



IX Wind

Inhoud

1. Indiendingsformulier
2. NOTD2 HDD berekening 160

Formuliersversie
2018.02

Aanvraaggegevens

Aanvraagnummer	3975073
Aanvraagnaam	Watervergunning Kruising Visvijvertocht
Uw referentiecode	-
Ingediend op	16-10-2018
Soort procedure	Onbekend
Projectomschrijving	Het kruisen van de Visvijvertocht door middel van een gestuurde HDD boring. Dit voor de aanleg van mantelbuizen met bekabeling ten behoeve van een zonnepark.
Opmerking	Zoals besproken op 15 oktober 2018 met Janine Steenbergen, vragen wij deze vergunning aan.
Gefaseerd	Nee
Blokkerende onderdelen weglaten	Nee
Persoonsgegevens openbaar maken	Ja
Bijlagen die later komen	-
Bijlagen n.v.t. of al bekend	-
Bevoegd gezag	
Naam:	WS Zuiderzeeland
Telefoonnummer:	(0320) 274 911
Faxnummer:	(0320) 247 919
E-mailadres:	waterprocedures@zuiderzeeland.nl
Website:	www.zuiderzeeland.nl
Contactpersoon:	Team Waterprocedures

Overzicht bijgevoegde modulebladen

Aanvraaggegevens

Aanvragergegevens

Locatie van de werkzaamheden

Werkzaamheden en onderdelen

Kabels of leidingen aanleggen

- Waterstaatswerk of beschermingszone gebruiken

Bijlagen

Aanvrager bedrijf

1 Bedrijf

KvK-nummer	68996772
Vestigingsnummer	000037389157
Statutaire naam	SwifterwinT B.V.
Handelsnaam	-

2 Contactpersoon

Geslacht	<input checked="" type="checkbox"/> Man <input type="checkbox"/> Vrouw
Voorletters	S.
Voorvoegsels	de
Achternaam	Clerck
Functie	Directeur

3 Vestigingsadres bedrijf

Postcode	8255 RJ
Huisnummer	4
Huisletter	-
Huisnummertoevoeging	-
Straatnaam	Elandweg
Woonplaats	Swifterbant

4 Correspondentieadres

Postcode	8255 PK
Huisnummer	4
Huisletter	-
Huisnummertoevoeging	-
Straatnaam	Rivierduinweg
Woonplaats	Swifterbant

5 Contactgegevens

Telefoonnummer	0622262539
Faxnummer	-

E-mailadres

secretariaat@swifterwintbv.nl

Gemachtigde bedrijf

1 Bedrijf

KvK-nummer	56684703
Vestigingsnummer	000026210053
Statutaire naam	Independent Experts BV
Handelsnaam	-

2 Contactpersoon

Geslacht	<input checked="" type="checkbox"/> Man <input type="checkbox"/> Vrouw
Voorletters	Tom
Voorvoegsels	van der
Achternaam	Linde
Functie	Adviseur

3 Vestigingsadres bedrijf

Postcode	2312CW
Huisnummer	102
Huisletter	-
Huisnummertoevoeging	-
Straatnaam	Lammermarkt
Woonplaats	Leiden

4 Correspondentieadres

Adres	Lammermarkt 102 2312CW Leiden
-------	----------------------------------

5 Contactgegevens

Telefoonnummer	0682833037
Faxnummer	-
E-mailadres	tom@ixwind.com

6 Akkoordverklaring

Akkoordverklaring

- Hierbij verklaar ik dat ik de aanvraag/melding naar waarheid heb ingevuld, dat ik correspondentie over mijn aanvraag/melding wil ontvangen op het door mij opgegeven e-mailadres of op het door mij opgegeven adres van de berichtenbox en dat ik weet dat er kosten verbonden kunnen zijn aan het indienen van een aanvraag.

Locatie

1 Kadastraal perceelnummer

Burgerlijke gemeente Lelystad

Kadastrale gemeente Lelystad

Kadastrale sectie H

Kadastraal perceelnummer 345

Bouwplannaam -

Bouwnummer -

Gelden de werkzaamheden in deze
aanvraag/melding voor meerdere
adressen of percelen? Ja
 Nee

Specificatie locatie Specificatie van het beoogde tracé is vastgelegd in
bijgevoegde documentatie. Kruising van de tocht vindt
plaats binnen perceel LLS H 345.

2 Eigendomssituatie

Eigendomssituatie van het perceel U bent eigenaar van het perceel
 U bent erfpachter van het perceel
 U bent huurder van het perceel
 Anders

Uw belang bij deze aanvraag Aanleg van mantelbuizen voor bekabeling van windpark

3 Toelichting

Eventuele toelichting op locatie Locatie nader toegelicht in bijgevoegde documentatie

Formulierversie
2018.02

Waterstaatswerk of beschermingszone gebruiken

Kabels of leidingen aanleggen

1 Waterstaatwerk of beschermingszone gebruiken

Wilt u een bestaande vergunning wijzigen?

Ja
 Nee

Wat is de geplande begindatum van deze activiteit?

01-06-2020

Geef eventueel een toelichting op de begindatum.

Ter indicatie, exacte datum, nader te bepalen. Wordt 8 weken voor aanvang gemeld

Wat is de geplande einddatum van deze activiteit?

01-09-2020

Geef eventueel een toelichting op de einddatum.

Ter indicatie, exacte datum, nader te bepalen. Wordt 8 weken voor aanvang gemeld

Omschrijf de activiteit die u wilt uitvoeren.

Het kruisen van de Visvijvertocht met een gestuurde HDD boring voor het aanleggen van mantelbuizen met bekabeling

Waarom wilt u de activiteit uitvoeren?

De bekabeling is ten behoeve van de netaansluiting voor een windpark

Formulierversie
2018.02

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

Bijlagen

Formele bijlagen

Naam bijlage	Bestandsnaam	Type	Datum ingediend	Status document
4-notd-HDD-berekening_160_Compressed_pdf	108791-18-013-884-notd-HDD-berekening_160_Compressed-.pdf	Gegevens kabels of leidingen aanleggen Gegevens waterstaatswerk of beschermingszone gebruiken Situatietekening, kaart of foto	2018-10-16	In behandeling

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

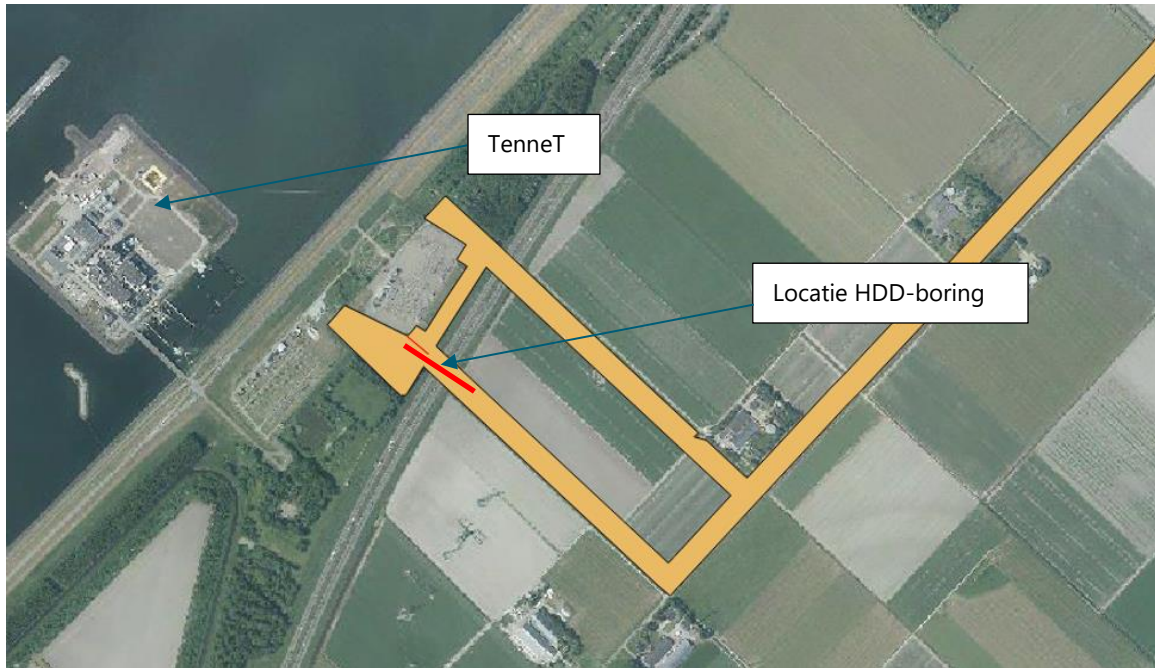
Aan Projectorganisatie Windplan Blauw J. Boukes, I. Pieters
Kopie

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 uittredepunt 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

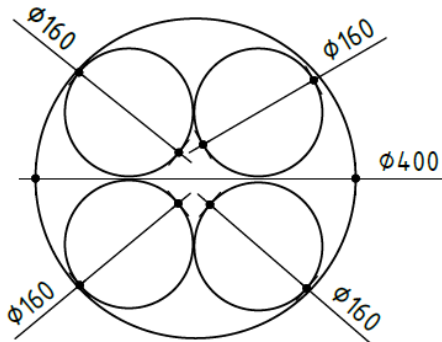
2.2.1 Leidingmateriaal

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 ² ;
- materiaalfactor	1,25;
- elasticiteitsmodulus korte duur	975 N/mm ² ;
- elasticiteitsmodulus lange duur	350 N/mm ² ;
- 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 ³]	Y _{sat} [kN/m ³]	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 ¹	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.

¹ Referentie 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.

