



Boorplan Horizontaal Gestuurde Boring t.b.v. aanleg mantelbuis onder de te Wessem

Opdrachtgever:



Project : Horizontaal gestuurde boring te Wessem
Projectnummer : 20/20073
Locatie : Waage Naak 8a te Wessem
Opgemaakt : 19-02-2020
Samenstelling : Alex Nadibaidze

Opgemaakt door:	Gecontroleerd:	Paraaf:	Datum:	Status document:	Versie
Alex Nadibaidze	Danny Kanters		19-02-2020	Ter Goedkeuring	01

Kenmerk : 20/03577 – Projectnummer : 20/20073



Inhoudsopgave

GEGEVENS BETREFFENDE BORING	3
INLEIDING.....	4
1 PROJECTOMSCHRIJVING	5
1.1 LOCATIE.....	5
1.2 OMVANG EN INDELING WERKTERREIN	5
1.3 OVERZICHT BORING	5
1.4 GRONDONDERZOEK.....	5
2 WERKOMSCHRIJVING	7
2.1 ALGEMENE WERKOMSCHRIJVING	7
2.2 TE DOORLOPEN STAPPEN VÓÓR DE UITVOERING.....	7
2.3 TE DOORLOPEN STAPPEN TIJDENS DE UITVOERING	7
2.4 TE DOORLOPEN STAPPEN NA DE UITVOERING	7
2.5 PERSONEELSBEZETTING BORING	8
2.6 IN TE ZETTEN BOORMATERIEEL	8
2.7 KWALITEIT EN KEURING VAN DE TOEGEPASTE MATERIALEN.....	9
2.8 UITVOERINGSTECHNISCHE RISICO'S.....	9
2.9 REGISTRATIE BOORGEGEVENS	9
2.10 TOELAATBARE AFWIJINGEN BORING	10
2.11 BESTAANDE KABELS EN LEIDINGEN	10
2.12 PLANNING	10
3 STERKTE- EN BOORspoelDRUKBEREKENINGEN	12
3.1 DE THEORETISCHE TREKKRACHT	12
3.2 DE TOELAATBARE VLOEISTOFDRUK.....	12
3.3 DE TOELAATBARE TREKSTERKTE	12

Bijlagen

1. Tekeningen
2. Luchtfoto's boorlocaties
3. Grondonderzoek
4. Sterkte- en boorspoeldrukberoeeningen
5. Certificaat bentoniet
6. Logboek (registratieformulier boorgegevens)
7. Afwijkingen Richtlijn Boortechnieken DWW 2004
8. Drill Control Rapportage ontwerp boring



Gegevens betreffende boring

Hoofdaannemer : VW Telecom Infratechniek B.V.

Gemeente : 5405 AD Uden

Besteknummer : -

Exacte locatie : Waage Naak 8a te Wessem

Aanlegmethode : Horizontaal gestuurd boren (HDD)

Projectnummer : 20/20073

Tekeningnummer : 20_20073-01_B1-P

KLIC-nummer : 20O011002

Planning uitvoering : N.t.b. (na goedkeuring vergunningaanvraag)

Aantal boringen : 1 stuks

Lengte boring : ca. 50.4 m¹.

Materiaal/diameter buis : HDPE buis met 1 x Ø 125 mm PE100 SDR 11
t.b.v. doorvoer glasvezelkabels

Ruimer(s) : Conisch/Flycutter Ø 180 mm.

Meetsysteem Pilot : Walk-over



Inleiding

Voor de aanleg van ondergrondse netwerken bestaande uit kabels en leidingen worden horizontaal gestuurde boringen uitgevoerd. Deze techniek wordt gebruikt wanneer bovengrondse aanleg niet haalbaar of rendabel is. Met deze techniek is het mogelijk om ondergrondse netwerken aan te leggen en daarbij watergangen, wegen en andere infrastructurele objecten te kruisen. Tevens beperkt men de hinder bovengronds tot een minimum.

Hieronder een korte algemene beschrijving van een horizontaal gestuurde boring zoals deze worden uitgevoerd door Holland Drilling B.V.

De uitvoering van een horizontaal gestuurde boring is opgebouwd uit drie fasen en wordt altijd vanaf het maaiveld uitgevoerd.

Fase 1 is het maken van een pilotboring volgens het ontworpen traject. Deze boring wordt uitgevoerd vanaf het maaiveld en start in een vooraf gegraven boorgat. De pilotboring is onder te verdelen in 5 trajecten, het neergaande rechte traject, de neergaande bocht gevolgd door een rechtstand, een opgaande bocht en als laatste een rechtstand tot aan het uittredepunt. Tijdens de pilotboring wordt de boorkop gevolgd met een meetsysteem. Dit meetsysteem kan de positie bepalen van de boorkop en zijn positie doorgeven aan de boormeester. Deze kan aan de hand van deze gegevens de positie aanpassen van de boorkop. Tevens worden de boorspoeldrukken tijdens de 3 fasen geregistreerd.

Fase 2 is het ruimen van de boorgang. Bij het uittredepunt wordt aan de boorstang een ruimer bevestigd die het boorgat op de gewenste grootte brengt. Het ruimen kan enkele malen herhaald worden indien dit nodig is. De keuze van de soort ruimer is sterk afhankelijk van de plaatselijke grondslag.

Fase 3 is het intrekken van de productleiding. Achter de ruimer wordt een swivel bevestigd met daaraan de trekkop en daar weer aan de in te trekken leidingen. De swivel zorgt ervoor dat de productleiding niet meedraait met de boorstang tijdens het intrekken. Als de productleiding is ingetrokken dan is de horizontaal gestuurde boring voltooid.

Voor het betreffende project zal na eventuele gunning en voorafgaand aan de uitvoering van de horizontaal gestuurde boring een op het project toegesneden omschrijving inclusief de benodigde sterkte- en muddrukberekeningen, boorplan worden opgesteld.

Bij het rapport wordt een tekening toegevoegd waarmee de horizontaal gestuurde boring ruimtelijk inzichtelijk worden gemaakt. Het rapport met de tekeningen verschaft de vergunning verlenende instanties, opdrachtgever en boormeesters de benodigde gegevens van de horizontaal gestuurde boring. Na goedkeuring van dit rapport wordt een begin gemaakt met het daadwerkelijk uitvoeren van een horizontaal gestuurd boring.



1 Projectomschrijving

VW Telecom Infratechniek B.V. heeft Holland Drilling B.V. opdracht gegeven voor de engineering van een gestuurde boring ten behoeve van het aanleggen van een mantelbuis onder de Waage Naak 8a te Wessem. Deze boring zal worden uitgevoerd door middel van de Horizontal Directional Drilling (HDD) methode en zal worden uitgevoerd door Holland Drilling B.V.

Ten grondslag aan deze projectomschrijving liggen:

- Tekening/ondergrond GBKN
- Tekening 20_20073-01_B1-P.
- Geotechnisch onderzoek

Het doel van dit boorplan is om inzicht te geven in de werkmethode / methode van aanbrengen en om aan te geven hoe de te bereiken kwaliteit wordt gerealiseerd.

Tijdens de uitvoering van de boringen zullen alle vergunningen op het werk aanwezig zijn. Tevens worden de betreffende instanties tijdig ingelicht over het tijdstip van uitvoering.

1.1 Locatie

De boring bevindt zich onder de Waage Naak 8a te Wessem, zoals weergegeven op bijgevoegde tekening(en). Tevens is de dwarsprofiel van de boring terug te vinden in bijlage 1 van dit boorplan.

1.2 Omvang en indeling werkterrein

9 T

Voor het realiseren van de boringen wordt van een midi-rig opstelling gebruik gemaakt. Ervaringsgewijs kan met een opstellocatie van 80 m² worden volstaan. De benodigde ruimte voor een midi-rig bedraagt bij het intrede punt circa 20 m². Binnen een straal van 30 meter moet er een opstellocatie van circa 50 m² zijn, voor de bijhorende werkplaats en mudset. Plaatsing van apparatuur aangepast aan de plaatselijke omstandigheden. Bij het uittredepunt kan worden volstaan met een ruimte van circa 20 m² excl. benodigde ruimte voor het uitleggen van de in te brengen leidingen. Zowel in- als uittredepunt dienen goed bereikbaar zijn (zwaar verkeer).

1.3 Overzicht boring

Hieronder een samenvatting van de uit te voeren boring met daarbij aangegeven het boringnummer, locatie, in te voeren materiaal en de lengte.

Tabel 1:

Boringnr.	Locatie omschrijving	Materiaal	Lengte
01	Waage Naak 8a te Wessem	HDPE 1 x Ø125 mm PE100 SDR 11	50.4 m ¹

1.4 Grondonderzoek

Om tot een goed eindresultaat te komen zonder al te veel complicaties dient er inzicht te bestaan in de samenstelling en het verloop van de grondlagen en de geohydrologische omstandigheden. Ook een belangrijk aspect bij het boren van leidingen is het in kaart brengen van obstakels, want een onverwachte confrontatie daarmee tijdens de uitvoering kan leiden tot langdurige vertragingen en dus tot extra hoge kosten.



- Horizontaal gestuurde boringen (HDD)
- Pilot gestuurde avegaarboringen
- Pipe bursting
- Persboringen
- Dämmer specialisme



Het in kaart brengen van obstakels is voor dit boorplan gebeurd door het uitvoeren van een KLIC melding.

De samenstelling en eigenschappen van een grondpakket kunnen variëren, daarom wordt geadviseerd om op een meerdere sonderingen en boringen te verrichten.

Aan de hand van de grondgegevens wordt de toe te passen boorspoeldrukken en de plastische zone bepaald. T.b.v. het opstellen van dit boorprofiel is gebruikt gemaakt van de gegevens uit de Dinoloket.

Volgens de informatie zoals deze bekend zijn in Dinoloket geldt dat deze boring grotendeels wordt uitgevoerd in een laag van zand.





2 Werkomschrijving

2.1 Algemene werkomschrijving

De uitvoering van een horizontaal gestuurde boring bestaat uit drie delen, een pilotboring, één of meerdere ruimgangen en het intrekken van de leidingen. Bij de pilotboring wordt vanaf het intredepunt naar het uittredepunt geboord. In het uittredepunt wordt de ruimer bevestigd en kan het ruimen starten. Eventueel kunnen meteen de in te trekken leidingen meegetrokken worden. Deze worden bevestigd aan een swivel zodat voorkomen wordt dat de leidingen gaan draaien. Indien er meerdere ruimgangen nodig zijn worden bij de laatste ruimgang de leidingen meegetrokken.

2.2 Te doorlopen stappen vóór de uitvoering

Voordat men kan starten met de uitvoering dienen eerst de volgende punten te zijn doorlopen.

