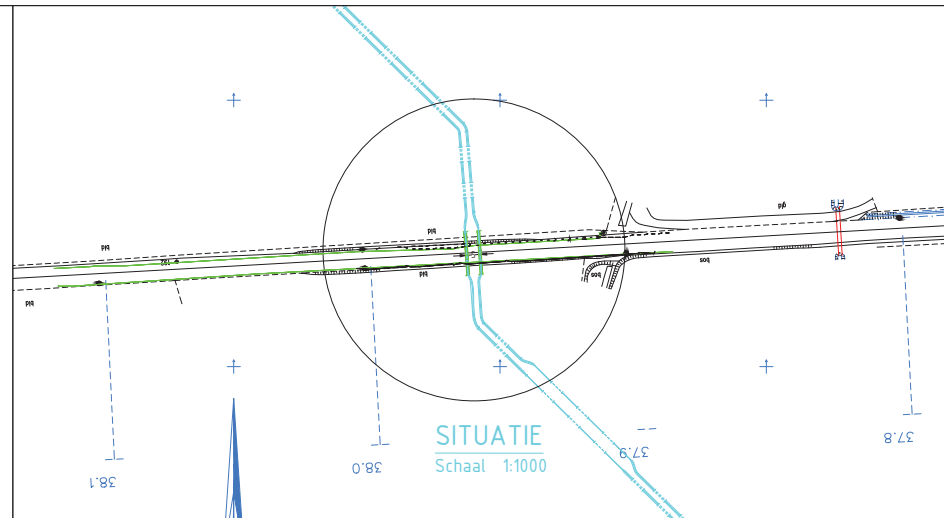
**PERSING KM37.9587**

WAVISTRONG: Ø626/600  
IN TE VOEREN  
3x Ø200 PE EN 1x Ø110 PE  
MANTELBUIS TBV KABELS



**DOORSNEDE PERSINGEN**

Schaal 1:10



**SITUATIE**

Schaal 1:1000

Situatie en langprofiel volgens tekening ProRail tekeningnummer: 000516129

Kabels en Ledingen ingetekend a.d.h.v. Kilometering/Kilnummer: 130026823

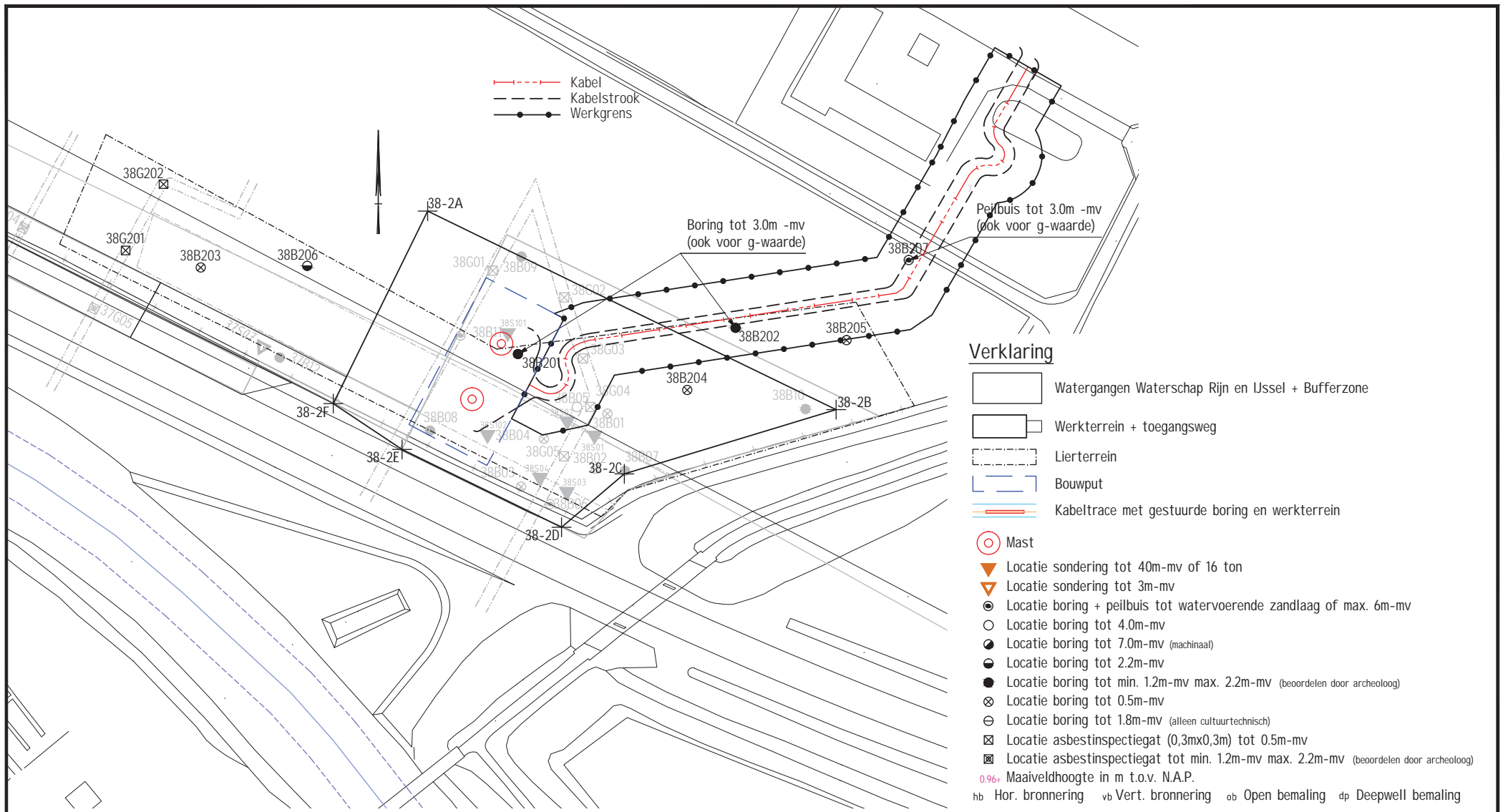
Methode: gestuurde overgaar

prorail datatransport

prorail overig

Opdrachtgever: TenneT		Aankomende projectie		Schaal: 1:100	Formaat: A1	Afdeling: VB
Datum: 15-10-2013		Naam: DTC		Fase: BO	Akkoord: NW	
Gef.: 15-10-2013		TSP		Status: CONCEPT	Datum: 25-11-2013	
Erf.: 25-11-2013		NW				
Gef.: 25-11-2013		NW				
380kV DTC-Wesel, Aanpassingen 150kV NET						
SPOORKRUISSING						
SPOORBAAN WINTERSWIJK-ZEVENAAR KM37.9617						
<b>REDDYN</b>				342-78-20		Blad 001
Rev.	Wijziging	Datum	Get.	Oorpr.	Verv.	Verv.door:





MATEN IN METERS, TENZIJ ANMBRS AANGEGEVEN  
MATERIALEN IN MILLIMETERS

**CONCEPT**



Opdrachtgever

**TENNET TSO B.V.**

Project

**DOETINCHEM - WESEL 380 kV (vka 3.0-2014-05-28)**

Onderdeel

**CULTUUR TECHNISCHE KAART MAST 38**

Tekeningnummer	Rev.	Bestandsnaam	Formaat	Schaal	Blad	Aantal
323386-215-C1-38		323386-215-C1.dwg	A3	1:1000		
Kantoor	Projectnummer	Besteknummer	Datum van uitgave	Get.	Gez.	Acc.
ARNHEM	323386		20-06-2014	MB		

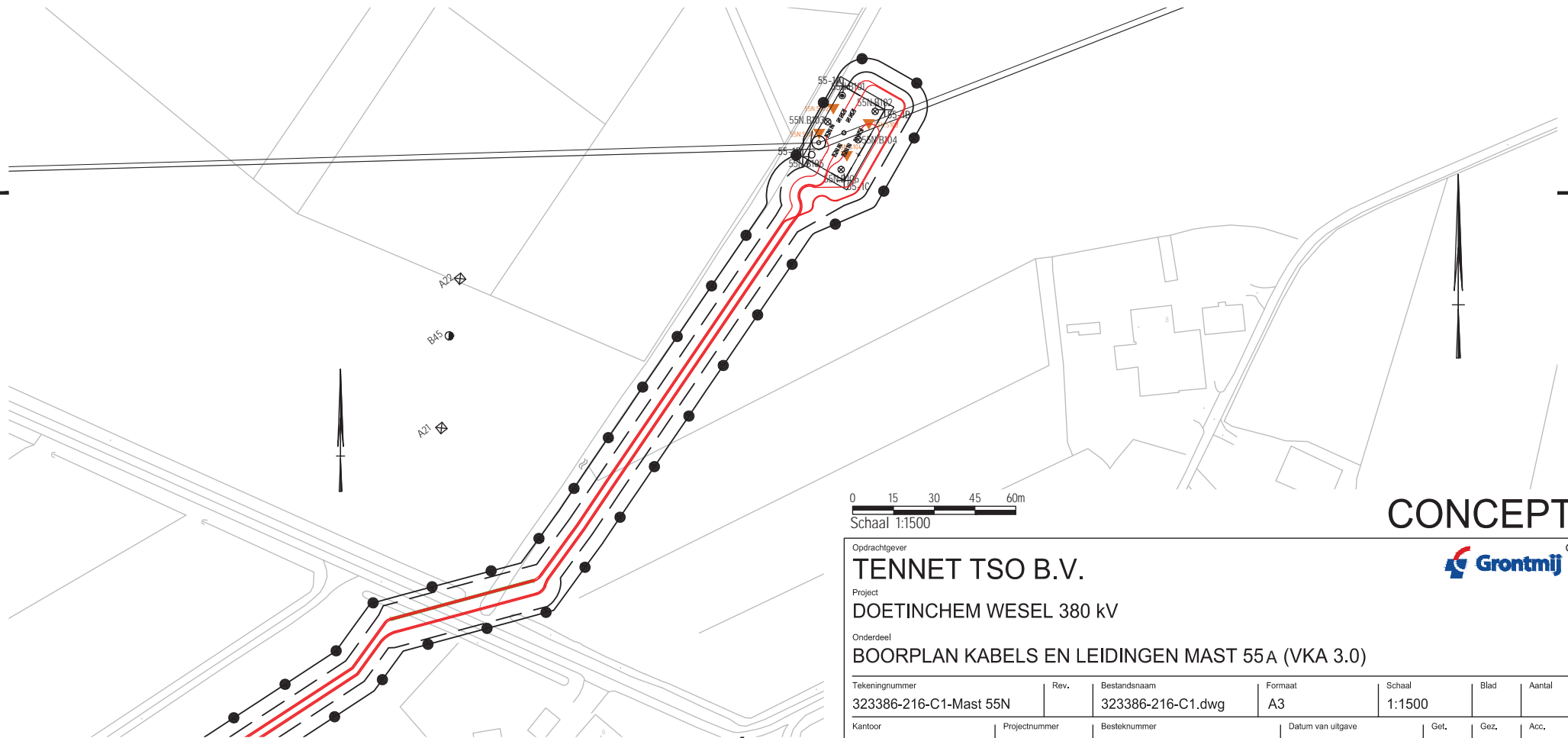
## VERKLARING

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

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

- Locatie sondering tot 40m-mv of 16 ton
- Locatie boring + peilbuis tot watervoerende zandlaag of max. 6m-mv
- Locatie boring tot 4.0m-mv
- Locatie boring tot 0.5m-mv

- KABEL
- MASTVOETEN
- KABELSTROOK
- WERKGRENS



0 15 30 45 60m  
Schaal 1:1500

**CONCEPT**

Opdrachtgever								
<b>TENNET TSO B.V.</b>								
Project								
<b>DOETINCHEM WESEL 380 kV</b>								
Onderdeel								
<b>BOORPLAN KABELS EN LEIDINGEN MAST 55A (VKA 3.0)</b>								
Tekeningnummer	Rev.	Bestandsnaam	Formaat	Schaal	Blad	Aantal		
323386-216-C1-Mast 55N		323386-216-C1.dwg	A3	1:1500				
Kantoor	Projectnummer	Besteknummer	Datum van uitgave		Get.	Gez.	Acc.	
ARNHEM	323386		30-06-2014		DE			



## Bijlage 2

# Berekeningsmethode onttrekkingsdebiet

**Berekeningsmethode debieten en verlagingen**

Het onttrekkingsdebiet is uitgerekend op basis van een analytische formules voor een sleufbemaling Huisman (H<sub>2</sub>O,1971). In de berekening van de debieten en waterbezwaar wordt onder andere rekening gehouden met de dikte van de deklaag (opbarstgevaar, bemaling van bouwputten, Stichting Bouwresearch 2003), doorlaatvermogen van het watervoerend pakket, aanleg-snelheid en onvolkomenheid van de onttrekkingsfilters.

De debieten voor in het watervoerend pakket zijn berekend met:

$$Q = a * 2 * \pi * kD * dH * R / \lambda * K_0(R / \lambda) / K_1(R / \lambda)$$

Met daarin:

a	=	correctiefactor onvolkomenheid filter
kD	=	doorlaatvermogen watervoerend pakket (m <sup>2</sup> /dag)
dH	=	benodigde stijghoogte verlaging (afhankelijk van opbarstgevaar) (m)
λ	=	spreidingslengte (m)
K <sub>0</sub> / K <sub>1</sub>	=	Besselfuncties
R	=	equivalente straal (m)

De debieten uit de deklaag zijn berekend met:

$$Q = 2 * \pi * kD_{\text{deklaag}} * (H-s) * R / \lambda_{\text{deklaag}} * K_0(R / \lambda_{\text{deklaag}}) / K_1(R / \lambda_{\text{deklaag}})$$

Met daarin:

kD <sub>deklaag</sub>	=	doorlaatvermogen deklaag (m <sup>2</sup> /dag)
H	=	stijghoogte in watervoerend pakket (m +NAP)
s	=	ontgravingsdiepte (m +NAP)
λ <sub>deklaag</sub>	=	spreidingslengte deklaag (m)
K <sub>0</sub> / K <sub>1</sub>	=	Besselfuncties
R	=	equivalente straal (m)

Indien geen scheidende laag aanwezig is, vormt het eerste watervoerend pakket één dik watervoerend pakket. Op deze plaatsen is het benodigd debiet gecorrigeerd voor onvolkomenheid van onttrekkingsfilters. De reductie als gevolg van onvolkomenheid van de filters is berekend aan de hand van de formule van Forcheimer (Stichting bouwresearch, 2003):

$$\alpha = \sqrt{\frac{T}{H}} * \sqrt{\frac{(2H - T)}{H}}$$

Waarin:

H = dikte gehele pakket

T = hoogte grondwaterspiegel tot onderkant filter



**Berekening opbarstgevaar**

Het opbarstgevaar is berekend met behulp van onderstaande vergelijkingen volgens Gray worden berekend (Bemaling van Bouwputten, Stichting Bouwresearch, 2003 en (NEN 9997-1+C1):

$$V_f = \frac{P_n}{P_o} = \frac{f * P_1 + P_2}{h * \gamma_w} \text{ en } f = \frac{2}{\pi} \left[ \left(1 + \frac{b}{a}\right) * \arctan\left(\frac{d_2}{a+b}\right) - \frac{b}{a} * \arctan\left(\frac{d_2}{b}\right) \right]$$

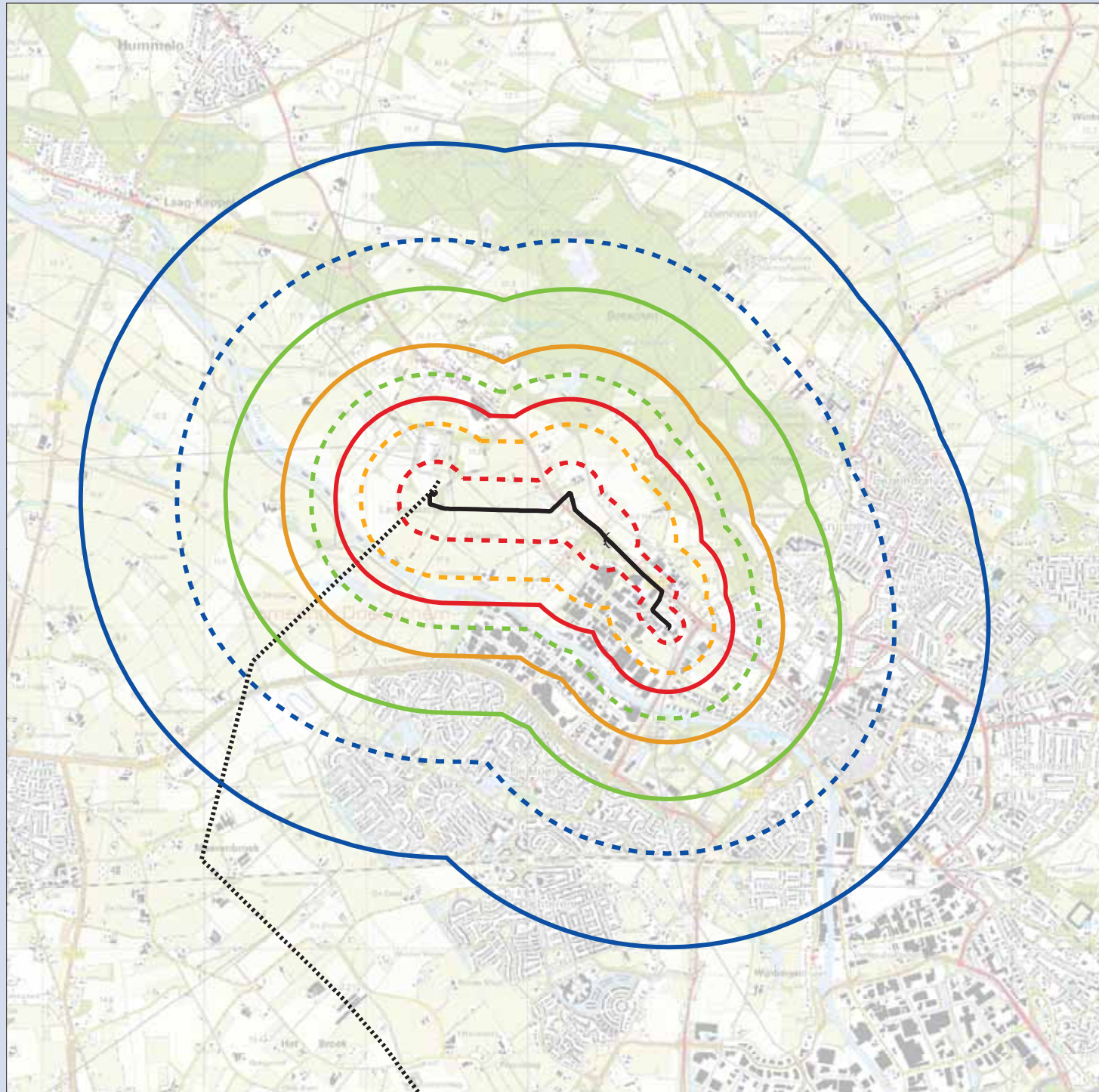
**Waarin:**

$v_f$	veiligheidsfactor, verhouding tussen de neerwaartse en opwaartse druk	[-]
$P_n$	neerwaartse druk door boven- en naastliggende grondlagen	[kN/m <sup>2</sup> ]
$P_o$	opwaartse druk (waterspanning)	[kN/m <sup>2</sup> ]
$P_1$	$\gamma_{g1} * d_1$	[kN/m <sup>2</sup> ]
$P_2$	$\gamma_{g2} * d_2$	[kN/m <sup>2</sup> ]
$\gamma_{g1}$	gemiddeld volumegewicht van de grond van maaiveld tot de bouwputbodem, inclusief poriënwater	[kN/m <sup>3</sup> ]
$\gamma_{g2}$	gemiddeld volumegewicht van de grond van bouwputbodem tot onderzijde deklaag, inclusief poriënwater	[kN/m <sup>3</sup> ]
$d_1$	dikte van de slecht doorlatende grondlagen van maaiveld tot de bouwputbodem	[m]
$d_2$	dikte van de slecht doorlatende grondlagen van bouwputbodem tot onderzijde deklaag	[m]
$a$	breedte van het talud	[m]
$b$	afstand midden sleuf tot wand sleuf	[m]
$h$	stijghoogte van het grondwater in de onderliggende watervoerende laag ten opzichte van de onderzijde van de slecht doorlatende grondlagen	[m]
$\gamma_w$	volumegewicht van water (9,8)	[kN/m <sup>3</sup> ]

## Bijlage 3

# Verlagingscontouren per veldstrekking, tijdens een GHG-situatie





## Kabeltrace Keppelseweg

### Legenda

- Verlagingscontour 1 m Watervoerend pakket
- Verlagingscontour 0,5 m Watervoerend pakket
- Verlagingscontour 0,25 m Watervoerend pakket
- Verlagingscontour 0,05 m Watervoerend pakket
- Verlagingscontour 1 m Freatisch pakket
- Verlagingscontour 0,5 m Freatisch pakket
- Verlagingscontour 0,25 m Freatisch pakket
- Verlagingscontour 0,05 m Freatisch pakket
- ⌘ Lasput
- Veldstrekking
- 380 kV tracé

0 250 500 1,000 1,500 2,000 meter

## GHG verlagingen veldstrekkingen Doetinchem-Wesel 380 kV - VKA 2.5

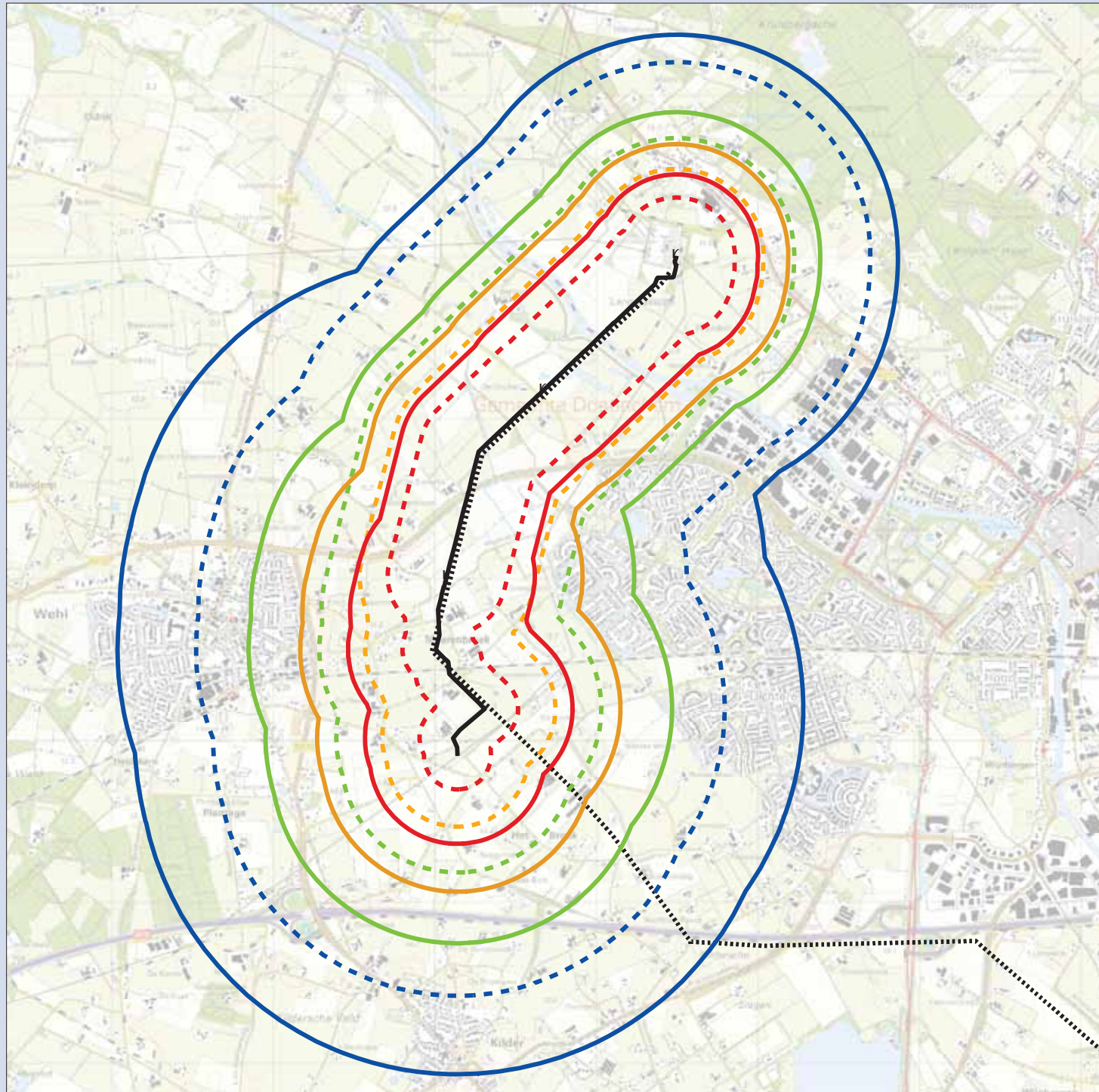
Oprachtgever: TenneT TSO B.V.  
Projectnummer: 323386



Status: concept  
Datum: 16-06-2014  
Schaal: 1:25,000  
Formaat: A3  
Tekeningnummer: 000  
Getekend: SW  
Gecontroleerd: AvdT

Nederland B.V.  
Velperweg 26, 6824 BJ Arnhem  
Postbus 485, 6800 AL Arnhem  
T +31 26 355 83 55  
F +31 26 455 92 81  
www.grontmij.nl





## Kabeltrace Langerak

### Legenda

- Verlagingscontour 1 m Watervoerend pakket
- Verlagingscontour 0,5 m Watervoerend pakket
- Verlagingscontour 0,25 m Watervoerend pakket
- Verlagingscontour 0,05 m Watervoerend pakket
- Verlagingscontour 1 m Freatisch pakket
- Verlagingscontour 0,5 m Freatisch pakket
- Verlagingscontour 0,25 m Freatisch pakket
- Verlagingscontour 0,05 m Freatisch pakket
- Lasput
- Veldstrekking
- 380 kV tracé

0 250 500 1.000 1.500 2.000 meter

## GHG verlagingen veldstrekkingen

### Doetinchem-Wesel 380 kV - VKA 2.5

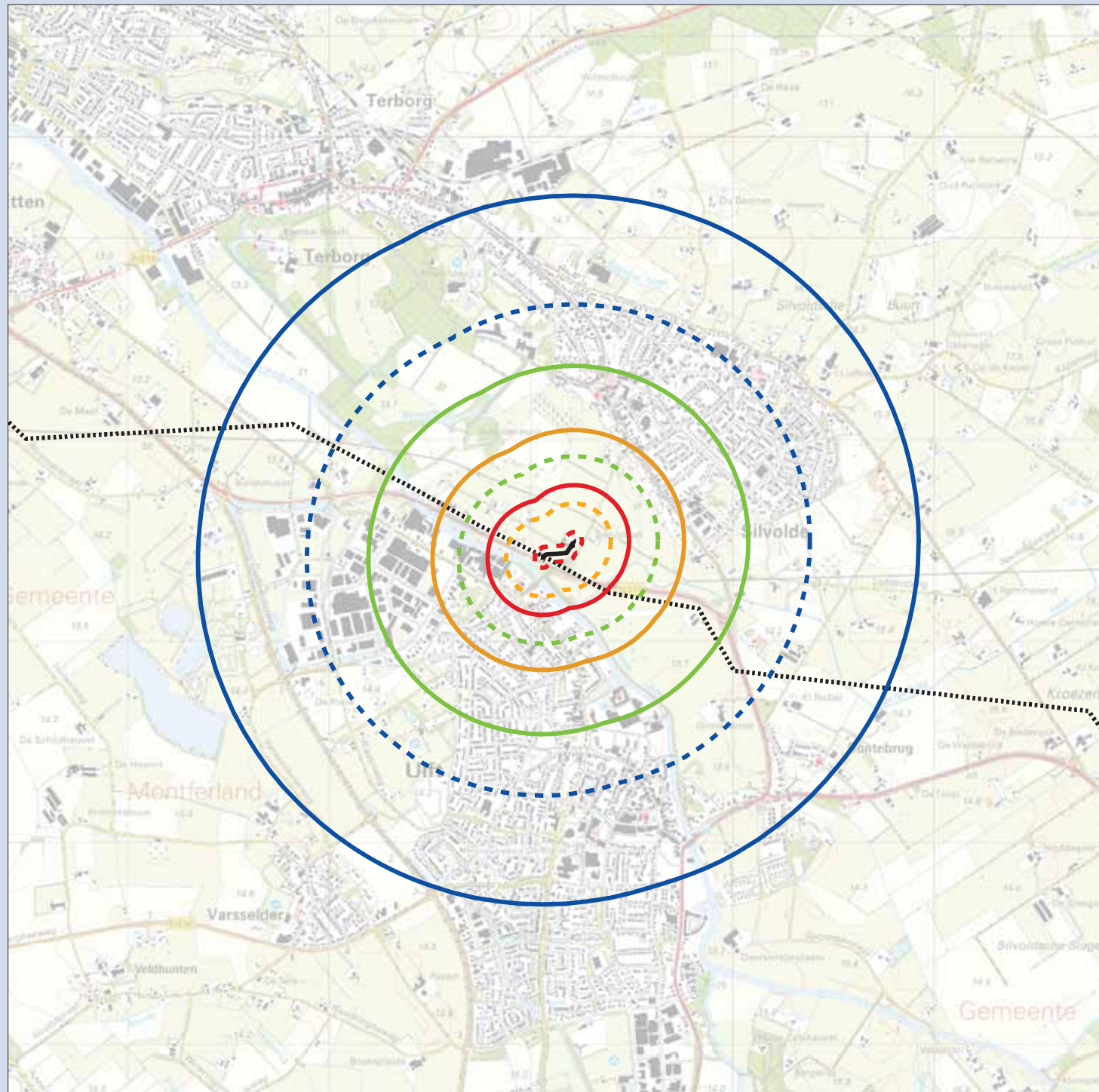
Oprachtgever: TenneT TSO B.V.  
Projectnummer: 323386



Status: concept  
Datum: 16-06-2014  
Schaal: 1:25.000  
Formaat: A3  
Tekeningnummer: 000  
Getekend: SW  
Gecontroleerd: AvdT

Nederland B.V.  
Velperweg 26, 6824 BJ Arnhem  
Postbus 485, 6800 AL Arnhem  
T +31 26 355 83 55  
F +31 26 455 92 81  
www.grontmij.nl





## Kabeltrace Ulfthuis

### Legenda

- Verlagingscontour 1 m Watervoerend pakket
- Verlagingscontour 0,5 m Watervoerend pakket
- Verlagingscontour 0,25 m Watervoerend pakket
- Verlagingscontour 0,05 m Watervoerend pakket
- Verlagingscontour 1 m Freatisch pakket
- Verlagingscontour 0,5 m Freatisch pakket
- Verlagingscontour 0,25 m Freatisch pakket
- Verlagingscontour 0,05 m Freatisch pakket
- Lasput
- Veldstrekking
- 380 kV tracé

0 250 500 1.000 1.500 meter

## GHG verlagingsen veldstrekking Doetinchem-Wesel 380 kV - VKA 2.5

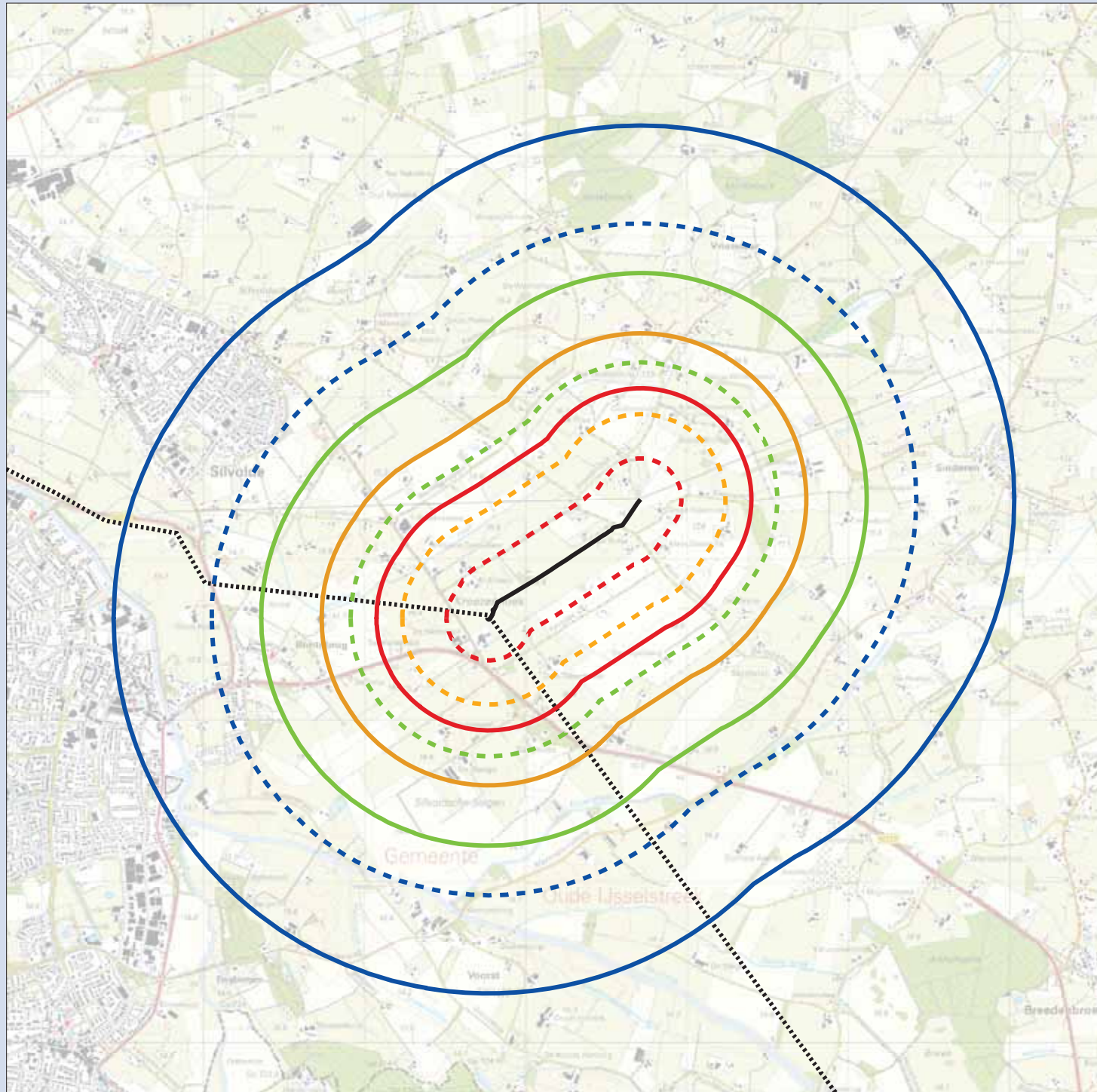
Oprachtgever: TenneT TSO B.V.  
Projectnummer: 323386



Status: concept  
Datum: 16-06-2014  
Schaal: 1:20.000  
Formaat: A3  
Tekeningnummer: 000  
Getekend: SW  
Gecontroleerd: AvdT

Nederland B.V.  
Velperweg 26, 6824 BJ Arnhem  
Postbus 485, 6800 AL Arnhem  
T +31 26 355 83 55  
F +31 26 455 92 81  
www.grontmij.nl





## Kabeltrace Silvolde

### Legenda

- Verlagingscontour 1 m Watervoerend pakket
- Verlagingscontour 0,5 m Watervoerend pakket
- Verlagingscontour 0,25 m Watervoerend pakket
- Verlagingscontour 0,05 m Watervoerend pakket
- Verlagingscontour 1 m Freatisch pakket
- Verlagingscontour 0,5 m Freatisch pakket
- Verlagingscontour 0,25 m Freatisch pakket
- Verlagingscontour 0,05 m Freatisch pakket
- ⌘ Lasput
- Veldstrekking
- 380 kV tracé

0 250 500 1,000 1,500 2,000 meter

## GHG verlagingen veldstrekking Doetinchem-Wesel 380 kV - VKA 2.5

Opdrachtgever: TenneT TSO B.V.  
Projectnummer: 323386



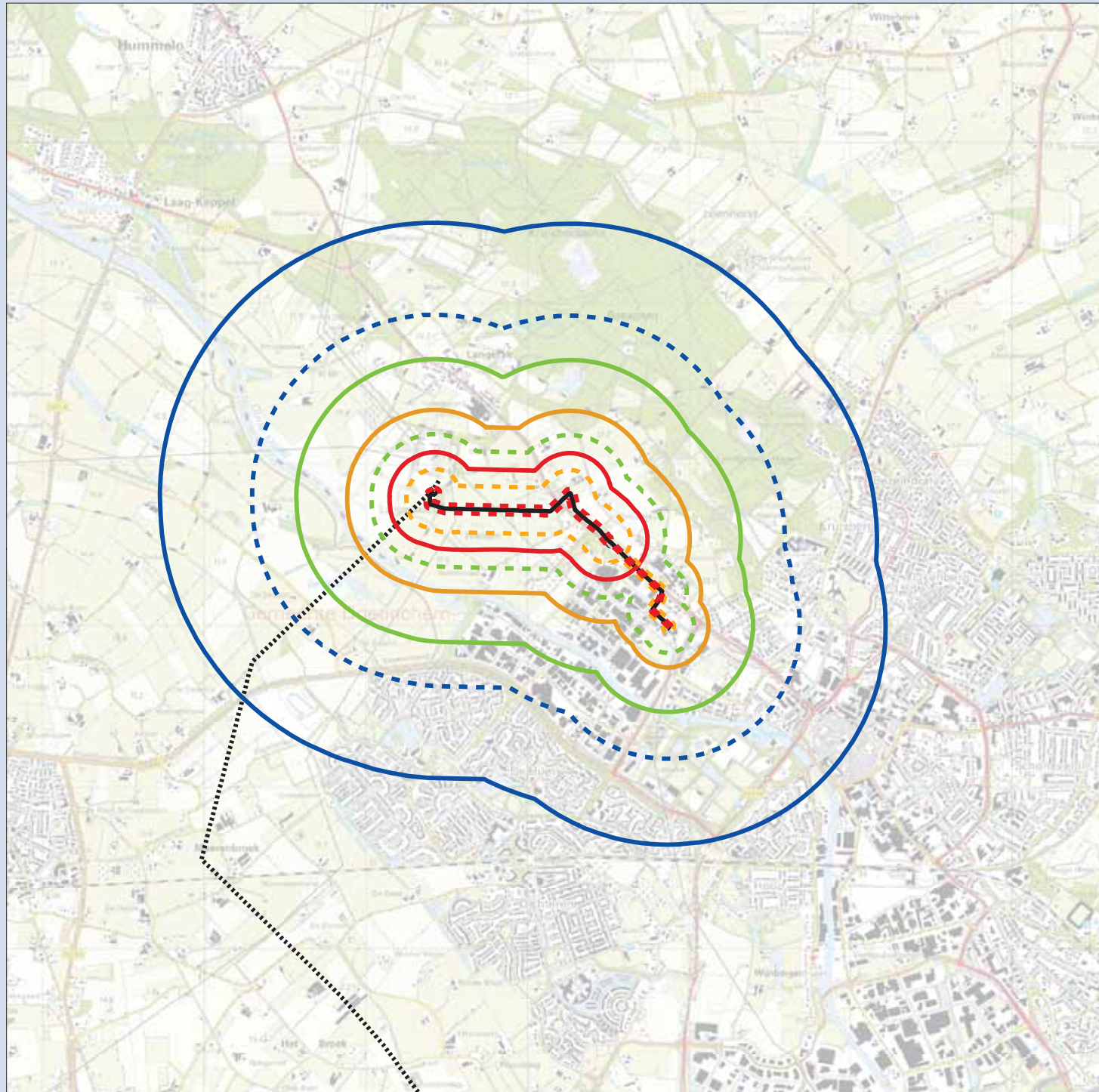
Status: concept  
Datum: 16-06-2014  
Schaal: 1:25,000  
Formaat: A3  
Tekeningnummer: 000  
Getekend: SW  
Gecontroleerd: AvdT

Nederland B.V.  
Velperweg 26, 6824 BJ Arnhem  
Postbus 485, 6800 AL Arnhem  
T +31 26 355 83 55  
F +31 26 455 92 81  
www.grontmij.nl



## Bijlage 4

# Verlagingscontouren per veldstrekking, tijdens een GLG-situatie



## Kabeltrace Keppelseweg

### Legenda

- Verlagsingscontour 1 m Watervoerend pakket
- Verlagsingscontour 0,5 m Watervoerend pakket
- Verlagsingscontour 0,25 m Watervoerend pakket
- Verlagsingscontour 0,05 m Watervoerend pakket
- Verlagsingscontour 1 m Freatisch pakket
- Verlagsingscontour 0,5 m Freatisch pakket
- Verlagsingscontour 0,25 m Freatisch pakket
- Verlagsingscontour 0,05 m Freatisch pakket
- ⊗ Lasput
- Veldstrekking
- 380 kV tracé

0 250 500 1,000 1,500 2,000 meter

## GLG verlagen veldstrekkingen

### Doetinchem-Wesel 380 kV - VKA 2.5

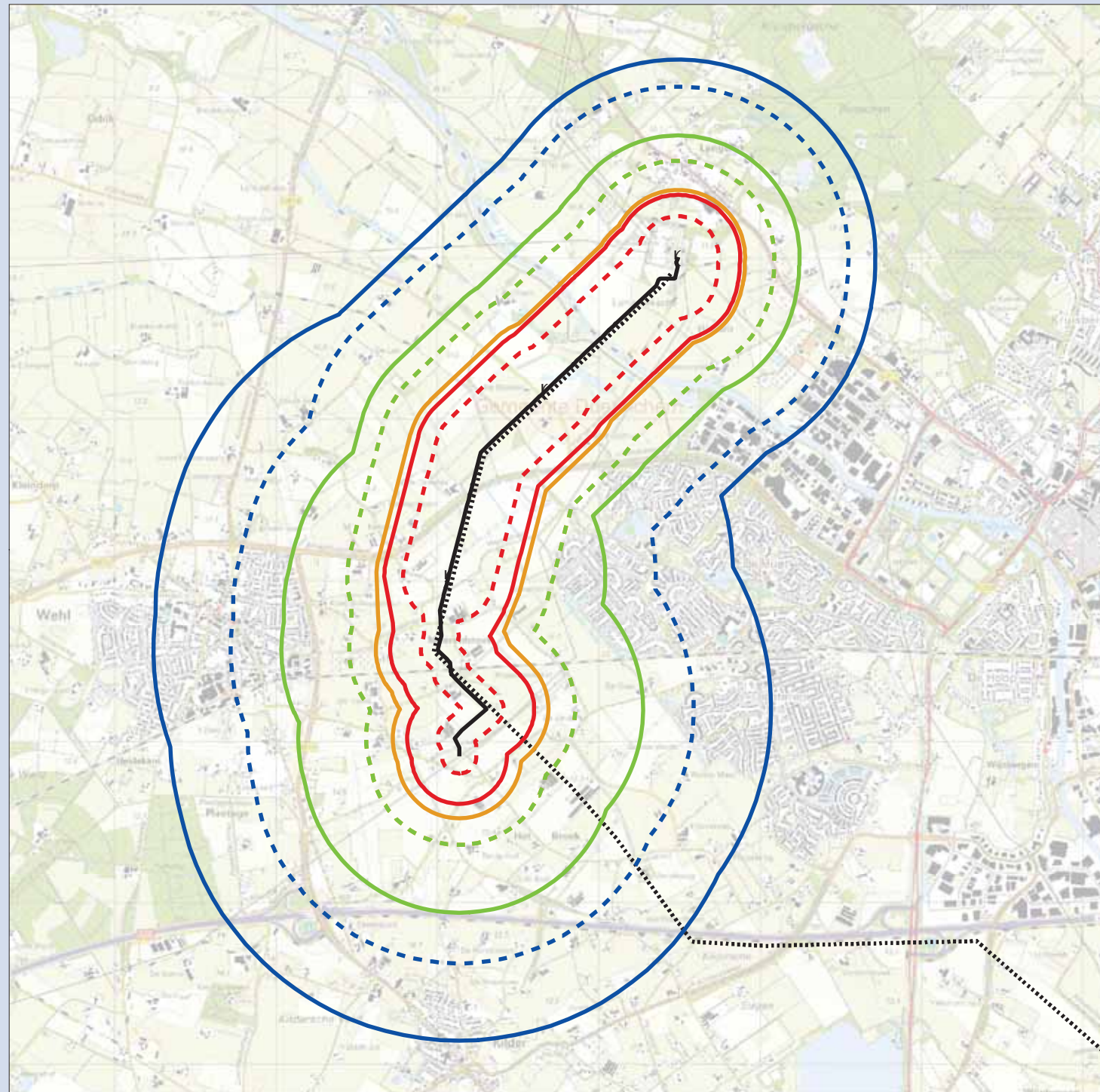
Oprichtgever: TenneT TSO B.V.  
Projectnummer: 323386



Status: concept  
Datum: 16-06-2014  
Schaal: 1:25,000  
Formaat: A3  
Tekeningnummer: 000  
Getekend: SW  
Gecontroleerd: AvdT

Nederland B.V.  
Velperweg 26, 6824 BJ Arnhem  
Postbus 485, 6800 AL Arnhem  
T +31 26 355 83 55  
F +31 26 455 92 81  
www.grontmij.nl





## Kabeltrace Langerak

### Legenda

- Verlagingscontour 1 m Watervoerend pakket
- Verlagingscontour 0,5 m Watervoerend pakket
- Verlagingscontour 0,25 m Watervoerend pakket
- Verlagingscontour 0,05 m Watervoerend pakket
- Verlagingscontour 1 m Freatisch pakket
- Verlagingscontour 0,5 m Freatisch pakket
- Verlagingscontour 0,25 m Freatisch pakket
- Verlagingscontour 0,05 m Freatisch pakket
- Lasput
- Veldstrekking
- 380 kV tracé

0 250 500 1.000 1.500 2.000 meter

## GLG verlagingen veldstrekkingen

### Doetinchem-Wesel 380 kV - VKA 2.5

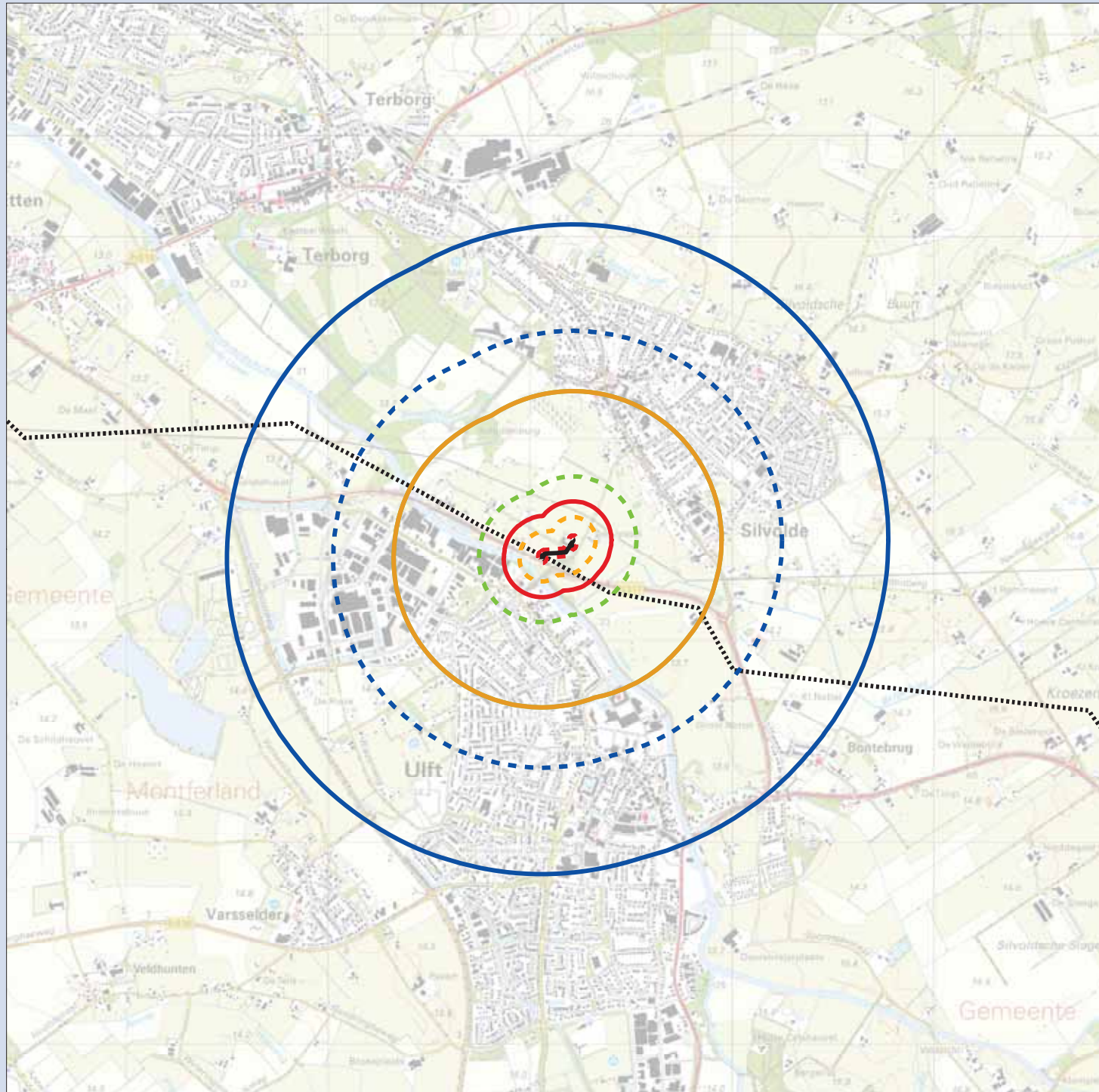
Opdrachtgever: TenneT TSO B.V.  
Projectnummer: 323386



Status: concept  
Datum: 16-06-2014  
Schaal: 1:25,000  
Formaat: A3  
Tekeningnummer: 000  
Getekend: SW  
Gecontroleerd: AvdT

Nederland B.V.  
Velperweg 26, 6824 BJ Arnhem  
Postbus 485, 6800 AL Arnhem  
T +31 26 355 83 55  
F +31 26 455 92 81  
www.grontmij.nl





## Kabeltrace Uift

### Legenda

- Verlagingscontour 1 m Watervoerend pakket
- Verlagingscontour 0,5 m Watervoerend pakket
- Verlagingscontour 0,25 m Watervoerend pakket
- Verlagingscontour 0,05 m Watervoerend pakket
- Verlagingscontour 1 m Freatisch pakket
- Verlagingscontour 0,5 m Freatisch pakket
- Verlagingscontour 0,25 m Freatisch pakket
- Verlagingscontour 0,05 m Freatisch pakket
- ⌘ Lasput
- Veldstrekking
- 380 kV tracé

0 250 500 1.000 1.500 meter

## GLG verlagen veldstrekking Doetinchem-Wesel 380 kV - VKA 2.5

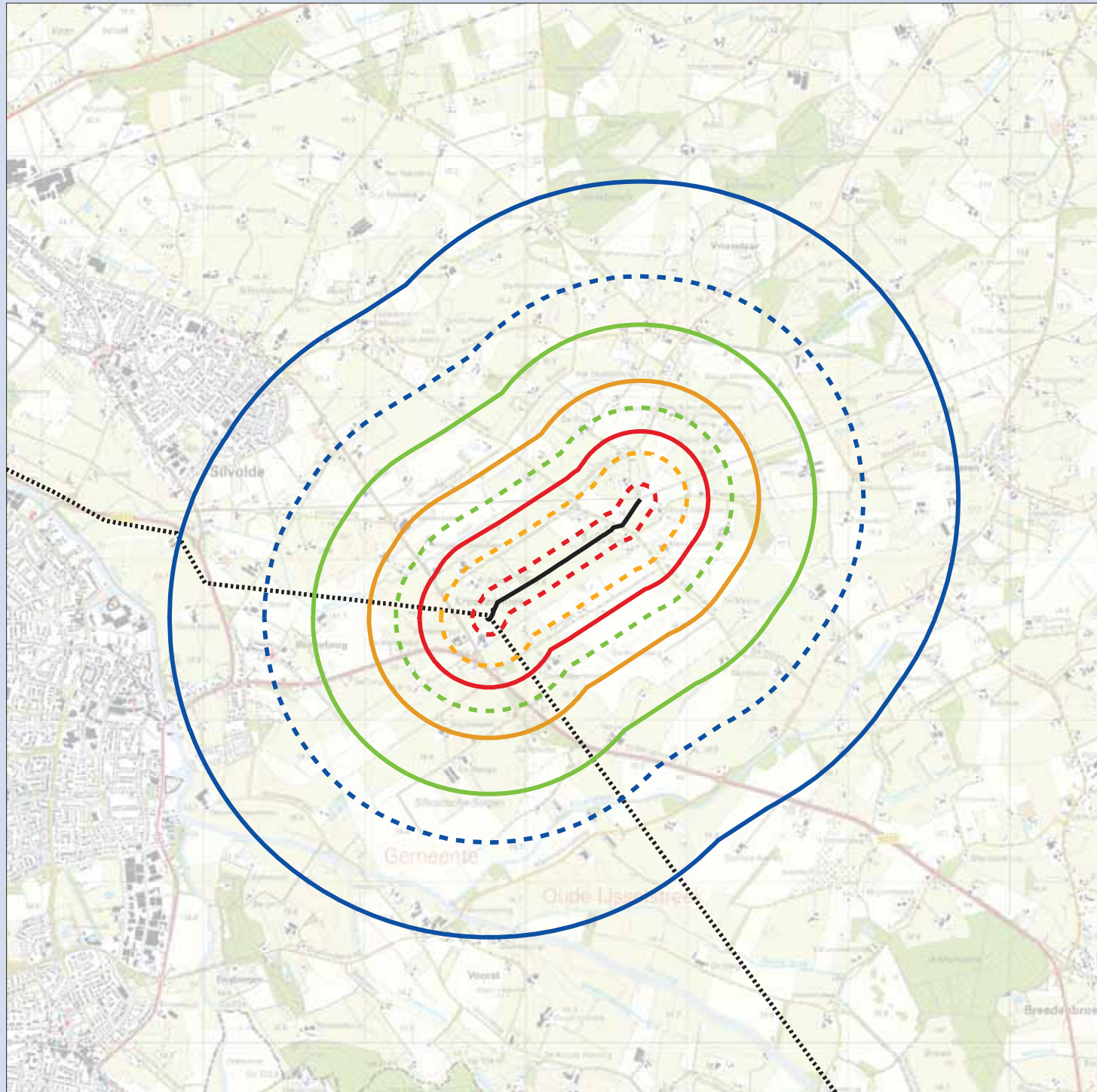
Oprachtgever: TenneT TSO B.V.  
Projectnummer: 323386



