

DATUM 25 mei 2021
UW BRIEF VAN 31 januari 2020
UW KENMERK
ONS KENMERK PB2021-0968364
INGEKOMEN NR. PB2020-005272
ONDERWERP Watervedergunning

CONTACTPERSOON C. Reintjes
DOORKIESNUMMER 088 974 36 07
E-MAILADRES c.reintjes@wshd.nl
AANTAL BIJLAGEN 1
OLONUMMER 4923229
DOSSIERNUMMER VTH2020-0542



waterschap
**Hollandse
Delta**

Gemeenschappelijke Regeling Drechtsteden
T.a.v. de heer J.G. Kruidhof
Postbus 619
3300 AP DORDRECHT

Geachte heer Kruidhof,

Op 31 januari 2020 hebben wij uw aanvraag ontvangen. De aanvraag betreft het aanleggen van persioolleidingen in de Bovenhoek nabij Zuidendijk 302 t/m 569 in Dordrecht.

Ons besluit

Wij hebben besloten de gevraagde vergunning te verlenen. Deze vergunning met nummer VTH2020-0542 treft u als bijlage aan.

Het besluit en de voorschriften die wij aan de vergunning verbinden, kunt u lezen in deel 1 van de vergunning. De aangevraagde activiteiten en onze overwegingen die hebben geleid tot dit besluit kunt u lezen in deel 2 van de vergunning. Met welke aandachtspunten u rekening moet houden kunt u lezen in deel 3 van de vergunning.

Start activiteiten

U moet ons vooraf op de hoogte stellen van de start van de activiteiten. Als wij niet weten wanneer u begint, loopt u het risico dat u de uitgevoerde werken achteraf moet aanpassen. In voorschrift 1 van de vergunning staat hoe u ons op de hoogte moet brengen.

Leges

Voor het in behandeling nemen van uw aanvraag moet u leges betalen. U ontvangt hiervoor van ons apart een aanslag legeskosten.

Opmerkingen

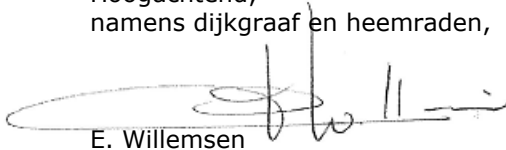
1. Mogelijk heeft u behalve deze vergunning nog andere vergunningen, ontheffingen en/of (privaatrechtelijke) toestemmingen nodig voor de vergunde activiteiten.
2. Zonder de schriftelijke toestemming van het waterschap mag het werk niet worden gewijzigd, uitgebreid of verwijderd.
3. De in de vergunning omschreven activiteiten vinden geheel of gedeeltelijk plaats op een perceel dat eigendom is van waterschap Hollandse Delta. U moet hierover contact opnemen met de afdeling Bestuurlijke en Juridische Zaken van het waterschap.
4. Voordat u met de graafwerkzaamheden start adviseren wij u zich op de hoogte te stellen van eventueel aanwezige kabels en leidingen ter plaatse van de activiteiten.
5. Voor eventuele grondwateronttrekkingen moet apart een melding worden gedaan of vergunning worden aangevraagd bij het waterschap.

Handelsweg 100
2988 DC Ridderkerk
postadres Postbus 4103
2980 GC Ridderkerk
telefoon 088 974 30 00
internet www.wshd.nl
info@wshd.nl

Contact

Voor vragen over deze brief en de vergunning kunt u contact opnemen met bovengenoemde contactpersoon. Wij verzoeken u bij alle correspondentie over deze vergunning het dossiernummer te vermelden.

Hoogachtend,
namens dijkgraaf en heemraden,



E. Willemsen
teamleider vergunningverlening

Afschrift aan:
het college van burgemeester en wethouders van de gemeente Dordrecht,
zakendes@ozhz.nl.





Watervergunning nummer VTH2020-0542

Deel 1 Besluit en voorschriften

Aanhef

Dijkgraaf en heemraden van waterschap Hollandse Delta hebben op 31 januari 2020 een aanvraag ontvangen van Gemeenschappelijke Regeling Drechtsteden om een vergunning te verlenen.

Besluit

Gelet op de bepalingen van de Waterwet, de Keur van waterschap Hollandse Delta, de Algemene wet bestuursrecht en de in deel 2 vermelde overwegingen besluiten dijkgraaf en heemraden als volgt:

1. de gevraagde vergunning als bedoeld in artikel 3.2 van de Keur van waterschap Hollandse Delta aan Gemeenschappelijke Regeling Drechtsteden, Postbus 619, 3300 AP Dordrecht of diens rechtverkrijgende(n) te verlenen voor het aanleggen van persrioolleidingen in de Bovenhoek nabij Zuidendijk 302 t/m 569 in Dordrecht;
2. de vergunning te verlenen voor de realisatie van de werken genoemd onder besluit 1 voor een periode van drie jaar, gerekend vanaf het moment dat de vergunning in werking treedt;
3. de vergunning te verlenen voor onbepaalde tijd voor het hebben en onderhouden van de werken genoemd onder besluit 1;
4. de tekeningen zoals opgenomen in de bijlage 2 deel te laten uitmaken van deze vergunning;
5. aan de vergunning de in deel 1 opgenomen voorschriften te verbinden.

Ondertekening

Ridderkerk, d.d. 21 mei 2021

Hoogachtend,
namens dijkgraaf en heemraden,

P. Schake
hoofd afdeling Vergunningverlening, Toezicht en Handhaving



Voorschriften

Ten aanzien van aanvang en voltooiing van de activiteiten

1. De aanvang van de activiteiten moet ten minste één week van tevoren worden gemeld bij het waterschapsloket. Tevens moet u een naam en telefoonnummer van een contactpersoon, die in geval van calamiteiten door het waterschap bereikt kan worden doorgegeven. Het waterschapsloket is bereikbaar op telefoonnummer 0900 2005005 (lokaal tarief) of per e-mail 2005005@wshd.nl.
2. Als ten behoeve van onderhoud enige grondroering, ophoging of vernieuwing moet worden gedaan, moet dit ten minste één week van tevoren schriftelijk worden gemeld bij het waterschapsloket.
3. Schade en onderhoud aan de waterkering en het oppervlaktewaterlichaam, als gevolg van de uitvoering van de activiteiten, blijft gedurende een periode van een jaar na voltooiing van de activiteiten voor rekening van de vergunninghouder.

Ten aanzien van uitvoering en revisie

4. Tijdens de uitvoering van de activiteiten moet een exemplaar van deze vergunning met bijbehorende bijlagen op de uitvoeringslocatie aanwezig zijn.
5. De activiteiten moeten worden uitgevoerd overeenkomstig de bij deze vergunning behorende bijlagen, behoudens de uit de voorschriften voortvloeiende wijzigingen en/of aanvullingen.
6. Ten aanzien van de voorschriften is het ter plaatse geldende leggerprofiel maatgevend. Behalve wanneer het oppervlaktewaterlichaam ruimere afmetingen heeft, dan moet van deze ruimere afmetingen worden uitgegaan.
7. Tijdens de uitvoering moeten op eerste aanwijzing van het waterschap in geval van calamiteiten en/of wateroverlast door de vergunninghouder direct alle maatregelen worden genomen die nodig zijn om de stabiliteit en veiligheid van de waterkering en de lokale waterhuishouding te waarborgen.
8. Alle voor de uitvoering van de activiteiten in, langs of over de waterkering en het oppervlaktewaterlichaam te maken hulpconstructies behoeven de goedkeuring van het waterschap en moeten direct na het gereedkomen van het onderdeel van de activiteiten waarvoor zij werden aangebracht volledig worden verwijderd.
9. De stabiliteit en veiligheid van de waterkering en de lokale waterhuishouding mag tijdens de uitvoering van de werken niet onnodig worden verstoord. Hiertoe moeten afdoende maatregelen getroffen worden.
10. Na uitvoering van de activiteiten moet binnen 2 maanden de revisietekeningen conform het Rijksdriehoeksstelsel digitaal aan het waterschap worden toegezonden.

Ten aanzien van grondroeringen

11. Grondroeringen moeten tot het strikt noodzakelijke worden beperkt. Eventuele nazakkingen of zettingen, voor zover die het gevolg zijn van de vergunde activiteiten, moeten door en op kosten van de vergunninghouder worden hersteld.
12. Het is verboden (met uitzondering van de vergunde activiteiten) iets van het waterstaatswerk (waterkering of oppervlaktewaterlichaam) te ontgraven.
13. Grondroeringen moeten op een zodanige wijze worden uitgevoerd, dat de gemaakte taluds niet kunnen afschuiven.
14. Alvorens met de activiteiten wordt begonnen moet het grasgewas kort worden afgemaaid en de bezoding worden afgenomen.



15. De eventueel overblijvende grond en alle uit ontgravingen komend puin of andere voorwerpen moeten door de vergunninghouder worden afgevoerd.
16. Bij ongeschiktheid van de vrijgekomen materialen voor sleufherstel, omdat de vereiste verdichtingsgraad niet meer kan worden bereikt, moet(en) de ontgraving(en) worden aangevuld met materiaal dat een gelijkwaardige funderingsopbouw geeft als de aanliggende ondergrond.
17. De verschillende grondsoorten moeten in oorspronkelijke volgorde worden teruggebracht, deze grond moet mechanisch worden verdicht in lagen van 0,20 m tot het oorspronkelijke maaiveld.

Ten aanzien van leidingen

Algemeen

18. De vergunninghouder moet vóór de uitvoering van de werken met andere kabel- en leidingbeheerders overleggen over mogelijke door die beheerders ter plaatse uit te voeren werkzaamheden. Als ter plaatse door hen ook kabels of leidingen zullen worden gelegd moeten de werkzaamheden onderling afgestemd worden en moeten de kabels en leidingen waar mogelijk in één sleuf en in één werkgang worden gelegd.
19. De leidingen moeten de waterkering en de oppervlaktewaterlichamen zo haaks mogelijk kruisen.
20. Boorgaten moeten conform tekening worden gemaakt.
21. Na het aanbrengen van de leidingen moeten de beide uiteinden van de mantelbuis in de waterkering over een lengte van minimaal 0,10 m blijvend waterdicht met een visco-elastische corrosiewerende dichtingsmassa worden afgewerkt.
22. De doorsnede van de mantelbuis mag niet groter zijn dan 160 mm.
23. De leidingen moeten binnen de begrenzing van de waterkering een gronddekking hebben van 1,00 m ten opzichte van het maaiveld. In de beschermingszones kan worden volstaan met een dekking van 0,60 m tot 0,80 m.
24. Ingravingen mogen in geen geval dieper plaatsvinden dan tot 0,10 m beneden de onderkant van de leidingen.
25. In waterstaatswerken aan te brengen markeringen voor de leidingen moeten in overleg met het waterschap worden geplaatst.
26. Tijdens de werkzaamheden mag geen boorvloeistof (bentoniet of mud) in het oppervlaktewaterlichamen terecht komen. Vergunninghouder moet in overleg met- en op aanwijzing van het waterschap alle mogelijke maatregelen te nemen om verspreiding van bentoniet in het oppervlaktewater als gevolg van calamiteiten en/of blow-outs te voorkomen.

Situatie tijdens uitvoering

27. Ten behoeve van het peil en de doorstroming in het tijdelijk af te dammen oppervlaktewaterlichamen H09911 en D05445 moeten tijdens de uitvoering de tijdelijke duikers minimaal een diameter van 0,315 m hebben en voor 2/3 met water gevuld zijn. Maatregelen ten behoeve van de waterkwaliteit/-kwantiteit dienen op eerste aanzegging van het waterschap te worden genomen.
28. De tijdelijke afdamming van het oppervlaktewaterlichaam mag maximaal 7 dagen duren.

Ten aanzien van leidingen in waterkeringen

29. De vigerende NEN-3650 serie - is volledig van toepassing voor zover daarvan in deze vergunning niet wordt afgeweken.



30. De leidingen moeten in de veiligheidszone van de waterkering bestaan uit gelaste buizen, die aan de volgende eisen moeten voldoen:
kwaliteit : PE 100 SDR 11
uitwendige diameter : *zoals aangegeven in de sterkteberekeningen en tekeningen*
wanddikte : *zoals aangegeven in de sterkteberekeningen en tekeningen*
ontwerpdruk : 0,30 N/mm²
31. De te transporteren stof door de leiding mag niet gewijzigd worden en de bedrijfsdruk mag niet groter zijn dan 3 bar.
32. Ter plaatse van de kruising van de kruin in het theoretisch profiel van de waterkering moeten de leidingen uit één gedeelte bestaan zonder overganglassen.
33. In geval van lekkage en/of buisbreuk of gevaar daarvoor moeten de leidingdelen onmiddellijk drukloos worden gemaakt. De hiervoor benodigde appendages moeten te allen tijde goed bereikbaar zijn. Na herstel van de leiding moet deze gecontroleerd en getest worden volgens de geldende NEN 3650-serie normen.
34. De leidingen moeten ter weerszijde van de waterkering, buiten de veiligheidszone, voorzien worden van bedrijfszekere, doelmatige, goed bereikbare afsluiters. In geval van lekkage en/of buisbreuk of gevaar daarvoor moeten de afsluiters onmiddellijk kunnen worden dichtgezet. Deze moeten zolang gesloten worden gehouden als ten behoeve van de belangen van het waterschap nodig is.

Ten behoeve van beproeving en inspectie

35. Na aanleg van de leiding moet deze worden beproefd op de sterkte en/of dichtheid. Het bij deze beproeving behorende rapport moet, binnen drie weken na het in gebruik nemen van de leiding, worden toegezonden aan het waterschap.
36. Alle verbindingen binnen de veiligheidszone moeten trekvast worden aangebracht.
37. Lassen in kunststof leidingen binnen de veiligheidszone van de waterkering moeten worden uitgevoerd als spiegellassen. Pas na goedkeuring van het waterschap kunnen de laswerkzaamheden worden aangevangen dan wel worden voortgezet.
38. Naast de sterkte- en de dichtheidsbeproeving kan worden volstaan met een visuele inspectie van de lassen door het waterschap.

Ten aanzien van leidingen in en/of nabij oppervlaktewaterlichamen

39. De sleuf voor het leggen van de leidingen in paralleligging aan het oppervlaktewaterlichaam moet ten minste 0,50 m uit de insteek worden gegraven.
40. De leidingen moeten onder de taluds en de slootbodem een dekking hebben van minimaal 1,50 m bij hoofdwatgangen en minimaal 1,00 m bij alle andere oppervlaktewaterlichamen.

Duikerkruisingen

41. Kruisingen van duiker moeten zodanig worden uitgevoerd, dat de afstand tussen de leidingen en de bovenkant van de duiker minimaal 0,30 m bedraagt.
42. Als de gronddekking onvoldoende is om de leidingen boven de duiker te leggen, moeten deze onder de duiker worden gelegd.
43. De leidingen moeten onder de duiker een dekking hebben van minimaal 1,50 m ten opzichte van het leggerprofiel van de aansluitende oppervlaktewaterlichaam.



Ten aanzien van afwerking

44. Als gevolg van de activiteiten mag geen grond, bagger of vuil in het water geraken of achterblijven. Direct na gereedkomen van de activiteiten, moet ter plaatse het oppervlaktewaterlichaam worden opgeschoond.
45. Het oppervlak moet geheel in overeenstemming met de omgeving worden afgewerkt en bekleed en eventuele verharding moet in de oorspronkelijke staat hersteld worden.
46. Direct na de voltooiing van de activiteiten moet het oppervlak geheel in overeenstemming met de omgeving worden afgewerkt en bekleed en direct worden voorzien van de oorspronkelijke steenbekleding/verharding of worden bezood of ingezaaid met een rassenlijstmengsel type Delta 2.
47. Het afstromende hemelwater mag geen uitspoeling van de taluds ten gevolge hebben.
48. Losse materialen, planken e.d., die geen deel uitmaken van de activiteiten waarvoor vergunning is verleend, moeten direct na voltooiing van de activiteiten worden verwijderd.



waterschap
**Hollandse
Delta**

Deel 2 Aanvraag en overwegingen

Aanleiding

De aanvrager wil het vuilwaterriool van meerdere woningen in het gebied Bovenhoek aansluiten en daarvoor persriolering aanleggen nabij Zuidendijk 302 tot en met 569 in Dordrecht.

Activiteiten waarvoor vergunning wordt aangevraagd

De aanvraag betreft het aanleggen van persrioolleidingen en pompputten binnen de secundaire waterkering en onder watergangen door nabij Zuidendijk 302 t/m 569 in Dordrecht. Hierbij worden naast open ontgravingen ook horizontaal gestuurde boringen uitgevoerd.

De activiteiten vinden plaats in en nabij oppervlaktewaterlichaam H09911. Dit oppervlaktewaterlichaam is een hoofdwaterring volgens de legger van waterschap Hollandse Delta.

De activiteiten vinden plaats in en nabij oppervlaktewaterlichaam D05445. Dit oppervlaktewaterlichaam is een dijksloot volgens de legger van waterschap Hollandse Delta.

De activiteiten vinden plaats nabij oppervlaktewaterlichaam D11719, en W47435. Dit oppervlaktewaterlichaam is een dijksloot en wegsloot volgens de legger van waterschap Hollandse Delta.

De activiteiten vinden plaats in en nabij de waterkering plaatselijk bekend als Zuidendijk. Deze waterkering is een regionale waterkering en compartimenteringskering volgens de legger van waterschap Hollandse Delta.

Voor de locatie van de activiteiten wordt verwezen naar bijlage 1.

Procedure

De aanvraag is op 31 januari 2020 bij het omgevingsloket ingediend en bij het waterschap geregistreerd onder nummer PB2020-005272.

De aanvraag omvat de volgende stukken:

- Aanvraagformulier persriool Bovenhoek, d.d. 31-01-2020;
- Tekening tracé persleiding

In de periode na de aanvraag tot 1 maart 2021 heeft door middel van diverse overleggen en brieven voor aanvullende gegevens en verlengen van termijn contact plaatsgevonden met de aanvrager.

De aanvrager is met de volgende brieven schriftelijk op de hoogte gebracht van het feit dat de aanvraag nog onvoldoende gegevens bevat om in behandeling te kunnen nemen en is in de gelegenheid gesteld om de ontbrekende gegevens of bescheiden aan de aanvraag toe te voegen.

- Brief aanvullende gegevens, kenmerk PB2020-005347, op 3 februari 2020;
- Brief aanvullende gegevens, kenmerk PB2020-009162, op 19 februari 2021;
- Brief aanvullende gegevens, kenmerk PB2020-021699, op 13 mei 2020;
- Brief verlenging termijn aanvullende gegevens, kenmerk PB2020-025411, op 9 juni 2021;
- Brief verlenging termijn aanvullende gegevens, kenmerk PB2020-032560, op 29 juli 2021;
- Brief aanvullende gegevens, kenmerk PB2021-000277, op 7 januari 2021

De volgende relevante ontbrekende gegevens op 17-11-2020, 26 november 2020 en 27 februari 2021 ontvangen en geregistreerd onder de kenmerken PB2020-048157 en PB2021-061950:

- Email Overdracht EN11410 HDD t/m HDD9 te DORDRECHT, d.d. 17-11-2020
- Boorplan HDD1-HDD6 versie 2 (incl. grondonderzoek, sterkteberekeningen, kwelwegberekeningen en veiligheidszoneberekeningen)
- Ontwerptekening gestuurde boring HDD1 versie 4
- Ontwerptekening gestuurde boring HDD2 versie 5



waterschap
**Hollandse
Delta**

- Ontwerptekening gestuurde boring HDD3 versie 4
- Ontwerptekening gestuurde boring HDD4 versie 3
- Ontwerptekening gestuurde boring HDD5 versie 4
- Ontwerptekening gestuurde boring HDD6 versie 5

Documenten t.b.v. uitvoering:

- Ontwerptekening gestuurde boring HDD7 versie 4
- Ontwerptekening gestuurde boring HDD8 versie 4
- Ontwerptekening gestuurde boring HDD9 versie 4
- Sterkteberekeningen gestuurde boring HDD7
- Sterkteberekeningen gestuurde boring HDD8
- Sterkteberekeningen gestuurde boring HDD9
- 20200365-C30-1 v0.pdf – ontwerp met bestaande kabels en leidingen
- 20200365-C30-2 v0.pdf – ontwerp zonder bestaande kabels en leidingen

De volgende aanvulling op de aanvraag is op 27 februari 2021 ontvangen en geregistreerd onder kenmerk PB2021-061950:

- Toelichting alternatieve uitvoering, d.d. 27 februari 2021;
- Tekening situatie, 20200365-C10, d.d. 04-02-2021;
- Tekening dwarsprofielen en details, 20200365-C20, d.d. 04-02-2021.

De aanvrager is per e-mail, op 23 april 2021 schriftelijk op de hoogte gebracht van het feit dat de aanvraag nog onvoldoende gegevens bevat om in behandeling te kunnen nemen en is in de gelegenheid gesteld om de ontbrekende gegevens of bescheiden aan de aanvraag toe te voegen.

De volgende ontbrekende gegevens zijn op 24 april 2021 ontvangen en geregistreerd onder nummer PB2021-0970630:

- Tekening situatie gestuurde boringen en open ontgravingen persleiding Bovenhoek, nummer 20200365-C30 blad 1 en 2, rev. D, d.d. 17-03-2021.

De aanvrager is per brief met kenmerk PB2021-0971250, op 3 mei 2021 schriftelijk op de hoogte gebracht van het feit dat de aanvraag nog onvoldoende gegevens bevat om in behandeling te kunnen nemen en is in de gelegenheid gesteld om de ontbrekende gegevens of bescheiden uiterlijk op 31 mei 2021 aan de aanvraag toe te voegen.

De volgende ontbrekende gegevens zijn op 4 mei 2021 ontvangen en geregistreerd onder nummer PB2021-0971716:

- E-mail met motivering stabiliteitsberekening HDD 5, d.d. 04-04-2021;
- Tekening situatie gestuurde boringen en open ontgravingen persleiding Bovenhoek, nummer 20200365-C30, rev. F, d.d. 03-05-2021;
- Boorplan, d.d. 17-11-2020 (was al in bezit).

De voorbereiding van deze vergunning heeft conform het gestelde in titel 4.1 van de Algemene wet bestuursrecht (Awb) plaatsgevonden.

Toetsing van de aanvraag

De aanvraag is getoetst aan de doelstellingen van de Waterwet en de Keur van waterschap Hollandse Delta. Deze doelstellingen en belangen vormen de basis voor vergunningverlening en zijn vastgelegd in wettelijk vastgestelde normen en aanvullend beleid. Dit is uitgewerkt in aanvullende regelgeving, water- en beheersplannen en beleidsregels.

Overwegingen watersysteembeheer

Het betreft een tracé van ongeveer 2,50 km persriolering. De aan te leggen persrioolleiding en pompputten liggen op enkele locaties binnen de beschermingszone van de secundaire waterkering Zuidendijk en gedeeltelijk binnen de beschermingszones van watergangen.

Hiervoor worden ook gestuurde boringen uitgevoerd (HDD 1, 3, 5, 6, 7, 8, 9). Ter plaatse van Zuidendijk 308, 553, 555, 563 en 569 worden de waterkering en de watergangen in open ontgraving gekruist om de pompputten te kunnen aansluiten op het persriool.



waterschap
**Hollandse
Delta**

Waterkering

Effecten van de tijdelijke situatie tijdens de uitvoering

De voorkeur van het waterschap gaat uit naar het in open ontgraving aanbrengen van leidingen. Dit onder andere omdat de leiding boven dijktafelhoogte wordt aangebracht, de leiding minder diep ligt en de risico's in de uitvoeringsfase geringer zijn dan bij een gestuurde boring. Bij de gestuurde boringen wordt de waterkering echter op grote diepte gekruist en is er minder kans op schade van de waterkering. De aanleg van de persriolering geschied buiten het stormseizoen. De genoemde (tijdelijke) maatregelen zijn bekeken en akkoord bevonden.

Effecten op relevante faalmechanismen en profiel van vrije ruimte

Het beleid van het waterschap is gebaseerd op de vigerende NEN-normen, waarmee het aansluit op de landelijke regelgeving met betrekking tot leidingen. De veiligheidszone is een begrip uit de NEN-normen die wordt toegepast binnen het beleid van het waterschap. De veiligheidszone wordt gezien als het gebied aan weerszijde van de waterkering, waarbuiten lekkage, breuk of explosie van de leidingen geen bedreiging vormen voor de waterkering. De veiligheidszone bestaat uit de stabiliteitszone en de verstoringszone. Voor de uitgangspunten voor de specifieke beoordeling van de veiligheidszone wordt verwezen naar de NEN-normen.

Binnen het tracé van de persriolering komen een aantal boringen om de watergangen en de waterkering te kruisen. Alle in- en uittredepunten van de boringen bevinden zich buiten de veiligheidszone. De bijgeleverde rapporten, sterkteberekeningen, tekeningen en genoemde (tijdelijke) maatregelen zijn bekeken en akkoord bevonden ten aanzien van de waterveiligheid. Daarom worden de activiteiten toegestaan.

Oppervlaktewaterlichaam

Effecten op doorstroming en de ruimte voor doelmatig beheer en onderhoud

Het te beschermen belang voor het waterschap bij het aanleggen, hebben, houden en onderhouden van kabels en leidingen binnen de kern- en beschermingszone van oppervlaktewaterlichamen betreft voornamelijk de stabiliteit van de oever van het betreffende water. Wanneer deze werkzaamheden te dicht op de insteek van het water worden uitgevoerd, kan dat een negatief effect hebben op de stabiliteit van de oever. Daarnaast moet worden voorkomen dat kabels en leidingen worden beschadigd bij onderhoudswerkzaamheden aan oppervlaktewaterlichamen en/of ten gevolge van scheepvaart op de als vaarweg aangewezen oppervlaktewaterlichamen.

De persleidingen worden op voldoende afstand tot de insteek van de watergangen gelegd. Bij kruisingen van de watergangen wordt voldoende afstand tot de bodem van de watergangen gehouden. Gezien bovenstaande zijn er geen negatieve effecten van de activiteiten op de doorstroming en het beheer en onderhoud te verwachten en daarom worden de activiteiten toegestaan.

Effecten van de tijdelijke situatie tijdens de uitvoering

Ten behoeve van de open ontgravingen voor het leggen van de persriolering bij Zuidendijk 553, 555, 563 en 569 worden de watergangen H09911 en D05445 ter plaatse tijdelijk met twee dammen gestremd en voorzien van twee duikers per dam. Deze duikers hebben ieder een diameter van 0,315 m. Deze afdammingen zullen enkele dagen duren. De uitvoering vindt plaats in een periode wanneer minder grote piekbuien te verwachten zijn, waardoor de doorstroomcapaciteit ook niet maximaal hoeft te zijn. Bovendien betreft het een zeer tijdelijke situatie. Gezien bovenstaande overwegingen zijn de negatieve effecten op het oppervlaktewaterlichaam gering en worden de activiteiten akkoord bevonden.

Conclusie

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



Deel 3 Bezwaar en aandachtspunten

Bezwaar

Dijkgraaf en heemraden wijzen u op de mogelijkheid om op grond van artikel 7:1 van de Awb bezwaar te maken tegen dit besluit door het indienen van een bezwaarschrift. De termijn voor het indienen van een bezwaarschrift bedraagt zes weken vanaf de dag na verzenddatum van dit besluit. Het bezwaarschrift moet bevatten uw naam en adres, de dagtekening, een omschrijving van het besluit waartegen het bezwaar is gericht en de gronden van het bezwaar. Ook moet het bezwaarschrift ondertekend zijn. U kunt het bezwaarschrift sturen aan het college van dijkgraaf en heemraden van waterschap Hollandse Delta, Postbus 4103, 2980 GC Ridderkerk.

Naast het indienen van een bezwaarschrift kunt u in geval van een spoedeisend belang op grond van artikel 8:81 Awb een verzoek tot het treffen van een voorlopige voorziening doen bij de Voorzieningenrechter van de sector bestuursrecht van de Rechtbank Rotterdam, Postbus 50950, 3007 BL Rotterdam. U kunt ook digitaal een voorlopige voorziening aanvragen bij genoemde rechtbank via <https://www.rechtspraak.nl/Organisatie-en-contact/Rechtsgebieden/Bestuursrecht>. Daarvoor moet u beschikken over een elektronische handtekening (DigiD). Kijk op de genoemde site voor de precieze voorwaarden.

Wij verzoeken u een afschrift van het verzoek tot het treffen van een voorlopige voorziening toe te zenden aan het college van dijkgraaf en heemraden van waterschap Hollandse Delta, Postbus 4103, 2980 GC Ridderkerk.

Aandachtspunten

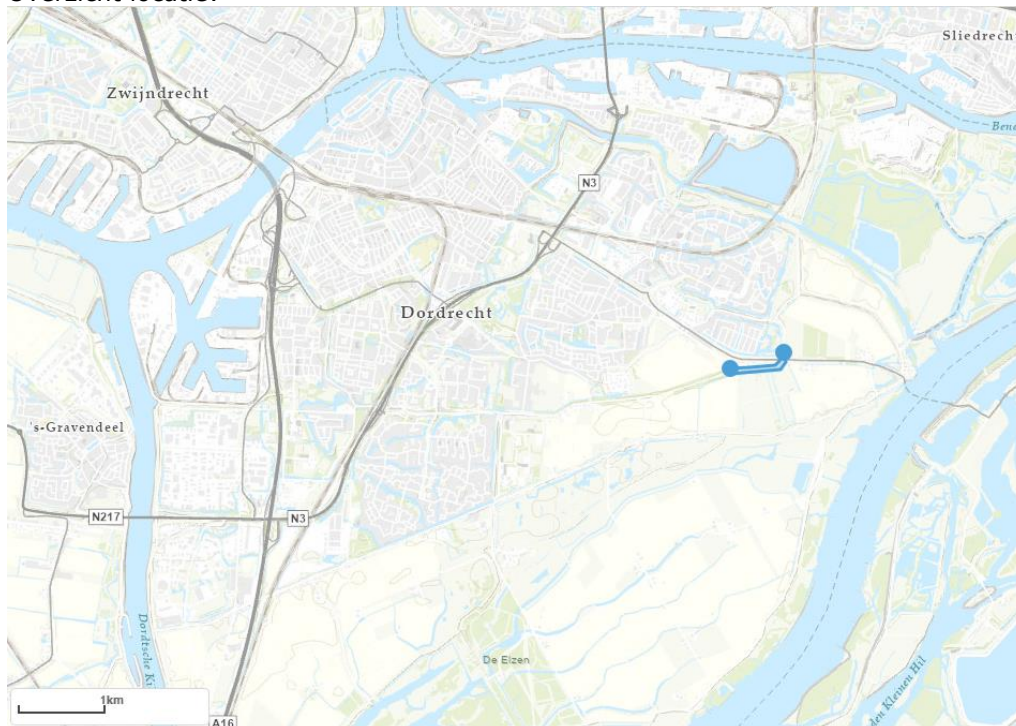
1. Tegen dit besluit kan ook door andere belanghebbenden bezwaar worden gemaakt. De bezwaartermijn voor het indienen van een bezwaarschrift bedraagt zes weken vanaf de dag na verzenddatum van dit besluit. Wij wijzen u erop dat uitvoering van de vergunde activiteiten binnen de bezwaartermijn geheel voor eigen risico is.
2. Het hebben van deze vergunning ontslaat de houder niet van de verplichting om alle redelijkerwijs mogelijke maatregelen te treffen teneinde te voorkomen dat derden of waterschap Hollandse Delta ten gevolge van het gebruik maken van de vergunning schade lijden.
3. Als het vergunningplichtige werk in andere handen overgaat – bijvoorbeeld door verkoop, erfopvolging, overdracht van gebruiksrecht of anderszins – moet wijziging van de tenaamstelling van de vergunning schriftelijk worden gemeld bij dijkgraaf en heemraden waterschap Hollandse Delta. De melding moet worden gedaan binnen vier weken nadat de vergunning voor hem is gaan gelden.
4. Als gedurende drie achtereenvolgende jaren geen gebruik is gemaakt van deze vergunning kunnen dijkgraaf en heemraden van waterschap Hollandse Delta deze vergunning geheel of gedeeltelijk intrekken.



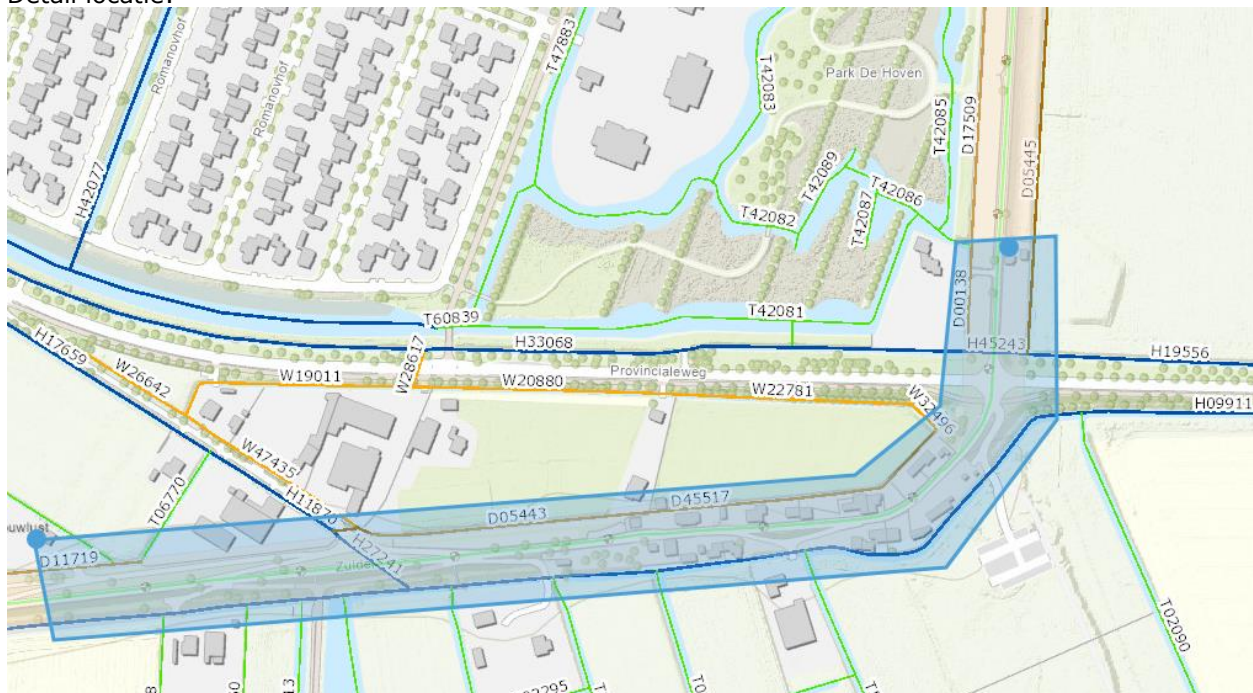
waterschap
**Hollandse
Delta**

BIJLAGE 1 Locatie

Overzicht locatie:



Detail locatie:

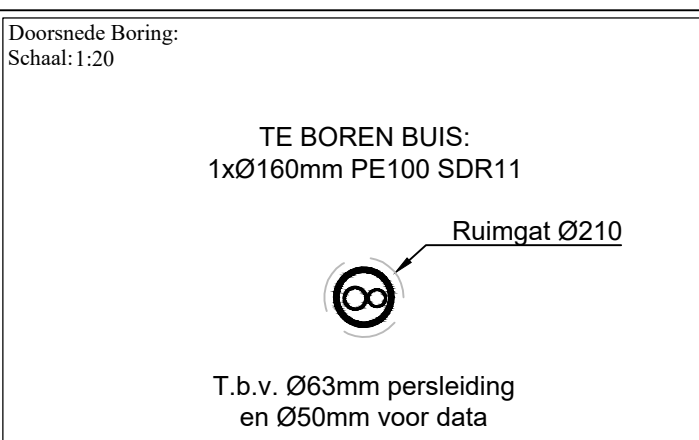
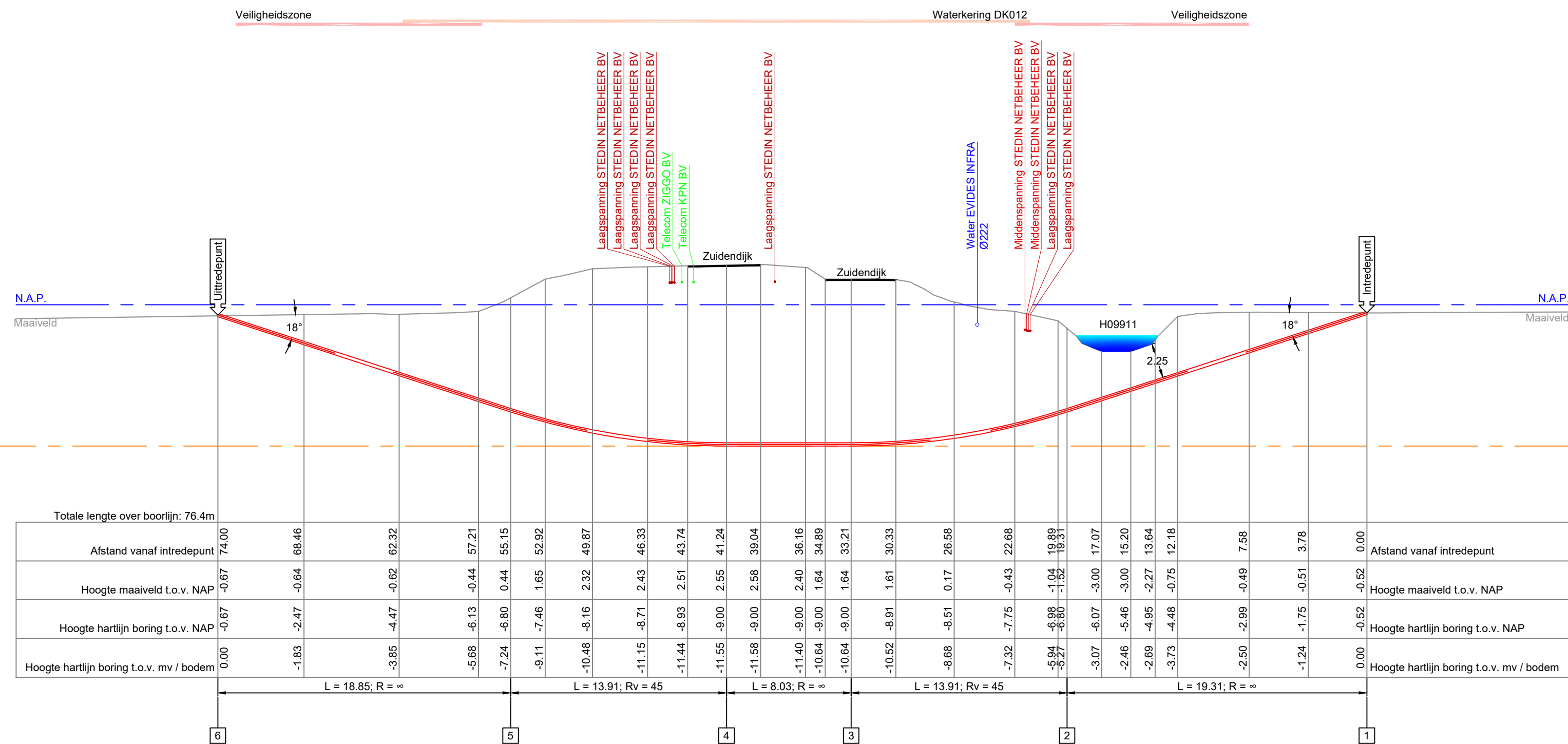




BIJLAGE 2 Tekeningen

De volgende tekeningen maken deel uit van de vergunning van waterschap Hollandse Delta met nummer VTH2020-0542:

- Boorplan HDD1-HDD6 versie 2 (incl. grondonderzoek, sterkteberekeningen, kwelwegberekeningen en veiligheidszoneberekeningen)
- Ontwerptekening gestuurde boring HDD1 versie 4
- Ontwerptekening gestuurde boring HDD3 versie 4
- Ontwerptekening gestuurde boring HDD5 versie 4
- Ontwerptekening gestuurde boring HDD6 versie 5
- Ontwerptekening gestuurde boring HDD8 versie 4
- Ontwerptekening gestuurde boring HDD9 versie 4
- Sterkteberekeningen gestuurde boring HDD7
- Sterkteberekeningen gestuurde boring HDD8
- Sterkteberekeningen gestuurde boring HDD9
- Toelichting alternatieve uitvoering, d.d. 27 februari 2021;
- Tekening situatie, 20200365-C10, d.d. 04-02-2021;
- Tekening dwarsprofielen en details, 20200365-C20, d.d. 04-02-2021;
- Tekening situatie gestuurde boringen en open ontgravingen persleiding Bovenhoek, nummer 20200365-C30, rev. F, d.d. 03-05-2021;



COORDINATENLIJST			
	X	Y	Z(NAP)
(R1) 10m Voor Inleidende	110719.17	4225332.21	
1 Inleidende	107669.67	4225355.31	-0.52
(R2) 10m Achter Inleidende	1106160.16	4225338.41	
2 Begin Verticale Bocht	110151.31	4225412.29	-0.80
3 Einde Verticale Bocht	110738.09	4225445.60	-0.00
4 Begin Verticale Bocht	110730.46	4225458.08	-0.00
5 Einde Verticale Bocht	110717.23	4225502.39	-0.00
(R3) 10m Voor Uithut	110608.81	4225555.13	
6 Uithut	110099.31	4225568.23	-0.87

- | Legenda bestaande Kabels en Leidingen: | |
|---|--------------------------------|
| | Datatransport |
| | Gas Hoge Druk |
| | Gas Lage Druk |
| | Hoogspanning |
| | Laagspanning |
| | Landelijk Hoogspanningsnet |
| | Middenspanning |
| | Overig |
|  | Riool Onder Druk |
|  | Riool Vrijval |
|  | Water |
|  | Buisleiding gevaarlijke inhoud |

- Legenda gestuurd boren:
- | | |
|---|-----------------------|
|  | Bestaande boring |
|  | Nieuw te maken boring |
|  | Kadastrale grens |
|  | Sondering |
|  | Waterkering |
|  | Veiligheidszone |

DEFINITIEF

Opmerkingen:

- De geprojecteerde kabels en leidingen zijn afkomstig uit de oriëntatie-KLIC melding 2000R87984
- De digitale ondergrond is ontvangen van opdrachtgever (10100365.dwg) op basis van rijsdriedoel-stebel.
- Het geprojecteerde grondonderzoek is verkregen uit sondering CPT000000116575
- De HDPE leidingstreng(en) dien(en) vast haapel zonder spiegelglaswerkzaamheden op de aangegeven locatie te worden uitgelegd (op rollenstellen) voraafgaand aan de introductie.
- Van Vulpen behoud zich het recht voor af te wijken van de voorgestelde methodiek.

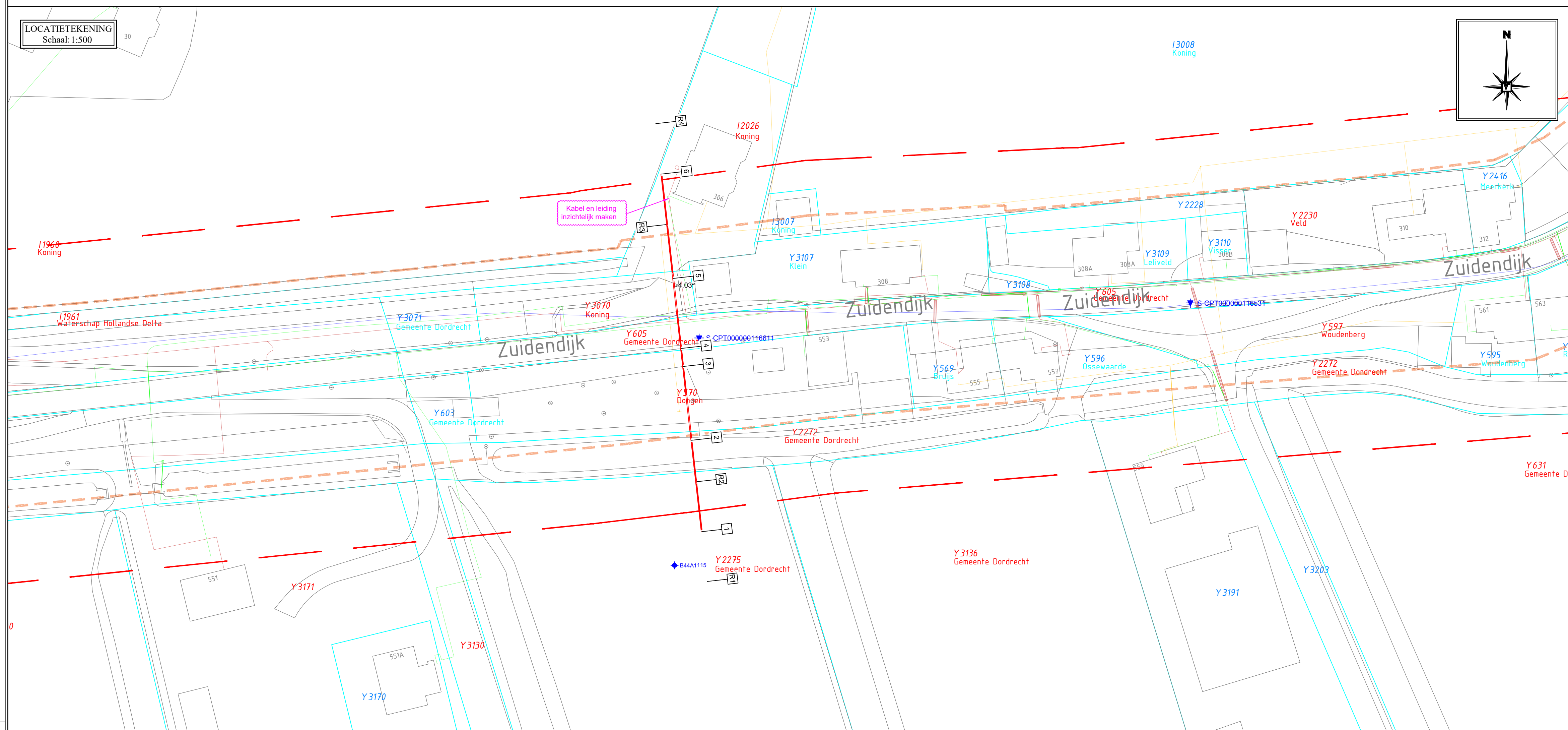
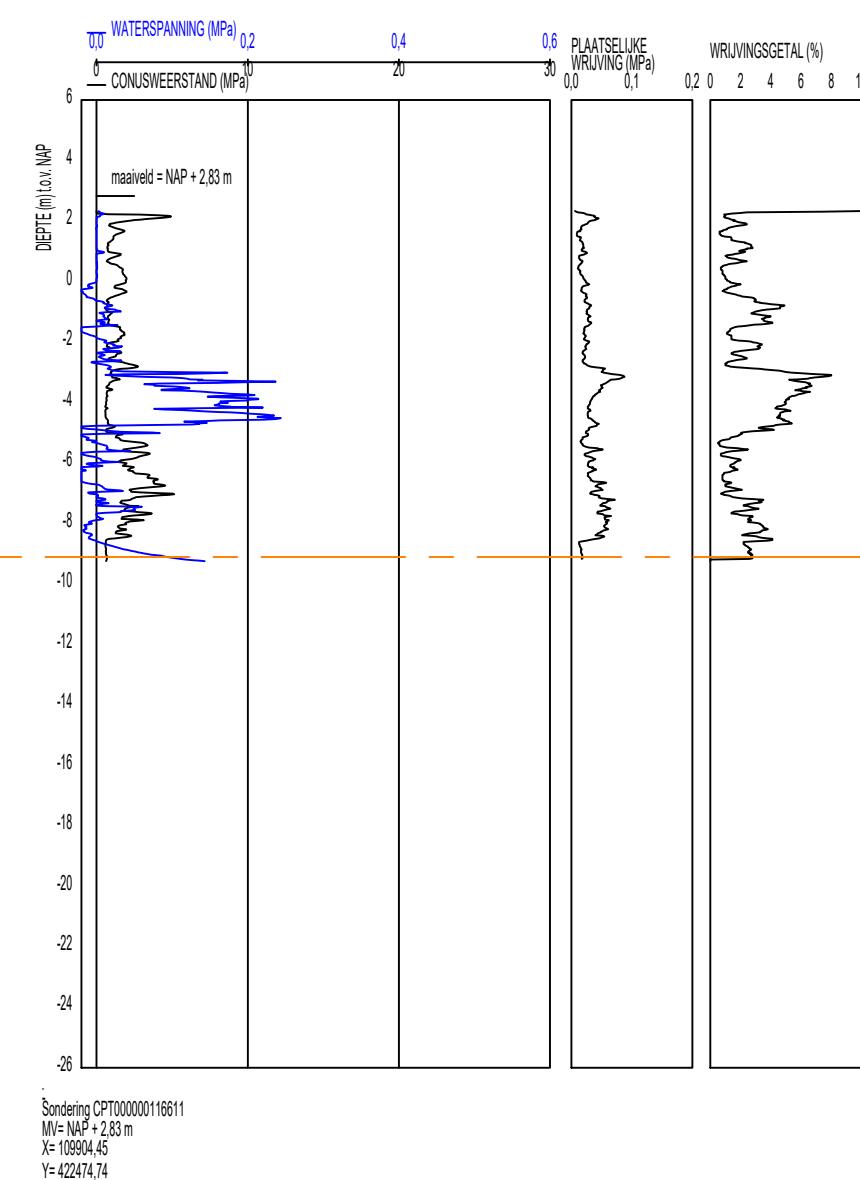
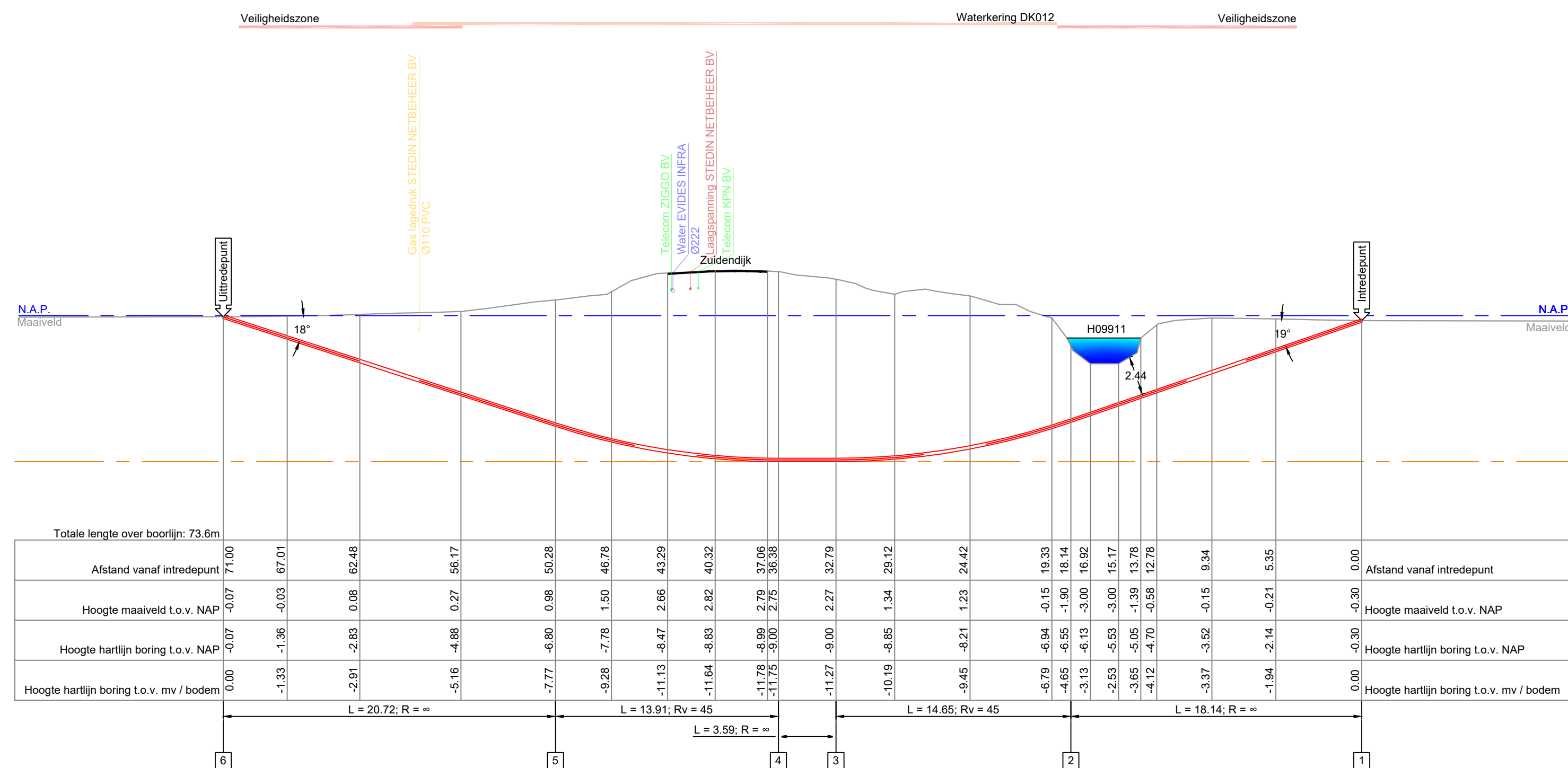
Project Specifieke Risico's:

- Risico #1
Uittrekpunt ligt nabij oude bunker waarvan de ondergrondse ligging niet bekend is.
- Risico #2
Boring kruist een waterkering.
Vergunning aanvragen bij Waterschap Hollandse Delta
- Risico #3
Uittrekpunt van de boring bevindt zich op een helling.
Ter plaatse beoordelen of er maatregelen moeten worden genomen.

Werkomschrijving:
Horizontaal gestuurde boring (HDD1)
 1x Ø160mm PE100 SDR11
 t.b.v. aanleg realiseren persriool

Locatie	Plaats:
Zuidendijk t.h.v. Provincialeweg	Dordrecht
Vergunninghouder:	
Gemeente Dordrecht	-
Spuiboulevard 300	-
3311 GR Dordrecht	-
Opdrachtgever:	Getekend door:
Aannemingsbedrijf Wallaard Noordeloos BV	Gecorrigerd door:
Provincialeweg 3	Datum:
4225 SM Noordeloos	Schaal:
	Formaat:
	Project:

	Tekeningnummer:	Versie:	Blaad:
	2593-0920-01-BT1	4	1/1
-			
-			
-			
MvL	Postbus 231	Appland 8	
d: WdJ	4200 AE Gorinchem	4206 CL Gorinchem	
10-11-2020	T: +31 (0) 183 - 6450060	E: info@vanvulp.eu	
Diversen	F: +31 (0) 183 - 648550	I: www.vanvulp.eu	
A1			
er: EN11410			



Doorsnede 1
Schaal: 1:20

TE BOREN BUIS:
1xØ160mm PE100 SDR11



T.b.v. Ø63mm persleiding
en Ø50mm voor data

Toepassen drill-grout

Coördinatenlijst
Boring:

COORDINATENLIJST				
		X	Y	Z(NA°)
R1	10m Voor Intrede	199906,47	422426,83	-
1	Intrede	199905,36	422436,66	-0,30
R2	10m Achter Intrede	199904,25	422446,48	-
2	Begijn Verticale Bocht	199903,33	422456,68	-4,80
3	Einde Verticale Bocht	199901,69	422469,24	-9,00
4	Begijn Verticale Bocht	199901,29	422472,80	-9,00
5	Einde Verticale Bocht	199899,73	422486,62	-4,80
R3	10m Voor Ulfrede	199898,53	422497,27	-
6	Ulfrede	199898,21	422502,21	-0,07
7	10m Achter Ulfrede	199896,29	422515,17	-

Legenda bestaande Kabels en Leidingen:

	Datatransport
	Gas Hoge Druk
	Gas Lage Druk
	Hoogspanning
	Laagspanning
	Landelijk Hoogspanningsnet
	Middenspanning
	Overig
	Riool Onder Druk
	Riool Vrijverval
	Water
	Buisleiding gevaarlijke inhoud

Legenda gestuurd boren:

	Bestaande boring
	Nieuw te maken boring
	Kadastrale grens
	Sondering
	Waterkering
	Veiligheidszone

DEFINITIEF

Opmerkingen:

- De geprojecteerde knoels en leidingen zijn afkomstig uit de oriëntatie-KLIC melding 200807984
- De digitale ondergrond is ontvangen van opdrachtgever (10100365-C11.dwg) op basis van rijkdschoek-stelsel.
- Het geprojecteerde grondonderzoek is verkregen uit sondering CPT000000116611
- De HDPE leidingstreng(en) dienen vanaf haaspel zonder spiegelswerkzaamheden op de aangegeven locatie te worden uitgelegd (op rollenstelsel) voortgaand aan de intric.fase.
- Van Vulpen behoudt zich het recht voor af te wijken van de voorgestelde methodiek.

Project Specifieke Risico's:

- Risico #1
Boring kruist een waterkering.
Vergunning aanvragen bij Waterschap Hollandse Delta.
- Risico #2
Mogelijk dient er beplanting te worden verwijderd rondom uitredeputten.
- Risico #3
Theoretische kans op kweel, toepassen van drill-groet.

Werkomschrijving:

Horizontaal gestuurde boring (HDD3)
1x Ø160mm PE100 SDR11
t.b.v. aanleg realiseren persiroom

Locatie
Zuidendijk t.h.v. 306

Vergunninghouder:
Gemeente Dordrecht
Spuiboulevard 300
3311 GR Dordrecht

Opdrachtgever:
Aannemingsbedrijf Wallaard Noordeloos BV
Provincialeweg 3
4225 SM Noordeloos

Plaats:	Dordrecht
---------	-----------

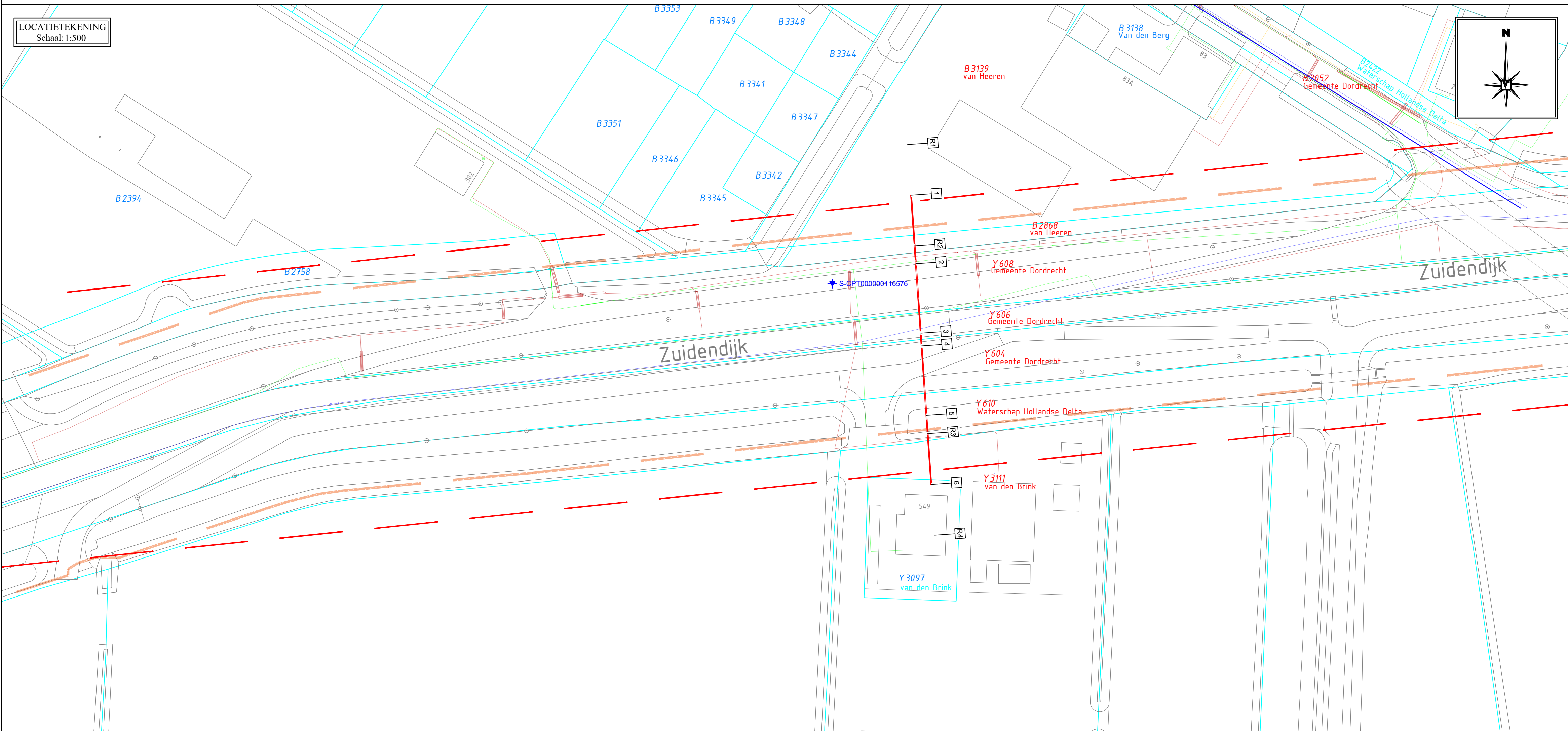
Getekend:	MVL
Gecontroleerd:	WdJ
Datum:	10-11-202
Schaal:	Diversen
Formaat:	A1
Projectnummer:	EN11412

-	-	-	-
-	-	-	-
4	Definitief	MvL	10-11-2020
3	Voor vergunning	MvL	22-10-2020
2	Concept	MvL	13-10-2020
1	Interne controle	MvL	06-10-2020
Rev.	Omschrijving	Get.	Datum

Postbus 231 Papland 8
4200 AE Gorinchem 4206 CL Gorinchem

T: +31 (0) 183 - 645060 E: info@vanvulpen.eu
F: +31 (0) 183 - 648550 I: www.vanvulpen.eu





COÖRDINATENLIJST				
		X	Y	Z(NAP)
(R1)	10m Voor Inbrede	109691.99	422482.31	-
	1 Inbrede	109691.69	422472.33	-0.38
(R2)	10m Achter Uitbrede	109618.39	422462.36	-
	Begin Verticale Bocht	109618.63	422458.89	-5.29
	Einde Verticale Bocht	109618.58	422445.24	-7.70
	Begin Verticale Bocht	109619.75	422442.71	-7.73
	Einde Verticale Bocht	109620.70	422429.07	-
(R3)	10m Voor Uitbrede	109620.60	422425.45	-
	1 Uitbrede	109621.65	422414.47	-0.33
(R4)	10m Achter Uitbrede	109622.34	422405.50	-

Legenda gestuurd boren:

	Bestaande boring
	Nieuw te maken boring
	Kadastrale grens
	Sondering
	Waterkering
	Veiligheidszone

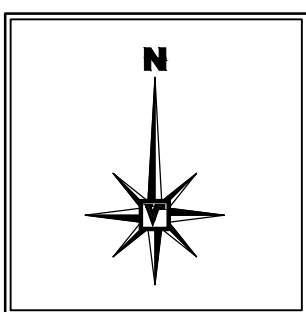
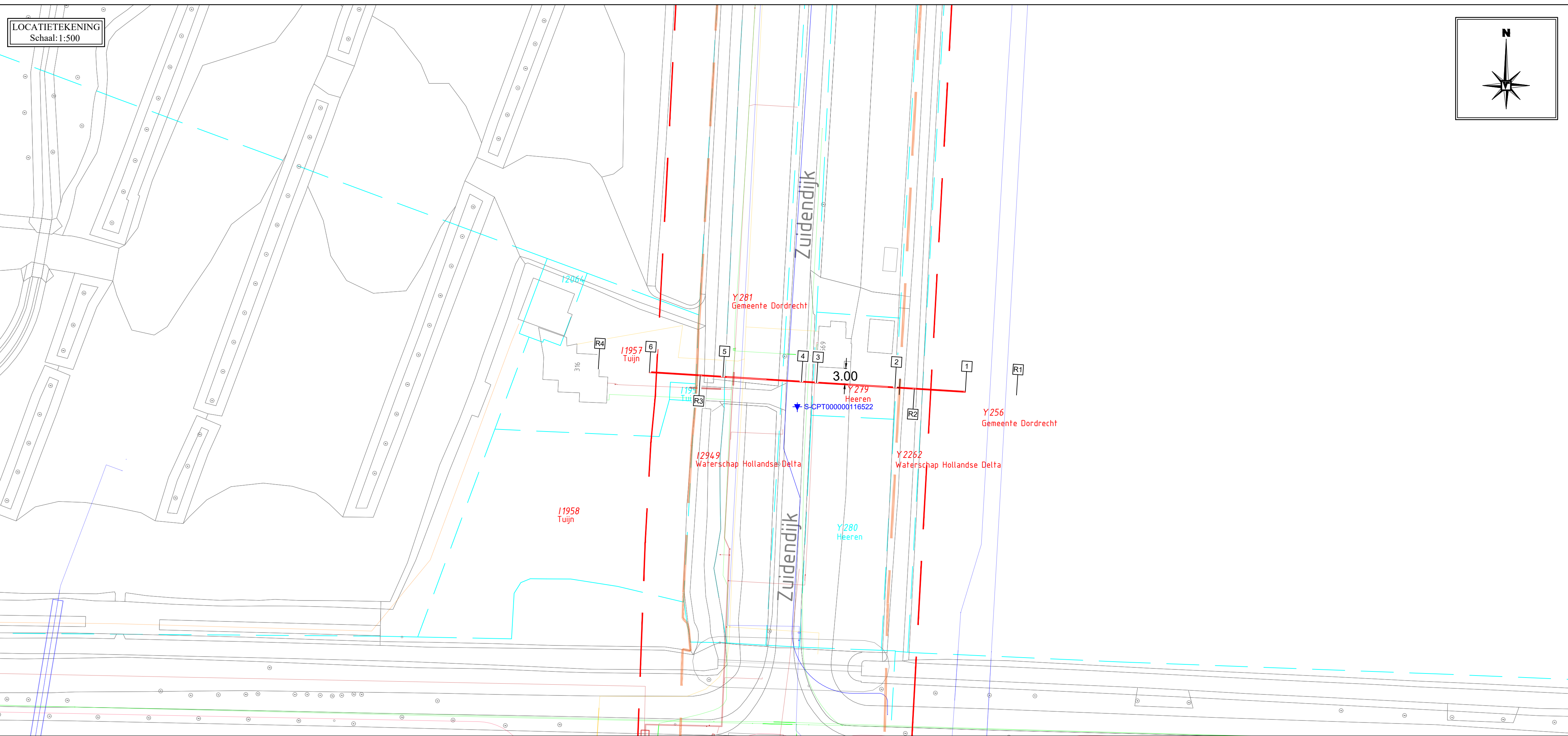
Project Specifieke Risico's:

- Risico #1
Booring kruist een waterkering.
Vergunning aanvragen bij Waterschap Hollandse Delta.
- Risico #2
Theoretische kans op kweel, toepassen van drill-grout.