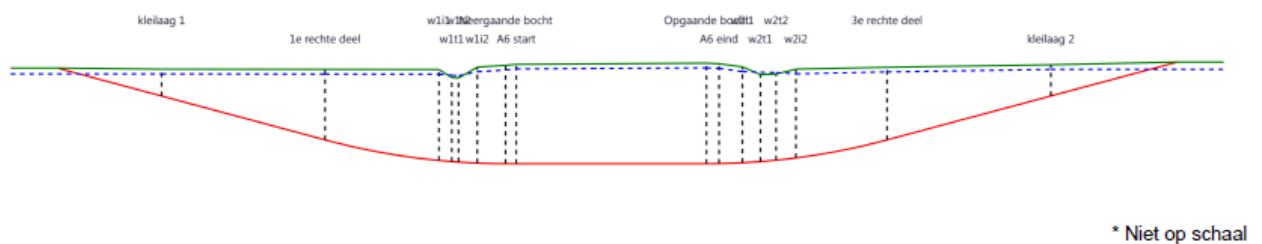
2.2.13 Importantiefactor

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

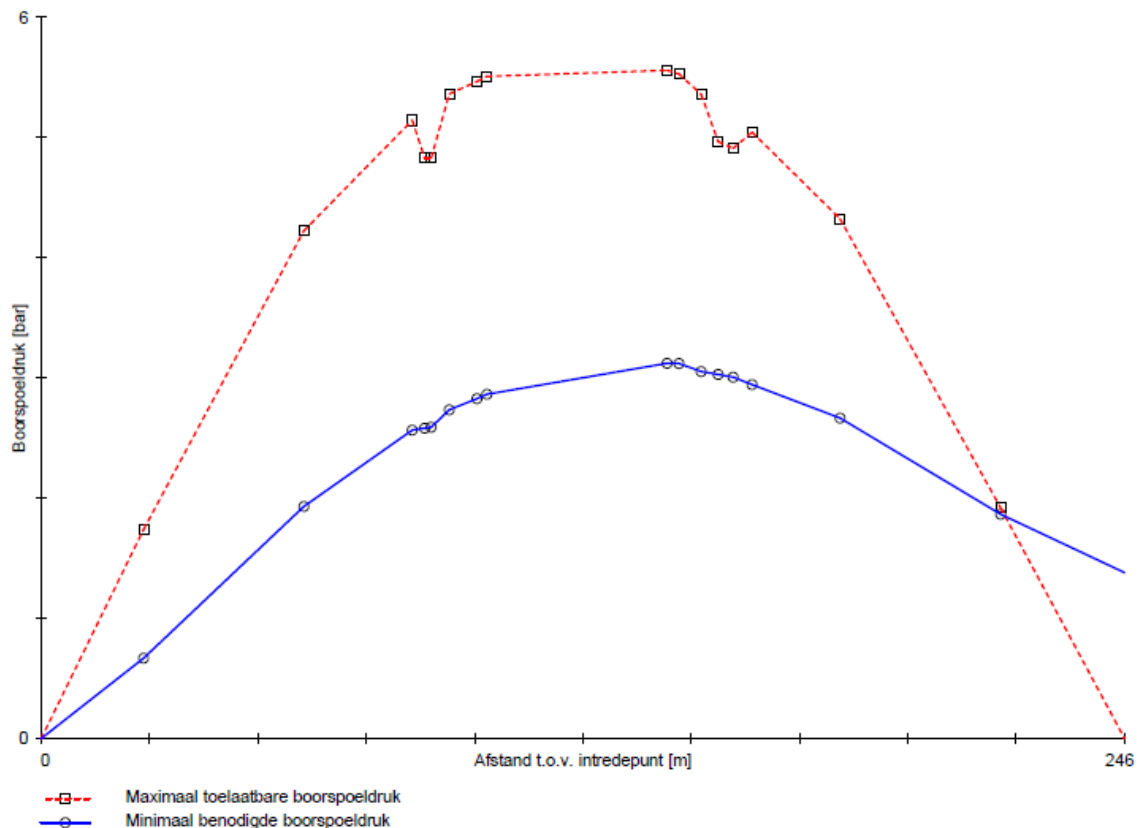
Implosie van de mantelbuis kan optreden indien er 28,12 m grondwater boven de leiding aanwezig is. Gezien de diepteligging van de mantelbuizen op NAP -25,00 m en het maaiveld op NAP -3,00 m is de falen op implosie niet aan de orde. Zie ook [ref. 11] voor het tracé van de mantelbuizen.

Tabel 3.2 Resultaten tijdens trekproces voor vier mantelbuizen van Ø160 mm

Fase	T _{tot} [N] ¹	Spanning [N/mm ²]	Resultaat [-]
starten met trekken	35,60	1,33 < 10,00	voldoet
na 1 ^e deel intrekken	56,64	2,65 < 10,00	voldoet
na 2 ^e deel intrekken	72,88	2,73 < 10,00	voldoet
na 3 ^e deel intrekken	96,96	4,16 < 10,00	voldoet
na 4 ^e 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



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

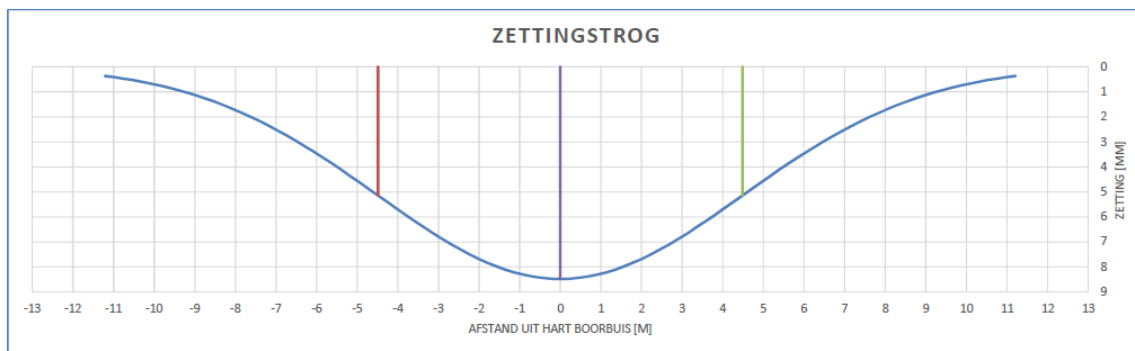
Zoals af te lezen uit afbeelding 3.1 overschrijden de benodigde boorvloestofdrukken nabij het uittredepunt de maximale waarden. Hierbij bestaat de kans op een mud-uitbraak over de laatste 50 m van de gestuurde boring. Om dit risico te beheersen dient tijdens de pilotboring de voortgangssnelheid te worden 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 uitredepunten 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

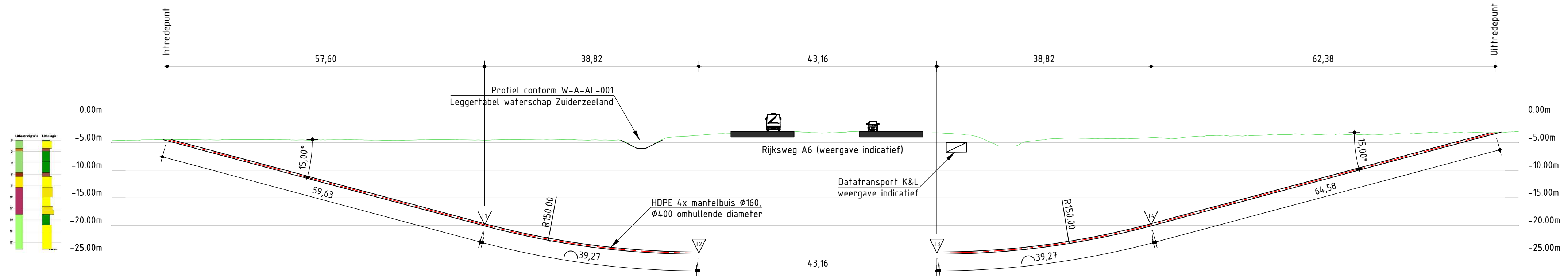
Het realiseren van mantelbuizen HDPE $\varnothing 160$ SDR11 volgens de methode van de HDD-techniek is toepasbaar. Zowel de optredende spanningen tijdens het intrekproces als tijdens de gebruiksfase en de deflectie blijven binnen de toegestane waarden.

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.

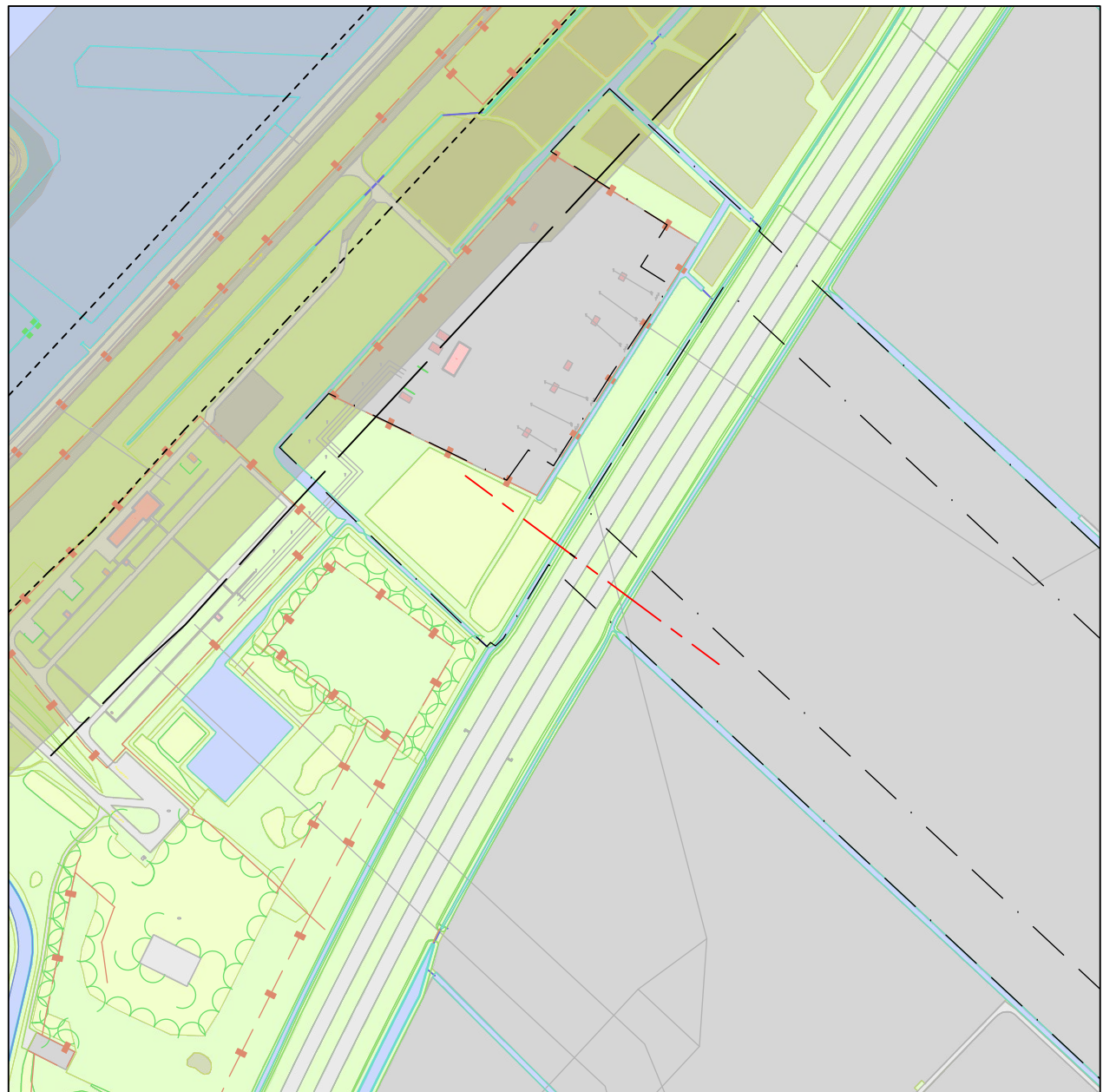
Voor uitvoeringsaspecten wordt verwezen naar [ref. 7]. De aannemer werkt dit in zijn boorplan nader uit.

