



# beschikking

## RWS INFORMATIE

Datum	17 januari 2019
Nummer	RWS-2019/Ontwerp
Onderwerp	Vergunning op grond van de Wet beheer rijkswaterstaatwerken voor het leggen van vier (4) mantelbuizen (Ø160 mm) middels een gestuurde boring onder rijksweg 6 (A6) ter hoogte van km. 89,9 Links in de gemeente Lelystad.
Zaaknummer	<b>RWSZ2018-00014236</b>

## Rijkswaterstaat Midden-Nederland

Netwerkontwikkeling

Zuiderwagenplein 2  
8224 AD Lelystad  
Postbus 2232  
3500 GE Utrecht  
T 088-7973700

[www.rijkswaterstaat.nl](http://www.rijkswaterstaat.nl)

## 1. Aanhef

De minister van Infrastructuur en Waterstaat heeft op 17 september 2018, laatstelijk aangevuld op 25 september 2018, een aanvraag ontvangen van Independent eXperts B.V., Lammermarkt 102, 2312CW te Leiden namens SwifterwinT B.V., Rivierduinweg 4, 8255 PK te Swifterbant om een vergunning te verkrijgen op grond van de Wet beheer rijkswaterstaatswerken (WBR).

De aanvraag betreft het aanleggen, onderhouden en behouden van vier (4) mantelbuizen (Ø160 mm) middels een gestuurde boring onder Rijksweg 6 (A6) ter hoogte van km. 89,9 Links in de gemeente Lelystad.

De aanvraag is geregistreerd onder zaaknummer RWSZ2018-00014236.

Ingevolge artikel 2, eerste lid, van het Besluit leges Wet beheer rijkswaterstaatswerken zijn voor het in behandeling nemen van een aanvraag om een vergunning op grond van de WBR leges verschuldigd. De verschuldigde leges zijn betaald waarna de aanvraag in behandeling is genomen.

De aanvraag omvat de volgende stukken:

- Formulier 'Aanvraag Wbr beschikking' (Vergunningaanvraag)
- Bijlage 2: Definitief HDD berekening Ø160 PE SDR11, d.d. 12 september 2018;
- "Toelichting- vergunningaanvraag kabelkruising Windplanblauw A6- V1.0. d.d. 18 september 2018;
- Gesprekverslag WPB- RWS- Waterschap Dijkkruising d.d. 15 augustus 2018.

Op 25 september 2018 is de aanvraag aangevuld met

- Definitieve HDD berekening Ø160 PE SDR11, d.d. 12 september 2018

Tegelijkertijd met het indienen van deze aanvraag heeft Independent eXperts B.V. namens SwifterwinT B.V. een aantal andere aanvragen op grond van andere wetgeving ingediend. Het coördinerende bevoegde gezag en de minister van

Infrastructuur en Waterstaat hebben de beslissing op de aanvragen gecoördineerd voorbereid.

## 2. Besluit

Gelet op de bepalingen van de Wet beheer rijkswaterstaatswerken, de Algemene wet bestuursrecht en de in dit besluit opgenomen overwegingen besluit de minister van Infrastructuur en Milieu als volgt:

- I. De vergunning op grond van artikel 2, WBR te verlenen aan SwifterwinT B.V., rivierduinweg 4, 8255 PK te Swifterbant voor het aanleggen, onderhouden en behouden van vier mantelbuizen (Ø160 mm) middels een gestuurde boring onder Rijksweg 6 (A6) ter hoogte van km. 89,9 Links in de gemeente Lelystad.
- II. Aan de vergunning de voorschriften te verbinden opgenomen in hoofdstuk 3 van deze vergunning.

Voor een toelichting op de in deze vergunning gebruikte begrippen wordt verwezen naar bijlage 1 van deze vergunning.

## 3. Voorschriften

### 3.1 Algemene voorschriften

#### *Voorschrift 1*

##### *Plaatsbepaling werk*

Het werk dient te worden aangelegd, behouden en onderhouden zoals aangegeven op de bij deze vergunning gevoegde bijlagen:

- Bijlage 1: HDD berekening Ø160 PE SDR11, d.d. 12 september 2018.

#### *Voorschrift 2*

##### *Boorplan*

1. Uiterlijk drie maanden voordat met de werkzaamheden wordt gestart moet het definitieve boorplan ter goedkeuring worden voorgelegd aan de wegbeheerder.
2. In het definitieve boorplan wordt onder andere beschreven welke risico's of nadelige effecten mogelijk kunnen optreden en welke maatregelen worden genomen om deze te voorkomen of zo veel mogelijk te verminderen. Daarbij moet in ieder geval gedacht worden gedacht aan:
  - Aanvullend grondonderzoek;
  - Een additionele risicobeschuiving op kwel en blow-out op basis van dit aanvullend grondonderzoek;
  - De uitvoeringsrisico's en indien nodig de bijbehorende te treffen beheersmaatregelen. Met name de uitvoering over de ontgravingen van in- en uittreedpunt en het boorgat dient te worden toegelicht.

3. Het boorplan komt in overleg met de wegbeheerder tot stand.
4. Met de werkzaamheden mag niet eerder worden begonnen dan nadat door de wegbeheerder schriftelijk goedkeuring is verleend aan het definitieve boorplan zoals genoemd in dit voorschrift.
5. Zonder schriftelijke toestemming van de wegbeheerder mag niet van het goedgekeurde boorplan worden afgeweken

#### *Voorschrift 3*

##### *Werkzaamheden*

1. Ten minste 5 werkdagen voordat met het maken, aanleggen, onderhouden of opruimen (werkzaamheden) wordt begonnen dienen de datum en het tijdstip van het begin en het einde van de werkzaamheden, het zaaknummer en de contactpersoon te worden gemeld aan de afdeling Handhaving (e-mail: [handhaving-middennederland@rws.nl](mailto:handhaving-middennederland@rws.nl)).
2. Indien de werkzaamheden niet op het in het eerste lid genoemde tijdstip of datum kunnen beginnen dient daarvan zo spoedig mogelijk mededeling te worden gedaan o.v.v. het zaaknummer. Daarbij dient een nieuw tijdstip en/of een nieuwe datum te worden genoemd.
3. Indien het werk gereed is, dient dit onder vermelding van het zaaknummer zo spoedig mogelijk gemeld te worden aan de afdeling Handhaving (e-mail: [handhaving-middennederland@rws.nl](mailto:handhaving-middennederland@rws.nl)).

#### *Voorschrift 4*

##### *Contactpersoon*

1. De vergunninghouder dient ten minste één persoon aan te wijzen die belast is met het toezien op de naleving van deze vergunning, waarmee door of vanwege het bevoegd gezag (in spoedgevallen) overleg kan worden gevoerd.
2. De vergunninghouder dient, binnen 14 dagen nadat deze vergunning inwerking is getreden, aan het bevoegd gezag mededeling te doen van de contactgegevens (naam, adres, telefoonnummer en e-mailadres) van de op grond van lid 1 aangewezen contactpersoon dan wel contactpersonen.
3. Wijzigingen in de contactgegevens zoals bedoeld in lid 2 dienen binnen 14 dagen te worden medegedeeld.

#### *Voorschrift 5*

##### *Calamiteit / ongewoon voorval*

1. In het geval van een calamiteit dienen onmiddellijk alle noodzakelijke maatregelen te worden getroffen die in het belang van de instandhouding en de bescherming van het waterstaatswerk redelijkerwijs noodzakelijk zijn.
2. Calamiteiten dienen zo spoedig mogelijk te worden gemeld bij: de Regionale Verkeerscentrale Midden-Nederland te Utrecht, telefoonnummer 088-7986975 en per e-mail: [handhaving-middennederland@rws.nl](mailto:handhaving-middennederland@rws.nl).

#### *Voorschrift 6*

##### *Tekeningen*

1. Binnen vier weken nadat de werkzaamheden zijn beëindigd dient een as built tekening ter goedkeuring te worden aangeleverd.
2. De *as built* tekening dient te voldoen aan de standaard NLCS/TOLGI, inclusief aanvullende Rijkswaterstaatspecificaties.
3. De *as built* tekening dient, binnen de in lid 1 genoemde termijn, digitaal aangeleverd te worden, zowel in pdf-formaat (inleesbaar in Adobe Reader 7.0.9 DUT) als in DWG-formaat (AutoCAD Map 3D 2014), aan de afdeling Handhaving (email: [handhaving-middennederland@rws.nl](mailto:handhaving-middennederland@rws.nl)).
4. Alle objecten op een civieltechnische tekening, die is gerelateerd aan een topografische ondergrond, moeten ingemeten worden in het Rijksdriehoekstelsel (X, Y) en de (Z) in NAP. De nauwkeurigheid moet beter zijn dan 10 cm in x, y en z-coördinaat.

### **3.2 Specifieke voorschriften algemeen**

#### *Voorschrift 7*

##### *Technische voorschriften*

1. Oneffenheden in het terrein of wegooppervlak, die het gevolg zijn van de werkzaamheden, dienen zo spoedig mogelijk te worden hersteld.
2. De waterafvoer, inclusief de afwatering van de toe- en afvoerwegen, dient ongehinderd te kunnen plaatsvinden.
3. Verzakkingen dan wel zettingen, die in de loop van de tijd als gevolg van de werkzaamheden optreden dienen te worden hersteld.
4. Het is niet toegestaan asfaltverhardingen uit te breken.
5. De vluchtstrook moet te allen tijde in onversmalde staat beschikbaar en vrij van materiaal en/of materieel blijven.
6. Bij het passeren ofwel beschadigen van een drain of een ander soort waterafvoersysteem (b.v. buis of duiker) dient deze terstond gemeld te worden aan de afdeling Handhaving (e-mail: [handhaving-middennederland@rws.nl](mailto:handhaving-middennederland@rws.nl)) en hersteld te worden.
7. Toegang tot de werklocatie dient plaats te vinden vanaf secundaire wegen.

### **3.3 Specifieke voorschriften voor het maken van een boring onder de weg**

#### *Voorschrift 8*

##### *Boring onder de weg*

1. De mantelbuizen dienen onder de verharding te worden gelegd. Deze mantelbuizen dienen zo veel mogelijk loodrecht op de as van de weg onder de verharding te worden doorgeboord, een en ander zoals aangegeven op de bijgevoegde tekeningen.

## **4. Overwegingen ten aanzien van de aanvraag**

### **4.1 Vereiste van vergunning**

Op grond van het bepaalde in artikel 2, eerste lid, van de Wet beheer rijkswaterstaatswerken (WBR) is het verboden zonder vergunning van de minister van Infrastructuur en Waterstaat gebruik te maken van een waterstaatswerk in beheer bij het Rijk door anders dan waartoe het is bestemd, daarin, daarop, daaronder of daarover werken te maken of te behouden of daarin, daaronder of daarop vaste stoffen of voorwerpen te storten, te plaatsen of neer te leggen of te laten staan of liggen.

Independent eXperts B.V., Lammermarkt 102, 2312CW te Leiden is namens SwifterwinT B.V., rivierduinweg 4, 8255 PK te Swifterbant voornemens om vier mantelbuizen (Ø160 mm) middels een gestuurde boring aan te leggen, te behouden en te onderhouden onder Rijksweg 6 (A6) ter hoogte van km. 89,9. Deze handelingen zijn vergunningplichtig op grond van artikel 2 WBR.

### **4.2 Betrokken belangen**

Bij het maken van het werk, waarvoor vergunning wordt aangevraagd, spelen in dit verband de volgende belangen een rol:

- de belangen van Rijkswaterstaat, te weten het beschermen van het waterstaatswerk en het verzekeren van een veilig en doelmatig gebruik daarvan;
- het belang van de aanvrager, te weten het aanleggen en behouden van de mantelbuizen middels een gestuurde boring voor de bekabeling van het naast gelegen windpark (Windplan Blauw) te realiseren;
- belangen van derden.

### **Motivering**

Uit het oogpunt van een goede kabelverbinding van het windpark met de eind gebruikers is het noodzakelijk de gevraagde mantelbuizen middels een gestuurde boring aan te leggen. Het aanleggen van de mantelbuizen middels een gestuurde boring is uit het oogpunt van een doelmatig gebruik van het waterstaatswerk toelaatbaar, terwijl het veilig gebruik van het werk gehandhaafd blijft. Het aanleggen van de mantelbuizen middels een gestuurde boring is getoetst aan de geldende richtlijnen en het beleid.

Op onderhavige vergunning is het volgende beleid en het volgende beleidskader van toepassing:

- Leidraad Wet beheer rijkswaterstaatswerken
- Richtlijn Boortechneken, januari 2004

Een vergunning kan worden geweigerd indien de doelstellingen van de WBR, zoals bedoeld in artikel 3, eerste lid, WBR zich tegen vergunningverlening verzetten en het niet mogelijk is om de belangen van het wegbeheer door het verbinden van voorschriften of beperkingen voldoende te beschermen.

Ter bescherming van de belangen van Rijkswaterstaat zijn daarom aan deze vergunning nadere voorschriften verbonden. Gelet op het door mij gehanteerde beleid is de aangevraagde activiteit toegestaan mits volgens de voorschriften wordt gewerkt.

## 5. Procedure

In artikel 9b, eerste lid, aanhef en onder a, van de Elektriciteitswet 1998 is bepaald dat op de besluitvorming voor dit project de rijkscoördinatieregeling als bedoeld in artikel 3.35 van de Wet ruimtelijke ordening van toepassing is. Dat wil in dit geval zeggen dat de besluiten die nodig zijn voor Windplan Blauw gezamenlijk worden voorbereid, waarbij deze procedure wordt gecoördineerd door de minister van Economische Zaken en Klimaat (EZK). Daarbij doorlopen de besluiten, op grond van artikel 3.31, derde lid, in samenhang met artikel 3.35, vierde lid, van de Wro, de uniforme openbare voorbereidingsprocedure als bedoeld in afdeling 3.4 van de Algemene wet bestuursrecht met toepassing van de bijzondere regels in artikel 3.31, derde lid, in samenhang met artikel 3.35, vierde lid, van de Wro.

Dit besluit is één van de besluiten die nodig zijn voor Windplan Blauw. Daarom is ook op dit besluit de rijkscoördinatieregeling van toepassing.

De minister van EZK heeft een gecoördineerde voorbereiding van de besluiten voor Windplan Blauw bevorderd. In fase 1 van de besluitvorming is een besluit genomen over het inpassingsplan, een omgevingsvergunning, een watervergunningen en een natuurvergunning. Onderhavig besluit valt onder fase 2 van de besluitvorming en is als volgt voorbereid:

- op [datum] is een kennisgeving met betrekking tot het ontwerp gepubliceerd in de Staatscourant; kennisgeving heeft ook plaatsgevonden in enkele huis-aan-huisbladen;
- op [datum] is door de minister van EZK een ontwerp van het besluit aan SwifterwinT B.V. gezonden;
- het ontwerp van het besluit heeft van [datum] tot en met [datum] ter inzage gelegen bij de gemeenten Dronten en Lelystad.

## 6. Conclusie

De in de vergunning opgenomen voorschriften waarborgen dat de doelstellingen van het wegbeheer voldoende worden beschermd. Op grond van de in dit besluit opgenomen overwegingen bestaan er daarom geen bezwaren tegen het verlenen van de gevraagde vergunning.

## 7. Ondertekening

DE MINISTER VAN INFRASTRUCTUUR EN WATERSTAAT,  
namens deze,  
wnd. hoofd Vergunningverlening Rijkswaterstaat Midden-Nederland

ing. O. Haakma

## **8. Mededelingen**

### **8.1 Zienswijzen en adviezen**

De aanvraag en het ontwerpbesluit met bijbehorende stukken worden op grond van de Algemene wet bestuursrecht ter inzage gelegd. U kunt binnen zes weken na de start van de ter inzage termijn gemotiveerde zienswijzen tegen of adviezen over het ontwerpbesluit indienen bij het bevoegd gezag: .

Bureau Energieprojecten  
Inspraakpunt Windplan Blauw fase 2  
Postbus 248  
2250 AE Voorschoten

### **8.2 Inspanningsverplichting i.v.m. mogelijke schade**

De verlening van deze vergunning ontslaat de vergunninghouder niet van de plicht om de redelijkerwijs mogelijke maatregelen te nemen, teneinde te voorkomen dat het vergunningverlenende orgaan, dan wel derden, ten gevolge van het gebruikmaken van de vergunning schade lijden.

### **8.3 Aanwijzingen**

Door of namens de beheerder kunnen met betrekking tot de werkzaamheden aanwijzingen worden gegeven ter bescherming van betrokken belangen. Aanwijzingen dienen onmiddellijk worden opgevolgd.

### **8.4 Overige vergunningen**

Naast de in deze beschikking verleende vergunning kan, voor de handelingen, waarop de vergunning betrekking heeft, tevens vergunning en/of ontheffing vereist zijn op grond van andere wetten en/of verordeningen dan waarop deze beschikking steunt.

### **8.5 Privaatrechtelijke toestemming**

Naast de vergunning heeft u voor het gebruik van Staatsgrond en –water nog toestemming nodig van het Rijksvastgoedbedrijf (RVB). Ik wijs u erop dat het RVB aan een dergelijke privaatrechtelijke regeling nog nadere voorwaarden kan stellen, waaronder het betalen van een (marktconforme) gebruiksvergoeding. In verband hiermee is een afschrift van deze vergunning gezonden aan de Rijksvastgoedbedrijf, postbus 16700, 2500 BS Den Haag, die zich met betrekking tot het gebruik van het betrokken staatseigendom schriftelijk tot u kan wenden.

### **8.6 Kosten van maatregelen**

De kosten, voortvloeiende uit voorzieningen en maatregelen, die het vergunningverlenende orgaan zelf ten behoeve van de vergunninghouder en/of in verband met het beheer van het waterstaatswerk dient te treffen en die veroorzaakt worden door de werkzaamheden en het gebruik van het waterstaatswerk door de vergunninghouder, komen voor rekening van de vergunninghouder. Hieronder vallen onder meer de kosten, verbonden aan de door het vergunningverlenende orgaan te treffen verkeersmaatregelen en voorzieningen in het kader van opgetreden calamiteiten.



Kosten die voortvloeien uit het gebruik van deze vergunning zijn voor rekening en verantwoordelijkheid van de vergunninghouder.

### **8.7 Overige verplichtingen**

Het werk dient in goede staat te worden onderhouden.

Het werk, beheer of onderhoud mag geen gevaar of hinder voor het verkeer veroorzaken.

Bouwstoffen, materialen en materieel dienen zodanig te worden opgeslagen en geplaatst, dat geen gevaar en hinder voor het verkeer ontstaat.

Stremming van het verkeer in verband met de aanleg of het onderhoud van het werk wordt alleen toegestaan indien dit onvermijdelijk is.

Verkeersmaatregelen dienen door en op kosten van de vergunninghouder worden getroffen.

De eventueel nodige stremming behoeft de voorafgaande toestemming van het Verkeersloket Midden-Nederland, bereikbaar via het e-mailadres:

[verkeersloketmiddennederland@rws.nl](mailto:verkeersloketmiddennederland@rws.nl)

*Verkeersmaatregelen aanvragen via SPIN*

De te treffen verkeersmaatregelen en de uitvoering van de werkzaamheden dienen tenminste 12 werkdagen voorafgaand aan de week waarin de werkzaamheden starten te worden aangevraagd/afgestemd met het Verkeersloket Midden-Nederland, telefonisch bereikbaar op 088-7973661 of per e-mail:

[verkeersloketmiddennederland@rws.nl](mailto:verkeersloketmiddennederland@rws.nl) en te worden aangevraagd via

<https://spin.rijkswaterstaat.nl/spin/>

Op de werkzaamheden is de volgende richtlijn van toepassing: **Beleid en proces veilig werken aan wegen (2014)**.

De werkzaamheden vinden plaats op of nabij een autosnelweg. Daarom is de volgende CROW richtlijn van toepassing: **Maatregelen op Autosnelwegen (2017)**.

De werkzaamheden vinden plaats op of nabij een rijksweg die geen autosnelweg is. Daarom is de volgende CROW richtlijn van toepassing: **Maatregelen op niet autosnelwegen (2014)**.

De RWS richtlijnen zijn toegankelijk via:

<http://www.rws.nl/zakelijk/verkeersmanagement/>

Verkeersmaatregelen mogen alleen worden getroffen door een geautoriseerd persoon. Deze persoon dient in het bezit te zijn van een certificaat Verkeersmaatregelen BRL 9101.