Status: concept  
Datum: 16-06-2014  
Schaal: 1:20,000  
Formaat: A3  
Tekeningnummer: 000  
Getekend: SW  
Gecontroleerd: AvdT

Nederland B.V.  
Velperweg 26, 6824 BJ Arnhem  
Postbus 485, 6800 AL Arnhem  
T +31 26 355 83 55  
F +31 26 455 92 81  
www.grontmij.nl





## Kabeltrace Silvolde

### Legenda

- Verlagingscontour 1 m Watervoerend pakket
- Verlagingscontour 0,5 m Watervoerend pakket
- Verlagingscontour 0,25 m Watervoerend pakket
- Verlagingscontour 0,05 m Watervoerend pakket
- Verlagingscontour 1 m Freatisch pakket
- Verlagingscontour 0,5 m Freatisch pakket
- Verlagingscontour 0,25 m Freatisch pakket
- Verlagingscontour 0,05 m Freatisch pakket
- Lasput
- Veldstrekking
- 380 kV tracé

0 250 500 1.000 1.500 2.000 meter

## GLG verlagen veldstrekking Doetinchem-Wesel 380 kV - VKA 2.5

Oprichtgever: TenneT TSO B.V.  
Projectnummer: 323386



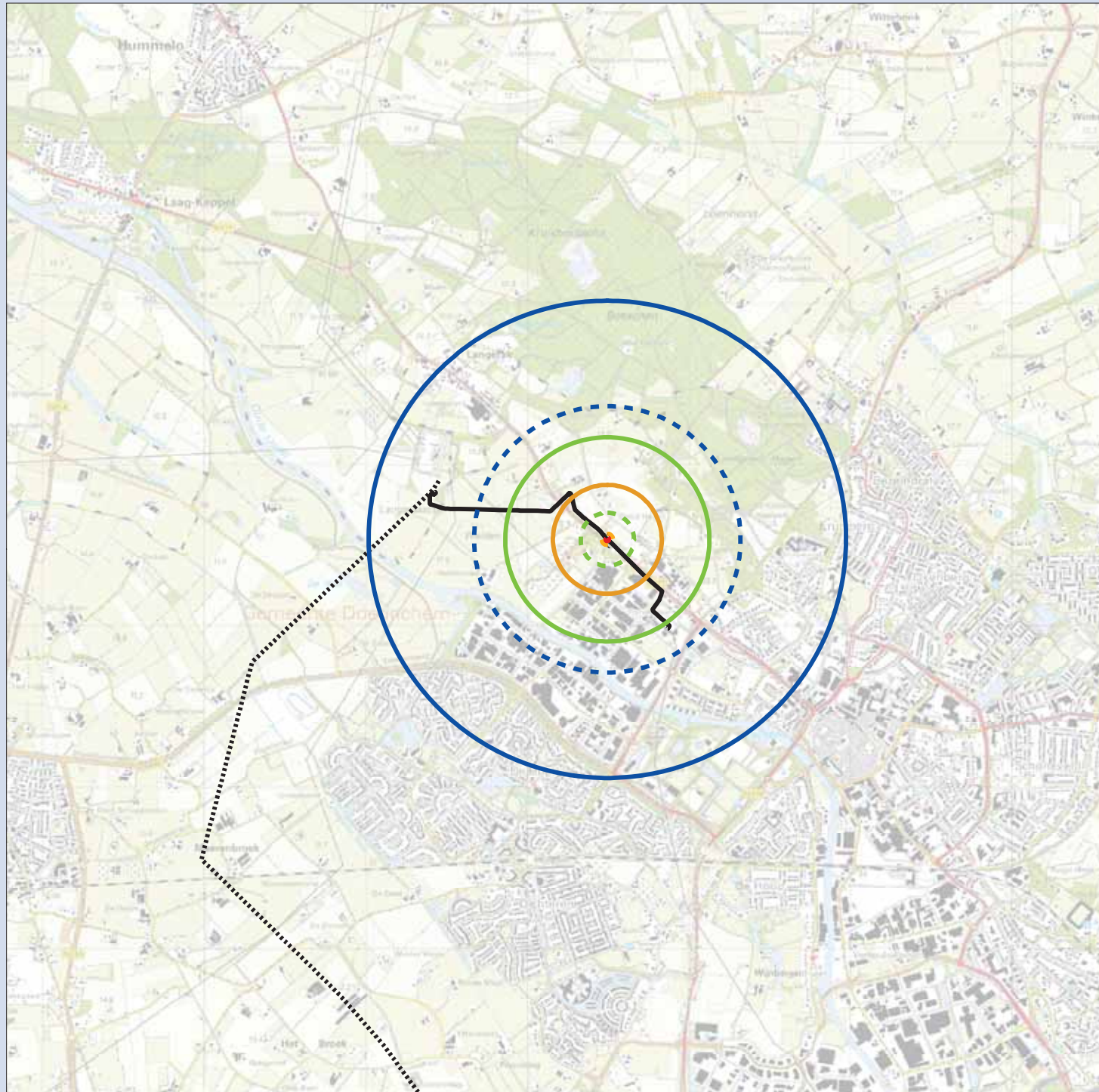
Status: concept  
Datum: 16-06-2014  
Schaal: 1:25.000  
Formaat: A3  
Tekeningnummer: 000  
Getekend: SW  
Gecontroleerd: AvdT

Nederland B.V.  
Velperweg 26, 6824 BJ Arnhem  
Postbus 485, 6800 AL Arnhem  
T +31 26 355 83 55  
F +31 26 455 92 81  
www.grontmij.nl

## Bijlage 5

### Verlagingscontouren per lasput, tijdens een GHG-situatie





## Kabeltrace Keppelseweg

### Legenda

- Verlagsingscontour 1 m Watervoerend pakket
- Verlagsingscontour 0,5 m Watervoerend pakket
- Verlagsingscontour 0,25 m Watervoerend pakket
- Verlagsingscontour 0,05 m Watervoerend pakket
- Verlagsingscontour 1 m Freatisch pakket
- Verlagsingscontour 0,5 m Freatisch pakket
- Verlagsingscontour 0,25 m Freatisch pakket
- Verlagsingscontour 0,05 m Freatisch pakket
- ⌘ Lasput
- Veldstrekking
- 380 kV tracé

0 250 500 1,000 1,500 2,000 meter

## GHG verlagingen lasputten Doetinchem-Wesel 380 kV - VKA 2.5

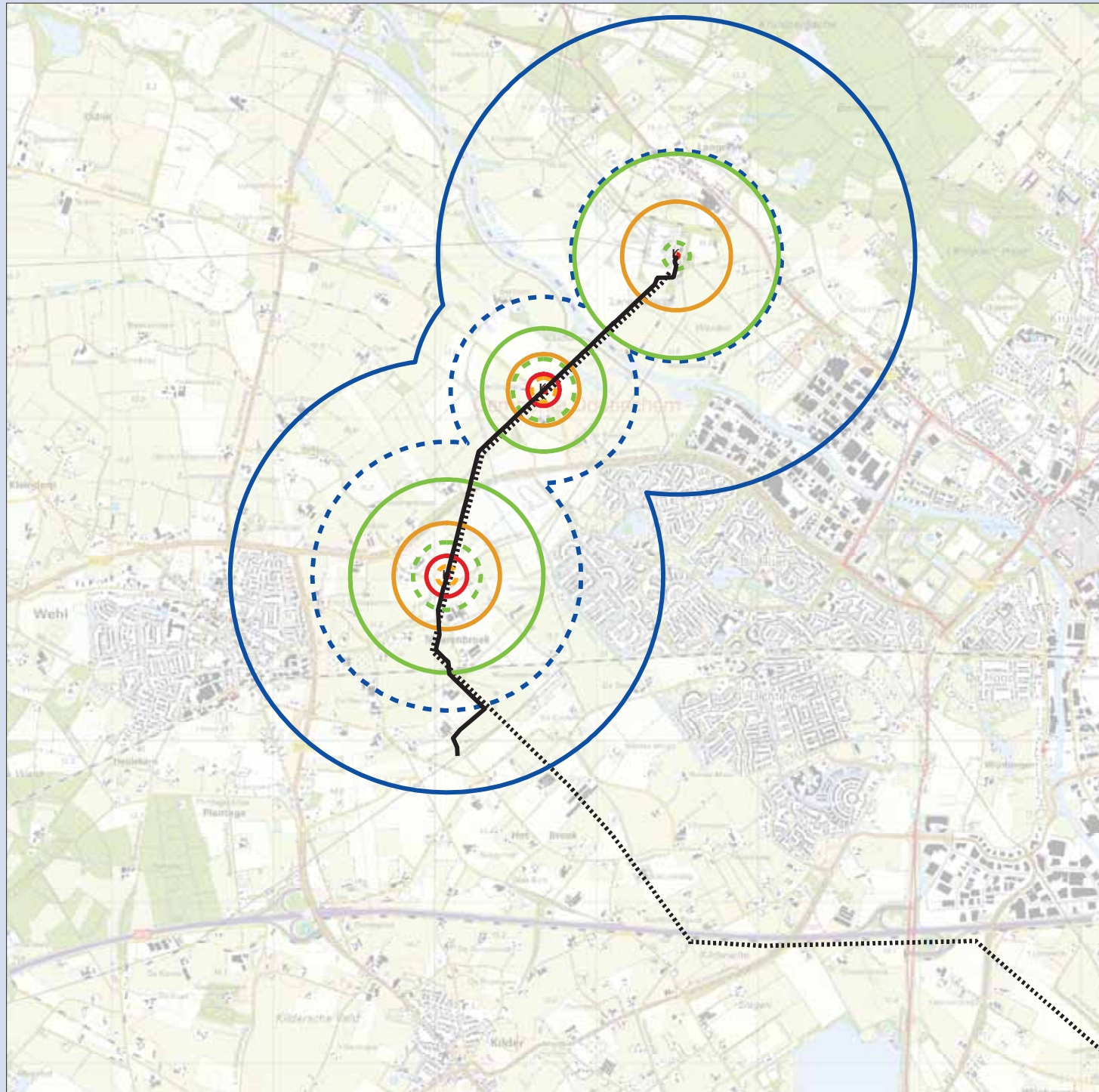
Opdrachtgever: TenneT TSO B.V.  
Projectnummer: 323386



Status: concept  
Datum: 16-06-2014  
Schaal: 1:25,000  
Formaat: A3  
Tekeningnummer: 000  
Getekend: SW  
Gecontroleerd: AvdT

Nederland B.V.  
Velperweg 26, 6824 BJ Arnhem  
Postbus 485, 6800 AL Arnhem  
T +31 26 355 83 55  
F +31 26 455 92 81  
www.grontmij.nl





## Kabeltrace Langerak

### Legenda

- Verlagingscontour 1 m Watervoerend pakket
- Verlagingscontour 0,5 m Watervoerend pakket
- Verlagingscontour 0,25 m Watervoerend pakket
- Verlagingscontour 0,05 m Watervoerend pakket
- Verlagingscontour 1 m Freatisch pakket
- Verlagingscontour 0,5 m Freatisch pakket
- Verlagingscontour 0,25 m Freatisch pakket
- Verlagingscontour 0,05 m Freatisch pakket
- ⌘ Lasput
- Veldstrekking
- 380 kV tracé

0 250 500 1.000 1.500 2.000 meter

## GHG verlagingen lasputten Doetinchem-Wesel 380 kV - VKA 2.5

Opdrachtgever: TenneT TSO B.V.  
Projectnummer: 323386



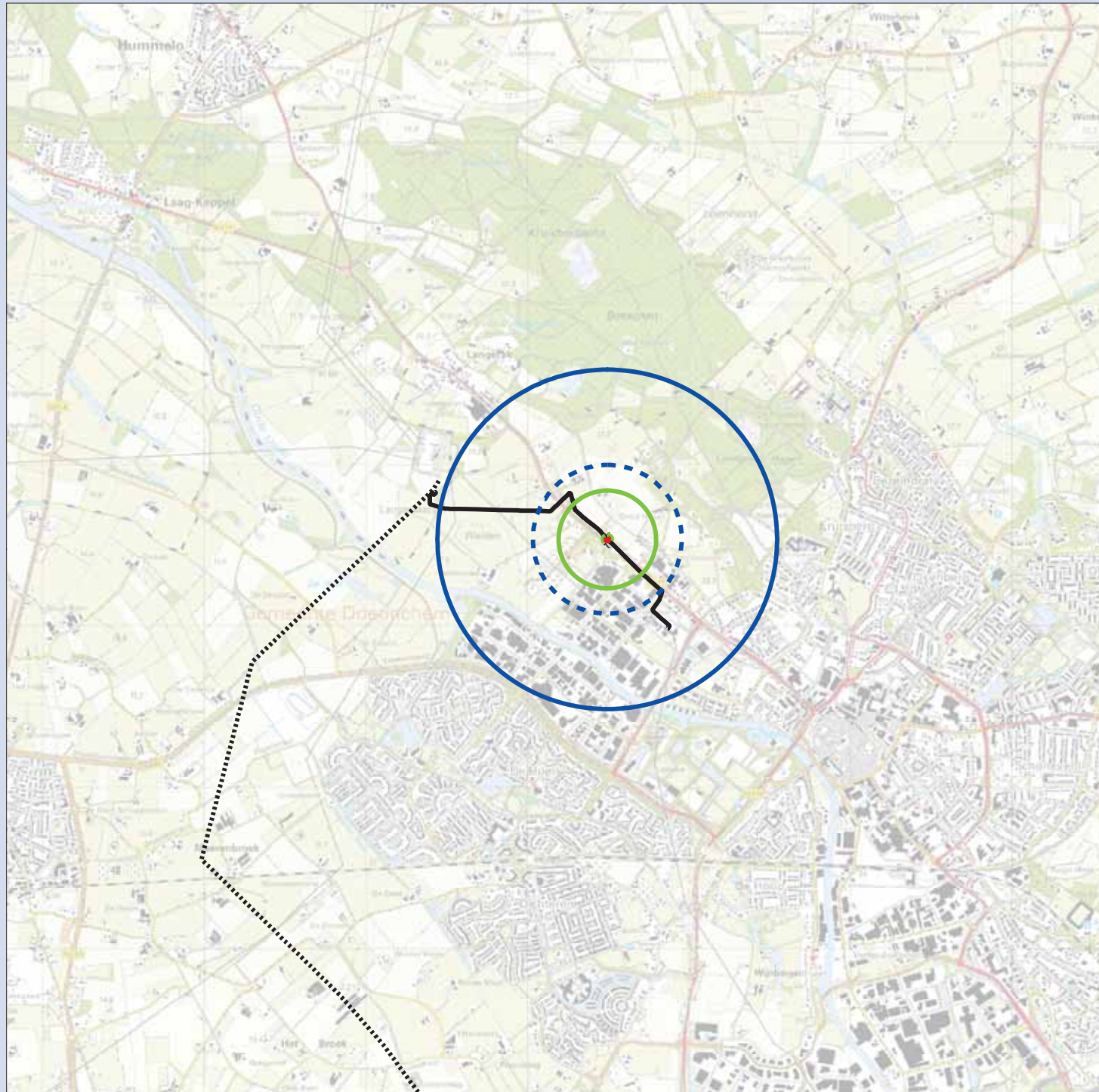
Status: concept  
Datum: 16-06-2014  
Schaal: 1:25.000  
Formaat: A3  
Tekeningnummer: 000  
Getekend: SW  
Gecontroleerd: AvdT

Nederland B.V.  
Velperweg 26, 6824 BJ Arnhem  
Postbus 485, 6800 AL Arnhem  
T +31 26 355 83 55  
F +31 26 455 92 81  
www.grontmij.nl



## Bijlage 6

# Verlagingscontouren per lasput, tijdens een GLG-situatie



## Kabeltrace Keppelseweg

### Legenda

- Verlagsingscontour 1 m Watervoerend pakket
- Verlagsingscontour 0,5 m Watervoerend pakket
- Verlagsingscontour 0,25 m Watervoerend pakket
- Verlagsingscontour 0,05 m Watervoerend pakket
- Verlagsingscontour 1 m Freatisch pakket
- Verlagsingscontour 0,5 m Freatisch pakket
- Verlagsingscontour 0,25 m Freatisch pakket
- Verlagsingscontour 0,05 m Freatisch pakket
- ⌘ Lasput
- Veldstrekking
- 380 kV tracé

0 250 500 1,000 1,500 2,000 meter

## GLG verlagen lasput Doetinchem-Wesel 380 kV - VKA 2.5

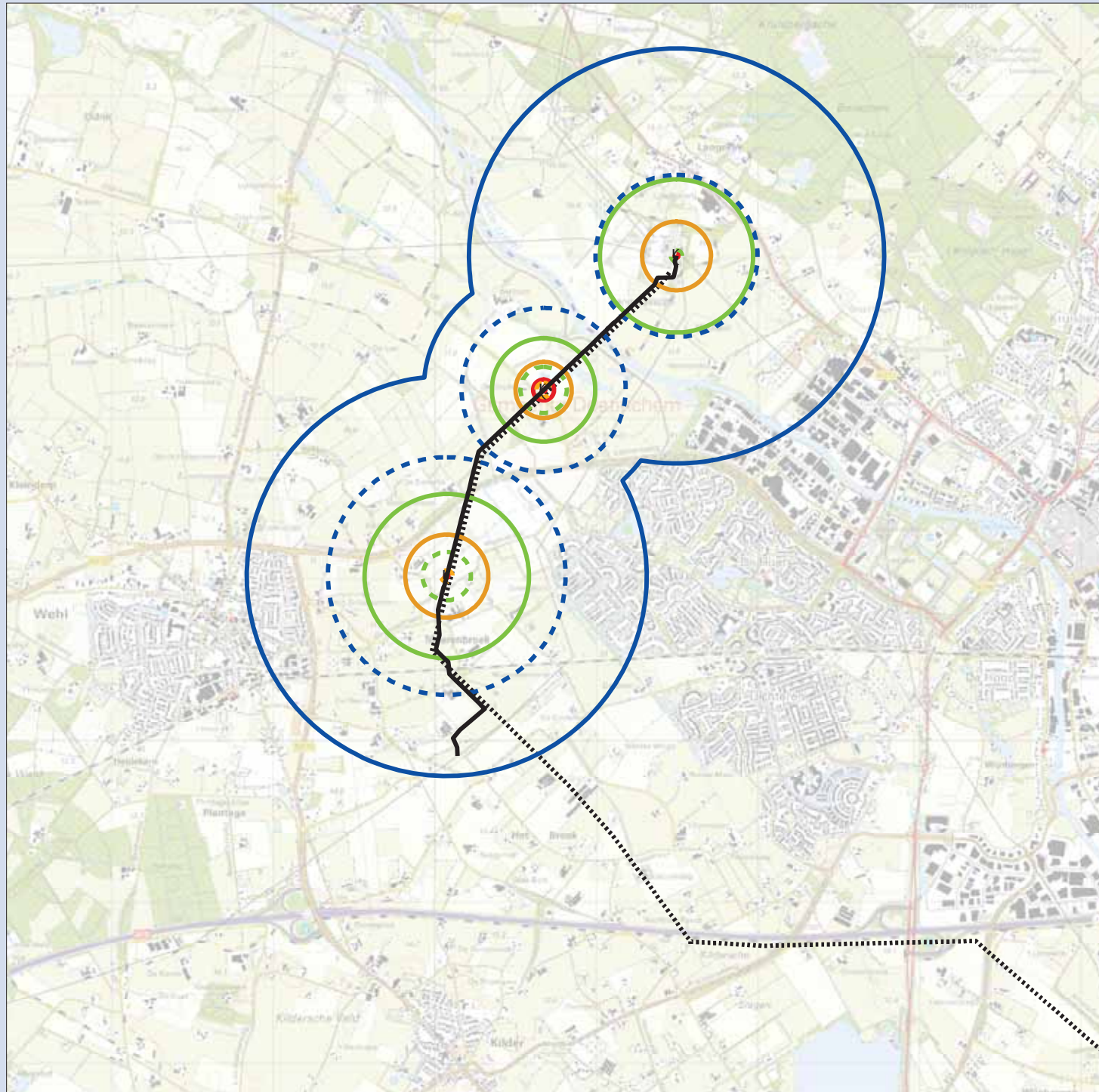
Opdrachtgever: TenneT TSO B.V.  
Projectnummer: 323386



Status: concept  
Datum: 16-06-2014  
Schaal: 1:25,000  
Formaat: A3  
Tekeningnummer: 000  
Getekend: SW  
Gecontroleerd: AvdT

Nederland B.V.  
Velperweg 26, 6824 BJ Arnhem  
Postbus 485, 6800 AL Arnhem  
T +31 26 355 83 55  
F +31 26 455 92 81  
www.grontmij.nl





## Kabeltrace Langerak

### Legenda

- Verlagingscontour 1 m Watervoerend pakket
- Verlagingscontour 0,5 m Watervoerend pakket
- Verlagingscontour 0,25 m Watervoerend pakket
- Verlagingscontour 0,05 m Watervoerend pakket
- Verlagingscontour 1 m Freatisch pakket
- Verlagingscontour 0,5 m Freatisch pakket
- Verlagingscontour 0,25 m Freatisch pakket
- Verlagingscontour 0,05 m Freatisch pakket
- ⌘ Lasput
- Veldstrekking
- 380 kV tracé

0 250 500 1.000 1.500 2.000 meter

## GLG verlagingen lasputten Doetinchem-Wesel 380 kV - VKA 2.5

Oprichtgever: TenneT TSO B.V.  
Projectnummer: 323386



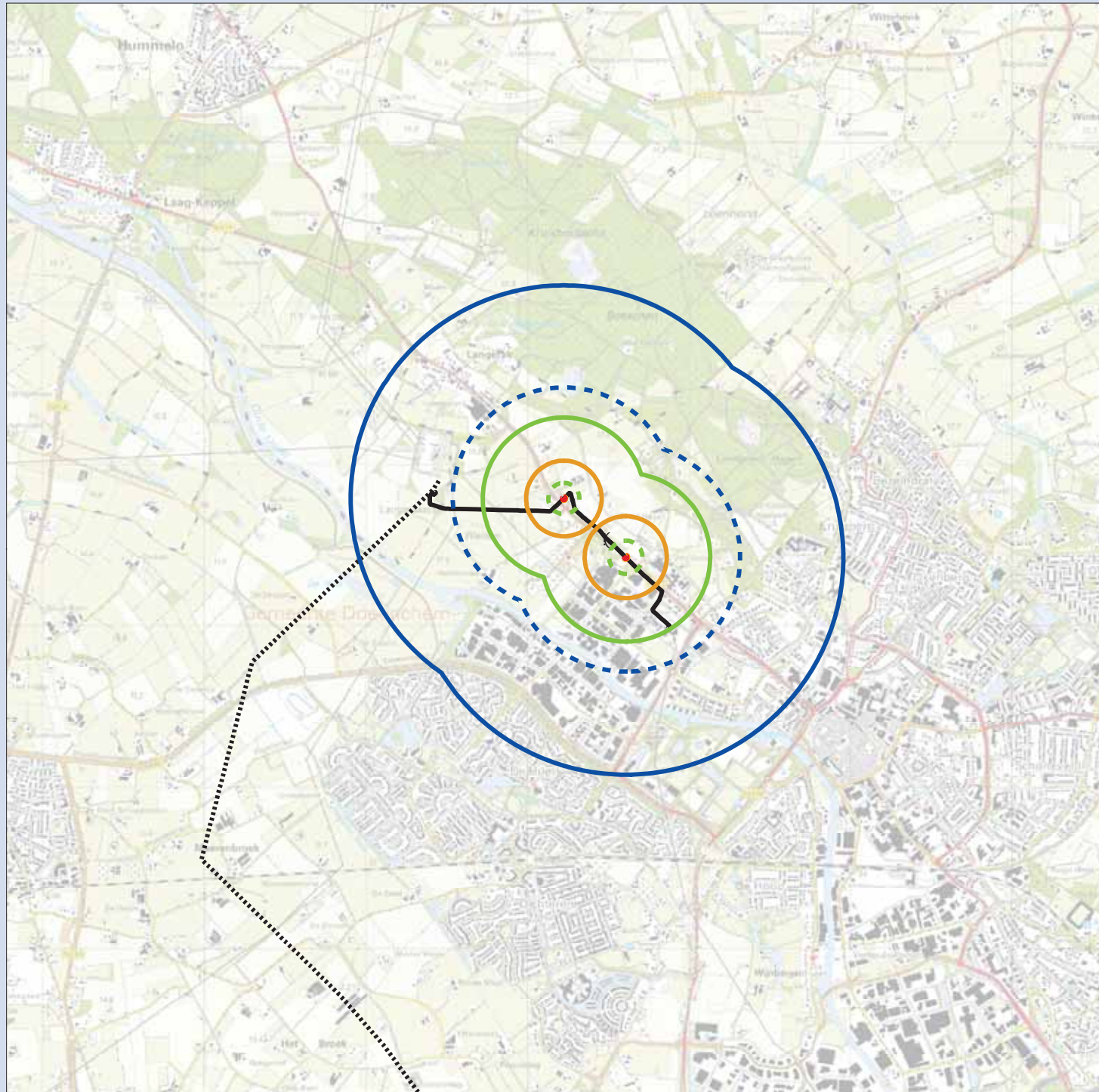
Status: concept  
Datum: 16-06-2014  
Schaal: 1:25.000  
Formaat: A3  
Tekeningnummer: 000  
Getekend: SW  
Gecontroleerd: AvdT

Nederland B.V.  
Velperweg 26, 6824 BJ Arnhem  
Postbus 485, 6800 AL Arnhem  
T +31 26 355 83 55  
F +31 26 455 92 81  
www.grontmij.nl

## Bijlage 7

### Verlagingscontouren per gestuurde boring, tijdens een GHG-situatie





## Kabeltrace Keppelseweg

### Legenda

- Verlagsingscontour 1 m Watervoerend pakket
- Verlagsingscontour 0,5 m Watervoerend pakket
- Verlagsingscontour 0,25 m Watervoerend pakket
- Verlagsingscontour 0,05 m Watervoerend pakket
- Verlagsingscontour 1 m Freatisch pakket
- Verlagsingscontour 0,5 m Freatisch pakket
- Verlagsingscontour 0,25 m Freatisch pakket
- Verlagsingscontour 0,05 m Freatisch pakket
- ⊂ Lasput
- Veldstrekking
- 380 kV tracé

0 250 500 1,000 1,500 2,000 meter

## GHG verlagingen gestuurde boringen Doetinchem-Wesel 380 kV - VKA 2.5

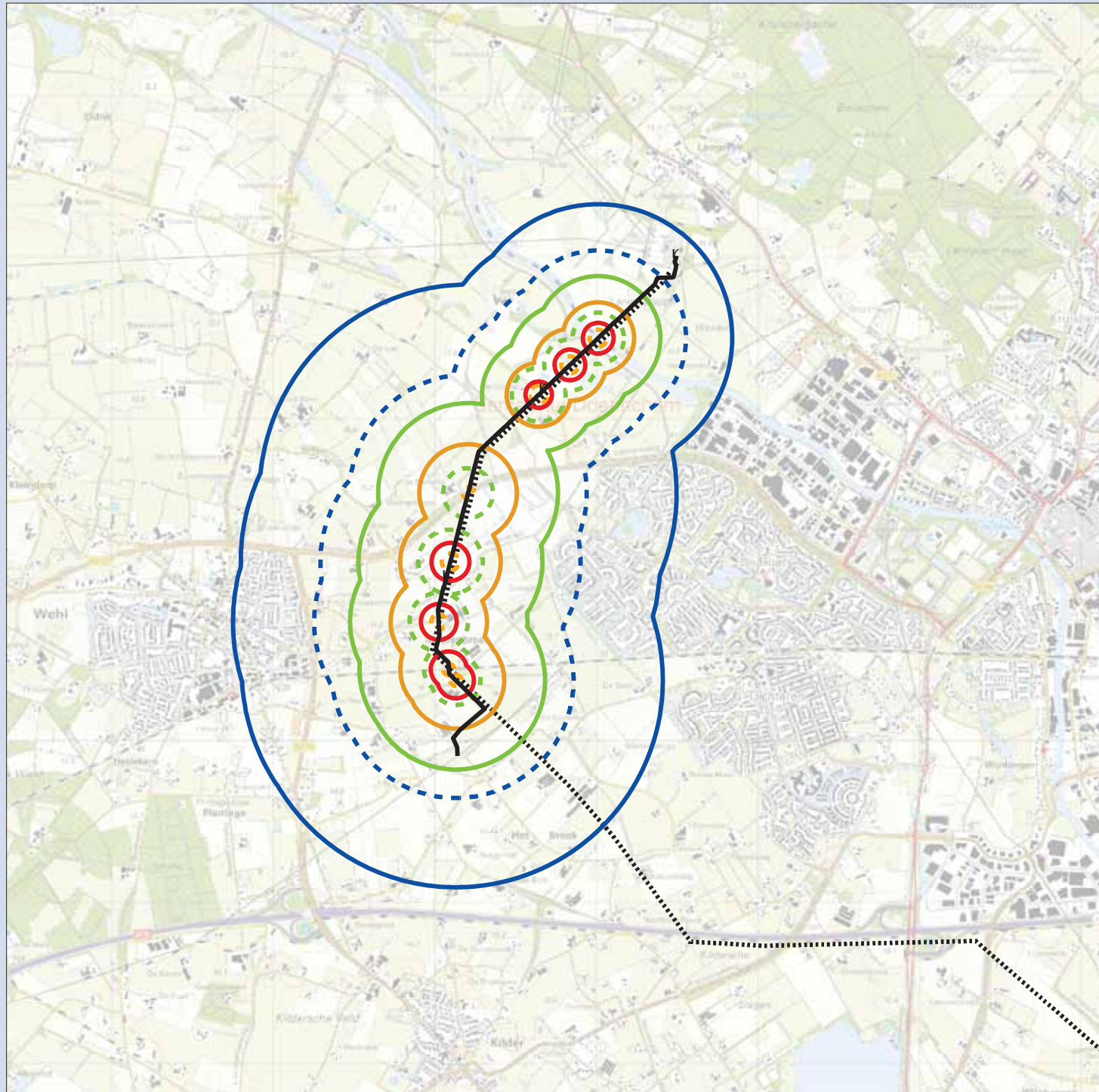
Opdrachtgever: TenneT TSO B.V.  
Projectnummer: 323386



Status: concept  
Datum: 16-06-2014  
Schaal: 1:25,000  
Formaat: A3  
Tekeningnummer: 000  
Getekend: SW  
Gecontroleerd: AvdT

Nederland B.V.  
Velperweg 26, 6824 BJ Arnhem  
Postbus 485, 6800 AL Arnhem  
T +31 26 355 83 55  
F +31 26 455 92 81  
www.grontmij.nl





## Kabeltrace Langerak

### Legenda

- Verlagsingscontour 1 m Watervoerend pakket
- Verlagsingscontour 0,5 m Watervoerend pakket
- Verlagsingscontour 0,25 m Watervoerend pakket
- Verlagsingscontour 0,05 m Watervoerend pakket
- Verlagsingscontour 1 m Freatisch pakket
- Verlagsingscontour 0,5 m Freatisch pakket
- Verlagsingscontour 0,25 m Freatisch pakket
- Verlagsingscontour 0,05 m Freatisch pakket
- ⌘ Lasput
- Veldstrekking
- 380 kV tracé

0 250 500 1.000 1.500 2.000 meter

## GHG verlagingen gestuurde boringen Doetinchem-Wesel 380 kV - VKA 2.5

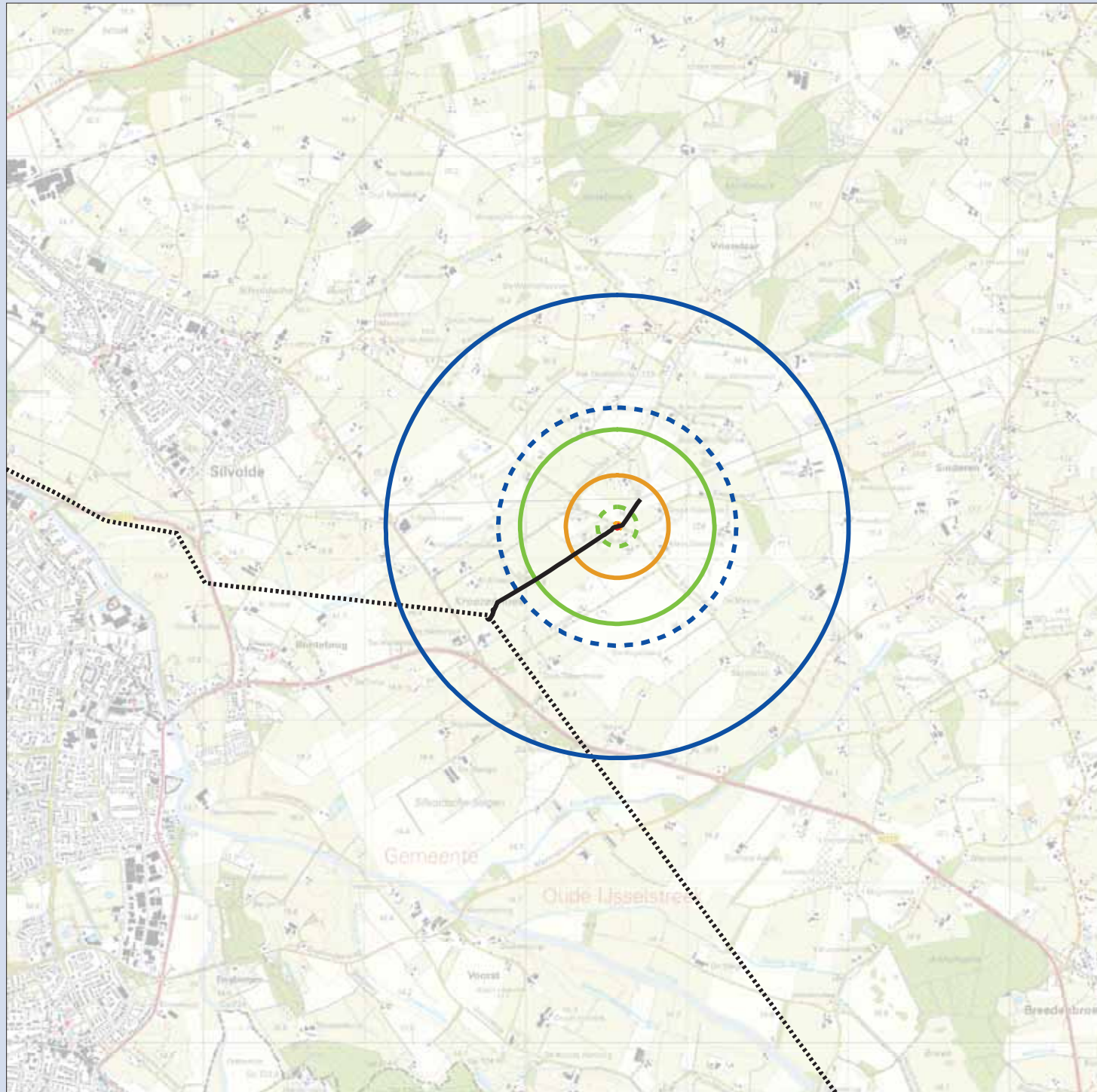
Oprichtgever: TenneT TSO B.V.  
Projectnummer: 323386



Status: concept  
Datum: 16-06-2014  
Schaal: 1:25.000  
Formaat: A3  
Tekeningnummer: 000  
Getekend: SW  
Gecontroleerd: AvdT

Nederland B.V.  
Velperweg 26, 6824 BJ Arnhem  
Postbus 485, 6800 AL Arnhem  
T +31 26 355 83 55  
F +31 26 455 92 81  
www.grontmij.nl





## Kabeltrace Silvolde

### Legenda

- Verlagingscontour 1 m Watervoerend pakket
- Verlagingscontour 0,5 m Watervoerend pakket
- Verlagingscontour 0,25 m Watervoerend pakket
- Verlagingscontour 0,05 m Watervoerend pakket
- Verlagingscontour 1 m Freatisch pakket
- Verlagingscontour 0,5 m Freatisch pakket
- Verlagingscontour 0,25 m Freatisch pakket
- Verlagingscontour 0,05 m Freatisch pakket
- ⌘ Lasput
- Veldstrekking
- 380 kV tracé

0 250 500 1,000 1,500 2,000 meter

## GHG verlagingen gestuurde boring Doetinchem-Wesel 380 kV - VKA 2.5

Opdrachtgever: TenneT TSO B.V.  
Projectnummer: 323386



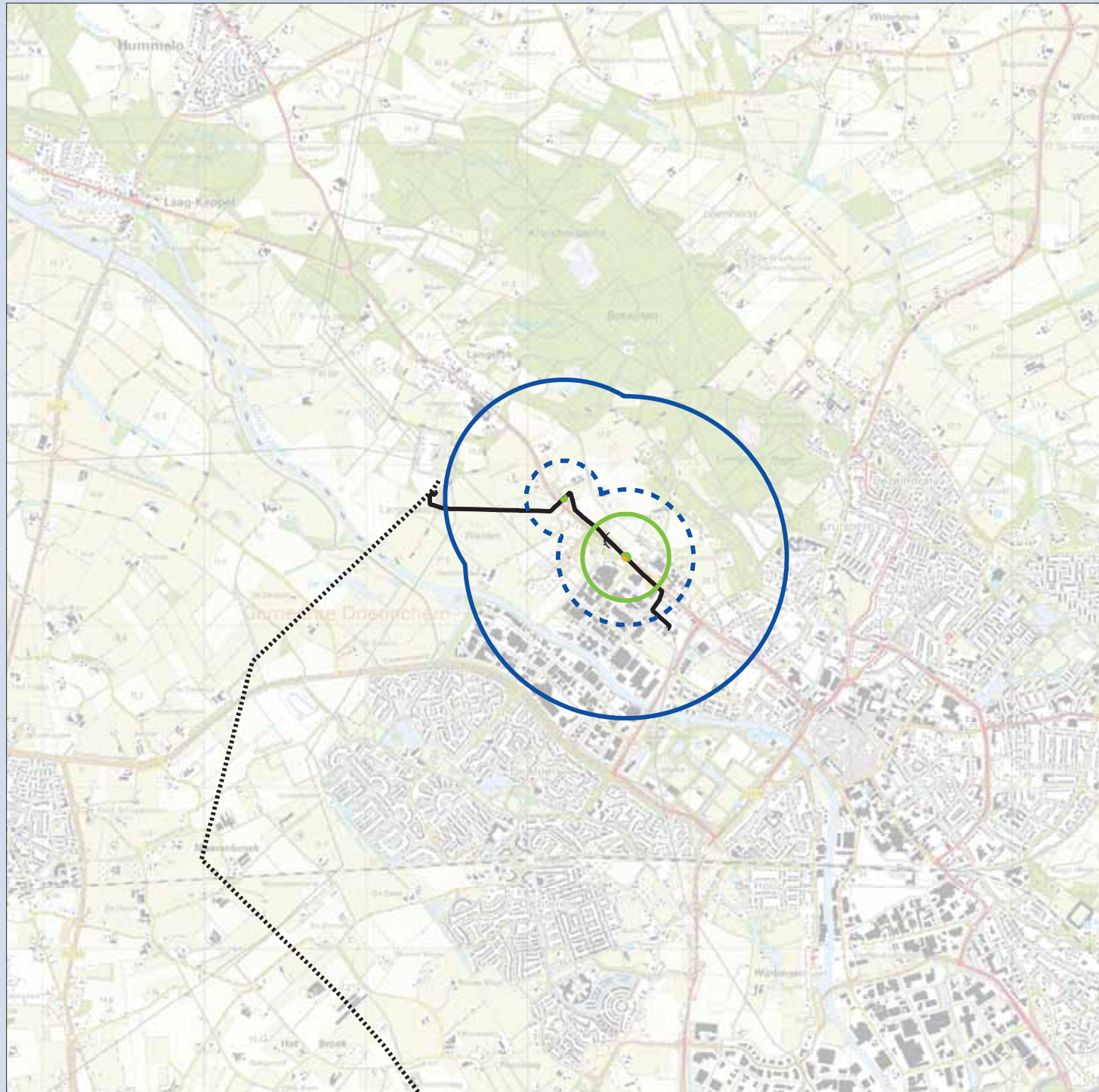
Status: concept  
Datum: 16-06-2014  
Schaal: 1:25,000  
Formaat: A3  
Tekeningnummer: 000  
Getekend: SW  
Gecontroleerd: AvdT

Nederland B.V.  
Velperweg 26, 6824 BJ Arnhem  
Postbus 485, 6800 AL Arnhem  
T +31 26 355 83 55  
F +31 26 455 92 81  
www.grontmij.nl

## Bijlage 8

### Verlagingscontouren per gestuurde boring, tijdens een GLG-situatie





## Kabeltrace Keppelseweg

### Legenda

- Verlagsingscontour 1 m Watervoerend pakket
- Verlagsingscontour 0,5 m Watervoerend pakket
- Verlagsingscontour 0,25 m Watervoerend pakket
- Verlagsingscontour 0,05 m Watervoerend pakket
- Verlagsingscontour 1 m Freatisch pakket
- Verlagsingscontour 0,5 m Freatisch pakket
- Verlagsingscontour 0,25 m Freatisch pakket
- Verlagsingscontour 0,05 m Freatisch pakket
- ⊗ Lasput
- Veldstrekking
- 380 kV tracé

0 250 500 1,000 1,500 2,000 meter

## GLG verlagingen gestuurde boringen Doetinchem-Wesel 380 kV - VKA 2.5

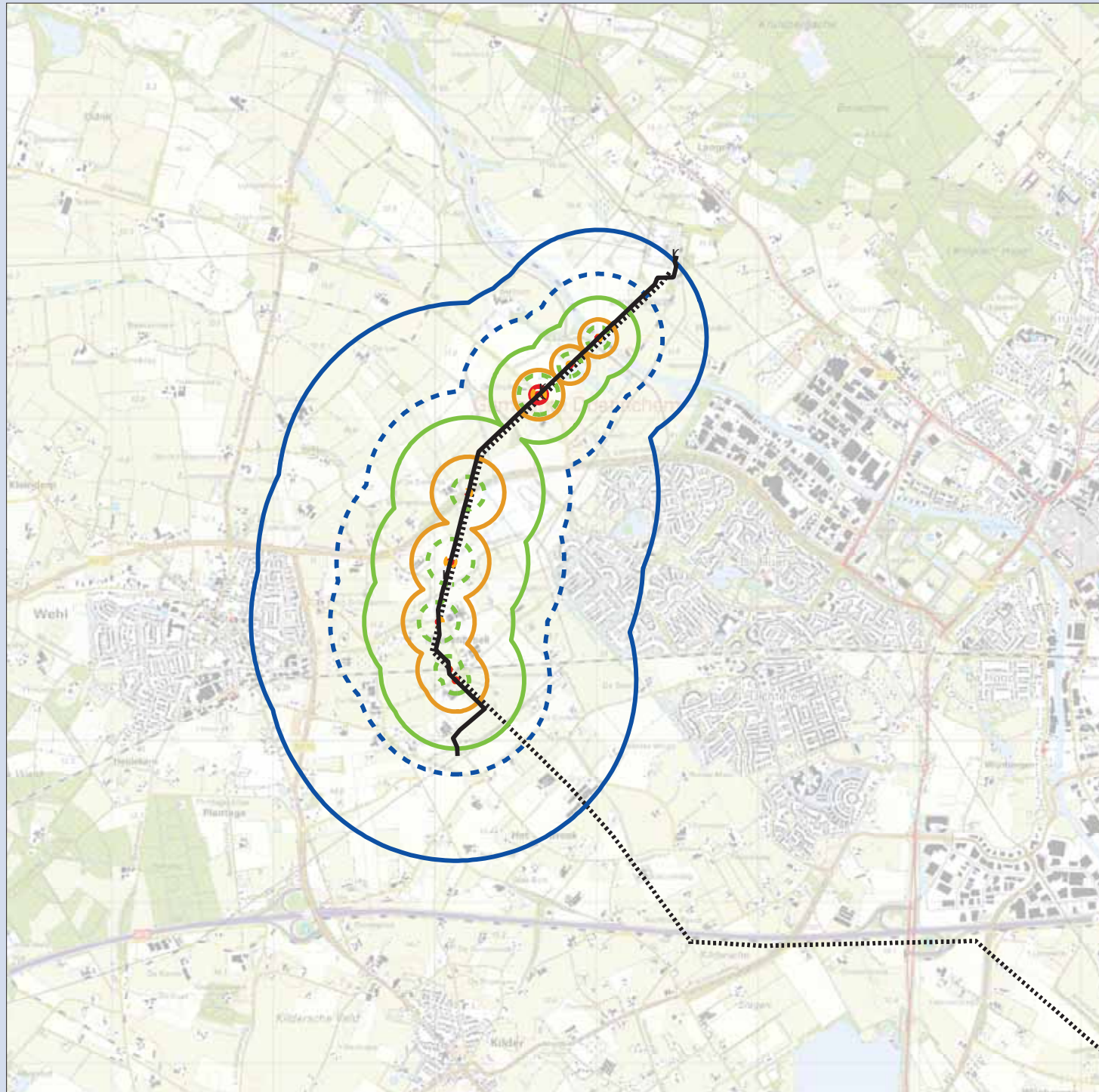
Oprichtgever: TenneT TSO B.V.  
Projectnummer: 323386



Status: concept  
Datum: 16-06-2014  
Schaal: 1:25,000  
Formaat: A3  
Tekeningnummer: 000  
Getekend: SW  
Gecontroleerd: AvdT

Nederland B.V.  
Velperweg 26, 6824 BJ Arnhem  
Postbus 485, 6800 AL Arnhem  
T +31 26 355 83 55  
F +31 26 455 92 81  
www.grontmij.nl





## Kabeltrace Langerak

### Legenda

- Verlagingscontour 1 m Watervoerend pakket
- Verlagingscontour 0,5 m Watervoerend pakket
- Verlagingscontour 0,25 m Watervoerend pakket
- Verlagingscontour 0,05 m Watervoerend pakket
- Verlagingscontour 1 m Freatisch pakket
- Verlagingscontour 0,5 m Freatisch pakket
- Verlagingscontour 0,25 m Freatisch pakket
- Verlagingscontour 0,05 m Freatisch pakket
- ⌘ Lasput
- Veldstrekking
- 380 kV tracé

0 250 500 1,000 1,500 2,000 meter

## GLG verlagings gestuurde boringen Doetinchem-Wesel 380 kV - VKA 2.5

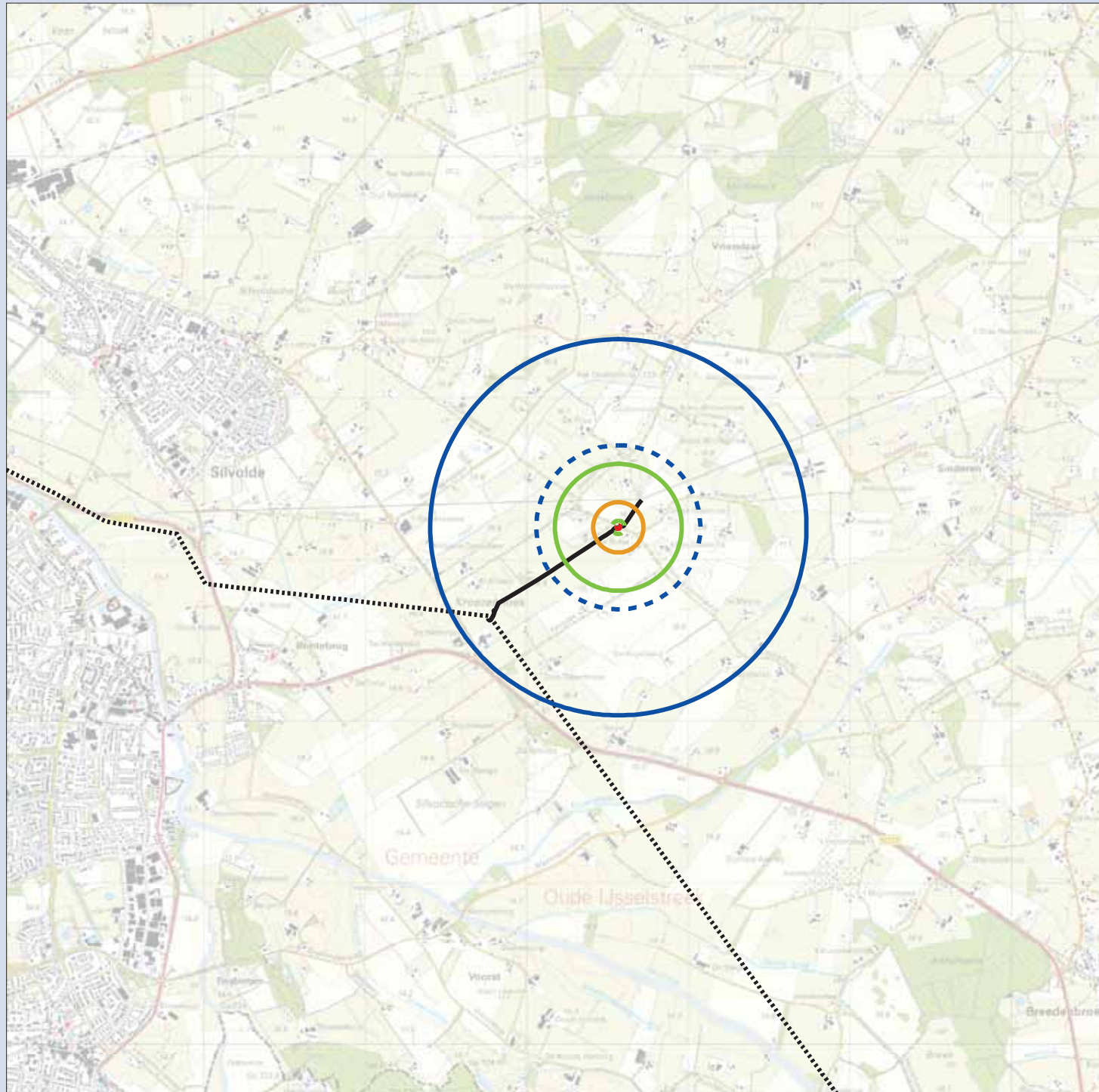
Oprichtgever: TenneT TSO B.V.  
Projectnummer: 323386



Status: concept  
Datum: 16-06-2014  
Schaal: 1:25,000  
Formaat: A3  
Tekeningnummer: 000  
Getekend: SW  
Gecontroleerd: AvdT












Nederland B.V.  
Velperweg 26, 6824 BJ Arnhem  
Postbus 485, 6800 AL Arnhem  
T +31 26 355 83 55  
F +31 26 455 92 81  
www.grontmij.nl





## Kabeltrace Silvolde

### Legenda

-  Verlagingscontour 1 m Watervoerend pakket
-  Verlagingscontour 0,5 m Watervoerend pakket
-  Verlagingscontour 0,25 m Watervoerend pakket
-  Verlagingscontour 0,05 m Watervoerend pakket
-  Verlagingscontour 1 m Freatisch pakket
-  Verlagingscontour 0,5 m Freatisch pakket
-  Verlagingscontour 0,25 m Freatisch pakket
-  Verlagingscontour 0,05 m Freatisch pakket
-  Lasput
-  Veldstrekking
-  380 kV tracé