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

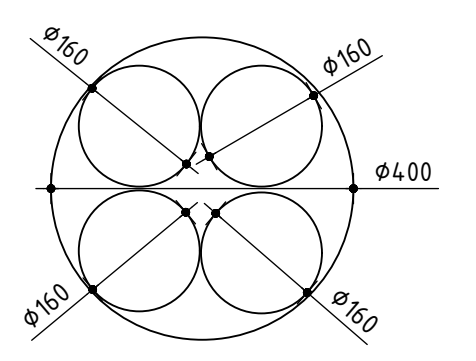


Afstand vanaf intredepunt	0,00	10,00	20,00	30,00	40,00	50,00	60,00	70,00	80,00	90,00	100,00	110,00	120,00	130,00	140,00	150,00	160,00	170,00	180,00	190,00	200,00	210,00	220,00	230,00	240,00	
Hartlijn boring (NAP)	-4,455	-4,471	-4,485	-4,497	-4,504	-4,508	-4,509	-4,507	-4,504	-4,500	-4,495	-4,489	-4,482	-4,474	-4,465	-4,454	-4,441	-4,427	-4,412	-4,396	-4,379	-4,361	-4,342	-4,322	-4,301	-3,279
Maaiveld hoogte (NAP)	-4,455	-4,471	-4,485	-4,497	-4,504	-4,508	-4,509	-4,507	-4,504	-4,500	-4,495	-4,489	-4,482	-4,474	-4,465	-4,454	-4,441	-4,427	-4,412	-4,396	-4,379	-4,361	-4,342	-4,322	-4,301	-3,279

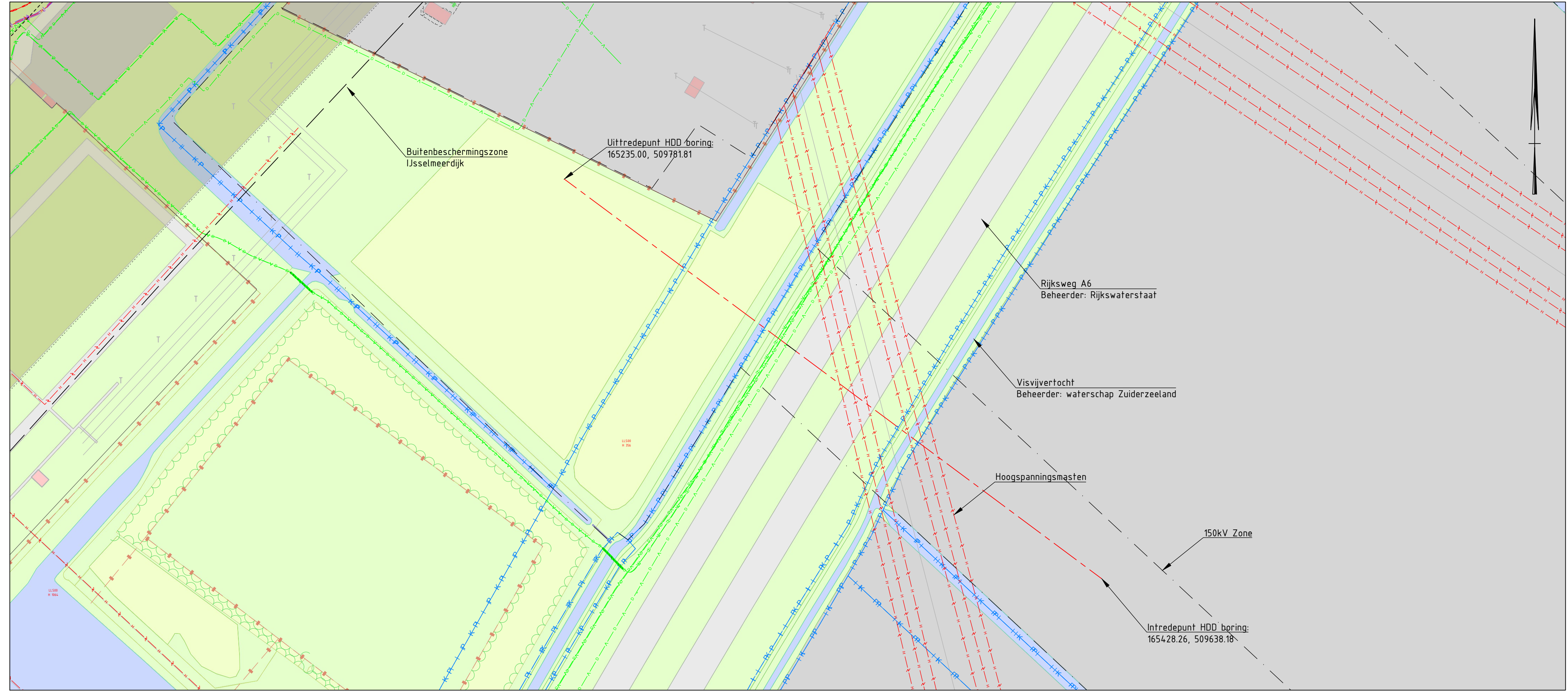
Lengteprofiel
Schaal 1:500



Overzicht
Schaal 1:5000



Boring bestaat uit 4 mantelbuizen HDPE Ø160mm, omhullende diameter bedraagt circa 400mm



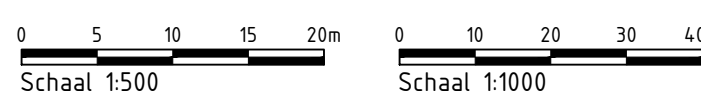
Bovenaanzicht
Schaal 1:1000

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 langsprofiel**

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



BIJLAGE: BEREKENING HDD (DRUKLOOS)

Sterkteberekening van een horizontaal gestuurde boring conform NEN 3650/3651:2012		Sigma 2018 1.5 ©	
Algemene gegevens			
Naam van het project	: Aanleg mantelbuis HDD A6		
Projectonderdeel	: PE160 SDR11 drukloos bundel		
Materiaalgegevens			
Materiaalsoort:	PE		
Kwaliteit:	PE 100 SDR 11		
Lange-duur treksterkte	MRS = 10		N/mm ²
Materiaalfactor	$\gamma_M = 1,25$		-
Toelaatbare langeduur spanning	$\bar{\sigma}_t = 8,00$		N/mm ²
Elasticiteitsmodulus korte duur	E = 975		N/mm ²
Elasticiteitsmodulus lange duur	E' = 350		N/mm ²
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 ³
Toelaatbare deflectie	$\delta = 8$		%
Leidinggegevens			
Uitwendige middellijn	D _e = 160,00		mm
Wanddikte	d _n = 14,6		mm
Procesgegevens			
Soort leiding (Vloeistof / Gas / Drukloos)	= Drukloos		
Uitvoeringsaspecten, tracé boring, in- en uittredehoeken, onzekerheids- en wrijvingsfactoren			
Percentage omtrek in aanraking met bentoniet		= 100	%
Soortelijk gewicht boorvloeistof	$\rho_m = 11,5$		kN/m ³
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 _g = 224		mm
Diameter boorstang	D _b = 73		mm
Totale lengte	L = 245,91		m
Lengte 1e rechte deel	L ₁ = 59,63		m
Lengte neergaande bocht	L ₂ = 39,27		m
Lengte 2e rechte deel	L ₃ = 43,16		m
Lengte opgaande bocht	L ₄ = 39,27		m
Lengte 3e rechte deel	L ₅ = 64,58		m
Straal maaiveld/rollenbaan	R _r = 75,00		m
Straal neergaande bocht	R ₁ = 150,00		m
Straal opgaande bocht	R ₂ = 150,00		m
Intrede-hoek (bij boorstelling)	$\alpha_1 = 15,00 / 26,79$		° / %
Uittrede-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 _{k,b} = 1,1		
Belastingfactor, ondergronds	f _{k,o} = 1,4		
Onzekerheidsfactor straal, ondergronds	f _{r,o} = 0,9		
Wrijvingscoëff. met rollenbaan	f ₁ = 0,1		
Wrijving tussen leiding/boorvloeistof	f ₂ = 0,00005		N/mm ²
Wrijving tussen leiding/boorgangwand	f ₃ = 0,2		
		08-08-2018 11:54:28	

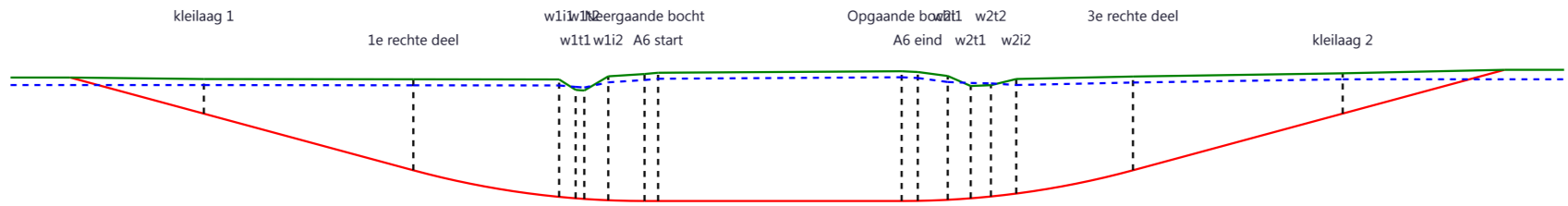
Grondmechanische gegevens en verkeersbelasting