*Veiligheidskleding*

Degenen die zich wegens het maken en het onderhouden van het werk buiten enig voertuig op of langs de rijksweg bevinden dienen veiligheidskleding te dragen die voldoet aan:

- NEN-EN 471:2003+A1:2008, en
- de Richtlijnen en Specificaties voor Veiligheidskleding bij Wegwerkzaamheden.
- *CROW Richtlijn zorgvuldig graafproces*

Bij het werk dient rekening gehouden te worden met de CROW richtlijn zorgvuldig graafproces, Graafschade voorkomen aan kabels en leidingen.

### **8.8 Rechtsopvolging**

Van iedere overgang van deze vergunning naar rechtverkrijgenden dient binnen 4 weken mededeling worden gedaan aan het bevoegd gezag. Overgang van deze vergunning kan pas bij besluit worden geeffectueerd.

### **8.3 Ontheffing Reglement Verkeerstekens en Verkeersregels**

Voor het gebruik van de vluchtstrook en aangrenzende (weg)bermen van de rijksweg is een door Rijkswaterstaat afgegeven ontheffing op grond van het Reglement Verkeerstekens en Verkeersregels vereist.

### **9. Afschriften van het besluit**

Een afschrift van dit besluit is verzonden aan:

- Rijksvastgoedbedrijf (RVB): Postbus 16700, 2500 BS Den Haag
- Gemeente Lelystad: Postbus 91, 8200 AB Lelystad
- Provincie Flevoland: Postbus 55, 8200 AB Lelystad.

## Bijlage 1 Begripsbepalingen

- Aanvraag: De aan deze vergunning ten grondslag liggende aanvraag.
- Afdeling Handhaving: afdeling Handhaving van Rijkswaterstaat Midden-Nederland, postadres: Postbus 2232, 3500 GE Utrecht. E-mailadres: [handhaving-middennederland@rws.nl](mailto:handhaving-middennederland@rws.nl)
- *As built* tekening: Tekening waarop de wijzigingen van het werk ten opzichte van het ontwerp zijn aangegeven, indien het werk meer dan 10 cm afwijkt van het ontwerp.
- AutoCAD (Autodesk *computer-aided design*): programma voor het maken van technische tekeningen.
- Bevoegd gezag: de minister van Infrastructuur en Waterstaat en de functionarissen die gemandateerd en gemachtigd zijn de bevoegdheden onder haar verantwoordelijkheid uit te oefenen (p.a. Rijkswaterstaat Midden-Nederland Postbus 2232, 3500 GE Utrecht).
- BRL 9101: Beoordelingsrichtlijn 9101; richtlijn voor de toepassing van verkeersmaatregelen bij werk in uitvoering.
- CAD bestand: bestand leesbaar in het programma AutoCAD (AutoCAD Map 3D 2014). Bijvoorbeeld DWG.
- Calamiteit: ongewoon voorval of bijzondere omstandigheid waardoor schade aan het waterstaatswerk is ontstaan of dreigt te ontstaan.
- Civieltechnische tekening: tekening op schaal van objecten die vastzitten in de grond.
- NLCS/TOLGI: Nederlandse CAD Standaard / Tekenvoorschriften Object- en lijninfrastructuur gebonden installaties. Informatie over de NLCS/TOLGI en de aanvullende Rijkswaterstaat bepalingen zijn te vinden op [www.rws.nl/datacontracteisen](http://www.rws.nl/datacontracteisen), tabblad "CAD bestanden en –tekeningen Rijkswaterstaat".
- Ontvangstdatum aanvraag: eerste datum dat de aanvraag ontvangen is bij een bestuursorgaan.
- Pdf-formaat (pdf, *portable document format*): bestandstype inleesbaar in Adobe Reader 7.0.9 DUT.
- Richtlijnen en Specificaties voor Veiligheidskleding bij Wegwerkzaamheden: richtlijn voor veiligheidskleding, conform de Europese norm EN/471, van Rijkswaterstaat, Adviesdienst Verkeer en Vervoer, oktober 1995.
- RWS-richtlijn 2012: RWS-richtlijn voor verkeersmaatregelen bij wegwerkzaamheden op rijkswegen; te vinden via de kennisbank van het CROW. <http://www.rws.nl/zakelijk/verkeersmanagement/>
- Het Verkeersloket Midden-Nederland: Verkeersloket Midden-Nederland, Papendorpseweg 101, 3528 BJ Utrecht. Postadres: Postbus 2232, 3500 GE Utrecht. E-mailadres: [verkeersloketmiddennederland@rws.nl](mailto:verkeersloketmiddennederland@rws.nl)
- Vergunninghouder: diegene die krachtens deze vergunning handelingen verricht.
- Weglichaam: het totaal van grondwerken dat noodzakelijk is om bij ongeschikte natuurlijke ondergrond een weg op te funderen. Het weglichaam bestaat uit de aardebaan en daarbovenop de verharding.
- Werk(en): de aanleg van de mantelbuizen middels een gestuurde boring.
- Werkzaamheden: het maken, aanleggen, behouden, onderhouden en opruimen van het op grond van de vergunning te behouden werk.

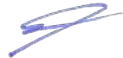
**Bijlage 2:** Definitief HDD berekening Ø160 PE SDR11, d.d. 12 september 2018;

## NOTITIE

---

Onderwerp HDD-berekening Ø160 PE SDR11  
Project Aanleg mantelbuizen ten behoeve van Windpark Blauw, kruising A6  
Opdrachtgever Projectorganisatie Windplan Blauw  
Projectcode 108791  
Status Definitief  
Datum 12 september 2018  
Referentie 108791/18-013.884  
Auteur(s) ing. B. van der Linde

Gecontroleerd door ing. C. Huis  
Goedgekeurd door J.A. Zoete MSc  
Paraaf



Bijlage(n) Tekening 108791/1002, Kruising A6 Windplan Blauw, Horizontaal gestuurde boring  
HDPE Ø160 mm SDR11, Bovenaanzicht en langsprofiel  
Berekening HDD (drukloos)  
Toegepast grondonderzoek  
Aanvullend grondonderzoek

Aan Projectorganisatie Windplan Blauw J. Boukes, I. Pieters  
Kopie

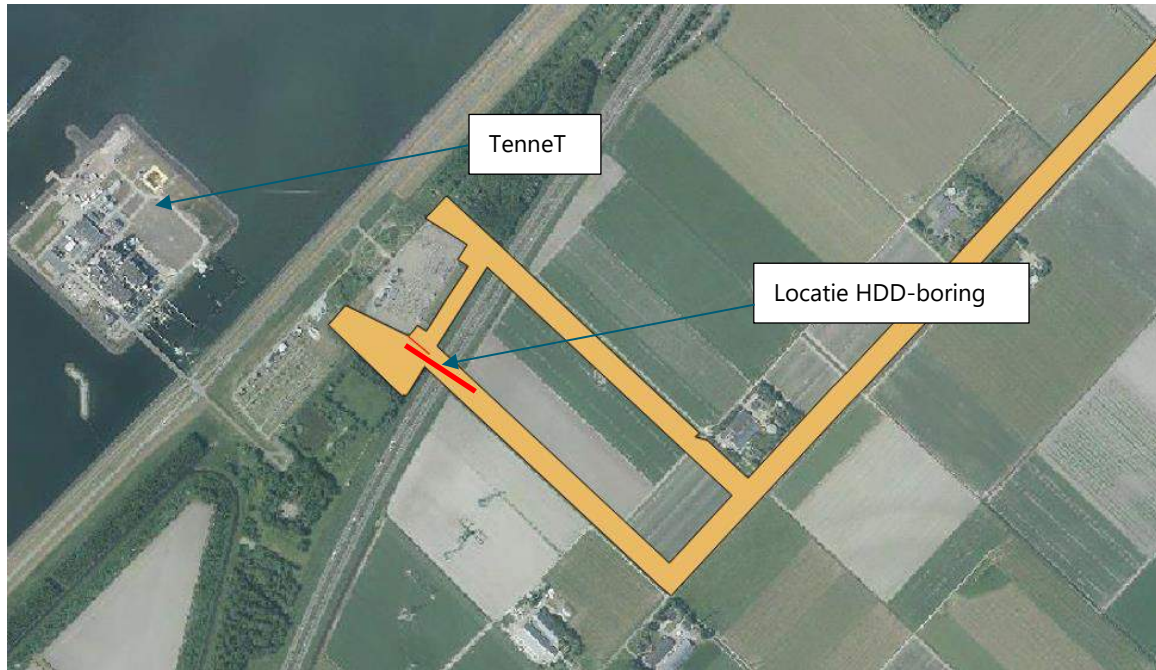
---

## 1 INLEIDING

Voor Windplan Blauw wordt voor de ontwikkeling van nieuwe windturbines de benodigde elektrische infrastructuur aangelegd. Zo dient middels een horizontaal gestuurde boring een kruising met de A6 te worden gemaakt om bij het station van TenneT te kunnen aansluiten.

In afbeelding 1.1 is een indicatie van de locatie van de voorgenomen horizontaal gestuurde boring weergegeven.

Afbeelding 1.1 Locatie HDD-kruising A6



Deze notitie beschrijft het ontwerp van de mantelbuizen voor het aanleggen van de benodigde kabels. In totaal dienen er vier mantelbuizen met een diameter van  $\text{\O}160$  mm te worden aangebracht. Deze worden in één bundel middels een horizontaal gestuurde boring gerealiseerd en dat betekent voor deze boring vier mantelbuizen met een diameter van  $\text{\O}160$  mm worden gerealiseerd. Zie [ref. 11] voor de weergave van het tracé van de gestuurde boring.

Zowel het in- als uitredepunt van de gestuurde boring liggen buiten de beschermingszone van de IJsselmeerdijk. In [ref. 11] is de uiterste grens van de IJsselmeerdijk weergegeven en is te herleiden dat het ontwerp van de gestuurde boring hier circa 80 m uitblijft.

Met het bevoegde gezag is in overleg op 5 juli 2018 besloten om op basis van de beschikbare gegevens/uitgangspunten het vergunningentraject op te starten.

## 2 GEGEVENS EN UITGANGSPUNTEN

### 2.1 Referenties

De volgende referenties/gegevens zijn voor deze notitie gebruikt:

- 1 geotechnisch onderzoek IJsselmeerdijk ten hoogte van dijkpaal 17,6 t/m 35,1 te Lelystad, documentnummer 02P010102-RG-01, d.d. 13 november 2017;
- 2 grondgegevens dinoloket;
- 3 NEN3650-1: eisen voor buisleidingsystemen-deel 1:algemene eisen, juni 2012;
- 4 NEN3650-3: eisen voor buisleidingsystemen-deel 3: aanvullende eisen voor leidingen van kunststof, juni 2012;
- 5 NEN3651: aanvullende eisen voor buisleidingen in of nabij belangrijke waterstaatwerken, juni 2012;
- 6 NEN9997-1+C1 (nl): geotechnisch ontwerp van constructies-deel 1: algemene regels, april 2012;
- 7 richtlijnen boortechnieken, ISBN 90-369-5542-4, DWW-2003-047, Rijkswaterstaat, dienst weg- en waterbouwkunde, d.d. januari 2004;
- 8 legger IJsselmeerdijk HMP 25,40 - 26,10 kaartblad ZBB-13, ZBB- - /33C002, d.d. 27 juli 2015;

- 9 dwarsprofielen legger IJsselmeerdijk, ZBB- - /08C009 blad 4, d.d. 27 juli 2015;
- 10 leggertabel waterschap Zuiderzeeland, W-A-AL-001, versie C d.d. 21 september 2017;
- 11 tekening 108791/1002, Kruising A6 Windplan Blauw, HDD-boring HDPE Ø160 mm SDR11, bovenaanzicht en langsprofiel;

## 2.2 Uitgangspunten

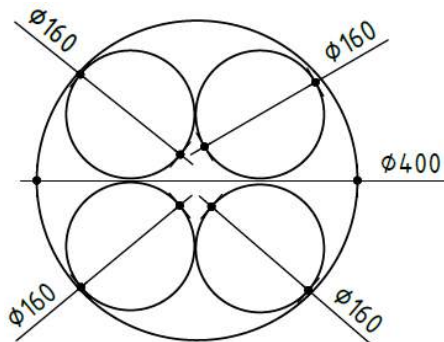
### 2.2.1 Leidingmateriaal

De eigenschappen van de leiding zijn:

- leidingmateriaal	PE 100;
- diameter	Ø160 mm (uitwendig);
- wanddikte	14,6 mm (SDR 11);
- lange duur treksterkte	10,0 N/mm <sup>2</sup> ;
- materiaalfactor	1,25;
- elasticiteitsmodulus korte duur	975 N/mm <sup>2</sup> ;
- elasticiteitsmodulus lange duur	350 N/mm <sup>2</sup> ;
- uitzettingscoëfficiënt	0,00016;
- toelaatbare deflectie	8 %.

Bij deze gestuurde boring worden vier mantelbuizen Ø160 mm ingetrokken. Voor deze bundel geldt een omhullende diameter van circa Ø400 mm. Zie afbeelding 2.1 voor het principe van vier mantelbuizen.

Afbeelding 2.1 Samenstel van mantelbuizen bij HDD-boring



### 2.2.2 Druk in de leiding

Dit is niet van toepassing omdat het een mantelbuis betreft voor de aanleg van kabels.

### 2.2.3 Intrede- en uittredehoek

Zowel de in- en uittredehoek van de horizontaal gestuurde boring zijn gesteld op 15 graden, deze hoek is voor vrijwel elk materieel haalbaar.

## 2.2.4 Grondopbouw

Voor de fase in dit project is beperkt grondonderzoek beschikbaar betreffende het ontwerp van de gestuurde boring. In bijlage IV is een situatieschets met het voorstel van aanvullend grondonderzoek opgenomen.

De huidige berekeningen zijn op basis van [ref. 1] en [ref. 2] en deze gegevens zijn opgenomen in bijlage III. In tabel 2.1 is de maatgevende grondopbouw weergegeven. De gehanteerde eigenschappen voor de verschillende grondsoorten komen voort uit tabel B.1 van [ref. 3].

Tabel 2.1 Maatgevende bodemopbouw

Bodemlaag	b.k. laag [m NAP]	Y [kN/m <sup>3</sup> ]	Y <sub>sat</sub> [kN/m <sup>3</sup> ]	Wrijvingshoek [ ° ]
zand, los	-4,5	17,0	19,0	30,0
klei, matig	-6,0	17,0	17,0	17,5
zand, matig	-10,5	17,0	19,0	30,0
klei, matig	-17,5	17,0	17,0	17,5
zand, schoon, vast	-19,5	19,0	21,0	30,0

In de modellering is rekening gehouden met het middelen van het soortelijk gewicht in relatie tot de bodemopbouw en diepte van de boring.

## 2.2.5 Grondwaterstand

De grondwaterstand (GWS) is gelijk gehouden aan het oppervlaktewaterpeil in de Visvijvertocht. Volgens [ref. 10] is de Visvijvertocht in de legger opgenomen als een droge tocht. Als aanname wordt de GWS aangehouden op 1 m-mv is circa NAP -5,50 m.

De grondwaterstand dient in het aanvullend grondonderzoek nader te worden onderzocht.

In bijlage IV is een situatieschets met het voorstel van aanvullend grondonderzoek opgenomen.

## 2.2.6 Stijghoogte (eerste watervoerend pakket)

Bij het realiseren van een horizontaal gestuurde boring is er een risico op het doorkruisen van een watervoerend pakket, waardoor kwel kan ontstaan. Als beheersmaatregel is het mogelijk om een kwelscherm/kleikist of het injecteren van drillgrout toe te passen. Daarmee wordt dit risico ondervangen.

## 2.2.7 Oppervlaktewater

Langs het traject van de horizontaal gestuurde boring is geen oppervlaktewater aanwezig.



## 2.2.8 Diepteligging leiding

Voor het kruisen van het waterstaatswerk de A6 is het vereist dat de horizontaal gestuurde boring een minimale diepte heeft ter plaatse van de kruising van dit waterstaatswerk [ref. 3].

Uit [ref. 3] hoofdstuk G.4.2 volgt de minimale diepteligging van een horizontaal gestuurde boring ten opzichte van stroomwegen (A6). In dit geval is dat  $6 \times D_0$  (met een minimum van 1,5 m) en komt neer op  $6 \times 0,400 = 2,40$  m ten opzichte van de (on)gebonden (steen)funderingslaag. Indien deze laag onbekend is wordt deze op 0,5 m aangehouden. Dat betekent ter plaatse van de A6 dat de horizontaal gestuurde boring een minimale dekking van 2,90 m dient te hebben.

Uit [ref. 11] valt af te leiden dat de horizontaal gestuurde boring ter plaatse van de A6 een dekking van circa 22 m heeft. Daarmee voldoet de ligging van de horizontaal gestuurde boring aan de gestelde eisen.

## 2.2.9 Bochtstralen

Voor het bepalen van de minimale boogstralen van de horizontaal gestuurde boring kunnen een aantal maatgevende factoren spelen, zie tabel 2.2.

Tabel 2.2 Boogstralen per onderdeel

Factoren	Beschrijving	Boogstraal [m]
bekabeling door de mantelbuis (product)	kabeltype niet gespecificeerd	2,9
materiaal en diameter van de mantelbuis	toepassing Ø160 mm HDPE-mantelbuis	16,0
in te zetten materieel/boorstang	diameter stalen boorstang Ø73 mm <sup>1</sup>	73,0
bodemgesteldheid	niet relevant voor kunststof buizen	-

In het ontwerp van het tracé van de horizontaal gestuurde boring is een boogstraal van 150 m aangehouden. Hiermee wordt voldaan aan de minimale toepasbare boogstralen.

## 2.2.10 Boorgat

Conform [ref. 7] dient het boorgat 1,3 tot 1,5 maal groter te zijn dan de productleiding (mantelbuis Ø160 mm). Het boorgat is in de berekening gehouden op Ø224 mm en is een factor 1,4 ten opzichte van de productleiding voor de berekening van de weerstanden in het boorgat.

Voor het realiseren van de gebundelde boring van vier mantelbuizen is de omhullende diameter Ø400 mm en hiervoor geldt ook conform [ref. 7] dat de factor tussen de 1,3 en 1,5 dient te liggen.

## 2.2.11 Zettingen

Door het realiseren van de horizontaal gestuurde boring kan op maaiveld niveau ter plaatse van de horizontaal gestuurde boring een zogenoemde zettingstrog zichtbaar worden. In hoofdstuk 4 wordt nader ingegaan op de verwachte omvang ter plaatse van de A6.

<sup>1</sup> Referentie [www.forward-benelux.nl](http://www.forward-benelux.nl).

## 2.2.12 Verkeersbelasting

De verkeersbelastingen zijn volgens [ref. 3] figuur C.17 in de berekening opgenomen.

Hierbij is ter plaatse van de A6 grafiek I van toepassing. In de bermen/grasland is 0,5 grafiek II toegepast in het kader dat hier onderhoudsvoertuigen kunnen komen. Ter plaatse van de Visvijvertocht en greppel langs de A6 is geen verkeersbelasting meegenomen.

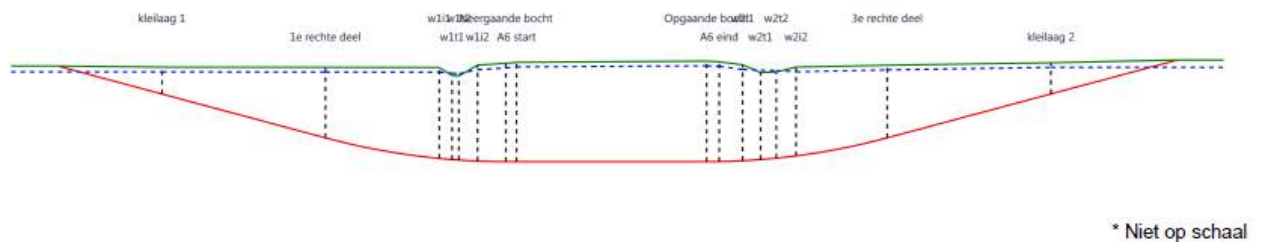
## 2.2.13 Importantiefactor

Conform [ref. 5] hoofdstuk 5 hoeft er bij een horizontaal gestuurde boring geen importantiefactor in rekening te worden gebracht.