- Er dient een bezoek gebracht te worden aan de locatie. Zo kan men de toegankelijkheid bepalen, welke machine er ingezet kan worden, hoe groot het werkterrein moet worden en wat de standplaats wordt van de machine. De standplaats van de machine bepaalt het boorgat voor het intredepunt.
- De bestaande kabels en leidingen dienen opgezocht te worden door middel van een KLIC melding en/ of door het graven van proefsleuven.
- Indien mogelijk dienen de boorgaten klaar te liggen voordat er met boren wordt begonnen.
- De boorploeg is op de hoogte van de gegevens in dit rapport en de situatie ter plaatse door middel van tekeningen en/of eventuele foto's.

2.3 Te doorlopen stappen tijdens de uitvoering

- De werkzaamheden beginnen met het aanvoeren van de boormachine op de boorlocatie.
- Er dient een kick off meeting plaats te vinden waarin de laatste zaken worden besproken omtrent de horizontaal gestuurde boring.
- Waar nodig verkeersmaatregelen treffen volgens de C.R.O.W. richtlijnen.
- Ligging van de kabels en leidingen opzoeken.
- Indien dit nog nodig is het ontgraven van het in- en uittredepunt.
- Het uitvoeren van de pilotboring.
- Tijdens de uitvoering van de pilotboring de boorkop volgen met een walk-over meetsysteem en de wijzigingen noteren op een boorstaat.
- Hoeveelheid te gebruiken bentoniet is afhankelijk van de voortgang van de boring. De boormeester voert hiervoor tijdens het boren metingen uit.
- De druk en hoeveelheid boorspoeling wordt door de boormeester/machinist afgelezen van de meters op de machine. Deze waarden worden genoteerd in een logboek.
- Na de pilotboring het boorgat ruimen met één ruimgang.
- Na de laatste ruimgang de betreffende buis intrekken
- Machine en materiaal opruimen en afvoeren.
- Bentoniet boorspoeling afvoeren.

Indien er zich wijzigingen voordoen waardoor de horizontaal gestuurde boring veranderd ten opzichte van het rapport, wordt dit schriftelijk vastgelegd door de boorploeg.

2.4 Te doorlopen stappen na de uitvoering

- De ontwerpafdeling krijgt van de boorploeg de boorgegevens en eventuele wijzigingen retour.
- De gegevens worden aan de opdrachtgever verstrekt.



2.5 Personeelsbezetting boring

Boorploeg HDD	Boormeester	Surveyor	Boorhulp(en)	Overige
Rig 9 tonner	1	1	-	-

2.6 In te zetten boormaterieel

Algemeen

Mini-Rig 9 Tonner

- Leverancier: Vermeer D20x22 S3 Navigator
- Gewicht: 4,9 ton inclusief stangen
- Afmeting (LxBxH): 5200x1219x1981 mm
- Rijwerk: Rubberen rupsbanden

Capaciteiten

- Max. te boren lengte: 300 m
- Max. te boren buisdiameter: Ø 400 mm
- Min. boorstraal: R = 30.1 m
- Materiaal/diameter/lengte boorstang: staal / Ø 48 mm / 3000 mm
- Trekkracht: 87 kN
- Drukkracht: 87 kN
- Torque: 260.3 Nm
- Toerental: 257 rpm
- Pompcapaciteit: 94.6 liter/minuut
- Pompdruk: maximaal 69 bar

Overige gegevens

- Intrede hoek: 12° - 17°
- Uittredehoek: 10° - 20°
- Boorkop: Jet bit with nozzle
- Plaatsbepalingssysteem: Walk Over meetsysteem Sub Site / Radio Detection
- Barrel/conische ruimer Ø 110, 160, 180, 225, 270, 340, 440 mm
- Transport methode: vrachtwagen met aanhanger
- Mudpomp/Mengunit: in vrachtwagen
- Overig transport: evt. bus met haspelwagen en zuigwagen voor afvoer bentonietspoeling.



2.7 Kwaliteit en keuring van de toegepaste materialen

HDPE-buizen:

De toegepaste PE-leiding wordt door Holland Drilling B.V. geleverd en is voorzien van een keurmerk. Het keurmerk wordt door de leverancier van de PE-leiding gegarandeerd en kan indien gewenst geleverd worden. De PE - buis 1 x Ø 125 mm zal vanaf het maaiveld ingetrokken worden.

Boorvloeistof:

De te gebruiken boorvloeistof bestaat uit met water vermengde bentoniet.

De hiervoor te gebruiken bentoniet (Tunnel-gel) zal zijn voorzien van een certificaat.

Tijdens de uitvoering van de werkzaamheden wordt bekeken of de samenstelling van de boorspoeling verder aangepast dient/kan worden aan de lokale bodemopbouw.

Uitgangspunt daarbij is dat een boorspoeling wordt verkregen die voldoende steun geeft aan het boorgat in de plaatselijke ondergrond.

De gemiddelde samenstelling van de boorspoeling bedraagt ca. 35 kg bentoniet per 1.000 liter water. Het soortelijk gewicht van de boorspoeling bedraagt circa 1.150/1.200 kg/m³ afhankelijk van de omstandigheden.

Aan de hand van de bevindingen tijdens het boorproces kunnen er toeslagstoffen (polymeren) aan de boorspoeling worden toegevoegd. Ten einde een stabiel boorgat te creëren.

De specificatie/certificaten van de toe te passen bentoniet zijn in de bijlagen opgenomen.

Transport van de boorspoeling tijdens het boorproces vindt plaats met vloeistofdichte zuigwagens.

De overtollige boorspoeling zal na afloop van het boorproces worden afgevoerd met vloeistofdichte tankwagens. De uitkomende en evt. gerecyclede grond wordt afhankelijk van de samenstelling zoveel mogelijk in het terrein verwerkt.

2.8 Uitvoeringstechnische risico's

Uit het grondonderzoek blijkt dat de te doorboren grondlaag hoofdzakelijk bestaat uit grofzand, klei, grind. Mocht echter tijdens het boorproces blijken dat de boorspoeling onvoldoende steun aan het boorgat geeft, dan kan de samenstelling van de boorspoeling worden aangepast. Daarbij wordt gebruik gemaakt van de kennis en ervaring binnen Holland Drilling B.V.

Uit de Klic meldingen blijkt niet dat er obstakels c.q. objecten in de geprojecteerde boorlijnen aanwezig zijn. Indien blijkt dat er een obstakel aanwezig is wat niet te doorboren is, kan het boortracé in verticale en/of horizontale richting worden aangepast. In eerste instantie binnen de grenzen van het reeds afgesloten zakelijk recht. Indien dit niet mogelijk is zal in overleg met de opdrachtgever een alternatief tracé worden gekozen, waarbij de opdrachtgever het zakelijk recht afsluit met de betrokken eigenaren.

2.9 Registratie boorgegevens

Tijdens de pilotboring, het ruimen van het boorgat en het intrekken van de leiding zal een aantal gegevens, zoals de positie van de boorkop op vastgestelde afstanden opgemeten en geregistreerd worden in een logboek. Dit logboek is toegevoegd in dit rapport.

Tevens registreert de boormeester de intrede- en uittredehoek in procenten en de volgende gegevens tijdens het ruimen en het intrekken van de leiding:

- Duwkracht aan de boorinstallatie (kN)
- Trekkkracht aan de boorinstallatie (kN)
- Rotatie aan de boorinstallatie (rpm)



- Pomp opbrengst aan de boorinstallatie (l/min)
- Pompdruk aan de boorinstallatie (bar)

De geregistreerde gegevens van de boorploeg worden door de ontwerpafdeling verwerkt in de revisie. Alle gegevens worden bij Holland Drilling B.V. gearchiveerd. Bovendien zal er een kopie van de revisie naar de opdrachtgever verstuurd worden.

2.10 Toelaatbare afwijkingen boring

De toelaatbare afwijking van de boring, conform afwijkingen richtlijn Boortechnieken RWS 2004, welke als bijlage 7 is opgenomen in dit rapport.

Tijdens het boren kunnen afwijkingen in de boorlijn optreden, bijvoorbeeld na 25 m¹ ca. 0,25 rechts van de boorlijn. De surveyor zal deze afwijking voorzichtig corrigeren door naar links gaan sturen. Bij een dergelijke boring kan het zo zijn dat de afwijking eerst nog iets groter wordt bijvoorbeeld 0,75 meter voordat de boring terug op de geprojecteerde lijn komt. Deze geringe afwijking wordt uiteraard in de revisie meegenomen.

Als er sterk gestuurd wordt om de afwijkingen minimaal te houden, geeft dit een kwalitatief mindere boring dan dat er iets grotere afwijkingen geaccepteerd worden (extra spanningen in de leiding). Dit geldt ook in verticale zin.

Het belangrijkste is dat de boorlijn die gevolgd is geen extra spanningen in de leiding geeft en goed gereviseerd wordt.

2.11 Bestaande kabels en leidingen

Er is voor aanvang van de engineering door de Holland Drilling B.V. informatie verkregen over de ligging van bestaande infrastructuur door middel van een KLIC-melding.

Voor uitvoering wordt door de Holland Drilling B.V. een KLIC melding gedaan, om de ligging van de bestaande ondergrondse infrastructuur in kaart te brengen. Tevens zal indien nodig met de betreffende leidingbeheerders contact worden opgenomen. Voor aanvang van de boringen worden er door de Holland Drilling B.V. proefsleuven gemaakt nabij de begin en einde van de boringen. Aan de hand van deze proefsleuven worden vervolgens de in- en uitredeputten gegraven.

De KLIC-melding zal tijdens de uitvoering op het werk aanwezig zijn.

2.12 Planning

De planning die hier wordt aangegeven is een voorlopige planning. De werkelijke tijdsduur kan hiervan afwijken.

Boring	Aan- en afvoer boorequipment (uur)	Pilotboring (uur)	Ruimen boorgat (uur)	Intrekken PE- leiding(en) (uur)	Totale tijdsduur (uur)
01	5	2.5	1	1.5	10

De start van de werkzaamheden is in overleg met de opdrachtgever en wanneer de benodigde vergunningen afgegeven zijn door de betrokken instanties.



- Horizontaal gestuurde boringen (HDD)
- Pilot gestuurde avegaarboringen
- Pipe bursting
- Persboringen
- Dämmer specialisme



Werktijden kunnen aangepast worden aan de werkzaamheden welke moeten worden uitgevoerd en de voortgang van het boorproces goed te laten verlopen. Werkdagen van 07.00 tot 20.00 uur komen hierbij regelmatig voor. Het intrekken van de boorstreng zal in één aaneengesloten fase plaatsvinden.

Wanneer het onderbreken van de werkzaamheden een onaanvaardbaar verhoogd risico voor de uitvoering van de boring veroorzaakt kan er door Holland Drilling B.V. besloten worden om 's nachts en in het weekend door te werken. Dit zal altijd in goed overleg met de opdrachtgever en de gemeente (omwonenden) plaatsvinden.





