

Bezoekadres

Papland 8
4206 CL Gorinchem
T: 0183 64 50 60
F: 0183 64 85 50

Postadres

Postbus 231
4200 AE Gorinchem
E: info@vanvulpen.eu
I: www.vanvulpen.eu



Werkmethodebeschrijving

Horizontaal gestuurde boring HDD2

t.b.v. het project:

Enexis 30127135_Aanleg 50kV verbindingen LIMM-BOSP

In opdracht van:



Aannemer:



Projectnummer: EN11169
Opdrachtgever: Enexis Netbeheer
Locatie: Willem Alexanderweg - Pastoor Moormanstraat (kruisend Maas)
Plaats: MAASTRICHT

Datum: 31 augustus 2020
Documentnr.: 2008-565848
Status: Voor vergunning

Geproduceerd: WdJ
Gecontroleerd: CS
Goedgekeurd door: TvS

Van Vulpen B.V.

Papland 8	Postbus 231	Telefoon:	0183 - 645060	info@vanvulpen.eu
4206 CL Gorinchem	4200 AE Gorinchem	Telefax:	0183 - 648550	www.vanvulpen.eu

Bezoekadres

Papland 8
4206 CL Gorinchem
T: 0183 64 50 60
F: 0183 64 85 50

Postadres

Postbus 231
4200 AE Gorinchem
E: info@vanvulpen.eu
I: www.vanvulpen.eu

**Inhoudopgave**

1	Projectomschrijving	4
2	Werkomvang.....	5
3	Situatiebeschrijving	6
3.1	Te kruisen objecten	6
3.2	Beschrijving grondgesteldheid	6
3.3	Grondwaterstanden	8
3.4	Overige randvoorwaarden	8
4	Beschrijving werkmethode	9
4.1	Beschrijving boormethode	9
4.1.1	Verrichten van de pilotboring	9
4.1.1.1	Afwijkingen van boortracé	9
4.1.2	Ruimfasen	10
4.1.3	“Wiper trip”	10
4.1.4	Intrekfase	10
4.2	Te verwachten trekkracht.....	11
4.3	Boorspoeldrukken	12
4.4	Kwel	13
4.5	Stormseizoen	13
4.6	Mobilisatie en demobilisatie	13
4.6.1	Werkterrein en werkstroken	13
4.6.2	Inrichten werkterrein	13
4.6.3	Verkeersvoorzieningen	14
4.7	Opslag en transport boorslurry	14
4.8	Mud-retourleiding	14
5	In te zetten materieel	15
5.1	Boormachine en bijbehorend materieel	15
5.2	Ondergronds boormaterieel	16
5.3	Boorstangen.....	17
5.4	Plaatsbepalingsysteem	17
6	Toe te passen materialen	18
6.1	Specificatie leiding en buismateriaal	18
6.1.1	Gegevens horizontaal gestuurde boring.....	18
6.2	Productbeschrijving boorvloeistof en toevoegstoffen	19
7	Personeel, organisatie en communicatie	20
7.1	Organigram	20
7.1.1	Betrokken bedrijven	21
7.2	Taken, bevoegdheden en verantwoordelijkheden	21
7.2.1	Functies Van Vulpen:	22
1.1.1.1	Projectleiding.....	22
1.1.1.2	Uitvoerder/Boormeester	22
1.1.1.3	Engineer 22	22
1.1.1.4	Werkvoorbereider.....	23
1.1.1.5	V&G -coördinator	23
1.1.1.6	Uitvoerende medewerker.....	23
7.3	Wijze van registreren/rapporteren.....	24
7.3.1	Algemene registratie	24
7.3.2	Registratie ruimfasen	24
7.3.3	Registratie werkwater	24
7.3.4	Registratie bentoniet	24
7.3.5	Aanlevering registratie	26
8	Tijdschema	27
8.1	Tijdschema horizontaal gestuurde boring.....	27
8.2	Stappenplan uitvoering	27

Bezoekadres

Papland 8
4206 CL Gorinchem
T: 0183 64 50 60
F: 0183 64 85 50

Postadres

Postbus 231
4200 AE Gorinchem
E: info@vanvulpen.eu
I: www.vanvulpen.eu



9	Veiligheid, gezondheid en milieu	28
9.1	V&G risico's en beschermende maatregelen	28
9.2	Specifieke risico-inventarisatie en evaluatie	29
9.3	Noodsituaties	29

Lijst met tabellen

Tabel 1	Versie- en wijzigingsoverzicht	3
Tabel 2	Grondwaterstanden	8
Tabel 3	Geldende normen en voorschriften	8
Tabel 4	Mengselverhouding boorvloeistof	19

Lijst met figuren

Figuur 1	Locatie uit te voeren werkzaamheden (GoogleEarth)	4
Figuur 2	Locatie grondonderzoeken	6
Figuur 3	Schematische bodemopbouw (bron D-Geo Pipeline)	7
Figuur 4	Voorbeeld Downhole motor	9
Figuur 5	Hole opener	10
Figuur 6	Barrel	10
Figuur 7	Te verwachten trekkrachten	11
Figuur 8	Boorspoeldrukken tijdens pilotboring	12
Figuur 9	gerealiseerd muddepot	14
Figuur 9	Boorstelling 300 tons boorstelling (schets)	15
Figuur 10	Voorbeeld typische Fly cutter	16
Figuur 11	Voorbeeld typische barrel	16
Figuur 12	Voorbeeld Swivel	16
Figuur 13	Boorstangen	17
Figuur 14	Organigram	20

Lijst met bijlagen

Bijlage 1	Grondonderzoeken	30
Bijlage 2	Beschrijving Gyro Meetsysteem	31
Bijlage 3	Beschrijving boorvloeistof	32
Bijlage 4	Sterkte- & muddrukberekeningen	33
Bijlage 5	Kwelwegberekeningen	34
Bijlage 6	Risico analyse	35
Bijlage 7	Tekeningen	36

Versie	Datum	Status	Opgesteld door	Gecontroleerd	Voor akkoord
1	31-08-2020	Voor vergunning	WdJ	CS	TvS

Tabel 1 Versie- en wijzigingsoverzicht

Bezoekadres

Papland 8
4206 CL Gorinchem
T: 0183 64 50 60
F: 0183 64 85 50

Postadres

Postbus 231
4200 AE Gorinchem
E: info@vanvulpen.eu
I: www.vanvulpen.eu



1 Projectomschrijving

Te Maastricht zijn aanpassingen noodzakelijk in het 50 kV net welke in hoofdzaak bestaan uit het aanleggen en monteren van nieuwe 50 kV kabelverbindingen en bijbehorende signaalkabels tussen de HS-/MS-stations LIMMEL en BOSCHPOORT.

Om het bovenstaande te kunnen realiseren gaat Van Vulpen twee horizontale gestuurde boringen uitvoeren onder de Maas.

In dit specifieke werkplan wordt een beschrijving gegeven van de aanlegwijze en de projectinrichting ten aanzien tot personeel, materieel, kwaliteit, risico's en planning, voor de realisatie van twee horizontaal gestuurde boringen in het project "Enexis 30127135_Aanleg 50kV verbindingen LIMM-BOSP".

De uitvoering voor Van Vulpen bestaat uit:

- Het aanbrengen van een gestuurde boring van ca. 496 meter 12xØ160mm PE100 SDR11
- Het aanbrengen van een gestuurde boring van c.a. 483 meter 12xØ160mm PE100 SDR11

Onderstaande figuur geeft de locatie van de gestuurde boringen weer. In de Bijlage (Tekeningen) wordt de boorlocatie in detail weergegeven.



Figuur 1 Locatie uit te voeren werkzaamheden (GoogleEarth)

Bezoekadres

Papland 8
4206 CL Gorinchem
T: 0183 64 50 60
F: 0183 64 85 50

Postadres

Postbus 231
4200 AE Gorinchem
E: info@vanvulpen.eu
I: www.vanvulpen.eu



2 Werkomvang

De omvang van de werkzaamheden voor uitvoering van de horizontaal gestuurde boring wordt als volgt opsommend weergegeven:

- ✓ Transport en aanvoer werkverkeer.
- ✓ Inrichten werkstrook t.p.v. uitlegterrein boorstreng met bijbehorende passages.
- ✓ Voorzieningen treffen t.b.v. inrichting.
- ✓ Inrichten werkterrein ten behoeve van het opstellen van het boormaterieel.
- ✓ Inrichten van de laslocatie
- ✓ Lossen en uitrijden van de buizen t.b.v. de gestuurde boring.
- ✓ Spiegellassen van de buizen incl. verwijderen rillen.
- ✓ Het testen van de boorstreng voorafgaand aan de intrekfase.
- ✓ Pilotboring uitgevoerd met een Optische Gyrocoop.
- ✓ Uitvoeren van (indien nodig) meerdere ruimfasen t.b.v. verkrijgen juiste afmetingen boorgat.
- ✓ De productleiding naar gewenste positie brengen.
- ✓ Het intrekken van de productleiding.
- ✓ Drill-grout toepassen over ca. 40m aan de beide uiteinden van de HDD i.v.m. kwelanalyse (hiervoor zullen extra buisjes meegetrokken worden).
- ✓ Opruimen werkterrein (in- en uittrede)
- ✓ Het afvoeren van restant boorspoeling en cuttings
- ✓ Het testen van de boorstreng na intrekken.
- ✓ Het opleveren van de boring middels een "as-built-tekening" inclusief de benodigde rapportages.

3 Situatiebeschrijving

In de voorgaande hoofdstukken is een beschrijving gegeven van de locatie en de beoogde boorlijn. In onderstaande secties worden de, op de uitvoering van de boring, van toepassing zijnde randvoorwaarden beschreven.

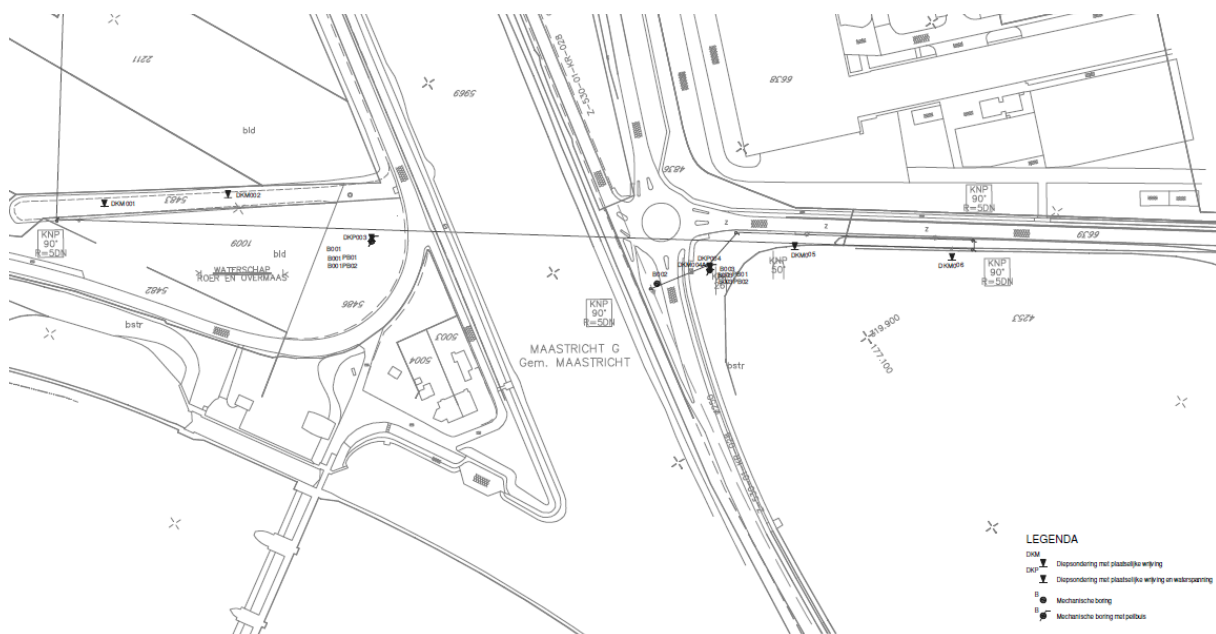
3.1 Te kruisen objecten

Zoals op de boortekeningen in de bijlage zichtbaar is, zullen de boringen de volgende objecten en belendingen kruisen:

- Borgharenweg
- De Maas
- Diversen bestaande kabels en leidingen.

3.2 Beschrijving grondgesteldheid

Door middel van grondonderzoek is er inzicht verkregen in de bodemopbouw en de grondwaterstand op locatie. Aan de hand van de verkregen grondgegevens is o.a. de toe te passen boorspoeldruk en de bepaling van de plastische zone bepaald. In de Bijlage is het grondonderzoek opgenomen.



Figuur 2 Locatie grondonderzoeken

Bezoekadres

Papland 8
4206 CL Gorinchem
T: 0183 64 50 60
F: 0183 64 85 50

Postadres

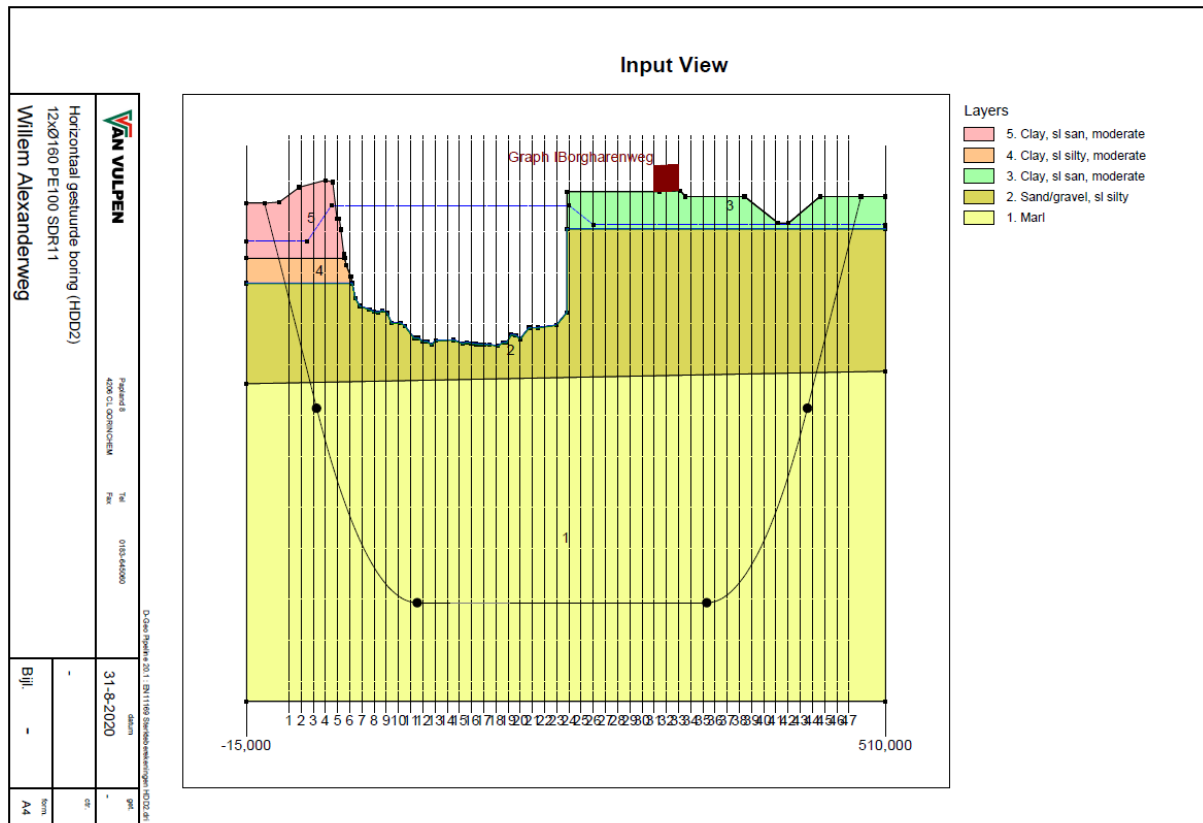
Postbus 231
4200 AE Gorinchem
E: info@vanvulpen.eu
I: www.vanvulpen.eu



Over het algemeen kan gesteld worden dat:

- Tot een diepte van circa 2 tot 5 meter bestaat de grondslag uit klei, zwak/matig zandig.
- Hieronder gaat de grondslag over in zand, uiterst grof, zwak siltig. sterk grindig, Deze laag is gelegen tot circa 10 á 11 meter onder maaiveld.
- Hierna wordt de grondslag Mergel

Voor de uitvoering van de horizontaal gestuurde boring is het uitgangspunt dat het beschikbaar gestelde grondonderzoek representatief is voor het gehele boortracé.



Figuur 3 Schematische bodemopbouw (bron D-Geo Pipeline)

Op basis van de verrichte grondonderzoeken en de informatie uit het grondmechanisch rapport kan worden aangenomen dat de boring zich voornamelijk in een pakket mergel bevindt, waarbij vooralsnog het toepassen van een downhole-motor noodzakelijk is.

Bezoekadres

Papland 8
4206 CL Gorinchem
T: 0183 64 50 60
F: 0183 64 85 50

Postadres

Postbus 231
4200 AE Gorinchem
E: info@vanvulpen.eu
I: www.vanvulpen.eu

**3.3 Grondwaterstanden**

Op basis van de ter beschikking gestelde gegevens is de navolgende tabel opgesteld met de uitgangswaarden t.a.v. grondwaterstanden en maaiveldhoogten:

Omschrijving	Eenheid	+/- N.A.P.	Waarde
Maaiveldhoogte intredepunt	[m]	+	46.18
Maaiveldhoogte uittredepunt	[m]	+	45.79
Grondwaterstand Boring B002	[m]	+	42,58
Grens extreem hoogwaterstand Maas	[m]	+	45.65

Tabel 2 Grondwaterstanden

3.4 Overige randvoorwaarden

Overige specifieke randvoorwaarden waaraan de inhoud van dit plan, de voorbereiding en uitvoering van de boring moeten voldoen zijn opgenomen in onderstaande voorschriften en normen:

Nr.	Titel	Versie	Normsteller	Opmerkingen
1	NEN3650	Vigerende versie	NEN	Eisen voor buis-leidingsystemen
2	NEN3651	Vigerende versie	NEN	Aanvullende eisen voor leidingen in kruisingen met belangrijke waterstaatswerken

Tabel 3 Geldende normen en voorschriften

Op basis van de ter beschikking gestelde gegevens en aangeleverde documenten zijn er geen aanvullende randvoorwaarden vastgesteld.

Bezoekadres

Papland 8
4206 CL Gorinchem
T: 0183 64 50 60
F: 0183 64 85 50

Postadres

Postbus 231
4200 AE Gorinchem
E: info@vanvulpen.eu
I: www.vanvulpen.eu



4 Beschrijving werkmethode

4.1 Beschrijving boormethode

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.

4.1.1 Verrichten van de pilotboring

De pilotboring zorgt er voor dat de verbinding tussen het intredepunt en het uittredepunt tot stand wordt gebracht conform de tracé tekeningen of op coördinaten. Voor dit project wordt een assembly gebruikt opgebouwd met een MT Drill-Bit (dit in verband met verwachte harde grondslag) met daarachter een bent sub en gyro. Na elke boorpijp die in de grond geboord is, wordt de positie van de boorkop / meetsysteem bepaald, vervolgens wordt de meetdraad door de volgende boorpijp doorverbonden en de een volgende boorpijp aangeschroefd. Stuk voor stuk worden zo de boorpijpen gekoppeld totdat de overzijde bereikt is.

Gelet op de grondslag is uitgegaan van het toepassen van een 8.7/8" M/L 3.0 Stage Downhole Motor (6.5/8" reg box up & down) tijdens de pilotboring.



Figuur 4
Voorbeeld
Downhole motor

4.1.1.1 Afwijkingen van boortracé

Tijdens de pilotboring kunnen er in het horizontale en verticale vlak afwijkingen optreden ten opzichte van de ontworpen boorlijn, door bijvoorbeeld slappe grondlagen, etc.

De surveyor op locatie zal aangeven welke correctie/sturing benodigd is om terug te komen in het originele tracé. Door te sterk terug te sturen in de richting van de ontworpen boorlijn kunnen er extra spanningen in de leidingen 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. De toelaatbare afwijking bedraagt maximaal 3m zijdelings, 1m verticaal omhoog en 2m verticaal naar beneden. Hierbij moeten de minimale kromtestralen worden gerespecteerd.

Bezoekadres

Papland 8
4206 CL Gorinchem
T: 0183 64 50 60
F: 0183 64 85 50

Postadres

Postbus 231
4200 AE Gorinchem
E: info@vanvulpen.eu
I: www.vanvulpen.eu



4.1.2 Ruimfasen

Als de pilotboring is gerealiseerd, wordt de boorkop en het meetsysteem verwijderd en wordt de ruimer geplaatst om het boorgat te vergroten. De buitendiameter van de in te trekken productleiding is respectievelijk 610mm.

Op basis van de beschikbare grondgegevens zal het boorgat middels vier ruimfasen, afhankelijk van de grondslag en lengte, verder vergroot worden met factor 1,25 tot 1.5 waarbij het boorgat na de ruimfase een opening zal hebben van respectievelijk 860mm.

Gelet op de grondslag is Van Vulpen tijdens de aanbesteding uitgegaan van het toepassen van Hole-Openers en Cone-Cutters om de boortunnel te vergroten tot de juiste afmetingen verkregen zijn. Vooralsnog gaat Van Vulpen uit van de volgende ruimstappen:

-  Ruimfase 1: Hole opener 620mm (24")
-  Ruimfase 2: Hole opener 860mm (34")
-  Ruimfase 3 (optioneel): Barrel 720mm (28")



Figuur 5 Hole opener

4.1.3 "Wiper trip"

Om het boorgat "schoon" op te leveren voor de intrekfase kan overwogen worden om een extra "Wiper trip" (cleaning run) uit te voeren.

De "Wiper trip" wordt uitgevoerd met behulp van een "barrel reamer" of een stenenvanger en is noodzakelijk in de volgende gevallen:

- Afwijkend hoog zandpercentage in de boorspoeling.
- Discontinu verloop van het ruimproces.
- Afwijkingen in mud- en retourstroom.
- Indicatie van aanwezigheid van stenen in de boortunnel.

Uitvoering van een "Wiper trip" kan daarnaast worden overwogen door de boormeester.



Figuur 6 Barrel

Als de leiding nog niet gereeds is voor de intrekfase kan tevens worden overwogen een extra "Wiper trip" uit te voeren om de conditie van de boorspoeling op peil te houden. Voor dit project is vooralsnog geen "Wiper trip" voorzien.

4.1.4 Intrekfase

De intrekfase zal direct plaatsvinden na het uitvoeren van de eventuele "Wiper trip" Voor deze fase zal Van Vulpen een "barrel" + "swivel" gebruiken

Aan de eerste sectie van de productleiding is een trekkop gelast. De swivel zorgt ervoor dat tijdens het intrekken de leidingstreng niet gaat torderen in het boorgat. Vervolgens wordt de leiding per sectie in het boorgat getrokken. Hierbij worden de trek- en torsiekrachten bijgehouden door de boormeester.

Bezoekadres

Papland 8
4206 CL Gorinchem
T: 0183 64 50 60
F: 0183 64 85 50

Postadres

Postbus 231
4200 AE Gorinchem
E: info@vanvulpen.eu
I: www.vanvulpen.eu



4.2 Te verwachten trekkracht

Het ontwerp van de horizontaal gestuurde boringen en de toegepaste leiding is op sterkte getoetst door middel van de uitvoering van een sterkteberekening conform NEN 3650. Hiervoor is het programma D-Geo Pipeline van Deltares gebruikt. De uitkomst van de berekeningen is opgenomen in de Bijlage (Sterkteberekening D-Geo Pipeline).

Onderstaande tabel geeft de verwachtingswaarde voor de trekkracht van de boring weer gedurende het boorproces;

Karakteristieke punten	Lengte leiding in gat (m)	Karakteristieke waarde voor de trekkracht (kN)
T1	0	118
T2	44	117
T3	128	124
T4	366	121
T5	450	128
T6	496	128

Figuur 7 Te verwachten trekkrachten

De berekende waarden van de trekkracht zijn karakteristieke waarden waarop nog een totaalfactor voor stochastische variatie en modelonzekerheid (f) van tenminste 1.4 moet worden toegepast in de sterkte berekening, volgens art. E.1.2.1 van NEN 3650-1:2012. In de sterkteberekening (volgend hoofdstuk) is een factor van 3,00 gebruikt en een belasting factor van 1,00.

Bezoekadres

Papland 8
4206 CL Gorinchem
T: 0183 64 50 60
F: 0183 64 85 50

Postadres

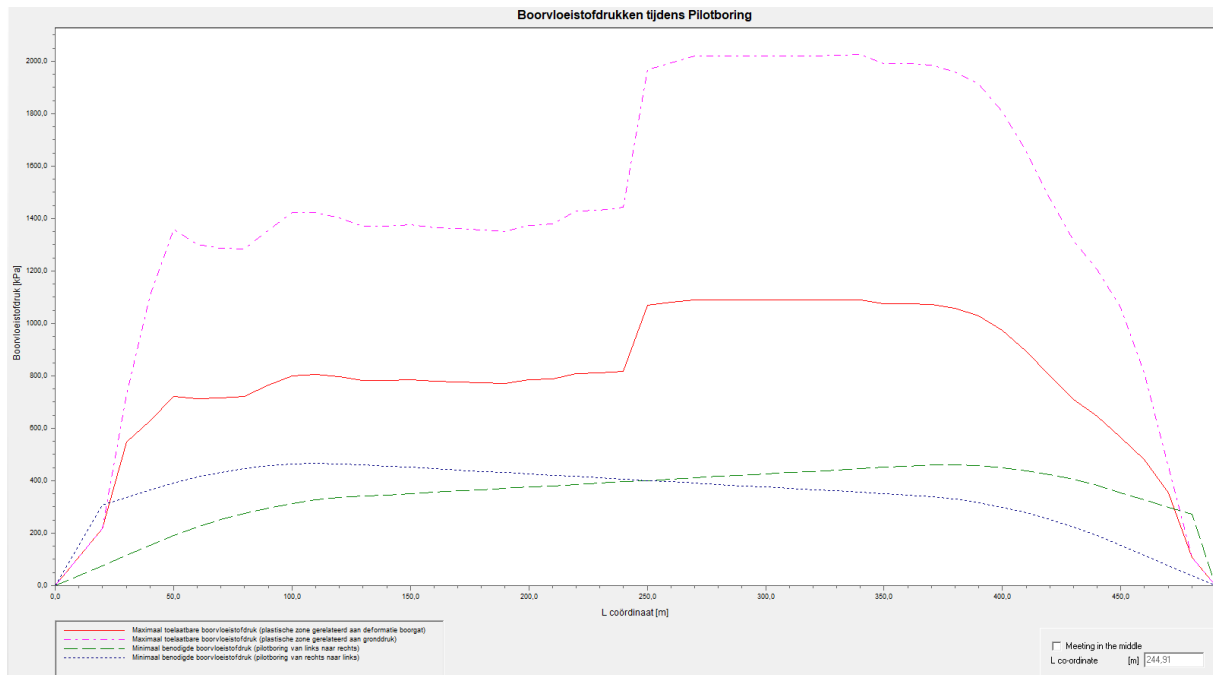
Postbus 231
4200 AE Gorinchem
E: info@vanvulpen.eu
I: www.vanvulpen.eu



4.3 Boorspoeldrukken

Het ontwerp van de horizontaal gestuurde boring en de toegepaste leiding is getoetst door middel van de uitvoering van een muddruk berekening conform NEN 3650. Hiervoor is het programma D-Geo Pipeline van Deltares gebruikt. De berekening van de boring is terug te vinden in de Bijlage.

Onderstaande figuur geeft de verwachtingswaarde weer voor de boorspoeldrukken gedurende de realisatie van de pilotboring;



Figuur 8 Boorspoeldrukken tijdens pilotboring

Bezoekadres

Papland 8
4206 CL Gorinchem
T: 0183 64 50 60
F: 0183 64 85 50

Postadres

Postbus 231
4200 AE Gorinchem
E: info@vanvulpen.eu
I: www.vanvulpen.eu



4.4 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.

Beschouwing kwel:

-  Er is geen doorsnijding van het watervoerend pakket waardoor er geen kwelstroom zou kunnen ontstaan.
-  Het waterpeil van de open watergang is lager dan de grondwaterstand t.h.v. het uittrede van de boring. Uit de berekening blijkt dat de boring voldoet en er geen kwelstroom te verwachten is door het toepassen van drill-grout over ca. 40m aan de beide uiteinden van de HDD.
-  Bij deze boring is er geen verschil in grondwaterstand aanwezig tussen in- en uittredepunt.

4.5 Stormseizoen

Tijdens het stormseizoen, dat loopt van 1 oktober tot en met 15 april, kan een flinke storm het water zo opstuwen, dat de waterstanden extra hoog worden.

In de boortekeningen en berekeningen is hiermee rekening gehouden en tijdens de uitvoering van de boringen, welke zullen plaats vinden in het stormseizoen, zal dagelijks de actuele weersinformatie geraadpleegd en gemonitord worden.

4.6 Mobilisatie en demobilisatie

Op de terreinindeling staat de werkruimte weergegeven. Op basis hiervan kan een inschatting gemaakt worden van het materieel dat van en naar het werkterrein getransporteerd zal worden.

4.6.1 Werkterrein en werkstroken

Ten aanzien van de opstellocatie van de boorstelling, wordt in dit werk gekozen voor een volledige opstelplaats bestaande uit rijplaten en draglineschotten t.b.v. de stabiliteit van de boorstelling en ter bescherming van de ondergrond.

4.6.2 Inrichten werkterrein

Ten aanzien van de opstellocatie van de boorstelling, is de beschikbare ruimte voldoende aanwezig. Voor de boring dient rekening gehouden te worden met een opstellocatie welke circa 1000m² in beslag zal nemen, om de stangenkratten, opslag van bentoniet, powerpack, recycle unit pompen alsmede de boorstelling te kunnen positioneren.

Nabij het uittrede van de boringen zullen de buizen aan elkaar gelast worden middels spiegellassen en uitgelegd worden vanaf uit uittredepunt op de oever langs de Maas.

Bezoekadres

Papland 8
4206 CL Gorinchem
T: 0183 64 50 60
F: 0183 64 85 50

Postadres

Postbus 231
4200 AE Gorinchem
E: info@vanvulpen.eu
I: www.vanvulpen.eu



4.6.3 Verkeersvoorzieningen

Voor dit project zullen de nodige verkeersmaatregelen moeten worden getroffen om de werkzaamheden veilig uit te kunnen voeren. Aan de hand van de door Van Vulpen opgestelde tekeningen, zullen de benodigde verkeersmaatregelen worden getroffen.

4.7 Opslag en transport boorslurry

Op de terreinindeling staat de locatie weergegeven waar te zien is waar de bentoniet opgeslagen zal worden.

De gerecyclede boorspoeling zal zoveel mogelijk hergebruikt worden om het restant aan overtollig boorvloeistof na realisatie zo minimaal mogelijk te houden. De bentoniet wordt voortdurend gerecycled. Het zand wat wordt opgeboord wordt door filters gehaald en gescheiden van de bentoniet. De bentoniet vloeit terug in depot en wordt weer gebruikt bij een volgende boorgang.

Het bentoniet depot wordt in de directe nabijheid van het intredepunt gerealiseerd d.m.v. het afgraven van de teelaarde en het voorzien van een stabiele niet doordringende bodem middels schoon zand. In dat geval zal het depot volledig worden omringd door een zandwal van voldoende afmetingen om de kunstmatige "vijver" van bentoniet in stand te houden.



Figuur 9 gerealiseerd muddepot

4.8 Mud-retourleiding

Vrijkomende materialen als recycle zand en bentoniet cuttings kunnen worden hergebruikt, verwerkt in de sleuf of afgevoerd naar een erkende verwerker. Daar waar mogelijk beoogd Van Vulpen om de uitkomende cuttings te recyclen, zodat enkel gerecycled zand achterblijft op de locatie. Dit zand zal voor dit project worden afgevoerd naar een erkende verwerker.

Het terug transporteren van deze materialen naar de boorstelling en recycle-unit zal middels in eerste instantie gebeuren door transport over de weg en nadat één boring gerealiseerd is middels een mudretourleiding gebeuren door gebruik te maken van de geboorde buizen.

De gerecyclede boorspoeling zal zoveel mogelijk hergebruikt worden om het restant aan overtollig boorvloeistof na realisatie zo minimaal mogelijk te houden.

Bezoekadres

Papland 8
4206 CL Gorinchem
T: 0183 64 50 60
F: 0183 64 85 50

Postadres

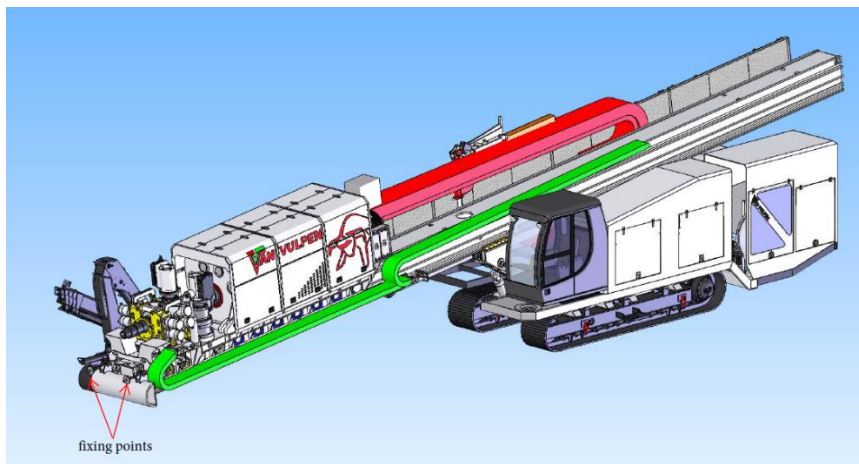
Postbus 231
4200 AE Gorinchem
E: info@vanvulpen.eu
I: www.vanvulpen.eu



5 In te zetten materieel

5.1 Boormachine en bijbehorend materieel

* Boormachine:	300 tonner
Rig klasse:	Maxi-Rig
Merk:	Prime Drilling PD 300/120 RP C L Electro
Motor:	Elektrisch aangedreven
Gewicht:	35.000 kg
Max. draaimoment:	120.000 Nm
Max. opneembare trekkracht:	300 ton
Max. drukkracht:	300 ton
Max. intrede hoek:	8-16 graden



Figuur 10 Boorstelling 300 tons boorstelling (schets)

* Pomp/menginstallatie:	
Merk:	Site-Tec
Type:	M2002ES
Capaciteit:	2000 L/min
* Voorraadbak:	Opslag boorvloeistof
Leverancier:	Site-Tec
Type:	ST2000E
Capaciteit:	20 m ³
* Recycling:	
Leverancier:	Site-Tec
Type:	R1500EL
Capaciteit:	1500 L/min
Bouwjaar:	2010
* Aggregaat:	
Leverancier:	E-Tec
Vermogen:	630 kVA
Bouwjaar:	2007

Bezoekadres

Papland 8
4206 CL Gorinchem
T: 0183 64 50 60
F: 0183 64 85 50

Postadres

Postbus 231
4200 AE Gorinchem
E: info@vanvulpen.eu
I: www.vanvulpen.eu



5.2 Ondergronds boormaterieel

* Ruimer eerste ruimgang:

Type:	Fly cutter (open ruimer)
Diameter ruimer:	Ø 620mm

* Ruimer tweede ruimgang:

Type:	Fly cutter (open ruimer)
Diameter ruimer:	Ø 860mm



Figuur 11 Voorbeeld typische Fly cutter

* Trekfase (barrelruimer):

Type:	Barrel
Diameter ruimer:	32"



Figuur 12 Voorbeeld typische barrel

* Swivel, capaciteit: 300 ton



Figuur 13 Voorbeeld Swivel

Bezoekadres

Papland 8
4206 CL Gorinchem
T: 0183 64 50 60
F: 0183 64 85 50

Postadres

Postbus 231
4200 AE Gorinchem
E: info@vanvulpen.eu
I: www.vanvulpen.eu



5.3 Boorstangen

* Boorstangen:

Stanglengte:	9.44 m (6 5/8" FH)
Diameter stang:	Ø 168 mm (6 5/8" FH)
Materiaal stang:	staal (S-135)
Min. benodigde radius bij bocht:	250 m



Figuur 14 Boorstangen

5.4 Plaatsbepalingsysteem

* Meetsysteem:

Type:	Gyro steering Tools, optische Ring Laser (een beschrijving van het meetsysteem toegevoegd in Bijlage 5)
Lengte:	2000 mm
Diameter:	251 mm
Nauwkeurigheid azimuth	+/- 0.04 graden

Bezoekadres

Papland 8
4206 CL Gorinchem
T: 0183 64 50 60
F: 0183 64 85 50

Postadres

Postbus 231
4200 AE Gorinchem
E: info@vanvulpen.eu
I: www.vanvulpen.eu



6 Toe te passen materialen

6.1 Specificatie leiding en buismateriaal

Ø160mm

* Materiaal:	PE
* Uitwendige diameter:	Ø160 mm
* Wanddikte:	17,78 mm
* Kwaliteit / Klasse:	PE100 SDR11
* Aantal:	12

6.1.1 Gegevens horizontaal gestuurde boring

HDD2A

* Lengte:	495,66 meter
* Intrede hoek:	16gr
* Uittrede hoek:	16gr
* Radius neergaande bocht:	300
* Radius opgaande bocht:	300
* Dekking:	± 15 meter onder watergang (21,91m +N.A.P.)

HDD2B

* Lengte:	482,92 meter
* Intrede hoek:	16gr
* Uittrede hoek:	16gr
* Radius neergaande bocht:	300
* Radius opgaande bocht:	300
* Dekking:	± 15 meter onder watergang (21,91m +N.A.P.)

Bezoekadres

Papland 8
4206 CL Gorinchem
T: 0183 64 50 60
F: 0183 64 85 50

Postadres

Postbus 231
4200 AE Gorinchem
E: info@vanvulpen.eu
I: www.vanvulpen.eu



6.2 Productbeschrijving boorvloeistof en toevoegstoffen

Voor dit project wordt gebruik gemaakt van een boorvloeistof welke bestaat uit een mengsel van water en bentoniet. Een kopie van het certificaat van de boorvloeistof is toegevoegd in de bijlage. 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 alleen een 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	70 kg/m ³	80 kg/m ³
Marshfunnel API	API RP 13B 2	31 s	38,5 s	46 s	54 s	62 s	68,5 s
Dichtheid	Mudbalans	1,02 g/ml	1,03 g/ml	1,03 g/ml	1,04 g/ml	1,04 g/ml	1,05 g/ml

Tabel 4 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 losgeboorde grond
- Stabilisatie van het boorgat
- Afpleistering van het boorgat
- Smering van de leiding in het boorgat tijdens de intrekfase
- Koeling en smering van de tandenruimers en de draaiende boorstangen.

Van Vulpen heeft de keuze uit twee vergelijkbare soorten bentoniet, beide zijn gecertificeerd en terug te vinden in de bijlagen.

Het aanmaakwater benodigd voor het aanmaken van de boorvloeistof wordt uit leidingwater verkregen en zal over de navolgende waarden moeten beschikken:

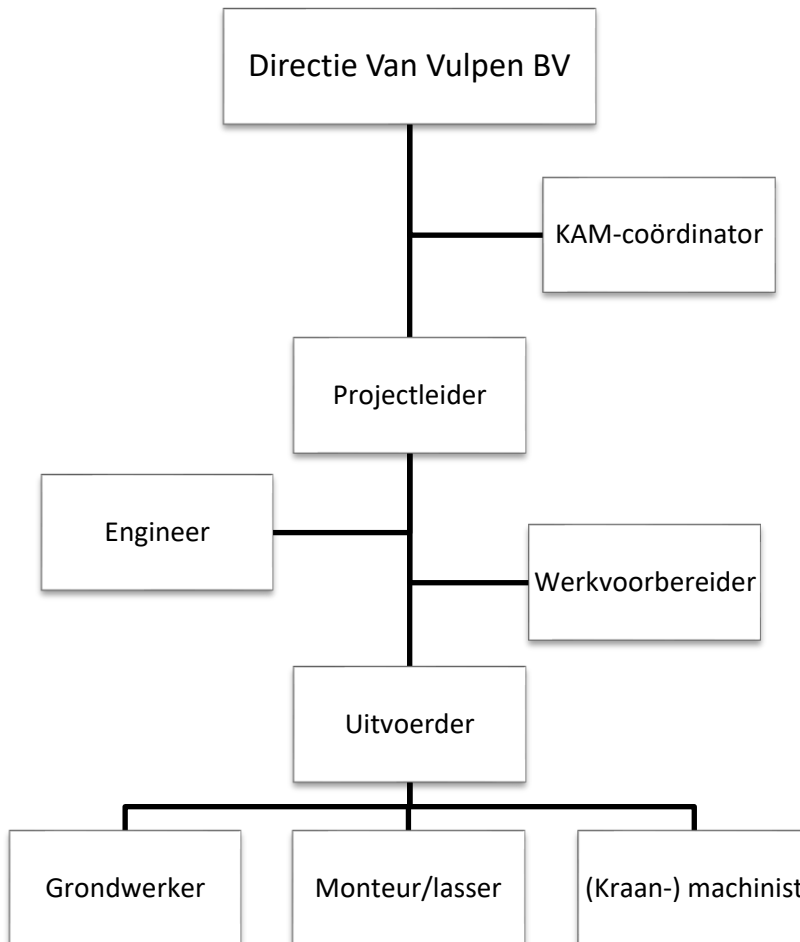
pH: > 7 max 9,5
Calcium: < 100 ppm
Geleidbaarheid: < 1000 µS

De controle op bovenstaande zal door Van Vulpen worden uitgevoerd. Indien benodigd zal het aanmaakwater moeten worden behandeld met de toevoegstof "Soda Ash" om deze waarden te verkrijgen. Naar verwachting zal het toepassen van "Soda Ash" niet benodigd zijn, indien noodzakelijk te zijn zal er goedkeuring worden gevraagd aan de opdrachtgever en belanghebbenden.

Indien tijdens het boorproces blijkt dat een of meerdere toevoegstoffen benodigd zijn t.b.v. de realisatie van de boring zal dit tijdig kenbaar gemaakt worden aan de directie van het werk. Daar het door de opdrachtgever ter beschikking gestelde grondonderzoek geen aanleiding geeft tot het gebruik van toevoegstoffen wordt verondersteld dat deze in eerste instantie niet benodigd zijn.

7 Personeel, organisatie en communicatie

7.1 Organigram



Figuur 15 Organigram

Projectleider:	Dhr. C. Slinger	(06-10431255)
Uitvoerder:	Dhr. T. van Sleeuwen	(06-22231696)
Boormeester:	Dhr. G.C. Versluis	(06-53415153)
Werkvoorbereider:	Dhr. S.P. Visser	(06-11000529)
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.

Bezoekadres

Papland 8
4206 CL Gorinchem
T: 0183 64 50 60
F: 0183 64 85 50

Postadres

Postbus 231
4200 AE Gorinchem
E: info@vanvulpen.eu
I: www.vanvulpen.eu

**7.1.1 Betrokken bedrijven**

Vergunninghouder:

Naam	: Enexis Netbeheer
Postadres	: Postbus 856
Postcode + Plaats	: 5201 AW 'S-HERTOGENBOSCH

Opdrachtgever:

Naam	: Enexis Netbeheer Weert
Postadres	: Schatbeurderlaan 2
Postcode + Plaats	: 6002 ED WEERT
Telefoon opdrachtgever	: 073-8557078
Contactpersoon	: Dhr. R. Koch
Telefoon contactpersoon	: 06-51241139
E-mail contactpersoon	: robert.koch@enexis.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. C. Slinger
Telefoon	: 06-10431255
E-mail	: c.slinger@vanvulpen.eu
Telefoon werkvoorbereiding HDD	: 0183-645069
Telefax werkvoorbereiding HDD	: 0183-648550
Certificering	: NEN-EN-ISO 9001:2008 / VCA** /CKB/KIWA

Coördinatie van afspraken vindt plaats tussen de contactpersonen.

7.2 Taken, bevoegdheden en verantwoordelijkheden

Van Vulpen is tenminste verantwoordelijk voor:

- Het voorkomen van ongevallen en incidenten alsmede het beschermen van de gezondheid van eigen medewerkers, medewerkers van onderaannemers of leveranciers en derden;
- Het tot een minimum beperken van milieuschade ten gevolge van de uit te voeren activiteiten;

Bij het uitvoeren van het project zal Van Vulpen met alle betrokken partijen actief samenwerken om goede arbeidsomstandigheden te waarborgen. Tot de verantwoordelijkheden behoren de volgende zaken:

- Medewerkers in kennis stellen van de risico's die zijn verbonden aan de uitvoering van het project;
- Onderaannemers in kennis stellen van de veiligheids- en milieuvoorschriften, procedures en andere relevante informatie die van belang kan zijn in verband met de verrichte werkzaamheden;
- Adequate afspraken maken omtrent coördinatie van het project;
- Toezicht houden op de naleving van afspraken en maatregelen;

Hieronder volgt een opsomming van de voornaamste taken, bevoegdheden en verantwoordelijkheden van de functies zoals beschreven in het organigram:

Bezoekadres

Papland 8
4206 CL Gorinchem
T: 0183 64 50 60
F: 0183 64 85 50

Postadres

Postbus 231
4200 AE Gorinchem
E: info@vanvulpen.eu
I: www.vanvulpen.eu



7.2.1 *Funcities Van Vulpen:*

1.1.1.1 Projectleiding

De projectleider is namens de directie van Van Vulpen belast met de leiding van het project en moet in het algemeen zorgdragen voor:

- Een efficiënt en beheersbaar projectverloop;
- Het laten opstellen van een kwaliteitsplan;
- Leiding geven aan de totale realisatie van het project en zorgdragen voor de coördinatie van de volgende zaken:
 - Contacten met de opdrachtgever;
 - Projectrapportage;
 - Projectuitvoering;
 - De projectleider is financieel verantwoordelijk voor het project;
 - De projectleider is de spil van het uitvoerende team;

1.1.1.2 Uitvoerder/Boormeester

De uitvoerder en boormeester begeleiden en coördineren, onder leiding van de projectleider, de dagelijkse gang van zaken op het aan hem opgedragen deel van de bouwplaats.