0 250 500 1.000 1.500 2.000 meter

## GLG verlagenen gestuurde boring Doetinchem-Wesel 380 kV - VKA 2.5

Opdrachtgever: TenneT TSO B.V.  
Projectnummer: 323386



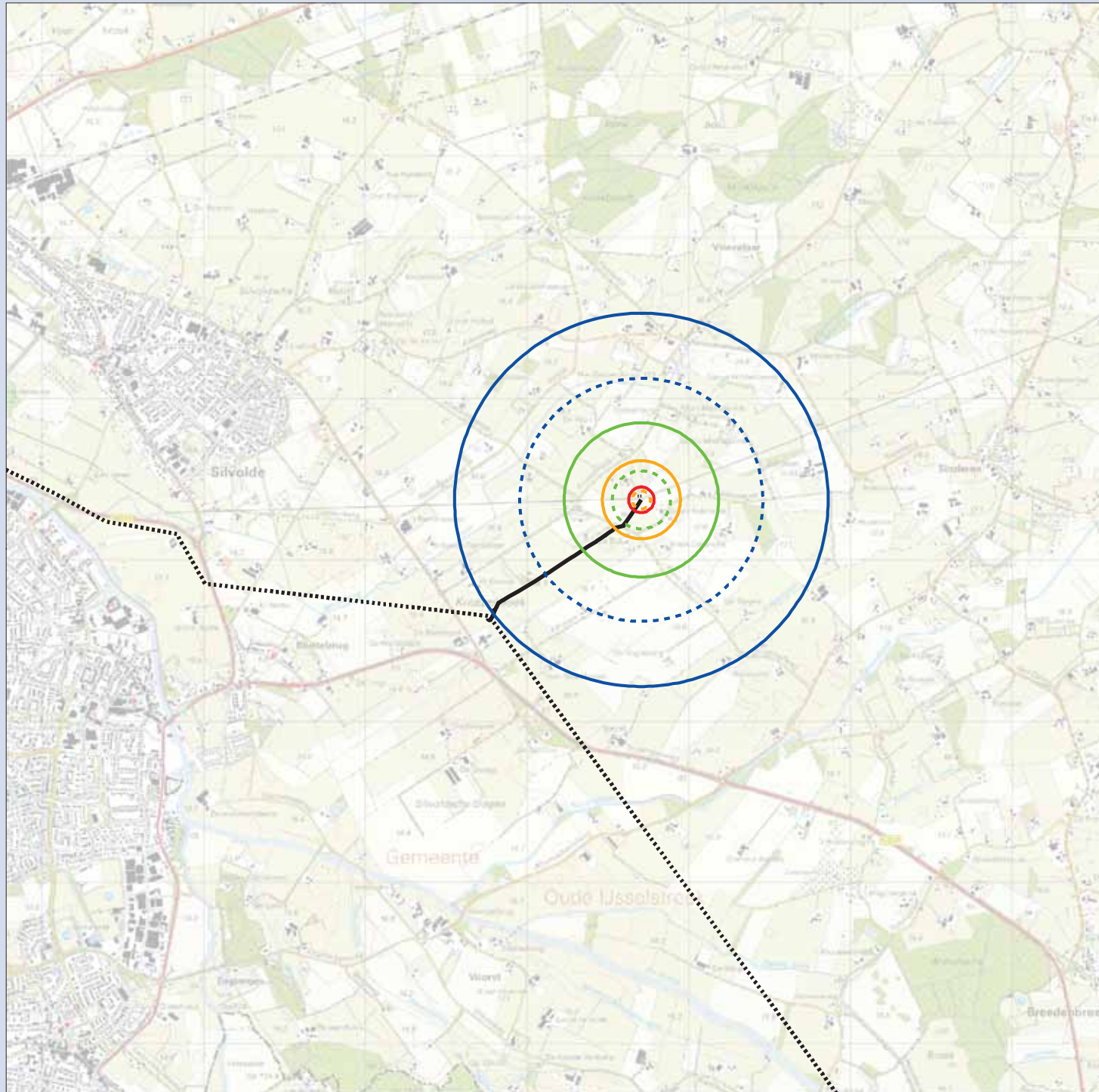
Status: concept  
Datum: 16-06-2014  
Schaal: 1:25.000  
Formaat: A3  
Tekeningnummer: 000  
Getekend: SW  
Gecontroleerd: AvdT

Nederland B.V.  
Velperweg 26, 6824 BJ Arnhem  
Postbus 485, 6800 AL Arnhem  
T +31 26 355 83 55  
F +31 26 455 92 81  
www.grontmij.nl

## Bijlage 9

### Verlagingscontouren mast 55A, tijdens een GHG-situatie





## Mast 55A

### Legenda

- Verlagingscontour 1 m Watervoerend pakket
- Verlagingscontour 0,5 m Watervoerend pakket
- Verlagingscontour 0,25 m Watervoerend pakket
- Verlagingscontour 0,05 m Watervoerend pakket
- Verlagingscontour 1 m Freatisch pakket
- Verlagingscontour 0,5 m Freatisch pakket
- Verlagingscontour 0,25 m Freatisch pakket
- Verlagingscontour 0,05 m Freatisch pakket
- ⊥ Lasput
- Veldstrekking
- 380 kV tracé

0 250 500 1.000 1.500 2.000 meter

## GHG verlagingen mast 55A

### Doetinchem-Wesel 380 kV - VKA 3.0

Opdrachtgever: TenneT TSO B.V.  
Projectnummer: 323386



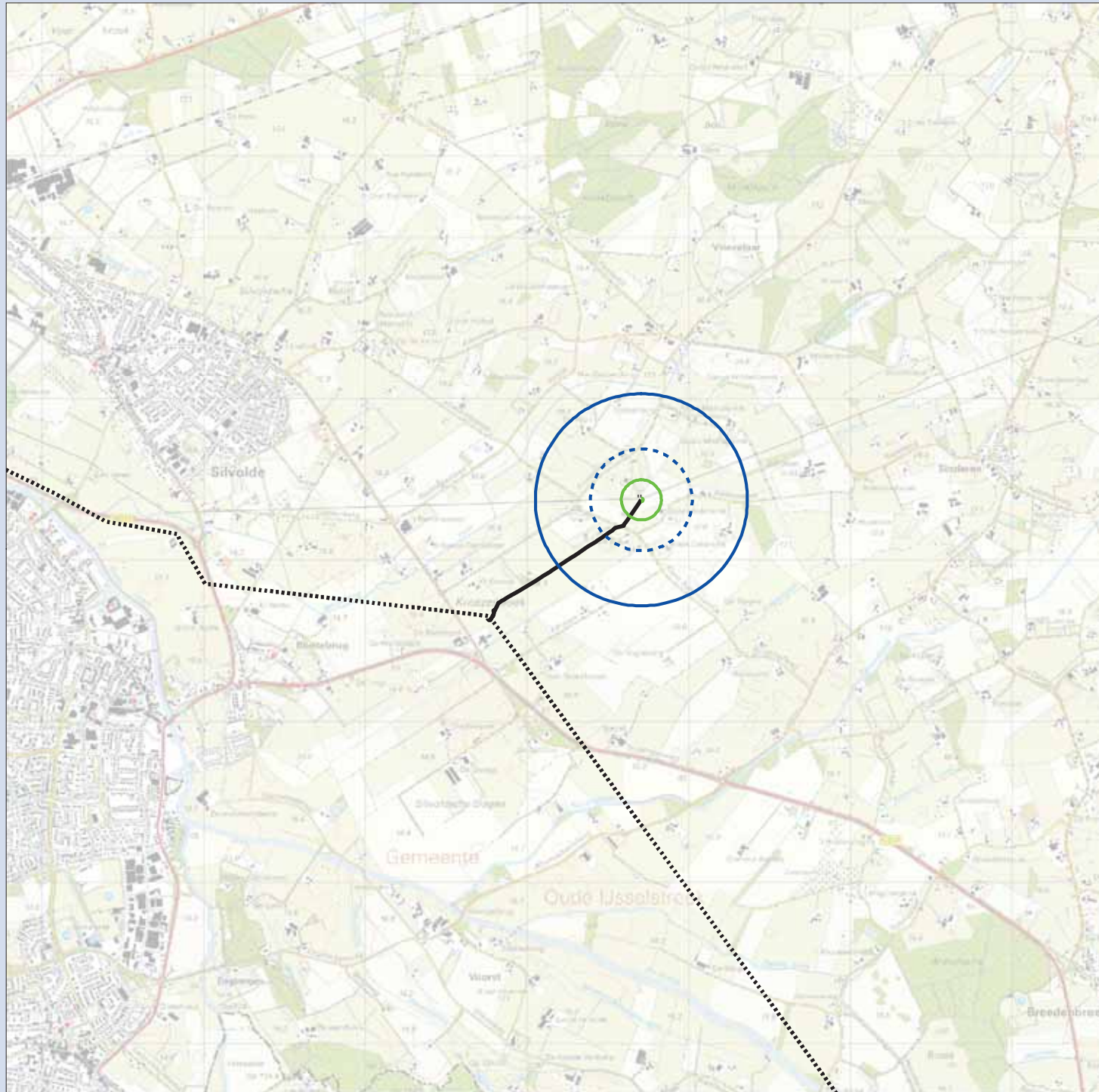
Status: concept  
Datum: 16-06-2014  
Schaal: 1:25,000  
Formaat: A3  
Tekeningnummer: 000  
Getekend: SW  
Gecontroleerd: AvdT

Nederland B.V.  
Velperweg 26, 6824 BJ Arnhem  
Postbus 485, 6800 AL Arnhem  
T +31 26 355 83 55  
F +31 26 455 92 81  
www.grontmij.nl

## Bijlage 10

### Verlagingscontouren mast 55A, tijdens een GLG-situatie





## Mast 55A

### Legenda

- Verlagingscontour 1 m Watervoerend pakket
- Verlagingscontour 0,5 m Watervoerend pakket
- Verlagingscontour 0,25 m Watervoerend pakket
- Verlagingscontour 0,05 m Watervoerend pakket
- Verlagingscontour 1 m Freatisch pakket
- Verlagingscontour 0,5 m Freatisch pakket
- Verlagingscontour 0,25 m Freatisch pakket
- Verlagingscontour 0,05 m Freatisch pakket
- ⊗ Lasput
- Veldstrekking
- 380 kV tracé

0 250 500 1.000 1.500 2.000 meter

## GHG verlagingen mast 55A

### Doetinchem-Wesel 380 kV - VKA 3.0

Opdrachtgever: TenneT TSO B.V.  
Projectnummer: 323386



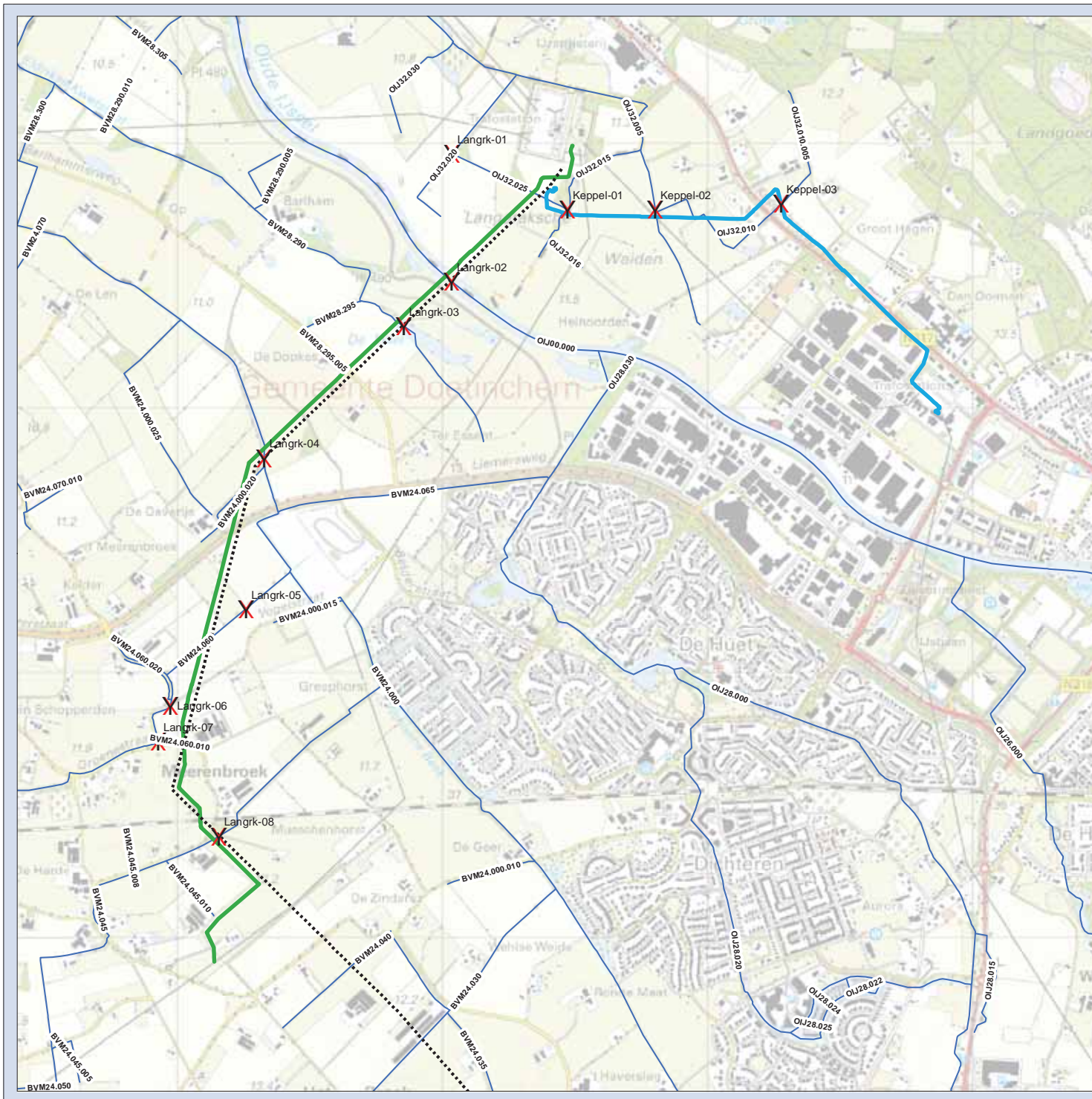
Status: concept  
Datum: 16-06-2014  
Schaal: 1:25,000  
Formaat: A3  
Tekeningnummer: 000  
Getekend: SW  
Gecontroleerd: AvdT

Nederland B.V.  
Velperweg 26, 6824 BJ Arnhem  
Postbus 485, 6800 AL Arnhem  
T +31 26 355 83 55  
F +31 26 455 92 81  
www.grontmij.nl

# Bijlage 11

## Lozingspunten





### Legenda

- X Voorgesteld lozingspunt
- Kabeltracé Keppelseweg
- Kabeltracé Langerak
- Watergangen
- ..... 380 kV tracé

### Lozingspunten Keppelseweg en Langerak Doetinchem-Wesel 380 kV - VKA 2.5

Opdrachtgever: TenneT TSO B.V.  
 Projectnummer: 323386



Grontmij Nederland B.V.

Status: concept  
 Datum: 08.04.2014  
 Schaal: 1:15,000  
 Formaat: A3  
 Tekeningnummer: 000  
 Get: SW - Gec: [xx]

Velperweg 26, 6824 BJ Arnhem  
 Postbus 485, 6800 AL Arnhem  
 T +31 26 355 83 55  
 F +31 26 455 92 81  
 www.grontmij.nl





### Legenda

- X Voorgesteld lozingspunt
- Kabeltracé Ulf
- Kabeltracé Silvolde
- Watergangen
- ..... 380 kV tracé

### Lozingspunten Ulf en Silvolde Doetinchem-Wesel 380 kV - VKA 2.5

Oprachtgever: TenneT TSO B.V.  
Projectnummer: 323386

Status: concept  
Datum: 08.04.2014  
Schaal: 1:15,000  
Formaat: A3  
Tekeningnummer: 000  
Get: SW - Gec: [xx]



Grontmij Nederland B.V.  
Velperweg 26, 6824 BJ Arnhem  
Postbus 485, 6800 AL Arnhem  
T +31 26 355 83 55  
F +31 26 455 92 81  
www.grontmij.nl



Bijlage 12

Effecten en risico's



### Legenda

- GHG - Freatische verlaging tot 5 cm
- GHG - Stijghoogte verlaging tot 5 cm
- GLG - Freatische verlaging tot 5 cm
- GLG - Stijghoogte verlaging tot 5 cm

### Kans op zettingen

- Lage kans op zettingen
- Gemiddelde kans op zettingen
- Hoge kans op zettingen
- Veldstrekking Keppelseweg

380 kV tracé

### Bodemverontreinigingen

- grondwater
- vaste bodem
- waterbodem

### Ecologische Hoofdstructuur

- Natuur
- Melkvee
- Ecologische verbindingszone

0 250 500 1,000 1,500 2,000 meter

## Effecten en risico's Doetinchem-Wesel 380 kV - VKA 3.0

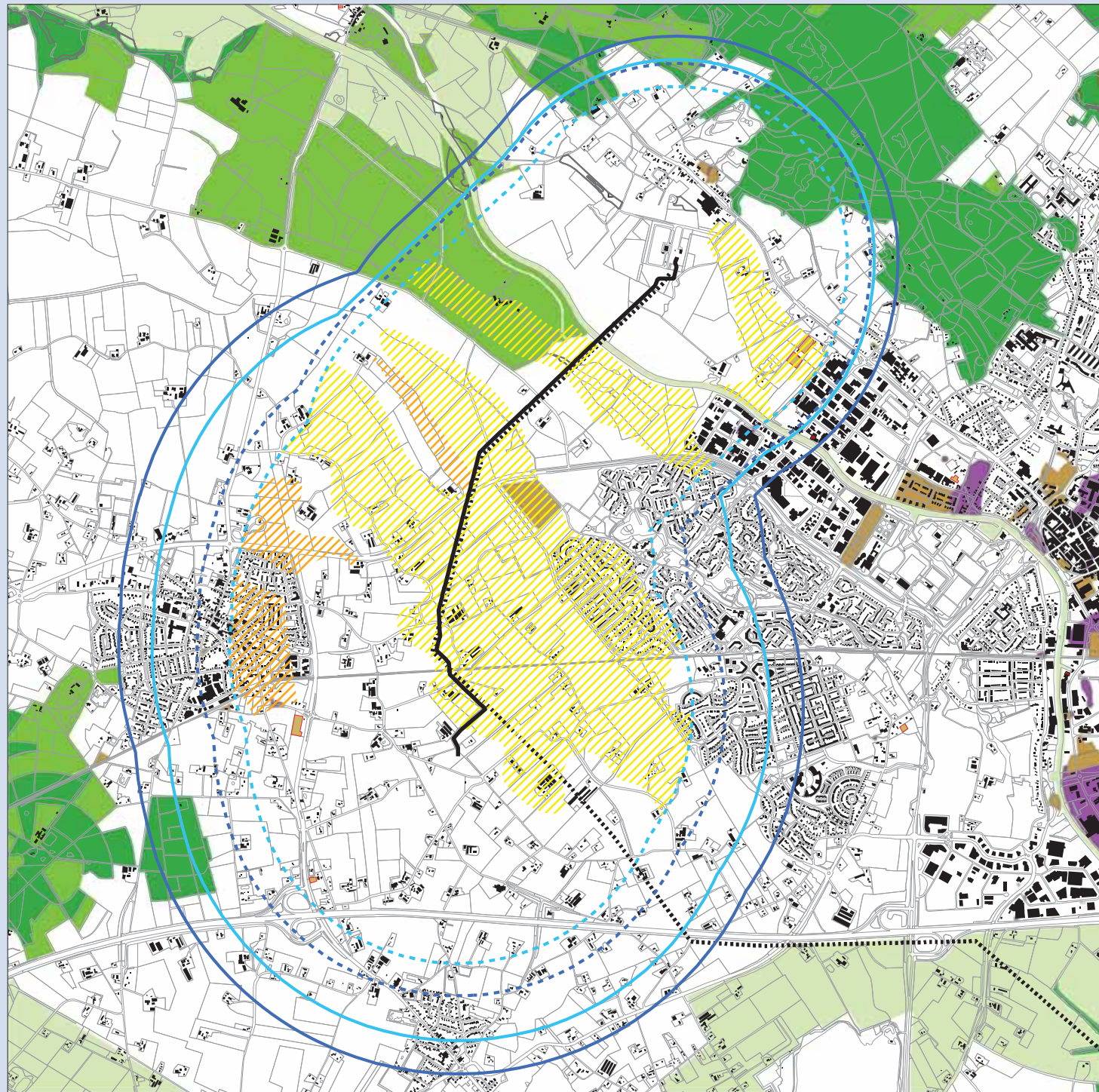
Opdrachtgever: TenneT TSO B.V.  
Projectnummer: 323386



Status: concept  
Datum: 19-06-2014  
Schaal: 1:25,000  
Formaat: A3  
Tekeningnummer: 000  
Getekend: AvdT  
Gecontroleerd: MvV

Nederland B.V.  
Velperweg 26, 6824 BJ Arnhem  
Postbus 485, 6800 AL Arnhem  
T +31 26 355 83 55  
F +31 26 455 92 81  
www.grontmij.nl





### Legenda

GHG - Freatische verlaging tot 5 cm

GHG - Stijghoogte verlaging tot 5 cm

GLG - Freatische verlaging tot 5 cm

GLG - Stijghoogte verlaging tot 5 cm

#### Kans op zettingen

Lage kans op zettingen

Gemiddelde kans op zettingen

Hoge kans op zettingen

Veldstrekking Langerak

380 kV tracé

#### Bodemverontreinigingen

grondwater

vaste bodem

waterbodem

#### Ecologische Hoofdstructuur

Natuur

Landschap

Ecologische verbindingszone

0 250 500 1.000 1.500 2.000 meter

## Effecten en risico's Doetinchem-Wesel 380 kV - VKA 3.0

Opdrachtgever: TenneT TSO B.V.  
Projectnummer: 323386

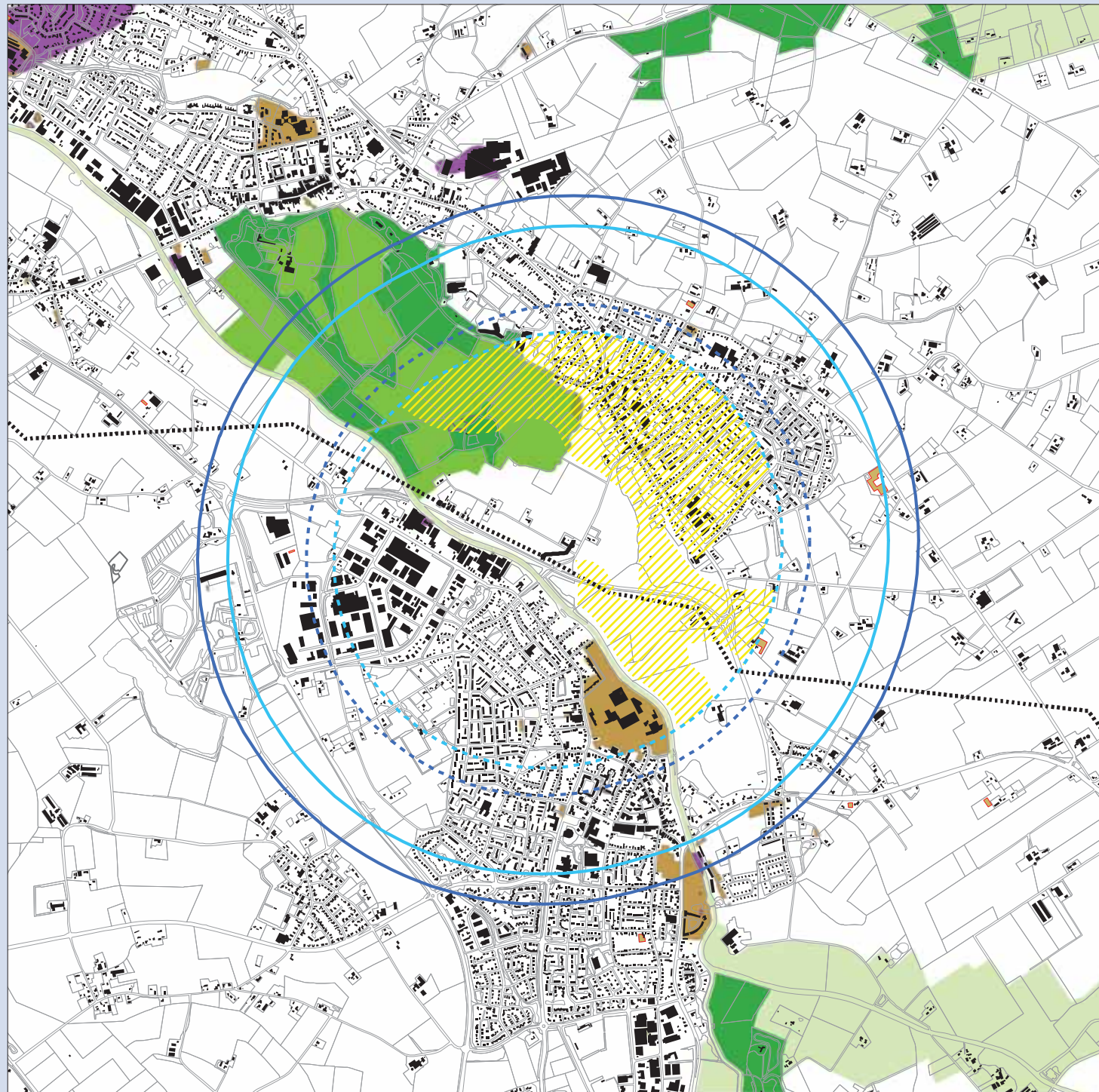


Status: concept  
Datum: 19-06-2014  
Schaal: 1:25,000  
Formaat: A3  
Tekeningnummer: 000  
Getekend: AvdT  
Gecontroleerd: MvV

Nederland B.V.

Velperweg 26, 6824 BJ Arnhem  
Postbus 485, 6800 AL Arnhem  
T +31 26 355 83 55  
F +31 26 455 92 81  
www.grontmij.nl





### Legenda

GHG - Freatische verlaging tot 5 cm

GHG - Stijghoogte verlaging tot 5 cm

GLG - Freatische verlaging tot 5 cm

GLG - Stijghoogte verlaging tot 5 cm

Kans op zettingen

Lage kans op zettingen

Gemiddelde kans op zettingen

Hoge kans op zettingen

Veldstrekking Ulft

380 kV tracé

Bodemverontreinigingen

grondwater

vaste bodem

waterbodem

Ecologische Hoofdstructuur

natuur

kruisland

Ecologische verbindingzone

0 250 500 1.000 1.500 2.000 meter

## Effecten en risico's Doetinchem-Wesol 380 kV - VKA 3.0

Opdrachtgever: TenneT TSO B.V.  
Projectnummer: 323386

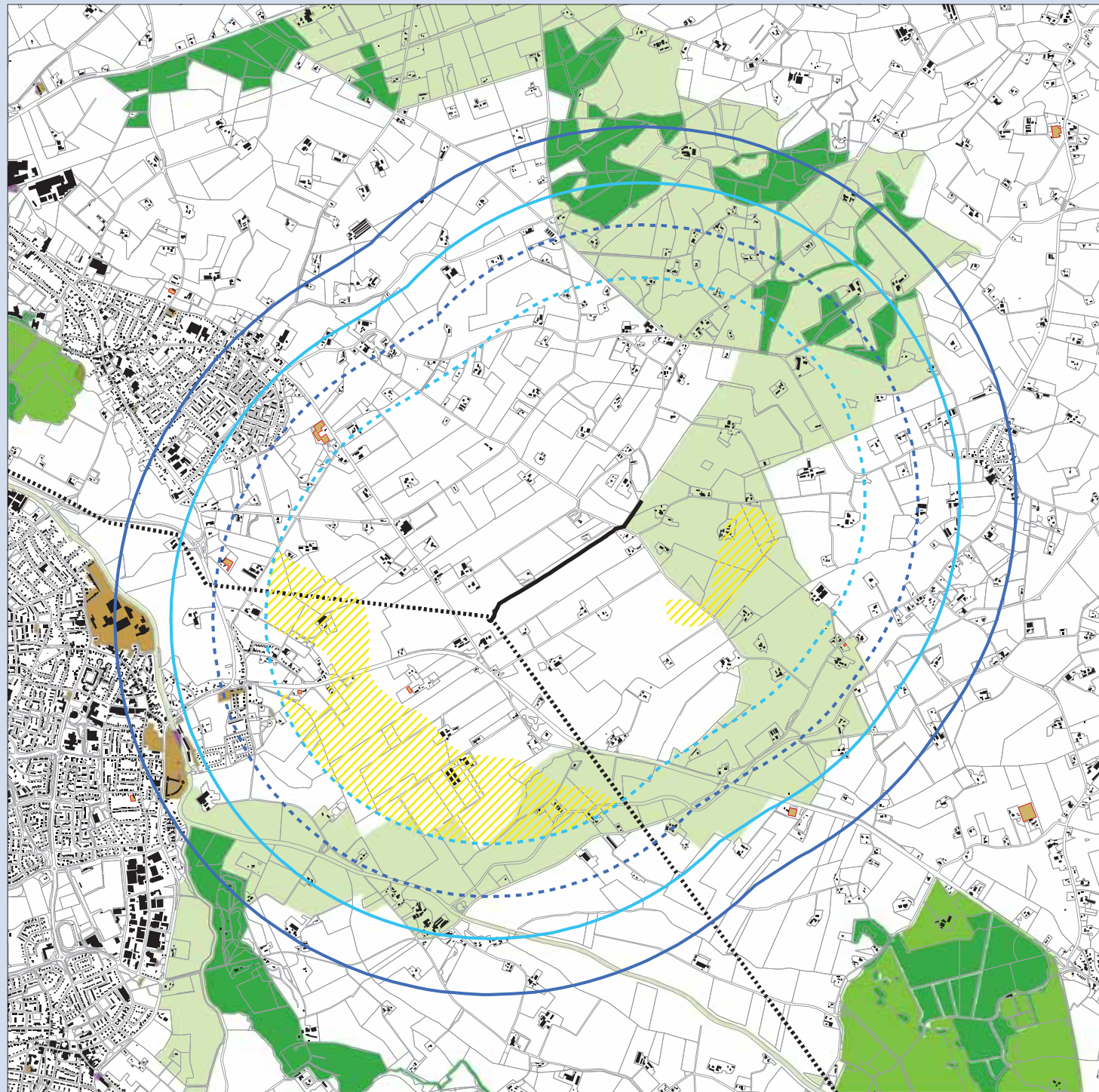


Status: concept  
Datum: 19-06-2014  
Schaal: 1:20,001  
Formaat: A3  
Tekeningnummer: 000  
Getekend: AvdT  
Gecontroleerd: MvV

Nederland B.V.

Velperweg 26, 6824 BJ Arnhem  
Postbus 485, 6800 AL Arnhem  
T +31 26 355 83 55  
F +31 26 455 92 81  
www.grontmij.nl





### Legenda

- GHG - Freatische verlagings tot 5 cm
- GHG - Stijghoogte verlagings tot 5 cm
- GLG - Freatische verlagings tot 5 cm
- GLG - Stijghoogte verlagings tot 5 cm

#### Kans op zettingen

- Lage kans op zettingen
- Gemiddelde kans op zettingen
- Hoge kans op zettingen

Veldstrekking Silvolde

380 kV tracé

#### Bodemverontreinigingen

- grondwater
- vaste bodem
- waterbodem

#### Ecologische Hoofdstructuur

- Natuur
- Landschap
- Ecologische transitiezone

0 250 500 1.000 1.500 2.000 meter

## Effecten en risico's Doetinchem-Wesel 380 kV - VKA 3.0

Opdrachtgever: TenneT TSO B.V.  
Projectnummer: 323386



Status: concept  
Datum: 19-06-2014  
Schaal: 1:25,001  
Formaat: A3  
Tekeningnummer: 000  
Getekend: AvdT  
Gecontroleerd: MvV

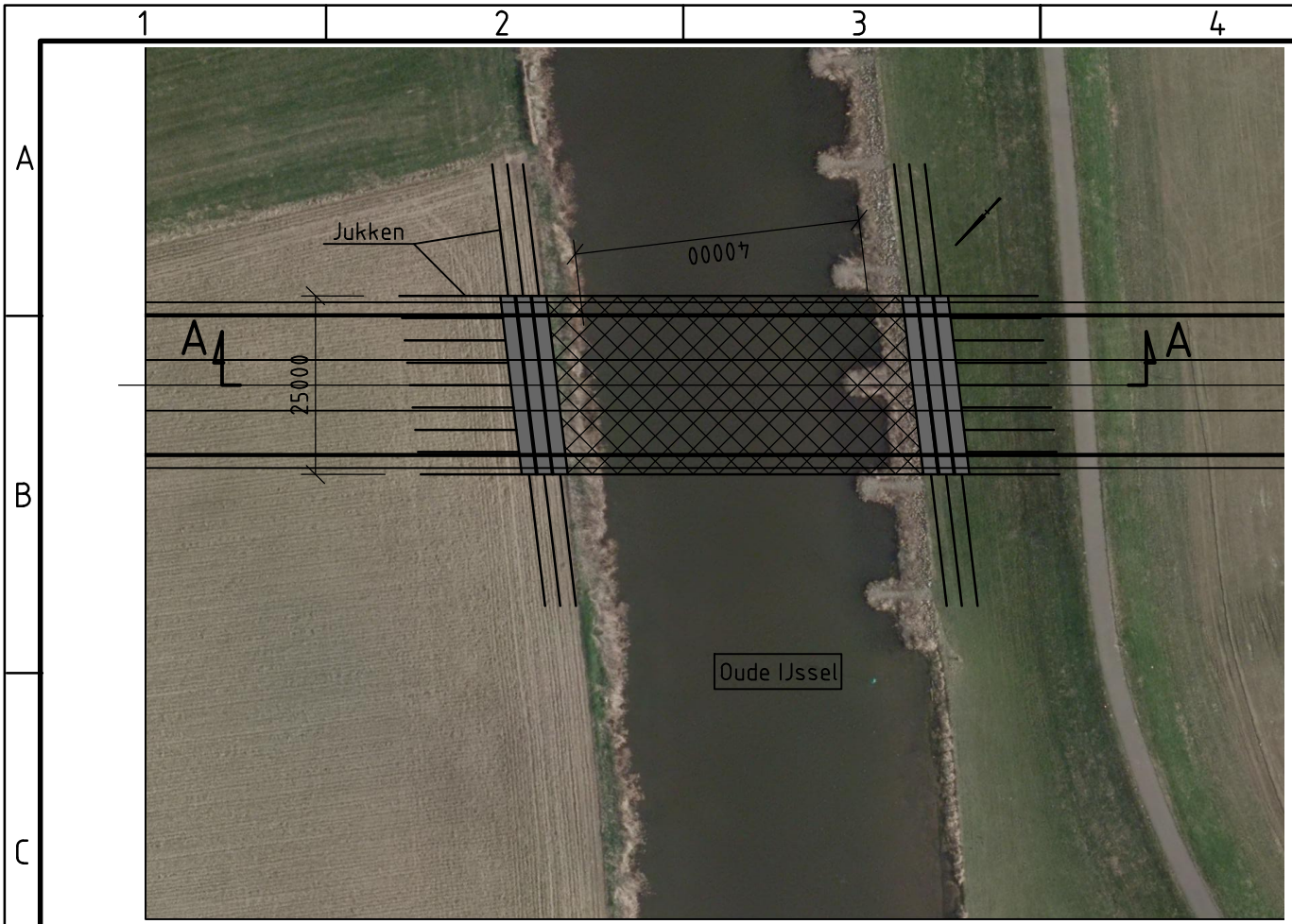
Nederland B.V.

Velperweg 26, 6824 BJ Arnhem  
Postbus 485, 6800 AL Arnhem  
T +31 26 355 83 55  
F +31 26 455 92 81  
www.grontmij.nl

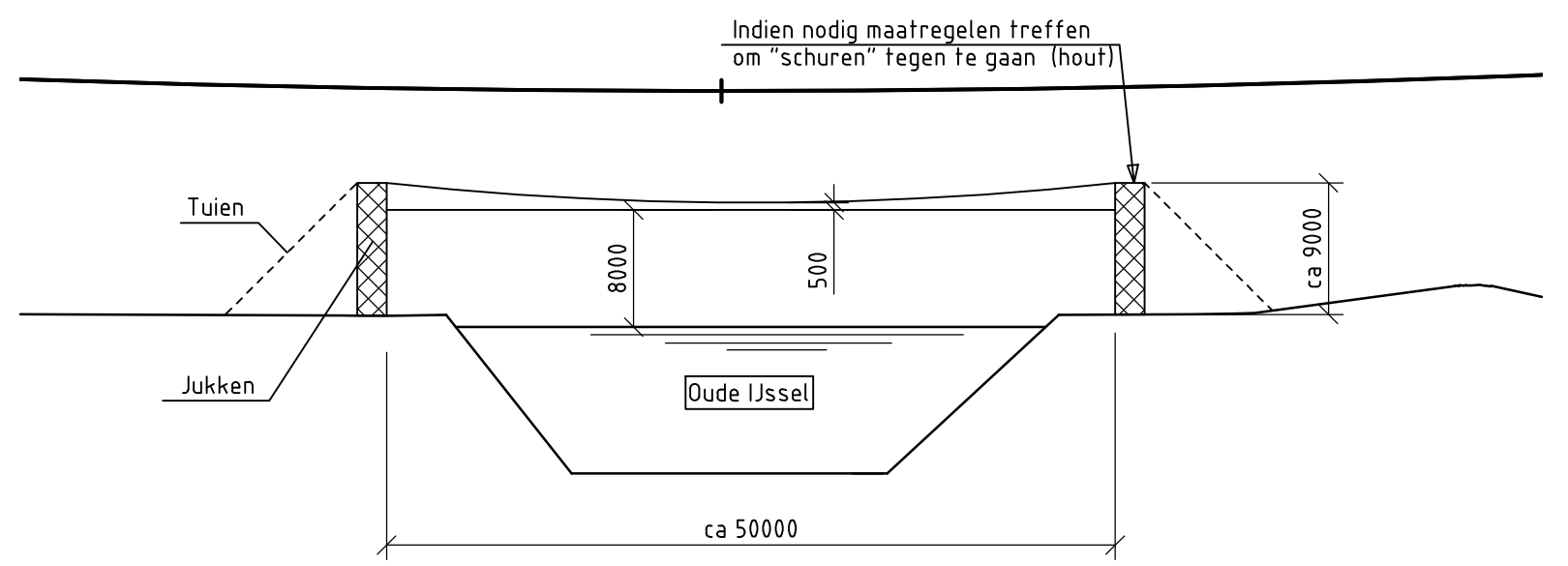
**Bijlage 4a:  
Jukentekeningen kruising  
Oude IJssel**

Doetinchem-Wesel 380 kV

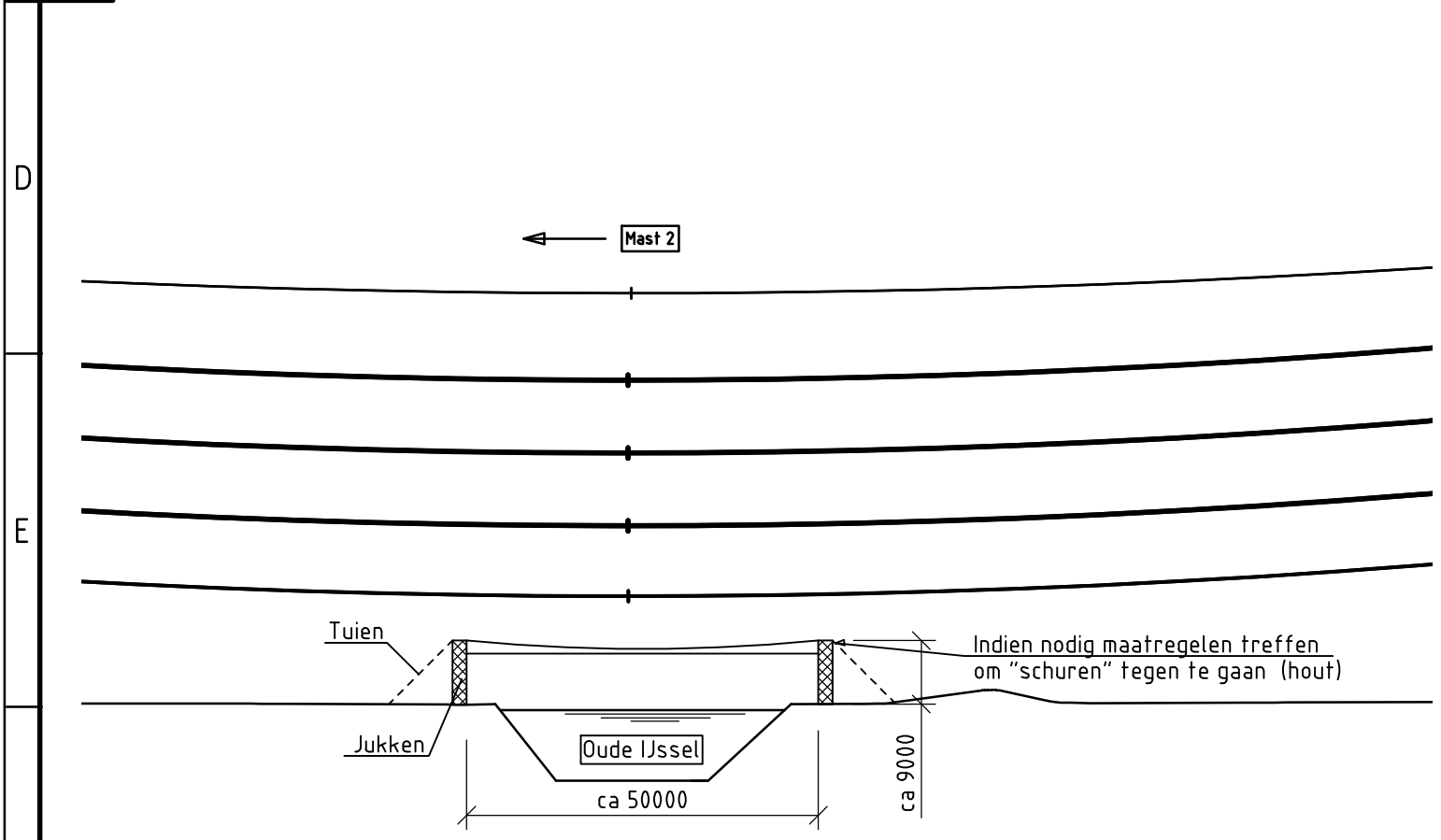




**Bovenaanzicht**  
Schaal 1:1000



**Uitvergroting doorsnede A-A**  
Schaal 1:500




**Doorsnede A-A**  
Schaal 1:1000

Geleiders zijn spanningsloos.

150/380 kV lijn / Doetichem Wesel: juk ter hoogte van watergang "Oude IJssel" tussen mast 2 en mast 3.		
Omschrijving:	RM131193	Schaal: 1 : 1000 / 1:500
Formaat:	A3 297x420	
Projekt:	DW380	Naam: L. de Kroon
		Datum: 07-03-2014



Postbus 2855  
3500 GW Utrecht  
Tel: 030 - 265 5555

 Taking power further Utrechtseweg 310 6812 AR ARNHEM Telefoon :026-3731111 Telefax :026-3731112	Postbus 718 6800 AS ARNHEM E-mail : servicecentrum@tennet.eu Internet : www.tennet.eu	Tekeningnummer: DW380-00-35-0002-020-C	
		A3	

**Bijlage 4b:  
Jukentekeningen kruising  
A18**

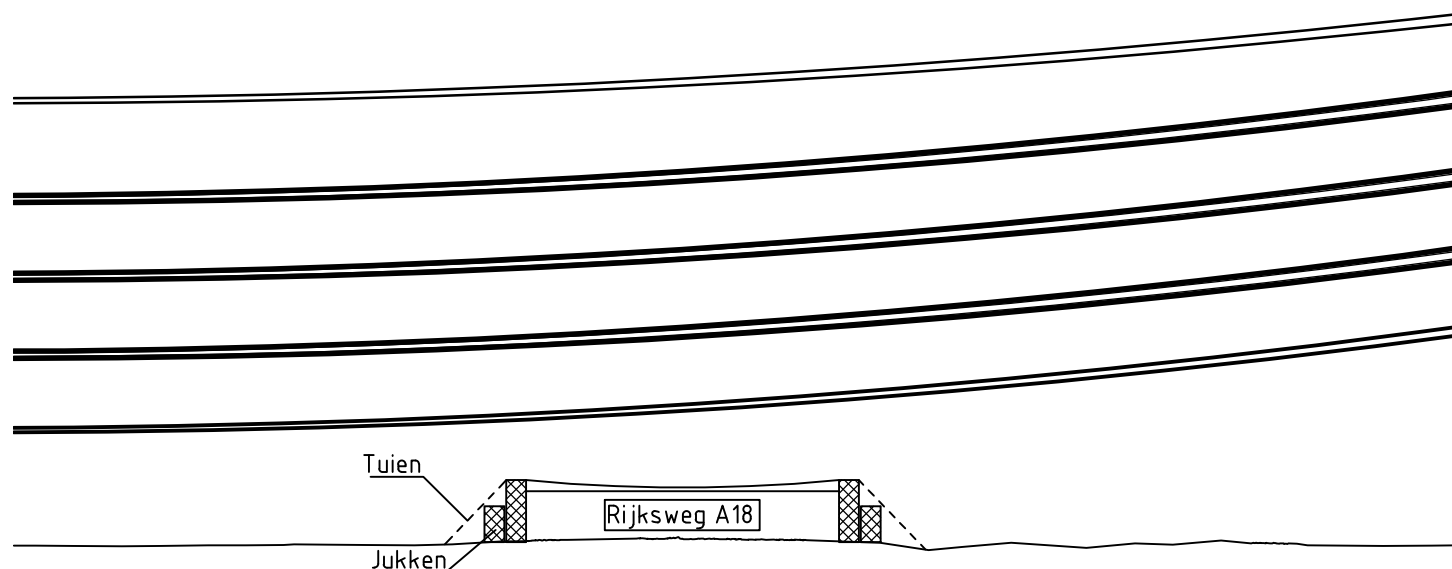
Doetinchem-Wesel 380 kV





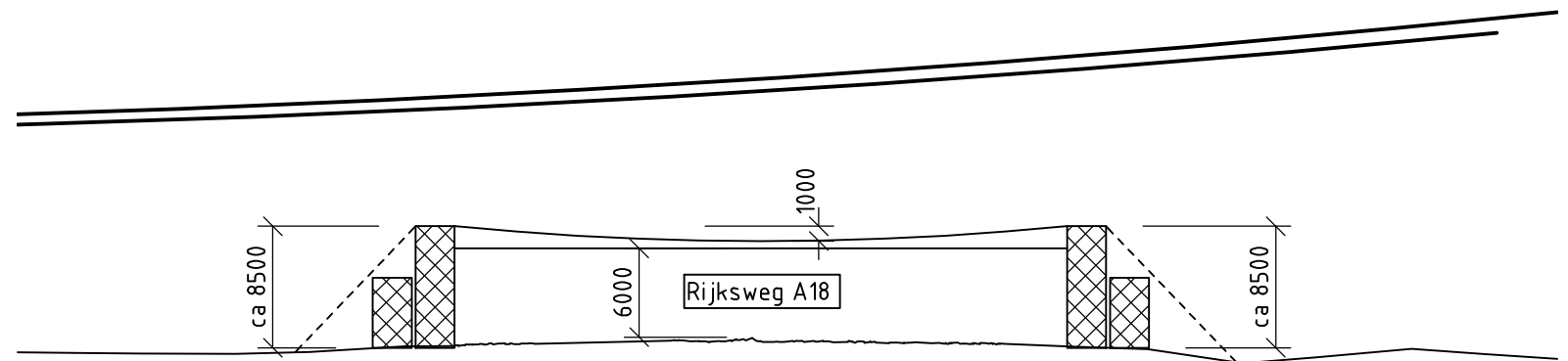
**Bovenaanzicht**

Schaal 1:1000



**Doorsnede A-A**

Schaal 1:1000



**Uitvergroting doorsnede A-A**

Voor indicatieve maatvoering asfalt zie Bovenaanzicht  
Schaal 1:500

Geleiders zijn spanningsloos.

150/380 kV lijn / Doetichem Wesel: juk ter hoogte van de Rijksweg A18 tussen mast 13 en mast 14.

Omschrijving:

RM131193

Schaal: 1 : 1000 / 1:500

Formaat: A3 297x420

Projekt:

DW380

Naam: L. de Kroon

Datum: 13-02-2014



Postbus 2855  
3500 GW Utrecht  
Tel: 030 - 265 5555



Utrechtseweg 310  
6812 AR ARNHEM  
Telefoon :026-3731111  
Telefax :026-3731112

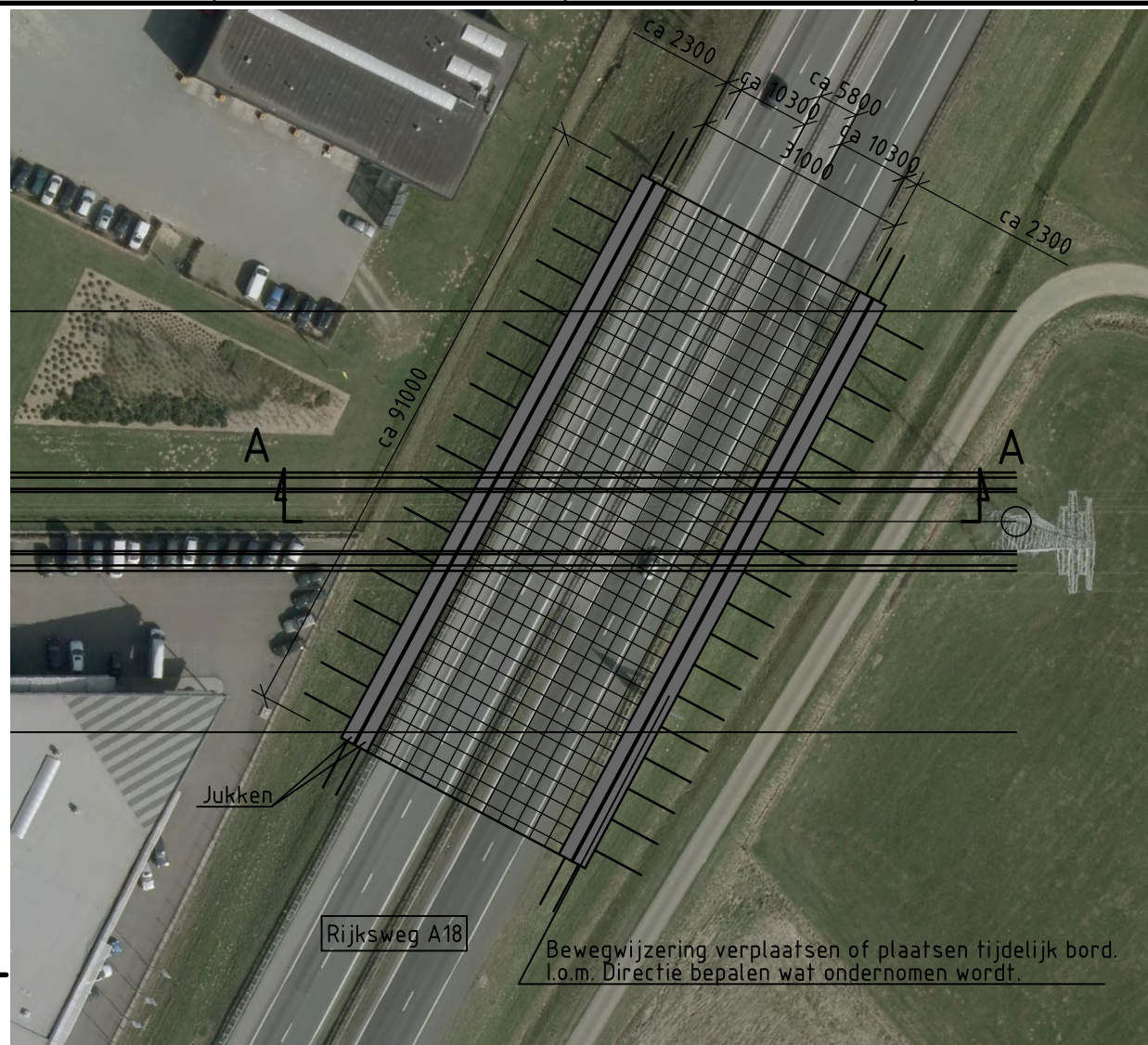
Postbus 718  
6800 AS ARNHEM  
E-mail : servicecentrum@tennet.eu  
Internet : www.tennet.eu

Tekeningnummer: DW380-00-35-0002-022-C

**Bijlage 4c:  
Jukentekeningen sloop  
150kV A18**

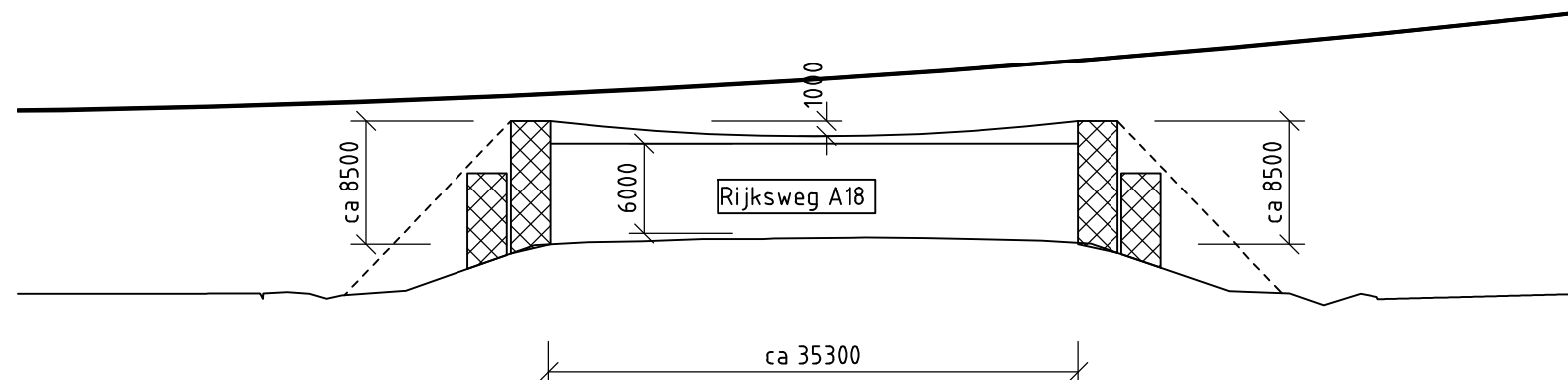
Doetinchem-Wesel 380 kV





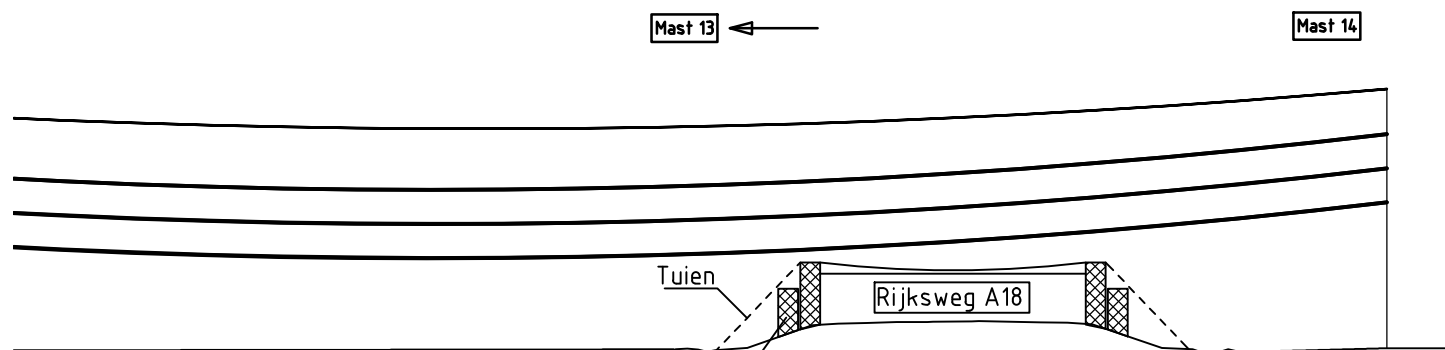
### Bovenaanzicht

Schaal 1:1000



### Uitvergroting doorsnede A-A

Voor indicatieve maatvoering asfalt zie Bovenaanzicht  
Schaal 1:500



### Doorsnede A-A

Schaal 1:1000

Geleiders zijn spanningsloos.