3 Sterkte- en Boorspoeldrukberendingen

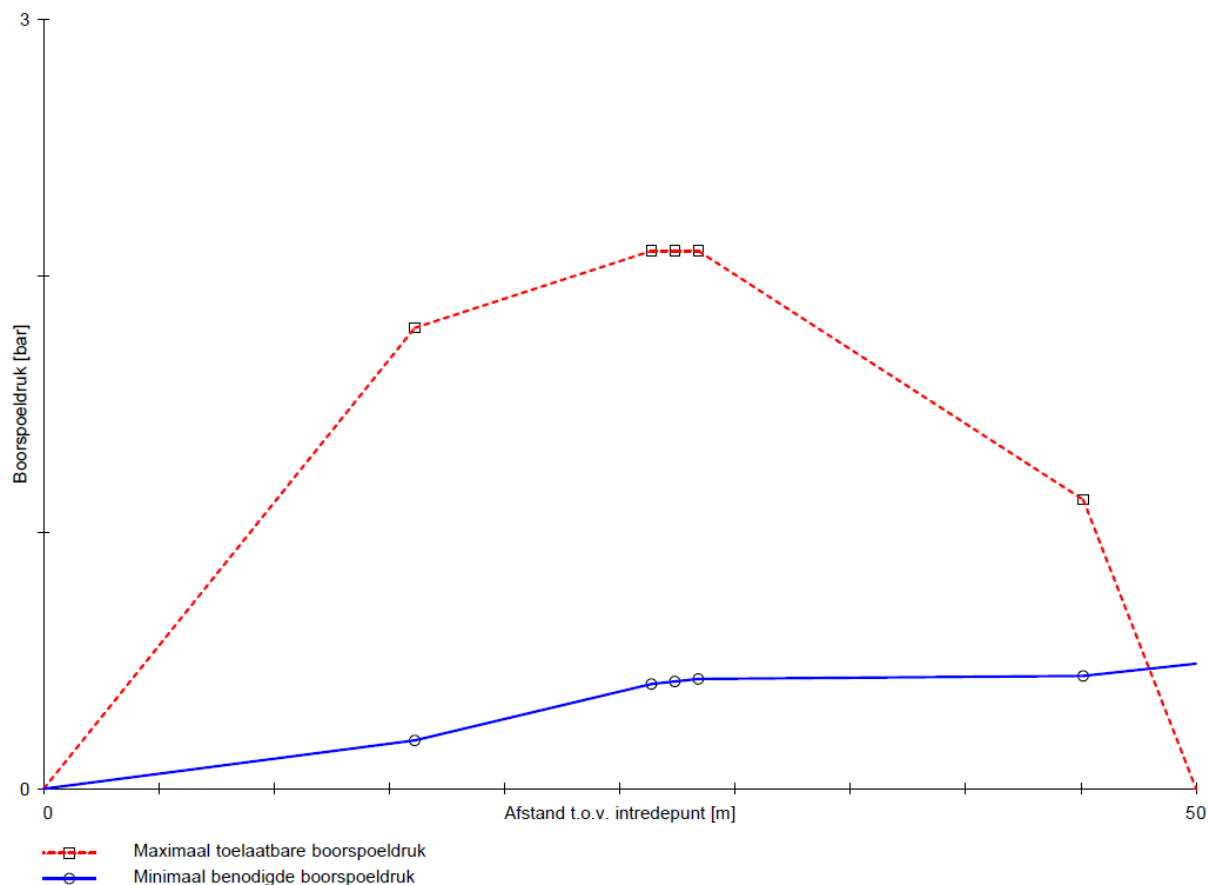
Voor de gestuurde boring zijn berekeningen uitgevoerd met betrekking tot de sterkteberekening en toelaatbare boorspoeldrukken. Onderstaande gegevens per boring zijn als bijlage 4 opgenomen in dit rapport

3.1 De theoretische trekkracht

Voor het bepalen van de theoretische trekkracht tijdens de boorfase zijn er berekeningen uitgevoerd met het programma Sigma 2018 1.5, conform NEN 3650 en 3651.

3.2 De toelaatbare vloeistofdruk

Voor benodigde boorspoeldrukken op verschillende kritieke punten, conform NEN 3650 en 3651 wordt verwezen naar de boorspoeldrukberending.



3.3 De toelaatbare treksterkte

De maximaal toelaatbare trekkracht voor de in te trekken HDPE-buis van de gestuurde boring wordt door de leverancier als volgt opgegeven, dit bedraagt:

- PE 100 Ø 125 mm SDR 11 drukklasse PN 16 => 40,68 kN \approx 4,0 ton



- Horizontaal gestuurde boringen (HDD)
- Pilot gestuurde avegaarboringen
- Pipe bursting
- Persboringen
- Dämmer specialisme

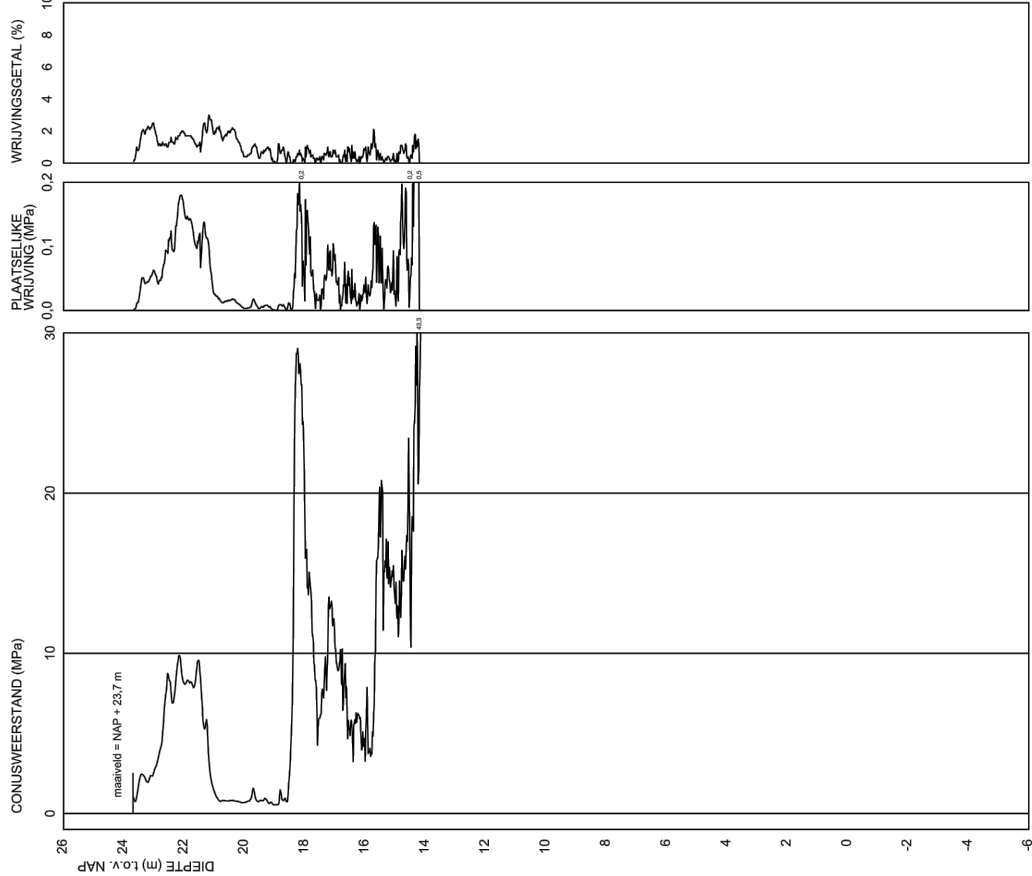
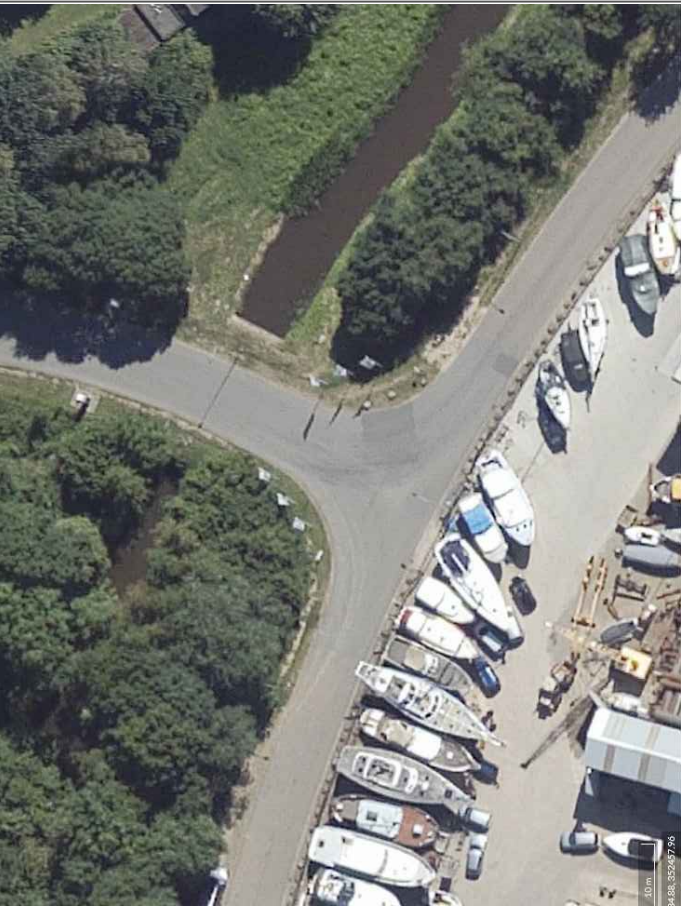
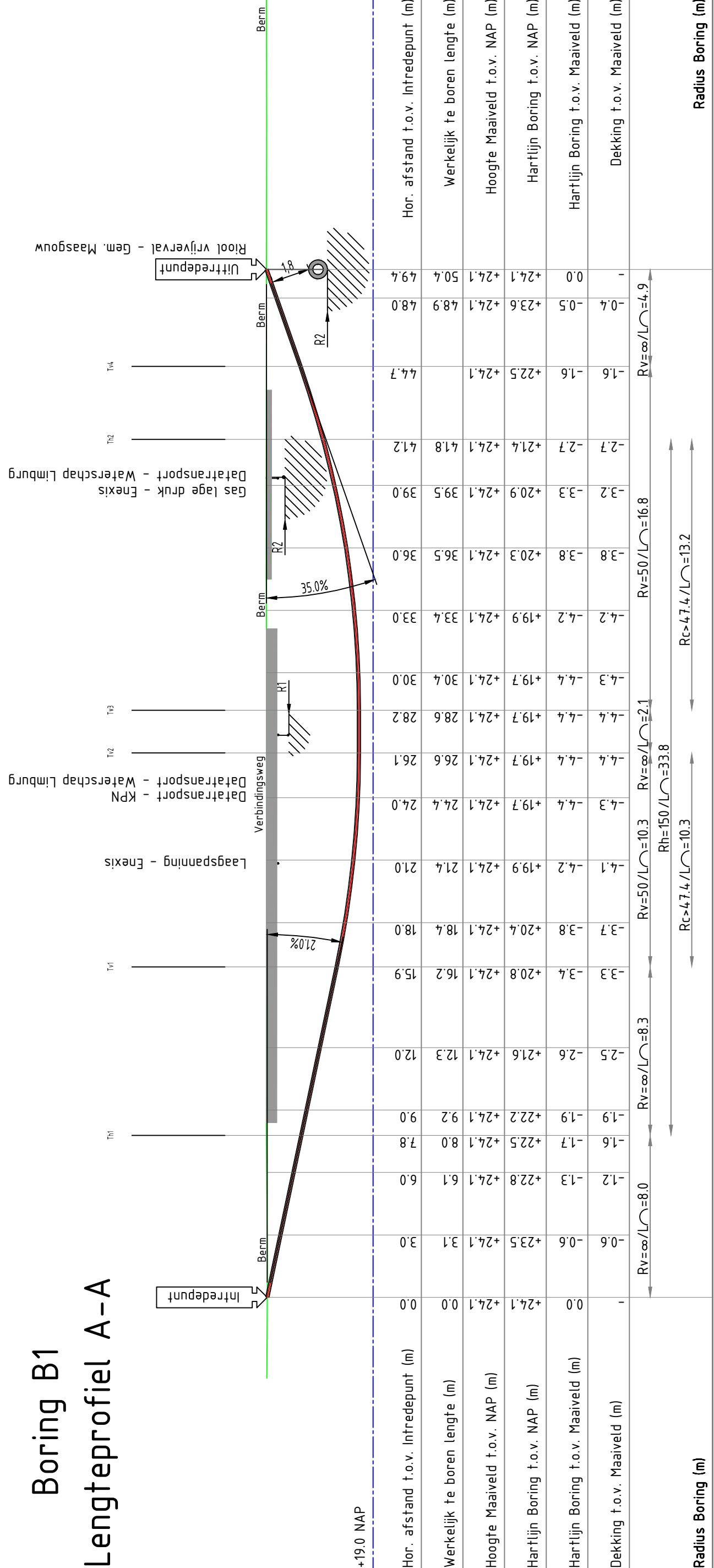