## 2.2.14 Berekeningsmethode

Voor de leidingsterkteberekeningen en bepaling van de boorspoeldrukken is gebruik gemaakt van het programma Sigma 2018, v. 1.5. In afbeelding 2.2 is schematische weergave model weergegeven.

Afbeelding 2.2 Schematische weergave



Voor het tracé van de gestuurde boring, zie [ref. 11], hierin zijn de uitgangspunten zoals hierboven benoemd weergegeven.

## 3 BEREKENINGSMETHODEN

De berekeningsresultaten die worden getoetst/bepaald:

- toetsing op implosie;
- toetsing op spanningen (gebruiksfase);
- toetsing op deflectie (gebruiksfase);
- toetsing op de spanningen die optreden tijdens het intrekken (uitvoeringsfase);
- benodigde trekkracht voor het intrekken van de productleiding;
- minimaal benodigde en maximaal toelaatbare boorspoeldruk (blow-out).

Tabel 3.1 Resultaten gebruikssituatie drukloos

Wanddikte [mm]	Omtrekspanning [N/mm <sup>2</sup> ]	Langsspanning [N/mm <sup>2</sup> ]	Deflectie [%/mm]	Resultaat [-]
14,6	3,81 < 8,00	0,53 < 8,00	1,15 < 8,00	voldoet

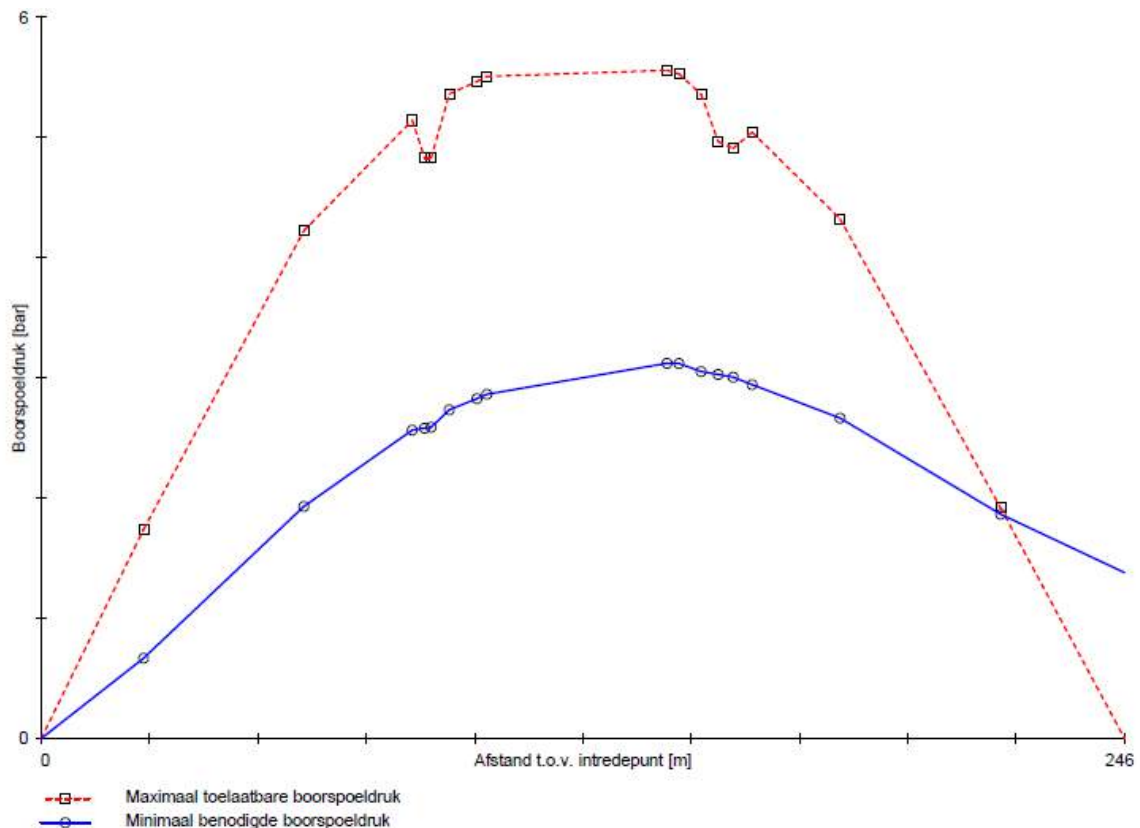
Implosie van de mantelbuis kan optreden indien er 28,12 m grondwater boven de leiding aanwezig is. Gezien de diepteligging van de mantelbuizen op NAP -25,00 m en het maaiveld op NAP -3,00 m is de falen op implosie niet aan de orde. Zie ook [ref. 11] voor het tracé van de mantelbuizen.

Tabel 3.2 Resultaten tijdens trekproces voor vier mantelbuizen van Ø160 mm

Fase	T <sub>tot</sub> [N] <sup>1</sup>	Spanning [N/mm <sup>2</sup> ]	Resultaat [-]
starten met trekken	35,60	1,33 < 10,00	voldoet
na 1 <sup>e</sup> deel intrekken	56,64	2,65 < 10,00	voldoet
na 2 <sup>e</sup> deel intrekken	72,88	2,73 < 10,00	voldoet
na 3 <sup>e</sup> deel intrekken	96,96	4,16 < 10,00	voldoet
na 4 <sup>e</sup> deel intrekken	119,40	4,48 < 10,00	voldoet

Tijdens het realiseren van het boorgat dient deze stabiel te worden gehouden door een boorspoeldruk in het boorgat. In afbeelding 3.1 zijn de berekende en de maximaal toelaatbare boorspoeldrukken weergegeven voor het realiseren van de maatgevende pilotboring.

Afbeelding 3.1 Boorspoeldrukken pilotboring



<sup>1</sup> Weergegeven trekkrachten zijn reeds met een factor 4 vanuit de berekeningen vermenigvuldigd in verband met de bundelboring.

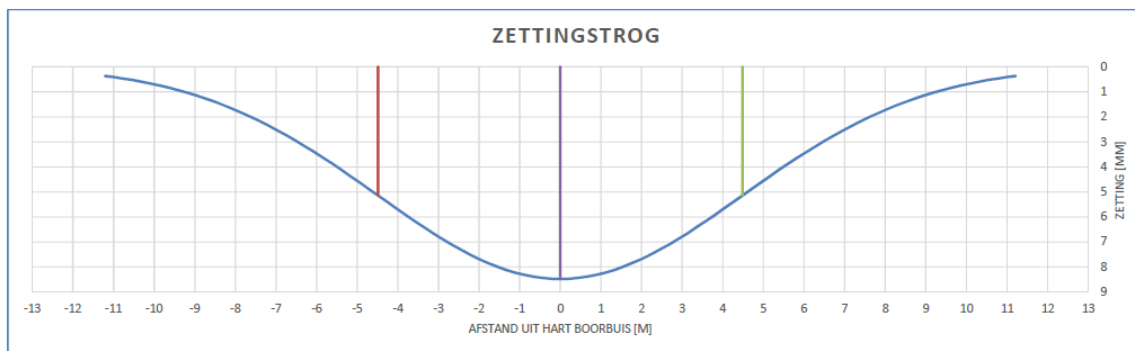
Zoals af te lezen uit afbeelding 3.1 overschrijden de benodigde boorvloestofdrukken nabij het uittredepunt de maximale waarden. Hierbij bestaat de kans op een mud-uitbraak over de laatste 50 m van de gestuurde boring. Om dit risico te beheersen dient tijdens de pilotboring de voortgangssnelheid te worden aangepast, hierdoor wordt de benodigde boorvloestofdruk verlaagd. Bij de ruimfasen is dit risico niet meer aanwezig, omdat er een open verbinding is met het uittredepunt.

## 4 AANDACHTSPUNTEN/RISICO'S

### 4.1 Zettingen

Bij het uitvoeren van een gestuurde boring is in het boorgat een boorspoeling aanwezig, die na het proces van de boring begint met ontmenging. Op maaiveld is er een kans dat op de lijn van de gestuurde boring een zogenoemde zettingstrog kan ontstaan. Bij de uitgangspunten van de omhullende diameter van  $\varnothing 400$  mm met het hart van de mantelbuizenbundel op NAP -25,00 m en een boorgat van  $\varnothing 520$  mm en het maaiveld op NAP -3,20 m is de eventuele maximale zetting berekend op circa 9 mm. In afbeelding 4.1 is het verloop van de zettingstrog ten opzichte van het hart van de mantelbuis weergegeven.

Afbeelding 4.1 Verloop zettingstrog



Door het boorgat na het intrekken te injecteren met een uithardende drillgrout, kunnen zettingen ter plaatse van de A6 en de waterkering worden voorkomen.

### 4.2 Kwelweg

Door het realiseren van de mantelbuizen kunnen er kwelwegen ontstaan. Deze zijn te onderscheiden:

- 1 in een kwelweg vanuit een watervoerende laag of;
- 2 een kwelweg vanuit buitendijks vrij water onder de waterkering door naar het binnendijks maaiveld.

Voor type kwel volgens principe 1 kan kwel vanuit een watervoerende laag worden voorkomen door het toepassen van een kleikist ter plaatse van het intredepunt.

Het type 2 kwelweg is niet van toepassing.

Geadviseerd wordt om ter plaatse van het in- en uittredepunt een kwelscherm/kleikist op te nemen, conform [ref. 5] paragraaf 8.1.7.2.

### 4.3 Trekrachten

De maximale trekkracht voor het inbrengen van de mantelbuis is berekend op circa  $4 \times 30 = 120$  kN. Hierbij is het uitgangspunt dat de mantelbuizen niet gevuld zijn met water. Door de mantelbuizen tijdens het trekproces te vullen met water kan de trekkracht worden gereduceerd tot circa  $4 \times 17 = 68$  kN. Het is aan de uitvoerende partij om een keuze in wijze van uitvoering te maken. Dit is mede bepalend voor de inzet van zijn materieel.

### 4.4 Mantelbuizen

In totaal worden vier mantelbuizen voor de bekabeling van Windplan Blauw naar station van TenneT gerealiseerd.

In totaal wordt er één gestuurde boring uitgevoerd. Waarbij de gestuurde boring bestaat uit vier mantelbuizen  $\varnothing 160$  mm.

### 4.5 Onderzoek

Er dient te worden onderzocht of ter plaatse van de in- en uittredepunten randvoorwaarden aanwezig zijn in het kader van ecologie, archeologie en NGE (Niet Gesprongen Explosieven).

Bij het aanvullend grondonderzoek wordt de zout/zuurgraad van het grondwater bepaald. De aannemer dient in zijn boorplan de samenstelling van de boorvloeistof hier op af te stemmen.

## 5 CONCLUSIE EN AANBEVELINGEN

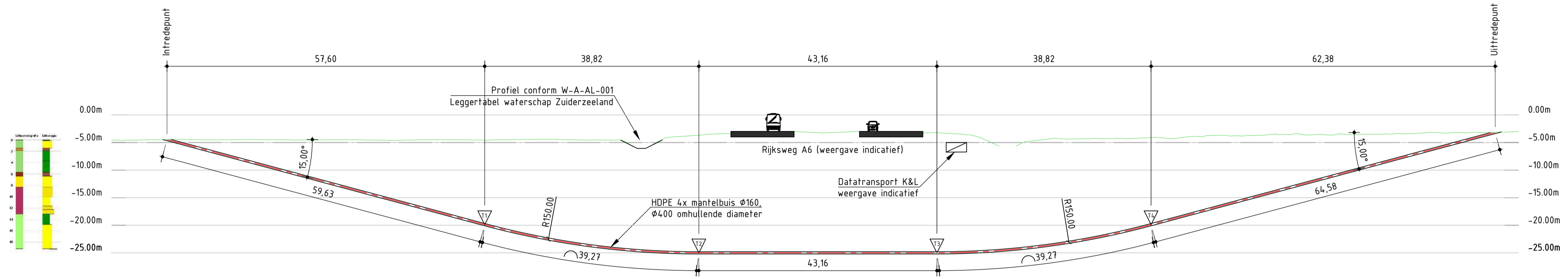
Het realiseren van mantelbuizen HDPE  $\varnothing 160$  SDR11 volgens de methode van de HDD-techniek is toepasbaar. Zowel de optredende spanningen tijdens het intrekproces als tijdens de gebruiksfase en de deflectie blijven binnen de toegestane waarden.

Het is noodzakelijk om aanvullend grondonderzoek te verrichten conform opgave in bijlage IV. Aan de hand van dit aanvullend grondonderzoek kan worden getoetst of de berekening nog stand houdt.

Dit aanvullend grondonderzoek is met name van belang om de risico's op een blow-out of het voorkomen van een kwelweg goed te kunnen beoordelen.

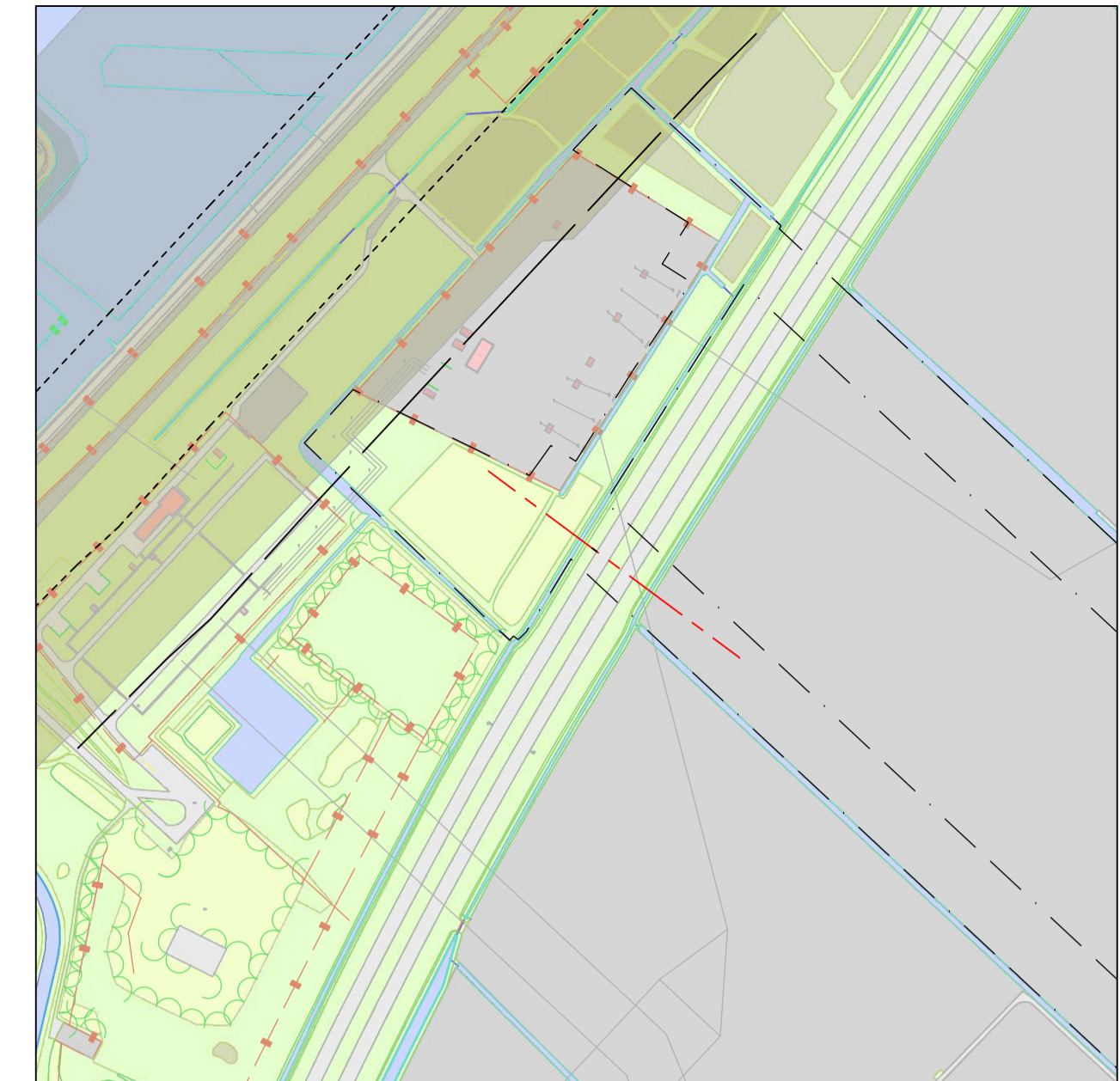
Voor uitvoeringsaspecten wordt verwezen naar [ref. 7]. De aannemer werkt dit in zijn boorplan nader uit.

BIJLAGE: TEKENING 108791/1002, KRUISING A6 WINDPLAN BLAUW, HORIZONTAAL  
GESTUURDE BORING HDPE Ø160 MM SDR11, BOVENAANZICHT EN LANGSPROFIEL

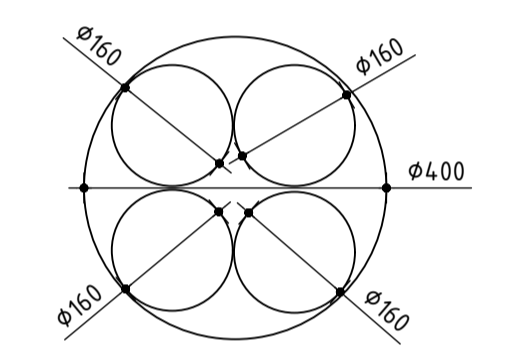


Afstand vanaf intredepunt	0,00	10,00	20,00	30,00	40,00	50,00	60,00	70,00	80,00	90,00	100,00	110,00	120,00	130,00	140,00	150,00	160,00	170,00	180,00	190,00	200,00	210,00	220,00	230,00	240,00	
Hartlijn boring (NAP)	-	-4,41	-8,81	-13,21	-17,61	-22,01	-26,41	-30,81	-35,21	-39,61	-44,01	-48,41	-52,81	-57,21	-61,61	-66,01	-70,41	-74,81	-79,21	-83,61	-88,01	-92,41	-96,81	-101,21	-105,61	-110,01
Maaiveld hoogte (NAP)	-4,45	-4,41	-4,38	-4,34	-4,30	-4,26	-4,22	-4,18	-4,14	-4,10	-4,06	-4,02	-3,98	-3,94	-3,90	-3,86	-3,82	-3,78	-3,74	-3,70	-3,66	-3,62	-3,58	-3,54	-3,50	-3,46

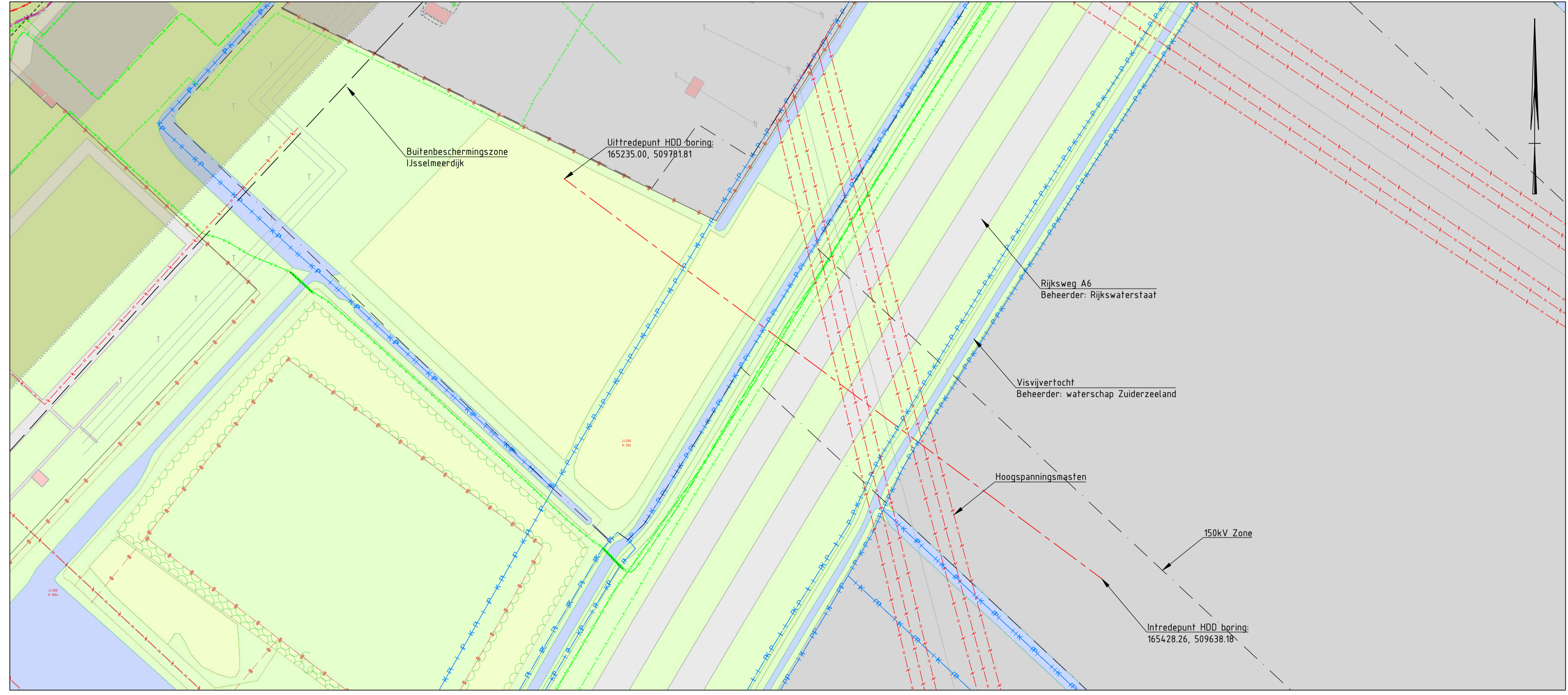
**Lengteprofiel**  
Schaal 1:500



**Overzicht**  
Schaal 1:5000



Boring bestaat uit 4 mantelbuizen HDPE  $\phi$ 160mm, omhullende diameter bedraagt circa 400mm