De boormeester 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 uitvoerder, hiervoor passende maatregelen te nemen en deze vast te leggen in de projectmap.

De boormeester licht bij aankomst op de werklocatie zijn assistenten in over alle te nemen maatregelen..

De uitvoerder is verantwoordelijk voor de dagelijkse uitvoering van het project. De uitvoerder is dan ook het eerste aanspreekpunt tijdens de uitvoering van het project. De uitvoerder heeft de volgende taken:

- Het houden van het dagelijkse toezicht op de uitvoering van het project;
- Geeft voorlichting en onderricht aan uitvoerende medewerkers;
- Opleveren van de projectlocatie aan de opdrachtgever;

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.

1.1.1.3 Engineer

De projectbegeleider c.q. hoofdontwerper, engineer begeleid en coördineert, i.s.m. met de projectleider, de werkzaamheden voorafgaand aan de uitvoering en vervangt de projectleider bij afwezigheid. In het algemeen moet de projectbegeleider zorgdragen voor:

- Het opstellen van de uitvoeringsontwerpen;
- Het opstellen van diverse benodigde uitvoeringsplannen;
- Het voor akkoord aanbieden van het uitvoeringsplan aan de opdrachtgever;
- Het overdragen van projectdocumenten aan de werkvoorbereider;

Bezoekadres

Papland 8
4206 CL Gorinchem
T: 0183 64 50 60
F: 0183 64 85 50

Postadres

Postbus 231
4200 AE Gorinchem
E: info@vanvulpen.eu
I: www.vanvulpen.eu

**1.1.1.4 Werkvoorbereider**

De werkvoorbereider is verantwoordelijk voor de voorbereiding en de administratieve afhandeling van het project. Hij coördineert tijdens de uitvoering i.s.m. de projectleider de dagelijkse administratieve gang van zaken op de bouwplaats. De werkvoorbereider heeft de volgende taken:

- Het samenstellen van de werkmap;
- Het borgen voor de beschikbaarheid van voldoende vakbekwaam personeel en het juiste materieel en middelen om de werkzaamheden uit te kunnen uitvoeren;
- Het borgen voor een goede overdracht van het werk aan de uitvoerder c.q. boormeester;
- Bijhouden van productie en afhandelen van diverse administratieve handelingen;

1.1.1.5 V&G -coördinator

De V&G - coördinator houdt overzicht over het project. Tijdens het project zouden meerdere partijen tegelijk gelijktijdig werkzaamheden kunnen verrichten.

De V&G - coördinator zorgt voor de afstemming van de betrokken partijen zodat de werkzaamheden geen gevaar voor andere partijen opleveren. De V&G coördinator heeft verder nog onderstaande taken:

- Aanvullen / actualiseren van het plan en V&G-dossier;
- Aanspreekpunt voor deskundige diensten met betrekking tot V&G.
- Controle op naleving van regelgeving van Van Vulpen, opdrachtgever en regelgevende instanties.
- Coördinatie van de KAM gerelateerde onderdelen zoals kick-off, toolbox meetings en werkplekinspecties.

1.1.1.6 Uitvoerende medewerker

Alle uitvoerende medewerkers hebben de volgende taken;

- Het voorkomen van onveilige situaties;
- Het voorkomen van ongevallen;
- Signaleren en melden van onveilige situaties;
- Zich houden aan de afspraken, regels en voorschriften;
- Actief deelnemen aan voorlichting en onderricht.

7.3 Wijze van registreren/rapporteren

7.3.1 Algemene registratie

Tijdens de pilotboringen zullen de volgende gegevens worden geregistreerd:

* Begintijd, stoptijd, koppel en de pomp tijd;	[Uur : min]
* Q boorvloeistof	[L/min]
* Boorvloeistof druk aan de pomp	[Bar]
* Duwkracht	[Ton]
* Azimuth	[Graden]
* Pitch	[Graden]
* Diepte	[Meter]

Deze gegevens worden getoetst aan de waarden die gelden als maximale druk.

- Aan het einde van elke dag zullen de registratie gegevens van Brownline ter beschikking staan voor de opdrachtgever.
- Aan het einde van elke dag zullen de registratie gegevens van de mud en de rig ter beschikking staan voor de opdrachtgever.

7.3.2 Registratie ruimfasen

Tijdens de ruimfasen worden de volgende gegevens geregistreerd:

* Begintijd, stoptijd en de pomp tijd;	[Uur : min]
* Q boorvloeistof	[L/min]
* Boorvloeistof druk aan de rig en de pomp	[Bar]
* Torque	[kNm]
* Toerental	[Omw./min]
* Trekkkracht	[Ton]

7.3.3 Registratie werkwater

Van het werkwater wat tijdens het boorproces gebruikt wordt worden de volgende gegevens geregistreerd:

* Datum	[dd-mm-jj]
* Meettijdstip	[Uur : min]
* PH waarde	[-]
* Zout waarde	[µS/cm]
* Hardheid	[-]
* Soda Ash	[Kg/M3]

7.3.4 Registratie bentoniet

Van de bentoniet welke tijdens het boorproces gebruikt wordt, zullen de volgende gegevens worden geregistreerd:

* Meettijdstip	[Uur : min]
* Viscositeit	[sec]
* Soortelijk gewicht	[kg/M3]
* Cuttings in/ Cuttings uit	[-]
* Soort grond (visueel)	[-]
* Eventuele toevoegingen	[Soort – kg/M3]

De parameters van de boorvloeistof zullen circa 1x per uur opgenomen worden.

Bezoekadres

Papland 8
4206 CL Gorinchem
T: 0183 64 50 60
F: 0183 64 85 50

Postadres

Postbus 231
4200 AE Gorinchem
E: info@vanvulpen.eu
I: www.vanvulpen.eu



Om de uiteindelijke druk bij de boorkop te kunnen bepalen zal, in eerste instantie de druk bij de pomp geregistreerd worden. Deze druk wordt verkleind met het verlies van de stangen en het verlies van de nozzles.

Hieronder staat aangegeven hoe het verlies door de stangen en het verlies door de nozzles berekend kan worden. Het drukverlies in de stangen wordt bepaald volgens formule:

$$\Delta\rho_{b,w} = \frac{1}{2} \rho_b L_b \left((1-a) \frac{u_b^2}{D_{b,inw}} \right) f_0$$

waarin:

$$a = \text{verhouding draad- en boorstanglengte} \frac{L_{draad}}{L_{boorstang}}$$

L_b = totale boorleidinglengte

ρ_b = dichtheid ingaande boorvloeistof

U_b = snelheid boorvloeistofstroming in boorstang

$D_{b,inw}$ = minimale inwendige diameter koppelstukken

f_0 = wrijvingscoëfficiënt boorstang

Het drukverlies in de stangen door de vernauwingen/koppelingen wordt bepaald volgens formule:

$$\Delta\rho_{b,wmin} = \frac{1}{2} \rho_b L_b \left(a \frac{u_{b,max}^2 \cdot f_{0,max}}{D_{b,inwmin}} \right)$$

waarin:

$$a = \text{verhouding draad- en boorstanglengte} \frac{L_{draad}}{L_{boorstang}}$$

L_b = totale boorleidinglengte

ρ_b = dichtheid ingaande boorvloeistof

U_b = snelheid boorvloeistofstroming in boorstang

$U_{b,max}$ = maximale snelheid boorvloeistofstroming in boorstang

D_b = inwendige diameter boorstang

$D_{b,min}$ = minimale inwendige diameter koppelstukken boorstang

f_0 = wrijvingscoëfficiënt boorstang

$f_{0,max}$ = wrijvingscoëfficiënt koppelstukken boorstang

Het drukverlies bij de nozzles wordt bepaald door onderstaande formule:

$$\Delta\rho_n = \frac{1}{2} \rho_b \frac{Q_b^2}{(\mu A_{noz})^2}$$

waarin:

ρ_b = dichtheid ingaande boorvloeistof

Q_b = boorvloeistofdebiet

$$A_{noz} = N \frac{\pi}{4} d_{noz}^2$$

met:

N = het aantal nozzles

d_{noz} = nozzle diameter.

Bezoekadres

Papland 8
4206 CL Gorinchem
T: 0183 64 50 60
F: 0183 64 85 50

Postadres

Postbus 231
4200 AE Gorinchem
E: info@vanvulpen.eu
I: www.vanvulpen.eu



7.3.5 *Aanlevering registratie*

Alle gegevens worden opgenomen in een “boormap registratie sheet”. Dit document wordt door het boorbedrijf gearhiveerd.

De geregistreerde gegevens worden tijdens uitvoering van de werkzaamheden verwerkt in een Excel bestand.

Bezoekadres

Papland 8
4206 CL Gorinchem
T: 0183 64 50 60
F: 0183 64 85 50

Postadres

Postbus 231
4200 AE Gorinchem
E: info@vanvulpen.eu
I: www.vanvulpen.eu



8 Tijdschema

8.1 Tijdschema horizontaal gestuurde boring

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 zal voor dit project het volgende tijdschema worden gehanteerd:

Aanvoer en opstellen:	1 dag
Pilot boring HDD1A:	1,5 dag
Uitvoeren ruimgang HDD1A:	2 dagen
Intrekken pijpstreng HDD1A:	1 dag
Omstellen boormaterieel:	1 dag
Pilot boring HDD1B:	1,5 dag
Uitvoeren ruimgang HDD1B:	2 dagen
Intrekken pijpstreng HDD1B:	1 dag
Afvoer en opruimen:	1 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.

8.2 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 engineeringafdeling verwerkt de bevindingen en/of wijzigingen grafisch aan de hand van revisietekeningen.
-  De opdrachtgever en de betrokken instanties worden door de engineeringafdeling op de hoogte gesteld van de eventuele bevindingen en/of wijzigingen.

Bezoekadres
Papland 8
4206 CL Gorinchem
T: 0183 64 50 60
F: 0183 64 85 50

Postadres
Postbus 231
4200 AE Gorinchem
E: info@vanvulpen.eu
I: www.vanvulpen.eu



9 Veiligheid, gezondheid en milieu

9.1 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
Meten 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	Gehoordeschadiging	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	Elektrocutie door gebruik van ondeugdelijk materieel / werken in vochtige omstandigheden	- Aardlekschakelaar - Gekeurd materieel - Visuele inspectie materieel voor gebruik - Gecertificeerd personeel

Bezoekadres

Papland 8
4206 CL Gorinchem
T: 0183 64 50 60
F: 0183 64 85 50

Postadres

Postbus 231
4200 AE Gorinchem
E: info@vanvulpen.eu
I: www.vanvulpen.eu



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

9.2 Specifieke risico-inventarisatie en evaluatie

Activiteit	Risico's	Oorzaak	Maatregelen
1: Boren	Zeer harde grondlaag	Voorkomen van Mergel	Toepassen downhole motor
2: Stikstof uitstoot	Overschrijding grenswaarde stikstof emissie	Stikstofdepositie	Boringen uitvoeren met elektrische boorrig

De specifieke risico-inventarisatie en evaluatie (RI&E) van de werkzaamheden op het gebied van veiligheid, gezondheid en milieu is toegevoegd aan de bijlage. Zie hiervoor de bijlage Risico analyse

9.3 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.

Bezoekadres

Papland 8
4206 CL Gorinchem
T: 0183 64 50 60
F: 0183 64 85 50

Postadres

Postbus 231
4200 AE Gorinchem
E: info@vanvulpen.eu
I: www.vanvulpen.eu



Bijlage 1 Grondonderzoeken

Grondmechanisch rapport

Ten behoeve van de verlegging van een
12" aardgastransportleiding
De Limmel, Maastricht

projectnr. AG; 11191-266565
projectnr. GU: I.12089.01
documentnr.: 11191-266565-GMR
revisie: 00
datum: 29 april 2014

Opdrachtgever

N.V. Nederlandse Gasunie
Postbus 162
7400 AD Deventer

datum vrijgave
29 april 2014

beschrijving revisie 00
Definitief Grondmechanisch rapport

goedkeuring
J.L. de Jong

vrijgave
A.J. Brandsma

Wiertsema & Partners

RAADGEVEND INGENIEURS

Raadgevend Ingenieursbureau
Wiertsema & Partners bv
Feithspark 6, 9356 BZ Tolbert
Postbus 27, 9356 ZG Tolbert
Tel.: 0594 51 68 64
Fax: 0594 51 64 79
E-mail: info@wieritsema.nl
Internet: www.wiertsema.nl

Onderwerp: verlegging 12" Gasunie leiding Sanderbout-Maastricht kruising
met Julianakanaal te Maastricht
Projectnummer: VN-59514-1
Opdrachtgever: Antea Group
Postbus 24
8440 AA Heerenveen
Nr. opdrachtgever: 11191-266565
Datum: 28 april 2014

Opgesteld door:	A. Palsma
Handtekening:	
Documentnummer:	R28927
Status:	definitief
Vrijgegeven door:	A. Palsma




Wiertsema & Partners
RAADGEVEND INGENIEURS

1	Inleiding	4
1.1	Aanleiding en doel	4
1.2	Kwaliteitswaarborging	4
1.3	Toelichting	4
1.4	Leeswijzer	4
2	Sonderingen.....	4
2.1	Werkzaamheden sonderen	4
2.2	Gecombineerde pulsboringen/rotarykernboringen	5
2.3	Resultaten.....	5
3	Inmeting	5

Bijlagen:

1	Situatietekening
2	Sondeergrafieken DKM001 t/m DKM006
3	Boorstaten B001 t/m B003
4	Tabel X-,Y- en Z-coördinaten



1 Inleiding

1.1 Aanleiding en doel

In opdracht van Antea Group te Heerenveen heeft Raadgevend Ingenieursbureau Wiertsema & Partners B.V. een geotechnisch onderzoek uitgevoerd ten behoeve van de verlegging van een 12" Gasunie leiding Sanderbout-Maastricht kruising met Julianakanaal te Maastricht.

1.2 Kwaliteitswaarborging

Het onderzoek is verricht onder ons kwaliteitssysteem NEN-EN-ISO-9001 en milieumanagementsysteem NEN-EN-ISO-14001. Wiertsema & Partners voldoet aan het VGM-beheersysteem VCA**.

1.3 Toelichting

De resultaten van dit geotechnisch onderzoek zijn gebaseerd op de aan ons verstrekte opdracht en de in dit rapport beschreven uitgangspunten. De gerapporteerde resultaten van het onderzoek mogen alleen worden gehanteerd voor het doel dat in de opdracht is beschreven.

1.4 Leeswijzer

Na de inleiding in dit eerste hoofdstuk staan in het tweede hoofdstuk de resultaten van de sondeerwerkzaamheden. Tot slot staan in hoofdstuk 3 de resultaten van de inmetingen.

In de bijlagen zijn de situatietekening, de sondeergrafieken, de boorbeschrijvingen en de X-, Y- en Z-coördinaten opgenomen.

2 Sonderingen en Boringen

2.1 Werkzaamheden sonderen

De veldwerkzaamheden zijn uitgevoerd op 13 maart 2014 met een sondeerwagen en hebben bestaan uit:

- ▲ 5 sonderingen met meting van de plaatselijke kleef (code 'DKM') tot een diepte van maximaal 10 m- maaiveld;
- ▲ 2 sonderingen met meting van de plaatselijke kleef en de waterspanning (code 'DKP') tot een diepte van maximaal 17 m- maaiveld.

Het aantal en de locaties van de sonderingen zijn door ons bureau op basis van de OSK-02-N.A.P. vastgesteld. De locaties van de sonderingen zijn aangegeven op de situatietekening in bijlage 1.

De sonderingen met code 'DKM' zijn verricht met de elektrische kleefmantelconus.



Door de aanwezigheid van zeer vaste grindlagen zijn alle sonderingen uitgevoerd met behulp van een steuncasing.

De sonderingen met code 'DKP' zijn uitgevoerd met behulp van een elektrische waterspanningsconus type U_2 (filter achter de punt) welke, naast de punt- en wrijvingsweerstand, tevens de waterspanning (uitgedrukt in MPa) continu meet en registreert.

De sonderingen zijn verricht conform de NEN 5140 (Geotechniek, Bepaling van de conusweerstand en de plaatselijke wrijvingsweerstand van grond, elektrische sondeermethode, klasse 2). Eventuele afwijkingen van de verticaal van de sondeerstreng zijn gecontroleerd met behulp van een in de conus ingebouwde hellingmeter.

2.2 Gecombineerde pulsboringen/rotarykernboringen

Om een beter inzicht te krijgen in de aard van de verschillende bodemlagen en in de hoogte van de grondwaterspiegel zijn er 3 gecombineerde grote diameter pulsboringen/ rotary kernboringen uitgevoerd. Tevens zijn er in de boorgaten B001 en B003 ieder 2 peilbuizen geplaatst. Het opgeboorde materiaal is in het veld geclassificeerd en aan de hand daarvan zijn de boorprofielen vastgelegd (zie bijlage 3). De locaties van de boringen zijn aangegeven op de situatietekening in bijlage 1.

Tijdens het uitvoeren van de boorwerkzaamheden zijn in totaal 16 ongeroerde grondmonsters geboord met het Geobore S kernboorsysteem. Tevens zijn er 39 geroerde monsters genomen. De diepte en nummering van de grondmonsters is vermeld in de betreffende boorstaten.

2.3 Resultaten

In bijlage 2 zijn de verkregen sondeerresultaten grafisch gepresenteerd waarbij de conusweerstand en de plaatselijke wrijvingsweerstand uitgezet zijn tegen de diepte in meters ten opzichte van N.A.P. Het wrijvingsgetal (plaatselijke wrijvingsweerstand uitgedrukt in % van de conusweerstand) is kenmerkend voor de verschillende grondsoorten en geeft derhalve een gedetailleerd beeld van de bodemopbouw. In de sondeergrafieken zijn de diepten gecorrigeerd voor de gemeten afwijking van de verticaal.

3 Inmeting

Met behulp van 06-GPS zijn de Rijksdriehoekscoördinaten (nauwkeurigheid 0,5 m) en de hoogte ten opzichte van N.A.P. (nauwkeurigheid 0,05 m) van de onderzoekspunten bepaald. Deze X-, Y- en Z-coördinaten staan vermeld in de tabel in bijlage 4.

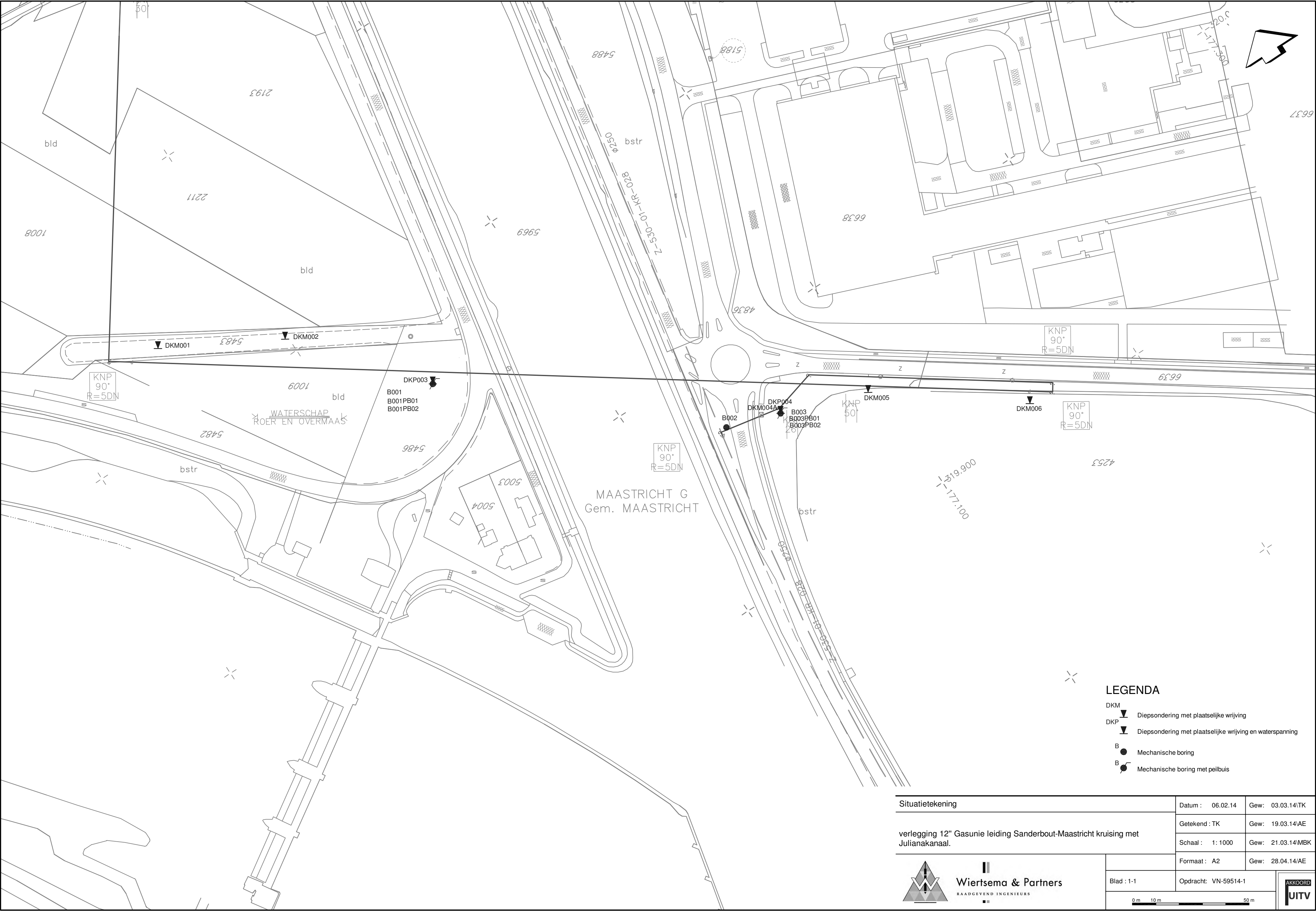
Alle gegevens van de inmetingen en waterpassingen genoemd in deze rapportage zijn een momentopname en alleen te gebruiken voor het grondonderzoek.



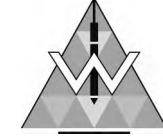
Bijlage 1




Wiertsema & Partners
RAADGEVEND INGENIEURS



- LEGENDA**
- DKM  Diepsondering met plaatselijke wrijving
 - DKP  Diepsondering met plaatselijke wrijving en waterspanning
 - B  Mechanische boring
 - B  Mechanische boring met peilbuis

Situatietekening	Datum : 06.02.14 Gew: 03.03.14/TK	
	Getekend : TK	Gew: 19.03.14/AE
verlegging 12" Gasunie leiding Sanderbout-Maastricht kruising met Julianakanaal.	Schaal : 1: 1000	Gew: 21.03.14/MBK
	Formaat : A2	Gew: 28.04.14/AE
 Wiertsema & Partners RAADGEVEND INGENIEURS	Blad : 1-1	Opdracht: VN-59514-1
	 	

Bijlage 2




Wiertsema & Partners
RAADGEVEND INGENIEURS

Klasse: 2

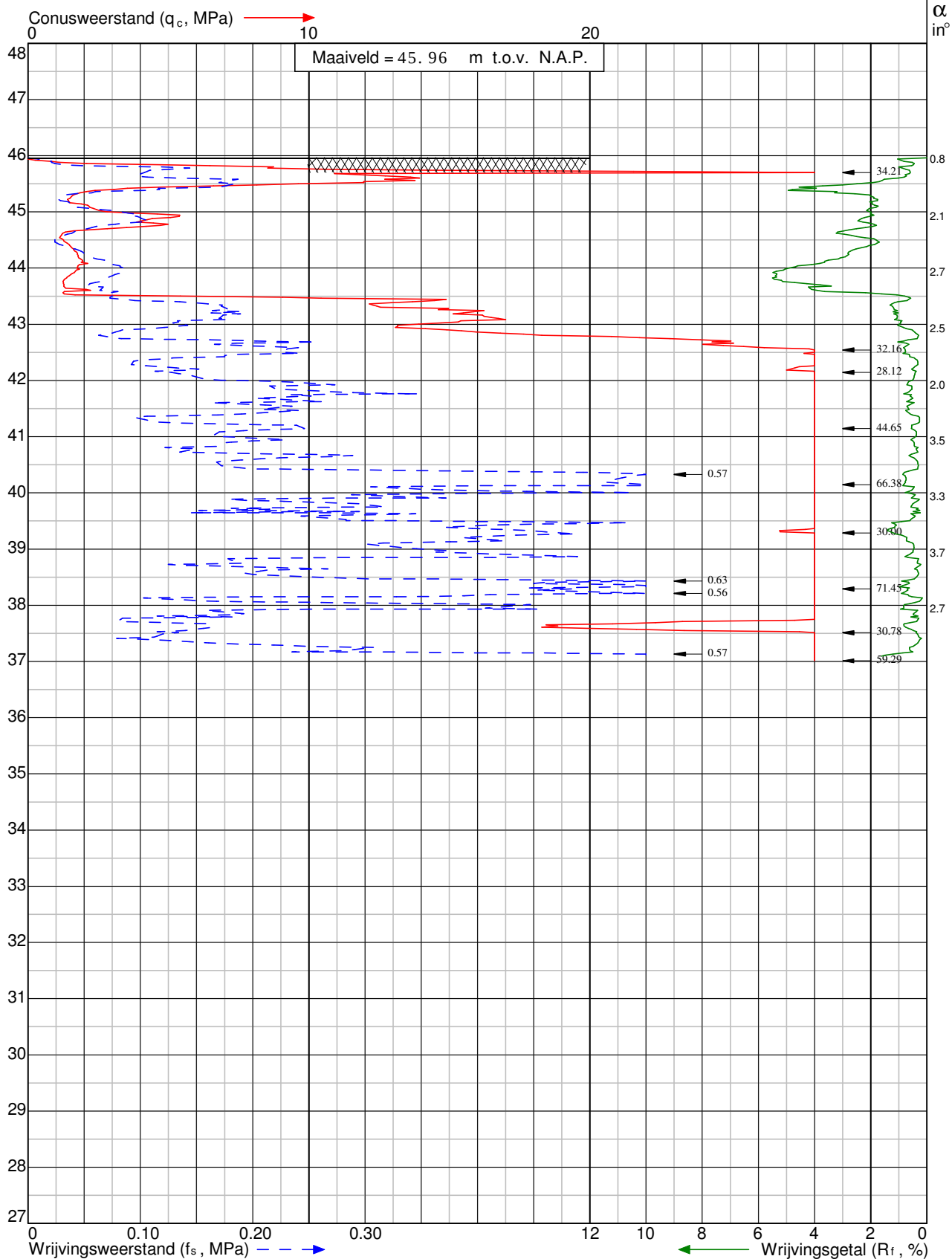
Conus: Afwijking van de verticale

Conusnummer: 080801

Conus: cilindrisch elektrisch SUB-15

Sondering volgens norm NEN 5140

Diepte in meters ten opzichte van N.A.P.



Project: Verlegging 12" Gasunie leiding Sanderbout-Maastricht kruising Julianakanaal te Maastricht

Sondering: DKM001



Wiertsema & Partners
RAADGEVEND INGENIEURS

x = 176851

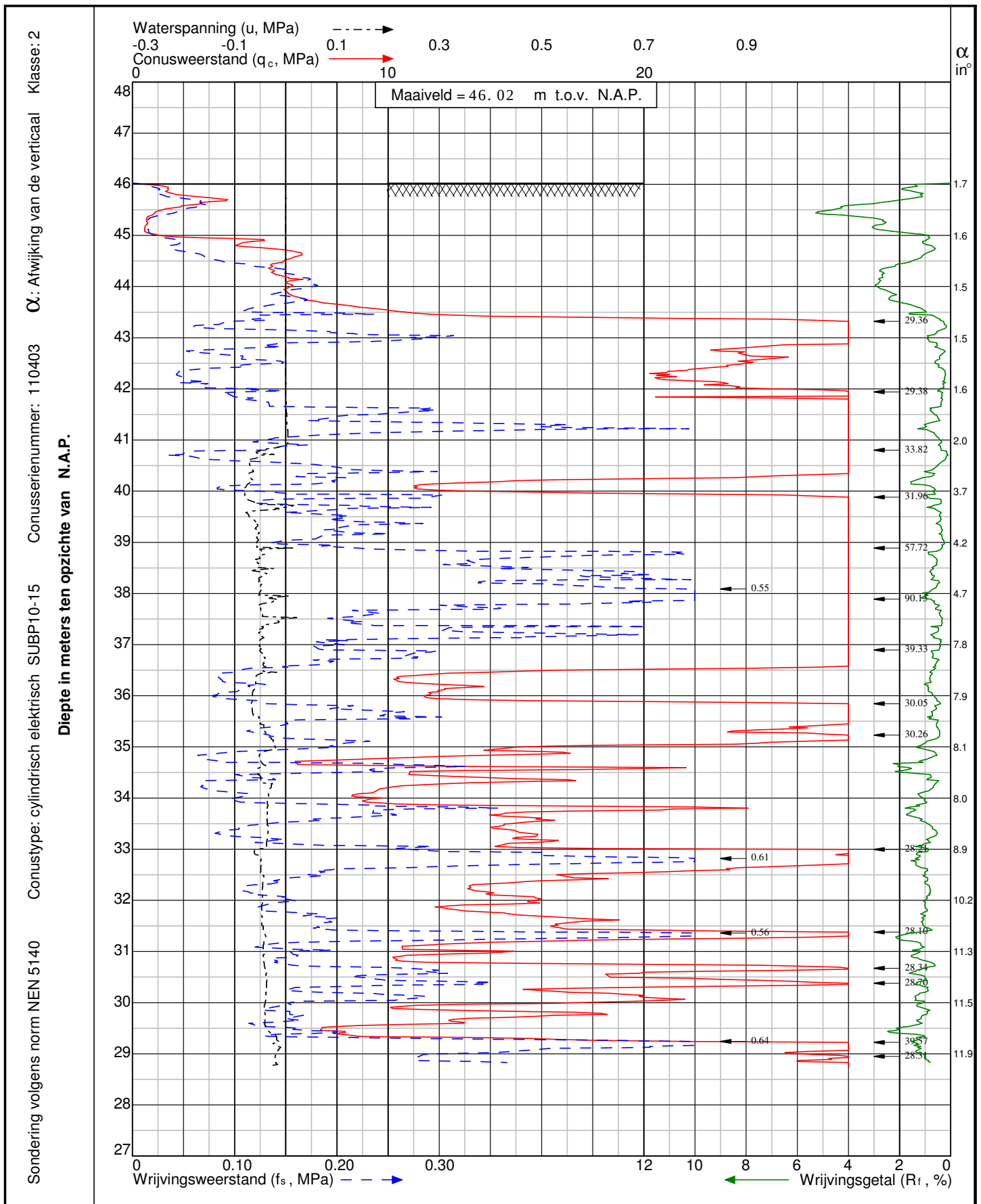
y = 320133

Blad: 1 van 1

Opdr.nr: VN-59514-1

Datum: 13-3-2014

AKKOORD
UITV



Project: Verlegging 12" Gasunie leiding Sanderbout-Maastricht kruising Julianakanaal te Maastricht

Sondering: DKP003



Wiertsema & Partners

RAADGEVEND INGENIEURS

x = 176941

y = 320056

Blad: 1 van 1

Opdr.nr: VN-59514-1

Datum: 13-3-2014

AKKOORD
UITV

Klasse: 2

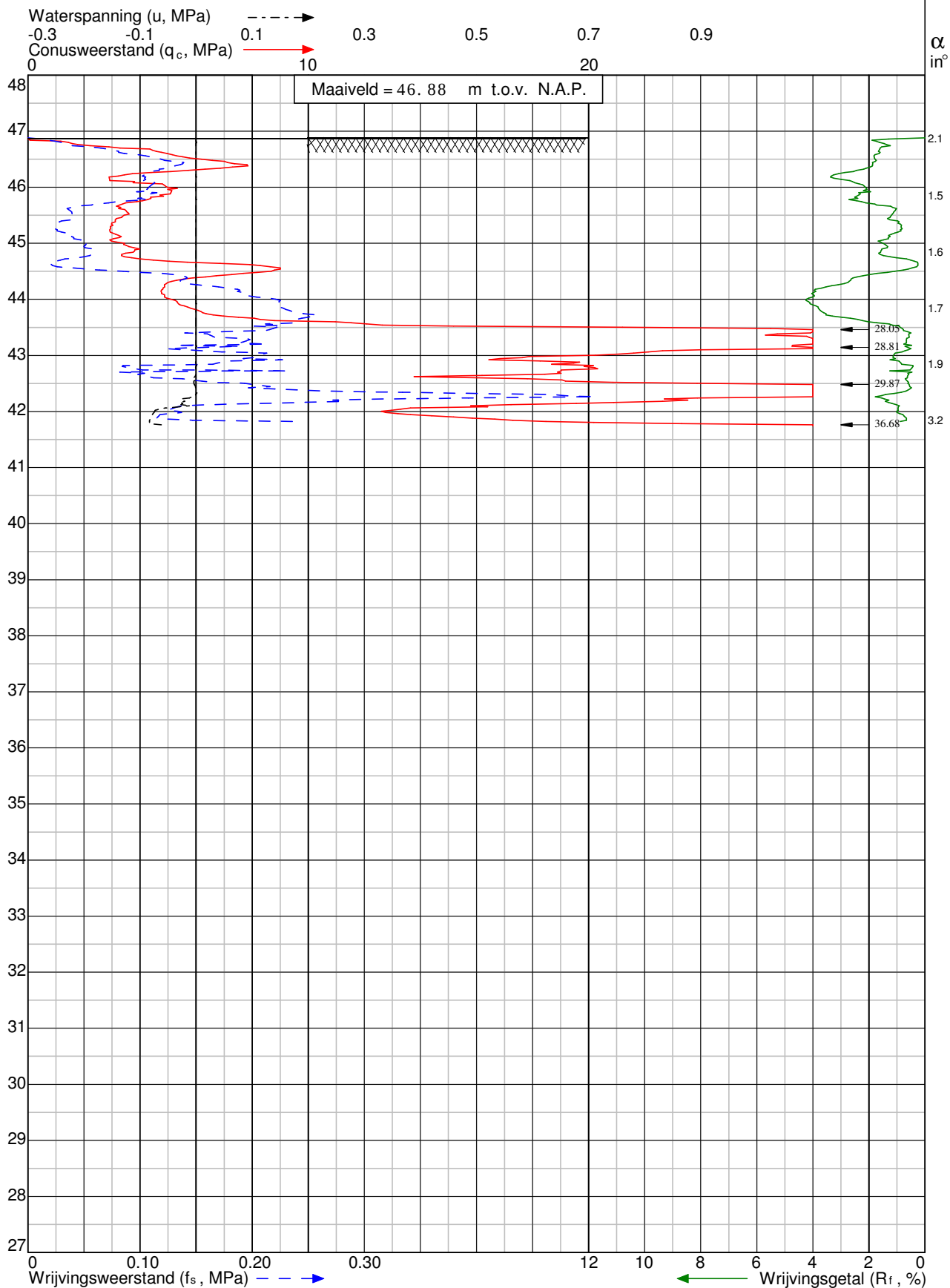
 α : Afwijking van de verticaal

Conusserienummer: 110403

Conustype: cilindrisch elektrisch SUBP10-15

Sondering volgens norm NEN 5140

Diepte in meters ten opzichte van N.A.P.



Project: Verlegging 12" Gasunie leiding Sanderbout-Maastricht kruising Julianakanaal te Maastricht

Sondering: DKP004



Wiertsema & Partners

RAADGEVEND INGENIEURS

x = 177058

y = 319963

Blad: 1 van 1

Opdr.nr: VN-59514-1

Datum: 13-3-2014

AKKOORD
UITV

Klasse: 2

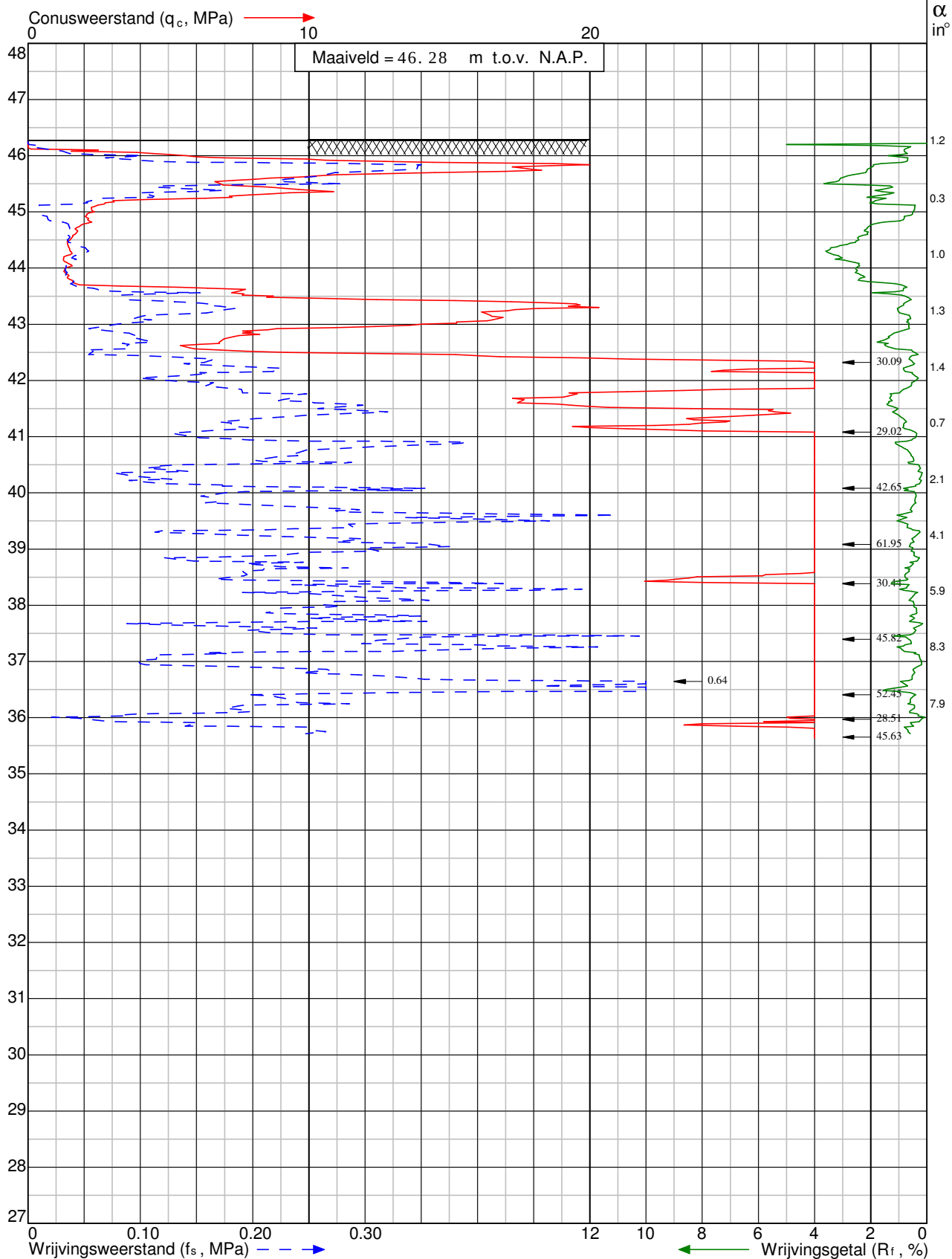
Conus: Afwijking van de verticale

Conusnummer: 080801

Conus type: cilindrisch elektrisch SUB-15

Sondering volgens norm NEN 5140

Diepte in meters ten opzichte van N.A.P.



Project: Verlegging 12" Gasunie leiding Sanderbout-Maastricht kruising Julianakanaal te Maastricht

Sondering: DKM005



Wiertsema & Partners

RAADGEVEND INGENIEURS

x = 177095

y = 319950

Blad: 1 van 1

Opdr.nr: VN-59514-1

Datum: 13-3-2014

AKKOORD
UITV

Klasse: 2

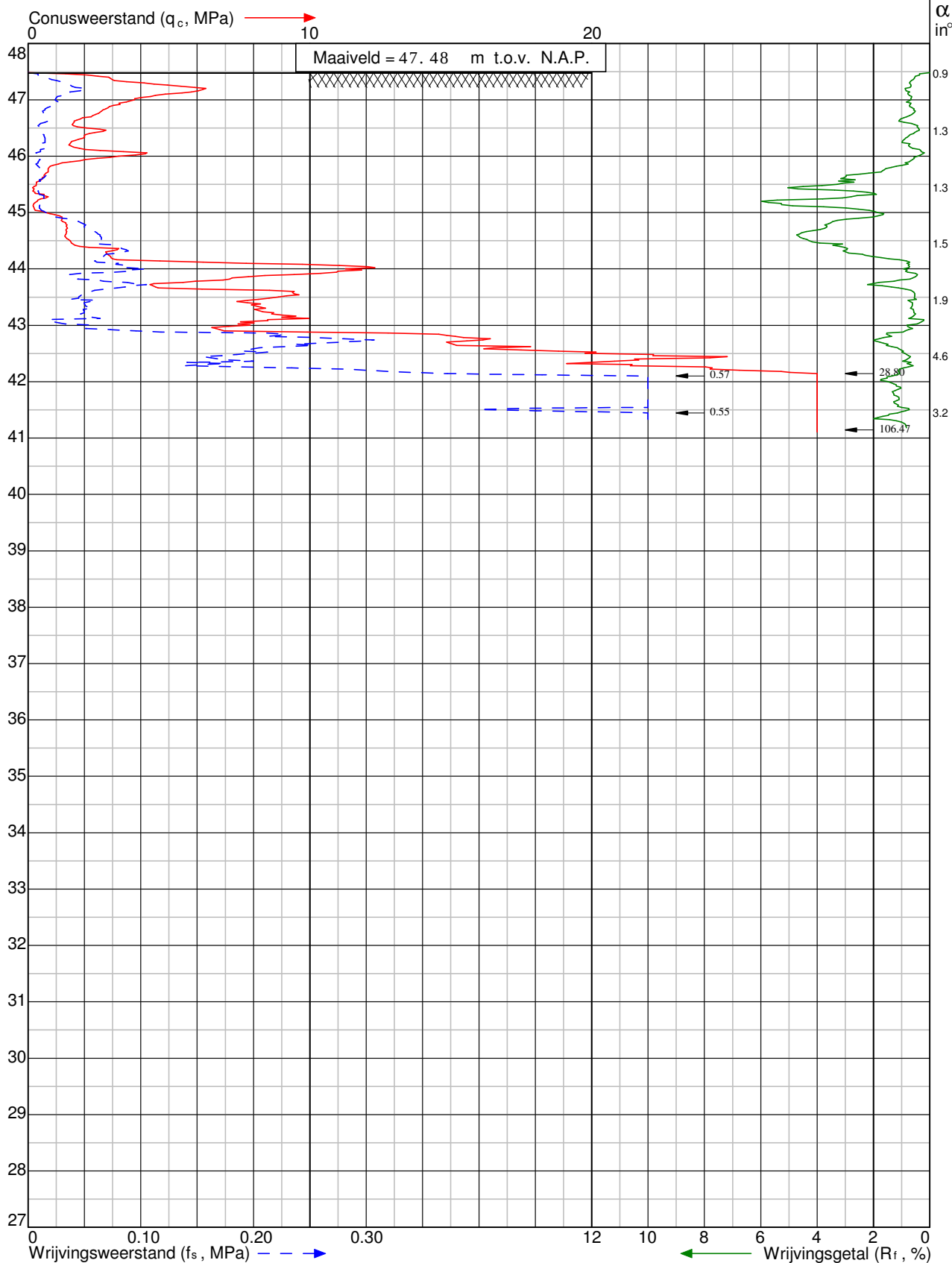
 α : Afwijking van de verticale

Conusserienummer: 080801

Conustype: cilindrisch elektrisch SUB-15

Sondering volgens norm NEN 5140

Diepte in meters ten opzichte van N.A.P.