150 kV lijn / DTC-DAL: juk ter hoogte van de Rijksweg A18 ter hoogte van mast 13 en mast 14 t.b.v. verwijderen geleiders.

Omschrijving:

RM131193

Schaal: 1 : 1000 / 1:500

Formaat: A3 297x420

Projekt: DW380

Naam: H. van Zalingen

Datum: 26-03-2014

**Movares**

Postbus 2855  
3500 GW Utrecht  
Tel: 030 - 265 5555



Utrechtseweg 310  
6812 AR ARNHEM  
Telefoon :026-3731111  
Telefax :026-3731112

Postbus 718  
6800 AS ARNHEM  
E-mail : servicecentrum@tennet.eu  
Internet : www.tennet.eu

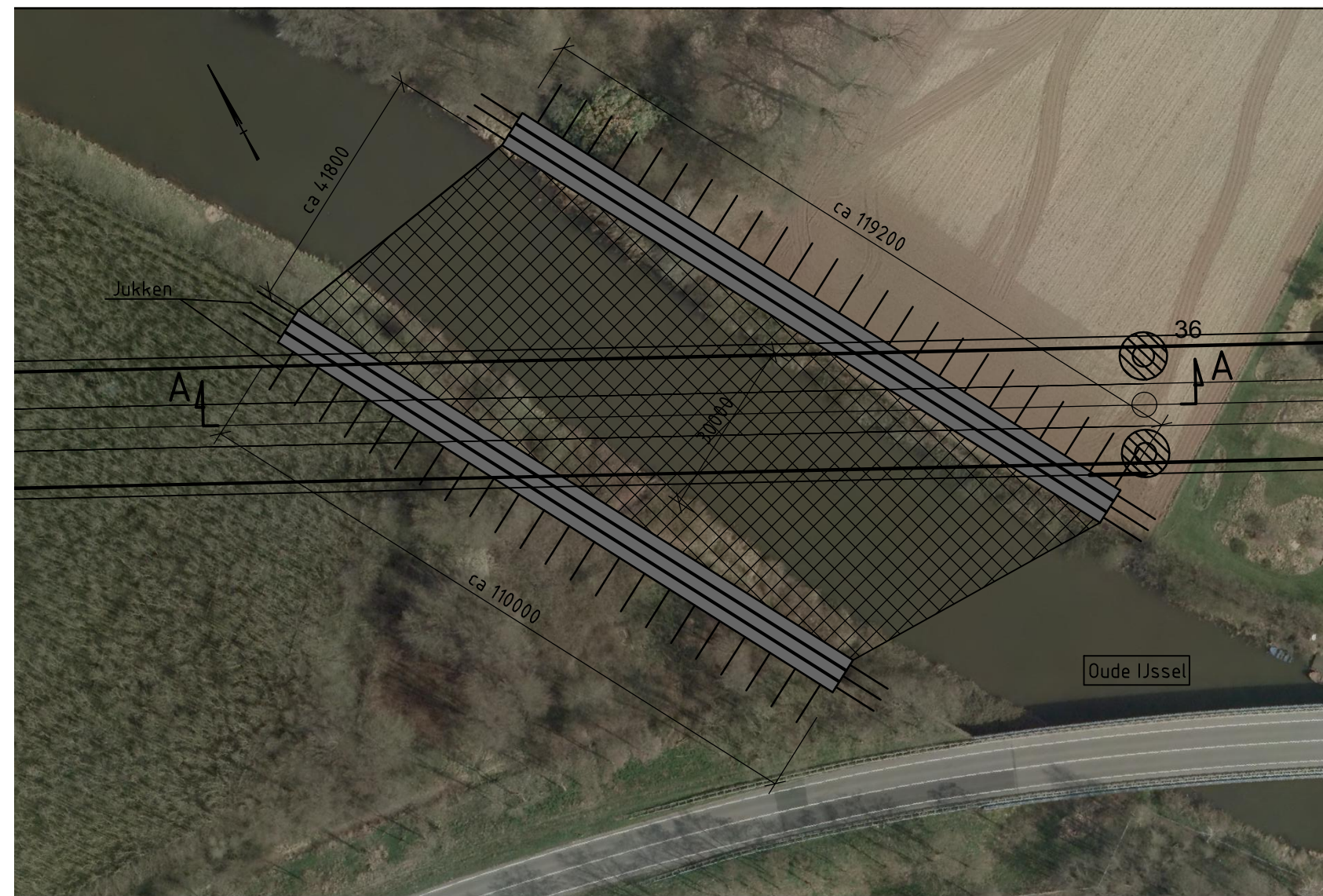
Tekeningnummer: DW380-00-35-0002-025-A

A3

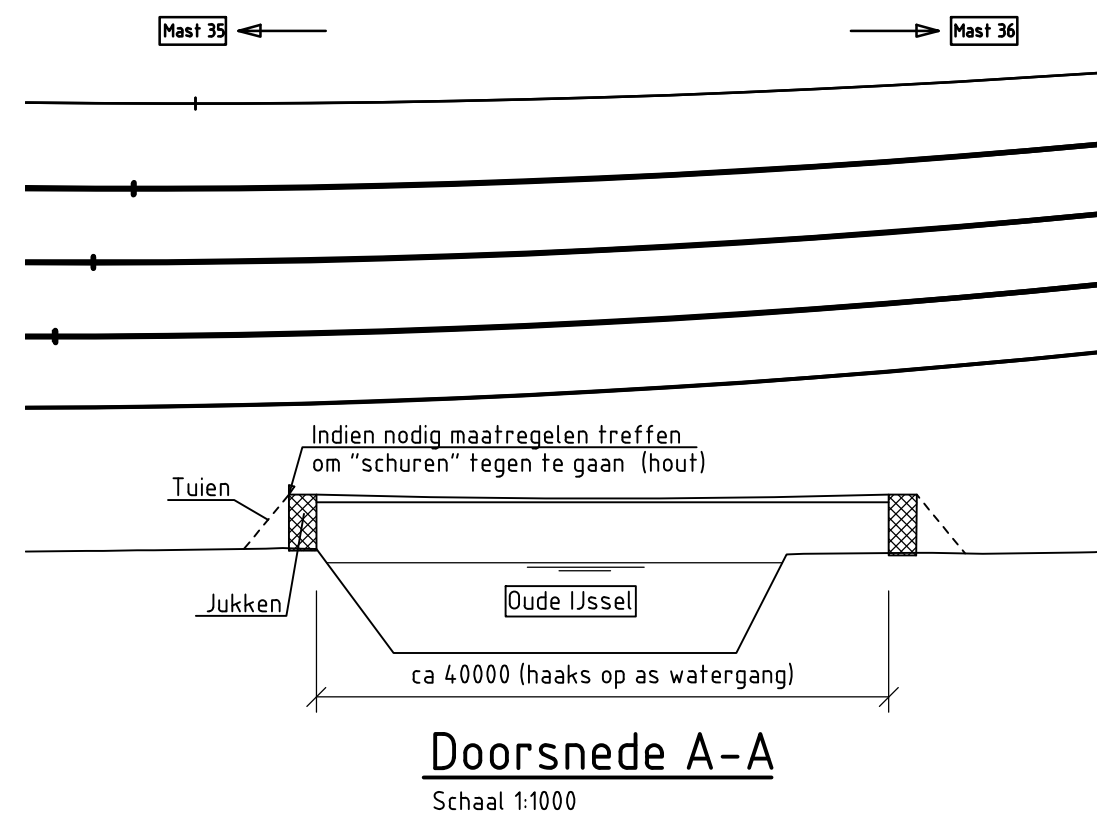
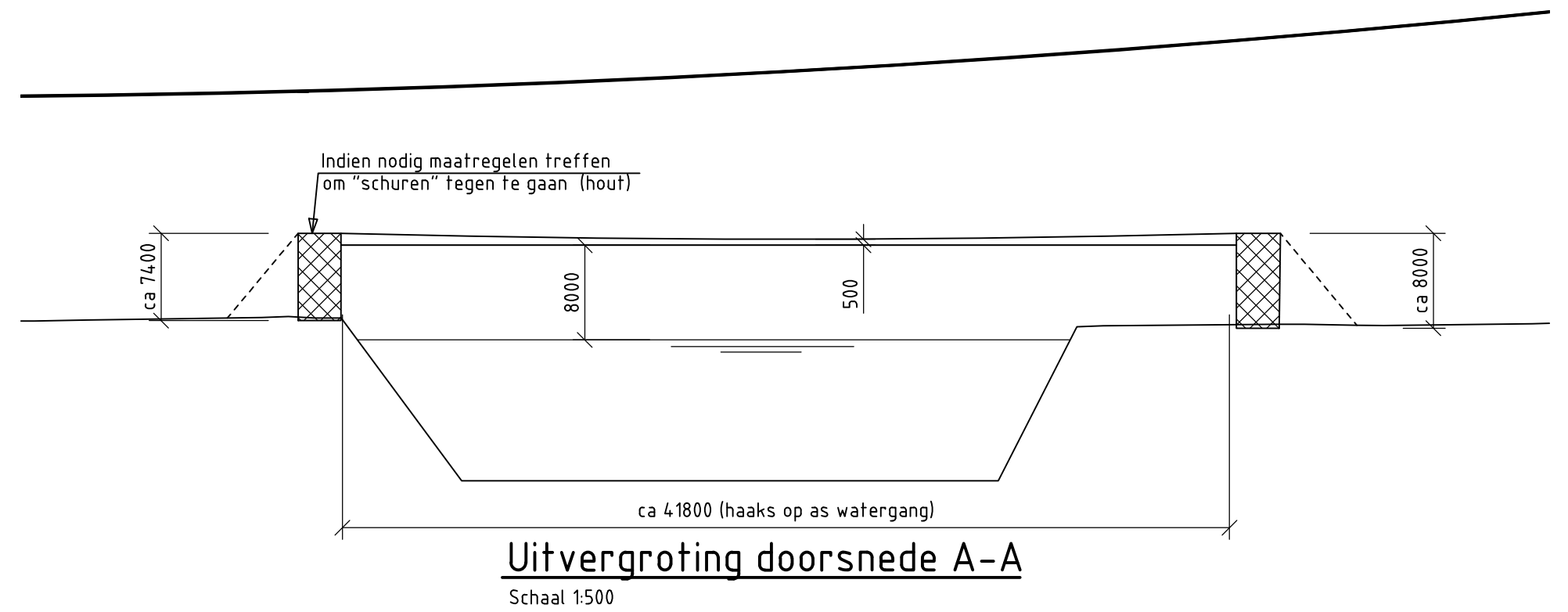
**Bijlage 4d:  
Jukentekeningen kruising  
Oude IJssel**

Doetinchem-Wesel 380 kV





**Bovenaanzicht**  
Schaal 1:1000



**Doorsnede A-A**  
Schaal 1:1000

Geleiders zijn spanningsloos.

150/380 kV lijn / Doetichem Wesel: juk ter hoogte van de kruising over de "Oude IJssel" tussen mast 35 en mast 36.

Omschrijving:	RM131193	Schaal: 1 : 1000 / 1500	Formaat: A2 420x594
Project:	DW380	Naam: L. de Kroon	Datum: 07-03-2014

**Movares**

Postbus 2855  
3500 GW Utrecht  
Tel: 030 - 265 5555

**tennet**  
Utrechtseweg 310  
6812 AR ARNHEM  
Telefoon :026-3731111  
Telefax :026-3731112

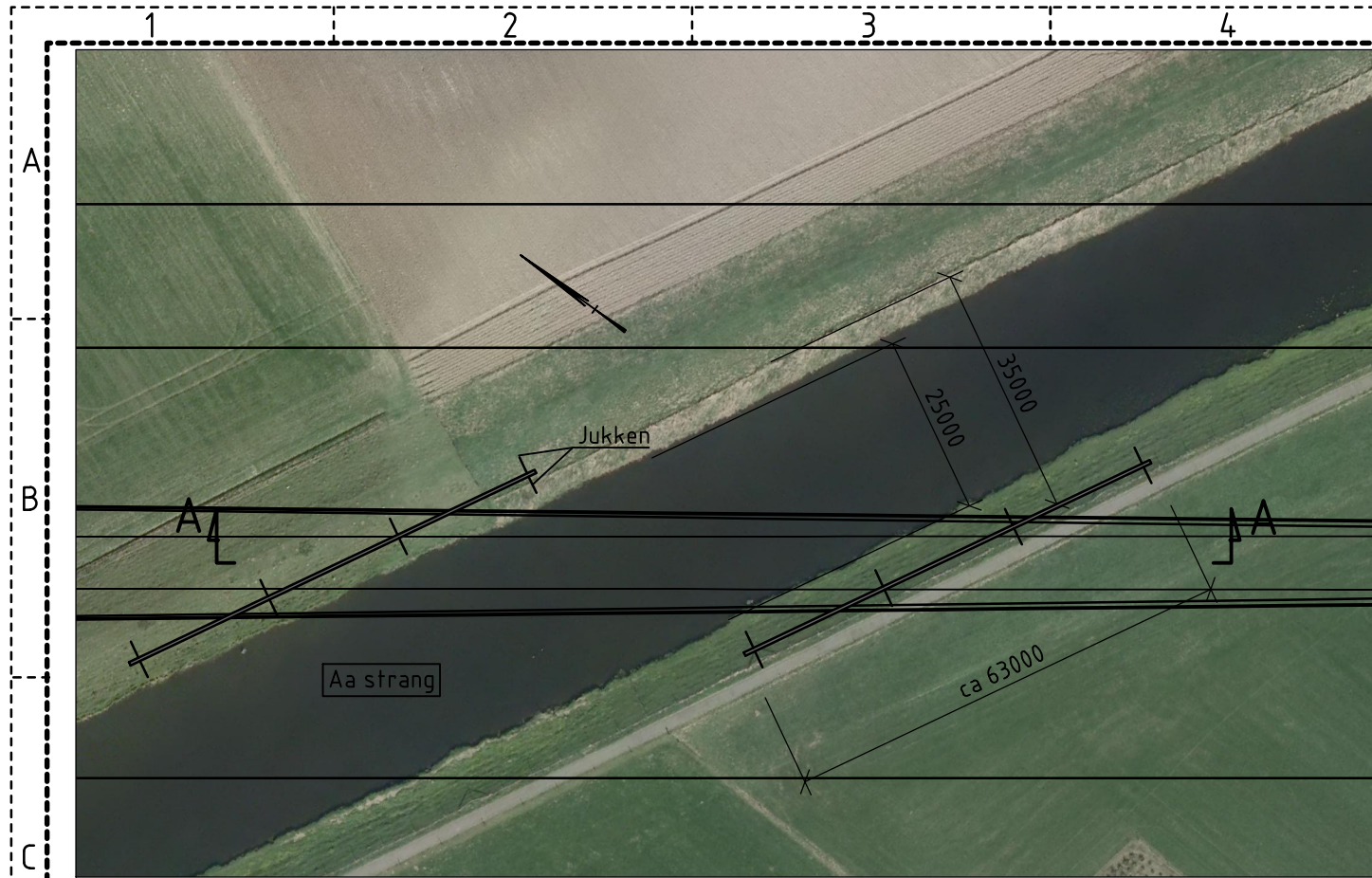
Postbus 718  
6800 AS ARNHEM  
E-mail : servicecentrum@tennet.eu  
Internet : www.tennet.eu

Tekeningnummer: DW380-00-35-0002-024-C

**Bijlage 4e:  
Jukentekeningen kruising  
Aa-strang**

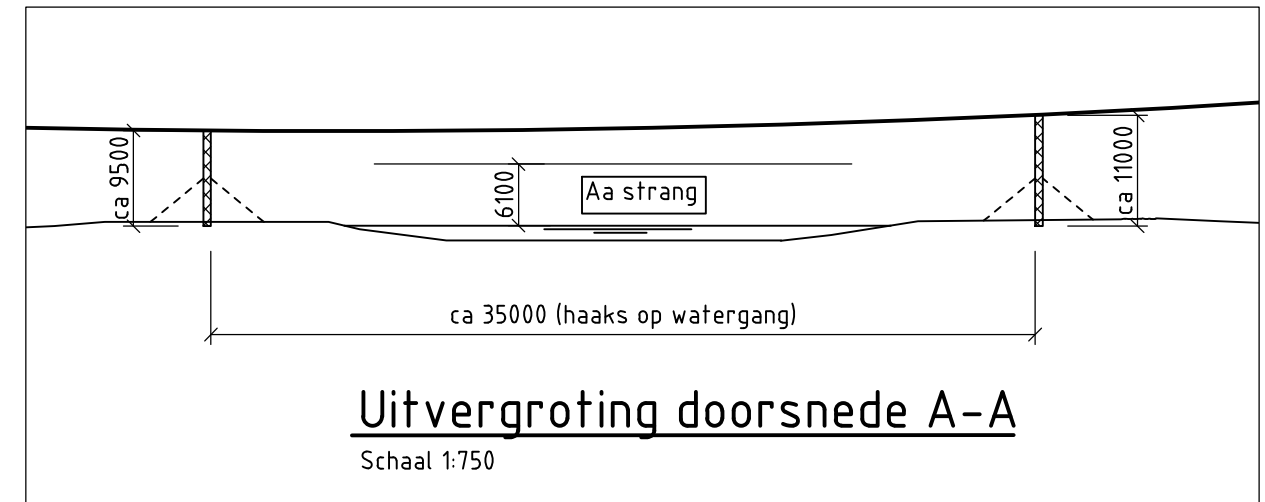
Doetinchem-Wesel 380 kV





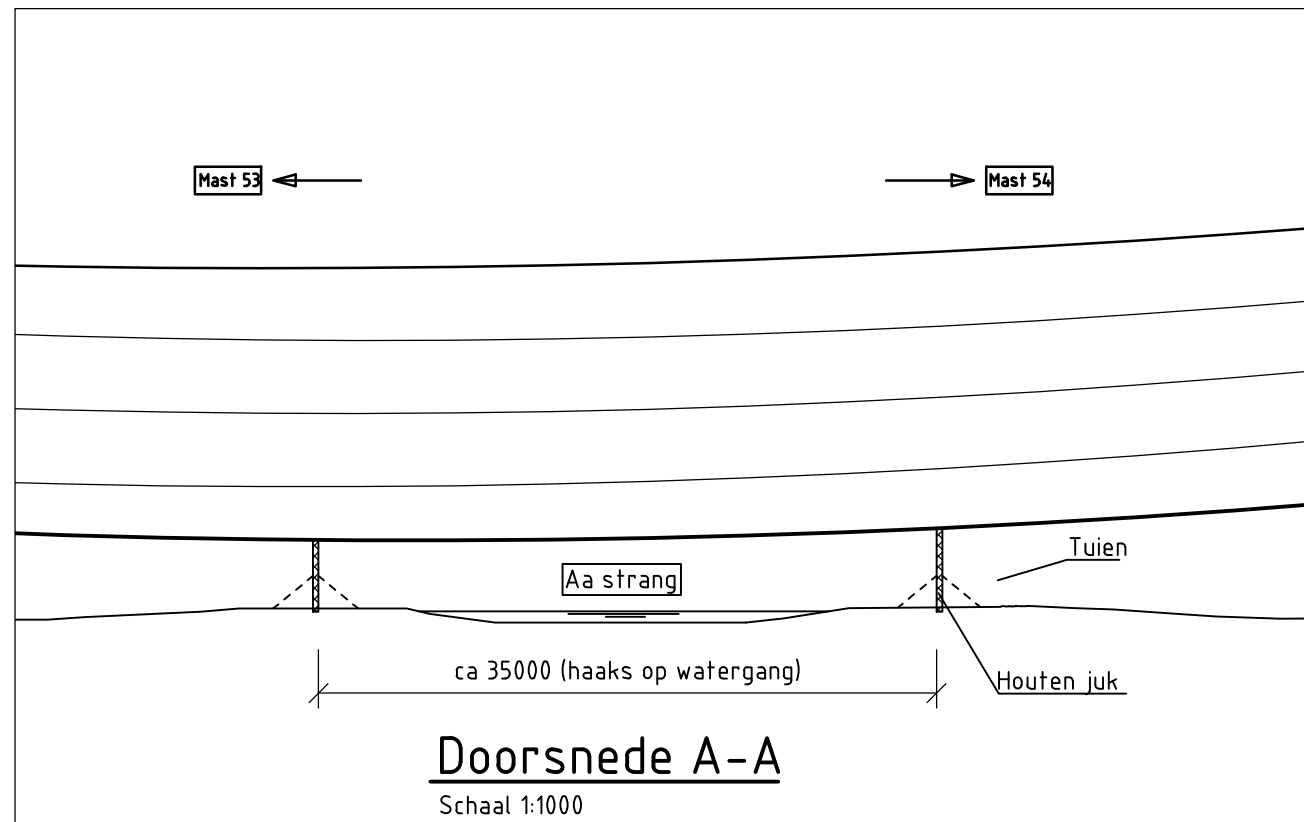
**Bovenaanzicht**

Schaal 1:1000



**Uitvergroting doorsnede A-A**

Schaal 1:750



**Doorsnede A-A**

Schaal 1:1000

Geleiders zijn spanningsloos.

150/380 kV lijn / Doetichem Wesel: juk ter hoogte van de kruising met de Aa strang tussen mast 53 en mast 54.

Omschrijving:

RM131193

Schaal: 1 : 1000 / 1:500

Formaat: A3 297x420

Projekt:

DW380

Naam: L. de Kroon

Datum: 10-10-2013

**Movares**

Postbus 2855  
3500 GW Utrecht  
Tel: 030 - 265 5555



Utrechtseweg 310  
6812 AR ARNHEM  
Telefoon :026-3731111  
Telefax :026-3731112

Postbus 718  
6800 AS ARNHEM  
E-mail : servicecentrum@tennet.eu  
Internet : www.tennet.eu

Tekeningnummer: DW380-00-35-0002-025-B

**Bijlage 4f: Detailtekening  
kabel Waalsche Water**

Doetinchem-Wesel 380 kV







**Bijlage 4g:  
Compensatietekening  
waterbergend vermogen**

Doetinchem-Wesel 380 kV





B01



Maaiveldverlaging

B01

Maatregelnummer  
zie H4.2



Hoogspanningslijn  
met mastvoeten, hartlijn  
en ZRO zone



**Bijlage 5:  
Vergunningenrapportage  
HDD TenneT**

Doetinchem-Wesel 380 kV



# **Horizontaal gestuurde boringen TenneT Doetinchem-Wesel**

Vergunningaanvraag, T208610, d.d. 3 oktober 2012

Definitief

TenneT TSO B.V.

Grontmij Nederland B.V.  
Arnhem, 15 augustus 2014

# Verantwoording

**Titel** : Horizontaal gestuurde boringen  
TenneT Doetinchem-Wesel

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

**Projectnummer** : 323386

**Referentienummer** : GM-0135816

**Revisie** : D4

**Datum** : 15 augustus 2014

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

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

**Gecontroleerd door** : ir. M. Jasperse

**Paraaf gecontroleerd** : 

**Goedgekeurd door** : ir. W.R. Nijhoving

**Paraaf goedgekeurd** : 

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



# Inhoudsopgave

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

Bijlage 1: Ontwerptekeningen

Bijlage 2: Sonderingen

Bijlage 3: Invoer en uitvoer D Geo Pipeline

# 1 Inleiding

## 1.1 Opdracht

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

## 1.2 Doel

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

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

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

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

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

## 1.3 Situatieschets



## 1.4 Leeswijzer

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



## 2 Uitgangspunten

Voor de horizontaal gestuurde boringen zijn de volgende uitgangspunten aangehouden:

### 2.1 Ontwerp

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

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

De kruisingen bestaan uit:

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

### 2.2 NEN 3650 en 3651

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

### 2.3 Eisen Waterschap Rijn en IJssel

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

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

### 2.4 Trekkraft

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

### 2.5 Inwendige en uitwendige overdruk

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

### 2.6 Importantiefactor

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

## **2.7 Geotechnische parameters**

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

## **2.8 Boortechnische gegevens**

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

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

## **2.9 Verkeersbelasting**

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



## 3 Berekende locaties

### 3.1 Ontwerp horizontaal gestuurde boring (algemeen)

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

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

### 3.2 Berekeningen horizontaal gestuurde boring

De volgende berekeningen zijn voor de horizontaal gestuurde boringen uitgevoerd:

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

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

Bij de berekeningen zijn de volgende parameters aangehouden:

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

## 4 Resultaten

### 4.1 Algemeen

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

### 4.2 Horizontaal gestuurde boring Keppelseweg I en primaire waterkering

#### *Specificatie boring*

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

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

#### *Grind*

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

#### *Trekkrachtberekening*

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

#### *Sterkteberekening bedrijfsfase*

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

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

#### *Muddrukberekening*

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

#### *Implosie*

Tijdens de intrekoperatie blijkt uit de berekeningen voor de leiding  $\varnothing$  630 mm dat geen implosie optreedt. Uit de langeduur implosieberekening blijkt dat bij de maatgevende situatie van een leegstaande leiding geen implosie optreedt. De berekende alzijdige overdruk op de leiding bedraagt circa  $70$  kN/m<sup>2</sup>, terwijl  $278$  kN/m<sup>2</sup> toelaatbaar is.



#### *Kwelscherm*

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

### **4.3 Horizontaal gestuurde boring Keppelseweg II**

#### *Specificatie boring*

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

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

#### *Bijzonderheden*

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

#### *Trekkrachtberekening*

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

#### *Sterkteberekening bedrijfsfase*

Voor de leidingen is een sterkteberekening in de bedrijfsfase gemaakt. Tijdens de bedrijfsfase is voor  $\varnothing$  110 mm leiding een spanning van  $0,9$  N/mm<sup>2</sup> en voor de  $\varnothing$  200 mm leidingen  $1,0$  N/mm<sup>2</sup> berekend. Toelaatbaar is  $10$  N/mm<sup>2</sup> waarbij is uitgegaan van PE 100 SDR 11. Deze voldoen.

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

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

#### *Muddrukberekening*

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

#### *Implosie*

Tijdens de intrekoperatie blijkt uit de berekeningen voor de leiding  $\varnothing$  110 mm dat geen implosie optreedt. Uit de langeduur implosieberekening blijkt dat bij de maatgevende situatie van een leegstaande leiding geen implosie optreedt. De berekende alzijdige overdruk op de leiding bedraagt circa  $48$  kN/m<sup>2</sup>, terwijl  $278$  kN/m<sup>2</sup> toelaatbaar is.

Tijdens de intrekoperatie blijkt uit de berekeningen voor de leidingen  $\varnothing$  200 mm dat geen implosie optreedt. Uit de langeduur implosieberekening blijkt dat bij de maatgevende situatie van een leegstaande leiding geen implosie optreedt. De berekende alzijdige overdruk op de leiding bedraagt circa  $48$  kN/m<sup>2</sup>, terwijl  $279$  kN/m<sup>2</sup> toelaatbaar is.

#### 4.4 Horizontaal gestuurde boring Liemersweg

##### *Geen waterkering*

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

##### *Specificatie boring*

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

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

##### *Trekkrachtberekening*

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

##### *Sterkteberekening bedrijfsfase*

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

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

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

##### *Muddrukberekening*

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

##### *Implosie*

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

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



## 5 Conclusie

### 5.1 Algemeen

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

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

### 5.2 Horizontaal gestuurde boring Keppelseweg I

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

### 5.3 Horizontaal gestuurde boring Keppelseweg II

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

### 5.4 Horizontaal gestuurde boring Liemersweg

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

# **Bijlage 1**

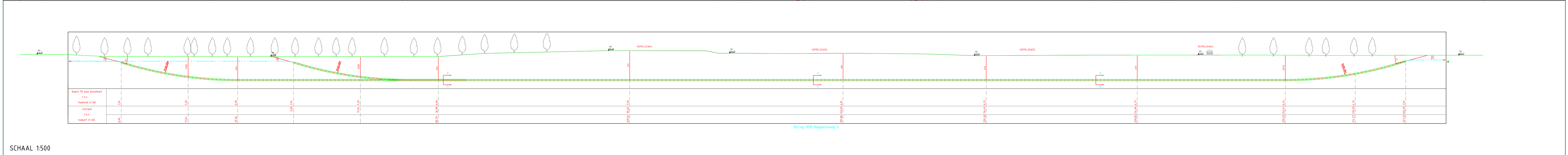
## Ontwerptekeningen



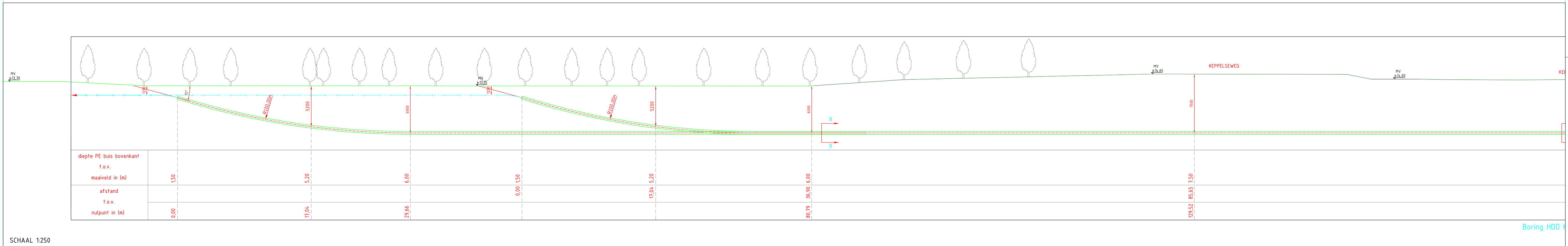




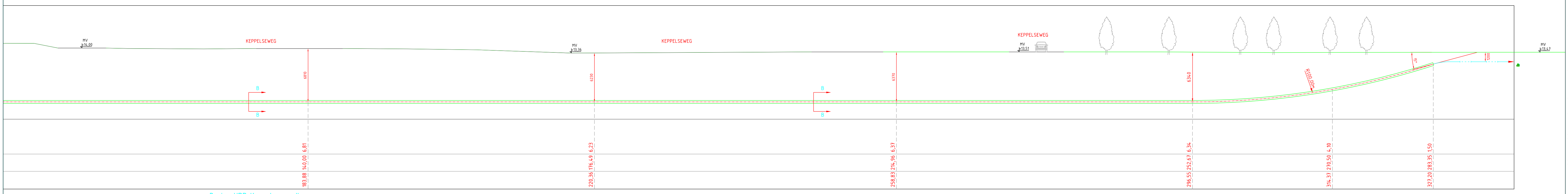
SCHAAL 1:500



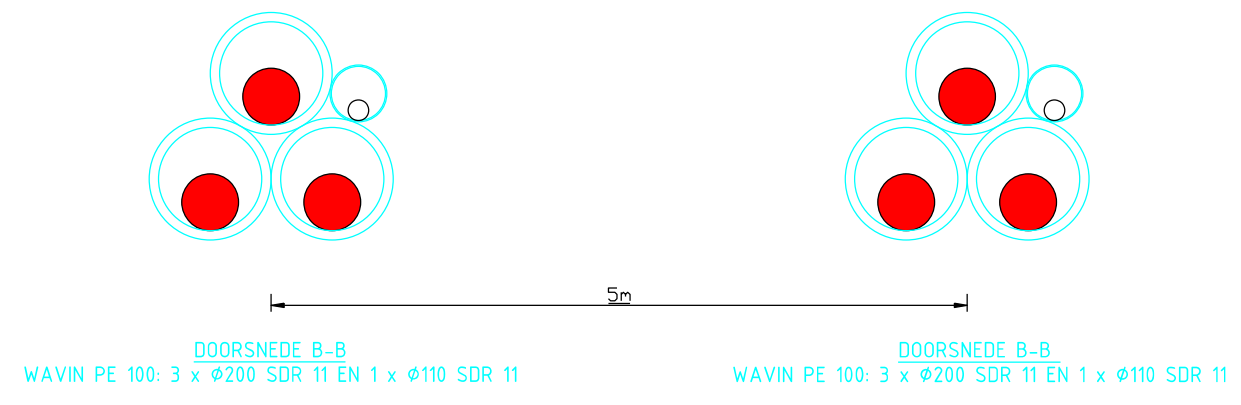
SCHAAL 1:500



SCHAAL 1:250



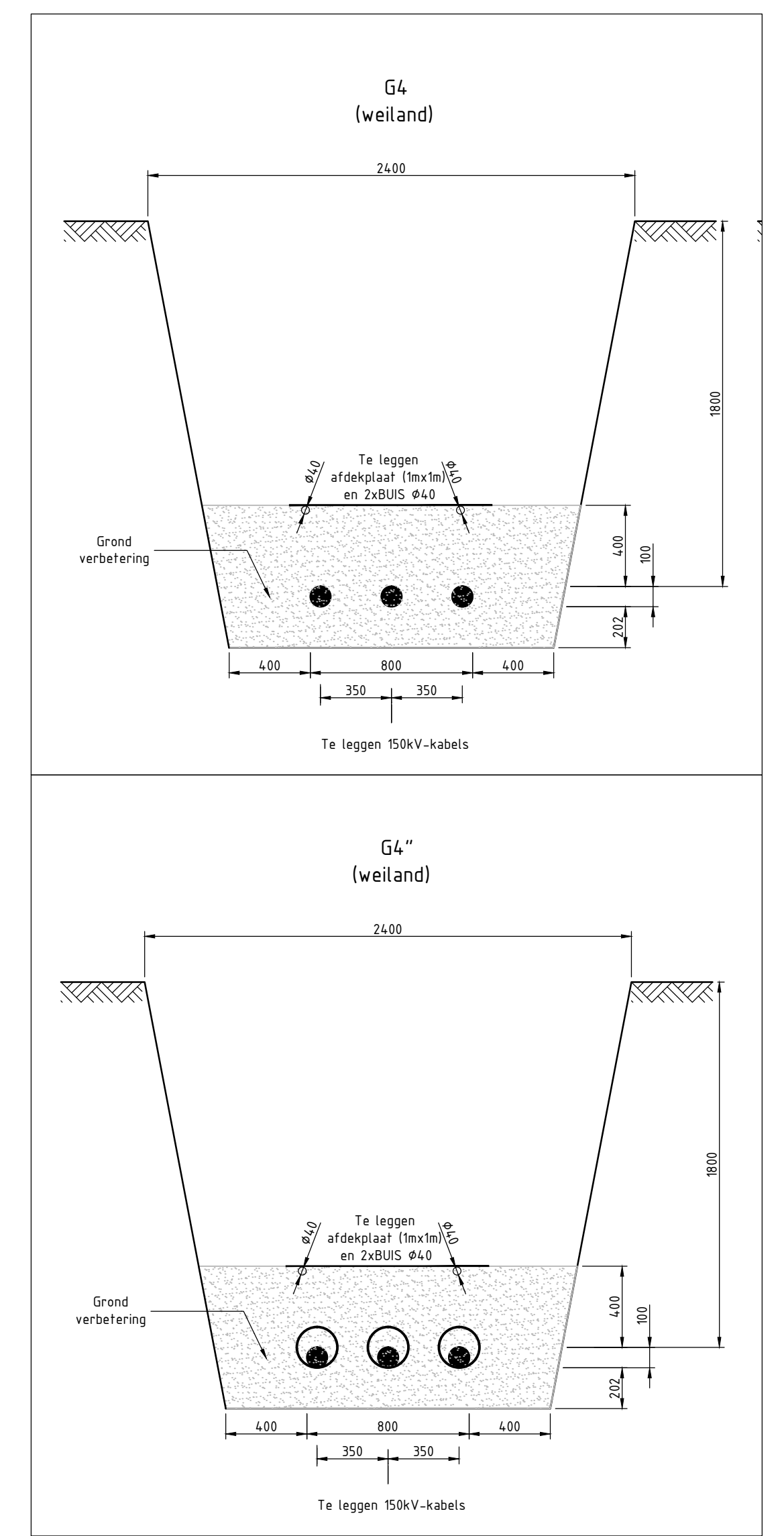
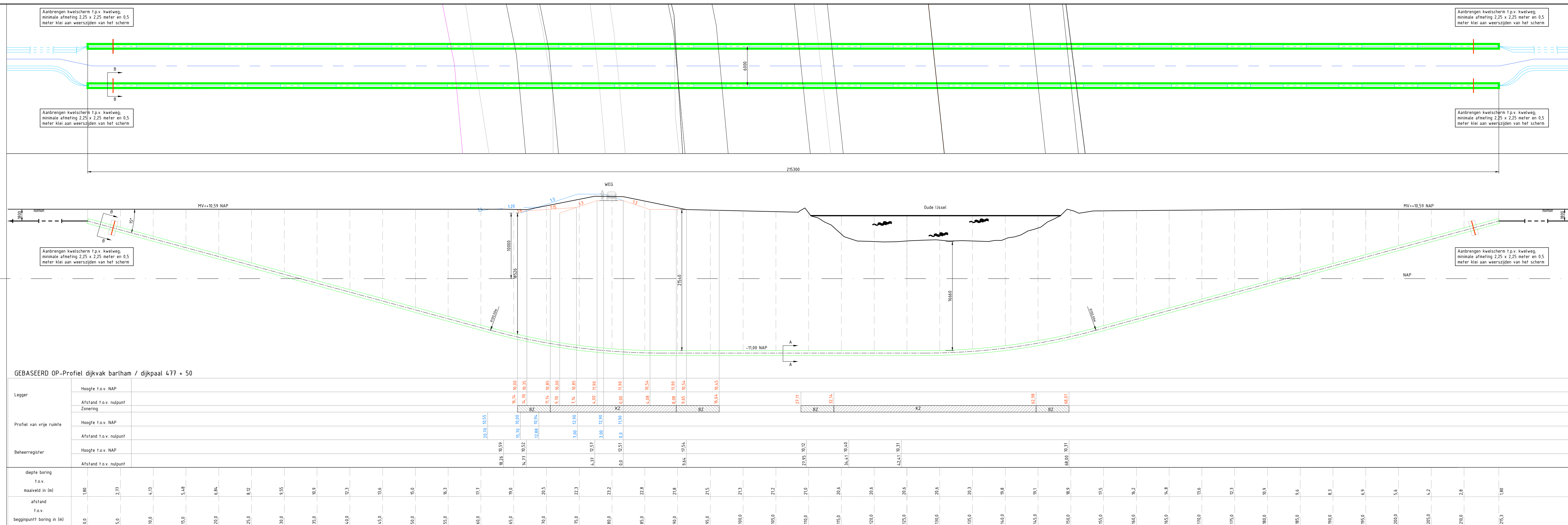
SCHAAL 1:250



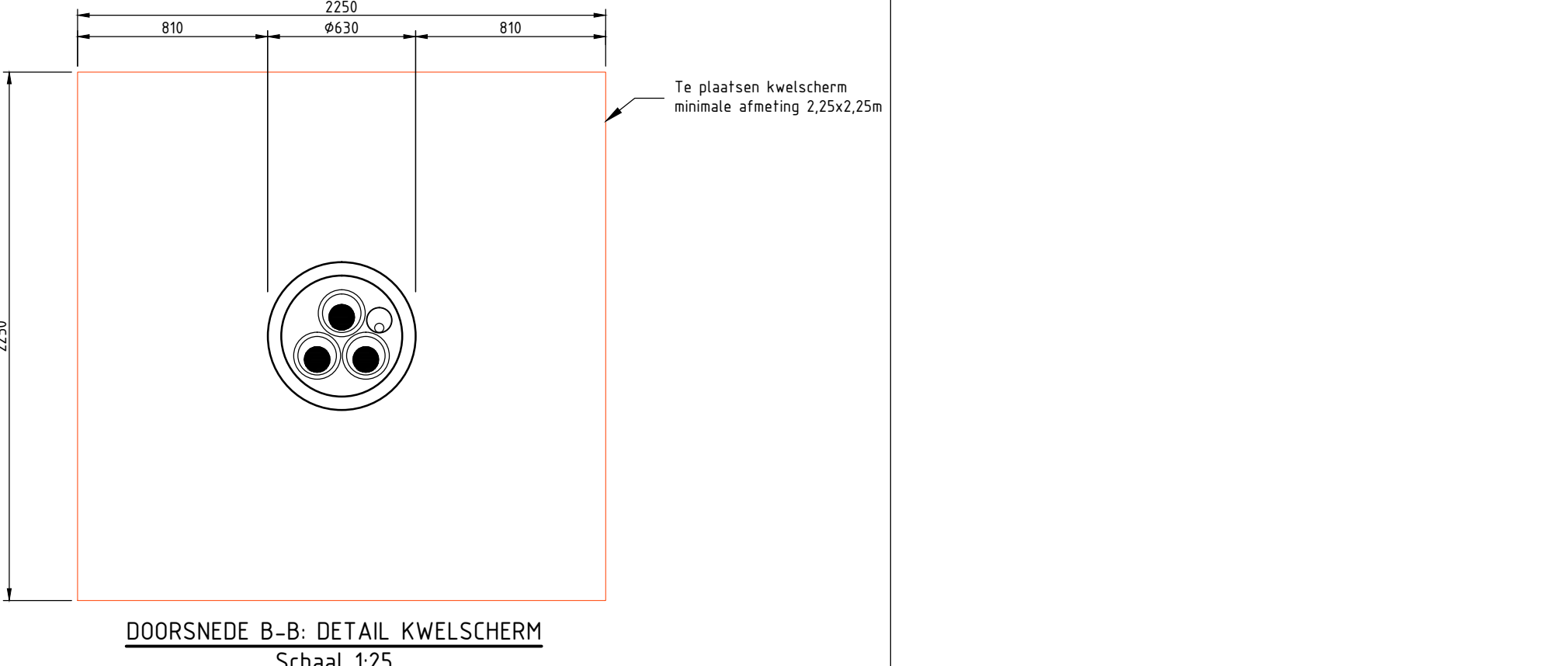
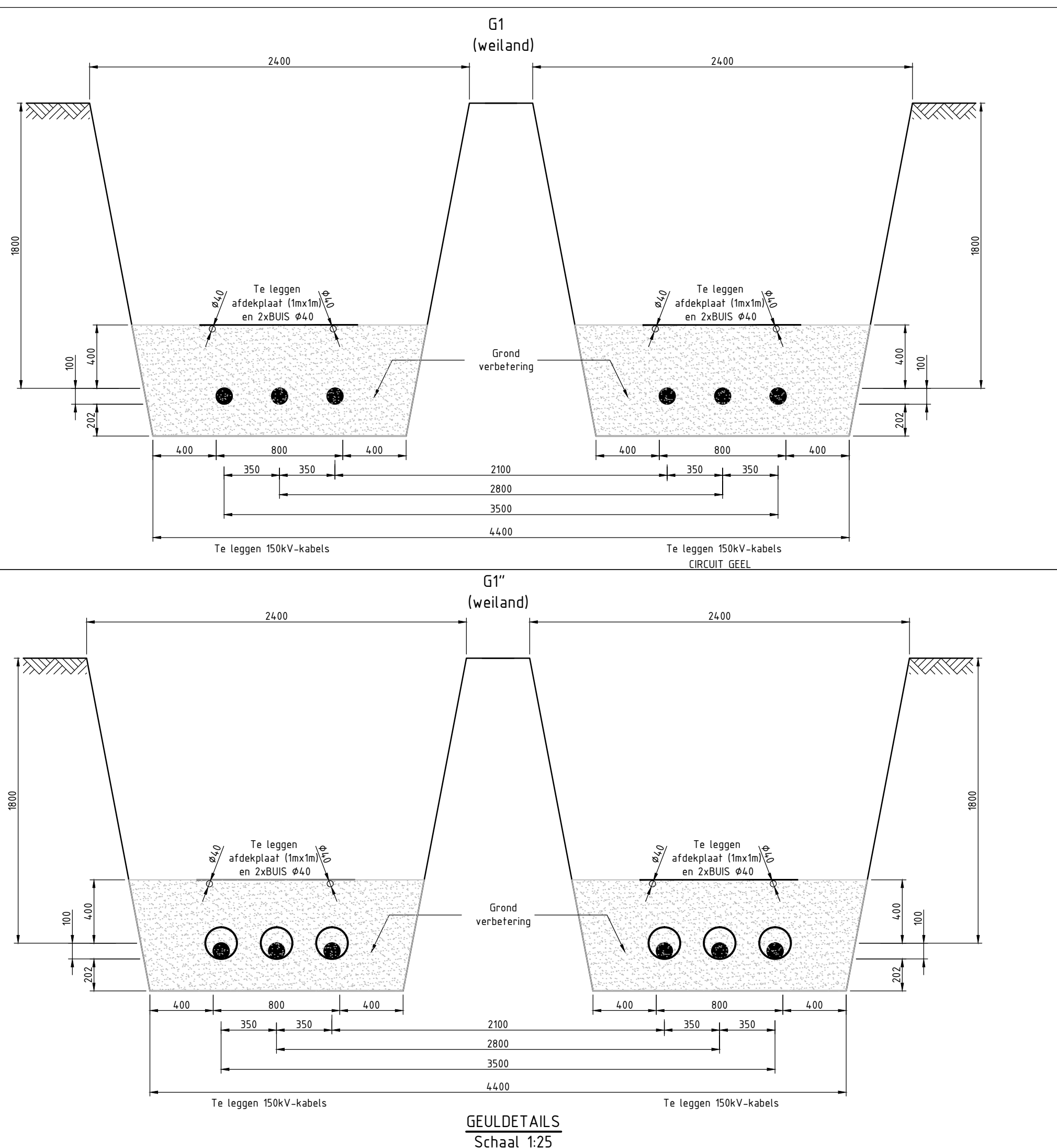
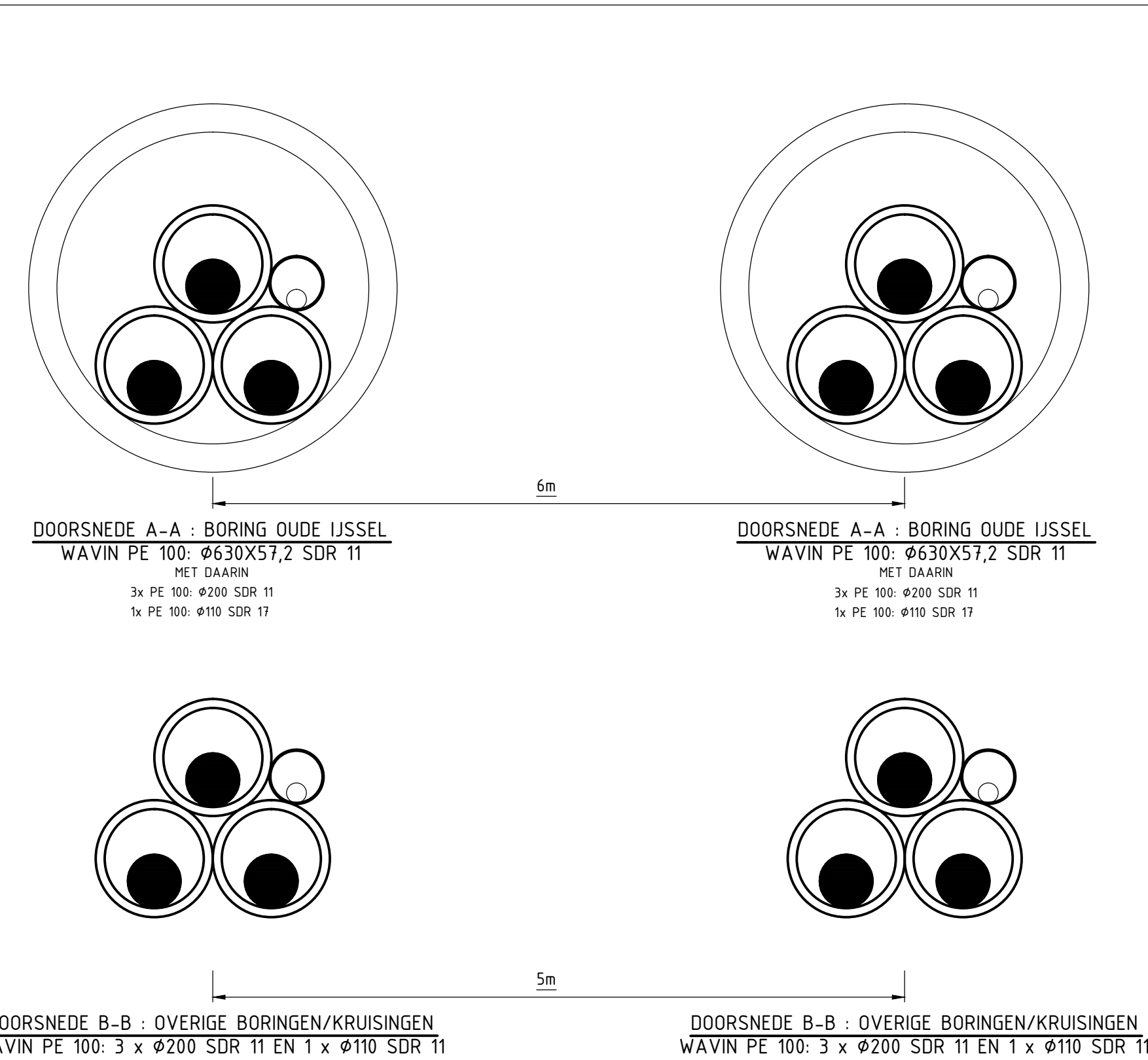
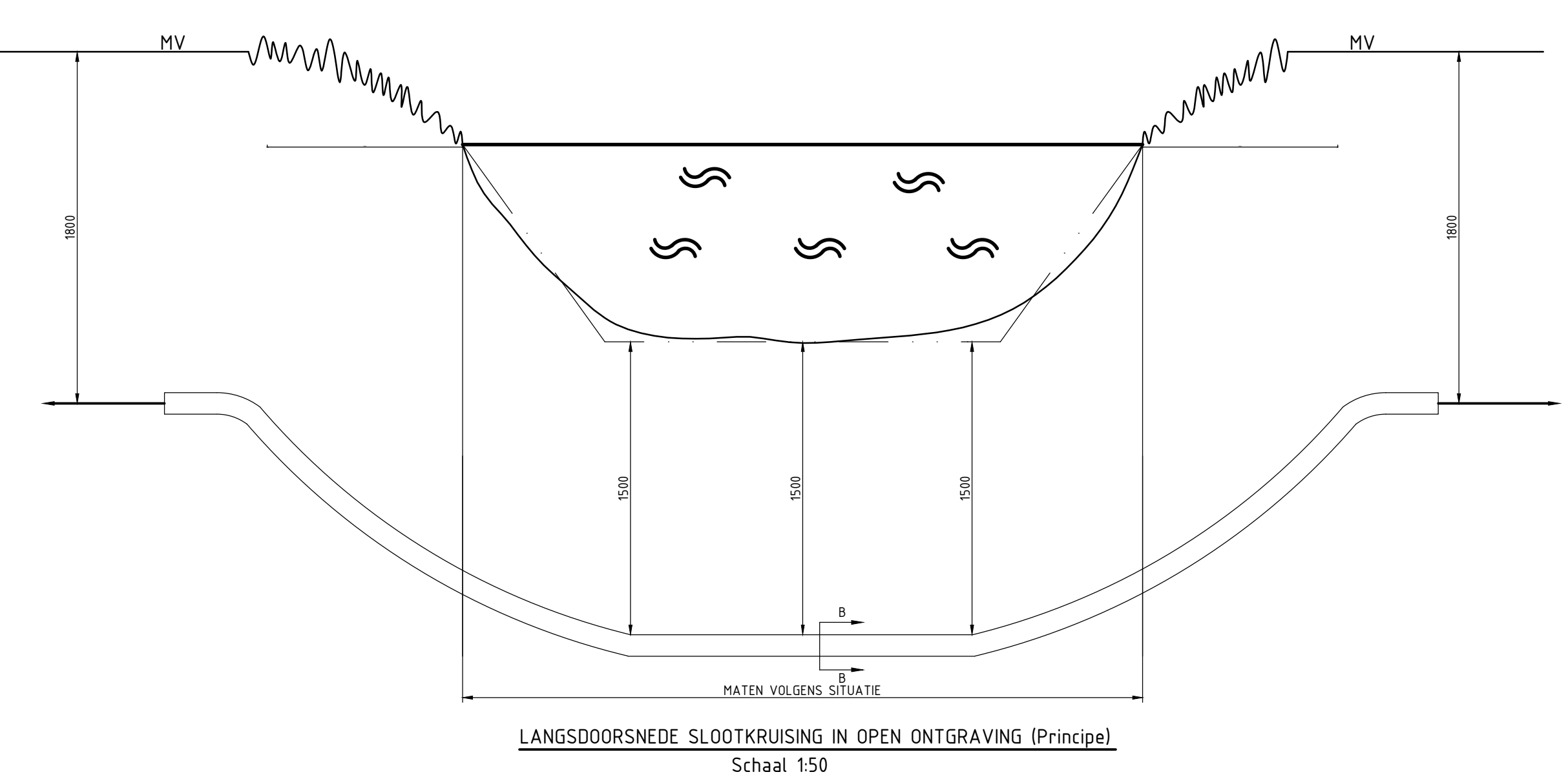
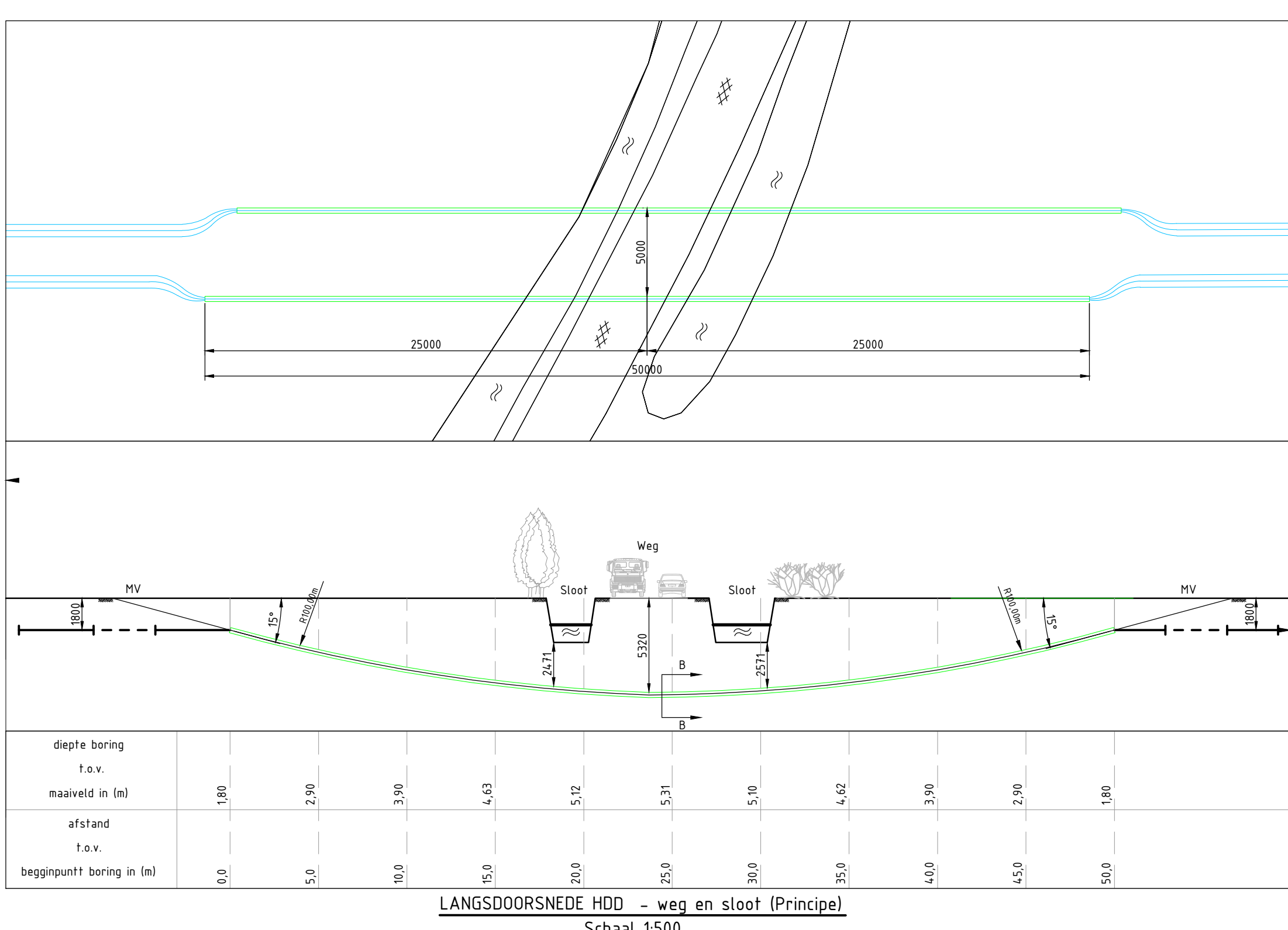
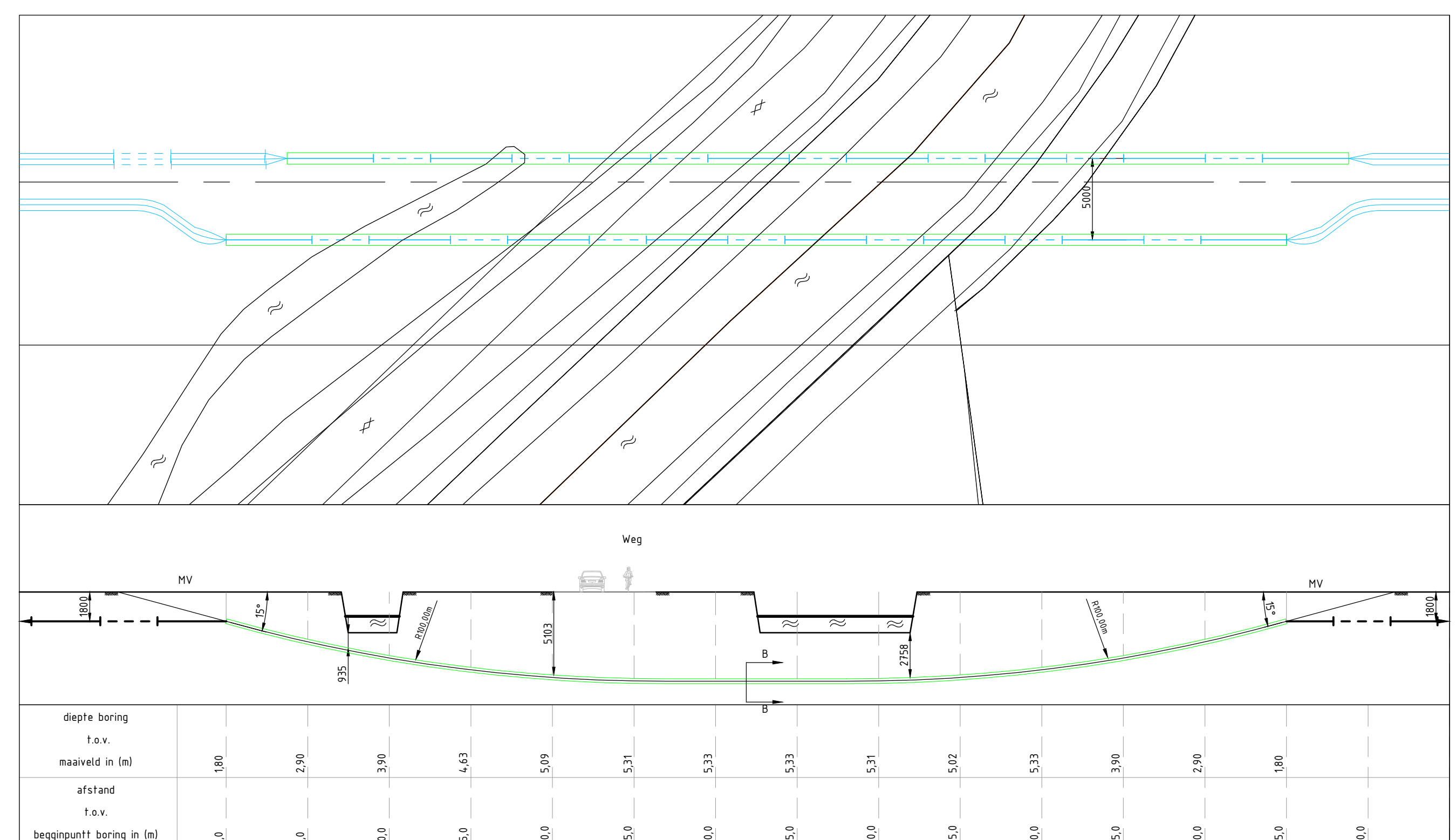
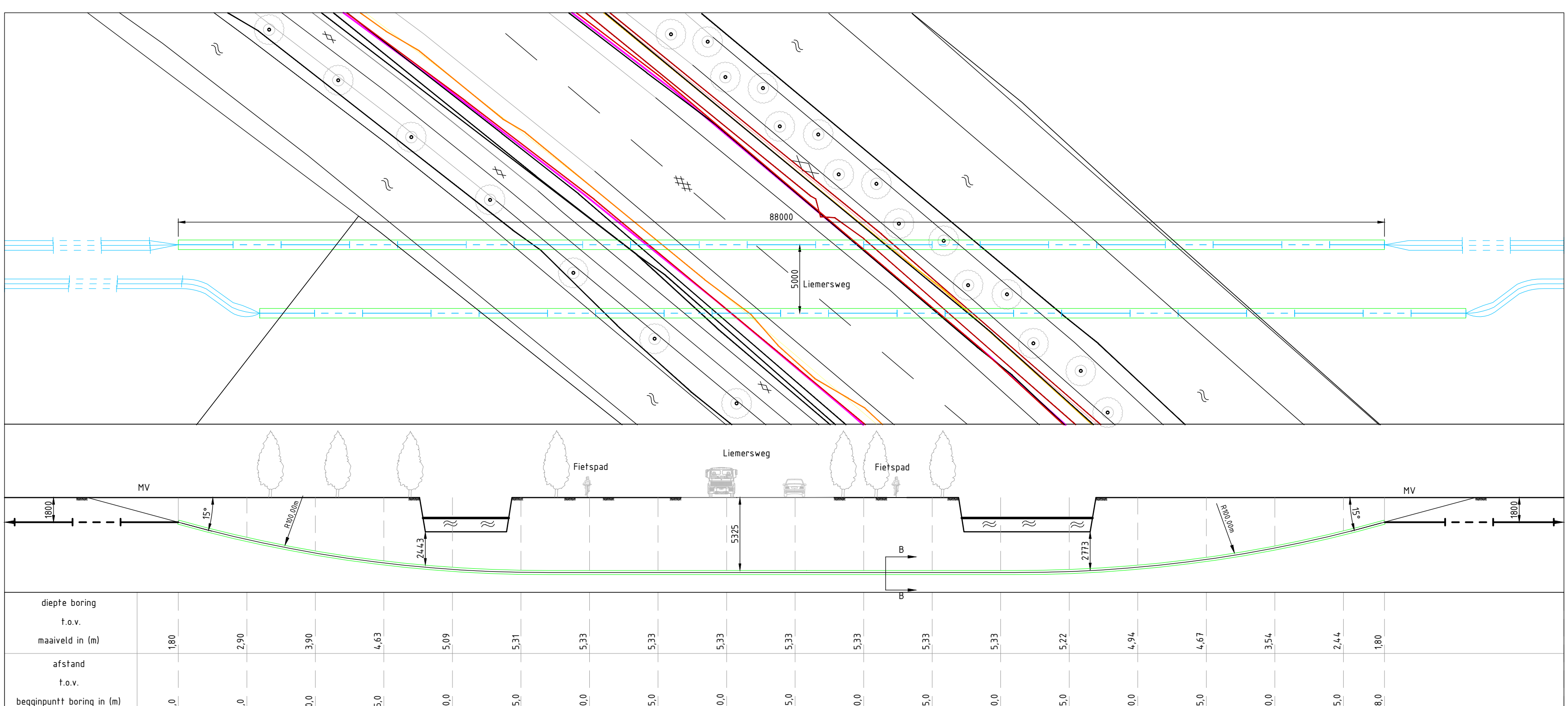
Opdrachtgever:		Amerikaanse projectie		Schaal: 1:500/250 Formaat: A1	Afdeling: PRIM_ENG
		Fase: BO (BASISONTWERP)		Akkoord: NW	
		Status: DEFINITIEF		Datum: 03-06-2014	
H		Datum	Naam		
G		07-02-2014	PF	380kV DTC-Wesel, Aanpassingen 150kV NET	
F		03-06-2014	NW	BOORPROFIEL HDD KEPPELSEWEG II	
E		03-06-2014	NW	KABEL DTC-UF-DAL: OS DTC-MAST 01	
D					
C					
B					
A	BOR. KEPPELSEWEG	03-06-2014	BP	REDDYN 342-78-21	
Rev.	Wijziging	Datum	Get.	Oorspr.:	Verv. door:

DGS - Inhoud: © 2014 REDDYN B.V. Alle rechten voorbehouden. Het verspreiden, kopiëren of anderszins openbaar maken van deze tekening is strafbaar. De afbeelding is een afbeelding van een tekening die is gemaakt met de software van REDDYN B.V.





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



Opdrachtgever: TenneT		Aanpak: Project		School: 1250/25/70 Formaat: A0	Afdeling: VB
Status: CONCEPT		Datum: 13-12-2013		Fase: 80	Akkoord: NM
Datum: 05-08-2014		Datum: 13-12-2013		380kV DTC-Wesel, Aanpassingen 150kV NET	
Datum: 05-07-2014		Datum: 13-12-2013		GEULDOORSNEDES-EN-BOORPROFIELEN	
Datum: 05-07-2014		Datum: 13-12-2013		KABEL NM-ZV-LGK	
Datum: 13-12-2013		Datum: 13-12-2013		Blad 001	
Datum: 13-12-2013		Datum: 13-12-2013		Blad 001	

**REDDYN** 342-78-19









# **Bijlage 2**






## Sonderingen



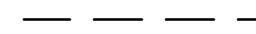
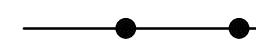


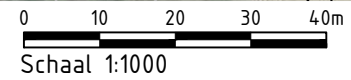
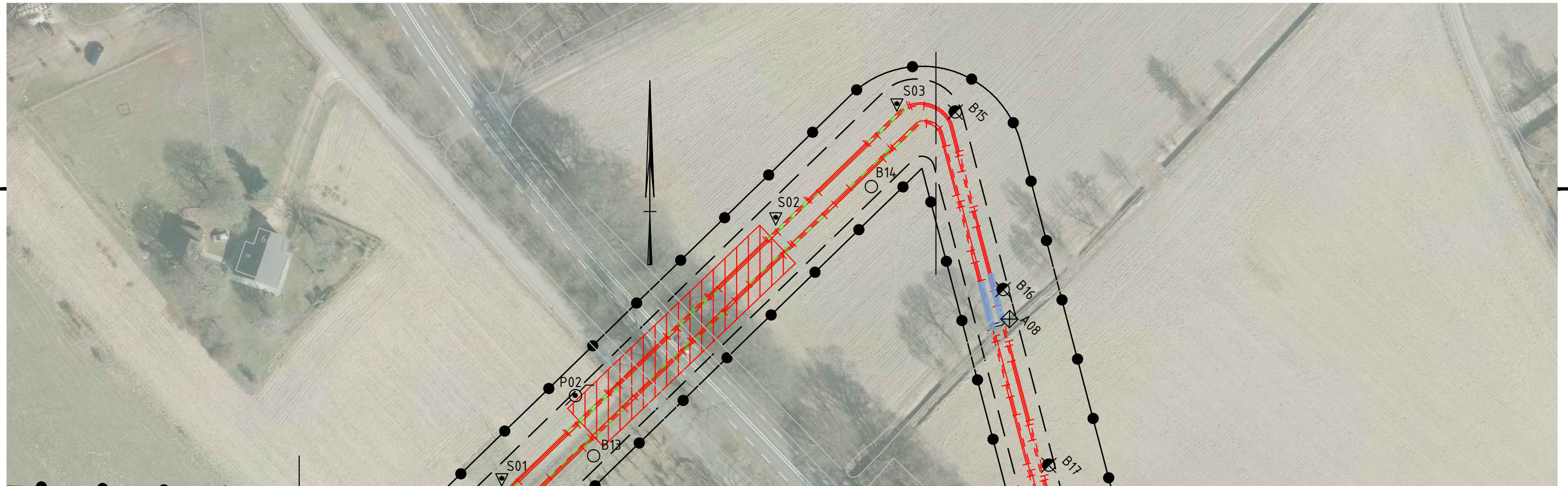
# Keppelseweg I

## VERKLARING

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

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

-  KABEL
-  MASTVOETEN
-  KABELSTROOK
-  WERKGRENS



**CONCEPT**



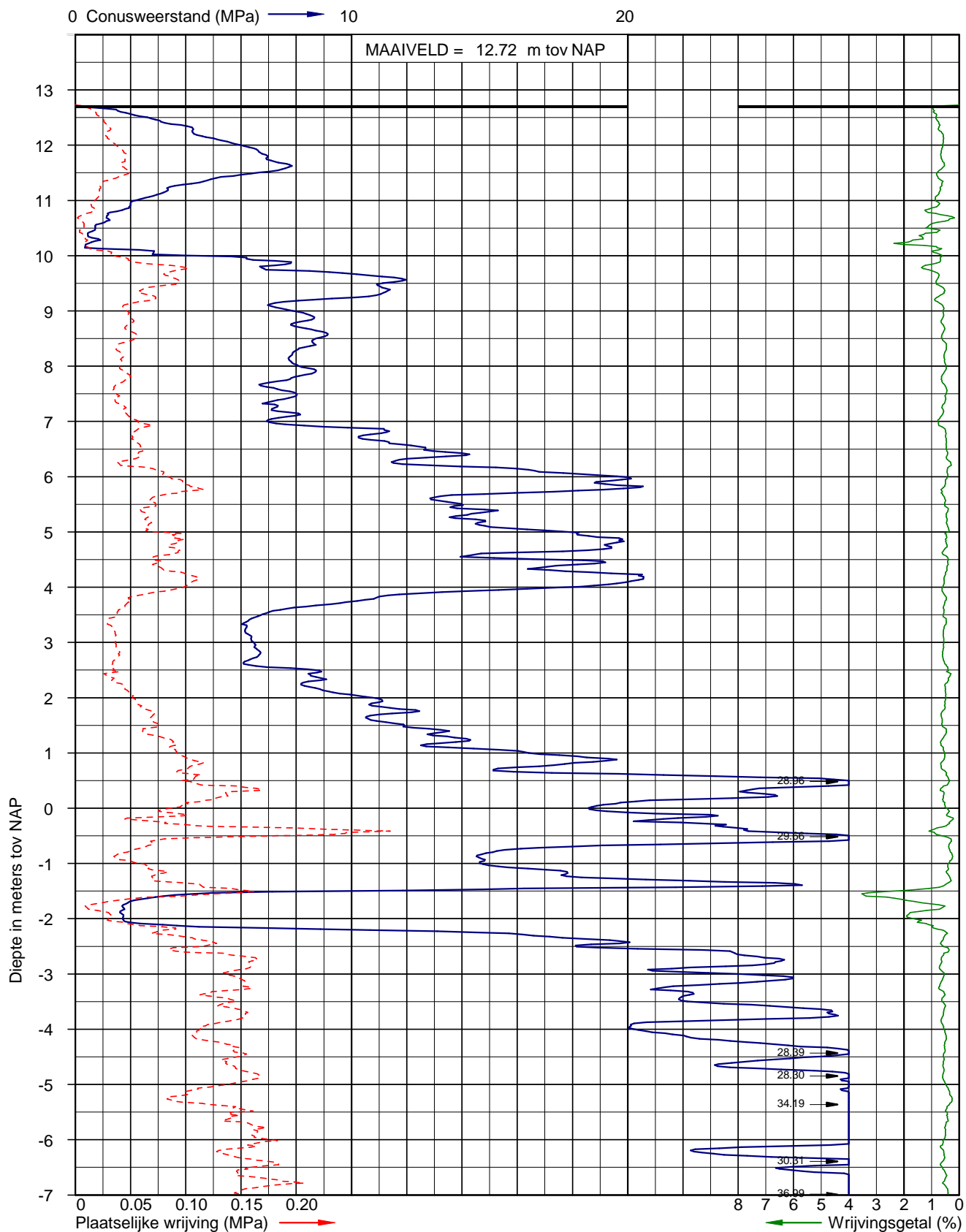
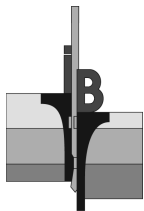
Opdrachtgever  
**TENNET TSO B.V.**

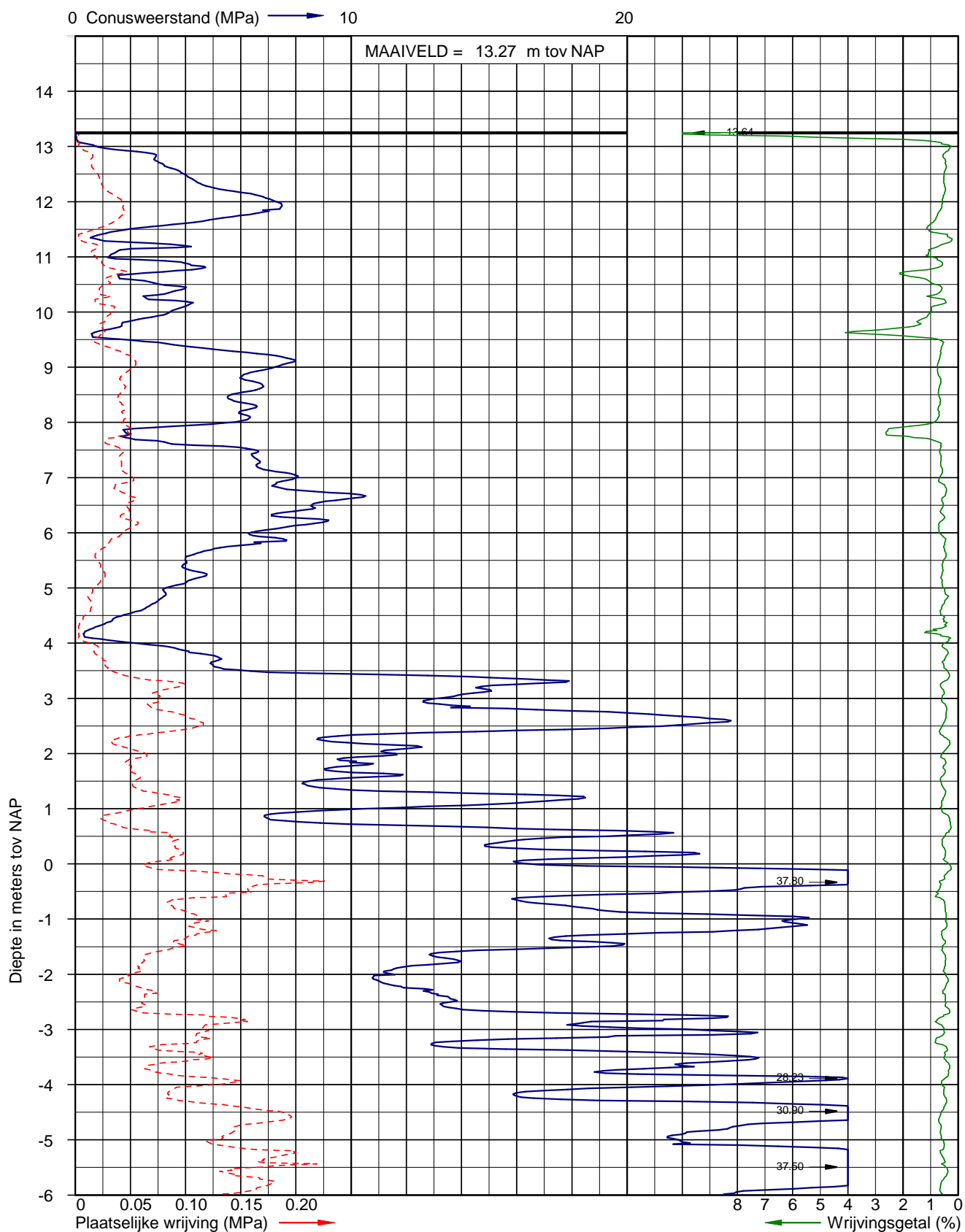
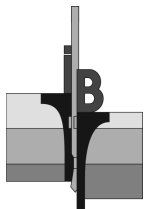
Project  
**DOETINCHEM WESEL 380 kV**

Onderdeel  
**BOORPLAN KABELS EN LEIDINGEN**

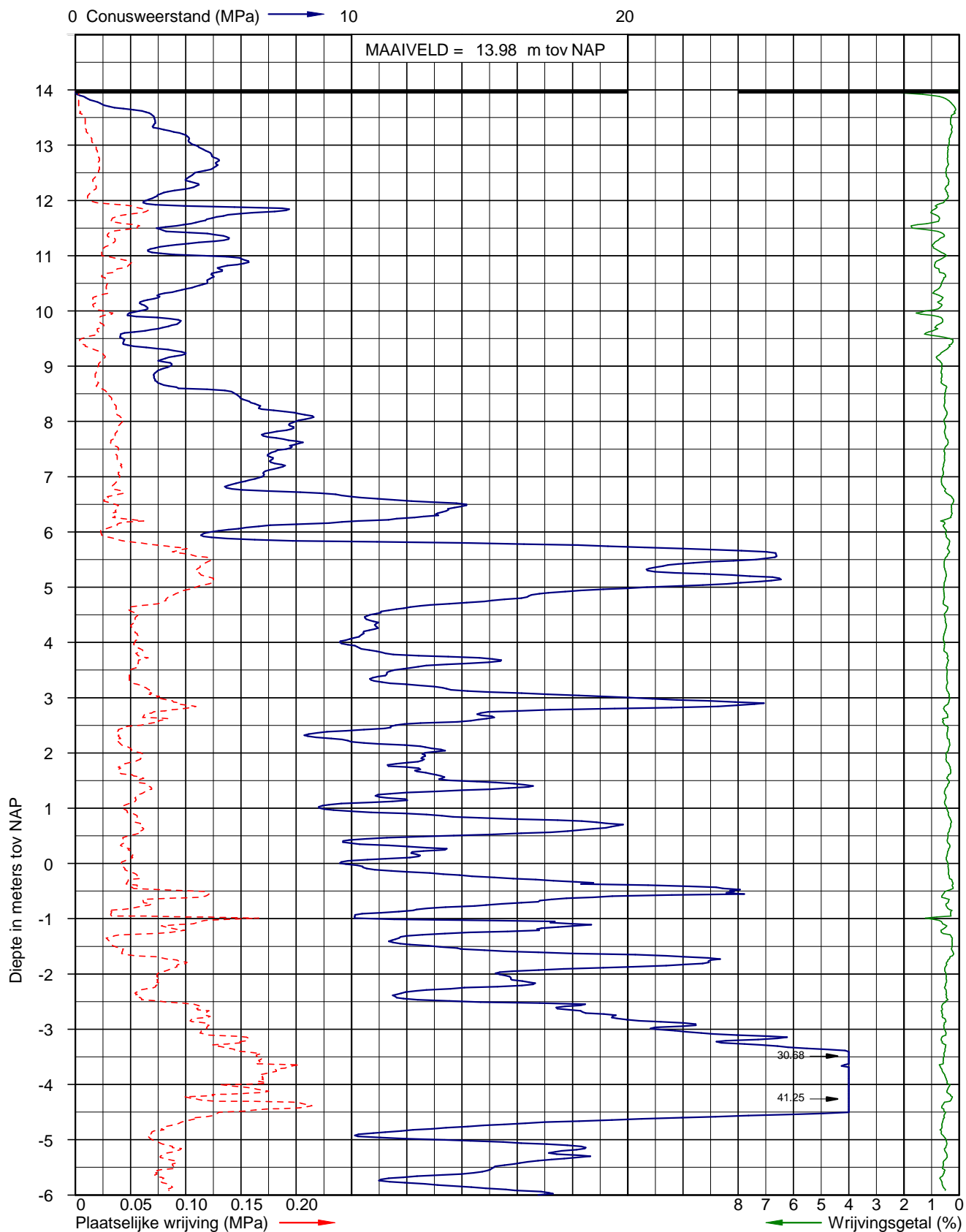
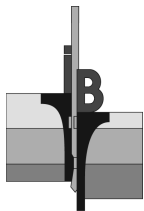
Tekeningnummer	Rev.	Bestandsnaam	Formaat	Schaal	Blad	Aantal
323386-211-C2-5		323386-211-C2.dwg	A3	1:1000		
Kantoor	Projectnummer	Besteknummer	Datum van uitgave	Get.	Gez.	Acc.
ARNHEM	323386		21-02-2014	MB		









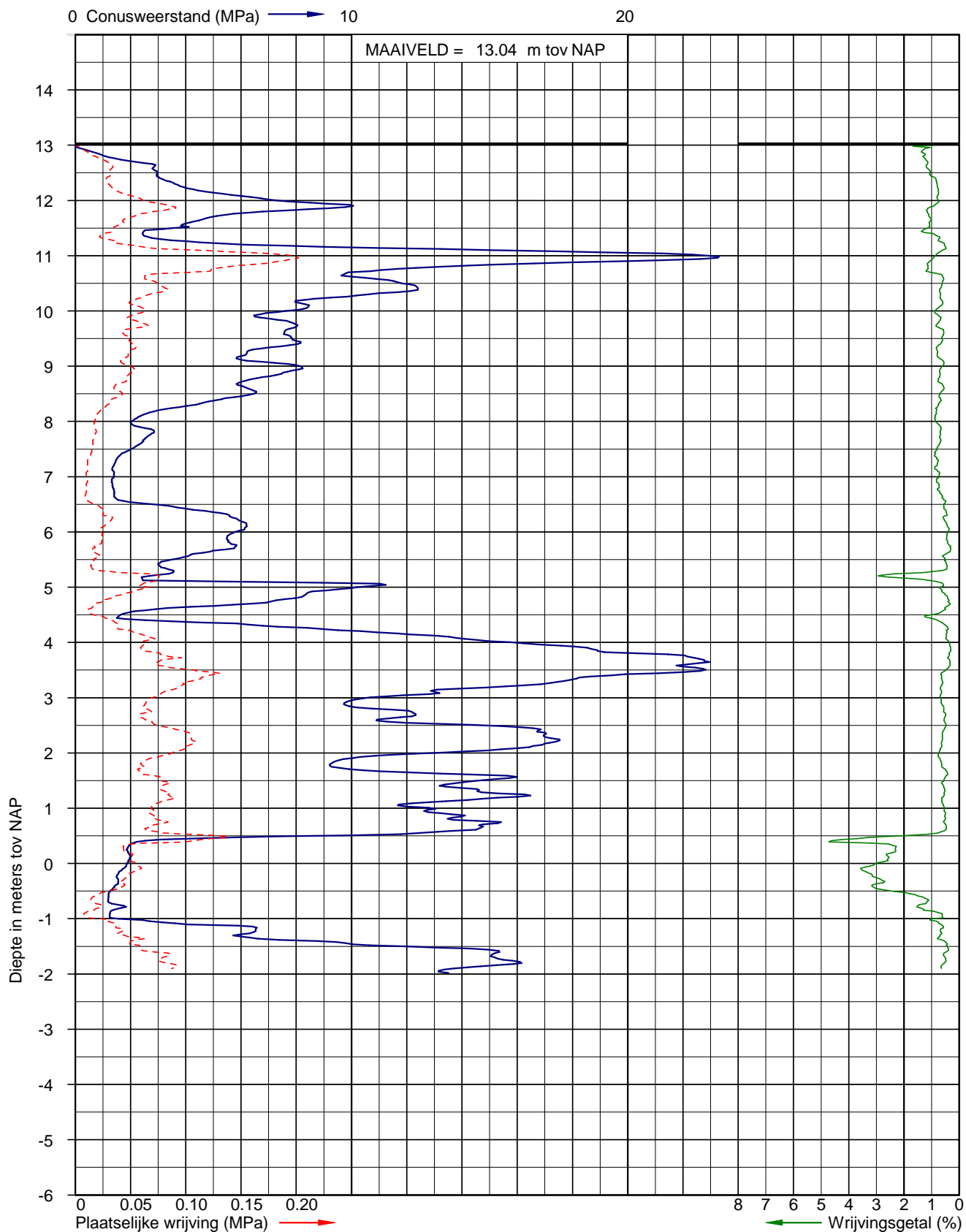
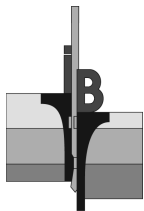


Sondering volgens NEN-EN-ISO 22476-1 klasse 3 Uitvoerder: S22-RHL  
Conusoppervlak 10 cm<sup>2</sup> Datum: 14-3-2014

X: 215258  
Y: 443826

Pagina: 1/1

**Sondering DKM-3**



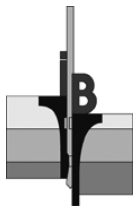
Sondering volgens NEN-EN-ISO 22476-1 klasse 3 Uitvoerder: S22-RHL  
Conusoppervlak 10 cm<sup>2</sup> Datum: 14-3-2014

X: 215546  
Y: 443538

Pagina: 1/1

**Sondering DKM-4**





**Boring: B-13**

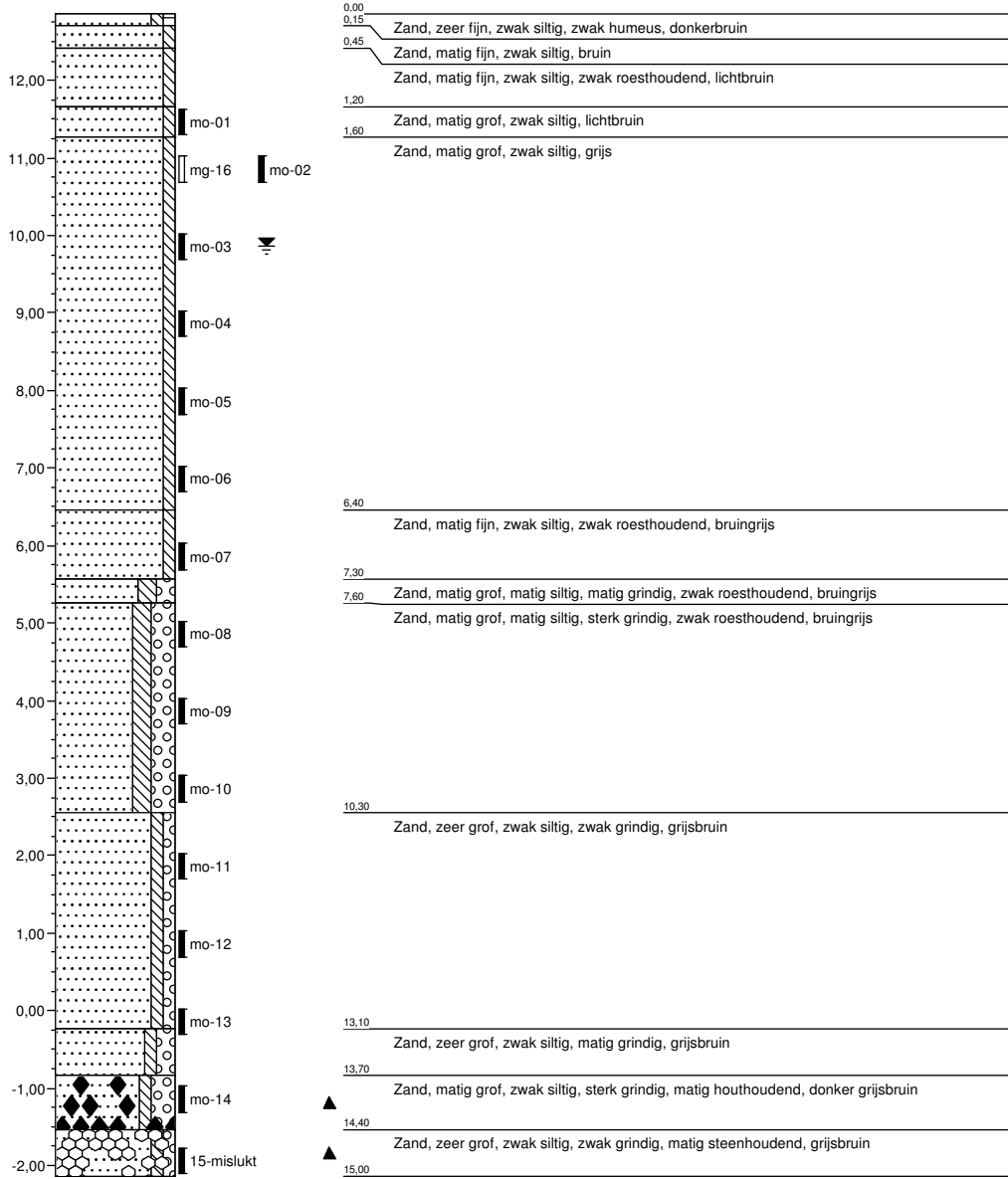
Uitvoering op: 14-03-2014  
 Boring nabij:  
 Uitvoering door: HSS

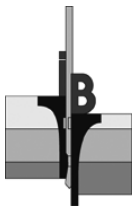
**Boring volgens NEN 5119**

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

**Classificatie volgen NEN 5104**

x [m in RD]: 215180  
 y [m in RD]: 443749



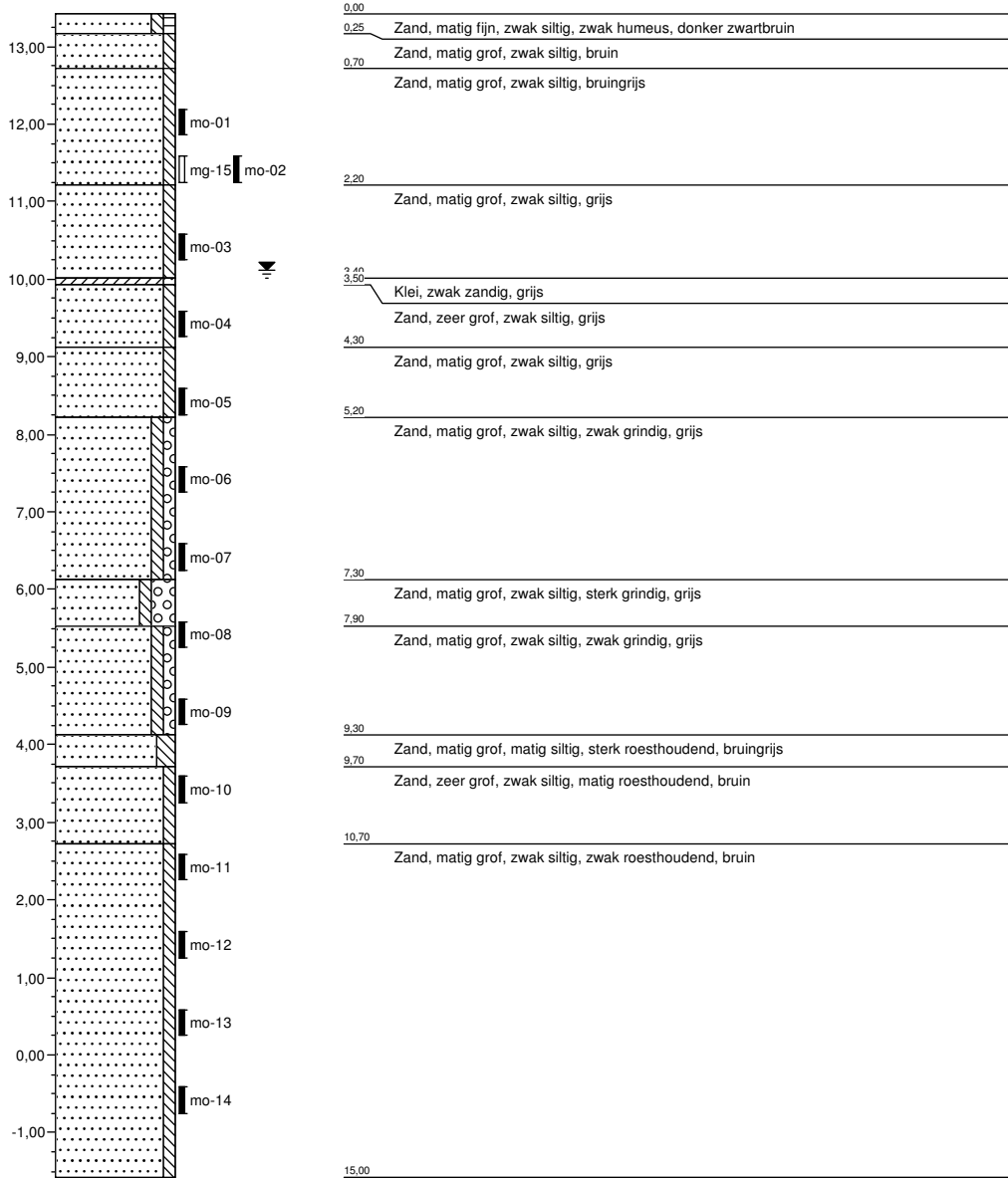


Opdracht: 02P002842-03  
Project: Aanvullend onderzoek hoogspanningsverbinding TenneT traject Doetinchem tot Wesel

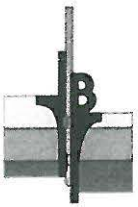
**Boring: B-14**  
Uitvoering op: 17-03-2014  
Boring nabij:  
Uitvoering door: HSS

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

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







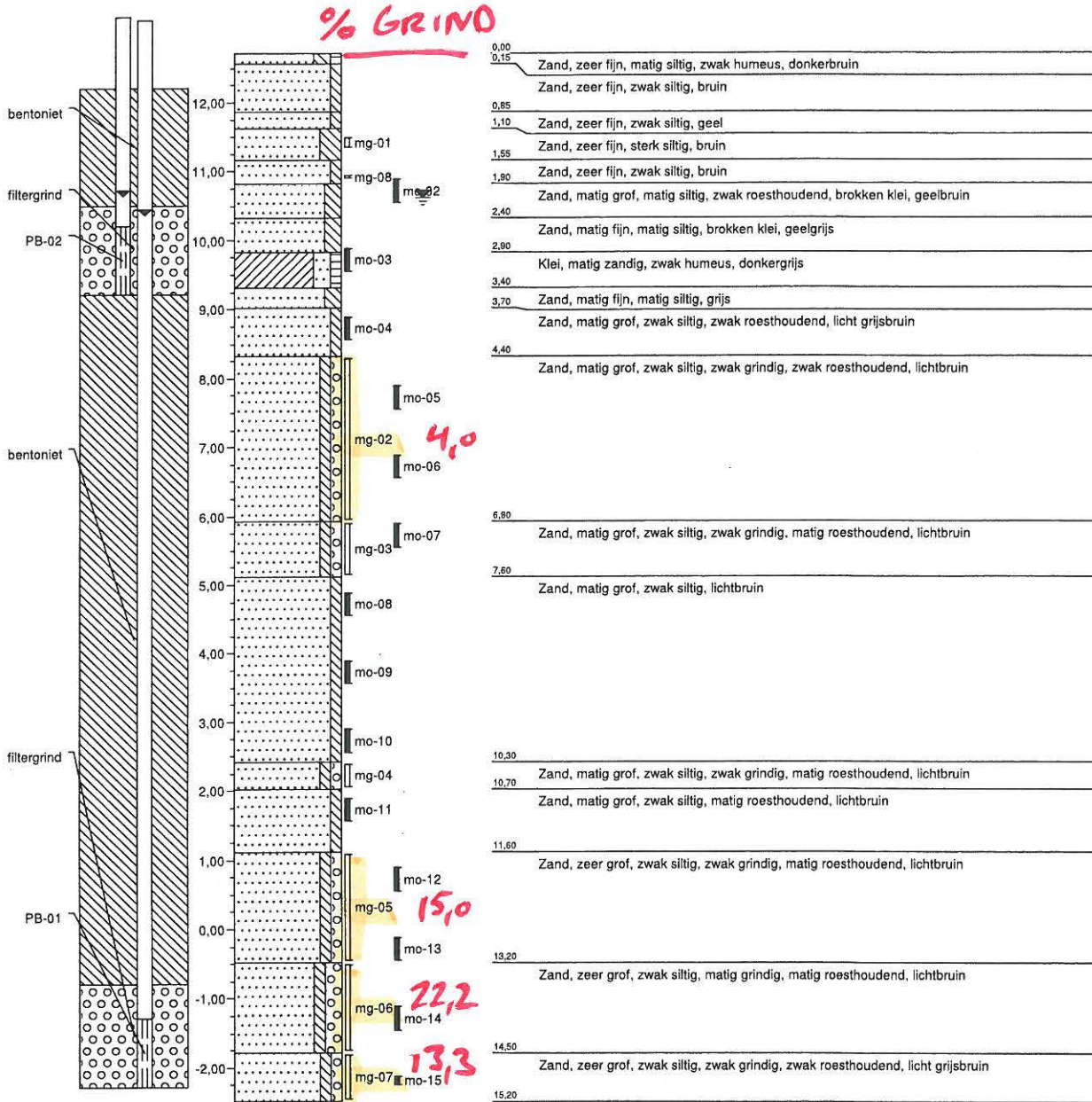
Opdracht: 02P002842-03

Project: Aanvullend onderzoek hoogspanningsverbinding TenneT traject Doetinchem tot Wesel

**Boring:** B-46  
 Uitvoering op: 01-05-2014  
 Uitvoering door: HSS

**Boring volgens NEN 5119**  
 Maaiveldhoogte: 12,72m t.o.v. N.A.P.  
 Grondwaterstand: 210 cm - maaiveld

**Classificatie volgens NEN 5104**  
 x-coördinaat: 215214 m (in RD)  
 y-coördinaat: 443771 m (in RD)



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

Project : Doetinchem - Wesel  
Wegvak : Doetinchem - Wesel

## BEPROEVINGSRAPPORT ZAND B46-2

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

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

Opmerking :

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

versie 1

Pagina 40 - x

Onderzoeksleider: H. Hetterschijt      Kwaliteitsmanager:      Datum:



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

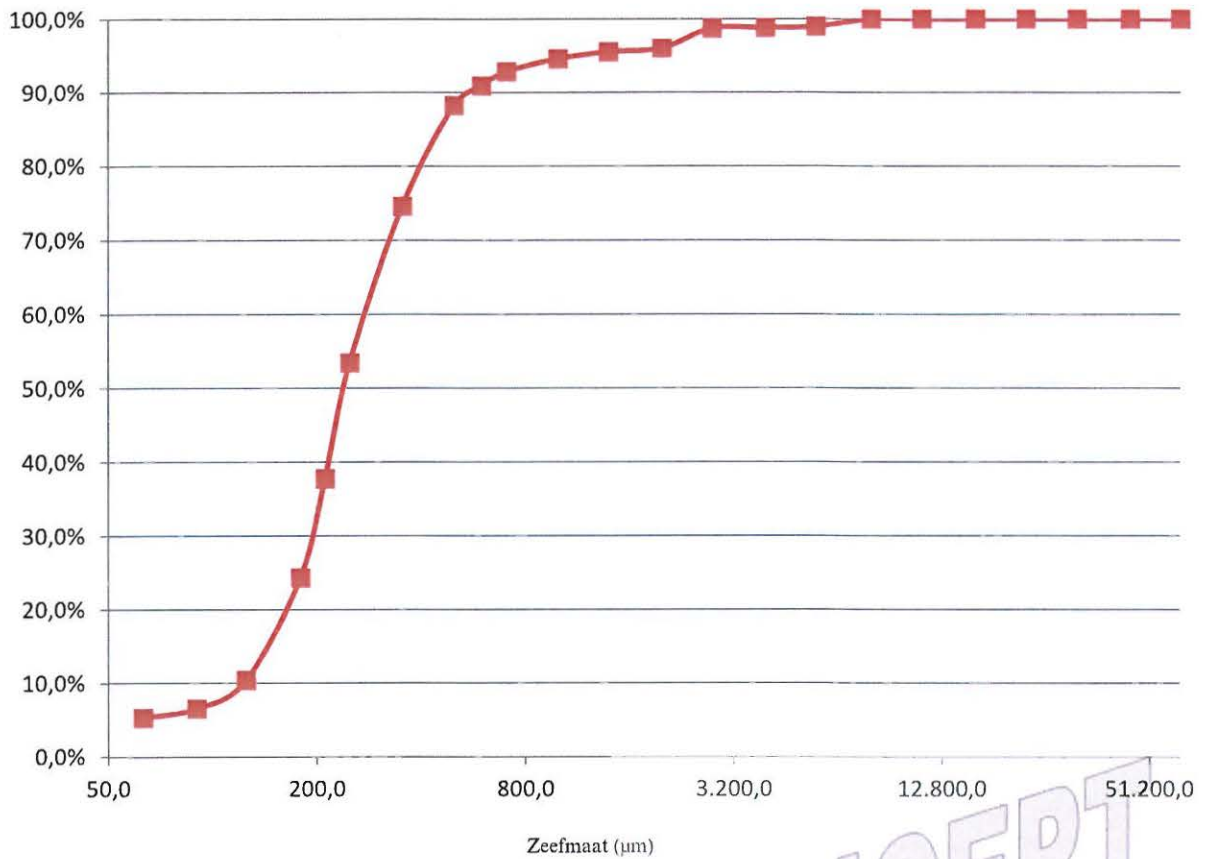
Deze rapportage mag niet in delen worden gereproduceerd zonder schriftelijke toestemming van het laboratorium.