-	-	-	-
-	-	-	-
4	Definitief	MvL	11-11-2020
3	Voor vergunning	MvL	22-10-2020
2	Concept	MvL	15-10-2020
1	Interne controle	MvL	14-10-2020
Rev.	Omschrijving	Get.	Datum

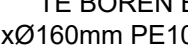
Postbus 231 Papland 8
4200 AE Gorinchem 4206 CL Gorinchem
T: +31 (0) 183 - 645060 E: info@vanvulpen.nl
F: +31 (0) 183 - 648550 I: www.vanvulpen.eu





TE BOREN BUIS:
1xØ160mm PE100 SDR11

Ruimgat Ø210



T.b.v. Ø63mm persleiding
en Ø50mm voor data

COORDINATENLUST				
		X	Y	Z(NAP)
R1	10m Voor Intrade	110184.42	422647.85	-
	1 Intrade	110174.39	422648.48	-0.56
R2	10m Achter Intrade	110174.41	422647.10	-
	2 Begin Verticale Bocht	110189.61	422649.34	-5.59
	3 Einde Verticale Bocht	110145.25	422650.29	-8.30
	4 Begin Verticale Bocht	110142.29	422650.48	-8.30
	5 Einde Verticale Bocht	110126.93	422651.63	-8.30
	10m Voor Uittrade	110122.49	422651.71	-
	Uittrade	110112.51	422652.33	-0.33
R4	10m Achter Uittrade	110102.53	422652.95	-

—	Gas Hoge Druk
—	Gas Lage Druk
—	Hoogspanning
—	Laagspanning
—	Landelijk Hoogspanningsnet
—	Middenspanning
—	Overig
—	Risico Onder Druk
—	Risico Vrijerval
—	Water
—	Buisleiding gevaarlijke inhoud

	Bestaande boring
	Nieuw te maken boring
	Kadastrale grens
 S-NR	Sondering
	Waterkering
	Veiligheidszone

DEFINITIEF

- De geprojecteerde kanalen en leidingen zijn afkomstig uit de oriëntatie-KLIC melding 2008R7984
- De digitale ondergrond is ontvangen van opdrachtgever (110100365.dwg) op basis van rijkswedrijfs-kleefstelsel.
- Het geprojecteerde grondonderzoek is verkregen uit sondering CPT000000116522
- De HDPE leidingstreng(en) dienen vanaf haspel zonder spiegelwaaierarmen op de aangegeven locatie te worden uitgelegd (op rolstelselen) voorafgaand aan de intreksfase.
- Van Vulpen behoudt zich het recht voor af te wijken van de voorgestelde methodiek.

- Risico #1
Boring kruist een waterkering.
Vergunning aanvragen bij waterschap Hollandse Delta
- Risico #2
In de watergang bij het uitdredpunt bevindt zich een straat.
Ter plaatse controleren of de boring daadwerkelijk lang genoeg is
- Risico #3
Bij het uitdredpunt dient straatwerk te worden verwijderd

Horizontaal gestuurde boring (HDD6)
1x Ø160mm PE100 SDR11
t.b.v. aanleg realiseren persiool

Vergunninghouder:
Gemeente Dordrecht
Spuiboulevard 300
3311 GR Dordrecht

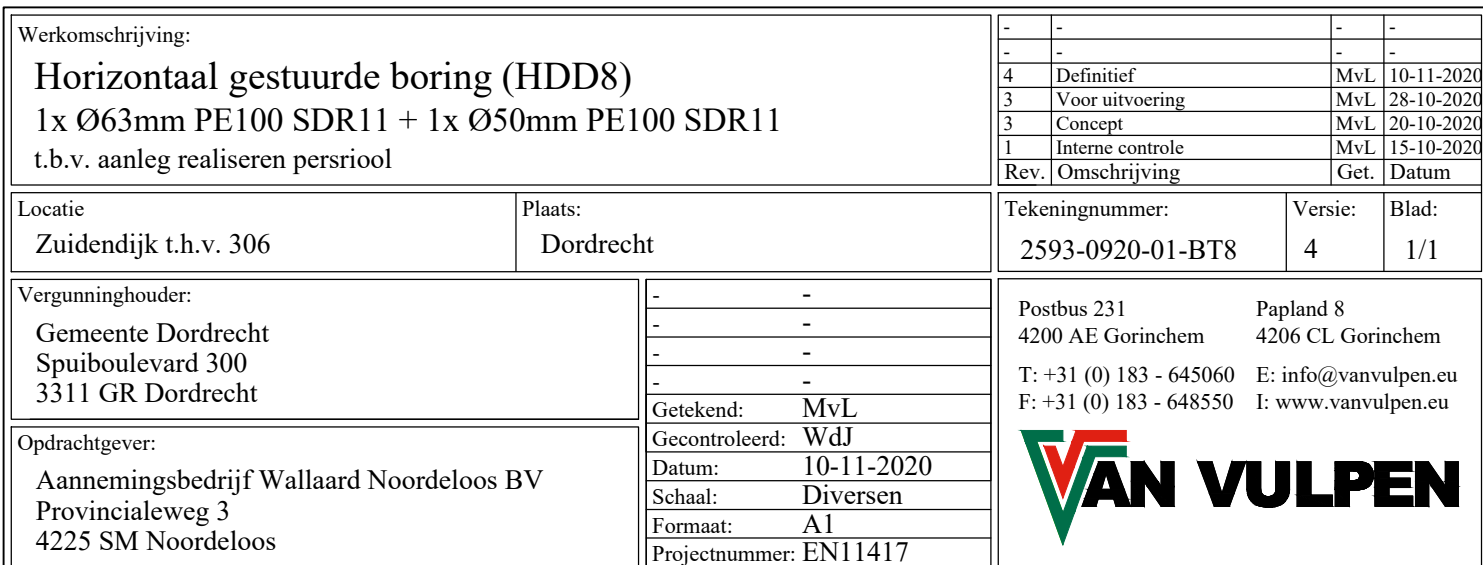
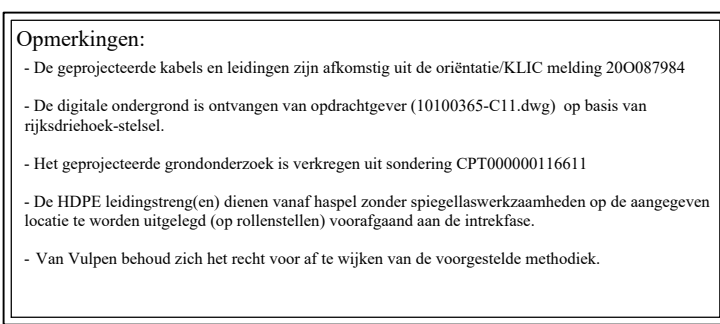
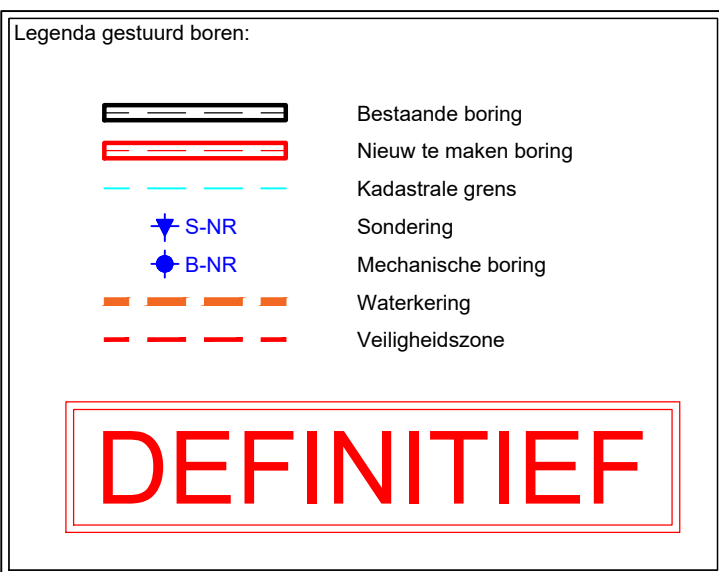
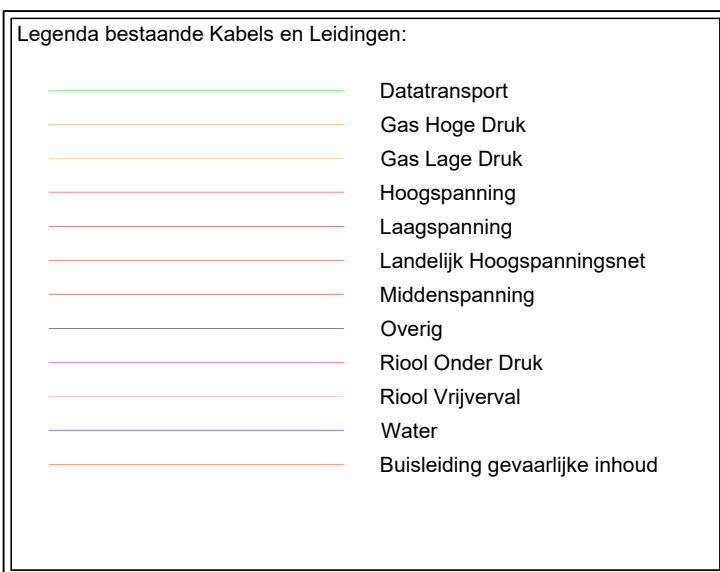
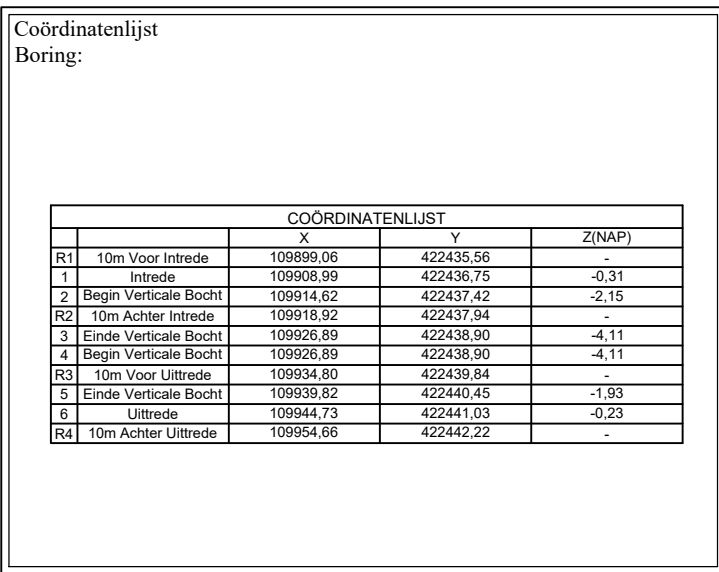
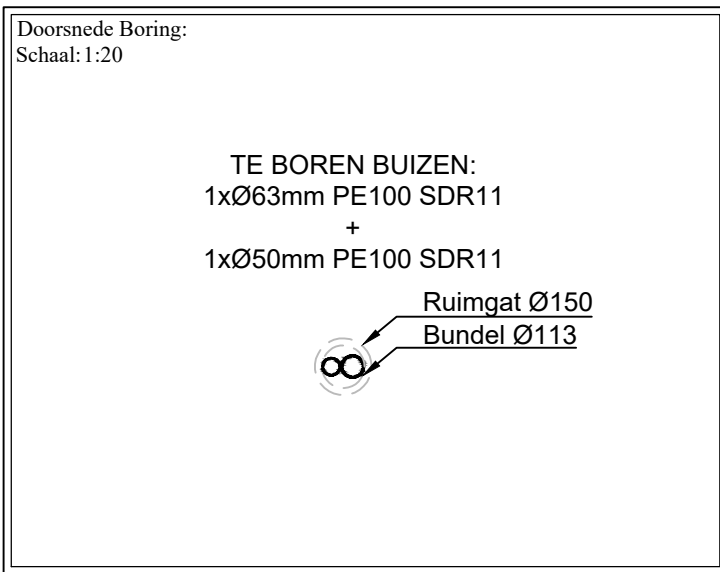
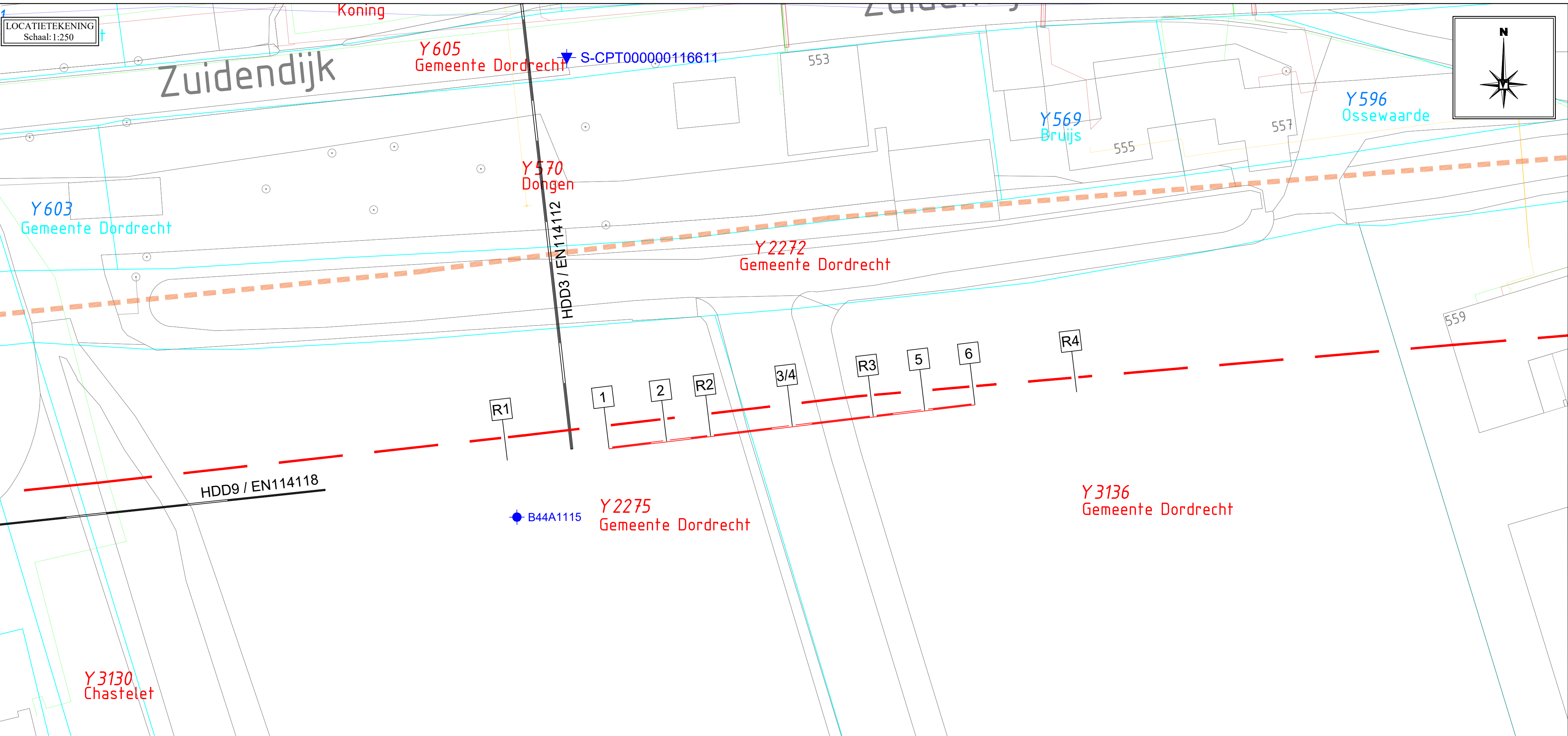
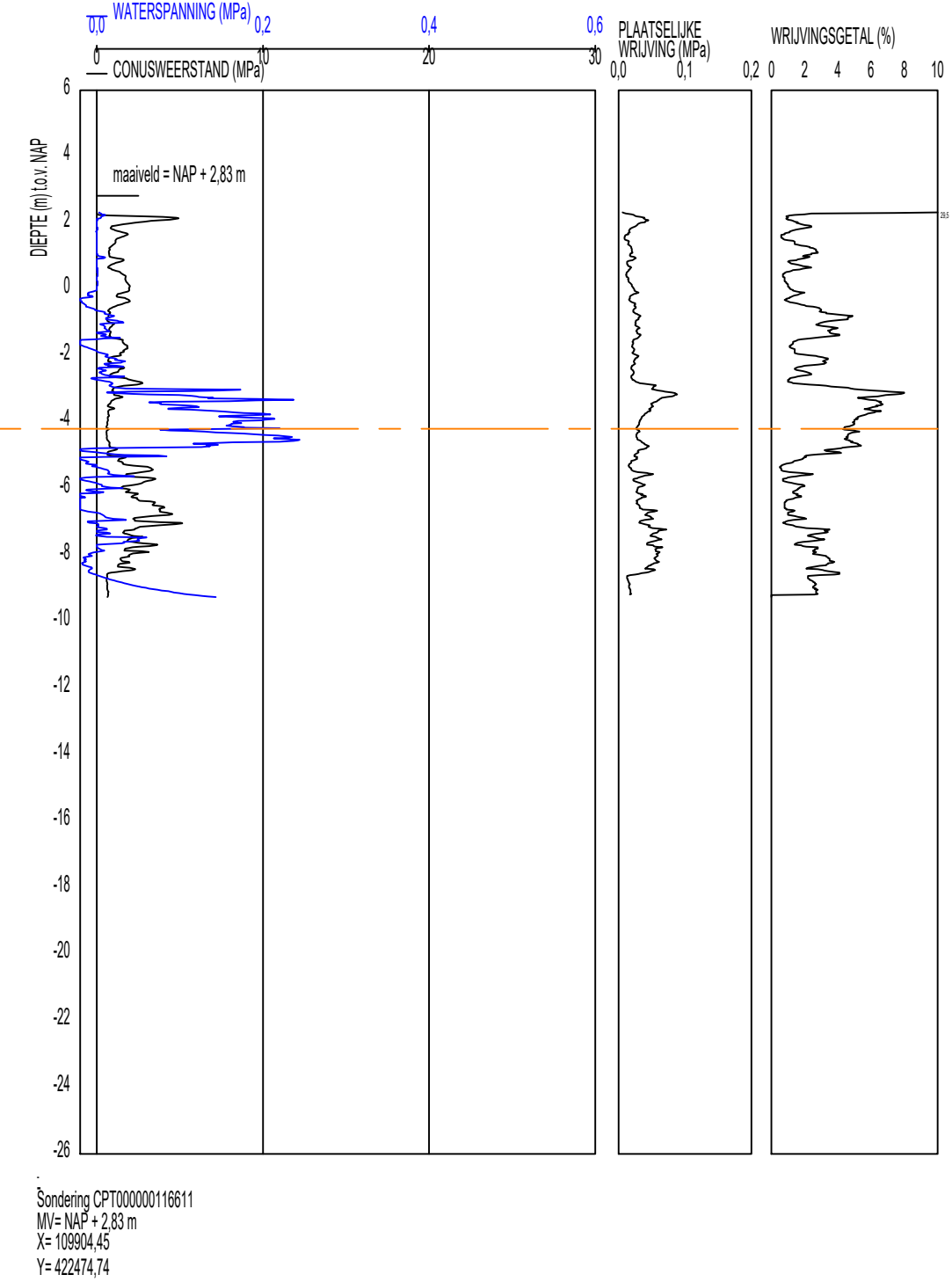
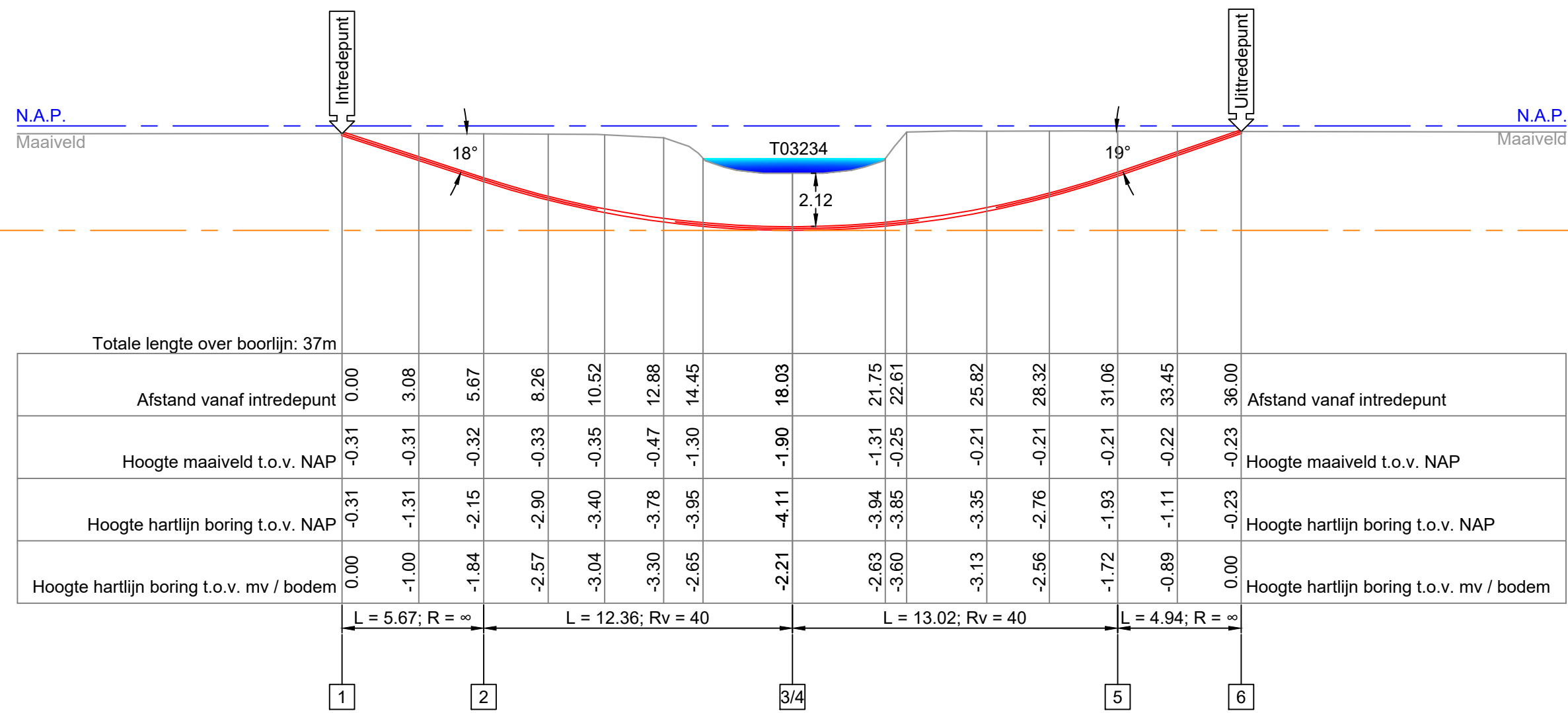
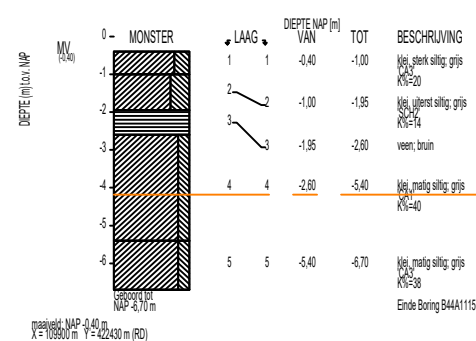
Opdrachtgever:
Aannemingsbedrijf Wallaard Noordeloos BV
Provincialeweg 3
4225 SM Noordeloos

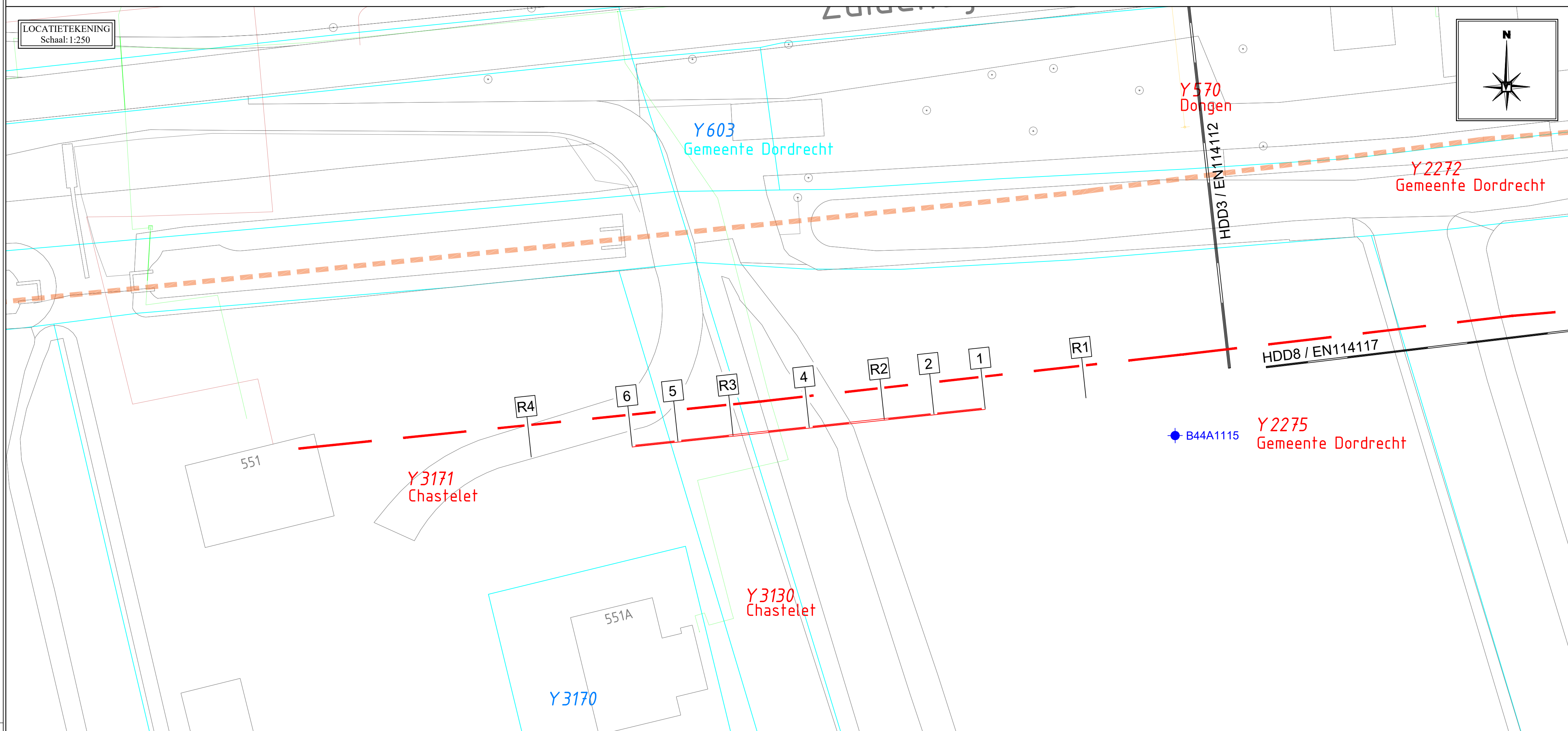
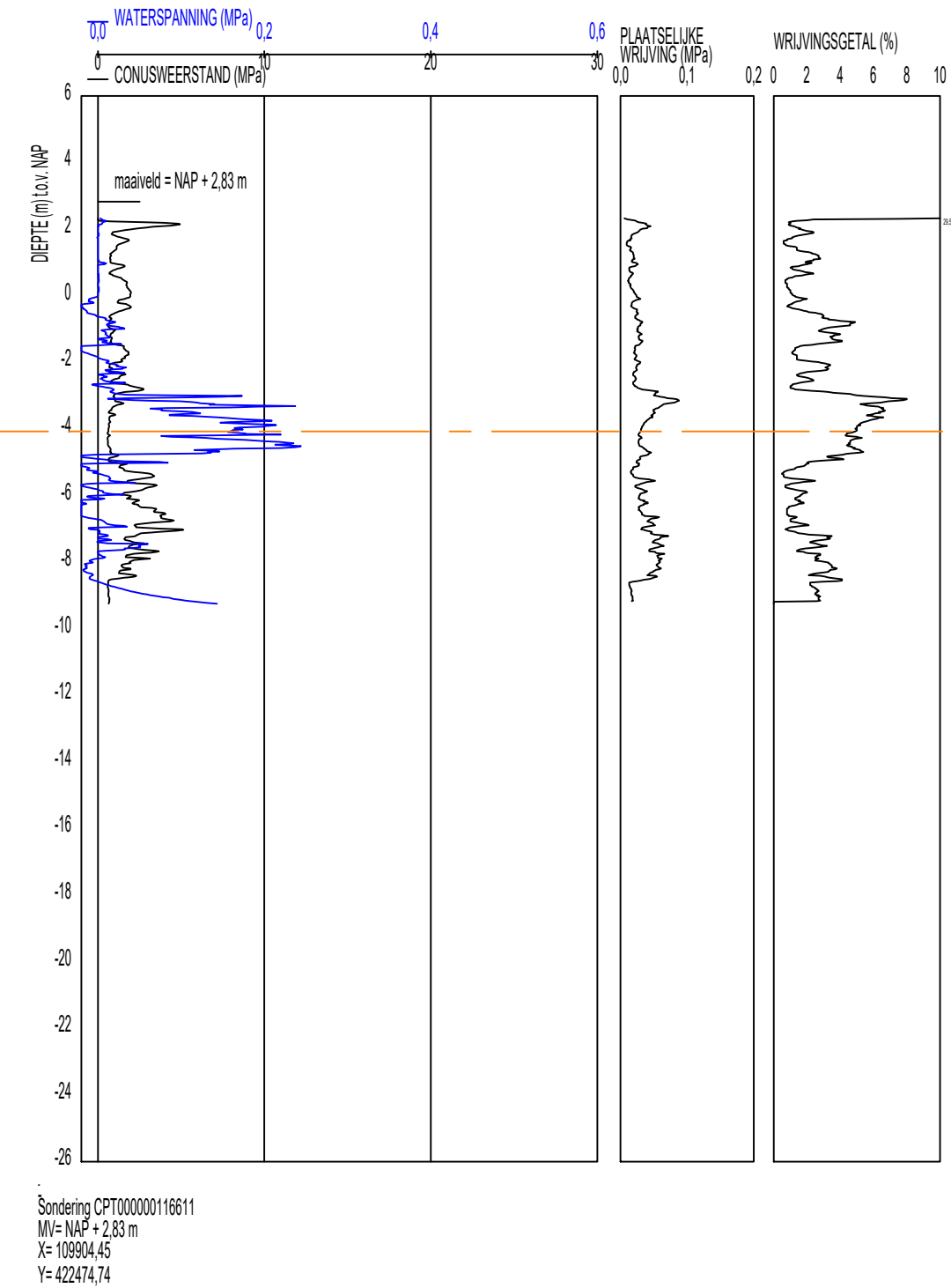
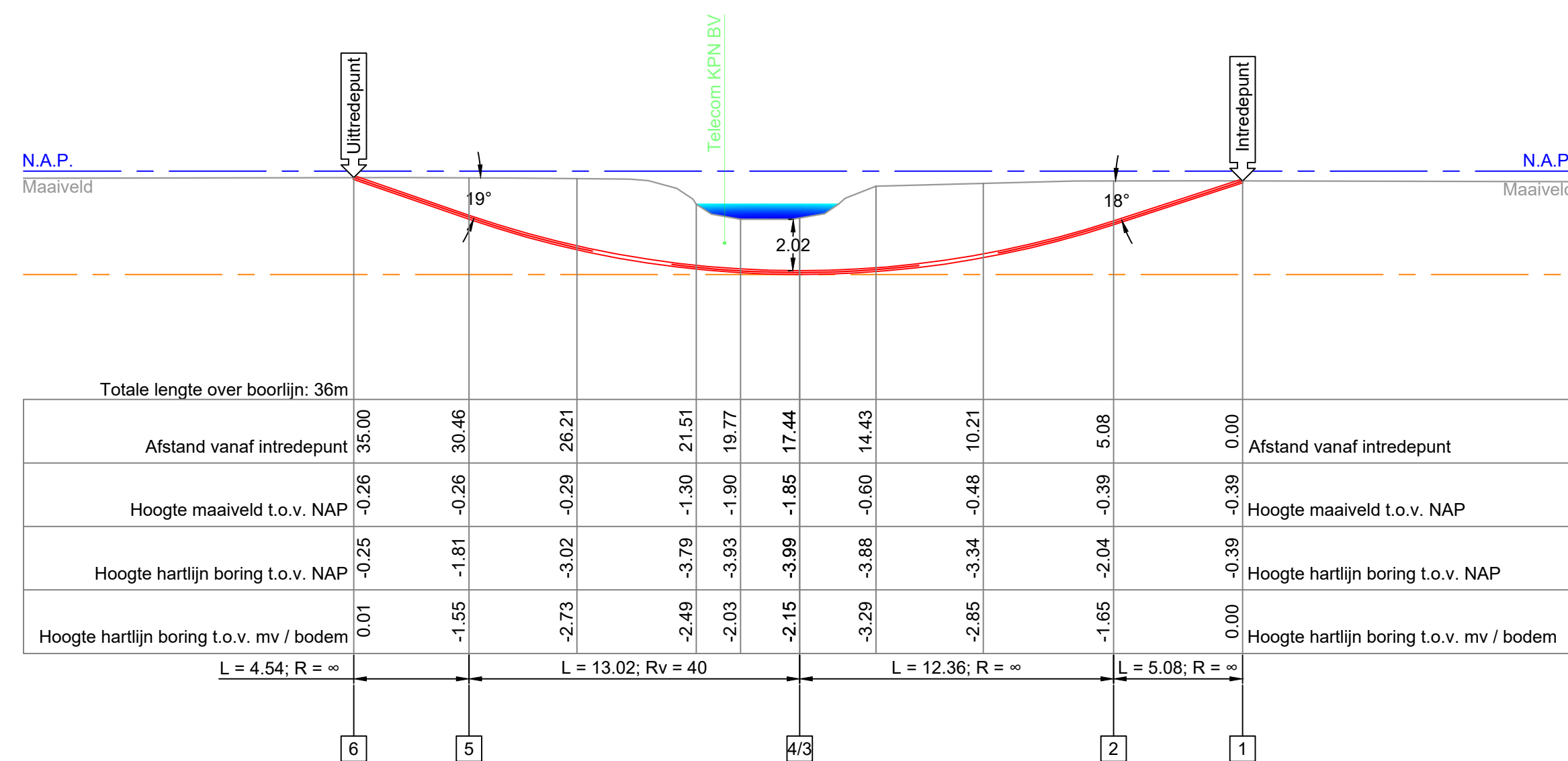
-	-
-	-
-	-
-	-
Getekend:	MvL
Gecontroleerd:	WdJ
Datum:	11-11-2020
Schaal:	Diversen
Formaat:	A1
Projectnummer:	EN11415

5	-	-	-
4	Definitief	MvL	11-11-2020
3	Voor uitvoering	MvL	03-11-2020
2	Voor vergunning	MvL	22-10-2020
3	Concept	MvL	14-10-2020
1	Interne controle	MvL	06-10-2020
Rev.	Omschrijving	Get.	Datum
Tekeningsnummer:		Versie:	Blad:
2593-0920-01-BT6		5	1/1

Postbus 231 Papland 8
4200 AE Gorinchem 4206 CL Gorinchem
T: +31 (0) 183 - 645060 E: info@vanvulpen.nl
F: +31 (0) 183 - 648550 I: www.vanvulpen.eu







Doorsnede Boring:
Schaal: 1:20

TE BOREN BUIZEN:
1xØ63mm PE100 SDR11
+
1xØ50mm PE100 SDR11

Ruimgat Ø150
Bundel Ø113



COÖRDINATENLIJST				
		X	Y	ZINAF
B1	50m Voor IJzerde	150495.21	424233.11	-
B1	IJzerde	150495.27	424242.66	-0.39
B1	Graven Variatie IJzerde	150516.22	424382.11	-2.24
B2	50m Actieve IJzerde	150470.32	424242.12	-
B2	Graven Variatie IJzerde	150495.53	424350.51	-1.99
B2	Graven Variatie IJzerde	150495.53	424350.51	-3.99
B3	50m Voor IJzerde	150506.41	424350.51	-
B3	IJzerde	150506.58	424329.43	-1.81
B4	Lijfzand	150444.47	424248.65	-0.25
B4	Lijfzand	150444.38	424247.89	-0.25

Legenda bestaande Kabels en Leidingen:	
	Datatransport
	Gas Hoge Druk
	Gas Lage Druk
	Hoogspanning
	Laagspanning
	Landelijk Hoogspanningsnet
	Middenspanning
	Overig
	Riool Onder Druk
	Riool Vrijval
	Water
	Buisleiding gevaarlijke inhoud

Legenda gestuurd boren:

	Bestaande boring
	Nieuw te maken boring
	Kadastrale grens
	Sondering
	Mechanische boring
	Waterkering
	Veiligheidszone

DEFINITIEF

Opmerkingen:

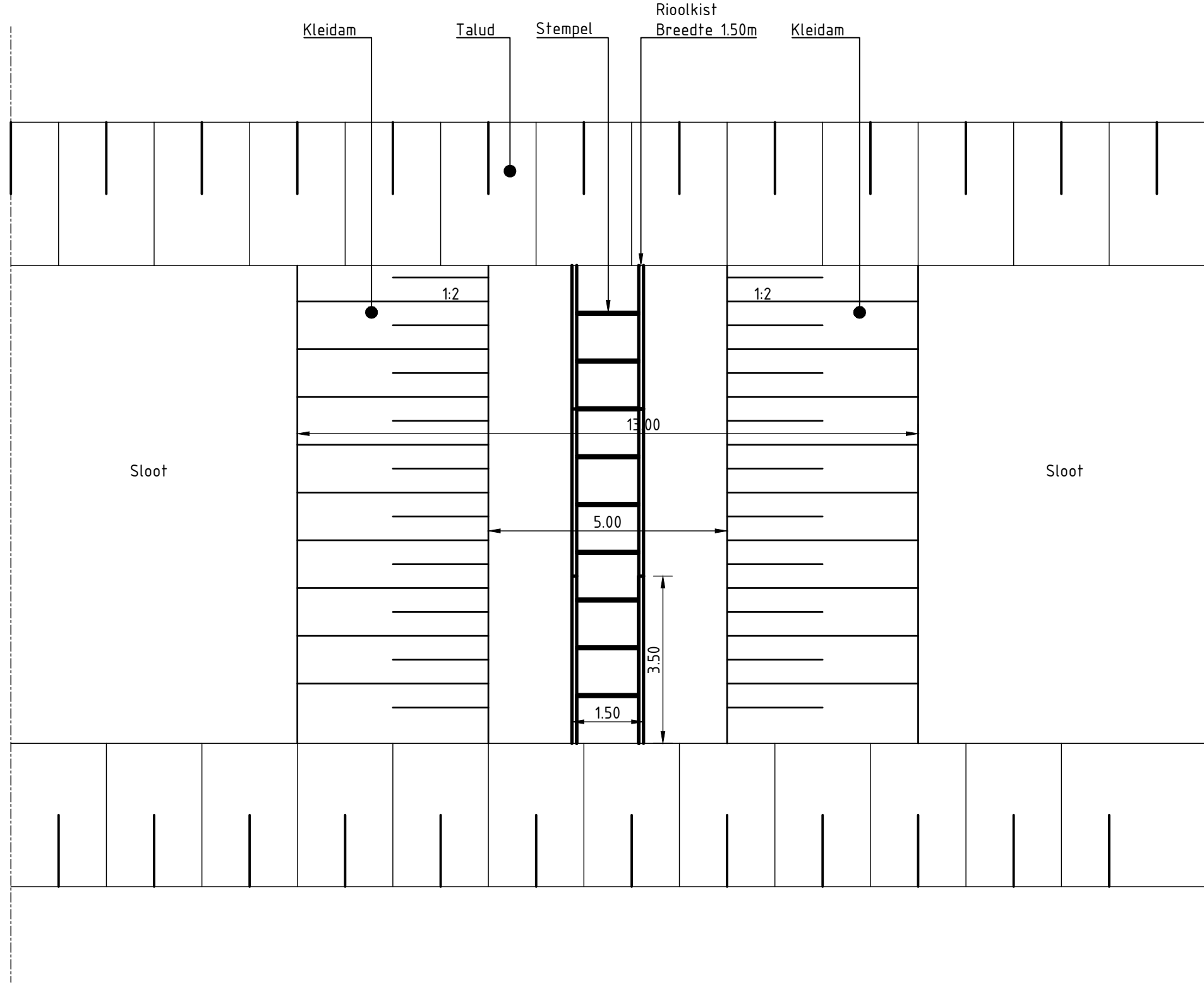
- De geprojecteerde kabels en leidingen zijn afkomstig uit de oriëntatie KLKJC melding 200087984
- De digitale ondergrond is ontvangen van opdrachtgever (10100365-C11.dwg) op basis van rijksdriehoek-stelsel.
- Het geprojecteerde grondsonderzoek is verkregen uit sondering CPT000000116611
- De HDPE leidingstreng(en) dienen vanaf haspel zonder spiegellaagvlakken op de aangegeven locatie te worden uitgelegd (op rollenstellen) voortgaand naar de knutrefase.
- Van Vulpen behoudt zich recht voor te af wijken van de voorgespecte methodiek.

Project Specifieke Risico's:

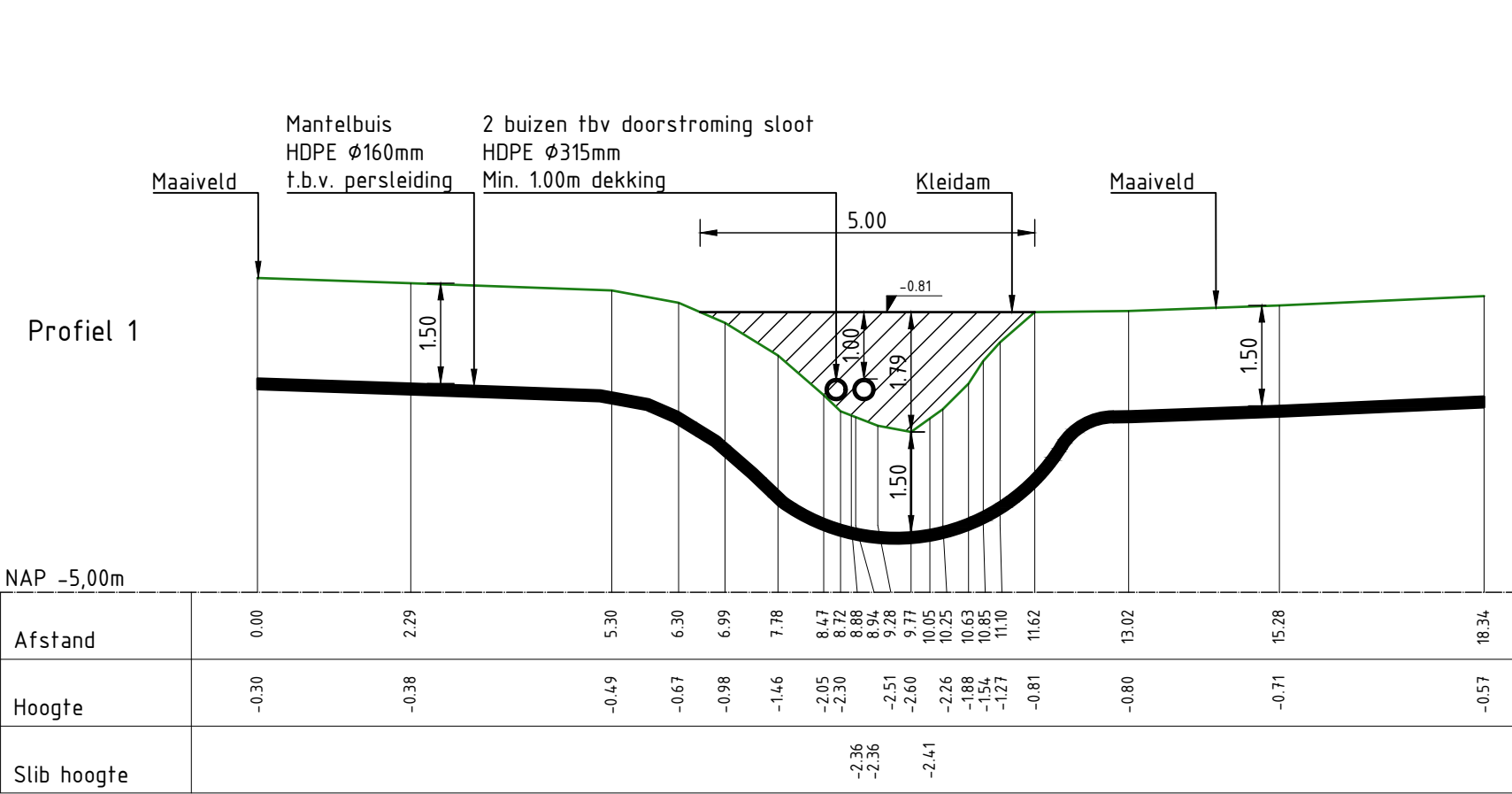
Risico #1
Bij het uittredepunt dient er verharding te worden verwijderd.

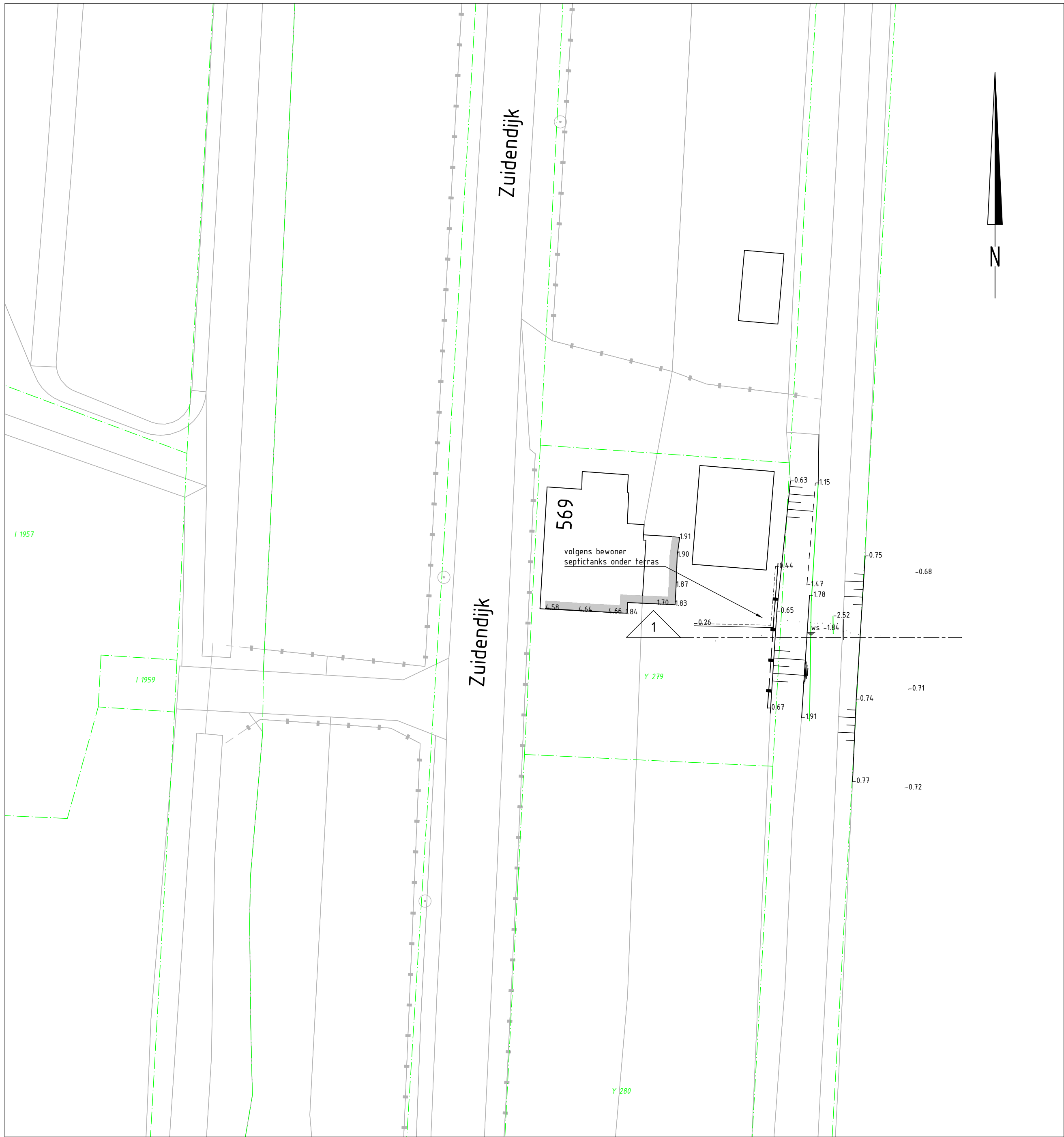
Risico #2
Kruising watergang. Bij te hoge boorspoeddrukken kans op blow-out. Tijdens uitvoeren rekening houden dat de boorspoeddrukken niet te hoog zijn om een blow-out te voorkomen.

Werkomschrijving:		-	-	-
Horizontaal gestuurde boring (HDD9)		4	Definitief	MvL 10-11-2020
1x Ø63mm PE100 SDR11 + 1x Ø50mm PE100 SDR11		3	Voor uitvoering	MvL 28-10-2020
t.b.v. aanleg realiseren persioel		3	Concept	MvL 28-10-2020
		1	Interne controle	MvL 15-10-2020
		Rev.	Omschrijving	Ged. Datum
Locatie	Plaats:	Tekeningnummer:	Versie: Blad:	
Zuidendijk t.h.v. 551	Dordrecht	2593-0920-01-BT9	4	I/I
Vergunninghouder:	-	-	Postbus 231	Papland 8
Gemeente Dordrecht	-	-	4200 AE Gorinchem	4206 CL Gorinchem
Spuiboulevard 300	-	-	T: +31 (0) 183 - 645060	E: info@vanulpulpen.eu
3311 GR Dordrecht	-	-	F: +31 (0) 183 - 648550	I: www.vanulpulpen.eu
	Getekend:	MvL		
	Gecontroleerd:	WDJ		
Opdrachtgever:	Datum:	10-11-2020		
Aannemingsbedrijf Wallaard Noordeloos BV	Schaal:	Diversen		
Provincialeweg 3	Formaat:	A1		
4225 SM Noordoos	Projectnummer:	EN11418		



Principe detail kleidam
SCHAAL 1 : 100

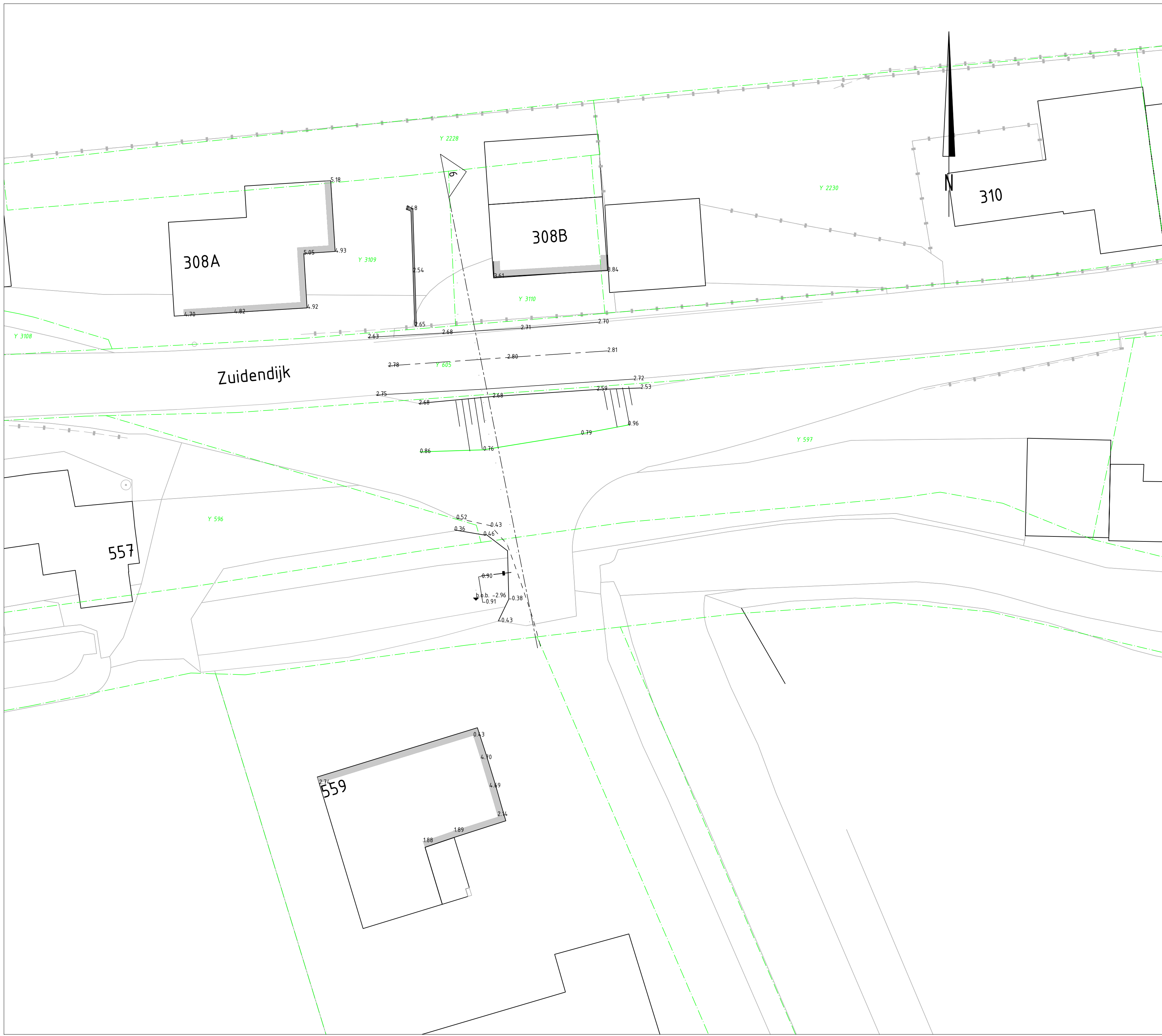




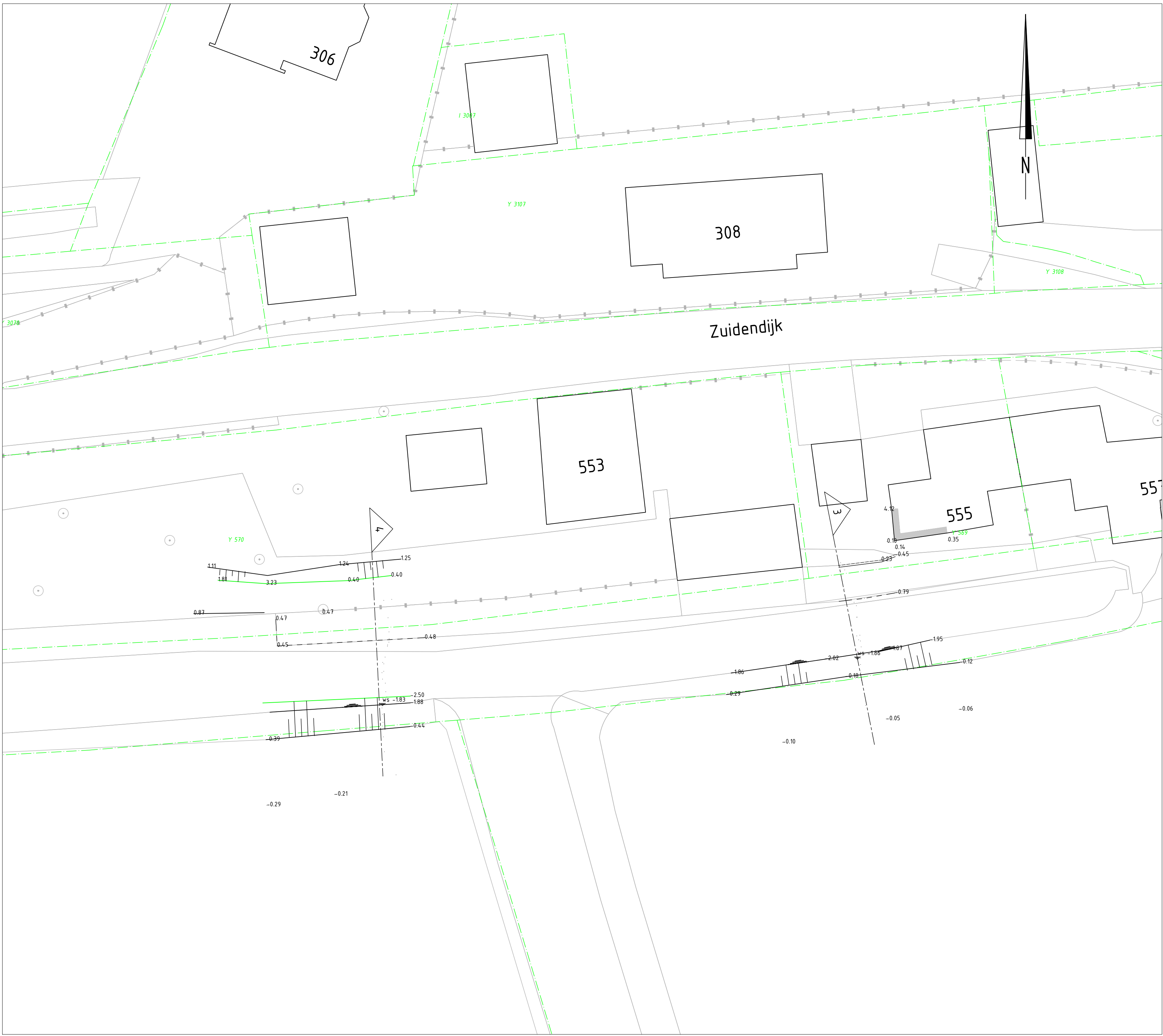
BLAD 1
SCHAAL 1 : 200



BLAD 2
SCHAAL 1 : 200

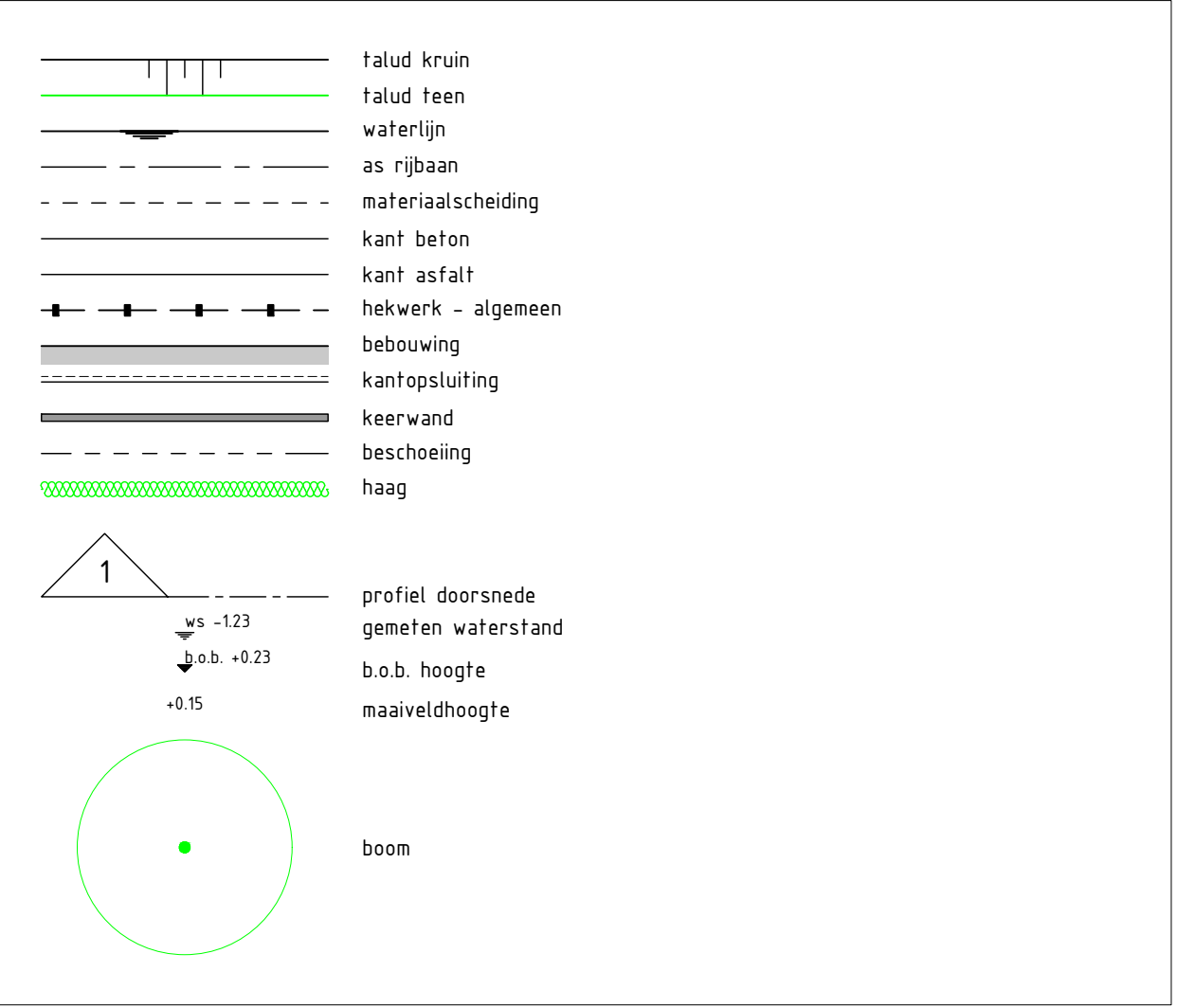


BLAD 3
SCHAAL 1 : 200

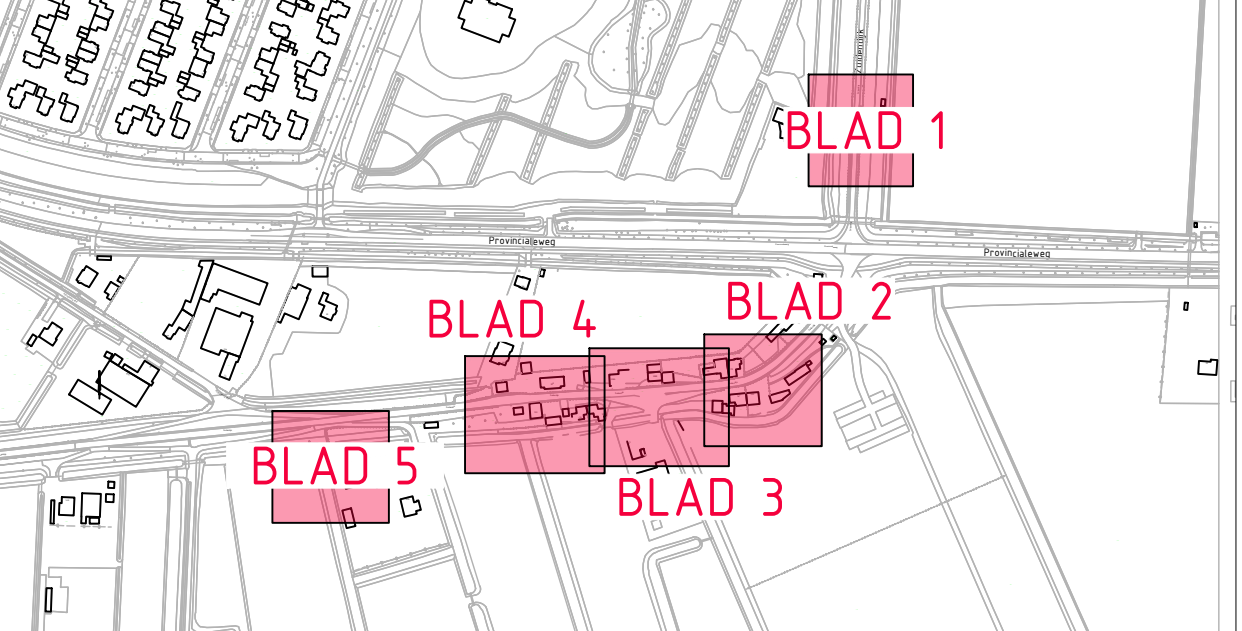


BLAD 4
SCHAAL 1 : 200

Legenda



Situatie



Debesluitende en afrekenen ter indicatie, maken kunnen afrekenen
Nuten in meters, tenzij anders vermeld
Profielen in meters 1:100, R.A.D. - tenzij anders vermeld
Materialen in mm, tenzij anders vermeld
Elevaties in m, tenzij anders vermeld

ADCM Adviesbureau voor civiele techniek, infrastructuur en Milieu		Bestandnaam: 036 3702 AW 00000001 Telefoon: +31 (0) 315500 Email: algemeen@adcm.nl					
Project: Begeleiding watervergunning persleiding Bovenhoek te Dordrecht		Concept					
Opdrachtgever: Aannemersbedrijf Wallaard Noordeloos BV							
Onderdeel: Bestaande situatie							
Inmeting: 03-02-2021							
Rev.	Wijziging	Dat.	Get.	Acc.	Projectnummer	Tekeningnummer	Fernaam
1.					02020305	03	03-02-2021
2.					02020305	04	03-02-2021
3.					02020305	05	03-02-2021
4.					02020305	06	03-02-2021
5.					02020305	07	03-02-2021
6.					02020305	08	03-02-2021
7.					02020305	09	03-02-2021
8.					02020305	10	03-02-2021
9.					02020305	11	03-02-2021
10.					02020305	12	03-02-2021
11.					02020305	13	03-02-2021
12.					02020305	14	03-02-2021
13.					02020305	15	03-02-2021
14.					02020305	16	03-02-2021
15.					02020305	17	03-02-2021
16.					02020305	18	03-02-2021
17.					02020305	19	03-02-2021
18.					02020305	20	03-02-2021
19.					02020305	21	03-02-2021
20.					02020305	22	03-02-2021
21.					02020305	23	03-02-2021
22.					02020305	24	03-02-2021
23.					02020305	25	03-02-2021
24.					02020305	26	03-02-2021
25.					02020305	27	03-02-2021
26.					02020305	28	03-02-2021
27.					02020305	29	03-02-2021
28.					02020305	30	03-02-2021
29.					02020305	31	03-02-2021
30.					02020305	32	03-02-2021
31.					02020305	33	03-02-2021
32.					02020305	34	03-02-2021
33.					02020305	35	03-02-2021
34.					02020305	36	03-02-2021
35.					02020305	37	03-02-2021
36.					02020305	38	03-02-2021
37.					02020305	39	03-02-2021
38.					02020305	40	03-02-2021
39.					02020305	41	03-02-2021
40.					02020305	42	03-02-2021
41.					02020305	43	03-02-2021
42.					02020305	44	03-02-2021
43.					02020305	45	03-02-2021
44.					02020305	46	03-02-2021
45.					02020305	47	03-02-2021
46.					02020305	48	03-02-2021
47.					02020305	49	03-02-2021
48.					02020305	50	03-02-2021
49.					02020305	51	03-02-2021
50.					02020305	52	03-02-2021
51.					02020305	53	03-02-2021
52.					02020305	54	03-02-2021
53.					02020305	55	03-02-2021
54.					02020305	56	03-02-2021
55.					02020305	57	03-02-2021
56.					02020305	58	03-02-2021
57.					02020305	59	03-02-2021
58.					02020305	60	03-02-2021
59.					02020305	61	03-02-2021
60.					02020305	62	03-02-2021
61.					02020305	63	03-02-2021
62.					02020305	64	03-02-2021
63.					02020305	65	03-02-2021
64.					02020305	66	03-02-2021
65.					02020305	67	03-02-2021
66.					02020305	68	03-02-2021
67.					02020305	69	03-02-2021
68.					02020305	70	03-02-2021
69.					02020305	71	03-02-2021
70.					02020305	72	03-02-2021
71.					02020305	73	03-02-2021
72.					02020305	74	03-02-2021
73.					02020305	75	03-02-2021
74.					02020305	76	03-02-2021
75.					02020305	77	03-02-2021
76.					02020305	78	03-02-2021
77.					02020305	79	03-02-2021
78.					02020305	80	03-02-2021
79.					02020305	81	03-02-2021
80.					02020305	82	03-02-2021
81.					02020305	83	03-02-2021
82.					02020305	84	03-02-2021
83.					02020305	85	03-02-2021
84.					02020305	86	03-02-2021
85.					02020305	87	03-02-2021
86.					02020305	88	03-02-2021
87.					02020305	89	03-02-2021
88.					02020305	90	03-02-2021
89.					02020305	91	03-02-2021
90.					02020305	92	03-02-2021
91.					02020305	93	03-02-2021
92.					02020305	94	03-02-2021
93.					02020305	95	03-02-2021
94.					02020305	96	03-02-2021
95.					02020305	97	03-02-2021
96.					02020305	98	03-02-2021
97.					02020305	99	03-02-2021
98.					02020305	100	03-02-2021
99.					02020305	101	03-02-2021
100.					02020305	102	03-02-2021
101.					02020305	103	03-02-2021
102.					02020305	104	03-02-2021
103.					02020305	105	03-02-2021
104.					02020305	106	03-02-2021
105.					02020305	107	03-02-2021
106.					02020305	108	03-02-2021
107.					02020305	109	03-02-2021
108.					02020305	110	03-02-2021
109.					02020305	111	03-02-2021
110.					02020305	112	03-02-2021
111.					02020305	113	03-02-2021
112.					02020305	114	03-02-2021
113.					02020305	115	03-02-2021
114.					02020305	116	03-02-2021
115.					02020305	117	03-02-2021
116.					02020305	118	03-02-2021
117.					02020305	119	03-02-2021
118.					02020305	120	03-02-2021
119.					02020305	121	03-02-2021
120.					02020305	122	03-02-2021
121.					02020305	123	03-02-2021
122.					02020305	124	03-02-2021
123.					02020305	125	03-02-2021
124.					02020305	126	03-02-2021
125.					02020305	127	03-02-2021
126.					02020305	128	03-02-2021
127.					02020305	129	03-02-2021
128.					02020305	130	03-02-2021
129.					02020305	131	03-02-2021
130.					02020305	132	03-02-2021
131.					02020305	133	03-02-2021
132.					02020305	134	03-02-2021
133.					02020305	135	03-02-2021
134.					02020305	136	03-02-2021
135.					02020305	137	03-02-2021
136.					02020305	138	03-02-2021
137.					02020305	139	03-02-2021
138.					02020305	140	03-02-2021
139.					02020305	141	03-02-2021
140.					02020305	142	03-02-2021
141.					02020305	143	03-02-2021
142.					02020305	144	03-02-2021
143.					02020305	145	03-02-2021
144.					02020305	146	03-02-2021
145.					02020305	147	03-02-2021
146.					02020305	148	03-02-2021
147.					02020305	149	03-02-2021
148.					02020305	150	03-02-2021
149.					02020305	151	03-02-2021
150.					02020305	152	03-02-2021
151.					02020305	153	03-02-2021
152.					02020305	154	03-02-2021
153.					02020305	155	03-02-2021
154.					02020305	156	03-02-2021
155.					02020305	157	03-02-2021
156.					02020305	158	03-02-2021
157.					02020305	159	03-02-2021
158.					02020305	160	03-02-2021
159.					02020305	161	03-02-2021
160.					02020305	162	03-02-2021
161.					02020305	163	03-02-2021
162.					02020305	164	03-02-2021
163.					02020305	165	03-02-2021
164.					02020305	166	03-02-2021
165.					02020305	167	03-02-2021
166.					02020305	168	03-02-2021
167.					02020305	169	03-02-2021
168.					02020305	170	03-02-2021
169.					02020305	171	03-02-2021
170.					02020305	172	03-02-2021
171.					02020305	173	03-02-2021
172.					02020305	174	03-02-2021
173.					02020305	175	03-02-2021
174.					02020305	176	03-02-2021
175.					02020305	177	03-02-2021
176.					02020305	178	03-02-2021
177.					02020305	179	03-02-2021
178.					02020305	180	



Ingenieursbureau
Drechtsteden

Toelichting alternatieve uitvoering

Datum 27 februari 2021

Aan Edwin de Jong

Van Jan Geert Kruidhof

Doorkiesnummer 078-7702844

Onderwerp Alternatieve uitvoering persleiding in open ontgraving

Aanleiding

De aan te leggen pompputten t.b.v. de aanleg van een persleiding liggen op enkele locaties binnen de beschermingszone van de secundaire waterkering. Op deze locaties dienen de watergangen van WSHD te worden gekruist om de pompputten te kunnen aansluiten op het persriool. Gepland was om dit via boogzinkers onder de watergang uit te voeren, echter is door WSHD aangegeven dat binnen de beschermingszone niet met boringen, persingen of boogzinkers mag worden gewerkt. In het overleg met WSHD is aangegeven dat dit via een open ontgraving d.m.v. het aanbrengen van een tijdelijke dam wel mag worden uitgevoerd.