Project: Verlegging 12" Gasunie leiding Sanderbout-Maastricht kruising Julianakanaal te Maastricht

Sondering: DKM006



Wiertsema & Partners
RAADGEVEND INGENIEURS

x = 177150

y = 319908

Blad: 1 van 1

Opdr.nr: VN-59514-1

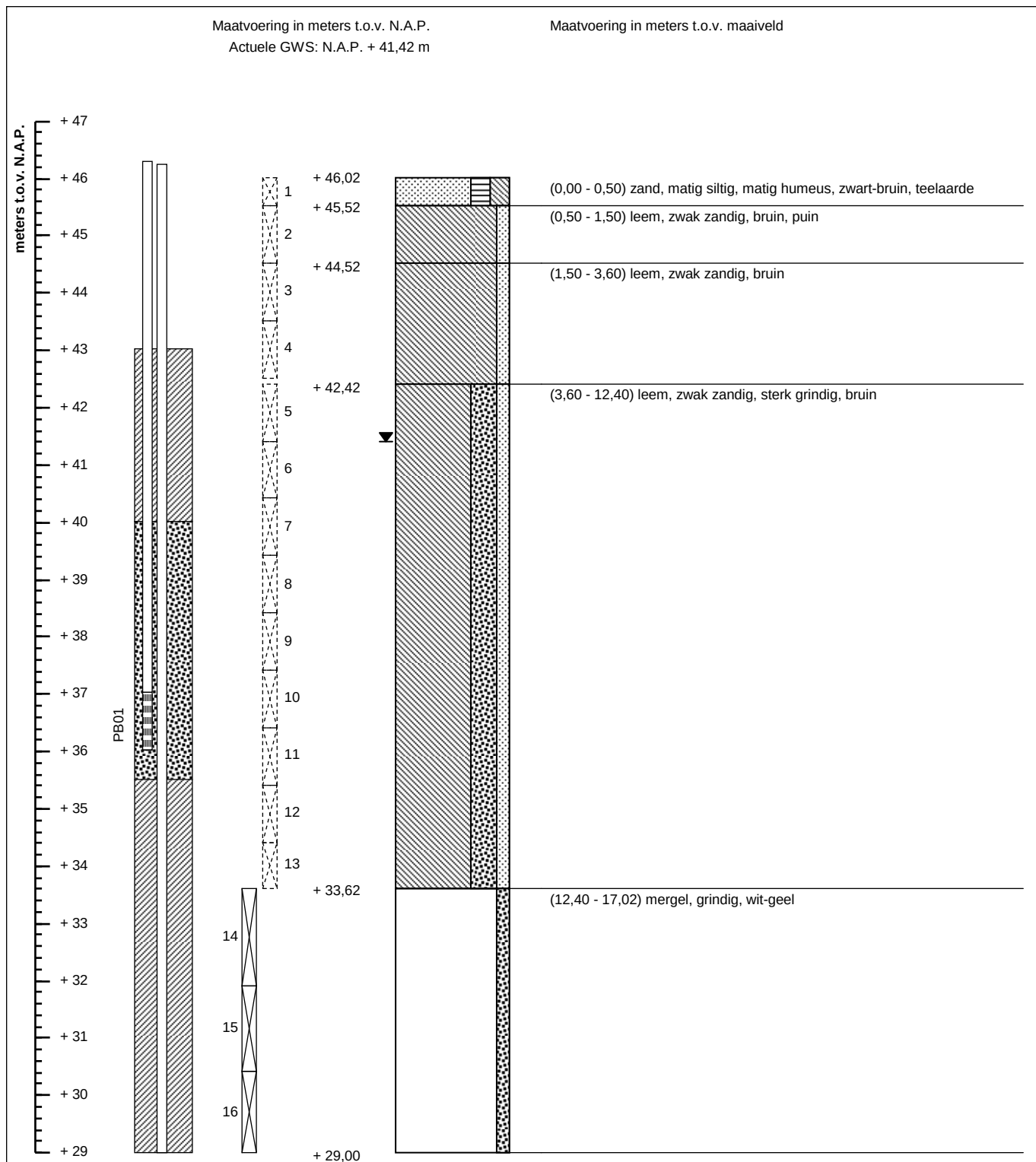
Datum: 13-3-2014

AKKOORD
UITV

Bijlage 3




Wiertsema & Partners
RAADGEVEND INGENIEURS



Maatvoering t.o.v. N.A.P.

PB01: Peilbuis 1, bovenkant: + 46,29 m

PB02: Peilbuis 2, bovenkant: + 46,25 m

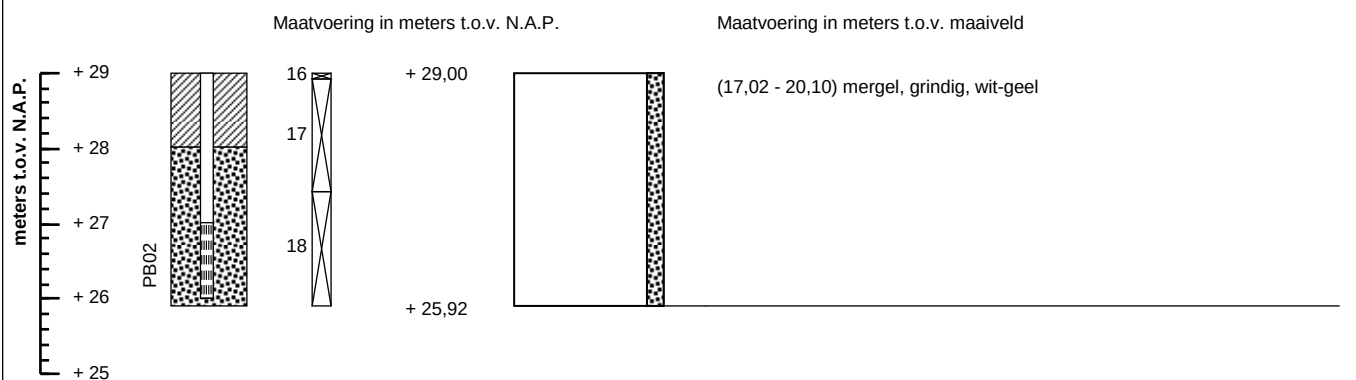
Boorstaat o.b.v. grondidentificatie in het veld (NEN 5104)

Boring conform NEN-EN-ISO 22475-1

Verlegging 12" Gasunie leiding Sanderbout-Maastricht kruising met Julianakanaal	RD coördinatensysteem	Maastricht
Antea Group	X = 176 941,0	Pulsboring
 Wiertsema & Partners RAADGEVEND INGENIEURS	Y = 320 056,0	Boormeester: L. Thijssen
	Uitgevoerd: 11-4-2014	Opdrachtnr.: 59514-1
	Blad 1 van 2	Boornummer: B001

AKKOORD
UITV

VN-59514-1-B001.110 & VN-59514-1-B001_CH02.110...

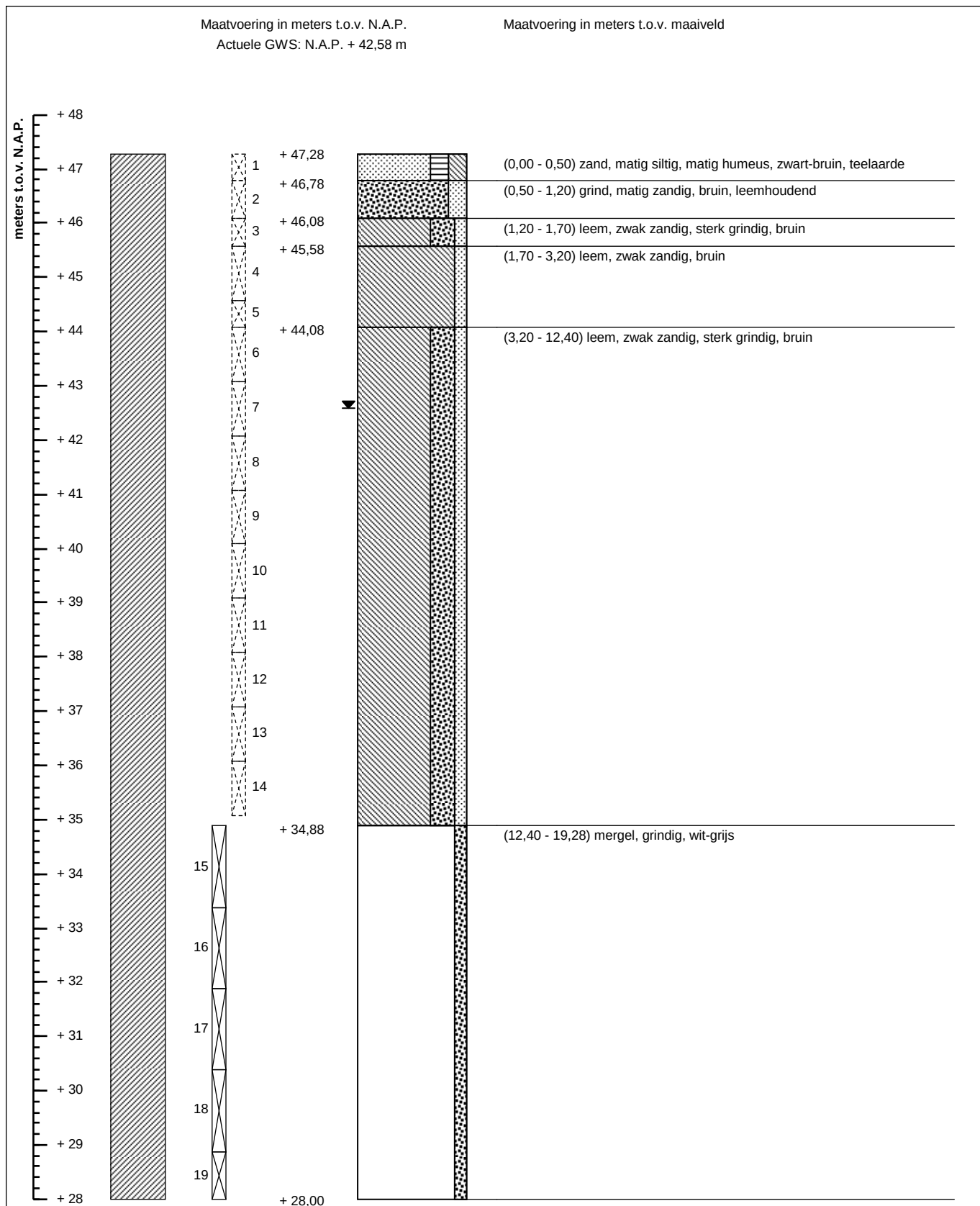


Boorstaat o.b.v. grondidentificatie in het veld (NEN 5104)

Boring conform NEN-EN-ISO 22475-1

Verlegging 12" Gasunie leiding Sanderbout-Maastricht kruising met Julianakanaal	RD coördinatensysteem	Maastricht
Antea Group	X = 176 941,0	Pulsboring
 Wiertsema & Partners RAADGEVEND INGENIEURS	Y = 320 056,0	Boormeester: L. Thijssen
	Uitgevoerd: 11-4-2014	Opdrachtnr.: 59514-1
	Blad 2 van 2	Boornummer: B001 

VN-59514-1-B001.110 & VN-59514-1-B001_CH02.110...

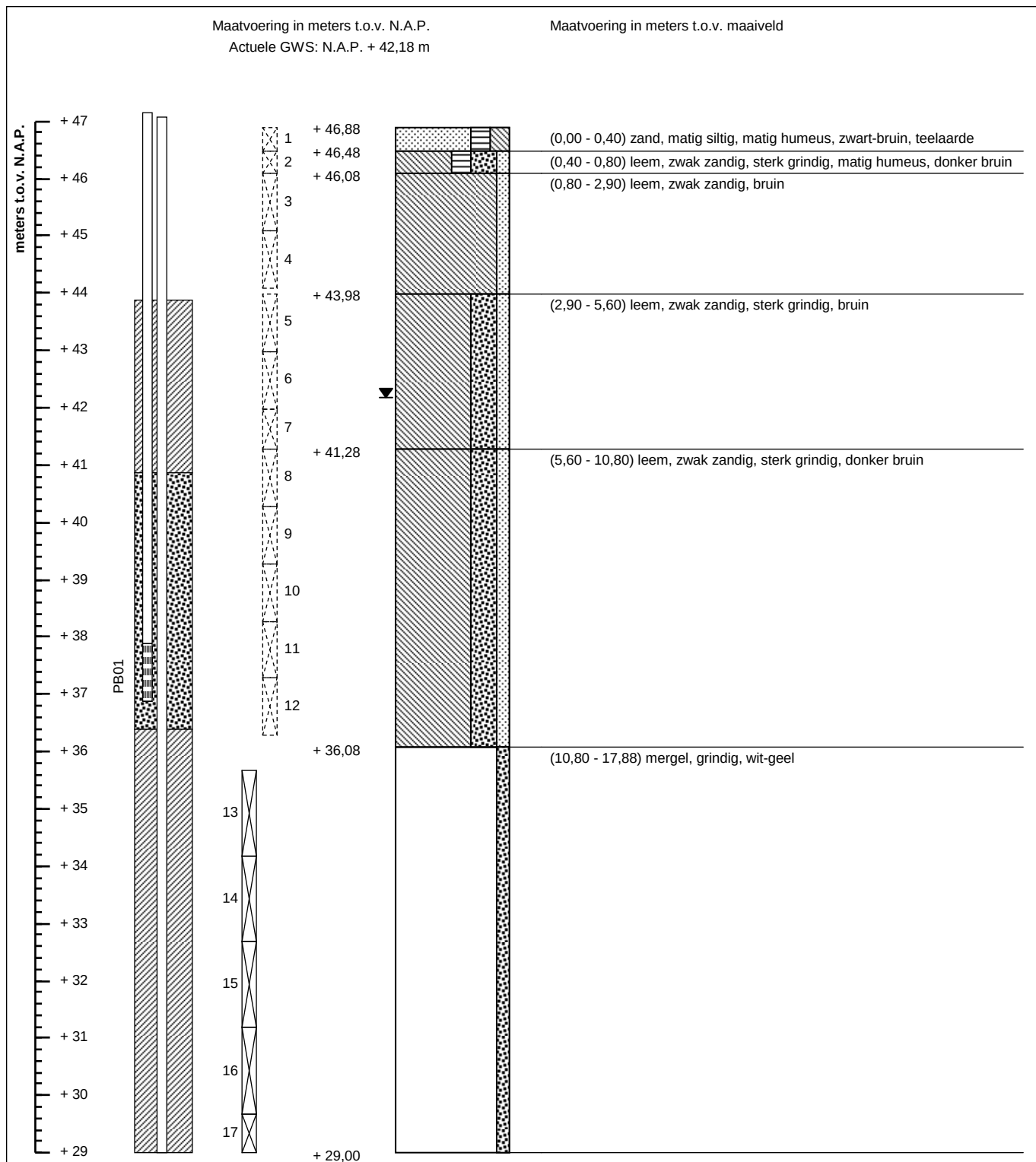


Boorstaat o.b.v. grondidentificatie in het veld (NEN 5104)

Boring conform NEN-EN-ISO 22475-1

Verlegging 12" Gasunie leiding Sanderbout-Maastricht kruising met Julianakanaal	RD coördinatensysteem	Maastricht
Antea Group	X = 177 036,0	Pulsboring
 Wiertsema & Partners RAADGEVEND INGENIEURS	Y = 319 971,0	Boormeester: L. Thijssen
	Uitgevoerd: 4-4-2014	Opdrachtnr.: 59514-1
	Blad 1 van 2	Boornummer: B002 





Maatvoering t.o.v. N.A.P.

PB01: Peilbuis 1, bovenkant: + 47,15 m

PB02: Peilbuis 2, bovenkant: + 47,07 m

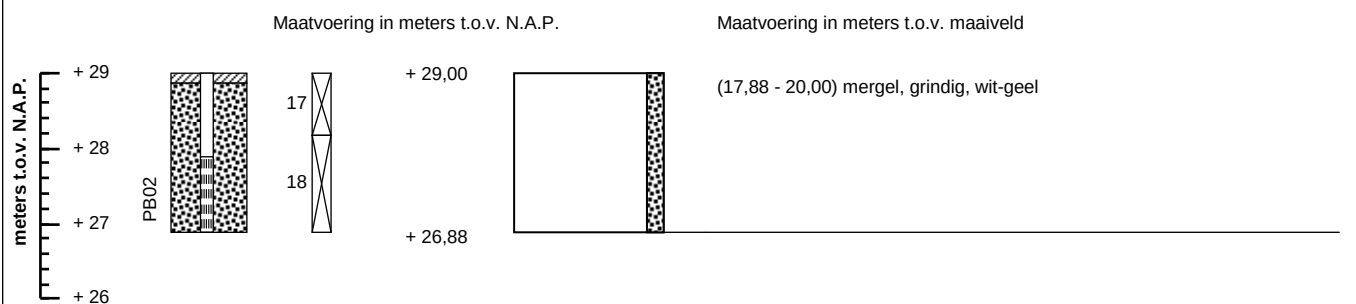
Boorstaat o.b.v. grondidentificatie in het veld (NEN 5104)

Boring conform NEN-EN-ISO 22475-1

Verlegging 12" Gasunie leiding Sanderbout-Maastricht kruising met Julianakanaal	RD coördinatensysteem	Maastricht
Antea Group	X = 177 058,0	Pulsboring
 Wiertsema & Partners RAADGEVEND INGENIEURS	Y = 319 963,0	Boormeester: L. Thijssen
	Uitgevoerd: 13-3-2014	Opdrachtnr.: 59514-1
	Blad 1 van 2	Boornummer: B003

AKKOORD
UITV

VN-59514-1-B003.110 & VN-59514-1-B003.110...



Boorstaat o.b.v. grondidentificatie in het veld (NEN 5104)

Boring conform NEN-EN-ISO 22475-1

Verlegging 12" Gasunie leiding Sanderbout-Maastricht kruising met Julianakanaal	RD coördinatensysteem	Maastricht
Antea Group	X = 177 058,0	Pulsboring
 Wiertsema & Partners RAADGEVEND INGENIEURS	Y = 319 963,0	Boormeester: L. Thijssen
	Uitgevoerd: 13-3-2014	Opdrachtnr.: 59514-1
	Blad 2 van 2	Boornummer: B003 

VN-59514-1-B003.110 & VN-59514-1-B003.110...

NEN 5104 Grondsoorten

Hoofdgrondsoort / bijmenging



Grind / grindig



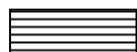
Zand / zandig



Leem / siltig



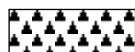
Klei / kleilig



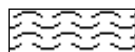
Veen / humeus

Niet NEN 5104 hoofdbestanddelen

Gesloten verharding



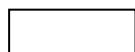
Puin



Schelpen



Water



Overige niet binnen NEN 5104 gedefinieerde hoofdbestanddelen

Geohydrologische gegevensActuele grondwaterstand
direct na boren bepaaldGemiddeld Hoogste
Grondwaterstand (GHG)Gemiddeld Laagste
Grondwaterstand (GLG)**Monsternamen**

Geroerd monster



Ongeroid monster

Aanvullingen

Filterzand



Filtergrind / Aanvulgrind



Zwelkleikorrels



Mikolit / Mikolit 00 / Mikolit 300



Mikolit B / Bentoniet



QSE



Grond (vrijgekomen / opgeboord)



Aanvulzand



Klei



Grout

Peilbuizen

Blinde buis / stijgbuis



Filter



Zandvang

Hellingmeetbuizen

Hellingmeetbuis

Legenda boorprofiel met aanvullende gegevens

Wiertsema & Partners
RAADGEVEND INGENIEURS

AKKOORD
UITV

Bijlage 4




Wiertsema & Partners
RAADGEVEND INGENIEURS

Tabel X-, Y-, en Z-coördinaten

Meetpunt	X-coördinaten	Y-coördinaten	Z-coördinaten (N.A.P. +/- m)
B001	176.941	320.056	+ 46,02
B001PB01	176.941	320.056	+ 46,29
B001PB02	176.941	320.056	+ 46,25
B002	177.036	319.971	+ 47,28
B003	177.058	319.963	+ 46,88
B003PB01	177.058	319.963	+ 47,15
B003PB02	177.058	319.963	+ 47,07
DKM001	176.851	320.133	+ 45,96
DKM002	176.899	320.107	+ 45,94
DKM004A	177.058	319.963	+ 46,88
DKM005	177.095	319.950	+ 46,28
DKM006	177.150	319.908	+ 47,48
DKP003	176.941	320.056	+ 46,02
DKP004	177.058	319.963	+ 46,88



Geotechnisch onderzoek

t.b.v. gestuurde boring aan de Pastoor Moormanstraat, Willem Alexanderweg en Sareptastraat te Maastricht
GA190009.004.R01.v1.0

Uw kenmerk: EN9941-EN9946
5 april 2019



Geotechnisch onderzoek

t.b.v. gestuurde boring aan de Pastoor Moormanstraat, Willem Alexanderweg en Sareptastraat te Maastricht

Documentnummer GA190009.004.R01.v1.0

5 april 2019

Uw kenmerk: EN EN9941-EN9946

Opdrachtgever

Van Vulpen

Postbus 231

4200 AE Gorinchem

Auteurs

Adviseur Geotechniek ing. R.J.A. Huijts

Controle P. Palmen MSc

Functie	Naam	Paraaf
Adviseur Geotechniek	Ing. R.J.A. Huijts	
Controle	P. Palmen MSc	

Inhoud

1	Inleiding.....	4
2	Grondonderzoek.....	5
2.1	Algemeen	5
2.2	Diepsonderingen	5
2.3	Slagsonderingen	5
2.4	Boring	6
2.5	Inmeting	6
2.6	Korrelgrootteverdeling	6

Bijlagen

Bijlage 1 Situatietekening
Bijlage 2 Sondeergrafiek
Bijlage 3 Boorstaten
Bijlage 4 Zeefanalyses

1 Inleiding

Door Van Vulpen werd aan Geonius Geotechniek B.V. opdracht gegeven een geotechnisch grondonderzoek uit te voeren t.b.v. gestuurde boring aan de Pastoor Moormanstraat, Willem Alexanderweg en Sareptastraat te Maastricht.

Voorliggend rapport bevat de resultaten van het grondonderzoek.

2 Grondonderzoek

2.1 Algemeen

Ten behoeve van het grondonderzoek is in maart 2019 in totaal twee diepsonderingen, 1 zware slagsondering en 3 machinale boringen uitgevoerd. Bij de boringen zijn van de zandgrind geroerde monsters genomen. Op de geroerde monsters zijn in het geotechnisch laboratorium zeefanalyses uitgevoerd.

Hieronder is het uitgevoerde onderzoek verder beschreven.

2.2 Diepsonderingen

De sonderingen is genummerd GA190009.004 SW01 en SW03. De diepsonderingen zijn gemaakt met een elektrische conus waarbij de conusweerstand continu wordt gemeten, elektrisch geregistreerd en digitaal vastgelegd. De sondering zijn uitgevoerd conform NEN-EN-ISO 22476-1.

Bij de sondering is tevens de lokale wrijving gemeten. De continue registratie van de ondervonden bodemweerstand verzekert een gedetailleerd beeld van de bodemopbouw. Dit niet alleen voor wat betreft de sterkte van de bodem maar tevens met betrekking tot de aard van de aanwezige ongeroerde grondlagen.

De verhouding tussen de wrijvingsweerstand van de kleefmantel en de weerstand aan de conuspunt, het zogenaamde wrijvingsgetal, heeft voor iedere grondsoort een andere waarde. Voor een gladde elektrische conus gelden bij veel voorkomende gronden ongeveer de navolgende relaties:

Tabel 2.2: interpretatie van het wrijvingsgetal

Wrijvingsgetal in %	Grondsoort
0.3 – 1.5	Zand, grof tot fijn
1.5 – 2.5	Silt (leem)
2.5 – 5.0	Klei
> 5.0	Veen

Tussen de verschillende grondsoorten komen overgangsvormen voor waardoor de aangegeven grenzen niet als hard zijn te beschouwen.

In de elektrische conus bevindt zich een hellingmeter. Hierdoor is controle mogelijk op een eventueel afwijken van de verticaal. Bijzondere afwijkingen zijn niet vastgesteld.

2.3 Slagsonderingen

Om de ondergrond tot grotere diepte te verkennen is 1 zware slagsondering uitgevoerd. De slagsondering is genummerd GA190009.004 ZS02.

De slagsondering is uitgevoerd conform NEN-EN-ISO 22476-2. Bij de zware slagsondering wordt een conus met een oppervlak van 15 cm² de grond in gedreven door middel van een valgewicht van 50 kg. Het benodigde aantal slagen per 0,2 m penetratie wordt genoteerd. Deze aantallen worden tegen de diepte in een sondeergrafiek uitgezet en vormen een sterktebeeld van de bodem.

Op deze wijze wordt een indruk verkregen van de draagkracht van de lagen in de ondergrond. De slagenaantallen kunnen worden vertaald naar conusweerstand. De relatie tussen slagenaantallen per 20 cm en conusweerstand is sterk afhankelijk van het aanwezige bodemmateriaal.

Door R.W.T.H. te Aken is dit verband middels proeven voor zand- en zand/grindlagen bepaald. Voor ander bodemmateriaal zijn de relaties vastgesteld op basis van ervaringen, opgedaan met de slagsondeermethode in combinatie met continue druksonderingen en de NEN-EN-ISO 22476-2, 2005.

2.4 Boring

Om de ondergrond nader te verkennen zijn op de locatie tevens een drietal machinale boringen (genummerd GA190009.004 MB101 t/m MB103) tot maximaal ca. 30 m- maaiveld uitgevoerd. Tijdens de boorwerkzaamheden is het bodemmateriaal lithologisch onderzocht. Bij het lithologisch onderzoek worden de grondsoorten geïdentificeerd volgens NEN 5104. De boorstaat is opgenomen in de bijlagen. Van de zandgrindlagen zijn tevens geroerde monsters genomen.

2.5 Inmeting

De ligging van de onderzoekspunten is in bijlage 1 weergegeven. De resultaten van het grondonderzoek zijn in de bijlagen toegevoegd. De sondeergrafieken zijn getekend ten opzichte van NAP. 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.

2.6 Korrelgrootteverdeling

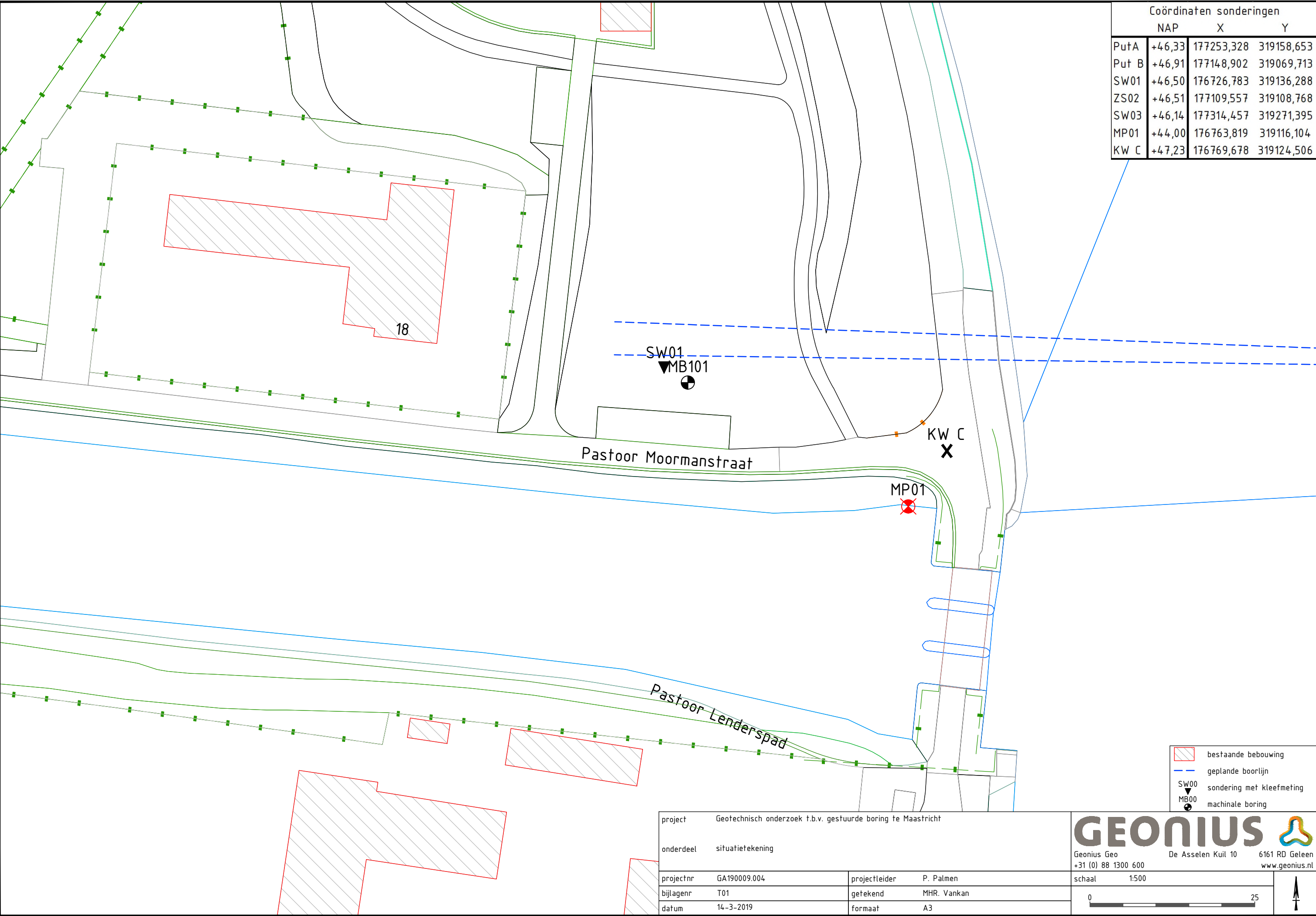
Om de fractieverdeling van de korrels van verschillende grondsoorten te kunnen bepalen wordt gebruikt gemaakt van een stapel zeven. Door het mechanische zeven worden delen groter van 63 micron gescheiden.

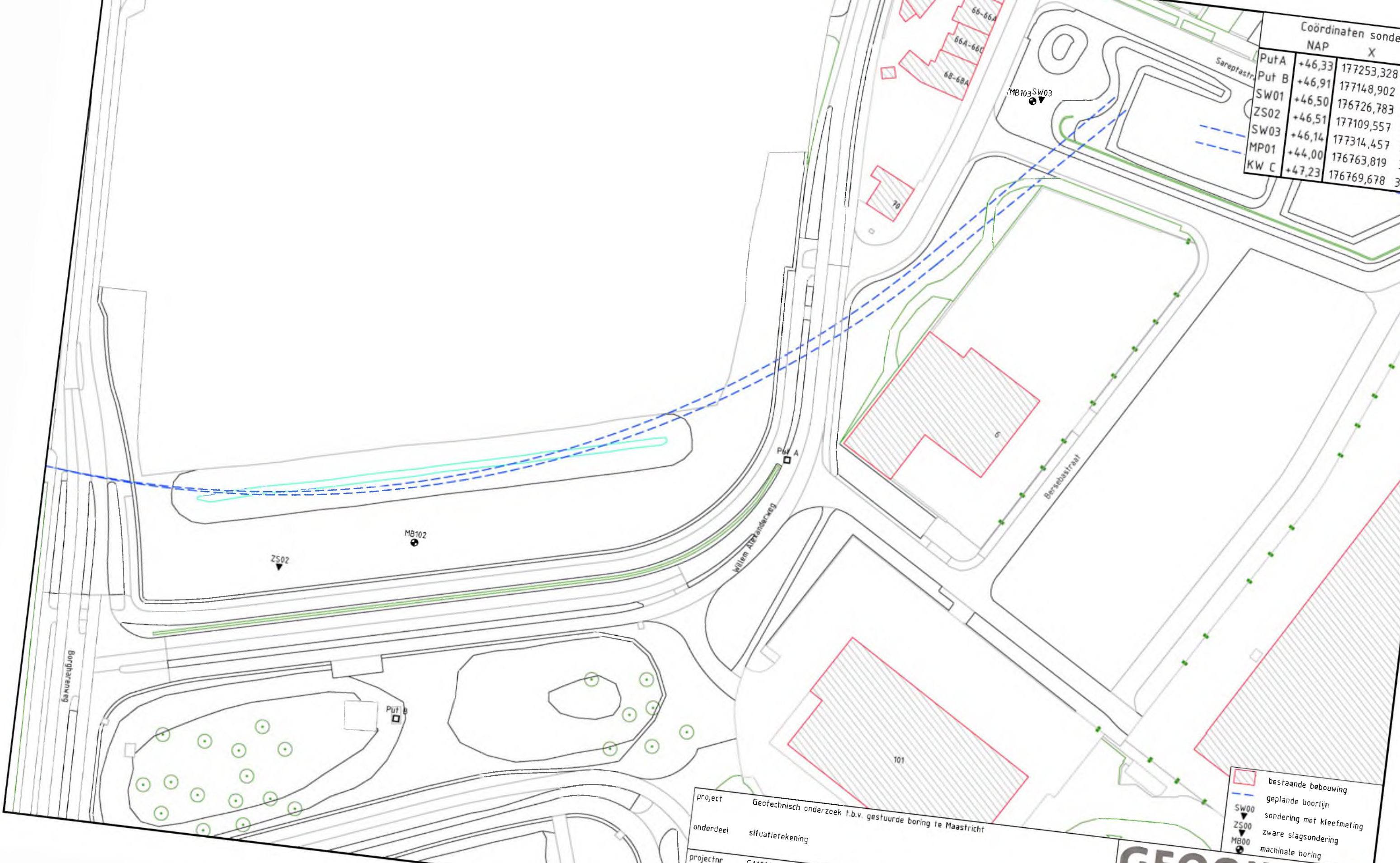
Nadat het monster is gedroogd, wordt het materiaal gezeefd op een zevenreeks m.b.v. een schudtafel. Het materiaal wat na schudden op elke zeef achterblijft, wordt terug gewogen en cumulatief verwerkt in een uitwerkingsprogramma. In Tabel 2.1 is een overzicht weergegeven van de samengestelde monsters. De resultaten van de zeefanalyse is in de bijlage toegevoegd. Er dient te worden opgemerkt dat in de zeefanalyse geen stenen van > 63 mm zijn aangetroffen, echter dit is niet uit te sluiten. Het voorkomen van stenen, keien en of brokken is gezien de projectlocatie niet uit te sluiten. Bij het verder ontwerp dient hier terdege rekening mee gehouden te worden.

Tabel 2.1 Overzicht mengmonsters

Monster nummer	Boor nummer	Maaiveldniveau [m NAP]	Niveau monster [m - maaiveld]	Niveau monster [m NAP]
MM01	B101	+46,50	5,5 – 10,0	+41,0 à +36,5
MM02	B101	+46,50	10,0 – 11,5	+36,5 à +35,0
MM03	B102	+46,56	2,2 – 5,0	+41,6 à +44,4
MM04	B102	+46,56	7,0 – 10,0	+36,6 à +39,6

Bijlage 1 Situatietekening





Coördinaten sonde		
NAP	X	
Put A	+46,33	177253,328
Put B	+46,91	177148,902
SW01	+46,50	176726,783
ZS02	+46,51	177109,557
SW03	+46,14	177314,457
MP01	+44,00	176763,819
KW C	+47,23	176769,678

- bestaande bebouwing
- geplande boortlijn
- sondering met kleefmeting
- zware slagsondering
- machinale boring

project Geotechnisch onderzoek t.b.v. gestuurde boring te Maastricht
onderdeel situatietekening

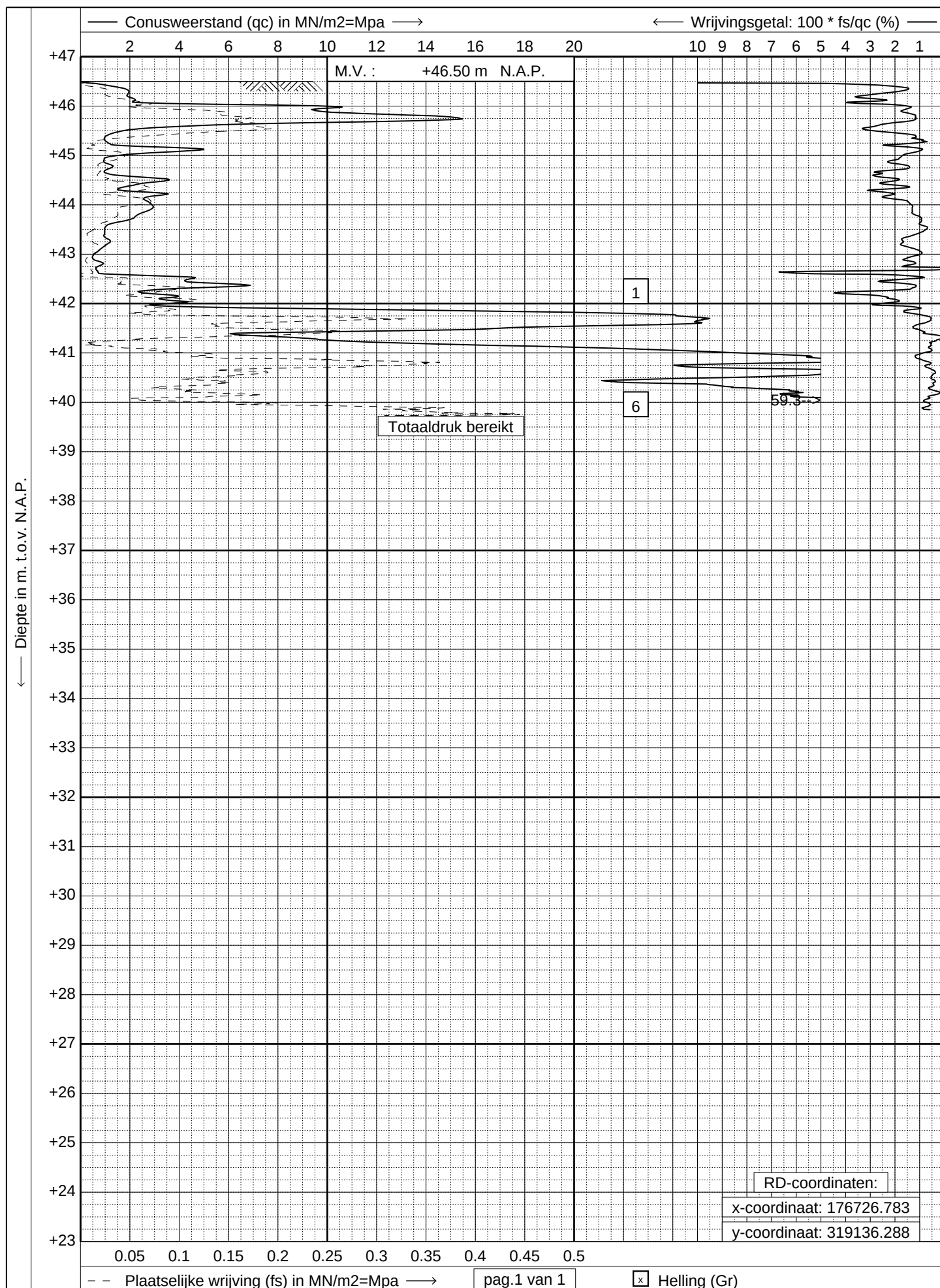
projectnr	GA190009.004	projectleider	P. Palmen
bijlagenr	T02	getekend	MHR. Vankan
datum	14-3-2019	formaat	A3