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 ³]	Volumiek gewicht natte grond [kN/m ³]	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 ³]
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 ³]	Effectieve cohesie [kN/m ²]	E-modulus ondergrond [MN/m ²]	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

- 4 -



* 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 ⁴
Weerstandsmoment buis	$W_b = I_b / r_e$	= 222.521,98	mm ³
Wandtraagheidsmoment	$I_w = d_n^3 / 12$	= 259,34	mm ⁴ /mm ¹
Wandweerstandsmoment	$W_w = d_n^2 / 6$	= 35,53	mm ³ /mm ¹
Oppervlakte leiding	$A = \pi \cdot (D_e^2 - D_i^2) / 4$	= 6.669,10	mm ²
Gewicht leiding	$g = \rho_L \cdot A$	= 0,0637	N/mm ¹

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	2.819
Na 1 ^e deel intrekken	181,33	2.079
Na 2 ^e deel intrekken	142,06	1.629
Na 3 ^e deel intrekken	98,90	1.134
Na 4 ^e deel intrekken	59,63	684

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

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

Spanningen σ_t tijdens verschillende stadia [N/mm ²]	T_1 [N]	σ_t [N/mm ²]
Starten met trekken	2.819	0,42
Na 1 ^e deel intrekken	2.079	0,31
Na 2 ^e deel intrekken	1.629	0,24
Na 3 ^e deel intrekken	1.134	0,17
Na 4 ^e deel intrekken	684	0,10

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

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 σ_a tijdens verschillende stadia [N/mm ²]	σ_t [N/mm ²]	σ_a [N/mm ²]
Starten met trekken	0,42	1,17
Na 1 ^e deel intrekken	0,31	1,06
Na 2 ^e deel intrekken	0,24	0,99
Na 3 ^e deel intrekken	0,17	0,91
Na 4 ^e deel intrekken	0,10	0,85

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

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 ^e deel intrekken	64,58	6.816	-
2 ^e deel intrekken	103,85	-	10.961
3 ^e deel intrekken	147,01	15.517	-
4 ^e deel intrekken	186,28	-	19.662
Geheel ingetrokken	245,91	25.956	-

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	λ [mm ⁻¹]	R [m]	Q_r [N/mm ²]	T_{3b} [N]
w1i1	0,0037	150	0,0036	349
w1t1	0,0037	150	0,0036	349
w1t2	0,0037	150	0,0036	349
w1i2	0,0037	150	0,0036	349
Neergaande bocht	0,0037	150	0,0036	349
Opgaande bocht	0,0037	150	0,0036	349
A6 eind	0,0037	150	0,0036	349
w2i1	0,0037	150	0,0036	349
w2t1	0,0037	150	0,0036	349
w2t2	0,0037	150	0,0036	349
w2i2	0,0037	150	0,0036	349

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

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

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

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

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

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

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

Trekkraft T_{3c} tijdens verschillende stadia [N]	α [°]	T_{bocht} [N]	T_{3c} [N]
Neergaande bocht	7,50	12.939	1.216
Opgaande bocht	7,50	21.044	1.978

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

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

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

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

5.5 Totalisatie van de trekkraften in fase II

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

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

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

Spanningen σ_t tijdens verschillende stadia [N/mm ²]	T_{tot} [N]	σ_t [N/mm ²]
1 ^e deel intrekken	8.895	1,33
2 ^e deel intrekken	14.155	2,12
3 ^e deel intrekken	18.216	2,73
4 ^e deel intrekken	24.238	3,63
Geheel intrekken	29.848	4,48

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

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 σ_a tijdens verschillende stadia [N/mm ²]	T_{tot} [N]	σ_t [N/mm ²]	σ_b [N/mm ²]	σ_a [N/mm ²]
Starten met trekken	8.895	1,33	-	1,33
Na 1 ^e deel intrekken	14.155	2,12	0,81	2,65
Na 2 ^e deel intrekken	18.216	2,73	-	2,73
Na 3 ^e deel intrekken	24.238	3,63	0,81	4,16
Na 4 ^e deel intrekken	29.848	4,48	-	4,48

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

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

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

6. Fase III: Berekening van de optredende spanningen tijdens de gebruiksfase*6.1 Berekening van de spanningen σ_p en σ_{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]	γ' [kN/m ³]	γ'_h [kN/m ³]	γ'_p [kN/m ³]
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 ¹]	$Q_{n,r}$ [N/mm ¹]
kleilaag 1	Geen	-	9,62	-
1e rechte deel	Gelaagd	0,98	25,16	8,04 ⁽¹⁾
w1i1	Gelaagd	0,98	32,06	0,84 ⁽¹⁾
w1t1	Gelaagd	0,98	28,29	0,84 ⁽¹⁾
w1t2	Gelaagd	0,98	28,29	0,84 ⁽¹⁾
w1i2	Gelaagd	0,98	33,76	0,84 ⁽¹⁾
Neergaande bocht	Gelaagd	0,98	34,56	0,82 ⁽¹⁾
A6 start	Gelaagd	0,98	34,89	0,82 ⁽¹⁾
Opgaande bocht	Gelaagd	0,98	35,28	0,82 ⁽¹⁾
A6 eind	Gelaagd	0,98	35,04	0,82 ⁽¹⁾
w2i1	Gelaagd	0,98	33,72	0,84 ⁽¹⁾
w2t1	Gelaagd	0,98	29,31	0,84 ⁽¹⁾
w2t2	Gelaagd	0,98	29,04	0,84 ⁽¹⁾
w2i2	Gelaagd	0,98	31,31	0,84 ⁽¹⁾
3e rechte deel	Gelaagd	0,98	25,88	8,26 ⁽¹⁾
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 ²]	Q_v [N/mm ¹]
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 ¹]	$Q_{n,r}$ [N/mm ¹]	Q_v [N/mm ¹]	Q_{boven} [N/mm ¹]	M_q [Nmm]	σ_q [N/mm ²]
kleilaag 1	9,62	-	0,27	9,89	184,76 ⁽¹⁾	5,20
1e rechte deel	25,16	8,04	0,07	8,11	151,60 ⁽²⁾	4,27
w1i1	32,06	0,84	0,00	0,84	15,68 ⁽²⁾	0,44
w1t1	28,29	0,84	0,00	0,84	15,62 ⁽²⁾	0,44
w1t2	28,29	0,84	0,00	0,84	15,62 ⁽²⁾	0,44
w1i2	33,76	0,84	0,00	0,84	15,71 ⁽²⁾	0,44
Neergaande bocht	34,56	0,82	0,04	0,86	16,09 ⁽²⁾	0,45
A6 start	34,89	0,82	0,19	1,00	18,76 ⁽²⁾	0,53
Opgaande bocht	35,28	0,82	0,18	1,00	18,72 ⁽²⁾	0,53
A6 eind	35,04	0,82	0,18	1,00	18,76 ⁽²⁾	0,53
w2i1	33,72	0,84	0,00	0,84	15,71 ⁽²⁾	0,44
w2t1	29,31	0,84	0,00	0,84	15,64 ⁽²⁾	0,44
w2t2	29,04	0,84	0,00	0,84	15,63 ⁽²⁾	0,44
w2i2	31,31	0,84	0,00	0,84	15,67 ⁽²⁾	0,44
3e rechte deel	25,88	8,26	0,07	8,33	155,70 ⁽²⁾	4,38
kleilaag 2	10,93	-	0,22	11,15	208,35 ⁽¹⁾	5,86

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

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

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

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

Locatie	R [m]	Q_r [N/mm ²]	σ_{qr} [N/mm ²]
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 σ_{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/m²

8. Toetsing op implosie: berekening van de alzijdige overdruk

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

Veiligheidsfactor γ 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	σ_q [N/mm ²]	σ_{qr} [N/mm ²]	α_σ [-]	σ_{y2} [N/mm ²]
kleilaag 1	5,20	-	0,65	3,38
1e rechte deel	4,27	-	0,65	2,77
w1i1	0,44	0,23	0,65	0,44
w1t1	0,44	0,23	0,65	0,44
w1t2	0,44	0,23	0,65	0,44
w1i2	0,44	0,23	0,65	0,44
Neergaande bocht	0,45	0,23	0,65	0,45
A6 start	0,53	-	0,65	0,34
Opgaande bocht	0,53	0,23	0,65	0,49
A6 eind	0,53	0,23	0,65	0,49
w2i1	0,44	0,23	0,65	0,44
w2t1	0,44	0,23	0,65	0,44
w2t2	0,44	0,23	0,65	0,44
w2i2	0,44	0,23	0,65	0,44
3e rechte deel	4,38	-	0,65	2,85
kleilaag 2	5,86	-	0,65	3,81

Rechte delen: $\sigma_{y2} = \alpha_\sigma \cdot \sigma_q$ Bochten: $\sigma_{y2} = \alpha_\sigma \cdot (\sigma_q + \sigma_{qr})$ Toelaatbare spanning: $\sigma_{ld} = \bar{\sigma}_t = \mathbf{8,00}$ N/mm²*9.2 Optredende spanningen in langsrichting van de leiding*

Locatie	σ_{pl} [N/mm ²]	σ_{ax} [N/mm ²]	σ_b [N/mm ²]	α_σ [-]	σ_x [N/mm ²]
kleilaag 1	0,00	0,00	-	-	0,00
1e rechte deel	0,00	0,00	-	-	0,00
w1i1	0,00	0,00	0,81	0,65	0,53
w1t1	0,00	0,00	0,81	0,65	0,53
w1t2	0,00	0,00	0,81	0,65	0,53
w1i2	0,00	0,00	0,81	0,65	0,53
Neergaande bocht	0,00	0,00	0,81	0,65	0,53
A6 start	0,00	0,00	-	-	0,00
Opgaande bocht	0,00	0,00	0,81	0,65	0,53
A6 eind	0,00	0,00	0,81	0,65	0,53
w2i1	0,00	0,00	0,81	0,65	0,53
w2t1	0,00	0,00	0,81	0,65	0,53
w2t2	0,00	0,00	0,81	0,65	0,53
w2i2	0,00	0,00	0,81	0,65	0,53
3e rechte deel	0,00	0,00	-	-	0,00
kleilaag 2	0,00	0,00	-	-	0,00