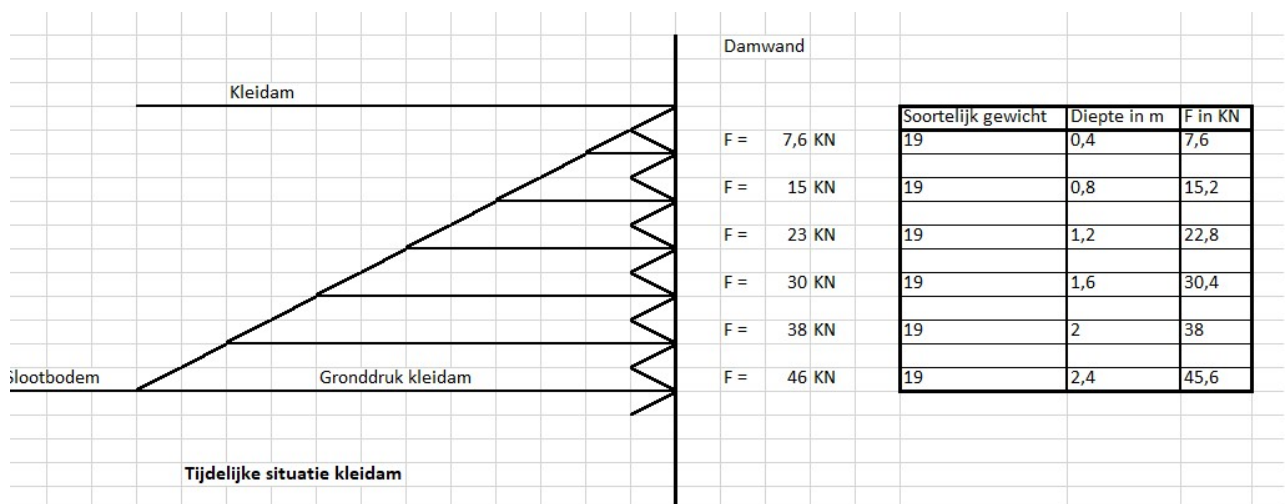
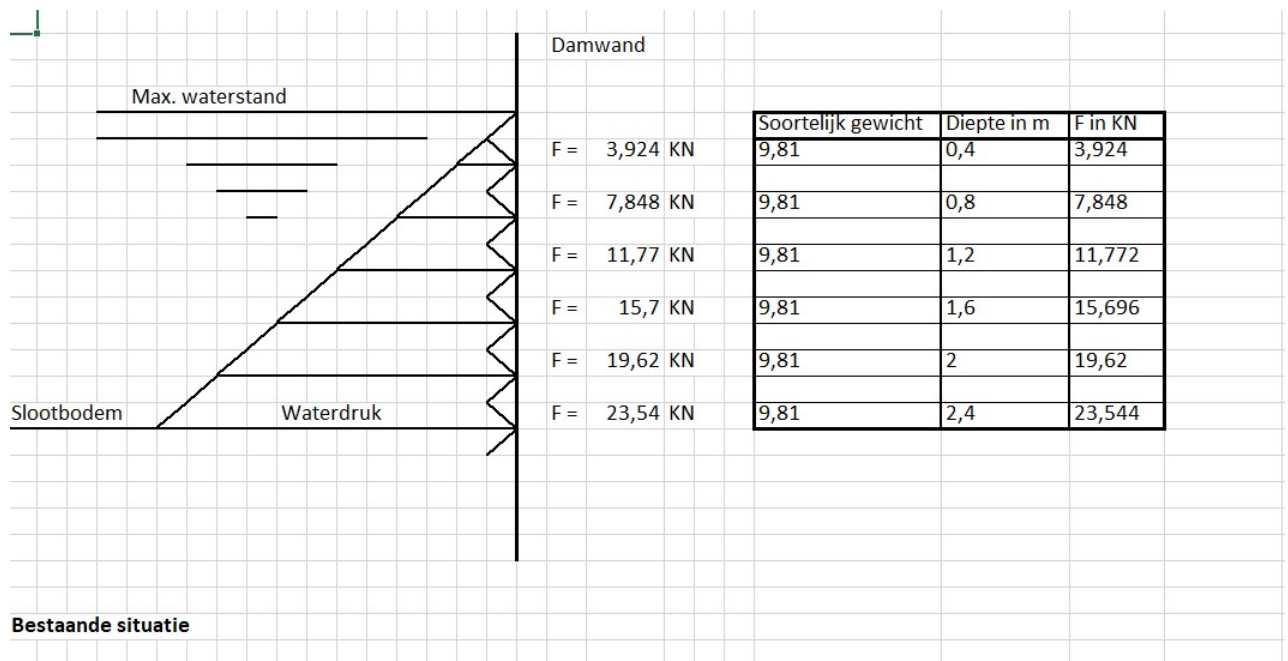
Deze toelichting en de bijgevoegde tekeningen behandeld de aanleg van de persleiding in een open ontgraving i.p.v. een gestuurde boring en boogzinkers.

Alternatief boring Zuidendijk 308

Als alternatief voor de boring t.b.v. Zuidendijk 308 zal de persleiding in een open ontgraving worden aangebracht volgens profiel 6 in de bijgevoegde tekeningen. Als extra beveiligingsmaatregel zal in de teen van de dijk een kwelscherm worden aangebracht.

Alternatief boogzinkers Zuidendijk 553, 555, 563 en 569

Als alternatief voor de boring t.b.v. Zuidendijk 553, 555, 563 en 569 zal de watergang d.m.v. tijdelijke kleidammen op deze locaties worden gedempt. Om gedurende de werkzaamheden de doorstroming van de watergang te garanderen, zullen twee duikers van 315 mm onderin de leidam worden gelegd. Om te controleren of de stabiliteit van de dijk gewaarborgd blijft, is in onderstaande afbeeldingen schematisch het krachten spel in zowel de huidige situatie als de situatie tijdens de leidam weergegeven. Hier is te zien dat de leidam meer tegendruk op de dijk geeft dan in de huidige situatie met de bestaande waterdruk. Tijdens het aanbrengen van de persleiding zal een sleuf van ca. 40 cm breed gegraven worden om de bovenkant van de persleiding minimaal 1,5 meter onder de huidige bodemdiepte aan te brengen. Deze werkzaamheden zullen d.m.v. een gestempelde rioolkuip worden uitgevoerd. De tijdelijke tegendrukvermindering door de verdiepte sleuf worden opgevangen door de verankerde damwand, zodat de stabiliteit van de waterkering gegarandeerd blijft.



194544

Gemeente Dordrecht

Persleiding Bovenhoek

HDD1 t/m HDD6

WERKPLAN HORIZONTAAL GESTUURD BOREN



Projectnummer: EN11410

Opdrachtgever: Aannemingsbedrijf Wallaard Noordeloos B.V.

Locatie: Zuidendijk

Gemeente: Dordrecht

Analyse horizontaal gestuurde boringen HDD1 t/m HDD6

Versie: 2

Project: EN11410

Locatie: Zuidendijk

Gemeente: Dordrecht

Gorinchem, 16 november 2020

Samenstelling: dhr. C.W. de Jong

Van Vulpen Engineering

Papland 8
4206 CL Gorinchem
Telefoon: 0183 - 645060
Telefax: 0183 - 648550
Email: info@vanvulpen.eu
Website: www.vanvulpen.eu

Datum:	Versie:	Status:	Geproduceerd:	Gecontroleerd:
23-10-2020	1	vervallen	Dhr. C.W. de Jong	Dhr. T. van Sleeuwen
16-11-2020	2	Voor vergunning	Dhr. C.W. de Jong	Dhr. T. van Sleeuwen



Inhoudsopgave

Nr. Omschrijving

Inhoudsopgave
Projectgegevens
Ten geleide

Boorplan

- 3.** Werkomschrijving
 - 3.1 Omschrijving puntsgewijs
 - 3.1.1 Locatie, omvang en indeling werkterrein
 - 3.1.2 Grondonderzoek
 - 3.1.3 Stappenplan uitvoering
 - 3.2 Tijdschema
 - 3.3 Personeelsbezetting
 - 3.4 In te zetten boormaterieel
 - 3.5 Kwaliteit en keuring van bouwmaterialen
 - 3.6 Boortechnische wijze van uitvoering
 - 3.7 Afwijken in te zetten materieel
 - 3.8 Boorvloeistof
 - 3.8.1 Boorvloeistof lekkage
 - 3.9 Kwaliteitsregistratie
 - 3.10 Afwijkingen van boortracé
 - 3.11 Kwel
 - 3.11.1 Kwelweganalyse
- 4.** **Deel V&G Plan**
 - 4.1 Inleiding
 - 4.2 Verspreiding van dit document
 - 4.3 Werkomschrijving en werkuitvoering
 - 4.4 Organisatie
 - 4.5 Betrokken bedrijven
 - 4.6 Interne communicatie en voorlichting
 - 4.7 V&G risico's en beschermende maatregelen
 - 4.8 Project specifieke risico's
 - 4.9 Noodsituaties

BIJLAGEN

- BIJLAGE I** Grondonderzoek
- BIJLAGE II** Beschrijving boorvloeistof
- BIJLAGE III** Tekeningen
- BIJLAGE IV** Sterkte- & Muddrukberekeningen
- BIJLAGE V** Kwelwegberekeningen
- BIJLAGE VI** Veiligheidszoneberekeningen
- BIJLAGE VII** Risico analyse

Projectgegevens

Aanlegmethode:
 Horizontaal gestuurde boring

De in te trekken buizen voor deze boringen zijn:

HDD	Aantal	Diameter	Lengte	Mantelbuis t.b.v.	Type	Klasse
1	1 st.	Ø160mm	ca. 77m	Persleiding Ø63mm + Data Ø50mm	PE100	SDR11
2	1 st.	Ø160mm	ca. 69m	Persleiding Ø63mm + Data Ø50mm	PE100	SDR11
3	1 st.	Ø160mm	ca. 74m	Persleiding Ø63mm + Data Ø50mm	PE100	SDR11
4	1 st.	Ø160mm	ca. 63m	Persleiding Ø63mm + Data Ø50mm	PE100	SDR11
5	1 st.	Ø160mm	ca. 60m	Persleiding Ø63mm + Data Ø50mm	PE100	SDR11
6	1 st.	Ø160mm	ca. 65m	Persleiding Ø63mm + Data Ø50mm	PE100	SDR11

Doelstelling:

Het optimaliseren van kwaliteit en het minimaliseren van risico's door het uitvoeren van een theoretische analyse.

Trekkraft:

Tijdens uitvoering van de intrekkoperatie wordt er een trekkraft uitgeoefend op de in te trekken productbuis. De benodigde trekkraft is afhankelijk van de volgende factoren:

- ✓ Het opdrijvende vermogen van de productbuis;
- ✓ De boogstralen van het boorprofiel;
- ✓ De lengte van de boring;
- ✓ Het uitlegtracé;
- ✓ De grondslag waardoor geboord wordt.

De berekende maximaal benodigde trekkraft tijdens de intrekkoperatie in dit project bedraagt: 8,07 kN, dit is exclusief watervulling en exclusief onzekerheidsfactor. Ten behoeven van de spanningsanalyse is een onzekerheidsfactor van 1,4 (enkele buis) toegepast. De grondparameters welke toegepast zijn in de sterkteberekeningen zijn conform de NEN9997-1.

De maximale representatieve trekkraft is 66,69 kN, exclusief rekenfactor. Bij deze trekkraft zijn de spanningen in de buis gelijk aan de toelaatbare spanning.

Analyse Horizontaal Gestuurde Boring

Behorend bij tekeningnrs. : 2593-0920-01-BT1 t/m 2593-0920-01-BT6
 Werkomschrijving : Horizontaal gestuurde boring
 Projectnummer : EN11410
 Locatie : Zuidendijk
 Gemeente : Dordrecht
 Vergunninghouder : Gemeente Dordrecht
 Opdrachtgever : Aannemingsbedrijf Wallaard Noordeloos B.V.
 Uitvoering boring : Van Vulpen B.V.
 Engineer : Dhr. C.W. de Jong
 Telefoon : 06-30375765

Ten geleide

Voor de aanleg van ondergrondse netwerken bestaande uit kabels en leidingen worden horizontaal gestuurde boringen uitgevoerd om wegen, watergangen en andere infrastructurele constructies te kruisen. Daar de werkzaamheden worden uitgevoerd met een sleufloze techniek wordt de hinder bovengronds tot een minimum beperkt.

Een horizontaal gestuurde boring is een techniek waarbij de werkzaamheden vanaf het maaiveld plaatsvinden. De uitvoering van een horizontaal gestuurde boring is opgebouwd uit drie fasen. Als eerste wordt vanaf het intredepunt een pilotboring uitgevoerd in het ontworpen tracé. Na een neergaande bocht, een horizontaal gedeelte en een opgaande bocht wordt het uittredepunt bereikt. Gedurende de eerste fase worden de coördinaten van de pilotboring driedimensionaal geregistreerd met behulp van een meetsysteem. Aan de hand van een meetsysteem wordt een driedimensionale plaatsbepaling van de pilotboring verkregen. De locatie van de boring zal deels uitmaken met welk meetsysteem gewerkt zal worden. De boorspoeldrukken worden tijdens de drie fasen geregistreerd.

In de tweede fase wordt direct aan het uiteinde van de boorstreng een ruimer geplaatst. Tijdens de ruimfase, welke uit meerdere ruimgangen kan bestaan, wordt de gewenste diameter van de boorgang verkregen. De keuze van de soort ruimer is sterk afhankelijk van de plaatselijke grondslag.

Door bij de laatste ruimgang de gereedliggende buis direct achter de ruimer te bevestigen met behulp van een trekkop wordt een begin gemaakt met de derde fase. Door de ruimer inclusief de buis terug te trekken wordt de laatste fase voltooid.

Aangezien in Nederland verschillende grondslagen aanwezig zijn, wordt voorafgaand aan de uitvoering van een horizontaal gestuurde boring een analyse uitgevoerd. De analyse bestaat uit een sterkte- & muddrukberekeningen, een boorplan en deel V&G plan.

Toegevoegd bij de analyse zijn tekeningen, welke de boring volledig in kaart brengen. Met het verstrekken van deze twee documenten worden de benodigde gegevens naar de vergunning verleende instanties kenbaar gemaakt. Na goedkeuring van de documenten wordt een begin gemaakt met het daadwerkelijk uitvoeren van een horizontaal gestuurde boring.

De keuze voor het in te zetten materieel wordt bepaald door onder andere de grondslag ter plaatse, ruimermaat, in te trekken bundel en diverse project afhankelijke criteria. Van vulpen kan onder bepaalde omstandigheden en argumenten ervoor kiezen om een ander boor materieel in te zetten. Het boorplan dient als een algehele richtlijn.

Boorplan



3. Werkomschrijving

De uitvoering van een horizontaal gestuurde boring is opgebouwd uit drie fasen. In de eerste fase wordt een pilotboring, vanaf het maaiveld, uitgevoerd in het ontworpen tracé. Na een neergaande bocht, een horizontaal gedeelte en een opgaande bocht wordt het uittredepunt bereikt.

Na het bereiken van het uittredepunt wordt een begin gemaakt met de tweede fase. Gedurende de tweede fase wordt de boorstreng teruggetrokken met aan het uiteinde een ruimer om de diameter van de boorgang te vergroten. Deze handeling kan meerdere malen worden herhaald om de gewenste diameter van de boorgang te bereiken.

Bij de laatste ruimgang wordt direct achter de ruimer de gereedliggende buis geïnstalleerd waarmee een begin wordt gemaakt met de derde fase. De buis wordt met behulp van een swivel en een trekkop aan de boorstreng gemonteerd. Door het gebruik van een swivel wordt het torderen van de buis voorkomen.

Met het intrekken van de buis is de horizontaal gestuurde boring voltooid.

3.1 Omschrijving puntsgewijs

In paragraaf 3.1 worden de handelingen van de aannemer puntsgewijs beschreven ten aanzien van de locatie, het werkterrein en de uitvoering van de boring.

3.1.1 Locatie, omvang en indeling werkterrein

- ✓ Voor en/of na ontvangst opdracht wordt door de aannemer, eventueel gezamenlijk met de opdrachtgever of andere belanghebbenden, een bezoek gebracht aan de locatie.
- ✓ Tijdens het bezoek legt de aannemer de situatie schriftelijk en/of fotografisch vast.
- ✓ De omvang van het werkterrein hangt nauw samen met de grootte van de uit te voeren boring. Voor dit project zal gebruik worden gemaakt van een midi-rig opstelling, welke om een benodigde ruimte van 250m² vraagt.
- ✓ De indeling van het werkterrein zal indien nodig worden aangepast aan de plaatselijke omstandigheden.

3.1.2 Grondonderzoek

Middels een grondonderzoek is op locatie inzicht verkregen in de bodemopbouw.

Aan de hand van de grondgegevens wordt de toe te passen boorspoeldruk en de bepaling van de plastische zone bepaald.

De parameters die benodigd zijn voor de analyse zijn gebaseerd op: het reeds uitgevoerde grondonderzoek, zie bijlage.

Over het gehele tracé zijn een aantal sonderingen uitgevoerd welke een homogeen beeld laten zien.

Globale grondopbouw is als volgt:

0 - 2 m -NAP: fijn zand

2 – 10m -NAP: veen/klei

Vanaf 10 m -NAP: zand

3.1.3 Stappenplan uitvoering

- ✓ De boorploeg bestudeert voor aanvang van de werkzaamheden het vooronderzoek, inclusief tekeningen.
- ✓ De projectleider overlegt, aan de hand van de tekeningen en het vooronderzoek, met de betrokken personen over een plan van aanpak.
- ✓ De werkzaamheden worden uitgevoerd volgens het plan van aanpak.
- ✓ Tijdens en na de werkzaamheden worden de bevindingen en/of wijzigingen schriftelijk vastgelegd.
- ✓ De afdeling verwerkt de bevindingen en/of wijzigingen grafisch aan de hand van revisietekeningen.
- ✓ De opdrachtgever en de betrokken instanties worden door de afdeling op de hoogte gesteld van de eventuele bevindingen en/of wijzigingen.

3.2 Tijdschema

De bepaling van de tijdsduur voor het realiseren van de werkzaamheden is mede afhankelijk van het in te zetten materieel. Met de gekozen rig grootte en opstelling kan per boring het volgende tijdschema worden gehanteerd:

Aanvoer en opstellen:	1/6 dag
Pilot boring:	2/6 dag
Intrekken pijp(streng) vanaf haspel:	2/6 dag
Omstellen / Afvoer en opruimen:	1/6 dag

De vermoedelijke start van de werkzaamheden: in overleg met opdrachtgever, na ontvangst van alle benodigde vergunningen.

De werktijden zijn vastgelegd van 7.00 tot 19.00 en worden aangepast aan de werkzaamheden die technisch achtereenvolgend uitgevoerd dienen te worden.

3.3 Personeelsbezetting

Projectleider:	Dhr. T. van Sleeuwen	(06-22231696)
Werkvoorbereider:	Dhr. K. Lazaroms	(06-30916956)
KAM-coördinator	Dhr. D.S. Heijkoop	(06-46131289)
Engineer:	Dhr. C.W. de Jong	(06-30375765)



3.4 In te zetten boormaterieel

Boormachine:	10 Tonner
Rig klasse:	Midi-Rig
Merk:	Vermeer
Motor:	Caterpillar 3054C; 64 kW
Gewicht:	4173 kg
Max. draaimoment:	2983 Nm
Max. opneembare trekkracht:	9,07 ton
Max. drukkracht:	9,07 ton
Max. intrede hoek:	18 graden
Boorstangen:	
Stanglengte:	3 m (10")
Diameter stang:	Ø 53 mm (2,047")
Materiaal stang:	staal
Min. benodigde radius bij bocht:	40 m
Min. benodigde radius bij bocht:	100 m (steering tool)
Min. benodigde radius bij bocht:	110 m (Gyro Steering tool)
Max. hoekverdraaiing per stanglengte:	4,0 graden

Assortiment ruimers:

- ✓ Fly cutter (open ruimer): Ø90, Ø140, Ø160, Ø180, Ø200, Ø210, Ø230, Ø270, Ø350, Ø430mm
- ✓ Diameter nozzle: 4/5 mm

Swivel capaciteit: 8 ton

- ✓ Universele trek kop tot Ø 315 mm (alle klassen)

Meetsysteem:

- ✓ Subside KTRW 66 met ondiepsonde tot 15 m (86 B)
- ✓ Instrumentatie rig: trekkracht, draaimoment, bentoniet druk (max. 70 bar)
- ✓ Sondehuis afhankelijk van sonde (63 mm en 38 mm)

FMC pomp:

- ✓ 250 l/min
- ✓ 3,5 bar op de mixpomp

Verrijdbare watertank



3.5 Kwaliteit en keuring van bouwmaterialen

De toegepaste buismaterialen zijn voorzien van een Keurmerk, welke door de leverancier wordt gegarandeerd en indien nodig geleverd.

De aanvoer van de materialen kan worden verricht met behulp van vrachtauto's en haspelwagens. De keuze is sterk afhankelijk van de diameter en de lengte van de buismaterialen.

Indien nodig zullen laswerkzaamheden worden verricht voor het verkrijgen van de juiste buislengte. De laswerkzaamheden worden uitsluitend uitgevoerd door gecertificeerde personen.

De bentoniet, die wordt gebruikt voor het aanmaken van de boorspoeling, is voorzien van een certificaat.

3.6 Boortechnische wijze van uitvoering

- ✓ Aanvoer materieel via normaal wegtransport m.b.v. vrachtwagen(s) & semidieplader.
- ✓ Kick off meeting (hier worden o.a. veiligheidsaspecten besproken).
- ✓ Indien nodig wordt bebording geplaatst volgens C.R.O.W. richtlijnen.
- ✓ Indeling werkterrein.
- ✓ Markeren en ontgraven intrede- en uittredepunt.
- ✓ Uitvoeren pilotboring.
- ✓ Waar mogelijk zal gebruik worden gemaakt van het meetsysteem Tensor Steering Tool If Walk.
- ✓ Indien nodig zal de boormeester de boorspoedrukken verlagen zodra blijkt dat deze overschreden lijken te worden.
- ✓ Intrekken mantelbuis vanaf haspel.
- ✓ Inblazen trekkoorden.
- ✓ Intrekken persleiding en mantelbuis t.b.v. data.
- ✓ Demontage boormaterieel.
- ✓ Afvoer materieel op gelijke wijze als aanvoer.
- ✓ Gedurende de boorwerkzaamheden worden de volgende handelingen continu verricht:
- ✓ Aflezing van boorparameters zoals trekkracht en torque d.m.v. analoog meters op de rig.
- ✓ Registratie van meetgegevens op datasheets.
- ✓ Mixen bentonietspoeling.
- ✓ Water zal door middel van een zuigwagen uit het oppervlaktewater getrokken worden.
- ✓ Mud opvang bij intrede- en uittredepunt door middel van insteekputten 1 a 2m.
- ✓ Afvoeren boorspoeling met zuigwagen.

3.7 Afwijken in te zetten materieel

Gedurende de engineering wordt uitgegaan van het in te zetten materieel zoals beschreven in het boorplan. Er zijn echter omstandigheden die aanleiding kunnen geven om ander materieel in te zetten. Deze omstandigheden zijn onder andere afhankelijk van:

- ✓ Grondslag te plaatse
- ✓ Weersinvloeden
- ✓ Beschikbaarheid materieel
- ✓ Beschikbaarheid personeel
- ✓ Project locatie
- ✓ Toe te passen meetsystemen

Van Vulpen behoudt zich dan ook het recht voor om af te wijken van de ge-engineerde boor machine.



3.8 Boorvloeistof

Voor dit project wordt gebruik gemaakt van een boorvloeistof welke bestaat uit een mengsel van (schoon) water en bentoniet. Het water wordt verkregen uit oppervlaktewater. Tevens wordt voor het aanmaken van de boorvloeistof het zoutgehalte van het water gemeten. De mix hoeveelheid kan van 30 kg/m³ tot 80 kg/m³ variëren. De mengverhouding wordt aangepast aan de lokaal geconstateerde grondslag.

De viscositeit van de boorvloeistof wordt op locatie aan de hand van een marsh trechter bepaald door de uitlooptijd te registreren van 945 ml boorvloeistof. Deze meetwijze geeft geen kwalitatieve indicatie maar levert daarentegen een relatie tot de viscositeit.

Onderstaand tabel toont indicatief de waarde voor de marsh funnel bij de opgegeven hoeveelheden:

Karakteristieken	Methode	30 kg/m ³	40 kg/m ³	50 kg/m ³	60 kg/m ³
Marshfunnel API	API RP 13B 2	31 s	38,5 s	46 s	54 s
Dichtheid	Mudbalans	1,02 g/ml	1,03 g/ml	1,03 g/ml	1,04 g/ml

Karakteristieken	Methode	70 kg/m ³	80 kg/m ³
Marshfunnel API	API RP 13B 2	62 s	68,5 s
Dichtheid	Mudbalans	1,04 g/ml	1,05 g/ml

Tabel 1 Mengselverhouding boorvloeistof

De boorvloeistof dient over de navolgende functie te beschikken:

- ✓ Hydraulisch ontgraven / lossputten van de grond ter plaatse van de boorkop
- ✓ Vertransporteren van de geboorde massa
- ✓ In suspensie houden van de los geboorde grond
- ✓ Stabilisatie van het boorgat
- ✓ Afpleistering van het boorgat
- ✓ Verdringing van grondwater
- ✓ Smearing van de buis in het boorgat tijdens de intrekfase
- ✓ Koeling en smearing van de tandenruimers en de draaiende boorstangen.

Van Vulpen staat vrij vergelijkbare bentoniet toe te passen indien hier toe wordt besloten.

3.8.1 Boorvloeistof lekkage

Tijdens de werkzaamheden met de boorvloeistof bentoniet is het mogelijk dat er een lekkage van de vloeistof plaatsvindt welke mogelijk in het oppervlakte water terecht komt. Mocht dit plaatsvinden is hier voor de volgende procedure;

Mocht de bentoniet binnen 48 uur na het in de watergang geraken opgeruimd kunnen worden hoeft hier geen verdere actie op uitgezet te worden. Wanneer door omstandigheden de boorvloeistof langer als 48 uur in de watergang moet blijven liggen dient de watergang te worden afgedamd. Het afdammen van de watergang dient ten aller tijden in overleg en afstemming plaats te vinden met de eigenaar, c.q. waterschap waar deze in beheer is.

Daar bentoniet een natuurlijk, milieu vriendelijk product is zijn er verder geen maatregelen benodigd ten behoeven van het beschermen van dan wel saneren van de locatie waar de bentoniet gelekt is.

In de sterkteberekeningen wordt geen rekening gehouden met het variëren van boorspoeldrukken over de boorlijn heen, waardoor theoretisch een blow-out zou kunnen voorkomen. In de praktijk is dit wel degelijk het geval, zeker daar waar de gronddekking minimaal is. Bijvoorbeeld ter plaatse van het in- en uittredepunt en ter plaatse van watergangen waar de gronddekking geringer is. (Bij slappe grondlagen leert de praktijk dat bij het inbrengen van de eerste boorstangen bij het intrede en het uit boren van de laatste stangen bij het uittredepunt vrijwel geen boorspoeldruk wordt toegepast). De boormeester houdt tijdens de uitvoering van de werkzaamheden rekening met bestaande omzodoende een blow-out/boorvloeistof lekkage te voorkomen.

3.9 Kwaliteitsregistratie

Tijdens het ruimen van het boorgat en het intrekken van de buis worden de volgende gegevens geregistreerd:

Trekkracht aan de boorinstallatie:	Ton
Druk boorvloeistof aan de pomp:	Bar
Debiet boorvloeistof:	ltr/min

Deze gegevens worden opgenomen in een "boormap registratie sheet". Dit document wordt door het boorbedrijf gearchiveerd.

De survey gegevens worden elektronisch verwerkt in een CAD-applicatie. Dit bijgewerkte document is onderdeel van het revisiepakket.

3.10 Afwijkingen van boortracé

Tijdens de boorwerkzaamheden kunnen er in het horizontale en verticale vlak afwijkingen optreden ten opzichte van de ontworpen boorlijn, door bijvoorbeeld slappe grondlagen, verkeerde ligging/onbekende bestaande ondergrondse infrastructuur, etc.

De surveyor op locatie zal aangeven welke correctie/sturing benodigd is om terug te komen in het originele tracé. Door te corrigeren in de richting van de ontworpen boorlijn kunnen er extra spanningen in de buizen optreden en kan er hierdoor een kwalitatief mindere boring ontstaan.

Indien dit voorkomt is het advies een iets grotere afwijking te accepteren om zo een kwalitatief betere boring te verkrijgen.



3.11 Kwel

Kwel is grondwater dat onder druk aan de oppervlakte uit de bodem komt. Een kwelstroom kan ontwikkelen door een potentiaalverschil tussen de drukhoogte tussen twee verschillende punten. Kwelwater vanuit een watervoerend pakket kent doorgaans een andere grondwatersamenstelling dan het freatische grondwater.

Verschillende situaties die een potentieel risico op het ontstaan van kwel kunnen veroorzaken zijn:

- ✓ Een doorsnijding van een watervoerend pakket door de boorgang, waarbij de stijghoogte in het pakket hoger is dan de freatische grondwaterstand;
- ✓ Een onderdoorgang van de boorgang onder een open watergang of oppervlaktewater, waarbij de waterstand van het oppervlaktewater hoger is dan de grondwaterstand ter plaatse van uittredepunt en/of intredepunt van de boorgang;
- ✓ Een verschil in grondwaterstanden tussen uittredepunt en intredepunt van de boorgang.

3.11.1 Kwelweganalyse

T.b.v. de kwelanalyse zijn de drie verschillende situaties bekeken en in basis kan gesteld worden dat in de huidige situatie de verwachting is dat in geen van de gevallen een kwelstroom te verwachten is. De boringen zullen in de sluitende laag met een marge van ca. 4 m tot 6 m t.o.v. de grenslaag aangebracht worden, hierdoor zal een doorsnijding van een watervoerend pakket door de boorgang niet van toepassing zijn en is er in deze situatie geen kwel te verwachten.

De kwelwegberekeningen (zie bijlage) zijn uitgevoerd met als uitgangspunt dat er mogelijk water tegen de secundaire kering staat als de primaire kering komt te bezwijken. In principe zal deze situatie niet optreden. Uit de berekeningen blijkt echter dat er in deze uitzonderlijke theoretische situatie een kans op kwel zou kunnen optreden bij HDD3, HDD4 en HDD5.

Om de theoretische kans op kwel weg te nemen zal drill-grout worden toegepast bij deze boringen.

Deel V&G Plan



4. Deel V&G-plan

De werkzaamheden, rondom het uitvoeren van de horizontaal gestuurde boring, worden verricht volgens de richtlijnen uit het bedrijfshandboek van Van Vulpen B.V.

4.1 Inleiding

Het deel V&G plan uit de analyse beschrijft de V&G-organisatie, V&G-inventarisatie en bijbehorende V&G-maatregelen die van toepassing zijn op dit werk.

4.2 Verspreiding van dit document

Het deel V&G-plan wordt gecontroleerd en verzonden aan:

-  de opdrachtgever, t.a.v. de contactpersoon
-  de directie van Vulpen BV
-  de verantwoordelijke uitvoerder van bovengenoemde firma

Eventuele wijzigingen in het deel V&G-plan zullen door de uitvoerder in de projectmap vastgelegd worden.

De verantwoordelijkheid hiervoor berust bij de uitvoerder van dit project.

4.3 Werkomschrijving en werkuitvoering

Het aanbrengen van een buis met behulp van sleufloze technieken.

De uitvoering van een horizontaal gestuurde boring is opgebouwd uit drie fasen. In de eerste fase wordt een pilotboring, vanaf het maaiveld, uitgevoerd in het ontworpen tracé. Na een neergaande bocht, een horizontaal gedeelte en een opgaande bocht wordt het uittredepunt bereikt.

Na het bereiken van het uittredepunt wordt een begin gemaakt met de tweede fase. Gedurende de tweede fase wordt de boorstreng teruggetrokken met aan het uiteinde een ruimer om de diameter van de boorgang te vergroten. Deze handeling kan meerdere malen worden herhaald om de gewenste diameter van de boorgang te bereiken.

Bij de laatste ruimgang wordt direct achter de ruimer de gereedliggende buis geïnstalleerd waarmee een begin wordt gemaakt met de derde fase. De buis wordt met behulp van een swivel en een trekkop aan de boorstreng gemonteerd. Door het gebruik van een swivel wordt het torderen van de buis voorkomen.

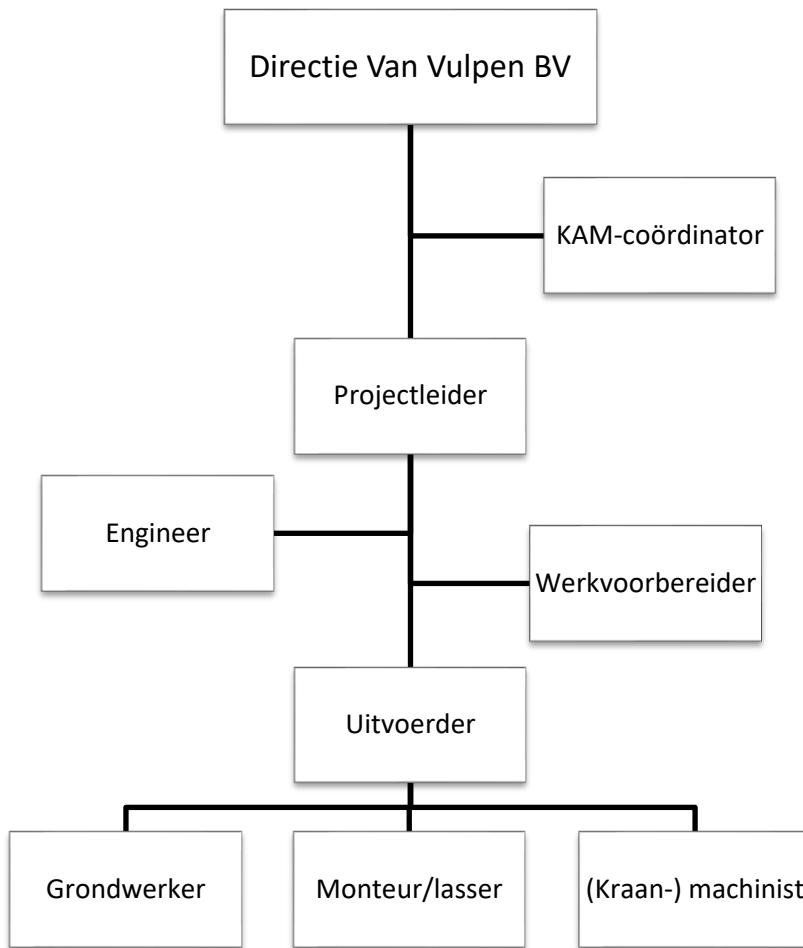
Met het intrekken van de buis is de horizontaal gestuurde boring voltooid.

Nadere gegevens omtrent het uit te voeren werk zijn vastgelegd in het bestek van de opdrachtgever en het projectplan van Van Vulpen BV.

Dit projectplan bevat onder meer een geplande route, KLIC-gegevens, druk- en trekkrachtberekeningen.



4.4 Organisatie



Projectleider:	Dhr. T. van Sleeuwen	(06-22231696)
Werkvoorbereider:	Dhr. K. Lazaroms	(06-30916956)
KAM-coördinator	Dhr. D.S. Heijkoop	(06-46131289)
Engineer:	Dhr. C.W. de Jong	(06-30375765)

Op dit project zijn alle regels van toepassing uit het gecertificeerde KAM zorgsysteem van Van Vulpen BV.

De functie van de V&G-coördinator tijdens de voorbereiding wordt binnen Van Vulpen BV uitgeoefend door de KAM-coördinator. Deze is verantwoordelijk voor de naleving van de regels vastgelegd in het kwaliteits-, arbo- en milieu (KAM) zorgsysteem.

De functie van V&G-coördinator tijdens de uitvoering wordt binnen het project uitgeoefend door de verantwoordelijke uitvoerder. Deze is verantwoordelijk voor het vaststellen van de specifieke KAM-maatregelen voor dit project en het beschikbaar stellen van de vereiste beschermingsmiddelen.

De uitvoerder is verantwoordelijk voor een juiste uitvoering en toezicht op de voorgeschreven V&G maatregelen ter plaatse. Tevens is hij verplicht afwijkingen en gevaarlijke situaties te melden bij de werkvoorbereider, hiervoor passende maatregelen te nemen en deze vast te leggen in de projectmap.

4.5 Betrokken bedrijven

Vergunninghouder:

Naam : Gemeente Dordrecht
Postadres : Spuiboulevard 300
Postcode + Plaats : 3311 GR Dordrecht

Opdrachtgever:

Naam : Aannemingsbedrijf Wallaard Noordeloos B.V.
Postadres : Provincialeweg 3
Postcode + Plaats : 4225 SM NOORDELOOS
Telefoon opdrachtgever : 0183-581490
Contactpersoon : Dhr. E. van Andel
Telefoon contactpersoon : 06-22681487
E-mail contactpersoon : edwin@wallaard.nl

Aannemer:

Naam : Van Vulpen
Postadres : Postbus 231 / 4200 AE Gorinchem
Adres : Papland 8
Postcode + Plaats : 4206 CL Gorinchem
Telefoon algemeen : 0183-645060
Contactpersoon : Dhr. T. van Sleeuwen
Telefoon : 06-22231696
E-mail : t.vansleeuwen@vanvulpen.eu
Telefoon werkvoorbereiding : 0183-645069
Telefax werkvoorbereiding : 0183-648550

Certificering : NEN-EN-ISO 9001:2008 / VCA** /CKB/KIWA

Coördinatie van afspraken vindt plaats tussen de contactpersonen.

4.6 Interne communicatie en voorlichting

De werkvoorbereider verstrekt aan de uitvoerder een projectmap met alle voor de uitvoering benodigde gegevens. Waar nodig geeft hij aan de uitvoerder mondelinge toelichting.

De uitvoerder licht bij aankomst op de werklocatie zijn medewerkers in over alle te nemen maatregelen.

Maandelijks vindt er veiligheidsoverleg binnen elke ploeg plaats ondersteund door een onderwerp op schrift.

Een rapportage van de veiligheidsinspectie wordt maandelijks door de uitvoerder op de werklocaties opgesteld.



4.7 V&G risico's en beschermende maatregelen

Activiteit	Risico's	Oorzaak	Maatregelen
Parkeren en manoeuvreren van materieel	Aanrijdgevaar	Overig wegverkeer	- Materieel in de berm plaatsen - PBM en verkeersvoorzieningen conform CROW 96A/B
Metten van positie boorkop	Aanrijdgevaar boorpersoneel	Overig wegverkeer	- dragen van verkeersvesten - verhoogde oplettendheid tijdens verblijf op de weggedeelten
Bediening boormachine	Aanraking draaiende delen	In werking zijnde machine	- correcte kleding - veiligheidsvoorschriften bediening in acht nemen
Bediening boormachine	Aanraking met bentoniet onder hoge druk	In werking zijnde machine	- veiligheidsvoorschriften bediening in acht nemen
Bediening boormachine	Gehoorschadiging	Lawaai in werking zijnde machine	- gehoorbescherming gebruiken
Boren	Blow-out	Te hoge druk op boorspoeling	- maximaal toegestane boordrukken niet overschrijden
Boren	Beschadiging aanwezige kabels en leidingen	Onvoldoende afstand	- KLIC gegevens hanteren - gepland boorprofiel zo goed mogelijk in acht nemen
Boren	Milieuvervuiling	Boorvloeistof met vervuilde grond	- Bij overvloedige aanwezigheid van boorvloeistof afvoeren conform projectinstructies
Trekken van boorstangen en buis	Breken van stangen	Te hoge trekkrachten	- maximaal toegestane trekkrachten niet overschrijden
Werken met Grondverzet machines	Persoonlijk letsel	Door beknelling, stootgevaar, aanrijding	- Signaalkleding /Veiligheidshelm - Oogcontact met machinist - Gekeurd materieel
Werken in de nabijheid van een in- of uittredegat	Persoonlijk letsel	Valgevaar	- Open gaten markeren of afzetten met afzetlint / afzethekken
HDPE Spiegelassen	Persoonlijk letsel	Elektrocucie door gebruik van ondeugdelijk materieel / werken in vochtige omstandigheden	- Aardlekschakelaar - Gekeurd materieel - Visuele inspectie materieel voor gebruik - Gecertificeerd personeel

Activiteit	Risico's	Oorzaak	Maatregelen
Werken langs de weg	Persoonlijk letsel	Aanrijdgevaar	- Afzetting werkterrein opnemen - Werken binnen afzetting (niet met de rug naar het verkeer) - Dagelijks afzettingen controleren bij aankomst en vertrek - Dragen signaalkleding - Aanvullende verlichting

4.8 Project specifieke risico's

Per boring zijn op de ontwerptekening de project specifieke risico's opgenomen. In de bijlage is de uitgebreide risicoanalyse terug te vinden.

4.9 Noodsituaties

In geval van calamiteiten beschikt elke boorploeg over:

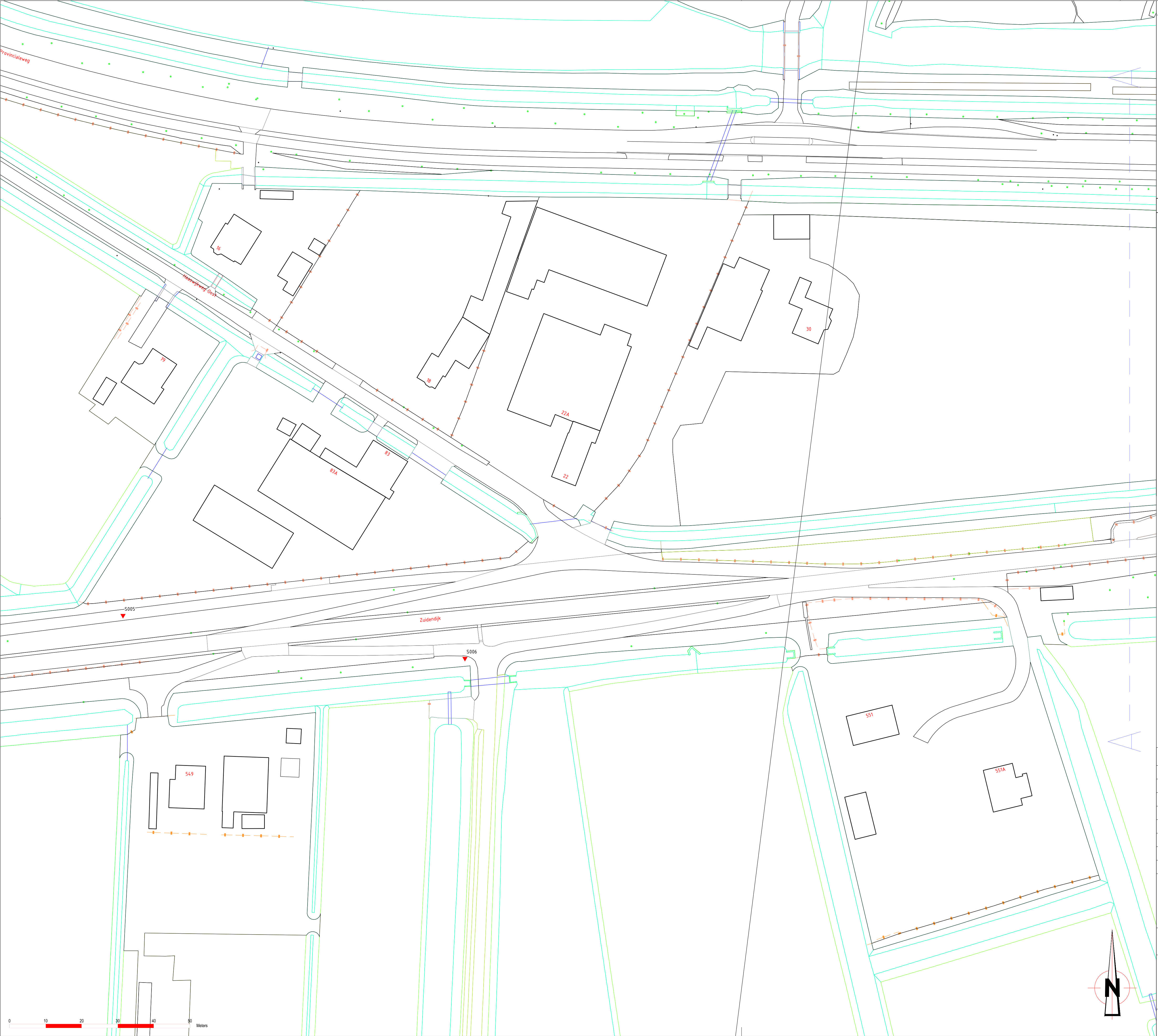
- ✓ verbandtrommel
- ✓ brandblusser
- ✓ mobiele telefoon
- ✓ een BHV-er
- ✓ standaard instructies voor maatregelen in noodsituaties

Het personeel heeft de plicht gevaarlijke situaties en ongevallen direct te melden bij de uitvoerder respectievelijk de directie.

BIJLAGE I

Grondonderzoek





OPMERKINGEN

VERKLARING

▼ - UITGEVOERDE SONDERING

VERSIE

f			
e			
d			
c			
b			
a			

Versie	Omschrijving	Tekenaar	Datum
Bestandsnaam	MVJ20061.DWG	Projectcode	Verwijzing



Gemeente Rotterdam
Stadsontwikkeling
Ingenieursbureau

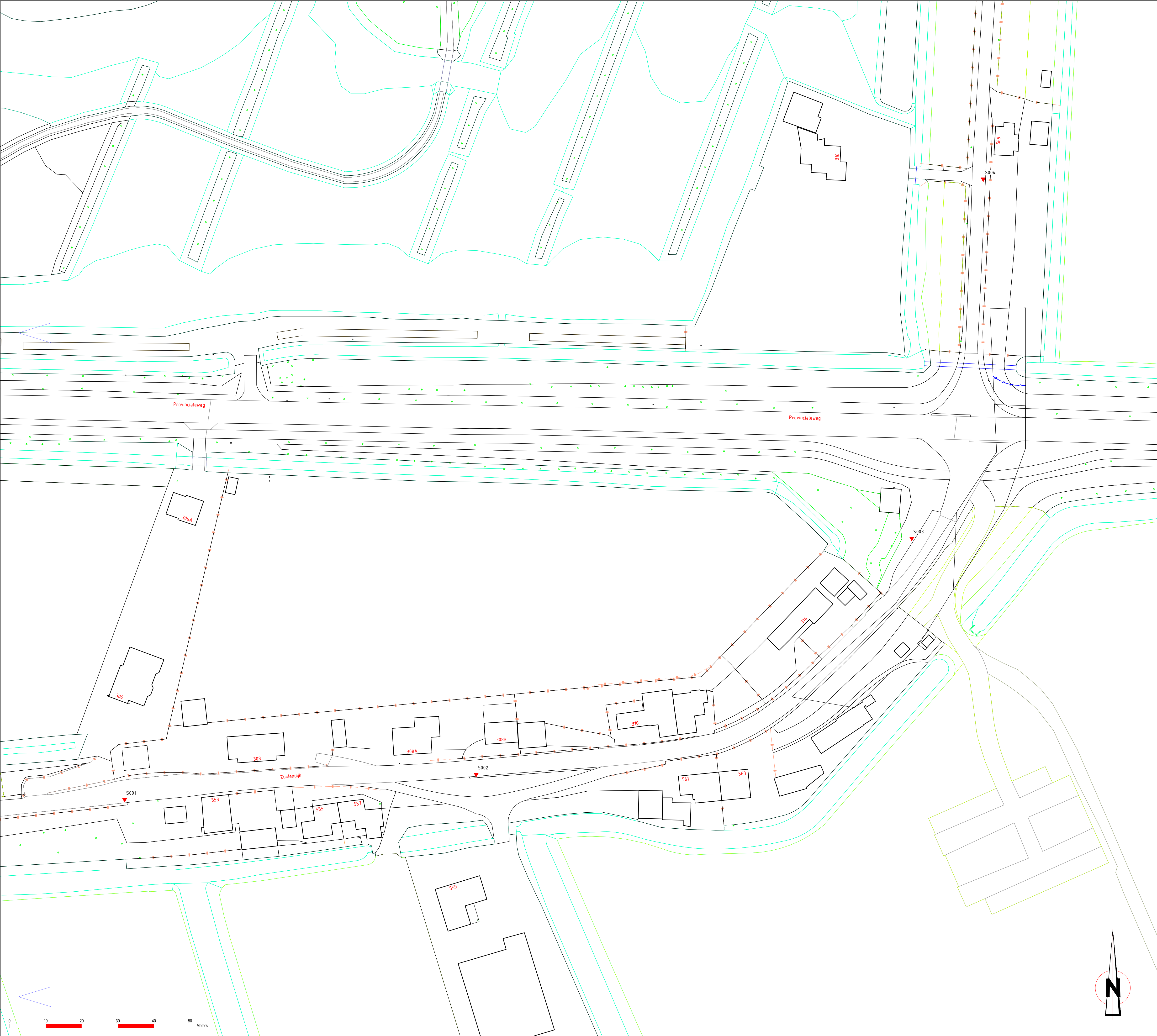
Wilhelminakade 179
Postbus 6575
3000 AN ROTTERDAM
Telefoon : 010 489 9700
Telefax : 010 489 9720

Zuidendijk Persriool
Dordrecht
Situatietekening tbv Bodemonderzoek

Behoort bij :	Nummer :
Geografische code (X) (Y) :	
Formaat : A1	Blad 1 van
Schaal : 1:500	2 bladen

Tekeningnr. : MVJ20 - 061 - 1	Ver. : a
Gepland : 13-01-2020	Gecontroleerd : Paraaf
Geautoriseerd : Paraaf	Paraaf

K:\SOUR\MRO_PROJECTEN\VLG05_GEO3_PROJECTRESULTATEN\MVJ20\MVJ20061_ZUIDENDIJK_PERSRIOOL_0



OPMERKINGEN

VERKLARING

▼ - UITGEVOERDE SONDERING

VERSIE

f			
e			
d			
c			
b			
a			

Versie	Omschrijving	Tekenaar	Datum
Bestandsnaam : MVJ20061.DWG	Projectcode :	Verwijzing :	



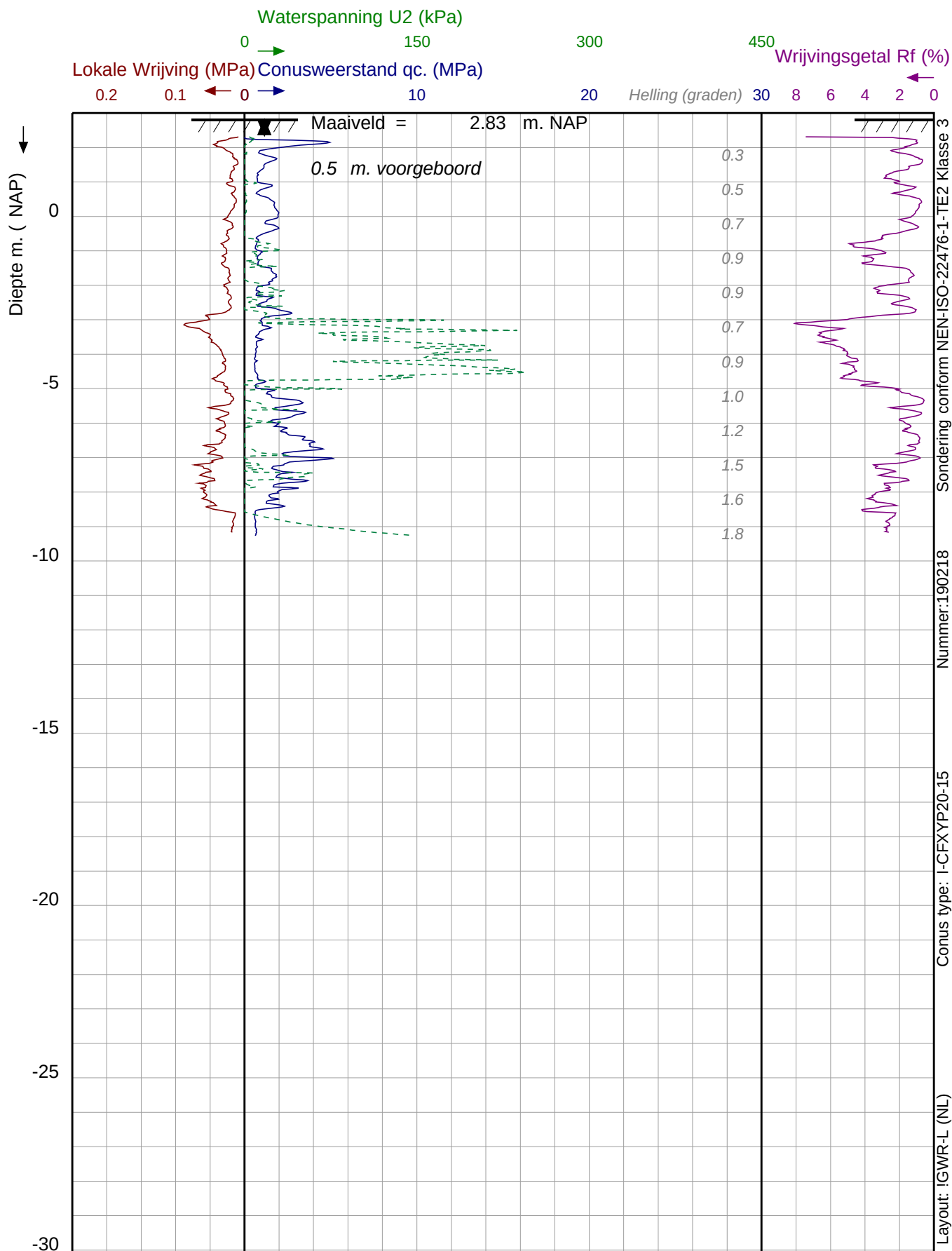
Gemeente Rotterdam
Stadsontwikkeling
Ingenieursbureau

Wilhelminakade 179
Postbus 6575
3000 AN ROTTERDAM
Telefoon : 010 489 9700
Telefax : 010 489 9720

Zuidendijk Persriool
Dordrecht
Situatietekening tbv Bodemonderzoek

Behoort bij :	Nummer :
Geografische code (X) (Y) :	
Formaat : A1	Blad 1 van
Schaal : 1:500	2 bladen

Getekend : M. Kreischer 13-01-2020	Gecontroleerd : Paraaf	Geautoriseerd : ParaafDatum	Tekeningnr : MVJ20 - 061 - 1	a
			Wijkprojectcode — Soort — Volgvr.	Ver.