GEONIUS

Geonius Geo
+31 (0) 88 1300 600
De Asselen Kuil 10
6161 RD Geleen
www.geonius.nl

1:1000

Bijlage 2 Sondeergrafiek



GEONIUS

www.geonius.eu
 E-mail: info@geonius.eu
 Tel.: 088-1300600
 Fax.: 088-1300669

Sondering volgens NEN-EN-ISO 22476-1, klasse 2

Project : **Geotechnisch onderzoek gestuurde boring**

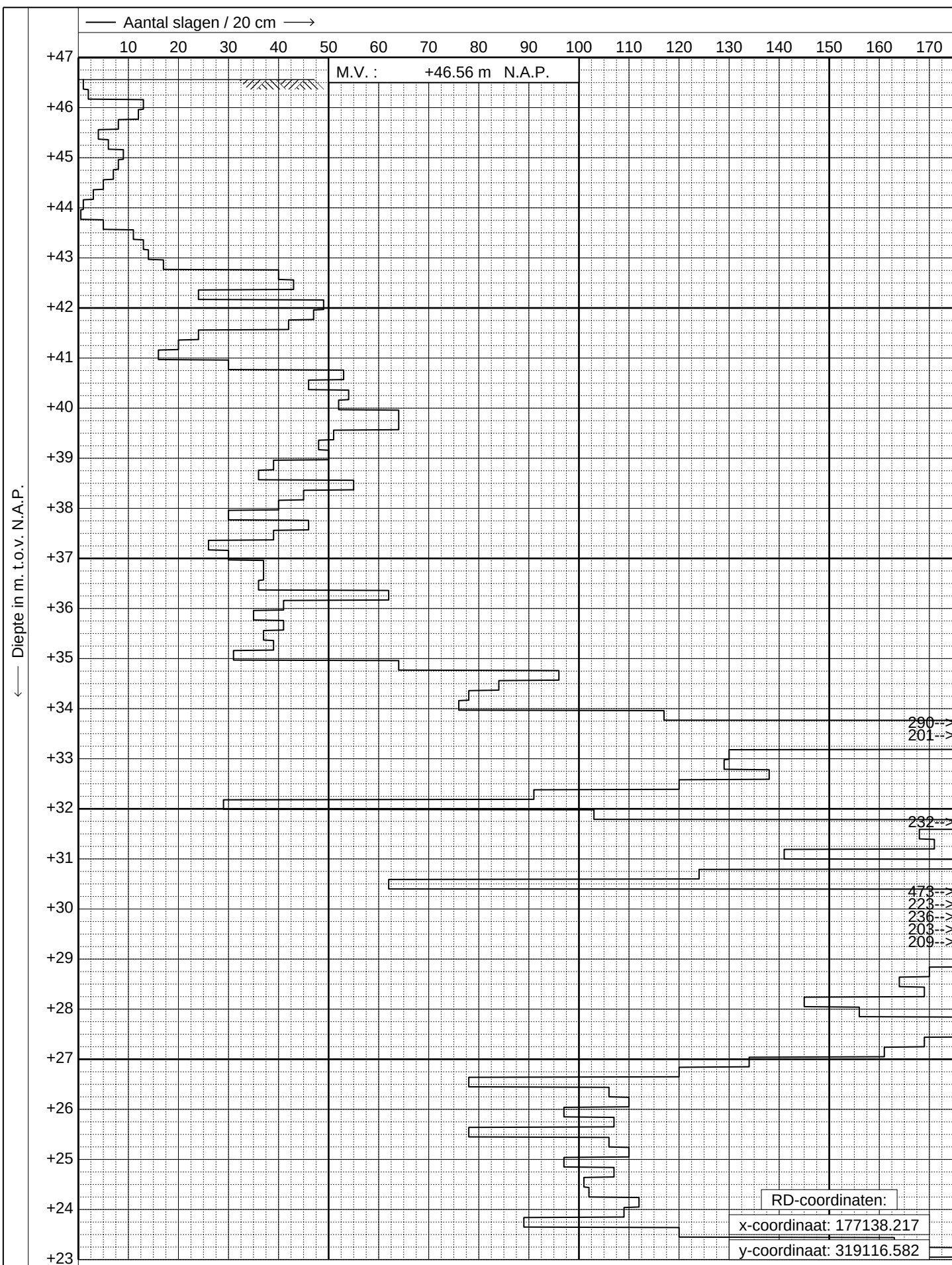
Locatie : **Gemeente Maastricht**

Datum : **21-03-2019**

Conus : **S15-CFI.1383**

Opdracht : **GA190009.004**

Sondering : **SW01**



GEONIUS

www.geonius.eu
 E-mail: info@geonius.eu
 Tel.: 088-1300600
 Fax.: 088-1300669

Zware slagsondering (50 kg) conform NEN-EN-ISO 22476-2

Project : **Geotechnisch onderzoek gestuurde boring**

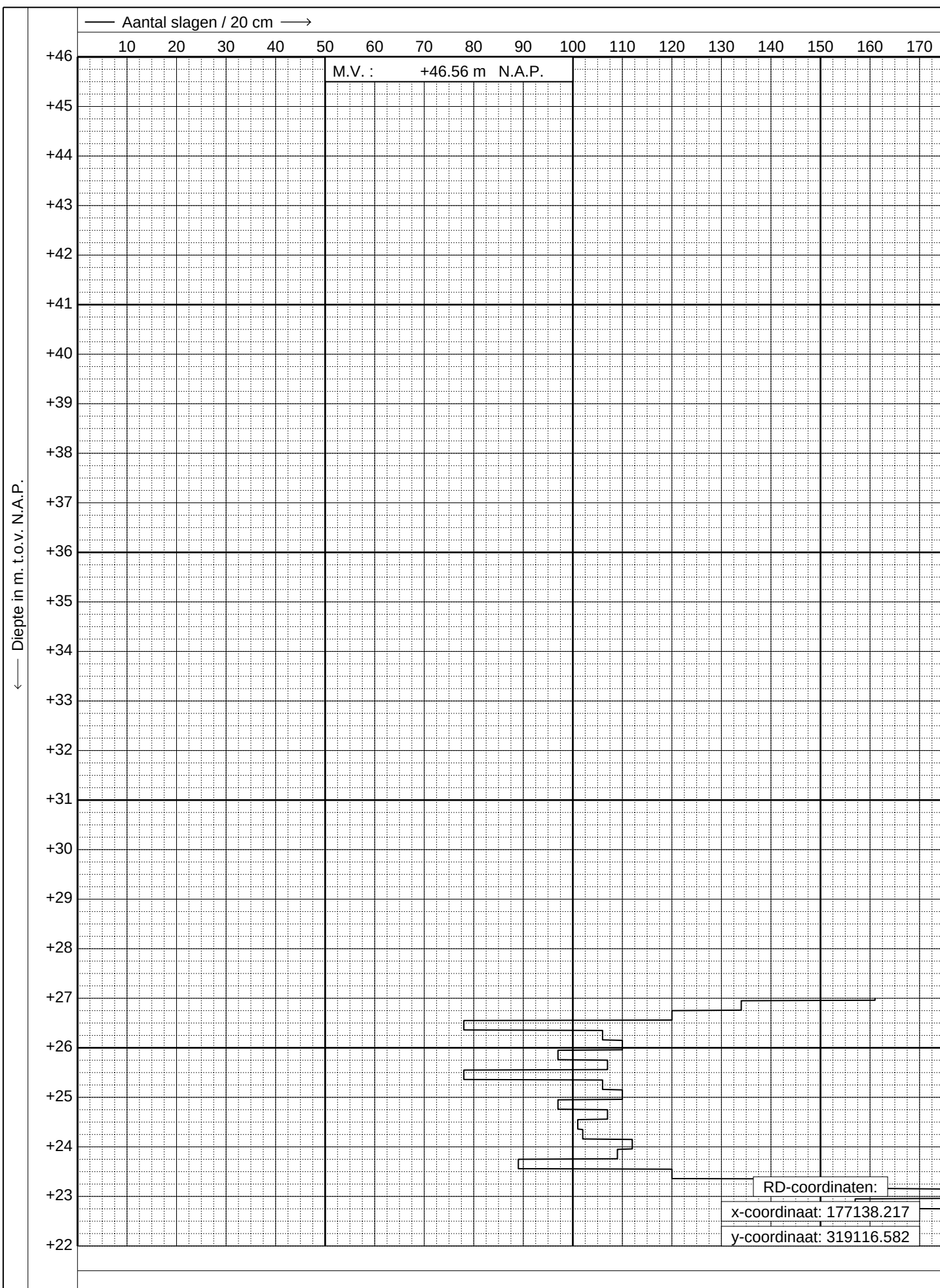
Locatie : **Gemeente Maastricht**

Datum : **26-03-2019**

Conus : **Z**

Opdracht : **GA190009.004**

Sondering : **02**



GEONIUS

www.geonius.eu
E-mail: info@geonius.eu
Tel.: 088-1300600
Fax.: 088-1300669

Zware slagsondering (50 kg) conform NEN-EN-ISO 22476-2

Project : **Geotechnisch onderzoek gestuurde boring**

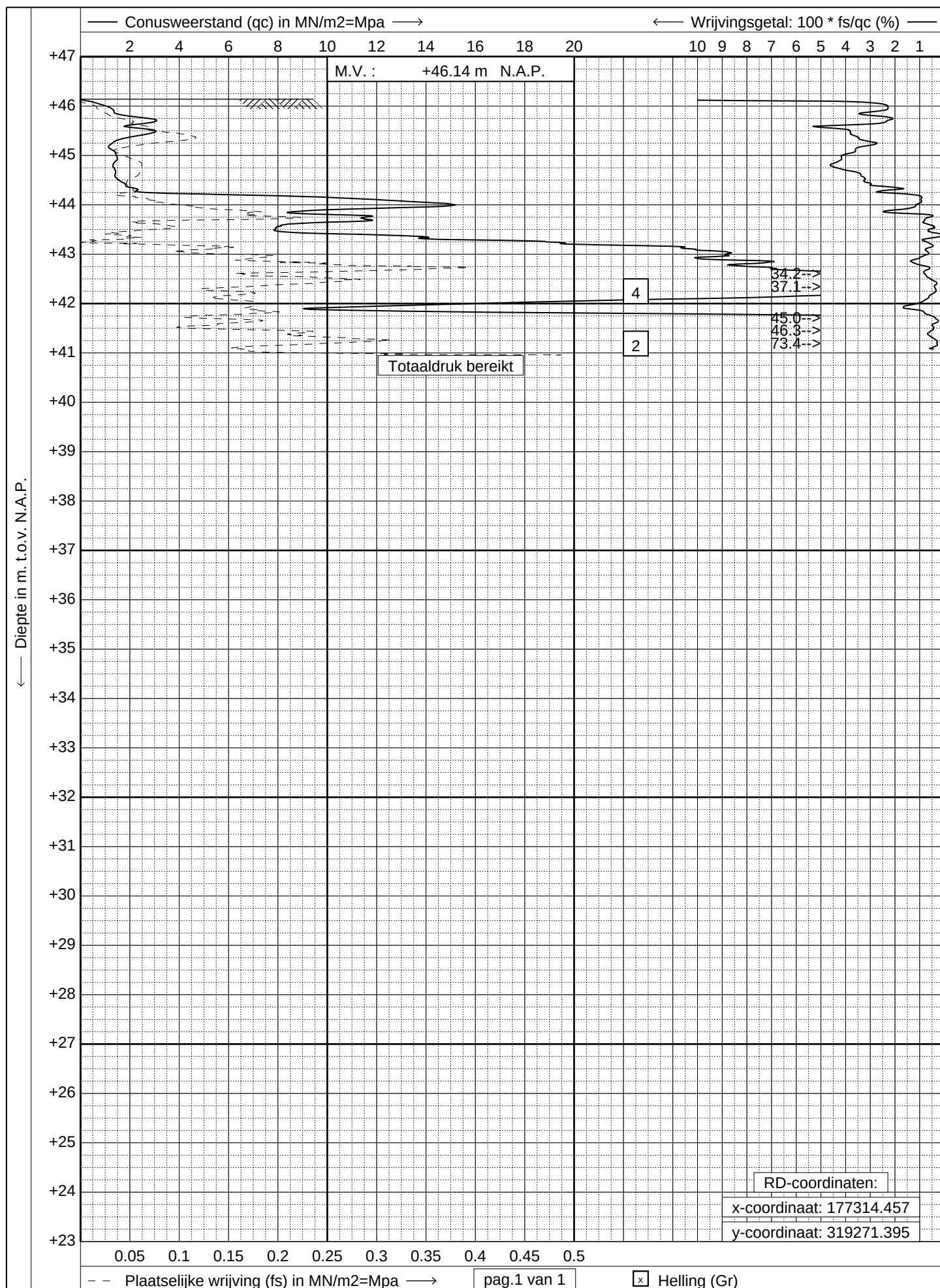
Locatie : **Gemeente Maastricht**

Datum : **26-03-2019**

Conus : **Z**

Opdracht : **GA190009.004**

Sondering : **02**



GEONIUS

www.geonius.eu
E-mail: info@geonius.eu
Tel.: 088-1300600
Fax.: 088-1300669

Sondering volgens NEN-EN-ISO 22476-1, klasse 2

Project : **Geotechnisch onderzoek gestuurde boring**

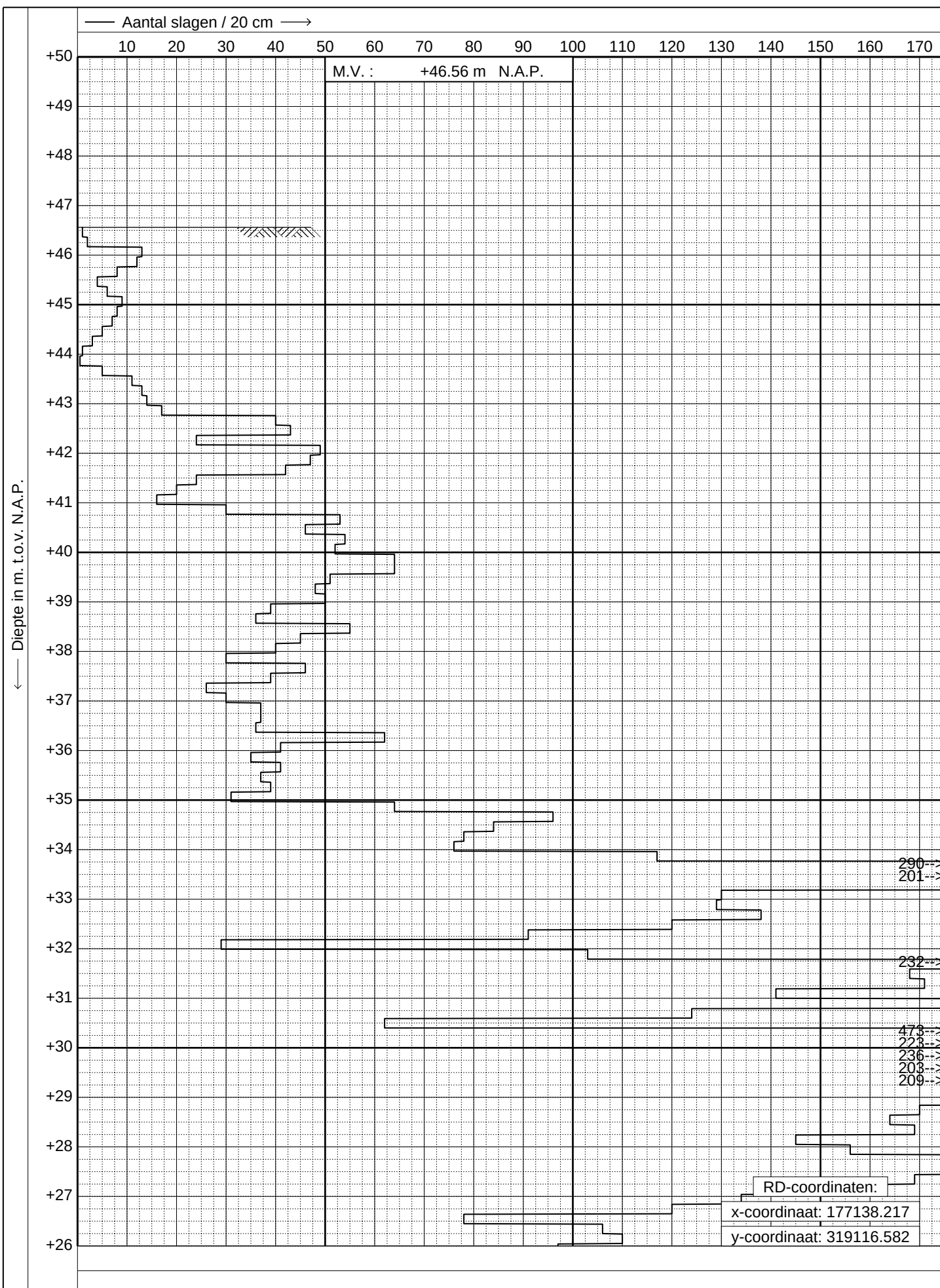
Locatie : **Gemeente Maastricht**

Datum : **21-03-2019**

Conus : **S15-CFI.1383**

Opdracht : **GA190009.004**

Sondering : **SW03**



GEONIUS

www.geonius.eu
E-mail: info@geonius.eu
Tel.: 088-1300600
Fax.: 088-1300669

Zware slagsondering (50 kg) conform NEN-EN-ISO 22476-2

Project : **Geotechnisch onderzoek gestuurde boring**

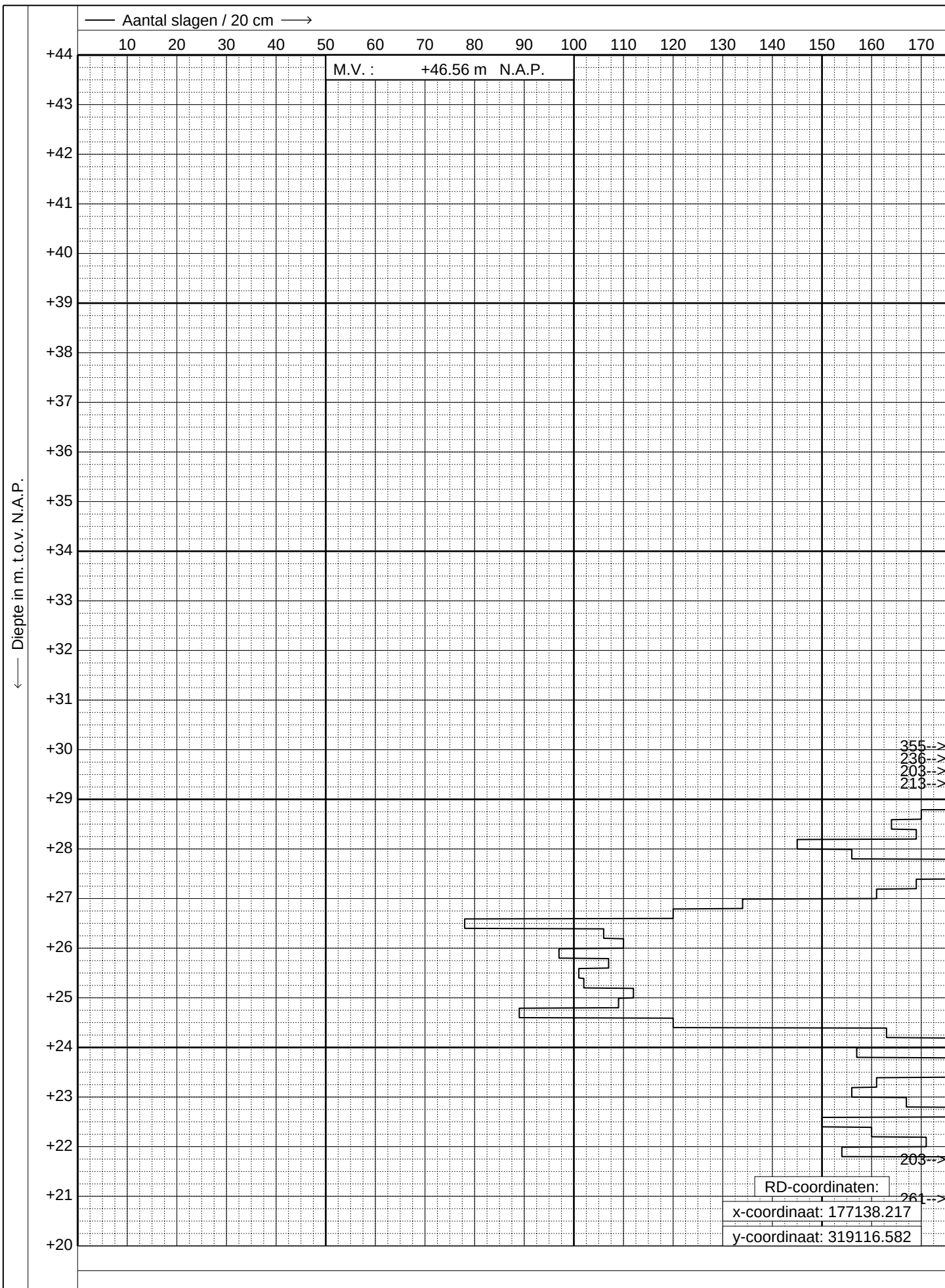
Locatie : **Gemeente Maastricht**

Datum : **26-03-2019**

Conus : **Z**

Opdracht : **GA190009.004**

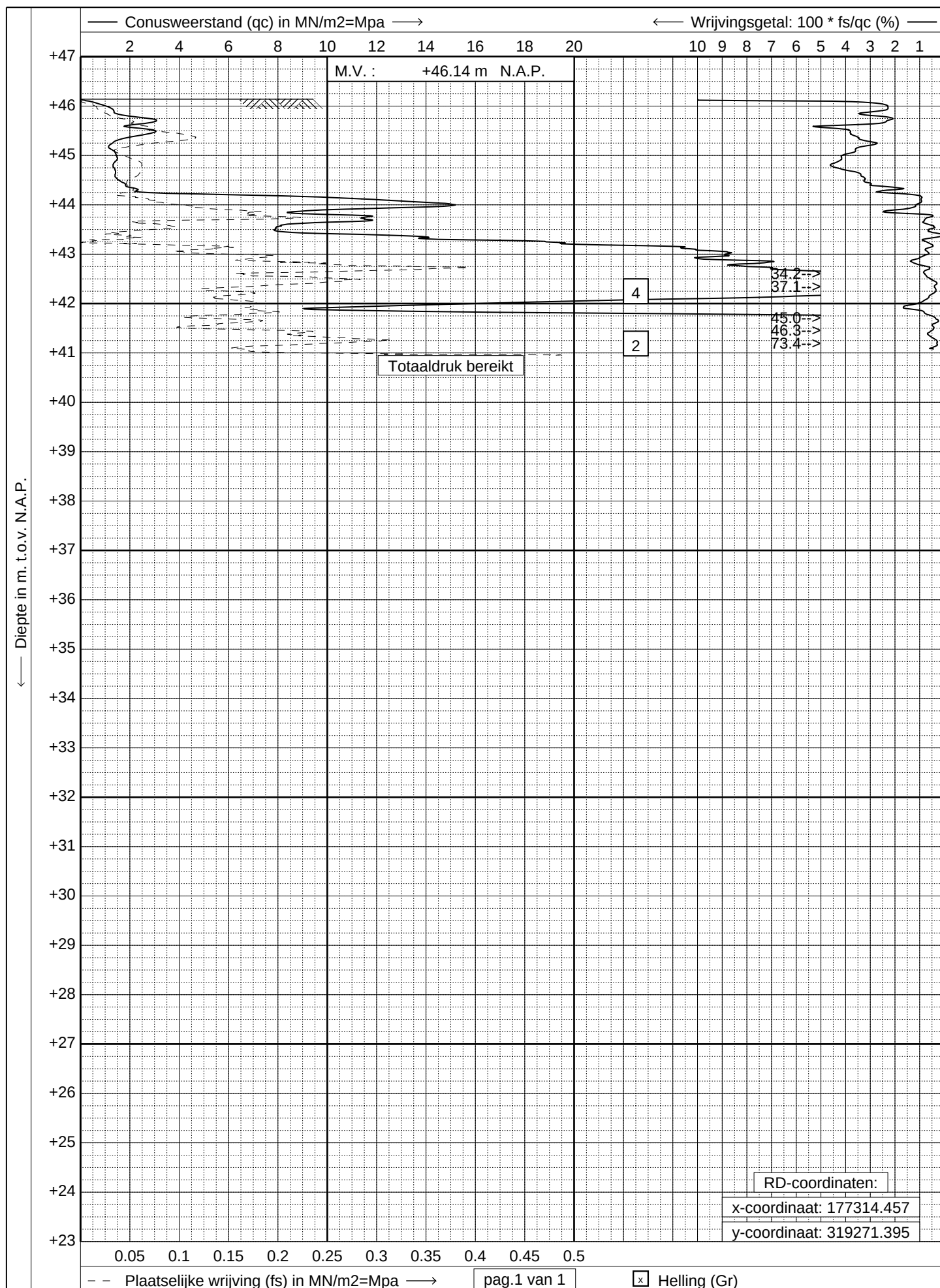
Sondering : **02**



GEONIUS
www.geonius.eu
E-mail: info@geonius.eu
Tel.: 088-1300600
Fax.: 088-1300669

Zware slagsondering (50 kg) conform NEN-EN-ISO 22476-2
Project : **Geotechnisch onderzoek gestuurde boring**
Locatie : **Gemeente Maastricht**

Datum : **26-03-2019**
Conus : **Z**
Opdracht : **GA190009.004**
Sondering : **02**



GEONIUS

www.geonius.eu
 E-mail: info@geonius.eu
 Tel.: 088-1300600
 Fax.: 088-1300669

Sondering volgens NEN-EN-ISO 22476-1, klasse 2

Project : **Geotechnisch onderzoek gestuurde boring**

Locatie : **Gemeente Maastricht**

Datum : **21-03-2019**

Conus : **S15-CFI.1383**

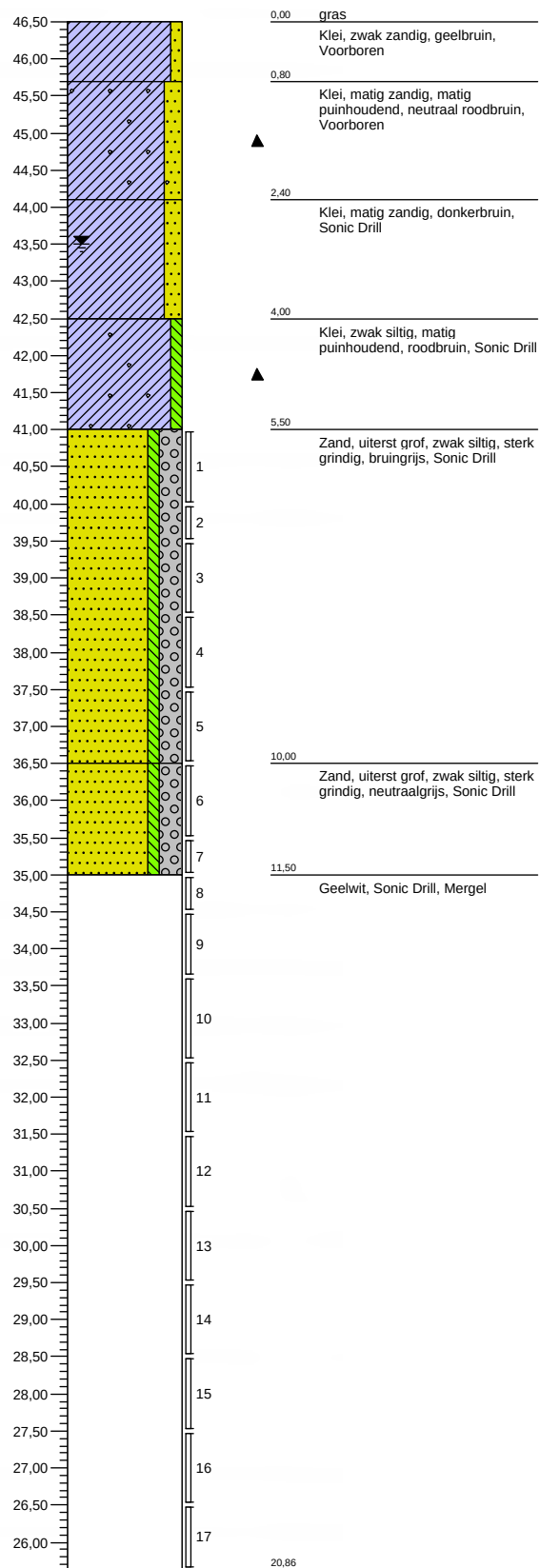
Opdracht : **GA190009.004**

Sondering : **SW03**

Bijlage 3 Boorstaten

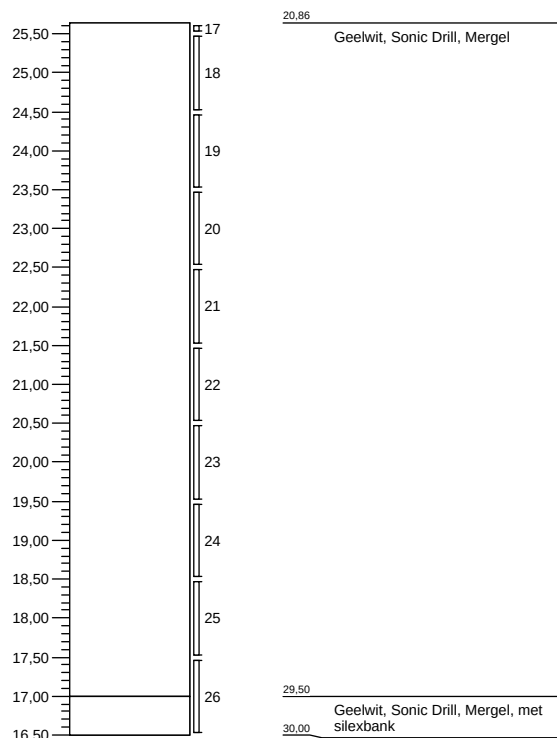
boring: MB101 - 1

Maaiveldhoogte : 46,5 m. t.o.v. N.A.P. X-coördinaat : 176730,40
 GWS : 300 cm. - mv. Y-coördinaat : 319134,87
 Datum : 28-03-2019



boring: MB101 - 2

Maaiveldhoogte : 46,5 m. t.o.v. N.A.P. X-coördinaat : 176730,40
 GWS : 300 cm. - mv. Y-coördinaat : 319134,87
 Datum : 28-03-2019

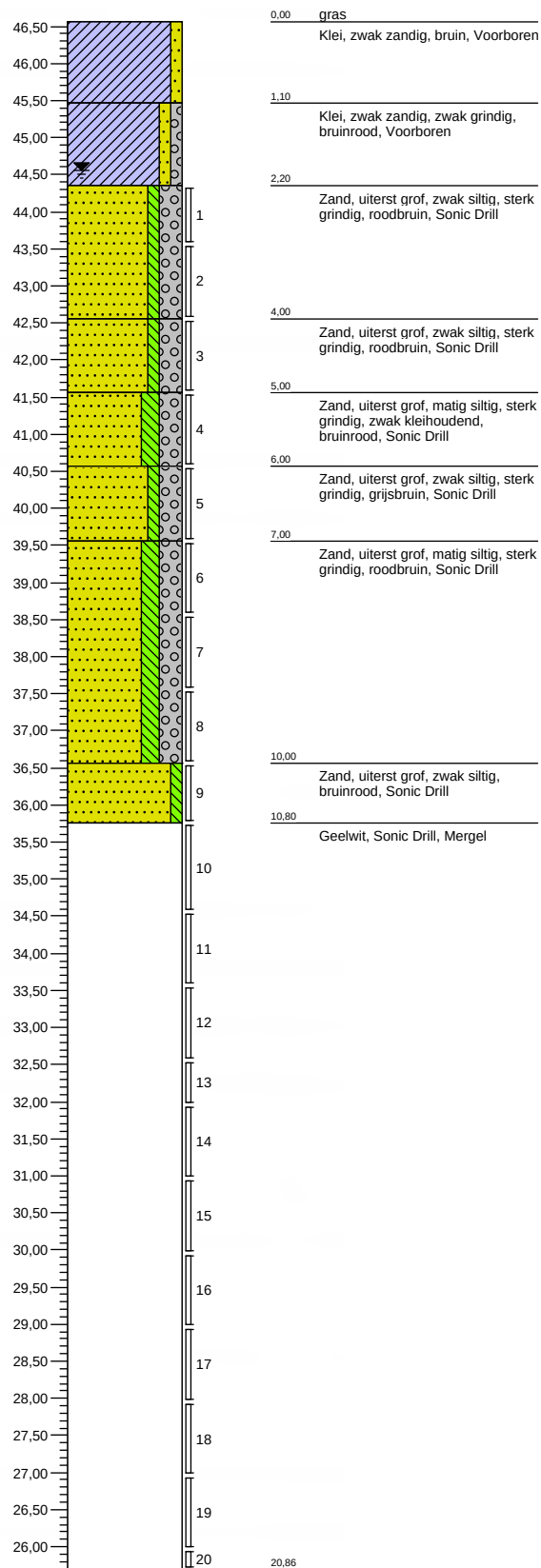




dormanstraat
opdrachtnummer : GA190009.004
projectomschrijving : Maastricht

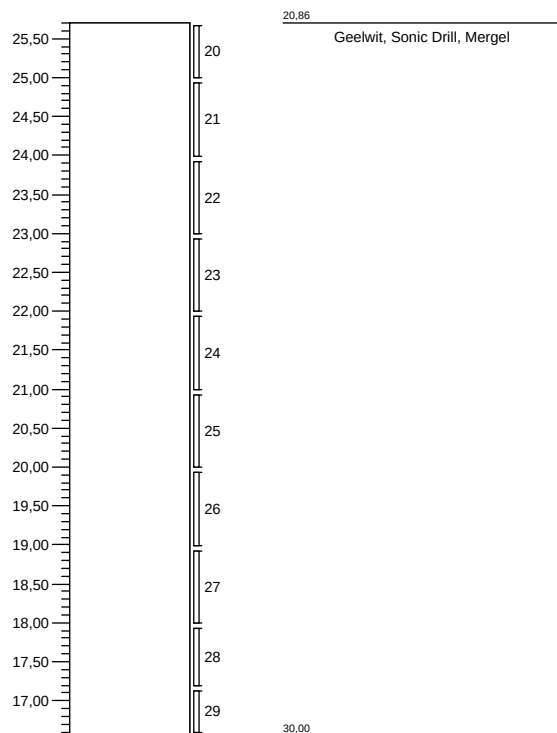
boring: MB102 - 1

Maaiveldhoogte : 46,56 m. t.o.v. N.A.P. X-coördinaat : 177148,00
 GWS : 200 cm. - mv. Y-coördinaat : 319121,00
 Datum : 27-03-2019



boring: MB102 - 2

Maaiveldhoogte : 46,56 m. t.o.v. N.A.P. X-coördinaat : 177148,00
 GWS : 200 cm. - mv. Y-coördinaat : 319121,00
 Datum : 27-03-2019





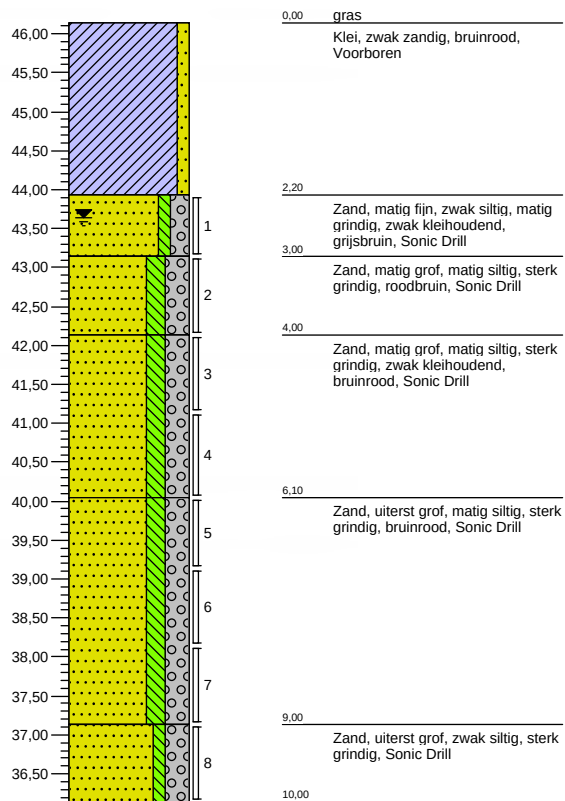
dormanstraat

opdrachtnummer : GA190009.004

projectomschrijving : Maastricht

boring: MB103

Maaiveldhoogte : 46,14 m. t.o.v. N.A.P. X-coördinaat : 177312,02
GWS : 250 cm. - mv. Y-coördinaat : 319271,61
Datum : 27-03-2019



Bijlage 4 Zeefanalyses



Korrelgrootteverdelingsdiagram

Project: Gestuurde Boring

Maaiveld (m NAP): 46,50

Locatie: Maastricht

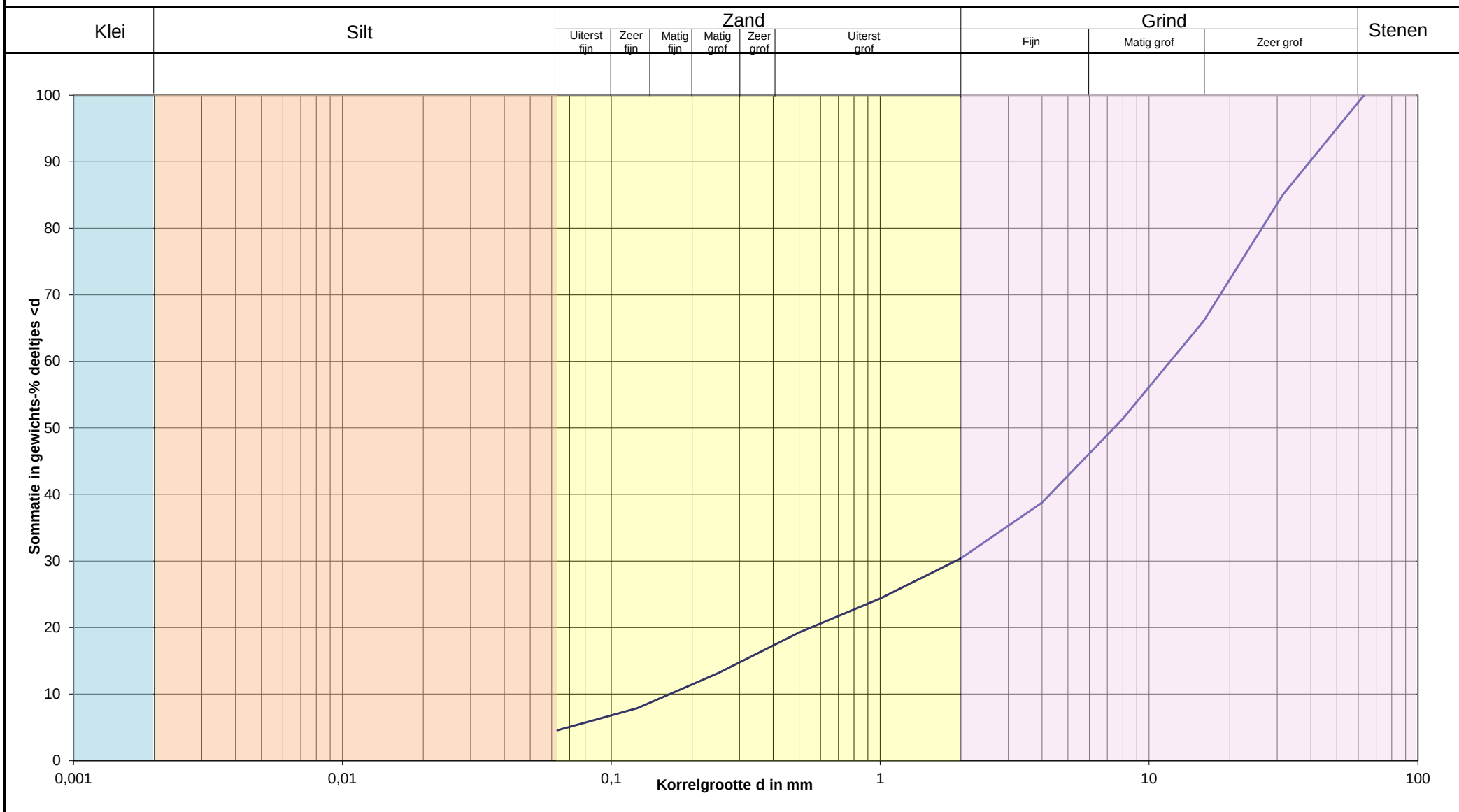
Diepte (m -maaiveld): 5,50 tot 10,00

Monsternr.: MM01-1

Diepte (m +/-NAP): 41,00 tot 36,50

Opdrachtnr.: GA190009.004

Datum: 5 april 2019



Gebruikte zeven (mm) met cumulatieve gewichtspercentages door zeef heen

0,063	0,125	0,250	0,500	1,0	2,0	4,0	8,0	16,0	31,5	63,0
4,6	7,9	13,2	19,3	24,4	30,4	38,8	51,4	66,1	85,0	100,0



Korrelgrootteverdelingsdiagram

Project: Gestuurde Boring

Maaiveld (m NAP): 46,50

Locatie: Maastricht

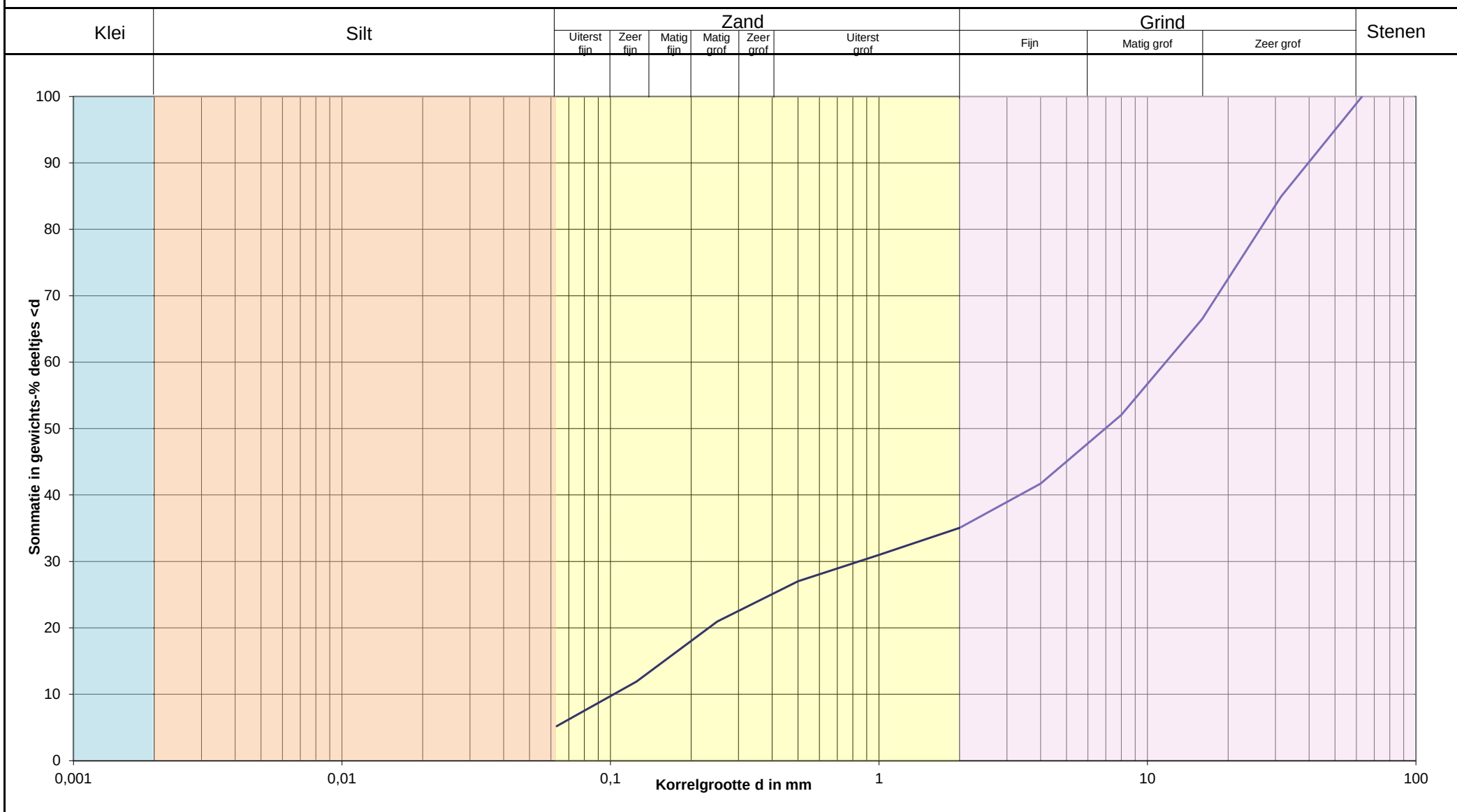
Diepte (m -maaiveld): 10,00 tot 11,50

Monsternr.: MM02-2

Diepte (m +/-NAP): 36,50 tot 35,00

Opdrachtnr.: GA190009.004

Datum: 5 april 2019



Gebruikte zeven (mm) met cumulatieve gewichtspercentages door zeef heen

0,063	0,125	0,250	0,500	1,0	2,0	4,0	8,0	16,0	31,5	63,0
5,2	11,9	21,0	27,0	31,0	35,0	41,7	52,0	66,5	84,9	100,0



Korrelgrootteverdelingsdiagram

Project: Gestuurde Boring

Maaiveld (m NAP):

46,56

Locatie: Maastricht

Diepte (m -maaiveld):

2,20 tot 5,00

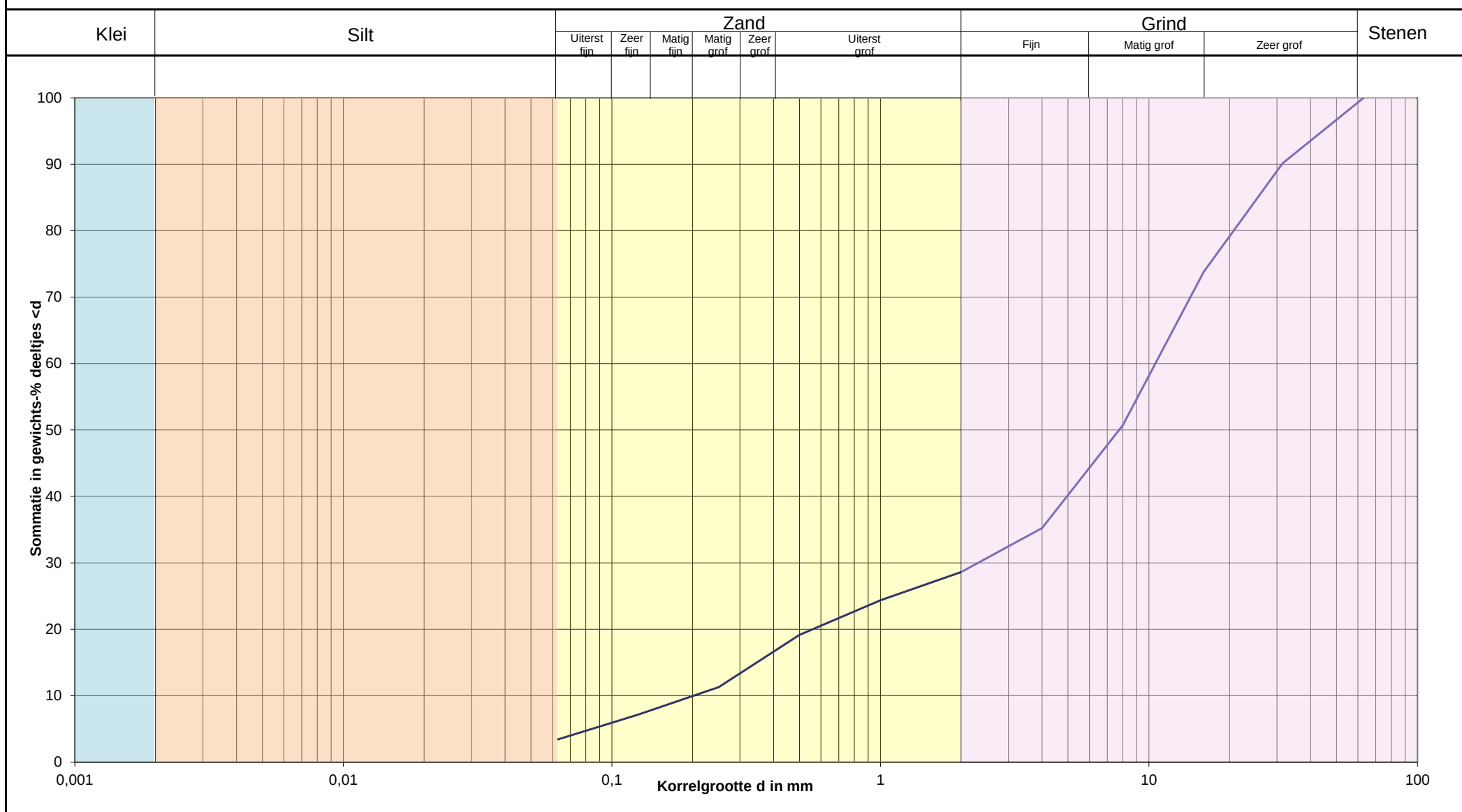
Monsternr.: MM03-3

Diepte (m +/-NAP):

44,36 tot 41,56

Opdrachtnr.: GA190009.004

Datum: 5 april 2019



Gebruikte zeven (mm) met cumulatieve gewichtspercentages door zeef heen

0,063	0,125	0,250	0,500	1,0	2,0	4,0	8,0	16,0	31,5	63,0
3,4	7,1	11,3	19,2	24,4	28,6	35,2	50,7	73,8	90,1	100,0



Korrelgrootteverdelingsdiagram

Project: Gestuurde Boring

Maaiveld (m NAP): 46,56

Opdrachtnr.: GA190009.004

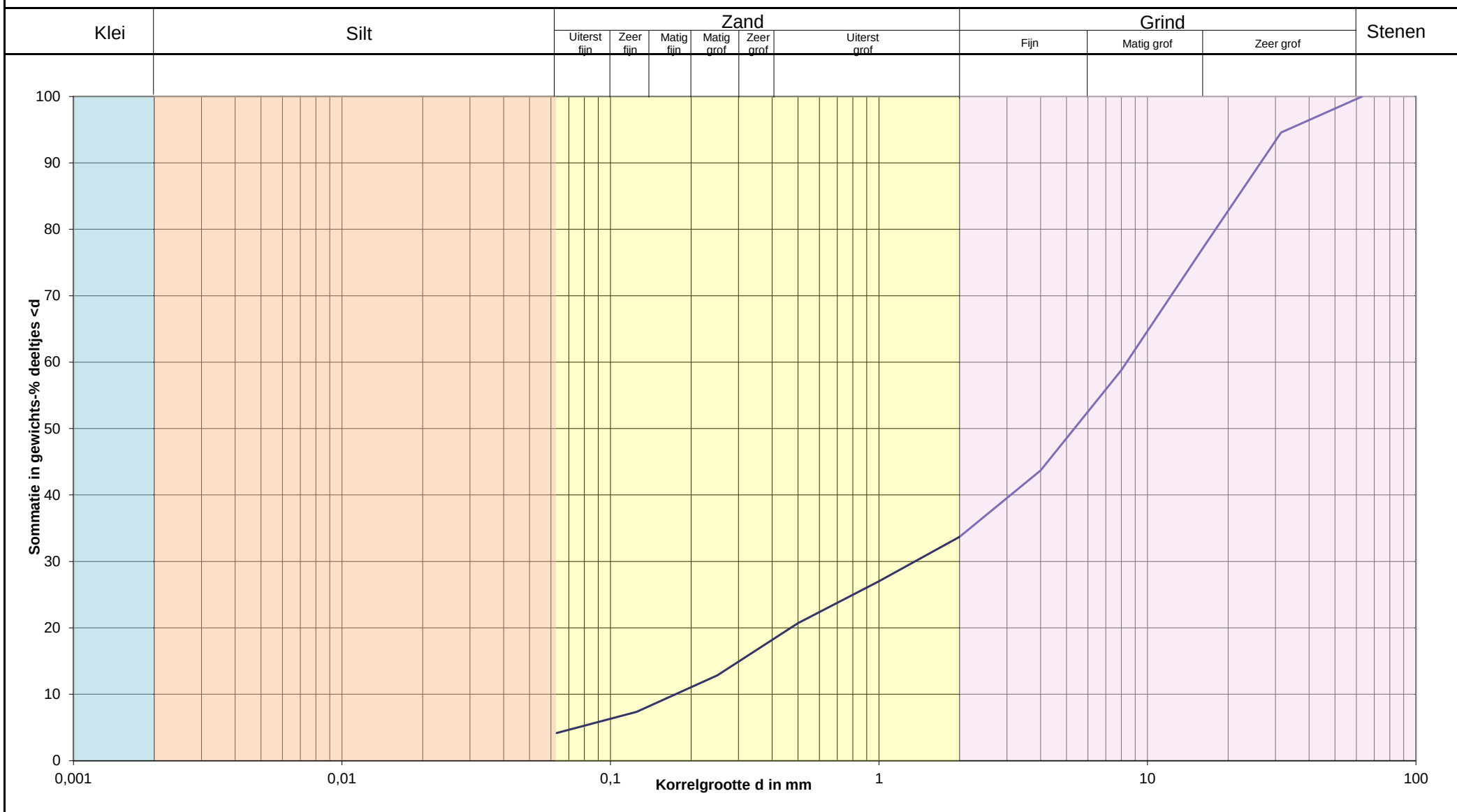
Locatie: Maastricht

Diepte (m -maaiveld): 7,00 tot 10,00

Datum: 5 april 2019

Monsternr.: MM04-4

Diepte (m +/-NAP): 39,56 tot 36,56



Gebruikte zeven (mm) met cumulatieve gewichtspercentages door zeef heen

0,063	0,125	0,250	0,500	1,0	2,0	4,0	8,0	16,0	31,5	63,0
4,2	7,3	12,8	20,7	27,0	33,7	43,7	58,8	77,0	94,6	100,0

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

Bezoekadres

Papland 8
4206 CL Gorinchem
T: 0183 64 50 60
F: 0183 64 85 50

Postadres

Postbus 231
4200 AE Gorinchem
E: info@vanvulpen.eu
I: www.vanvulpen.eu



Bijlage 2 Beschrijving Gyro Meetsysteem

Gyro Steering Tools

Advantages with respect to downhole measurements with magnetic steering tools :

- No read-out errors due to the disturbance of the Earth's magnetic field.
- No need for use of non-magnetic materials ("Non-Mags").
- Insensitive to shocks and vibrations.
- Far higher accuracy of azimuth and pitch possible, resulting in more accurate following of the desired trajectory.
- Measurement with respect to true North (North Seeking while drilling).