Rechte delen: $\sigma_x = \sigma_{ax}$ Bochten: $\sigma_x = \sigma_{ax} + \alpha_\sigma \cdot \sigma_b$ Toelaatbare spanning: $\sigma_{ld} = \bar{\sigma}_t = \mathbf{8,00}$ N/mm²

10. Berekening van de optredende en toelaatbare deflectie

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

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

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

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

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

Toelaatbare deflectie = 8% · D_g = 0,08 · 145,40 = **11,63 mm**

Sterkteberekening van een horizontaal gestuurde boring conform NEN 3650/3651:2012		Sigma 2018 1.5 ©	
Algemene gegevens			
Naam van het project	: Aanleg mantelbuis HDD A6		
Projectonderdeel	: PE160 SDR11 drukloos bundel - pilot		
Materiaalgegevens			
Materiaalsoort:	PE		
Kwaliteit:	PE 100 SDR 11		
Lange-duur treksterkte	MRS = 10		N/mm ²
Materiaalfactor	$\gamma_M = 1,25$		-
Toelaatbare langeduur spanning	$\bar{\sigma}_t = 8,00$		N/mm ²
Elasticiteitsmodulus korte duur	E = 975		N/mm ²
Elasticiteitsmodulus lange duur	E' = 350		N/mm ²
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 ³
Toelaatbare deflectie	$\delta = 8$		%
Leidinggegevens			
Uitwendige middellijn	D _e = 160,00		mm
Wanddikte	d _n = 14,6		mm
Procesgegevens			
Soort leiding (Vloeistof / Gas / Drukloos)	= Drukloos		
Uitvoeringsaspecten, tracé boring, in- en uitreidehoeken, onzekerheids- en wrijvingsfactoren			
Percentage omtrek in aanraking met bentoniet		= 100	%
Soortelijk gewicht boorvloeistof	$\rho_m = 11,5$		kN/m ³
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 _g = 180		mm
Diameter boorstang	D _b = 73		mm
Totale lengte	L = 245,91		m
Lengte 1e rechte deel	L ₁ = 59,63		m
Lengte neergaande bocht	L ₂ = 39,27		m
Lengte 2e rechte deel	L ₃ = 43,16		m
Lengte opgaande bocht	L ₄ = 39,27		m
Lengte 3e rechte deel	L ₅ = 64,58		m
Straal maaiveld/rollenbaan	R _r = 75,00		m
Straal neergaande bocht	R ₁ = 150,00		m
Straal opgaande bocht	R ₂ = 150,00		m
Intrede-hoek (bij boorstelling)	$\alpha_1 = 15,00 / 26,79$		° / %
Uittrede-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 _{k,b} = 1,1		
Belastingfactor, ondergronds	f _{k,o} = 1,4		
Onzekerheidsfactor straal, ondergronds	f _{r,o} = 0,9		
Wrijvingscoëff. met rollenbaan	f ₁ = 0,1		
Wrijving tussen leiding/boorvloeistof	f ₂ = 0,00005		N/mm ²
Wrijving tussen leiding/boorgangwand	f ₃ = 0,2		
		08-08-2018 11:55:25	

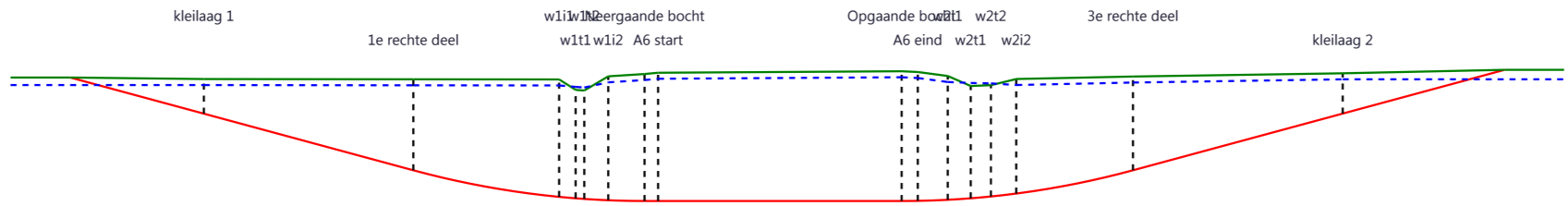
Grondmechanische gegevens en verkeersbelasting

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 ³]	Volumiek gewicht natte grond [kN/m ³]	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 ³]
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 ³]	Effectieve cohesie [kN/m ²]	E-modulus ondergrond [MN/m ²]	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

- 4 -



* Niet op schaal

2. Berekening van de boorspoeldrukken tijdens de trekfase

Locatie	H [m]	σ_{vert} [kN/m ²]	σ_{hor} [kN/m ²]	σ_o' [kN/m ²]	p'_f [kN/m ²]	G [MN/m ²]
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 _{p,max} [m]	u [N/mm ²]	p _{st} [N/mm ²]	Δ _p [N/mm ²]	p _{lim} [N/mm ²]
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

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

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

$$u = \gamma_w \cdot H_n$$

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

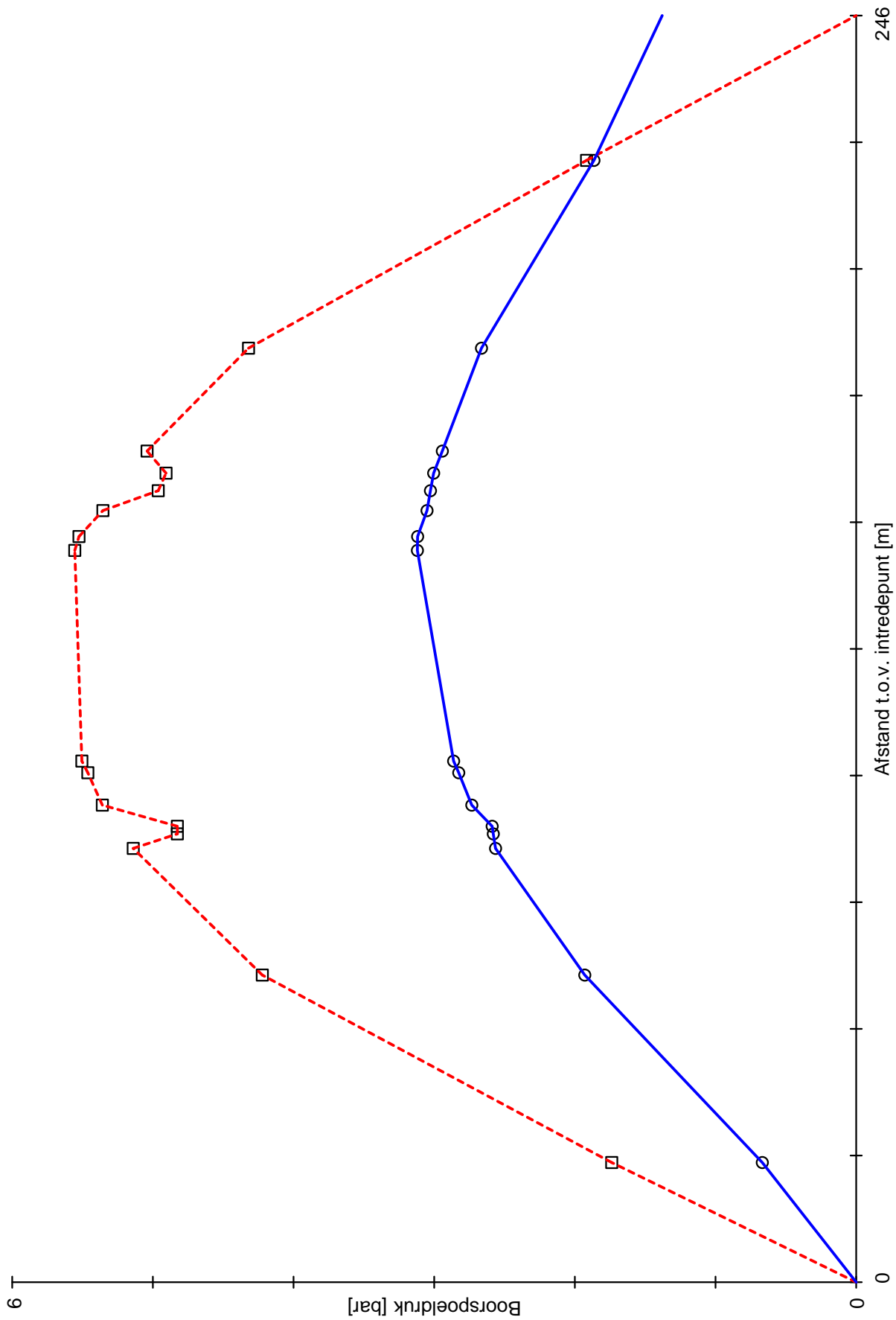
$$\Delta_p = 4 \cdot \frac{\tau_y}{D_g - D_b} \cdot L$$