Bijlage 1

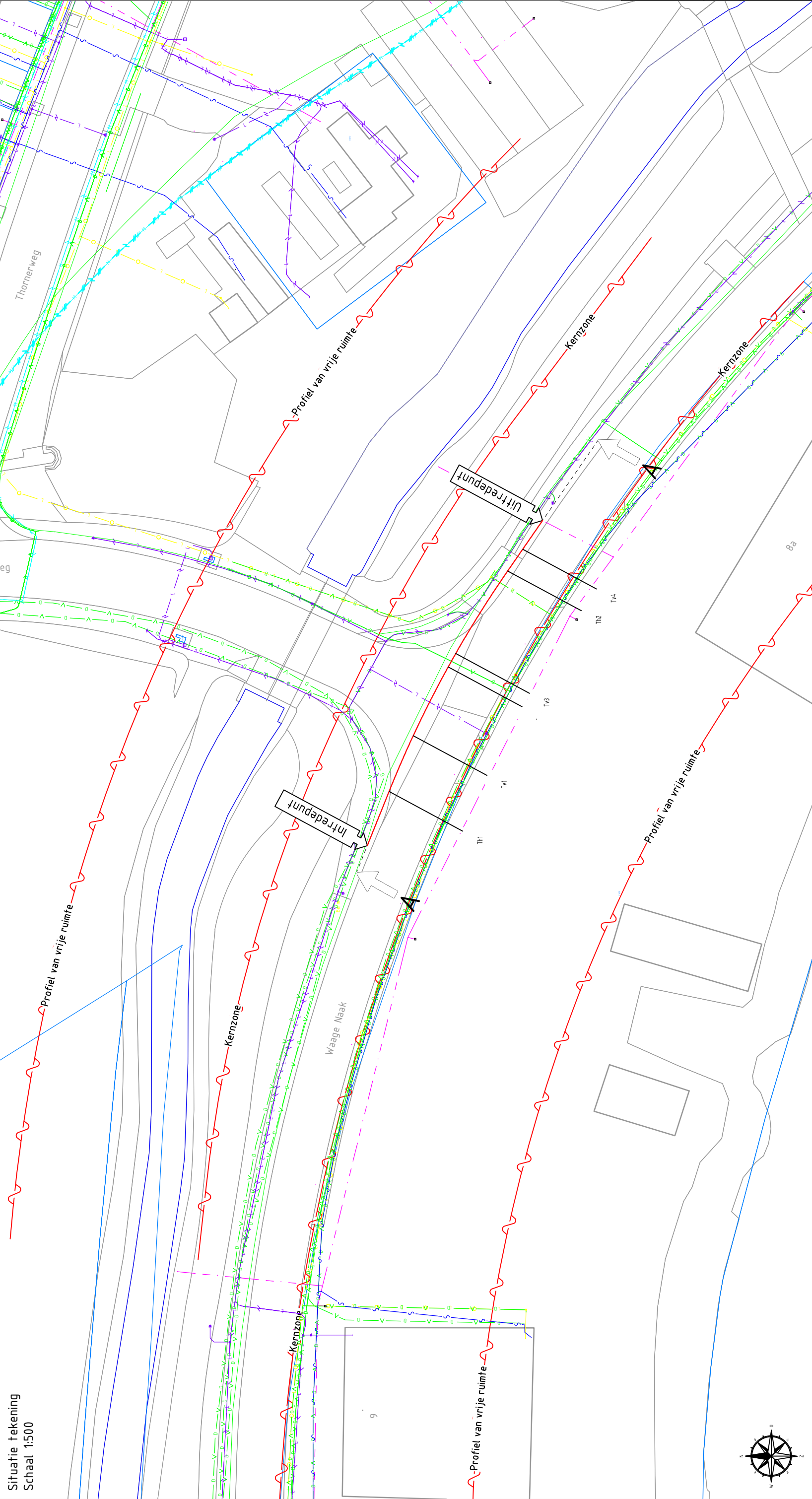
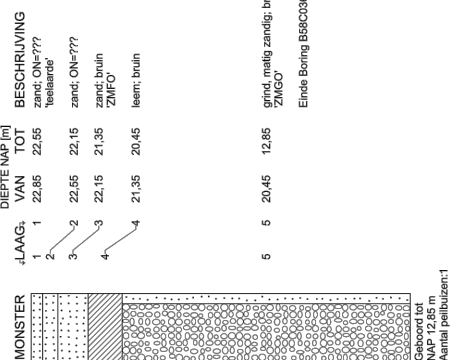
Tekeningen



Boring B1
Lengteprofiel A-A



Tabel Tangentpunten Boring B1			
	X	Y	Z (NAP)
Infrede	188969.22	352474.40	24.08
Th1	188976.44	352471.50	22.45
Tv1	188983.86	352468.28	20.75
Tv2	188993.02	352463.62	19.68
Tv3	188994.81	352462.62	19.68
Th2	189005.81	352455.69	21.40
Tv4	189008.70	352453.69	22.49
Uitfrede	189012.53	352451.04	24.12



Holland Drilling BV
Simon Homburgsstraat 17
5431 NN Cuijk
info@hollanddrilling.nl

Tel: 0485 - 74 50 40
www.hollanddrilling.nl

Getekend: A. Nadijda
Goedgekeurd: 20_20073-01_B1-P
Tekening nr.: 20_20073-01_B1-P
Datum: 02-02-2020
Schaal: Diversen

T-splijzing Waage Naak / Verbindingsweg te Wessem

Projectnummer: 20/20073
Versie: 1
Blad: 1
Formaat: A2



- Horizontaal gestuurde boringen (HDD)
- Pilot gestuurde avegaarboringen
- Pipe bursting
- Persboringen
- Dämmer specialisme



Bijlage 2

Luchtfoto boorlocatie





- Horizontaal gestuurde boringen (HDD)
- Pilot gestuurde avegaarboringen
- Pipe bursting
- Persboringen
- Dämmer specialisme