Specifications :

Length / diameter of measuring drillstring, installed directly behind the drillhead : 2000/ 170 mm.

Accuracy :

- Pitch, accuracy (3 Sigma) : +/- 0,01 [degr.]
- Azimuth , accuracy (3 Sigma) : +/- 0,04 [degr.]

Installation :

The measuring drillstring is provided with standard API threaded connections, making installation easy.
The mudflow is not interrupted. Mudflow channels are provided.

Since many years Brownline used magnetometer / accelerometer based strap-down probes for drillhead guidance. The surveyor at the job is needed for this type of probes, as a lot of experience is required to translate the information from these magnetometer based probes. Magnetometers using the Earth magnetic field as reference can give wrong read-outs due to the presence of materials, which can be or are magnetized and due to electric current carrying wires. Only due the surveyor's experience these disturbances of the Earth magnetic field can be filtered.

Brownline started a new magnetometer based probe design early 1999. The emphasis was to automatically compensate for the disturbances of the Earth magnetic field. This automatic compensation already proved in the first months of the project to be very difficult to realize. Consequently Brownline started a simultaneous new design, where gyroscopic sensors were used in order to avoid these magnetic disturbances. The emphasis for this type of gyroscopic probe not only was on magnetic disturbance insensitivity, but also on a far higher accuracy, such that this gyroscopic system in conjunction with a dead-reckoning program could match the trajectory accuracy of the artificial magnetic field systems.

Moreover the aim was to get a trajectory position measuring system, which is predictable and which can be used by less experienced engineers or by automated drilling systems.

Presently Brownline co-operates with iMAR of St. Ingbert, Germany for the joint development and marketing of gyroscopic based navigation tools for the drilling industry.

1. NAVIGATION BY MAGNETOMETERS AND ACCELEROMETERS AND WIRELESS TRANSMISSION.

Figure 1 shows the present Browline magnetometer based system, which was developed in the years 1999 / 2000. Navigation is achieved by the use of three magneto-resistive magnetometers and three accelerometers. This is a well-known configuration. However the wireless signal transmission developed for this probe uses new technology. Downhole electronics are used to modulate the signals. A downhole transmitter sends signals via the drillstring. The negative pole can be placed anywhere above the drillstring at the surface. the signals are demodulated at the surface in the receiver electronics. This wireless transmission system sends three times per second data to the surface. The data string contains the azimuth, pitch and roll angles of the drillhead, as well as downhole internal probe temperature and the mud pressure.

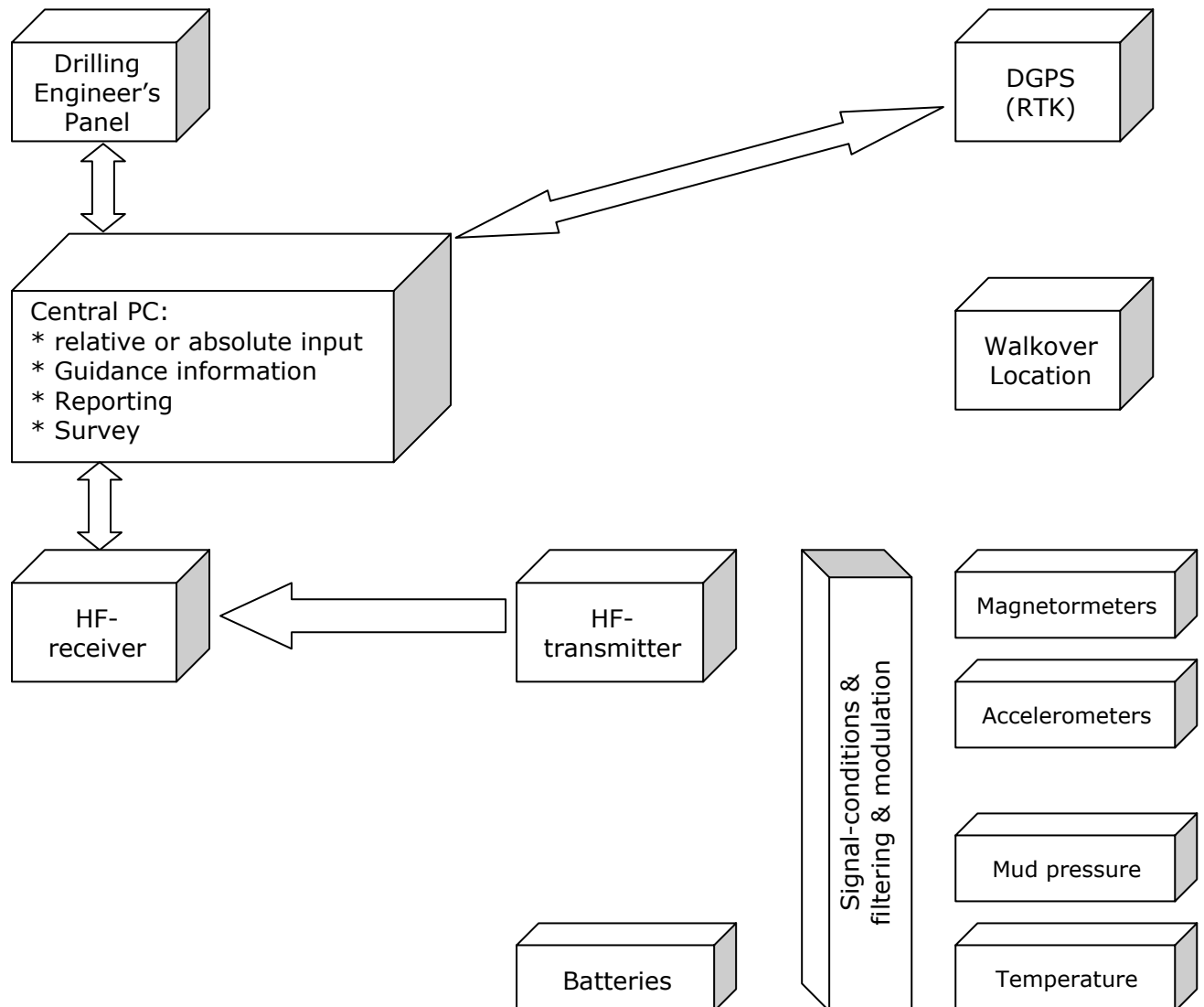


Figure 1. Overview of elements of magnetometer based navigation tool. The downhole data is wireless transmitted in order to save time for wireline connections during drilling.

The original idea was to compensate for disturbances of the Earth magnetic field via the application of two downhole sensor units at a certain distance. Via a gradiometer like principle a compensation could be achieved. However, very accurate sensing of the magnetic field is required.

2. GYROSCOPIC SENSORS.

Various tests proved that it is extremely difficult to compensate for the disturbance of the Earth magnetic field. Very accurate measurement of the Hx, Hy and Hz vectors is required. Brownline already in late 2000 started investigations for other sensors as the magnetic based ones. The present Brownline simplex magnetic based sensor probe has an accuracy of the azimuthing angle of 0.40 [degrees]. This is not sufficient accurate for drilling jobs in highly urbanized areas or for drillings over long distances in conjunction with dead-reckoning. So Brownline did not simply look for a direct replacement of the magnetometer based probe, but also looked for a far higher accuracy. Various gyroscopes were investigated. Mechanical dynamical tuned types proved to be too unreliable. Vibrating gyroscopes still were too inaccurate, although the dimensions are small. This led to the choice of fiber optic gyroscopes (FOG) and Ring Laser Gyroscopes (RLG) to start with. By using FOGs or RLGs very accurate azimuthing angles with respect to the geographic North can be measured. An accuracy of ten times better as for magnetic sensor based probes is possible. Having an azimuthing accuracy of 0.04 [degrees] and a reliable drillstring stroke measurement will give a trajectory measurement accuracy, which is better than possible with other navigation means.

Figure 2 shows a typical RLG, which is used as base for the new gyroscopic navigation tool. Data are transmitted either via wireline (10 times per second) or wireless (3 times per second).



Figure 2.

Probe with Ring Laser Gyroscope, the robust housing is suitable for a rough environment with high vibrations and shock loading.

The unit contains three perpendicular installed RLG's and three perpendicular installed servo-balanced accelerometers, as well as micro-controllers for processing and filtering of the measured data.

The total unit is build into the drillstring close to the drillhead.

This drillstring part contains a second micro-controller for processing of strain gage and mud pressure signals, as well as for modulation and transmission.

The Brownline gyroscopic probe system is presently being build. For the gyroscopic systems Brownline cooperates with iMAR of St Ingbert, Germany.

The gyroscopic navigation tool gives the following signals at a rate of ten times per second via a wireline to the surface receiver :

- Roll, accuracy (3 Sigma) : +/- 0,02 [degr.]
- Pitch, accuracy (3 Sigma) : +/- 0,01 [degr.]
- Azimuth , accuracy (3 Sigma) : +/- 0,04 [degr.]
- Vibration level
- Temperature, accuracy : +/- 0,5 [degr. C]
- Mud pressure, accuracy : +/- 0.05 [bar]
- E-power state
- Too high RPM (binary : TRUE or FALSE)
- Error message
- Status message
- North seeking state
- Pulling / pushing force.
- Bending moment (radius).
- Steering torque.

The wireline connection is a single wire used for electric power supply to the downhole system and used for signal transmission to the surface. Downhole batteries are provided for continuation of power supply, while a drill pipe is connected. The wireless option, as used for the magnetometer based systems could also be used, but the update rate is lower and larger downhole battery packs are required.

The downhole processing is very powerful, extensive filter technologies are used, based on iMAR's well-known system algorithm for sea and land navigation systems.

3.SIGNAL PROCESSING AND HUMAN MACHINE INTERFACES (HMI).

For both the magnetometer based and the gyroscopic navigation systems, Brownline uses a receiver unit at the surface. This receiver unit receives the downline string, either wireless or via a wireline and demodulates the signals. Also the cylinder stroke measurement signal of the drilling machine is received on this receiver unit. The receiver unit is connected with a PC, where the trajectory advice is computed. The planned trajectory is compared with the trajectory calculated from the measured downhole pipe length, the actual azimuth angle and the actual pitch.

Figure 3 depicts the HMI guidance display for the magnetometer based system.

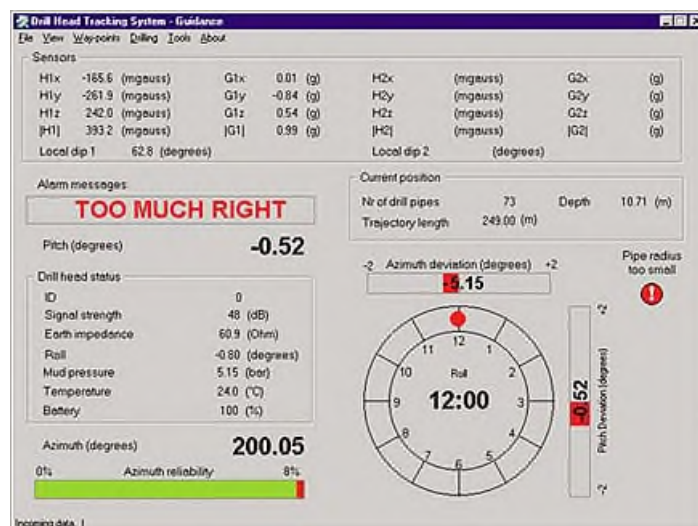


Figure 3. Guidance display of present magnetometer based navigation system. When the azimuth and pitch deviation is kept at zero, the desired track is followed. The reliability bar indicates whether a disturbance of the Earth's magnetic field exists.

At the drilling machine a drilling engineer display is installed giving information on the actual difference between the desired and the actual track and the roll angle of the tool face. Also warnings etc. are given in case of dangerous steering actions. Figure 4 shows the drilling engineer's display. At the surveyors' display, at different pages, also information (graphical and numerical) is given on the planned and the actual track.

Reports can be given in local grid co-ordinates or in WGS84 format. The Ring Laser Gyroscope unit also is very well suitable to be used for surveying after reaming and installation of a pipe. This unit will then be used in conjunction with a DGPS (RTK) system. The DGPS is used to precisely measure the entry and the exit location of the drilled trajectory. This combination gives unsurpassed surveying accuracy. Again reports are given in local grid co-ordinates or in WGS84 format.



Figure 4. The display of the drilling engineer, which additional to the PC display of the surveyor. The drilling engineer pushes a button to let the software count for the number of pipes of known length. For RLG system the drilling machine cylinder stroke is measured to avoid human errors.

Bezoekadres

Papland 8
4206 CL Gorinchem
T: 0183 64 50 60
F: 0183 64 85 50

Postadres

Postbus 231
4200 AE Gorinchem
E: info@vanvulpen.eu
I: www.vanvulpen.eu



Bijlage 3 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;
chromium:	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.



Product Data Blad

Cebo Drill-Grout

Toepassing

HDD boringen / verticale boringen

Omschrijving

Cebo Drill-Grout is een zelfuithardende suspensie welke gebruikt kan worden in zowel HDD boringen als in verticale boringen om de annulaire ruimte volledig op te vullen.

Cebo Drill-Grout is tevens geschikt voor een variatie van toepassingen zoals vulling van getrokken heipaalgaten. **Cebo Drill-Grout** ontwikkeld zich tot een harde, echter nog, plastische formatie met een lage water doorlaatbaarheid, om zo vermenging van de ondergrondse waterlagen te voorkomen. Door het gebruik van **Cebo Drill-Grout** kunnen verzakkingen voorkomen worden en worden stalen pijpen beschermd tegen corrosie.

Eigenschappen

Cebo Drill-Grout heeft de volgende eigenschappen;

Makkelijk te mixen en goed verpompbaar

In tegenstelling tot veel verschillende grout producten waarbij speciale grout-pompen nodig zijn om deze te mixen en te verpompen, is dit bij Cebo Drill-Grout niet nodig. Cebo Drill-Grout kan gemixt worden met een standaard centrifugaalpomp.

Volledige afsluiting van grondlagen

Cebo Drill-Grout wordt gebruikt om volledig de annulaire ruimte op te vullen, hierdoor worden alle grondkleilagen hersteld en doorboorde formatie gestabiliseerd.

Bruikbaar in drinkwatergebieden

Cebo Drill-Grout is getest voor het gebruik in drinkwatergebieden door het "Hygiene-Institut des Ruhrgebiets".

Typische waarden Cebo Drill-Grout

Parameter	Test methode	Eis	Typische waarde
Korrelgrootte	-	Min. 95% door 125 micron (μm) zeef	$\pm 95,0\%$
Vochtgehalte	DIN 18121-1	$\leq 13\%$ (m/m)	4 - 8%
Soortelijk gewicht	-	-	2600 kg / m ³ +/- 10%
Stort gewicht	-	-	900 kg / m ³

Chemische en fysische eigenschappen Cebo Drill-Grout

Samenstelling	Cement/bentoniet
Kleur	Grijs
Vorm	Poeder



Cebo Holland

Industrial Minerals, Powerful Logistics

Cebo Holland BV, Westerduinweg 1, 1976 BV IJmuiden, The Netherlands
Tel. +31(0)255-546262, info@cebo.com, www.cebo.com



Product Data Blad

Cebo Drill-Grout

Aanbevolen gebruik

De eigenschappen van Cebo Drill-Grout worden het best benut als het aanmaakwater de volgende eigenschappen bezit;

- Geleidbaarheid : < 1000 $\mu\text{S}/\text{cm}$
- pH : 7.5 – 10
- Hardheid : < 100 ppm

Voeg min. 160 kg Cebo Drill-Grout toe aan 1 m³ water. Kleine aanpassingen aan de dichtheid kunnen gedaan worden door de mengverhouding te variëren, aanbevolen Marsh tijd ongeveer 45 seconden. S.G. moet minimaal 1.11 zijn.

Gebruik in HDD

Het toevoegen van Cebo Drill-Grout gaat tegelijkertijd met het trekken van de productpijp(en). Op deze manier wordt de huidige spoeling uit het gat verdreven. Het advies is om het soortelijk gewicht te testen van de spoeling in het boorgat vóór het trekken van de productpijp(en). Het soortelijk gewicht van de Cebo Drill-Grout dient aanzienlijk hoger te zijn dan de spoeling in het boorgat. Dit om een goede verdrijving van de boerspoeling te waarborgen.

Gebruik voor het injecteren van de Cebo Drill-Grout een barrel ruimer (welke iets kleiner is dan de laatst geruimde diameter) tijdens het intrekken van de productpijp(en). Houdt 1 à 2 nozzles open aan de kant van de machine en het maximaal aantal nozzles aan de kant van de productpijp(en). Deze set-up zal helpen om de oude spoeling mechanisch te verdringen aan de voorzijde van de barrel.

Gebruik bij verticale boringen

Het toevoegen van Cebo Drill-Grout gaat van onderaf via een tremie pijp om zo de huidige boerspoeling uit het gat te drijven en volledig te vervangen door de Cebo Drill-Grout.

Let op! Bij een waterbron kan het nodig zijn om op het filtergrind een kleistop aan te brengen, op deze manier kan de Cebo Drill-Grout niet indringen in het filtergrind en/of filterbuizen. Het advies is om het soortelijk gewicht te testen van de spoeling in het boorgat vóór het injecteren van de Cebo Drill-Grout. Het soortelijk gewicht van de spoeling in het boorgat is bij voorkeur zo laag als mogelijk.

Het volume van de Cebo Drill-Grout zou 15% meer moeten zijn dan de berekende op te vullen ruimte, dit om er zeker van te zijn dat de oude boerspoeling volledig wordt vervangen.



Cebo Holland

Industrial Minerals, Powerful Logistics

Cebo Holland BV, Westerduinweg 1, 1976 BV IJmuiden, The Netherlands
Tel. +31(0)255-546262, info@cebo.com, www.cebo.com



Product Data Blad

Cebo Drill-Grout

Typische waarden Cebo Drill-Grout		
Parameter	Test methode volgens	16% suspensie
Marsh funnel (direct)	ANSI/API RP 13B-1	40 – 50 s/l
Plastische viscositeit		9 cP
Yield Point		23 lb/100 ft ²
Gels	10 seconden	25 lb/100 ft ²
	10 minuten	29 lb/100 ft ²
Soortelijk gewicht	ANSI/API RP 13B-1	1,11
Suspensie gewicht		1.110 t/m ³
Filtraat verlies		20 ml
Ph	ANSI/API RP 13B-1	12,1
Afschuifspanning na 7 dagen (20°C)	Vane shear tester	3.5 kPa
Afschuifspanning na 21 dagen (20°C)	Vane shear tester	11.0 kPa
Afschuifspanning na 28 dagen (20°C)	Vane shear tester	22.0 kPa
Max. drukspanning na 28 dagen	CUR 189	± 0,15 N/mm ²
K-waarde	CUR 189	1 x 10 ⁻⁹ (m/s)
Verwerkbaarheid		< 48 uur

Verpakking

Cebo Drill-Grout is verkrijgbaar in de volgende verpakkingen;

- 1050 kg verpakt in 25 kg zakken op een pallet met krimpfolie
- 1000 kg big bag

Revisie datum : 19.06.2018
Document nummer : 100804NL

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.



Cebo Holland

Industrial Minerals, Powerful Logistics

Cebo Holland BV, Westerduinweg 1, 1976 BV IJmuiden, The Netherlands
Tel. +31(0)255-546262, info@cebo.com, www.cebo.com

Bezoekadres

Papland 8
4206 CL Gorinchem
T: 0183 64 50 60
F: 0183 64 85 50

Postadres

Postbus 231
4200 AE Gorinchem
E: info@vanvulpen.eu
I: www.vanvulpen.eu



Bijlage 4 Sterkte- & muddrukberekeningen

Rapport voor D-Geo Pipeline 20.1

Model : Horizontaal Gestuurde Boring
Ontwikkeld door Deltares



Bedrijfsnaam:	Van Vulpen
Datum van rapport:	31-8-2020
Tijd van rapport:	09:44:37
Rapport met versie:	20.1.1.30040
Berekend met versie:	20.1.1.30040
Bestandsnaam:	EN11169 Sterkteberekeningen HDD2
Projectbeschrijving:	Horizontaal gestuurde boring (HDD2) 12xØ160 PE100 SDR11 Willem Alexanderweg

1 Inhoudsopgave

1 Inhoudsopgave	2
2 Invoergegevens	5
2.1 Gebruikt Model	5
2.2 Laagscheidingen	5
2.3 PN-Lijnen	6
2.4 Freatische Lijn	6
2.5 Grondprofielen	6
2.6 Grenslagen	6
2.7 Grondeigenschappen	7
2.8 Geometrie	8
2.8.1 Geometrie Sectie, Detail	8
2.8.2 Geometrie Boven aanzicht	9
2.9 Berekenings Verticalen	9
2.10 Verkeersbelasting	10
2.11 Configuratie van de Pijpleiding	10
2.12 Materiaalgegevens van de Leiding	11
2.13 Gegevens voor Leidingberekening	14
2.14 Boorvloeistof Gegevens	14
2.15 Factoren	14
2.16 Rekenopties	15
3 Boorvloeistofdrukken	16
3.1 Boorvloeistof Gegevens	16
3.2 Evenwicht tussen Waterdruk en Boorvloeistofdruk	18
3.3 Boorvloeistofdruk Grafieken	20
3.3.1 Boorvloeistofdrukken tijdens Pilotboring	20
3.3.2 Boorvloeistofdrukken tijdens Voorruimen	21
3.3.3 Boorvloeistofdrukken tijdens Ruim- en Intrekoperatie	22
4 Grondmechanische Data	23
4.1 Grondmechanische Parameters 1x160mm PE100 SDR11 (1): leiding no. 1	23
4.2 Grondmechanische Parameters 1x160mm PE100 SDR11 (2): leiding no. 2	25
4.3 Grondmechanische Parameters 1x160mm PE100 SDR11 (3): leiding no. 3	27
4.4 Grondmechanische Parameters 1x160mm PE100 SDR11 (4): leiding no. 4	29
4.5 Grondmechanische Parameters 1x160mm PE100 SDR11 (5): leiding no. 5	31
4.6 Grondmechanische Parameters 1x160mm PE100 SDR11 (6): leiding no. 6	33
4.7 Grondmechanische Parameters 1x160mm PE100 SDR11 (7): leiding no. 7	35
4.8 Grondmechanische Parameters 1x160mm PE100 SDR11 (8): leiding no. 8	37
4.9 Grondmechanische Parameters 1x160mm PE100 SDR11 (9): leiding no. 9	39
4.10 Grondmechanische Parameters 1x160mm PE100 SDR11 (10): leiding no. 10	42
4.11 Grondmechanische Parameters 1x160mm PE100 SDR11 (11): leiding no. 11	44
4.12 Grondmechanische Parameters 1x160mm PE100 SDR11 (12): leiding no. 12	46
4.13 Young's Modulus per Laag per Verticaal	48
5 Gegevens voor Sterkteberekening	51
5.1 Algemene Gegevens	51
5.2 Ballasten Leiding	52
5.3 Trekkkrachtberekening	52
6 Sterkteberekening van 1x160mm PE100 SDR11 (1): leiding no. 1	53
6.1 Materiaalgegevens van 1x160mm PE100 SDR11 (1): leiding no. 1	53
6.2 Resultaten Sterkteberekening van 1x160mm PE100 SDR11 (1): leiding no. 1	53
6.2.1 Belasting Combinatie 1A: Begin Trekoperatie	53
6.2.2 Belasting Combinatie 1B: Einde Trekoperatie	54
6.2.3 Belasting Combinatie 2: Intern op Druk Brengen	54
6.2.4 Belasting Combinatie 3: Bedrijfstoeestand in Drukloze Situatie	54
6.2.5 Belasting Combinatie 4: Bedrijfstoeestand met Inwendige Druk	55
6.3 Controle van de Berekende Spanningen van 1x160mm PE100 SDR11 (1): leiding no. 1	55
6.4 Toetsing op Implosie van 1x160mm PE100 SDR11 (1): leiding no. 1	56
7 Sterkteberekening van 1x160mm PE100 SDR11 (2): leiding no. 2	57
7.1 Materiaalgegevens van 1x160mm PE100 SDR11 (2): leiding no. 2	57
7.2 Resultaten Sterkteberekening van 1x160mm PE100 SDR11 (2): leiding no. 2	57
7.2.1 Belasting Combinatie 1A: Begin Trekoperatie	57

7.2.2 Belasting Combinatie 1B: Einde Trekoperatie	58
7.2.3 Belasting Combinatie 2: Intern op Druk Brengen	58
7.2.4 Belasting Combinatie 3: Bedrijfstoestand in Drukloze Situatie	58
7.2.5 Belasting Combinatie 4: Bedrijfstoestand met Inwendige Druk	59
7.3 Controle van de Berekende Spanningen van 1x160mm PE100 SDR11 (2): leiding no. 2	59
7.4 Toetsing op Implosie van 1x160mm PE100 SDR11 (2): leiding no. 2	60
8 Sterkteberekening van 1x160mm PE100 SDR11 (3): leiding no. 3	61
8.1 Materiaalgegevens van 1x160mm PE100 SDR11 (3): leiding no. 3	61
8.2 Resultaten Sterkteberekening van 1x160mm PE100 SDR11 (3): leiding no. 3	61
8.2.1 Belasting Combinatie 1A: Begin Trekoperatie	61
8.2.2 Belasting Combinatie 1B: Einde Trekoperatie	62
8.2.3 Belasting Combinatie 2: Intern op Druk Brengen	62
8.2.4 Belasting Combinatie 3: Bedrijfstoestand in Drukloze Situatie	62
8.2.5 Belasting Combinatie 4: Bedrijfstoestand met Inwendige Druk	63
8.3 Controle van de Berekende Spanningen van 1x160mm PE100 SDR11 (3): leiding no. 3	63
8.4 Toetsing op Implosie van 1x160mm PE100 SDR11 (3): leiding no. 3	64
9 Sterkteberekening van 1x160mm PE100 SDR11 (4): leiding no. 4	65
9.1 Materiaalgegevens van 1x160mm PE100 SDR11 (4): leiding no. 4	65
9.2 Resultaten Sterkteberekening van 1x160mm PE100 SDR11 (4): leiding no. 4	65
9.2.1 Belasting Combinatie 1A: Begin Trekoperatie	65
9.2.2 Belasting Combinatie 1B: Einde Trekoperatie	66
9.2.3 Belasting Combinatie 2: Intern op Druk Brengen	66
9.2.4 Belasting Combinatie 3: Bedrijfstoestand in Drukloze Situatie	66
9.2.5 Belasting Combinatie 4: Bedrijfstoestand met Inwendige Druk	67
9.3 Controle van de Berekende Spanningen van 1x160mm PE100 SDR11 (4): leiding no. 4	67
9.4 Toetsing op Implosie van 1x160mm PE100 SDR11 (4): leiding no. 4	68
10 Sterkteberekening van 1x160mm PE100 SDR11 (5): leiding no. 5	69
10.1 Materiaalgegevens van 1x160mm PE100 SDR11 (5): leiding no. 5	69
10.2 Resultaten Sterkteberekening van 1x160mm PE100 SDR11 (5): leiding no. 5	69
10.2.1 Belasting Combinatie 1A: Begin Trekoperatie	69
10.2.2 Belasting Combinatie 1B: Einde Trekoperatie	70
10.2.3 Belasting Combinatie 2: Intern op Druk Brengen	70
10.2.4 Belasting Combinatie 3: Bedrijfstoestand in Drukloze Situatie	70
10.2.5 Belasting Combinatie 4: Bedrijfstoestand met Inwendige Druk	71
10.3 Controle van de Berekende Spanningen van 1x160mm PE100 SDR11 (5): leiding no. 5	71
10.4 Toetsing op Implosie van 1x160mm PE100 SDR11 (5): leiding no. 5	72
11 Sterkteberekening van 1x160mm PE100 SDR11 (6): leiding no. 6	73
11.1 Materiaalgegevens van 1x160mm PE100 SDR11 (6): leiding no. 6	73
11.2 Resultaten Sterkteberekening van 1x160mm PE100 SDR11 (6): leiding no. 6	73
11.2.1 Belasting Combinatie 1A: Begin Trekoperatie	73
11.2.2 Belasting Combinatie 1B: Einde Trekoperatie	74
11.2.3 Belasting Combinatie 2: Intern op Druk Brengen	74
11.2.4 Belasting Combinatie 3: Bedrijfstoestand in Drukloze Situatie	74
11.2.5 Belasting Combinatie 4: Bedrijfstoestand met Inwendige Druk	75
11.3 Controle van de Berekende Spanningen van 1x160mm PE100 SDR11 (6): leiding no. 6	75
11.4 Toetsing op Implosie van 1x160mm PE100 SDR11 (6): leiding no. 6	76
12 Sterkteberekening van 1x160mm PE100 SDR11 (7): leiding no. 7	77
12.1 Materiaalgegevens van 1x160mm PE100 SDR11 (7): leiding no. 7	77
12.2 Resultaten Sterkteberekening van 1x160mm PE100 SDR11 (7): leiding no. 7	77
12.2.1 Belasting Combinatie 1A: Begin Trekoperatie	77
12.2.2 Belasting Combinatie 1B: Einde Trekoperatie	78
12.2.3 Belasting Combinatie 2: Intern op Druk Brengen	78
12.2.4 Belasting Combinatie 3: Bedrijfstoestand in Drukloze Situatie	78
12.2.5 Belasting Combinatie 4: Bedrijfstoestand met Inwendige Druk	79
12.3 Controle van de Berekende Spanningen van 1x160mm PE100 SDR11 (7): leiding no. 7	79
12.4 Toetsing op Implosie van 1x160mm PE100 SDR11 (7): leiding no. 7	80
13 Sterkteberekening van 1x160mm PE100 SDR11 (8): leiding no. 8	81
13.1 Materiaalgegevens van 1x160mm PE100 SDR11 (8): leiding no. 8	81
13.2 Resultaten Sterkteberekening van 1x160mm PE100 SDR11 (8): leiding no. 8	81
13.2.1 Belasting Combinatie 1A: Begin Trekoperatie	81
13.2.2 Belasting Combinatie 1B: Einde Trekoperatie	82
13.2.3 Belasting Combinatie 2: Intern op Druk Brengen	82

13.2.4 Belasting Combinatie 3: Bedrijfstoestand in Drukloze Situatie	82
13.2.5 Belasting Combinatie 4: Bedrijfstoestand met Inwendige Druk	83
13.3 Controle van de Berekende Spanningen van 1x160mm PE100 SDR11 (8): leiding no. 8	83
13.4 Toetsing op Implosie van 1x160mm PE100 SDR11 (8): leiding no. 8	84
14 Sterkteberekening van 1x160mm PE100 SDR11 (9): leiding no. 9	85
14.1 Materiaalgegevens van 1x160mm PE100 SDR11 (9): leiding no. 9	85
14.2 Resultaten Sterkteberekening van 1x160mm PE100 SDR11 (9): leiding no. 9	85
14.2.1 Belasting Combinatie 1A: Begin Trekoperatie	85
14.2.2 Belasting Combinatie 1B: Einde Trekoperatie	86
14.2.3 Belasting Combinatie 2: Intern op Druk Brengen	86
14.2.4 Belasting Combinatie 3: Bedrijfstoestand in Drukloze Situatie	86
14.2.5 Belasting Combinatie 4: Bedrijfstoestand met Inwendige Druk	87
14.3 Controle van de Berekende Spanningen van 1x160mm PE100 SDR11 (9): leiding no. 9	87
14.4 Toetsing op Implosie van 1x160mm PE100 SDR11 (9): leiding no. 9	88
15 Sterkteberekening van 1x160mm PE100 SDR11 (10): leiding no. 10	89
15.1 Materiaalgegevens van 1x160mm PE100 SDR11 (10): leiding no. 10	89
15.2 Resultaten Sterkteberekening van 1x160mm PE100 SDR11 (10): leiding no. 10	89
15.2.1 Belasting Combinatie 1A: Begin Trekoperatie	89
15.2.2 Belasting Combinatie 1B: Einde Trekoperatie	90
15.2.3 Belasting Combinatie 2: Intern op Druk Brengen	90
15.2.4 Belasting Combinatie 3: Bedrijfstoestand in Drukloze Situatie	90
15.2.5 Belasting Combinatie 4: Bedrijfstoestand met Inwendige Druk	91
15.3 Controle van de Berekende Spanningen van 1x160mm PE100 SDR11 (10): leiding no. 10	91
15.4 Toetsing op Implosie van 1x160mm PE100 SDR11 (10): leiding no. 10	92
16 Sterkteberekening van 1x160mm PE100 SDR11 (11): leiding no. 11	93
16.1 Materiaalgegevens van 1x160mm PE100 SDR11 (11): leiding no. 11	93
16.2 Resultaten Sterkteberekening van 1x160mm PE100 SDR11 (11): leiding no. 11	93
16.2.1 Belasting Combinatie 1A: Begin Trekoperatie	93
16.2.2 Belasting Combinatie 1B: Einde Trekoperatie	94
16.2.3 Belasting Combinatie 2: Intern op Druk Brengen	94
16.2.4 Belasting Combinatie 3: Bedrijfstoestand in Drukloze Situatie	94
16.2.5 Belasting Combinatie 4: Bedrijfstoestand met Inwendige Druk	95
16.3 Controle van de Berekende Spanningen van 1x160mm PE100 SDR11 (11): leiding no. 11	95
16.4 Toetsing op Implosie van 1x160mm PE100 SDR11 (11): leiding no. 11	96
17 Sterkteberekening van 1x160mm PE100 SDR11 (12): leiding no. 12	97
17.1 Materiaalgegevens van 1x160mm PE100 SDR11 (12): leiding no. 12	97
17.2 Resultaten Sterkteberekening van 1x160mm PE100 SDR11 (12): leiding no. 12	97
17.2.1 Belasting Combinatie 1A: Begin Trekoperatie	97
17.2.2 Belasting Combinatie 1B: Einde Trekoperatie	98
17.2.3 Belasting Combinatie 2: Intern op Druk Brengen	98
17.2.4 Belasting Combinatie 3: Bedrijfstoestand in Drukloze Situatie	98
17.2.5 Belasting Combinatie 4: Bedrijfstoestand met Inwendige Druk	99
17.3 Controle van de Berekende Spanningen van 1x160mm PE100 SDR11 (12): leiding no. 12	99
17.4 Toetsing op Implosie van 1x160mm PE100 SDR11 (12): leiding no. 12	100

2 Invoergegevens

2.1 Gebruikt Model

Gebruikt Model : Horizontaal Gestuurde Boring

2.2 Laagscheidingen

Laagscheidingnummer	Coördinaten [m]				
5 - L -	-15,000	-0,005	12,099	28,604	49,897
5 - Z -	45,790	45,790	45,850	46,740	47,160
5 - L -	56,011	59,450	61,365	62,619	65,047
5 - Z -	47,052	44,850	44,850	44,200	42,761
5 - L -	65,845	67,177	70,881	71,970	74,471
5 - Z -	42,500	42,064	41,392	41,000	40,100
5 - L -	78,097	86,083	89,738	93,367	97,000
5 - Z -	39,635	39,432	39,291	39,263	39,379
5 - L -	100,685	104,352	111,622	115,240	122,563
5 - Z -	39,207	38,608	38,626	38,454	37,728
5 - L -	126,234	129,804	133,486	137,123	140,726
5 - Z -	37,728	37,520	37,520	37,334	37,589
5 - L -	155,277	162,602	166,280	169,919	173,481
5 - Z -	37,612	37,403	37,466	37,416	37,366
5 - L -	177,164	180,758	184,410	191,735	195,398
5 - Z -	37,357	37,348	37,339	37,257	37,448
5 - L -	198,949	202,620	206,249	209,905	217,279
5 - Z -	37,471	37,939	37,892	37,671	38,346
5 - L -	224,518	239,614	248,401	248,401	248,401
5 - Z -	38,350	38,495	39,264	44,250	46,480
5 - L -	324,405	341,210	345,681	394,327	421,998
5 - Z -	46,480	46,540	46,180	46,180	44,590
5 - L -	430,226	456,166	489,994	510,000	
5 - Z -	44,590	46,180	46,180	46,180	
4 - L -	-15,000	65,845	67,177	70,881	71,970
4 - Z -	42,500	42,500	42,064	41,392	41,000
4 - L -	74,471	78,097	86,083	89,738	93,367
4 - Z -	40,100	39,635	39,432	39,291	39,263
4 - L -	97,000	100,685	104,352	111,622	115,240
4 - Z -	39,379	39,207	38,608	38,626	38,454
4 - L -	122,563	126,234	129,804	133,486	137,123
4 - Z -	37,728	37,728	37,520	37,520	37,334
4 - L -	140,726	155,277	162,602	166,280	169,919
4 - Z -	37,589	37,612	37,403	37,466	37,416
4 - L -	173,481	177,164	180,758	184,410	191,735
4 - Z -	37,366	37,357	37,348	37,339	37,257
4 - L -	195,398	198,949	202,620	206,249	209,905
4 - Z -	37,448	37,471	37,939	37,892	37,671
4 - L -	217,279	224,518	239,614	248,401	248,401
4 - Z -	38,346	38,350	38,495	39,264	44,250
4 - L -	248,401	324,405	341,210	345,681	394,327
4 - Z -	46,480	46,480	46,540	46,180	46,180
4 - L -	421,998	430,226	456,166	489,994	510,000
4 - Z -	44,590	44,590	46,180	46,180	46,180
3 - L -	-15,000	71,970	74,471	78,097	86,083
3 - Z -	41,000	41,000	40,100	39,635	39,432
3 - L -	89,738	93,367	97,000	100,685	104,352
3 - Z -	39,291	39,263	39,379	39,207	38,608
3 - L -	111,622	115,240	122,563	126,234	129,804
3 - Z -	38,626	38,454	37,728	37,728	37,520
3 - L -	133,486	137,123	140,726	155,277	162,602

Laagscheidingnummer	Coördinaten [m]				
3 - Z -	37,520	37,334	37,589	37,612	37,403
3 - L -	166,280	169,919	173,481	177,164	180,758
3 - Z -	37,466	37,416	37,366	37,357	37,348
3 - L -	184,410	191,735	195,398	198,949	202,620
3 - Z -	37,339	37,257	37,448	37,471	37,939
3 - L -	206,249	209,905	217,279	224,518	239,614
3 - Z -	37,892	37,671	38,346	38,350	38,495
3 - L -	248,401	248,401	248,401	324,405	341,210
3 - Z -	39,264	44,250	46,480	46,480	46,540
3 - L -	345,681	394,327	421,998	430,226	456,166
3 - Z -	46,180	46,180	44,590	44,590	46,180
3 - L -	489,994	510,000			
3 - Z -	46,180	46,180			
2 - L -	-15,000	71,970	74,471	78,097	86,083
2 - Z -	41,000	41,000	40,100	39,635	39,432
2 - L -	89,738	93,367	97,000	100,685	104,352
2 - Z -	39,291	39,263	39,379	39,207	38,608
2 - L -	111,622	115,240	122,563	126,234	129,804
2 - Z -	38,626	38,454	37,728	37,728	37,520
2 - L -	133,486	137,123	140,726	155,277	162,602
2 - Z -	37,520	37,334	37,589	37,612	37,403
2 - L -	166,280	169,919	173,481	177,164	180,758
2 - Z -	37,466	37,416	37,366	37,357	37,348
2 - L -	184,410	191,735	195,398	198,949	202,620
2 - Z -	37,339	37,257	37,448	37,471	37,939
2 - L -	206,249	209,905	217,279	224,518	239,614
2 - Z -	37,892	37,671	38,346	38,350	38,495
2 - L -	248,401	248,401	510,000		
2 - Z -	39,264	44,250	44,250		
1 - L -	-15,000	510,000			
1 - Z -	35,000	35,750			
0 - L -	-15,000	510,000			
0 - Z -	16,000	16,000			

2.3 PN-Lijnen

PN-lijnnummer	Coördinaten [m]				
1 - L -	-15,000	35,000	55,000	250,000	270,000
1 - Z -	43,500	43,500	45,650	45,650	44,500
1 - L -	510,000				
1 - Z -	44,500				

2.4 Freatische Lijn

Piezo lijn 1 is gebruikt als freatische lijn (grondwater).