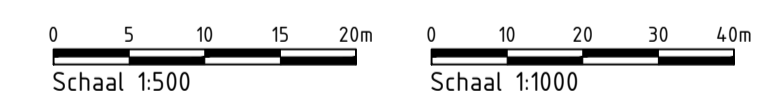
**Bovenaanzicht**  
Schaal 1:1000

**Opmerkingen:**

- Afmetingen in meters, tenzij anders aangegeven
- Hoogtematen in meters NAP
- Bestaand maaiveld op basis van AHN3
- Profiel Kamperhoektocht op basis van W-A-AL-001, versie D d.d. 21-09-2017, leggertabel waterschap Zuiderzeeland
- Geodetisch coördinatensysteem: Rijksdriehoekskoördinaten (RD stelsel)
- Uitgangspunten boring: intredehoek 15°, radius 150m, uitredehoek 15°
- Uitwendige lastrillen van de mantelbuizen verwijderen. Conform NEN3650-1 G.4.9

**Legenda:**

- Data transport
- Hoogspanning kabel
- Perceelgrens
- 150kV zone
- Hartlijn boring
- Bestaand maaiveld (AHN3)
- Waterpeil
- NAP



Wijz.	Getekend	Datum	Omschrijving
A			
B			
C			

Opdrachtgever  
**SwifterwinT B.V.**  
Project  
**Kruising A6  
HDD2**  
Onderdeel  
**HDD boring HDPE 400mm  
Bovenaanzicht en langprofiel**

Status	Definitief	Getekend Goedgekeurd	V. Sazonov B. van der Linde J.A. Zoete
Datum	11-09-2018		
Schaal	Schaal	Projectcode	Tekeningnummer
<b>A1</b>	<b>1:500 / 1:1000</b>	<b>108791</b>	<b>1002</b>
			Bladnummer
			<b>1/1</b>



## BIJLAGE: BEREKENING HDD (DRUKLOOS)



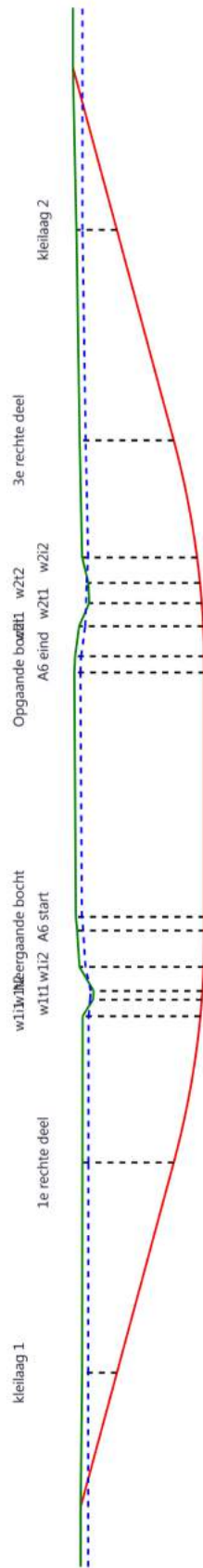
Sterkteberekening van een horizontaal gestuurde boring conform NEN 3650/3651:2012		Sigma 2018 1.5 ©	
<b>Algemene gegevens</b>			
Naam van het project	: Aanleg mantelbuis HDD A6		
Projectonderdeel	: PE160 SDR11 drukloos bundel		
<b>Materiaalgegevens</b>			
Materiaalsoort:	PE		
Kwaliteit:	PE 100 SDR 11		
Lange-duur treksterkte	MRS = 10		N/mm <sup>2</sup>
Materiaalfactor	$\gamma_M = 1,25$		-
Toelaatbare langeduur spanning	$\bar{\sigma}_t = 8,00$		N/mm <sup>2</sup>
Elasticiteitsmodulus korte duur	E = 975		N/mm <sup>2</sup>
Elasticiteitsmodulus lange duur	E' = 350		N/mm <sup>2</sup>
Lineaire uitzettingscoëfficiënt	$\alpha_g = 16,0 \cdot 10^{-5}$		mm/(mm·K)
Alfa Tangentiëel / Alfa Axiaal	$\alpha_\sigma = 0,65$		-
Soortelijk gewicht buis	$\rho_L = 9,55$		kN/m <sup>3</sup>
Toelaatbare deflectie	$\delta = 8$		%
<b>Leidinggegevens</b>			
Uitwendige middellijn	D <sub>e</sub> = 160,00		mm
Wanddikte	d <sub>n</sub> = 14,6		mm
<b>Procesgegevens</b>			
Soort leiding (Vloeistof / Gas / Drukloos)	= Drukloos		
<b>Uitvoeringsaspecten, tracé boring, in- en uitreidehoeken, onzekerheids- en wrijvingsfactoren</b>			
Percentage omtrek in aanraking met bentoniet		= 100	%
Soortelijk gewicht boorvloeistof	$\rho_m = 11,5$		kN/m <sup>3</sup>
Zwichtspanning boorvloeistof	$\tau_y = 15$		Pa
Leiding wordt niet verzwaard t.p.v. rollenbaan			
Leiding wordt niet verzwaard t.p.v. boorgang			
Diameter ruimer ivm boorspoeldruk	D <sub>g</sub> = 224		mm
Diameter boorstang	D <sub>b</sub> = 73		mm
Totale lengte	L = 245,91		m
Lengte 1e rechte deel	L <sub>1</sub> = 59,63		m
Lengte neergaande bocht	L <sub>2</sub> = 39,27		m
Lengte 2e rechte deel	L <sub>3</sub> = 43,16		m
Lengte opgaande bocht	L <sub>4</sub> = 39,27		m
Lengte 3e rechte deel	L <sub>5</sub> = 64,58		m
Straal maaiveld/rollenbaan	R <sub>r</sub> = 75,00		m
Straal neergaande bocht	R <sub>1</sub> = 150,00		m
Straal opgaande bocht	R <sub>2</sub> = 150,00		m
Intrede-hoek (bij boorstelling)	$\alpha_1 = 15,00 / 26,79$		° / %
Uitrede-hoek (bij rollenbaan)	$\alpha_2 = 15,00 / 26,79$		° / %
Belastinghoek	$\alpha = 30$		°
Ondersteuningshoek	$\beta = 30$		°
Horizontale steundrukhoek	$\gamma = 120$		°
Geen grondmechanisch onderzoek uitgevoerd	$\gamma = 1,1$		
Totaalfactor bij boring met bundels	f = 1,8		
Belastingfactor, bovengronds	f <sub>k,b</sub> = 1,1		
Belastingfactor, ondergronds	f <sub>k,o</sub> = 1,4		
Onzekerheidsfactor straal, ondergronds	f <sub>r,o</sub> = 0,9		
Wrijvingscoëff. met rollenbaan	f <sub>1</sub> = 0,1		
Wrijving tussen leiding/boorvloeistof	f <sub>2</sub> = 0,00005		N/mm <sup>2</sup>
Wrijving tussen leiding/boorgangwand	f <sub>3</sub> = 0,2		
		08-08-2018 11:54:28	

## Grondmechanische gegevens en verkeersbelasting

Locatie	Afstand t.o.v. intredepunt [m]	Dekking t.o.v. maaiveld [m]	G.W.S. t.o.v. maaiveld [m]	Grond- soort	Volumiek gewicht droge grond [kN/m <sup>3</sup> ]	Volumiek gewicht natte grond [kN/m <sup>3</sup> ]	Wrijvings- hoek grond [°]
kleilaag 1	23,23	5,76	1,00	Klei	17,00	17,00	17,50
1e rechte deel	59,63	15,14	1,00	Zand	17,00	18,00	30,00
w1i1	84,22	19,54	1,00	Zand	17,00	18,00	30,00
w1t1	87,04	18,04	-0,50	Zand	17,00	18,00	30,00
w1t2	88,51	18,04	-0,50	Zand	17,00	18,00	30,00
w1i2	92,62	20,62	1,00	Zand	17,00	18,00	30,00
Neergaande bocht	98,90	21,13	1,00	Zand	17,00	18,00	30,00
A6 start	101,17	21,34	1,00	Zand	17,00	18,00	30,00
Opgaande bocht	142,06	21,59	1,00	Zand	17,00	18,00	30,00
A6 eind	144,76	21,44	1,00	Zand	17,00	18,00	30,00
w2i1	149,80	20,60	1,00	Zand	17,00	18,00	30,00
w2t1	153,66	18,69	-0,50	Zand	17,00	18,00	30,00
w2t2	157,07	18,52	-0,30	Zand	17,00	18,00	30,00
w2i2	161,35	19,06	1,00	Zand	17,00	18,00	30,00
3e rechte deel	181,33	15,60	1,00	Zand	17,00	18,00	30,00
kleilaag 2	217,79	6,70	1,00	Klei	17,00	17,00	17,50

Locatie	Gereduceerde grondbelasting	Dekking holocene grondmassief [m]	Dekking pleistoceen grondmassief [m]	Gewicht nat, pleistoceen [kN/m <sup>3</sup> ]
kleilaag 1	Geen	-	-	-
1e rechte deel	Gelaagd	14,64	0,50	20,00
w1i1	Gelaagd	16,54	3,00	20,00
w1t1	Gelaagd	15,04	3,00	20,00
w1t2	Gelaagd	15,04	3,00	20,00
w1i2	Gelaagd	17,62	3,00	20,00
Neergaande bocht	Gelaagd	17,13	4,00	20,00
A6 start	Gelaagd	16,34	5,00	20,00
Opgaande bocht	Gelaagd	17,59	4,00	20,00
A6 eind	Gelaagd	17,44	4,00	20,00
w2i1	Gelaagd	17,60	3,00	20,00
w2t1	Gelaagd	15,69	3,00	20,00
w2t2	Gelaagd	15,52	3,00	20,00
w2i2	Gelaagd	16,06	3,00	20,00
3e rechte deel	Gelaagd	15,10	0,50	20,00
kleilaag 2	Geen	-	-	-

Locatie	Gemiddelde verticale beddingconstante [N/mm <sup>3</sup> ]	Effectieve cohesie [kN/m <sup>2</sup> ]	E-modulus ondergrond [MN/m <sup>2</sup> ]	Verkeersbelasting
kleilaag 1	-	5,00	2,00	Grafiek ½ x II
1e rechte deel	-	0,00	15,00	Grafiek ½ x II
w1i1	0,0840	0,00	15,00	Geen
w1t1	0,0840	0,00	15,00	Geen
w1t2	0,0840	0,00	15,00	Geen
w1i2	0,0840	0,00	15,00	Geen
Neergaande bocht	0,0840	0,00	15,00	Grafiek ½ x II
A6 start	-	0,00	15,00	Grafiek I
Opgaande bocht	0,0840	0,00	15,00	Grafiek I
A6 eind	0,0840	0,00	15,00	Grafiek I
w2i1	0,0840	0,00	15,00	Geen
w2t1	0,0840	0,00	15,00	Geen
w2t2	0,0840	0,00	15,00	Geen
w2i2	0,0840	0,00	15,00	Geen
3e rechte deel	-	0,00	15,00	Grafiek ½ x II
kleilaag 2	-	5,00	2,00	Grafiek ½ x II



\* Niet op schaal

**2. Eigenschappen van de leiding**

Inwendige middellijn	$D_i = D_e - 2 \cdot d_n$	= 130,80	mm
Gemiddelde middellijn	$D_g = (D_e + D_i)/2$	= 145,40	mm
Uitwendige middellijn+bekleding	$D_o = D_e + 2 \cdot e$	= 160,00	mm
Uitwendige straal	$r_e = D_e / 2$	= 80,00	mm
Inwendige straal	$r_i = D_i / 2$	= 65,40	mm
Gemiddelde straal	$r_g = (r_e + r_i) / 2$	= 72,70	mm
Traagheidsmoment buis	$I_b = (D_e^4 - D_i^4) \cdot \pi / 64$	= 17.801.758,07	mm <sup>4</sup>
Weerstandsmoment buis	$W_b = I_b / r_e$	= 222.521,98	mm <sup>3</sup>
Wandtraagheidsmoment	$I_w = d_n^3 / 12$	= 259,34	mm <sup>4</sup> /mm <sup>1</sup>
Wandweerstandsmoment	$W_w = d_n^2 / 6$	= 35,53	mm <sup>3</sup> /mm <sup>1</sup>
Oppervlakte leiding	$A = \pi \cdot (D_e^2 - D_i^2) / 4$	= 6.669,10	mm <sup>2</sup>
Gewicht leiding	$g = \rho_L \cdot A$	= 0,0637	N/mm <sup>1</sup>

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

	<i>Leiding op rollenbaan/maaiveld</i>	<i>Leiding in boorgat</i>
Gewicht mediumleiding	$g = 0,0637 \text{ N/mm}^1$	$g = 0,0637 \text{ N/mm}^1$
Gewicht vulling	$g_{vul} = \text{N.v.t.} +$	$g_{vul} = \text{N.v.t.} +$
Totaal gewicht	$g_{rol} = 0,0637 \text{ N/mm}^1$	$g_{gat} = 0,0637 \text{ N/mm}^1$

**4. Berekening van de trekkrachten en spanningen bovengronds***4.1 Berekening van de benodigde trekkrachten op rollenbaan/maaiveld*

Trekkraft $T_1$ tijdens verschillende stadia [N]	L [m]	$T_1$ [N]
Starten met trekken	245,91	<b>2.819</b>
Na 1 <sup>e</sup> deel intrekken	181,33	<b>2.079</b>
Na 2 <sup>e</sup> deel intrekken	142,06	<b>1.629</b>
Na 3 <sup>e</sup> deel intrekken	98,90	<b>1.134</b>
Na 4 <sup>e</sup> deel intrekken	59,63	<b>684</b>

$$T_1 = f \cdot L \cdot g_{rol} \cdot f_1 = 1,8 \cdot L \cdot 0,0637 \cdot 0,1$$

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

Spanningen $\sigma_t$ tijdens verschillende stadia [N/mm <sup>2</sup> ]	$T_1$ [N]	$\sigma_t$ [N/mm <sup>2</sup> ]
Starten met trekken	2.819	<b>0,42</b>
Na 1 <sup>e</sup> deel intrekken	2.079	<b>0,31</b>
Na 2 <sup>e</sup> deel intrekken	1.629	<b>0,24</b>
Na 3 <sup>e</sup> deel intrekken	1.134	<b>0,17</b>
Na 4 <sup>e</sup> deel intrekken	684	<b>0,10</b>

$$\sigma_t = \frac{T_1}{A} = \frac{T_1}{6.669,10}$$

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

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

$$M_b = 1,1 \cdot 975 \cdot \frac{17.801.758}{75.000} = 254.565,14 \text{ Nmm}$$

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

$$\sigma_b = \frac{254.565,14}{222.522} = 1,14 \text{ N/mm}^2$$

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

Spanningen $\sigma_a$ tijdens verschillende stadia [N/mm <sup>2</sup> ]	$\sigma_t$ [N/mm <sup>2</sup> ]	$\sigma_a$ [N/mm <sup>2</sup> ]
Starten met trekken	0,42	<b>1,17</b>
Na 1 <sup>e</sup> deel intrekken	0,31	<b>1,06</b>
Na 2 <sup>e</sup> deel intrekken	0,24	<b>0,99</b>
Na 3 <sup>e</sup> deel intrekken	0,17	<b>0,91</b>
Na 4 <sup>e</sup> deel intrekken	0,10	<b>0,85</b>

$$\sigma_a = \alpha_{\sigma} \cdot \sigma_b + \sigma_t = 0,65 \cdot 1,14 + \sigma_t$$

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

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

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

100% van de omtrek van de leiding komt in aanraking met bentoniet. Hieruit volgt:  $D_{e,omtrek} = 502,65 \text{ mm}^1$

Gewicht van de leiding (+vulling) in het boorgat  $g_{gat} = 0,0637 \text{ N/mm}^1$

Gelet op het gewicht van de boorvloeistof:  $g_{opw} = \rho_m \cdot D_e^2 \cdot \pi/4 = 11,5 \cdot 160,00^2 \cdot \pi/4 = 0,231 \text{ N/mm}^1$

Gelet hierop is  $g_{eff} = |g_{gat} - g_{opw}| = 0,168 \text{ N/mm}^1$

Trekkracht $T_2$ en $T_{3a}$ tijdens verschillende stadia [N]	L [m]	$T_2$ [N]	$T_{3a}$ [N]
1 <sup>e</sup> deel intrekken	64,58	<b>6.816</b>	-
2 <sup>e</sup> deel intrekken	103,85	-	<b>10.961</b>
3 <sup>e</sup> deel intrekken	147,01	<b>15.517</b>	-
4 <sup>e</sup> deel intrekken	186,28	-	<b>19.662</b>
Geheel ingetrokken	245,91	<b>25.956</b>	-

Rechte delen:  $T_2 = f \cdot L \cdot (D_{e,omtr} \cdot f_2 + g_{eff} \cdot f_3) = 1,8 \cdot L \cdot (502,65 \cdot 0,00005 + 0,168 \cdot 0,2)$

Gebogen delen:  $T_{3a} = f \cdot L_B \cdot (D_{e,omtr} \cdot f_2 + g_{eff} \cdot f_3) = 1,8 \cdot L \cdot (502,65 \cdot 0,00005 + 0,168 \cdot 0,2)$

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

Locatie	$\lambda$ [mm <sup>-1</sup> ]	R [m]	$Q_r$ [N/mm <sup>2</sup> ]	$T_{3b}$ [N]
w1i1	0,0037	150	0,0036	<b>349</b>
w1t1	0,0037	150	0,0036	<b>349</b>
w1t2	0,0037	150	0,0036	<b>349</b>
w1i2	0,0037	150	0,0036	<b>349</b>
Neergaande bocht	0,0037	150	0,0036	<b>349</b>
Opgaande bocht	0,0037	150	0,0036	<b>349</b>
A6 eind	0,0037	150	0,0036	<b>349</b>
w2i1	0,0037	150	0,0036	<b>349</b>
w2t1	0,0037	150	0,0036	<b>349</b>
w2t2	0,0037	150	0,0036	<b>349</b>
w2i2	0,0037	150	0,0036	<b>349</b>

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

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

$$T_{3b} = f \cdot 4 \cdot \frac{Q_r}{2} \cdot D_o \cdot \frac{\pi}{\lambda} \cdot f_3 = 1,8 \cdot 4 \cdot \frac{Q_r}{2} \cdot 160 \cdot \frac{\pi}{\lambda} \cdot 0,2$$