Bijlage 3

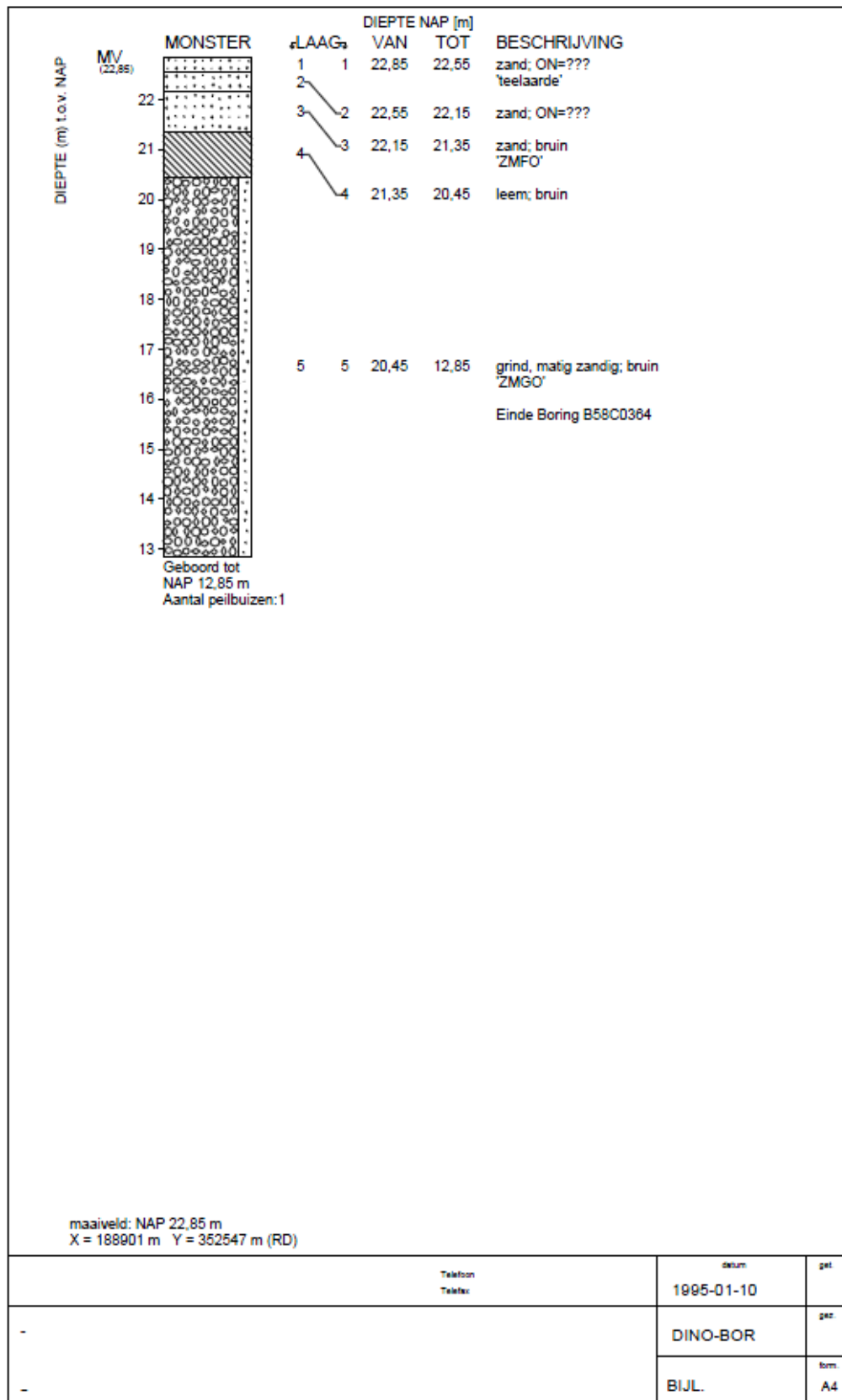
Grondonderzoek

- CPT000000070982



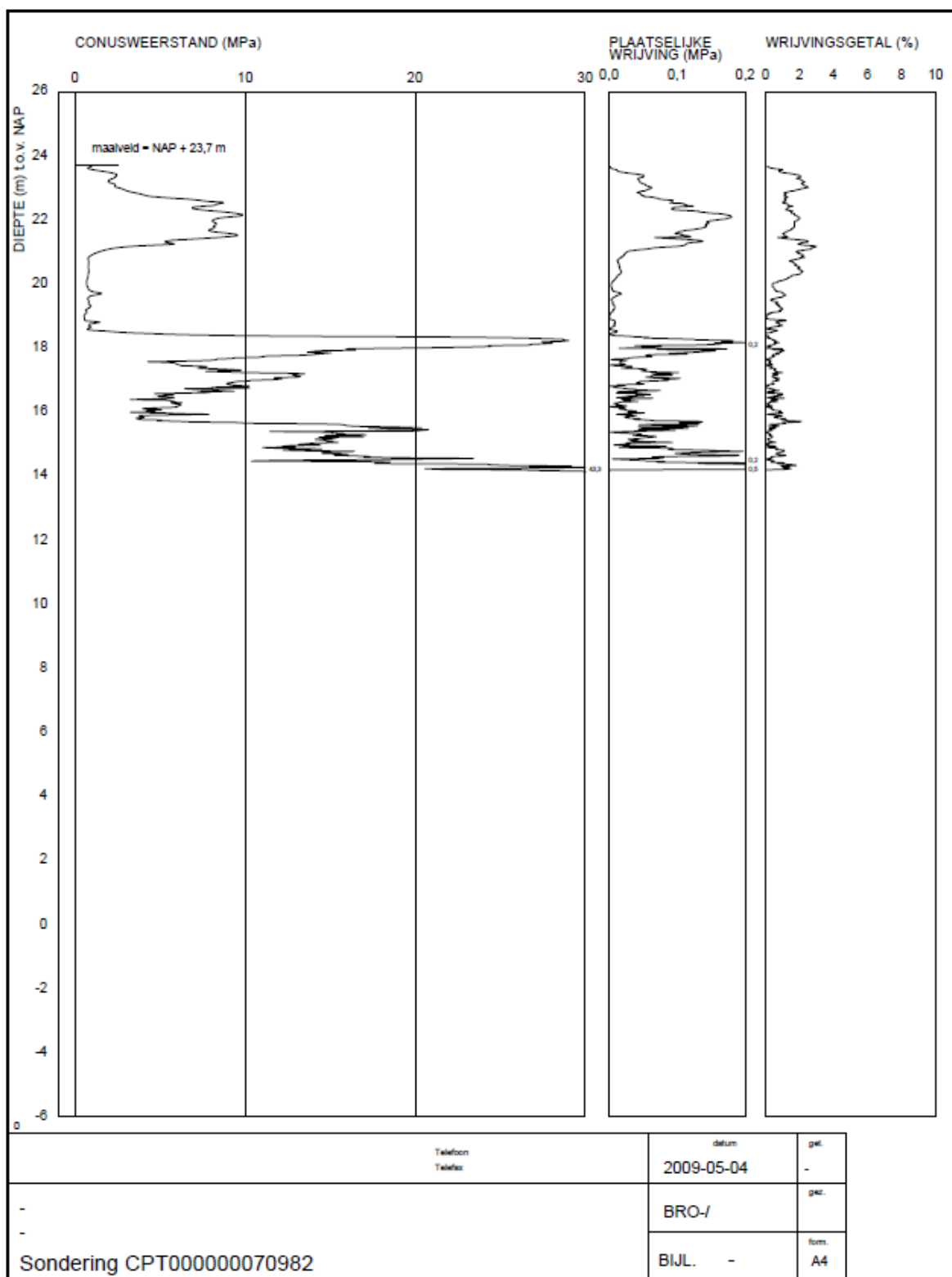


- Horizontaal gestuurde boringen (HDD)
- Pilot gestuurde avegaarboringen
- Pipe bursting
- Persboringen
- Dämmer specialisme





- Horizontaal gestuurde boringen (HDD)
- Pilot gestuurde avegaarboringen
- Pipe bursting
- Persboringen
- Dämmer specialisme





Bijlage 4

Sterkte- en boorspoeldrukberekeningen

1 x Ø125 mm SDR11 (Stuurplaat 110 mm)



Spitters B.V.

Sterkteberekening van een horizontaal gestuurde boring conform NEN 3650/3651:2012			Sigma 2018 1.5 ©
Algemene gegevens			
Naam van het project : Boring B1 T-spiltsing Waage Naak / Verbindingsweg te Wessem			
Projectonderdeel : 1 x Ø125mm SDR 11 (stuurplaat 110mm)			
Materiaalgegevens			
Materiaalsoort:	PE		
Kwaliteit:	PE 100 SDR 11		
Lange-duur treksterkte	MRS	= 10	N/mm²
Materiaalfactor	γ_M	= 1,25	-
Toelaatbare langeduur spanning	$\bar{\sigma}_t$	= 8,00	N/mm²
Elasticiteitsmodulus korte duur	E	= 975	N/mm²
Elasticiteitsmodulus lange duur	E'	= 350	N/mm²
Lineaire uitzettingscoëfficiënt	α_g	= 16,0·10 ⁻⁵	mm/(mm·K)
Alfa Tangentiëel / Alfa Axiaal	α_σ	= 0,65	-
Soortelijk gewicht buis	ρ_L	= 9,55	kN/m³
Toelaatbare deflectie	δ	= 8	%
Leidinggegevens			
Uitwendige middellijn	D _e	= 125,00	mm
Wanddikte	d _n	= 11,4	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	ρ_m	= 11,5	kN/m³
Zwichtspanning boorvloeistof	τ_y	= 15	Pa
Leiding wordt niet verzwaaard t.p.v. rollenbaan			
Leiding wordt niet verzwaaard t.p.v. boorgang			
Diameter ruimer ivm boorspoeldruk	D _g	= 110	mm
Diameter boorstang	D _b	= 48	mm
Totale lengte	L	= 50,39	m
Lengte 1e rechte deel	L ₁	= 16,22	m
Lengte neergaande bocht	L ₂	= 10,35	m
Lengte 2e rechte deel	L ₃	= 2,05	m
Lengte opgaande bocht	L ₄	= 16,83	m
Lengte 3e rechte deel	L ₅	= 4,94	m
Straal maaiveld/rollenbaan	R _r	= 50,00	m
Straal neergaande bocht	R ₁	= 50,00	m
Straal opgaande bocht	R ₂	= 50,00	m
Intrede-hoek (bij boorstelling)	α_1	= 11,86 / 21	° / %
Uittrede-hoek (bij rollenbaan)	α_2	= 19,29 / 35	° / %
Belastinghoek	α	= 180	°
Ondersteuningshoek	β	= 120	°
Horizontale steundrukhoek	γ	= 120	°
Geen grondmechanisch onderzoek uitgevoerd	γ	= 1,1	
Totaalfactor bij moeilijke omstandigheden	f	= 2	
Belastingfactor, bovengronds	f _{k,b}	= 1,1	
Belastingfactor, ondergronds	f _{k,o}	= 1,4	
Onzekerheidsfactor straal, ondergronds	f _{r,o}	= 0,9	
Wrijvingscoëff. zonder rollenbaan	f ₁	= 0,3	
Wrijving tussen leiding/boorvloeistof	f ₂	= 0,00005	N/mm²
Wrijving tussen leiding/boorgangwand	f ₃	= 0,2	
18/20790			19-02-2020 11:45:19

Spitters B.V.

Sterkteberekening van een horizontaal gestuurde boring conform NEN 3650/3651:2012

Sigma 2018 1.5 ©

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/m³]	Volumiek gewicht natte grond [kN/m³]	Wrijvings- hoek grond [°]
1e rechte deel	16,22	3,38	3,10	Zand	17,90	19,92	30,00
Neergaande bocht	26,57	4,44	3,10	Zand	17,90	20,17	30,00
2e rechte deel	27,595	4,44	3,10	Zand	17,90	20,17	30,00
Opgaande bocht	28,62	4,44	3,10	Zand	17,90	20,17	30,00
3e rechte deel	45,45	1,64	-	Zand	17,98	-	30,00

Locatie	Gereduceerde grondbelasting	Gemiddelde verticale beddingconstante [N/mm³]	Effectieve cohesie [kN/m²]	E-modulus ondergrond [MN/m²]	Verkeersbelasting
1e rechte deel	Geen	-	0,00	15,00	Grafiek I
Neergaande bocht	Geen	0,0060	0,00	15,00	Grafiek I
2e rechte deel	Geen	-	0,00	15,00	Grafiek I
Opgaande bocht	Geen	0,0060	0,00	15,00	Grafiek I
3e rechte deel	Geen	-	0,00	15,00	Grafiek ½ x II

18/20790

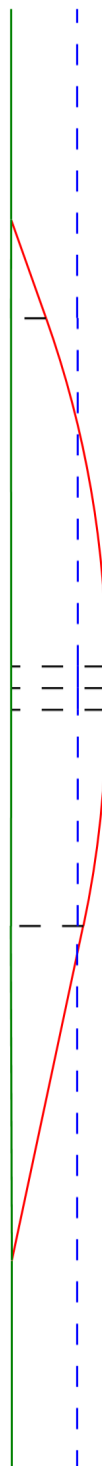
19-02-2020 11:45:19

3e rechte deel

2e rechte deel

1e rechte deel

Neergaande bocht



* Niet op schaal

Spitters B.V.