2.5 Grondprofielen

Laag nummer	Materiaalnaam	Piezo lijn op boven	Piezo lijn op onder
5	Clay, sl san, moderate	1	1
4	Clay, sl silty, moder...	1	1
3	Clay, sl san, moderate	1	1
2	Sand/gravel, sl silty	1	1
1	Marl	1	1

2.6 Grenslagen

De grens tussen (cohesieve) ongedraineerde toplagen en onderliggende (niet-cohesieve) gedraineerde lagen, ligt aan de bovenzijde van laag nummer 2: Sand/gravel, sl silty

De grens tussen compressibele toplagen en de onderliggende niet-compressibele lagen, ligt aan de bovenzijde van laag nummer 2: Sand/gravel, sl silty

2.7 Grondeigenschappen

Naam	Gamma-onverz			Gamma-verz		
	Uniek [kN/m³]	Laag [kN/m³]	Hoog [kN/m³]	Uniek [kN/m³]	Laag [kN/m³]	Hoog [kN/m³]
Clay, sl san, moderate	-	18,00	20,00	-	18,00	20,00
Clay, sl silty, moderate	-	18,00	20,00	-	18,00	20,00
Sand/gravel, sl silty	-	19,00	20,00	-	21,00	22,00
Marl	-	20,00	20,00	-	22,00	25,00

Naam	Cohesie			Phi		
	Uniek [kN/m²]	Laag [kN/m²]	Hoog [kN/m²]	Uniek [grd]	Laag [grd]	Hoog [grd]
Clay, sl san, moderate	-	5,00	13,00	-	22,50	22,50
Clay, sl silty, moderate	-	5,00	13,00	-	22,50	22,50
Sand/gravel, sl silty	-	0,00	0,00	-	35,00	40,00
Marl	-	0,00	0,00	-	35,00	35,00

Naam	Su-top			Su-onder		
	Uniek [kN/m²]	Laag [kN/m²]	Hoog [kN/m²]	Uniek [kN/m²]	Laag [kN/m²]	Hoog [kN/m²]
Clay, sl san, moderate	-	80,00	120,00	-	80,00	120,00
Clay, sl silty, moderate	-	80,00	120,00	-	80,00	120,00
Sand/gravel, sl silty	-	0,00	0,00	-	0,00	0,00
Marl	-	0,00	0,00	-	0,00	0,00

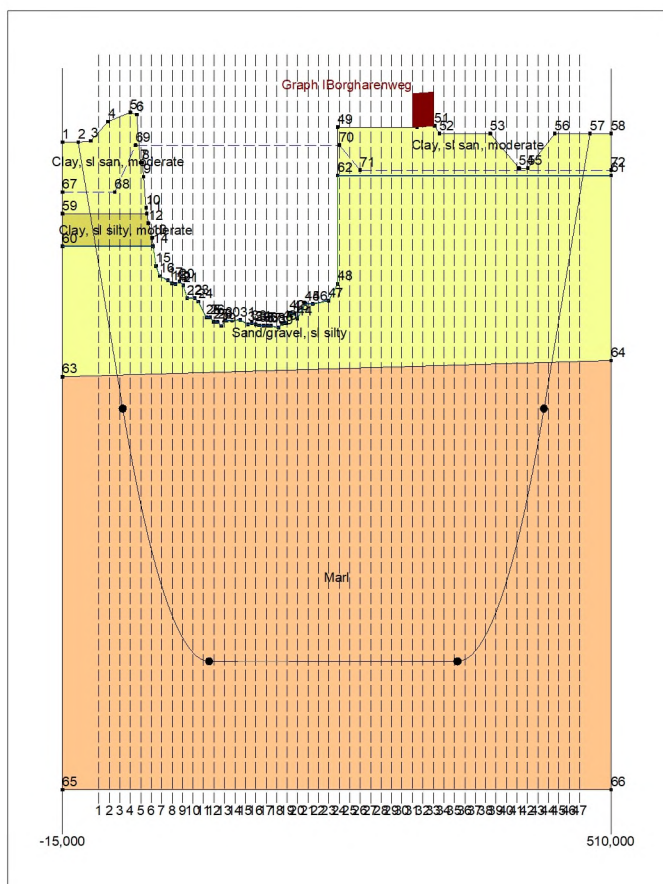
Naam	Emod-top			Emod-onder		
	Uniek [kN/m²]	Laag [kN/m²]	Hoog [kN/m²]	Uniek [kN/m²]	Laag [kN/m²]	Hoog [kN/m²]
Clay, sl san, moderate	-	-	-	-	-	-
Clay, sl silty, moderate	-	-	-	-	-	-
Sand/gravel, sl silty	-	-	-	-	-	-
Marl	-	-	-	-	-	-

Naam	Grondtype	Emod 100		
		Uniek [kN/m²]	Laag [kN/m²]	Hoog [kN/m²]
Clay, sl san, moderate	Clay	-	3000,00	5000,00
Clay, sl silty, moderate	Clay	-	3000,00	5000,00
Sand/gravel, sl silty	Sand	-	75000,00	110000,00
Marl	Gravel	-	50000,00	50000,00

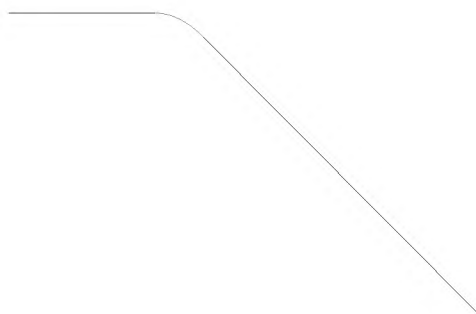
Naam	Adhesie A [kN/m²]	Delta D [grd]	Nu [-]
Clay, sl san, moderate	-	-	0,40
Clay, sl silty, moderate	-	-	0,40
Sand/gravel, sl silty	-	-	0,30
Marl	-	-	0,30

2.8 Geometrie

2.8.1 Geometrie Sectie, Detail



2.8.2 Geometrie Bovenaanzicht



2.9 Berekenings Verticalen

Verticaal nr.	L-coörd. [m]	Z-coörd. [m]
1	20,000	40,055
2	30,000	37,188
3	40,000	34,320
4	50,000	31,551
5	60,000	29,135
6	70,000	27,077
7	80,000	25,372
8	90,000	24,011
9	100,000	22,991
10	110,000	22,308
11	120,000	21,959
12	130,000	21,910
13	140,000	21,910
14	150,000	21,910

Verticaal nr.	L-coörd. [m]	Z-coörd. [m]
15	160,000	21,910
16	170,000	21,910
17	180,000	21,910
18	190,000	21,910
19	200,000	21,910
20	210,000	21,910
21	220,000	21,910
22	230,000	21,910
23	240,000	21,910
24	250,000	21,910
25	260,000	21,910
26	270,000	21,910
27	280,000	21,910
28	290,000	21,910
29	300,000	21,910
30	310,000	21,910
31	320,000	21,910
32	330,000	21,910
33	340,000	21,910
34	350,000	21,910
35	360,000	21,910
36	370,000	21,987
37	380,000	22,381
38	390,000	23,110
39	400,000	24,176
40	410,000	25,583
41	420,000	27,337
42	430,000	29,442
43	440,000	31,908
44	450,000	34,711
45	460,000	37,578
46	470,000	40,445
47	480,000	43,313

Locaties berekenings verticalen; L is de horizontale coördinaat langs de leiding geprojecteerd op het horizontale vlak, opgehoogd met de intrede coördinaat.

2.10 Verkeersbelasting

Borgharenweg		
L begin	320,00	[m]
L einde	340,00	[m]
Belastingsmodel (grafiektype)	Graph I	

2.11 Configuratie van de Pijpleiding

X coördinaat linker punt	0,000	[m]
Y coördinaat linker punt	0,000	[m]
Z coördinaat linker punt	45,790	[m]
X coördinaat rechter punt	489,830	[m]
Y coördinaat rechter punt	-10,400	[m]
Z coördinaat rechter punt	46,180	[m]
Hoek links	16,0000	[grd]
Hoek rechts	16,0000	[grd]
Kromtestraal links, verticaal in/uit	300,000	[m]
Kromtestraal rechts, verticaal in/uit	300,000	[m]
Kromtestraal rollenbaan (intrekboog)	100,000	[m]
Diepste punt van de pijpleiding (hart boortracé)	21,910	[m]
Hoek van de pijpleiding (tussen de stralen)	0,0000	[grd]

Aantal horizontale bochten: 1
De pijpleiding wordt van links naar rechts ingetrokken.

Bocht nr.	X1-coörd. [m]	Y1-coörd. [m]	X2-coörd. [m]	Y2-coörd. [m]	Kromtestraal [m]	Richting
1	152,990	0,000	202,970	-0,830	1500,000	links

2.12 Materiaalgegevens van de Leiding

Invoergegevens leiding no. 1

Materiaal	Polyetheen	
Kwaliteit	PE100	
Elasticiteitsmodulus (kort)	975,00	[N/mm ²]
Elasticiteitsmodulus (lang)	350,00	[N/mm ²]
Toelaatbare spanning (kort)	10,00	[N/mm ²]
Toelaatbare spanning (lang)	8,00	[N/mm ²]
Tensile factor (alfa)	0,65	[-]
Lineaire uitzettingscoëff. (alfa_g)	0,0001800	[mm/mmK]
Uitwendige diameter leiding	160,00	[mm]
Wanddikte (Nominiaal)	14,50	[mm]
Volumegewicht leidingmateriaal	9,54	[kN/m ³]
Ontwerpdruk	0,00	[bar]
Incidentele druk	0,00	[bar]
Temperatuur variatie	0,00	[gr C]

Invoergegevens leiding no. 2

Materiaal	Polyetheen	
Kwaliteit	PE100	
Elasticiteitsmodulus (kort)	975,00	[N/mm ²]
Elasticiteitsmodulus (lang)	350,00	[N/mm ²]
Toelaatbare spanning (kort)	10,00	[N/mm ²]
Toelaatbare spanning (lang)	8,00	[N/mm ²]
Tensile factor (alfa)	0,65	[-]
Lineaire uitzettingscoëff. (alfa_g)	0,0001800	[mm/mmK]
Uitwendige diameter leiding	160,00	[mm]
Wanddikte (Nominiaal)	14,50	[mm]
Volumegewicht leidingmateriaal	9,54	[kN/m ³]
Ontwerpdruk	0,00	[bar]
Incidentele druk	0,00	[bar]
Temperatuur variatie	0,00	[gr C]

Invoergegevens leiding no. 3

Materiaal	Polyetheen	
Kwaliteit	PE100	
Elasticiteitsmodulus (kort)	975,00	[N/mm ²]
Elasticiteitsmodulus (lang)	350,00	[N/mm ²]
Toelaatbare spanning (kort)	10,00	[N/mm ²]
Toelaatbare spanning (lang)	8,00	[N/mm ²]
Tensile factor (alfa)	0,65	[-]
Lineaire uitzettingscoëff. (alfa_g)	0,0001800	[mm/mmK]
Uitwendige diameter leiding	160,00	[mm]
Wanddikte (Nominiaal)	14,50	[mm]
Volumegewicht leidingmateriaal	9,54	[kN/m ³]
Ontwerpdruk	0,00	[bar]
Incidentele druk	0,00	[bar]
Temperatuur variatie	0,00	[gr C]

Invoergegevens leiding no. 4

Materiaal	Polyetheen	
Kwaliteit	PE100	
Elasticiteitsmodulus (kort)	975,00	[N/mm ²]

Elasticiteitsmodulus (lang)	350,00	[N/mm ²]
Toelaatbare spanning (kort)	10,00	[N/mm ²]
Toelaatbare spanning (lang)	8,00	[N/mm ²]
Tensile factor (alfa)	0,65	[-]
Lineaire uitzettingscoëff. (alfa_g)	0,0001800	[mm/mmK]
Uitwendige diameter leiding	160,00	[mm]
Wanddikte (Nominaal)	14,50	[mm]
Volumegewicht leidingmateriaal	9,54	[kN/m ³]
Ontwerpdruk	0,00	[bar]
Incidentele druk	0,00	[bar]
Temperatuur variatie	0,00	[gr C]

Invoergegevens leiding no. 5

Materiaal	Polyetheen	
Kwaliteit	PE100	
Elasticiteitsmodulus (kort)	975,00	[N/mm ²]
Elasticiteitsmodulus (lang)	350,00	[N/mm ²]
Toelaatbare spanning (kort)	10,00	[N/mm ²]
Toelaatbare spanning (lang)	8,00	[N/mm ²]
Tensile factor (alfa)	0,65	[-]
Lineaire uitzettingscoëff. (alfa_g)	0,0001800	[mm/mmK]
Uitwendige diameter leiding	160,00	[mm]
Wanddikte (Nominaal)	14,50	[mm]
Volumegewicht leidingmateriaal	9,54	[kN/m ³]
Ontwerpdruk	0,00	[bar]
Incidentele druk	0,00	[bar]
Temperatuur variatie	0,00	[gr C]

Invoergegevens leiding no. 6

Materiaal	Polyetheen	
Kwaliteit	PE100	
Elasticiteitsmodulus (kort)	975,00	[N/mm ²]
Elasticiteitsmodulus (lang)	350,00	[N/mm ²]
Toelaatbare spanning (kort)	10,00	[N/mm ²]
Toelaatbare spanning (lang)	8,00	[N/mm ²]
Tensile factor (alfa)	0,65	[-]
Lineaire uitzettingscoëff. (alfa_g)	0,0001800	[mm/mmK]
Uitwendige diameter leiding	160,00	[mm]
Wanddikte (Nominaal)	14,50	[mm]
Volumegewicht leidingmateriaal	9,54	[kN/m ³]
Ontwerpdruk	0,00	[bar]
Incidentele druk	0,00	[bar]
Temperatuur variatie	0,00	[gr C]

Invoergegevens leiding no. 7

Materiaal	Polyetheen	
Kwaliteit	PE100	
Elasticiteitsmodulus (kort)	975,00	[N/mm ²]
Elasticiteitsmodulus (lang)	350,00	[N/mm ²]
Toelaatbare spanning (kort)	10,00	[N/mm ²]
Toelaatbare spanning (lang)	8,00	[N/mm ²]
Tensile factor (alfa)	0,65	[-]
Lineaire uitzettingscoëff. (alfa_g)	0,0001800	[mm/mmK]
Uitwendige diameter leiding	160,00	[mm]
Wanddikte (Nominaal)	14,50	[mm]
Volumegewicht leidingmateriaal	9,54	[kN/m ³]
Ontwerpdruk	0,00	[bar]
Incidentele druk	0,00	[bar]
Temperatuur variatie	0,00	[gr C]

Invoergegevens leiding no. 8

Materiaal	Polyetheen
-----------	------------

Kwaliteit	PE100	
Elasticiteitsmodulus (kort)	975,00	[N/mm ²]
Elasticiteitsmodulus (lang)	350,00	[N/mm ²]
Toelaatbare spanning (kort)	10,00	[N/mm ²]
Toelaatbare spanning (lang)	8,00	[N/mm ²]
Tensile factor (alfa)	0,65	[-]
Lineaire uitzettingscoëff. (alfa_g)	0,0001800	[mm/mmK]
Uitwendige diameter leiding	160,00	[mm]
Wanddikte (Nominiaal)	14,50	[mm]
Volumegewicht leidingmateriaal	9,54	[kN/m ³]
Ontwerpdruk	0,00	[bar]
Incidentele druk	0,00	[bar]
Temperatuur variatie	0,00	[gr C]

Invoergegevens leiding no. 9

Materiaal	Polyetheen	
Kwaliteit	PE100	
Elasticiteitsmodulus (kort)	975,00	[N/mm ²]
Elasticiteitsmodulus (lang)	350,00	[N/mm ²]
Toelaatbare spanning (kort)	10,00	[N/mm ²]
Toelaatbare spanning (lang)	8,00	[N/mm ²]
Tensile factor (alfa)	0,65	[-]
Lineaire uitzettingscoëff. (alfa_g)	0,0001800	[mm/mmK]
Uitwendige diameter leiding	160,00	[mm]
Wanddikte (Nominiaal)	14,50	[mm]
Volumegewicht leidingmateriaal	9,54	[kN/m ³]
Ontwerpdruk	0,00	[bar]
Incidentele druk	0,00	[bar]
Temperatuur variatie	0,00	[gr C]

Invoergegevens leiding no. 10

Materiaal	Polyetheen	
Kwaliteit	PE100	
Elasticiteitsmodulus (kort)	975,00	[N/mm ²]
Elasticiteitsmodulus (lang)	350,00	[N/mm ²]
Toelaatbare spanning (kort)	10,00	[N/mm ²]
Toelaatbare spanning (lang)	8,00	[N/mm ²]
Tensile factor (alfa)	0,65	[-]
Lineaire uitzettingscoëff. (alfa_g)	0,0001800	[mm/mmK]
Uitwendige diameter leiding	160,00	[mm]
Wanddikte (Nominiaal)	14,50	[mm]
Volumegewicht leidingmateriaal	9,54	[kN/m ³]
Ontwerpdruk	0,00	[bar]
Incidentele druk	0,00	[bar]
Temperatuur variatie	0,00	[gr C]

Invoergegevens leiding no. 11

Materiaal	Polyetheen	
Kwaliteit	PE100	
Elasticiteitsmodulus (kort)	975,00	[N/mm ²]
Elasticiteitsmodulus (lang)	350,00	[N/mm ²]
Toelaatbare spanning (kort)	10,00	[N/mm ²]
Toelaatbare spanning (lang)	8,00	[N/mm ²]
Tensile factor (alfa)	0,65	[-]
Lineaire uitzettingscoëff. (alfa_g)	0,0001800	[mm/mmK]
Uitwendige diameter leiding	160,00	[mm]
Wanddikte (Nominiaal)	14,50	[mm]
Volumegewicht leidingmateriaal	9,54	[kN/m ³]
Ontwerpdruk	0,00	[bar]
Incidentele druk	0,00	[bar]
Temperatuur variatie	0,00	[gr C]

Invoergegevens leiding no. 12

Materiaal	Polyetheen	
Kwaliteit	PE100	
Elasticiteitsmodulus (kort)	975,00	[N/mm ²]
Elasticiteitsmodulus (lang)	350,00	[N/mm ²]
Toelaatbare spanning (kort)	10,00	[N/mm ²]
Toelaatbare spanning (lang)	8,00	[N/mm ²]
Tensile factor (alfa)	0,65	[-]
Lineaire uitzettingscoëff. (alfa_g)	0,0001800	[mm/mmK]
Uitwendige diameter leiding	160,00	[mm]
Wanddikte (Nominale)	14,50	[mm]
Volumegegewicht leidingmateriaal	9,54	[kN/m ³]
Ontwerpdruk	0,00	[bar]
Incidentele druk	0,00	[bar]
Temperatuur variatie	0,00	[gr C]

2.13 Gegevens voor Leidingberekening

Leiding gevuld met water op rollen	Ja	
Percentage leiding gevuld met vloeistof	100	[%]
Volume gewicht vloeistof	10,00	[kN/m ³]
Opleghoek	30	[grd]
Belastingshoek	30	[grd]
Relatieve verplaatsing	10,00	[mm]
Samendrukkingsconstante	6,00	[-]
Beddingsconstante boorvloeistof (Kv)	500,00	[kN/m ³]
Hoek van inwendige wrijving boorvloeistof	15,00	[grd]
Cohesie boorvloeistof	5,00	[kN/m ²]
Wrijvingsfactor leiding-rollenbaan (f1)	0,10	[-]
Wrijvingscoëfficiënt leiding-boorvloeistof (f2)	0,000050	[N/mm ²]
Wrijvingsfactor leiding-grond (f3)	0,20	[-]

2.14 Boorvloeistof Gegevens

Uitwendige diameter boorgat pilotboring	0,311	[m]
Uitwendige diameter pilotbuis	0,168	[m]
Uitwendige diameter boorgat voorruimen	0,620	[m]
Uitwendige diameter buis voorruimen	0,130	[m]
Uitwendige diameter uiteindelijke boorgat	0,860	[m]
Uitwendige diameter leiding	0,554	[m]
Debiet tijdens pilotboring	1650,0000	[liter/minuut]
Debiet tijdens voorruimen	1500,0000	[liter/minuut]
Debiet tijdens intrekken	1300,2000	[liter/minuut]
Factor debietverlies tijdens pilotboring	0,30	[-]
Factor debietverlies tijdens voorruimen	0,20	[-]
Factor debietverlies tijdens intrekken	0,20	[-]
Volumegegewicht boorvloeistof	11,5	[kN/m ³]
Zwichtspanning boorvloeistof	0,014	[kN/m ²]
Viscositeit boorvloeistof	0,000040	[kN.s/m ²]

2.15 Factoren

(Polyetheen)Veiligheidsfactor implosie (Lang)	3,0	[-]
(Polyetheen)Veiligheidsfactor implosie (Kort)	1,5	[-]
Onzekerheidsfactor volumegegewicht		
van materiaaltypen onder en boven freatische lijn	1,10	[-]
Onzekerheidsfactor (gedraineerde) cohesie C	1,40	[-]
Onzekerheidsfactor ongedraineerde schuifsterkte Su	1,40	[-]
Onzekerheidsfactor Phi	1,10	[-]
Onzekerheidsfactor E-modulus	1,25	[-]
Onzekerheidsfactor beddingsconstante	2,00	[-]

Belastingsfactor ontwerpdruk (Polyetheen)	1,00	[-]
Belastingsfactor ontwerpdruk (combinatie) (Polyetheen)	1,00	[-]
Belastingsfactor testdruk (Polyetheen)	1,00	[-]
Belastingsfactor aanlegbelasting (Polyetheen)	1,00	[-]
Belastingsfactor gereduc. neut. grondspan. $q_{n;r}$ (Polyetheen)	1,50	[-]
Belastingsfactor temperatuur (Polyetheen)	1,10	[-]
Belastingsfactor verkeersbelasting (Polyetheen)	1,35	[-]
Importantie factor (S)	1,00	[-]
Toelaatbare deflectie stalen leiding	15,00	[%]
Toelaatb. deflectie stalen leiding bij inspectie ('piggability')	5,00	[%]
Toelaatbare deflectie polyetheen leiding	8,00	[%]
Toelaat. deflectie polyetheen leiding bij inspectie ('piggability')	5,00	[%]
Volumegewicht water	10,00	[kN/m ³]
Veiligheidsfactor dekking (gedraineerde lagen)	0,50	[-]
Veiligheidsfactor dekking (ongedraineerde lagen)	0,50	[-]
Verhouding H/Do voor grens tussen ondiepe en diepe situatie	7,50	[-]

2.16 Rekenopties

Stress analyse optie : Standaard

3 Boorvloeistofdrukken

3.1 Boorvloeistof Gegevens

Verticaal nr.	Boorvloeistofdrukken pilot [kN/m ²]			
	Max, deformatie	Max, gronddruk	Min, links	Min, rechts
1	217	217	76	308
2	549	730	115	336
3	630	1107	153	364
4	723	1358	190	390
5	712	1302	223	413
6	715	1287	251	432
7	722	1283	276	446
8	764	1356	297	457
9	801	1422	314	463
10	806	1424	327	466
11	797	1402	336	465
12	782	1370	341	461
13	783	1371	346	456
14	785	1376	351	451
15	780	1366	356	446
16	778	1361	361	441
17	775	1356	366	436
18	772	1350	371	431
19	784	1375	376	426
20	787	1380	381	421
21	810	1429	386	416
22	812	1433	391	411
23	816	1442	396	406
24	1070	1969	401	401
25	1080	1995	406	396
26	1089	2021	411	391
27	1089	2021	416	386
28	1089	2021	421	381
29	1089	2021	426	376
30	1089	2021	431	371
31	1089	2021	436	366
32	1090	2023	441	361
33	1091	2026	446	356
34	1074	1991	451	351
35	1074	1991	456	346
36	1071	1986	460	340
37	1057	1960	461	330
38	1030	1912	457	317
39	975	1809	450	299
40	894	1656	439	278
41	799	1476	424	253
42	711	1316	405	224
43	645	1205	382	190
44	564	1060	355	153
45	482	812	327	115
46	355	452	299	76
47	106	106	271	38

Verticaal nr.	Boorvloeistofdrukken voorruimen [kN/m ²]			
	Max, deformatie	Max, gronddruk	Min, links	Min, rechts
1	168	168	68	76
2	502	502	103	115

Verticaal nr.	Boorvloeistofdrukken voorruimen [kN/m ²]			
	Max, deformatie	Max, gronddruk	Min, links	Min, rechts
3	640	856	137	153
4	724	1155	170	190
5	712	1198	199	223
6	715	1240	224	251
7	721	1249	245	276
8	764	1345	262	297
9	801	1421	275	314
10	806	1424	284	321
11	797	1401	289	324
12	782	1370	291	323
13	782	1371	292	322
14	785	1376	293	320
15	780	1366	294	319
16	778	1361	295	318
17	775	1356	297	317
18	772	1350	298	316
19	784	1374	299	314
20	787	1380	300	313
21	810	1429	301	312
22	812	1433	303	311
23	816	1441	304	310
24	1070	1969	305	308
25	1079	1995	306	307
26	1089	2021	308	306
27	1089	2021	309	305
28	1089	2021	310	304
29	1089	2021	311	302
30	1089	2021	312	301
31	1089	2021	314	300
32	1090	2022	315	299
33	1091	2026	316	298
34	1074	1990	317	296
35	1074	1990	318	295
36	1071	1985	319	293
37	1057	1960	315	287
38	1030	1912	308	278
39	975	1809	297	264
40	894	1655	278	247
41	798	1475	253	225
42	710	1276	224	200
43	644	1104	190	170
44	566	879	153	137
45	481	607	115	103
46	308	308	76	68
47	95	95	38	34

Verticaal nr.	Boorvloeistofdrukken intrekken [kN/m ²]			
	Max, deformatie	Max, gronddruk	Min, links	Min, rechts
1	196	196	70	68
2	417	417	105	103
3	647	728	140	137
4	725	1016	174	170
5	712	1083	204	199
6	715	1142	229	224
7	721	1158	251	245
8	764	1258	269	262
9	801	1345	282	275
10	806	1354	292	284

Verticaal nr.	Boorvloeistofdrukken intrekken [kN/m ²]			
	Max, deformatie	Max, gronddruk	Min, links	Min, rechts
11	796	1331	298	289
12	782	1296	301	291
13	782	1297	302	292
14	784	1302	304	293
15	780	1291	306	294
16	777	1286	308	295
17	775	1280	310	297
18	772	1274	312	298
19	784	1302	314	299
20	786	1308	313	300
21	810	1365	312	301
22	812	1369	311	303
23	816	1380	310	304
24	1070	1968	308	305
25	1079	1995	307	306
26	1089	2021	306	308
27	1089	2021	305	309
28	1089	2021	304	310
29	1089	2021	302	311
30	1089	2020	301	312
31	1089	2020	300	313
32	1090	2022	299	311
33	1091	2026	298	309
34	1074	1990	296	307
35	1074	1990	295	305
36	1071	1985	293	302
37	1057	1959	287	296
38	1030	1912	278	285
39	975	1787	264	271
40	894	1604	247	253
41	798	1386	225	231
42	710	1176	200	205
43	644	994	170	174
44	568	767	137	140
45	481	511	103	105
46	255	255	68	70
47	105	105	34	35

3.2 Evenwicht tussen Waterdruk en Boorvloeistofdruk

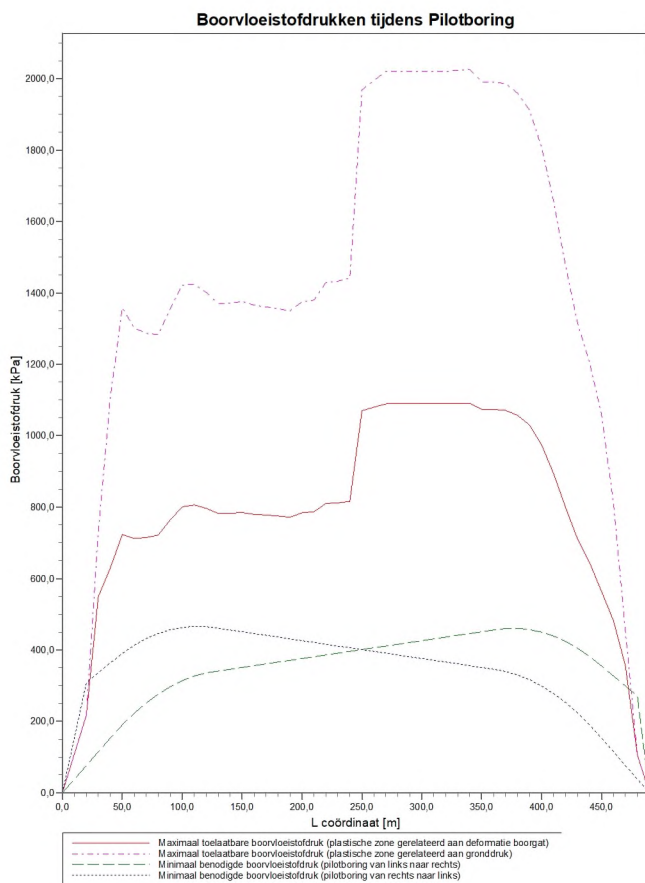
Verticaal nr.	Hydrostatische kolomdruk			
	Boorvloeistof [kN/m ²]	Water [kN/m ²]	Veiligheidsfactor [-]	Resultaat
1	66	34	1,91	voldoet
2	99	63	1,57	voldoet
3	132	97	1,36	voldoet
4	164	136	1,21	voldoet
5	192	165	1,16	voldoet
6	215	186	1,16	voldoet
7	235	203	1,16	voldoet
8	251	216	1,16	voldoet
9	263	227	1,16	voldoet
10	271	233	1,16	voldoet
11	275	237	1,16	voldoet
12	276	237	1,16	voldoet
13	276	237	1,16	voldoet
14	276	237	1,16	voldoet
15	276	237	1,16	voldoet
16	276	237	1,16	voldoet

Verticaal nr.	Hydrostatische kolomdruk			Resultaat
	Boorvloeistof [kN/m ²]	Water [kN/m ²]	Veiligheidsfactor [-]	
17	276	237	1,16	voldoet
18	276	237	1,16	voldoet
19	276	237	1,16	voldoet
20	276	237	1,16	voldoet
21	277	237	1,17	voldoet
22	277	237	1,17	voldoet
23	277	237	1,17	voldoet
24	277	237	1,17	voldoet
25	277	232	1,20	voldoet
26	277	226	1,23	voldoet
27	277	226	1,23	voldoet
28	277	226	1,23	voldoet
29	277	226	1,23	voldoet
30	278	226	1,23	voldoet
31	278	226	1,23	voldoet
32	278	226	1,23	voldoet
33	278	226	1,23	voldoet
34	278	226	1,23	voldoet
35	278	226	1,23	voldoet
36	277	225	1,23	voldoet
37	273	221	1,23	voldoet
38	265	214	1,24	voldoet
39	253	203	1,24	voldoet
40	236	189	1,25	voldoet
41	216	172	1,26	voldoet
42	192	151	1,28	voldoet
43	164	126	1,30	voldoet
44	132	98	1,35	voldoet
45	99	69	1,43	voldoet
46	66	41	1,63	voldoet
47	33	12	2,78	voldoet

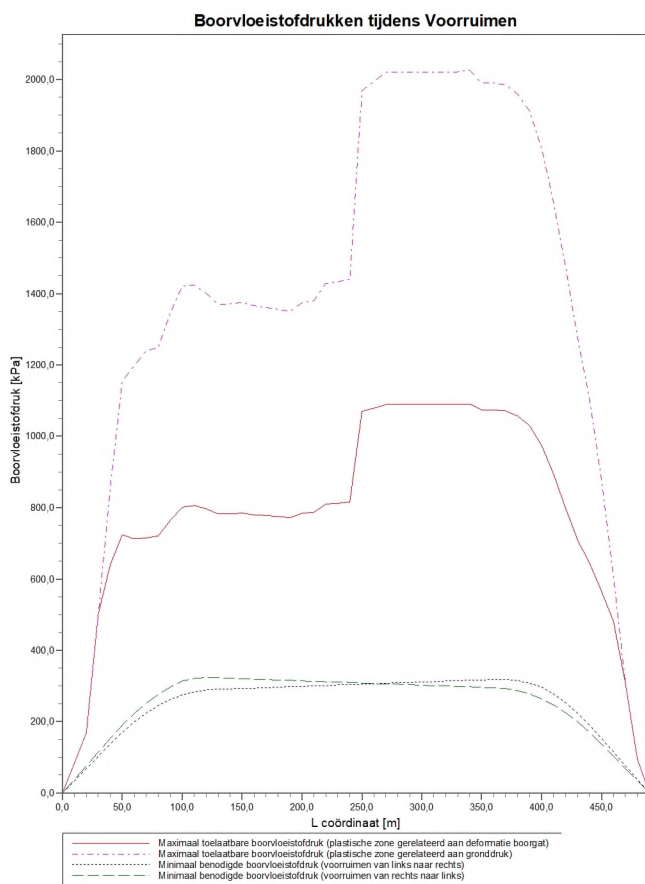
De statische boorvloeistofdruk is berekend en kan worden vergeleken met de berekende grondwater druk. De veiligheids factor wordt bepaald door de verhouding van boorvloeistofdruk en grondwater druk. Deze moet hoger zijn dan de vereiste veiligheidsfactor van 1,10

3.3 Boorvloeistofdruk Grafieken

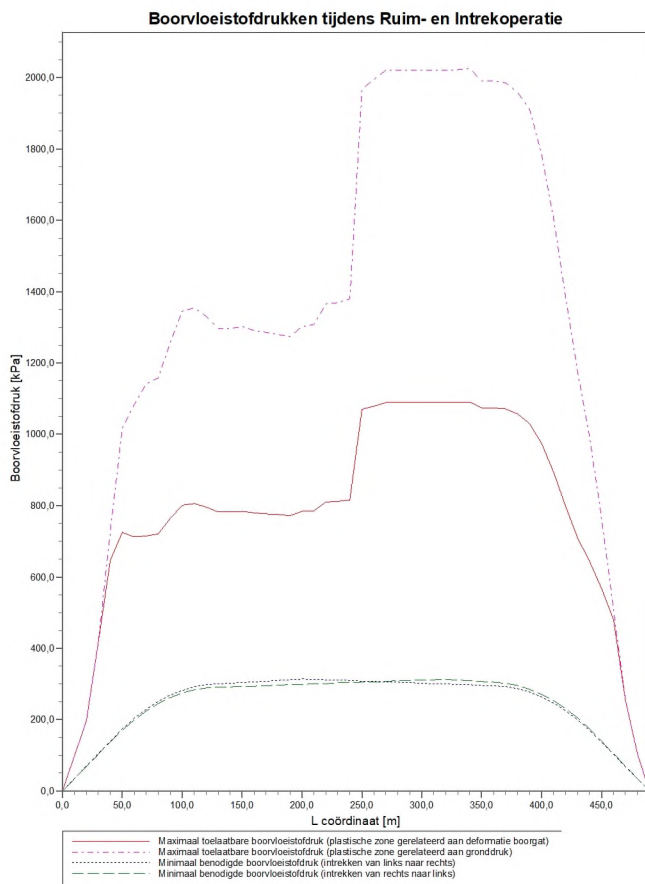
3.3.1 Boorvloeistofdrukken tijdens Pilotboring



3.3.2 Boorvloeistofdrukken tijdens Voorruimen



3.3.3 Boorvloeistofdrukken tijdens Ruim- en Intrekoperatie



4 Grondmechanische Data

4.1 Grondmechanische Parameters 1x160mm PE100 SDR11 (1): leiding no. 1

De volgende gegevens en uitgangspunten zijn gehanteerd voor de sterkteberekening:

Merk op: veiligheidsfactoren niet toegepast.

q _{v;p}	Passieve grondspanning	kN/m ²
q _{v;n}	Neutrale grondspanning	kN/m ²
q _{h;n}	Neutrale horizontale grondspanning	kN/m ²
q _{v;r;n}	Gereduceerde neutrale grondspanning	kN/m ²
q _{verkeer}	Verkeersbelasting	kN/m ²
q _{v;e}	Verticaal evenwichtsdraagvermogen	kN/m ²
q _{h;e}	Horizontaal evenwichtsdraagvermogen	kN/m ²
k _{v;bot}	Verticaal beddingsgetal omlaag	kN/m ³
k _{v;top}	Verticaal beddingsgetal omhoog	kN/m ³
k _h	Horizontaal beddinggetal	kN/m ³
t _{max}	Maximale wrijving leiding-boorvloeistof	kN/m ²
d _{max}	Corresponderende verplaatsing bij mobilisatie maximale wrijving	mm

Verticaal nr.	q _{v;p} [kN/m ²]	q _{v;n} [kN/m ²]	q _{h;n} [kN/m ²]	q _{v;r;n} [kN/m ²]	q _{verkeer} [kN/m ²]	q _{v;e} [kN/m ²]
1	1139	91	22	30	0	7937
2	2060	135	18	24	0	11775
3	1634	170	14	19	0	7996
4	1903	205	14	19	0	9622
5	1848	198	14	19	0	9283
6	1832	196	15	20	0	9185
7	1855	199	15	20	0	9332
8	1984	216	15	20	0	10123
9	2094	231	15	20	0	10813
10	2116	233	15	21	0	10948
11	2098	231	15	21	0	10835
12	2062	226	16	21	0	10612
13	2064	227	16	21	0	10624
14	2070	227	15	21	0	10663
15	2059	226	16	21	0	10594
16	2054	225	16	21	0	10561
17	2048	224	16	21	0	10527
18	2042	224	16	21	0	10487
19	2072	228	16	21	0	10674
20	2079	229	15	21	0	10718
21	2139	237	15	21	0	11095
22	2144	237	15	21	0	11128
23	2156	239	15	21	0	11201
24	2867	338	15	20	0	15852
25	2907	344	15	20	0	16122
26	2946	350	15	20	0	16393
27	2947	350	15	20	0	16395
28	2947	350	15	20	0	16397
29	2947	350	15	20	0	16399
30	2948	350	15	20	0	16401
31	2948	350	15	20	2	16403
32	2951	350	15	20	2	16424
33	2956	351	15	20	2	16460
34	2907	344	15	20	0	16129
35	2908	344	15	20	0	16131
36	2900	343	15	20	0	16078
37	2859	337	15	20	0	15804
38	2784	326	15	20	0	15294

Verticaal nr.	q_v;p [kN/m ²]	q_v;n [kN/m ²]	q_h;n [kN/m ²]	q_v;r;n [kN/m ²]	q_verkeer [kN/m ²]	q_v;e [kN/m ²]
39	2626	304	15	20	0	14242
40	2393	271	14	20	0	12717
41	2117	233	14	19	0	10950
42	1861	200	14	19	0	9365
43	1668	175	14	18	0	8197
44	1429	145	13	18	0	6804
45	1801	115	13	17	0	10048
46	939	81	14	19	0	7061
47	290	47	35	47	0	4072

Verticaal nr.	q_h;e [kN/m ²]	k_v;bot [kN/m ³]	k_v;top [kN/m ³]	k_h [kN/m ³]	t_max [kN/m ²]	d_max [mm]
1	1445	517561	482690	362293	0,05	7,5
2	2060	637017	607727	445912	0,05	7,5
3	1634	301953	346093	211367	0,05	7,5
4	1903	333142	320497	233200	0,05	7,5
5	1848	326819	313970	228773	0,05	7,5
6	1832	324988	312079	227492	0,05	7,5
7	1855	327760	314942	229432	0,05	7,5
8	1984	342293	329928	239605	0,05	7,5
9	2094	354593	342584	248215	0,05	7,5
10	2116	356960	345017	249872	0,05	7,5
11	2098	354983	342985	248488	0,05	7,5
12	2062	351052	338943	245736	0,05	7,5
13	2064	351262	339160	245884	0,05	7,5
14	2070	351954	339871	246368	0,05	7,5
15	2059	350733	338615	245513	0,05	7,5
16	2054	350147	338012	245103	0,05	7,5
17	2048	349534	337382	244674	0,05	7,5
18	2042	348835	336663	244185	0,05	7,5
19	2072	352145	340067	246501	0,05	7,5
20	2079	352921	340865	247045	0,05	7,5
21	2139	359524	347652	251667	0,05	7,5
22	2144	360097	348240	252068	0,05	7,5
23	2156	361360	349537	252952	0,05	7,5
24	2867	435767	425627	305037	0,05	7,5
25	2907	439793	429729	307855	0,05	7,5
26	2946	443790	433800	310653	0,05	7,5
27	2947	443819	433830	310674	0,05	7,5
28	2947	443849	433860	310694	0,05	7,5
29	2947	443878	433890	310715	0,05	7,5
30	2948	443908	433920	310735	0,05	7,5
31	2948	443937	433950	310756	0,05	7,5
32	2951	444241	434260	310969	0,05	7,5
33	2956	444761	434789	311333	0,05	7,5
34	2907	439887	429825	307921	0,05	7,5
35	2908	439917	429855	307942	0,05	7,5
36	2900	439145	429069	307401	0,05	7,5
37	2859	435064	424911	304545	0,05	7,5
38	2784	427404	417103	299183	0,05	7,5
39	2626	411240	400608	287868	0,05	7,5
40	2393	386871	375694	270810	0,05	7,5
41	2117	356981	345038	249886	0,05	7,5
42	1861	328372	315574	229860	0,05	7,5
43	1668	305920	292343	214144	0,05	7,5
44	1429	277299	262553	194109	0,05	7,5
45	1801	585602	554183	409921	0,05	7,5
46	1298	487080	450352	340956	0,05	7,5
47	674	369033	322088	258323	0,05	7,5

Maximale grondspanning	:	$q_{v;n,max} = 351 \text{ kN/m}^2$
Maximale gereduceerde grondspanning (incl. verkeersbelastingen)	:	$q_{verkeer,max} = 47 \text{ kN/m}^2$
Maximale gereduceerde grondspanning	:	$q_{v;r;n,max} = 47 \text{ kN/m}^2$
Maximale verticale beddingsconstante (zonder veiligheidsfactor)		
alleen voor verticalen in diepe situatie	:	$k_{v,max} = 637017 \text{ kN/m}^3$
Maximale verticale beddingsconstante (veiligheidsfactor toegepast)		
alleen voor verticalen in diepe situatie	:	$k_{v,max} = 1274034 \text{ kN/m}^3$

4.2 Grondmechanische Parameters 1x160mm PE100 SDR11 (2): leiding no. 2

De volgende gegevens en uitgangspunten zijn gehanteerd voor de sterkteberekening:

Merk op: veiligheidsfactoren niet toegepast.