OPDRACHTGEVER      Tennet TSO  
                                 #N/B  
                                 #N/B

Project                    Doetinchem - Wesel  
Wegvak                  Doetinchem - Wesel

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



CONCEPT

	versie 1
	Pagina 40 - x
Onderzoeksleider: <u>H. Hetterschijt</u>	Kwaliteitsmanager:      Datum:



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

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

OPDRACHTGEVER Tennet TSO  
#N/B  
#N/B

Project Doetinchem - Wesel  
Wegvak Doetinchem - Wesel

## BEPROEVINGSRAPPORT ZAND B46-5

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

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

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

Opmerking :

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

versie 1

Pagina 41 - x

Onderzoeksleider: H. Hetterschijt

Kwaliteitsmanager:

Datum:



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

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

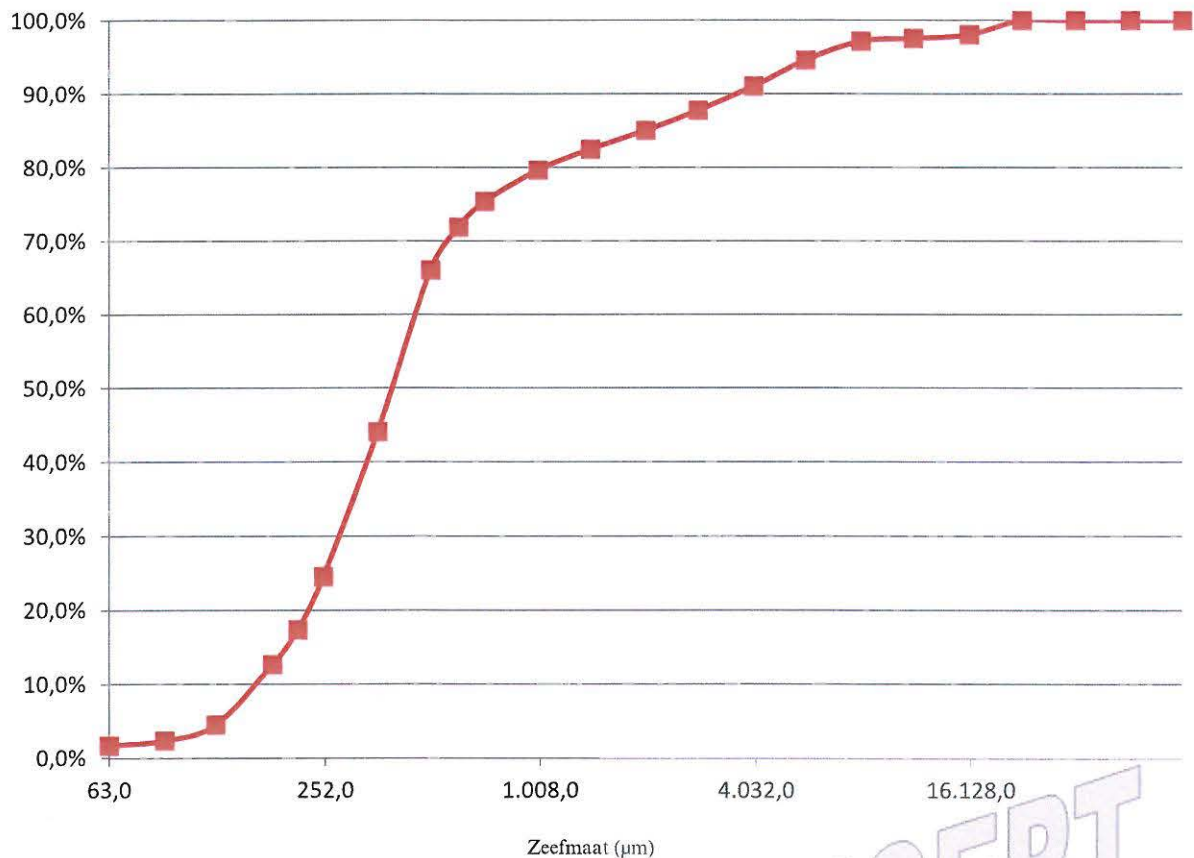


OPDRACHTGEVER      Tennet TSO  
                                 #N/B  
                                 #N/B

Project                    Doetinchem - Wesel  
Wegvak                    Doetinchem - Wesel

## ZEEFKROMME B46-5

Onderzoekscode : N.HHe-323386-080



CONCEPT

		versie 1
		Pagina 42 - x
Onderzoeksleider: H. Hetterschijt	Kwaliteitsmanager:	Datum:



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

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

OPDRACHTGEVER Tennet TSO  
#N/B  
#N/B

Project Doetinchem - Wesel  
Wegvak Doetinchem - Wesel

## BEPROEVINGSRAPPORT ZAND B46-6

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

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

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

Opmerking :

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

versie 1

Pagina 43 - x

Onderzoekseider: H. Hetterschijt

Kwaliteitsmanager:

Datum:



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

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

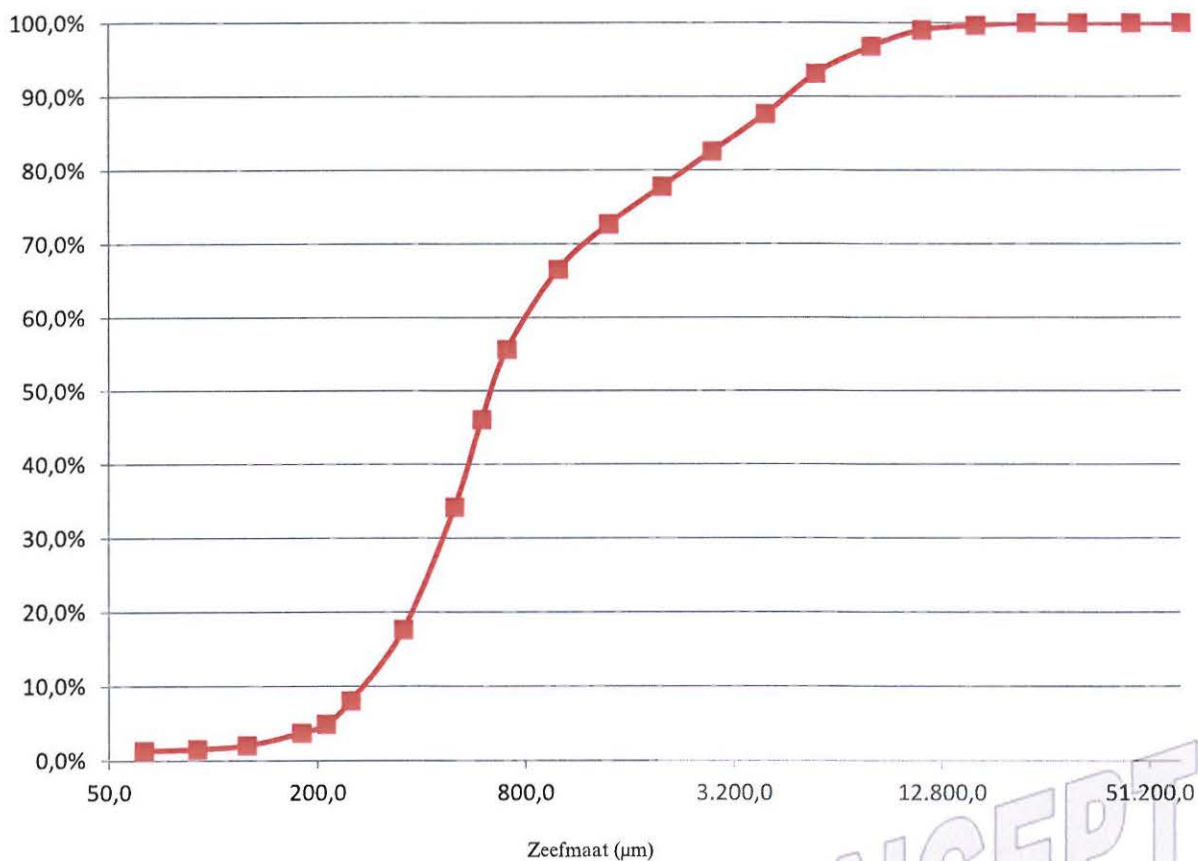


OPDRACHTGEVER      Tennet TSO  
#N/B  
#N/B

Project                Doetinchem - Wesel  
Wegvak                Doetinchem - Wesel

## ZEEFKROMME B46-6

Onderzoekscade : N.HHe-323386-080



CONCEPT

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



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

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

OPDRACHTGEVER Tennet TSO  
#N/B  
#N/B

Project Doetinchem - Wesel  
Wegvak Doetinchem - Wesel

## BEPROEVINGSRAPPORT ZAND B46-7

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

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

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

Opmerking :

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

versie 1

Pagina 45 - x

Onderzoeksleider: H. Hetterschijt Kwaliteitsmanager: Datum:



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

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

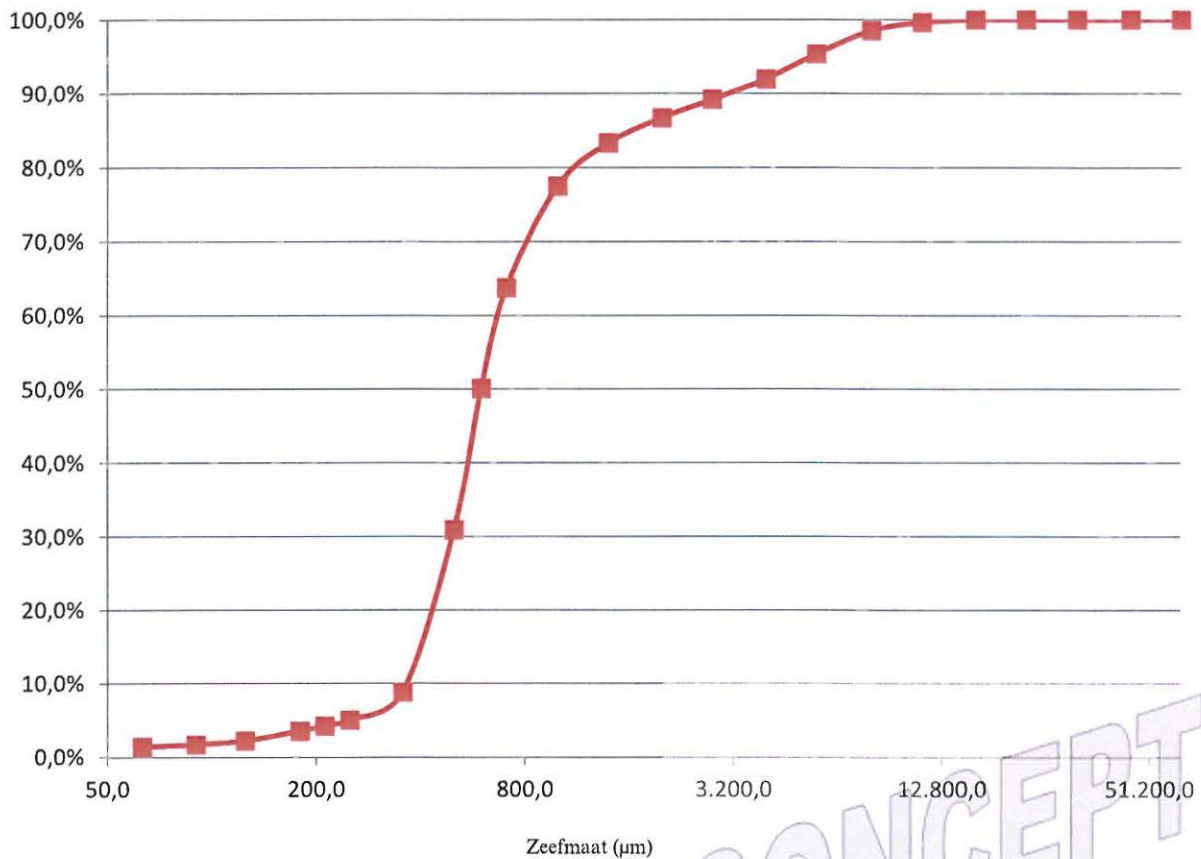


OPDRACHTGEVER      Tennet TSO  
                                 #N/B  
                                 #N/B

Project                    Doetinchem - Wesel  
Wegvak                    Doetinchem - Wesel

## ZEEFKROMME B46-7

Onderzoekscode : N.HHe-323386-080



CONCEPT

		versie 1
		Pagina 46 - x
Onderzoeksleider:	H. Hetterschijt	Kwaliteitsmanager:
		Datum:











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






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




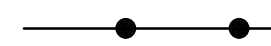
# Keppelseweg II

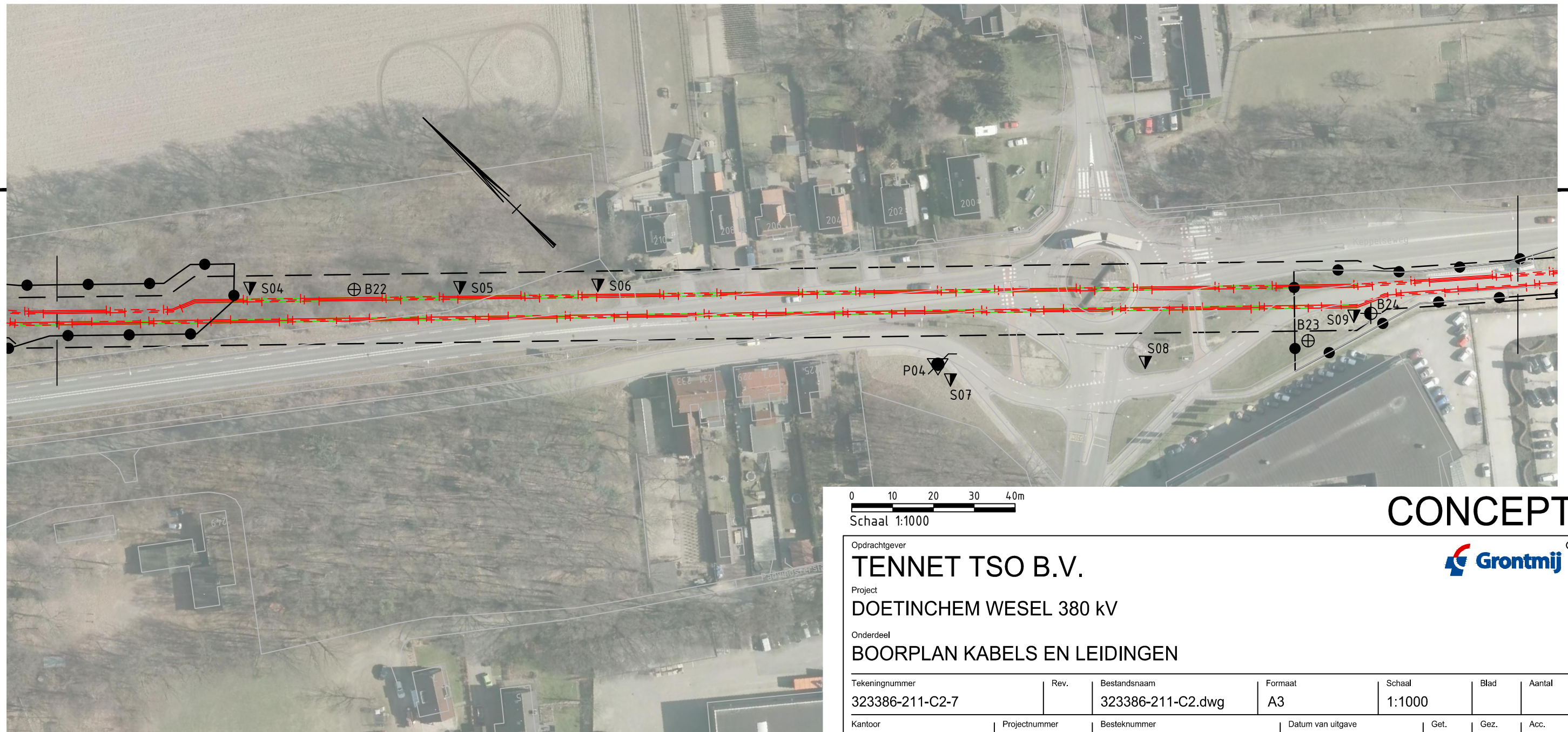


## VERKLARING

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

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

-  KABEL
-  MASTVOETEN
-  KABELSTROOK
-  WERKGRENS



0 10 20 30 40m  
Schaal 1:1000

CONCEPT



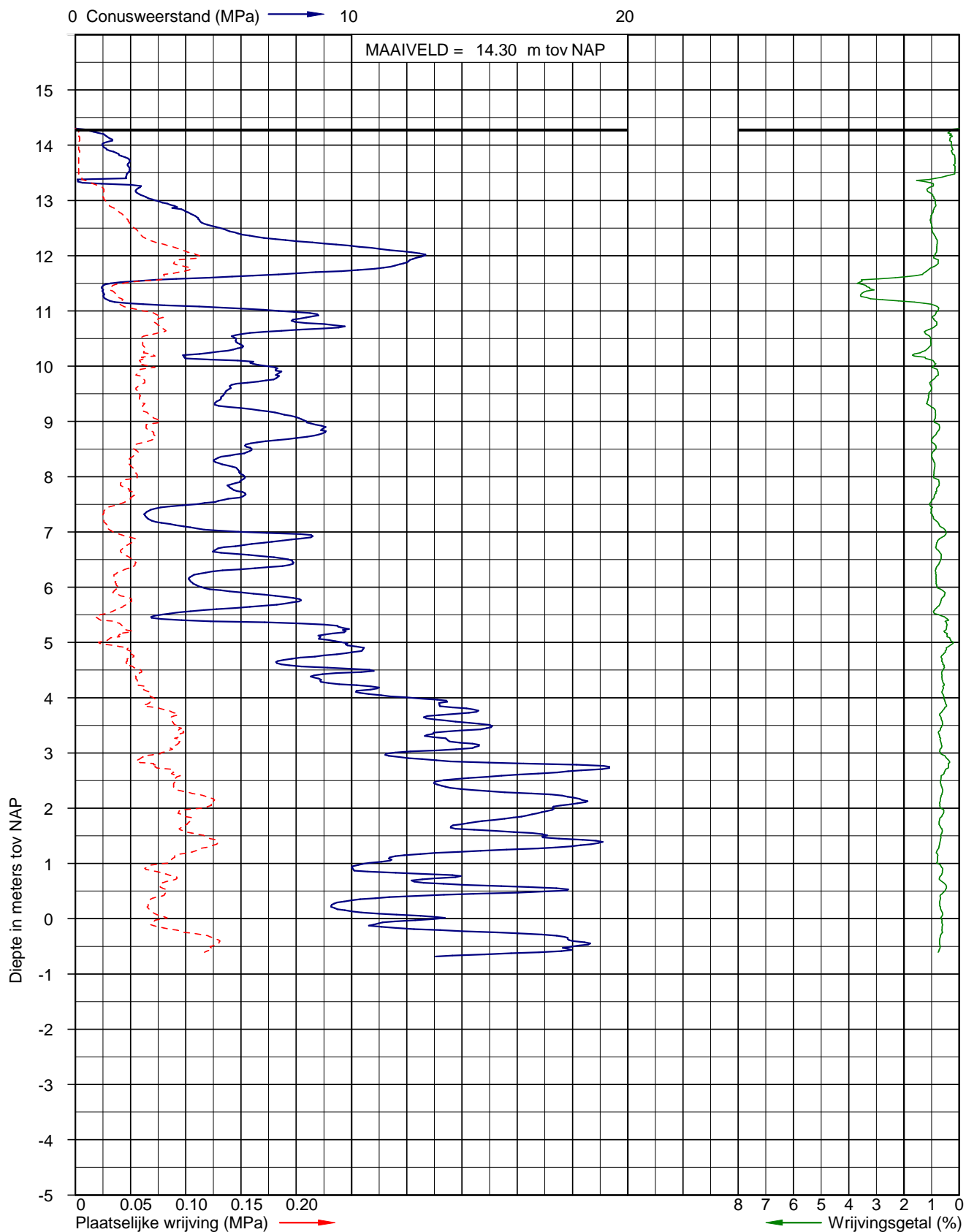
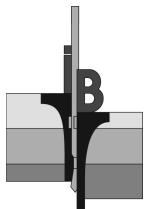
Opdrachtgever  
**TENNET TSO B.V.**

Project  
**DOETINCHEM WESEL 380 kV**

Onderdeel  
**BOORPLAN KABELS EN LEIDINGEN**

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



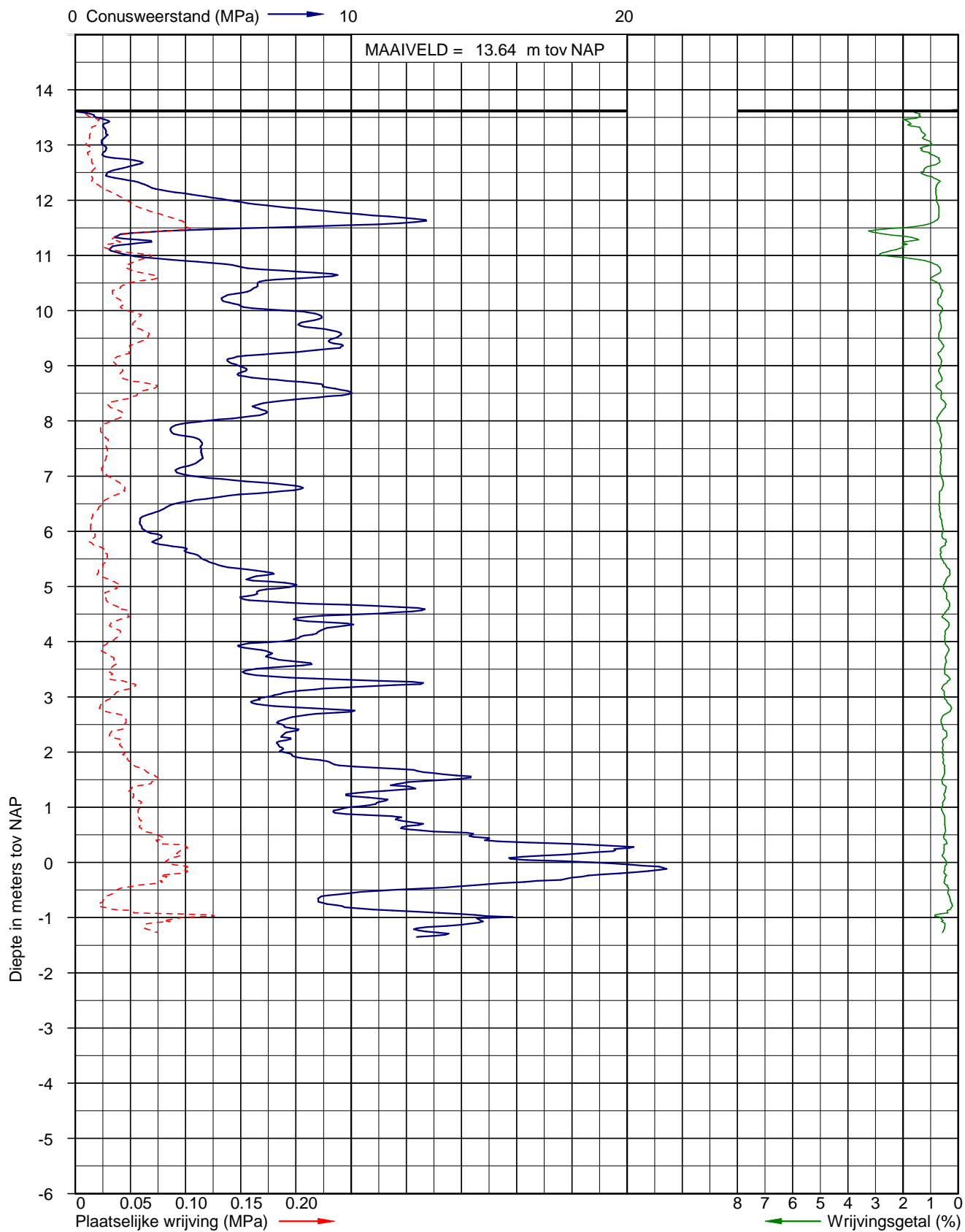
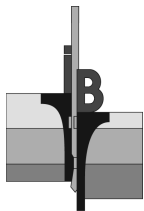


Sondering volgens NEN-EN-ISO 22476-1 klasse 3 Uitvoerder: S22-RHL  
Conusoppervlak 10 cm<sup>2</sup> Datum: 14-3-2014

X: 215565  
Y: 443474

Pagina: 1/1

**Sondering DKM-5**

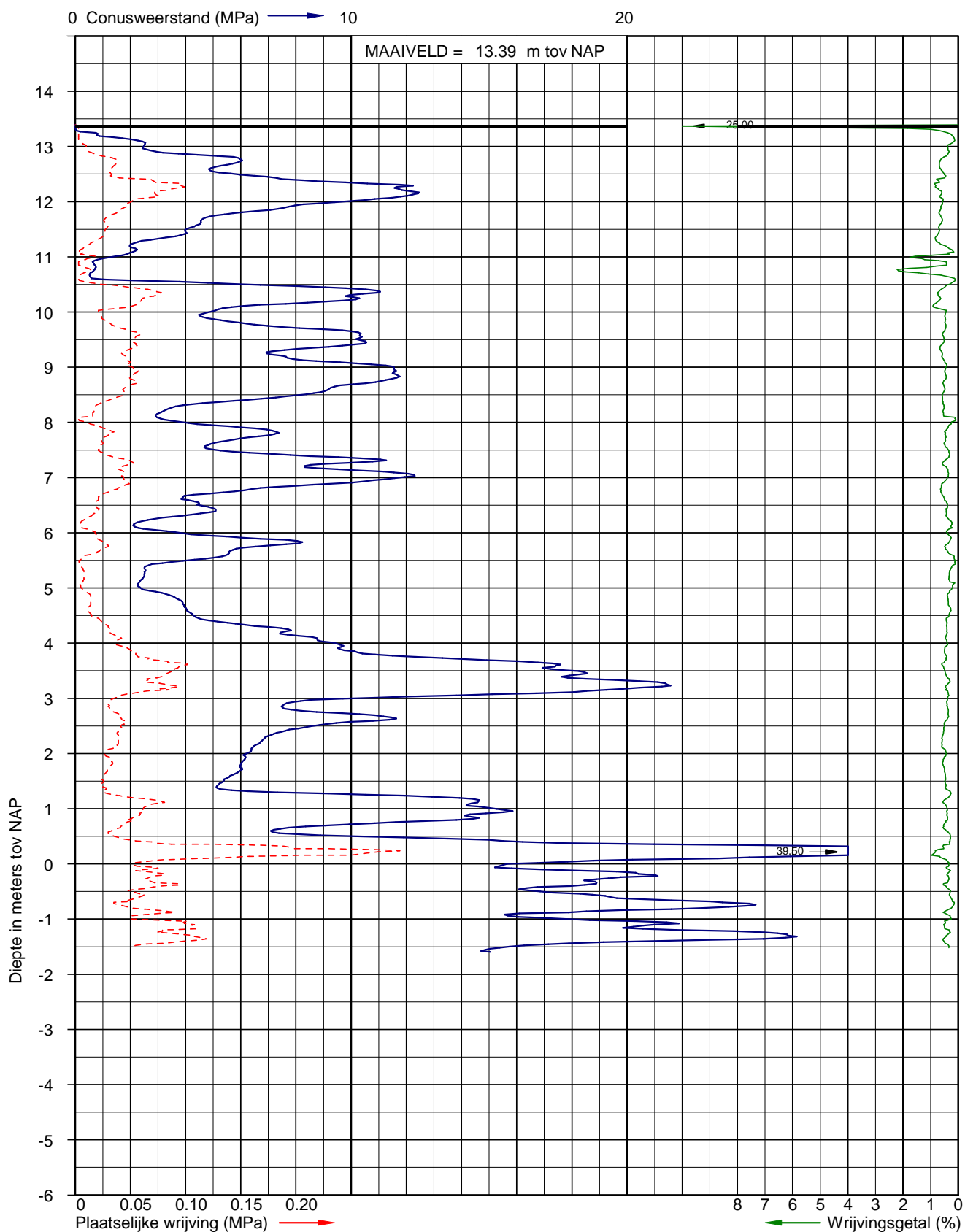
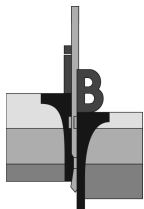


Sondering volgens NEN-EN-ISO 22476-1 klasse 3 Uitvoerder: S22-RHL  
Conusoppervlak 10 cm<sup>2</sup> Datum: 14-3-2014

X: 215587  
Y: 443456

Pagina: 1/1

**Sondering DKM-6**



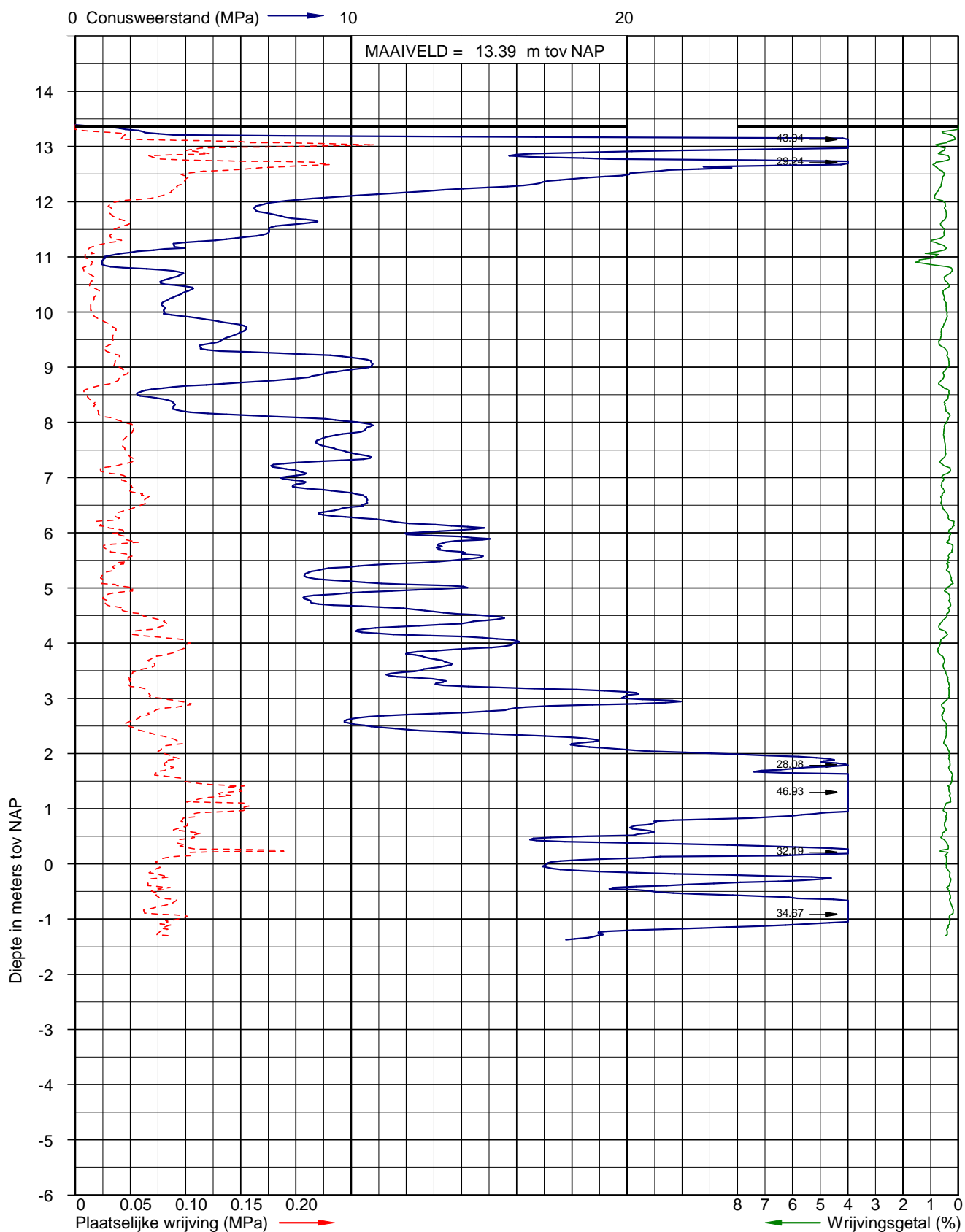
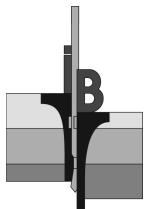
Sondering volgens NEN-EN-ISO 22476-1 klasse 3 Uitvoerder: S22-RHL  
Conusoppervlak 10 cm<sup>2</sup> Datum: 14-3-2014

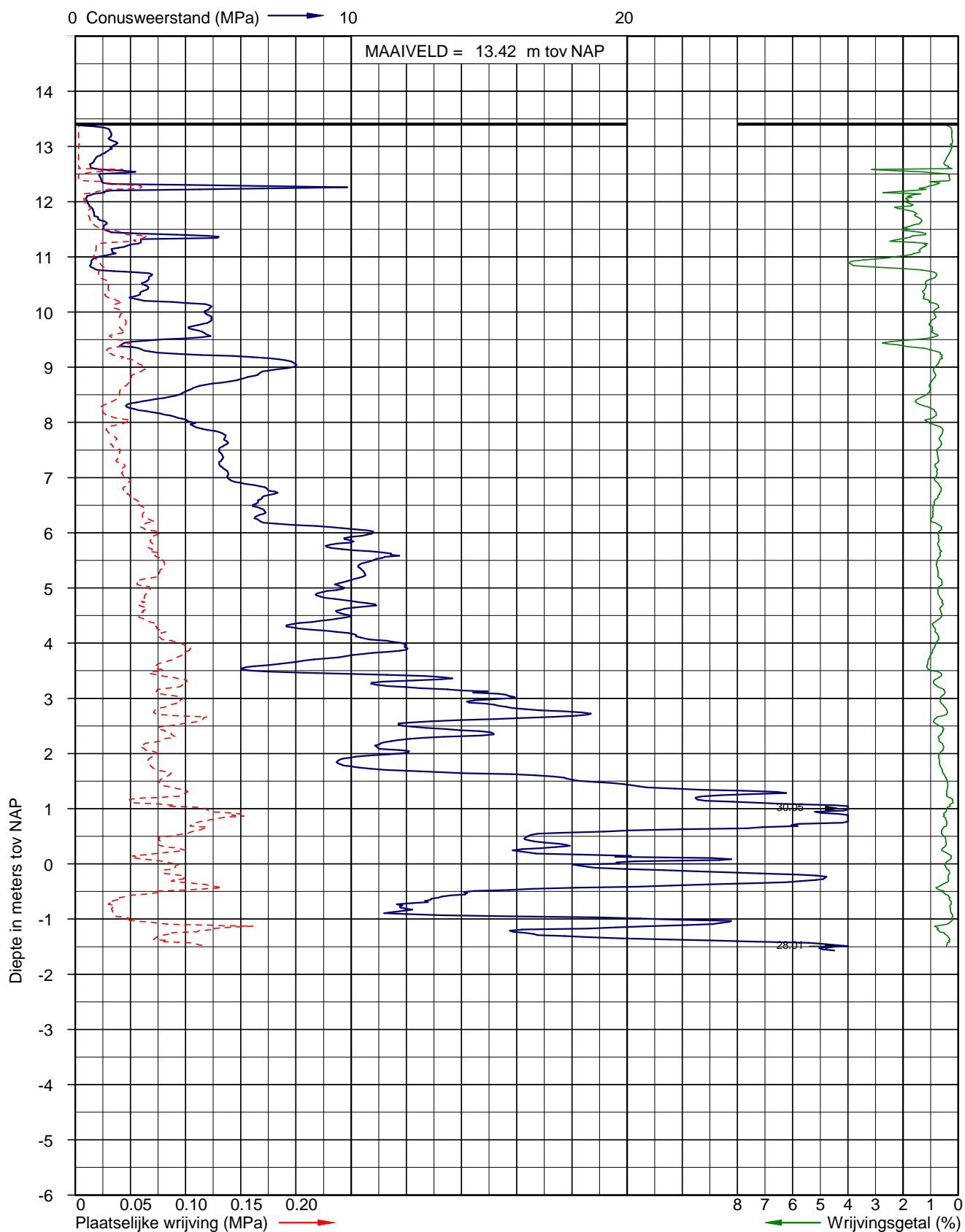
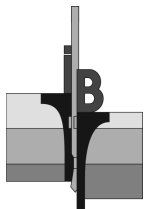
X: 215632  
Y: 443376

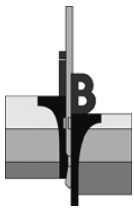
Pagina: 1/1

**Sondering DKM-7**









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

**Boring: B-22**

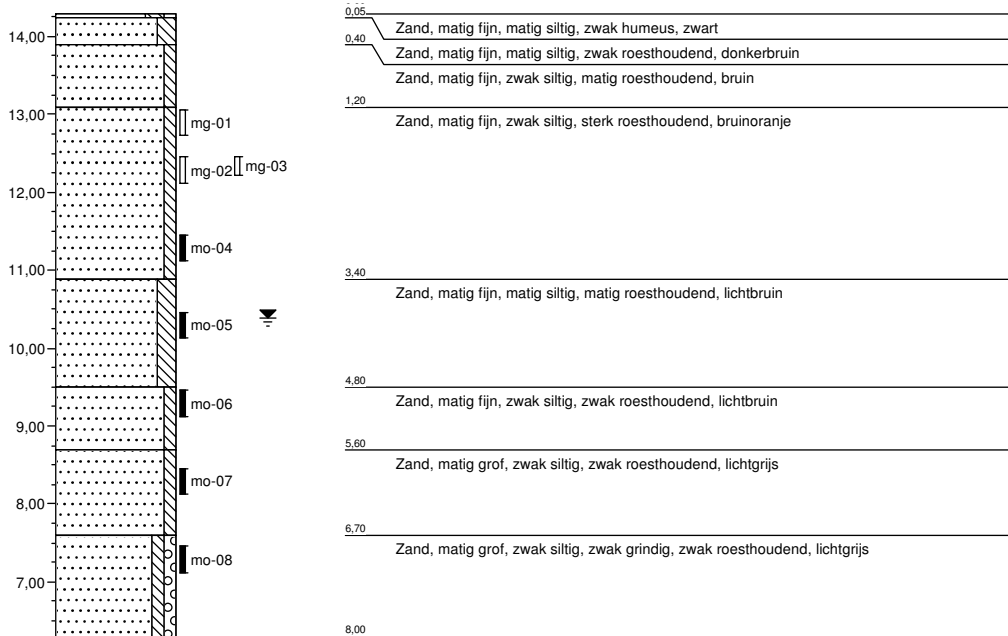
Uitvoering op: 13-03-2014  
Boring nabij:  
Uitvoering door: HSS

**Boring volgens NEN 5119**

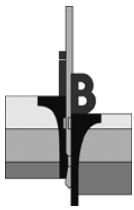
Maaiveldhoogte: 14,29 m t.o.v. N.A.P.  
Grondwaterstand: 390 cm - maaiveld

**Classificatie volgen NEN 5104**

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







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

**Boring: B-23**

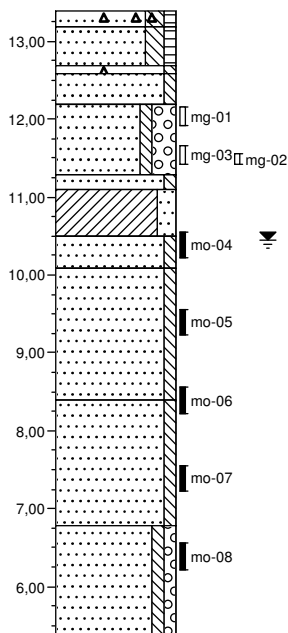
Uitvoering op: 13-03-2014  
Boring nabij:  
Uitvoering door: HSS

**Boring volgens NEN 5119**

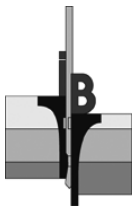
Maaiveldhoogte: 13,39 m t.o.v. N.A.P.  
Grondwaterstand: 295 cm - maaiveld

**Classificatie volgen NEN 5104**

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



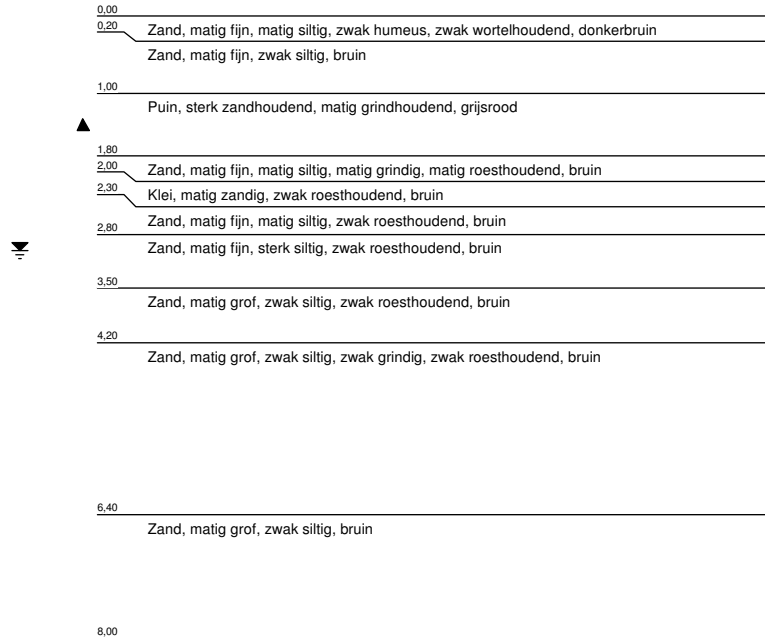
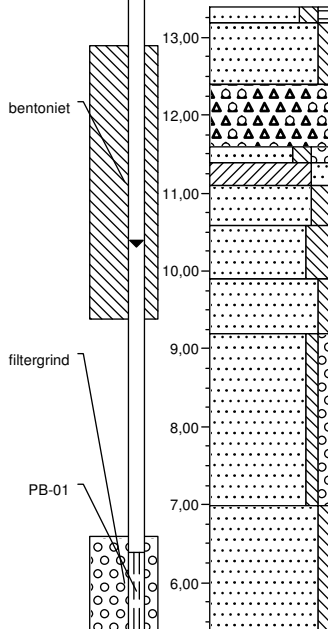
0,00	▲	Zand, zeer fijn, matig siltig, zwak humeus, zwak puinhoudend, matig wortelhoudend, donkerbruin
0,20		
0,70	▲	Zand, zeer fijn, matig siltig, zwak humeus, donkerbruin
0,80		
1,20		Zand, matig fijn, zwak siltig, zwak puinhoudend, bruin
		Zand, matig fijn, zwak siltig, bruin
		Zand, matig grof, zwak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



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

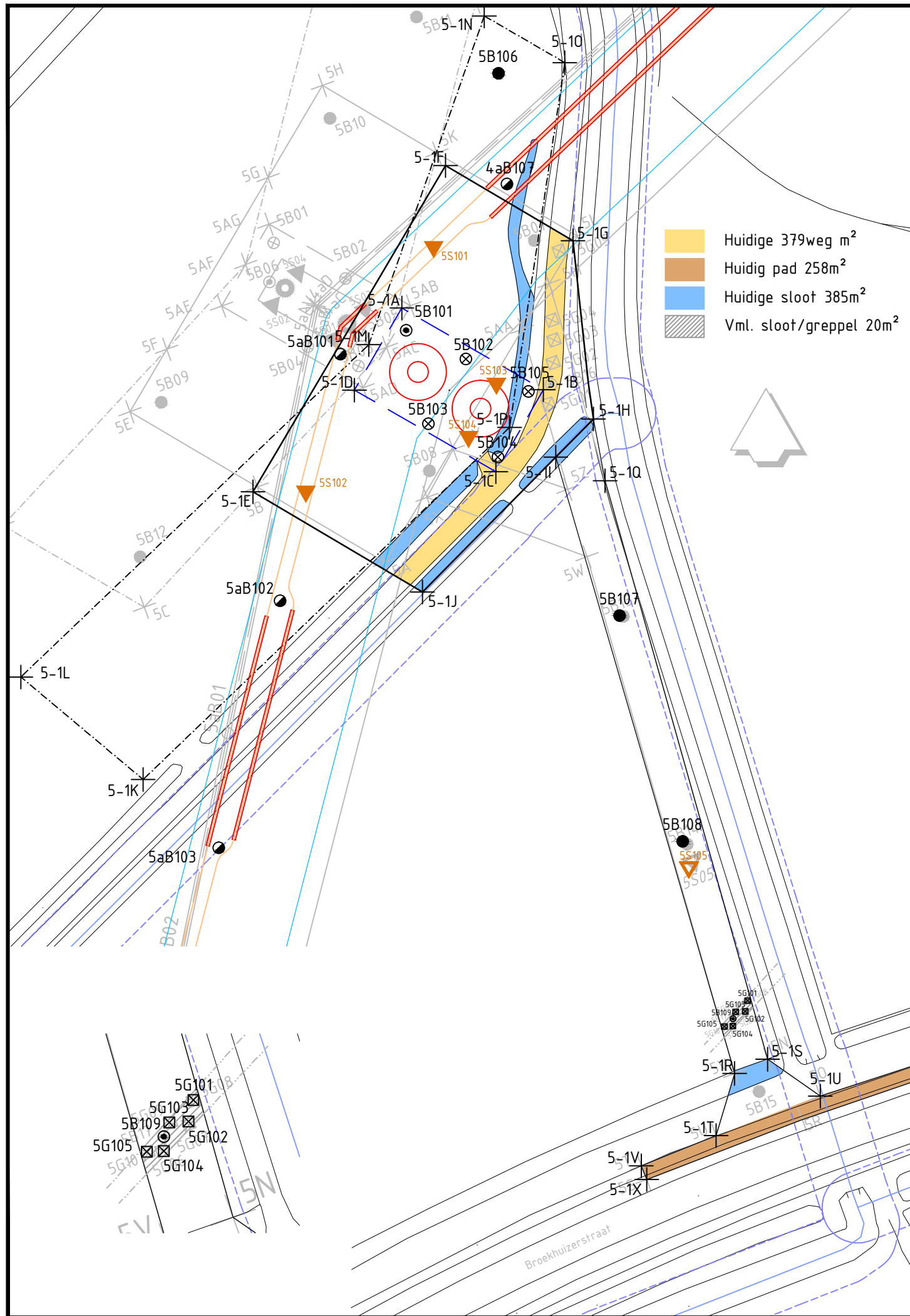
**Boring volgens NEN 5119**  
Maaiveldhoogte: 13,39 m t.o.v. N.A.P.  
Grondwaterstand: 301 cm - maaiveld

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



# Liemersweg





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

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

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

- Huidige 379weg m<sup>2</sup>
- Huidig pad 258m<sup>2</sup>
- Huidige sloot 385m<sup>2</sup>
- Vml. sloot/greppel 20m<sup>2</sup>

**Verklaring**

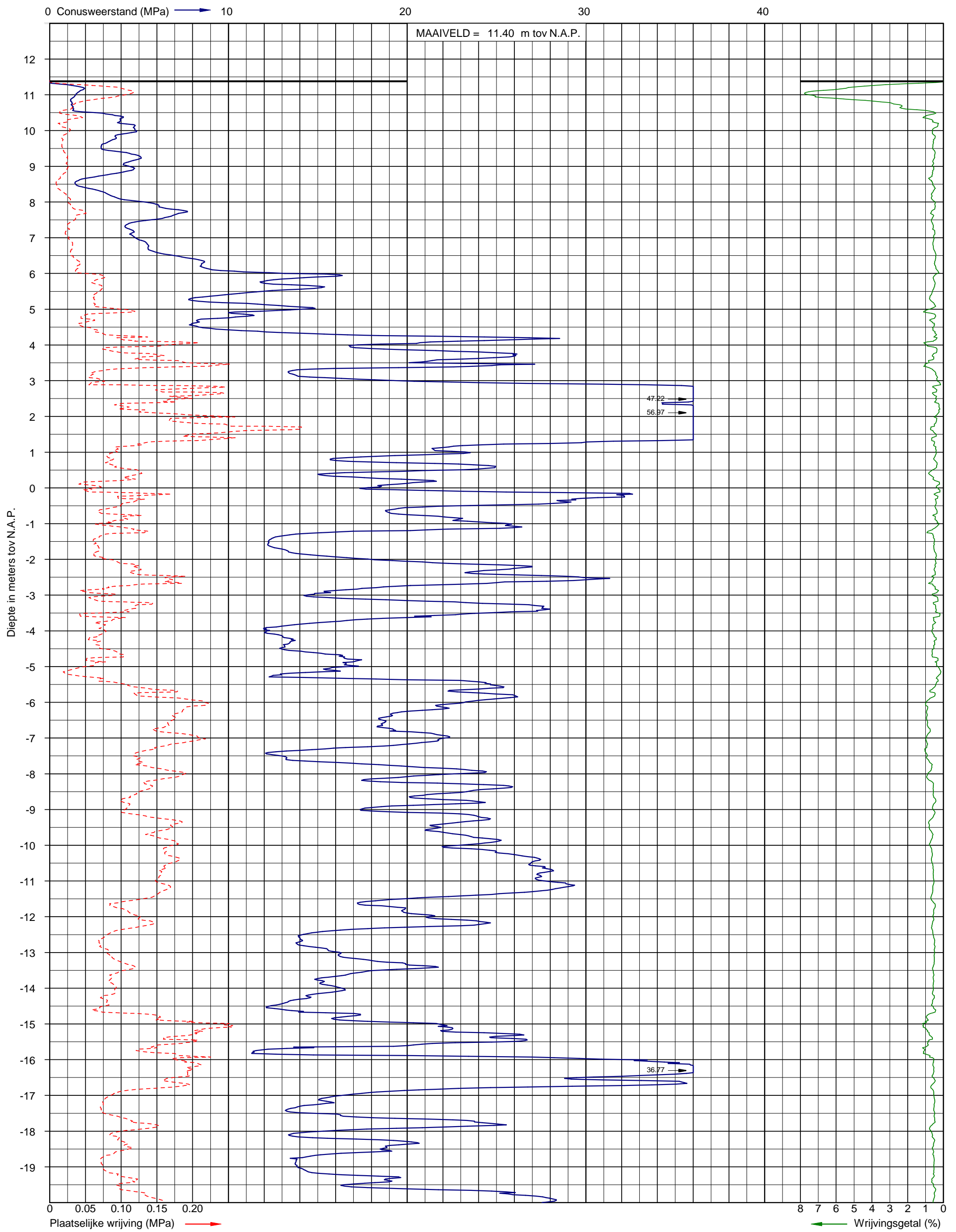
- Watergangen Waterschap Rijn en IJssel + Bufferzone
- Werkterrein + toegangsweg
- Lierterrein
- Bouwput
- Kabeltracé met gestuurde boring en werkterrein
- Mast
- Locatie sondering tot 40m-mv of 16 ton
- Locatie sondering tot 3m-mv
- Locatie boring + peilbuis tot watervoerende zandlaag of max. 6m-mv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

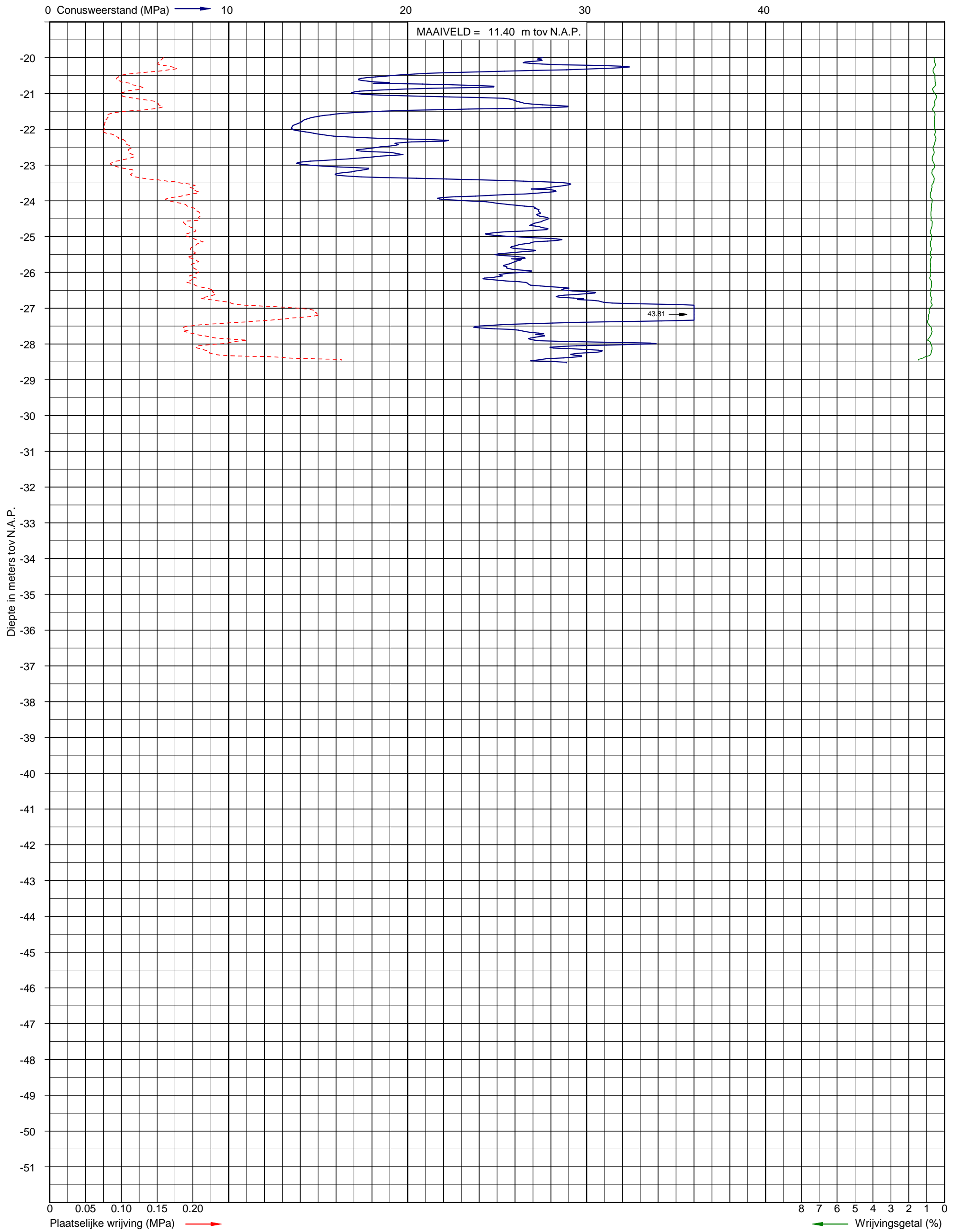
**CONCEPT**



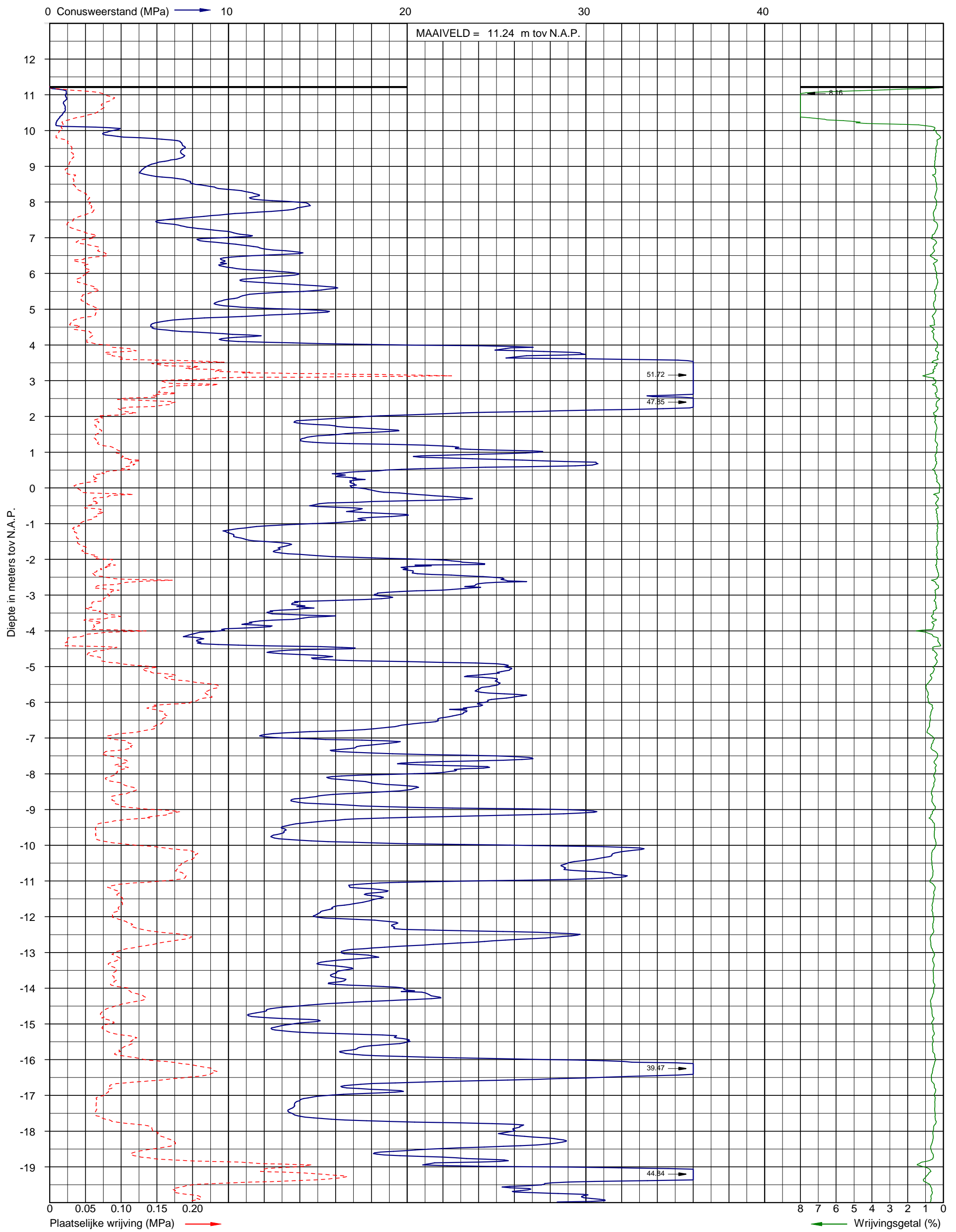
Opdrachtgever  
**TENNET TSO B.V.**  
 Project  
**DOETINCHEM - WESEL 380 kV (vka 2.1-2013-07-02)**  
 Onderdeel  
**CULTUUR TECHNISCHE KAART MAST 5**

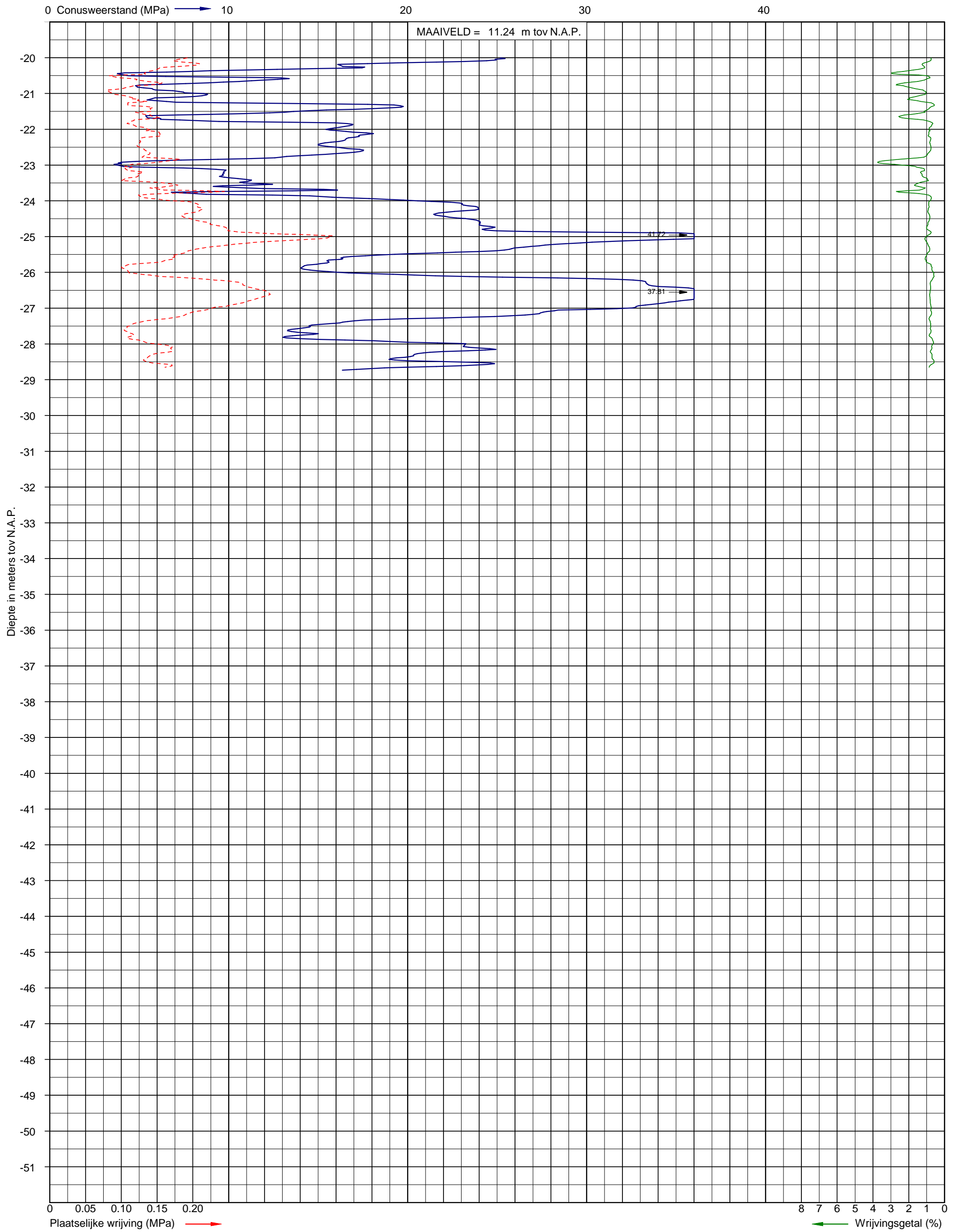
Tekeningnummer 323386208C1-5	Rev.	Bestandsnaam 323386208C1.dwg	Formaat A3	Schaal 1:1000	Blad	Aantal
Kantoor ARNHEM	Projectnummer 323386	Besteknummer	Datum van uitgave 08-08-2013	Get. DE	Gez.	Acc.