Sterkteberekening van een horizontaal gestuurde boring conform NEN 3650/3651:2012

Sigma 2018 1.5 ©

2. Eigenschappen van de leiding

Inwendige middellijn	$D_i = D_e - 2 \cdot d_n$	= 102,20	mm
Gemiddelde middellijn	$D_g = (D_e + D_i)/2$	= 113,60	mm
Uitwendige middellijn+bekleding	$D_o = D_e + 2 \cdot e$	= 125,00	mm
Uitwendige straal	$r_e = D_e / 2$	= 62,50	mm
Inwendige straal	$r_i = D_i / 2$	= 51,10	mm
Gemiddelde straal	$r_g = (r_e + r_i) / 2$	= 56,80	mm
Traagheidsmoment buis	$I_b = (D_e^4 - D_i^4) \cdot \pi / 64$	= 6.629.052,19	mm ⁴
Weerstandsmoment buis	$W_b = I_b / r_e$	= 106.064,84	mm ³
Wandtraagheidsmoment	$I_w = d_n^3 / 12$	= 123,46	mm ⁴ /mm ¹
Wandweerstandsmoment	$W_w = d_n^2 / 6$	= 21,66	mm ³ /mm ¹
Oppervlakte leiding	$A = \pi \cdot (D_e^2 - D_i^2) / 4$	= 4.068,49	mm ²
Gewicht leiding	$g = \rho_L \cdot A$	= 0,0389	N/mm ¹

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

	Leiding op rollenbaan/maaiveld	Leiding in boorgat
Gewicht mediumleiding	$g = 0,0389 \text{ N/mm}^1$	$g = 0,0389 \text{ N/mm}^1$
Gewicht vulling	$g_{vul} = \text{N.v.t.} +$	$g_{vul} = \text{N.v.t.} +$
Totaal gewicht	$g_{rol} = 0,0389 \text{ N/mm}^1$	$g_{gat} = 0,0389 \text{ N/mm}^1$

4. Berekening van de trekkrachten en spanningen bovengronds

4.1 Berekening van de benodigde trekkrachten op rollenbaan/maaiveld

Trekkracht T_1 tijdens verschillende stadia [N]	L [m]	T_1 [N]
Starten met trekken	50,39	1.175
Na 1 ^e deel intrekken	45,45	1.060
Na 2 ^e deel intrekken	28,62	667
Na 3 ^e deel intrekken	26,57	619
Na 4 ^e deel intrekken	16,22	378

$$T_1 = f \cdot L \cdot g_{rol} \cdot f_1 = 2 \cdot L \cdot 0,0389 \cdot 0,3$$

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	1.175	0,29
Na 1 ^e deel intrekken	1.060	0,26
Na 2 ^e deel intrekken	667	0,16
Na 3 ^e deel intrekken	619	0,15
Na 4 ^e deel intrekken	378	0,09

$$\sigma_t = \frac{T_1}{A} = \frac{T_1}{4.068,49}$$

18/20790

19-02-2020 11:45:19

Spitters B.V.

Sterkteberekening van een horizontaal gestuurde boring conform NEN 3650/3651:2012

Sigma 2018 1.5 ©

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

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

$$M_b = 1,1 \cdot 975 \cdot \frac{6.629.052}{50.000} = 142.193,17 \text{ Nmm}$$

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

$$\sigma_b = \frac{142.193,17}{106.065} = 1,34 \text{ N/mm}^2$$

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	0,29	1,16
Na 1 ^e deel intrekken	0,26	1,13
Na 2 ^e deel intrekken	0,16	1,04
Na 3 ^e deel intrekken	0,15	1,02
Na 4 ^e deel intrekken	0,09	0,96

$$\sigma_a = \alpha_{\sigma} \cdot \sigma_b + \sigma_t = 0,65 \cdot 1,34 + \sigma_t$$

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: $D_{e,omtrek} = 392,70 \text{ mm}^1$

Gewicht van de leiding (+vulling) in het boorgat $g_{gat} = 0,0389 \text{ N/mm}^1$

Gelet op het gewicht van de boorvloeistof: $g_{opw} = \rho_m \cdot D_e^2 \cdot \pi/4 = 11,5 \cdot 125,00^2 \cdot \pi/4 = 0,141 \text{ N/mm}^1$

Gelet hierop is $g_{eff} = |g_{gat} - g_{opw}| = 0,102 \text{ N/mm}^1$

Trekkracht T_2 en T_{3a} tijdens verschillende stadia [N]	L [m]	T_2 [N]	T_{3a} [N]
1 ^e deel intrekken	4,94	396	-
2 ^e deel intrekken	21,77	-	1.745
3 ^e deel intrekken	23,82	1.910	-
4 ^e deel intrekken	34,17	-	2.740
Geheel ingetrokken	50,39	4.040	-

Rechte delen: $T_2 = f \cdot L \cdot (D_{e,omtr} \cdot f_2 + g_{eff} \cdot f_3) = 2 \cdot L \cdot (392,70 \cdot 0,00005 + 0,102 \cdot 0,2)$

Gebogen delen: $T_{3a} = f \cdot L_B \cdot (D_{e,omtr} \cdot f_2 + g_{eff} \cdot f_3) = 2 \cdot L \cdot (392,70 \cdot 0,00005 + 0,102 \cdot 0,2)$

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

5.3.1 Neergaande bocht

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

$$\lambda = \sqrt[4]{\frac{125,00 \cdot 0,0060}{4 \cdot 975 \cdot 6.629.052,19}} = 0,0023 \text{ mm}^{-1}$$

$$Q_{r1} = \frac{0,322 \cdot \lambda^2 \cdot E \cdot I_b}{D_o \cdot f_{r,o} \cdot R}$$

$$Q_{r1} = \frac{0,322 \cdot 0,0023^2 \cdot 975 \cdot 6.629.052,19}{125,00 \cdot 0,9 \cdot 50.000} = 0,0020 \text{ N/mm}^2$$

$$T_{3b} = f \cdot 4 \cdot \frac{Q_{r1}}{2} \cdot D_o \cdot \frac{\pi}{\lambda} \cdot f_3$$

$$T_{3b} = 2 \cdot 4 \cdot \frac{0,0020}{2} \cdot 125,00 \cdot \frac{\pi}{0,0023} \cdot 0,2 = \mathbf{269,76 \text{ N}}$$

Spitters B.V.

Sterkteberekening van een horizontaal gestuurde boring conform NEN 3650/3651:2012

Sigma 2018 1.5 ©

5.3.2 Opgaande bocht

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

$$\lambda = \sqrt[4]{\frac{125,00 \cdot 0,0060}{4 \cdot 975 \cdot 6.629.052,19}} = 0,0023 \text{ mm}^{-1}$$

$$Q_{r2} = \frac{0,322 \cdot \lambda^2 \cdot E \cdot I_b}{D_o \cdot f_{r,o} \cdot R}$$

$$Q_{r2} = \frac{0,322 \cdot 0,0023^2 \cdot 975 \cdot 6.629.052,19}{125,00 \cdot 0,9 \cdot 50.000} = 0,0020 \text{ N/mm}^2$$

$$T_{3b} = f \cdot 4 \cdot \frac{Q_{r2}}{2} \cdot D_o \cdot \frac{\pi}{\lambda} \cdot f_3$$

$$T_{3b} = 2 \cdot 4 \cdot \frac{0,0020}{2} \cdot 125,00 \cdot \frac{\pi}{0,0023} \cdot 0,2 = \mathbf{269,76 \text{ N}}$$

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

Trekkcracht 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	667	1.745	270	-	2.682
Opgaande bocht	378	2.740	270	270	3.657

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

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

Trekkcracht T_{3c} tijdens verschillende stadia [N]	α [°]	T_{bocht} [N]	T_{3c} [N]
Neergaande bocht	5,93	2.682	222
Opgaande bocht	9,65	3.657	302

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

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

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

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

5.5 Totalisatie van de trekkcrachten in fase II

Trekkcracht 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	1.060	396	-	-	-	-	1.456
2 ^e deel intrekken	667	1.745	270	222	-	-	2.904
3 ^e deel intrekken	619	1.910	270	222	-	-	3.021
4 ^e deel intrekken	378	2.740	270	222	270	302	4.369
Geheel intrekken	0	4.040	270	222	270	302	5.292

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

18/20790

19-02-2020 11:45:19

Spitters B.V.

Sterkteberekening van een horizontaal gestuurde boring conform NEN 3650/3651:2012

Sigma 2018 1.5 ©

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

Spanningen σ_t tijdens verschillende stadia [N/mm ²]	T_{tot} [N]	σ_t [N/mm ²]
1 ^e deel intrekken	1.456	0,36
2 ^e deel intrekken	2.904	0,71
3 ^e deel intrekken	3.021	0,74
4 ^e deel intrekken	4.369	1,07
Geheel intrekken	5.292	1,30

$$\sigma_t = \frac{T_{tot}}{A} = \frac{T_{tot}}{4.068,49}$$

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

5.7.1 Neergaande bocht

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

$$M_b = 1,4 \cdot 975 \cdot \frac{6.629.052,19}{0,9 \cdot 50.000} = 201.081,25 \text{ Nmm}$$

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

$$\sigma_b = \frac{201.081,25}{106.064,84} = \mathbf{1,90 \text{ N/mm}^2}$$

5.7.2 Opgaande bocht

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

$$M_b = 1,4 \cdot 975 \cdot \frac{6.629.052,19}{0,9 \cdot 50.000} = 201.081,25 \text{ Nmm}$$

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

$$\sigma_b = \frac{201.081,25}{106.064,84} = \mathbf{1,90 \text{ N/mm}^2}$$

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	1.456	0,36	-	0,36
Na 1 ^e deel intrekken	2.904	0,71	1,90	1,95
Na 2 ^e deel intrekken	3.021	0,74	-	0,74
Na 3 ^e deel intrekken	4.369	1,07	1,90	2,31
Na 4 ^e deel intrekken	5.292	1,30	-	1,30

$$\text{Rechte delen: } \sigma_a = \frac{T_{tot}}{A} = \frac{T_{tot}}{4.068,49} = \sigma_t$$

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

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

18/20790

19-02-2020 11:45:19

Spitters B.V.

Sterkteberekening van een horizontaal gestuurde boring conform NEN 3650/3651:2012

Sigma 2018 1.5 ©

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	Dekking t.o.v. maaiveld [m]	G.W.S. t.o.v. maaiveld [m]	Grond- soort	q_{droog} [kN/m ²]	q_{nat} [kN/m ²]	q_{totaal} [kN/m ²]	Q_n [N/mm ¹]
1e rechte deel	3,38	3,10	Zand	61,04	6,14	67,17	8,05
Neergaande bocht	4,44	3,10	Zand	61,04	29,73	90,77	9,67
2e rechte deel	4,44	3,10	Zand	61,04	29,73	90,77	9,67
Opgaande bocht	4,44	3,10	Zand	61,04	29,73	90,77	9,67
3e rechte deel	1,64	-	Zand	-	-	32,44	4,05

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

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]
1e rechte deel	3,38	Grafiek I	15,14	1,89
Neergaande bocht	4,44	Grafiek I	11,54	1,44
2e rechte deel	4,44	Grafiek I	11,54	1,44
Opgaande bocht	4,44	Grafiek I	11,54	1,44
3e rechte deel	1,64	Grafiek ½ x II	8,81	1,10

$$Q_v = q_v \cdot D_o = q_v \cdot 125$$

6.5 Momenten en spanningen t.g.v. bovenbelastingen

Locatie	Q_n [N/mm ¹]	Q_v [N/mm ¹]	Q_{boven} [N/mm ¹]	M_q [Nmm]	σ_q [N/mm ²]
1e rechte deel	8,05	1,89	9,94	77,91	3,60
Neergaande bocht	9,67	1,44	11,11	87,12	4,02
2e rechte deel	9,67	1,44	11,11	87,12	4,02
Opgaande bocht	9,67	1,44	11,11	87,12	4,02
3e rechte deel	4,05	1,10	5,16	40,41	1,87

$$M_q = K_b \cdot (Q_n + Q_v) \cdot r_g = 0,138 \cdot (Q_n + Q_v) \cdot 56,80$$

$$\sigma_q = f_{rr} \cdot \frac{M_q}{W_w} = 1,00 \cdot \frac{M_q}{21,66}$$

18/20790

19-02-2020 11:45:19

Spitters B.V.