$q_{v;p}$	Passieve grondspanning	kN/m^2
$q_{v;n}$	Neutrale grondspanning	kN/m^2
$q_{h;n}$	Neutrale horizontale grondspanning	kN/m^2
$q_{v;r;n}$	Gereduceerde neutrale grondspanning	kN/m^2
$q_{verkeer}$	Verkeersbelasting	kN/m^2
$q_{v,e}$	Verticaal evenwichtsdraagvermogen	kN/m^2
$q_{h,e}$	Horizontaal evenwichtsdraagvermogen	kN/m^2
$k_{v;bot}$	Verticaal beddingsgetal omlaag	kN/m^3
$k_{v;top}$	Verticaal beddingsgetal omhoog	kN/m^3
k_h	Horizontaal beddinggetal	kN/m^3
t_{max}	Maximale wrijving leiding-boorvloeistof	kN/m^2
d_{max}	Corresponderende verplaatsing bij mobilisatie maximale wrijving	mm

Verticaal nr.	$q_{v;p}$ [kN/m ²]	$q_{v;n}$ [kN/m ²]	$q_{h;n}$ [kN/m ²]	$q_{v;r;n}$ [kN/m ²]	$q_{verkeer}$ [kN/m ²]	$q_{v,e}$ [kN/m ²]
1	1139	91	22	30	0	7937
2	2060	135	18	24	0	11775
3	1634	170	14	19	0	7996
4	1903	205	14	19	0	9622
5	1848	198	14	19	0	9283
6	1832	196	15	20	0	9185
7	1855	199	15	20	0	9332
8	1984	216	15	20	0	10123
9	2094	231	15	20	0	10813
10	2116	233	15	21	0	10948
11	2098	231	15	21	0	10835
12	2062	226	16	21	0	10612
13	2064	227	16	21	0	10624
14	2070	227	15	21	0	10663
15	2059	226	16	21	0	10594
16	2054	225	16	21	0	10561
17	2048	224	16	21	0	10527
18	2042	224	16	21	0	10487
19	2072	228	16	21	0	10674
20	2079	229	15	21	0	10718
21	2139	237	15	21	0	11095
22	2144	237	15	21	0	11128
23	2156	239	15	21	0	11201
24	2867	338	15	20	0	15852
25	2907	344	15	20	0	16122
26	2946	350	15	20	0	16393
27	2947	350	15	20	0	16395
28	2947	350	15	20	0	16397
29	2947	350	15	20	0	16399
30	2948	350	15	20	0	16401
31	2948	350	15	20	2	16403
32	2951	350	15	20	2	16424

Verticaal nr.	q_v;p [kN/m ²]	q_v;n [kN/m ²]	q_h;n [kN/m ²]	q_v;r;n [kN/m ²]	q_verkeer [kN/m ²]	q_v;e [kN/m ²]
33	2956	351	15	20	2	16460
34	2907	344	15	20	0	16129
35	2908	344	15	20	0	16131
36	2900	343	15	20	0	16078
37	2859	337	15	20	0	15804
38	2784	326	15	20	0	15294
39	2626	304	15	20	0	14242
40	2393	271	14	20	0	12717
41	2117	233	14	19	0	10950
42	1861	200	14	19	0	9365
43	1668	175	14	18	0	8197
44	1429	145	13	18	0	6804
45	1801	115	13	17	0	10048
46	939	81	14	19	0	7061
47	290	47	35	47	0	4072

Verticaal nr.	q_h;e [kN/m ²]	k_v;bot [kN/m ³]	k_v;top [kN/m ³]	k_h [kN/m ³]	t_max [kN/m ²]	d_max [mm]
1	1445	517561	482690	362293	0,05	7,5
2	2060	637017	607727	445912	0,05	7,5
3	1634	301953	346093	211367	0,05	7,5
4	1903	333142	320497	233200	0,05	7,5
5	1848	326819	313970	228773	0,05	7,5
6	1832	324988	312079	227492	0,05	7,5
7	1855	327760	314942	229432	0,05	7,5
8	1984	342293	329928	239605	0,05	7,5
9	2094	354593	342584	248215	0,05	7,5
10	2116	356960	345017	249872	0,05	7,5
11	2098	354983	342985	248488	0,05	7,5
12	2062	351052	338943	245736	0,05	7,5
13	2064	351262	339160	245884	0,05	7,5
14	2070	351954	339871	246368	0,05	7,5
15	2059	350733	338615	245513	0,05	7,5
16	2054	350147	338012	245103	0,05	7,5
17	2048	349534	337382	244674	0,05	7,5
18	2042	348835	336663	244185	0,05	7,5
19	2072	352145	340067	246501	0,05	7,5
20	2079	352921	340865	247045	0,05	7,5
21	2139	359524	347652	251667	0,05	7,5
22	2144	360097	348240	252068	0,05	7,5
23	2156	361360	349537	252952	0,05	7,5
24	2867	435767	425627	305037	0,05	7,5
25	2907	439793	429729	307855	0,05	7,5
26	2946	443790	433800	310653	0,05	7,5
27	2947	443819	433830	310674	0,05	7,5
28	2947	443849	433860	310694	0,05	7,5
29	2947	443878	433890	310715	0,05	7,5
30	2948	443908	433920	310735	0,05	7,5
31	2948	443937	433950	310756	0,05	7,5
32	2951	444241	434260	310969	0,05	7,5
33	2956	444761	434789	311333	0,05	7,5
34	2907	439887	429825	307921	0,05	7,5
35	2908	439917	429855	307942	0,05	7,5
36	2900	439145	429069	307401	0,05	7,5
37	2859	435064	424911	304545	0,05	7,5
38	2784	427404	417103	299183	0,05	7,5
39	2626	411240	400608	287868	0,05	7,5
40	2393	386871	375694	270810	0,05	7,5
41	2117	356981	345038	249886	0,05	7,5
42	1861	328372	315574	229860	0,05	7,5

Verticaal nr.	q _h ;e [kN/m ²]	k _v ;bot [kN/m ³]	k _v ;top [kN/m ³]	k _h [kN/m ³]	t _{max} [kN/m ²]	d _{max} [mm]
43	1668	305920	292343	214144	0,05	7,5
44	1429	277299	262553	194109	0,05	7,5
45	1801	585602	554183	409921	0,05	7,5
46	1298	487080	450352	340956	0,05	7,5
47	674	369033	322088	258323	0,05	7,5

Maximale grondspanning : q_v;n;max = 351 kN/m²
 Maximale gereduceerde grondspanning (incl. verkeersbelastingen) : q_{verkeer};max = 47 kN/m²
 Maximale gereduceerde grondspanning : q_v;r;n;max = 47 kN/m²
 Maximale verticale beddingsconstante (zonder veiligheidsfactor)
 alleen voor verticalen in diepe situatie : k_v;max = 637017 kN/m³
 Maximale verticale beddingsconstante (veiligheidsfactor toegepast)
 alleen voor verticalen in diepe situatie : k_v;max = 1274034 kN/m³

4.3 Grondmechanische Parameters 1x160mm PE100 SDR11 (3): leiding no. 3

De volgende gegevens en uitgangspunten zijn gehanteerd voor de sterkteberekening:

Merk op: veiligheidsfactoren niet toegepast.

q _v ;p	Passieve grondspanning	kN/m ²
q _v ;n	Neutrale grondspanning	kN/m ²
q _h ;n	Neutrale horizontale grondspanning	kN/m ²
q _v ;r;n	Gereduceerde neutrale grondspanning	kN/m ²
q _{verkeer}	Verkeersbelasting	kN/m ²
q _v ;e	Verticaal evenwichtsdraagvermogen	kN/m ²
q _h ;e	Horizontaal evenwichtsdraagvermogen	kN/m ²
k _v ;bot	Verticaal beddingsgetal omlaag	kN/m ³
k _v ;top	Verticaal beddingsgetal omhoog	kN/m ³
k _h	Horizontaal beddinggetal	kN/m ³
t _{max}	Maximale wrijving leiding-boorvloeistof	kN/m ²
d _{max}	Corresponderende verplaatsing bij mobilisatie maximale wrijving	mm

Verticaal nr.	q _v ;p [kN/m ²]	q _v ;n [kN/m ²]	q _h ;n [kN/m ²]	q _v ;r;n [kN/m ²]	q _{verkeer} [kN/m ²]	q _v ;e [kN/m ²]
1	1139	91	22	30	0	7937
2	2060	135	18	24	0	11775
3	1634	170	14	19	0	7996
4	1903	205	14	19	0	9622
5	1848	198	14	19	0	9283
6	1832	196	15	20	0	9185
7	1855	199	15	20	0	9332
8	1984	216	15	20	0	10123
9	2094	231	15	20	0	10813
10	2116	233	15	21	0	10948
11	2098	231	15	21	0	10835
12	2062	226	16	21	0	10612
13	2064	227	16	21	0	10624
14	2070	227	15	21	0	10663
15	2059	226	16	21	0	10594
16	2054	225	16	21	0	10561
17	2048	224	16	21	0	10527
18	2042	224	16	21	0	10487
19	2072	228	16	21	0	10674
20	2079	229	15	21	0	10718
21	2139	237	15	21	0	11095
22	2144	237	15	21	0	11128
23	2156	239	15	21	0	11201
24	2867	338	15	20	0	15852
25	2907	344	15	20	0	16122

Verticaal nr.	q_v;p [kN/m ²]	q_v;n [kN/m ²]	q_h;n [kN/m ²]	q_v;r;n [kN/m ²]	q_verkeer [kN/m ²]	q_v;e [kN/m ²]
26	2946	350	15	20	0	16393
27	2947	350	15	20	0	16395
28	2947	350	15	20	0	16397
29	2947	350	15	20	0	16399
30	2948	350	15	20	0	16401
31	2948	350	15	20	2	16403
32	2951	350	15	20	2	16424
33	2956	351	15	20	2	16460
34	2907	344	15	20	0	16129
35	2908	344	15	20	0	16131
36	2900	343	15	20	0	16078
37	2859	337	15	20	0	15804
38	2784	326	15	20	0	15294
39	2626	304	15	20	0	14242
40	2393	271	14	20	0	12717
41	2117	233	14	19	0	10950
42	1861	200	14	19	0	9365
43	1668	175	14	18	0	8197
44	1429	145	13	18	0	6804
45	1801	115	13	17	0	10048
46	939	81	14	19	0	7061
47	290	47	35	47	0	4072

Verticaal nr.	q_h;e [kN/m ²]	k_v;bot [kN/m ³]	k_v;top [kN/m ³]	k_h [kN/m ³]	t_max [kN/m ²]	d_max [mm]
1	1445	517561	482690	362293	0,05	7,5
2	2060	637017	607727	445912	0,05	7,5
3	1634	301953	346093	211367	0,05	7,5
4	1903	333142	320497	233200	0,05	7,5
5	1848	326819	313970	228773	0,05	7,5
6	1832	324988	312079	227492	0,05	7,5
7	1855	327760	314942	229432	0,05	7,5
8	1984	342293	329928	239605	0,05	7,5
9	2094	354593	342584	248215	0,05	7,5
10	2116	356960	345017	249872	0,05	7,5
11	2098	354983	342985	248488	0,05	7,5
12	2062	351052	338943	245736	0,05	7,5
13	2064	351262	339160	245884	0,05	7,5
14	2070	351954	339871	246368	0,05	7,5
15	2059	350733	338615	245513	0,05	7,5
16	2054	350147	338012	245103	0,05	7,5
17	2048	349534	337382	244674	0,05	7,5
18	2042	348835	336663	244185	0,05	7,5
19	2072	352145	340067	246501	0,05	7,5
20	2079	352921	340865	247045	0,05	7,5
21	2139	359524	347652	251667	0,05	7,5
22	2144	360097	348240	252068	0,05	7,5
23	2156	361360	349537	252952	0,05	7,5
24	2867	435767	425627	305037	0,05	7,5
25	2907	439793	429729	307855	0,05	7,5
26	2946	443790	433800	310653	0,05	7,5
27	2947	443819	433830	310674	0,05	7,5
28	2947	443849	433860	310694	0,05	7,5
29	2947	443878	433890	310715	0,05	7,5
30	2948	443908	433920	310735	0,05	7,5
31	2948	443937	433950	310756	0,05	7,5
32	2951	444241	434260	310969	0,05	7,5
33	2956	444761	434789	311333	0,05	7,5
34	2907	439887	429825	307921	0,05	7,5
35	2908	439917	429855	307942	0,05	7,5

Verticaal nr.	q _h ;e [kN/m ²]	k _v ;bot [kN/m ³]	k _v ;top [kN/m ³]	k _h [kN/m ³]	t _{max} [kN/m ²]	d _{max} [mm]
36	2900	439145	429069	307401	0,05	7,5
37	2859	435064	424911	304545	0,05	7,5
38	2784	427404	417103	299183	0,05	7,5
39	2626	411240	400608	287868	0,05	7,5
40	2393	386871	375694	270810	0,05	7,5
41	2117	356981	345038	249886	0,05	7,5
42	1861	328372	315574	229860	0,05	7,5
43	1668	305920	292343	214144	0,05	7,5
44	1429	277299	262553	194109	0,05	7,5
45	1801	585602	554183	409921	0,05	7,5
46	1298	487080	450352	340956	0,05	7,5
47	674	369033	322088	258323	0,05	7,5

Maximale grondspanning : q_v;n;max = 351 kN/m²
 Maximale gereduceerde grondspanning (incl. verkeersbelastingen) : q_{verkeer};max = 47 kN/m²
 Maximale gereduceerde grondspanning : q_v;r;n;max = 47 kN/m²
 Maximale verticale beddingsconstante (zonder veiligheidsfactor)
 alleen voor verticalen in diepe situatie : k_v;max = 637017 kN/m³
 Maximale verticale beddingsconstante (veiligheidsfactor toegepast)
 alleen voor verticalen in diepe situatie : k_v;max = 1274034 kN/m³

4.4 Grondmechanische Parameters 1x160mm PE100 SDR11 (4): leiding no. 4

De volgende gegevens en uitgangspunten zijn gehanteerd voor de sterkteberekening:

Merk op: veiligheidsfactoren niet toegepast.

q _v ;p	Passieve grondspanning	kN/m ²
q _v ;n	Neutrale grondspanning	kN/m ²
q _h ;n	Neutrale horizontale grondspanning	kN/m ²
q _v ;r;n	Gereduceerde neutrale grondspanning	kN/m ²
q _{verkeer}	Verkeersbelasting	kN/m ²
q _v ;e	Verticaal evenwichtsdraagvermogen	kN/m ²
q _h ;e	Horizontaal evenwichtsdraagvermogen	kN/m ²
k _v ;bot	Verticaal beddingsgetal omlaag	kN/m ³
k _v ;top	Verticaal beddingsgetal omhoog	kN/m ³
k _h	Horizontaal beddinggetal	kN/m ³
t _{max}	Maximale wrijving leiding-boorvloeistof	kN/m ²
d _{max}	Corresponderende verplaatsing bij mobilisatie maximale wrijving	mm

Verticaal nr.	q _v ;p [kN/m ²]	q _v ;n [kN/m ²]	q _h ;n [kN/m ²]	q _v ;r;n [kN/m ²]	q _{verkeer} [kN/m ²]	q _v ;e [kN/m ²]
1	1139	91	22	30	0	7937
2	2060	135	18	24	0	11775
3	1634	170	14	19	0	7996
4	1903	205	14	19	0	9622
5	1848	198	14	19	0	9283
6	1832	196	15	20	0	9185
7	1855	199	15	20	0	9332
8	1984	216	15	20	0	10123
9	2094	231	15	20	0	10813
10	2116	233	15	21	0	10948
11	2098	231	15	21	0	10835
12	2062	226	16	21	0	10612
13	2064	227	16	21	0	10624
14	2070	227	15	21	0	10663
15	2059	226	16	21	0	10594
16	2054	225	16	21	0	10561
17	2048	224	16	21	0	10527
18	2042	224	16	21	0	10487

Verticaal nr.	q_v;p [kN/m ²]	q_v;n [kN/m ²]	q_h;n [kN/m ²]	q_v;r;n [kN/m ²]	q_verkeer [kN/m ²]	q_v;e [kN/m ²]
19	2072	228	16	21	0	10674
20	2079	229	15	21	0	10718
21	2139	237	15	21	0	11095
22	2144	237	15	21	0	11128
23	2156	239	15	21	0	11201
24	2867	338	15	20	0	15852
25	2907	344	15	20	0	16122
26	2946	350	15	20	0	16393
27	2947	350	15	20	0	16395
28	2947	350	15	20	0	16397
29	2947	350	15	20	0	16399
30	2948	350	15	20	0	16401
31	2948	350	15	20	2	16403
32	2951	350	15	20	2	16424
33	2956	351	15	20	2	16460
34	2907	344	15	20	0	16129
35	2908	344	15	20	0	16131
36	2900	343	15	20	0	16078
37	2859	337	15	20	0	15804
38	2784	326	15	20	0	15294
39	2626	304	15	20	0	14242
40	2393	271	14	20	0	12717
41	2117	233	14	19	0	10950
42	1861	200	14	19	0	9365
43	1668	175	14	18	0	8197
44	1429	145	13	18	0	6804
45	1801	115	13	17	0	10048
46	939	81	14	19	0	7061
47	290	47	35	47	0	4072

Verticaal nr.	q_h;e [kN/m ²]	k_v;bot [kN/m ³]	k_v;top [kN/m ³]	k_h [kN/m ³]	t_max [kN/m ²]	d_max [mm]
1	1445	517561	482690	362293	0,05	7,5
2	2060	637017	607727	445912	0,05	7,5
3	1634	301953	346093	211367	0,05	7,5
4	1903	333142	320497	233200	0,05	7,5
5	1848	326819	313970	228773	0,05	7,5
6	1832	324988	312079	227492	0,05	7,5
7	1855	327760	314942	229432	0,05	7,5
8	1984	342293	329928	239605	0,05	7,5
9	2094	354593	342584	248215	0,05	7,5
10	2116	356960	345017	249872	0,05	7,5
11	2098	354983	342985	248488	0,05	7,5
12	2062	351052	338943	245736	0,05	7,5
13	2064	351262	339160	245884	0,05	7,5
14	2070	351954	339871	246368	0,05	7,5
15	2059	350733	338615	245513	0,05	7,5
16	2054	350147	338012	245103	0,05	7,5
17	2048	349534	337382	244674	0,05	7,5
18	2042	348835	336663	244185	0,05	7,5
19	2072	352145	340067	246501	0,05	7,5
20	2079	352921	340865	247045	0,05	7,5
21	2139	359524	347652	251667	0,05	7,5
22	2144	360097	348240	252068	0,05	7,5
23	2156	361360	349537	252952	0,05	7,5
24	2867	435767	425627	305037	0,05	7,5
25	2907	439793	429729	307855	0,05	7,5
26	2946	443790	433800	310653	0,05	7,5
27	2947	443819	433830	310674	0,05	7,5
28	2947	443849	433860	310694	0,05	7,5

Verticaal nr.	q _{h,e} [kN/m ²]	k _{v,bot} [kN/m ³]	k _{v,top} [kN/m ³]	k _h [kN/m ³]	t _{max} [kN/m ²]	d _{max} [mm]
29	2947	443878	433890	310715	0,05	7,5
30	2948	443908	433920	310735	0,05	7,5
31	2948	443937	433950	310756	0,05	7,5
32	2951	444241	434260	310969	0,05	7,5
33	2956	444761	434789	311333	0,05	7,5
34	2907	439887	429825	307921	0,05	7,5
35	2908	439917	429855	307942	0,05	7,5
36	2900	439145	429069	307401	0,05	7,5
37	2859	435064	424911	304545	0,05	7,5
38	2784	427404	417103	299183	0,05	7,5
39	2626	411240	400608	287868	0,05	7,5
40	2393	386871	375694	270810	0,05	7,5
41	2117	356981	345038	249886	0,05	7,5
42	1861	328372	315574	229860	0,05	7,5
43	1668	305920	292343	214144	0,05	7,5
44	1429	277299	262553	194109	0,05	7,5
45	1801	585602	554183	409921	0,05	7,5
46	1298	487080	450352	340956	0,05	7,5
47	674	369033	322088	258323	0,05	7,5

Maximale grondspanning : q_{v;n,max} = 351 kN/m²
 Maximale gereduceerde grondspanning (incl. verkeersbelastingen) : q_{verkeer,max} = 47 kN/m²
 Maximale gereduceerde grondspanning : q_{v;r;n,max} = 47 kN/m²
 Maximale verticale beddingsconstante (zonder veiligheidsfactor)
 alleen voor verticalen in diepe situatie : k_{v,max} = 637017 kN/m³
 Maximale verticale beddingsconstante (veiligheidsfactor toegepast)
 alleen voor verticalen in diepe situatie : k_{v,max} = 1274034 kN/m³

4.5 Grondmechanische Parameters 1x160mm PE100 SDR11 (5): leiding no. 5

De volgende gegevens en uitgangspunten zijn gehanteerd voor de sterkteberekening:

Merk op: veiligheidsfactoren niet toegepast.

q _{v;p}	Passieve grondspanning	kN/m ²
q _{v;n}	Neutrale grondspanning	kN/m ²
q _{h;n}	Neutrale horizontale grondspanning	kN/m ²
q _{v;r;n}	Gereduceerde neutrale grondspanning	kN/m ²
q _{verkeer}	Verkeersbelasting	kN/m ²
q _{v,e}	Verticaal evenwichtsdraagvermogen	kN/m ²
q _{h,e}	Horizontaal evenwichtsdraagvermogen	kN/m ²
k _{v,bot}	Verticaal beddingsgetal omlaag	kN/m ³
k _{v,top}	Verticaal beddingsgetal omhoog	kN/m ³
k _h	Horizontaal beddinggetal	kN/m ³
t _{max}	Maximale wrijving leiding-boorvloeistof	kN/m ²
d _{max}	Corresponderende verplaatsing bij mobilisatie maximale wrijving	mm

Verticaal nr.	q _{v;p} [kN/m ²]	q _{v;n} [kN/m ²]	q _{h;n} [kN/m ²]	q _{v;r;n} [kN/m ²]	q _{verkeer} [kN/m ²]	q _{v,e} [kN/m ²]
1	1139	91	22	30	0	7937
2	2060	135	18	24	0	11775
3	1634	170	14	19	0	7996
4	1903	205	14	19	0	9622
5	1848	198	14	19	0	9283
6	1832	196	15	20	0	9185
7	1855	199	15	20	0	9332
8	1984	216	15	20	0	10123
9	2094	231	15	20	0	10813
10	2116	233	15	21	0	10948
11	2098	231	15	21	0	10835

Verticaal nr.	q_v;p [kN/m ²]	q_v;n [kN/m ²]	q_h;n [kN/m ²]	q_v;r;n [kN/m ²]	q_verkeer [kN/m ²]	q_v;e [kN/m ²]
12	2062	226	16	21	0	10612
13	2064	227	16	21	0	10624
14	2070	227	15	21	0	10663
15	2059	226	16	21	0	10594
16	2054	225	16	21	0	10561
17	2048	224	16	21	0	10527
18	2042	224	16	21	0	10487
19	2072	228	16	21	0	10674
20	2079	229	15	21	0	10718
21	2139	237	15	21	0	11095
22	2144	237	15	21	0	11128
23	2156	239	15	21	0	11201
24	2867	338	15	20	0	15852
25	2907	344	15	20	0	16122
26	2946	350	15	20	0	16393
27	2947	350	15	20	0	16395
28	2947	350	15	20	0	16397
29	2947	350	15	20	0	16399
30	2948	350	15	20	0	16401
31	2948	350	15	20	2	16403
32	2951	350	15	20	2	16424
33	2956	351	15	20	2	16460
34	2907	344	15	20	0	16129
35	2908	344	15	20	0	16131
36	2900	343	15	20	0	16078
37	2859	337	15	20	0	15804
38	2784	326	15	20	0	15294
39	2626	304	15	20	0	14242
40	2393	271	14	20	0	12717
41	2117	233	14	19	0	10950
42	1861	200	14	19	0	9365
43	1668	175	14	18	0	8197
44	1429	145	13	18	0	6804
45	1801	115	13	17	0	10048
46	939	81	14	19	0	7061
47	290	47	35	47	0	4072

Verticaal nr.	q_h;e [kN/m ²]	k_v;bot [kN/m ³]	k_v;top [kN/m ³]	k_h [kN/m ³]	t_max [kN/m ²]	d_max [mm]
1	1445	517561	482690	362293	0,05	7,5
2	2060	637017	607727	445912	0,05	7,5
3	1634	301953	346093	211367	0,05	7,5
4	1903	333142	320497	233200	0,05	7,5
5	1848	326819	313970	228773	0,05	7,5
6	1832	324988	312079	227492	0,05	7,5
7	1855	327760	314942	229432	0,05	7,5
8	1984	342293	329928	239605	0,05	7,5
9	2094	354593	342584	248215	0,05	7,5
10	2116	356960	345017	249872	0,05	7,5
11	2098	354983	342985	248488	0,05	7,5
12	2062	351052	338943	245736	0,05	7,5
13	2064	351262	339160	245884	0,05	7,5
14	2070	351954	339871	246368	0,05	7,5
15	2059	350733	338615	245513	0,05	7,5
16	2054	350147	338012	245103	0,05	7,5
17	2048	349534	337382	244674	0,05	7,5
18	2042	348835	336663	244185	0,05	7,5
19	2072	352145	340067	246501	0,05	7,5
20	2079	352921	340865	247045	0,05	7,5
21	2139	359524	347652	251667	0,05	7,5

Verticaal nr.	q _{h,e} [kN/m ²]	k _{v;bot} [kN/m ³]	k _{v;top} [kN/m ³]	k _h [kN/m ³]	t _{max} [kN/m ²]	d _{max} [mm]
22	2144	360097	348240	252068	0,05	7,5
23	2156	361360	349537	252952	0,05	7,5
24	2867	435767	425627	305037	0,05	7,5
25	2907	439793	429729	307855	0,05	7,5
26	2946	443790	433800	310653	0,05	7,5
27	2947	443819	433830	310674	0,05	7,5
28	2947	443849	433860	310694	0,05	7,5
29	2947	443878	433890	310715	0,05	7,5
30	2948	443908	433920	310735	0,05	7,5
31	2948	443937	433950	310756	0,05	7,5
32	2951	444241	434260	310969	0,05	7,5
33	2956	444761	434789	311333	0,05	7,5
34	2907	439887	429825	307921	0,05	7,5
35	2908	439917	429855	307942	0,05	7,5
36	2900	439145	429069	307401	0,05	7,5
37	2859	435064	424911	304545	0,05	7,5
38	2784	427404	417103	299183	0,05	7,5
39	2626	411240	400608	287868	0,05	7,5
40	2393	386871	375694	270810	0,05	7,5
41	2117	356981	345038	249886	0,05	7,5
42	1861	328372	315574	229860	0,05	7,5
43	1668	305920	292343	214144	0,05	7,5
44	1429	277299	262553	194109	0,05	7,5
45	1801	585602	554183	409921	0,05	7,5
46	1298	487080	450352	340956	0,05	7,5
47	674	369033	322088	258323	0,05	7,5

Maximale grondspanning : q_{v;n;max} = 351 kN/m²
 Maximale gereduceerde grondspanning (incl. verkeersbelastingen) : q_{verkeer;max} = 47 kN/m²
 Maximale gereduceerde grondspanning : q_{v;r;n;max} = 47 kN/m²
 Maximale verticale beddingsconstante (zonder veiligheidsfactor)
 alleen voor verticalen in diepe situatie : k_{v;max} = 637017 kN/m³
 Maximale verticale beddingsconstante (veiligheidsfactor toegepast)
 alleen voor verticalen in diepe situatie : k_{v;max} = 1274034 kN/m³

4.6 Grondmechanische Parameters 1x160mm PE100 SDR11 (6): leiding no. 6

De volgende gegevens en uitgangspunten zijn gehanteerd voor de sterkteberekening:

Merk op: veiligheidsfactoren niet toegepast.

q _{v;p}	Passieve grondspanning	kN/m ²
q _{v;n}	Neutrale grondspanning	kN/m ²
q _{h;n}	Neutrale horizontale grondspanning	kN/m ²
q _{v;r;n}	Gereduceerde neutrale grondspanning	kN/m ²
q _{verkeer}	Verkeersbelasting	kN/m ²
q _{v,e}	Verticaal evenwichtsdraagvermogen	kN/m ²
q _{h,e}	Horizontaal evenwichtsdraagvermogen	kN/m ²
k _{v;bot}	Verticaal beddingsgetal omlaag	kN/m ³
k _{v;top}	Verticaal beddingsgetal omhoog	kN/m ³
k _h	Horizontaal beddinggetal	kN/m ³
t _{max}	Maximale wrijving leiding-boorvloeistof	kN/m ²
d _{max}	Corresponderende verplaatsing bij mobilisatie maximale wrijving	mm

Verticaal nr.	q _{v;p} [kN/m ²]	q _{v;n} [kN/m ²]	q _{h;n} [kN/m ²]	q _{v;r;n} [kN/m ²]	q _{verkeer} [kN/m ²]	q _{v,e} [kN/m ²]
1	1139	91	22	30	0	7937
2	2060	135	18	24	0	11775
3	1634	170	14	19	0	7996
4	1903	205	14	19	0	9622

Verticaal nr.	q_v;p [kN/m²]	q_v;n [kN/m²]	q_h;n [kN/m²]	q_v;r;n [kN/m²]	q_verkeer [kN/m²]	q_v;e [kN/m²]
5	1848	198	14	19	0	9283
6	1832	196	15	20	0	9185
7	1855	199	15	20	0	9332
8	1984	216	15	20	0	10123
9	2094	231	15	20	0	10813
10	2116	233	15	21	0	10948
11	2098	231	15	21	0	10835
12	2062	226	16	21	0	10612
13	2064	227	16	21	0	10624
14	2070	227	15	21	0	10663
15	2059	226	16	21	0	10594
16	2054	225	16	21	0	10561
17	2048	224	16	21	0	10527
18	2042	224	16	21	0	10487
19	2072	228	16	21	0	10674
20	2079	229	15	21	0	10718
21	2139	237	15	21	0	11095
22	2144	237	15	21	0	11128
23	2156	239	15	21	0	11201
24	2867	338	15	20	0	15852
25	2907	344	15	20	0	16122
26	2946	350	15	20	0	16393
27	2947	350	15	20	0	16395
28	2947	350	15	20	0	16397
29	2947	350	15	20	0	16399
30	2948	350	15	20	0	16401
31	2948	350	15	20	2	16403
32	2951	350	15	20	2	16424
33	2956	351	15	20	2	16460
34	2907	344	15	20	0	16129
35	2908	344	15	20	0	16131
36	2900	343	15	20	0	16078
37	2859	337	15	20	0	15804
38	2784	326	15	20	0	15294
39	2626	304	15	20	0	14242
40	2393	271	14	20	0	12717
41	2117	233	14	19	0	10950
42	1861	200	14	19	0	9365
43	1668	175	14	18	0	8197
44	1429	145	13	18	0	6804
45	1801	115	13	17	0	10048
46	939	81	14	19	0	7061
47	290	47	35	47	0	4072

Verticaal nr.	q_h;e [kN/m²]	k_v;bot [kN/m³]	k_v;top [kN/m³]	k_h [kN/m³]	t_max [kN/m²]	d_max [mm]
1	1445	517561	482690	362293	0,05	7,5
2	2060	637017	607727	445912	0,05	7,5
3	1634	301953	346093	211367	0,05	7,5
4	1903	333142	320497	233200	0,05	7,5
5	1848	326819	313970	228773	0,05	7,5
6	1832	324988	312079	227492	0,05	7,5
7	1855	327760	314942	229432	0,05	7,5
8	1984	342293	329928	239605	0,05	7,5
9	2094	354593	342584	248215	0,05	7,5
10	2116	356960	345017	249872	0,05	7,5
11	2098	354983	342985	248488	0,05	7,5
12	2062	351052	338943	245736	0,05	7,5
13	2064	351262	339160	245884	0,05	7,5
14	2070	351954	339871	246368	0,05	7,5

Verticaal nr.	q _{h,e} [kN/m ²]	k _{v,bot} [kN/m ³]	k _{v,top} [kN/m ³]	k _h [kN/m ³]	t _{max} [kN/m ²]	d _{max} [mm]
15	2059	350733	338615	245513	0,05	7,5
16	2054	350147	338012	245103	0,05	7,5
17	2048	349534	337382	244674	0,05	7,5
18	2042	348835	336663	244185	0,05	7,5
19	2072	352145	340067	246501	0,05	7,5
20	2079	352921	340865	247045	0,05	7,5
21	2139	359524	347652	251667	0,05	7,5
22	2144	360097	348240	252068	0,05	7,5
23	2156	361360	349537	252952	0,05	7,5
24	2867	435767	425627	305037	0,05	7,5
25	2907	439793	429729	307855	0,05	7,5
26	2946	443790	433800	310653	0,05	7,5
27	2947	443819	433830	310674	0,05	7,5
28	2947	443849	433860	310694	0,05	7,5
29	2947	443878	433890	310715	0,05	7,5
30	2948	443908	433920	310735	0,05	7,5
31	2948	443937	433950	310756	0,05	7,5
32	2951	444241	434260	310969	0,05	7,5
33	2956	444761	434789	311333	0,05	7,5
34	2907	439887	429825	307921	0,05	7,5
35	2908	439917	429855	307942	0,05	7,5
36	2900	439145	429069	307401	0,05	7,5
37	2859	435064	424911	304545	0,05	7,5
38	2784	427404	417103	299183	0,05	7,5
39	2626	411240	400608	287868	0,05	7,5
40	2393	386871	375694	270810	0,05	7,5
41	2117	356981	345038	249886	0,05	7,5
42	1861	328372	315574	229860	0,05	7,5
43	1668	305920	292343	214144	0,05	7,5
44	1429	277299	262553	194109	0,05	7,5
45	1801	585602	554183	409921	0,05	7,5
46	1298	487080	450352	340956	0,05	7,5
47	674	369033	322088	258323	0,05	7,5

Maximale grondspanning	: q _{v,n} ;max = 351 kN/m ²
Maximale gereduceerde grondspanning (incl. verkeersbelastingen)	: q _{verkeer} ;max = 47 kN/m ²
Maximale gereduceerde grondspanning	: q _{v,r} ;n,max = 47 kN/m ²
Maximale verticale beddingsconstante (zonder veiligheidsfactor)	
alleen voor verticalen in diepe situatie	: k _v ;max = 637017 kN/m ³
Maximale verticale beddingsconstante (veiligheidsfactor toegepast)	
alleen voor verticalen in diepe situatie	: k _v ;max = 1274034 kN/m ³

4.7 Grondmechanische Parameters 1x160mm PE100 SDR11 (7): leiding no. 7

De volgende gegevens en uitgangspunten zijn gehanteerd voor de sterkteberekening:

Merk op: veiligheidsfactoren niet toegepast.

q _{v,p}	Passieve grondspanning	kN/m ²
q _{v,n}	Neutrale grondspanning	kN/m ²
q _{h,n}	Neutrale horizontale grondspanning	kN/m ²
q _{v,r} ;n	Gereduceerde neutrale grondspanning	kN/m ²
q _{verkeer}	Verkeersbelasting	kN/m ²
q _{v,e}	Verticaal evenwichtsdraagvermogen	kN/m ²
q _{h,e}	Horizontaal evenwichtsdraagvermogen	kN/m ²
k _{v,bot}	Verticaal beddingsgetal omlaag	kN/m ³
k _{v,top}	Verticaal beddingsgetal omhoog	kN/m ³
k _h	Horizontaal beddinggetal	kN/m ³
t _{max}	Maximale wrijving leiding-boorvloeistof	kN/m ²
d _{max}	Corresponderende verplaatsing bij mobilisatie maximale wrijving	mm

Verticaal nr.	q_v;p [kN/m ²]	q_v;n [kN/m ²]	q_h;n [kN/m ²]	q_v;r;n [kN/m ²]	q_verkeer [kN/m ²]	q_v;e [kN/m ²]
1	1139	91	22	30	0	7937
2	2060	135	18	24	0	11775
3	1634	170	14	19	0	7996
4	1903	205	14	19	0	9622
5	1848	198	14	19	0	9283
6	1832	196	15	20	0	9185
7	1855	199	15	20	0	9332
8	1984	216	15	20	0	10123
9	2094	231	15	20	0	10813
10	2116	233	15	21	0	10948
11	2098	231	15	21	0	10835
12	2062	226	16	21	0	10612
13	2064	227	16	21	0	10624
14	2070	227	15	21	0	10663
15	2059	226	16	21	0	10594
16	2054	225	16	21	0	10561
17	2048	224	16	21	0	10527
18	2042	224	16	21	0	10487
19	2072	228	16	21	0	10674
20	2079	229	15	21	0	10718
21	2139	237	15	21	0	11095
22	2144	237	15	21	0	11128
23	2156	239	15	21	0	11201
24	2867	338	15	20	0	15852
25	2907	344	15	20	0	16122
26	2946	350	15	20	0	16393
27	2947	350	15	20	0	16395
28	2947	350	15	20	0	16397
29	2947	350	15	20	0	16399
30	2948	350	15	20	0	16401
31	2948	350	15	20	2	16403
32	2951	350	15	20	2	16424
33	2956	351	15	20	2	16460
34	2907	344	15	20	0	16129
35	2908	344	15	20	0	16131
36	2900	343	15	20	0	16078
37	2859	337	15	20	0	15804
38	2784	326	15	20	0	15294
39	2626	304	15	20	0	14242
40	2393	271	14	20	0	12717
41	2117	233	14	19	0	10950
42	1861	200	14	19	0	9365
43	1668	175	14	18	0	8197
44	1429	145	13	18	0	6804
45	1801	115	13	17	0	10048
46	939	81	14	19	0	7061
47	290	47	35	47	0	4072

Verticaal nr.	q_h;e [kN/m ²]	k_v;bot [kN/m ³]	k_v;top [kN/m ³]	k_h [kN/m ³]	t_max [kN/m ²]	d_max [mm]
1	1445	517561	482690	362293	0,05	7,5
2	2060	637017	607727	445912	0,05	7,5
3	1634	301953	346093	211367	0,05	7,5
4	1903	333142	320497	233200	0,05	7,5
5	1848	326819	313970	228773	0,05	7,5
6	1832	324988	312079	227492	0,05	7,5
7	1855	327760	314942	229432	0,05	7,5
8	1984	342293	329928	239605	0,05	7,5
9	2094	354593	342584	248215	0,05	7,5

Verticaal nr.	q _{h,e} [kN/m ²]	k _{v,bot} [kN/m ³]	k _{v,top} [kN/m ³]	k _h [kN/m ³]	t _{max} [kN/m ²]	d _{max} [mm]
10	2116	356960	345017	249872	0,05	7,5
11	2098	354983	342985	248488	0,05	7,5
12	2062	351052	338943	245736	0,05	7,5
13	2064	351262	339160	245884	0,05	7,5
14	2070	351954	339871	246368	0,05	7,5
15	2059	350733	338615	245513	0,05	7,5
16	2054	350147	338012	245103	0,05	7,5
17	2048	349534	337382	244674	0,05	7,5
18	2042	348835	336663	244185	0,05	7,5
19	2072	352145	340067	246501	0,05	7,5
20	2079	352921	340865	247045	0,05	7,5
21	2139	359524	347652	251667	0,05	7,5
22	2144	360097	348240	252068	0,05	7,5
23	2156	361360	349537	252952	0,05	7,5
24	2867	435767	425627	305037	0,05	7,5
25	2907	439793	429729	307855	0,05	7,5
26	2946	443790	433800	310653	0,05	7,5
27	2947	443819	433830	310674	0,05	7,5
28	2947	443849	433860	310694	0,05	7,5
29	2947	443878	433890	310715	0,05	7,5
30	2948	443908	433920	310735	0,05	7,5
31	2948	443937	433950	310756	0,05	7,5
32	2951	444241	434260	310969	0,05	7,5
33	2956	444761	434789	311333	0,05	7,5
34	2907	439887	429825	307921	0,05	7,5
35	2908	439917	429855	307942	0,05	7,5
36	2900	439145	429069	307401	0,05	7,5
37	2859	435064	424911	304545	0,05	7,5
38	2784	427404	417103	299183	0,05	7,5
39	2626	411240	400608	287868	0,05	7,5
40	2393	386871	375694	270810	0,05	7,5
41	2117	356981	345038	249886	0,05	7,5
42	1861	328372	315574	229860	0,05	7,5
43	1668	305920	292343	214144	0,05	7,5
44	1429	277299	262553	194109	0,05	7,5
45	1801	585602	554183	409921	0,05	7,5
46	1298	487080	450352	340956	0,05	7,5
47	674	369033	322088	258323	0,05	7,5

Maximale grondspanning : q_{v,n};max = 351 kN/m²
 Maximale gereduceerde grondspanning (incl. verkeersbelastingen) : q_{verkeer};max = 47 kN/m²
 Maximale gereduceerde grondspanning : q_{v,r};n,max = 47 kN/m²
 Maximale verticale beddingsconstante (zonder veiligheidsfactor)
 alleen voor verticalen in diepe situatie : k_v;max = 637017 kN/m³
 Maximale verticale beddingsconstante (veiligheidsfactor toegepast)
 alleen voor verticalen in diepe situatie : k_v;max = 1274034 kN/m³

4.8 Grondmechanische Parameters 1x160mm PE100 SDR11 (8): leiding no. 8

De volgende gegevens en uitgangspunten zijn gehanteerd voor de sterkteberekening:
 Merk op: veiligheidsfactoren niet toegepast.

q _{v,p}	Passieve grondspanning	kN/m ²
q _{v,n}	Neutrale grondspanning	kN/m ²
q _{h,n}	Neutrale horizontale grondspanning	kN/m ²
q _{v,r} ;n	Gereduceerde neutrale grondspanning	kN/m ²
q _{verkeer}	Verkeersbelasting	kN/m ²
q _{v,e}	Verticaal evenwichtsdraagvermogen	kN/m ²
q _{h,e}	Horizontaal evenwichtsdraagvermogen	kN/m ²

k_v;bot	Verticaal beddingsgetal omlaag	kN/m ³
k_v;top	Verticaal beddingsgetal omhoog	kN/m ³
k_h	Horizontaal beddinggetal	kN/m ³
t_max	Maximale wrijving leiding-boorvloeistof	kN/m ²
d_max	Corresponderende verplaatsing bij mobilisatie maximale wrijving	mm

Verticaal nr.	q_v;p [kN/m ²]	q_v;n [kN/m ²]	q_h;n [kN/m ²]	q_v;r;n [kN/m ²]	q_verkeer [kN/m ²]	q_v;e [kN/m ²]
1	1139	91	22	30	0	7937
2	2060	135	18	24	0	11775
3	1634	170	14	19	0	7996
4	1903	205	14	19	0	9622
5	1848	198	14	19	0	9283
6	1832	196	15	20	0	9185
7	1855	199	15	20	0	9332
8	1984	216	15	20	0	10123
9	2094	231	15	20	0	10813
10	2116	233	15	21	0	10948
11	2098	231	15	21	0	10835
12	2062	226	16	21	0	10612
13	2064	227	16	21	0	10624
14	2070	227	15	21	0	10663
15	2059	226	16	21	0	10594
16	2054	225	16	21	0	10561
17	2048	224	16	21	0	10527
18	2042	224	16	21	0	10487
19	2072	228	16	21	0	10674
20	2079	229	15	21	0	10718
21	2139	237	15	21	0	11095
22	2144	237	15	21	0	11128
23	2156	239	15	21	0	11201
24	2867	338	15	20	0	15852
25	2907	344	15	20	0	16122
26	2946	350	15	20	0	16393
27	2947	350	15	20	0	16395
28	2947	350	15	20	0	16397
29	2947	350	15	20	0	16399
30	2948	350	15	20	0	16401
31	2948	350	15	20	2	16403
32	2951	350	15	20	2	16424
33	2956	351	15	20	2	16460
34	2907	344	15	20	0	16129
35	2908	344	15	20	0	16131
36	2900	343	15	20	0	16078
37	2859	337	15	20	0	15804
38	2784	326	15	20	0	15294
39	2626	304	15	20	0	14242
40	2393	271	14	20	0	12717
41	2117	233	14	19	0	10950
42	1861	200	14	19	0	9365
43	1668	175	14	18	0	8197
44	1429	145	13	18	0	6804
45	1801	115	13	17	0	10048
46	939	81	14	19	0	7061
47	290	47	35	47	0	4072

Verticaal nr.	q_h;e [kN/m ²]	k_v;bot [kN/m ³]	k_v;top [kN/m ³]	k_h [kN/m ³]	t_max [kN/m ²]	d_max [mm]
1	1445	517561	482690	362293	0,05	7,5
2	2060	637017	607727	445912	0,05	7,5
3	1634	301953	346093	211367	0,05	7,5
4	1903	333142	320497	233200	0,05	7,5

Verticaal nr.	q _{h,e} [kN/m ²]	k _{v;bot} [kN/m ³]	k _{v;top} [kN/m ³]	k _h [kN/m ³]	t _{max} [kN/m ²]	d _{max} [mm]
5	1848	326819	313970	228773	0,05	7,5
6	1832	324988	312079	227492	0,05	7,5
7	1855	327760	314942	229432	0,05	7,5
8	1984	342293	329928	239605	0,05	7,5
9	2094	354593	342584	248215	0,05	7,5
10	2116	356960	345017	249872	0,05	7,5
11	2098	354983	342985	248488	0,05	7,5
12	2062	351052	338943	245736	0,05	7,5
13	2064	351262	339160	245884	0,05	7,5
14	2070	351954	339871	246368	0,05	7,5
15	2059	350733	338615	245513	0,05	7,5
16	2054	350147	338012	245103	0,05	7,5
17	2048	349534	337382	244674	0,05	7,5
18	2042	348835	336663	244185	0,05	7,5
19	2072	352145	340067	246501	0,05	7,5
20	2079	352921	340865	247045	0,05	7,5
21	2139	359524	347652	251667	0,05	7,5
22	2144	360097	348240	252068	0,05	7,5
23	2156	361360	349537	252952	0,05	7,5
24	2867	435767	425627	305037	0,05	7,5
25	2907	439793	429729	307855	0,05	7,5
26	2946	443790	433800	310653	0,05	7,5
27	2947	443819	433830	310674	0,05	7,5
28	2947	443849	433860	310694	0,05	7,5
29	2947	443878	433890	310715	0,05	7,5
30	2948	443908	433920	310735	0,05	7,5
31	2948	443937	433950	310756	0,05	7,5
32	2951	444241	434260	310969	0,05	7,5
33	2956	444761	434789	311333	0,05	7,5
34	2907	439887	429825	307921	0,05	7,5
35	2908	439917	429855	307942	0,05	7,5
36	2900	439145	429069	307401	0,05	7,5
37	2859	435064	424911	304545	0,05	7,5
38	2784	427404	417103	299183	0,05	7,5
39	2626	411240	400608	287868	0,05	7,5
40	2393	386871	375694	270810	0,05	7,5
41	2117	356981	345038	249886	0,05	7,5
42	1861	328372	315574	229860	0,05	7,5
43	1668	305920	292343	214144	0,05	7,5
44	1429	277299	262553	194109	0,05	7,5
45	1801	585602	554183	409921	0,05	7,5
46	1298	487080	450352	340956	0,05	7,5
47	674	369033	322088	258323	0,05	7,5

Maximale grondspanning : q_{v;n};max = 351 kN/m²
 Maximale gereduceerde grondspanning (incl. verkeersbelastingen) : q_{v;verkeer};max = 47 kN/m²
 Maximale gereduceerde grondspanning : q_{v;r;n};max = 47 kN/m²
 Maximale verticale beddingsconstante (zonder veiligheidsfactor)
 alleen voor verticalen in diepe situatie : k_v;max = 637017 kN/m³
 Maximale verticale beddingsconstante (veiligheidsfactor toegepast)
 alleen voor verticalen in diepe situatie : k_v;max = 1274034 kN/m³

4.9 Grondmechanische Parameters 1x160mm PE100 SDR11 (9): leiding no. 9

De volgende gegevens en uitgangspunten zijn gehanteerd voor de sterkteberekening:
 Merk op: veiligheidsfactoren niet toegepast.

q_{v;p} Passieve grondspanning kN/m²
 q_{v;n} Neutrale grondspanning kN/m²

q _h ;n	Neutrale horizontale grondspanning	kN/m ²
q _v ;r;n	Gereduceerde neutrale grondspanning	kN/m ²
q _{verkeer}	Verkeersbelasting	kN/m ²
q _v ;e	Verticaal evenwichtsdraagvermogen	kN/m ²
q _h ;e	Horizontaal evenwichtsdraagvermogen	kN/m ²
k _v ;bot	Verticaal beddingsgetal omlaag	kN/m ³
k _v ;top	Verticaal beddingsgetal omhoog	kN/m ³
k _h	Horizontaal beddinggetal	kN/m ³
t _{max}	Maximale wrijving leiding-boorvloeistof	kN/m ²
d _{max}	Corresponderende verplaatsing bij mobilisatie maximale wrijving	mm

Verticaal nr.	q _v ;p [kN/m ²]	q _v ;n [kN/m ²]	q _h ;n [kN/m ²]	q _v ;r;n [kN/m ²]	q _{verkeer} [kN/m ²]	q _v ;e [kN/m ²]
1	1139	91	22	30	0	7937
2	2060	135	18	24	0	11775
3	1634	170	14	19	0	7996
4	1903	205	14	19	0	9622
5	1848	198	14	19	0	9283
6	1832	196	15	20	0	9185
7	1855	199	15	20	0	9332
8	1984	216	15	20	0	10123
9	2094	231	15	20	0	10813
10	2116	233	15	21	0	10948
11	2098	231	15	21	0	10835
12	2062	226	16	21	0	10612
13	2064	227	16	21	0	10624
14	2070	227	15	21	0	10663
15	2059	226	16	21	0	10594
16	2054	225	16	21	0	10561
17	2048	224	16	21	0	10527
18	2042	224	16	21	0	10487
19	2072	228	16	21	0	10674
20	2079	229	15	21	0	10718
21	2139	237	15	21	0	11095
22	2144	237	15	21	0	11128
23	2156	239	15	21	0	11201
24	2867	338	15	20	0	15852
25	2907	344	15	20	0	16122
26	2946	350	15	20	0	16393
27	2947	350	15	20	0	16395
28	2947	350	15	20	0	16397
29	2947	350	15	20	0	16399
30	2948	350	15	20	0	16401
31	2948	350	15	20	2	16403
32	2951	350	15	20	2	16424
33	2956	351	15	20	2	16460
34	2907	344	15	20	0	16129
35	2908	344	15	20	0	16131
36	2900	343	15	20	0	16078
37	2859	337	15	20	0	15804
38	2784	326	15	20	0	15294
39	2626	304	15	20	0	14242
40	2393	271	14	20	0	12717
41	2117	233	14	19	0	10950
42	1861	200	14	19	0	9365
43	1668	175	14	18	0	8197
44	1429	145	13	18	0	6804
45	1801	115	13	17	0	10048
46	939	81	14	19	0	7061
47	290	47	35	47	0	4072