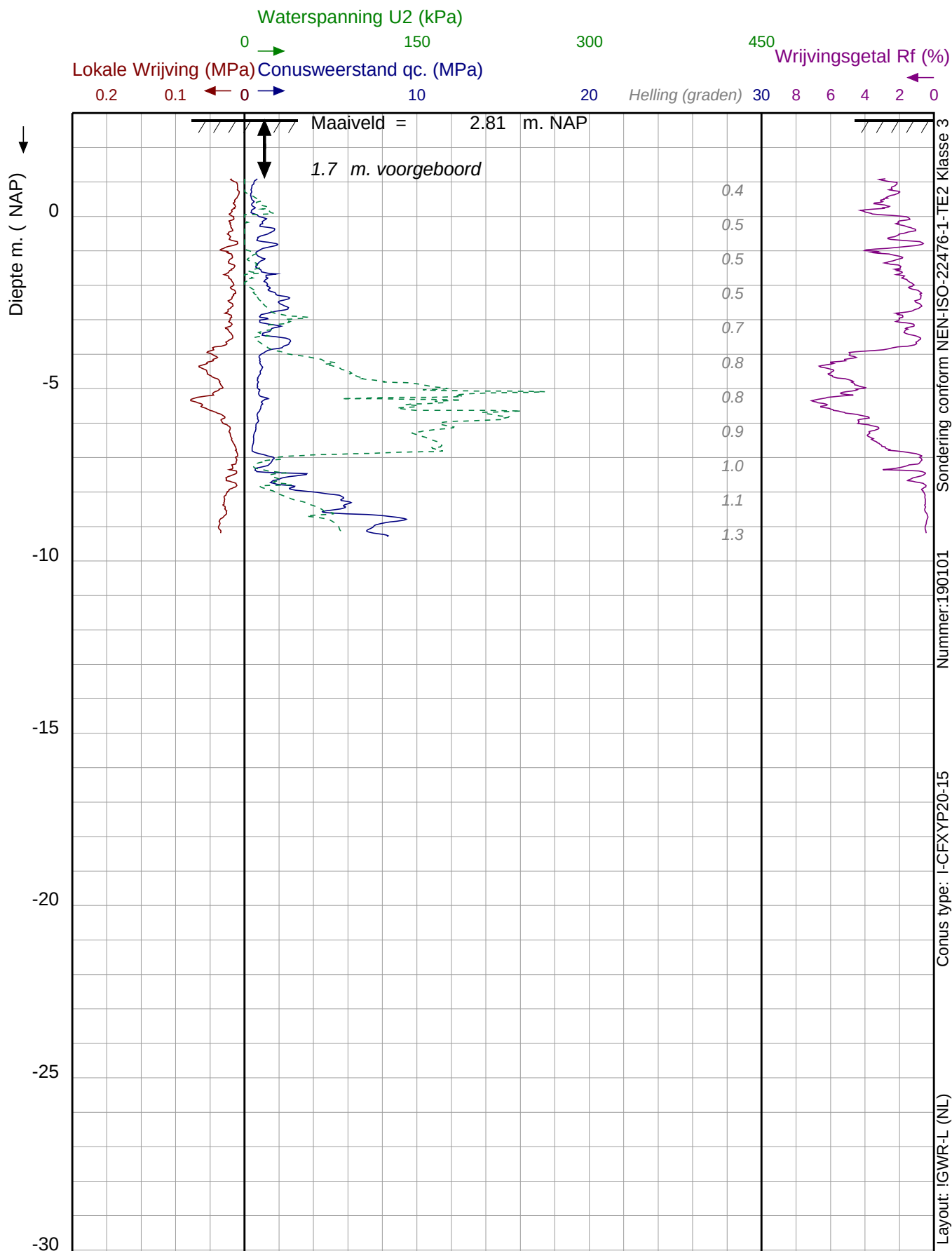


Project : Zuidendijk Persiool
Dossier : 20061
Lokatie : Dordrecht
Paraaf :

Datum : 16-1-2020
Maaiveld : 2.83 m. NAP
coördinaten in RD-stelsel
X : 109904.45 Y : 422474.74
Opmerking :

SONDERING:

20061 S001

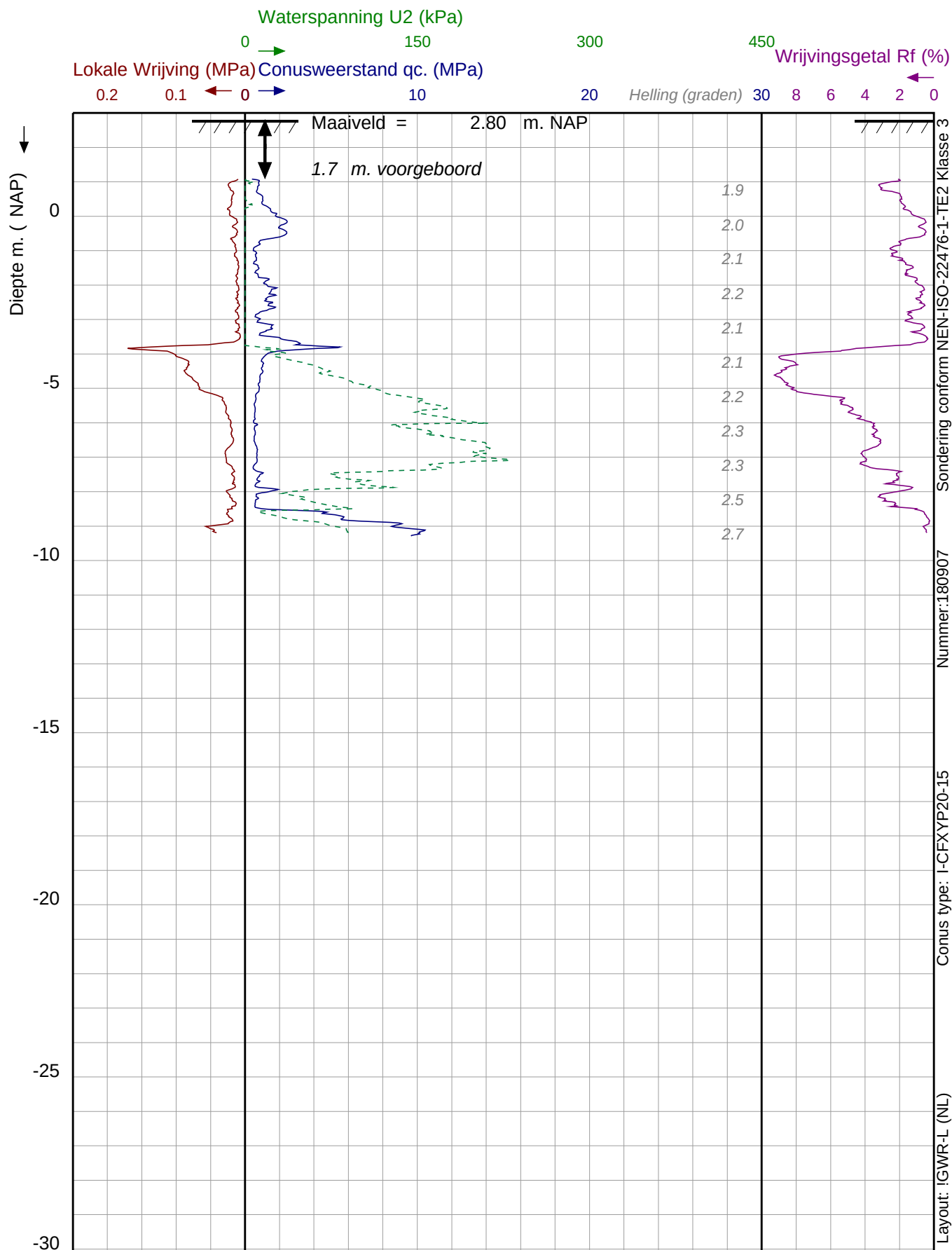


Project : Zuidendijk Persriool
Dossier : 20061
Lokatie : Dordrecht
Paraaf :

Datum : 16-1-2020
Maaiveld : 2.81 m. NAP
coördinaten in RD-stelsel
X : 110001.88 Y : 422481.70
Opmerking :

SONDERING:

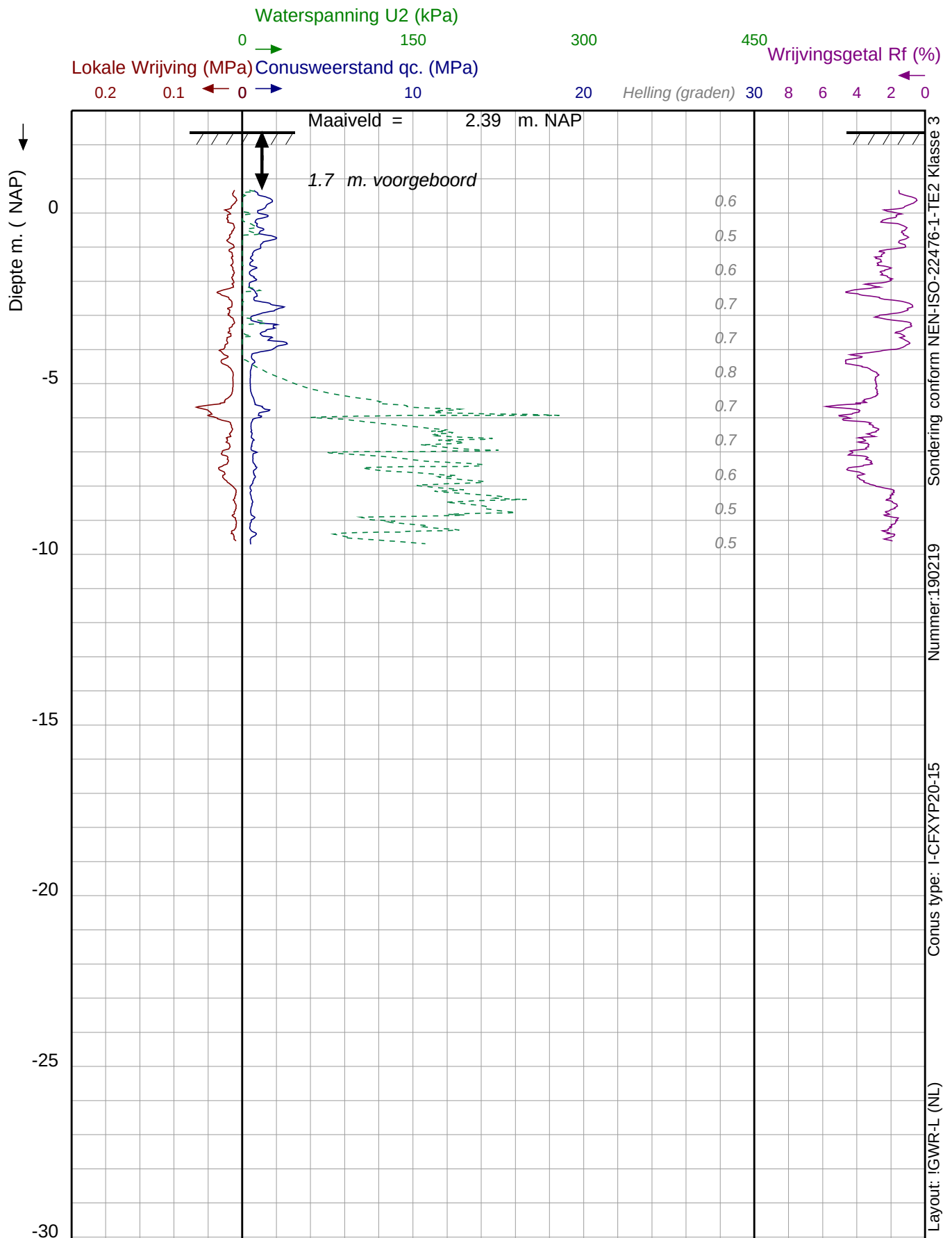
20061 S002



Project : Zuidendijk Persriool
Dossier : 20061
Lokatie : Dordrecht
Paraaf :

Datum : 16-1-2020
Maaiveld : 2.80 m. NAP
coördinaten in RD-stelsel
X : 110122.50 Y : 422547.11
Opmerking :

SONDERING:
20061 S003

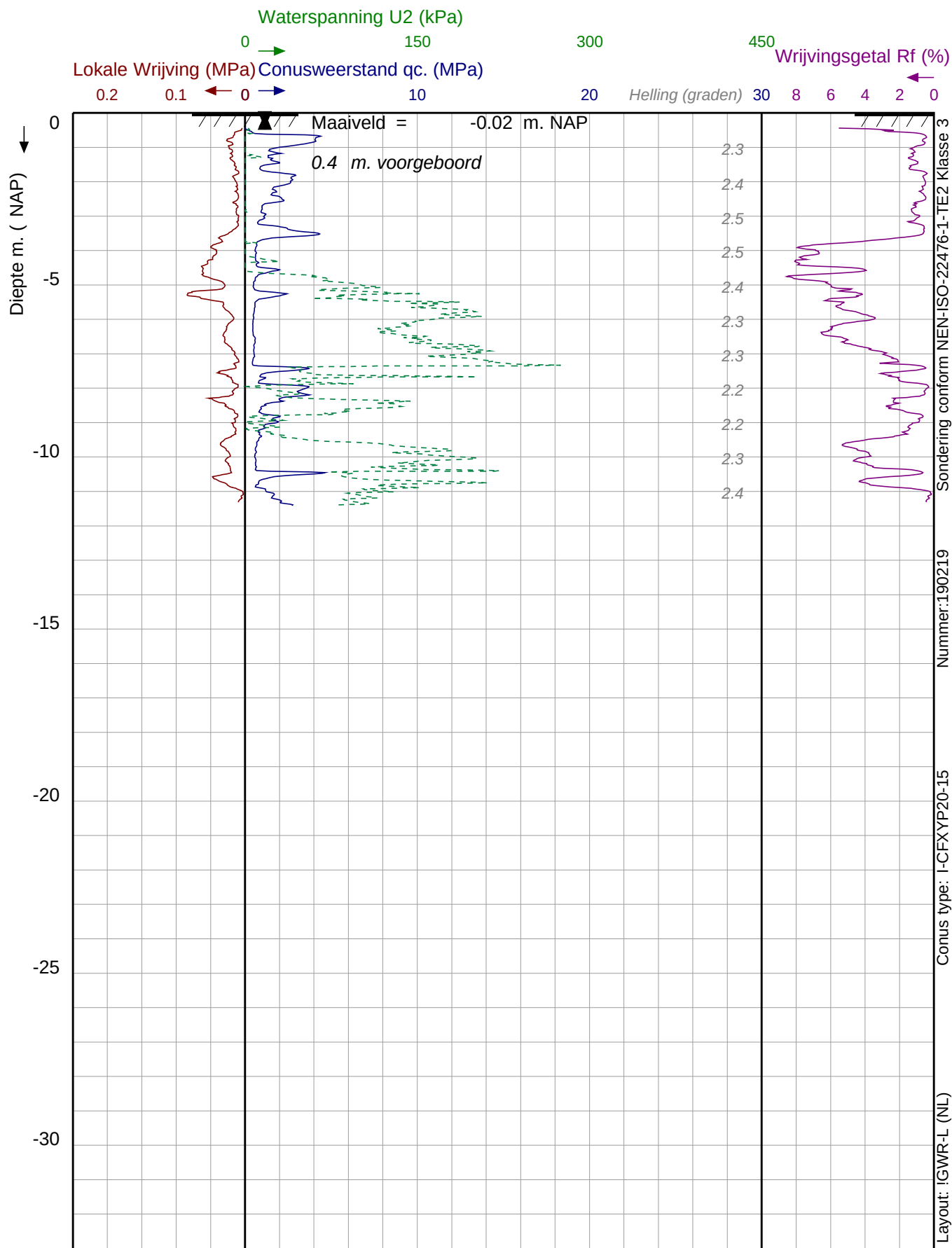


Project : Zuidendijk Persriool
Dossier : 20061
Lokatie : Dordrecht
Paraaf :

Datum : 16-1-2020
Maaiveld : 2.39 m. NAP
coördinaten in RD-stelsel
X : 110142.35 Y : 422646.68
Opmerking :

SONDERING:

20061 S004

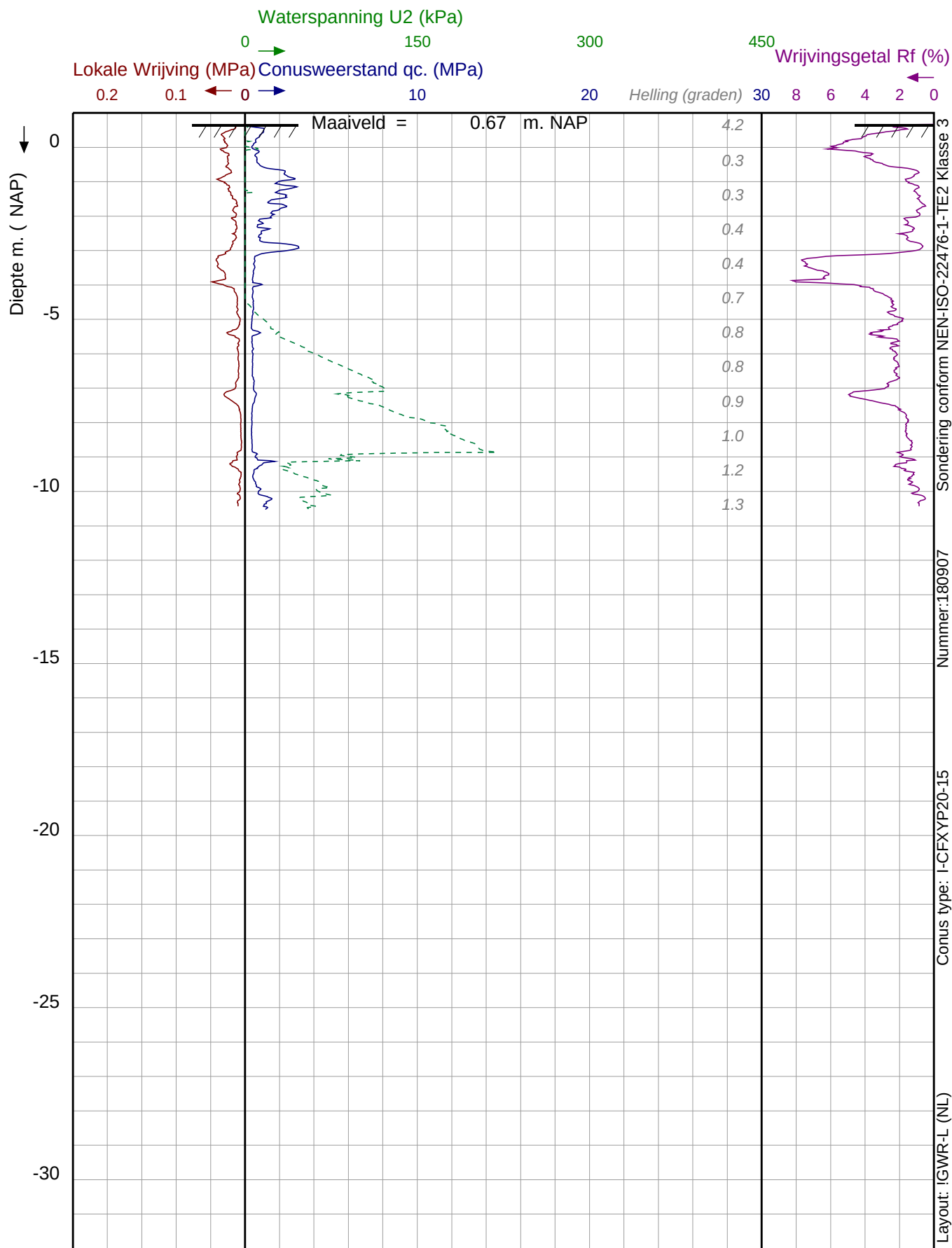


Project : Zuidendijk Persiool
Dossier : 20061
Lokatie : Dordrecht
Paraaf :

Datum : 16-1-2020
Maaiveld : -0.02 m. NAP
coördinaten in RD-stelsel
X : 109601.93 Y : 422454.99
Opmerking :

SONDERING:

20061 S005



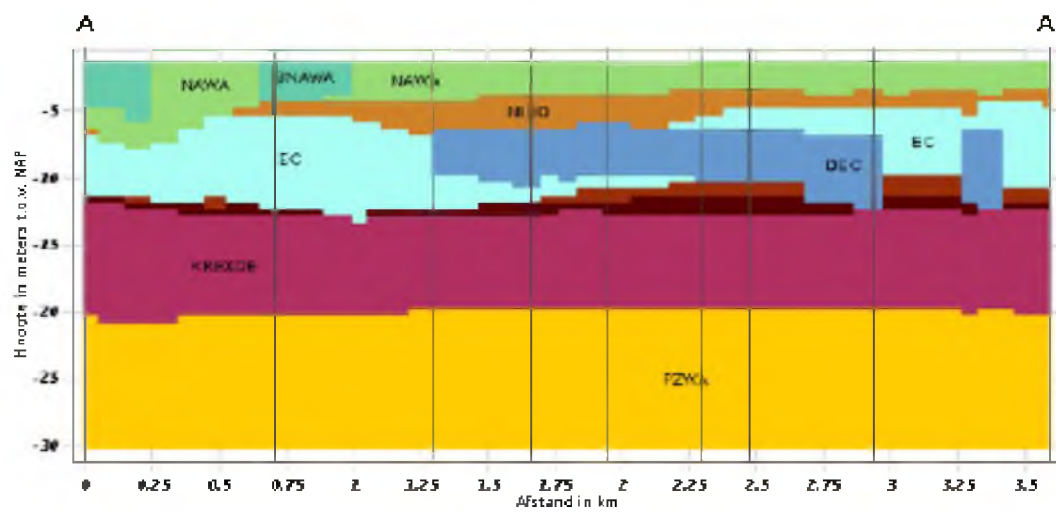
Project : Zuidendijk Persriool
Dossier : 20061
Lokatie : Dordrecht
Paraaf :

Datum : 16-1-2020
Maaiveld : 0.67 m. NAP
coördinaten in RD-stelsel
X : 109696.71 Y : 422443.10
Opmerking :

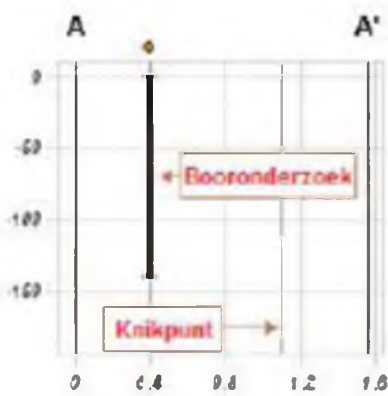
SONDERING:

20061 S006

Verticale Doorsnede BRO GeoTOP v1.4

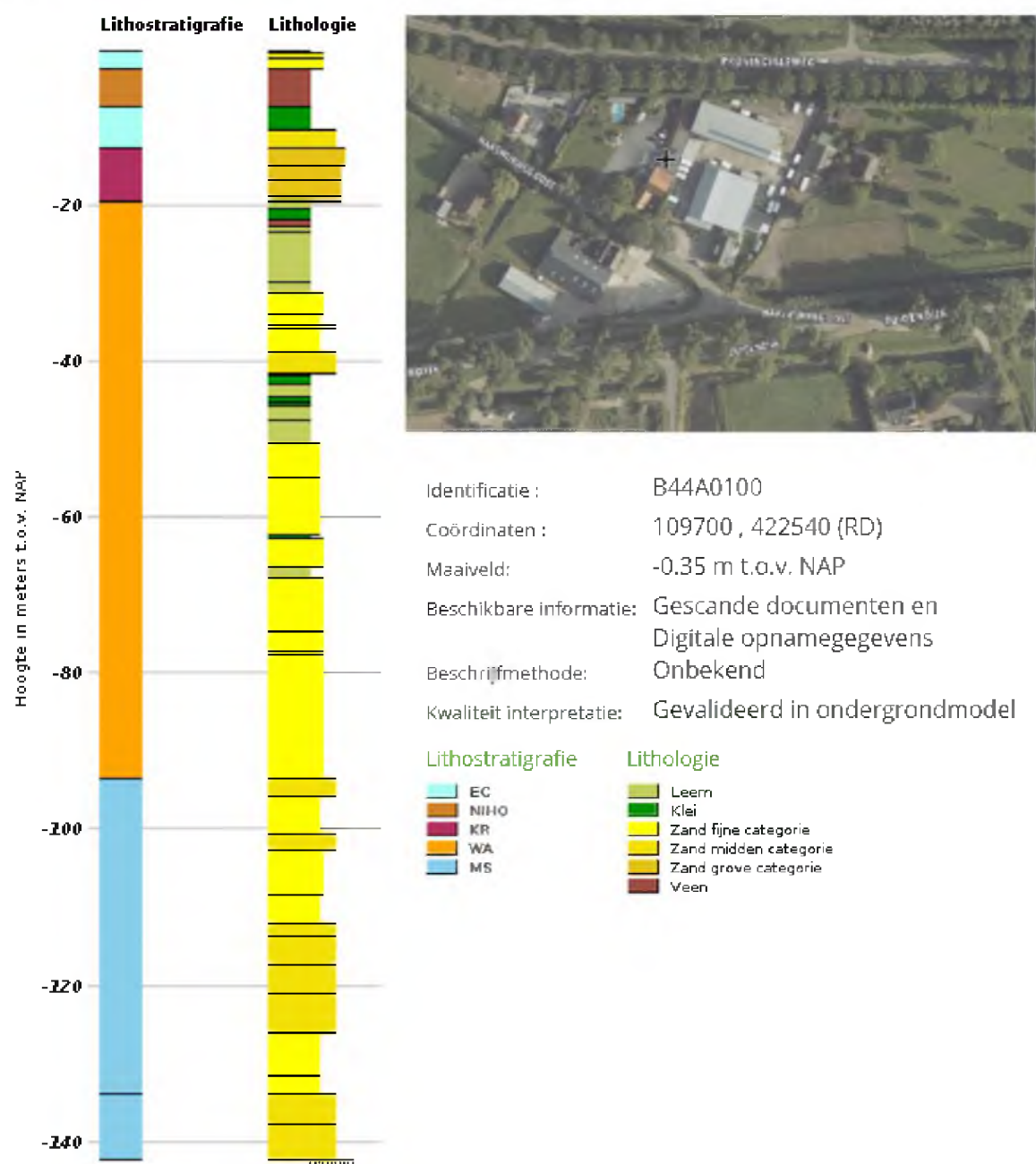


Geologische eenheid



Bron: Dinoloket

Boormonsterprofiel



Bron: Dinoloket

Geotechnisch onderzoek

t.b.v. een gestuurde boring nabij Zuidendijk - Provinciale weg te Dordrecht
GA200009.115.R01.V1.0

Uw kenmerk: EN11410

7 oktober 2020



Geotechnisch onderzoek

t.b.v. een gestuurde boring nabij Zuidendijk - Provinciale weg te Dordrecht
Documentnummer GA200009.115.R01.V1.0

Uw kenmerk: EN11410
7 oktober 2020

Opdrachtgever
Van Vulpen B.V.
Postbus 231
4206CL Gorinchem

Auteurs
Adviseur Geotechniek J. van Trikt
Collegiale toets T. Raamaker MSc

Functie	Naam	Paraaf
Adviseur Geotechniek	J. van Trikt	
Collegiale toets	T. Raamaker MSc	

Inhoud

1	Inleiding	4
2	Grondonderzoek	5
2.1	Algemeen	5
2.2	Peilbuizen	5
2.3	Inmeting	5
2.4	Grondwater	5

Bijlagen

Bijlage 1 Situatiekening

1 Inleiding

Door Van Vulpen B.V. werd aan Geonius Geotechniek B.V. opdracht gegeven een geotechnisch grondonderzoek uit te voeren nabij Zuidendijk - Provinciale weg te Dordrecht. Dit onderzoek was nodig voor een geplande gestuurde boring.

Voorliggend rapport bevat de resultaten van het grondonderzoek. Het grondonderzoek is uitgewerkt conform NEN 1997-2 (Geotechnisch ontwerp Deel 2: Grondonderzoek en beproeving), welk deel uitmaakt van Eurocode 7.

2 Grondonderzoek

2.1 Algemeen

Ten behoeve van het grondonderzoek zijn op 2 oktober 2020 in totaal twee peilbuizen geplaatst. Een week later op 9 oktober is de herhalingsmeting uitgevoerd. Hieronder is het onderzoek verder beschreven.

2.2 Peilbuizen

De peilbuizen zijn genummerd GA200009.115 P01 en P02. De peilbuizen zijn geplaatst middels een sondeerunit om de diepte te bereiken. Deze methode is het meest efficiënt als er geen grondmonsters genomen hoeven te worden.

2.3 Inmeting

De ligging van de onderzoekspunten is in bijlage 1 weergegeven.

De onderzoekspunten zijn met behulp van 06-GPS ingemeten t.o.v. het Rijksdriehoekstelsel en NAP (nauwkeurigheid ca. 0,10 m). Alle gegevens van de inmetingen zijn een momentopname en zijn alleen te gebruiken voor voorliggend onderzoek.

2.4 Grondwater

Tijdens het grondonderzoek is in de sondeergaten naar de actuele grondwaterstand gepeild. De resultaten van de peiling zijn gepresenteerd in de onderstaande tabel.

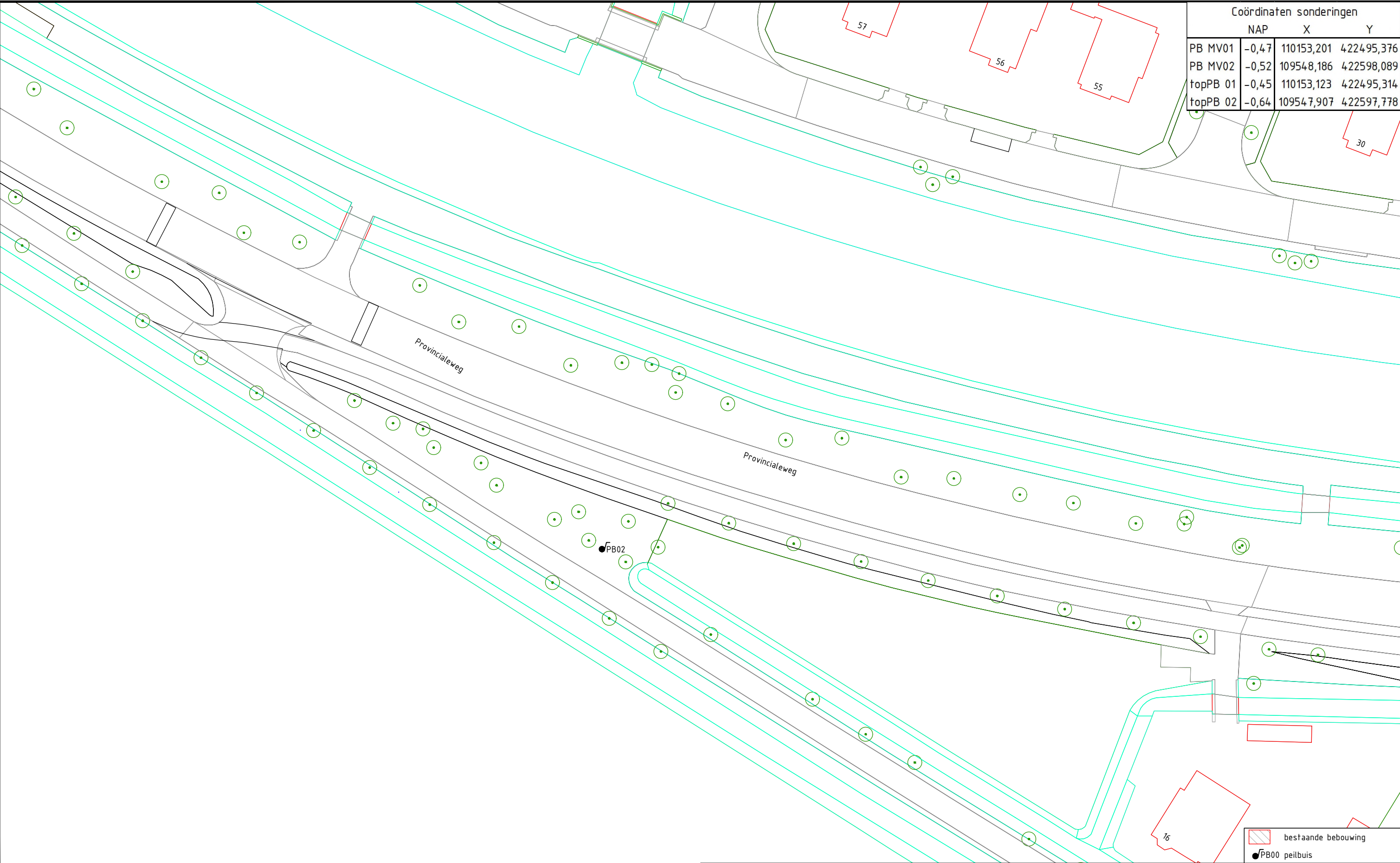
Tabel 2.2: peiling grondwaterstand in de sondeergaten

Peilbuis	Maaiveldniveau t.o.v. NAP [m]	Bovenkant peilbuis t.o.v. NAP [m]	Grondwaterstand t.o.v. NAP [m] dag van plaatsing	Grondwaterstand t.o.v. NAP [m] na 7 dagen	Filterniveau t.o.v. NAP [m]
P01	-0,47	-0,45	-0,55	-0,69	-10,97
P02	-0,52	-0,64	-0,94	-0,89	-14,52

Het betreft hierbij slechts een nul-meting en een handwaarneming na een week. De grondwaterstandopname en kan slechts als indicatie gelden. Daarnaast kan als gevolg van spanningswater, lagenopbouw en lokale omstandigheden een afwijkende waarde worden aangetroffen.

Wij wijzen erop dat de grondwaterstand van seizoen tot seizoen kan verschillen en in nattere jaargetijden mogelijk hoger wordt aangetroffen dan thans het geval is.

Bijlage 1 Situatietekening



Coördinaten sonderingen			
	NAP	X	Y
PB MV01	-0,47	110153,201	422495,376
PB MV02	-0,52	109548,186	422598,089
topPB 01	-0,45	110153,123	422495,314
topPB 02	-0,64	109547,907	422597,778

project	Gestuurde boring Zuidendijk - Provinciale weg te Dordrecht		
onderdeel	situatietekening		
projectnr	GA200009.115	projectleider	J. van Trikt
bijlagenr	T01	getekend	R. Dammer
datum	2-10-2020	formaat	A3

bestaande bebouwing

PB00 peilbuis

GEONIUS

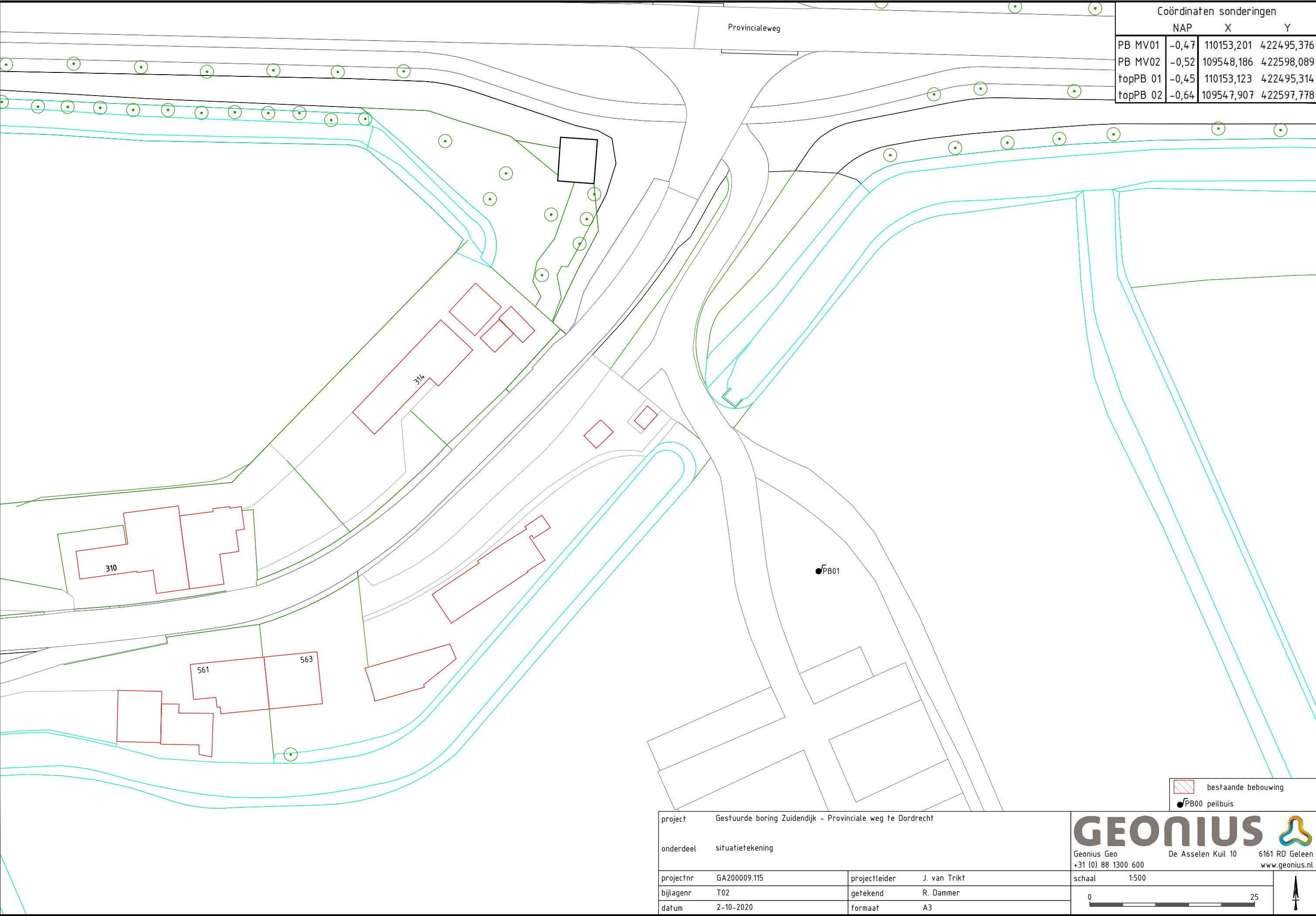
Geonius Geo
+31 (0) 88 1300 600

De Asselen Kuil 10

6161 RD Geleen

www.geonius.nl

025



Coördinaten sonderingen			
	NAP	X	Y
PB MV01	-0,47	110153,201	422495,376
PB MV02	-0,52	109548,186	422598,089
topPB 01	-0,45	110153,123	422495,314
topPB 02	-0,64	109547,907	422597,778

-  bestaande bebouwing
-  PB00 peilbuis

project	Gestuurde boring Zuidendijk - Provinciale weg te Dordrecht		
onderdeel	situatietekening		
projectnr	GA200009.115	projectleider	J. van Trikt
bijlagenr	T02	getekend	R. Dammer
datum	2-10-2020	formaat	A3

GEONIUS

Geonius Geo
+31 (0) 88 1300 600

De Asselen Kuil 10
6161 RD Geleen
www.geonius.nl



025





Geonius.nl

Geonius is een middelgroot interdisciplinair ingenieursbureau met brede expertise binnen de GWW- en bouwsector. Door onze unieke combinatie van vakkennis op het gebied van wegen, geotechniek, milieu, geodesie, water, ruimtelijke ontwikkeling, landschap, archeologie en ecologie zijn wij goed in staat mee te denken met de klant en projecten zelfstandig uit te voeren. Grenzen tussen de verschillende divisies vervagen, waardoor steeds meer projecten integraal door ons worden uitgevoerd.

Geonius hecht veel waarde aan een informele, positieve bedrijfscultuur, het welzijn van medewerkers en maatschappelijke betrokkenheid.

 **Wegen**

 **Geotechniek**

 **Milieu**

 **Geodesie**

 **Water**

 **Ruimtelijke ontwikkeling**

 **Landschap**

 **Archeologie**

 **Ecologie**

BIJLAGE II

Beschrijving boorvloeistof



CEBOGEL OCMA

Toepassing

- Aanmaken boorvloeistof voor gestuurde boringen. CEBOGEL OCMA is een allround boorproduct dat met name geschikt is voor machines met een trekkracht vanaf circa 30 ton.
- Aanmaken boorvloeistof voor grondboringen.

Voor een optimaal rendement heeft het **aanmaakwater** van de spoeling de volgende eigenschappen:

- Geleidbaarheid : $\leq 1000 \mu\text{S/cm}$
- pH : 4,5 - 9

Omschrijving

De basis voor CEBOGEL OCMA is een geactiveerde natrium bentoniet. CEBOGEL OCMA voldoet aan de OCMA-specificaties zoals vastgesteld voor olieboringen en is tevens KIWA-gecertificeerd.

Voordelen

- Stabiliseert het boorgat
- Verbeterd de afvoer van boorgruis
- Vermindert de torsie
- Makkelijk te recyclen
- Uitstekende prijs-kwaliteitverhouding
- Gecertificeerd volgens KIWA-ATA, dus veilig voor gebruik in drinkwatergebieden.

Specificatie

- Voldoet aan de specificaties voor bentoniet zoals opgesteld door de "Oil Companies Materials Association DFCP-4"
- Wordt onder Kiwa Attest Toxicologische aspecten (ATA) geleverd, hetgeen garant staat voor een 100 % milieuvriendelijk product.

Parameter	Methode	Eis	Typische Waarde
Yield	OCMA DFCP-4	$\geq 16,0 \text{ m}^3/\text{ton}$	$17,4 \text{ m}^3/\text{ton}$
API Filtraatwaterverlies	OCMA DFCP-4	$\leq 15 \text{ ml}$	13 ml
Droge zeefanalyse door $150 \mu\text{m}$	OCMA DFCP-4	$\geq 98 \%$	99 %

Cebo Holland BV
Westerduinweg 1
NL-1976 BV IJMUIDEN
P.O. Box 70
NL-1970 AB IJMUIDEN

Tel.: +31 255546262
Fax: +31 255546202
e-mail : sales@ceboholland.com
www.ceboholland.com

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.

Parameter	Methode	Eis	Typische Waarde
Natte zeefanalyse 75 µm	OCMA DFCP-4	≤ 2,5 %	2 %
Vochtgehalte	OCMA DFCP-4	≤ 15,0 %	9,8 %

Chemische en fysische eigenschappen

Samenstelling	Hoogwaardige geactiveerde natrium bentoniet
Kleur	Geelbeige
Vorm	Zacht poeder

Spoelingseigenschappen

Bij verschillende concentraties CEBOGEL OCMA aangemaakt in gedestilleerd water.

Parameter	Methode	30 kg/m ³	40 kg/m ³	50 kg/m ³	60 kg/m ³
Vloeigrens kogelnummer	Kugelharfengerät DIN 4126	1	1	2	4
Dichtheid	Mudbalans	1,02 g/ml	1,03 g/ml	1,03 g/ml	1,04 g/ml
Filtraatwaterverlies	DIN 4127	15,5 ml	13 ml	10 ml	8 ml
Marshfunnel API	API RP 13B 2 (1 liter uit)	31 s	38,5 s	46 s	54 s

Verpakking

- 25 kg zakken per 1000 kg verpakt op een pallet met krimpfolie
- big bags van 1000 kg
- bulk

Cebo Holland BV
Westerduinweg 1
NL-1976 BV IJMUIDEN
P.O. Box 70
NL-1970 AB IJMUIDEN

Tel.: +31 255546262
Fax: +31 255546202
e-mail : sales@ceboholland.com
www.ceboholland.com

Revisiedatum : 28.09.2005
Document nr : OC01IP

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.

Certificaat



Partner for progress

Nummer	K2112/02	Vervangt	K2112/01
Uitgegeven	2004-11-01	D.d.	1993-10-01

**Kiwa-ATA
Cebogel OCMA**

Op grond van onderzoek, alsmede regelmatig door Kiwa uitgevoerde controles, wordt elk door

Cebo Holland B.V.

geleverd product, dat gespecificeerd is in dit certificaat, en dat voorzien is van het onder 'MERKEN' aangegeven Kiwa-ATA-keur, bij aflevering geacht te voldoen aan de Kiwa-ATA-criteria, zoals die zijn vastgelegd in de Kiwa-ATA-certificatieovereenkomst nr. K2112.

Kiwa N.V.

ing. B. Meekma
Directeur
Certificatie en Keuringen

Dit certificaat is afgegeven conform het 'Kiwa-Reglement voor het Product-certificaat: Attest Toxicologische Aspecten (ATA)' van 1 januari 1994.
Dit certificaat bestaat uit 2 pagina's.
Openbaarmaking van het certificaat is toegestaan.

Kiwa N.V.
Certificatie en Keuringen
Sir W. Churchill-laan 273
Postbus 70
2280 AB Rijswijk

Telefoon 070 41 44 400
Fax 070 41 44 420
E-mail certif@kiwa.nl
Internet www.kiwa.nl

kiwa



Leverancier
Cebo Holland B.V.
Postbus 70
1970 AB IJmuiden

Telefoon (0255) 54 62 62
Telefax (0255) 54 62 02
Internet site www.ceboholland.nl

Cebogel OCMA

PRODUCTSPECIFICATIE

Dit certificaat heeft betrekking op de bentoniet 'Cebogel OCMA'.

TOELATING

De producten zijn toegelaten op basis van de eisen die zijn vastgelegd in de 'Regeling materialen en chemicaliën leidingwatervoorziening' (gepubliceerd in de Staatscourant).

ATA-CRITERIA

Aan de ATA-productcertificering liggen twee hoofdcriteria ten grondslag. Permanent dient voldaan te worden aan de:

- tijdens de toelatingsprocedure goedgekeurde productreceptuur. Wijzigingen hierin mogen uitsluitend doorgevoerd worden nadat de hiervoor geldende toelatingsprocedure met goed gevolg is doorlopen;
- de specifieke producteisen¹ (zie 'ATA-PRODUCTEISEN').

ATA-PRODUCTEISEN

Het gehalte aan de volgende parameters in Cebogel OCMA dient minder te zijn dan de er achter genoemde zuiverheidseisen:

arsen:	100 mg/kg;
cadmium:	20 mg/kg;
chrom:	100 mg/kg;
kwik:	1 mg/kg;
lood:	100 mg/kg;
nikkel:	100 mg/kg.

TOEPASSING EN GEBRUIK

Cebogel OCMA wordt gebruikt voor:

- Spoelingen bij dieptebooringen (voor aardoliewinning), geologisch bodemonderzoek, plaatsen van bronnen en (gestuurde) horizontale boringen;
- Bentoniet-suspensies als steunvloeistof bij het maken van diep- en dichtwanden;
- Bentoniet-cement-suspensies bij het aanbrengen van diep- en dichtwanden;
- Glijmiddel bij het neerlaten van schachten en bij doorpersingen.

MERKEN

Uitvoering van het voorgeschreven Kiwa-ATA-merk:

- Kiwa-ATA, opdruk met inkt of zegel.

Plaats van het merk:

- op het product, op de verpakking of op de begeleidende vrachtbrief (afleverbon).

Verplichte merken:

- 'Kiwa-ATA';
- 'Cebogel OCMA';
- 'K2112'.

WENKEN VOOR DE AFNEMER

1. Inspecteer bij de aflevering of:
 - 1.1 geleverd is wat is overeengekomen;
 - 1.2 het merk en wijze van merken juist zijn;
 - 1.3 de producten geen zichtbare gebreken vertonen als gevolg van transport en dergelijke.
2. Indien u op grond van het hiervoor gestelde tot afkeuring overgaat, neem dan contact op met
 - 2.1 Cebo Holland B.V.
en zo nodig met:
 - 2.2 Kiwa N.V.
3. Raadpleeg voor de juiste wijze van opslag en transport de verwerkingsrichtlijnen van de producent.
4. Controleer of dit certificaat nog geldig is. Raadpleeg hiertoe de internet site van Kiwa (www.kiwa.nl).

OVERIGE VOORWAARDEN

Er zijn geen overige voorwaarden van toepassing.

Bewijs van Geschiktheid

Colclay® D 90 wordt geproduceerd van natuurlijke calcium-bentoniet, welke is omgezet tot een natrium-bentoniet door middel van soda-activering. Door deze omzetting ontstaat een zeer plastische klei welke:

- zeer sterk de viscositeit van water verhoogt.
- sterk afsluitend, stabiliserend en smerend werkt.

Colclay® D 90 wordt geproduceerd door deze klei te vermalen tot een fijn poeder met een constante fijnheid en vochtgehalte.

De gestandaardiseerde kwaliteit van **Colclay® D 90** is geborgd door middel van een ISO_9001 gecertificeerd kwaliteitsmanagementplan. De controles van de grondstoffen alsook de controles tijdens productie garanderen een hoge en constante kwaliteit.

Toepassing

- Zand-bentoniet afdichtingslagen
 - Met Colclay® D 90 kunnen afdichtingslagen worden gerealiseerd met een zeer lage doorlatendheidscoëfficiënt.
- Boorspoelingen
 - Met Colclay® D 90 zakt het zand niet uit en wordt het beter afgevoerd. Daarnaast wordt de wand gestabiliseerd en wordt verlies van spoeling voorkomen.

Bouwstoffenbesluit

Het bouwstoffenbesluit is van toepassing op materialen die onder deel uitmaken van een bouwwerk die:

- steenachtig zijn;
- in een werk worden toegepast en
- buiten worden toegepast

Het bouwstoffenbesluit is bedoeld om van bouwstoffen vast te stellen hoe deze gedurende het bestaan van het bouwwerk de bodem kunnen beïnvloeden als gevolg van uitlogingen uit het bouwwerk.

Voor een boorspoeling is het BSB niet van toepassing omdat het vloeibaar is maar vooral omdat het geen onderdeel uitmaakt van het bouwwerk.

FYSISCH EIGENSCHAPPEN

Typische waarden. Deze waarden zijn niet gegarandeerd.

			Methode
- 125 µm	%	97.5	Alpine air jet
Vochtgehalte	%	9.5	Halogeen vocht balans (105 °)
Water absorptie	%	800	Enslin, 24 uur
Methylene blue absorptie	mgMB/g	310	CUR 33/B
Stort gewicht	kg/m ³	850	Böhme
pH		10	10% in water
Hardheid		1.5	Mohs' schaal
Dichtheid	g/cm ³	2.4	He-pyknometer

RHEOLOGISCHE EIGENSCHAPPEN

Typische waarden. Deze waarden zijn niet gegarandeerd.

			Methode
Fann viscositeit 600 tpm		35	API
Fann viscositeit 300 tpm		25	API
Marsh trechter viscositeit	s/l	50	API

CHEMICAL ANALYSIS

Typische waarden. Deze waarden zijn niet gegarandeerd.	gewicht %	Methode
Na ₂ O	3.5	XRF
K ₂ O	1	XRF
Al ₂ O ₃	17	XRF
SiO ₂	57	XRF
MgO	2.5	XRF
CaO	2.0	XRF
Fe ₂ O ₃	7	XRF
TiO ₂	1	XRF
L.o.i.	8	1000 °C, 1 uur

PRODUCT BESCHIKBAARHEID

Dit product is beschikbaar in papieren zakken (25 kg) Big Bags en Bulk.



MineralsPlus
mineralsplus.sibelco.com

Worldwide

Tel: +31 (0)43 3663755

sales.mineralsplus@sibelco.com

mineralsplus.sibelco.com

Sibelco Europe MineralsPlus
P.O. Box 423
6200 AK Maastricht
The Netherlands

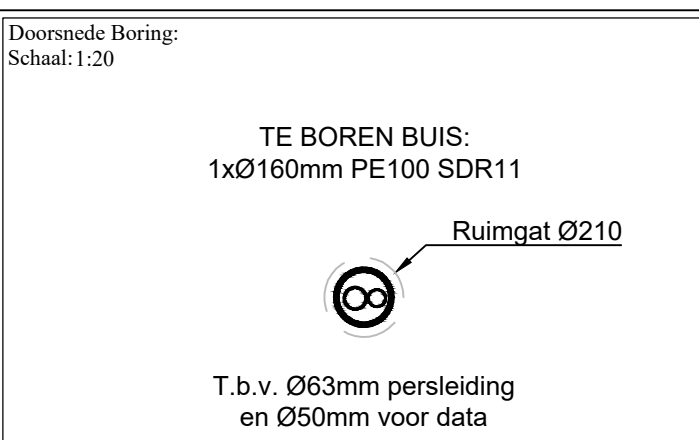
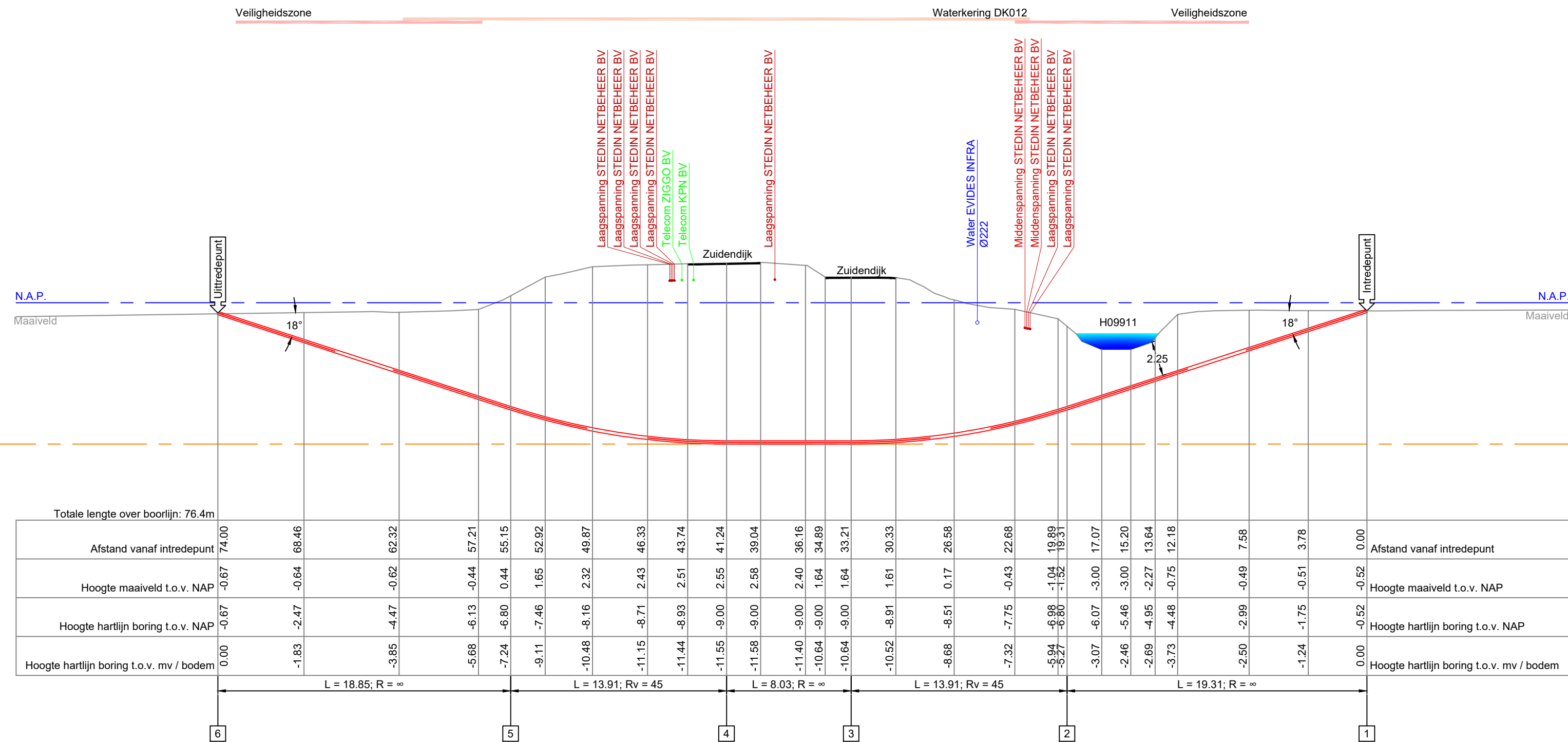
December 2012

Deze informatie is alleen bedoeld om gebruikt te worden door personen welke gekwalificeerd zijn om de geschiktheid van dit product in de betreffende toepassing te kunnen beoordelen. Er wordt geen garantie gegeven, noch aansprakelijkheid geaccepteerd. De toepassing van deze gegevens en het gebruik van dit product gebeurt op eigen risico. De informatie op dit blad bevat alleen typische eigenschappen. Geen van deze gegevens mogen worden geïnterpreteerd als minimale of maximale waarden.

BIJLAGE III

Tekeningen





COORDINATENLIJST			
	X	Y	Z(NAP)
(1) 10m Voor Inleidende	110719.17	4225332.21	
1 Inleidende	107669.67	4225355.31	-0.52
(2) 10m Achter Inleidende	110760.16	4225338.41	
2 Begin Verticale Bocht	110315.11	4225412.29	-0.80
3 Einde Verticale Bocht	110738.09	4225445.60	-0.00
4 Begin Verticale Bocht	110330.46	4225458.08	-0.00
5 Einde Verticale Bocht	110177.23	4225502.39	-0.00
(3) 10m Voor Uithafde	110708.81	4225555.13	
6 Uithafde	110099.31	4225586.23	-0.87
(4) 10m Achter Uithafde	110689.82	4225661.33	

- | Legenda bestaande Kabels en Leidingen: | |
|---|--------------------------------|
| | Datatransport |
| | Gas Hoge Druk |
| | Gas Lage Druk |
| | Hoogspanning |
| | Laagspanning |
| | Landelijk Hoogspanningsnet |
| | Middenspanning |
| | Overig |
|  | Riool Onder Druk |
|  | Riool Vrijval |
|  | Water |
|  | Buisleiding gevaarlijke inhoud |

- Legenda gestuurd boren:
- | | |
|---|-----------------------|
|  | Bestaande boring |
|  | Nieuw te maken boring |
| | Kadastrale grens |
|  | Sondering |
|  | Waterkering |
|  | Veiligheidszone |

DEFINITIEF

Opmerkingen:

- De geprojecteerde kabels en leidingen zijn afkomstig uit de oriëntatie-KLIC melding 2000R9894
- De digitale ondergrond is ontvangen van opdrachtgever (10100365.dwg) op basis van rijsdriedoel-stebel.
- Het geprojecteerde grondonderzoek is verkregen uit sondering CPT000000116575
- De HDPE leidingstreng(en) dien(en) vast haapel zonder spiegelglaswerkzaamheden op de aangegeven locatie te worden uitgelegd (op rollenstellen) voraafgaand aan de introductie.
- Van Vulpen behoud zich het recht voor af te wijken van de voorgestelde methodiek.

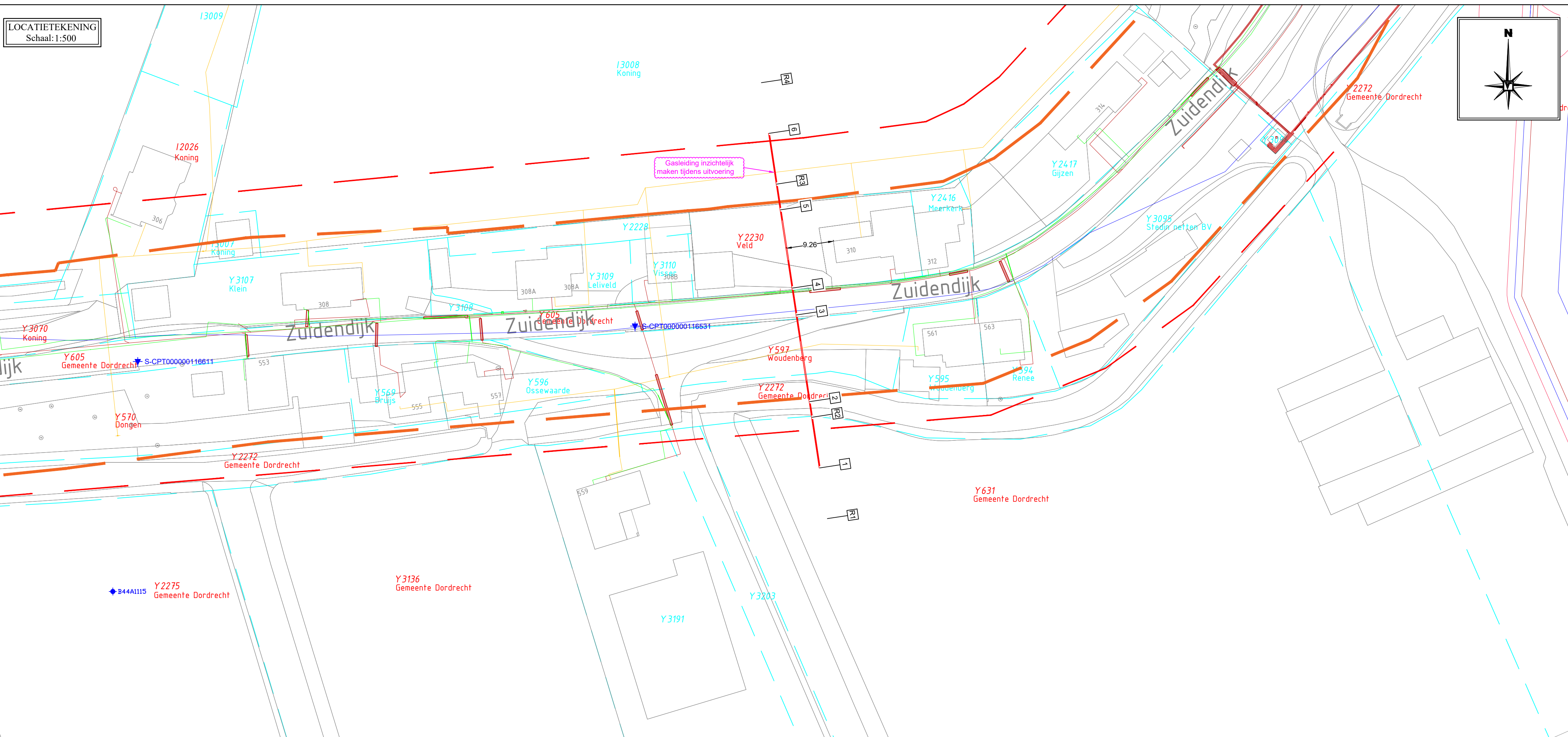
Project Specifieke Risico's:

- Risico #1
Uittrekpunt ligt nabij oude bunker waarvan de ondergrondse ligging niet bekend is.
- Risico #2
Boring kruist een waterkering.
Vergunning aanvragen bij Waterschap Hollandse Delta
- Risico #3
Uittrekpunt van de boring bevindt zich op een helling.
Ter plaatse beoordelen of er maatregelen moeten worden genomen.

Werkomschrijving:
Horizontaal gestuurde boring (HDD1)
 1x Ø160mm PE100 SDR11
 t.b.v. aanleg realiseren persriool

Locatie	Plaats:
Zuidendijk t.h.v. Provincialeweg	Dordrecht
Vergunninghouder:	
Gemeente Dordrecht	-
Spuiboulevard 300	-
3311 GR Dordrecht	-
Opdrachtgever:	Getekend door:
Aannemingsbedrijf Wallaard Noordeloos BV	Gecorrigerd door:
Provincialeweg 3	Datum:
4225 SM Noordeloos	Schaal:
	Formaat:
	Project:

	Tekeningnummer:	Versie:	Blaad:
	2593-0920-01-BT1	4	1/1
-			
-			
-			
MvL	Postbus 231	Appland 8	
d: WdJ	4200 AE Gorinchem	4206 CL Gorinchem	
10-11-2020	T: +31 (0) 183 - 6450060	E: info@vanvulp.eu	
Diversen	F: +31 (0) 183 - 648550	I: www.vanvulp.eu	
A1			
er: EN11410			



Ruimgat Ø210

T.b.v. Ø63mm persleiding
en Ø50mm voor data

COORDINATENLIJST			
	X	Y	Z(NAP)
R1	100039,30	424444,23	-
	Inbrede	424454,11	-0,23
R2	100038,86	424446,00	-
R3	100035,00	424407,50	-4,58
R3	100033,34	424383,94	-8,00
R4	100032,24	424380,19	-8,00
R5	100030,30	424384,47	-5,55
R6	100029,47	424350,48	-
	Uitbrede	424353,37	0,68
R6	100026,41	424325,28	-

Legenda bestaande Kabels en Leidingen:

	Datatransport
	Gas Hoge Druk
	Gas Lage Druk
	Hoogspanning
	Laagspanning
	Landelijk Hoogspanningsnet
	Middenspanning
	Overig
	Riool Onder Druk
	Riool Vrijverval
	Water
	Buisleiding gevaarlijke inhoud

Legenda gestuurd boren:

	Bestaande boring
	Nieuw te maken boring
	Kadastrale grens
	Sondering
	Waterkering
	Veiligheidszone

DEFINITIEF

Opmerkingen:

- De geprojecteerde kabels en leidingen zijn afkomstig uit de oriëntatie KLIC melding 20008
- De digitale ondergrond is ontvangen van opdrachtgever (10100365.dwg) op basis van rijsdriehoek-stelsel.
- Het geprojecteerde grondonderzoek is verkregen uit CPT0000000116531
- De HDPE leidingstreng(en) dienen vanaf haapel zonder spiegelswerkzaamheden op de aan locatie te worden uitgelegd (op rollenloos) voorafgaand aan de intakefase.
- Van Vulpel behoed zich recht vooraf te wijken van de voorgestelde methodiek.