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

Trekkraft $T_{\text{bocht}}$ tijdens verschillende stadia [N]	$T_1$ [N]	$T_{3a}$ [N]	$T_{3b,neer}$ [N]	$T_{3b,op}$ [N]	$T_{\text{bocht}}$ [N]
Neergaande bocht	1.629	10.961	349	-	<b>12.939</b>
Opgaande bocht	684	19.662	349	349	<b>21.044</b>

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

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

Trekkraft $T_{3c}$ tijdens verschillende stadia [N]	$\alpha$ [°]	$T_{\text{bocht}}$ [N]	$T_{3c}$ [N]
Neergaande bocht	7,50	12.939	<b>1.216</b>
Opgaande bocht	7,50	21.044	<b>1.978</b>

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

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

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

$$\rightarrow T_{3c} = f \cdot 2 \cdot T_{\text{bocht}} \cdot \sin(\alpha) \cdot f_3 = 1,8 \cdot 2 \cdot T_{\text{bocht}} \cdot \sin(\alpha) \cdot 0,2$$

## 5.5 Totalisatie van de trekkrachten in fase II

Trekkraft $T_{\text{tot}}$ tijdens verschillende stadia [N]	$T_1$ [N]	$T_2 / T_{3a}$ [N]	$T_{3b,neer}$ [N]	$T_{3c,neer}$ [N]	$T_{3b,op}$ [N]	$T_{3c,op}$ [N]	$T_{\text{tot}}$ [N]
1 <sup>e</sup> deel intrekken	2.079	6.816	-	-	-	-	<b>8.895</b>
2 <sup>e</sup> deel intrekken	1.629	10.961	349	1.216	-	-	<b>14.155</b>
3 <sup>e</sup> deel intrekken	1.134	15.517	349	1.216	-	-	<b>18.216</b>
4 <sup>e</sup> deel intrekken	684	19.662	349	1.216	349	1.978	<b>24.238</b>
Geheel intrekken	0	25.956	349	1.216	349	1.978	<b>29.848</b>

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

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

Spanningen $\sigma_t$ tijdens verschillende stadia [N/mm <sup>2</sup> ]	$T_{\text{tot}}$ [N]	$\sigma_t$ [N/mm <sup>2</sup> ]
1 <sup>e</sup> deel intrekken	8.895	<b>1,33</b>
2 <sup>e</sup> deel intrekken	14.155	<b>2,12</b>
3 <sup>e</sup> deel intrekken	18.216	<b>2,73</b>
4 <sup>e</sup> deel intrekken	24.238	<b>3,63</b>
Geheel intrekken	29.848	<b>4,48</b>

$$\sigma_t = \frac{T_{\text{tot}}}{A} = \frac{T_{\text{tot}}}{6.669,10}$$



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

## 5.7.1 Neergaande bocht

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

$$M_b = 1,4 \cdot 975 \cdot \frac{17.801.758,07}{0,9 \cdot 150.000} = 179.995,55 \text{ Nmm}$$

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

$$\sigma_b = \frac{179.995,55}{222.521,98} = \mathbf{0,81 \text{ N/mm}^2}$$

## 5.7.2 Opgaande bocht

$$M_b = f_{k,o} \cdot E \cdot \frac{I_b}{0,9 \cdot R}$$

$$M_b = 1,4 \cdot 975 \cdot \frac{17.801.758,07}{0,9 \cdot 150.000} = 179.995,55 \text{ Nmm}$$

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

$$\sigma_b = \frac{179.995,55}{222.521,98} = \mathbf{0,81 \text{ N/mm}^2}$$

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

Spanningen $\sigma_a$ tijdens verschillende stadia [N/mm <sup>2</sup> ]	$T_{tot}$ [N]	$\sigma_t$ [N/mm <sup>2</sup> ]	$\sigma_b$ [N/mm <sup>2</sup> ]	$\sigma_a$ [N/mm <sup>2</sup> ]
Starten met trekken	8.895	1,33	-	<b>1,33</b>
Na 1 <sup>e</sup> deel intrekken	14.155	2,12	0,81	<b>2,65</b>
Na 2 <sup>e</sup> deel intrekken	18.216	2,73	-	<b>2,73</b>
Na 3 <sup>e</sup> deel intrekken	24.238	3,63	0,81	<b>4,16</b>
Na 4 <sup>e</sup> deel intrekken	29.848	4,48	-	<b>4,48</b>

$$\text{Rechte delen: } \sigma_a = \frac{T_{tot}}{A} = \frac{T_{tot}}{6.669,10} = \sigma_t$$

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

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

**6. Fase III: Berekening van de optredende spanningen tijdens de gebruiksfase***6.1 Berekening van de spanningen  $s_p$  en  $s_{pl}$  t.g.v. inwendige druk*

Leiding is drukloos:

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

*6.2 Berekening reroundingfactor  $f_{rr}$* 

Leiding is drukloos:

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

*6.3 Berekening van de neutrale grondbelasting  $Q_n$* 

Locatie	h [m]	GWS [m]	$h_h$ [m]	$h_p$ [m]	$\gamma'$ [kN/m <sup>3</sup> ]	$\gamma'_h$ [kN/m <sup>3</sup> ]	$\gamma'_p$ [kN/m <sup>3</sup> ]
kleilaag 1	5,76	1,00	-	-	10,44	-	-
1e rechte deel	15,14	1,00	14,64	0,50	10,39	10,33	12,00
w1i1	19,54	1,00	16,54	3,00	10,26	9,94	12,00
w1t1	18,04	-0,50	15,04	3,00	9,80	9,36	12,00
w1t2	18,04	-0,50	15,04	3,00	9,80	9,36	12,00
w1i2	20,62	1,00	17,62	3,00	10,23	9,93	12,00
Neergaande bocht	21,13	1,00	17,13	4,00	10,22	9,81	12,00
A6 start	21,34	1,00	16,34	5,00	10,22	9,67	12,00
Opgaande bocht	21,59	1,00	17,59	4,00	10,21	9,81	12,00
A6 eind	21,44	1,00	17,44	4,00	10,22	9,81	12,00
w2i1	20,60	1,00	17,60	3,00	10,23	9,93	12,00
w2t1	18,69	-0,50	15,69	3,00	9,80	9,38	12,00
w2t2	18,52	-0,30	15,52	3,00	9,80	9,37	12,00
w2i2	19,06	1,00	16,06	3,00	10,27	9,94	12,00
3e rechte deel	15,60	1,00	15,10	0,50	10,37	10,32	12,00
kleilaag 2	6,70	1,00	-	-	10,19	-	-

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

$$\gamma'_p = \gamma \cdot \gamma_{n,p} - \gamma_w$$

$$\gamma'_h = \frac{\gamma' \cdot h - \gamma'_p \cdot h_p}{h_h}$$

Locatie	Gereduceerde grondbelasting	$8 \cdot B_1$ [m]	$Q_n$ [N/mm <sup>1</sup> ]	$Q_{n,r}$ [N/mm <sup>1</sup> ]
kleilaag 1	Geen	-	9,62	-
1e rechte deel	Gelaagd	0,98	25,16	8,04 <sup>(1)</sup>
w1i1	Gelaagd	0,98	32,06	0,84 <sup>(1)</sup>
w1t1	Gelaagd	0,98	28,29	0,84 <sup>(1)</sup>
w1t2	Gelaagd	0,98	28,29	0,84 <sup>(1)</sup>
w1i2	Gelaagd	0,98	33,76	0,84 <sup>(1)</sup>
Neergaande bocht	Gelaagd	0,98	34,56	0,82 <sup>(1)</sup>
A6 start	Gelaagd	0,98	34,89	0,82 <sup>(1)</sup>
Opgaande bocht	Gelaagd	0,98	35,28	0,82 <sup>(1)</sup>
A6 eind	Gelaagd	0,98	35,04	0,82 <sup>(1)</sup>
w2i1	Gelaagd	0,98	33,72	0,84 <sup>(1)</sup>
w2t1	Gelaagd	0,98	29,31	0,84 <sup>(1)</sup>
w2t2	Gelaagd	0,98	29,04	0,84 <sup>(1)</sup>
w2i2	Gelaagd	0,98	31,31	0,84 <sup>(1)</sup>
3e rechte deel	Gelaagd	0,98	25,88	8,26 <sup>(1)</sup>
kleilaag 2	Geen	-	10,93	-

$$B_1 = \frac{1}{2} \cdot D_o + D_o \cdot \tan(45^\circ - \frac{1}{2} \cdot \varphi) \geq R$$

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

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

Indien gereduceerde grondbelasting volgens berekeningswijze 'Gelaagd': ( $h_p \geq 8 \cdot B_1$ ):

$$\sigma_c = \gamma'_h \cdot h_h$$

$$Q_{n,r} = \frac{B_1 \cdot \gamma'_p}{K \cdot \tan(\varphi)} \cdot \left(1 - e^{\frac{-K \cdot h_p \cdot \tan \varphi}{B_1}}\right) \cdot D_o + \sigma_c \cdot D_o \cdot e^{\frac{-K \cdot h_p \cdot \tan \varphi}{B_1}} \quad (1)$$

6.4 Berekening van de verkeersbelasting  $Q_v$ 

Locatie	Dekking t.o.v. maaiveld [m]	Verkeers- belasting	$q_v$ [kN/m <sup>2</sup> ]	$Q_v$ [N/mm <sup>1</sup> ]
kleilaag 1	5,76	Grafiek ½ x II	1,69	0,27
1e rechte deel	15,14	Grafiek ½ x II	0,45	0,07
w1i1	19,54	Geen	0,00	0,00
w1t1	18,04	Geen	0,00	0,00
w1t2	18,04	Geen	0,00	0,00
w1i2	20,62	Geen	0,00	0,00
Neergaande bocht	21,13	Grafiek ½ x II	0,26	0,04
A6 start	21,34	Grafiek I	1,17	0,19
Opgaande bocht	21,59	Grafiek I	1,14	0,18
A6 eind	21,44	Grafiek I	1,16	0,18
w2i1	20,60	Geen	0,00	0,00
w2t1	18,69	Geen	0,00	0,00
w2t2	18,52	Geen	0,00	0,00
w2i2	19,06	Geen	0,00	0,00
3e rechte deel	15,60	Grafiek ½ x II	0,43	0,07
kleilaag 2	6,70	Grafiek ½ x II	1,40	0,22

$$Q_v = q_v \cdot D_o = q_v \cdot 160$$

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

Locatie	$Q_n$ [N/mm <sup>1</sup> ]	$Q_{n,r}$ [N/mm <sup>1</sup> ]	$Q_v$ [N/mm <sup>1</sup> ]	$Q_{boven}$ [N/mm <sup>1</sup> ]	$M_q$ [Nmm]	$\sigma_q$ [N/mm <sup>2</sup> ]
kleilaag 1	9,62	-	0,27	9,89	184,76 <sup>(1)</sup>	<b>5,20</b>
1e rechte deel	25,16	8,04	0,07	8,11	151,60 <sup>(2)</sup>	<b>4,27</b>
w1i1	32,06	0,84	0,00	0,84	15,68 <sup>(2)</sup>	<b>0,44</b>
w1t1	28,29	0,84	0,00	0,84	15,62 <sup>(2)</sup>	<b>0,44</b>
w1t2	28,29	0,84	0,00	0,84	15,62 <sup>(2)</sup>	<b>0,44</b>
w1i2	33,76	0,84	0,00	0,84	15,71 <sup>(2)</sup>	<b>0,44</b>
Neergaande bocht	34,56	0,82	0,04	0,86	16,09 <sup>(2)</sup>	<b>0,45</b>
A6 start	34,89	0,82	0,19	1,00	18,76 <sup>(2)</sup>	<b>0,53</b>
Opgaande bocht	35,28	0,82	0,18	1,00	18,72 <sup>(2)</sup>	<b>0,53</b>
A6 eind	35,04	0,82	0,18	1,00	18,76 <sup>(2)</sup>	<b>0,53</b>
w2i1	33,72	0,84	0,00	0,84	15,71 <sup>(2)</sup>	<b>0,44</b>
w2t1	29,31	0,84	0,00	0,84	15,64 <sup>(2)</sup>	<b>0,44</b>
w2t2	29,04	0,84	0,00	0,84	15,63 <sup>(2)</sup>	<b>0,44</b>
w2i2	31,31	0,84	0,00	0,84	15,67 <sup>(2)</sup>	<b>0,44</b>
3e rechte deel	25,88	8,26	0,07	8,33	155,70 <sup>(2)</sup>	<b>4,38</b>
kleilaag 2	10,93	-	0,22	11,15	208,35 <sup>(1)</sup>	<b>5,86</b>

$$M_q = K_b \cdot (Q_n + Q_v) \cdot r_g = 0,257 \cdot (Q_n + Q_v) \cdot 72,70 \quad (1)$$

$$M_q = K_b \cdot (Q_{n,r} + Q_v) \cdot r_g = 0,257 \cdot (Q_{n,r} + Q_v) \cdot 72,70 \quad (2)$$

$$\sigma_q = f_{rr} \cdot \frac{M_q}{W_w} = 1,00 \cdot \frac{M_q}{35,53}$$

6.6 Optredende spanning  $s_{qr}$  t.g.v. grondreactie in de bochten

Locatie	R [m]	$Q_r$ [N/mm <sup>2</sup> ]	$\sigma_{qr}$ [N/mm <sup>2</sup> ]
w1i1	150	0,0036	0,23
w1t1	150	0,0036	0,23
w1t2	150	0,0036	0,23
w1i2	150	0,0036	0,23
Neergaande bocht	150	0,0036	0,23
Opgaande bocht	150	0,0036	0,23
A6 eind	150	0,0036	0,23
w2i1	150	0,0036	0,23
w2t1	150	0,0036	0,23
w2t2	150	0,0036	0,23
w2i2	150	0,0036	0,23

$$\sigma_{qr} = K_{b,ind} \cdot Q_r \cdot D_o \cdot \frac{r_u}{W_w} = 0,179 \cdot Q_r \cdot 160 \cdot \frac{80,00}{35,53}$$

6.7 Berekening van de spanning  $s_{ax}$  t.g.v. temperatuurverschil

Leiding is drukloos

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

7. Toetsing op minimale ringstijfheid  $S_N$ 

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

$$S_N = 975 \cdot \frac{259,34}{145,4^3} = 0,0823 \text{ N/mm}^2 = \mathbf{82,26 \text{ kN/m}^2}$$

Minimaal vereiste ringstijfheid = 2 kN/m<sup>2</sup>

## 8. Toetsing op implosie: berekening van de alzijdige overdruk

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

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

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

$$p_{o,kort} = \frac{1}{1,5 \cdot (1 - 0,4^2)} \cdot \frac{24 \cdot 975,00 \cdot 259,34}{145,40^3} = 1,57 \text{ N/mm}^2$$

$$p_{o,lang} = \frac{1}{3 \cdot (1 - 0,4^2)} \cdot \frac{24 \cdot 350,00 \cdot 259,34}{145,40^3} = 0,28 \text{ N/mm}^2$$

Conclusie: Kans op implosie bij **28,12** m grondwater boven de leiding

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

Locatie	$\sigma_q$ [N/mm <sup>2</sup> ]	$\sigma_{qr}$ [N/mm <sup>2</sup> ]	$\alpha_\sigma$ [-]	$\sigma_{y2}$ [N/mm <sup>2</sup> ]
kleilaag 1	5,20	-	0,65	<b>3,38</b>
1e rechte deel	4,27	-	0,65	<b>2,77</b>
w1i1	0,44	0,23	0,65	<b>0,44</b>
w1t1	0,44	0,23	0,65	<b>0,44</b>
w1t2	0,44	0,23	0,65	<b>0,44</b>
w1i2	0,44	0,23	0,65	<b>0,44</b>
Neergaande bocht	0,45	0,23	0,65	<b>0,45</b>
A6 start	0,53	-	0,65	<b>0,34</b>
Opgaande bocht	0,53	0,23	0,65	<b>0,49</b>
A6 eind	0,53	0,23	0,65	<b>0,49</b>
w2i1	0,44	0,23	0,65	<b>0,44</b>
w2t1	0,44	0,23	0,65	<b>0,44</b>
w2t2	0,44	0,23	0,65	<b>0,44</b>
w2i2	0,44	0,23	0,65	<b>0,44</b>
3e rechte deel	4,38	-	0,65	<b>2,85</b>
kleilaag 2	5,86	-	0,65	<b>3,81</b>

Rechte delen:  $\sigma_{y2} = \alpha_\sigma \cdot \sigma_q$ Bochten:  $\sigma_{y2} = \alpha_\sigma \cdot (\sigma_q + \sigma_{qr})$ Toelaatbare spanning:  $\sigma_{ld} = \bar{\sigma}_t = 8,00$  N/mm<sup>2</sup>*9.2 Optredende spanningen in langsrichting van de leiding*

Locatie	$\sigma_{pl}$ [N/mm <sup>2</sup> ]	$\sigma_{ax}$ [N/mm <sup>2</sup> ]	$\sigma_b$ [N/mm <sup>2</sup> ]	$\alpha_\sigma$ [-]	$\sigma_x$ [N/mm <sup>2</sup> ]
kleilaag 1	0,00	0,00	-	-	<b>0,00</b>
1e rechte deel	0,00	0,00	-	-	<b>0,00</b>
w1i1	0,00	0,00	0,81	0,65	<b>0,53</b>
w1t1	0,00	0,00	0,81	0,65	<b>0,53</b>
w1t2	0,00	0,00	0,81	0,65	<b>0,53</b>
w1i2	0,00	0,00	0,81	0,65	<b>0,53</b>
Neergaande bocht	0,00	0,00	0,81	0,65	<b>0,53</b>
A6 start	0,00	0,00	-	-	<b>0,00</b>
Opgaande bocht	0,00	0,00	0,81	0,65	<b>0,53</b>
A6 eind	0,00	0,00	0,81	0,65	<b>0,53</b>
w2i1	0,00	0,00	0,81	0,65	<b>0,53</b>
w2t1	0,00	0,00	0,81	0,65	<b>0,53</b>
w2t2	0,00	0,00	0,81	0,65	<b>0,53</b>
w2i2	0,00	0,00	0,81	0,65	<b>0,53</b>
3e rechte deel	0,00	0,00	-	-	<b>0,00</b>
kleilaag 2	0,00	0,00	-	-	<b>0,00</b>

Rechte delen:  $\sigma_x = \sigma_{ax}$ Bochten:  $\sigma_x = \sigma_{ax} + \alpha_\sigma \cdot \sigma_b$ Toelaatbare spanning:  $\sigma_{ld} = \bar{\sigma}_t = 8,00$  N/mm<sup>2</sup>

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

Locatie	Q <sub>n</sub> [N/mm <sup>1</sup> ]	Q <sub>n,r</sub> [N/mm <sup>1</sup> ]	Q <sub>v</sub> [N/mm <sup>1</sup> ]	Q <sub>r</sub> [N/mm <sup>2</sup> ]	δ <sub>Y</sub> [mm]	δ <sub>Y</sub> /D <sub>g</sub> [%]
kleilaag 1	9,62	-	0,27	-	<b>1,30</b> <sup>(1)</sup>	0,89
1e rechte deel	25,16	8,04	0,07	-	<b>2,11</b> <sup>(2)</sup>	1,12
w1i1	32,06	0,84	0,00	0,0036	<b>0,22</b> <sup>(2)</sup>	0,12
w1t1	28,29	0,84	0,00	0,0036	<b>0,22</b> <sup>(2)</sup>	0,12
w1t2	28,29	0,84	0,00	0,0036	<b>0,22</b> <sup>(2)</sup>	0,12
w1i2	33,76	0,84	0,00	0,0036	<b>0,22</b> <sup>(2)</sup>	0,12
Neergaande bocht	34,56	0,82	0,04	0,0036	<b>0,22</b> <sup>(2)</sup>	0,12
A6 start	34,89	0,82	0,19	-	<b>0,26</b> <sup>(2)</sup>	0,14
Opgaande bocht	35,28	0,82	0,18	0,0036	<b>0,26</b> <sup>(2)</sup>	0,14
A6 eind	35,04	0,82	0,18	0,0036	<b>0,26</b> <sup>(2)</sup>	0,14
w2i1	33,72	0,84	0,00	0,0036	<b>0,22</b> <sup>(2)</sup>	0,12
w2t1	29,31	0,84	0,00	0,0036	<b>0,22</b> <sup>(2)</sup>	0,12
w2t2	29,04	0,84	0,00	0,0036	<b>0,22</b> <sup>(2)</sup>	0,12
w2i2	31,31	0,84	0,00	0,0036	<b>0,22</b> <sup>(2)</sup>	0,12
3e rechte deel	25,88	8,26	0,07	-	<b>2,16</b> <sup>(2)</sup>	1,15
kleilaag 2	10,93	-	0,22	-	<b>1,46</b> <sup>(1)</sup>	1,01

$$\delta_Y = \frac{(0,089 \cdot Q - 0,083 \cdot Q_{n,h} + 0,048 \cdot Q_r) \cdot r_g^3}{E' \cdot I_w} \quad (1)$$

$$\delta_Y = \frac{(0,089 \cdot (Q_n + Q_v) - 0,083 \cdot (1 - \sin \varphi) \cdot (Q_n + Q_v) + 0,048 \cdot Q_r) \cdot 72,70^3}{350 \cdot 259,34}$$

$$\delta_Y = \frac{(0,089 \cdot Q - 0,083 \cdot Q_{h,r} + 0,048 \cdot Q_r) \cdot r_g^3}{E' \cdot I_w} \quad (2)$$

$$\delta_Y = \frac{(0,089 \cdot (Q_{n,r} + Q_v) - 0,083 \cdot \frac{(1 - \sin \varphi)}{(1 + \sin \varphi)} \cdot (Q_{n,r} + Q_v) + 0,048 \cdot Q_r) \cdot 72,70^3}{350 \cdot 259,34}$$