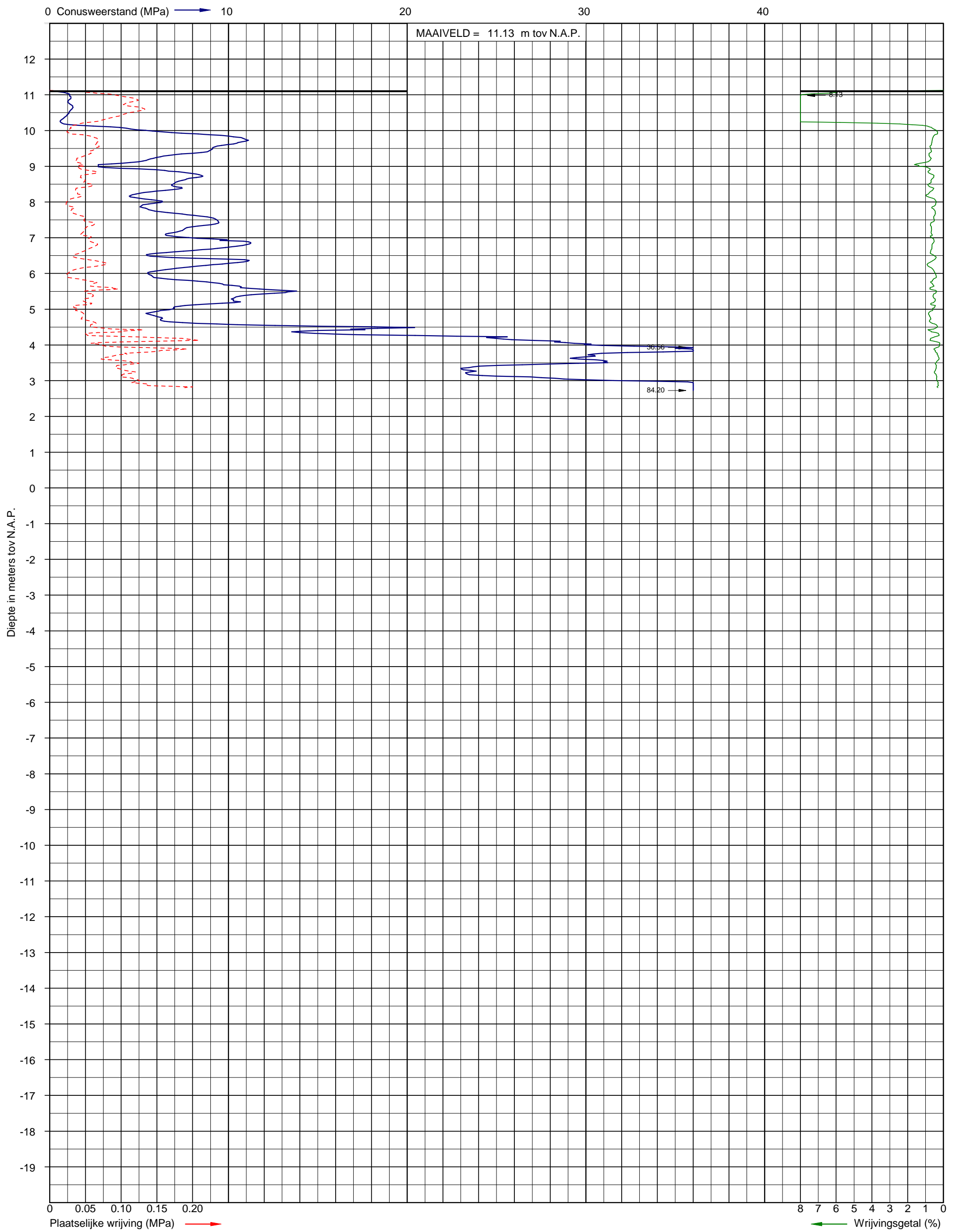




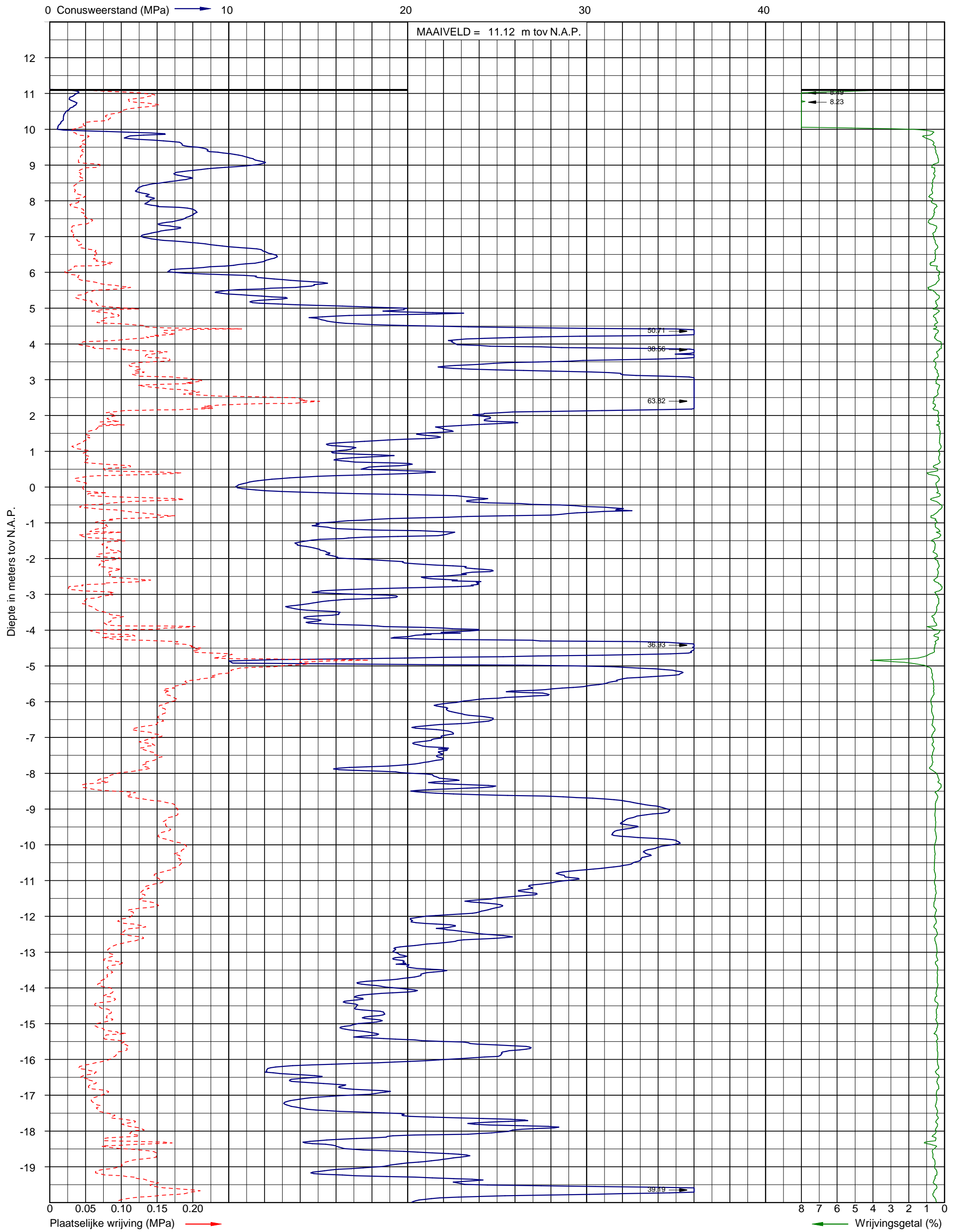


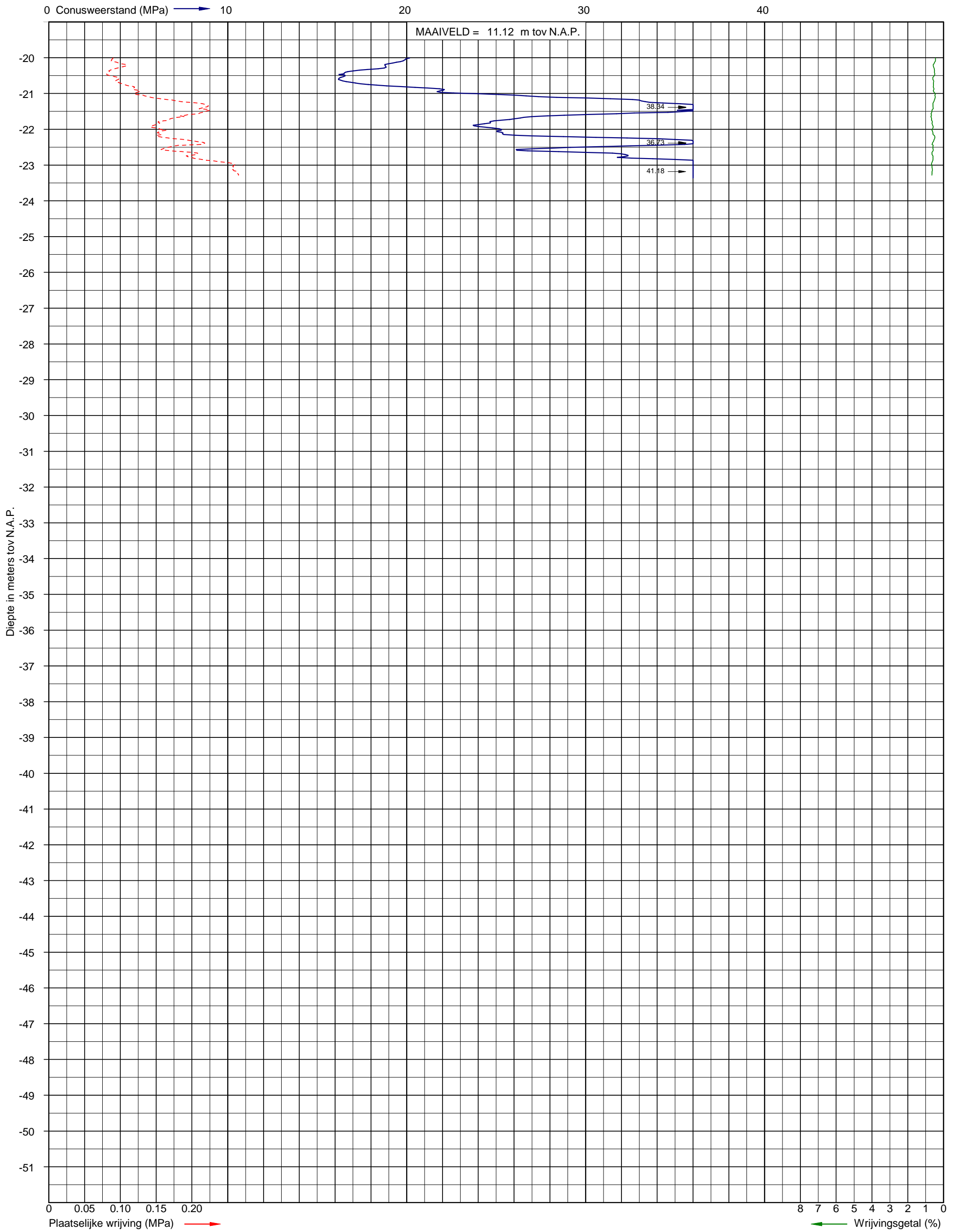


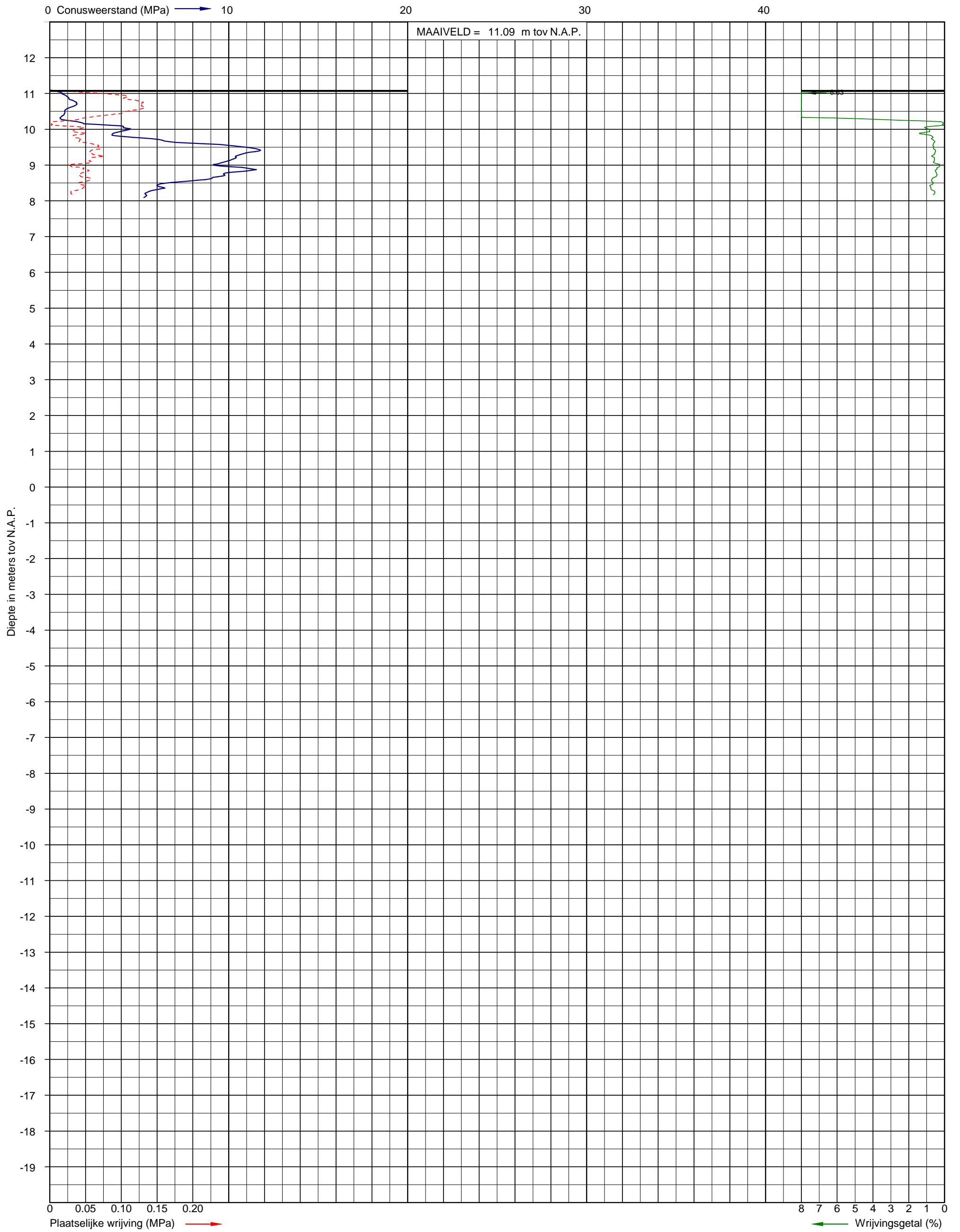






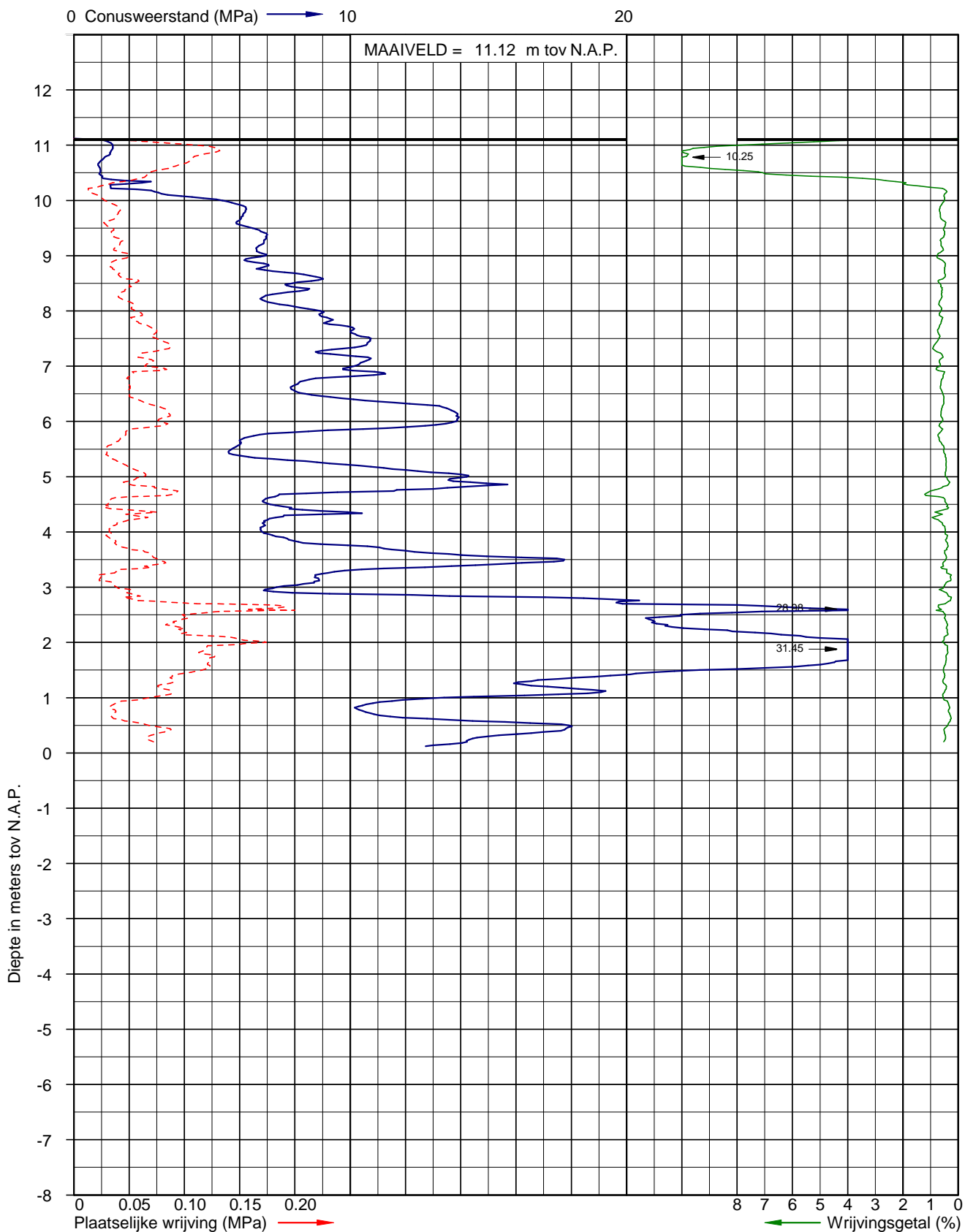
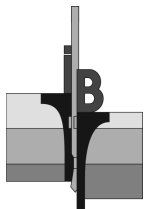












Sondering volgens NEN 5140 klasse 2  
Conusoppervlak 10 cm<sup>2</sup>

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

X: 213200  
Y: 442501

Pagina: 1/1

**Sondering DKM-5A.S101**

## **Bijlage 3**

### Invoer en uitvoer D Geo Pipeline



## Rapport voor D-Geo Pipeline 6.3

Model : Horizontaal Gestuurde Boring  
Ontwikkeld door Deltares

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

## 1 Inhoudsopgave

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

## 2 Invoergegevens

### 2.1 Gebruikt model

Gebruikt model : Horizontaal Gestuurde Boring

### 2.2 Laagscheidingen

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

### 2.3 PN-Lijnen

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

### 2.4 Freatische Lijn

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

### 2.5 Grondprofielen

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

### 2.6 Grenslagen

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

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

### 2.7 Configuratie van de Pijpleiding

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

De pijpleiding wordt van links naar rechts ingetrokken



## 2.8 Berekenings Verticalen

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

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

## 2.9 Materiaaltypen

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

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

## 2.10 Materiaalgegevens van de Leiding

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

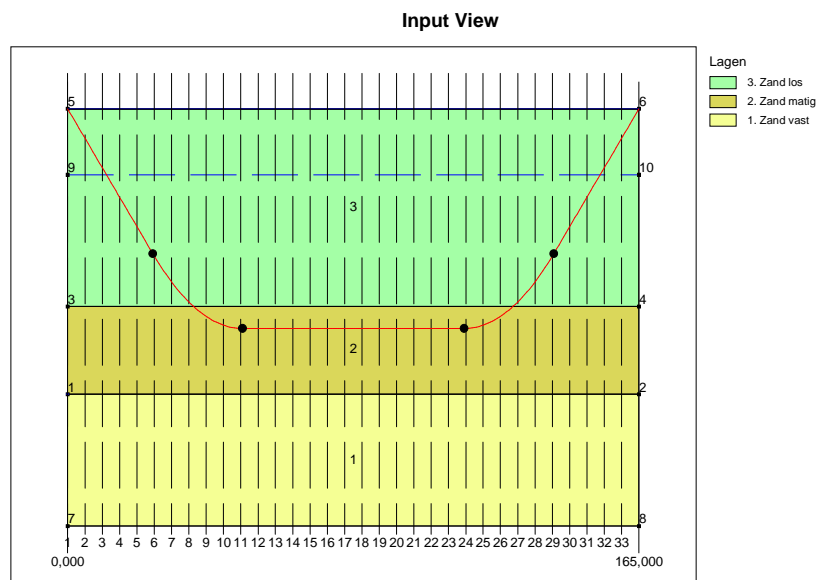
Tensile factor (alfa)	0,65	[-]
Uitwendige diameter leiding	630,00	[mm]
Wanddikte (Nominaal)	57,30	[mm]
Volumegewicht leidingmateriaal	9,54	[kN/m <sup>3</sup> ]
Ontwerpdruk	0,00	[kPa]
Incidenteledruk	0,00	[kPa]

## 2.11 Gegevens voor Leidingberekening

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

## 2.12 Geometrie

### 2.12.1 Geometrie Sectie, Detail



### 2.12.2 Geometrie Bovenaanzicht

Top View

### 2.13 Boorvloeistofdruk Gegevens

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

### 2.14 Factoren

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



---

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

### 3 Boorvloeistofdrukken

#### 3.1 Boorvloeistofdruk Gegevens

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

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

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

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

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

### 3.2 Evenwicht tussen Waterdruk en Boorvloeistofdruk

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

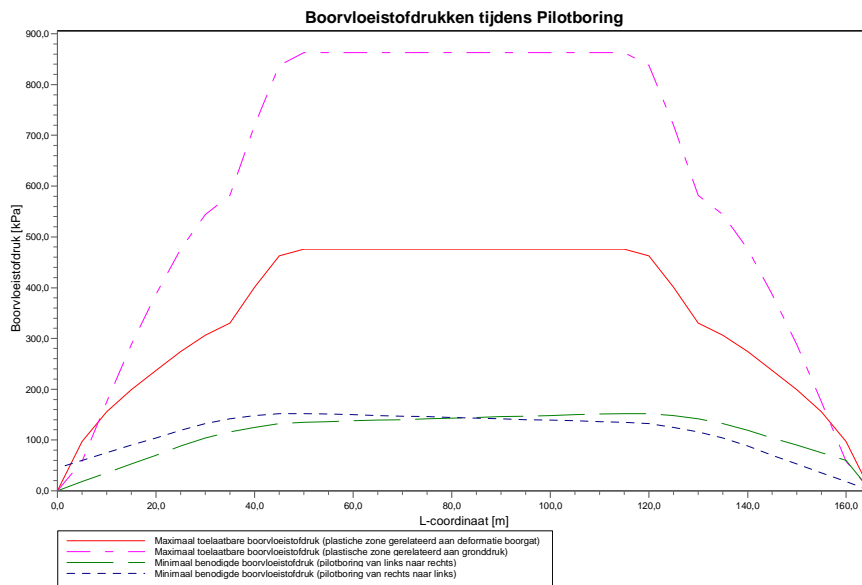


Verticaal nr.	Hydrostatische kolomdruk			Resultaat
	Boorvloeistof [kN/m <sup>2</sup> ]	Water [kN/m <sup>2</sup> ]	Veiligheidsfactor [-]	
5	65	24	2,75	voldoet
6	81	37	2,19	voldoet
7	95	49	1,95	voldoet
8	106	58	1,84	voldoet
9	114	64	1,77	voldoet
10	119	68	1,74	voldoet
11	121	70	1,73	voldoet
12	121	70	1,73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

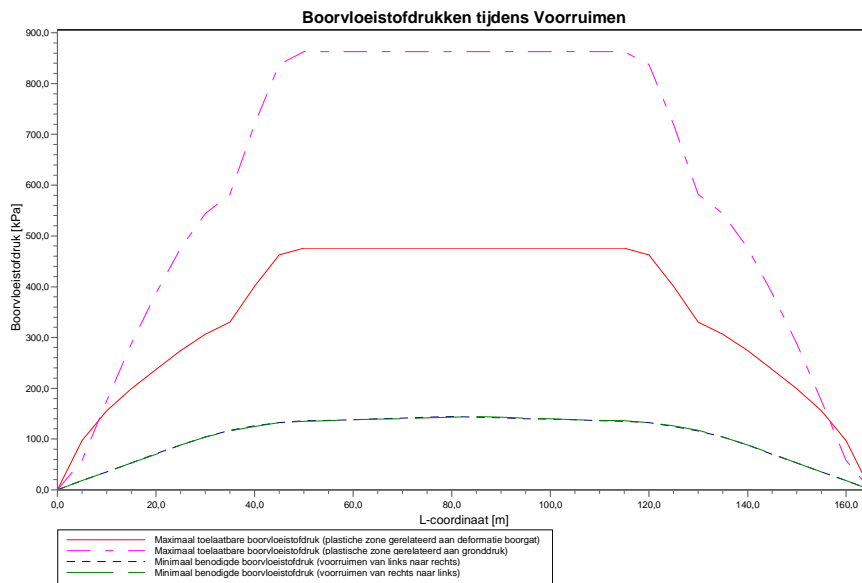
De statische mud druk is berekend en kan worden vergeleken met de berekende grondwater druk. De veiligheids factor wordt bepaald door de verhouding van mud druk en grondwater druk. Deze moet hoger zijn dan de vereiste veiligheidsfactor van 1,10

### 3.3 Boorvloeistofdruk Grafieken

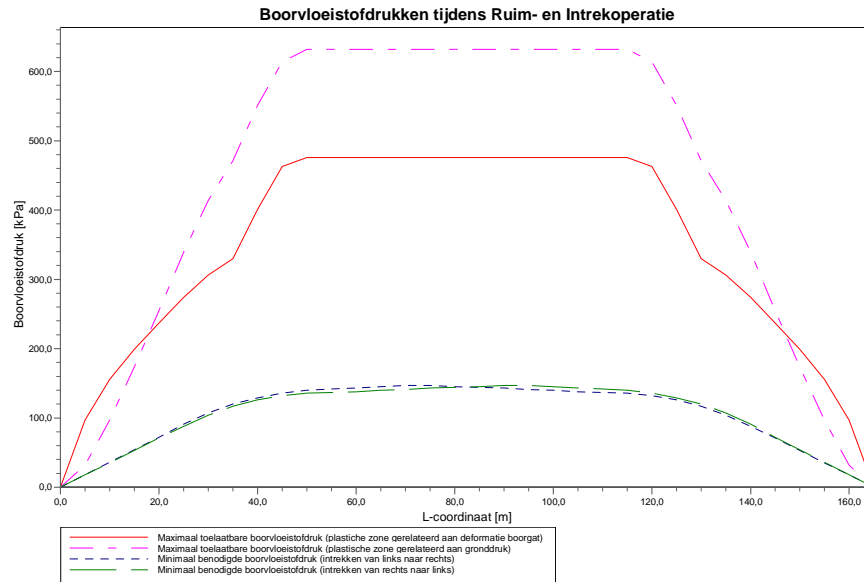
#### 3.3.1 Boorvloeistofdrukken tijdens Pilotboring



#### 3.3.2 Boorvloeistofdrukken tijdens Voorruimen



## 3.3.3 Boorvloeistofdrukken tijdens Ruim- en Intrekoperatie





## 4 Grondmechanische Parameters

### 4.1 Grondmechanische Parameters (Leiding: 1)

De volgende gegevens en uitgangspunten zijn gehanteerd voor de sterkteberekening:

Merk op: veiligheidsfactoren niet toegepast

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

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

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

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

Maximale grondbelasting : Pv;n, max = 113 kN/m<sup>2</sup>  
 Maximale gereduceerde grondbelasting : Pv,r;n, max = 70 kN/m<sup>2</sup>  
 Maximale verticale beddingsconstante (zonder veiligheidsfactor) : kv, max = 96648 kN/m<sup>3</sup>  
 Maximale verticale beddingsconstante (veiligheidsfactor toegepast) : kv, max = 198023 kN/m<sup>3</sup>

## 5 Gegevens voor Spanningsanalyse

### 5.1 Algemene gegevens

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

### 5.2 Ballasten Leiding

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

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

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

### 5.3 Trekkraftberekening

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

- wrijving tussen buis en rollenbaan ( $f_1 = 0,10$ )
- wrijving tussen buis en boorvloeistof ( $f_2 = 0,000050$  [N/mm<sup>2</sup>])
- wrijving tussen buis en grond ( $f_3 = 0,20$ )

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

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

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

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

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



## 6 SpanningsanalyseLeiding: 1

### 6.1 MateriaalgegevensLeiding: 1

De volgende gegevens en uitgangspunten zijn gehanteerd voor de sterkteberekening:

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

### 6.2 Resultaten SpanningsanalyseLeiding: 1

Voor de berekening worden 5 belasting fasen onderscheiden:

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

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

#### 6.2.1 Belasting Combinatie 1A: Begin Trekoperatie

Axiale spanning:

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

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

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

De tangentele spanning is in deze fase verwaarloosbaar.

**6.2.2 Belasting Combinatie 1B: Einde Trekoperatie**

Axiale spanning:

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

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

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

Tangentiele spanning:

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

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

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

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

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

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

**6.2.3 Belasting Combinatie 2: Intern op Druk Brengen**

Ten gevolge van inwendige druk :

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

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

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

**6.2.4 Belasting Combinatie 3: Bedrijfstoestand in Drukloze Situatie**

Axiale spanning:

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

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

Tangentiele spanning:

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

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

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

**6.2.5 Belasting Combinatie 4: Bedrijfstoestand met Inwendige Druk**

Axiale spanning:

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

Ten gevolge van inwendige druk :

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

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

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

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

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

### 6.3 Controle van de Berekende SpanningenLeiding: 1

Belasting combinatie 1

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

Belasting combinatie 2

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

Belasting combinatie 3

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

Belasting combinatie 4

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

Voor alle spanningssituaties zijn de spanningen toelaatbaar.

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

Spanningen in de leiding [N/mm<sup>2</sup>]

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

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

#### 6.3.4 Toetsing op ImplosieLeiding: 1

Tijdens het intrekken wordt de leiding belast door de heersende bentonietdruk. De hoogste minimaal benodigde druk tijdens het intrekken is gelijk aan 147 kN/m<sup>2</sup>, dit is kleiner dan de toelaatbare alzijdige uitwendige druk van 1550 kN/m<sup>2</sup>.

Tijdens de bedrijfstoestand wordt de leiding belast door de heersende waterdruk. De uitwendige waterdruk op de leiding is gelijk aan 70 kN/m<sup>2</sup>, dit is kleiner dan de toelaatbare alzijdige uitwendige druk van 278 kN/m<sup>2</sup>.

## Einde Rapport



## Rapport voor D-Geo Pipeline 6.3

Model : Horizontaal Gestuurde Boring  
Ontwikkeld door Deltares

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

## 1 Inhoudsopgave

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

---

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



## 2 Invoergegevens

### 2.1 Gebruikt model

Gebruikt model : Horizontaal Gestuurde Boring

### 2.2 Laagscheidingen

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

### 2.3 PN-Lijnen

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

### 2.4 Freatische Lijn

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

### 2.5 Grondprofielen

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

### 2.6 Grenslagen

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

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

### 2.7 Configuratie van de Pijpleiding

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

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

De pijpleiding wordt van links naar rechts ingetrokken

## 2.8 Berekenings Verticalen

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

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

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

## 2.9 Materiaaltypen

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

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

## 2.10 Materiaalgegevens van de Leiding

Invoergegevens leiding no. 1

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

Invoergegevens leiding no. 2

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

Invoergegevens leiding no. 3



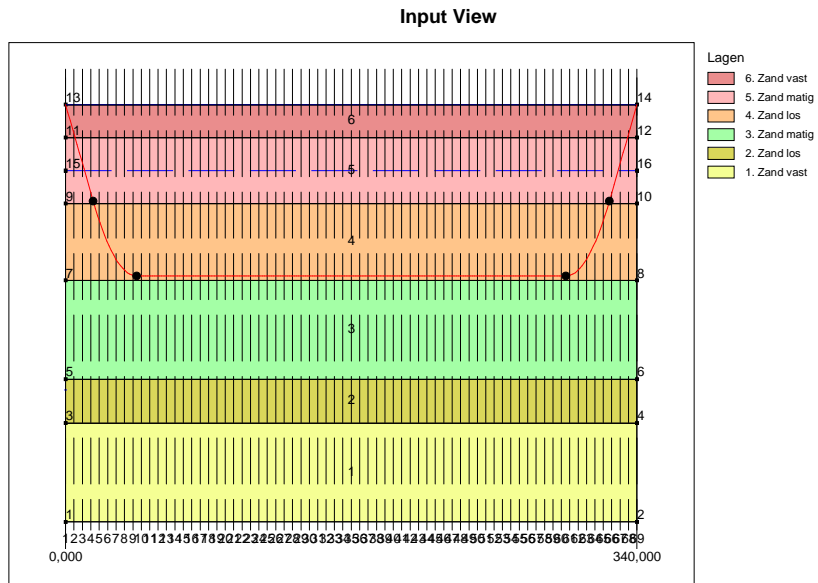
Materiaal	Polyetheen	
Kwaliteit	PE100	
Elasticiteitsmodulus (kort)	975	[N/mm <sup>2</sup> ]
Elasticiteitsmodulus (lang)	350	[N/mm <sup>2</sup> ]
Toelaatbare spanning (kort)	10,0	[N/mm <sup>2</sup> ]
Toelaatbare spanning (lang)	8,0	[N/mm <sup>2</sup> ]
Tensile factor (alfa)	0,65	[-]
Uitwendige diameter leiding	110,00	[mm]
Wanddikte (Nominaal)	10,00	[mm]
Volumegewicht leidingmateriaal	9,54	[kN/m <sup>3</sup> ]
Ontwerpdruk	0,00	[kPa]
Incidenteledruk	0,00	[kPa]
Invoergegevens leiding no. 4		
Materiaal	Polyetheen	
Kwaliteit	PE100	
Elasticiteitsmodulus (kort)	975	[N/mm <sup>2</sup> ]
Elasticiteitsmodulus (lang)	350	[N/mm <sup>2</sup> ]
Toelaatbare spanning (kort)	10,0	[N/mm <sup>2</sup> ]
Toelaatbare spanning (lang)	8,0	[N/mm <sup>2</sup> ]
Tensile factor (alfa)	0,65	[-]
Uitwendige diameter leiding	110,00	[mm]
Wanddikte (Nominaal)	10,00	[mm]
Volumegewicht leidingmateriaal	9,54	[kN/m <sup>3</sup> ]
Ontwerpdruk	0,00	[kPa]
Incidenteledruk	0,00	[kPa]

## 2.11 Gegevens voor Leidingberekening

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

## 2.12 Geometrie

### 2.12.1 Geometrie Sectie, Detail



### 2.12.2 Geometrie Bovenaanzicht

Top View

### 2.13 Boorvloeistofdruk Gegevens

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

### 2.14 Factoren

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



### 3 Boorvloeistofdrukken

#### 3.1 Boorvloeistofdruk Gegevens

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

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

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

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

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



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

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

### 3.2 Evenwicht tussen Waterdruk en Boorvloeistofdruk

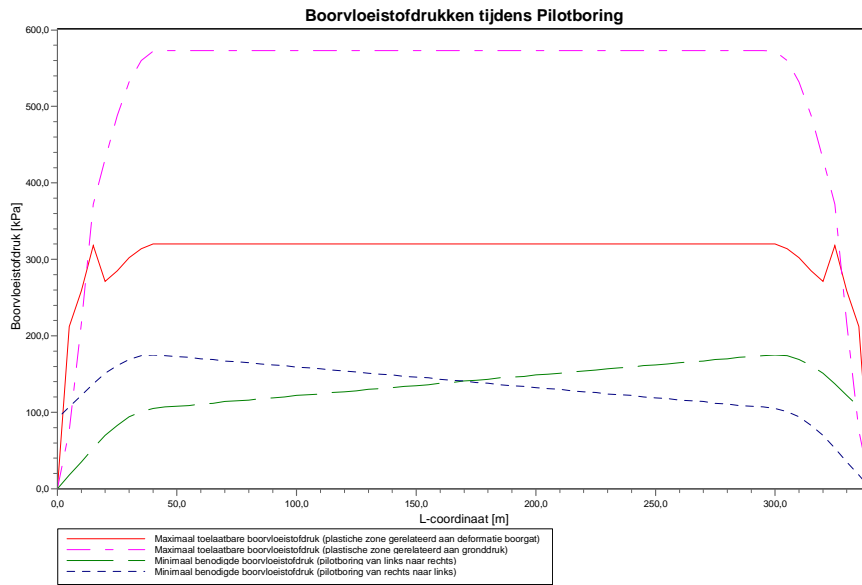
Verticaal nr.	Hydrostatische kolomdruk			Resultaat
	Boorvloeistof [kN/m <sup>2</sup> ]	Water [kN/m <sup>2</sup> ]	Veiligheidsfactor [-]	
1	0	0	-	voldoet
2	16	0	-	voldoet
3	32	0	-	voldoet
4	49	10	4,77	voldoet
5	64	23	2,80	voldoet
6	76	33	2,31	voldoet
7	85	40	2,11	voldoet
8	91	45	2,01	voldoet
9	94	48	1,97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

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

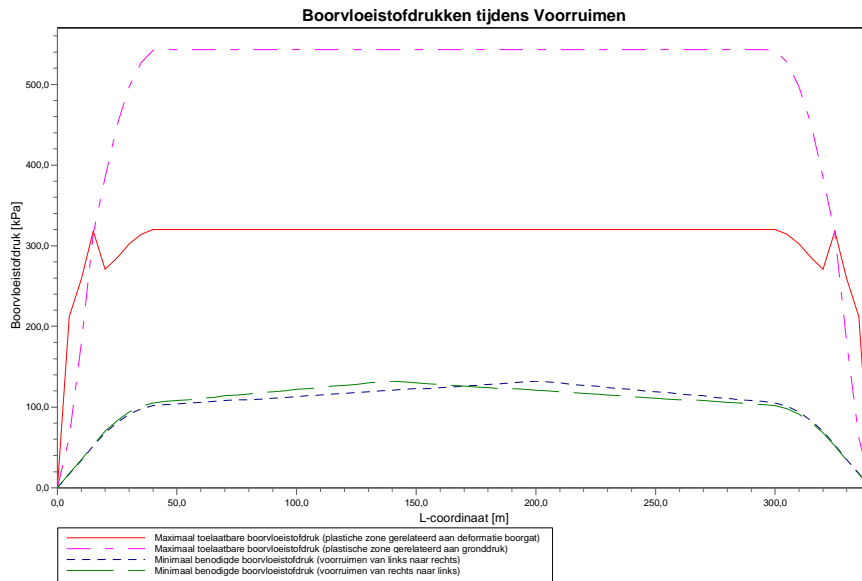
De statische mud druk is berekend en kan worden vergeleken met de berekende grondwater druk. De veiligheids factor wordt bepaald door de verhouding van mud druk en grondwater druk. Deze moet hoger zijn dan de vereiste veiligheidsfactor van 1,10

### 3.3 Boorvloeistofdruk Grafieken

#### 3.3.1 Boorvloeistofdrukken tijdens Pilotboring

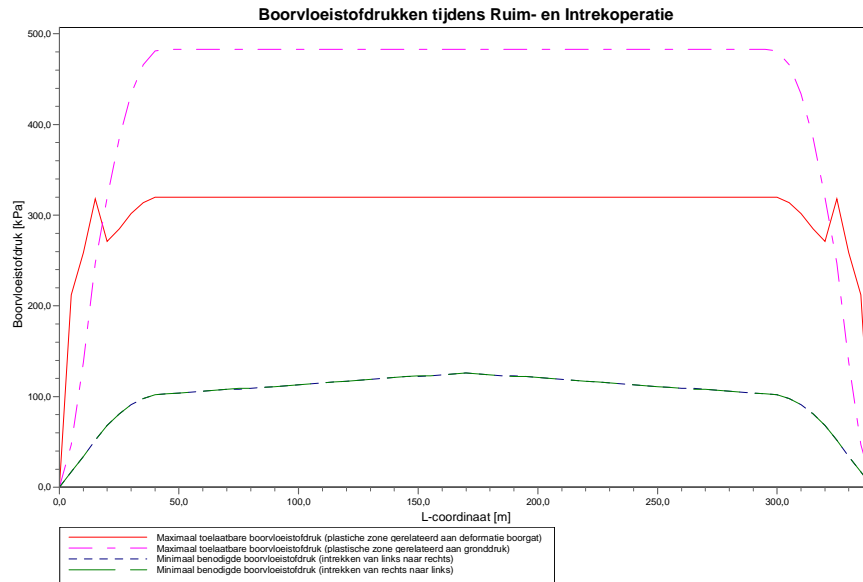


#### 3.3.2 Boorvloeistofdrukken tijdens Voorruimen





## 3.3.3 Boorvloeistofdrukken tijdens Ruim- en Intrekoperatie



## 4 Grondmechanische Parameters

### 4.1 Grondmechanische Parameters 1: leiding no. 1

De volgende gegevens en uitgangspunten zijn gehanteerd voor de sterkteberekening:

Merk op: veiligheidsfactoren niet toegepast

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

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

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

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



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

Maximale grondbelasting : Pv;n, max = 100 kN/m<sup>2</sup>  
 Maximale gereduceerde grondbelasting : Pv,r;n, max = 25 kN/m<sup>2</sup>  
 Maximale verticale beddingsconstante (zonder veiligheidsfactor) : kv, max = 878966 kN/m<sup>3</sup>  
 Maximale verticale beddingsconstante (veiligheidsfactor toegepast) : kv, max = 1802104 kN/m<sup>3</sup>

#### 4.2 Grondmechanische Parameters 2: leiding no. 2

De volgende gegevens en uitgangspunten zijn gehanteerd voor de sterkteberekening:

Merk op: veiligheidsfactoren niet toegepast

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

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

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

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



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

Maximale grondbelasting : Pv;n, max = 99 kN/m<sup>2</sup>  
 Maximale gereduceerde grondbelasting : Pv,r;n, max = 24 kN/m<sup>2</sup>  
 Maximale verticale beddingsconstante (zonder veiligheidsfactor) : kv, max = 483393 kN/m<sup>3</sup>  
 Maximale verticale beddingsconstante (veiligheidsfactor toegepast) : kv, max = 991077 kN/m<sup>3</sup>

### 4.3 Grondmechanische Parameters 3: leiding no. 3

De volgende gegevens en uitgangspunten zijn gehanteerd voor de sterkteberekening:

Merk op: veiligheidsfactoren niet toegepast

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

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

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

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

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

Maximale grondbelasting : Pv;n, max = 100 kN/m<sup>2</sup>  
 Maximale gereduceerde grondbelasting : Pv,r;n, max = 25 kN/m<sup>2</sup>  
 Maximale verticale beddingsconstante (zonder veiligheidsfactor) : kv, max = 878966 kN/m<sup>3</sup>  
 Maximale verticale beddingsconstante (veiligheidsfactor toegepast) : kv, max = 1802104 kN/m<sup>3</sup>

#### 4.4 Grondmechanische Parameters 4: leiding no. 4

De volgende gegevens en uitgangspunten zijn gehanteerd voor de sterkteberekening:

Merk op: veiligheidsfactoren niet toegepast

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



tmax  
dmax

Maximale wrijving leiding-boorvloeistof kN/m<sup>2</sup>  
Corresponderende verplaatsing bij mobilisatie maximale wrijving mm

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

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

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

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

Maximale grondbelasting : Pv;n, max = 100 kN/m<sup>2</sup>  
 Maximale gereduceerde grondbelasting : Pv,r;n, max = 25 kN/m<sup>2</sup>  
 Maximale verticale beddingsconstante (zonder veiligheidsfactor) : kv, max = 878966 kN/m<sup>3</sup>  
 Maximale verticale beddingsconstante (veiligheidsfactor toegepast) : kv, max = 1802104 kN/m<sup>3</sup>



## 5 Gegevens voor Spanningsanalyse

### 5.1 Algemene gegevens

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

### 5.2 Ballasten Leiding

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

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

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

### 5.3 Trekkraftberekening

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

- wrijving tussen buis en rollenbaan ( $f_1 = 0,10$ )
- wrijving tussen buis en boorvloeistof ( $f_2 = 0,000050$  [N/mm<sup>2</sup>])
- wrijving tussen buis en grond ( $f_3 = 0,20$ )

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

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

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

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

## 6 Spanningsanalyse1: leiding no. 1

### 6.1 Materiaalgegevens1: leiding no. 1

De volgende gegevens en uitgangspunten zijn gehanteerd voor de sterkteberekening:

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

### 6.2 Resultaten Spanningsanalyse1: leiding no. 1

Voor de berekening worden 5 belasting fasen onderscheiden:

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

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

#### 6.2.1 Belasting Combinatie 1A: Begin Trekoperatie

Axiale spanning:

$\text{Sigma}_b = Mb/Wb = 1,40 \cdot 1,00 \cdot (E \cdot Ib) / (1,00 \cdot R_{rol} \cdot Wb)$	=	0,8	[N/mm <sup>2</sup> ]
$\text{Sigma}_t = f_{\text{pull}} \cdot T1/A$	=	0,7	[N/mm <sup>2</sup> ]
Maximale axiale spanning $\text{Sigma}_{a,max}$	=	1,1	[N/mm <sup>2</sup> ]

De tangentele spanning is in deze fase verwaarloosbaar.



**6.2.2 Belasting Combinatie 1B: Einde Trekoperatie**

Axiale spanning:

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

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

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

Tangentiele spanning:

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

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

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

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

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

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

**6.2.3 Belasting Combinatie 2: Intern op Druk Brengen**

Ten gevolge van inwendige druk :

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

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

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

**6.2.4 Belasting Combinatie 3: Bedrijfstoestand in Drukloze Situatie**

Axiale spanning:

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

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

Tangentiele spanning:

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

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

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

**6.2.5 Belasting Combinatie 4: Bedrijfstoestand met Inwendige Druk**

Axiale spanning:

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

Ten gevolge van inwendige druk :

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

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

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

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

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

### 6.3 Controle van de Berekende Spanningen1: leiding no. 1

Belasting combinatie 1

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

Belasting combinatie 2

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

Belasting combinatie 3

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

Belasting combinatie 4

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

Voor alle spanningssituaties zijn de spanningen toelaatbaar.

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

Spanningen in de leiding [N/mm<sup>2</sup>]

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

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

#### 6.3.4 Toetsing op Implosie1: leiding no. 1

Tijdens het intrekken wordt de leiding belast door de heersende bentonietdruk. De hoogste minimaal benodigde druk tijdens het intrekken is gelijk aan 126 kN/m<sup>2</sup>, dit is kleiner dan de toelaatbare alzijdige uitwendige druk van 1548 kN/m<sup>2</sup>.

Tijdens de bedrijfstoestand wordt de leiding belast door de heersende waterdruk. De uitwendige waterdruk op de leiding is gelijk aan 48 kN/m<sup>2</sup>, dit is kleiner dan de toelaatbare alzijdige uitwendige druk van 278 kN/m<sup>2</sup>.

## 7 Spanningsanalyse2: leiding no. 2

### 7.1 Materiaalgegevens2: leiding no. 2

De volgende gegevens en uitgangspunten zijn gehanteerd voor de sterkteberekening:

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

### 7.2 Resultaten Spanningsanalyse2: leiding no. 2

Voor de berekening worden 5 belasting fasen onderscheiden:

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

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

#### 7.2.1 Belasting Combinatie 1A: Begin Trekoperatie

Axiale spanning:

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

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

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

De tangentele spanning is in deze fase verwaarloosbaar.