Project Specifieke Risico's:

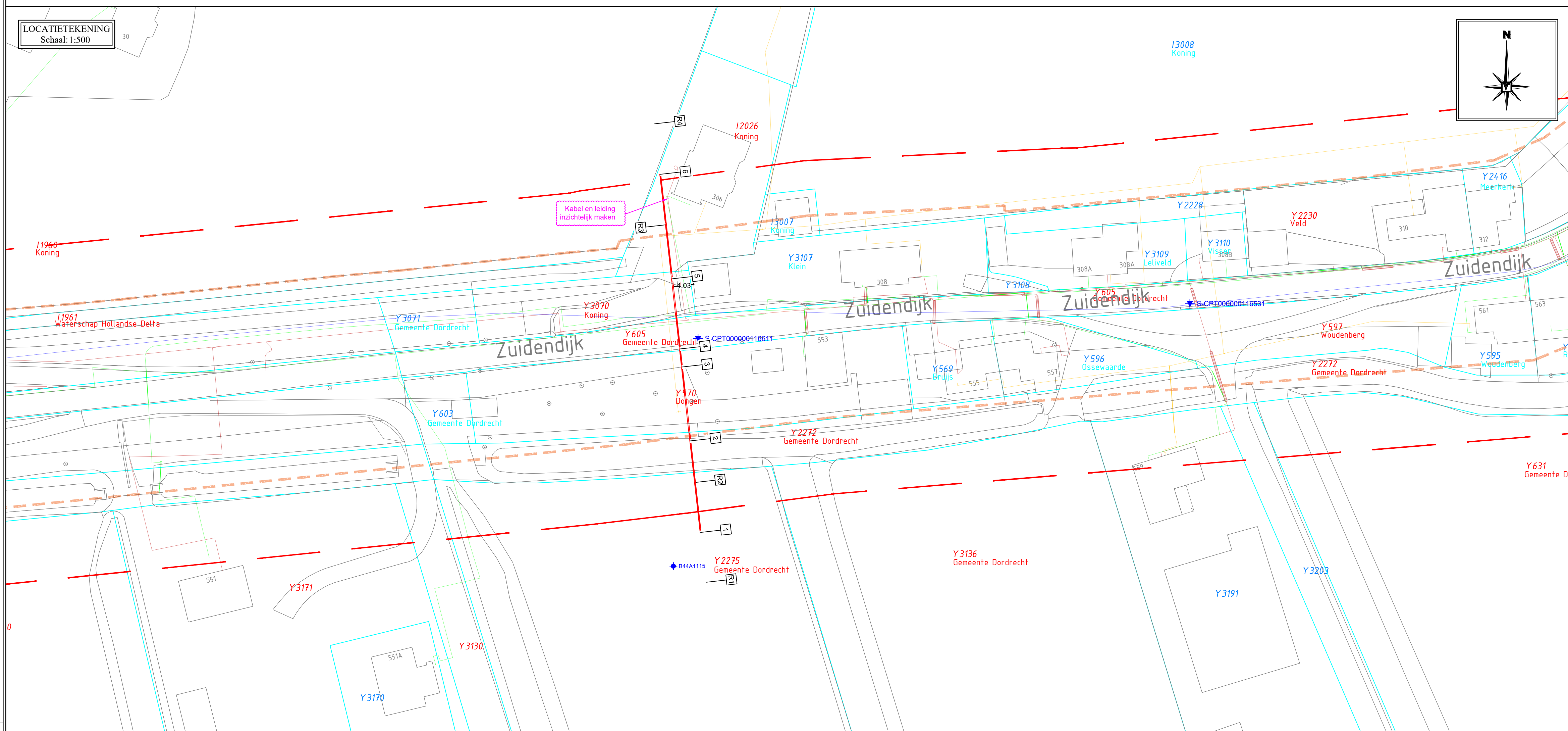
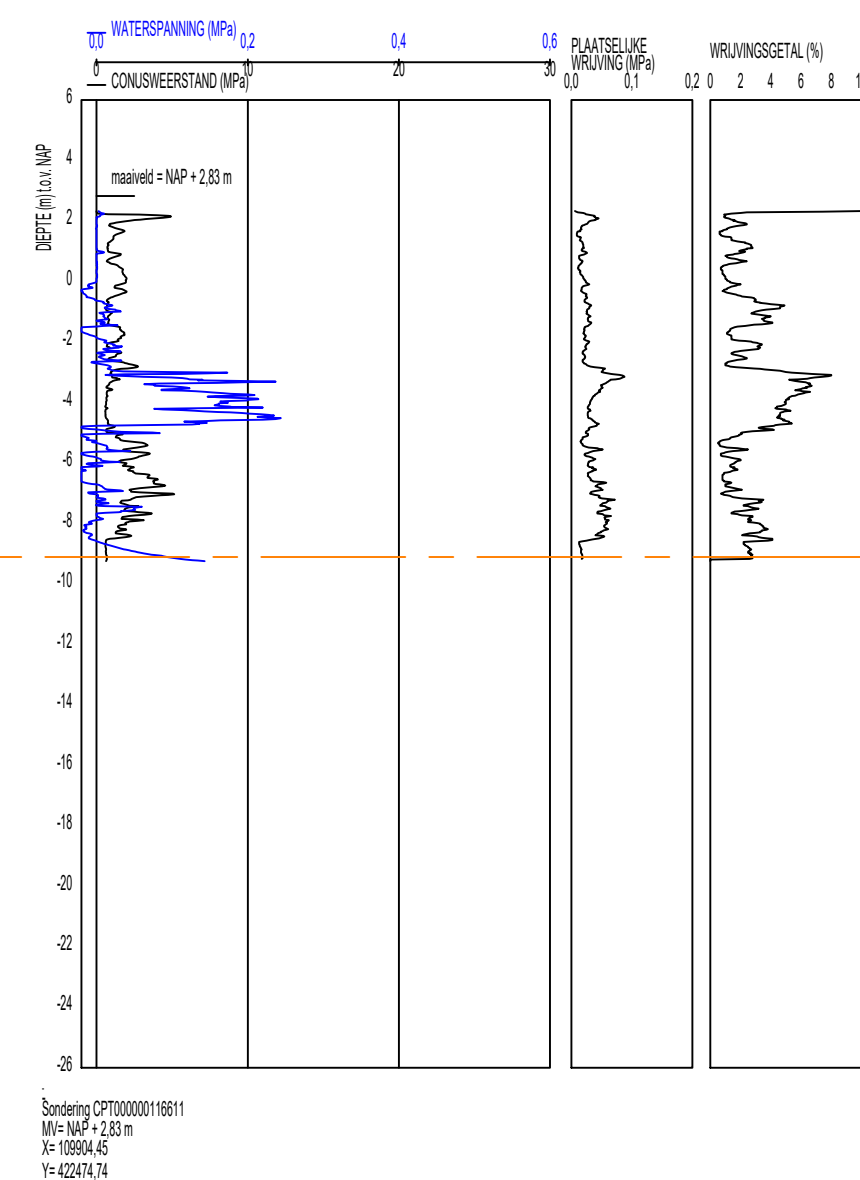
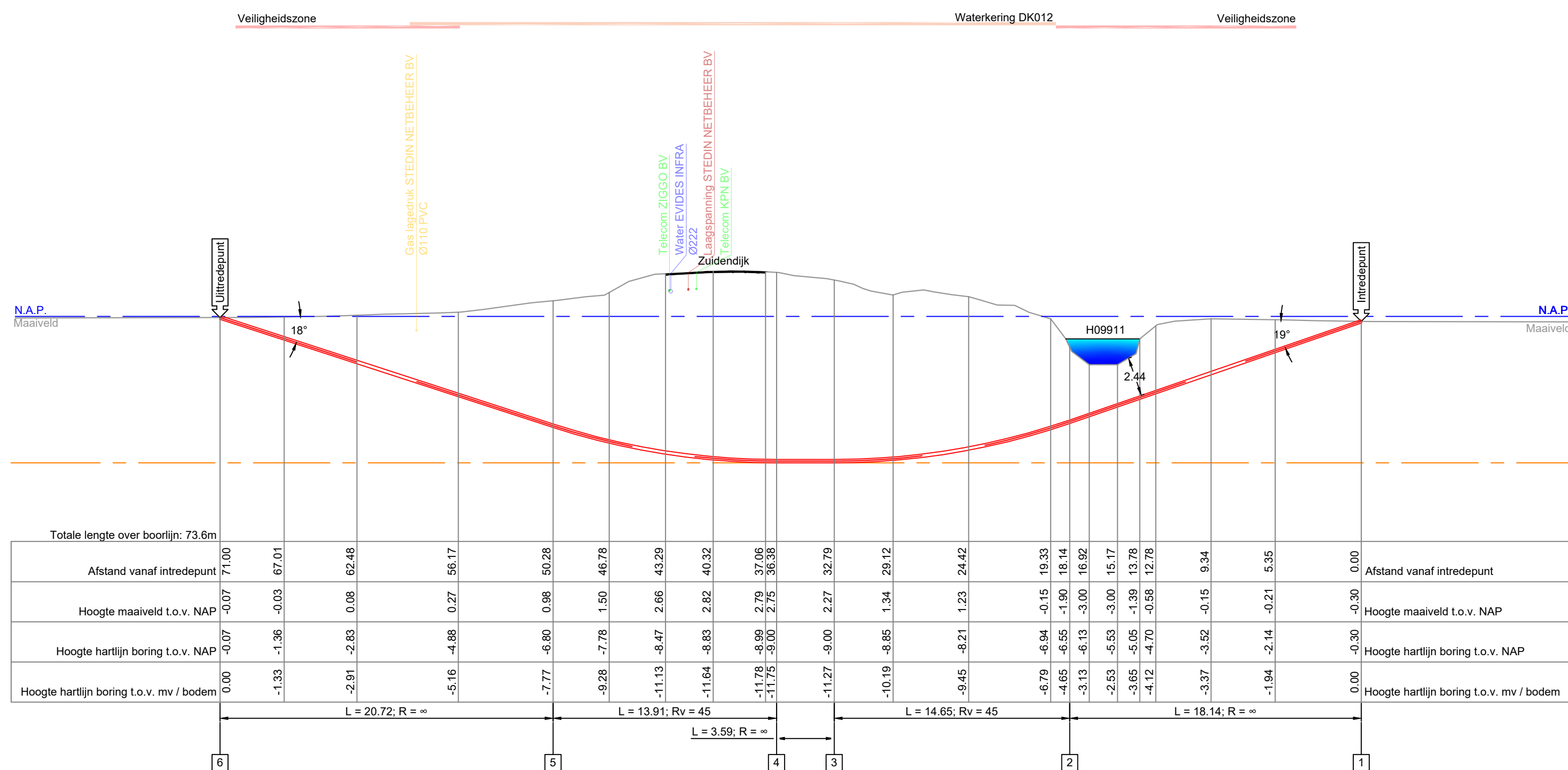
- Risico #1
Boring kruist een waterkering.
Vergunning aanvragen bij Waterschap Hollandse Delta.
- Risico #2
- Risico #3

Werkomschrijving:
 Horizontaal gestuurde boring (HDD2)
 1x Ø160mm PE100 SDR11
 t.b.v. aanleg realiseren riool

Locatie	Plaats:	Tekeningnummer:	Versie:	Blad:
Zuidendijk tussen huisnummer 308 - 310	Dordrecht	2593-0920-01-BT2	5	1/1

Vergunninghouder:	
Gemeente Dordrecht	
Spuiboulevard 300	
3311 GR Dordrecht	
Opdrachtgever:	
Aannemingsbedrijf Wallaard Noordeloos BV	
Provincialeweg 3	
4225 SM Noordeloos	

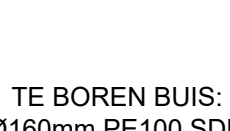
-	-	Postbus 231	Papland 8
-	-	4200 AE Gorinchem	4206 CL Gorinchem
-	-	T: +31 (0) 183 - 645060	E: info@vanvulpen.nl
-	-	F: +31 (0) 183 - 648550	I: www.vanvulpen.eu
Getekend:	MVL		
Gecontroleerd:	WDJ		
Datum:	10-11-2020		
School:	Diversen		
Formaat:	A1		
Projectnummer:	EN11411		



Doorsnede Boring:
Schaal: 1:20

TE BOREN BUIS:
1xØ160mm PE100 SDR11

Ruimgat Ø210



T.b.v. Ø63mm persleiding
en Ø50mm voor data

Toepassen drill-groot

Coördinatenlijst
Boring:

COORDINATENLIST		
	X	Z(NAP)
R1	10m Voor Inbrede	109050.47 422420.83
	Inbrede	109055.36 -0.30
R2	10m Achter Inbrede	109055.35 422434.48
R3	2 Begm Verticale Boort	109603.53 422454.68
	1 Einde Verticale Boort	109001.09 422499.24
R4	2 Begm Verticale Boort	109601.29 422471.90
	1 Einde Verticale Boort	109099.73 422486.62
R5	10m Voor Ultrared	109897.63 422497.71
	Ultrared	109897.41 422507.71
R6	10m Achter Ultrared	109896.29 422517.15

Legenda bestaande Kabels en Leidingen:

	Datatransport
	Gas Hoge Druk
	Gas Lage Druk
	Hoogspanning
	Laagspanning
	Landelijk Hoogspanningsnet
	Middenspanning
	Overig
	Riool Onder Druk
	Riool Vrijverval
	Water
	Buisleiding gevaarlijk inhoud

Legenda gestuurd boren:

	Bestaande boring
	Nieuw te maken boring
	Kadastrale grens
	Sondering
	Waterkering
	Veiligheidszone

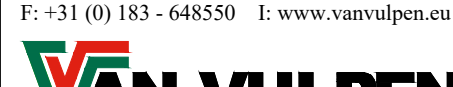
DEFINITIEF

Opmerkingen:

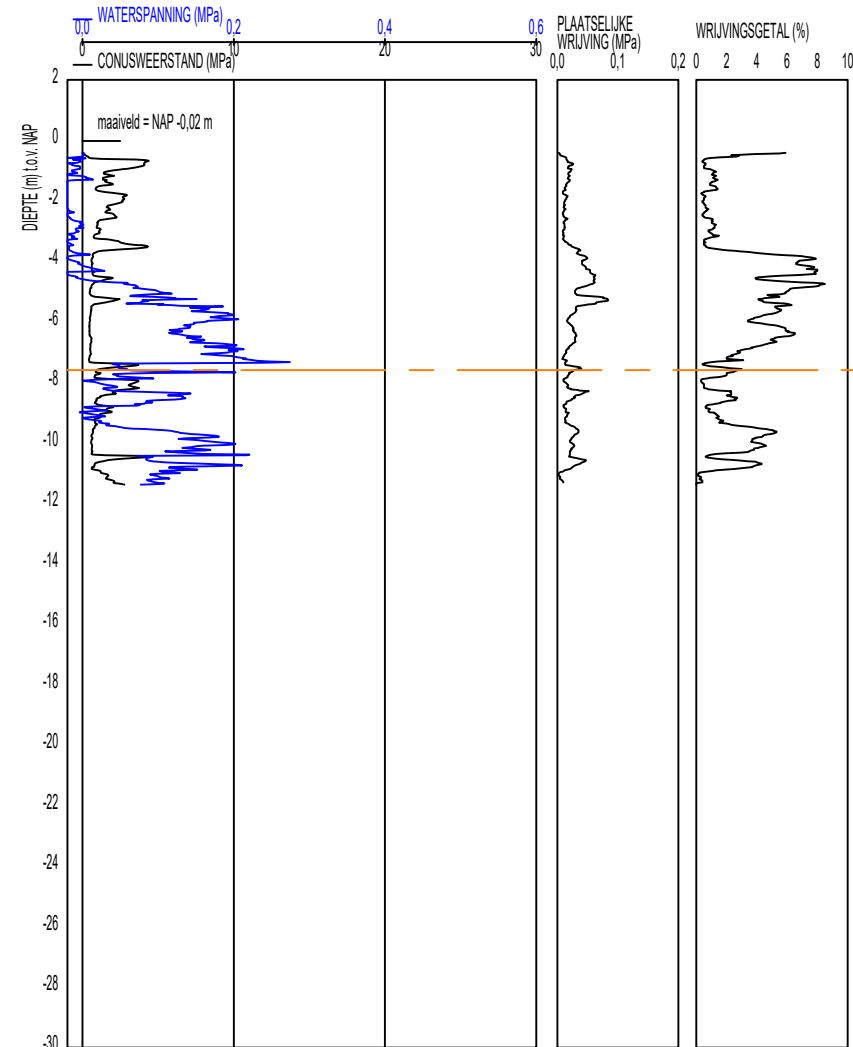
- De geprojecteerde kabels en leidingen zijn afkomstig uit de oriëntatie-KLIC melding 200087964
- De digitale ondergrond is ontvangen van opdrachtgever (10100365-C11.dwg) op basis van rijdschietboek-stelsel.
- Het geprojecteerde grondonderzoek is verkregen uit sondering CPT000000116611
- De HDPE leiding(streng(en)) dienen vanaf haaspel zonder spiegellawerkzaamheden op de aangegeven locatie te worden uitgelegd (op rollenstelsel) voorafgaand aan de inzetfase.
- Van Vulpden behoudt zich het recht voor af te wijken van de voorgestelde methodiek.

Project Specifieke Risico's:

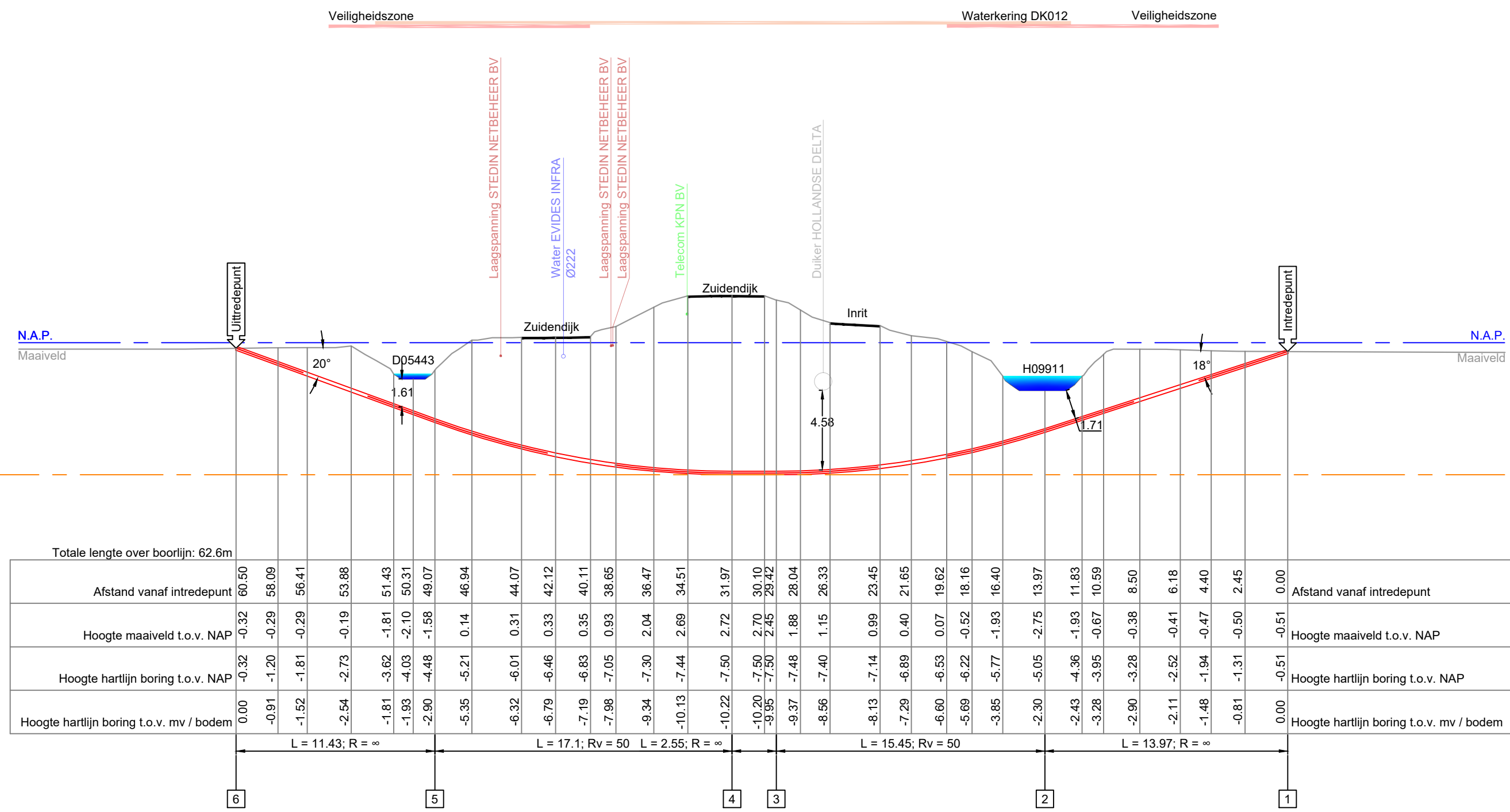
- Risico #1
Boring knist een waterkering.
Vergunning aanvragen bij Waterschap Hollandse Delta.
- Risico #2
Mogelijk dient er beplanting te worden verwijderd rondom uittredepunt
- Risico #3
Theoretische kans op kwell, toepassen van drill-grout.

Werkomschrijving:		- - - - - - - - - - - - - - - -	
Horizontaal gestuurde boring (HDD3) 1x Ø160mm PE100 SDR11 t.b.v. aanleg realiseren persiool		4 Definitief MvL 10-11-2020 3 Voor vergunning MvL 12-10-2020 2 Concept MvL 13-10-2020 1 Interne control MvL 06-10-2020 Rev. Omschrijving Gst. Datum	
Locatie	Plaats:	Tekeningnummer:	Versie: Blad:
Zuidendijk t.h.v. 306	Dordrecht	2593-0920-01-BT3	4 1/I
Vergunninghouder:	- -	Postbus 231 Papland 8 4200 AE Gorinchem 4206 CL Gorinchem	
Gemeente Dordrecht	- -	T: +31 (0) 183 - 645060 E: info@vanvulpen.eu F: +31 (0) 183 - 648550 I: www.vanvulpen.eu	
Spuiboulevard 300	- -		
3311 GR Dordrecht	- -		
	Getekend: MvL		
	Gecontroleerd: WdJ		
Opdrachtgever:	Datum: 10-11-2020		
Aannemingsbedrijf Wallaard Noordeloos BV	Schaal: Diversen		
Provincialeweg 3	Formaat: A1		
4225 SM Noordeloos	Projectnummer: EN11412		

DWARSPROFIEL
Schaal: 1:250

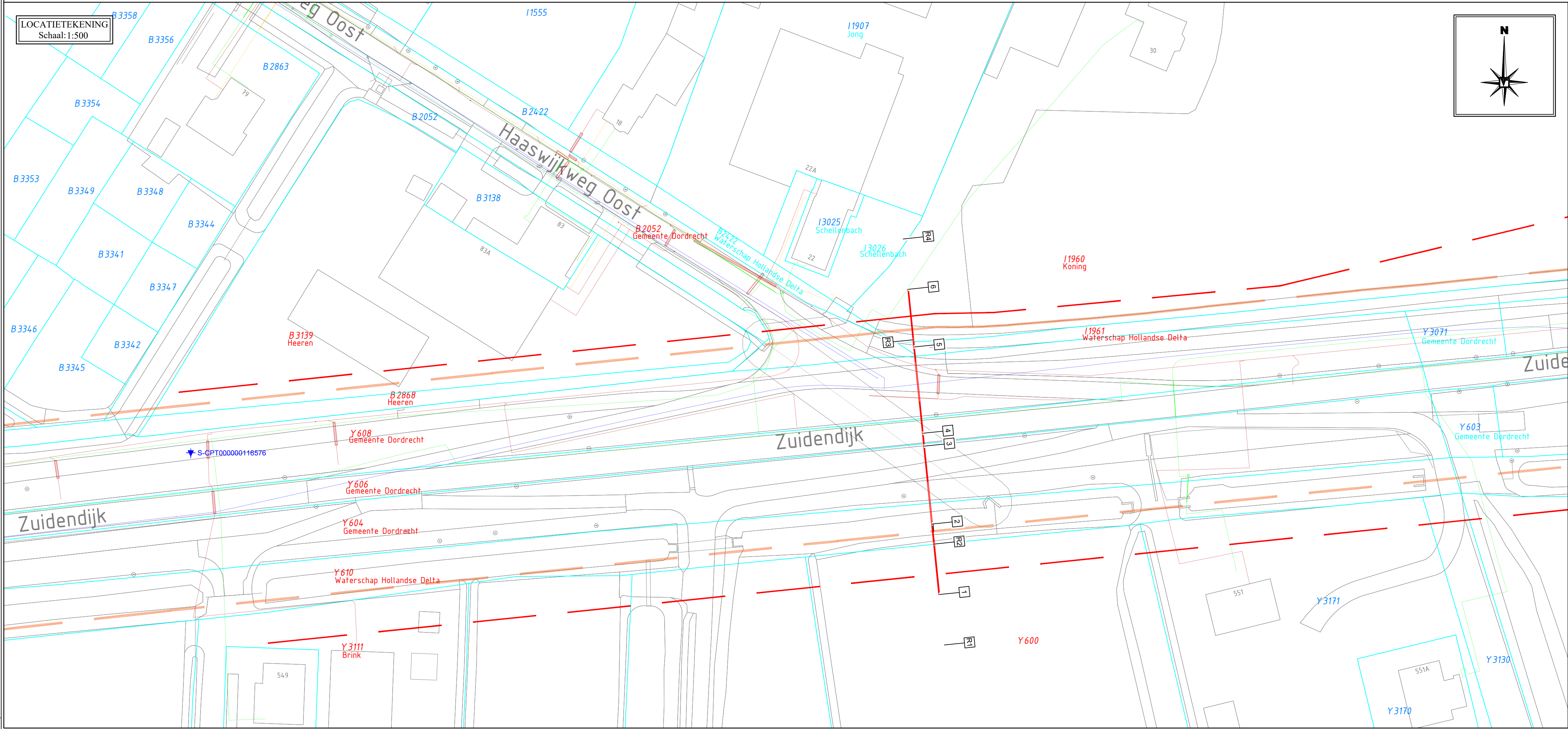


Sondering CPT000000116576
M=1000000
N=1000000
Y=42454.99



Totale lengte over boorlijn: 62.6m	
Afstand vanaf intredepunt	0.00 -0.32 60.50
Hoogte maaiveld t.o.v. NAP	-0.91 -1.20 -0.29 58.09
Hoogte hartlijn boring t.o.v. NAP	-1.52 -1.81 -0.29 56.41
Hoogte hartlijn boring t.o.v. mv / bodem	-2.54 -2.73 -0.19 53.88
	-1.81 -3.62 -1.81 51.43
	-1.93 -4.03 -2.10 50.31
	-2.90 -4.48 -1.58 49.07
	-5.35 -5.21 0.14 46.94
	-6.32 -6.01 0.31 44.07
	-6.79 -6.46 0.33 42.12
	-7.19 -6.83 0.35 40.11
	-7.98 -7.05 0.93 38.65
	-9.34 -7.30 2.04 36.47
	-10.13 -7.44 2.69 34.51
	-10.22 -7.50 2.72 31.97
	-10.20 -7.50 2.70 30.10
	-9.85 -7.30 2.85 28.42
	-9.37 -7.48 1.88 26.04
	-8.56 -7.40 1.15 26.33
	-8.13 -7.14 0.99 23.45
	-7.29 -6.89 0.40 21.65
	-6.60 -6.53 0.07 19.62
	-5.69 -6.22 -0.52 18.16
	-3.85 -5.77 -1.93 16.40
	-2.30 -5.05 -2.75 13.97
	-2.43 -4.36 -1.93 11.83
	-3.28 -3.95 -0.67 10.59
	-2.90 -3.28 -0.38 8.50
	-2.11 -2.52 -0.41 6.18
	-1.48 -1.94 -0.47 4.40
	-0.81 -1.31 -0.50 2.45
	0.00 -0.51 -0.51 0.00
Afstand vanaf intredepunt	
Hoogte maaiveld t.o.v. NAP	
Hoogte hartlijn boring t.o.v. NAP	
Hoogte hartlijn boring t.o.v. mv / bodem	

LOCATIETEKENING
Schaal: 1:500



Doorsnede Boring:
Schaal: 1:20

TE BOREN BUIS:
1x Ø160mm PE100 SDR11

Ruimgat Ø210

T.b.v. Ø63mm persleiding
en Ø50mm voor data

Toepassen drill-grout

Coördinatenlijst
Boring:

COÖRDINATENLIJST		
X	Y	Z(NAP)
B1 10m Voor Intrede	109750.84	424117.11
1 Intrede	109749.83	424247.56
B2 10m Achter Intrede	109748.82	424247.01
2 Begin Verticale Boort	109748.42	424440.95
3 Einde Verticale Boort	109748.86	424566.32
4 Begin Verticale Boort	109748.69	424558.88
5 Einde Verticale Boort	109744.58	424575.87
B3 10m Voor Uitrede	109744.73	424777.30
6 Uitrede	109742.73	424849.95
B4 10m Achter Uitrede	109742.71	424891.18

Legenda bestaande Kabels en Leidingen:

- Datatransport
- Gas Hoge Druk
- Gas Lage Druk
- Hoogspanning
- Laagspanning
- Landelijk Hoogspanningsnet
- Middenspanning
- Overig
- Riool Onder Druk
- Riool Vrijval
- Water
- Buisleiding gevaarlijke inhoud

Legenda gestuurd boring:

- Bestaande boring
- Nieuw te maken boring
- Kadastrale grens
- Sondering
- Waterkering
- Veiligheidszone

DEFINITIEF

Opmerkingen:
- De geprojecteerde kabels en leidingen zijn afkomstig uit de oriëntatie/KLIC meldingen) 200807984
- De digitale ondergrond is ontvangen van opdrachtgever (10100365-C11.dwg) op basis van rijkswaterstaat-systeem.
- Het geprojecteerde grondonderzoek is verkregen uit CPT000000116576
- De HDPE leidingen (en) dienen vanaf haaiel zonder spiegelluwerkzaamheden op de aangegeven locatie te worden uitgelagd (op rollenstellen) voorafgaand aan de intrekkaf.
- Van Vulpen behoudt zich het recht voor af te wijken van de voorgestelde methodiek.

Project Specifieke Risico's:

- Risico #1
Boring kruist een waterkering.
Vergunning aanvragen bij Waterschap Hollandse Delta
- Risico #2
Bij het intrekkapen dient straatwerk te worden verwijderd te worden.
- Risico #3
Uitrokkapen bevindt zich nabij telecomkabels.
Te nemen maatregel: kabels inzichtelijk maken tijdens uitvoering.

Werkomschrijving:

Horizontaal gestuurde boring (HDD4)
1x Ø160mm PE100 SDR11
t.b.v. aanleg realiseren persriool

Locatie: Haaswijkweg Oost t.h.v. huisnummer 22

Vergunninghouder:
Gemeente Dordrecht
Spuiboulevard 300
3311 GR Dordrecht

Opdrachtgever:
Aannemingsbedrijf Wallaard Noordeloos BV
Provincialeweg 3
4225 SM Noordeloos

Plaats: Dordrecht

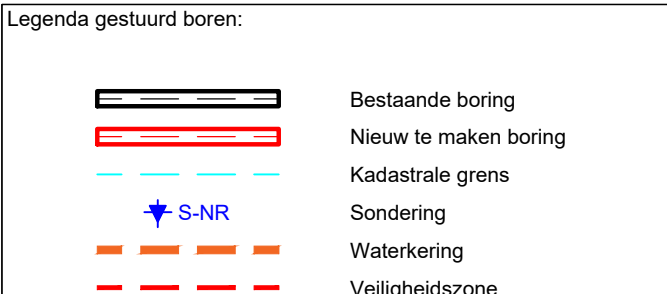
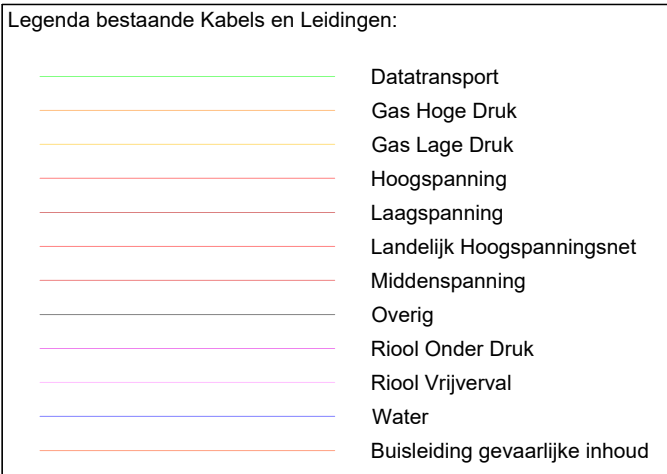
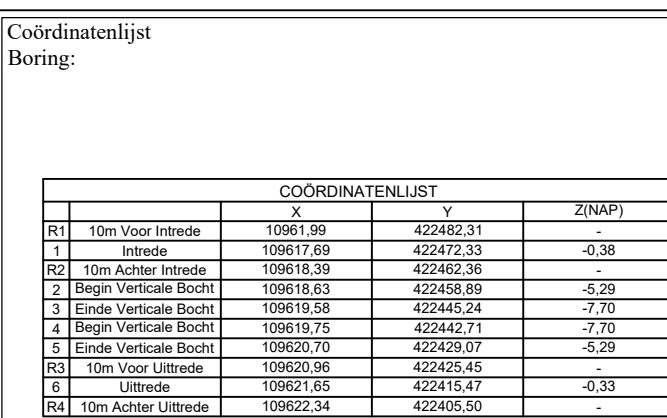
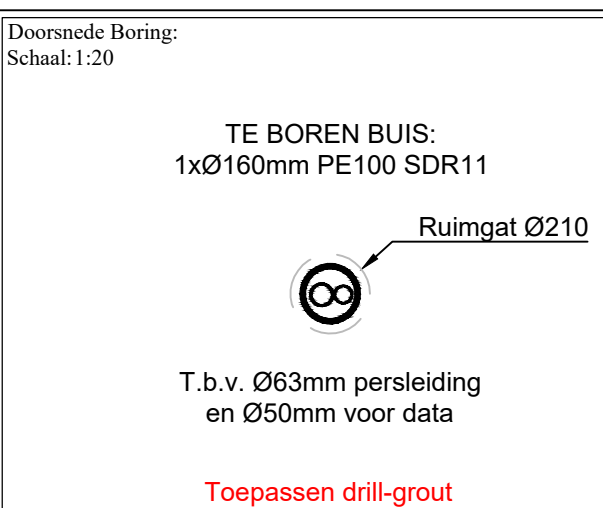
Tekeningnummer:
2593-0920-01-BT4

Projectnummer: EN11413

Postbus 231
4200 AE Gorinchem
T: +31 (0) 183 - 645060
F: +31 (0) 183 - 648550

Papland 8
4206 CL Gorinchem
E: info@vanvulpen.eu
I: www.vanvulpen.eu

VAN VULPEN



DEFINITIEF

Opmerkingen:

- De geopretesteerde kabels en leidingen zijn afkomstig uit de oriëntatie/KLIC melding 200085798
- De digitale ondergrond is ontvangen van opdrachtgever (10100365-1.c1.dwg) op basis van rijsdriehoek-stelsel.
- Het geopretesteerde grondonderzoek is verkregen uit sondering CPT000000116576
- De HDPE leidingstreng(en) dienen vanaf hachel zone spiegelwaarschuwzaamheden op de aangegeven locatie te worden uitgelegd (op rollenstelsel) voorafgaand aan de inbraakfase.
- Van Vulpen behoudt zich het recht voor af te wijken van de voorgestelde methodiek.

Project Specifieke Risico's:

- Risico #1
Boring kruist een waterkering.
Vergunning aanvragen bij Waterschap Hollandse Delta.
- Risico #2
Theoretische kans op kwel, toepassen van drill-grout.

Werkomschrijving:
Horizontaal gestuurde boring (HDD)
 1x Ø160mm PE100 SDR11
 t.b.v. aanleg realiseren persriool

Locatie	Plaats:	Tekeningnummer:	Versie:	Blad:
Zuidendijk t.h.v. huisnummer 549	Dordrecht	2593-0920-01-BT5	4	1/1

Vergunninghouder:
Gemeente Dordrecht
Spuiboulevard 300
3311 GR Dordrecht

Opdrachtgever:
Aannemingsbedrijf Wallaard Noordeloos BV
Provincialeweg 3
4225 SM Noordeloos

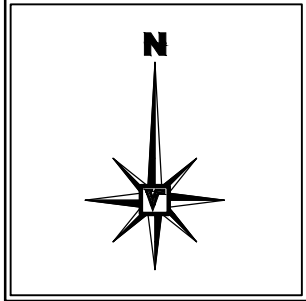
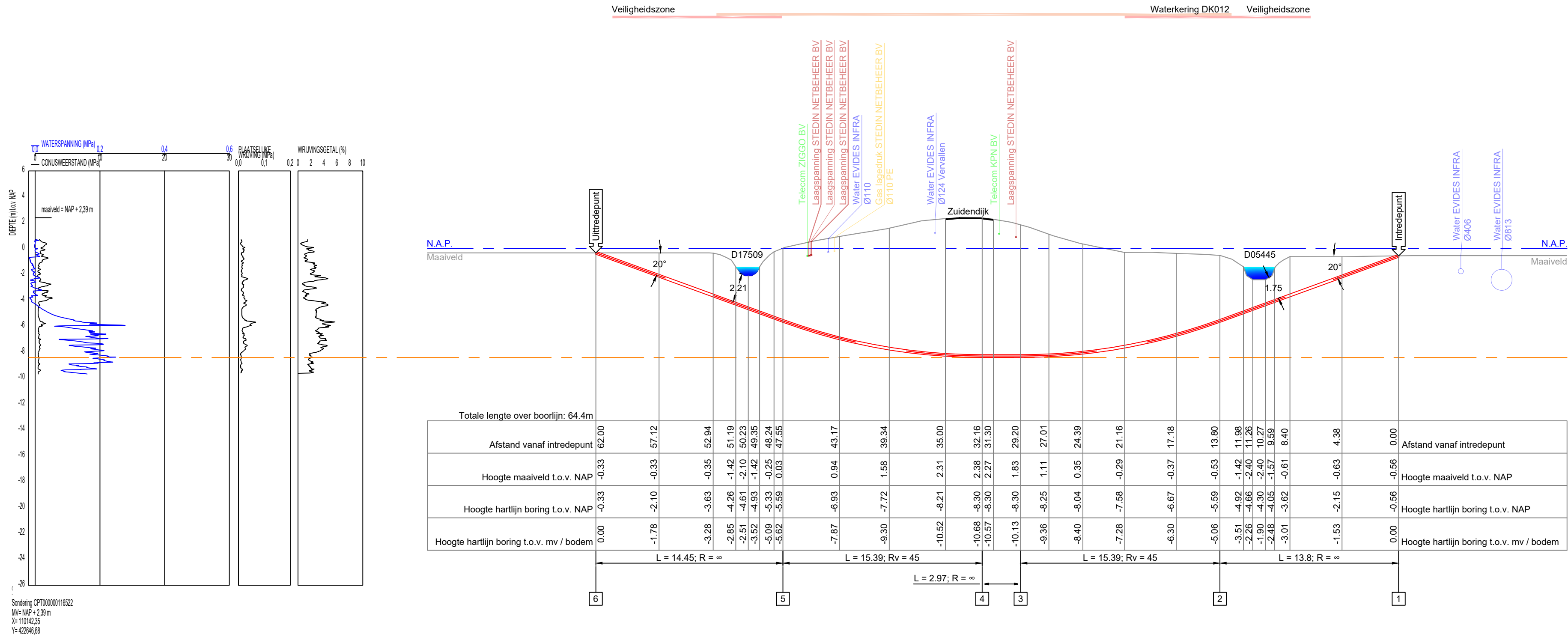
Getekend:	MVL
Gecontroleerd:	WdJ
Datum:	11-11-2020
Schaal:	Diversen
Formaat:	A1
Projectnummer:	EN114114

Postbus 231 Papland 8
4200 AE Gorinchem 4206 CL Gorinchem

T: +31 (0) 183 - 645060 E: info@vanvulpen.nl
F: +31 (0) 183 - 648550 I: www.vanvulpen.nl



VAN VULPEN



TE BOREN BUIS:
1xØ160mm PE100 SDR11

Ruimgat Ø210

T.b.v. Ø63mm persleiding
en Ø50mm voor data

COORDINATENLIJST			
	X	Y	Z(NAP)
R1 10m Voor Intrede	110184.42	422647.85	-
R1 10m Achter Intrede	110184.39	422648.48	-6.56
R2 10m Voor Intrede	110184.41	422648.10	-
R2 10m Achter Intrede	110184.38	422648.73	-6.56
R3 10m Voor Intrede	110184.43	422648.48	-6.56
R3 10m Achter Intrede	110184.40	422649.11	-6.56
R4 10m Voor Intrede	110184.44	422648.10	-
R4 10m Achter Intrede	110184.41	422648.73	-6.56

Legenda bestaande Kabels en Leidingen:

- Datatransport
- Gas Hoge Druk
- Gas Lage Druk
- Hoogspanning
- Laagspanning
- Landelijk Hoogspanningsnet
- Middenspanning
- Overig
- Ricod Onder Druk
- Ricod Vrijval
- Water
- Buisleiding gevaarlijke inhoud

Legenda gestuurd boren:

- Bestaande boring
- Nieuw te maken boring
- Kadastrale grens
- Sondering
- Waterkering
- Veiligheidszone

DEFINITIEF

Opmerkingen:

- De geprojecteerde kabels en leidingen zijn afkomstig uit de oriëntatie KLIC melding 2008/7984
- De digitale ondergrond is ontworpen van opdrachtgever (10100365.dwg) op basis van rijksoverheid-standaard
- Het geprojecteerde grondonderzoek is verkregen uit sondering CPT000000116522
- De HDPE leiding(en) dienen vanaf haapel zonder spiegelwerkzaamheden op de aangegeven locatie te worden uitgelegd (op rollenstellen) voorafgaand aan de instructies.
- Van Vulpen behoudt zich het recht voor af te wijken van de voorgestelde methodiek.

Project Specifieke Risico's:

- Risico #1: Boring kruist een waterkering. Vergunning aanvragen bij waterschap Hollandse Delta.
- Risico #2: In de waterkering bij het uitroeppunt bevindt zich een stuw. Ter plaatse controleren of de boring daadwerkelijk langs de stuw gaat.
- Risico #3: Bij het uitroeppunt dient straatwerk te worden verwijderd.

Werkomschrijving: Horizontaal gestuurde boring (HDD6) 1x Ø160mm PE100 SDR11 t.b.v. aanleg realiseren persriool		Tekeningsnummer: 2593-0920-01-BT6		Versie: 5		Blad: 1/1	
Locatie: Zuidendijk t.h.v. huisnummer 569		Plaats: Dordrecht		Postbus 231 4200 AE Gorinchem		Papland 8 4206 CL Gorinchem	
Vergunninghouder: Gemeente Dordrecht Spuiboulevard 300 3311 GR Dordrecht		Gedateerd: MvL		T: +31 (0) 183 - 645060 E: info@vanvulpen.eu F: +31 (0) 183 - 648550		I: www.vanvulpen.eu	
Opdrachtgever: Aannemingsbedrijf Wallaard Noordeloos BV Provincialeweg 3 4225 SM Noordeloos		Gecontroleerd: Wd Datum: 11-11-2020 Schaal: Diversen Formaat: A1 Projectnummer: EN11415		Van Vulpen			

BIJLAGE IV

Sterkte- & Muddrukberekeningen

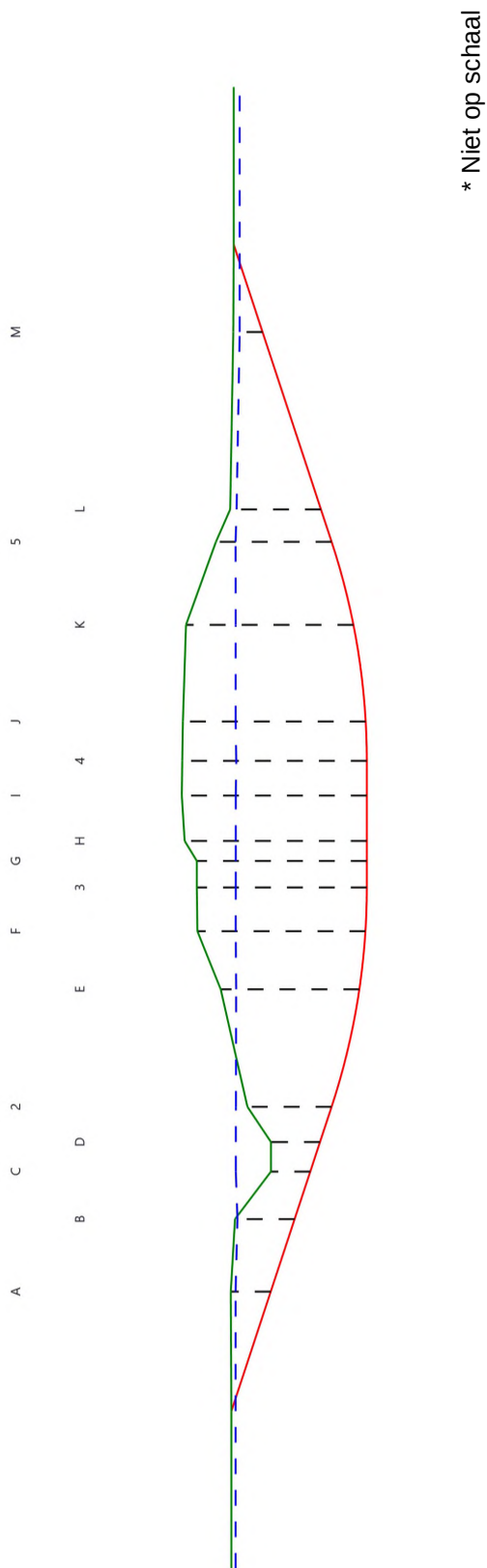


Sterkteberekening van een horizontaal gestuurde boring conform NEN 3650/3651:2020		Sigma 2020 1.0 ©	
Algemene gegevens			
Naam van het project : EN11410 Projectonderdeel : 2593-0920-01 HDD1			
Materiaalgegevens			
Materiaalsoort:	PE		
Kwaliteit:	PE 100 SDR 11		
Lange-duur treksterkte	MRS	= 10	N/mm ²
Materiaalfactor	γ_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	α_g	= 16,0·10 ⁻⁵	mm/(mm·K)
Alfa Tangentieel / Alfa Axiaal	α_σ	= 0,65	-
Soortelijk gewicht buis	ρ_L	= 9,55	kN/m ³
Toelaatbare deflectie	δ	= 8	%
Leidinggegevens			
Uitwendige middellijn	D _e	= 160,00	mm
Wanddikte	d _n	= 14,6	mm
Procesgegevens			
Soort leiding (Vloeistof / Gas / Drukloos)		= Vloeistof	
Ontwerpdruk	p _d	= 0,3	N/mm ²
Volumieke massa medium	ρ	= 1000	kg/m ³
Temperatuurverschil	Δt	= 10	°
Uitvoeringsaspecten, tracé boring, in- en uittredehoeken, onzekerheids- en wrijvingsfactoren			
Percentage omtrek in aanraking met bentoniet		= 100	%
Soortelijk gewicht boorvloeistof	ρ_m	= 11,5	kN/m ³
Zwichtspanning boorvloeistof	τ_y	= 15	Pa
Leiding wordt niet verzwaard t.p.v. rollenbaan			
Leiding wordt niet verzwaard t.p.v. boorgang			
Diameter boorkop/ruimer ivm boorspoeldruk	D _g	= 210	mm
Diameter boorstang	D _b	= 53	mm
Totale lengte	L	= 76,43	m
Lengte 1e rechte deel	L ₁	= 20,30	m
Lengte neergaande bocht	L ₂	= 14,14	m
Lengte 2e rechte deel	L ₃	= 8,03	m
Lengte opgaande bocht	L ₄	= 14,14	m
Lengte 3e rechte deel	L ₅	= 19,82	m
Straal maaiveld/rollenbaan	R _r	= 50,00	m
Straal neergaande bocht	R ₁	= 45,00	m
Straal opgaande bocht	R ₂	= 45,00	m
Intrede-hoek (bij boorstelling)	α_1	= 18,00 / 32,49	° / %
Uittrede-hoek (bij rollenbaan)	α_2	= 18,00 / 32,49	° / %
Belastinghoek	α	= 180	°
Ondersteuningshoek	β	= 120	°
Horizontale steundrukhoek	γ	= 120	°
Geen grondmechanisch onderzoek uitgevoerd	γ	= 1,1	
Totaalfactor bij normale boring	f	= 1,4	
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	
		13-11-2020 09:27:52	

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 [°]
A	7,97	2,50	0,30	Klei	17,00	17,00	17,50
B	12,81	3,73	0,15	Veen	14,00	14,00	15,00
C	15,98	2,46	-2,20	Veen	14,00	14,00	15,00
D	17,95	3,07	-2,20	Veen	14,00	14,00	15,00
2	20,30	5,27	-0,72	Veen	14,00	14,00	15,00
E	27,79	8,68	0,97	Veen	14,00	14,00	15,00
F	31,56	10,52	2,40	Veen	14,00	14,00	15,00
3	34,45	10,64	2,44	Veen	14,00	14,00	15,00
G	36,13	10,64	2,44	Veen	14,00	14,00	15,00
H	37,40	11,40	3,20	Veen	14,00	14,00	15,00
I	40,28	11,58	3,38	Veen	14,00	14,00	15,00
4	42,48	11,55	3,38	Veen	14,00	14,00	15,00
J	44,98	11,44	3,30	Veen	14,00	14,00	15,00
K	51,16	10,48	3,11	Veen	14,00	14,00	15,00
5	56,61	7,24	1,23	Veen	14,00	14,00	15,00
L	58,77	5,68	0,40	Veen	14,00	17,00	15,00
M	70,60	1,83	0,40	Klei	17,00	17,00	17,50

Locatie	Gereduceerde grondbelasting	Gemiddelde verticale beddingconstante [N/mm ³]	Effectieve cohesie [kN/m ²]	E-modulus ondergrond [MN/m ²]	Verkeersbelasting
A	Geen	-	5,00	2,00	Geen
B	Geen	-	2,00	1,00	Geen
C	Geen	-	2,00	1,00	Geen
D	Geen	-	2,00	1,00	Geen
2	Geen	-	2,00	1,00	Geen
E	Geen	0,0070	2,00	1,00	Geen
F	Geen	0,0070	2,00	1,00	Grafiek II
3	Geen	-	2,00	1,00	Grafiek II
G	Geen	-	2,00	1,00	Grafiek II
H	Geen	-	2,00	1,00	Grafiek ½ x II
I	Geen	-	2,00	1,00	Grafiek II
4	Geen	0,0070	2,00	1,00	Grafiek II
J	Geen	0,0070	2,00	1,00	Grafiek II
K	Geen	0,0070	2,00	1,00	Geen
5	Geen	-	2,00	1,00	Geen
L	Geen	-	2,00	1,00	Geen
M	Geen	-	5,00	2,00	Geen



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**

Trekkracht T_1 tijdens verschillende stadia [N]	L [m]	T_1 [N]
Starten met trekken	76,43	681
Na 1 ^e deel intrekken	56,61	505
Na 2 ^e deel intrekken	42,47	379
Na 3 ^e deel intrekken	34,44	307
Na 4 ^e deel intrekken	20,30	181

$$T_1 = f \cdot L \cdot g_{rol} \cdot f_1 = 1,4 \cdot L \cdot 0,0637 \cdot 0,1$$

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	681	0,10
Na 1 ^e deel intrekken	505	0,08
Na 2 ^e deel intrekken	379	0,06
Na 3 ^e deel intrekken	307	0,05
Na 4 ^e deel intrekken	181	0,03

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

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

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

$$M_b = 1,1 \cdot 975 \cdot \frac{17.801.758}{50.000} = 381.847,71 \text{ Nmm}$$

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

$$\sigma_b = \frac{381.847,71}{222.522} = 1,72 \text{ N/mm}^2$$

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	0,10	1,22
Na 1 ^e deel intrekken	0,08	1,19
Na 2 ^e deel intrekken	0,06	1,17
Na 3 ^e deel intrekken	0,05	1,16
Na 4 ^e deel intrekken	0,03	1,14

$$\sigma_a = \alpha_{\sigma} \cdot \sigma_b + \sigma_t = 0,65 \cdot 1,72 + \sigma_t$$

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	19,82	1.627	-
2 ^e deel intrekken	33,96	-	2.788
3 ^e deel intrekken	41,99	3.447	-
4 ^e deel intrekken	56,13	-	4.608
Geheel ingetrokken	76,43	6.274	-

Rechte delen: $T_2 = f \cdot L \cdot (D_{e,omtr} \cdot f_2 + g_{eff} \cdot f_3) = 1,4 \cdot L \cdot (502,65 \cdot 0,00005 + 0,168 \cdot 0,2)$

Gebogen delen: $T_{3a} = f \cdot L_B \cdot (D_{e,omtr} \cdot f_2 + g_{eff} \cdot f_3) = 1,4 \cdot L \cdot (502,65 \cdot 0,00005 + 0,168 \cdot 0,2)$

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]
E	0,0020	45	0,0035	487
F	0,0020	45	0,0035	487
4	0,0020	45	0,0035	487
J	0,0020	45	0,0035	487
K	0,0020	45	0,0035	487

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

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

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

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	379	2.788	487	-	3.653
Opgaande bocht	181	4.608	487	487	5.762

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

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

Trekkraft T_{3c} tijdens verschillende stadia [N]	α [°]	T_{bocht} [N]	T_{3c} [N]
Neergaande bocht	9,00	3.653	320
Opgaande bocht	9,00	5.762	505

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

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

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

$$\rightarrow T_{3c} = f \cdot 2 \cdot T_{\text{bocht}} \cdot \sin(\alpha) \cdot f_3 = 1,4 \cdot 2 \cdot T_{\text{bocht}} \cdot \sin(\alpha) \cdot 0,2$$

5.5 Totalisatie van de trekkrachten 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	505	1.627	-	-	-	-	2.132
2 ^e deel intrekken	379	2.788	487	320	-	-	3.973
3 ^e deel intrekken	307	3.447	487	320	-	-	4.561
4 ^e deel intrekken	181	4.608	487	320	487	505	6.587
Geheel intrekken	0	6.274	487	320	487	505	8.072

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

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	2.132	0,32
2 ^e deel intrekken	3.973	0,60
3 ^e deel intrekken	4.561	0,68
4 ^e deel intrekken	6.587	0,99
Geheel intrekken	8.072	1,21

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

*5.7 Optredende spanningen t.g.v. kromming van de leiding in het boorgat*5.7.1 Neergaande bocht

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

$$M_b = 1,4 \cdot 975 \cdot \frac{17.801.758,07}{0,9 \cdot 45.000} = 599.985,18 \text{ Nmm}$$

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

$$\sigma_b = \frac{599.985,18}{222.521,98} = \mathbf{2,70 \text{ N/mm}^2}$$

5.7.2 Opgaande bocht

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

$$M_b = 1,4 \cdot 975 \cdot \frac{17.801.758,07}{0,9 \cdot 45.000} = 599.985,18 \text{ Nmm}$$

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

$$\sigma_b = \frac{599.985,18}{222.521,98} = \mathbf{2,70 \text{ N/mm}^2}$$

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	2.132	0,32	-	0,32
Na 1 ^e deel intrekken	3.973	0,60	2,70	2,35
Na 2 ^e deel intrekken	4.561	0,68	-	0,68
Na 3 ^e deel intrekken	6.587	0,99	2,70	2,74
Na 4 ^e deel intrekken	8.072	1,21	-	1,21

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

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

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

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

$$D_g/d_n = 145,40/14,60 = 9,96 \rightarrow D_g/d_n \leq 20 \rightarrow \text{Dikwandige leiding}$$

$$\sigma_p = \frac{r_e^2 + r_i^2}{r_e^2 - r_i^2} \cdot p_d$$

$$\sigma_p = \frac{80,00^2 + 65,40^2}{80,00^2 - 65,40^2} \cdot 0,3 = 1,51 \text{ N/mm}^2$$

$$\sigma_{y1} = \sigma_p = 1,51 \text{ N/mm}^2$$

$$\sigma_{pl} = \nu \cdot \sigma_p = 0,4 \cdot 1,51 = 0,60 \text{ N/mm}^2$$

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

6.2 Berekening reroundingfactor f_{rr}

$$f_{rr} = 1 / \left(1 + \frac{2 \cdot p_d \cdot r_g^3 \cdot k_y}{E \cdot I_w} \right)$$

$$f_{rr} = 1 / \left(1 + \frac{2 \cdot 0,3 \cdot 72,7^3 \cdot 0,089}{975 \cdot 259,34} \right) = 0,92$$

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]
A	2,50	0,30	Klei	5,61	41,14	46,75	3,96
B	3,73	0,15	Veen	2,31	55,13	57,44	3,46
C	2,46	-2,20	Veen	0,00	37,88	37,88	2,13
D	3,07	-2,20	Veen	0,00	47,28	47,28	2,65
2	5,27	-0,72	Veen	0,00	81,16	81,16	4,55
E	8,68	0,97	Veen	14,94	118,73	133,67	9,05
F	10,52	2,40	Veen	36,96	125,05	162,01	12,93
3	10,64	2,44	Veen	37,58	126,28	163,86	13,10
G	10,64	2,44	Veen	37,58	126,28	163,86	13,10
H	11,40	3,20	Veen	49,28	126,28	175,56	14,97
I	11,58	3,38	Veen	52,05	126,28	178,33	15,41
4	11,55	3,38	Veen	52,05	125,82	177,87	15,39
J	11,44	3,30	Veen	50,82	125,36	176,18	15,16
K	10,48	3,11	Veen	47,89	113,50	161,39	14,03
5	7,24	1,23	Veen	18,94	92,55	111,50	8,22
L	5,68	0,40	Veen	6,16	98,74	104,90	8,34
M	1,83	0,40	Klei	7,48	26,74	34,22	3,19

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

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]
A	2,50	Geen	0,00	0,00
B	3,73	Geen	0,00	0,00
C	2,46	Geen	0,00	0,00
D	3,07	Geen	0,00	0,00
2	5,27	Geen	0,00	0,00
E	8,68	Geen	0,00	0,00
F	10,52	Grafiek II	1,56	0,25
3	10,64	Grafiek II	1,54	0,25
G	10,64	Grafiek II	1,54	0,25
H	11,40	Grafiek ½ x II	0,70	0,11
I	11,58	Grafiek II	1,36	0,22
4	11,55	Grafiek II	1,37	0,22
J	11,44	Grafiek II	1,39	0,22
K	10,48	Geen	0,00	0,00
5	7,24	Geen	0,00	0,00
L	5,68	Geen	0,00	0,00
M	1,83	Geen	0,00	0,00

$$Q_v = q_v \cdot D_0 = q_v \cdot 160$$

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]
A	3,96	0,00	3,96	39,73	1,03
B	3,46	0,00	3,46	34,74	0,90
C	2,13	0,00	2,13	21,32	0,56
D	2,65	0,00	2,65	26,61	0,69
2	4,55	0,00	4,55	45,68	1,19
E	9,05	0,00	9,05	90,81	2,36
F	12,93	0,25	13,18	132,22	3,44
3	13,10	0,25	13,34	133,86	3,49
G	13,10	0,25	13,34	133,86	3,49
H	14,97	0,11	15,08	151,30	3,94
I	15,41	0,22	15,63	156,82	4,08
4	15,39	0,22	15,61	156,57	4,08
J	15,16	0,22	15,39	154,36	4,02
K	14,03	0,00	14,03	140,76	3,66
5	8,22	0,00	8,22	82,50	2,15
L	8,34	0,00	8,34	83,63	2,18
M	3,19	0,00	3,19	31,98	0,83

$$M_q = K_b \cdot (Q_n + Q_v) \cdot r_g = 0,138 \cdot (Q_n + Q_v) \cdot 72,70$$

$$\sigma_q = f_{rr} \cdot \frac{M_q}{W_w} = 0,92 \cdot \frac{M_q}{35,53}$$

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

Locatie	R [m]	Q_r [N/mm ²]	σ_{qr} [N/mm ²]
E	45	0,0035	0,10
F	45	0,0035	0,10
4	45	0,0035	0,10
J	45	0,0035	0,10
K	45	0,0035	0,10

$$\sigma_{qr} = K_{b,ind} \cdot Q_r \cdot D_o \cdot \frac{r_u}{W_w} = 0,083 \cdot Q_r \cdot 160 \cdot \frac{80,00}{35,53}$$

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

$$\sigma_{ax} = \Delta t \cdot \alpha_g \cdot E$$

$$\sigma_{ax} = 10 \cdot 0,00016 \cdot 975 = \mathbf{1,56 \text{ N/mm}^2}$$

7. Toetsing op minimale ringstijfheid S_N

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

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

$$\text{Minimaal vereiste ringstijfheid} = \mathbf{2 \text{ kN/m}^2}$$

8. Toetsing op implosie: berekening van de alzijdige overdruk

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

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

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

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

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

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]
A	1,03	-	0,65	0,67
B	0,90	-	0,65	0,59
C	0,56	-	0,65	0,36
D	0,69	-	0,65	0,45
2	1,19	-	0,65	0,77
E	2,36	0,10	0,65	1,60
F	3,44	0,10	0,65	2,30
3	3,49	-	0,65	2,27
G	3,49	-	0,65	2,27
H	3,94	-	0,65	2,56
I	4,08	-	0,65	2,65
4	4,08	0,10	0,65	2,72
J	4,02	0,10	0,65	2,68
K	3,66	0,10	0,65	2,45
5	2,15	-	0,65	1,40
L	2,18	-	0,65	1,42
M	0,83	-	0,65	0,54

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

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

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

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]
A	0,60	1,56	-	-	2,16
B	0,60	1,56	-	-	2,16
C	0,60	1,56	-	-	2,16
D	0,60	1,56	-	-	2,16
2	0,60	1,56	-	-	2,16
E	0,60	1,56	2,70	0,65	3,92
F	0,60	1,56	2,70	0,65	3,92
3	0,60	1,56	-	-	2,16
G	0,60	1,56	-	-	2,16
H	0,60	1,56	-	-	2,16
I	0,60	1,56	-	-	2,16
4	0,60	1,56	2,70	0,65	3,92
J	0,60	1,56	2,70	0,65	3,92
K	0,60	1,56	2,70	0,65	3,92
5	0,60	1,56	-	-	2,16
L	0,60	1,56	-	-	2,16
M	0,60	1,56	-	-	2,16

Rechte delen: $\sigma_x = \sigma_{pl} + \sigma_{ax}$

Bochten: $\sigma_x = \sigma_{pl} + \alpha_A \cdot \sigma_b + \sigma_{ax}$

Toelaatbare spanning: $\sigma_{td} = \bar{\sigma}_t = \mathbf{8,00}$ 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 [%]
A	3,96	0,00	-	0,52	0,36
B	3,46	0,00	-	0,40	0,28
C	2,13	0,00	-	0,25	0,17
D	2,65	0,00	-	0,31	0,21
2	4,55	0,00	-	0,53	0,36
E	9,05	0,00	0,0035	1,05	0,72
F	12,93	0,25	0,0035	1,52	1,04
3	13,10	0,25	-	1,54	1,06
G	13,10	0,25	-	1,54	1,06
H	14,97	0,11	-	1,75	1,20
I	15,41	0,22	-	1,81	1,24
4	15,39	0,22	0,0035	1,80	1,24
J	15,16	0,22	0,0035	1,78	1,22
K	14,03	0,00	0,0035	1,63	1,12
5	8,22	0,00	-	0,96	0,66
L	8,34	0,00	-	0,97	0,67
M	3,19	0,00	-	0,42	0,29

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

$$\delta_y = \frac{(0,089 \cdot (Q_n + \frac{1}{2} \cdot Q_v) - 0,083 \cdot (1 - \sin \varphi) \cdot (Q_n + \frac{1}{2} \cdot Q_v) + 0,048 \cdot Q_r) \cdot 72,70^3}{350 \cdot 259,34}$$

$$\text{Toelaatbare deflectie} = 8\% \cdot D_g = 0,08 \cdot 145,40 = \mathbf{11,63 \text{ mm}}$$

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]
A	2,50	16,64	11,63	14,14	23,15	0,71
B	3,73	11,67	8,65	10,16	14,72	0,35
C	2,46	6,71	4,97	5,84	9,28	0,35
D	3,07	8,37	6,21	7,29	11,11	0,35
2	5,27	14,37	10,65	12,51	17,68	0,35
E	8,68	33,37	24,74	29,05	38,51	0,35
F	10,52	52,69	39,05	45,87	59,68	0,35
3	10,64	53,42	39,59	46,51	60,47	0,35
G	10,64	53,42	39,59	46,51	60,47	0,35
H	11,40	63,09	46,76	54,93	71,07	0,35
I	11,58	65,38	48,46	56,92	73,58	0,35
4	11,55	65,30	48,40	56,85	73,50	0,35
J	11,44	64,20	47,58	55,89	72,29	0,35
K	10,48	59,68	44,24	51,96	67,34	0,35
5	7,24	32,05	23,75	27,90	37,05	0,35
L	5,68	33,89	25,12	29,51	39,07	0,35
M	1,83	13,98	9,78	11,88	20,22	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]
A	0,013	1,25	0,0220	0,02482	0,00	0,11
B	0,013	1,87	0,0358	0,04039	0,00	0,08
C	0,0098	1,23	0,0466	0,05257	0,01	0,08
D	0,011	1,54	0,0527	0,05945	0,01	0,09
2	0,015	2,64	0,0599	0,06758	0,01	0,11
E	0,027	4,34	0,0771	0,08698	0,01	0,17
F	0,039	5,26	0,0812	0,09161	0,01	0,20
3	0,040	5,32	0,0820	0,09251	0,01	0,21
G	0,040	5,32	0,0820	0,09251	0,01	0,21
H	0,046	5,70	0,0820	0,09251	0,01	0,22
I	0,048	5,79	0,0820	0,09251	0,02	0,23
4	0,047	5,78	0,0817	0,09217	0,02	0,23
J	0,047	5,72	0,0814	0,09183	0,02	0,22
K	0,044	5,24	0,0737	0,08314	0,02	0,21
5	0,026	3,62	0,0601	0,06780	0,02	0,15
L	0,027	2,84	0,0528	0,05957	0,02	0,14
M	0,012	0,92	0,0143	0,01613	0,03	0,10

$$Q = \frac{\sigma'_0 \cdot \sin(\varphi) + c \cdot \cos(\varphi)}{G}$$

$$R_{p,max} = \frac{H}{2}, R_{p,max,zand} = \sqrt{\frac{R_0^2}{Q} \cdot 2 \cdot \varepsilon_{g,max}} \text{ of } \frac{H}{2}$$

$$u = \gamma_w \cdot H_n$$

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

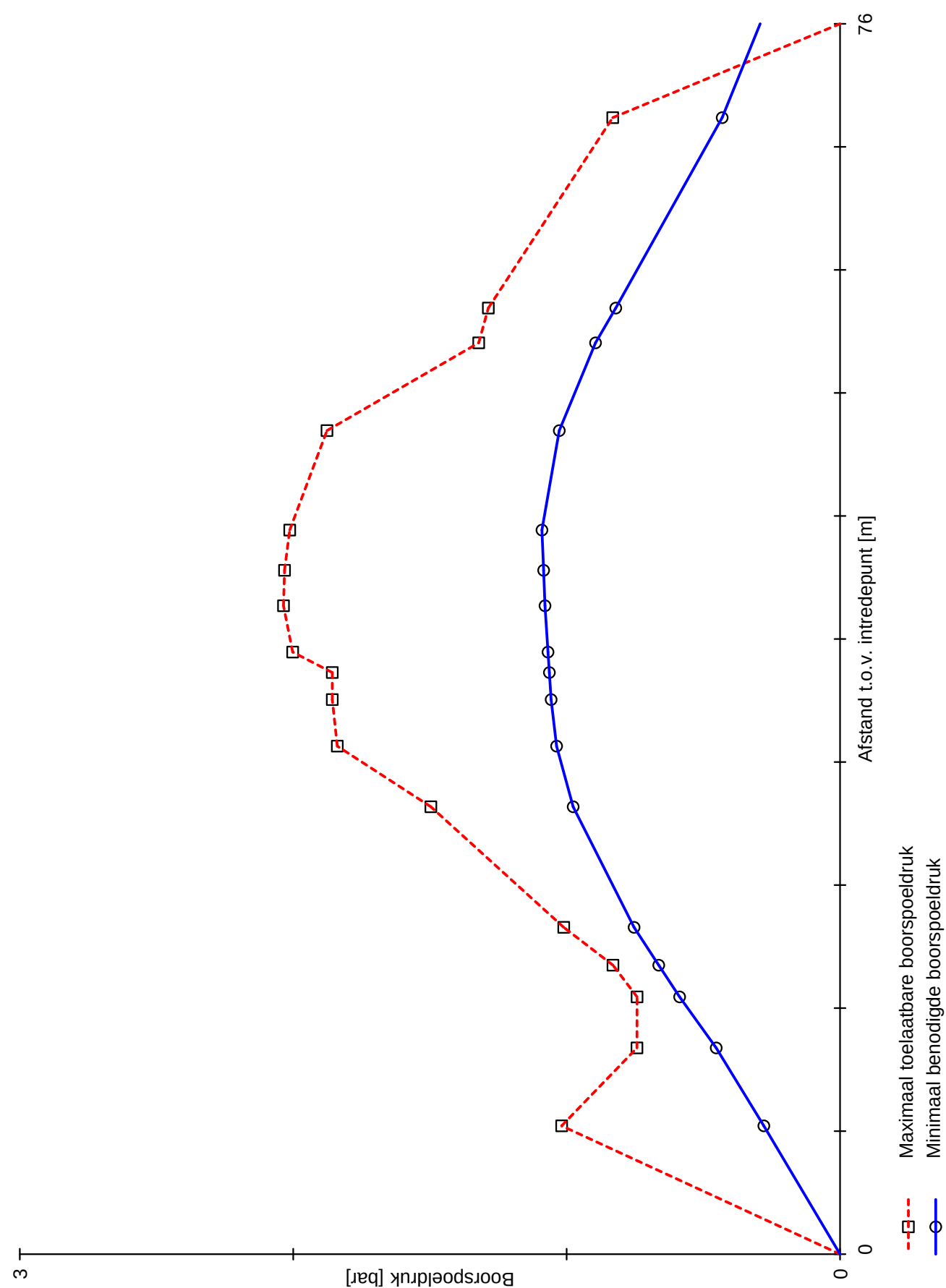
$$\Delta p = 4 \cdot \frac{\tau_y}{D_g - D_b} \cdot L$$

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

Locatie	p _{max} [kPa]	90% p _{lim} [kPa]	p _{min} [kPa]	p _{max} [bar]	90% p _{lim} [bar]	p _{min} [bar]
A	102,76	101,82	27,87	1,03	1,02	0,28
B	80,14	74,27	45,28	0,80	0,74	0,45
C	77,79	74,22	58,68	0,78	0,74	0,59
D	88,94	83,05	66,31	0,89	0,83	0,66
2	111,04	101,05	75,33	1,11	1,01	0,75
E	165,85	149,65	97,60	1,66	1,50	0,98
F	204,04	183,88	103,67	2,04	1,84	1,04
3	206,07	185,70	105,67	2,06	1,86	1,06
G	206,07	185,70	106,32	2,06	1,86	1,06
H	222,20	200,18	106,80	2,22	2,00	1,07
I	225,96	203,55	107,90	2,26	2,04	1,08
4	225,52	203,16	108,40	2,26	2,03	1,08
J	223,42	201,28	109,02	2,23	2,01	1,09
K	208,24	187,66	102,70	2,08	1,88	1,03
5	146,23	132,15	89,44	1,46	1,32	0,89
L	141,95	128,63	82,03	1,42	1,29	0,82
M	83,14	89,27	43,11	0,83	0,89	0,43