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

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

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

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



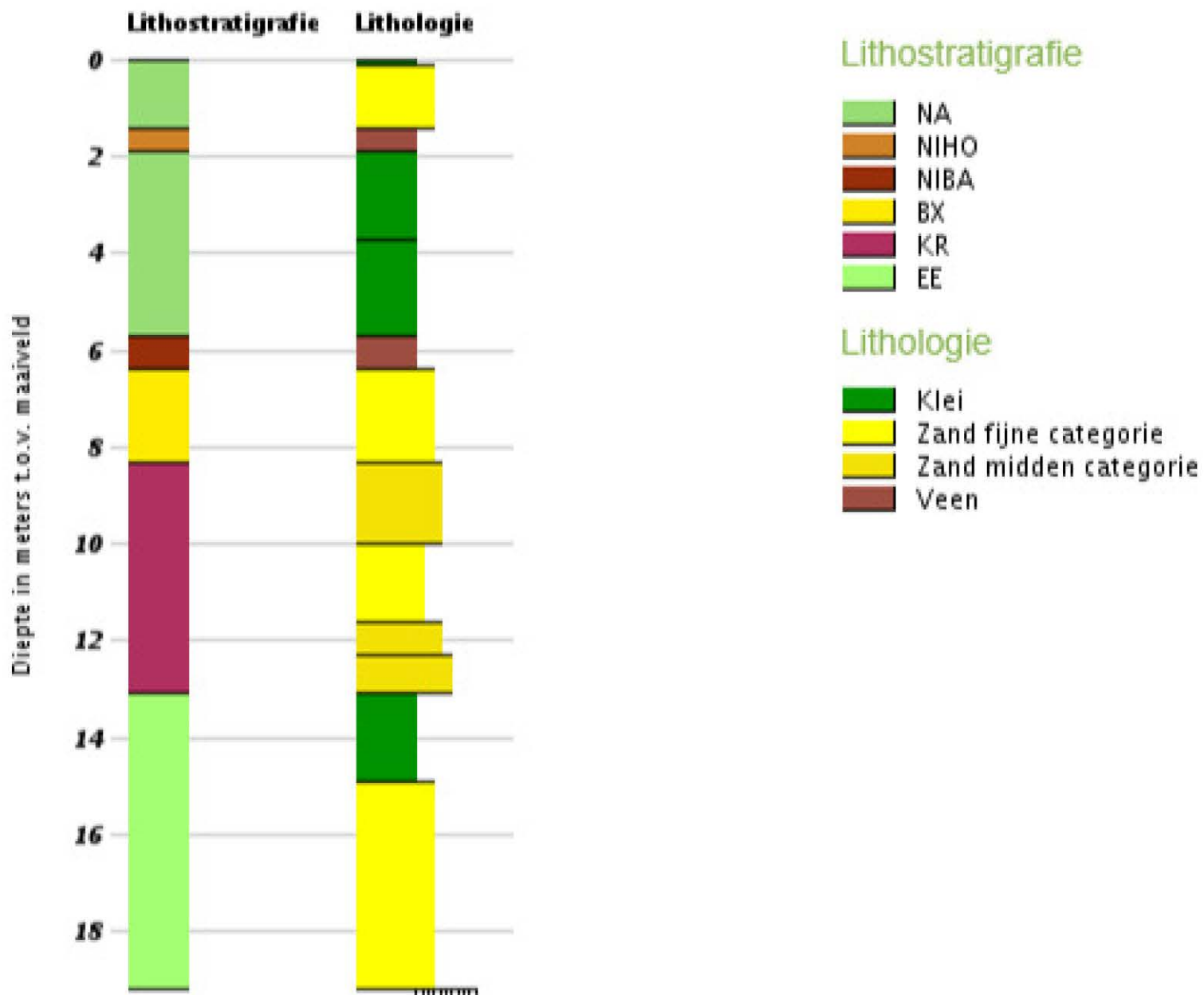
1.5.0.0/07-2018/10-10243295



BIJLAGE: TOEGEPAST GRONDONDERZOEK

Boormonsterprofiel

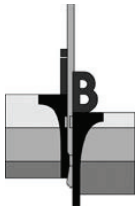
Identificatie: B20G0098
Coördinaten: 165000, 509250 (RD)
Maaiveld: -4.50 m t.o.v. NAP
Dieptetraject t.o.v. Maaiveld: 0.00 m - 19.20 m





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

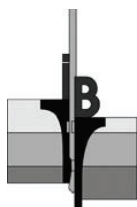
Opdrachtgever Waterschap Zuiderzeeland
Postbus 229
8200 AE LELYSTAD

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

1. INLEIDING	1
2. ONDERZOEK	1
2.1 SONDERINGEN.....	1
2.2 INMETING EN WATERPASSING	2

BIJLAGEN:

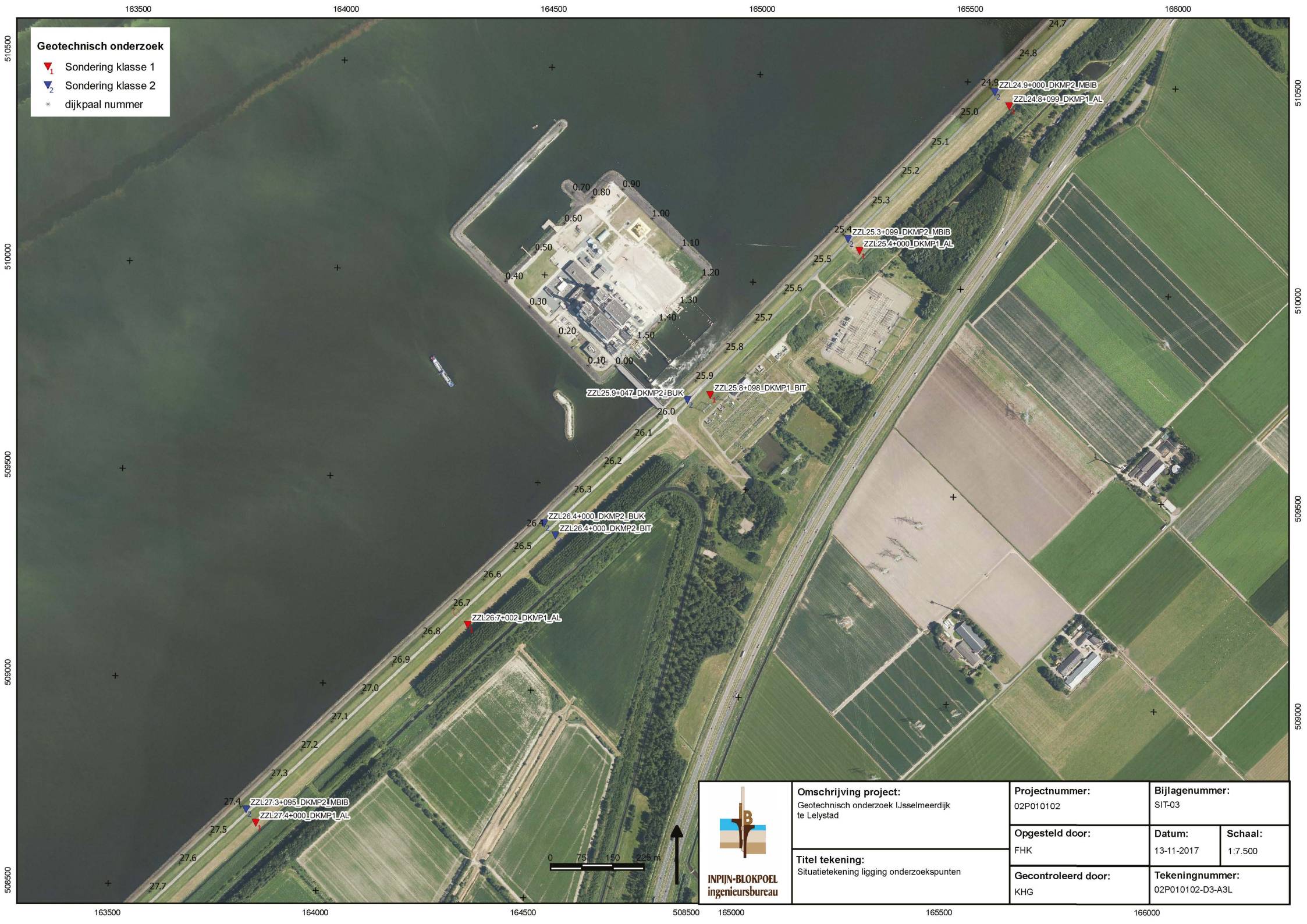
- A) Situatietekening
- B) Waterpasstaat
- C) Sondeergrafieken klasse 1
- D) Sondeergrafieken klasse 2
- E) Toetsing toepassingsklasse
- F) Verklaring codering

VERZENDLIJST

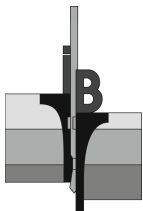
1 x Waterschap Zuiderzeeland te LELYSTAD t.a.v. David-Jan Smeenge
d.smeenge@zuiderdeeland.nl

Geotechnisch onderzoek

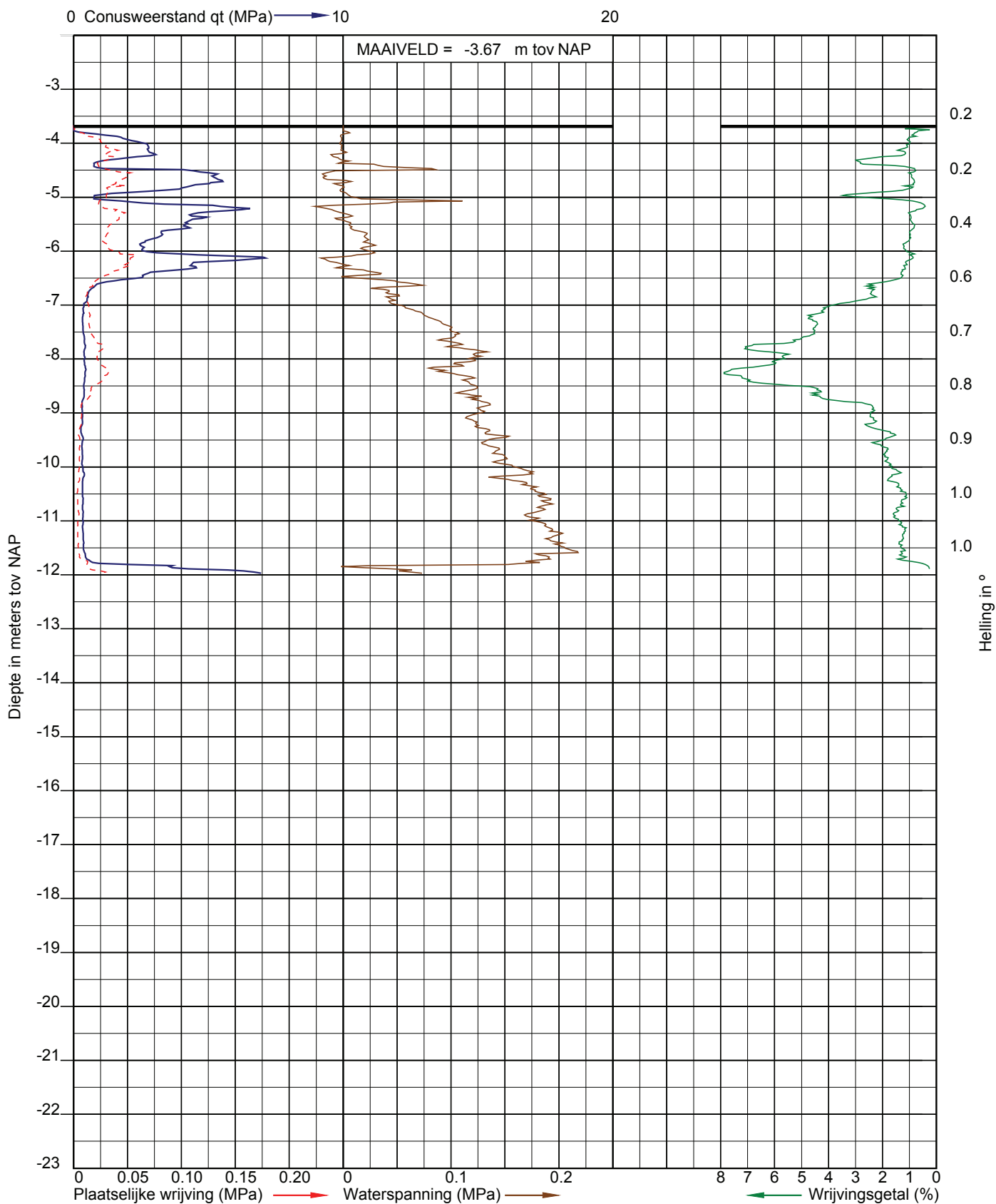
- ▼₁ Sondering klasse 1
- ▼₂ Sondering klasse 2
- * dijkpaal nummer