Sterkteberekening van een horizontaal gestuurde boring conform NEN 3650/3651:2012

Sigma 2018 1.5 ©

6.6 Optredende spanning s_{qr} tgv. grondreactie in de bochten

6.6.1 Neergaande bocht

$$\sigma_{qr} = K_{b,ind} \cdot Q_{r1} \cdot D_o \cdot \frac{r_u}{W_w}$$

$$\sigma_{qr} = 0,083 \cdot 0,0020 \cdot 125,00 \cdot \frac{62,50}{21,66} = \mathbf{0,06 \text{ N/mm}^2}$$

6.6.2 Opgaande bocht

$$\sigma_{qr} = K_{b,ind} \cdot Q_{r2} \cdot D_o \cdot \frac{r_u}{W_w}$$

$$\sigma_{qr} = 0,083 \cdot 0,0020 \cdot 125,00 \cdot \frac{62,50}{21,66} = \mathbf{0,06 \text{ N/mm}^2}$$

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

Leiding is drukloos

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

7. Toetsing op minimale ringstijfheid S_N

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

$$S_N = 975 \cdot \frac{123,46}{113,6^3} = 0,0821 \text{ N/mm}^2 = \mathbf{82,11 \text{ kN/m}^2}$$

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: $\gamma = 1,5$

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

$$p_{o,kort} = \frac{1}{1,5 \cdot (1 - 0,4^2)} \cdot \frac{24 \cdot 975,00 \cdot 123,46}{113,60^3} = 1,56 \text{ N/mm}^2$$

$$p_{o,lang} = \frac{1}{3 \cdot (1 - 0,4^2)} \cdot \frac{24 \cdot 350,00 \cdot 123,46}{113,60^3} = 0,28 \text{ N/mm}^2$$

Conclusie: Kans op implosie bij **28,07 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]
1e rechte deel	3,60	-	0,65	2,34
Neergaande bocht	4,02	0,060	0,65	2,65
2e rechte deel	4,02	-	0,65	2,61
Opgaande bocht	4,02	0,060	0,65	2,65
3e rechte deel	1,87	-	0,65	1,21

Rechte delen: $\sigma_{y2} = \alpha_\sigma \cdot \sigma_q$

Bochten: $\sigma_{y2} = \alpha_\sigma \cdot (\sigma_q + \sigma_{qr})$

Toelaatbare spanning: $\sigma_{td} = \bar{\sigma}_t = \mathbf{8,00 \text{ N/mm}^2}$

Spitters B.V.

Sterkteberekening van een horizontaal gestuurde boring conform NEN 3650/3651:2012

Sigma 2018 1.5 ©

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]
1e rechte deel	0,00	0,00	-	-	0,00
Neergaande bocht	0,00	0,00	1,90	0,65	1,23
2e rechte deel	0,00	0,00	-	-	0,00
Opgaande bocht	0,00	0,00	1,90	0,65	1,23
3e rechte deel	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_v [N/mm ¹]	Q_r [N/mm ²]	δ_Y [mm]	δ_Y/D_g [%]
1e rechte deel	8,05	1,89	-	2,00	1,76
Neergaande bocht	9,67	1,44	0,0020	2,24	1,97
2e rechte deel	9,67	1,44	-	2,24	1,97
Opgaande bocht	9,67	1,44	0,0020	2,24	1,97
3e rechte deel	4,05	1,10	-	1,04	0,91

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

$$\delta_Y = \frac{(0,089 \cdot (Q_n + Q_v) - 0,083 \cdot (1 - \sin \varphi) \cdot (Q_n + Q_v) + 0,048 \cdot Q_r) \cdot 56,80^3}{350 \cdot 123,46}$$

Toelaatbare deflectie = 8% · D_g = 0,08 · 113,60 = **9,09** mm

11. 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]
1e rechte deel	3,38	52,72	26,36	39,54	59,31	5,77
Neergaande bocht	4,44	61,62	30,81	46,21	69,32	5,77
2e rechte deel	4,44	61,62	30,81	46,21	69,32	5,77
Opgaande bocht	4,44	61,62	30,81	46,21	69,32	5,77
3e rechte deel	1,64	26,81	13,40	20,10	30,16	5,77

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

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

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

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

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

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]
1e rechte deel	0,0034	0,30	0,0028	0,003159	0,02	0,40
Neergaande bocht	0,0040	0,27	0,0134	0,01512	0,03	0,45
2e rechte deel	0,0040	0,27	0,0134	0,01512	0,03	0,45
Opgaande bocht	0,0040	0,27	0,0134	0,01512	0,03	0,45
3e rechte deel	0,0017	0,42	0,0000	0,0000	0,04	0,25

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

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

$$u = \gamma_w \cdot H_n$$

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

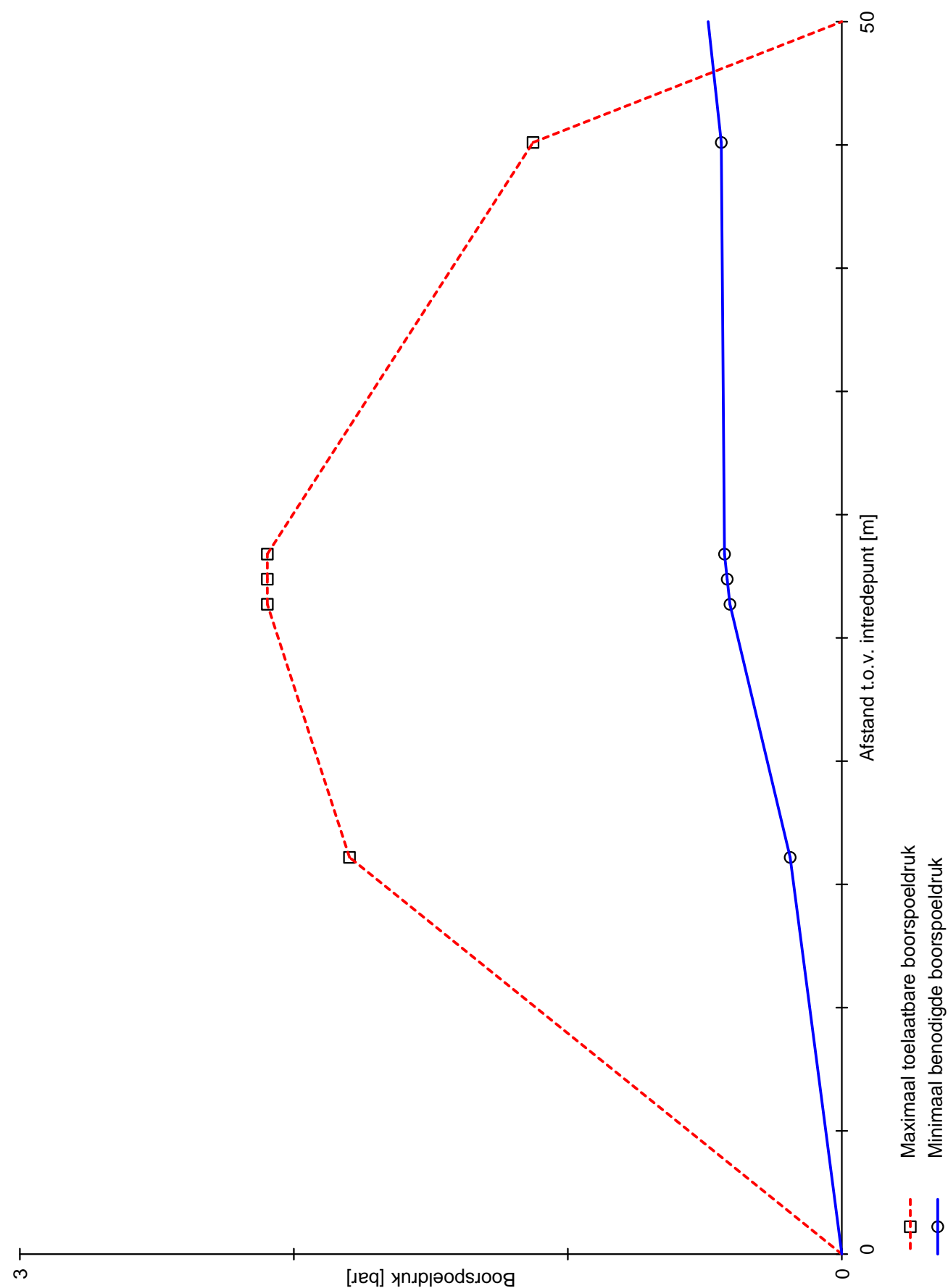
$$\Delta_p = 4 \cdot \frac{\tau_y}{D_g - D_b} \cdot L$$

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

Locatie	p_{max} [kPa]	90% p_{lim} [kPa]	p_{min} [kPa]	p_{max} [bar]	90% p_{lim} [bar]	p_{min} [bar]
1e rechte deel	179,68	356,56	18,86	1,80	3,57	0,19
Neergaande bocht	209,67	404,90	40,83	2,10	4,05	0,41
2e rechte deel	209,67	404,90	41,82	2,10	4,05	0,42
Opgaande bocht	209,67	404,90	42,81	2,10	4,05	0,43
3e rechte deel	112,69	225,55	43,98	1,13	2,26	0,44

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

$$p_{min} = p_{st} + \Delta_p$$





Bijlage 5

Certificaat bentoniet

TUNNEL-GEL™ PLUS



THE *Original* DRILLING FLUIDS COMPANY.