**7.2.2 Belasting Combinatie 1B: Einde Trekoperatie**

Axiale spanning:

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

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

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

Tangentiele spanning:

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

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

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

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

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

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

**7.2.3 Belasting Combinatie 2: Intern op Druk Brengen**

Ten gevolge van inwendige druk :

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

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

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

**7.2.4 Belasting Combinatie 3: Bedrijfstoestand in Drukloze Situatie**

Axiale spanning:

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

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

Tangentiele spanning:

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

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

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

**7.2.5 Belasting Combinatie 4: Bedrijfstoestand met Inwendige Druk**

Axiale spanning:

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

Ten gevolge van inwendige druk :

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

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

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

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

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

### 7.3 Controle van de Berekende Spanningen2: leiding no. 2

Belasting combinatie 1

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

Belasting combinatie 2

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

Belasting combinatie 3

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

Belasting combinatie 4

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

Voor alle spanningssituaties zijn de spanningen toelaatbaar.

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

Spanningen in de leiding [N/mm<sup>2</sup>]

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

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

### 7.3.4 Toetsing op Implosie2: leiding no. 2

Tijdens het intrekken wordt de leiding belast door de heersende bentonietdruk. De hoogste minimaal benodigde druk tijdens het intrekken is gelijk aan 126 kN/m<sup>2</sup>, dit is kleiner dan de toelaatbare alzijdige uitwendige druk van 1553 kN/m<sup>2</sup>.

Tijdens de bedrijfstoestand wordt de leiding belast door de heersende waterdruk. De uitwendige waterdruk op de leiding is gelijk aan 48 kN/m<sup>2</sup>, dit is kleiner dan de toelaatbare alzijdige uitwendige druk van 279 kN/m<sup>2</sup>.

## 8 Spanningsanalyse3: leiding no. 3

### 8.1 Materiaalgegevens3: leiding no. 3

De volgende gegevens en uitgangspunten zijn gehanteerd voor de sterkteberekening:

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

### 8.2 Resultaten Spanningsanalyse3: leiding no. 3

Voor de berekening worden 5 belasting fasen onderscheiden:

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

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

#### 8.2.1 Belasting Combinatie 1A: Begin Trekoperatie

Axiale spanning:

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

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

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

De tangentele spanning is in deze fase verwaarloosbaar.



**8.2.2 Belasting Combinatie 1B: Einde Trekoperatie**

Axiale spanning:

$$\sigma_b = M_b/W_b = 1,40 \cdot 1,00 \cdot (E \cdot I_b) / (1,00 \cdot R_{min} \cdot W_b) = 0,8 \quad \text{N/mm}^2$$

$$\sigma_t = f_{pull} \cdot T_{max}/A = 6,2 \quad \text{N/mm}^2$$

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

Tangentiele spanning:

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

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

$$\lambda = (k_v \cdot D_o / (4 \cdot E \cdot I))^{0,25} = 1,1E-2 \quad \text{mm}^{-1}$$

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

$$\sigma_{qr} = k' \cdot q_r \cdot (r_g/W_w) \cdot D_o = 0,4 \quad \text{N/mm}^2$$

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

**8.2.3 Belasting Combinatie 2: Intern op Druk Brengen**

Ten gevolge van inwendige druk :

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

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

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

**8.2.4 Belasting Combinatie 3: Bedrijfstoestand in Drukloze Situatie**

Axiale spanning:

$$\sigma_b = M_b/W_b = 1,40 \cdot 1,00 \cdot (E \cdot I_b) / (1,00 \cdot R_{rol} \cdot W_b) = 0,3 \quad \text{N/mm}^2$$

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

Tangentiele spanning:

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

$$\sigma_{qn} = k \cdot q_n \cdot (r_g/W_w) \cdot D_o = 1,2 \quad \text{N/mm}^2$$

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

**8.2.5 Belasting Combinatie 4: Bedrijfstoestand met Inwendige Druk**

Axiale spanning:

$$\sigma_b = M_b/W_b = 1,40 \cdot 1,00 \cdot (E \cdot I_b) / (1,00 \cdot R_{rol} \cdot W_b) = 0,3 \quad \text{N/mm}^2$$

Ten gevolge van inwendige druk :

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

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

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

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

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

### 8.3 Controle van de Berekende Spanningen3: leiding no. 3

Belasting combinatie 1

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

Belasting combinatie 2

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

Belasting combinatie 3

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

Belasting combinatie 4

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

Voor alle spanningssituaties zijn de spanningen toelaatbaar.

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

Spanningen in de leiding [N/mm<sup>2</sup>]

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

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

#### 8.3.4 Toetsing op Implosie3: leiding no. 3

Tijdens het intrekken wordt de leiding belast door de heersende bentonietdruk. De hoogste minimaal benodigde druk tijdens het intrekken is gelijk aan 126 kN/m<sup>2</sup>, dit is kleiner dan de toelaatbare alzijdige uitwendige druk van 1548 kN/m<sup>2</sup>.

Tijdens de bedrijfstoestand wordt de leiding belast door de heersende waterdruk. De uitwendige waterdruk op de leiding is gelijk aan 48 kN/m<sup>2</sup>, dit is kleiner dan de toelaatbare alzijdige uitwendige druk van 278 kN/m<sup>2</sup>.

## 9 Spanningsanalyse4: leiding no. 4

### 9.1 Materiaalgegevens4: leiding no. 4

De volgende gegevens en uitgangspunten zijn gehanteerd voor de sterkteberekening:

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

### 9.2 Resultaten Spanningsanalyse4: leiding no. 4

Voor de berekening worden 5 belasting fasen onderscheiden:

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

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

#### 9.2.1 Belasting Combinatie 1A: Begin Trekoperatie

Axiale spanning:

$\text{Sigma}_b = \text{Mb}/\text{Wb} = 1,40 \cdot 1,00 \cdot (\text{E} \cdot \text{Ib}) / (1,00 \cdot \text{Rrol} \cdot \text{Wb})$	=	0,8	[N/mm <sup>2</sup> ]
$\text{Sigma}_t = \text{f}_{\text{pull}} \cdot \text{T1}/\text{A}$	=	0,7	[N/mm <sup>2</sup> ]
Maximale axiale spanning $\text{Sigma}_{a,\text{max}}$	=	1,1	[N/mm <sup>2</sup> ]

De tangentele spanning is in deze fase verwaarloosbaar.



**9.2.2 Belasting Combinatie 1B: Einde Trekoperatie**

Axiale spanning:

$$\sigma_b = M_b/W_b = 1,40 \cdot 1,00 \cdot (E \cdot I_b) / (1,00 \cdot R_{min} \cdot W_b) = 0,8 \quad \text{N/mm}^2$$

$$\sigma_t = f_{pull} \cdot T_{max}/A = 6,2 \quad \text{N/mm}^2$$

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

Tangentiele spanning:

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

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

$$\lambda = (k_v \cdot D_o / (4 \cdot E \cdot I))^{0,25} = 1,1E-2 \quad \text{mm}^{-1}$$

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

$$\sigma_{qr} = k' \cdot q_r \cdot (r_g/W_w) \cdot D_o = 0,4 \quad \text{N/mm}^2$$

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

**9.2.3 Belasting Combinatie 2: Intern op Druk Brengen**

Ten gevolge van inwendige druk :

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

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

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

**9.2.4 Belasting Combinatie 3: Bedrijfstoestand in Drukloze Situatie**

Axiale spanning:

$$\sigma_b = M_b/W_b = 1,40 \cdot 1,00 \cdot (E \cdot I_b) / (1,00 \cdot R_{rol} \cdot W_b) = 0,3 \quad \text{N/mm}^2$$

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

Tangentiele spanning:

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

$$\sigma_{qn} = k \cdot q_n \cdot (r_g/W_w) \cdot D_o = 1,2 \quad \text{N/mm}^2$$

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

**9.2.5 Belasting Combinatie 4: Bedrijfstoestand met Inwendige Druk**

Axiale spanning:

$$\sigma_b = M_b/W_b = 1,40 \cdot 1,00 \cdot (E \cdot I_b) / (1,00 \cdot R_{rol} \cdot W_b) = 0,3 \quad \text{N/mm}^2$$

Ten gevolge van inwendige druk :

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

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

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

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

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

### 9.3 Controle van de Berekende Spanningen4: leiding no. 4

Belasting combinatie 1

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

Belasting combinatie 2

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

Belasting combinatie 3

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

Belasting combinatie 4

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

Voor alle spanningssituaties zijn de spanningen toelaatbaar.

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

Spanningen in de leiding [N/mm<sup>2</sup>]

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

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

#### 9.3.4 Toetsing op Implosie4: leiding no. 4

Tijdens het intrekken wordt de leiding belast door de heersende bentonietdruk. De hoogste minimaal benodigde druk tijdens het intrekken is gelijk aan 126 kN/m<sup>2</sup>, dit is kleiner dan de toelaatbare alzijdige uitwendige druk van 1548 kN/m<sup>2</sup>.

Tijdens de bedrijfstoestand wordt de leiding belast door de heersende waterdruk. De uitwendige waterdruk op de leiding is gelijk aan 48 kN/m<sup>2</sup>, dit is kleiner dan de toelaatbare alzijdige uitwendige druk van 278 kN/m<sup>2</sup>.

## Einde Rapport

## Rapport voor D-Geo Pipeline 6.3

Model : Horizontaal Gestuurde Boring  
Ontwikkeld door Deltares

Bedrijfsnaam: Grontmij

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

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



## 1 Inhoudsopgave

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

---

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

## 2 Invoergegevens

### 2.1 Gebruikt model

Gebruikt model : Horizontaal Gestuurde Boring

### 2.2 Laagscheidingen

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

### 2.3 PN-Lijnen

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

### 2.4 Freatische Lijn

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

### 2.5 Grondprofielen

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

### 2.6 Grenslagen

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

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

### 2.7 Configuratie van de Pijpleiding

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

De pijpleiding wordt van links naar rechts ingetrokken



## 2.8 Berekenings Verticalen

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

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

## 2.9 Materiaaltypen

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

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

## 2.10 Materiaalgegevens van de Leiding

Invoergegevens leiding no. 1

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

Invoergegevens leiding no. 2

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

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

## Invoergegevens leiding no. 3

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

## Invoergegevens leiding no. 4

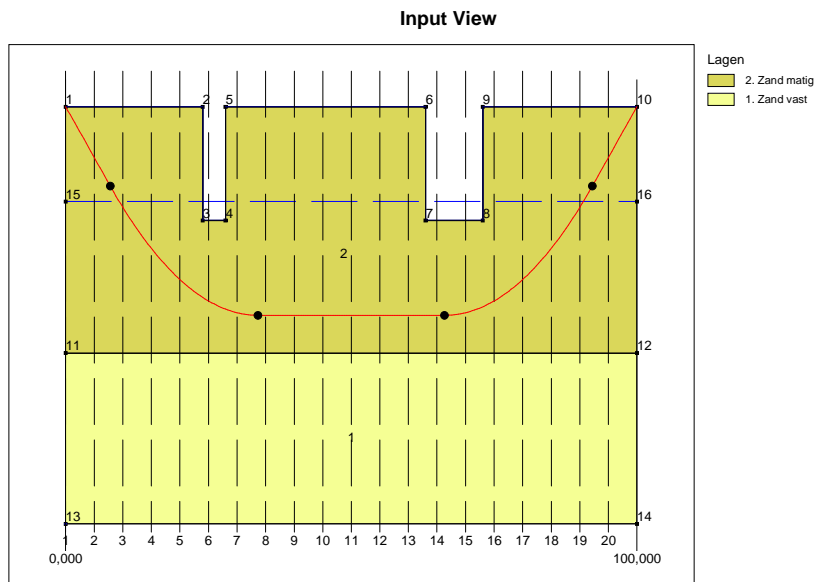
Materiaal	Polyetheen	
Kwaliteit	PE100	
Elasticiteitsmodulus (kort)	975	[N/mm <sup>2</sup> ]
Elasticiteitsmodulus (lang)	350	[N/mm <sup>2</sup> ]
Toelaatbare spanning (kort)	10,0	[N/mm <sup>2</sup> ]
Toelaatbare spanning (lang)	8,0	[N/mm <sup>2</sup> ]
Tensile factor (alfa)	0,65	[-]
Uitwendige diameter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

## 2.11 Gegevens voor Leidingberekening

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

## 2.12 Geometrie

### 2.12.1 Geometrie Sectie, Detail



### 2.12.2 Geometrie Bovenaanzicht

Top View



### 2.13 Boorvloeistofdruk Gegevens

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

### 2.14 Factoren

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

### 3 Boorvloeistofdrukken

#### 3.1 Boorvloeistofdruk Gegevens

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

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

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

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

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

### 3.2 Evenwicht tussen Waterdruk en Boorvloeistofdruk

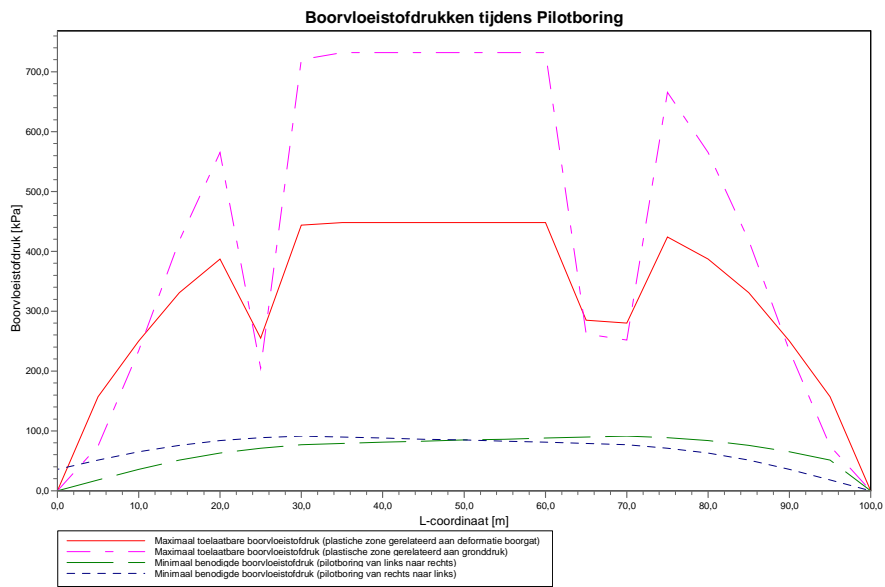
Verticaal nr.	Hydrostatische kolomdruk			Resultaat
	Boorvloeistof [kN/m <sup>2</sup> ]	Water [kN/m <sup>2</sup> ]	Veiligheidsfactor [-]	
1	0	0	-	voldoet
2	16	0	-	voldoet
3	32	2	20,98	voldoet
4	45	12	3,65	voldoet
5	55	21	2,68	voldoet
6	62	26	2,36	voldoet
7	66	29	2,24	voldoet
8	67	30	2,22	voldoet
9	67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

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

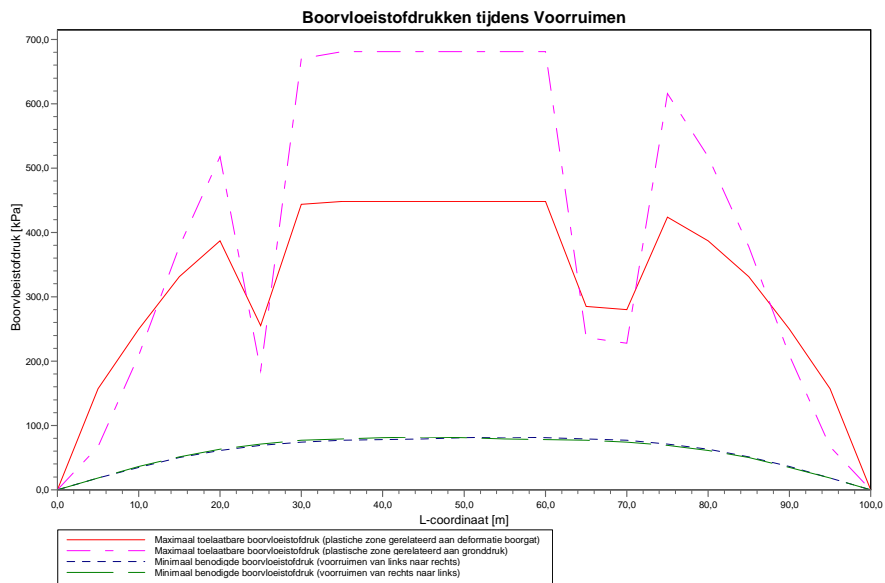


### 3.3 Boorvloeistofdruk Grafieken

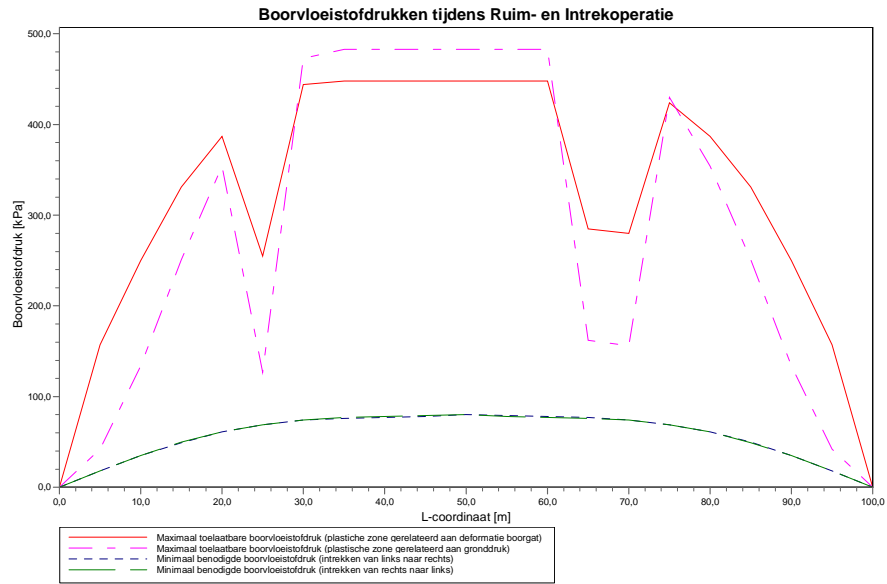
#### 3.3.1 Boorvloeistofdrukken tijdens Pilotboring



#### 3.3.2 Boorvloeistofdrukken tijdens Voorruimen



## 3.3.3 Boorvloeistofdrukken tijdens Ruim- en Intrekoperatie



## 4 Grondmechanische Parameters

### 4.1 Grondmechanische Parameters 1: leiding no. 1

De volgende gegevens en uitgangspunten zijn gehanteerd voor de sterkteberekening:

Merk op: veiligheidsfactoren niet toegepast

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

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

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



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

Maximale grondbelasting : Pv;n, max = 104 kN/m<sup>2</sup>  
 Maximale gereduceerde grondbelasting : Pv;r;n, max = 42 kN/m<sup>2</sup>  
 Maximale verticale beddingsconstante (zonder veiligheidsfactor) : kv, max = 498916 kN/m<sup>3</sup>  
 Maximale verticale beddingsconstante (veiligheidsfactor toegepast) : kv, max = 1277592 kN/m<sup>3</sup>

#### 4.2 Grondmechanische Parameters 2: leiding no. 2

De volgende gegevens en uitgangspunten zijn gehanteerd voor de sterkteberekening:

Merk op: veiligheidsfactoren niet toegepast

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

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

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

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

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

### 4.3 Grondmechanische Parameters 3: leiding no. 3

De volgende gegevens en uitgangspunten zijn gehanteerd voor de sterkteberekening:

Merk op: veiligheidsfactoren niet toegepast

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

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

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

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

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

#### 4.4 Grondmechanische Parameters 4: leiding no. 4

De volgende gegevens en uitgangspunten zijn gehanteerd voor de sterkteberekening:

Merk op: veiligheidsfactoren niet toegepast

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

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

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



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

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

## 5 Gegevens voor Spanningsanalyse

### 5.1 Algemene gegevens

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

### 5.2 Ballasten Leiding

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

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

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

### 5.3 Trekkraftberekening

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

- wrijving tussen buis en rollenbaan ( $f_1 = 0,10$ )
- wrijving tussen buis en boorvloeistof ( $f_2 = 0,000050$  [N/mm<sup>2</sup>])
- wrijving tussen buis en grond ( $f_3 = 0,20$ )

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

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

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

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



## 6 Spanningsanalyse1: leiding no. 1

### 6.1 Materiaalgegevens1: leiding no. 1

De volgende gegevens en uitgangspunten zijn gehanteerd voor de sterkteberekening:

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

### 6.2 Resultaten Spanningsanalyse1: leiding no. 1

Voor de berekening worden 5 belasting fasen onderscheiden:

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

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

#### 6.2.1 Belasting Combinatie 1A: Begin Trekoperatie

Axiale spanning:

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

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

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

De tangentele spanning is in deze fase verwaarloosbaar.

**6.2.2 Belasting Combinatie 1B: Einde Trekoperatie**

Axiale spanning:

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

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

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

Tangentiele spanning:

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

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

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

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

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

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

**6.2.3 Belasting Combinatie 2: Intern op Druk Brengen**

Ten gevolge van inwendige druk :

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

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

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

**6.2.4 Belasting Combinatie 3: Bedrijfstoestand in Drukloze Situatie**

Axiale spanning:

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

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

Tangentiele spanning:

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

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

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

**6.2.5 Belasting Combinatie 4: Bedrijfstoestand met Inwendige Druk**

Axiale spanning:

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

Ten gevolge van inwendige druk :

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

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

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

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

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

### 6.3 Controle van de Berekende Spanningen1: leiding no. 1

Belasting combinatie 1

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

Belasting combinatie 2

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

Belasting combinatie 3

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

Belasting combinatie 4

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

Voor alle spanningssituaties zijn de spanningen toelaatbaar.

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

Spanningen in de leiding [N/mm<sup>2</sup>]

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

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

#### 6.3.4 Toetsing op Implosie1: leiding no. 1

Tijdens het intrekken wordt de leiding belast door de heersende bentonietdruk. De hoogste minimaal benodigde druk tijdens het intrekken is gelijk aan 80 kN/m<sup>2</sup>, dit is kleiner dan de toelaatbare alzijdige uitwendige druk van 1548 kN/m<sup>2</sup>.

Tijdens de bedrijfstoestand wordt de leiding belast door de heersende waterdruk. De uitwendige waterdruk op de leiding is gelijk aan 30 kN/m<sup>2</sup>, dit is kleiner dan de toelaatbare alzijdige uitwendige druk van 278 kN/m<sup>2</sup>.



## 7 Spanningsanalyse2: leiding no. 2

### 7.1 Materiaalgegevens2: leiding no. 2

De volgende gegevens en uitgangspunten zijn gehanteerd voor de sterkteberekening:

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

### 7.2 Resultaten Spanningsanalyse2: leiding no. 2

Voor de berekening worden 5 belasting fasen onderscheiden:

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

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

#### 7.2.1 Belasting Combinatie 1A: Begin Trekoperatie

Axiale spanning:

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

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

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

De tangentele spanning is in deze fase verwaarloosbaar.

**7.2.2 Belasting Combinatie 1B: Einde Trekoperatie**

Axiale spanning:

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

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

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

Tangentiele spanning:

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

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

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

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

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

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

**7.2.3 Belasting Combinatie 2: Intern op Druk Brengen**

Ten gevolge van inwendige druk :

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

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

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

**7.2.4 Belasting Combinatie 3: Bedrijfstoestand in Drukloze Situatie**

Axiale spanning:

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

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

Tangentiele spanning:

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

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

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

**7.2.5 Belasting Combinatie 4: Bedrijfstoestand met Inwendige Druk**

Axiale spanning:

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

Ten gevolge van inwendige druk :

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

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

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

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

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

### 7.3 Controle van de Berekende Spanningen2: leiding no. 2

Belasting combinatie 1

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

Belasting combinatie 2

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

Belasting combinatie 3

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

Belasting combinatie 4

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

Voor alle spanningssituaties zijn de spanningen toelaatbaar.

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

Spanningen in de leiding [N/mm<sup>2</sup>]

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

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

### 7.3.4 Toetsing op Implosie2: leiding no. 2

Tijdens het intrekken wordt de leiding belast door de heersende bentonietdruk. De hoogste minimaal benodigde druk tijdens het intrekken is gelijk aan 80 kN/m<sup>2</sup>, dit is kleiner dan de toelaatbare alzijdige uitwendige druk van 1553 kN/m<sup>2</sup>.

Tijdens de bedrijfstoestand wordt de leiding belast door de heersende waterdruk. De uitwendige waterdruk op de leiding is gelijk aan 30 kN/m<sup>2</sup>, dit is kleiner dan de toelaatbare alzijdige uitwendige druk van 279 kN/m<sup>2</sup>.



## 8 Spanningsanalyse3: leiding no. 3

### 8.1 Materiaalgegevens3: leiding no. 3

De volgende gegevens en uitgangspunten zijn gehanteerd voor de sterkteberekening:

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

### 8.2 Resultaten Spanningsanalyse3: leiding no. 3

Voor de berekening worden 5 belasting fasen onderscheiden:

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

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

#### 8.2.1 Belasting Combinatie 1A: Begin Trekoperatie

Axiale spanning:

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

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

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

De tangentele spanning is in deze fase verwaarloosbaar.

**8.2.2 Belasting Combinatie 1B: Einde Trekoperatie**

Axiale spanning:

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

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

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

Tangentiele spanning:

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

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

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

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

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

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

**8.2.3 Belasting Combinatie 2: Intern op Druk Brengen**

Ten gevolge van inwendige druk :

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

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

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

**8.2.4 Belasting Combinatie 3: Bedrijfstoestand in Drukloze Situatie**

Axiale spanning:

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

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

Tangentiele spanning:

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

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

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

**8.2.5 Belasting Combinatie 4: Bedrijfstoestand met Inwendige Druk**

Axiale spanning:

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

Ten gevolge van inwendige druk :

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

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

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

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

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

### 8.3 Controle van de Berekende Spanningen3: leiding no. 3

Belasting combinatie 1

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

Belasting combinatie 2

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

Belasting combinatie 3

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

Belasting combinatie 4

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

Voor alle spanningssituaties zijn de spanningen toelaatbaar.

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

Spanningen in de leiding [N/mm<sup>2</sup>]

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

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

#### 8.3.4 Toetsing op Implosie3: leiding no. 3

Tijdens het intrekken wordt de leiding belast door de heersende bentonietdruk. De hoogste minimaal benodigde druk tijdens het intrekken is gelijk aan 80 kN/m<sup>2</sup>, dit is kleiner dan de toelaatbare alzijdige uitwendige druk van 1553 kN/m<sup>2</sup>.

Tijdens de bedrijfstoestand wordt de leiding belast door de heersende waterdruk. De uitwendige waterdruk op de leiding is gelijk aan 30 kN/m<sup>2</sup>, dit is kleiner dan de toelaatbare alzijdige uitwendige druk van 279 kN/m<sup>2</sup>.



## 9 Spanningsanalyse4: leiding no. 4

### 9.1 Materiaalgegevens4: leiding no. 4

De volgende gegevens en uitgangspunten zijn gehanteerd voor de sterkteberekening:

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

### 9.2 Resultaten Spanningsanalyse4: leiding no. 4

Voor de berekening worden 5 belasting fasen onderscheiden:

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

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

#### 9.2.1 Belasting Combinatie 1A: Begin Trekoperatie

Axiale spanning:

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

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

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

De tangentele spanning is in deze fase verwaarloosbaar.

**9.2.2 Belasting Combinatie 1B: Einde Trekoperatie**

Axiale spanning:

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

$$\sigma_t = f_{pull} \cdot T_{max} / A = 1,4 \quad \text{N/mm}^2$$

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

Tangentiele spanning:

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

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

$$\lambda = (k_v \cdot D_o / (4 \cdot E \cdot I))^{0,25} = 5,5E-3 \quad \text{mm}^{-1}$$

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

$$\sigma_{qr} = k' \cdot q_r \cdot (r_g / W_w) \cdot D_o = 0,6 \quad \text{N/mm}^2$$

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

**9.2.3 Belasting Combinatie 2: Intern op Druk Brengen**

Ten gevolge van inwendige druk :

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

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

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

**9.2.4 Belasting Combinatie 3: Bedrijfstoestand in Drukloze Situatie**

Axiale spanning:

$$\sigma_b = M_b/W_b = 1,40 \cdot 1,00 \cdot (E \cdot I_b) / (1,00 \cdot R_{rol} \cdot W_b) = 0,5 \quad \text{N/mm}^2$$

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

Tangentiele spanning:

$$\sigma_{qr} = k' \cdot q_r \cdot (r_g / W_w) \cdot D_o = 0,3 \quad \text{N/mm}^2$$

$$\sigma_{qn} = k \cdot q_n \cdot (r_g / W_w) \cdot D_o = 2,0 \quad \text{N/mm}^2$$

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

**9.2.5 Belasting Combinatie 4: Bedrijfstoestand met Inwendige Druk**

Axiale spanning:

$$\sigma_b = M_b/W_b = 1,40 \cdot 1,00 \cdot (E \cdot I_b) / (1,00 \cdot R_{rol} \cdot W_b) = 0,5 \quad \text{N/mm}^2$$

Ten gevolge van inwendige druk :

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

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

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

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

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

### 9.3 Controle van de Berekende Spanningen4: leiding no. 4

Belasting combinatie 1

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

Belasting combinatie 2

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

Belasting combinatie 3

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

Belasting combinatie 4

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

Voor alle spanningssituaties zijn de spanningen toelaatbaar.

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

Spanningen in de leiding [N/mm<sup>2</sup>]

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

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

#### 9.3.4 Toetsing op Implosie4: leiding no. 4

Tijdens het intrekken wordt de leiding belast door de heersende bentonietdruk. De hoogste minimaal benodigde druk tijdens het intrekken is gelijk aan 80 kN/m<sup>2</sup>, dit is kleiner dan de toelaatbare alzijdige uitwendige druk van 1553 kN/m<sup>2</sup>.

Tijdens de bedrijfstoestand wordt de leiding belast door de heersende waterdruk. De uitwendige waterdruk op de leiding is gelijk aan 30 kN/m<sup>2</sup>, dit is kleiner dan de toelaatbare alzijdige uitwendige druk van 279 kN/m<sup>2</sup>.

## Einde Rapport



## **Bijlage 6: Objectenlijst watervergunning**

Doetinchem-Wesel 380 kV

AAN WATERSCHAP RIJN EN IJSSEL  
KOPIE AAN

DATUM 20 juni 2014  
REFERENTIE  
VAN Esther van Zundert

**ONDERWERP** Objectenlijst watervergunning aanvraag Doetinchem-Wesel 380kV

TER BESLUITVORMING   
TER INFORMATIE

In het kader van de aanleg van de 380kV lijn, de 150kV kabel en de sloop van de 150kV masten zijn meerdere werkzaamheden in beschermingsgebied, bij waterkeringen en watergangen nodig om de realisatie mogelijk te maken. Bijbehorende tekeningen zijn toegevoegd als bijlagen.

De indeling is gemaakt in de volgende onderdelen:

- Aanleg 380kV
- Aanleg 150kV (en tijdelijke maatregelen)
- Sloop 150 kV masten

De uiteindelijke start van de werkzaamheden zal bij u worden gemeld. Waar nodig zullen onderdelen te zijner tijd verder worden uitgewerkt in een werkplan.

**De volgende werkzaamheden vinden plaats:**

Aanleggen bovengrondse masten en lijnen:

- Het plaatsen van de masten;
- Het aanleggen van de tijdelijke toegangswegen en na eind van de werkzaamheden verwijderen;
- Het aanleggen van tijdelijke duikers;
- Het aanleggen van definitieve duikers;
- Het plaatsen van tijdelijke jukken;
- Het aanbrengen van de HS-leiding boven de Oude IJssel (met minimaal hoogte van NAP + 18 meter)
- Het plaatsen van tijdelijke bebording voor het scheepvaartverkeer in de keurzone
- Het onderhouden van de HS-leiding boven de oude IJssel (met minimale hoogte van NAP + 25 meter)
- Het uitvoeren van werkzaamheden in de keurzone
- Het kappen van bomen in de keurzone

Aanleggen ondergrondse leiding

- Het aanleggen van de ondergrondse leiding in open ontgraving
- Het uitvoeren van een gestuurde boring onder de Oude IJssel, inclusief kruising met de zuidelijke waterkering
- Het uitvoeren van een gestuurde boring onder de Keppelseweg, zijnde een primaire waterkering
- Het uitvoeren van gestuurde boringen onder de overige leggerwatergangen

Amoveren te vervallen masten en leidingen

- Het aanleggen van de tijdelijke toegangswegen en na eind van de werkzaamheden verwijderen;
- Het aanleggen van tijdelijke duikers;
- Het uitvoeren van werkzaamheden in de keurzone
- Het verwijderen van de HS-leidingen boven de leggerwatergangen

Algemeen

- Het onttrekken van grondwater tijdens werkzaamheden, inclusief bemalingsadvies voor de aanleg van de masten, ondergrondse leidingen , e.d.
- Het lozen onttrokken grondwater op oppervlaktewater, inclusief lozingspunten
- Uitbreiding station Doetinchem DTC 380kV in waterbergingsgebied.



## Werkwegen en werkterreinen - aanleg 380kV

Zie voor locaties mastenboek bijlage 2a

### Tijdelijke duikers en bruggen in en over de watergangen.

- Mast 1: Watergang OIJ32.025 (Nederbergse Sloot), tijdelijke duiker onder werkpad, diam. 60 cm., lang 10 m., b.o.k. 9,59 m.+N.A.P.;
- Mast 3: Watergang BVM28.290 (Eldrikse Kwelsloot), tijdelijke duiker onder werkpad, diam. 60 cm., lang 10 m., b.o.k. 9,20 m.+N.A.P.;
- Mast 5: Watergang BVM24.000.020, verlenging duiker (DR44320061) onder werkpad, diam. 60 cm., lang 10 m., (na verlenging) b.o.k. 9,80 m.+N.A.P.;
- Mast 9: Watergang BVM24.045, verlenging duiker, gelegen onder de toegangsweg naar perceel WEH K 561, diam. 90 cm., lang 10 m. (na verlenging), b.o.k. 10,81 m.+N.A.P.;
- Mast 11: Watergang BVM24.040, verlenging duiker, gelegen tegen het perceel WEH K 277, diam. 60 cm., lang 10 m. (na verlenging), b.o.k. 10,68 m.+N.A.P.;
- Mast 13: Watergang BVM24.035.005, verlenging duiker, gelegen tegen het perceel WEH K 620, diam. 30 cm., lang 10 m. (na verlenging), b.o.k. 11,49 m.+N.A.P.;
- Mast 14: Watergang BVM24.015, tijdelijke duiker, tussen de percelen BER M 850 en BER M 114, diam. 70 cm., lang 10 m. , b.o.k. 11,70 m.+N.A.P.;
- Mast 21: Watergang OIJ20.000.020, tijdelijke duiker, tussen de percelen BER M 396 en BER D 5, diam. 60 cm., lang 10 m. , b.o.k. 10,32 m.+N.A.P.;
- Mast 27: Watergang OIJ16.000 (Waalse W.L.), tijdelijke duiker tussen de percelen GDG M 2279 en GDG N 233, diam. 80 cm., lang 15 m. , b.o.k. 11,26 m.+N.A.P.;
- Mast 28: Watergang OIJ16.000 (Waalse W.L.), tijdelijke duiker verlengen tussen de percelen GDG N 238 en GDG M 2499, diam. 70 cm., lang 15 m. , b.o.k. 11,75 m.+N.A.P.;
- Mast 31: Watergang OIJ20.145.020, tijdelijke duiker, tussen de percelen GDG M 2599 en GDG M 248, diam. 60 cm., lang 10 m. , b.o.k. 12,71 m.+N.A.P.;
- Mast 33: Watergang OIJ12.000.015, tijdelijke duiker, tussen de percelen GDG M 2068 en GDG M 1589, diam. 60 cm., lang 10 m. , b.o.k. 12,58 m.+N.A.P.;

### Permanente duikers en bruggen in en over de watergangen.

- Mast 22: Watergang OIJ20.000.025, tussen de percelen GDG N 6 en GDG N 21, diam. 60 cm., lang 10 m. , b.o.k. 11,21 m.+N.A.P.;
- Mast 43: Watergang OIJ06.000 (Bergerslagbeek), tussen de percelen WIS C 1402 en WIS D 1480, afmetingen: breedte 2,50 m., hoogte 1,20 m., lengte 15 m. en b.o.k. 13,39 + NAP;

### Werkpaden langs de watergangen.

- Mast 3, werkpad langs rechteroever watergang BVM28.295, tussen de Barlhammerweg en de uitmonding in de Eldrikse Kwelsloot;
- Mast 5, werkpad langs linkeroever watergang BVM24.000 (Wehlse Beek), tussen de Broekhuizerstraat en uitmonding van de watergang nr. BVM24.000.020 in de Wehlse Beek;
- Mast 17, werkpad langs de linkeroever watergang nr. OIJ28.005 (Stroombroek W.L.), nabij de Europaweg;
- Mast 24, werkpad langs de rechteroever watergang nr. OIJ16.000 (Waalse W.L.) 70 m. tot stroomafwaarts vanaf de Heuvenseweg;
- Mast 24, werkpad langs de linkeroever watergang nr. OIJ16.000 (Waalse W.L.) 25 m. tot stroomopwaarts vanaf de Heuvenseweg;
- Mast 31, werkpad langs de rechteroever watergang nr. OIJ20.145.020 75 m. v.a. begin van deze watergang;
- Mast 43, werkpad langs de linkeroever watergang nr. OIJ06.000 (Bergerslagbeek) en langs de rechteroever langs deze watergang, v.a. de Oude Dinxperloseweg naar mast 43.

**Verleggen watergang.**

Mast 28, Watergang OIJ16.000 (Waalse W.L.), ter plaatse wordt de watergang zodanig verlegd dat de mast minimaal 5 meter uit de insteek van de watergang wordt geplaatst. De maten van de te verleggen watergang zijn als volgt: bodemhoogte 11,50 m.+ NAP, bodembreedte 0,70 m. en taluds 1:1,5;

**Kruisingen bovengrondse lijnen over de volgende watergangen**

- Tussen mast 1 en 2, OIJ32.025, Nederbergse Sloot, tussen de percelen HML C 968 en HML C 1332;
- Tussen mast 2 en 3, OIJ00.000, Oude IJssel, tussen de percelen DTC A 1309 en DTC A 2890;
- Tussen mast 3 en 4, BVM28.290, Eldrikse Kwelsloot, tussen de percelen DTC A 9381 en DTC A 9219;
- Tussen mast 4 en 5, BVM24.000, Wehse Beek, tussen de percelen DTC A 2526 en WEH L 435;
- Tussen mast 5 en 6, BVM24.000.020, tussen de percelen WEH L 265 en WEH L 437;
- Tussen mast 6 en 7, BVM24.060, tussen de percelen WEH L 509 en WEH L 525;
- Tussen mast 7 en 8, BVM24.060.010, tussen de percelen WEH L 442 en WEH L 316;
- Tussen mast 8 en 9, BVM24.045, tussen de percelen WEH K 460 en WEH K 691;
- Tussen mast 10 en 11, BVM24.040, tussen de percelen WEH K 270 en WEH K 272;
- Tussen mast 11 en 12, BVM24.030, tussen de percelen WEH K 611 en WEH K 532;
- Tussen mast 13 en 14, BVM24.015, tussen de percelen BER M 850 en BER M 114;
- Tussen mast 15 en 16, BVM24.000, tussen de percelen BER M 109 en BER M 107;
- Tussen mast 15 en 16, BVM24.000, in de lengterichting langs de watergang, ter hoogte van het perceel BER M 79;
- Tussen mast 17 en 18, OIJ28.005 (Stroombroek W.L.), tussen de percelen BER M 68 en DTC R 3;
- Tussen mast 18 en 19, OIJ20.220 (Braamtse W.L.), tussen de percelen BER D 116 en BER D 174;
- Tussen mast 21 en 22, OIJ20.000.015, tussen de percelen BER D 399 en BER D 5;
- Tussen mast 21 en 22, OIJ20.000 (Waalse Water), tussen de percelen BER D 277 en GDG N 21;
- Tussen mast 23 en 24, OIJ16.000 (Waalse W.L.), tussen de percelen GDG N 215 en WIS H 153;
- Tussen mast 24 en 25, OIJ16.000 (Waalse W.L.), tussen de percelen WIS H 157 en GDG N 225;
- Tussen mast 27 en 28, OIJ16.000 (Waalse W.L.), tussen de percelen GDG N 233 en GDG M 2279;
- Tussen mast 27 en 28, OIJ16.010 (Vinkenvleugel W.L.), tussen de percelen GDG M 2279 en GDG M 2342;
- Tussen mast 28 en 29, OIJ16.000 (Waalse W.L.), tussen de percelen GDG M 2499 en GDG M 238;
- Tussen mast 29 en 30, OIJ16.000.005, tussen de percelen GDG M 2322 en GDG M 2509;
- Tussen mast 33 en 34, OIJ12.000.015, tussen de percelen GDG M 1589 en GDG M 2068;
- Tussen mast 34 en 35, OIJ12.000 (Rieze Graven), tussen de percelen GDG M 535 en GDG M 536;
- Tussen mast 35 en 36, OIJ00.000 (Oude IJssel), tussen de percelen GDG M 1781 en GDG M 1196;
- Tussen mast 38 en 39, OIJ06.000 (Bergerslagbeek), tussen de percelen GDG T 7429 en GDG T 7434, ter hoogte van de duiker onder de Slingerparallel;
- Tussen mast 42 en 43, OIJ06.000 (Bergerslagbeek), tussen de percelen WIS D 1403 en WIS D 981;
- Tussen mast 43 en 44, OIJ06.000 (Bergerslagbeek), tussen de percelen WIS D 1480 en WIS C 1502;
- Tussen mast 43 en 44, OIJ06.245 (Biezenpelse Sloot), tussen de percelen WIS C 1502 en WIS C 1402;
- Tussen mast 45 en 46, OIJ04.007 (Kroeze Sloot), tussen de percelen WIS C 1352 en VSV C 2086;
- Tussen mast 45 en 46, OIJ04.000 (Nieuwe Waterleiding), tussen de percelen VSV C 2086 en VSV C 2316;
- Tussen mast 47 en 48, KEB34.000 (Ziegenbeek), tussen de percelen VSV C 2317 en GDG A 2492, ter hoogte van de duiker onder de Dinxperloseweg;
- Tussen mast 48 en 49, KEB00.000 (Keizersbeek), tussen de percelen GDG A 2198 en GDG R 49, ter hoogte van de duiker onder de Dinxperloseweg;
- Tussen mast 50 en 51, AAS02.125 (Strateman W.L.), tussen de percelen GDG R 21 en GDG R 115;
- Tussen mast 50 en 51, AAS02.000 (Zwarte Beek), tussen de percelen GDG R 82 en GDG R 77;
- Tussen mast 53 en 54, AAS00.000 (Aastrang), tussen de percelen GDG R 131 en GDG O 481;

**Uitvoeren van werkzaamheden binnen de beschermingszone van de watergang i.v.m. het plaatsen van masten**

Mast 5, watergang BVM24.000, Wehlse Beek, op perceel WEH L 435;  
Mast 15, watergang BVM24.000, op perceel BER M 109;  
Mast 17, watergang OIJ28.005 (Stroombroek W.L.), op perceel BER M 67;  
Mast 21, watergang OIJ20.000.015, op perceel BER D 392;  
Mast 25, watergang OIJ16.000 (Waalse W.L.), op perceel GDG N 225;  
Mast 27, watergang OIJ16.000 (Waalse W.L.), op perceel GDG N 233;  
Mast 28, watergang OIJ16.000 (Waalse W.L.), op perceel GDG M 2499;  
Mast 31, watergang OIJ20.145.020, op perceel GDG M 2632;  
Mast 34, watergang OIJ12.000 (Rieze Graven), op perceel GDG M 533;  
Mast 36, watergang OIJ00.000 (Oude IJssel), op perceel GDG M 1196;  
Mast 39, watergang OIJ06.000 (Bergerslagbeek), op perceel GDG T 7434;  
Mast 43, watergang OIJ06.000 (Bergerslagbeek), op perceel WIS D 1480;  
Mast 51, watergang AAS02.000 (Zwarte Beek), op perceel GDG R 76.  
Mast 54, watergang AAS00.000 (Aastrang), op perceel GDG O 481.

#### **Plaatsen van jukken t.b.v. het aanleggen van hoogspanningslijn**

##### **Zie tekeningen bijlage 4a tot en met 4e**

Tussen mast 2 en 3, OIJ00.000, Oude IJssel, tussen de percelen DTC A 1309 en DTC A 2890;  
Tussen mast 13 en 14, BVM24.015, tussen de percelen BER M 850 en BER M 114;  
Tussen mast 35 en 36, OIJ00.000 (Oude IJssel), tussen de percelen GDG M 1781 en GDG M 1196;  
Tussen mast 54 en 55, Aa-strang. Percelen GDG R67 en GDG 0481

#### **Werkzaamheden in de Oude IJssel t.b.v. het verwijderen en herstel van kribben**

Tussen mast 2 en 3, ter plaatse van de nieuw aan te leggen hoogspanningslijn een viertal kribben verwijderen en ter plaatse van de te amoveren masten en kabels een tweetal kribben herstellen.

#### **Verwijderen van bomen in de beschermingszone**

Zie hiervoor bijlage 2c



## Aanleg ondergrondse kabel trajecten

Zie voor locaties mastenboek bijlage 2a

### Open ontgravingen t.b.v. het kabeltracé Langerak

- Watergang OIJ32.010 (Teerinksloot), tussen de percelen DTC B 2636 en DTC B2768, bovenstroomse van de Keppelseweg;
- Watergang OIJ32.010 (Teerinksloot), in het perceel DTC B 3027;
- Watergang OIJ32.010 (Teerinksloot), in het perceel DTC B 3027;
- Watergang OIJ32.010 (Teerinksloot), tussen de percelen DTC B 3027 en DTC B 2696;
- Watergang OIJ32.005 (Langerakse Tochtsloot), tussen de percelen DTC B 2696 en DTC B 1137, bovenstrooms van de uitmonding van de Teerinksloot;
- Watergang OIJ32.015 (Wittenbrink Sloot), tussen de percelen DTC B 1138 en HML C 968;
- Watergang OIJ32.025 (Nederbergse Sloot), tussen de percelen HML C 968 en HML C 1332.

### Open ontgravingen t.b.v. het kabeltracé Keppelseweg

Watergang OIJ32.025 (Nederbergse Sloot), tussen de percelen HML C 1332 en HML C 299;  
Watergang BVM24.000.020, tussen de percelen WEH L 265 en WEH L 437.

### Gestuurde boringen t.b.v. het kabeltracé Zevenaar en Keppelseweg

*Berekeningen gestuurde boringen zie bijlage 5*

Watergang OIJ00.000, Oude IJssel, tussen de percelen DTC A 1309 en DTC A 2890;

Keppelseweg I Zie hiervoor bijlage 5

Keppelseweg II Zie hiervoor bijlage 5

*Boringen zonder berekeningen:*

Watergang BVM28.290, Eldrikse Kwelsloot, tussen de percelen DTC A 9381 en DTC A 9219;

Watergang BVM24.000, Wehise Beek, tussen de percelen DTC A 2526 en WEH L 435;

Watergang BVM24.060, tussen de percelen WEH L 509 en WEH L 525 (dit betreft geen haakse kruising, waarvoor wel een watervergunning benodigd is);

Watergang BVM24.060.010, tussen de percelen WEH L 442 en WEH L 316;

Watergang BVM24.045, tussen de percelen WEH K 462 en WEH K 691;

### Verwijderen van bomen in de beschermingszone

Zie hiervoor bijlage 2C

### Tijdelijke kabel bij Waalsche Water met hekwerk

Zie ook bijlage 4f

- Watergang OIJ20.000.015: over de uitmondingsduiker naar de Waalse W.L.
- Watergang OIJ20.000 (Waalse W.L.): kabels langs de Waalse W.L., onder de brug over de Waalse W.L., gelegen in de Waalseweg/Oude IJsselweg.
- Watergang OIJ20.000 (Waalse W.L.): over de Waalse W.L., tussen de percelen tussen de percelen BER D 277 en GDG N 20;
- Watergang OIJ20.015 (Hommekes W.L.): over de watergang, ter plaatse van de uitmonding in de Waalse W.L.

Het afschermen van de noodkabels door het plaatsen van hekwerken nabij de Waalse W.L.

### Open ontgravingen t.b.v. het kabeltracé bij Silvolde:

Watergang OIJ06.200 (Sinderense sloot), tussen de percelen VSV C 2436 en VSV C 2320, t.p.v. mast 55;

Watergang OIJ06.200 (Sinderense sloot), tussen de percelen VSV C 2007 en de Klein Saalmerinkdijk

## Verwijdering bovengrondse verbinding 150kV

### Zie voor locaties mastenboek bijlage 2a

Er bevinden zich geen te slopen masten in het beheergebied van het waterschap. Tijdens de sloop kunnen wel draden zich tijdelijk in het beheergebied liggen. Wanneer watergangen worden geblokkeerd met de sloop van de lijnen zal hier te zijner tijd een stremming (van maximaal enkele uren) worden aangevraagd.

#### Amoveren 150kV tracé Doetinchem- Silvolde

- Watergang OIJ00.000, Oude IJssel, Mast 2-3, draden liggen tijdelijk in de kern- of beschermingszone van de watergang;
- Watergang OIJ20.220, Braamtse W.L., Mast 15-16: draden liggen tijdelijk in kern- en beschermingszone watergang.
- Watergang Mast 17: OIJ20.000.015: Ligt ten noorden van Oude IJsselweg. draden liggen tijdelijk in kern- en beschermingszone watergang.
- Watergang OIJ20.000, Waalse Water Mast 17-18: draden liggen tijdelijk in kern- en beschermingszone watergang.
- Watergang OIJ20.215, Hommekens W.L.: draden liggen tijdelijk in kern- en beschermingszone watergang.
- Watergang OIJ20.215.015, Mast 18-19: draden liggen tijdelijk in kern- en beschermingszone watergang.
- Watergang OIJ20.135, Ziekse W.L., Mast 22-23: draden liggen tijdelijk in kern- en beschermingszone watergang.
- Watergang OIJ20.135, Ziekse W.L., Mast 25-26: draden liggen tijdelijk in kern- en beschermingszone watergang.
- Watergang OIJ20.145, Boldertse W.L., Mast 28-29: draden liggen tijdelijk in kern- en beschermingszone watergang.
- Watergang OIJ20.145.020 Mast 29-30: draden liggen tijdelijk in kern- en beschermingszone watergang.
- Watergang OIJ20.145.020 Mast 29: draden liggen tijdelijk in kern- en beschermingszone watergang.
- Watergang OIJ12.000.015 Mast 34-35: draden liggen tijdelijk in kern- en beschermingszone watergang.
- Watergang OIJ12.000, Rieze Graven, Mast 35-36: draden liggen tijdelijk in kern- en beschermingszone watergang.
- Watergang OIJ12.000, Oude IJssel, Mast 36-37: draden liggen tijdelijk in kern- en beschermingszone watergang.
- Watergang OIJ06.275, Stoerstrang Mast 41-42: draden liggen tijdelijk in kern- en beschermingszone watergang.
- Watergang OIJ06.000, Bergerslagbeek Mast 43: werkterrein binnen de kern- en beschermingszone.
- Watergang OIJ06.250, Lichtenbergse sloot, Mast 45-46: draden liggen tijdelijk in kern- en beschermingszone watergang.
- Watergang OIJ06.264, Nachtegaal sloot, Mast 48-49: draden liggen tijdelijk in kern- en beschermingszone watergang.
- Watergang OIJ06.265 Rademakersloot, Mast 49-50: draden liggen tijdelijk in kern- en beschermingszone watergang.
- Watergang OIJ06.000, Bergerslagbeek, Mast 51-52: draden liggen tijdelijk in kern- en beschermingszone watergang.

- Watergang OIJ06.200, Sinderense sloot, Mast 53-54: draden liggen tijdelijk in kern- en beschermingszone watergang.
- Watergang OIJ06.200, Sinderense sloot Mast 54-55: draden liggen tijdelijk in kern- en beschermingszone watergang.

**Leggen van tijdelijke schotten over een watergang t.b.v. het verwijderen van masten en bovengrondse kabels tussen Doetinchem en Silvolde.**

- Watergang OIJ20.145.020 Mast 29: werkweg kruist dit water over bestaande duiker (54860109). Kruising middels tijdelijke schotten over watergang.

**Amoveren 150kV tracé Wehl- Langerak:**

- Watergang BVM24.045, Mast 98-99: kabels liggen tijdelijk in kern- en beschermingszone watergang.
- Watergang BVM24.000, Wehlse beek, Mast 99-100: kabels liggen tijdelijk in kern- en beschermingszone watergang.
- Watergang BVM24.065, Mast 100-101: kabels liggen tijdelijk in kern- en beschermingszone watergang.
- Watergang BVM28.290, Eldrinkse kwelsloot, Mast 101-102: kabels liggen tijdelijk in kern- en beschermingszone watergang.
- Watergang OIJ12.000, Oude IJssel, Mast 102-103: kabels liggen tijdelijk in kern- en beschermingszone van de Oude IJssel.
- Watergang OIJ32.016, Wittebrink sloot, Mast 103-104: kabels liggen tijdelijk in kern- en beschermingszone watergang.
- Watergang OIJ32.015, Wittebrink sloot, Mast 104-106: kabels liggen tijdelijk in kern- en beschermingszone watergang.

**Aanleg noodlijn tussen mast 33 en 35, t.p.v. Ettenseweg**

Bovengrondse tijdelijke verbinding. Kruist de volgende watergangen:

- Watergang OIJ12.000.015 Mast 34-35 (bestaand): over de watergang tussen de percelen GDG M 1018 en GDG M 532.
- Watergang OIJ12.000 (Rieze Graven), Mast 35-36 (bestaand) : over de watergang tussen de percelen GDG M 535 en GDG M 536.

**Realisatie mast 55 met hekwerk.**

Aanleg hekwerk binnen beschermingszone. Zie bijlage 2a