 INPIJN-BLOKPOEL ingenieursbureau	Omschrijving project: Geotechnisch onderzoek IJsselmeerdijk te Lelystad	Projectnummer: 02P010102	Bijlagenummer: SIT-03	
	Titel tekening: Situatietekening ligging onderzoekspunten	Opgesteld door: FHK	Datum: 13-11-2017	Schaal: 1:7.500
		Gecontroleerd door: KHG	Tekeningnummer: 02P010102-D3-A3L	



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

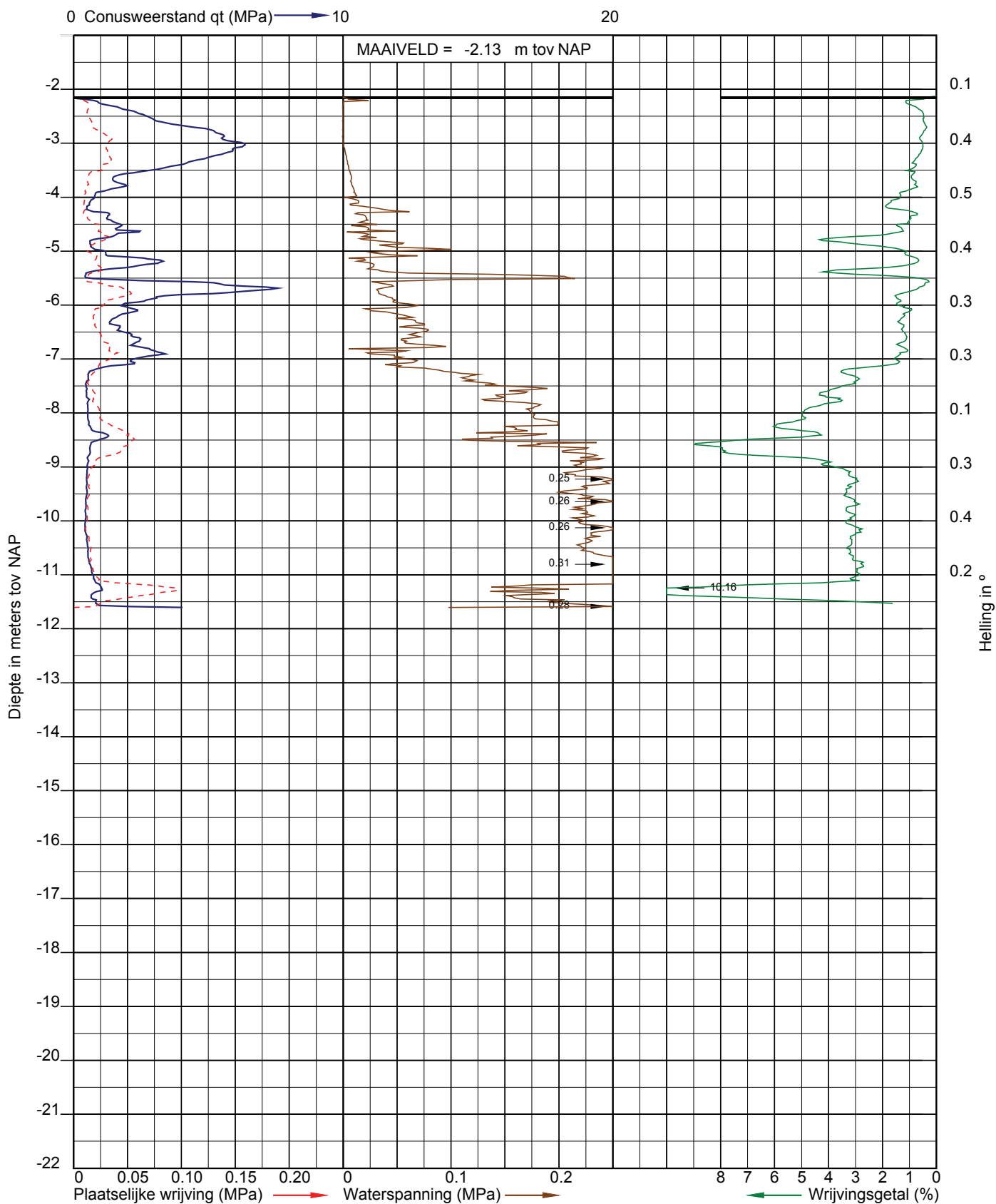
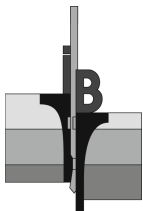


Sondering volgens NEN-EN-ISO 22476-1
Sondeerklasse 1
Conusnummer 001231

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

X: 165254.097
Y: 510084.370

Sondering: ZZL25.4+000_DKMP1_AL

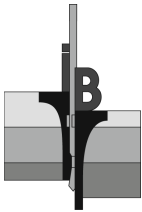


Sondering volgens NEN-EN-ISO 22476-1
Sondeerklasse 1
Conusnummer 001232

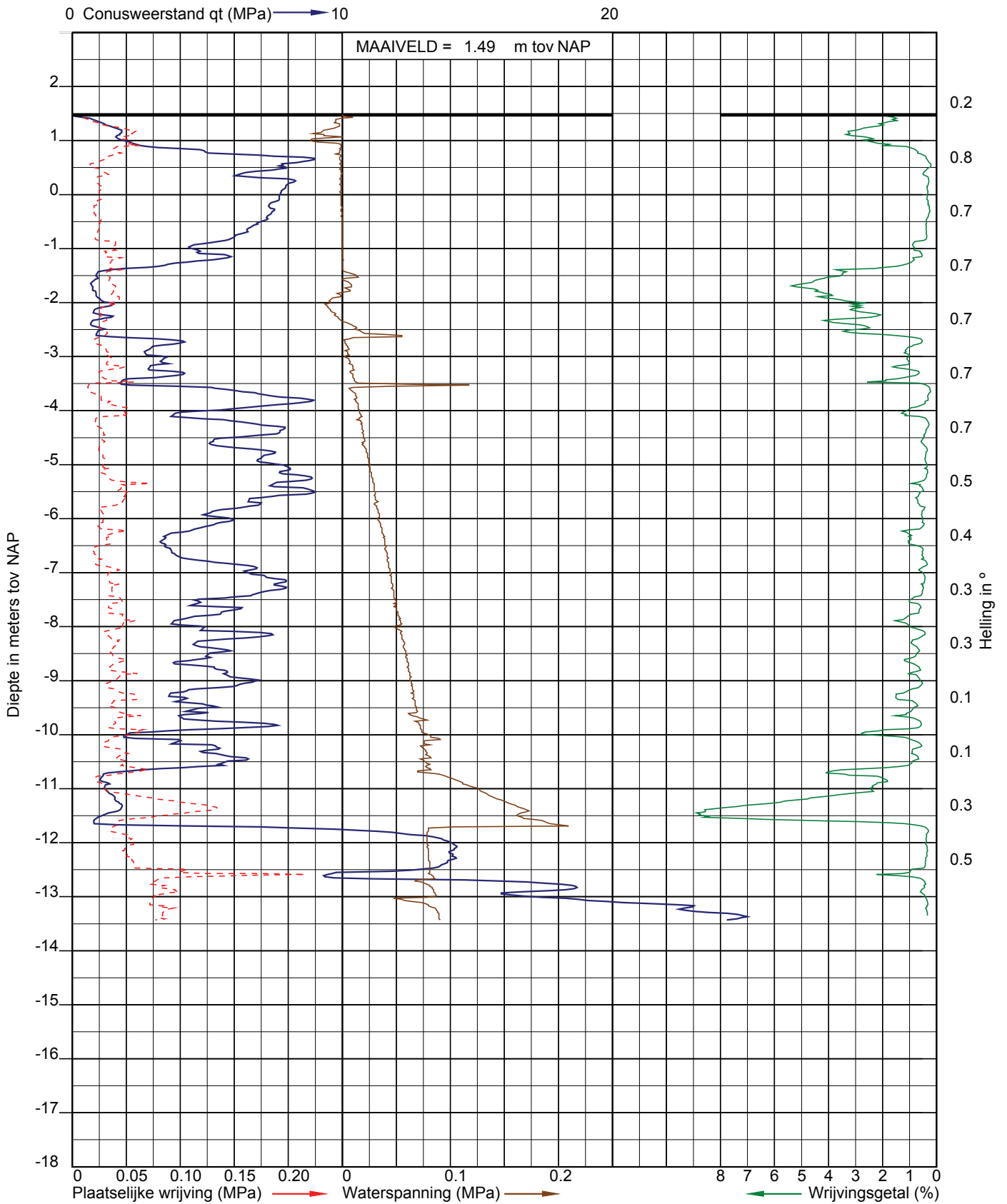
Uitvoerder: EDN
Datum: 3-10-2017
GWS (m-mv): 1.20