Toelaatbare deflectie = 8% · D<sub>g</sub> = 0,08 · 145,40 = **11,63 mm**

Sterkteberekening van een horizontaal gestuurde boring conform NEN 3650/3651:2012		Sigma 2018 1.5 ©	
<b>Algemene gegevens</b>			
Naam van het project	: Aanleg mantelbuis HDD A6		
Projectonderdeel	: PE160 SDR11 drukloos bundel - pilot		
<b>Materiaalgegevens</b>			
Materiaalsoort:	PE		
Kwaliteit:	PE 100 SDR 11		
Lange-duur treksterkte	MRS = 10		N/mm <sup>2</sup>
Materiaalfactor	$\gamma_M = 1,25$		-
Toelaatbare langeduur spanning	$\bar{\sigma}_t = 8,00$		N/mm <sup>2</sup>
Elasticiteitsmodulus korte duur	E = 975		N/mm <sup>2</sup>
Elasticiteitsmodulus lange duur	E' = 350		N/mm <sup>2</sup>
Lineaire uitzettingscoëfficiënt	$\alpha_g = 16,0 \cdot 10^{-5}$		mm/(mm·K)
Alfa Tangentiëel / Alfa Axiaal	$\alpha_\sigma = 0,65$		-
Soortelijk gewicht buis	$\rho_L = 9,55$		kN/m <sup>3</sup>
Toelaatbare deflectie	$\delta = 8$		%
<b>Leidinggegevens</b>			
Uitwendige middellijn	D <sub>e</sub> = 160,00		mm
Wanddikte	d <sub>n</sub> = 14,6		mm
<b>Procesgegevens</b>			
Soort leiding (Vloeistof / Gas / Drukloos)	= Drukloos		
<b>Uitvoeringsaspecten, tracé boring, in- en uitredehoeken, onzekerheids- en wrijvingsfactoren</b>			
Percentage omtrek in aanraking met bentoniet		= 100	%
Soortelijk gewicht boorvloeistof	$\rho_m = 11,5$		kN/m <sup>3</sup>
Zwichtspanning boorvloeistof	$\tau_y = 15$		Pa
Leiding wordt niet verzwaaard t.p.v. rollenbaan			
Leiding wordt niet verzwaaard t.p.v. boorgang			
Diameter ruimer ivm boorspoeldruk	D <sub>g</sub> = 180		mm
Diameter boorstang	D <sub>b</sub> = 73		mm
Totale lengte	L = 245,91		m
Lengte 1e rechte deel	L <sub>1</sub> = 59,63		m
Lengte neergaande bocht	L <sub>2</sub> = 39,27		m
Lengte 2e rechte deel	L <sub>3</sub> = 43,16		m
Lengte opgaande bocht	L <sub>4</sub> = 39,27		m
Lengte 3e rechte deel	L <sub>5</sub> = 64,58		m
Straal maaiveld/rollenbaan	R <sub>r</sub> = 75,00		m
Straal neergaande bocht	R <sub>1</sub> = 150,00		m
Straal opgaande bocht	R <sub>2</sub> = 150,00		m
Intrede-hoek (bij boorstelling)	$\alpha_1 = 15,00 / 26,79$		° / %
Uitrede-hoek (bij rollenbaan)	$\alpha_2 = 15,00 / 26,79$		° / %
Belastinghoek	$\alpha = 30$		°
Ondersteuningshoek	$\beta = 30$		°
Horizontale steundrukhoek	$\gamma = 120$		°
Geen grondmechanisch onderzoek uitgevoerd	$\gamma = 1,1$		
Totaalfactor bij boring met bundels	f = 1,8		
Belastingfactor, bovengronds	f <sub>k,b</sub> = 1,1		
Belastingfactor, ondergronds	f <sub>k,o</sub> = 1,4		
Onzekerheidsfactor straal, ondergronds	f <sub>r,o</sub> = 0,9		
Wrijvingscoëff. met rollenbaan	f <sub>1</sub> = 0,1		
Wrijving tussen leiding/boorvloeistof	f <sub>2</sub> = 0,00005		N/mm <sup>2</sup>
Wrijving tussen leiding/boorgangwand	f <sub>3</sub> = 0,2		
		08-08-2018 11:55:25	

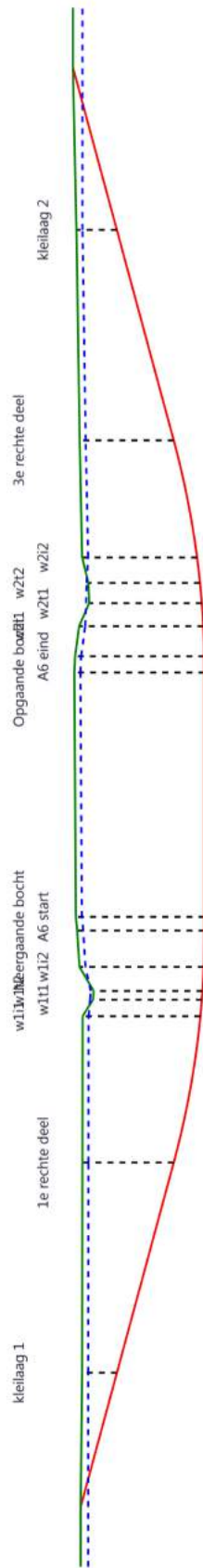


## Grondmechanische gegevens en verkeersbelasting

Locatie	Afstand t.o.v. intredepunt [m]	Dekking t.o.v. maaiveld [m]	G.W.S. t.o.v. maaiveld [m]	Grond- soort	Volumiek gewicht droge grond [kN/m <sup>3</sup> ]	Volumiek gewicht natte grond [kN/m <sup>3</sup> ]	Wrijvings- hoek grond [°]
kleilaag 1	23,23	5,76	1,00	Klei	17,00	17,00	17,50
1e rechte deel	59,63	15,14	1,00	Zand	17,00	18,00	30,00
w1i1	84,22	19,54	1,00	Zand	17,00	18,00	30,00
w1t1	87,04	18,04	-0,50	Zand	17,00	18,00	30,00
w1t2	88,51	18,04	-0,50	Zand	17,00	18,00	30,00
w1i2	92,62	20,62	1,00	Zand	17,00	18,00	30,00
Neergaande bocht	98,90	21,13	1,00	Zand	17,00	18,00	30,00
A6 start	101,17	21,34	1,00	Zand	17,00	18,00	30,00
Opgaande bocht	142,06	21,59	1,00	Zand	17,00	18,00	30,00
A6 eind	144,76	21,44	1,00	Zand	17,00	18,00	30,00
w2i1	149,80	20,60	1,00	Zand	17,00	18,00	30,00
w2t1	153,66	18,69	-0,50	Zand	17,00	18,00	30,00
w2t2	157,07	18,52	-0,30	Zand	17,00	18,00	30,00
w2i2	161,35	19,06	1,00	Zand	17,00	18,00	30,00
3e rechte deel	181,33	15,60	1,00	Zand	17,00	18,00	30,00
kleilaag 2	217,79	6,70	1,00	Klei	17,00	17,00	17,50

Locatie	Gereduceerde grondbelasting	Dekking holocene grondmassief [m]	Dekking pleistoceen grondmassief [m]	Gewicht nat, pleistoceen [kN/m <sup>3</sup> ]
kleilaag 1	Geen	-	-	-
1e rechte deel	Gelaagd	14,64	0,50	20,00
w1i1	Gelaagd	16,54	3,00	20,00
w1t1	Gelaagd	15,04	3,00	20,00
w1t2	Gelaagd	15,04	3,00	20,00
w1i2	Gelaagd	17,62	3,00	20,00
Neergaande bocht	Gelaagd	17,13	4,00	20,00
A6 start	Gelaagd	16,34	5,00	20,00
Opgaande bocht	Gelaagd	17,59	4,00	20,00
A6 eind	Gelaagd	17,44	4,00	20,00
w2i1	Gelaagd	17,60	3,00	20,00
w2t1	Gelaagd	15,69	3,00	20,00
w2t2	Gelaagd	15,52	3,00	20,00
w2i2	Gelaagd	16,06	3,00	20,00
3e rechte deel	Gelaagd	15,10	0,50	20,00
kleilaag 2	Geen	-	-	-

Locatie	Gemiddelde verticale beddingconstante [N/mm <sup>3</sup> ]	Effectieve cohesie [kN/m <sup>2</sup> ]	E-modulus ondergrond [MN/m <sup>2</sup> ]	Verkeersbelasting
kleilaag 1	-	5,00	2,00	Grafiek ½ x II
1e rechte deel	-	0,00	15,00	Grafiek ½ x II
w1i1	0,0840	0,00	15,00	Geen
w1t1	0,0840	0,00	15,00	Geen
w1t2	0,0840	0,00	15,00	Geen
w1i2	0,0840	0,00	15,00	Geen
Neergaande bocht	0,0840	0,00	15,00	Grafiek ½ x II
A6 start	-	0,00	15,00	Grafiek I
Opgaande bocht	0,0840	0,00	15,00	Grafiek I
A6 eind	0,0840	0,00	15,00	Grafiek I
w2i1	0,0840	0,00	15,00	Geen
w2t1	0,0840	0,00	15,00	Geen
w2t2	0,0840	0,00	15,00	Geen
w2i2	0,0840	0,00	15,00	Geen
3e rechte deel	-	0,00	15,00	Grafiek ½ x II
kleilaag 2	-	5,00	2,00	Grafiek ½ x II



\* Niet op schaal

**2. Berekening van de boorspoeldrukken tijdens de trekfase**

Locatie	H [m]	$\sigma_{\text{vert}}$ [kN/m <sup>2</sup> ]	$\sigma_{\text{hor}}$ [kN/m <sup>2</sup> ]	$\sigma_o'$ [kN/m <sup>2</sup> ]	$p'_f$ [kN/m <sup>2</sup> ]	G [MN/m <sup>2</sup> ]
kleilaag 1	5,76	41,42	28,96	35,19	50,54	0,71
1e rechte deel	15,14	105,44	52,72	79,08	118,62	5,77
w1i1	19,54	133,44	66,72	100,08	150,12	5,77
w1t1	18,04	114,80	57,40	86,10	129,15	5,77
w1t2	18,04	114,80	57,40	86,10	129,15	5,77
w1i2	20,62	140,31	70,15	105,23	157,85	5,77
Neergaande bocht	21,13	143,55	71,78	107,67	161,50	5,77
A6 start	21,34	144,89	72,45	108,67	163,00	5,77
Opgaande bocht	21,59	146,48	73,24	109,86	164,79	5,77
A6 eind	21,44	145,53	72,76	109,15	163,72	5,77
w2i1	20,60	140,18	70,09	105,14	157,70	5,77
w2t1	18,69	118,94	59,47	89,20	133,80	5,77
w2t2	18,52	117,85	58,93	88,39	132,59	5,77
w2i2	19,06	130,38	65,19	97,79	146,68	5,77
3e rechte deel	15,60	108,36	54,18	81,27	121,91	5,77
kleilaag 2	6,70	46,55	32,55	39,55	56,21	0,71

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

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

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

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

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

Locatie	Q [-]	R <sub>p,max</sub> [m]	u [N/mm <sup>2</sup> ]	p <sub>st</sub> [N/mm <sup>2</sup> ]	Δ <sub>p</sub> [N/mm <sup>2</sup> ]	p <sub>lim</sub> [N/mm <sup>2</sup> ]
kleilaag 1	0,021	2,88	0,0476	0,05370	0,01	0,19
1e rechte deel	0,0069	0,34	0,1414	0,1595	0,03	0,77
w1i1	0,0087	0,31	0,1854	0,2092	0,05	0,92
w1t1	0,0075	0,33	0,1854	0,2092	0,05	0,85
w1t2	0,0075	0,33	0,1854	0,2092	0,05	0,85
w1i2	0,0091	0,30	0,1962	0,2213	0,05	0,95
Neergaande bocht	0,0093	0,29	0,2013	0,2271	0,06	0,97
A6 start	0,0094	0,29	0,2034	0,2295	0,06	0,98
Opgaande bocht	0,0095	0,29	0,2059	0,2323	0,08	0,98
A6 eind	0,0095	0,29	0,2044	0,2306	0,08	0,98
w2i1	0,0091	0,30	0,1960	0,2211	0,08	0,95
w2t1	0,0077	0,32	0,1919	0,2165	0,09	0,87
w2t2	0,0077	0,33	0,1882	0,2123	0,09	0,86
w2i2	0,0085	0,31	0,1806	0,2037	0,09	0,90
3e rechte deel	0,0070	0,34	0,1460	0,1647	0,10	0,78
kleilaag 2	0,023	3,35	0,0570	0,06430	0,12	0,21

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

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

$$u = \gamma_w \cdot H_n$$

$$p_{st} = \rho_m \cdot g \cdot h_z$$

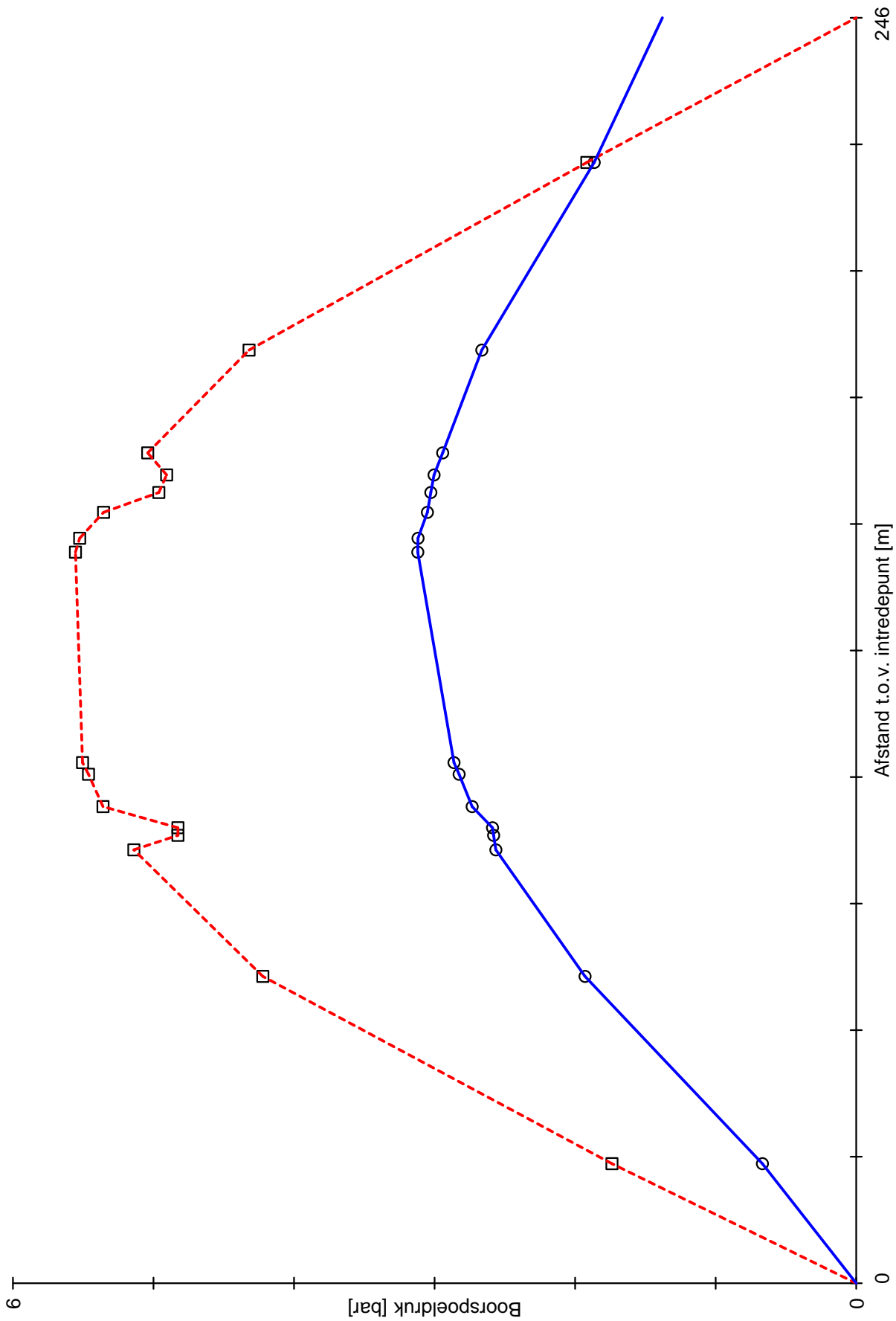
$$\Delta_p = 4 \cdot \frac{\tau_y}{D_g - D_b} \cdot L$$

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

Locatie	$p_{\max}$ [kPa]	90% $p_{lim}$ [kPa]	$p_{min}$ [kPa]	$p_{\max}$ [bar]	90% $p_{lim}$ [bar]	$p_{min}$ [bar]
kleilaag 1	191,43	<b>173,77</b>	<b>66,73</b>	1,91	<b>1,74</b>	<b>0,67</b>
1e rechte deel	<b>422,19</b>	689,28	<b>192,96</b>	<b>4,22</b>	6,89	<b>1,93</b>
w1i1	<b>513,92</b>	824,43	<b>256,39</b>	<b>5,14</b>	8,24	<b>2,56</b>
w1t1	<b>482,57</b>	761,68	<b>257,97</b>	<b>4,83</b>	7,62	<b>2,58</b>
w1t2	<b>482,57</b>	761,68	<b>258,79</b>	<b>4,83</b>	7,62	<b>2,59</b>
w1i2	<b>535,91</b>	856,54	<b>273,28</b>	<b>5,36</b>	8,57	<b>2,73</b>
Neergaande bocht	<b>546,23</b>	871,57	<b>282,55</b>	<b>5,46</b>	8,72	<b>2,83</b>
A6 start	<b>550,47</b>	877,74	<b>286,20</b>	<b>5,50</b>	8,78	<b>2,86</b>
Opgaande bocht	<b>555,50</b>	885,07	<b>311,95</b>	<b>5,56</b>	8,85	<b>3,12</b>
A6 eind	<b>552,48</b>	880,67	<b>311,77</b>	<b>5,52</b>	8,81	<b>3,12</b>
w2i1	<b>535,50</b>	855,95	<b>305,12</b>	<b>5,36</b>	8,56	<b>3,05</b>
w2t1	<b>496,17</b>	781,73	<b>302,66</b>	<b>4,96</b>	7,82	<b>3,03</b>
w2t2	<b>490,62</b>	774,70	<b>300,39</b>	<b>4,91</b>	7,75	<b>3,00</b>
w2i2	<b>504,09</b>	810,03	<b>294,22</b>	<b>5,04</b>	8,10	<b>2,94</b>
3e rechte deel	<b>431,96</b>	703,77	<b>266,39</b>	<b>4,32</b>	7,04	<b>2,66</b>
kleilaag 2	211,75	<b>191,66</b>	<b>186,43</b>	2,12	<b>1,92</b>	<b>1,86</b>