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

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

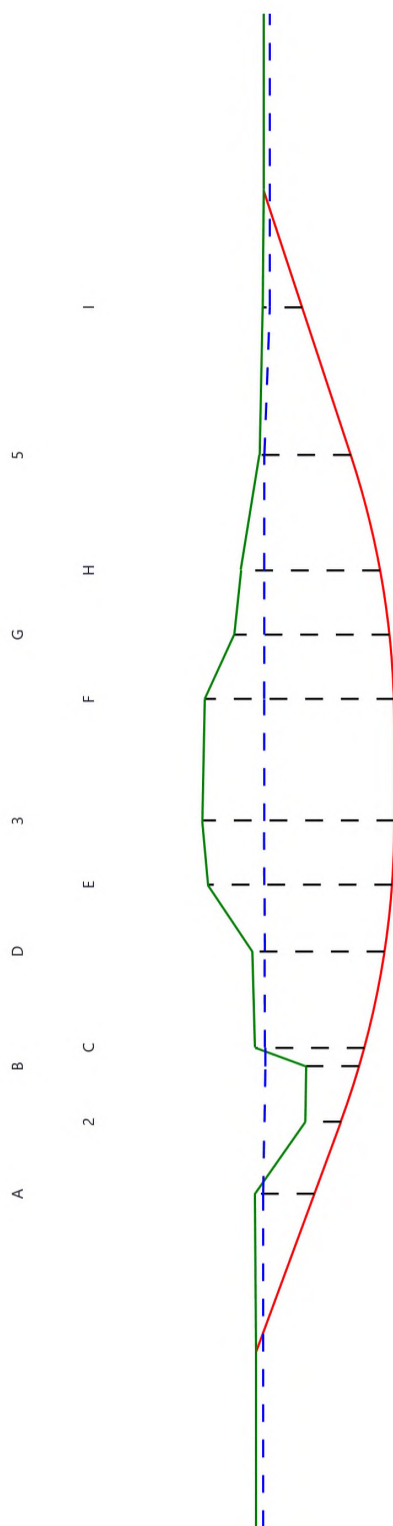


Sterkteberekening van een horizontaal gestuurde boring conform NEN 3650/3651:2020		Sigma 2020 1.0 ©	
Algemene gegevens			
Naam van het project : EN11411 Projectonderdeel : 2593-0920-01 HDD2			
Materiaalgegevens			
Materiaalsoort:	PE		
Kwaliteit:	PE 100 SDR 11		
Lange-duur treksterkte	MRS	= 10	N/mm ²
Materiaalfactor	γ_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	α_g	= 16,0·10 ⁻⁵	mm/(mm·K)
Alfa Tangentieel / Alfa Axiaal	α_σ	= 0,65	-
Soortelijk gewicht buis	ρ_L	= 9,55	kN/m ³
Toelaatbare deflectie	δ	= 8	%
Leidinggegevens			
Uitwendige middellijn	D _e	= 160,00	mm
Wanddikte	d _n	= 14,6	mm
Procesgegevens			
Soort leiding (Vloeistof / Gas / Drukloos)		= Vloeistof	
Ontwerpdruk	p _d	= 0,3	N/mm ²
Volumieke massa medium	ρ	= 1000	kg/m ³
Temperatuurverschil	Δt	= 10	°
Uitvoeringsaspecten, tracé boring, in- en uittredehoeken, onzekerheids- en wrijvingsfactoren			
Percentage omtrek in aanraking met bentoniet		= 100	%
Soortelijk gewicht boorvloeistof	ρ_m	= 11,5	kN/m ³
Zwichtspanning boorvloeistof	τ_y	= 15	Pa
Leiding wordt niet verzwaard t.p.v. rollenbaan			
Leiding wordt niet verzwaard t.p.v. boorgang			
Diameter boorkop/ruimer ivm boorspoeldruk	D _g	= 210	mm
Diameter boorstang	D _b	= 53	mm
Totale lengte	L	= 68,23	m
Lengte 1e rechte deel	L ₁	= 13,91	m
Lengte neergaande bocht	L ₂	= 17,45	m
Lengte 2e rechte deel	L ₃	= 5,31	m
Lengte opgaande bocht	L ₄	= 15,71	m
Lengte 3e rechte deel	L ₅	= 15,85	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	= 20,00 / 36,4	° / %
Uittrede-hoek (bij rollenbaan)	α_2	= 18,00 / 32,49	° / %
Belastinghoek	α	= 180	°
Ondersteuningshoek	β	= 120	°
Horizontale steundrukhoek	γ	= 120	°
Geen grondmechanisch onderzoek uitgevoerd	γ	= 1,1	
Totaalfactor bij normale boring	f	= 1,4	
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	
		13-11-2020 09:47:25	

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 [°]
A	9,55	3,33	0,47	Klei	17,00	17,00	17,50
2	13,91	1,99	-2,30	Veen	14,00	14,00	15,00
B	17,06	2,97	-2,30	Veen	14,00	14,00	15,00
C	18,13	6,13	0,56	Veen	14,00	14,00	15,00
D	23,65	7,41	0,69	Veen	14,00	14,00	15,00
E	27,54	10,33	3,17	Veen	14,00	14,00	15,00
3	31,36	10,79	3,48	Veen	14,00	14,00	15,00
F	38,26	10,63	3,34	Veen	14,00	14,00	15,00
G	41,94	8,72	1,69	Veen	14,00	14,00	15,00
H	45,64	7,81	1,30	Veen	14,00	14,00	15,00
5	52,38	5,12	0,26	Veen	14,00	14,00	15,00
I	61,23	2,22	0,40	Klei	17,00	17,00	17,50

Locatie	Gereduceerde grondbelasting	Gemiddelde verticale beddingconstante [N/mm ³]	Effectieve cohesie [kN/m ²]	E-modulus ondergrond [MN/m ²]	Verkeersbelasting
A	Geen	-	5,00	2,00	Geen
2	Geen	-	2,00	1,00	Geen
B	Geen	0,0070	2,00	1,00	Geen
C	Geen	0,0070	2,00	1,00	Geen
D	Geen	0,0070	2,00	1,00	Geen
E	Geen	0,0070	2,00	1,00	Grafiek II
3	Geen	0,0070	2,00	1,00	Grafiek II
F	Geen	0,0070	2,00	1,00	Grafiek ½ x II
G	Geen	0,0070	2,00	1,00	Geen
H	Geen	0,0070	2,00	1,00	Geen
5	Geen	-	2,00	1,00	Geen
I	Geen	-	5,00	2,00	Geen



* 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**

Trekkracht T_1 tijdens verschillende stadia [N]	L [m]	T_1 [N]
Starten met trekken	68,23	608
Na 1 ^e deel intrekken	52,38	467
Na 2 ^e deel intrekken	36,67	327
Na 3 ^e deel intrekken	31,36	280
Na 4 ^e deel intrekken	13,91	124

$$T_1 = f \cdot L \cdot g_{rol} \cdot f_1 = 1,4 \cdot L \cdot 0,0637 \cdot 0,1$$

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	608	0,09
Na 1 ^e deel intrekken	467	0,07
Na 2 ^e deel intrekken	327	0,05
Na 3 ^e deel intrekken	280	0,04
Na 4 ^e deel intrekken	124	0,02

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

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

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

$$M_b = 1,1 \cdot 975 \cdot \frac{17.801.758}{50.000} = 381.847,71 \text{ Nmm}$$

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

$$\sigma_b = \frac{381.847,71}{222.522} = 1,72 \text{ N/mm}^2$$

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	0,09	1,21
Na 1 ^e deel intrekken	0,07	1,19
Na 2 ^e deel intrekken	0,05	1,16
Na 3 ^e deel intrekken	0,04	1,16
Na 4 ^e deel intrekken	0,02	1,13

$$\sigma_a = \alpha_{\sigma} \cdot \sigma_b + \sigma_t = 0,65 \cdot 1,72 + \sigma_t$$

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	15,85	1.301	-
2 ^e deel intrekken	31,56	-	2.591
3 ^e deel intrekken	36,87	3.027	-
4 ^e deel intrekken	54,32	-	4.459
Geheel ingetrokken	68,23	5.601	-

Rechte delen: $T_2 = f \cdot L \cdot (D_{e,omtr} \cdot f_2 + g_{eff} \cdot f_3) = 1,4 \cdot L \cdot (502,65 \cdot 0,00005 + 0,168 \cdot 0,2)$

Gebogen delen: $T_{3a} = f \cdot L_B \cdot (D_{e,omtr} \cdot f_2 + g_{eff} \cdot f_3) = 1,4 \cdot L \cdot (502,65 \cdot 0,00005 + 0,168 \cdot 0,2)$

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]
B	0,0020	50	0,0031	438
C	0,0020	50	0,0031	438
D	0,0020	50	0,0031	438
E	0,0020	50	0,0031	438
3	0,0020	50	0,0031	438
F	0,0020	50	0,0031	438
G	0,0020	50	0,0031	438
H	0,0020	50	0,0031	438

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

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

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

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

Trekracht 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	327	2.591	438	-	3.356
Opgaande bocht	124	4.459	438	438	5.459

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

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

Trekracht T_{3c} tijdens verschillende stadia [N]	α [°]	T_{bocht} [N]	T_{3c} [N]
Neergaande bocht	10,00	3.356	326
Opgaande bocht	9,00	5.459	531

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

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

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

$$\rightarrow T_{3c} = f \cdot 2 \cdot T_{\text{bocht}} \cdot \sin(\alpha) \cdot f_3 = 1,4 \cdot 2 \cdot T_{\text{bocht}} \cdot \sin(\alpha) \cdot 0,2$$

5.5 Totalisatie van de trekkrachten in fase II

Trekracht 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	467	1.301	-	-	-	-	1.768
2 ^e deel intrekken	327	2.591	438	326	-	-	3.682
3 ^e deel intrekken	280	3.027	438	326	-	-	4.071
4 ^e deel intrekken	124	4.459	438	326	438	531	6.264
Geheel intrekken	0	5.601	438	326	438	531	7.282

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

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	1.768	0,27
2 ^e deel intrekken	3.682	0,55
3 ^e deel intrekken	4.071	0,61
4 ^e deel intrekken	6.264	0,94
Geheel intrekken	7.282	1,09

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

*5.7 Optredende spanningen t.g.v. kromming van de leiding in het boorgat*5.7.1 Neergaande bocht

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

$$M_b = 1,4 \cdot 975 \cdot \frac{17.801.758,07}{0,9 \cdot 50.000} = 539.986,66 \text{ Nmm}$$

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

$$\sigma_b = \frac{539.986,66}{222.521,98} = \mathbf{2,43 \text{ N/mm}^2}$$

5.7.2 Opgaande bocht

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

$$M_b = 1,4 \cdot 975 \cdot \frac{17.801.758,07}{0,9 \cdot 50.000} = 539.986,66 \text{ Nmm}$$

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

$$\sigma_b = \frac{539.986,66}{222.521,98} = \mathbf{2,43 \text{ N/mm}^2}$$

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	1.768	0,27	-	0,27
Na 1 ^e deel intrekken	3.682	0,55	2,43	2,13
Na 2 ^e deel intrekken	4.071	0,61	-	0,61
Na 3 ^e deel intrekken	6.264	0,94	2,43	2,52
Na 4 ^e deel intrekken	7.282	1,09	-	1,09

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

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

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

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

$$D_g/d_n = 145,40/14,60 = 9,96 \rightarrow D_g/d_n \leq 20 \rightarrow \text{Dikwandige leiding}$$

$$\sigma_p = \frac{r_e^2 + r_i^2}{r_e^2 - r_i^2} \cdot p_d$$

$$\sigma_p = \frac{80,00^2 + 65,40^2}{80,00^2 - 65,40^2} \cdot 0,3 = 1,51 \text{ N/mm}^2$$

$$\sigma_{y1} = \sigma_p = 1,51 \text{ N/mm}^2$$

$$\sigma_{pl} = \nu \cdot \sigma_p = 0,4 \cdot 1,51 = 0,60 \text{ N/mm}^2$$

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

6.2 Berekening reroundingfactor f_{rr}

$$f_{rr} = 1 / \left(1 + \frac{2 \cdot p_d \cdot r_g^3 \cdot k_y}{E \cdot I_w} \right)$$

$$f_{rr} = 1 / \left(1 + \frac{2 \cdot 0,3 \cdot 72,7^3 \cdot 0,089}{975 \cdot 259,34} \right) = 0,92$$

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]
A	3,33	0,47	Klei	8,79	53,48	62,27	5,39
2	1,99	-2,30	Veen	0,00	30,65	30,65	1,72
B	2,97	-2,30	Veen	0,00	45,74	45,74	2,57
C	6,13	0,56	Veen	8,62	85,78	94,40	6,19
D	7,41	0,69	Veen	10,63	103,49	114,11	7,51
E	10,33	3,17	Veen	48,82	110,26	159,08	14,00
3	10,79	3,48	Veen	53,59	112,57	166,17	14,89
F	10,63	3,34	Veen	51,44	112,27	163,70	14,53
G	8,72	1,69	Veen	26,03	108,26	134,29	10,24
H	7,81	1,30	Veen	20,02	100,25	120,27	8,83
5	5,12	0,26	Veen	4,00	74,84	78,85	4,84
I	2,22	0,40	Klei	7,48	34,03	41,51	3,73

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

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]
A	3,33	Geen	0,00	0,00
2	1,99	Geen	0,00	0,00
B	2,97	Geen	0,00	0,00
C	6,13	Geen	0,00	0,00
D	7,41	Geen	0,00	0,00
E	10,33	Grafiek II	1,60	0,26
3	10,79	Grafiek II	1,51	0,24
F	10,63	Grafiek ½ x II	0,77	0,12
G	8,72	Geen	0,00	0,00
H	7,81	Geen	0,00	0,00
5	5,12	Geen	0,00	0,00
I	2,22	Geen	0,00	0,00

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

6.5 Momenten en spanningen t.g.v. bovenbelastingen

Locatie	Q_n [N/mm ¹]	Q_v [N/mm ¹]	Q_{boven} [N/mm ¹]	M_q [Nmm]	σ_q [N/mm ²]
A	5,39	0,00	5,39	54,05	1,41
2	1,72	0,00	1,72	17,25	0,45
B	2,57	0,00	2,57	25,74	0,67
C	6,19	0,00	6,19	62,13	1,62
D	7,51	0,00	7,51	75,31	1,96
E	14,00	0,26	14,25	143,00	3,72
3	14,89	0,24	15,13	151,81	3,95
F	14,53	0,12	14,65	146,99	3,83
G	10,24	0,00	10,24	102,71	2,67
H	8,83	0,00	8,83	88,57	2,31
5	4,84	0,00	4,84	48,55	1,26
I	3,73	0,00	3,73	37,42	0,97

$$M_q = K_b \cdot (Q_n + Q_v) \cdot r_g = 0,138 \cdot (Q_n + Q_v) \cdot 72,70$$

$$\sigma_q = f_{rr} \cdot \frac{M_q}{W_w} = 0,92 \cdot \frac{M_q}{35,53}$$

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

Locatie	R [m]	Q_r [N/mm ²]	σ_{qr} [N/mm ²]
B	50	0,0031	0,093
C	50	0,0031	0,093
D	50	0,0031	0,093
E	50	0,0031	0,093
3	50	0,0031	0,093
F	50	0,0031	0,093
G	50	0,0031	0,093
H	50	0,0031	0,093

$$\sigma_{qr} = K_{b,ind} \cdot Q_r \cdot D_o \cdot \frac{r_u}{W_w} = 0,083 \cdot Q_r \cdot 160 \cdot \frac{80,00}{35,53}$$

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

$$\sigma_{ax} = \Delta t \cdot \alpha_g \cdot E$$

$$\sigma_{ax} = 10 \cdot 0,00016 \cdot 975 = 1,56 \text{ N/mm}^2$$

7. Toetsing op minimale ringstijfheid S_N

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

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

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]
A	1,41	-	0,65	0,91
2	0,45	-	0,65	0,29
B	0,67	0,093	0,65	0,50
C	1,62	0,093	0,65	1,11
D	1,96	0,093	0,65	1,34
E	3,72	0,093	0,65	2,48
3	3,95	0,093	0,65	2,63
F	3,83	0,093	0,65	2,55
G	2,67	0,093	0,65	1,80
H	2,31	0,093	0,65	1,56
5	1,26	-	0,65	0,82
I	0,97	-	0,65	0,63

Rechte delen: $\sigma_{y2} = \alpha_\sigma \cdot \sigma_q$ Bochten: $\sigma_{y2} = \alpha_\sigma \cdot (\sigma_q + \sigma_{qr})$ Toelaatbare spanning: $\sigma_{ld} = \bar{\sigma}_t = \mathbf{8,00 \text{ N/mm}^2}$ *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]
A	0,60	1,56	-	-	2,16
2	0,60	1,56	-	-	2,16
B	0,60	1,56	2,43	0,65	3,74
C	0,60	1,56	2,43	0,65	3,74
D	0,60	1,56	2,43	0,65	3,74
E	0,60	1,56	2,43	0,65	3,74
3	0,60	1,56	2,43	0,65	3,74
F	0,60	1,56	2,43	0,65	3,74
G	0,60	1,56	2,43	0,65	3,74
H	0,60	1,56	2,43	0,65	3,74
5	0,60	1,56	-	-	2,16
I	0,60	1,56	-	-	2,16

Rechte delen: $\sigma_x = \sigma_{pl} + \sigma_{ax}$ Bochten: $\sigma_x = \sigma_{pl} + \alpha_A \cdot \sigma_b + \sigma_{ax}$ Toelaatbare spanning: $\sigma_{ld} = \bar{\sigma}_t = \mathbf{8,00 \text{ N/mm}^2}$

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 [%]
A	5,39	0,00	-	0,71	0,49
2	1,72	0,00	-	0,20	0,14
B	2,57	0,00	0,0031	0,30	0,21
C	6,19	0,00	0,0031	0,72	0,50
D	7,51	0,00	0,0031	0,87	0,60
E	14,00	0,26	0,0031	1,64	1,13
3	14,89	0,24	0,0031	1,75	1,20
F	14,53	0,12	0,0031	1,70	1,17
G	10,24	0,00	0,0031	1,19	0,82
H	8,83	0,00	0,0031	1,03	0,71
5	4,84	0,00	-	0,56	0,39
I	3,73	0,00	-	0,49	0,34

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

$$\delta_y = \frac{(0,089 \cdot (Q_n + \frac{1}{2} \cdot Q_v) - 0,083 \cdot (1 - \sin \varphi) \cdot (Q_n + \frac{1}{2} \cdot Q_v) + 0,048 \cdot Q_r) \cdot 72,70^3}{350 \cdot 259,34}$$

$$\text{Toelaatbare deflectie} = 8\% \cdot D_g = 0,08 \cdot 145,40 = \mathbf{11,63 \text{ mm}}$$

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]
A	3,33	22,86	15,99	19,43	30,04	0,71
2	1,99	5,43	4,02	4,72	7,88	0,35
B	2,97	8,10	6,00	7,05	10,81	0,35
C	6,13	22,32	16,54	19,43	26,39	0,35
D	7,41	27,11	20,09	23,60	31,64	0,35
E	10,33	59,87	44,38	52,12	67,55	0,35
3	10,79	64,23	47,60	55,92	72,32	0,35
F	10,63	62,39	46,24	54,32	70,31	0,35
G	8,72	40,68	30,15	35,42	46,52	0,35
H	7,81	34,30	25,42	29,86	39,52	0,35
5	5,12	16,56	12,28	14,42	20,08	0,35
I	2,22	16,11	11,26	13,69	22,57	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 [-]	$R_{p,\text{max}}$ [m]	u [N/mm ²]	p_{st} [N/mm ²]	Δp [N/mm ²]	p_{lim} [N/mm ²]
A	0,015	1,67	0,0286	0,03227	0,00	0,13
2	0,0090	1,00	0,0429	0,04840	0,01	0,08
B	0,011	1,49	0,0527	0,05945	0,01	0,09
C	0,020	3,07	0,0557	0,06284	0,01	0,12
D	0,023	3,71	0,0672	0,07581	0,01	0,14
E	0,044	5,17	0,0716	0,08078	0,01	0,21
3	0,047	5,40	0,0731	0,08247	0,01	0,22
F	0,046	5,32	0,0729	0,08224	0,01	0,21
G	0,032	4,36	0,0703	0,07931	0,02	0,17
H	0,028	3,91	0,0651	0,07344	0,02	0,16
5	0,016	2,56	0,0486	0,05483	0,02	0,11
I	0,013	1,11	0,0182	0,02053	0,02	0,11

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

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

$$u = \gamma_w \cdot H_n$$

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

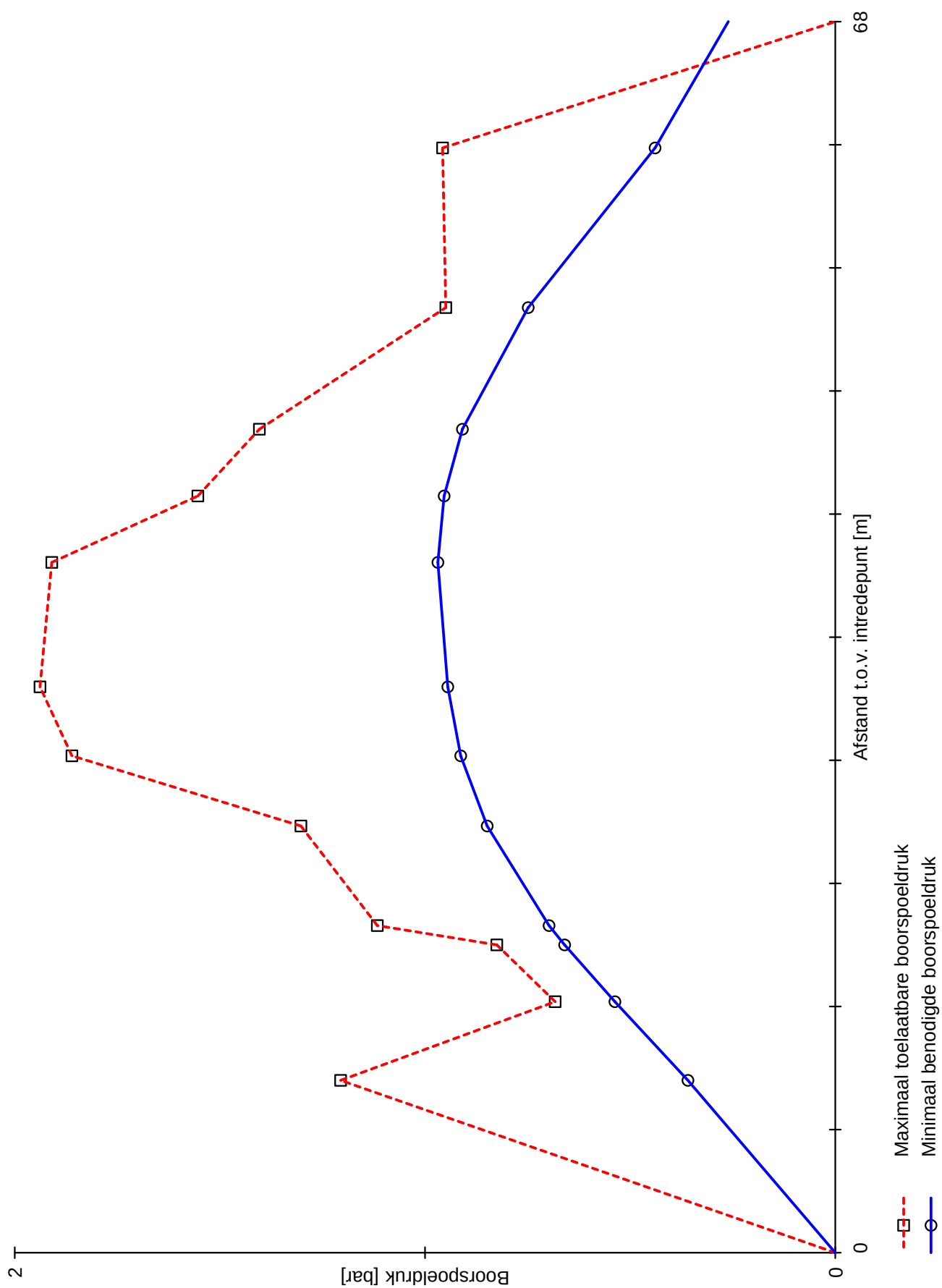
$$\Delta p = 4 \cdot \frac{\tau_y}{D_g - D_b} \cdot L$$

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

Locatie	p _{max} [kPa]	90% p _{lim} [kPa]	p _{min} [kPa]	p _{max} [bar]	90% p _{lim} [bar]	p _{min} [bar]
A	127,54	120,57	35,91	1,28	1,21	0,36
2	69,69	68,27	53,71	0,70	0,68	0,54
B	88,16	82,51	65,97	0,88	0,83	0,66
C	123,14	111,62	69,77	1,23	1,12	0,70
D	144,12	130,25	84,85	1,44	1,30	0,85
E	206,45	186,05	91,30	2,06	1,86	0,91
3	215,14	193,85	94,45	2,15	1,94	0,94
F	211,92	190,96	96,86	2,12	1,91	0,97
G	172,22	155,37	95,34	1,72	1,55	0,95
H	155,45	140,37	90,88	1,55	1,40	0,91
5	104,18	94,93	74,85	1,04	0,95	0,75
I	95,72	97,29	43,93	0,96	0,97	0,44

$$p_{\max} = (p'_f + c \cdot \cot(\varphi)) \cdot \left(\frac{R_0^2}{R_{p,\max}} + Q \right)^{\frac{-\sin \varphi}{1 + \sin \varphi}} - c \cdot \cot(\varphi) + u$$

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

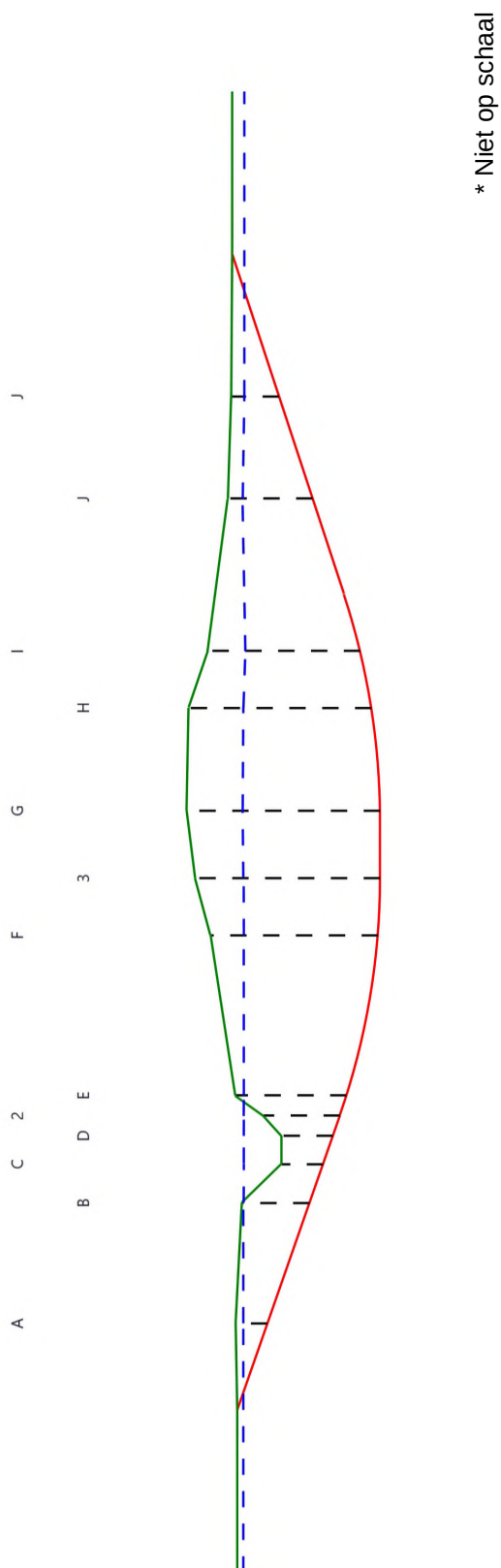


Sterkteberekening van een horizontaal gestuurde boring conform NEN 3650/3651:2020		Sigma 2020 1.0 ©	
Algemene gegevens			
Naam van het project : EN11412 Projectonderdeel : 2593-0920-01 HDD3			
Materiaalgegevens			
Materiaalsoort:	PE		
Kwaliteit:	PE 100 SDR 11		
Lange-duur treksterkte	MRS	= 10	N/mm ²
Materiaalfactor	γ_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	α_g	= 16,0·10 ⁻⁵	mm/(mm·K)
Alfa Tangentieel / Alfa Axiaal	α_σ	= 0,65	-
Soortelijk gewicht buis	ρ_L	= 9,55	kN/m ³
Toelaatbare deflectie	δ	= 8	%
Leidinggegevens			
Uitwendige middellijn	D _e	= 160,00	mm
Wanddikte	d _n	= 14,6	mm
Procesgegevens			
Soort leiding (Vloeistof / Gas / Drukloos)		= Vloeistof	
Ontwerpdruk	p _d	= 0,3	N/mm ²
Volumieke massa medium	ρ	= 1000	kg/m ³
Temperatuurverschil	Δt	= 10	°
Uitvoeringsaspecten, tracé boring, in- en uittredehoeken, onzekerheids- en wrijvingsfactoren			
Percentage omtrek in aanraking met bentoniet		= 100	%
Soortelijk gewicht boorvloeistof	ρ_m	= 11,5	kN/m ³
Zwichtspanning boorvloeistof	τ_y	= 15	Pa
Leiding wordt niet verzwaard t.p.v. rollenbaan			
Leiding wordt niet verzwaard t.p.v. boorgang			
Diameter boorkop/ruimer ivm boorspoeldruk	D _g	= 210	mm
Diameter boorstang	D _b	= 53	mm
Totale lengte	L	= 73,89	m
Lengte 1e rechte deel	L ₁	= 19,19	m
Lengte neergaande bocht	L ₂	= 14,92	m
Lengte 2e rechte deel	L ₃	= 3,59	m
Lengte opgaande bocht	L ₄	= 14,14	m
Lengte 3e rechte deel	L ₅	= 22,05	m
Straal maaiveld/rollenbaan	R _r	= 50,00	m
Straal neergaande bocht	R ₁	= 45,00	m
Straal opgaande bocht	R ₂	= 45,00	m
Intrede-hoek (bij boorstelling)	α_1	= 19,00 / 34,43	° / %
Uittrede-hoek (bij rollenbaan)	α_2	= 18,00 / 32,49	° / %
Belastinghoek	α	= 180	°
Ondersteuningshoek	β	= 120	°
Horizontale steundrukhoek	γ	= 120	°
Geen grondmechanisch onderzoek uitgevoerd	γ	= 1,1	
Totaalfactor bij normale boring	f	= 1,4	
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	
		13-11-2020 10:27:24	

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 [°]
A	5,66	1,94	0,48	Klei	17,00	17,00	17,50
B	13,52	4,12	0,10	Veen	14,00	14,00	15,00
C	16,04	2,53	-2,30	Veen	14,00	14,00	15,00
D	17,89	3,13	-2,30	Veen	14,00	14,00	15,00
2	19,19	4,65	-1,20	Veen	14,00	14,00	15,00
E	20,44	6,79	0,54	Veen	14,00	14,00	15,00
F	30,43	10,19	2,03	Veen	14,00	14,00	15,00
3	34,11	11,27	2,96	Veen	14,00	14,00	15,00
G	38,27	11,78	3,43	Veen	14,00	14,00	15,00
H	44,64	11,13	3,35	Veen	14,00	14,00	15,00
I	48,19	9,28	2,30	Veen	14,00	14,00	15,00
J	58,02	5,16	0,90	Veen	14,00	14,00	15,00
J	64,66	2,91	0,80	Klei	17,00	17,00	17,50

Locatie	Gereduceerde grondbelasting	Gemiddelde verticale beddingconstante [N/mm ³]	Effectieve cohesie [kN/m ²]	E-modulus ondergrond [MN/m ²]	Verkeersbelasting
A	Geen	-	5,00	2,00	Geen
B	Geen	-	2,00	1,00	Geen
C	Geen	-	2,00	1,00	Geen
D	Geen	-	2,00	1,00	Geen
2	Geen	-	2,00	1,00	Geen
E	Geen	0,0070	2,00	1,00	Geen
F	Geen	0,0070	2,00	1,00	Geen
3	Geen	0,0070	2,00	1,00	Geen
G	Geen	0,0070	2,00	1,00	Grafiek II
H	Geen	0,0070	2,00	1,00	Grafiek II
I	Geen	0,0070	2,00	1,00	Geen
J	Geen	-	2,00	1,00	Geen
J	Geen	-	5,00	2,00	Geen



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**

Trekkracht T_1 tijdens verschillende stadia [N]	L [m]	T_1 [N]
Starten met trekken	73,89	659
Na 1 ^e deel intrekken	51,84	462
Na 2 ^e deel intrekken	37,70	336
Na 3 ^e deel intrekken	34,11	304
Na 4 ^e deel intrekken	19,19	171

$$T_1 = f \cdot L \cdot g_{rol} \cdot f_1 = 1,4 \cdot L \cdot 0,0637 \cdot 0,1$$

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	659	0,10
Na 1 ^e deel intrekken	462	0,07
Na 2 ^e deel intrekken	336	0,05
Na 3 ^e deel intrekken	304	0,05
Na 4 ^e deel intrekken	171	0,03

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

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

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

$$M_b = 1,1 \cdot 975 \cdot \frac{17.801.758}{50.000} = 381.847,71 \text{ Nmm}$$

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

$$\sigma_b = \frac{381.847,71}{222.522} = 1,72 \text{ N/mm}^2$$

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	0,10	1,21
Na 1 ^e deel intrekken	0,07	1,18
Na 2 ^e deel intrekken	0,05	1,17
Na 3 ^e deel intrekken	0,05	1,16
Na 4 ^e deel intrekken	0,03	1,14

$$\sigma_a = \alpha_{\sigma} \cdot \sigma_b + \sigma_t = 0,65 \cdot 1,72 + \sigma_t$$

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	22,05	1.810	-
2 ^e deel intrekken	36,19	-	2.971
3 ^e deel intrekken	39,78	3.266	-
4 ^e deel intrekken	54,70	-	4.491
Geheel ingetrokken	73,89	6.066	-

Rechte delen: $T_2 = f \cdot L \cdot (D_{e,omtr} \cdot f_2 + g_{eff} \cdot f_3) = 1,4 \cdot L \cdot (502,65 \cdot 0,00005 + 0,168 \cdot 0,2)$

Gebogen delen: $T_{3a} = f \cdot L_B \cdot (D_{e,omtr} \cdot f_2 + g_{eff} \cdot f_3) = 1,4 \cdot L \cdot (502,65 \cdot 0,00005 + 0,168 \cdot 0,2)$

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]
E	0,0020	45,0	0,0035	487
F	0,0020	45,0	0,0035	487
3	0,0020	45,0	0,0035	487
G	0,0020	45	0,0035	487
H	0,0020	45	0,0035	487
I	0,0020	45	0,0035	487

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

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

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

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	336	2.971	487	-	3.794
Opgaande bocht	171	4.491	487	487	5.635

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	9,50	3.794	351
Opgaande bocht	9,00	5.635	521

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

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

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

$$\rightarrow T_{3c} = f \cdot 2 \cdot T_{\text{bocht}} \cdot \sin(\alpha) \cdot f_3 = 1,4 \cdot 2 \cdot T_{\text{bocht}} \cdot \sin(\alpha) \cdot 0,2$$

5.5 Totalisatie van de trekkrachten 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	462	1.810	-	-	-	-	2.272
2 ^e deel intrekken	336	2.971	487	351	-	-	4.144
3 ^e deel intrekken	304	3.266	487	351	-	-	4.407
4 ^e deel intrekken	171	4.491	487	351	487	521	6.479
Geheel intrekken	0	6.066	487	351	487	521	7.883

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

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

Spanningen σ_t tijdens verschillende stadia [N/mm²]	T_{tot} [N]	σ_t [N/mm²]
1 ^e deel intrekken	2.272	0,34
2 ^e deel intrekken	4.144	0,62
3 ^e deel intrekken	4.407	0,66
4 ^e deel intrekken	6.479	0,97
Geheel intrekken	7.883	1,18

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

*5.7 Optredende spanningen t.g.v. kromming van de leiding in het boorgat*5.7.1 Neergaande bocht

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

$$M_b = 1,4 \cdot 975 \cdot \frac{17.801.758,07}{0,9 \cdot 45.000} = 599.985,18 \text{ Nmm}$$

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

$$\sigma_b = \frac{599.985,18}{222.521,98} = \mathbf{2,70 \text{ N/mm}^2}$$

5.7.2 Opgaande bocht

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

$$M_b = 1,4 \cdot 975 \cdot \frac{17.801.758,07}{0,9 \cdot 45.000} = 599.985,18 \text{ Nmm}$$

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

$$\sigma_b = \frac{599.985,18}{222.521,98} = \mathbf{2,70 \text{ N/mm}^2}$$

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	2.272	0,34	-	0,34
Na 1 ^e deel intrekken	4.144	0,62	2,70	2,37
Na 2 ^e deel intrekken	4.407	0,66	-	0,66
Na 3 ^e deel intrekken	6.479	0,97	2,70	2,72
Na 4 ^e deel intrekken	7.883	1,18	-	1,18

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

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

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

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

$$D_g/d_n = 145,40/14,60 = 9,96 \rightarrow D_g/d_n \leq 20 \rightarrow \text{Dikwandige leiding}$$

$$\sigma_p = \frac{r_e^2 + r_i^2}{r_e^2 - r_i^2} \cdot p_d$$

$$\sigma_p = \frac{80,00^2 + 65,40^2}{80,00^2 - 65,40^2} \cdot 0,3 = 1,51 \text{ N/mm}^2$$

$$\sigma_{y1} = \sigma_p = 1,51 \text{ N/mm}^2$$

$$\sigma_{pl} = \nu \cdot \sigma_p = 0,4 \cdot 1,51 = 0,60 \text{ N/mm}^2$$

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

6.2 Berekening reroundingfactor f_{rr}

$$f_{rr} = 1 / \left(1 + \frac{2 \cdot p_d \cdot r_g^3 \cdot k_y}{E \cdot I_w} \right)$$

$$f_{rr} = 1 / \left(1 + \frac{2 \cdot 0,3 \cdot 72,7^3 \cdot 0,089}{975 \cdot 259,34} \right) = 0,92$$

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]
A	1,94	0,48	Klei	8,98	27,30	36,28	3,47
B	4,12	0,10	Veen	1,54	61,91	63,45	3,72
C	2,53	-2,30	Veen	0,00	38,96	38,96	2,19
D	3,13	-2,30	Veen	0,00	48,20	48,20	2,70
2	4,65	-1,20	Veen	0,00	71,61	71,61	4,02
E	6,79	0,54	Veen	8,32	96,25	104,57	6,73
F	10,19	2,03	Veen	31,26	125,66	156,93	12,05
3	11,27	2,96	Veen	45,58	127,97	173,56	14,47
G	11,78	3,43	Veen	52,82	128,59	181,41	15,67
H	11,13	3,35	Veen	51,59	119,81	171,40	14,98
I	9,28	2,30	Veen	35,42	107,49	142,91	11,70
J	5,16	0,90	Veen	13,86	65,60	79,46	5,90
J	2,91	0,80	Klei	14,96	39,46	54,42	5,33

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

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]
A	1,94	Geen	0,00	0,00
B	4,12	Geen	0,00	0,00
C	2,53	Geen	0,00	0,00
D	3,13	Geen	0,00	0,00
2	4,65	Geen	0,00	0,00
E	6,79	Geen	0,00	0,00
F	10,19	Geen	0,00	0,00
3	11,27	Geen	0,00	0,00
G	11,78	Grafiek II	1,33	0,21
H	11,13	Grafiek II	1,44	0,23
I	9,28	Geen	0,00	0,00
J	5,16	Geen	0,00	0,00
J	2,91	Geen	0,00	0,00

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

6.5 Momenten en spanningen t.g.v. bovenbelastingen

Locatie	Q_n [N/mm ¹]	Q_v [N/mm ¹]	Q_{boven} [N/mm ¹]	M_q [Nmm]	σ_q [N/mm ²]
A	3,47	0,00	3,47	34,80	0,91
B	3,72	0,00	3,72	37,32	0,97
C	2,19	0,00	2,19	21,93	0,57
D	2,70	0,00	2,70	27,13	0,71
2	4,02	0,00	4,02	40,31	1,05
E	6,73	0,00	6,73	67,53	1,76
F	12,05	0,00	12,05	120,91	3,15
3	14,47	0,00	14,47	145,20	3,78
G	15,67	0,21	15,88	159,30	4,15
H	14,98	0,23	15,21	152,57	3,97
I	11,70	0,00	11,70	117,36	3,06
J	5,90	0,00	5,90	59,17	1,54
J	5,33	0,00	5,33	53,48	1,39

$$M_q = K_b \cdot (Q_n + Q_v) \cdot r_g = 0,138 \cdot (Q_n + Q_v) \cdot 72,70$$

$$\sigma_q = f_{rr} \cdot \frac{M_q}{W_w} = 0,92 \cdot \frac{M_q}{35,53}$$

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

Locatie	R [m]	Q_r [N/mm ²]	σ_{qr} [N/mm ²]
E	45,0	0,0035	0,10
F	45,0	0,0035	0,10
3	45,0	0,0035	0,10
G	45	0,0035	0,10
H	45	0,0035	0,10
I	45	0,0035	0,10

$$\sigma_{qr} = K_{b,ind} \cdot Q_r \cdot D_o \cdot \frac{r_u}{W_w} = 0,083 \cdot Q_r \cdot 160 \cdot \frac{80,00}{35,53}$$

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

$$\sigma_{ax} = \Delta t \cdot \alpha_g \cdot E$$

$$\sigma_{ax} = 10 \cdot 0,00016 \cdot 975 = \mathbf{1,56 \text{ N/mm}^2}$$

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]
A	0,91	-	0,65	0,59
B	0,97	-	0,65	0,63
C	0,57	-	0,65	0,37
D	0,71	-	0,65	0,46
2	1,05	-	0,65	0,68
E	1,76	0,10	0,65	1,21
F	3,15	0,10	0,65	2,11
3	3,78	0,10	0,65	2,52
G	4,15	0,10	0,65	2,76
H	3,97	0,10	0,65	2,65
I	3,06	0,10	0,65	2,05
J	1,54	-	0,65	1,00
J	1,39	-	0,65	0,91

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]
A	0,60	1,56	-	-	2,16
B	0,60	1,56	-	-	2,16
C	0,60	1,56	-	-	2,16
D	0,60	1,56	-	-	2,16
2	0,60	1,56	-	-	2,16
E	0,60	1,56	2,70	0,65	3,92
F	0,60	1,56	2,70	0,65	3,92
3	0,60	1,56	2,70	0,65	3,92
G	0,60	1,56	2,70	0,65	3,92
H	0,60	1,56	2,70	0,65	3,92
I	0,60	1,56	2,70	0,65	3,92
J	0,60	1,56	-	-	2,16
J	0,60	1,56	-	-	2,16

Rechte delen: $\sigma_x = \sigma_{pl} + \sigma_{ax}$ Bochten: $\sigma_x = \sigma_{pl} + \alpha_A \cdot \sigma_b + \sigma_{ax}$ 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 [%]
A	3,47	0,00	-	0,45	0,31
B	3,72	0,00	-	0,43	0,30
C	2,19	0,00	-	0,25	0,17
D	2,70	0,00	-	0,31	0,22
2	4,02	0,00	-	0,47	0,32
E	6,73	0,00	0,0035	0,78	0,54
F	12,05	0,00	0,0035	1,40	0,96
3	14,47	0,00	0,0035	1,68	1,16
G	15,67	0,21	0,0035	1,84	1,26
H	14,98	0,23	0,0035	1,76	1,21
I	11,70	0,00	0,0035	1,36	0,94
J	5,90	0,00	-	0,69	0,47
J	5,33	0,00	-	0,70	0,48

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

$$\delta_y = \frac{(0,089 \cdot (Q_n + \frac{1}{2} \cdot Q_v) - 0,083 \cdot (1 - \sin \varphi) \cdot (Q_n + \frac{1}{2} \cdot Q_v) + 0,048 \cdot Q_r) \cdot 72,70^3}{350 \cdot 259,34}$$

$$\text{Toelaatbare deflectie} = 8\% \cdot D_g = 0,08 \cdot 145,40 = \mathbf{11,63 \text{ mm}}$$

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]
A	1,94	15,38	10,76	13,07	21,77	0,71
B	4,12	12,24	9,07	10,65	15,34	0,35
C	2,53	6,90	5,11	6,01	9,49	0,35
D	3,13	8,54	6,33	7,43	11,29	0,35
2	4,65	12,68	9,40	11,04	15,83	0,35
E	6,79	23,92	17,73	20,82	28,14	0,35
F	10,19	48,09	35,64	41,87	54,64	0,35
3	11,27	60,34	44,72	52,53	68,06	0,35
G	11,78	66,43	49,23	57,83	74,73	0,35
H	11,13	63,85	47,33	55,59	71,91	0,35
I	9,28	48,31	35,81	42,06	54,87	0,35
J	5,16	23,07	17,10	20,09	27,22	0,35
J	2,91	23,87	16,69	20,28	31,15	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 [-]	$R_{p,\text{max}}$ [m]	u [N/mm ²]	p_{st} [N/mm ²]	Δp [N/mm ²]	p_{lim} [N/mm ²]
A	0,012	0,97	0,0146	0,01647	0,00	0,10
B	0,013	2,06	0,0402	0,04535	0,01	0,09
C	0,0099	1,27	0,0483	0,05449	0,01	0,08
D	0,011	1,57	0,0543	0,06126	0,01	0,09
2	0,014	2,33	0,0585	0,06600	0,01	0,11
E	0,021	3,40	0,0625	0,07051	0,01	0,13
F	0,036	5,10	0,0816	0,09206	0,01	0,20
3	0,044	5,64	0,0831	0,09375	0,01	0,22
G	0,048	5,89	0,0835	0,09420	0,01	0,23
H	0,047	5,57	0,0778	0,08777	0,02	0,22
I	0,037	4,64	0,0698	0,07874	0,02	0,19
J	0,020	2,58	0,0426	0,04806	0,02	0,11
J	0,015	1,46	0,0211	0,02380	0,02	0,13

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

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

$$u = \gamma_w \cdot H_n$$

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

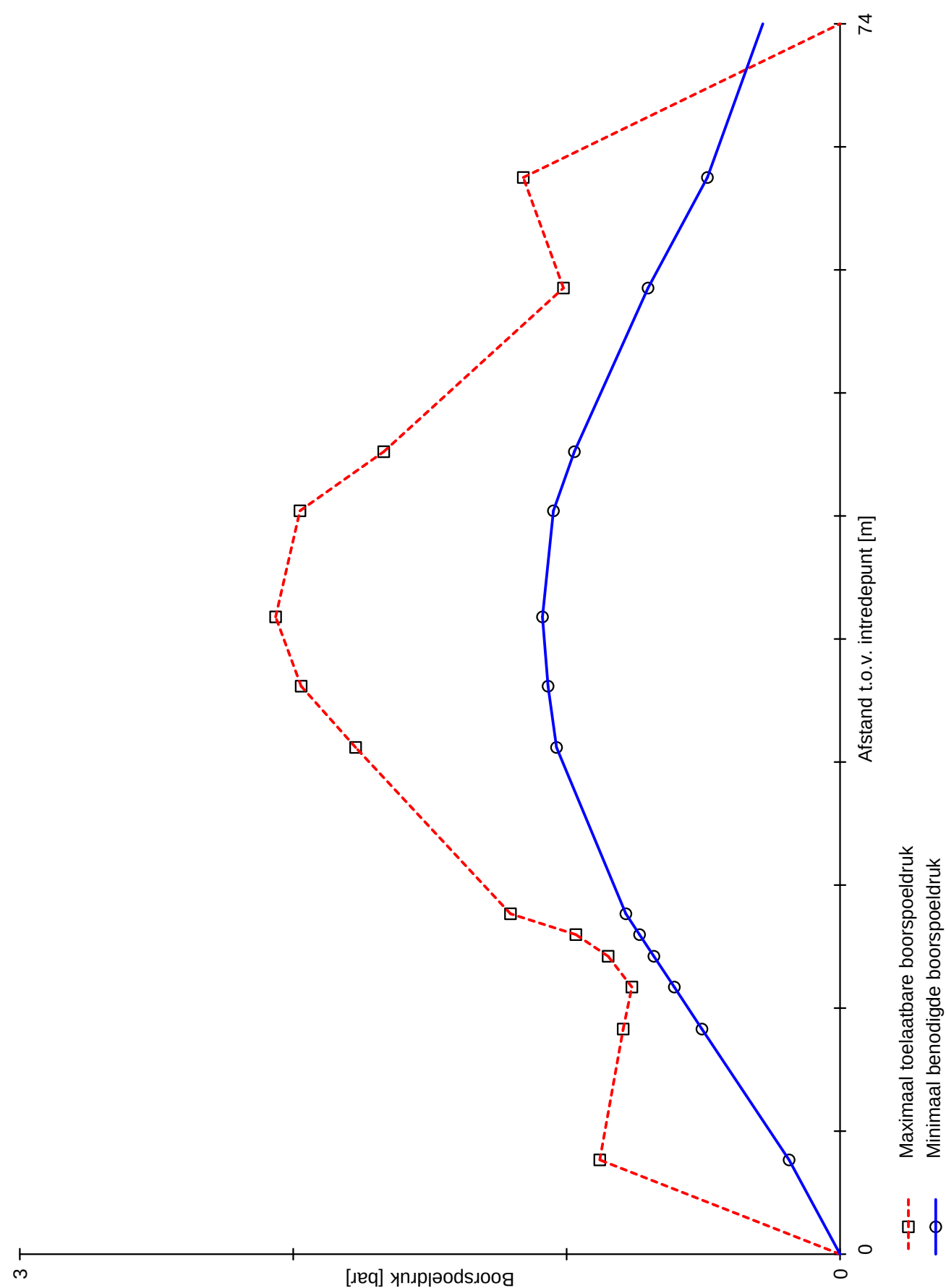
$$\Delta p = 4 \cdot \frac{\tau_y}{D_g - D_b} \cdot L$$

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

Locatie	p _{max} [kPa]	90% p _{lim} [kPa]	p _{min} [kPa]	p _{max} [bar]	90% p _{lim} [bar]	p _{min} [bar]
A	87,86	92,51	18,63	0,88	0,93	0,19
B	86,13	79,30	50,52	0,86	0,79	0,51
C	80,11	76,14	60,62	0,80	0,76	0,61
D	91,01	84,81	68,10	0,91	0,85	0,68
2	105,76	96,62	73,33	1,06	0,97	0,73
E	133,21	120,54	78,32	1,33	1,21	0,78
F	196,56	177,17	103,69	1,97	1,77	1,04
3	218,76	197,09	106,78	2,19	1,97	1,07
G	229,16	206,43	108,83	2,29	2,06	1,09
H	219,24	197,53	104,83	2,19	1,98	1,05
I	185,08	166,89	97,16	1,85	1,67	0,97
J	111,16	101,15	70,23	1,11	1,01	0,70
J	120,65	115,85	48,51	1,21	1,16	0,49

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

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

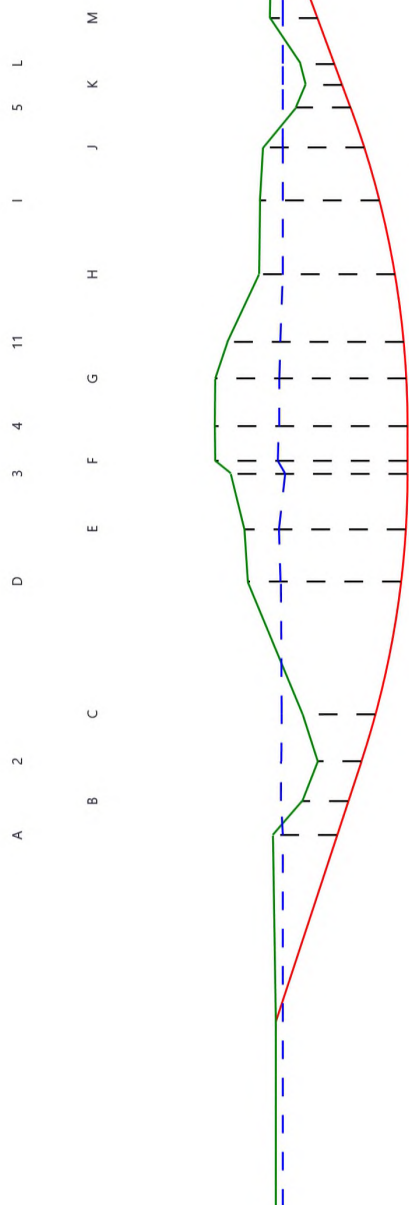


Sterkteberekening van een horizontaal gestuurde boring conform NEN 3650/3651:2020		Sigma 2020 1.0 ©	
Algemene gegevens			
Naam van het project : EN11413 Projectonderdeel : 2593-0920-01 HDD4			
Materiaalgegevens			
Materiaalsoort:	PE		
Kwaliteit:	PE 100 SDR 11		
Lange-duur treksterkte	MRS	= 10	N/mm ²
Materiaalfactor	γ_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	α_g	= 16,0·10 ⁻⁵	mm/(mm·K)
Alfa Tangentieel / Alfa Axiaal	α_σ	= 0,65	-
Soortelijk gewicht buis	ρ_L	= 9,55	kN/m ³
Toelaatbare deflectie	δ	= 8	%
Leidinggegevens			
Uitwendige middellijn	D _e	= 160,00	mm
Wanddikte	d _n	= 14,6	mm
Procesgegevens			
Soort leiding (Vloeistof / Gas / Drukloos)		= Vloeistof	
Ontwerpdruk	p _d	= 0,3	N/mm ²
Volumieke massa medium	ρ	= 1000	kg/m ³
Temperatuurverschil	Δt	= 10	°
Uitvoeringsaspecten, tracé boring, in- en uittredehoeken, onzekerheids- en wrijvingsfactoren			
Percentage omtrek in aanraking met bentoniet		= 100	%
Soortelijk gewicht boorvloeistof	ρ_m	= 11,5	kN/m ³
Zwichtspanning boorvloeistof	τ_y	= 15	Pa
Leiding wordt niet verzwaard t.p.v. rollenbaan			
Leiding wordt niet verzwaard t.p.v. boorgang			
Diameter boorkop/ruimer ivm boorspoeldruk	D _g	= 210	mm
Diameter boorstang	D _b	= 53	mm
Totale lengte	L	= 62,56	m
Lengte 1e rechte deel	L ₁	= 14,69	m
Lengte neergaande bocht	L ₂	= 15,71	m
Lengte 2e rechte deel	L ₃	= 2,55	m
Lengte opgaande bocht	L ₄	= 17,45	m
Lengte 3e rechte deel	L ₅	= 12,16	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	= 18,00 / 32,49	° / %
Uittrede-hoek (bij rollenbaan)	α_2	= 20,00 / 36,4	° / %
Belastinghoek	α	= 180	°
Ondersteuningshoek	β	= 120	°
Horizontale steundrukhoek	γ	= 120	°
Geen grondmechanisch onderzoek uitgevoerd	γ	= 1,1	
Totaalfactor bij normale boring	f	= 1,4	
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	
		22-10-2020 16:19:56	

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 [°]
A	10,51	3,40	0,53	Klei	17,00	17,00	17,50
B	12,44	2,43	-1,13	Klei	17,00	17,00	17,50
2	14,69	2,30	-1,95	Veen	14,00	14,00	15,00
C	17,22	3,85	-1,13	Veen	14,00	14,00	15,00
D	24,41	8,13	1,75	Veen	14,00	14,00	15,00
E	27,30	8,56	1,85	Veen	14,00	14,00	15,00
3	30,40	9,37	2,90	Veen	14,00	14,00	15,00
F	31,08	10,20	3,34	Veen	14,00	14,00	15,00
4	32,95	10,22	3,41	Veen	14,00	14,00	15,00
G	35,49	10,13	3,39	Veen	14,00	14,00	15,00
11	37,46	9,34	2,80	Veen	14,00	14,00	15,00
H	41,13	7,19	1,25	Veen	14,00	14,00	15,00
I	45,17	6,32	1,20	Veen	14,00	14,00	15,00
J	48,15	5,35	1,04	Veen	14,00	14,00	15,00
5	50,40	2,90	-0,68	Veen	14,00	14,00	15,00
K	51,72	1,93	-1,20	Klei	17,00	17,00	17,50
L	52,91	1,81	-0,91	Klei	17,00	17,00	17,50
M	55,52	2,54	0,71	Klei	17,00	17,00	17,50

Locatie	Gereduceerde grondbelasting	Gemiddelde verticale beddingconstante [N/mm ³]	Effectieve cohesie [kN/m ²]	E-modulus ondergrond [MN/m ²]	Verkeersbelasting
A	Geen	-	5,00	2,00	Geen
B	Geen	-	5,00	2,00	Geen
2	Geen	-	2,00	1,00	Geen
C	Geen	0,0070	2,00	1,00	Geen
D	Geen	0,0070	2,00	1,00	Grafiek ½ x II
E	Geen	0,0070	2,00	1,00	Grafiek ½ x II
3	Geen	0,0070	2,00	1,00	Geen
F	Geen	-	2,00	1,00	Grafiek II
4	Geen	0,0070	2,00	1,00	Grafiek II
G	Geen	0,0070	2,00	1,00	Grafiek II
11	Geen	0,0070	2,00	1,00	Geen
H	Geen	0,0070	2,00	1,00	Grafiek II
I	Geen	0,0070	2,00	1,00	Grafiek II
J	Geen	0,0070	2,00	1,00	Geen
5	Geen	-	2,00	1,00	Geen
K	Geen	-	5,00	2,00	Geen
L	Geen	-	5,00	2,00	Geen
M	Geen	-	5,00	2,00	Geen



* 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**

Trekkracht T_1 tijdens verschillende stadia [N]	L [m]	T_1 [N]
Starten met trekken	62,56	558
Na 1 ^e deel intrekken	50,40	449
Na 2 ^e deel intrekken	32,95	294
Na 3 ^e deel intrekken	30,40	271
Na 4 ^e deel intrekken	14,69	131

$$T_1 = f \cdot L \cdot g_{rol} \cdot f_1 = 1,4 \cdot L \cdot 0,0637 \cdot 0,1$$

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	558	0,08
Na 1 ^e deel intrekken	449	0,07
Na 2 ^e deel intrekken	294	0,04
Na 3 ^e deel intrekken	271	0,04
Na 4 ^e deel intrekken	131	0,02

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

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

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

$$M_b = 1,1 \cdot 975 \cdot \frac{17.801.758}{50.000} = 381.847,71 \text{ Nmm}$$

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

$$\sigma_b = \frac{381.847,71}{222.522} = 1,72 \text{ N/mm}^2$$

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	0,08	1,20
Na 1 ^e deel intrekken	0,07	1,18
Na 2 ^e deel intrekken	0,04	1,16
Na 3 ^e deel intrekken	0,04	1,16
Na 4 ^e deel intrekken	0,02	1,14

$$\sigma_a = \alpha_{\sigma} \cdot \sigma_b + \sigma_t = 0,65 \cdot 1,72 + \sigma_t$$

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	12,16	998	-
2 ^e deel intrekken	29,61	-	2.431
3 ^e deel intrekken	32,16	2.640	-
4 ^e deel intrekken	47,87	-	3.930
Geheel ingetrokken	62,56	5.136	-

Rechte delen: $T_2 = f \cdot L \cdot (D_{e,omtr} \cdot f_2 + g_{eff} \cdot f_3) = 1,4 \cdot L \cdot (502,65 \cdot 0,00005 + 0,168 \cdot 0,2)$

Gebogen delen: $T_{3a} = f \cdot L_B \cdot (D_{e,omtr} \cdot f_2 + g_{eff} \cdot f_3) = 1,4 \cdot L \cdot (502,65 \cdot 0,00005 + 0,168 \cdot 0,2)$

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]
C	0,0020	50	0,0031	438
D	0,0020	50	0,0031	438
E	0,0020	50	0,0031	438
3	0,0020	50	0,0031	438
4	0,0020	50	0,0031	438
G	0,0020	50	0,0031	438
11	0,0020	50	0,0031	438
H	0,0020	50	0,0031	438
I	0,0020	50	0,0031	438
J	0,0020	50	0,0031	438

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

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

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

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	294	2.431	438	-	3.163
Opgaande bocht	131	3.930	438	438	4.937

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	9,00	3.163	277
Opgaande bocht	10,00	4.937	432

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

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

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

$$\rightarrow T_{3c} = f \cdot 2 \cdot T_{\text{bocht}} \cdot \sin(\alpha) \cdot f_3 = 1,4 \cdot 2 \cdot T_{\text{bocht}} \cdot \sin(\alpha) \cdot 0,2$$

5.5 Totalisatie van de trekkrachten 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	449	998	-	-	-	-	1.448
2 ^e deel intrekken	294	2.431	438	277	-	-	3.440
3 ^e deel intrekken	271	2.640	438	277	-	-	3.626
4 ^e deel intrekken	131	3.930	438	277	438	432	5.694
Geheel intrekken	0	5.136	438	277	438	432	6.769

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

5.6 Berekening van de optredende spanningen t.g.v. de 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	1.448	0,22
2 ^e deel intrekken	3.440	0,52
3 ^e deel intrekken	3.626	0,54
4 ^e deel intrekken	5.694	0,85
Geheel intrekken	6.769	1,01

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

*5.7 Optredende spanningen t.g.v. kromming van de leiding in het boorgat*5.7.1 Neergaande bocht

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

$$M_b = 1,4 \cdot 975 \cdot \frac{17.801.758,07}{0,9 \cdot 50.000} = 539.986,66 \text{ Nmm}$$

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

$$\sigma_b = \frac{539.986,66}{222.521,98} = \mathbf{2,43 \text{ N/mm}^2}$$

5.7.2 Opgaande bocht

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

$$M_b = 1,4 \cdot 975 \cdot \frac{17.801.758,07}{0,9 \cdot 50.000} = 539.986,66 \text{ Nmm}$$

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

$$\sigma_b = \frac{539.986,66}{222.521,98} = \mathbf{2,43 \text{ N/mm}^2}$$

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	1.448	0,22	-	0,22
Na 1 ^e deel intrekken	3.440	0,52	2,43	2,09
Na 2 ^e deel intrekken	3.626	0,54	-	0,54
Na 3 ^e deel intrekken	5.694	0,85	2,43	2,43
Na 4 ^e deel intrekken	6.769	1,01	-	1,01

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

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

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

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

$$D_g/d_n = 145,40/14,60 = 9,96 \rightarrow D_g/d_n \leq 20 \rightarrow \text{Dikwandige leiding}$$

$$\sigma_p = \frac{r_e^2 + r_i^2}{r_e^2 - r_i^2} \cdot p_d$$

$$\sigma_p = \frac{80,00^2 + 65,40^2}{80,00^2 - 65,40^2} \cdot 0,3 = 1,51 \text{ N/mm}^2$$

$$\sigma_{y1} = \sigma_p = 1,51 \text{ N/mm}^2$$

$$\sigma_{pl} = \nu \cdot \sigma_p = 0,4 \cdot 1,51 = 0,60 \text{ N/mm}^2$$

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

6.2 Berekening reroundingfactor f_{rr}

$$f_{rr} = 1 / \left(1 + \frac{2 \cdot p_d \cdot r_g^3 \cdot k_y}{E \cdot I_w} \right)$$

$$f_{rr} = 1 / \left(1 + \frac{2 \cdot 0,3 \cdot 72,7^3 \cdot 0,089}{975 \cdot 259,34} \right) = 0,92$$

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]
A	3,40	0,53	Klei	9,91	53,67	63,58	5,58
B	2,43	-1,13	Klei	0,00	45,44	45,44	3,38
2	2,30	-1,95	Veen	0,00	35,42	35,42	1,99
C	3,85	-1,13	Veen	0,00	59,29	59,29	3,33
D	8,13	1,75	Veen	26,95	98,25	125,20	9,82
E	8,56	1,85	Veen	28,49	103,33	131,82	10,36
3	9,37	2,90	Veen	44,66	99,64	144,30	12,74
F	10,20	3,34	Veen	51,44	105,64	157,08	14,16
4	10,22	3,41	Veen	52,51	104,87	157,39	14,29
G	10,13	3,39	Veen	52,21	103,80	156,00	14,18
11	9,34	2,80	Veen	43,12	100,72	143,84	12,55
H	7,19	1,25	Veen	19,25	91,48	110,73	8,21
I	6,32	1,20	Veen	18,48	78,85	97,33	7,38
J	5,35	1,04	Veen	16,02	66,37	82,39	6,29
5	2,90	-0,68	Veen	0,00	44,66	44,66	2,51
K	1,93	-1,20	Klei	0,00	36,09	36,09	2,69
L	1,81	-0,91	Klei	0,00	33,85	33,85	2,52
M	2,54	0,71	Klei	13,28	34,22	47,50	4,67

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

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]
A	3,40	Geen	0,00	0,00
B	2,43	Geen	0,00	0,00
2	2,30	Geen	0,00	0,00
C	3,85	Geen	0,00	0,00
D	8,13	Grafiek ½ x II	1,10	0,18
E	8,56	Grafiek ½ x II	1,03	0,16
3	9,37	Geen	0,00	0,00
F	10,20	Grafiek II	1,63	0,26
4	10,22	Grafiek II	1,62	0,26
G	10,13	Grafiek II	1,64	0,26
11	9,34	Geen	0,00	0,00
H	7,19	Grafiek II	2,57	0,41
I	6,32	Grafiek II	3,02	0,48
J	5,35	Geen	0,00	0,00
5	2,90	Geen	0,00	0,00
K	1,93	Geen	0,00	0,00
L	1,81	Geen	0,00	0,00
M	2,54	Geen	0,00	0,00

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

6.5 Momenten en spanningen t.g.v. bovenbelastingen

Locatie	Q_n [N/mm ¹]	Q_v [N/mm ¹]	Q_{boven} [N/mm ¹]	M_q [Nmm]	σ_q [N/mm ²]
A	5,58	0,00	5,58	55,99	1,46
B	3,38	0,00	3,38	33,94	0,88
2	1,99	0,00	1,99	19,94	0,52
C	3,33	0,00	3,33	33,37	0,87
D	9,82	0,18	10,00	100,33	2,61
E	10,36	0,16	10,52	105,55	2,75
3	12,74	0,00	12,74	127,77	3,33
F	14,16	0,26	14,42	144,64	3,77
4	14,29	0,26	14,55	145,93	3,80
G	14,18	0,26	14,44	144,86	3,77
11	12,55	0,00	12,55	125,91	3,28
H	8,21	0,41	8,62	86,52	2,25
I	7,38	0,48	7,86	78,89	2,05
J	6,29	0,00	6,29	63,07	1,64
5	2,51	0,00	2,51	25,14	0,65
K	2,69	0,00	2,69	26,95	0,70
L	2,52	0,00	2,52	25,28	0,66
M	4,67	0,00	4,67	46,87	1,22

$$M_q = K_b \cdot (Q_n + Q_v) \cdot r_g = 0,138 \cdot (Q_n + Q_v) \cdot 72,70$$

$$\sigma_q = f_{rr} \cdot \frac{M_q}{W_w} = 0,92 \cdot \frac{M_q}{35,53}$$

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

Locatie	R [m]	Q_r [N/mm ²]	σ_{qr} [N/mm ²]
C	50	0,0031	0,093
D	50	0,0031	0,093
E	50	0,0031	0,093
3	50	0,0031	0,093
4	50	0,0031	0,093
G	50	0,0031	0,093
11	50	0,0031	0,093
H	50	0,0031	0,093
I	50	0,0031	0,093
J	50	0,0031	0,093

$$\sigma_{qr} = K_{b,ind} \cdot Q_r \cdot D_o \cdot \frac{r_u}{W_w} = 0,083 \cdot Q_r \cdot 160 \cdot \frac{80,00}{35,53}$$

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

$$\sigma_{ax} = \Delta t \cdot \alpha_g \cdot E$$

$$\sigma_{ax} = 10 \cdot 0,00016 \cdot 975 = \mathbf{1,56 \text{ N/mm}^2}$$

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]
A	1,46	-	0,65	0,95
B	0,88	-	0,65	0,57
2	0,52	-	0,65	0,34
C	0,87	0,093	0,65	0,63
D	2,61	0,093	0,65	1,76
E	2,75	0,093	0,65	1,85
3	3,33	0,093	0,65	2,22
F	3,77	-	0,65	2,45
4	3,80	0,093	0,65	2,53
G	3,77	0,093	0,65	2,51
11	3,28	0,093	0,65	2,19
H	2,25	0,093	0,65	1,52
I	2,05	0,093	0,65	1,40
J	1,64	0,093	0,65	1,13
5	0,65	-	0,65	0,43
K	0,70	-	0,65	0,46
L	0,66	-	0,65	0,43
M	1,22	-	0,65	0,79