X: 164906,853
Y: 509724,804

Sondering: ZZL25.8+098_DKMP1_BIT



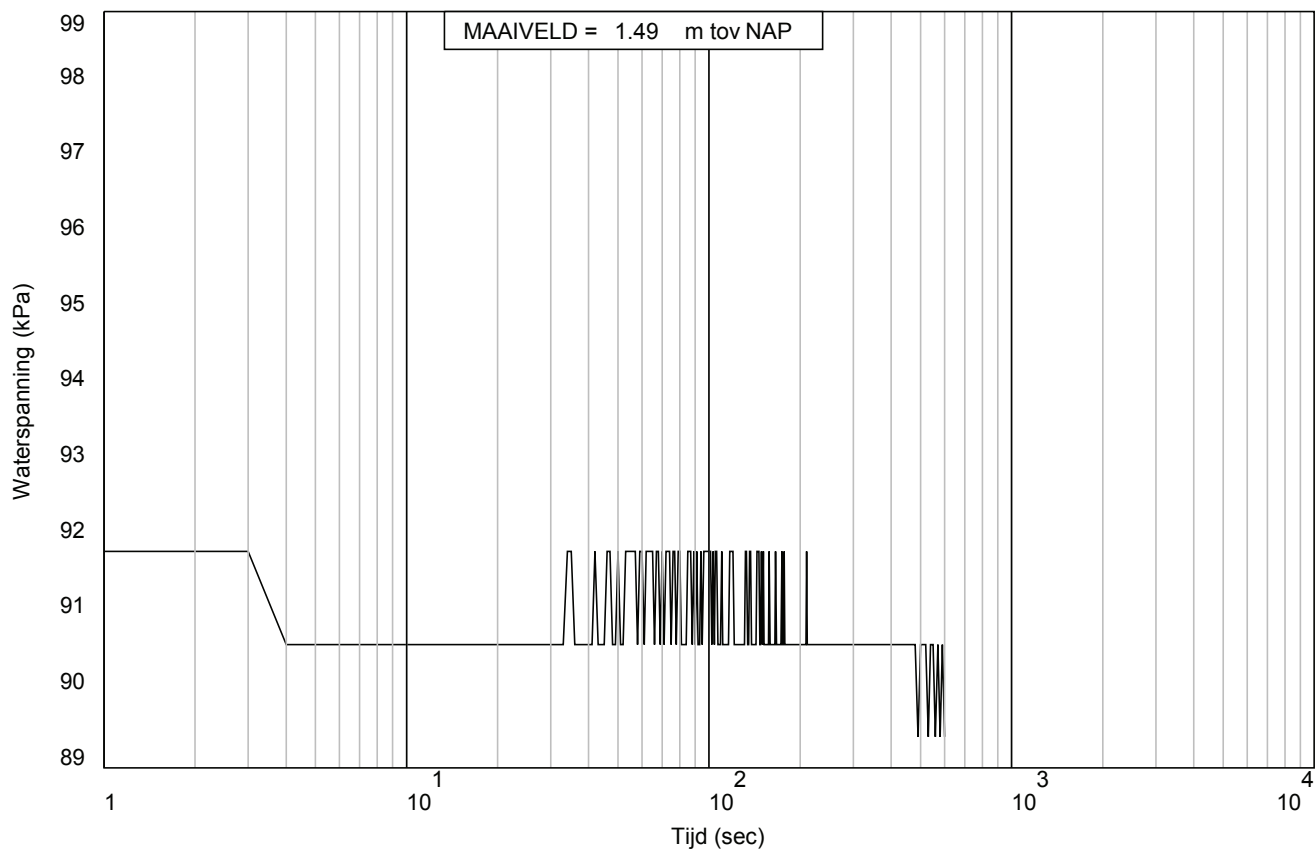
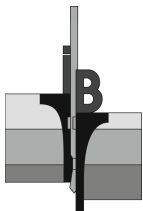
Opdracht: 02P010102
Project: Geotechnisch onderzoek IJsselmeerdijk thv dijkpaal 17.6 t/m 35.1 te Lelystad

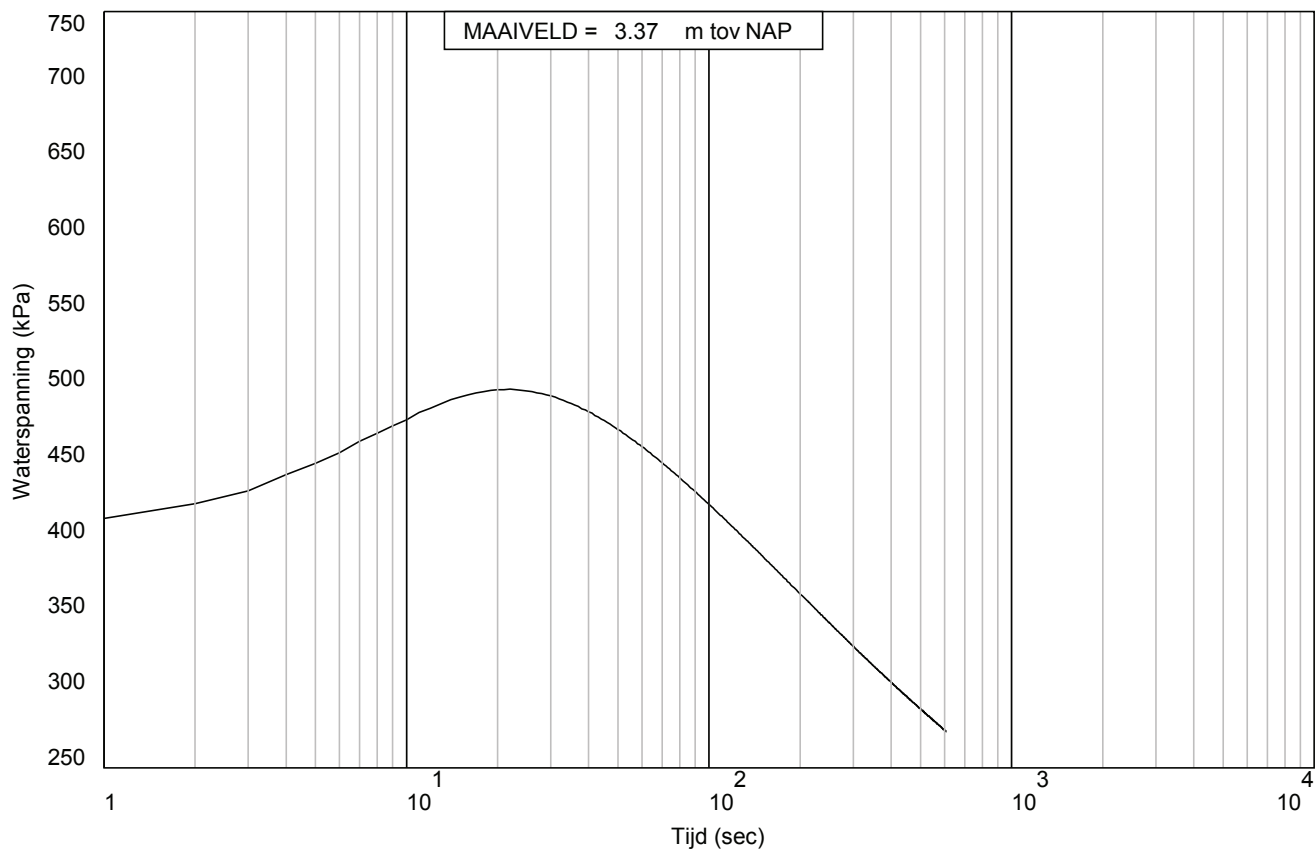
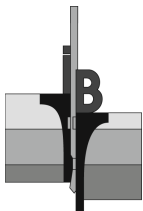


Sondering volgens NEN-EN-ISO 22476-1
Sondeerklasse 2
Conusnummer 060021

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

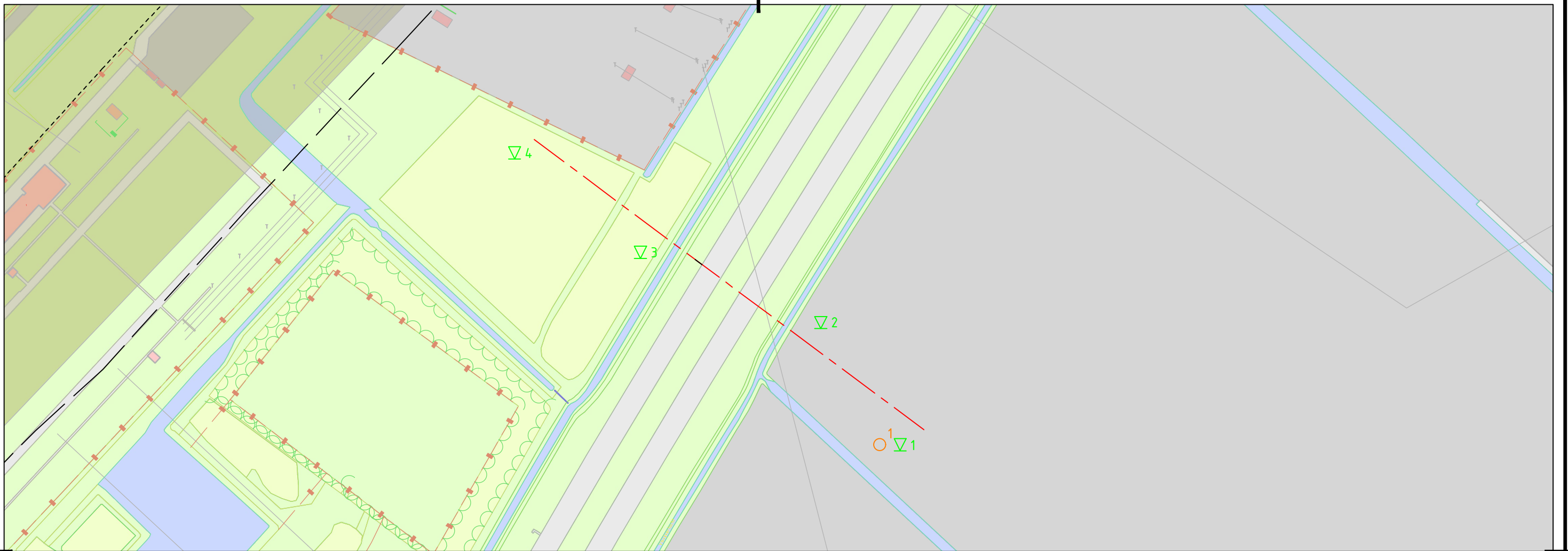
Sondering: ZZL25.3+099_DKMP2_MBIB





IV

BIJLAGE: AANVULLEND GRONDONDERZOEK



0 20 40 60 80m
Schaal 1:2000

▽¹ Sondering met kleef,
diepte minstens tot pleistocene zandlaag,
1 sondering met waterspanningsmeter

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

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