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

$$p_{\min} = p_{st} + \Delta p$$



Maximaal toelaatbare boorspoeldruk  
Minimaal benodigde boorspoeldruk

1.5.0.0/07-2018/10-10243295

08-08-2018 11:55:26

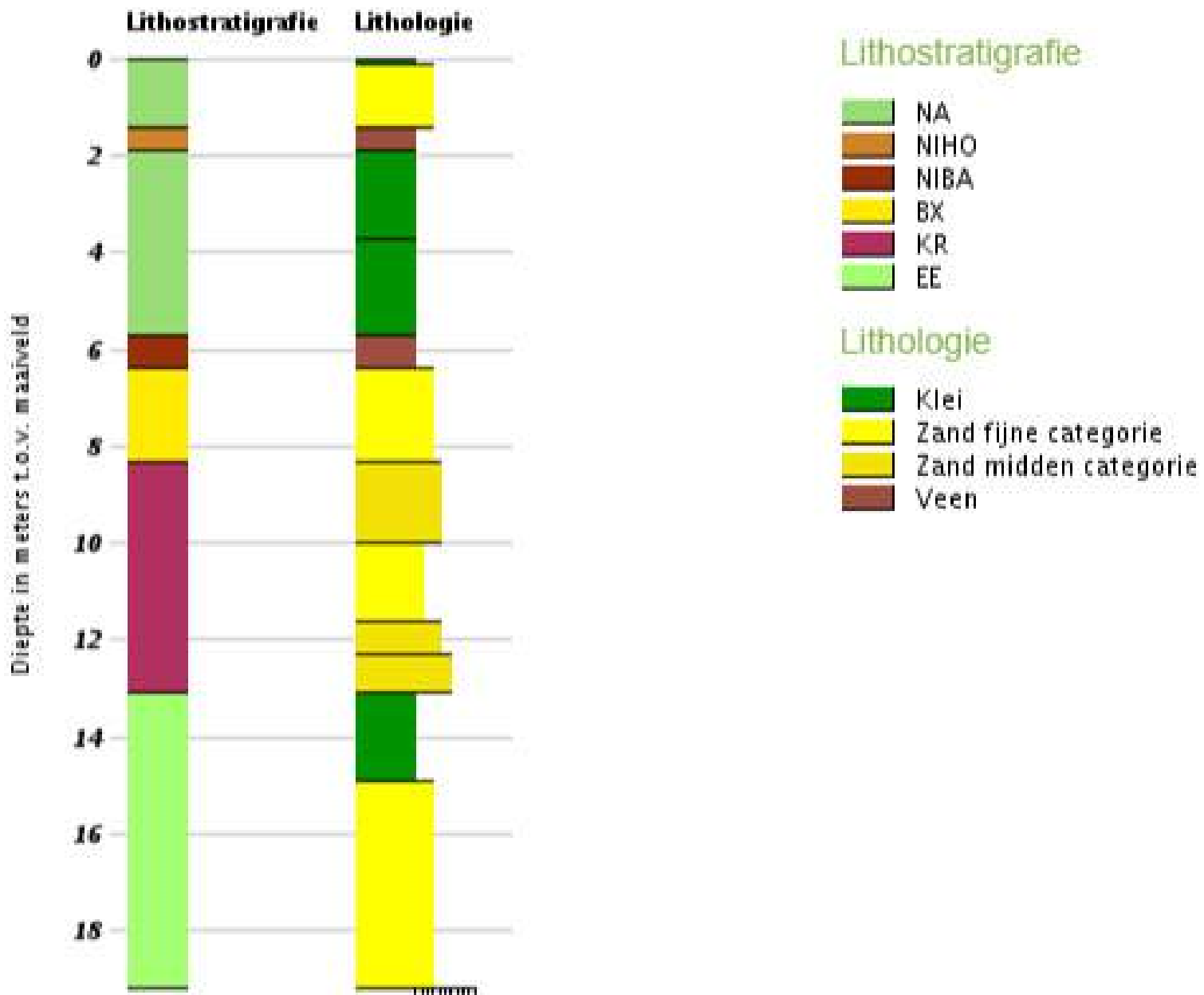


## BIJLAGE: TOEGEPAST GRONDONDERZOEK



# Boormonsterprofiel

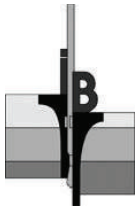
Identificatie: B20G0098  
Coördinaten: 165000, 509250 (RD)  
Maaiveld: -4.50 m t.o.v. NAP  
Dieptetraject t.o.v. Maaiveld: 0.00 m - 19.20 m





**INPIJN-BLOKPOEL**  
**ingenieursbureau**

**Geotechniek - Milieutechniek**



## Geotechnisch onderzoek IJsselmeerdijk thv dijkpaal 17.6 t/m 35.1 te Lelystad

**Betreft** Resultaten geotechnisch onderzoek

**Opdrachtnummer** 02P010102

**Documentnummer** 02P010102-RG-01

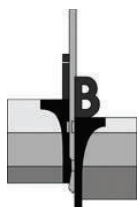
**Opdrachtgever** Waterschap Zuiderzeeland  
Postbus 229  
8200 AE LELYSTAD

**Opgesteld door** : F.W.A. van Heerebeek  
**Gezien** : J.W.M.J. Duitsman  
**Status** : Definitief  
**Codering** : RG

Paraaf :

Paraaf :

**Datum rapport** : 13 november 2017



Opdracht : 02P010102  
Document : 02P010102-01  
Project : Geotechnisch onderzoek IJsselmeerdijk thv dijkpaal 17.6 t/m 35.1 te Lelystad

---

## INHOUDSOPGAVE

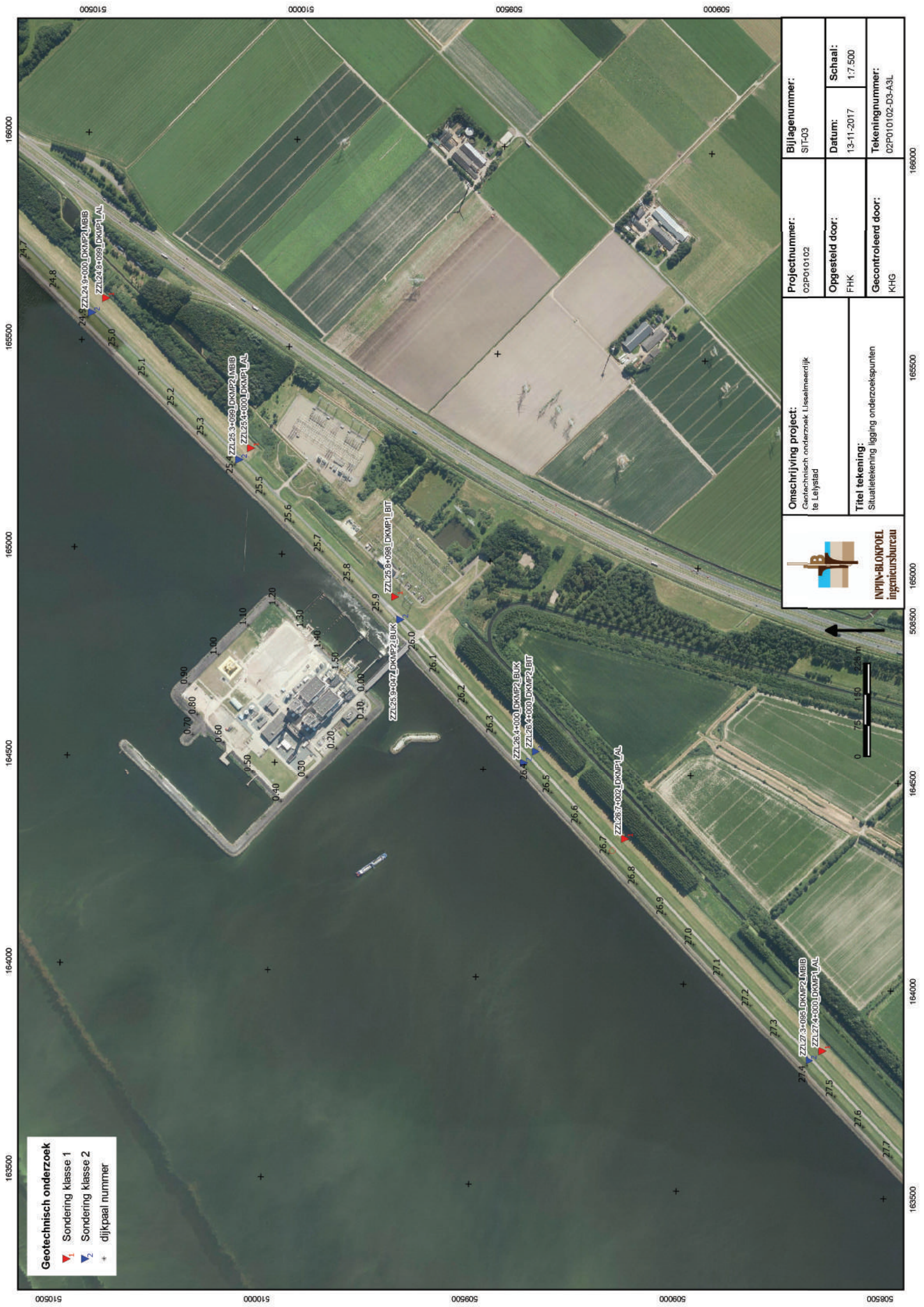
<b>1. INLEIDING</b> .....	<b>1</b>
<b>2. ONDERZOEK</b> .....	<b>1</b>
2.1 SONDERINGEN.....	1
2.2 INMETING EN WATERPASSING .....	2

### BIJLAGEN:

- A) Situatietekening
- B) Waterpasstaat
- C) Sondeergrafieken klasse 1
- D) Sondeergrafieken klasse 2
- E) Toetsing toepassingsklasse
- F) Verklaring codering

### VERZENDLIJST

1 x Waterschap Zuiderzeeland te LELYSTAD t.a.v. David-Jan Smeenge  
[d.smeenge@zuiderdeeland.nl](mailto:d.smeenge@zuiderdeeland.nl)



**Geotechnisch onderzoek**

- ▲ Sondering klasse 1
- ▲ Sondering klasse 2
- +
- dijkpaal nummer

<b>Omschrijving project:</b> Geotechnisch onderzoek Lisselmeerdijk te Lelystad	<b>Bijlagennummer:</b> SIT-03
	<b>Projectnummer:</b> 02PO10102
<b>Titel tekening:</b> Situatietekening ligging onderzoeksputten	<b>Opgesteld door:</b> FHK
	<b>Datum:</b> 13-11-2017
<b>Schaal:</b> 1:7.500	
<b>Gecontroleerd door:</b> KHG	
<b>Tekeningnummer:</b> 02PO10102-D3-A3L	

**INPIJN-BLOKPOEL**  
ingenieursbureau



163500 164000 164500 165000 165500 166000

000015 000015 000015 000015 000015

000605 000605 000605 000605 000605

000805 000805 000805 000805 000805

24.7 24.8 24.8 25.0 25.1 25.2 25.3 25.4 25.5 25.6 25.7 25.8 25.9 26.0 26.1 26.2 26.3 26.4 26.5 26.6 26.7 26.8 26.9 27.0 27.1 27.2 27.3 27.4 27.5 27.6 27.7

ZZ124.9+000\_DKMP2\_MIBIB  
ZZ124.8+000\_DKMP1\_AL

ZZ125.3+000\_DKMP2\_MIBIB  
ZZ125.4+000\_DKMP1\_AL

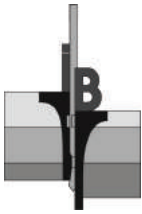
ZZ125.8+000\_DKMP1\_BIT

ZZ125.9+000\_DKMP2\_BUK

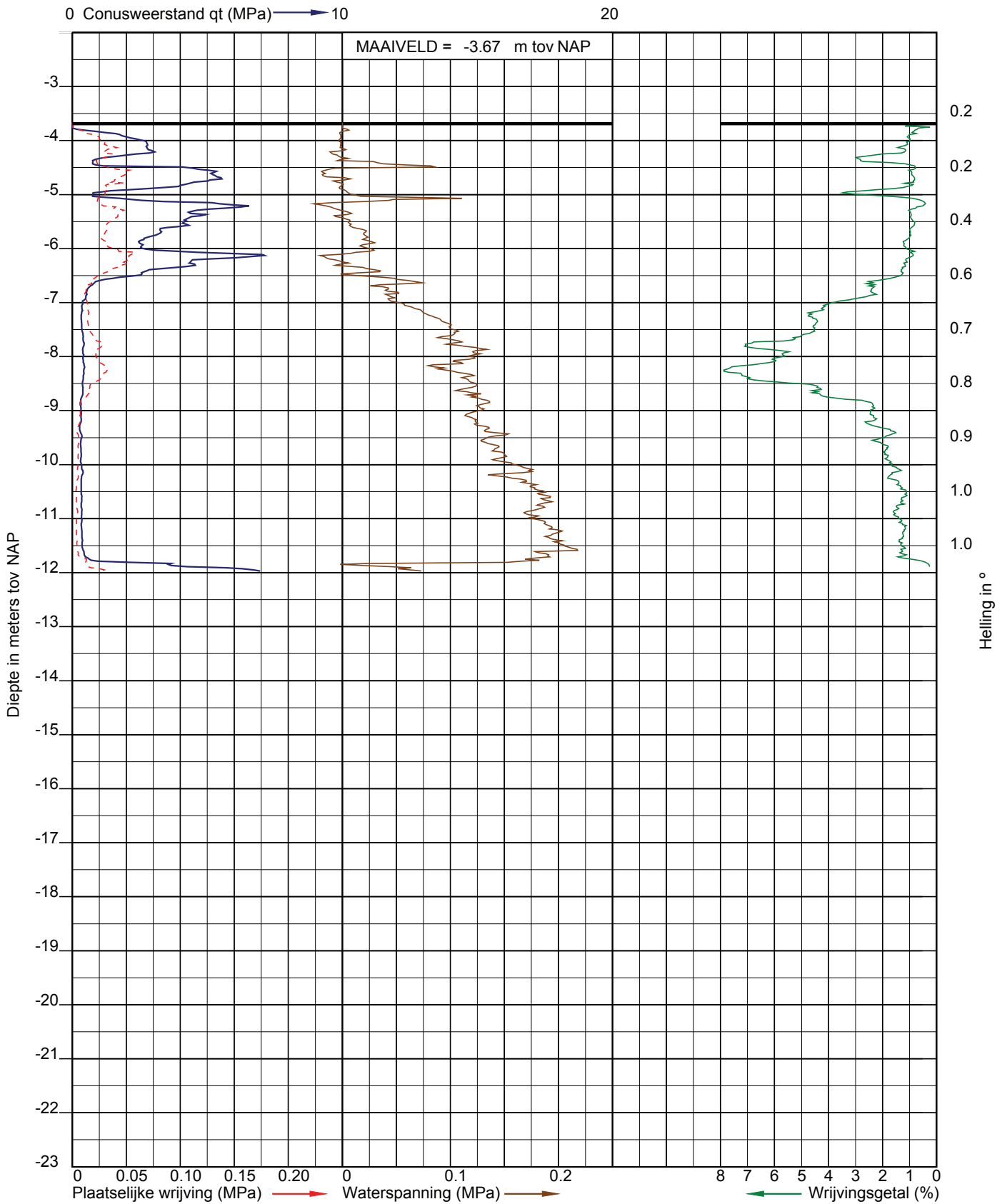
ZZ126.4+000\_DKMP2\_BUK  
ZZ126.4+000\_DKMP2\_BIT

ZZ126.7+000\_DKMP1\_AL

ZZ127.3+000\_DKMP2\_MIBIB  
ZZ127.4+000\_DKMP1\_AL



Opdracht: 02P010102  
Project: Geotechnisch onderzoek IJsselmeerdijk thv dijkpaal 17.6 t/m 35.1 te Lelystad

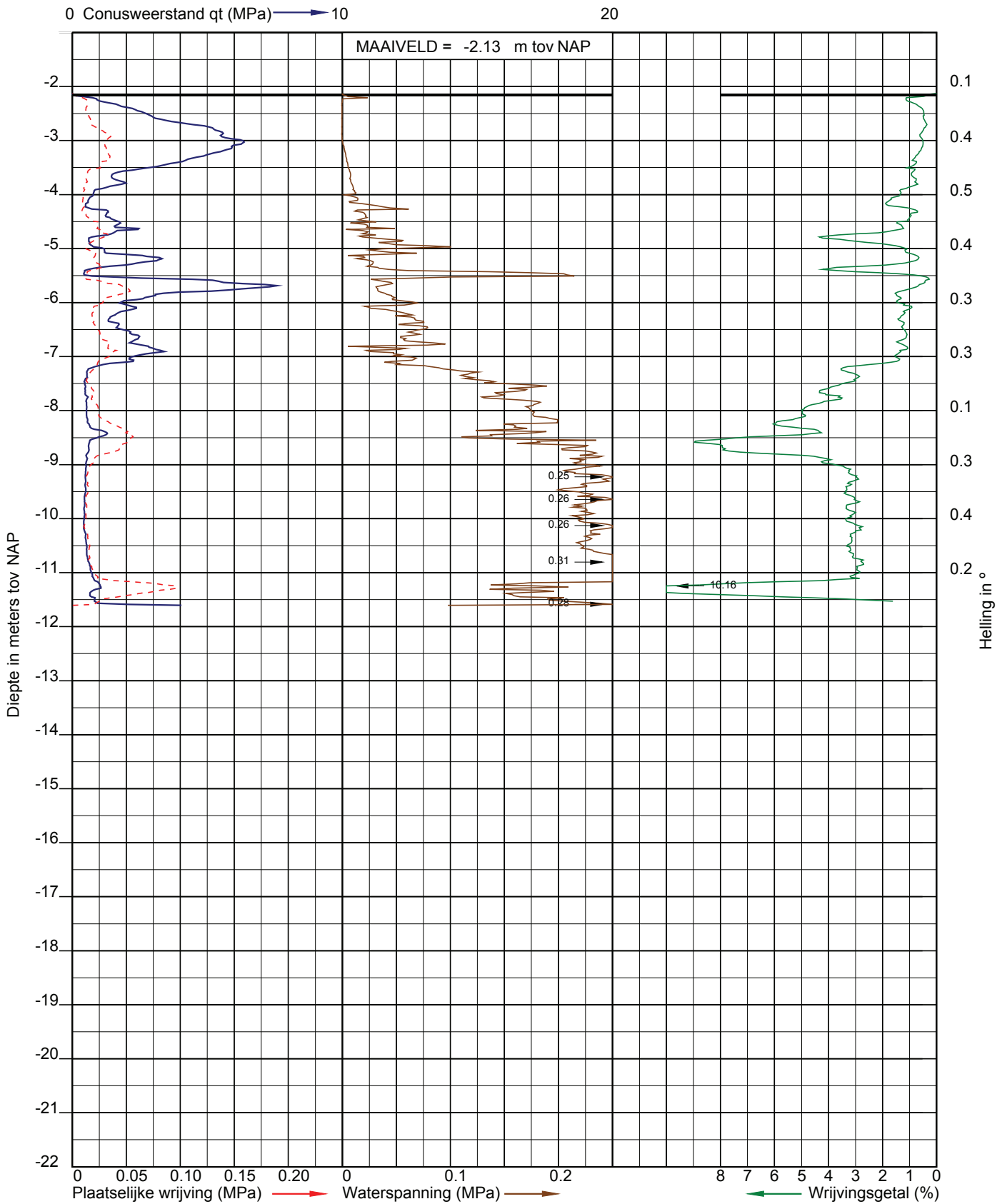
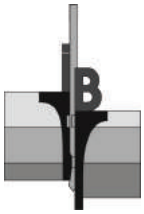