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

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

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

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]
A	0,60	1,56	-	-	2,16
B	0,60	1,56	-	-	2,16
2	0,60	1,56	-	-	2,16
C	0,60	1,56	2,43	0,65	3,74
D	0,60	1,56	2,43	0,65	3,74
E	0,60	1,56	2,43	0,65	3,74
3	0,60	1,56	2,43	0,65	3,74
F	0,60	1,56	-	-	2,16
4	0,60	1,56	2,43	0,65	3,74
G	0,60	1,56	2,43	0,65	3,74
11	0,60	1,56	2,43	0,65	3,74
H	0,60	1,56	2,43	0,65	3,74
I	0,60	1,56	2,43	0,65	3,74
J	0,60	1,56	2,43	0,65	3,74
5	0,60	1,56	-	-	2,16
K	0,60	1,56	-	-	2,16
L	0,60	1,56	-	-	2,16
M	0,60	1,56	-	-	2,16

Rechte delen: $\sigma_x = \sigma_{pl} + \sigma_{ax}$

Bochten: $\sigma_x = \sigma_{pl} + \alpha_A \cdot \sigma_b + \sigma_{ax}$

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

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 [%]
A	5,58	0,00	-	0,73	0,50
B	3,38	0,00	-	0,44	0,30
2	1,99	0,00	-	0,23	0,16
C	3,33	0,00	0,0031	0,39	0,27
D	9,82	0,18	0,0031	1,15	0,79
E	10,36	0,16	0,0031	1,21	0,84
3	12,74	0,00	0,0031	1,48	1,02
F	14,16	0,26	-	1,66	1,14
4	14,29	0,26	0,0031	1,68	1,15
G	14,18	0,26	0,0031	1,67	1,15
11	12,55	0,00	0,0031	1,46	1,00
H	8,21	0,41	0,0031	0,98	0,67
I	7,38	0,48	0,0031	0,89	0,61
J	6,29	0,00	0,0031	0,73	0,50
5	2,51	0,00	-	0,29	0,20
K	2,69	0,00	-	0,35	0,24
L	2,52	0,00	-	0,33	0,23
M	4,67	0,00	-	0,61	0,42

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

$$\delta_y = \frac{(0,089 \cdot (Q_n + \frac{1}{2} \cdot Q_v) - 0,083 \cdot (1 - \sin \varphi) \cdot (Q_n + \frac{1}{2} \cdot Q_v) + 0,048 \cdot Q_r) \cdot 72,70^3}{350 \cdot 259,34}$$

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

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]
A	3,40	23,85	16,67	20,26	31,12	0,71
B	2,43	13,25	9,27	11,26	19,42	0,71
2	2,30	6,27	4,65	5,46	8,81	0,35
C	3,85	10,50	7,78	9,14	13,44	0,35
D	8,13	39,67	29,40	34,54	45,41	0,35
E	8,56	41,85	31,02	36,43	47,79	0,35
3	9,37	54,55	40,43	47,49	61,72	0,35
F	10,20	61,22	45,37	53,30	69,02	0,35
4	10,22	61,97	45,93	53,95	69,85	0,35
G	10,13	61,53	45,60	53,57	69,36	0,35
11	9,34	53,47	39,63	46,55	60,53	0,35
H	7,19	32,11	23,80	27,95	37,12	0,35
I	6,32	29,24	21,67	25,45	33,97	0,35
J	5,35	24,99	18,52	21,76	29,32	0,35
5	2,90	7,91	5,86	6,89	10,60	0,35
K	1,93	10,53	7,36	8,94	16,40	0,71
L	1,81	9,87	6,90	8,39	15,68	0,71
M	2,54	20,95	14,65	17,80	27,93	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]
A	0,015	1,70	0,0287	0,03238	0,00	0,14
B	0,012	1,22	0,0356	0,04016	0,00	0,12
2	0,0095	1,15	0,0425	0,04795	0,01	0,08
C	0,012	1,93	0,0498	0,05618	0,01	0,09
D	0,031	4,07	0,0638	0,07198	0,01	0,16
E	0,032	4,28	0,0671	0,07570	0,01	0,17
3	0,041	4,69	0,0647	0,07299	0,01	0,19
F	0,045	5,10	0,0686	0,07739	0,01	0,21
4	0,045	5,11	0,0681	0,07683	0,01	0,21
G	0,045	5,07	0,0674	0,07604	0,01	0,21
11	0,040	4,67	0,0654	0,07378	0,01	0,19
H	0,026	3,60	0,0594	0,06701	0,02	0,15
I	0,024	3,16	0,0512	0,05776	0,02	0,13
J	0,022	2,68	0,0431	0,04862	0,02	0,12
5	0,011	1,45	0,0358	0,04039	0,02	0,07
K	0,011	0,97	0,0313	0,03531	0,02	0,11
L	0,010	0,91	0,0272	0,03069	0,02	0,10
M	0,014	1,27	0,0183	0,02065	0,02	0,12

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

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

$$u = \gamma_w \cdot H_n$$

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

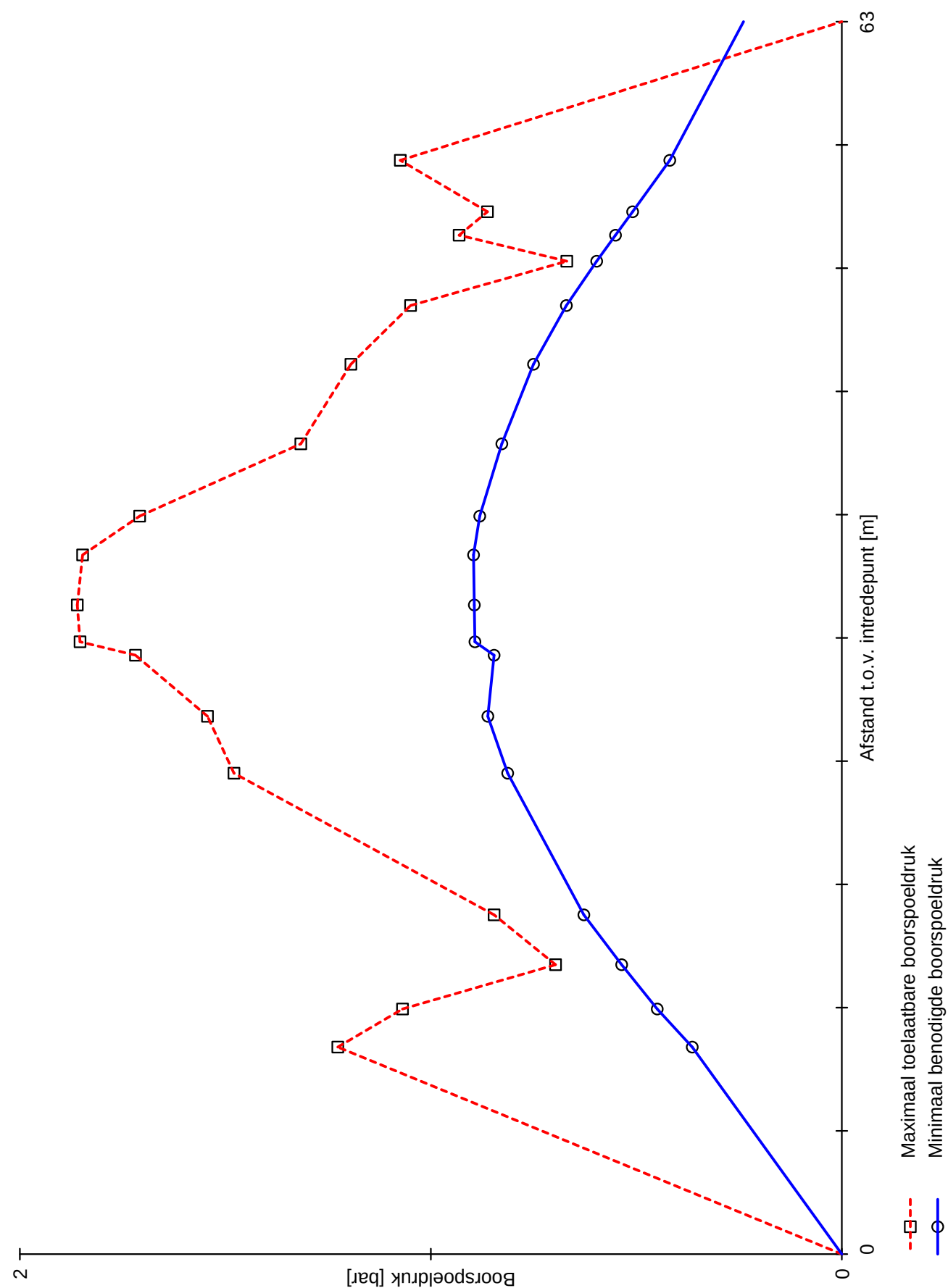
$$\Delta p = 4 \cdot \frac{\tau_y}{D_g - D_b} \cdot L$$

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

Locatie	$p_{\max}$ [kPa]	90% p_{lim} [kPa]	p_{min} [kPa]	$p_{\max}$ [bar]	90% p_{lim} [bar]	p_{min} [bar]
A	130,08	122,63	36,39	1,30	1,23	0,36
B	107,95	106,88	44,92	1,08	1,07	0,45
2	72,25	69,64	53,56	0,72	0,70	0,54
C	91,75	84,61	62,76	0,92	0,85	0,63
D	163,87	147,90	81,30	1,64	1,48	0,81
E	171,06	154,34	86,13	1,71	1,54	0,86
3	190,61	171,86	84,61	1,91	1,72	0,85
F	205,67	185,35	89,27	2,06	1,85	0,89
4	206,41	186,02	89,42	2,06	1,86	0,89
G	204,97	184,73	89,60	2,05	1,85	0,90
11	189,49	170,85	88,10	1,89	1,71	0,88
H	145,64	131,63	82,73	1,46	1,32	0,83
I	131,92	119,45	75,02	1,32	1,19	0,75
J	115,45	104,93	67,02	1,15	1,05	0,67
5	70,70	66,92	59,65	0,71	0,67	0,60
K	93,11	97,10	55,08	0,93	0,97	0,55
L	86,22	91,97	50,91	0,86	0,92	0,51
M	109,25	107,42	41,86	1,09	1,07	0,42

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

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

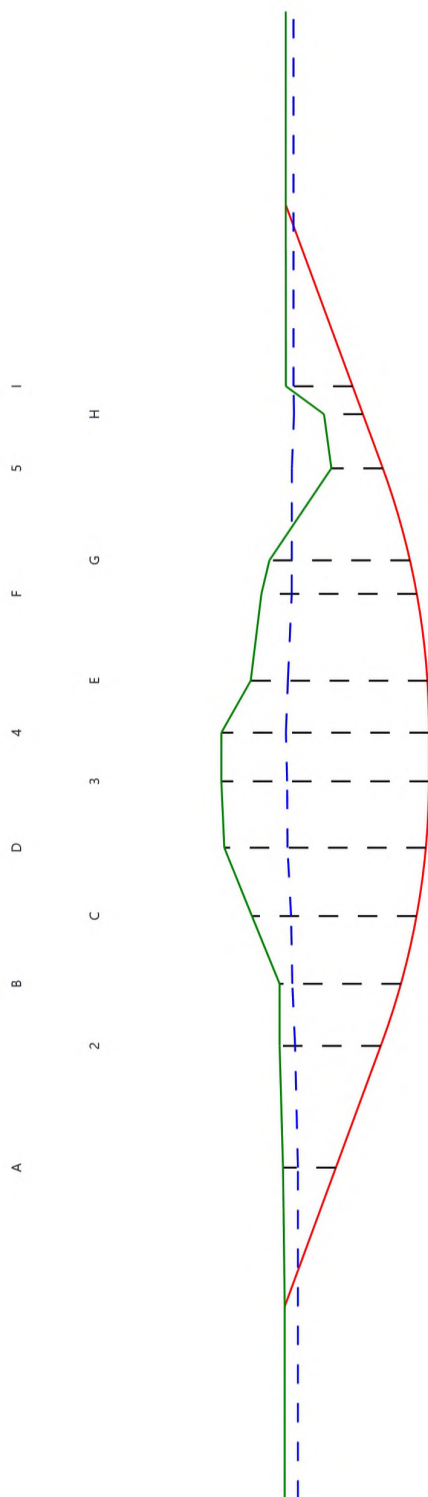


Sterkteberekening van een horizontaal gestuurde boring conform NEN 3650/3651:2020		Sigma 2020 1.0 ©	
Algemene gegevens			
Naam van het project : EN11414 Projectonderdeel : 2593-0920-01 HDD5			
Materiaalgegevens			
Materiaalsoort:	PE		
Kwaliteit:	PE 100 SDR 11		
Lange-duur treksterkte	MRS	= 10	N/mm ²
Materiaalfactor	γ_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	α_g	= 16,0·10 ⁻⁵	mm/(mm·K)
Alfa Tangentieel / Alfa Axiaal	α_σ	= 0,65	-
Soortelijk gewicht buis	ρ_L	= 9,55	kN/m ³
Toelaatbare deflectie	δ	= 8	%
Leidinggegevens			
Uitwendige middellijn	D _e	= 160,00	mm
Wanddikte	d _n	= 14,6	mm
Procesgegevens			
Soort leiding (Vloeistof / Gas / Drukloos)		= Vloeistof	
Ontwerpdruk	p _d	= 0,3	N/mm ²
Volumieke massa medium	ρ	= 1000	kg/m ³
Temperatuurverschil	Δt	= 10	°
Uitvoeringsaspecten, tracé boring, in- en uittredehoeken, onzekerheids- en wrijvingsfactoren			
Percentage omtrek in aanraking met bentoniet		= 100	%
Soortelijk gewicht boorvloeistof	ρ_m	= 11,5	kN/m ³
Zwichtspanning boorvloeistof	τ_y	= 15	Pa
Leiding wordt niet verzwaard t.p.v. rollenbaan			
Leiding wordt niet verzwaard t.p.v. boorgang			
Diameter boorkop/ruimer ivm boorspoeldruk	D _g	= 210	mm
Diameter boorstang	D _b	= 53	mm
Totale lengte	L	= 59,30	m
Lengte 1e rechte deel	L ₁	= 14,50	m
Lengte neergaande bocht	L ₂	= 13,96	m
Lengte 2e rechte deel	L ₃	= 2,53	m
Lengte opgaande bocht	L ₄	= 13,96	m
Lengte 3e rechte deel	L ₅	= 14,35	m
Straal maaiveld/rollenbaan	R _r	= 50,00	m
Straal neergaande bocht	R ₁	= 40,00	m
Straal opgaande bocht	R ₂	= 40,00	m
Intrede-hoek (bij boorstelling)	α_1	= 20,00 / 36,4	° / %
Uittrede-hoek (bij rollenbaan)	α_2	= 20,00 / 36,4	° / %
Belastinghoek	α	= 180	°
Ondersteuningshoek	β	= 120	°
Horizontale steundrukhoek	γ	= 120	°
Geen grondmechanisch onderzoek uitgevoerd	γ	= 1,1	
Totaalfactor bij normale boring	f	= 1,4	
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	
		13-11-2020 11:47:20	

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 [°]
A	7,64	2,70	0,76	Klei	17,00	17,00	17,50
2	14,35	5,17	0,79	Veen	14,00	14,00	15,00
B	17,57	6,20	0,65	Veen	14,00	14,00	15,00
C	21,10	8,41	2,00	Veen	14,00	14,00	15,00
D	24,72	10,30	3,23	Veen	14,00	14,00	15,00
3	28,32	10,61	3,36	Klei	14,00	14,00	17,50
4	30,84	10,61	3,30	Klei	14,00	14,00	17,50
E	33,53	9,03	1,90	Veen	14,00	14,00	15,00
F	38,06	7,94	1,55	Veen	14,00	14,00	15,00
G	39,83	7,18	1,14	Veen	14,00	14,00	15,00
5	44,79	2,63	-2,02	Veen	14,00	14,00	15,00
H	47,77	1,99	-1,53	Veen	14,00	14,00	15,00
I	49,31	3,41	0,39	Klei	17,00	17,00	17,50

Locatie	Gereduceerde grondbelasting	Gemiddelde verticale beddingconstante [N/mm ³]	Effectieve cohesie [kN/m ²]	E-modulus ondergrond [MN/m ²]	Verkeersbelasting
A	Geen	-	5,00	2,00	Geen
2	Geen	-	2,00	1,00	Grafiek II
B	Geen	0,0070	2,00	1,00	Grafiek II
C	Geen	0,0070	2,00	1,00	Geen
D	Geen	0,0070	2,00	1,00	Grafiek II
3	Geen	0,0070	0,00	1,00	Grafiek II
4	Geen	-	0,00	1,00	Geen
E	Geen	0,0070	2,00	1,00	Grafiek ½ x II
F	Geen	0,0070	2,00	1,00	Grafiek ½ x II
G	Geen	0,0070	2,00	1,00	Geen
5	Geen	0,0070	2,00	1,00	Geen
H	Geen	-	2,00	1,00	Geen
I	Geen	-	5,00	2,00	Geen



* 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**

Trekkracht T_1 tijdens verschillende stadia [N]	L [m]	T_1 [N]
Starten met trekken	59,30	529
Na 1 ^e deel intrekken	44,95	401
Na 2 ^e deel intrekken	30,99	276
Na 3 ^e deel intrekken	28,46	254
Na 4 ^e deel intrekken	14,50	129

$$T_1 = f \cdot L \cdot g_{rol} \cdot f_1 = 1,4 \cdot L \cdot 0,0637 \cdot 0,1$$

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	529	0,08
Na 1 ^e deel intrekken	401	0,06
Na 2 ^e deel intrekken	276	0,04
Na 3 ^e deel intrekken	254	0,04
Na 4 ^e deel intrekken	129	0,02

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

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

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

$$M_b = 1,1 \cdot 975 \cdot \frac{17.801.758}{50.000} = 381.847,71 \text{ Nmm}$$

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

$$\sigma_b = \frac{381.847,71}{222.522} = 1,72 \text{ N/mm}^2$$

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	0,08	1,19
Na 1 ^e deel intrekken	0,06	1,18
Na 2 ^e deel intrekken	0,04	1,16
Na 3 ^e deel intrekken	0,04	1,15
Na 4 ^e deel intrekken	0,02	1,13

$$\sigma_a = \alpha_{\sigma} \cdot \sigma_b + \sigma_t = 0,65 \cdot 1,72 + \sigma_t$$

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	14,35	1.178	-
2 ^e deel intrekken	28,31	-	2.324
3 ^e deel intrekken	30,84	2.532	-
4 ^e deel intrekken	44,80	-	3.678
Geheel ingetrokken	59,30	4.868	-

Rechte delen: $T_2 = f \cdot L \cdot (D_{e,omtr} \cdot f_2 + g_{eff} \cdot f_3) = 1,4 \cdot L \cdot (502,65 \cdot 0,00005 + 0,168 \cdot 0,2)$

Gebogen delen: $T_{3a} = f \cdot L_B \cdot (D_{e,omtr} \cdot f_2 + g_{eff} \cdot f_3) = 1,4 \cdot L \cdot (502,65 \cdot 0,00005 + 0,168 \cdot 0,2)$

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]
B	0,0020	40	0,0039	547
C	0,0020	40	0,0039	547
D	0,0020	40	0,0039	547
3	0,0020	40	0,0039	547
E	0,0020	40	0,0039	547
F	0,0020	40	0,0039	547
G	0,0020	40	0,0039	547
5	0,0020	40	0,0039	547

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

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

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

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	276	2.324	547	-	3.148
Opgaande bocht	129	3.678	547	547	4.902

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

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

Trekkraft T_{3c} tijdens verschillende stadia [N]	α [°]	T_{bocht} [N]	T_{3c} [N]
Neergaande bocht	10,00	3.148	306
Opgaande bocht	10,00	4.902	477

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

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

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

$$\rightarrow T_{3c} = f \cdot 2 \cdot T_{\text{bocht}} \cdot \sin(\alpha) \cdot f_3 = 1,4 \cdot 2 \cdot T_{\text{bocht}} \cdot \sin(\alpha) \cdot 0,2$$

5.5 Totalisatie van de trekkrachten 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	401	1.178	-	-	-	-	1.579
2 ^e deel intrekken	276	2.324	547	306	-	-	3.454
3 ^e deel intrekken	254	2.532	547	306	-	-	3.639
4 ^e deel intrekken	129	3.678	547	306	547	477	5.685
Geheel intrekken	0	4.868	547	306	547	477	6.746

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

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	1.579	0,24
2 ^e deel intrekken	3.454	0,52
3 ^e deel intrekken	3.639	0,55
4 ^e deel intrekken	5.685	0,85
Geheel intrekken	6.746	1,01

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

*5.7 Optredende spanningen t.g.v. kromming van de leiding in het boorgat*5.7.1 Neergaande bocht

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

$$M_b = 1,4 \cdot 975 \cdot \frac{17.801.758,07}{0,9 \cdot 40.000} = 674.983,33 \text{ Nmm}$$

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

$$\sigma_b = \frac{674.983,33}{222.521,98} = \mathbf{3,03 \text{ N/mm}^2}$$

5.7.2 Opgaande bocht

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

$$M_b = 1,4 \cdot 975 \cdot \frac{17.801.758,07}{0,9 \cdot 40.000} = 674.983,33 \text{ Nmm}$$

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

$$\sigma_b = \frac{674.983,33}{222.521,98} = \mathbf{3,03 \text{ N/mm}^2}$$

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	1.579	0,24	-	0,24
Na 1 ^e deel intrekken	3.454	0,52	3,03	2,49
Na 2 ^e deel intrekken	3.639	0,55	-	0,55
Na 3 ^e deel intrekken	5.685	0,85	3,03	2,82
Na 4 ^e deel intrekken	6.746	1,01	-	1,01

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

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

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

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

$$D_g/d_n = 145,40/14,60 = 9,96 \rightarrow D_g/d_n \leq 20 \rightarrow \text{Dikwandige leiding}$$

$$\sigma_p = \frac{r_e^2 + r_i^2}{r_e^2 - r_i^2} \cdot p_d$$

$$\sigma_p = \frac{80,00^2 + 65,40^2}{80,00^2 - 65,40^2} \cdot 0,3 = 1,51 \text{ N/mm}^2$$

$$\sigma_{y1} = \sigma_p = 1,51 \text{ N/mm}^2$$

$$\sigma_{pl} = \nu \cdot \sigma_p = 0,4 \cdot 1,51 = 0,60 \text{ N/mm}^2$$

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

6.2 Berekening reroundingfactor f_{rr}

$$f_{rr} = 1 / \left(1 + \frac{2 \cdot p_d \cdot r_g^3 \cdot k_y}{E \cdot I_w} \right)$$

$$f_{rr} = 1 / \left(1 + \frac{2 \cdot 0,3 \cdot 72,7^3 \cdot 0,089}{975 \cdot 259,34} \right) = 0,92$$

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]
A	2,70	0,76	Klei	14,21	36,28	50,49	4,97
2	5,17	0,79	Veen	12,17	67,45	79,62	5,73
B	6,20	0,65	Veen	10,01	85,47	95,48	6,40
C	8,41	2,00	Veen	30,80	98,71	129,51	10,47
D	10,30	3,23	Veen	49,74	108,88	158,62	14,07
3	10,61	3,36	Klei	51,74	111,65	163,39	14,54
4	10,61	3,30	Klei	50,82	112,57	163,39	14,45
E	9,03	1,90	Veen	29,26	109,80	139,06	10,84
F	7,94	1,55	Veen	23,87	98,41	122,28	9,34
G	7,18	1,14	Veen	17,56	93,02	110,57	8,03
5	2,63	-2,02	Veen	0,00	40,50	40,50	2,27
H	1,99	-1,53	Veen	0,00	30,65	30,65	1,72
I	3,41	0,39	Klei	7,29	56,47	63,77	5,37

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

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]
A	2,70	Geen	0,00	0,00
2	5,17	Grafiek II	3,86	0,62
B	6,20	Grafiek II	3,09	0,49
C	8,41	Geen	0,00	0,00
D	10,30	Grafiek II	1,61	0,26
3	10,61	Grafiek II	1,54	0,25
4	10,61	Geen	0,00	0,00
E	9,03	Grafiek ½ x II	0,96	0,15
F	7,94	Grafiek ½ x II	1,13	0,18
G	7,18	Geen	0,00	0,00
5	2,63	Geen	0,00	0,00
H	1,99	Geen	0,00	0,00
I	3,41	Geen	0,00	0,00

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

6.5 Momenten en spanningen t.g.v. bovenbelastingen

Locatie	Q_n [N/mm ¹]	Q_v [N/mm ¹]	Q_{boven} [N/mm ¹]	M_q [Nmm]	σ_q [N/mm ²]
A	4,97	0,00	4,97	49,91	1,30
2	5,73	0,62	6,35	63,69	1,66
B	6,40	0,49	6,89	69,14	1,80
C	10,47	0,00	10,47	105,00	2,73
D	14,07	0,26	14,32	143,71	3,74
3	14,54	0,25	14,79	148,38	3,86
4	14,45	0,00	14,45	144,94	3,77
E	10,84	0,15	11,00	110,31	2,87
F	9,34	0,18	9,52	95,53	2,49
G	8,03	0,00	8,03	80,54	2,10
5	2,27	0,00	2,27	22,80	0,59
H	1,72	0,00	1,72	17,25	0,45
I	5,37	0,00	5,37	53,88	1,40

$$M_q = K_b \cdot (Q_n + Q_v) \cdot r_g = 0,138 \cdot (Q_n + Q_v) \cdot 72,70$$

$$\sigma_q = f_{rr} \cdot \frac{M_q}{W_w} = 0,92 \cdot \frac{M_q}{35,53}$$

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

Locatie	R [m]	Q_r [N/mm ²]	σ_{qr} [N/mm ²]
B	40	0,0039	0,12
C	40	0,0039	0,12
D	40	0,0039	0,12
3	40	0,0039	0,12
E	40	0,0039	0,12
F	40	0,0039	0,12
G	40	0,0039	0,12
5	40	0,0039	0,12

$$\sigma_{qr} = K_{b,ind} \cdot Q_r \cdot D_o \cdot \frac{r_u}{W_w} = 0,083 \cdot Q_r \cdot 160 \cdot \frac{80,00}{35,53}$$

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

$$\sigma_{ax} = \Delta t \cdot \alpha_g \cdot E$$

$$\sigma_{ax} = 10 \cdot 0,00016 \cdot 975 = 1,56 \text{ N/mm}^2$$

7. Toetsing op minimale ringstijfheid S_N

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

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

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]
A	1,30	-	0,65	0,84
2	1,66	-	0,65	1,08
B	1,80	0,12	0,65	1,25
C	2,73	0,12	0,65	1,85
D	3,74	0,12	0,65	2,51
3	3,86	0,12	0,65	2,59
4	3,77	-	0,65	2,45
E	2,87	0,12	0,65	1,94
F	2,49	0,12	0,65	1,69
G	2,10	0,12	0,65	1,44
5	0,59	0,12	0,65	0,46
H	0,45	-	0,65	0,29
I	1,40	-	0,65	0,91

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]
A	0,60	1,56	-	-	2,16
2	0,60	1,56	-	-	2,16
B	0,60	1,56	3,03	0,65	4,14
C	0,60	1,56	3,03	0,65	4,14
D	0,60	1,56	3,03	0,65	4,14
3	0,60	1,56	3,03	0,65	4,14
4	0,60	1,56	-	-	2,16
E	0,60	1,56	3,03	0,65	4,14
F	0,60	1,56	3,03	0,65	4,14
G	0,60	1,56	3,03	0,65	4,14
5	0,60	1,56	3,03	0,65	4,14
H	0,60	1,56	-	-	2,16
I	0,60	1,56	-	-	2,16

Rechte delen: $\sigma_x = \sigma_{pl} + \sigma_{ax}$ Bochten: $\sigma_x = \sigma_{pl} + \alpha_A \cdot \sigma_b + \sigma_{ax}$ 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 [%]
A	4,97	0,00	-	0,65	0,45
2	5,73	0,62	-	0,70	0,48
B	6,40	0,49	0,0039	0,77	0,53
C	10,47	0,00	0,0039	1,22	0,84
D	14,07	0,26	0,0039	1,65	1,14
3	14,54	0,25	0,0039	1,92	1,32
4	14,45	0,00	-	1,89	1,30
E	10,84	0,15	0,0039	1,27	0,87
F	9,34	0,18	0,0039	1,10	0,76
G	8,03	0,00	0,0039	0,93	0,64
5	2,27	0,00	0,0039	0,27	0,18
H	1,72	0,00	-	0,20	0,14
I	5,37	0,00	-	0,70	0,48

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

$$\delta_y = \frac{(0,089 \cdot (Q_n + \frac{1}{2} \cdot Q_v) - 0,083 \cdot (1 - \sin \varphi) \cdot (Q_n + \frac{1}{2} \cdot Q_v) + 0,048 \cdot Q_r) \cdot 72,70^3}{350 \cdot 259,34}$$

$$\text{Toelaatbare deflectie} = 8\% \cdot D_g = 0,08 \cdot 145,40 = \mathbf{11,63 \text{ mm}}$$

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]
A	2,70	22,33	15,61	18,97	29,44	0,71
2	5,17	22,00	16,31	19,15	26,04	0,35
B	6,20	23,41	17,35	20,38	27,59	0,35
C	8,41	42,94	31,82	37,38	48,99	0,35
D	10,30	60,39	44,76	52,58	68,12	0,35
3	10,61	62,54	43,73	53,13	69,11	0,35
4	10,61	61,94	43,31	52,62	68,45	0,35
E	9,03	43,63	32,34	37,98	49,74	0,35
F	7,94	37,15	27,54	32,35	42,65	0,35
G	7,18	30,98	22,96	26,97	35,89	0,35
5	2,63	7,17	5,32	6,24	9,79	0,35
H	1,99	5,43	4,02	4,72	7,88	0,35
I	3,41	22,50	15,73	19,12	29,63	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 [-]	$R_{p,\text{max}}$ [m]	u [N/mm ²]	p_{st} [N/mm ²]	Δp [N/mm ²]	p_{lim} [N/mm ²]
A	0,015	1,35	0,0194	0,02189	0,00	0,12
2	0,020	2,59	0,0438	0,04941	0,01	0,11
B	0,021	3,10	0,0555	0,06261	0,01	0,13
C	0,033	4,21	0,0641	0,07231	0,01	0,17
D	0,044	5,15	0,0707	0,07976	0,01	0,21
3	0,045	5,31	0,0725	0,08179	0,01	0,21
4	0,045	5,31	0,0731	0,08247	0,01	0,21
E	0,034	4,52	0,0713	0,08044	0,01	0,18
F	0,029	3,97	0,0639	0,07209	0,01	0,16
G	0,025	3,59	0,0604	0,06814	0,02	0,15
5	0,010	1,32	0,0465	0,05246	0,02	0,08
H	0,0090	1,00	0,0352	0,03971	0,02	0,07
I	0,015	1,71	0,0302	0,03407	0,02	0,13

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

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

$$u = \gamma_w \cdot H_n$$

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

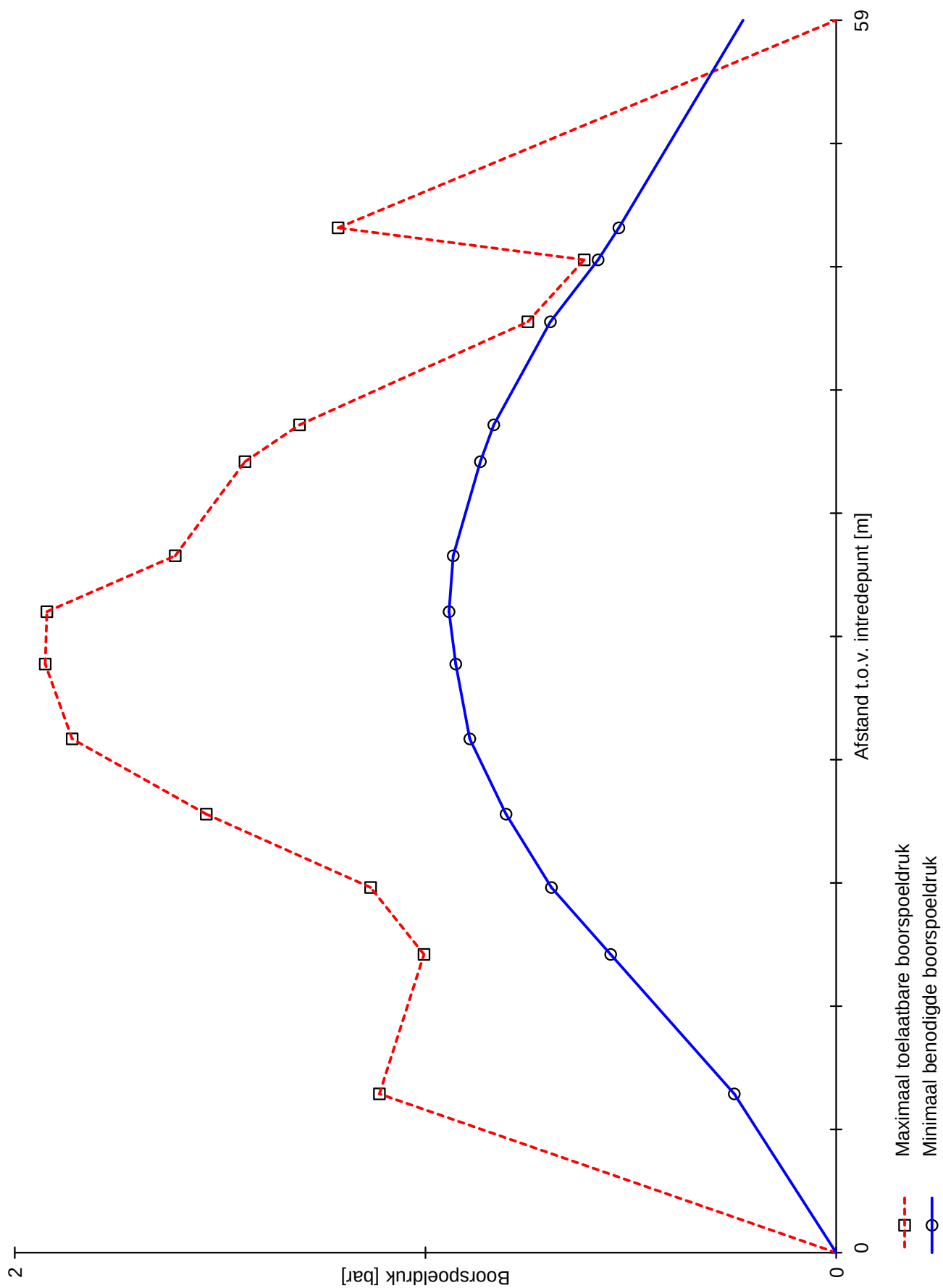
$$\Delta p = 4 \cdot \frac{\tau_y}{D_g - D_b} \cdot L$$

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

Locatie	$p_{\max}$ [kPa]	90% p_{lim} [kPa]	p_{min} [kPa]	$p_{\max}$ [bar]	90% p_{lim} [bar]	p_{min} [bar]
A	114,41	111,20	24,81	1,14	1,11	0,25
2	110,27	100,36	54,90	1,10	1,00	0,55
B	125,08	113,35	69,33	1,25	1,13	0,69
C	169,97	153,36	80,38	1,70	1,53	0,80
D	206,41	186,01	89,21	2,06	1,86	0,89
3	213,69	192,58	92,61	2,14	1,93	0,93
4	213,25	192,18	94,25	2,13	1,92	0,94
E	178,44	160,93	93,25	1,78	1,61	0,93
F	159,44	143,94	86,63	1,59	1,44	0,87
G	144,55	130,66	83,36	1,45	1,31	0,83
5	79,17	75,07	69,58	0,79	0,75	0,70
H	61,99	61,34	57,97	0,62	0,61	0,58
I	128,58	121,27	52,91	1,29	1,21	0,53

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

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

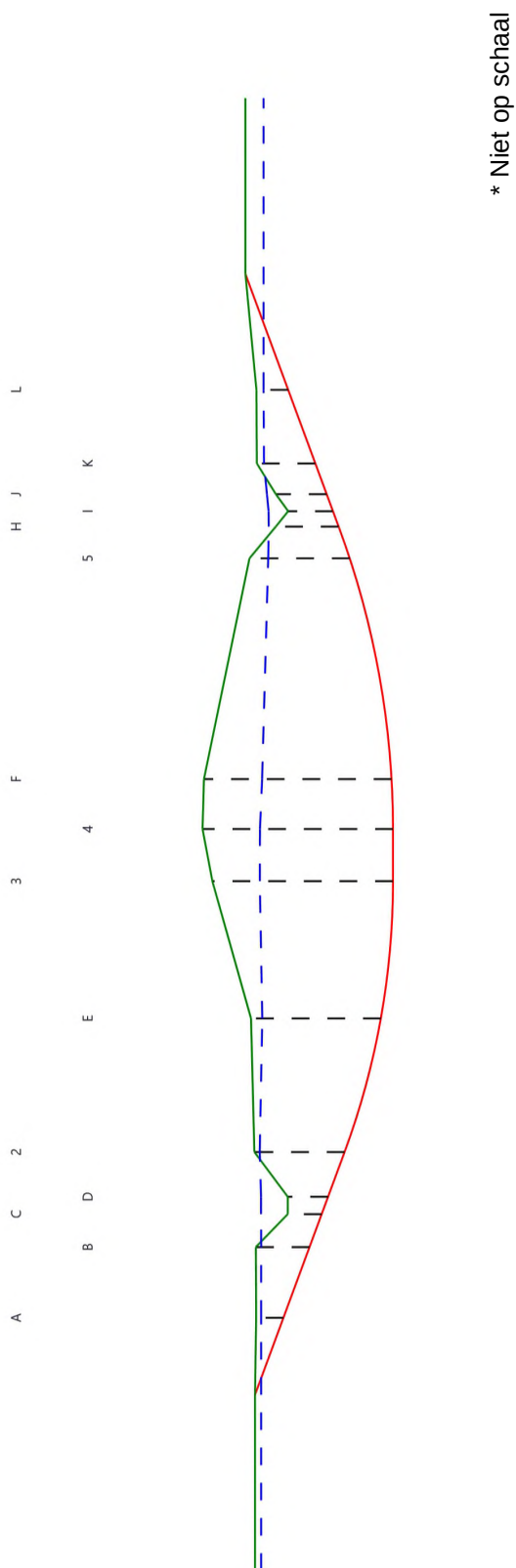


Sterkteberekening van een horizontaal gestuurde boring conform NEN 3650/3651:2020		Sigma 2020 1.0 ©	
Algemene gegevens			
Naam van het project : EN11415 Projectonderdeel : 2593-0920-01 HDD6			
Materiaalgegevens			
Materiaalsoort:	PE		
Kwaliteit:	PE 100 SDR 11		
Lange-duur treksterkte	MRS	= 10	N/mm ²
Materiaalfactor	γ_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	α_g	= 16,0·10 ⁻⁵	mm/(mm·K)
Alfa Tangentieel / Alfa Axiaal	α_σ	= 0,65	-
Soortelijk gewicht buis	ρ_L	= 9,55	kN/m ³
Toelaatbare deflectie	δ	= 8	%
Leidinggegevens			
Uitwendige middellijn	D _e	= 160,00	mm
Wanddikte	d _n	= 14,6	mm
Procesgegevens			
Soort leiding (Vloeistof / Gas / Drukloos)		= Vloeistof	
Ontwerpdruk	p _d	= 0,3	N/mm ²
Volumieke massa medium	ρ	= 1000	kg/m ³
Temperatuurverschil	Δt	= 10	°
Uitvoeringsaspecten, tracé boring, in- en uittredehoeken, onzekerheids- en wrijvingsfactoren			
Percentage omtrek in aanraking met bentoniet		= 100	%
Soortelijk gewicht boorvloeistof	ρ_m	= 11,5	kN/m ³
Zwichtspanning boorvloeistof	τ_y	= 15	Pa
Leiding wordt niet verzwaard t.p.v. rollenbaan			
Leiding wordt niet verzwaard t.p.v. boorgang			
Diameter boorkop/ruimer ivm boorspoeldruk	D _g	= 210	mm
Diameter boorstang	D _b	= 53	mm
Totale lengte	L	= 66,20	m
Lengte 1e rechte deel	L ₁	= 14,69	m
Lengte neergaande bocht	L ₂	= 15,71	m
Lengte 2e rechte deel	L ₃	= 2,97	m
Lengte opgaande bocht	L ₄	= 17,45	m
Lengte 3e rechte deel	L ₅	= 15,38	m
Straal maaiveld/rollenbaan	R _r	= 45,00	m
Straal neergaande bocht	R ₁	= 45,00	m
Straal opgaande bocht	R ₂	= 50,00	m
Intrede-hoek (bij boorstelling)	α_1	= 20,00 / 36,4	° / %
Uittrede-hoek (bij rollenbaan)	α_2	= 20,00 / 36,4	° / %
Belastinghoek	α	= 180	°
Ondersteuningshoek	β	= 120	°
Horizontale steundrukhoek	γ	= 120	°
Geen grondmechanisch onderzoek uitgevoerd	γ	= 1,1	
Totaalfactor bij normale boring	f	= 1,4	
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	
		13-11-2020 11:50:13	

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 [°]
A	4,66	1,53	0,28	Klei	17,00	17,00	17,50
B	8,94	3,01	0,30	Klei	17,00	17,00	17,50
C	10,93	1,90	-1,50	Klei	17,00	17,00	17,50
D	11,98	2,26	-1,50	Klei	17,00	17,00	17,50
2	14,69	5,06	0,30	Klei	14,00	14,00	17,50
E	22,32	7,28	0,63	Klei	14,00	14,00	17,50
3	30,41	10,13	2,66	Klei	14,00	14,00	17,50
4	33,37	10,68	3,22	Klei	14,00	14,00	17,50
F	36,21	10,52	3,26	Klei	14,00	14,00	17,50
5	49,01	5,62	1,05	Klei	14,00	14,00	17,50
H	50,92	3,52	-0,40	Klei	17,00	17,00	17,50
I	51,85	2,51	-1,10	Klei	17,00	17,00	17,50
J	52,88	2,85	-0,50	Klei	17,00	17,00	17,50
K	54,74	3,28	0,40	Klei	17,00	17,00	17,50
L	59,19	1,78	0,40	Klei	17,00	17,00	17,50

Locatie	Gereduceerde grondbelasting	Gemiddelde verticale beddingconstante [N/mm ³]	Effectieve cohesie [kN/m ²]	E-modulus ondergrond [MN/m ²]	Verkeersbelasting
A	Geen	-	5,00	2,00	Geen
B	Geen	-	5,00	2,00	Geen
C	Geen	-	5,00	2,00	Geen
D	Geen	-	5,00	2,00	Geen
2	Geen	-	2,00	1,00	Geen
E	Geen	0,0070	2,00	1,00	Geen
3	Geen	-	2,00	1,00	Geen
4	Geen	0,0070	2,00	1,00	Grafiek II
F	Geen	0,0070	2,00	1,00	Grafiek II
5	Geen	0,0070	2,00	1,00	Geen
H	Geen	-	5,00	2,00	Geen
I	Geen	-	5,00	2,00	Geen
J	Geen	-	5,00	2,00	Geen
K	Geen	-	5,00	2,00	Geen
L	Geen	-	5,00	2,00	Geen



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**

Trekkracht T_1 tijdens verschillende stadia [N]	L [m]	T_1 [N]
Starten met trekken	66,20	590
Na 1 ^e deel intrekken	50,82	453
Na 2 ^e deel intrekken	33,37	298
Na 3 ^e deel intrekken	30,40	271
Na 4 ^e deel intrekken	14,69	131

$$T_1 = f \cdot L \cdot g_{rol} \cdot f_1 = 1,4 \cdot L \cdot 0,0637 \cdot 0,1$$

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	590	0,09
Na 1 ^e deel intrekken	453	0,07
Na 2 ^e deel intrekken	298	0,04
Na 3 ^e deel intrekken	271	0,04
Na 4 ^e deel intrekken	131	0,02

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

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

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

$$M_b = 1,1 \cdot 975 \cdot \frac{17.801.758}{45.000} = 424.275,23 \text{ Nmm}$$

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

$$\sigma_b = \frac{424.275,23}{222.522} = \mathbf{1,91 \text{ N/mm}^2}$$

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	0,09	1,33
Na 1 ^e deel intrekken	0,07	1,31
Na 2 ^e deel intrekken	0,04	1,28
Na 3 ^e deel intrekken	0,04	1,28
Na 4 ^e deel intrekken	0,02	1,26

$$\sigma_a = \alpha_{\sigma} \cdot \sigma_b + \sigma_t = 0,65 \cdot 1,91 + \sigma_t$$

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

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	15,38	1.263	-
2 ^e deel intrekken	32,83	-	2.695
3 ^e deel intrekken	35,80	2.939	-
4 ^e deel intrekken	51,51	-	4.229
Geheel ingetrokken	66,20	5.435	-

Rechte delen: $T_2 = f \cdot L \cdot (D_{e,omtr} \cdot f_2 + g_{eff} \cdot f_3) = 1,4 \cdot L \cdot (502,65 \cdot 0,00005 + 0,168 \cdot 0,2)$

Gebogen delen: $T_{3a} = f \cdot L_B \cdot (D_{e,omtr} \cdot f_2 + g_{eff} \cdot f_3) = 1,4 \cdot L \cdot (502,65 \cdot 0,00005 + 0,168 \cdot 0,2)$

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]
E	0,0020	45	0,0035	487
4	0,0020	50	0,0031	438
F	0,0020	50	0,0031	438
5	0,0020	50	0,0031	438

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

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

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

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	298	2.695	487	-	3.479
Opgaande bocht	131	4.229	487	438	5.284

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

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

Trekkraft T_{3c} tijdens verschillende stadia [N]	α [°]	T_{bocht} [N]	T_{3c} [N]
Neergaande bocht	10,00	3.479	338
Opgaande bocht	10,00	5.284	514

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

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

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

$$\rightarrow T_{3c} = f \cdot 2 \cdot T_{\text{bocht}} \cdot \sin(\alpha) \cdot f_3 = 1,4 \cdot 2 \cdot T_{\text{bocht}} \cdot \sin(\alpha) \cdot 0,2$$

5.5 Totalisatie van de trekkrachten 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	453	1.263	-	-	-	-	1.716
2 ^e deel intrekken	298	2.695	487	338	-	-	3.818
3 ^e deel intrekken	271	2.939	487	338	-	-	4.035
4 ^e deel intrekken	131	4.229	487	338	438	514	6.136
Geheel intrekken	0	5.435	487	338	438	514	7.211

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

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	1.716	0,26
2 ^e deel intrekken	3.818	0,57
3 ^e deel intrekken	4.035	0,61
4 ^e deel intrekken	6.136	0,92
Geheel intrekken	7.211	1,08

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

*5.7 Optredende spanningen t.g.v. kromming van de leiding in het boorgat*5.7.1 Neergaande bocht

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

$$M_b = 1,4 \cdot 975 \cdot \frac{17.801.758,07}{0,9 \cdot 45.000} = 599.985,18 \text{ Nmm}$$

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

$$\sigma_b = \frac{599.985,18}{222.521,98} = \mathbf{2,70 \text{ N/mm}^2}$$

5.7.2 Opgaande bocht

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

$$M_b = 1,4 \cdot 975 \cdot \frac{17.801.758,07}{0,9 \cdot 50.000} = 539.986,66 \text{ Nmm}$$

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

$$\sigma_b = \frac{539.986,66}{222.521,98} = \mathbf{2,43 \text{ N/mm}^2}$$

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	1.716	0,26	-	0,26
Na 1 ^e deel intrekken	3.818	0,57	2,70	2,33
Na 2 ^e deel intrekken	4.035	0,61	-	0,61
Na 3 ^e deel intrekken	6.136	0,92	2,43	2,50
Na 4 ^e deel intrekken	7.211	1,08	-	1,08

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

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

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

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

$$D_g/d_n = 145,40/14,60 = 9,96 \rightarrow D_g/d_n \leq 20 \rightarrow \text{Dikwandige leiding}$$

$$\sigma_p = \frac{r_e^2 + r_i^2}{r_e^2 - r_i^2} \cdot p_d$$

$$\sigma_p = \frac{80,00^2 + 65,40^2}{80,00^2 - 65,40^2} \cdot 0,3 = 1,51 \text{ N/mm}^2$$

$$\sigma_{y1} = \sigma_p = 1,51 \text{ N/mm}^2$$

$$\sigma_{pl} = \nu \cdot \sigma_p = 0,4 \cdot 1,51 = 0,60 \text{ N/mm}^2$$

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

6.2 Berekening reroundingfactor f_{rr}

$$f_{rr} = 1 / \left(1 + \frac{2 \cdot p_d \cdot r_g^3 \cdot k_y}{E \cdot I_w} \right)$$

$$f_{rr} = 1 / \left(1 + \frac{2 \cdot 0,3 \cdot 72,7^3 \cdot 0,089}{975 \cdot 259,34} \right) = 0,92$$

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]
A	1,53	0,28	Klei	5,24	23,38	28,61	2,58
B	3,01	0,30	Klei	5,61	50,68	56,29	4,67
C	1,90	-1,50	Klei	0,00	35,53	35,53	2,64
D	2,26	-1,50	Klei	0,00	42,26	42,26	3,15
2	5,06	0,30	Klei	4,62	73,30	77,92	4,85
E	7,28	0,63	Klei	9,70	102,41	112,11	7,30
3	10,13	2,66	Klei	40,96	115,04	156,00	13,01
4	10,68	3,22	Klei	49,59	114,88	164,47	14,38
F	10,52	3,26	Klei	50,20	111,80	162,01	14,31
5	5,62	1,05	Klei	16,17	70,38	86,55	6,54
H	3,52	-0,40	Klei	0,00	65,82	65,82	4,90
I	2,51	-1,10	Klei	0,00	46,94	46,94	3,49
J	2,85	-0,50	Klei	0,00	53,30	53,30	3,97
K	3,28	0,40	Klei	7,48	53,86	61,34	5,21
L	1,78	0,40	Klei	7,48	25,81	33,29	3,12

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

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]
A	1,53	Geen	0,00	0,00
B	3,01	Geen	0,00	0,00
C	1,90	Geen	0,00	0,00
D	2,26	Geen	0,00	0,00
2	5,06	Geen	0,00	0,00
E	7,28	Geen	0,00	0,00
3	10,13	Geen	0,00	0,00
4	10,68	Grafiek II	1,53	0,24
F	10,52	Grafiek II	1,56	0,25
5	5,62	Geen	0,00	0,00
H	3,52	Geen	0,00	0,00
I	2,51	Geen	0,00	0,00
J	2,85	Geen	0,00	0,00
K	3,28	Geen	0,00	0,00
L	1,78	Geen	0,00	0,00

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

6.5 Momenten en spanningen t.g.v. bovenbelastingen

Locatie	Q_n [N/mm ¹]	Q_v [N/mm ¹]	Q_{boven} [N/mm ¹]	M_q [Nmm]	σ_q [N/mm ²]
A	2,58	0,00	2,58	25,86	0,67
B	4,67	0,00	4,67	46,85	1,22
C	2,64	0,00	2,64	26,53	0,69
D	3,15	0,00	3,15	31,56	0,82
2	4,85	0,00	4,85	48,68	1,27
E	7,30	0,00	7,30	73,22	1,91
3	13,01	0,00	13,01	130,51	3,40
4	14,38	0,24	14,62	146,72	3,82
F	14,31	0,25	14,55	146,02	3,80
5	6,54	0,00	6,54	65,57	1,71
H	4,90	0,00	4,90	49,16	1,28
I	3,49	0,00	3,49	35,05	0,91
J	3,97	0,00	3,97	39,80	1,04
K	5,21	0,00	5,21	52,23	1,36
L	3,12	0,00	3,12	31,28	0,81

$$M_q = K_b \cdot (Q_n + Q_v) \cdot r_g = 0,138 \cdot (Q_n + Q_v) \cdot 72,70$$

$$\sigma_q = f_{rr} \cdot \frac{M_q}{W_w} = 0,92 \cdot \frac{M_q}{35,53}$$

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

Locatie	R [m]	Q_r [N/mm ²]	σ_{qr} [N/mm ²]
E	45	0,0035	0,10
4	50	0,0031	0,093
F	50	0,0031	0,093
5	50	0,0031	0,093

$$\sigma_{qr} = K_{b,ind} \cdot Q_r \cdot D_o \cdot \frac{r_u}{W_w} = 0,083 \cdot Q_r \cdot 160 \cdot \frac{80,00}{35,53}$$

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

$$\sigma_{ax} = \Delta t \cdot \alpha_g \cdot E$$

$$\sigma_{ax} = 10 \cdot 0,00016 \cdot 975 = \mathbf{1,56 \text{ N/mm}^2}$$

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]
A	0,67	-	0,65	0,44
B	1,22	-	0,65	0,79
C	0,69	-	0,65	0,45
D	0,82	-	0,65	0,53
2	1,27	-	0,65	0,82
E	1,91	0,10	0,65	1,31
3	3,40	-	0,65	2,21
4	3,82	0,093	0,65	2,54
F	3,80	0,093	0,65	2,53
5	1,71	0,093	0,65	1,17
H	1,28	-	0,65	0,83
I	0,91	-	0,65	0,59
J	1,04	-	0,65	0,67
K	1,36	-	0,65	0,88
L	0,81	-	0,65	0,53

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]
A	0,60	1,56	-	-	2,16
B	0,60	1,56	-	-	2,16
C	0,60	1,56	-	-	2,16
D	0,60	1,56	-	-	2,16
2	0,60	1,56	-	-	2,16
E	0,60	1,56	2,70	0,65	3,92
3	0,60	1,56	-	-	2,16
4	0,60	1,56	2,43	0,65	3,74
F	0,60	1,56	2,43	0,65	3,74
5	0,60	1,56	2,43	0,65	3,74
H	0,60	1,56	-	-	2,16
I	0,60	1,56	-	-	2,16
J	0,60	1,56	-	-	2,16
K	0,60	1,56	-	-	2,16
L	0,60	1,56	-	-	2,16

Rechte delen: $\sigma_x = \sigma_{pl} + \sigma_{ax}$ Bochten: $\sigma_x = \sigma_{pl} + \alpha_A \cdot \sigma_b + \sigma_{ax}$ 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 [%]
A	2,58	0,00	-	0,34	0,23
B	4,67	0,00	-	0,61	0,42
C	2,64	0,00	-	0,35	0,24
D	3,15	0,00	-	0,41	0,28
2	4,85	0,00	-	0,64	0,44
E	7,30	0,00	0,0035	0,96	0,66
3	13,01	0,00	-	1,70	1,17
4	14,38	0,24	0,0031	1,90	1,31
F	14,31	0,25	0,0031	1,89	1,30
5	6,54	0,00	0,0031	0,86	0,59
H	4,90	0,00	-	0,64	0,44
I	3,49	0,00	-	0,46	0,31
J	3,97	0,00	-	0,52	0,36
K	5,21	0,00	-	0,68	0,47
L	3,12	0,00	-	0,41	0,28

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

$$\delta_Y = \frac{(0,089 \cdot (Q_n + \frac{1}{2} \cdot Q_v) - 0,083 \cdot (1 - \sin \varphi) \cdot (Q_n + \frac{1}{2} \cdot Q_v) + 0,048 \cdot Q_r) \cdot 72,70^3}{350 \cdot 259,34}$$

$$\text{Toelaatbare deflectie} = 8\% \cdot D_g = 0,08 \cdot 145,40 = \mathbf{11,63 \text{ mm}}$$

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]
A	1,53	11,15	7,79	9,47	17,09	0,71
B	3,01	19,42	13,58	16,50	26,23	0,71
C	1,90	10,36	7,25	8,81	16,22	0,71
D	2,26	12,33	8,62	10,47	18,39	0,71
2	5,06	16,80	11,75	14,27	20,47	0,35
E	7,28	26,15	18,29	22,22	30,81	0,35
3	10,13	54,23	37,92	46,07	61,84	0,35
4	10,68	61,33	42,89	52,11	69,68	0,35
F	10,52	61,29	42,86	52,08	69,64	0,35
5	5,62	25,83	18,06	21,94	30,45	0,35
H	3,52	19,20	13,43	16,31	25,99	0,71
I	2,51	13,69	9,57	11,63	19,90	0,71
J	2,85	15,55	10,87	13,21	21,95	0,71
K	3,28	21,89	15,31	18,60	28,96	0,71
L	1,78	13,71	9,59	11,65	19,92	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]	Δp [N/mm ²]	p _{lim} [N/mm ²]
A	0,011	0,77	0,0125	0,01410	0,00	0,09
B	0,014	1,51	0,0271	0,03057	0,00	0,12
C	0,010	0,95	0,0340	0,03836	0,00	0,11
D	0,011	1,13	0,0376	0,04242	0,00	0,12
2	0,018	2,53	0,0476	0,05370	0,01	0,11
E	0,024	3,64	0,0665	0,07502	0,01	0,15
3	0,044	5,07	0,0747	0,08427	0,01	0,21
4	0,050	5,34	0,0746	0,08416	0,01	0,22
F	0,050	5,26	0,0726	0,08190	0,01	0,22
5	0,024	2,81	0,0457	0,05156	0,02	0,13
H	0,014	1,76	0,0392	0,04422	0,02	0,14
I	0,012	1,26	0,0361	0,04073	0,02	0,12
J	0,012	1,43	0,0335	0,03779	0,02	0,12
K	0,015	1,64	0,0288	0,03249	0,02	0,13
L	0,012	0,89	0,0138	0,01557	0,02	0,10

$$Q = \frac{\sigma'_0 \cdot \sin(\varphi) + c \cdot \cos(\varphi)}{G}$$

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

$$u = \gamma_w \cdot H_n$$

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

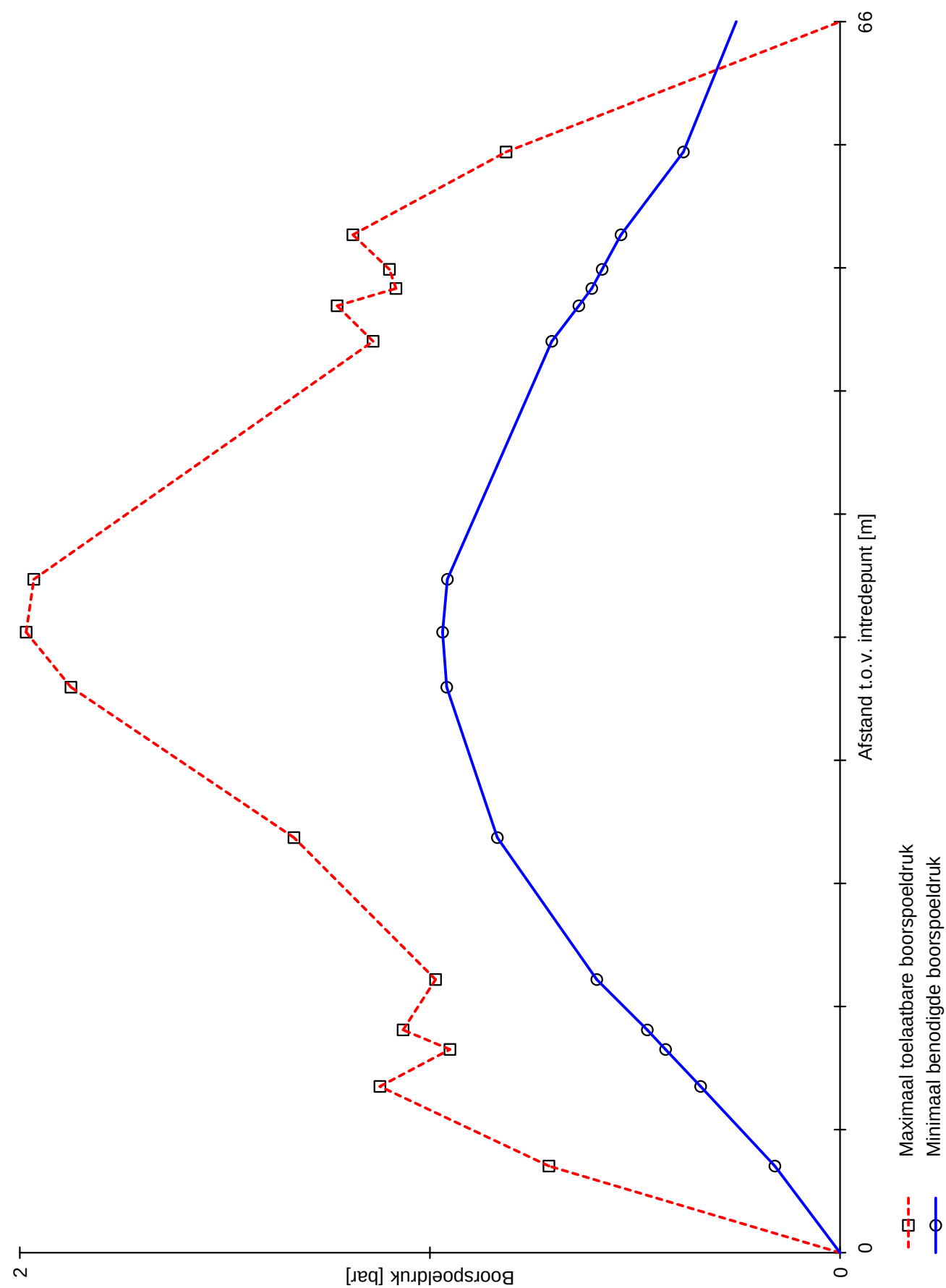
$$\Delta p = 4 \cdot \frac{\tau_y}{D_g - D_b} \cdot L$$

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

Locatie	p _{max} [kPa]	90% p _{lim} [kPa]	p _{min} [kPa]	p _{max} [bar]	90% p _{lim} [bar]	p _{min} [bar]
A	70,98	81,53	15,88	0,71	0,82	0,16
B	116,97	112,19	33,99	1,17	1,12	0,34
C	95,12	99,17	42,53	0,95	0,99	0,43
D	106,54	106,69	47,00	1,07	1,07	0,47
2	108,12	98,62	59,31	1,08	0,99	0,59
E	147,27	133,15	83,55	1,47	1,33	0,84
3	208,05	187,52	95,89	2,08	1,88	0,96
4	220,22	198,44	96,91	2,20	1,98	0,97
F	218,15	196,59	95,74	2,18	1,97	0,96
5	125,36	113,84	70,29	1,25	1,14	0,70
H	130,37	122,63	63,68	1,30	1,23	0,64
I	110,00	108,27	60,54	1,10	1,08	0,61
J	113,63	109,87	58,00	1,14	1,10	0,58
K	125,37	118,78	53,41	1,25	1,19	0,53
L	81,43	88,24	38,19	0,81	0,88	0,38

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

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



BIJLAGE V

Kwelwegberekeningen



Algemene gegevens

Naam van het project : EN11410

Projectonderdeel : 2593-0920-01 HDD1

Invoergegevens kwelwegen

Locatie	Grondsoort afhankelijke factor	Peilverschil [m]	Lengte natuurlijke verticale kwelweg [m]	Lengte natuurlijke horizontale kwelweg [m]	Lengte alternatieve verticale kwelweg [m]	Lengte alternatieve horizontale kwelweg [m]	Weegfactor
Zuidzijde wate..	3	1,58	0,45	30,5	8,68	48,6	1/6

Toetsing kwelwegen

Zuidzijde waterkering (Absolute toetsing):

$$C_L = 3$$

$$h = 1,58 \text{ m}$$

$$\Sigma L_{h1} = 48,6 \text{ m}$$

$$\Sigma L_{v1} = 8,68 \text{ m}$$

$$C_L \cdot h \leq \Sigma L_{v1} + \Sigma 1/3 \cdot L_{h1}$$

$$3 \cdot 1,58 \leq 8,68 + 1/3 \cdot 48,6$$

$$4,74 \leq 24,88 \rightarrow \text{Voldoet}$$

Zuidzijde waterkering (Relatieve toetsing):

$$\Sigma L_{h0} = 30,5 \text{ m}$$

$$\Sigma L_{v0} = 0,45 \text{ m}$$

$$1/2 > \alpha > 1/6$$

$$\Sigma L_{v0} + \Sigma 1/3 \cdot L_{h0} \leq \Sigma L_{v1} + \Sigma \alpha \cdot L_{h1}$$

$$\alpha = 1/2 \rightarrow 0,45 + 1/3 \cdot 30,5 \leq 8,68 + 1/2 \cdot 48,6$$

$$10,62 \leq 32,98 \rightarrow \text{Voldoet}$$

$$\alpha = 1/3 \rightarrow 0,45 + 1/3 \cdot 30,5 \leq 8,68 + 1/3 \cdot 48,6$$

$$10,62 \leq 24,88 \rightarrow \text{Voldoet}$$

$$\alpha = 1/5 \rightarrow 0,45 + 1/3 \cdot 30,5 \leq 8,68 + 1/5 \cdot 48,6$$

$$10,62 \leq 18,40 \rightarrow \text{Voldoet}$$

$$\alpha = 1/6 \rightarrow 0,45 + 1/3 \cdot 30,5 \leq 8,68 + 1/6 \cdot 48,6$$

$$10,62 \leq 16,78 \rightarrow \text{Voldoet}$$

Berekening van de kwelwegen conform NEN 3650/3651:2020						Sigma 2020 1.0 ©	
Algemene gegevens							
Naam van het project : EN11411 Projectonderdeel : 2593-0920-01 HDD2							
Invoergegevens kwelwegen							
Locatie	Grondsoort afhankelijke factor	Peilverschil [m]	Lengte natuurlijke verticale kwelweg [m]	Lengte natuurlijke horizontale kwelweg [m]	Lengte alternatieve verticale kwelweg [m]	Lengte alternatieve horizontale kwelweg [m]	Weegfactor
Zuidzijde wate..	3	1,59	0,2	24,58	7,3	44,5	1/6
						16-11-2020 15:23:18	