Viscosifier/Gellant

Beschrijving:	TUNNEL-GEL™ PLUS is speciaal geformuleerd voor gebruik in doorpersingen en horizontaal gestuurd boren. TUNNEL-GEL™ PLUS geeft de boorvloeistof viscositeit om het transport van boorgruis te bevorderen, zorgt er voor dat vaste delen gemakkelijk te verwijderen zijn in de scheidings installatie en geeft stabiliteit aan het boorgat door een goed filtraatwater verlies (FL). TUNNEL-GEL™ PLUS is zonder probleem in combinatie met andere BAROID producten te gebruiken.
Toepassing/Functies:	<ul style="list-style-type: none">- Geeft viscositeit aan de boorspoeling.- Heeft draagkracht voor het transport van boorgruis.- Reduceert water indringing in de waterdoorlatende formatie..- Bevordert boorgat stabiliteit in moeilijk te boren formaties.
Voordelen:	<ul style="list-style-type: none">- Goede transport capaciteit van boorgruis tijdens het boren.- Goed draagvermogen tijdens stilstand.- Gemakkelijk te mengen en bereikt snel de maximale viscositeit- Niet giftig en fermenteert niet.
Typische eigenschappen:	Geel poeder Dichtheid 2600 kg/m ³ pH in 3% suspensie ≈ 10
Aanbevolen gebruik:	Voeg langzaam toe door een hopper of strooi het in de vortex van een hoge snelheids mixer. Gebruik in normale condities: 25 – 35 kg/m ³ leidingwater. Gebruik in moeilijke of grind condities: 35 – 40 kg/m ³ leidingwater. Als het aanmaakwater een lage pH /of een hoge hardheid heeft, voeg dan 1 kg SODA ASH per m ³ aan het water toe, daarna TUNNEL-GEL™ PLUS TUNNEL-GEL™ PLUS is verpakt in 25 kg meervoudige, special gecoate zakken en in 1.000 kg big-bags.
Verpakking:	
Beschikbaarheid:	TUNNEL-GEL™ PLUS wordt geleverd door onze distributeurs.

Voor zover wij kunnen beoordelen, is bovengenoemde informatie correct.
Wij kunnen u echter geen garanties geven over de resultaten die u hiermee zult bereiken. Deze beschrijving wordt u aangeboden op voorwaarde dat u zelf bepaalt in hoeverre zij geschikt is voor uw doeleinden.



- Horizontaal gestuurde boringen (HDD)
- Pilot gestuurde avegaarboringen
- Pipe bursting
- Persboringen
- Dämmer specialisme



Bijlage 6

Boorstaat 9 tonner / 18 tonner
(Registratieformulier boorgegevens)

Opdrachtgever				holland drilling				
Projectnr.								
Uitvoeringsdatum								
Plaats								
Adres				Boormachine (ton)	2,5 / 9 / 18 / 30 / 45 / 80			
Boormeester				Surveyor (CV)				
Testen kalibreren		Ja / Nee		Machinist				
Klic aanwezig		Ja / Nee		Boringnr.				
Tekening aanwezig		Ja / Nee		Boorlengte	meter			
Buis geleverd		Ja / Nee		Diameter buis	Ø SDR			
Pilotboring		Ja / Nee		Lengte geleverde buis	meter			
Spoeling afgevoerd		Opdr.gever / Loonw. / HD		Haspel nummer				
Zelf grondwerk		Ja / Nee		Restant lengte op haspel				
Zelf digitaal ingemeten		Ja / Nee		Hoeveelheid spoeling	m ³			
Schets getekend		Ja / Nee		Aantal uren grondwerk	uur			
Stang	Diepte	Pitch	Duwkr. (kN)	Trekk. (kN)	Rotatie (rpm)	Pomp (l/min)	Pomppdr. (bar)	Opdracht / bijzonderheden
1								
2								
3								
4								
5								
6								
7								
8								
9								
10								
11								
12								
13								
14								
15								
16								
17								
18								
19								
20								
21								
22								
23								
24								
25								
26								
27								
28								
29								
30								
Aldus ingevuld door uitvoerende Naam boormeester				Voor akkoord opdrachtgever Naam uitvoerder				
Handtekening				Handtekening				



Bijlage 7

Afwijkingen Richtlijn Boortechnieken

(RWS informatie | Richtlijn Boortechniek | Juni 2019-v1.0)

Afwijkingen

Gronddekking en aanlegniveau onder wegen

Onderdeel van het aanlegniveau van een boring is de gronddekking. In deze richtlijn wordt onder gronddekking verstaan:

Gronddekking is de afstand tussen het diepste punt van de onderzijde van de (on)gebonden (steen)funderingslaag van de verharding en de bovenzijde van het boorgat.

In het ontwerp dient rekening te worden gehouden met de maximaal toegestane afwijking tijdens de uitvoering.

In figuur 2.2 is een schematische weergave gegeven van de gronddekking voor HDD-boringen. Indien de dikte van de verhardingslaag (inclusief de [on]gebonden [steen]funderingslaag) niet bekend is en er geen aanwijzingen zijn dat de dikte van de verhardingslaag $> 0,5$ meter, dan dient voor deze dikte 0,5 meter aangehouden te worden. Daarnaast dient rekening gehouden te worden met eventuele afwijkingen tijdens het uitvoeren van de boring. Voor de uitvoeringsafwijking dient 1,0 meter te worden aangehouden, tenzij wordt onderbouwd dat hier een kleinere waarde voor gehanteerd kan worden.

Voor HDD-boringen geldt dat de gronddekking ter plaatse van de verharding minimaal moet voldoen aan de volgende eis:

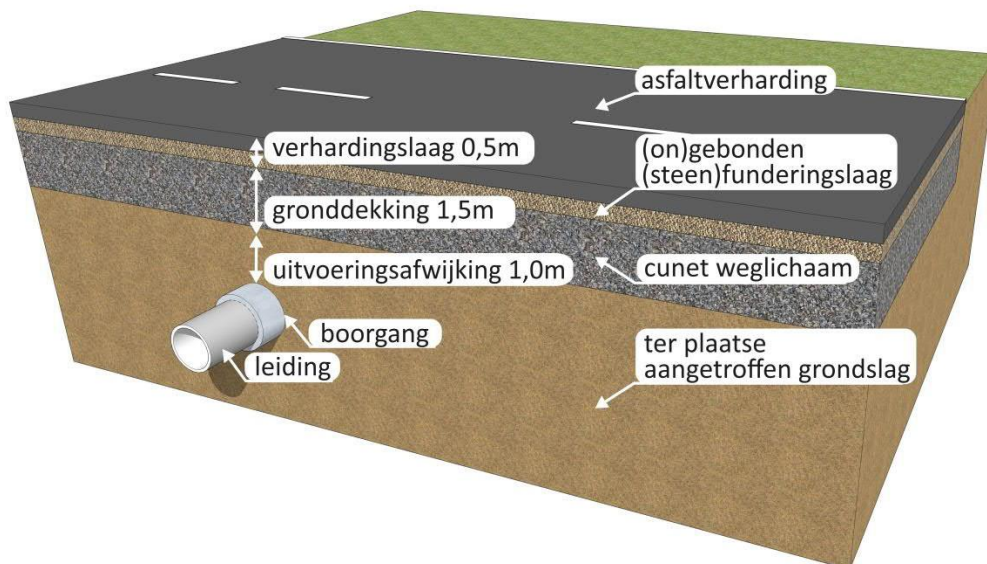
- in cohesieve grond: minimaal 1,5 meter;
- in niet-cohesieve grond: 6 x de buitendiameter van de aan te brengen leiding met een minimum van 1,5 meter.

Een uitzondering geldt voor boringen van drukloze leidingen ≤ 160 mm ten behoeve van kabels. Hier geldt aan de rand van de weg een minimale gronddekking $\geq 1,5$ meter ten opzichte van bovenkant maaiveld, waarbij geen rekening hoeft te worden gehouden met de verhardingslaag en uitvoeringsafwijking.

Op basis van de minimale gronddekking dient ook het aanlegniveau (de uitwendige onderzijde van de aan te leggen leiding) te worden bepaald. Het aanlegniveau dient te worden gebaseerd op de gronddekking, maximale uitvoeringsafwijking, de uitwendige leidingdiameter, de dikte van de funderingslaag. Het aanlegniveau dient ten opzichte van NAP te worden aangegeven.



- Horizontaal gestuurde boringen (HDD)
- Pilot gestuurde avegaarboringen
- Pipe bursting
- Persboringen
- Dämmer specialisme



Figuur 2.2 : schematische weergave gronddekking HDD-boringen onder wegen

Voorbeeld: De minimale eis ten aanzien van de gronddekking van 1,5 meter betekent praktisch gezien een gronddekking van minimaal 3,0 meter tussen de bovenkant verharding en de bovenkant boorgat (1,5 meter gronddekking + 0,5 meter verhardingslaag + 1,0 meter uitvoeringsafwijking).

In- en uittredepunten

De in- en uittredepunten dienen zodanig te worden gekozen dat de stabiliteit van de aardebaan blijft gewaarborgd. Indien het in- en/of uittredepunt binnen de stabiliteitszone van de aardebaan ligt, dient door berekeningen te worden aangetoond dat de stabiliteit gewaarborgd blijft. De stabiliteitszone dient te worden bepaald conform de NEN 3651 artikel 6.2.2.

Een uitzondering kan gemaakt worden voor drukloze leidingen ≤ 160 mm ten behoeve van kabels. De in- en uittredepunten (incl. eventuele ontgraving) dienen te liggen buiten de lijn welke op 1,0 meter van de rand verharding en onder een helling van 1:1,5 (vert:hor) naar beneden gaat.

Specifieke ontwerpisen HDD-boringen onder waterwegen

Voor HDD-boringen onder waterwegen gelden:

- de voorwaarden voor HDD-boringen onder wegen (zie paragraaf 2.4);
- de voorwaarden uit NEN 3651;
- de in deze paragraaf opgenomen aanvullende bepalingen.



Bijlage 8

Drill Control Rapportage ontwerp boring

---Ontwerp parameters---

Topografische situatie aanwezig

Horizontaal ontwerp: Volgens Lengteprofiel

Verticaal ontwerp: 1 Controlepunt(en)

Intrede

Diepte Intredepunt t.o.v. Maaiveld = 0 meter

Hoek = -11.9 graden (-21%)

Minimale Lengte: 0

Neergaande Bocht

Verticale radius = 50 meter

Middelste Rechte

Hoek = 0 graden (0%)

Minimale Lengte: 0 meter

Opgaande Bocht

Verticale radius = 50 meter

Uittrede

Diepte Uittredepunt t.o.v. Maaiveld = 0 meter

Hoek = 19.3 graden (35%)

Minimale Lengte: 0 meter

Minimale boorradius = 30.1 meter

---Lengtes---

Totale lengte boorlijn = 50.39 meter

Neergaande rechte = 16.22 meter

Neergaande bocht = 10.35 meter

Middelste rechte = 2.05 meter

Opgaande bocht = 16.83 meter

Opgaande rechte = 4.94 meter

---Maximale gronddekking---

Neergaande rechte = 3.38 meter

Neergaande bocht = 4.44 meter

Middelste rechte = 4.44 meter

Opgaande bocht = 4.44 meter

Opgaande rechte = 1.64 meter

---Radius informatie---

Boring ontwerp bevat gecombineerde radii

Kleinste gemeten Radius = 47.4 meter

---Coördinaten boorlijn---

X Y Z

ITP 188969.22 352474.40 24.08

Th1 188976.44 352471.50 22.45

Tv1 188983.86 352468.28 20.75

Tv2 188993.02 352463.62 19.68

Tv3 188994.81 352462.62 19.68

Th2 189005.81 352455.69 21.40

Tv4 189008.70 352453.69 22.49

UTP 189012.53 352451.04 24.12