Sondering volgens NEN-EN-ISO 22476-1  
Sondeerklasse 1  
Conusnummer 001231

Uitvoerder: EDN  
Datum: 3-10-2017  
GWS (m-mv): 0.85

X: 165254,097  
Y: 510084,370

Sondering: ZZL25.4+000\_DKMP1\_AL

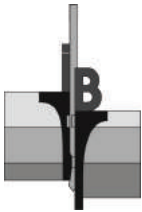


Sondering volgens NEN-EN-ISO 22476-1  
Sondeerklasse 1  
Conusnummer 001232

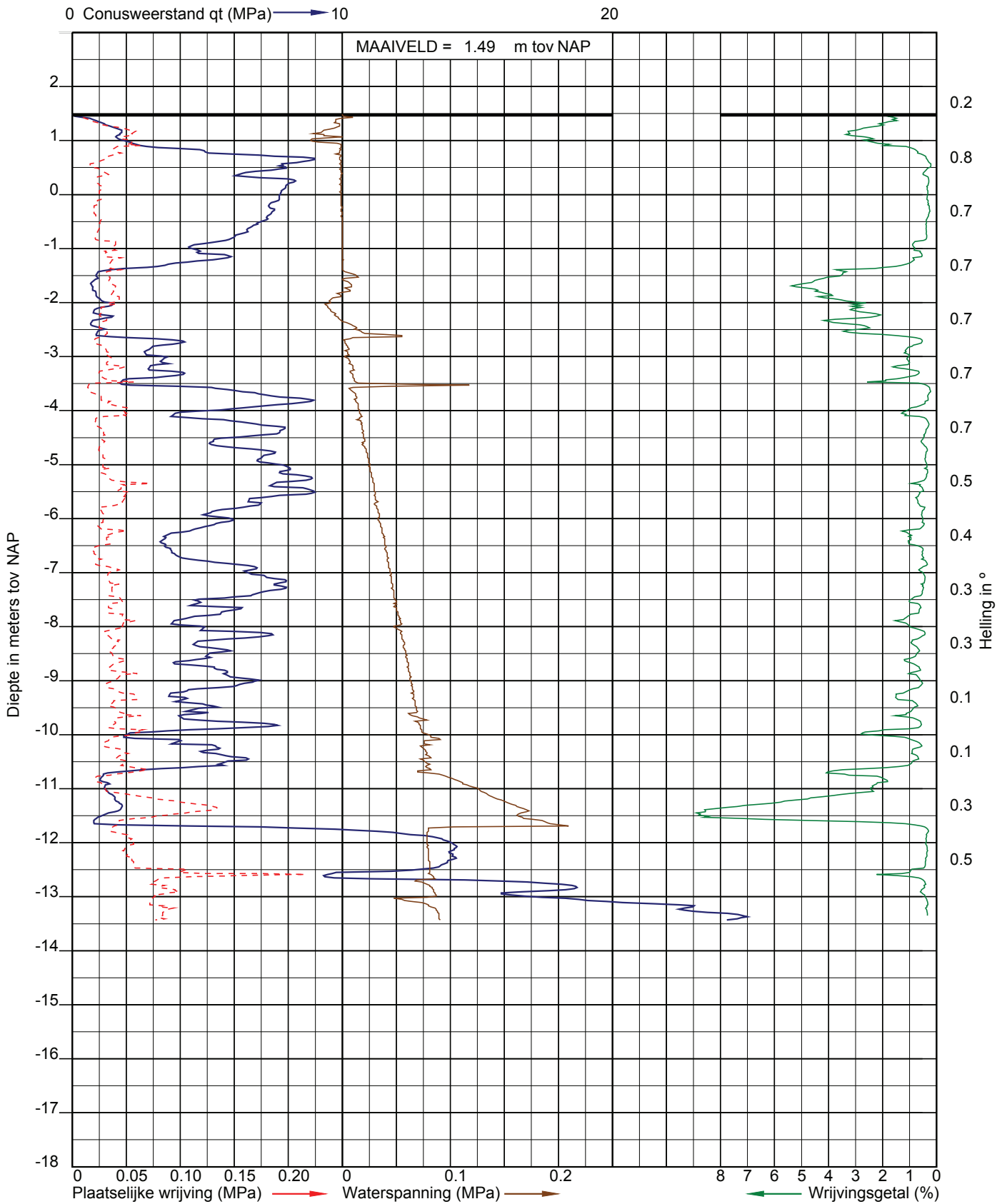
Uitvoerder: EDN  
Datum: 3-10-2017  
GWS (m-mv): 1.20

X: 164906,853  
Y: 509724,804

Sondering: ZZL25.8+098\_DKMP1\_BIT



Opdracht: 02P010102  
Project: Geotechnisch onderzoek IJsselmeerdijk thv dijkpaal 17.6 t/m 35.1 te Lelystad

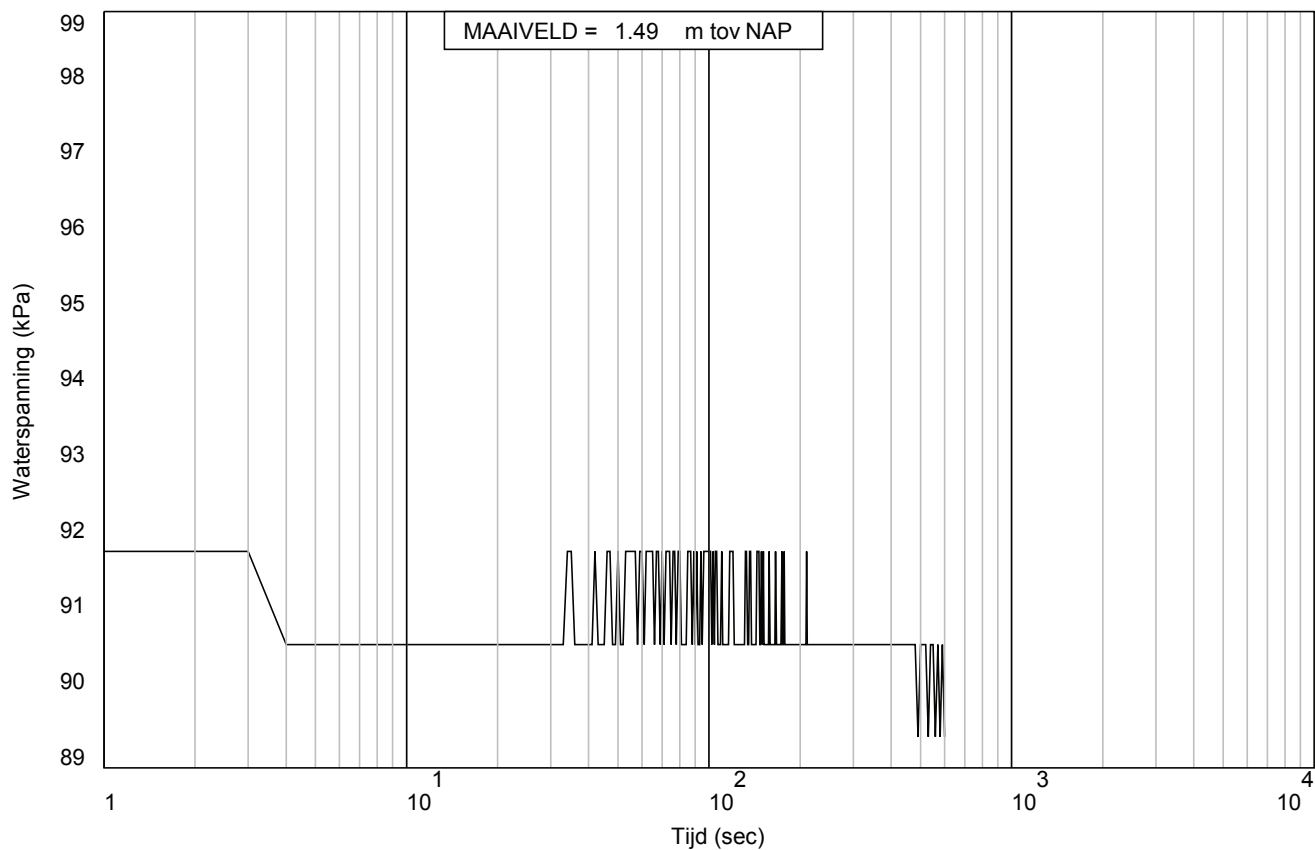
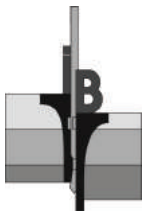


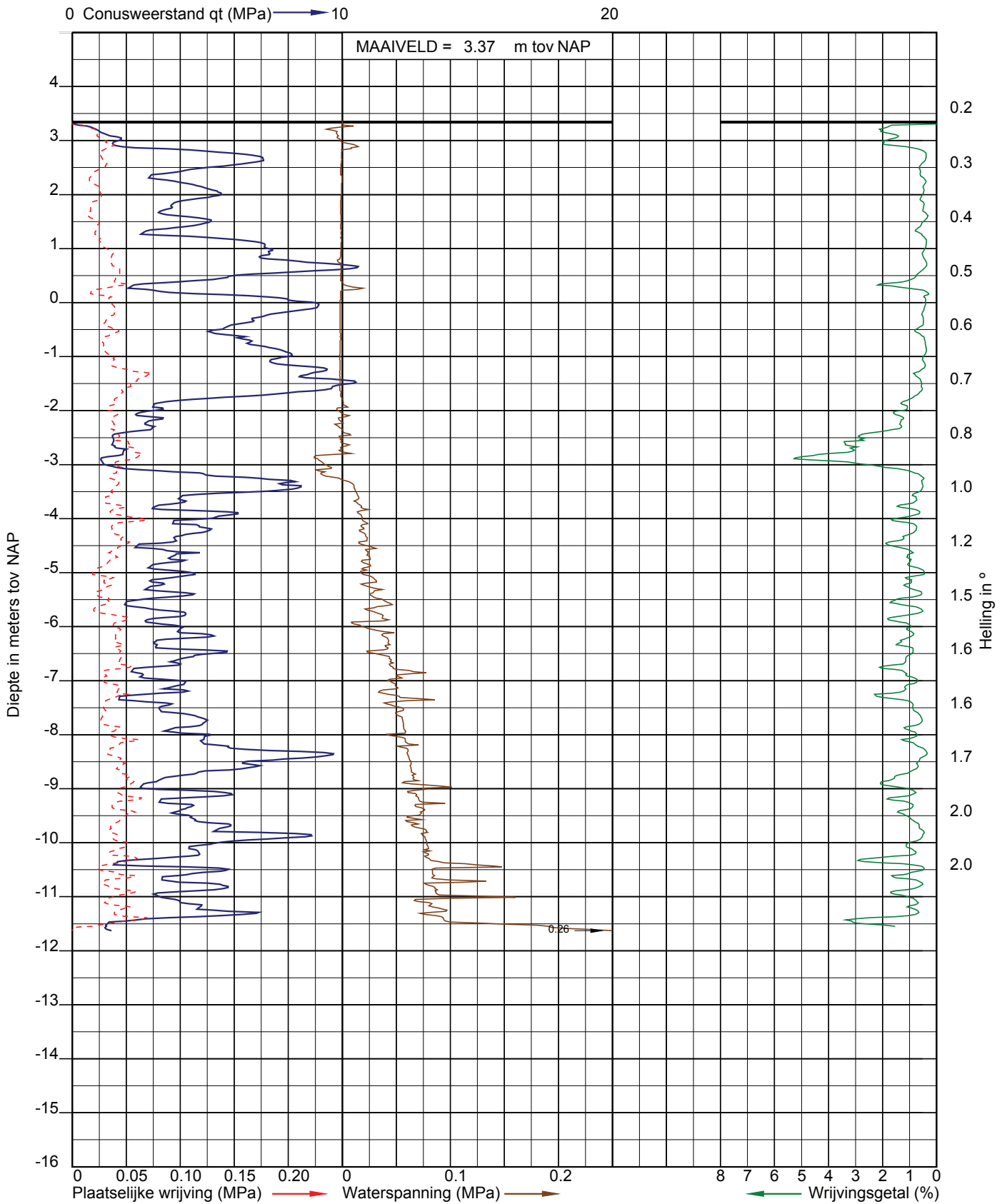
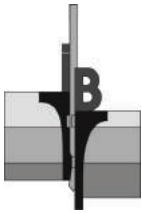
Sondering volgens NEN-EN-ISO 22476-1  
Sondeerklasse 2  
Conusnummer 060021

Uitvoerder: EDN  
Datum: 10-10-2017  
X: 165225,5  
Y: 510111,6

Sondering: ZZL25.3+099\_DKMP2\_MBIB





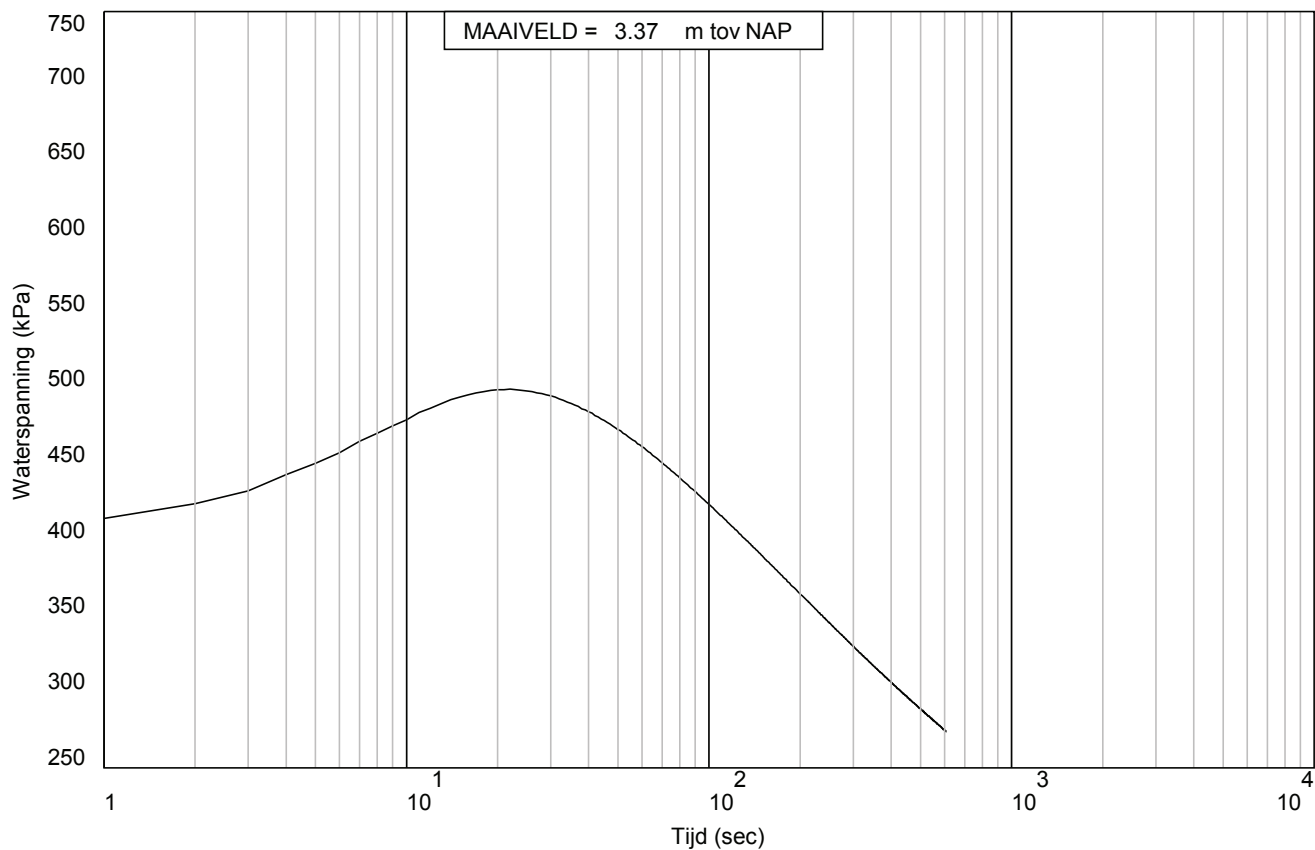
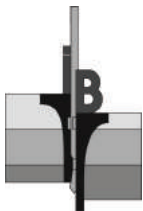


Sondering volgens NEN-EN-ISO 22476-1  
Sondeerklasse 2  
Conusnummer 60057

Uitvoerder: S29  
Datum: 3-10-2017  
GWS (m-mv): 5.40

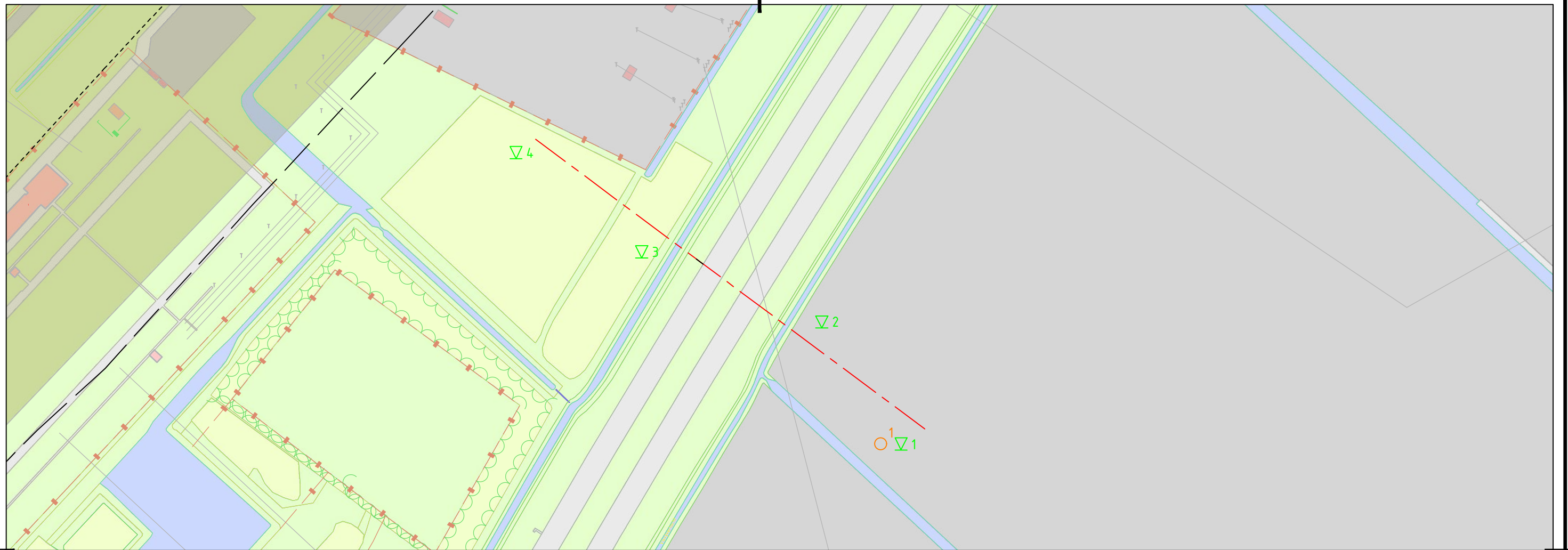
X: 164852,576  
Y: 509710,552

Sondering: ZZL25.9+047\_DKMP2\_BUK



# IV

## BIJLAGE: AANVULLEND GRONDONDERZOEK



0 20 40 60 80m  
Schaal 1:2000

▽<sup>1</sup> Sondring met kleef,  
diepte minstens tot pleistocene zandlaag,  
1 sondring met waterspanningsmeter

○<sup>1</sup> Boring inclusief peilbuis,  
bepaling zout/zuurgraad grondwater

TABEL UIT TE VOEREN SONDERINGEN/BORINGEN	
Nummer	X,Y-coördinaat
1	165416.478, 509630.778
2	165377.166, 509691.273
3	165287.777, 509726.066
4	165225.361, 509775.278
Boring 1	165406.422, 509630.738

**Witteveen + Bos**

Wijz.	Getekend	Datum	Omschrijving
A			
B			
C			

Opdrachtgever  
**SwifterwinT B.V.**  
Project  
**Kruising A6  
HDD2**  
Onderdeel  
**HDD boring HDPE 400mm  
Locatie aanvullend grondonderzoek**

Status	<b>Definitief</b>	Getekend	V. Sazonov		
Datum	<b>11-09-2018</b>	Gecontroleerd Goedgekeurd	B. van der Linde J.A. Zoete		
Schaal	Schaal	Projectcode	Tekeningnummer	Bladnummer	
<b>A3</b>	<b>1:2000</b>	<b>108791</b>	<b>9002</b>	<b>1/1</b>	

Witteveen+Bos Raadgevende ingenieurs B.V.  
Van Twickelstraat 2 | Postbus 233 | 7400 AE Deventer | +31 (0)570 69 79 11 | www.witteveenbos.com | KvK 38020751