Toetsing kwelwegen

Zuidzijde waterkering (Absolute toetsing):

$$C_L = 3$$

$$h = 1,59 \text{ m}$$

$$\Sigma L_{h1} = 44,5 \text{ m}$$

$$\Sigma L_{v1} = 7,3 \text{ m}$$

$$C_L \cdot h \leq \Sigma L_{v1} + \Sigma 1/3 \cdot L_{h1}$$

$$3 \cdot 1,59 \leq 7,3 + 1/3 \cdot 44,5$$

$$4,77 \leq 22,13 \rightarrow \text{Voldoet}$$

Zuidzijde waterkering (Relatieve toetsing):

$$\Sigma L_{h0} = 24,58 \text{ m}$$

$$\Sigma L_{v0} = 0,2 \text{ m}$$

$$1/2 > \alpha > 1/6$$

$$\Sigma L_{v0} + \Sigma 1/3 \cdot L_{h0} \leq \Sigma L_{v1} + \Sigma \alpha \cdot L_{h1}$$

$$\alpha = 1/2 \rightarrow 0,2 + 1/3 \cdot 24,58 \leq 7,3 + 1/2 \cdot 44,5$$

$$8,39 \leq 29,55 \rightarrow \text{Voldoet}$$

$$\alpha = 1/3 \rightarrow 0,2 + 1/3 \cdot 24,58 \leq 7,3 + 1/3 \cdot 44,5$$

$$8,39 \leq 22,13 \rightarrow \text{Voldoet}$$

$$\alpha = 1/5 \rightarrow 0,2 + 1/3 \cdot 24,58 \leq 7,3 + 1/5 \cdot 44,5$$

$$8,39 \leq 16,20 \rightarrow \text{Voldoet}$$

$$\alpha = 1/6 \rightarrow 0,2 + 1/3 \cdot 24,58 \leq 7,3 + 1/6 \cdot 44,5$$

$$8,39 \leq 14,72 \rightarrow \text{Voldoet}$$

Berekening van de kwelwegen conform NEN 3650/3651:2020						Sigma 2020 1.0 ©	
Algemene gegevens							
Naam van het project : EN11412 Projectonderdeel : 2593-0920-01 HDD3							
Invoergegevens kwelwegen							
Locatie	Grondsoort afhankelijke factor	Peilverschil [m]	Lengte natuurlijke verticale kwelweg [m]	Lengte natuurlijke horizontale kwelweg [m]	Lengte alternatieve verticale kwelweg [m]	Lengte alternatieve horizontale kwelweg [m]	Weegfactor
Zuidzijde wate..	3	2,32	2,4	31,9	2,53	57,59	1/6
						16-11-2020 15:23:52	

Toetsing kwelwegen

Zuidzijde waterkering (Absolute toetsing):

$$C_L = 3$$

$$h = 2,32 \text{ m}$$

$$\Sigma L_{h1} = 57,59 \text{ m}$$

$$\Sigma L_{v1} = 2,53 \text{ m}$$

$$C_L \cdot h \leq \Sigma L_{v1} + \Sigma 1/3 \cdot L_{h1}$$

$$3 \cdot 2,32 \leq 2,53 + 1/3 \cdot 57,59$$

$$6,96 \leq 21,73 \rightarrow \text{Voldoet}$$

Zuidzijde waterkering (Relatieve toetsing):

$$\Sigma L_{h0} = 31,9 \text{ m}$$

$$\Sigma L_{v0} = 2,4 \text{ m}$$

$$1/2 > \alpha > 1/6$$

$$\Sigma L_{v0} + \Sigma 1/3 \cdot L_{h0} \leq \Sigma L_{v1} + \Sigma \alpha \cdot L_{h1}$$

$$\alpha = 1/2 \rightarrow 2,4 + 1/3 \cdot 31,9 \leq 2,53 + 1/2 \cdot 57,59$$

$$13,03 \leq 31,33 \rightarrow \text{Voldoet}$$

$$\alpha = 1/3 \rightarrow 2,4 + 1/3 \cdot 31,9 \leq 2,53 + 1/3 \cdot 57,59$$

$$13,03 \leq 21,73 \rightarrow \text{Voldoet}$$

$$\alpha = 1/5 \rightarrow 2,4 + 1/3 \cdot 31,9 \leq 2,53 + 1/5 \cdot 57,59$$

$$13,03 \leq 14,05 \rightarrow \text{Voldoet}$$

$$\alpha = 1/6 \rightarrow 2,4 + 1/3 \cdot 31,9 \leq 2,53 + 1/6 \cdot 57,59$$

$$13,03 \leq 12,13 \rightarrow \text{Voldoet niet}$$

Berekening van de kwelwegen conform NEN 3650/3651:2020						Sigma 2020 1.0 ©	
Algemene gegevens							
Naam van het project : EN11413 Projectonderdeel : 2593-0920-01 HDD4							
Invoergegevens kwelwegen							
Locatie	Grondsoort afhankelijke factor	Peilverschil [m]	Lengte natuurlijke verticale kwelweg [m]	Lengte natuurlijke horizontale kwelweg [m]	Lengte alternatieve verticale kwelweg [m]	Lengte alternatieve horizontale kwelweg [m]	Weegfactor
Zuidzijde wate..	3	2,57	2,3	23,7	1,88	49,2	1/6
						16-11-2020 15:22:19	

Toetsing kwelwegen

Zuidzijde waterkering (Absolute toetsing):

$$C_L = 3$$

$$h = 2,57 \text{ m}$$

$$\Sigma L_{h1} = 49,2 \text{ m}$$

$$\Sigma L_{v1} = 1,88 \text{ m}$$

$$C_L \cdot h \leq \Sigma L_{v1} + \Sigma 1/3 \cdot L_{h1}$$

$$3 \cdot 2,57 \leq 1,88 + 1/3 \cdot 49,2$$

$$7,71 \leq 18,28 \rightarrow \text{Voldoet}$$

Zuidzijde waterkering (Relatieve toetsing):

$$\Sigma L_{h0} = 23,7 \text{ m}$$

$$\Sigma L_{v0} = 2,3 \text{ m}$$

$$1/2 > \alpha > 1/6$$

$$\Sigma L_{v0} + \Sigma 1/3 \cdot L_{h0} \leq \Sigma L_{v1} + \Sigma \alpha \cdot L_{h1}$$

$$\alpha = 1/2 \rightarrow 2,3 + 1/3 \cdot 23,7 \leq 1,88 + 1/2 \cdot 49,2$$

$$10,20 \leq 26,48 \rightarrow \text{Voldoet}$$

$$\alpha = 1/3 \rightarrow 2,3 + 1/3 \cdot 23,7 \leq 1,88 + 1/3 \cdot 49,2$$

$$10,20 \leq 18,28 \rightarrow \text{Voldoet}$$

$$\alpha = 1/5 \rightarrow 2,3 + 1/3 \cdot 23,7 \leq 1,88 + 1/5 \cdot 49,2$$

$$10,20 \leq 11,72 \rightarrow \text{Voldoet}$$

$$\alpha = 1/6 \rightarrow 2,3 + 1/3 \cdot 23,7 \leq 1,88 + 1/6 \cdot 49,2$$

$$10,20 \leq 10,08 \rightarrow \text{Voldoet niet}$$

Algemene gegevens

Naam van het project : EN11414

Projectonderdeel : 2593-0920-01 HDD5

Invoergegevens kwelwegen

Locatie	Grondsoort afhankelijke factor	Peilverschil [m]	Lengte natuurlijke verticale kwelweg [m]	Lengte natuurlijke horizontale kwelweg [m]	Lengte alternatieve verticale kwelweg [m]	Lengte alternatieve horizontale kwelweg [m]	Weegfactor
Zuidzijde wate..	3	2,63	1,57	25,5	1,86	47,6	1/6

Toetsing kwelwegen

Zuidzijde waterkering (Absolute toetsing):

$$C_L = 3$$

$$h = 2,63 \text{ m}$$

$$\Sigma L_{h1} = 47,6 \text{ m}$$

$$\Sigma L_{v1} = 1,86 \text{ m}$$

$$C_L \cdot h \leq \Sigma L_{v1} + \Sigma 1/3 \cdot L_{h1}$$

$$3 \cdot 2,63 \leq 1,86 + 1/3 \cdot 47,6$$

$$7,89 \leq 17,73 \rightarrow \text{Voldoet}$$

Zuidzijde waterkering (Relatieve toetsing):

$$\Sigma L_{h0} = 25,5 \text{ m}$$

$$\Sigma L_{v0} = 1,57 \text{ m}$$

$$1/2 > \alpha > 1/6$$

$$\Sigma L_{v0} + \Sigma 1/3 \cdot L_{h0} \leq \Sigma L_{v1} + \Sigma \alpha \cdot L_{h1}$$

$$\alpha = 1/2 \rightarrow 1,57 + 1/3 \cdot 25,5 \leq 1,86 + 1/2 \cdot 47,6$$

$$10,07 \leq 25,66 \rightarrow \text{Voldoet}$$

$$\alpha = 1/3 \rightarrow 1,57 + 1/3 \cdot 25,5 \leq 1,86 + 1/3 \cdot 47,6$$

$$10,07 \leq 17,73 \rightarrow \text{Voldoet}$$

$$\alpha = 1/5 \rightarrow 1,57 + 1/3 \cdot 25,5 \leq 1,86 + 1/5 \cdot 47,6$$

$$10,07 \leq 11,38 \rightarrow \text{Voldoet}$$

$$\alpha = 1/6 \rightarrow 1,57 + 1/3 \cdot 25,5 \leq 1,86 + 1/6 \cdot 47,6$$

$$10,07 \leq 9,79 \rightarrow \text{Voldoet niet}$$

Berekening van de kwelwegen conform NEN 3650/3651:2020						Sigma 2020 1.0 ©	
Algemene gegevens							
Naam van het project : EN11415 Projectonderdeel : 2593-0920-01 HDD6							
Invoergegevens kwelwegen							
Locatie	Grondsoort afhankelijke factor	Peilverschil [m]	Lengte natuurlijke verticale kwelweg [m]	Lengte natuurlijke horizontale kwelweg [m]	Lengte alternatieve verticale kwelweg [m]	Lengte alternatieve horizontale kwelweg [m]	Weegfactor
Zuidzijde wate..	3	2,58	0,32	26,4	1,99	53,5	1/6
						16-11-2020 15:25:14	

Toetsing kwelwegen

Zuidzijde waterkering (Absolute toetsing):

$$C_L = 3$$

$$h = 2,58 \text{ m}$$

$$\Sigma L_{h1} = 53,5 \text{ m}$$

$$\Sigma L_{v1} = 1,99 \text{ m}$$

$$C_L \cdot h \leq \Sigma L_{v1} + \Sigma 1/3 \cdot L_{h1}$$

$$3 \cdot 2,58 \leq 1,99 + 1/3 \cdot 53,5$$

$$7,74 \leq 19,82 \rightarrow \text{Voldoet}$$

Zuidzijde waterkering (Relatieve toetsing):

$$\Sigma L_{h0} = 26,4 \text{ m}$$

$$\Sigma L_{v0} = 0,32 \text{ m}$$

$$1/2 > \alpha > 1/6$$

$$\Sigma L_{v0} + \Sigma 1/3 \cdot L_{h0} \leq \Sigma L_{v1} + \Sigma \alpha \cdot L_{h1}$$

$$\alpha = 1/2 \rightarrow 0,32 + 1/3 \cdot 26,4 \leq 1,99 + 1/2 \cdot 53,5$$

$$9,12 \leq 28,74 \rightarrow \text{Voldoet}$$

$$\alpha = 1/3 \rightarrow 0,32 + 1/3 \cdot 26,4 \leq 1,99 + 1/3 \cdot 53,5$$

$$9,12 \leq 19,82 \rightarrow \text{Voldoet}$$

$$\alpha = 1/5 \rightarrow 0,32 + 1/3 \cdot 26,4 \leq 1,99 + 1/5 \cdot 53,5$$

$$9,12 \leq 12,69 \rightarrow \text{Voldoet}$$

$$\alpha = 1/6 \rightarrow 0,32 + 1/3 \cdot 26,4 \leq 1,99 + 1/6 \cdot 53,5$$

$$9,12 \leq 10,91 \rightarrow \text{Voldoet}$$

BIJLAGE VI

Veiligheidszoneberekeningen



Berekening van de veiligheidszone conform NEN 3650/3651:2020		Sigma 2020 1.0 ©	
Algemene gegevens			
Naam van het project : 2593-0920-01 Projectonderdeel : HDD1 oostzijde			
Gegevens van de leiding			
Soort leiding (Vloeistof / Gas / Drukloos)		= Vloeistof	
Ontwerpdruk	p_d	= 0,1	N/mm ²
Volumieke massa medium	ρ	= 1000	kg/m ³
Afmetingen van de leiding			
Uitwendige middellijn	D_e	= 160	mm
Wanddikte	d_n	= 14,6	mm
Inwendige middellijn	D_i	= 130,8	mm
Gegevens waterstaatswerk i.v.m. berekening veiligheidszone			
Waterstaatswerk: Niet Verheeld			
Hoogteverschil kruin-maaiveld		= 3,10	m
Berekening van de factor $H^3 \cdot D_i^5$			
$H = \frac{p_d}{\rho \cdot g}$ $H = \frac{100.000}{1.000 \cdot 9,81} = 10,19 \text{ m} \rightarrow H^3 \cdot D_i^5 = 10,19^3 \cdot 0,13^5 = 0,041 \text{ m}^8$			
Berekening van de halve breedte van de erosiekrater R_B			
$R_B = 8 \cdot \sqrt[8]{H^3 \cdot D_i^5}$ $R_B = 8 \cdot \sqrt[8]{10,19^3 \cdot 0,13^5} = 5,36 \text{ m}$			
Berekening van de halve lengte van de erosiekrater R_L			
Indien er sprake is van een klein gat: $R_{L1} = 0,5 \cdot R_B = 2,68 \text{ m}$ Indien er sprake is van een groot gat: $R_{L2} = R_B = 5,36 \text{ m}$ Indien er sprake is van niet-trekvaste verbindingen: $R_{L3} = 2 \cdot R_B = 10,72 \text{ m}$			
Berekening van de veiligheidszone			
<i>Indien er sprake is van een evenwijdige ligging met een waterkering:</i> Veiligheidszone = $4 \cdot H_{\text{werk}} + R_B = 4 \cdot 3,10 + 5,36 = 17,76 \text{ m}$ <i>Indien er sprake is van een kruising met een waterkering:</i> Veiligheidszone = $4 \cdot H_{\text{werk}} + R_{L1} = 4 \cdot 3,10 + 2,68 = 15,08 \text{ m}$ Veiligheidszone = $4 \cdot H_{\text{werk}} + R_{L2} = 4 \cdot 3,10 + 5,36 = 17,76 \text{ m}$ Veiligheidszone = $4 \cdot H_{\text{werk}} + R_{L3} = 4 \cdot 3,10 + 10,72 = 23,12 \text{ m}$			
Berekening van de diepte van de erosiekrater			
$D_K = 1,2 \cdot (D_0 + H) = 1,2 \cdot (0,16 + 0,80) = 1,15 \text{ m}$			
		13-10-2020 08:58:32	

Berekening van de veiligheidszone conform NEN 3650/3651:2020		Sigma 2020 1.0 ©	
Algemene gegevens			
Naam van het project : 2593-0920-01 Projectonderdeel : HDD1 westzijde			
Gegevens van de leiding			
Soort leiding (Vloeistof / Gas / Drukloos)		= Vloeistof	
Ontwerpdruk	p_d	= 0,1	N/mm ²
Volumieke massa medium	ρ	= 1000	kg/m ³
Afmetingen van de leiding			
Uitwendige middellijn	D_e	= 160	mm
Wanddikte	d_n	= 14,6	mm
Inwendige middellijn	D_i	= 130,8	mm
Gegevens waterstaatswerk i.v.m. berekening veiligheidszone			
Waterstaatswerk: Niet Verheeld			
Hoogteverschil kruin-maaiveld		= 3,17	m
Berekening van de factor $H^3 \cdot D_i^5$			
$H = \frac{p_d}{\rho \cdot g}$ $H = \frac{100.000}{1.000 \cdot 9,81} = 10,19 \text{ m} \rightarrow H^3 \cdot D_i^5 = 10,19^3 \cdot 0,13^5 = 0,041 \text{ m}^8$			
Berekening van de halve breedte van de erosiekrater R_B			
$R_B = 8 \cdot \sqrt[8]{H^3 \cdot D_i^5}$ $R_B = 8 \cdot \sqrt[8]{10,19^3 \cdot 0,13^5} = 5,36 \text{ m}$			
Berekening van de halve lengte van de erosiekrater R_L			
Indien er sprake is van een klein gat: $R_{L1} = 0,5 \cdot R_B = 2,68 \text{ m}$			
Indien er sprake is van een groot gat: $R_{L2} = R_B = 5,36 \text{ m}$			
Indien er sprake is van niet-trekvaste verbindingen: $R_{L3} = 2 \cdot R_B = 10,72 \text{ m}$			
Berekening van de veiligheidszone			
<i>Indien er sprake is van een evenwijdige ligging met een waterkering:</i> Veiligheidszone = $4 \cdot H_{\text{werk}} + R_B = 4 \cdot 3,17 + 5,36 = 18,04 \text{ m}$			
<i>Indien er sprake is van een kruising met een waterkering:</i> Veiligheidszone = $4 \cdot H_{\text{werk}} + R_{L1} = 4 \cdot 3,17 + 2,68 = 15,36 \text{ m}$ Veiligheidszone = $4 \cdot H_{\text{werk}} + R_{L2} = 4 \cdot 3,17 + 5,36 = 18,04 \text{ m}$ Veiligheidszone = $4 \cdot H_{\text{werk}} + R_{L3} = 4 \cdot 3,17 + 10,72 = 23,40 \text{ m}$			
Berekening van de diepte van de erosiekrater			
$D_K = 1,2 \cdot (D_0 + H) = 1,2 \cdot (0,16 + 0,80) = 1,15 \text{ m}$			
		13-10-2020 08:59:05	

Berekening van de veiligheidszone conform NEN 3650/3651:2020		Sigma 2020 1.0 ©	
Algemene gegevens			
Naam van het project : 2593-0920-01 Projectonderdeel : HDD2 noordzijde			
Gegevens van de leiding			
Soort leiding (Vloeistof / Gas / Drukloos)		= Vloeistof	
Ontwerpdruk	p_d	= 0,1	N/mm ²
Volumieke massa medium	ρ	= 1000	kg/m ³
Afmetingen van de leiding			
Uitwendige middellijn	D_e	= 160	mm
Wanddikte	d_n	= 14,6	mm
Inwendige middellijn	D_i	= 130,8	mm
Gegevens waterstaatswerk i.v.m. berekening veiligheidszone			
Waterstaatswerk: Niet Verheeld			
Hoogteverschil kruin-maaiveld		= 3,38	m
Berekening van de factor $H^3 \cdot D_i^5$			
$H = \frac{p_d}{\rho \cdot g}$ $H = \frac{100.000}{1.000 \cdot 9,81} = 10,19 \text{ m} \rightarrow H^3 \cdot D_i^5 = 10,19^3 \cdot 0,13^5 = 0,041 \text{ m}^8$			
Berekening van de halve breedte van de erosiekrater R_B			
$R_B = 8 \cdot \sqrt[8]{H^3 \cdot D_i^5}$ $R_B = 8 \cdot \sqrt[8]{10,19^3 \cdot 0,13^5} = 5,36 \text{ m}$			
Berekening van de halve lengte van de erosiekrater R_L			
Indien er sprake is van een klein gat: $R_{L1} = 0,5 \cdot R_B = 2,68 \text{ m}$			
Indien er sprake is van een groot gat: $R_{L2} = R_B = 5,36 \text{ m}$			
Indien er sprake is van niet-trekvaste verbindingen: $R_{L3} = 2 \cdot R_B = 10,72 \text{ m}$			
Berekening van de veiligheidszone			
<i>Indien er sprake is van een evenwijdige ligging met een waterkering:</i> Veiligheidszone = $4 \cdot H_{\text{werk}} + R_B = 4 \cdot 3,38 + 5,36 = 18,88 \text{ m}$			
<i>Indien er sprake is van een kruising met een waterkering:</i> Veiligheidszone = $4 \cdot H_{\text{werk}} + R_{L1} = 4 \cdot 3,38 + 2,68 = 16,20 \text{ m}$ Veiligheidszone = $4 \cdot H_{\text{werk}} + R_{L2} = 4 \cdot 3,38 + 5,36 = 18,88 \text{ m}$ Veiligheidszone = $4 \cdot H_{\text{werk}} + R_{L3} = 4 \cdot 3,38 + 10,72 = 24,24 \text{ m}$			
Berekening van de diepte van de erosiekrater			
$D_K = 1,2 \cdot (D_0 + H) = 1,2 \cdot (0,16 + 0,80) = 1,15 \text{ m}$			
		13-10-2020 09:04:27	

Berekening van de veiligheidszone conform NEN 3650/3651:2020		Sigma 2020 1.0 ©	
Algemene gegevens			
Naam van het project : 2593-0920-01 Projectonderdeel : HDD2 zuidzijde			
Gegevens van de leiding			
Soort leiding (Vloeistof / Gas / Drukloos)		= Vloeistof	
Ontwerpdruk	p_d	= 0,1	N/mm ²
Volumieke massa medium	ρ	= 1000	kg/m ³
Afmetingen van de leiding			
Uitwendige middellijn	D_e	= 160	mm
Wanddikte	d_n	= 14,6	mm
Inwendige middellijn	D_i	= 130,8	mm
Gegevens waterstaatswerk i.v.m. berekening veiligheidszone			
Waterstaatswerk: Niet Verheeld			
Hoogteverschil kruin-maaiveld		= 3,02	m
Berekening van de factor $H^3 \cdot D_i^5$			
$H = \frac{p_d}{\rho \cdot g}$ $H = \frac{100.000}{1.000 \cdot 9,81} = 10,19 \text{ m} \rightarrow H^3 \cdot D_i^5 = 10,19^3 \cdot 0,13^5 = 0,041 \text{ m}^8$			
Berekening van de halve breedte van de erosiekrater R_B			
$R_B = 8 \cdot \sqrt[8]{H^3 \cdot D_i^5}$ $R_B = 8 \cdot \sqrt[8]{10,19^3 \cdot 0,13^5} = 5,36 \text{ m}$			
Berekening van de halve lengte van de erosiekrater R_L			
Indien er sprake is van een klein gat: $R_{L1} = 0,5 \cdot R_B = 2,68 \text{ m}$			
Indien er sprake is van een groot gat: $R_{L2} = R_B = 5,36 \text{ m}$			
Indien er sprake is van niet-trekvaste verbindingen: $R_{L3} = 2 \cdot R_B = 10,72 \text{ m}$			
Berekening van de veiligheidszone			
<i>Indien er sprake is van een evenwijdige ligging met een waterkering:</i> Veiligheidszone = $4 \cdot H_{\text{werk}} + R_B = 4 \cdot 3,02 + 5,36 = 17,44 \text{ m}$			
<i>Indien er sprake is van een kruising met een waterkering:</i> Veiligheidszone = $4 \cdot H_{\text{werk}} + R_{L1} = 4 \cdot 3,02 + 2,68 = 14,76 \text{ m}$ Veiligheidszone = $4 \cdot H_{\text{werk}} + R_{L2} = 4 \cdot 3,02 + 5,36 = 17,44 \text{ m}$ Veiligheidszone = $4 \cdot H_{\text{werk}} + R_{L3} = 4 \cdot 3,02 + 10,72 = 22,80 \text{ m}$			
Berekening van de diepte van de erosiekrater			
$D_K = 1,2 \cdot (D_0 + H) = 1,2 \cdot (0,16 + 0,80) = 1,15 \text{ m}$			
		13-10-2020 09:05:24	

Berekening van de veiligheidszone conform NEN 3650/3651:2020		Sigma 2020 1.0 ©	
Algemene gegevens			
Naam van het project : 2593-0920-01 Projectonderdeel : HDD3			
Gegevens van de leiding			
Soort leiding (Vloeistof / Gas / Drukloos)		= Vloeistof	
Ontwerpdruk	p_d	= 0,1	N/mm ²
Volumieke massa medium	ρ	= 1000	kg/m ³
Afmetingen van de leiding			
Uitwendige middellijn	D_e	= 160	mm
Wanddikte	d_n	= 14,6	mm
Inwendige middellijn	D_i	= 130,8	mm
Gegevens waterstaatswerk i.v.m. berekening veiligheidszone			
Waterstaatswerk: Niet Verheeld			
Hoogteverschil kruin-maaiveld		= 2,82	m
Berekening van de factor $H^3 \cdot D_i^5$			
$H = \frac{p_d}{\rho \cdot g}$ $H = \frac{100.000}{1.000 \cdot 9,81} = 10,19 \text{ m} \rightarrow H^3 \cdot D_i^5 = 10,19^3 \cdot 0,13^5 = 0,041 \text{ m}^8$			
Berekening van de halve breedte van de erosiekrater R_B			
$R_B = 8 \cdot \sqrt[8]{H^3 \cdot D_i^5}$ $R_B = 8 \cdot \sqrt[8]{10,19^3 \cdot 0,13^5} = 5,36 \text{ m}$			
Berekening van de halve lengte van de erosiekrater R_L			
Indien er sprake is van een klein gat: $R_{L1} = 0,5 \cdot R_B = 2,68 \text{ m}$			
Indien er sprake is van een groot gat: $R_{L2} = R_B = 5,36 \text{ m}$			
Indien er sprake is van niet-trekvaste verbindingen: $R_{L3} = 2 \cdot R_B = 10,72 \text{ m}$			
Berekening van de veiligheidszone			
<i>Indien er sprake is van een evenwijdige ligging met een waterkering:</i> Veiligheidszone = $4 \cdot H_{\text{werk}} + R_B = 4 \cdot 2,82 + 5,36 = 16,64 \text{ m}$			
<i>Indien er sprake is van een kruising met een waterkering:</i> Veiligheidszone = $4 \cdot H_{\text{werk}} + R_{L1} = 4 \cdot 2,82 + 2,68 = 13,96 \text{ m}$ Veiligheidszone = $4 \cdot H_{\text{werk}} + R_{L2} = 4 \cdot 2,82 + 5,36 = 16,64 \text{ m}$ Veiligheidszone = $4 \cdot H_{\text{werk}} + R_{L3} = 4 \cdot 2,82 + 10,72 = 22,00 \text{ m}$			
Berekening van de diepte van de erosiekrater			
$D_K = 1,2 \cdot (D_0 + H) = 1,2 \cdot (0,16 + 0,80) = 1,15 \text{ m}$			
		13-10-2020 07:41:27	

Berekening van de veiligheidszone conform NEN 3650/3651:2020		Sigma 2020 1.0 ©	
Algemene gegevens			
Naam van het project : 2593-0920-01 Projectonderdeel : HDD3			
Gegevens van de leiding			
Soort leiding (Vloeistof / Gas / Drukloos)		= Vloeistof	
Ontwerpdruk	p_d	= 0,1	N/mm ²
Volumieke massa medium	ρ	= 1000	kg/m ³
Afmetingen van de leiding			
Uitwendige middellijn	D_e	= 160	mm
Wanddikte	d_n	= 14,6	mm
Inwendige middellijn	D_i	= 130,8	mm
Gegevens waterstaatswerk i.v.m. berekening veiligheidszone			
Waterstaatswerk: Niet Verheeld			
Hoogteverschil kruin-maaiveld		= 3,07	m
Berekening van de factor $H^3 \cdot D_i^5$			
$H = \frac{p_d}{\rho \cdot g}$ $H = \frac{100.000}{1.000 \cdot 9,81} = 10,19 \text{ m} \rightarrow H^3 \cdot D_i^5 = 10,19^3 \cdot 0,13^5 = 0,041 \text{ m}^8$			
Berekening van de halve breedte van de erosiekrater R_B			
$R_B = 8 \cdot \sqrt[8]{H^3 \cdot D_i^5}$ $R_B = 8 \cdot \sqrt[8]{10,19^3 \cdot 0,13^5} = 5,36 \text{ m}$			
Berekening van de halve lengte van de erosiekrater R_L			
Indien er sprake is van een klein gat: $R_{L1} = 0,5 \cdot R_B = 2,68 \text{ m}$			
Indien er sprake is van een groot gat: $R_{L2} = R_B = 5,36 \text{ m}$			
Indien er sprake is van niet-trekvaste verbindingen: $R_{L3} = 2 \cdot R_B = 10,72 \text{ m}$			
Berekening van de veiligheidszone			
<i>Indien er sprake is van een evenwijdige ligging met een waterkering:</i> Veiligheidszone = $4 \cdot H_{\text{werk}} + R_B = 4 \cdot 3,07 + 5,36 = 17,64 \text{ m}$			
<i>Indien er sprake is van een kruising met een waterkering:</i> Veiligheidszone = $4 \cdot H_{\text{werk}} + R_{L1} = 4 \cdot 3,07 + 2,68 = 14,96 \text{ m}$ Veiligheidszone = $4 \cdot H_{\text{werk}} + R_{L2} = 4 \cdot 3,07 + 5,36 = 17,64 \text{ m}$ Veiligheidszone = $4 \cdot H_{\text{werk}} + R_{L3} = 4 \cdot 3,07 + 10,72 = 23,00 \text{ m}$			
Berekening van de diepte van de erosiekrater			
$D_K = 1,2 \cdot (D_0 + H) = 1,2 \cdot (0,16 + 0,80) = 1,15 \text{ m}$			
		13-10-2020 07:55:49	

Berekening van de veiligheidszone conform NEN 3650/3651:2020		Sigma 2020 1.0 ©	
Algemene gegevens			
Naam van het project : 2593-0920-01 Projectonderdeel : HDD4 noordzijde			
Gegevens van de leiding			
Soort leiding (Vloeistof / Gas / Drukloos)		= Vloeistof	
Ontwerpdruk	p_d	= 0,1	N/mm ²
Volumieke massa medium	ρ	= 1000	kg/m ³
Afmetingen van de leiding			
Uitwendige middellijn	D_e	= 160	mm
Wanddikte	d_n	= 14,6	mm
Inwendige middellijn	D_i	= 130,8	mm
Gegevens waterstaatswerk i.v.m. berekening veiligheidszone			
Waterstaatswerk: Niet Verheeld			
Hoogteverschil kruin-maaiveld		= 3,09	m
Berekening van de factor $H^3 \cdot D_i^5$			
$H = \frac{p_d}{\rho \cdot g}$ $H = \frac{100.000}{1.000 \cdot 9,81} = 10,19 \text{ m} \rightarrow H^3 \cdot D_i^5 = 10,19^3 \cdot 0,13^5 = 0,041 \text{ m}^8$			
Berekening van de halve breedte van de erosiekrater R_B			
$R_B = 8 \cdot \sqrt[8]{H^3 \cdot D_i^5}$ $R_B = 8 \cdot \sqrt[8]{10,19^3 \cdot 0,13^5} = 5,36 \text{ m}$			
Berekening van de halve lengte van de erosiekrater R_L			
Indien er sprake is van een klein gat: $R_{L1} = 0,5 \cdot R_B = 2,68 \text{ m}$			
Indien er sprake is van een groot gat: $R_{L2} = R_B = 5,36 \text{ m}$			
Indien er sprake is van niet-trekvaste verbindingen: $R_{L3} = 2 \cdot R_B = 10,72 \text{ m}$			
Berekening van de veiligheidszone			
<i>Indien er sprake is van een evenwijdige ligging met een waterkering:</i> Veiligheidszone = $4 \cdot H_{\text{werk}} + R_B = 4 \cdot 3,09 + 5,36 = 17,72 \text{ m}$			
<i>Indien er sprake is van een kruising met een waterkering:</i> Veiligheidszone = $4 \cdot H_{\text{werk}} + R_{L1} = 4 \cdot 3,09 + 2,68 = 15,04 \text{ m}$ Veiligheidszone = $4 \cdot H_{\text{werk}} + R_{L2} = 4 \cdot 3,09 + 5,36 = 17,72 \text{ m}$ Veiligheidszone = $4 \cdot H_{\text{werk}} + R_{L3} = 4 \cdot 3,09 + 10,72 = 23,08 \text{ m}$			
Berekening van de diepte van de erosiekrater			
$D_K = 1,2 \cdot (D_0 + H) = 1,2 \cdot (0,16 + 0,80) = 1,15 \text{ m}$			
		13-10-2020 09:06:22	

Berekening van de veiligheidszone conform NEN 3650/3651:2020		Sigma 2020 1.0 ©	
Algemene gegevens			
Naam van het project : 2593-0920-01 Projectonderdeel : HDD4 zuidzijde			
Gegevens van de leiding			
Soort leiding (Vloeistof / Gas / Drukloos)		= Vloeistof	
Ontwerpdruk	p_d	= 0,1	N/mm ²
Volumieke massa medium	ρ	= 1000	kg/m ³
Afmetingen van de leiding			
Uitwendige middellijn	D_e	= 160	mm
Wanddikte	d_n	= 14,6	mm
Inwendige middellijn	D_i	= 130,8	mm
Gegevens waterstaatswerk i.v.m. berekening veiligheidszone			
Waterstaatswerk: Niet Verheeld			
Hoogteverschil kruin-maaiveld		= 3,24	m
Berekening van de factor $H^3 \cdot D_i^5$			
$H = \frac{p_d}{\rho \cdot g}$ $H = \frac{100.000}{1.000 \cdot 9,81} = 10,19 \text{ m} \rightarrow H^3 \cdot D_i^5 = 10,19^3 \cdot 0,13^5 = 0,041 \text{ m}^8$			
Berekening van de halve breedte van de erosiekrater R_B			
$R_B = 8 \cdot \sqrt[8]{H^3 \cdot D_i^5}$ $R_B = 8 \cdot \sqrt[8]{10,19^3 \cdot 0,13^5} = 5,36 \text{ m}$			
Berekening van de halve lengte van de erosiekrater R_L			
Indien er sprake is van een klein gat: $R_{L1} = 0,5 \cdot R_B = 2,68 \text{ m}$			
Indien er sprake is van een groot gat: $R_{L2} = R_B = 5,36 \text{ m}$			
Indien er sprake is van niet-trekvaste verbindingen: $R_{L3} = 2 \cdot R_B = 10,72 \text{ m}$			
Berekening van de veiligheidszone			
<i>Indien er sprake is van een evenwijdige ligging met een waterkering:</i> Veiligheidszone = $4 \cdot H_{\text{werk}} + R_B = 4 \cdot 3,24 + 5,36 = 18,32 \text{ m}$			
<i>Indien er sprake is van een kruising met een waterkering:</i> Veiligheidszone = $4 \cdot H_{\text{werk}} + R_{L1} = 4 \cdot 3,24 + 2,68 = 15,64 \text{ m}$ Veiligheidszone = $4 \cdot H_{\text{werk}} + R_{L2} = 4 \cdot 3,24 + 5,36 = 18,32 \text{ m}$ Veiligheidszone = $4 \cdot H_{\text{werk}} + R_{L3} = 4 \cdot 3,24 + 10,72 = 23,68 \text{ m}$			
Berekening van de diepte van de erosiekrater			
$D_K = 1,2 \cdot (D_0 + H) = 1,2 \cdot (0,16 + 0,80) = 1,15 \text{ m}$			
		13-10-2020 09:06:42	

Berekening van de veiligheidszone conform NEN 3650/3651:2020		Sigma 2020 1.0 ©	
Algemene gegevens			
Naam van het project : 2593-0920-01 Projectonderdeel : HDD5 noordzijde			
Gegevens van de leiding			
Soort leiding (Vloeistof / Gas / Drukloos)		= Vloeistof	
Ontwerpdruk	p_d	= 0,1	N/mm ²
Volumieke massa medium	ρ	= 1000	kg/m ³
Afmetingen van de leiding			
Uitwendige middellijn	D_e	= 160	mm
Wanddikte	d_n	= 14,6	mm
Inwendige middellijn	D_i	= 130,8	mm
Gegevens waterstaatswerk i.v.m. berekening veiligheidszone			
Waterstaatswerk: Niet Verheeld			
Hoogteverschil kruin-maaiveld		= 3,25	m
Berekening van de factor $H^3 \cdot D_i^5$			
$H = \frac{p_d}{\rho \cdot g}$ $H = \frac{100.000}{1.000 \cdot 9,81} = 10,19 \text{ m} \rightarrow H^3 \cdot D_i^5 = 10,19^3 \cdot 0,13^5 = 0,041 \text{ m}^8$			
Berekening van de halve breedte van de erosiekrater R_B			
$R_B = 8 \cdot \sqrt[8]{H^3 \cdot D_i^5}$ $R_B = 8 \cdot \sqrt[8]{10,19^3 \cdot 0,13^5} = 5,36 \text{ m}$			
Berekening van de halve lengte van de erosiekrater R_L			
Indien er sprake is van een klein gat: $R_{L1} = 0,5 \cdot R_B = 2,68 \text{ m}$			
Indien er sprake is van een groot gat: $R_{L2} = R_B = 5,36 \text{ m}$			
Indien er sprake is van niet-trekvaste verbindingen: $R_{L3} = 2 \cdot R_B = 10,72 \text{ m}$			
Berekening van de veiligheidszone			
<i>Indien er sprake is van een evenwijdige ligging met een waterkering:</i> Veiligheidszone = $4 \cdot H_{\text{werk}} + R_B = 4 \cdot 3,25 + 5,36 = 18,36 \text{ m}$			
<i>Indien er sprake is van een kruising met een waterkering:</i> Veiligheidszone = $4 \cdot H_{\text{werk}} + R_{L1} = 4 \cdot 3,25 + 2,68 = 15,68 \text{ m}$ Veiligheidszone = $4 \cdot H_{\text{werk}} + R_{L2} = 4 \cdot 3,25 + 5,36 = 18,36 \text{ m}$ Veiligheidszone = $4 \cdot H_{\text{werk}} + R_{L3} = 4 \cdot 3,25 + 10,72 = 23,72 \text{ m}$			
Berekening van de diepte van de erosiekrater			
$D_K = 1,2 \cdot (D_0 + H) = 1,2 \cdot (0,16 + 0,80) = 1,15 \text{ m}$			
		13-10-2020 08:57:02	

Berekening van de veiligheidszone conform NEN 3650/3651:2020		Sigma 2020 1.0 ©	
Algemene gegevens			
Naam van het project : 2593-0920-01 Projectonderdeel : HDD5 zuidzijde			
Gegevens van de leiding			
Soort leiding (Vloeistof / Gas / Drukloos)		= Vloeistof	
Ontwerpdruk	p_d	= 0,1	N/mm ²
Volumieke massa medium	ρ	= 1000	kg/m ³
Afmetingen van de leiding			
Uitwendige middellijn	D_e	= 160	mm
Wanddikte	d_n	= 14,6	mm
Inwendige middellijn	D_i	= 130,8	mm
Gegevens waterstaatswerk i.v.m. berekening veiligheidszone			
Waterstaatswerk: Niet Verheeld			
Hoogteverschil kruin-maaiveld		= 3,25	m
Berekening van de factor $H^3 \cdot D_i^5$			
$H = \frac{p_d}{\rho \cdot g}$ $H = \frac{100.000}{1.000 \cdot 9,81} = 10,19 \text{ m} \rightarrow H^3 \cdot D_i^5 = 10,19^3 \cdot 0,13^5 = 0,041 \text{ m}^8$			
Berekening van de halve breedte van de erosiekrater R_B			
$R_B = 8 \cdot \sqrt[8]{H^3 \cdot D_i^5}$ $R_B = 8 \cdot \sqrt[8]{10,19^3 \cdot 0,13^5} = 5,36 \text{ m}$			
Berekening van de halve lengte van de erosiekrater R_L			
Indien er sprake is van een klein gat: $R_{L1} = 0,5 \cdot R_B = 2,68 \text{ m}$			
Indien er sprake is van een groot gat: $R_{L2} = R_B = 5,36 \text{ m}$			
Indien er sprake is van niet-trekvaste verbindingen: $R_{L3} = 2 \cdot R_B = 10,72 \text{ m}$			
Berekening van de veiligheidszone			
<i>Indien er sprake is van een evenwijdige ligging met een waterkering:</i> Veiligheidszone = $4 \cdot H_{\text{werk}} + R_B = 4 \cdot 3,25 + 5,36 = 18,36 \text{ m}$			
<i>Indien er sprake is van een kruising met een waterkering:</i> Veiligheidszone = $4 \cdot H_{\text{werk}} + R_{L1} = 4 \cdot 3,25 + 2,68 = 15,68 \text{ m}$ Veiligheidszone = $4 \cdot H_{\text{werk}} + R_{L2} = 4 \cdot 3,25 + 5,36 = 18,36 \text{ m}$ Veiligheidszone = $4 \cdot H_{\text{werk}} + R_{L3} = 4 \cdot 3,25 + 10,72 = 23,72 \text{ m}$			
Berekening van de diepte van de erosiekrater			
$D_K = 1,2 \cdot (D_0 + H) = 1,2 \cdot (0,16 + 0,80) = 1,15 \text{ m}$			
		13-10-2020 08:57:19	

Berekening van de veiligheidszone conform NEN 3650/3651:2020		Sigma 2020 1.0 ©	
Algemene gegevens			
Naam van het project : 2593-0920-01 Projectonderdeel : HDD6 oostzijde			
Gegevens van de leiding			
Soort leiding (Vloeistof / Gas / Drukloos)		= Vloeistof	
Ontwerpdruk	p_d	= 0,1	N/mm ²
Volumieke massa medium	ρ	= 1000	kg/m ³
Afmetingen van de leiding			
Uitwendige middellijn	D_e	= 160	mm
Wanddikte	d_n	= 14,6	mm
Inwendige middellijn	D_i	= 130,8	mm
Gegevens waterstaatswerk i.v.m. berekening veiligheidszone			
Waterstaatswerk: Niet Verheeld			
Hoogteverschil kruin-maaiveld		= 2,92	m
Berekening van de factor $H^3 \cdot D_i^5$			
$H = \frac{p_d}{\rho \cdot g}$ $H = \frac{100.000}{1.000 \cdot 9,81} = 10,19 \text{ m} \rightarrow H^3 \cdot D_i^5 = 10,19^3 \cdot 0,13^5 = 0,041 \text{ m}^8$			
Berekening van de halve breedte van de erosiekrater R_B			
$R_B = 8 \cdot \sqrt[8]{H^3 \cdot D_i^5}$ $R_B = 8 \cdot \sqrt[8]{10,19^3 \cdot 0,13^5} = 5,36 \text{ m}$			
Berekening van de halve lengte van de erosiekrater R_L			
Indien er sprake is van een klein gat: $R_{L1} = 0,5 \cdot R_B = 2,68 \text{ m}$ Indien er sprake is van een groot gat: $R_{L2} = R_B = 5,36 \text{ m}$ Indien er sprake is van niet-trekvaste verbindingen: $R_{L3} = 2 \cdot R_B = 10,72 \text{ m}$			
Berekening van de veiligheidszone			
<i>Indien er sprake is van een evenwijdige ligging met een waterkering:</i> Veiligheidszone = $4 \cdot H_{\text{werk}} + R_B = 4 \cdot 2,92 + 5,36 = 17,04 \text{ m}$ <i>Indien er sprake is van een kruising met een waterkering:</i> Veiligheidszone = $4 \cdot H_{\text{werk}} + R_{L1} = 4 \cdot 2,92 + 2,68 = 14,36 \text{ m}$ Veiligheidszone = $4 \cdot H_{\text{werk}} + R_{L2} = 4 \cdot 2,92 + 5,36 = 17,04 \text{ m}$ Veiligheidszone = $4 \cdot H_{\text{werk}} + R_{L3} = 4 \cdot 2,92 + 10,72 = 22,40 \text{ m}$			
Berekening van de diepte van de erosiekrater			
$D_K = 1,2 \cdot (D_0 + H) = 1,2 \cdot (0,16 + 0,80) = 1,15 \text{ m}$			
		13-10-2020 09:08:55	

Berekening van de veiligheidszone conform NEN 3650/3651:2020		Sigma 2020 1.0 ©	
Algemene gegevens			
Naam van het project : 2593-0920-01 Projectonderdeel : HDD6 westzijde			
Gegevens van de leiding			
Soort leiding (Vloeistof / Gas / Drukloos)		= Vloeistof	
Ontwerpdruk	p_d	= 0,1	N/mm ²
Volumieke massa medium	ρ	= 1000	kg/m ³
Afmetingen van de leiding			
Uitwendige middellijn	D_e	= 160	mm
Wanddikte	d_n	= 14,6	mm
Inwendige middellijn	D_i	= 130,8	mm
Gegevens waterstaatswerk i.v.m. berekening veiligheidszone			
Waterstaatswerk: Niet Verheeld			
Hoogteverschil kruin-maaiveld		= 2,60	m
Berekening van de factor $H^3 \cdot D_i^5$			
$H = \frac{p_d}{\rho \cdot g}$ $H = \frac{100.000}{1.000 \cdot 9,81} = 10,19 \text{ m} \rightarrow H^3 \cdot D_i^5 = 10,19^3 \cdot 0,13^5 = 0,041 \text{ m}^8$			
Berekening van de halve breedte van de erosiekrater R_B			
$R_B = 8 \cdot \sqrt[8]{H^3 \cdot D_i^5}$ $R_B = 8 \cdot \sqrt[8]{10,19^3 \cdot 0,13^5} = 5,36 \text{ m}$			
Berekening van de halve lengte van de erosiekrater R_L			
Indien er sprake is van een klein gat: $R_{L1} = 0,5 \cdot R_B = 2,68 \text{ m}$			
Indien er sprake is van een groot gat: $R_{L2} = R_B = 5,36 \text{ m}$			
Indien er sprake is van niet-trekvaste verbindingen: $R_{L3} = 2 \cdot R_B = 10,72 \text{ m}$			
Berekening van de veiligheidszone			
<i>Indien er sprake is van een evenwijdige ligging met een waterkering:</i> Veiligheidszone = $4 \cdot H_{\text{werk}} + R_B = 4 \cdot 2,60 + 5,36 = 15,76 \text{ m}$			
<i>Indien er sprake is van een kruising met een waterkering:</i> Veiligheidszone = $4 \cdot H_{\text{werk}} + R_{L1} = 4 \cdot 2,60 + 2,68 = 13,08 \text{ m}$ Veiligheidszone = $4 \cdot H_{\text{werk}} + R_{L2} = 4 \cdot 2,60 + 5,36 = 15,76 \text{ m}$ Veiligheidszone = $4 \cdot H_{\text{werk}} + R_{L3} = 4 \cdot 2,60 + 10,72 = 21,12 \text{ m}$			
Berekening van de diepte van de erosiekrater			
$D_K = 1,2 \cdot (D_0 + H) = 1,2 \cdot (0,16 + 0,80) = 1,15 \text{ m}$			
		13-10-2020 09:08:12	

BIJLAGE VII

Risico analyse



PROJECT DATA	
Projectnaam	194544 Persleiding Bovenhoek
Projectnummer	EN11410
Locatie	Zuidelijk DORDRECHT
Rapportagedatum	23-10-2020

Risico's												
#	Risicogebied	Omschrijving van het risico	Omschrijving van de oorzaak	Omschrijving van de consequentie	Kans	Gevolg	Risico	Maatregel	Actiehouder	Einddatum actie	Opmerkingen	Status
1	Grondonderzoek	Degeneratie boorspoeling	Overgang Zoet-Zout water	Vastlopen pilotboring	K1	G2	Laag	Waterkwaliteit monitoren, toepassen toevoegstoffen.				
2	Grondonderzoek	Stuurproblemen, niet kunnen passeren, afbreken boorkop, vastdraaien.	Grind/Grindbedden	Afwijken boortracé, stuk terugtrekken, vastdraaien pilotboring.	K1	G2	Laag	Grondonderzoek interpreteren, historie locatie bekijken, recycland controleren op grind.				
3	Grondonderzoek	Dichtklappen boorgat	Loopzand	Vastdraaien pilot	K2	G1	Laag	Resultaten verleden onderzoeken				
4	Grondonderzoek	Niet kunnen passeren, afbreken boorkop, vastdraaien pilot	Obstakels	Verlies boring, terugtrekken	K2	G1	Laag	Historisch onderzoek uitvoeren, bij conflict opdrachtgever inlichten en dieper passeren				
5	Grondonderzoek	Raken van kabels en leidingen	Aanwezigheid kabels en leidingen	Schade derden	K1	G2	Laag	Klic melding, proefsleuven maken rondom intrede en uitrede, boorprofielen opvragen				
6	Grondonderzoek	Te kleine boorradius	Boorradius te klein ontworpen	Beschadiging boorbuis of mediumbuis	K1	G1	Laag	Radius op tekening controleren, stangen eventueel aanpassen indien radius wordt vorogeschreven				
7	Grondonderzoek	Te lange boring, stabiliteit boorgat in gevaar	Lengte boring	Te weinig vermogen, instabiliteit boorgat	K1	G1	Laag	Kwaliteit boorspoeling monitoren Boorsnelheid aanpassen Circulatie boorvloeistof verhogen Toepassen toevoegstoffen				
8	Pilotboring	Instabiliteit boorgat	Slechte boorspoeling	Instorten boorgat/vastlopen pilot/verlies boring	K1	G2	Laag	Boorspoeling monitoren, indien er problemen zijn kan er direct geacteerd worden				
9	Pilotboring	Stuurproblemen pilot	Grind/grindnesten	Afwijken boortracé vastlopen pilotboring Verlies pilotboring	K1	G1	Laag	Toepassen toevoegstoffen Boortracé aanpassen Vol continu werken				
10	Pilotboring	Uitknikken pilotboring Stuurproblemen spanningen in boorbuis verhoogde	Overgang grondlaag: van hard naar zacht en zacht naar hard	Afwijken boortracé Vastlopen pilotboring Verlies pilotboring Afbreken boorbuis	K1	G1	Laag	Juiste keuze boorstang Maximale waarde boorstangen niet overschrijden Juiste bend sub keuze				
11	Pilotboring	Verlies boorspoeling	Grondslag heeft hoge porositeit (grind)	Blow-out Milieuschade boorgat boorspoeling boring Instabiliteit Verlies circulatie Vastlopen Verlies boring	K1	G1	Laag	Boorvloeistofdrukken monitoren Houden aan berekende drukken Returns boorspoeling monitoren Toepassen toevoegstoffen				
12	Pilotboring	Breuk boorbuis	Slecht materiaal	Verlies boring	K1	G2	Laag	Visuele inspectie lassen boorbuizen				
13	Pilotboring	Stagnatie boring	Slecht materieel	Verlies boring	K1	G2	Laag	Visuele inspectie voor starten boring				
14	Pilotboring	Muduitbraak	Instabiele bovengrond	Wegvalle bentonietdruk derden Schade	K1	G2	Laag	Controle boorspoeldrukken tijdens uitvoering volgens boorplan Op maaiveld visuele inspectie muduitbraken				
15	Pilotboring	Muduitbraak	Instabiele bovengrond	Blow out maaiveld derden Schade	K1	G2	Laag	Isoleren uitbraak locatie Afzuigen vloeistof Monitoren boorvloeistofdrukken				
16	Pilotboring	Beschadiging gyro/ruimers Vastlopen pilot/ruimgang	Obstakels in de grond	Vervorming boorgat snij eigenschappen pilot/ruimer Verlies boring Slechte Vastlopen Tijdsverlies	K1	G2	Laag	D.m.v. vooronderzoek mogelijke obstakels inventariseren				
17	Pilotboring	Kwaliteitsvermindering boorspoeling	Een goede kwaliteit werkwater	Degeneratie boorspoelling Instabiliteit boorgat Vastlopen boring Verliesboring	K1	G2	Laag	Kwaliteit werkwater monitoren Toepassen toevoegstoffen werkwater aanvoeren				

PROJECT DATA	
Projectnaam	194544
Projectnummer	Persleiding Bovenhoek
Locatie	EN11410
Rapportagedatum	Zuidelijk DORDRECHT
	23-10-2020

Risico's												
#	Risicogebied	Omschrijving van het risico	Omschrijving van de oorzaak	Omschrijving van de consequentie	Kans	Gevolg	Risico	Maatregel	Actiehouder	Einddatum actie	Opmerkingen	Status
18	Ruimfase	Afname snij eigenschappen Vollopen ruimer ruimproces	Blokkeren	Nozzels slijben dicht	Terugtrekken ruimer	K1	G1	Laag	Controle gedrag van ruimer in de ruimfase. Indien er twijfel ontstaat aan snij eigenschappen ruimer kan deze worden teruggehaald en de nozzels kunnen worden gereinigd.			
19	Ruimfase	Slechte menging cuttings en boorspoeling. Slechte snij eigenschappen	Foutieve keuze ruimer	Instabiliteit boorgat Terugtrekken ruimer	K1	G2	Laag	Ruimer uit laten kiezen door gekwalificeerd personeel. Ruimer visueel inspecteren.				
20	Ruimfase	Te snel ruimen / te langzaam ruimen	Onjuiste snelheid ruimen	Instabiliteit boorgat Vervorming boorgat Blokkering boorgat	K1	G2	Laag	Ruimfase uit laten voeren door ervaren personeel. Indien boorgat instabiel wordt kan een extra ruim/barrellfase worden toegepast.				
21	Ruimfase	Breuk in joint/drillcollar Slijtage body van de ruimer Breken snijtanden nozzels	Defecten aan ruimer	Tijdelijke blokkering boorgat ruimer boring	Verlies Velies	K1	G3	Laag	Ruimer vooraf visueel inspecteren. Gedrag tijdens boring wordt gemonitord			
22	Ruimfase	Verstopping boorbuis	Meetdraad (gyro) in de boorstang aanwezig	Verlies circulatie boorspoeling Tijdverlies	K1	G1	Laag	Meetdraad voor start ruimproces verwijderen				
23	Ruimfase	Breken snijtanden/nozzles	Slijtage ruimer	Vervorming boorgat Slechte snij eigenschappen Vastlopen pilot/ruimer Tijdsverlies Verlies boring	K1	G1	Laag	Visueel inspecteren ruimer Trugtrekken ruimer Vervangen ruimer				
24	Ruimfase	Vastlopen ruimer in smal boorgat van pilotboring, beschdigung ruimer	Obstakels in de grond	Blokkering boorgat boring	Verlies	K1	G3	Laag	Vooronderzoek naar obstakels, ontwijken van kleine obstakels. Eventueel boortlijn aanpassen.			
25	Intrekfase	Defecte swivel	Overmatig gebruik olie of vet	Hogere kosten/milieuschade	K1	G2	Laag	Swivel vooraf visueel inspecteren Swivel gebruiken die trekkracht van de rig kan opvangen. Gebruik olie door gekwalificeerd personeel.				
26	Intrekfase	Overbelasting trekkop	Overschrijding maximale trekkracht op productpij	Breuk materiaal productpij intrekken	Verlies Vastlopen	K1	G3	Laag	Trekkracht wordt tijdens intrekken vergeleken met berekende waardes, eventueel overleg met opdrachtgever			
27	Intrekfase	Te grote drukken, pijp niet goed in boorgat	Invoerbocht niet goed	Beschadiging productpijpen	K1	G2	Laag	Voldoende kraanhulp tijdens intrekken Pijp visueel inspecteren Objecten langs intrekgang vermijden Definitieve intrekboog bepalen na pilotboring				
28	Intrekfase	Beschadiging coatings Kromme pijp	Steen in boorgat	Afkeuring pijpen Snellere slijtage Overbelasting of vastlopen intrekproces	K1	G1	Laag	Productpijpen bij intrekproces monitoren Objecten langs intrekgang vermijden				
29	Intrekfase	Beschadiging productbuis Menselijk letsel	Aanrij gevaar productbuis tijdens intrekken	Tijdverlies Verlies boorstreng (schade mens/materieel)	Letsel	K1	G2	Laag	Afsluiting wegen Plaatsen vooraankondiging			
30	Intrekfase	Verhoogde trekkracht	Scherper grind dan geanalyseerd uit grondonderzoek	Over maximale toegestane trekkrachten Beschadiging mediumbuis Vastlopen boring productpij Verlies boring	Afkeuren	K1	G3	Laag	Trekkracht wordt tijdens intrekken vergeleken met berekende waardes bij overschrijden van deze waarden zal overleg worden met de opdrachtgever			
31	Overig	Stilstand boorproces	Slijtage onderdelen	Verzanden van het boorgat Tijdsverlies	K1	G2	Laag	Slijtage onderdelen op voorraad Monteurs stand-by				
32	Overig	Verzanden boorgat	Defecte recycling, cyclonen en screens	Vastlopen boring Verlies boring	K1	G2	Laag	Monitoren functioneren recycling				

PROJECT DATA	
Projectnaam	194544
Projectnummer	Persleiding Bovenhoek
Locatie	EN11410
Rapportagedatum	Zuidelijk DORDRECHT
	23-10-2020

Risico's											
#	Risicogebied	Omschrijving van het risico	Omschrijving van de oorzaak	Omschrijving van de consequentie	Kans	Gevolg	Risico	Maatregel	Actiehouder	Einddatum actie	Status
33	Overig	Bruik boorstangen bij grote ruimgangen	Hoge torsie op stangen net voor de ruimer	Blokeren boorgat Tijdsverlies materiaal boring Verlies Verlies	K1	G3	Laag	Toepassen heavy weight stangen			
34	Overig	Instorten boorgat	Transport over boorlijn	Instorten boorgat Vastlopen boring Verlies boring Schade materiaal	K1	G2	Laag	Afzetten boorlijn op maaiveld Verbod voor transport boven boorlijn			
35	Overig	Milieu vervuiling, verspilling	Slang breuk lekkage	Olie Milieuschade	K1	G2	Laag	Absorptiemiddelen voor gelekte vloeistoffen op het werk Zandbaan onder rijpaletten om directe indringing tot ondergrond te voorkomen			
36	Overig	Vervuiling boden i.v.m. lekkage	Lekkage brandstoftank/smeermiddelen	Milieuschade, milieuverontreiniging	K1	G2	Laag	Geen brandstoffen opslaan op werktrein Smeermiddelen opslaan in afgesloten containers			
37	Overig	Valgevaar	Monsternamen uit bentoniet containers	Lichamelijk letsel	K1	G3	Laag	Juiste klimmaterialen gebruiken			
38	Overig	Vallen damwand	Plaatsen dodemansbed	Persoonlijke en materiele schade	K1	G3	Laag	Deugdelijk en de juiste gereedschappen/middelen Machinist dient in het bezit te zijn van een deskundigheidsbewijs			
39	Overig	Raken obstakels tijdens trillen damwanden	Plaatsen dodemansbed	Persoonlijke en materiele schade	K1	G2	Laag	Verrichten klic melding Uitvoeren proefsleuven			
40	Overig	Gegrepen worden door draaiende delen	Boren,ruimen, intrekken	Persoonlijke en materiele schade	K1	G4	Middel	Op de hoede zijn bij draaiende delen Geen loshangende kleding Goede communicatie tussen rig- operator en boorcrew			
41	Overig	Niet stabiel staan van de boormachine	Opstellen boormachine (inclusief overig equipement	Persoonlijke en materiele schade	K1	G2	Laag	Zorgen voor voldoende stevige ondergrond en voldoende ruimte			
42	Overig	Bij het intrekken van de productpijp, trekpijp valt van de ondersteuningen (rollen)	Rollerstellen niet in lijn	Persoonlijke en materiele schade Verlies productpijp	K1	G2	Laag	Goed uitlijnen Stabiel en spanningsvrij opstellen			
43	Overig	Inademen stof Stof in de ogen	Mengen mud	Persoonlijk letsel	K1	G2	Laag	Gebruik maken van adembescherming, uit de wind staan Gebruik maken van oogbescherming			
44	Transport	Aanrijding	Transport materieel	Persoonlijke en materiele schade	K1	G4	Middel	Stapvoets rijden op werktrein Parkeren op aangewezen plaatsen Rij defensief			
45	Transport	Verlies van de lading	Transport materieel	Persoonlijke en materiele schade	K1	G4	Middel	Stabiel laden last Lading borgen			
46	Transport	Verliezen van boorstangen	Lossen en laden van boorstangen	Persoonlijke en materiele schade	K1	G4	Middel	Goede voorlichting/opleiding chauffeurs (hijsbewijs) Gebruik van gecertificeerde hijsmiddelen			
47	VGM (Bouwplaatsvoorzieningen en inrichting)	Elektrisch systeem niet goed aangelegd	Aansluiten van de keten	Stroomdoorgang door het lichaam	K1	G4	Middel	Juist aansluiten van het aggregaat door bevoegd personeel			
48	VGM (Bouwplaatsvoorzieningen en inrichting)	Omvalen materieel stukken	Ondeugdelijk stapelen	Persoonlijke en materiele schade	K1	G3	Laag	Materialen deugdelijk stapelen en borgen			

PROJECT DATA	
Projectnaam	194544 Persleiding Bovenhoek
Projectnummer	EN11410
Locatie	Zuidelijk DORDRECHT
Rapportagedatum	23-10-2020

Risico's												
#	Risicogebied	Omschrijving van het risico	Omschrijving van de oorzaak	Omschrijving van de consequentie	Kans	Gevolg	Risico	Maatregel	Actiehouder	Einddatum actie	Opmerkingen	Status
49	VGM (Bouwplaatsvoorzieningen en inrichting)	Aanrijding	Beperkte ruimte	Persoonlijke en materiele schade	K1	G4	Middel	Wegen naar werk-opslag terrein zo veel mogelijk vrij houden Dragen veiligheidsvest				
50	VGM (Hijsen en verplaatsen m.b.v. mobiele kraan)	Vallen van hijsonderdelen	Onjuiste hijs hulpmiddelen	Persoonlijke en materiele schade	K1	G4	Middel	Juiste hijs hulpmiddelen voor de hijslast gebruiken				
51	VGM (Hijsen en verplaatsen m.b.v. mobiele kraan)	Verzakken stempelpoot	Stempelen materieel	Persoonlijke en materiele schade	K1	G3	Laag	Deugdelijke ondergrond/rijplaten				
52	VGM (Hijsen en verplaatsen m.b.v. mobiele kraan)	Verliezen hijslast	Slijtage materiaal	Persoonlijke en materiele schade	K1	G4	Middel	Gebruik van gecertificeerde hijs hulpmiddelen				
53	VGM (Hijsen en verplaatsen m.b.v. mobiele kraan)	Breken ketting	Slijtage materiaal	Persoonlijke en materiele schade	K1	G4	Middel	Gebruik van gecertificeerde hijsketting Gebruik zwaardere kettingen Maximaal aangegeven hijs capaciteit niet overschrijden				
54	VGM (Hijsen en verplaatsen m.b.v. mobiele kraan)	Stabiliteit niet voldoende gewaarborgd	Onstabiele ondergrond	Persoonlijke en materiele schade	K1	G3	Laag	Materialen deugdelijk stepelen en borgen				
55	VGM (Hijsen en verplaatsen m.b.v. mobiele kraan)	Overbelasting van de hijskraan	Aanslaan te zware lasten en materieelstukken	Persoonlijke en materiele schade	K1	G3	Laag	Aangeven op last wat eventueel het gewicht van de constructie is				
56	VGM (Hijsen en verplaatsen m.b.v. mobiele kraan)	Ondeskundig gebruik van de hijskraan	Onervaren bestuurder	Persoonlijke en materiele schade	K1	G3	Laag	De bestuurder dient in het bezit te zijn van een deskundigheidsbewijs				
57	VGM (Hijsen en verplaatsen m.b.v. mobiele kraan)	Beknelling	Verplaatsen van lasten	Persoonlijk letsel	K1	G3	Laag	Afstand houden van de last Geen lichaamsdelen plaatsen tussen last en afzetplaats				
58	VGM (Hijsen en verplaatsen m.b.v. mobiele kraan)	Uitslaan van last	Rijden met last	Persoonlijke en materiele schade	K1	G4	Middel	Last borgen tegen uitzwaaiing Last begeleiden m.b.v. een begeleidingskoord				
59	VGM (Hijsen en verplaatsen m.b.v. mobiele kraan)	Verspilling (brandstof)	Eventuele lekkages	Milieuschade, milieuverontreiniging	K1	G3	Laag	De machinist dient regelmatig (dagelijks) zijn of haar machine te inspecteren en zo nodig onderhoudswerkzaamheden uit te voeren				
60	VGM (Hijsen en verplaatsen m.b.v. mobiele kraan)	In aanraking komen met draaiende kraan	Werkzaamheden uitvoeren binnen draaicirkel van de kraan	Persoonlijk letsel	K1	G3	Laag	Medewerkers en derden dienen uit de draaicirkel van de hydraulische kraan te blijven Indien medewerkers werkzaamheden uitvoeren dient een goede afstemming met de machinist te worden gemaakt				
61	Afvalstoffen	Reactie tussen afvalstoffen	Opslag gevaarlijke stoffen (gassen, vloeistoffen en vaste materialen)	Brand of explosie Verspilling/vervuiling Milieuschade	K1	G3	Laag	Verschillende afvalstoffen gescheiden van elkaar opslaan Gebruik maken van afgesloten container				
62	Afvalstoffen	Struikelgevaar	Obstakels op werkterrein	Persoonlijke en materiele schade	K1	G3	Laag	Orde en netheid (werkplek schoonhouden ook schaft- en kantoorruimte)				
63	Afvalstoffen	Vervuiling/verspreiding	Hijsen en verplaatsen m.b.v. mobiele kraan	Milieuschade	K1	G2	Laag	Gevaarlijk afval scheiden van het "normale afval" Gebruik maken van afgesloten container				

PROJECT DATA	
Projectnaam	194544 Persleiding Bovenhoek
Projectnummer	EN11410
Locatie	Zuidelijk DORDRECHT
Rapportagedatum	23-10-2020

Risico's												
#	Risicogebied	Omschrijving van het risico	Omschrijving van de oorzaak	Omschrijving van de consequentie	Kans	Gevolg	Risico	Maatregel	Actiehouder	Einddatum actie	Opmerkingen	Status
64	Afvalstoffen	Morsen van brandstof tijdens aftanken	Materieel voorzien van brandstof	Vervuiling bodem, water Verspilling	K1	G2	Laag	Controle brandstof/olie peil Overdag of bij voldoende kunstlicht tanken Absorptiemiddelen voor de gelekte vloeistof Verontreinigde medium verwijderen/afvoeren conform wettelijke eisen en door een bevoegd bedrijf				
65	VGM (Persoonlijke hulpmiddelen)	Aangereden worden op de openbare weg	Gebruik van bedrijfs- of personenauto	Persoonlijke en materiele schade	K1	G4	Middel	Bestuurder dient in het bezit te zijn van de juiste papieren				
66	VGM (Persoonlijke hulpmiddelen)	Kortsluiting handgereedschap	Ondeugdelijk handgereedschap	Persoonlijke en materiele schade	K1	G3	Laag	Elektrisch handgereedschap moet zijn goedgekeurd en conform NEN-3140 Zijn voorzien van een keuringssticker en moet jaarlijks worden gekeurd				
67	VGM (Persoonlijke hulpmiddelen)	Aanraking met draaiende slijpschijf	Onderskundig gebruik van handslijpmachine	Persoonlijk letsel	K1	G3	Laag	Er voor zorg dragen dat de slijpschijf is uitgedraaid voordat de handslijpmachine wordt weggelegd				
68	VGM (Persoonlijke hulpmiddelen)	Omvallen of eraf vallen tijdens klimmen	Ondeskundig gebruik van ladder	Persoonlijk letsel	K2	G2	Middel	Ladder dient voor gebruik visueel te worden gecontroleerd Ladder dient stabiel te worden opgesteld, onder de juiste hoek en voldoende lengte				
69	VGM (Persoonlijke hulpmiddelen)	Raken elektrische kabels	Ondeskundig gebruik	Stroomdoorgang door het lichaam	K1	G3	Laag	Gebruik maken van elektrische kabels die zijn gecontroleerd en als zodanig herkenbaar zijn Wanneer kabels beschadigd raken tijdens werkzaamheden niet meer gebruiken				
70	VGM (Persoonlijke hulpmiddelen)	Allerlei	Gebruik van overig handgereedschap	Persoonlijk letsel	K1	G3	Laag	Gebruiker dient overig handgereedschap naar goed gebruik en inzicht te gebruiken				