Verticaal nr.	q _{h,e} [kN/m ²]	k _{v;bot} [kN/m ³]	k _{v;top} [kN/m ³]	k _h [kN/m ³]	t _{max} [kN/m ²]	d _{max} [mm]
1	1445	517561	482690	362293	0,05	7,5
2	2060	637017	607727	445912	0,05	7,5
3	1634	301953	346093	211367	0,05	7,5
4	1903	333142	320497	233200	0,05	7,5
5	1848	326819	313970	228773	0,05	7,5
6	1832	324988	312079	227492	0,05	7,5
7	1855	327760	314942	229432	0,05	7,5
8	1984	342293	329928	239605	0,05	7,5
9	2094	354593	342584	248215	0,05	7,5
10	2116	356960	345017	249872	0,05	7,5
11	2098	354983	342985	248488	0,05	7,5
12	2062	351052	338943	245736	0,05	7,5
13	2064	351262	339160	245884	0,05	7,5
14	2070	351954	339871	246368	0,05	7,5
15	2059	350733	338615	245513	0,05	7,5
16	2054	350147	338012	245103	0,05	7,5
17	2048	349534	337382	244674	0,05	7,5
18	2042	348835	336663	244185	0,05	7,5
19	2072	352145	340067	246501	0,05	7,5
20	2079	352921	340865	247045	0,05	7,5
21	2139	359524	347652	251667	0,05	7,5
22	2144	360097	348240	252068	0,05	7,5
23	2156	361360	349537	252952	0,05	7,5
24	2867	435767	425627	305037	0,05	7,5
25	2907	439793	429729	307855	0,05	7,5
26	2946	443790	433800	310653	0,05	7,5
27	2947	443819	433830	310674	0,05	7,5
28	2947	443849	433860	310694	0,05	7,5
29	2947	443878	433890	310715	0,05	7,5
30	2948	443908	433920	310735	0,05	7,5
31	2948	443937	433950	310756	0,05	7,5
32	2951	444241	434260	310969	0,05	7,5
33	2956	444761	434789	311333	0,05	7,5
34	2907	439887	429825	307921	0,05	7,5
35	2908	439917	429855	307942	0,05	7,5
36	2900	439145	429069	307401	0,05	7,5
37	2859	435064	424911	304545	0,05	7,5
38	2784	427404	417103	299183	0,05	7,5
39	2626	411240	400608	287868	0,05	7,5
40	2393	386871	375694	270810	0,05	7,5
41	2117	356981	345038	249886	0,05	7,5
42	1861	328372	315574	229860	0,05	7,5
43	1668	305920	292343	214144	0,05	7,5
44	1429	277299	262553	194109	0,05	7,5
45	1801	585602	554183	409921	0,05	7,5
46	1298	487080	450352	340956	0,05	7,5
47	674	369033	322088	258323	0,05	7,5

Maximale grondspanning : q_{v;n;max} = 351 kN/m²
 Maximale gereduceerde grondspanning (incl. verkeersbelastingen) : q_{verkeer;max} = 47 kN/m²
 Maximale gereduceerde grondspanning : q_{v;r;n;max} = 47 kN/m²
 Maximale verticale beddingsconstante (zonder veiligheidsfactor)
 alleen voor verticalen in diepe situatie : k_{v;max} = 637017 kN/m³
 Maximale verticale beddingsconstante (veiligheidsfactor toegepast)
 alleen voor verticalen in diepe situatie : k_{v;max} = 1274034 kN/m³

4.10 Grondmechanische Parameters 1x160mm PE100 SDR11 (10): leiding no. 10

De volgende gegevens en uitgangspunten zijn gehanteerd voor de sterkteberekening:

Merk op: veiligheidsfactoren niet toegepast.

q _{v;p}	Passieve grondspanning	kN/m ²
q _{v;n}	Neutrale grondspanning	kN/m ²
q _{h;n}	Neutrale horizontale grondspanning	kN/m ²
q _{v;r;n}	Gereduceerde neutrale grondspanning	kN/m ²
q _{verkeer}	Verkeersbelasting	kN/m ²
q _{v;e}	Verticaal evenwichtsdraagvermogen	kN/m ²
q _{h;e}	Horizontaal evenwichtsdraagvermogen	kN/m ²
k _{v;bot}	Verticaal beddingsgetal omlaag	kN/m ³
k _{v;top}	Verticaal beddingsgetal omhoog	kN/m ³
k _h	Horizontaal beddinggetal	kN/m ³
t _{max}	Maximale wrijving leiding-boorvloeistof	kN/m ²
d _{max}	Corresponderende verplaatsing bij mobilisatie maximale wrijving	mm

Verticaal nr.	q _{v;p} [kN/m ²]	q _{v;n} [kN/m ²]	q _{h;n} [kN/m ²]	q _{v;r;n} [kN/m ²]	q _{verkeer} [kN/m ²]	q _{v;e} [kN/m ²]
1	1139	91	22	30	0	7937
2	2060	135	18	24	0	11775
3	1634	170	14	19	0	7996
4	1903	205	14	19	0	9622
5	1848	198	14	19	0	9283
6	1832	196	15	20	0	9185
7	1855	199	15	20	0	9332
8	1984	216	15	20	0	10123
9	2094	231	15	20	0	10813
10	2116	233	15	21	0	10948
11	2098	231	15	21	0	10835
12	2062	226	16	21	0	10612
13	2064	227	16	21	0	10624
14	2070	227	15	21	0	10663
15	2059	226	16	21	0	10594
16	2054	225	16	21	0	10561
17	2048	224	16	21	0	10527
18	2042	224	16	21	0	10487
19	2072	228	16	21	0	10674
20	2079	229	15	21	0	10718
21	2139	237	15	21	0	11095
22	2144	237	15	21	0	11128
23	2156	239	15	21	0	11201
24	2867	338	15	20	0	15852
25	2907	344	15	20	0	16122
26	2946	350	15	20	0	16393
27	2947	350	15	20	0	16395
28	2947	350	15	20	0	16397
29	2947	350	15	20	0	16399
30	2948	350	15	20	0	16401
31	2948	350	15	20	2	16403
32	2951	350	15	20	2	16424
33	2956	351	15	20	2	16460
34	2907	344	15	20	0	16129
35	2908	344	15	20	0	16131
36	2900	343	15	20	0	16078
37	2859	337	15	20	0	15804
38	2784	326	15	20	0	15294
39	2626	304	15	20	0	14242
40	2393	271	14	20	0	12717

Verticaal nr.	q_v;p [kN/m ²]	q_v;n [kN/m ²]	q_h;n [kN/m ²]	q_v;r;n [kN/m ²]	q_verkeer [kN/m ²]	q_v;e [kN/m ²]
41	2117	233	14	19	0	10950
42	1861	200	14	19	0	9365
43	1668	175	14	18	0	8197
44	1429	145	13	18	0	6804
45	1801	115	13	17	0	10048
46	939	81	14	19	0	7061
47	290	47	35	47	0	4072

Verticaal nr.	q_h;e [kN/m ²]	k_v;bot [kN/m ³]	k_v;top [kN/m ³]	k_h [kN/m ³]	t_max [kN/m ²]	d_max [mm]
1	1445	517561	482690	362293	0,05	7,5
2	2060	637017	607727	445912	0,05	7,5
3	1634	301953	346093	211367	0,05	7,5
4	1903	333142	320497	233200	0,05	7,5
5	1848	326819	313970	228773	0,05	7,5
6	1832	324988	312079	227492	0,05	7,5
7	1855	327760	314942	229432	0,05	7,5
8	1984	342293	329928	239605	0,05	7,5
9	2094	354593	342584	248215	0,05	7,5
10	2116	356960	345017	249872	0,05	7,5
11	2098	354983	342985	248488	0,05	7,5
12	2062	351052	338943	245736	0,05	7,5
13	2064	351262	339160	245884	0,05	7,5
14	2070	351954	339871	246368	0,05	7,5
15	2059	350733	338615	245513	0,05	7,5
16	2054	350147	338012	245103	0,05	7,5
17	2048	349534	337382	244674	0,05	7,5
18	2042	348835	336663	244185	0,05	7,5
19	2072	352145	340067	246501	0,05	7,5
20	2079	352921	340865	247045	0,05	7,5
21	2139	359524	347652	251667	0,05	7,5
22	2144	360097	348240	252068	0,05	7,5
23	2156	361360	349537	252952	0,05	7,5
24	2867	435767	425627	305037	0,05	7,5
25	2907	439793	429729	307855	0,05	7,5
26	2946	443790	433800	310653	0,05	7,5
27	2947	443819	433830	310674	0,05	7,5
28	2947	443849	433860	310694	0,05	7,5
29	2947	443878	433890	310715	0,05	7,5
30	2948	443908	433920	310735	0,05	7,5
31	2948	443937	433950	310756	0,05	7,5
32	2951	444241	434260	310969	0,05	7,5
33	2956	444761	434789	311333	0,05	7,5
34	2907	439887	429825	307921	0,05	7,5
35	2908	439917	429855	307942	0,05	7,5
36	2900	439145	429069	307401	0,05	7,5
37	2859	435064	424911	304545	0,05	7,5
38	2784	427404	417103	299183	0,05	7,5
39	2626	411240	400608	287868	0,05	7,5
40	2393	386871	375694	270810	0,05	7,5
41	2117	356981	345038	249886	0,05	7,5
42	1861	328372	315574	229860	0,05	7,5
43	1668	305920	292343	214144	0,05	7,5
44	1429	277299	262553	194109	0,05	7,5
45	1801	585602	554183	409921	0,05	7,5
46	1298	487080	450352	340956	0,05	7,5
47	674	369033	322088	258323	0,05	7,5

Maximale grondspanning	:	$q_{v;n;max} = 351 \text{ kN/m}^2$
Maximale gereduceerde grondspanning (incl. verkeersbelastingen)	:	$q_{verkeer;max} = 47 \text{ kN/m}^2$
Maximale gereduceerde grondspanning	:	$q_{v;r;n;max} = 47 \text{ kN/m}^2$
Maximale verticale beddingsconstante (zonder veiligheidsfactor)		
alleen voor verticalen in diepe situatie	:	$k_{v;max} = 637017 \text{ kN/m}^3$
Maximale verticale beddingsconstante (veiligheidsfactor toegepast)		
alleen voor verticalen in diepe situatie	:	$k_{v;max} = 1274034 \text{ kN/m}^3$

4.11 Grondmechanische Parameters 1x160mm PE100 SDR11 (11): leiding no. 11

De volgende gegevens en uitgangspunten zijn gehanteerd voor de sterkteberekening:

Merk op: veiligheidsfactoren niet toegepast.

$q_{v;p}$	Passieve grondspanning	kN/m^2
$q_{v;n}$	Neutrale grondspanning	kN/m^2
$q_{h;n}$	Neutrale horizontale grondspanning	kN/m^2
$q_{v;r;n}$	Gereduceerde neutrale grondspanning	kN/m^2
$q_{verkeer}$	Verkeersbelasting	kN/m^2
$q_{v;e}$	Verticaal evenwichtsdraagvermogen	kN/m^2
$q_{h;e}$	Horizontaal evenwichtsdraagvermogen	kN/m^2
$k_{v;bot}$	Verticaal beddingsgetal omlaag	kN/m^3
$k_{v;top}$	Verticaal beddingsgetal omhoog	kN/m^3
k_h	Horizontaal beddinggetal	kN/m^3
t_{max}	Maximale wrijving leiding-boorvloeistof	kN/m^2
d_{max}	Corresponderende verplaatsing bij mobilisatie maximale wrijving	mm

Verticaal nr.	$q_{v;p}$ [kN/m ²]	$q_{v;n}$ [kN/m ²]	$q_{h;n}$ [kN/m ²]	$q_{v;r;n}$ [kN/m ²]	$q_{verkeer}$ [kN/m ²]	$q_{v;e}$ [kN/m ²]
1	1139	91	22	30	0	7937
2	2060	135	18	24	0	11775
3	1634	170	14	19	0	7996
4	1903	205	14	19	0	9622
5	1848	198	14	19	0	9283
6	1832	196	15	20	0	9185
7	1855	199	15	20	0	9332
8	1984	216	15	20	0	10123
9	2094	231	15	20	0	10813
10	2116	233	15	21	0	10948
11	2098	231	15	21	0	10835
12	2062	226	16	21	0	10612
13	2064	227	16	21	0	10624
14	2070	227	15	21	0	10663
15	2059	226	16	21	0	10594
16	2054	225	16	21	0	10561
17	2048	224	16	21	0	10527
18	2042	224	16	21	0	10487
19	2072	228	16	21	0	10674
20	2079	229	15	21	0	10718
21	2139	237	15	21	0	11095
22	2144	237	15	21	0	11128
23	2156	239	15	21	0	11201
24	2867	338	15	20	0	15852
25	2907	344	15	20	0	16122
26	2946	350	15	20	0	16393
27	2947	350	15	20	0	16395
28	2947	350	15	20	0	16397
29	2947	350	15	20	0	16399
30	2948	350	15	20	0	16401
31	2948	350	15	20	2	16403
32	2951	350	15	20	2	16424

Verticaal nr.	q_v;p [kN/m ²]	q_v;n [kN/m ²]	q_h;n [kN/m ²]	q_v;r;n [kN/m ²]	q_verkeer [kN/m ²]	q_v;e [kN/m ²]
33	2956	351	15	20	2	16460
34	2907	344	15	20	0	16129
35	2908	344	15	20	0	16131
36	2900	343	15	20	0	16078
37	2859	337	15	20	0	15804
38	2784	326	15	20	0	15294
39	2626	304	15	20	0	14242
40	2393	271	14	20	0	12717
41	2117	233	14	19	0	10950
42	1861	200	14	19	0	9365
43	1668	175	14	18	0	8197
44	1429	145	13	18	0	6804
45	1801	115	13	17	0	10048
46	939	81	14	19	0	7061
47	290	47	35	47	0	4072

Verticaal nr.	q_h;e [kN/m ²]	k_v;bot [kN/m ³]	k_v;top [kN/m ³]	k_h [kN/m ³]	t_max [kN/m ²]	d_max [mm]
1	1445	517561	482690	362293	0,05	7,5
2	2060	637017	607727	445912	0,05	7,5
3	1634	301953	346093	211367	0,05	7,5
4	1903	333142	320497	233200	0,05	7,5
5	1848	326819	313970	228773	0,05	7,5
6	1832	324988	312079	227492	0,05	7,5
7	1855	327760	314942	229432	0,05	7,5
8	1984	342293	329928	239605	0,05	7,5
9	2094	354593	342584	248215	0,05	7,5
10	2116	356960	345017	249872	0,05	7,5
11	2098	354983	342985	248488	0,05	7,5
12	2062	351052	338943	245736	0,05	7,5
13	2064	351262	339160	245884	0,05	7,5
14	2070	351954	339871	246368	0,05	7,5
15	2059	350733	338615	245513	0,05	7,5
16	2054	350147	338012	245103	0,05	7,5
17	2048	349534	337382	244674	0,05	7,5
18	2042	348835	336663	244185	0,05	7,5
19	2072	352145	340067	246501	0,05	7,5
20	2079	352921	340865	247045	0,05	7,5
21	2139	359524	347652	251667	0,05	7,5
22	2144	360097	348240	252068	0,05	7,5
23	2156	361360	349537	252952	0,05	7,5
24	2867	435767	425627	305037	0,05	7,5
25	2907	439793	429729	307855	0,05	7,5
26	2946	443790	433800	310653	0,05	7,5
27	2947	443819	433830	310674	0,05	7,5
28	2947	443849	433860	310694	0,05	7,5
29	2947	443878	433890	310715	0,05	7,5
30	2948	443908	433920	310735	0,05	7,5
31	2948	443937	433950	310756	0,05	7,5
32	2951	444241	434260	310969	0,05	7,5
33	2956	444761	434789	311333	0,05	7,5
34	2907	439887	429825	307921	0,05	7,5
35	2908	439917	429855	307942	0,05	7,5
36	2900	439145	429069	307401	0,05	7,5
37	2859	435064	424911	304545	0,05	7,5
38	2784	427404	417103	299183	0,05	7,5
39	2626	411240	400608	287868	0,05	7,5
40	2393	386871	375694	270810	0,05	7,5
41	2117	356981	345038	249886	0,05	7,5
42	1861	328372	315574	229860	0,05	7,5

Verticaal nr.	q _h ;e [kN/m ²]	k _v ;bot [kN/m ³]	k _v ;top [kN/m ³]	k _h [kN/m ³]	t _{max} [kN/m ²]	d _{max} [mm]
43	1668	305920	292343	214144	0,05	7,5
44	1429	277299	262553	194109	0,05	7,5
45	1801	585602	554183	409921	0,05	7,5
46	1298	487080	450352	340956	0,05	7,5
47	674	369033	322088	258323	0,05	7,5

Maximale grondspanning : q_v;n;max = 351 kN/m²
 Maximale gereduceerde grondspanning (incl. verkeersbelastingen) : q_{verkeer};max = 47 kN/m²
 Maximale gereduceerde grondspanning : q_v;r;n;max = 47 kN/m²
 Maximale verticale beddingsconstante (zonder veiligheidsfactor)
 alleen voor verticalen in diepe situatie : k_v;max = 637017 kN/m³
 Maximale verticale beddingsconstante (veiligheidsfactor toegepast)
 alleen voor verticalen in diepe situatie : k_v;max = 1274034 kN/m³

4.12 Grondmechanische Parameters 1x160mm PE100 SDR11 (12): leiding no. 12

De volgende gegevens en uitgangspunten zijn gehanteerd voor de sterkteberekening:

Merk op: veiligheidsfactoren niet toegepast.

q _v ;p	Passieve grondspanning	kN/m ²
q _v ;n	Neutrale grondspanning	kN/m ²
q _h ;n	Neutrale horizontale grondspanning	kN/m ²
q _v ;r;n	Gereduceerde neutrale grondspanning	kN/m ²
q _{verkeer}	Verkeersbelasting	kN/m ²
q _v ;e	Verticaal evenwichtsdraagvermogen	kN/m ²
q _h ;e	Horizontaal evenwichtsdraagvermogen	kN/m ²
k _v ;bot	Verticaal beddingsgetal omlaag	kN/m ³
k _v ;top	Verticaal beddingsgetal omhoog	kN/m ³
k _h	Horizontaal beddinggetal	kN/m ³
t _{max}	Maximale wrijving leiding-boorvloeistof	kN/m ²
d _{max}	Corresponderende verplaatsing bij mobilisatie maximale wrijving	mm

Verticaal nr.	q _v ;p [kN/m ²]	q _v ;n [kN/m ²]	q _h ;n [kN/m ²]	q _v ;r;n [kN/m ²]	q _{verkeer} [kN/m ²]	q _v ;e [kN/m ²]
1	1139	91	22	30	0	7937
2	2060	135	18	24	0	11775
3	1634	170	14	19	0	7996
4	1903	205	14	19	0	9622
5	1848	198	14	19	0	9283
6	1832	196	15	20	0	9185
7	1855	199	15	20	0	9332
8	1984	216	15	20	0	10123
9	2094	231	15	20	0	10813
10	2116	233	15	21	0	10948
11	2098	231	15	21	0	10835
12	2062	226	16	21	0	10612
13	2064	227	16	21	0	10624
14	2070	227	15	21	0	10663
15	2059	226	16	21	0	10594
16	2054	225	16	21	0	10561
17	2048	224	16	21	0	10527
18	2042	224	16	21	0	10487
19	2072	228	16	21	0	10674
20	2079	229	15	21	0	10718
21	2139	237	15	21	0	11095
22	2144	237	15	21	0	11128
23	2156	239	15	21	0	11201
24	2867	338	15	20	0	15852
25	2907	344	15	20	0	16122

Verticaal nr.	q_v;p [kN/m ²]	q_v;n [kN/m ²]	q_h;n [kN/m ²]	q_v;r;n [kN/m ²]	q_verkeer [kN/m ²]	q_v;e [kN/m ²]
26	2946	350	15	20	0	16393
27	2947	350	15	20	0	16395
28	2947	350	15	20	0	16397
29	2947	350	15	20	0	16399
30	2948	350	15	20	0	16401
31	2948	350	15	20	2	16403
32	2951	350	15	20	2	16424
33	2956	351	15	20	2	16460
34	2907	344	15	20	0	16129
35	2908	344	15	20	0	16131
36	2900	343	15	20	0	16078
37	2859	337	15	20	0	15804
38	2784	326	15	20	0	15294
39	2626	304	15	20	0	14242
40	2393	271	14	20	0	12717
41	2117	233	14	19	0	10950
42	1861	200	14	19	0	9365
43	1668	175	14	18	0	8197
44	1429	145	13	18	0	6804
45	1801	115	13	17	0	10048
46	939	81	14	19	0	7061
47	290	47	35	47	0	4072

Verticaal nr.	q_h;e [kN/m ²]	k_v;bot [kN/m ³]	k_v;top [kN/m ³]	k_h [kN/m ³]	t_max [kN/m ²]	d_max [mm]
1	1445	517561	482690	362293	0,05	7,5
2	2060	637017	607727	445912	0,05	7,5
3	1634	301953	346093	211367	0,05	7,5
4	1903	333142	320497	233200	0,05	7,5
5	1848	326819	313970	228773	0,05	7,5
6	1832	324988	312079	227492	0,05	7,5
7	1855	327760	314942	229432	0,05	7,5
8	1984	342293	329928	239605	0,05	7,5
9	2094	354593	342584	248215	0,05	7,5
10	2116	356960	345017	249872	0,05	7,5
11	2098	354983	342985	248488	0,05	7,5
12	2062	351052	338943	245736	0,05	7,5
13	2064	351262	339160	245884	0,05	7,5
14	2070	351954	339871	246368	0,05	7,5
15	2059	350733	338615	245513	0,05	7,5
16	2054	350147	338012	245103	0,05	7,5
17	2048	349534	337382	244674	0,05	7,5
18	2042	348835	336663	244185	0,05	7,5
19	2072	352145	340067	246501	0,05	7,5
20	2079	352921	340865	247045	0,05	7,5
21	2139	359524	347652	251667	0,05	7,5
22	2144	360097	348240	252068	0,05	7,5
23	2156	361360	349537	252952	0,05	7,5
24	2867	435767	425627	305037	0,05	7,5
25	2907	439793	429729	307855	0,05	7,5
26	2946	443790	433800	310653	0,05	7,5
27	2947	443819	433830	310674	0,05	7,5
28	2947	443849	433860	310694	0,05	7,5
29	2947	443878	433890	310715	0,05	7,5
30	2948	443908	433920	310735	0,05	7,5
31	2948	443937	433950	310756	0,05	7,5
32	2951	444241	434260	310969	0,05	7,5
33	2956	444761	434789	311333	0,05	7,5
34	2907	439887	429825	307921	0,05	7,5
35	2908	439917	429855	307942	0,05	7,5

Verticaal nr.	q _{h,e} [kN/m ²]	k _{v;bot} [kN/m ³]	k _{v;top} [kN/m ³]	k _h [kN/m ³]	t _{max} [kN/m ²]	d _{max} [mm]
36	2900	439145	429069	307401	0,05	7,5
37	2859	435064	424911	304545	0,05	7,5
38	2784	427404	417103	299183	0,05	7,5
39	2626	411240	400608	287868	0,05	7,5
40	2393	386871	375694	270810	0,05	7,5
41	2117	356981	345038	249886	0,05	7,5
42	1861	328372	315574	229860	0,05	7,5
43	1668	305920	292343	214144	0,05	7,5
44	1429	277299	262553	194109	0,05	7,5
45	1801	585602	554183	409921	0,05	7,5
46	1298	487080	450352	340956	0,05	7,5
47	674	369033	322088	258323	0,05	7,5

Maximale grondspanning : q_{v;n};max = 351 kN/m²
 Maximale gereduceerde grondspanning (incl. verkeersbelastingen) : q_{verkeer};max = 47 kN/m²
 Maximale gereduceerde grondspanning : q_{v;r;n};max = 47 kN/m²
 Maximale verticale beddingsconstante (zonder veiligheidsfactor)
 alleen voor verticalen in diepe situatie : k_v;max = 637017 kN/m³
 Maximale verticale beddingsconstante (veiligheidsfactor toegepast)
 alleen voor verticalen in diepe situatie : k_v;max = 1274034 kN/m³

4.13 Young's Modulus per Laag per Verticaal

Laag nummer	Materiaalnaam	Bepalingstype
5	Clay, sl san, moderate	Berekend met E100
4	Clay, sl silty, moderate	Berekend met E100
3	Clay, sl san, moderate	Berekend met E100
2	Sand/gravel, sl silty	Berekend met E100
1	Marl	Berekend met E100

Laag nummer	Verticaal 1 (L=20 m)		Verticaal 2 (L=30 m)		Verticaal 3 (L=40 m)	
	E-top [MPa]	E-onder [MPa]	E-top [MPa]	E-onder [MPa]	E-top [MPa]	E-onder [MPa]
5	0,000	3,565	0,000	3,987	0,000	3,926
4	3,565	4,204	3,987	4,610	3,926	4,552
3	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.
2	98,707	135,582	104,558	139,825	103,728	139,131
1	61,628	104,603	63,557	105,776	63,241	105,612

Laag nummer	Verticaal 4 (L=50 m)		Verticaal 5 (L=60 m)		Verticaal 6 (L=70 m)	
	E-top [MPa]	E-onder [MPa]	E-top [MPa]	E-onder [MPa]	E-top [MPa]	E-onder [MPa]
5	0,000	3,631	0,000	1,570	n.v.t.	n.v.t.
4	3,631	4,268	1,570	2,330	0,000	0,493
3	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.
2	99,633	136,029	68,253	114,956	25,840	95,934
1	61,831	104,799	52,253	99,476	43,607	95,247

Laag nummer	Verticaal 7 (L=80 m)		Verticaal 8 (L=90 m)		Verticaal 9 (L=100 m)	
	E-top [MPa]	E-onder [MPa]	E-top [MPa]	E-onder [MPa]	E-top [MPa]	E-onder [MPa]
5	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.
4	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.
3	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.
2	0,000	80,391	0,000	77,523	0,000	76,918
1	36,541	92,256	35,238	91,777	34,963	91,701

Laag nummer	Verticaal 10 (L=110 m)		Verticaal 11 (L=120 m)		Verticaal 12 (L=130 m)	
	E-top [MPa]	E-onder [MPa]	E-top [MPa]	E-onder [MPa]	E-top [MPa]	E-onder [MPa]
5	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.
4	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.
3	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.
2	0,000	70,710	0,000	63,639	0,000	57,951
1	32,141	90,692	28,927	89,633	26,341	88,862

Laag nummer	Verticaal 13 (L=140 m)		Verticaal 14 (L=150 m)		Verticaal 15 (L=160 m)	
	E-top [MPa]	E-onder [MPa]	E-top [MPa]	E-onder [MPa]	E-top [MPa]	E-onder [MPa]
5	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.
4	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.
3	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.
2	0,000	57,992	0,000	58,637	0,000	56,868
1	26,360	88,898	26,653	89,016	25,849	88,808

Laag nummer	Verticaal 16 (L=170 m)		Verticaal 17 (L=180 m)		Verticaal 18 (L=190 m)	
	E-top [MPa]	E-onder [MPa]	E-top [MPa]	E-onder [MPa]	E-top [MPa]	E-onder [MPa]
5	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.
4	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.
3	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.
2	0,000	55,881	0,000	54,841	0,000	53,667
1	25,400	88,709	24,928	88,605	24,394	88,487

Laag nummer	Verticaal 19 (L=200 m)		Verticaal 20 (L=210 m)		Verticaal 21 (L=220 m)	
	E-top [MPa]	E-onder [MPa]	E-top [MPa]	E-onder [MPa]	E-top [MPa]	E-onder [MPa]
5	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.
4	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.
3	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.
2	0,000	57,762	0,000	58,517	0,000	66,130
1	26,256	89,048	26,599	89,180	30,059	90,302

Laag nummer	Verticaal 22 (L=230 m)		Verticaal 23 (L=240 m)		Verticaal 24 (L=250 m)	
	E-top [MPa]	E-onder [MPa]	E-top [MPa]	E-onder [MPa]	E-top [MPa]	E-onder [MPa]
5	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.
4	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.
3	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	0,000	1,939
2	0,000	66,577	0,000	67,785	60,849	128,779
1	30,262	90,399	30,812	90,614	58,536	103,409

Laag nummer	Verticaal 25 (L=260 m)		Verticaal 26 (L=270 m)		Verticaal 27 (L=280 m)	
	E-top [MPa]	E-onder [MPa]	E-top [MPa]	E-onder [MPa]	E-top [MPa]	E-onder [MPa]
5	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.
4	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.
3	0,000	2,225	0,000	2,503	0,000	2,503
2	66,320	131,373	71,373	133,918	71,373	133,840
1	59,715	104,107	60,872	104,800	60,836	104,805

Laag nummer	Verticaal 28 (L=290 m)		Verticaal 29 (L=300 m)		Verticaal 30 (L=310 m)	
	E-top [MPa]	E-onder [MPa]	E-top [MPa]	E-onder [MPa]	E-top [MPa]	E-onder [MPa]
5	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.
4	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.
3	0,000	2,503	0,000	2,503	0,000	2,503
2	71,373	133,763	71,373	133,685	71,373	133,607

Laag nummer	Verticaal 28 (L=290 m)		Verticaal 29 (L=300 m)		Verticaal 30 (L=310 m)	
	E-top [MPa]	E-onder [MPa]	E-top [MPa]	E-onder [MPa]	E-top [MPa]	E-onder [MPa]
1	60,801	104,810	60,766	104,815	60,731	104,820

Laag nummer	Verticaal 31 (L=320 m)		Verticaal 32 (L=330 m)		Verticaal 33 (L=340 m)	
	E-top [MPa]	E-onder [MPa]	E-top [MPa]	E-onder [MPa]	E-top [MPa]	E-onder [MPa]
5	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.
4	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.
3	0,000	2,503	0,000	2,522	0,000	2,555
2	71,373	133,530	71,711	133,633	72,311	133,879
1	60,695	104,826	60,742	104,878	60,854	104,968

Laag nummer	Verticaal 34 (L=350 m)		Verticaal 35 (L=360 m)		Verticaal 36 (L=370 m)	
	E-top [MPa]	E-onder [MPa]	E-top [MPa]	E-onder [MPa]	E-top [MPa]	E-onder [MPa]
5	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.
4	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.
3	0,000	2,213	0,000	2,213	0,000	2,213
2	66,092	130,545	66,092	130,465	66,092	130,386
1	59,339	104,123	59,302	104,128	59,266	104,133

Laag nummer	Verticaal 37 (L=380 m)		Verticaal 38 (L=390 m)		Verticaal 39 (L=400 m)	
	E-top [MPa]	E-onder [MPa]	E-top [MPa]	E-onder [MPa]	E-top [MPa]	E-onder [MPa]
5	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.
4	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.
3	0,000	2,213	0,000	2,213	0,000	1,887
2	66,092	130,306	66,092	130,227	59,827	127,080
1	59,230	104,138	59,194	104,144	57,764	103,363

Laag nummer	Verticaal 40 (L=410 m)		Verticaal 41 (L=420 m)		Verticaal 42 (L=430 m)	
	E-top [MPa]	E-onder [MPa]	E-top [MPa]	E-onder [MPa]	E-top [MPa]	E-onder [MPa]
5	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.
4	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.
3	0,000	1,273	0,000	0,568	0,000	0,403
2	46,783	121,401	28,251	115,442	22,810	114,141
1	55,182	101,969	52,474	100,556	51,882	100,276

Laag nummer	Verticaal 43 (L=440 m)		Verticaal 44 (L=450 m)		Verticaal 45 (L=460 m)	
	E-top [MPa]	E-onder [MPa]	E-top [MPa]	E-onder [MPa]	E-top [MPa]	E-onder [MPa]
5	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.
4	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.
3	0,000	1,170	0,000	1,834	0,000	2,213
2	44,386	120,239	58,766	126,174	66,092	129,668
1	54,654	101,763	57,352	103,263	58,940	104,180

Laag nummer	Verticaal 46 (L=470 m)		Verticaal 47 (L=480 m)	
	E-top [MPa]	E-onder [MPa]	E-top [MPa]	E-onder [MPa]
5	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.
4	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.
3	0,000	2,213	0,000	2,213
2	66,092	129,588	66,092	129,508
1	58,904	104,185	58,867	104,190

5 Gegevens voor Sterkteberekening

5.1 Algemene Gegevens

Aantal leidingen in bundel	:	Npipes = 12 [-]
Diameter leiding	:	Do = 160,00 mm
Nominale wanddikte	:	t = 14,50 mm
Volumegewicht leidingmateriaal	:	gamma_s = 9,54 kN/m ³
Diameter leiding	:	Do = 160,00 mm
Nominale wanddikte	:	t = 14,50 mm
Volumegewicht leidingmateriaal	:	gamma_s = 9,54 kN/m ³
Diameter leiding	:	Do = 160,00 mm
Nominale wanddikte	:	t = 14,50 mm
Volumegewicht leidingmateriaal	:	gamma_s = 9,54 kN/m ³
Diameter leiding	:	Do = 160,00 mm
Nominale wanddikte	:	t = 14,50 mm
Volumegewicht leidingmateriaal	:	gamma_s = 9,54 kN/m ³
Diameter leiding	:	Do = 160,00 mm
Nominale wanddikte	:	t = 14,50 mm
Volumegewicht leidingmateriaal	:	gamma_s = 9,54 kN/m ³
Diameter leiding	:	Do = 160,00 mm
Nominale wanddikte	:	t = 14,50 mm
Volumegewicht leidingmateriaal	:	gamma_s = 9,54 kN/m ³
Diameter leiding	:	Do = 160,00 mm
Nominale wanddikte	:	t = 14,50 mm
Volumegewicht leidingmateriaal	:	gamma_s = 9,54 kN/m ³
Diameter leiding	:	Do = 160,00 mm
Nominale wanddikte	:	t = 14,50 mm
Volumegewicht leidingmateriaal	:	gamma_s = 9,54 kN/m ³
Diameter leiding	:	Do = 160,00 mm
Nominale wanddikte	:	t = 14,50 mm
Volumegewicht leidingmateriaal	:	gamma_s = 9,54 kN/m ³
Diameter leiding	:	Do = 160,00 mm
Nominale wanddikte	:	t = 14,50 mm
Volumegewicht leidingmateriaal	:	gamma_s = 9,54 kN/m ³
Equivalent diameter leiding	:	Do = 911,06 mm
Equivalent nominale wanddikte	:	t = 28,69 mm
Equivalent volumegewicht leidingmateriaal	:	gamma_s = 9,54 kN/m ³
Maximale verticale beddingsconstante (zonder veiligheidsfactor)	:	k_v,max = 180321 kN/m ³
Volumegewicht boorvloeistof	:	gamma_b = 11,50 kN/m ³
Kromtestraal op rollenbaan (intrekboog)	:	Rrol = 100,000 m

Wrijvingscoëfficiënt leiding/rollenbaan	:	$f_1 = 0,10$
Wrijving tussen leiding en boorvloeistof	:	$f_2 = 0,000050 \text{ N/mm}^2$
Wrijvingscoëfficiënt leiding/grond	:	$f_3 = 0,20$

5.2 Ballasten Leiding

Het opdrijvend vermogen van de productbuis in de boorvloeistof heeft invloed op de wrijving tussen de grond en de leiding. Door het ballasten van de leiding neemt de opwaartse kracht van de leiding in de boorvloeistof af. Bij een optimaal vullingpercentage is de wrijvingskracht tussen de leiding en de wand van het boorgat minimaal

Bij een vulling percentage van 100% ontstaat het volgende resulterende gewicht.

Opwaartse kracht	:	283	[kg/m]
Gewicht productbuis (inclusief vulling)	:	242	[kg/m]

Resultaat	:	41	[kg/m] (Leiding beweegt opwaarts)

5.3 Trekkraftberekening

Tijdens het intrekken van de leiding door het boorgat ondervindt de buis een wrijving die is opgebouwd uit:

- wrijving tussen buis en rollenbaan ($f_1 = 0,10$)
- wrijving tussen buis en boorvloeistof ($f_2 = 0,000050 \text{ [N/mm}^2\text{]}$)
- wrijving tussen buis en grond ($f_3 = 0,20$)

Door het optreden van wrijving tijdens het intrekken ontstaat een trekkraft in de leiding.
De pijpleiding wordt van links naar rechts ingetrokken.

Bij het berekenen van de trekkrachten wordt rekening gehouden met het feit dat de lengte van de buis op de rollenbaan afneemt naarmate de doortrekoperatie vordert. Bij het berekenen van de trekkraft wordt uitgegaan van een stabiel boorgat.

Karakteristieke punten	Lengte leiding in gat (m)	Karakteristieke waarde voor de trekkraft (kN)
T1	0	118
T2	44	117
T3	128	124
T4	366	121
T5	450	128
T6	496	128

De berekende waarden van de trekkraft zijn karakteristieke waarden waarop nog een totaal factor voor stochastische variatie en modelonzekerheid (f) van tenminste 1.4 moet worden toegepast in de sterkte berekening, volgens art. E.1.2.1 van NEN 3650-1:2012. In de sterkteberekening (volgend hoofdstuk) is een factor van 3,00 gebruikt en een belasting factor van 1,00.

6 Sterkteberekening van 1x160mm PE100 SDR11 (1): leiding no. 1

6.1 Materiaalgegevens van 1x160mm PE100 SDR11 (1): leiding no. 1

De volgende gegevens en uitgangspunten zijn gehanteerd voor de sterkteberekening:

Leiding materiaal	: Polyetheen PE100
Buiten- diameter	: $D_o = 160,00 \text{ mm}$
Nominale wanddikte	: $t = 14,50 \text{ mm}$
Ontwerpdruk	: $p_d = 0,00 \text{ bar}$
Test druk	: $p_t = 0,00 \text{ bar}$
Temperatuur variatie	: $\Delta t = 0,00 \text{ deg Celcius}$
Lengte leiding	: $L = 496 \text{ m}$
Elasticiteitsmodulus (kort)	: $E = 975 \text{ N/mm}^2$
Elasticiteitsmodulus (lang)	: $E = 350 \text{ N/mm}^2$
Toelaatbare spanning (kort)	: $S = 10 \text{ N/mm}^2$
Toelaatbare spanning (lang)	: $S = 8 \text{ N/mm}^2$
Importantie factor (S)	: $S = 1,00$
Volumegegewicht leidingmateriaal	: $\gamma_s = 9,54 \text{ kN/m}^3$
Opleghoek	: $\beta = 30 \text{ graden}$
Belastingshoek	: $\alpha = 30 \text{ graden}$
Momentcoëfficiënt grond top (indirect)	: $k_t' = 0,078$
Momentcoëfficiënt grond bodem (indirect)	: $k_b' = 0,179$
Momentcoëfficiënt grond top (direct)	: $k_t = 0,257$
Momentcoëfficiënt bodem (direct)	: $k_b = 0,257$
Deflectiecoëfficiënt (indirect)	: $k_y' = 0,071$
Deflectiecoëfficiënt (direct)	: $k_y = 0,143$
Maximale gereduc. vert. grondbelasting (zonder veiligheidsfactor)	: $q_{v;r;n;\max} = 47 \text{ kN/m}^2$
Verkeersbelasting (zonder veiligheidsfactor)	: $q_v = 0 \text{ kN/m}^2$
Maximale verticale beddingsconstante (zonder veiligheidsfactor)	: $k_{v;\max} = 637017 \text{ kN/m}^3$
Gebruikte straal (exclusief veiligheidsfactoren)	: $R_{\min} = 300,000 \text{ m}$
Belastingsfactor aanlegbelasting	: $f_{\text{install}} = 1,00$
Belastingsfactor gereduc. neut. grondspan. $q_{n;r}$	: $f_{Q_{nr}} = 1,50$
Belastingsfactor ontwerpdruk	: $f_{pd} = 1,00$
Belastingsfactor ontwerpdruk (combinatie)	: $f_{pd;\text{comb}} = 1,00$
Belastingsfactor testdruk	: $f_{pt} = 1,00$
Belastingsfactor temperatuur	: $f_{\text{temp}} = 1,10$
Belastingsfactor verkeersbelasting	: $f_v = 1,35$
Onzekerheidsfactor kromte straal	: $f_R = 1,10$
Onzekerheidsfactor beddingsconstante	: $f_{kv} = 2,00$
Onzekerheidsfactor buigend moment	: $f_k = 1,40$
Totaalfactor op trekkracht voor stoch. varia. en modelonzekerheid	: $f = 3,00$
Lineaire uitzettingscoëfficiënt gemiddeld tussen t_1 en t_2	: $\alpha_g = 0,0001800 \text{ mm/mmK}$

6.2 Resultaten Sterkteberekening van 1x160mm PE100 SDR11 (1): leiding no. 1

Voor de berekening worden 5 belasting fasen onderscheiden:

- Belasting combinatie 1A: begin trekoperatie
- Belasting combinatie 1B: einde van trekoperatie
- Belasting combinatie 2: intern op druk brengen
- Belasting combinatie 3: bedrijfsfase, niet op druk
- Belasting combinatie 4: bedrijfsfase, op druk

De wanddikte is 14,5 mm. Hierna wordt door middel van een berekening conform NEN 3650 serie aangetoond dat deze wanddikte voldoet

6.2.1 Belasting Combinatie 1A: Begin Trekoperatie

Axiale spanning:

$\sigma_b = M_b/W_b = f_k \cdot E \cdot I_b / (R_{rol} \cdot W_b)$	=	1,09	N/mm ²
$\sigma_t = f \cdot f_{install} \cdot T_1/A = f \cdot f_{install} (L_{rol} \cdot Q \cdot f_1)/A$	=	4,44	N/mm ²
Maximale axiale spanning $\sigma_{a,max}$	=	5,15	N/mm ²
De tangentele spanning is in deze fase verwaarloosbaar.			

6.2.2 Belasting Combinatie 1B: Einde Trekoperatie

Axiale spanning:

$\sigma_b = M_b/W_b = f_k \cdot E \cdot I_b / (R_{min} \cdot W_b)$	=	0,36	N/mm ²
$\sigma_t = f \cdot f_{install} \cdot T_{max}/A$	=	4,81	N/mm ²
Maximale axiale spanning $\sigma_{a,max}$	=	5,05	N/mm ²

Tangentele spanning:

Belasting q_r op de leiding ten gevolge van grondreactie bij bochten (volgens NEN 3650-1 katern-5 D3.3):

$$q_r = k_v \cdot y = (0.322 \cdot \lambda^2 \cdot E \cdot I) / (D_o \cdot R / f_R)$$

$\lambda = (f_k \cdot k_v \cdot D_o / (4 \cdot E \cdot I))^{0.25}$	=	7,4E-3	1/mm
q_r	=	0,0069	N/mm ²
$\sigma_{qr} = k' \cdot q_r \cdot (r_g/W_w) \cdot D_o$	=	0,41	N/mm ²
Maximale tangentele spanning $\sigma_{t,max}$	=	0,27	N/mm ²

6.2.3 Belasting Combinatie 2: Intern op Druk Brengen

Ten gevolge van inwendige druk :

$\sigma_{py} = f_{pd} \cdot p_d \cdot ((r_u^2 + r_i^2) / (r_u^2 - r_i^2))$	=	0,00	N/mm ²
$\sigma_{px} = 0.5 \cdot \sigma_{py}$	=	0,00	N/mm ²
$\sigma_{ptest} = f_{pt} \cdot p_t \cdot ((r_u^2 + r_i^2) / (r_u^2 - r_i^2))$	=	0,00	N/mm ²

6.2.4 Belasting Combinatie 3: Bedrijfstoestand in Drukloze Situatie

Axiale spanning:

$\sigma_b = M_b/W_b = f_k \cdot E \cdot I_b / (R_{min} \cdot W_b)$	=	0,13	N/mm ²
Maximale axiale spanning $\sigma_{a,max}$	=	0,08	N/mm ²

Tangentele spanning:

$\sigma_{qr} = k' \cdot q_r \cdot (r_g/W_w) \cdot D_o$	=	0,25	N/mm ²
$\sigma_{qn} = k \cdot q_n \cdot (r_g/W_w) \cdot D_o$	=	5,96	N/mm ²
Maximale tangentele spanning $\sigma_{t,max}$	=	4,04	N/mm ²

6.2.5 Belasting Combinatie 4: Bedrijfstoestand met Inwendige Druk

Axiale spanning:

$$\sigma_b = M_b/W_b = f_k \cdot E \cdot I_b / (R_{min} \cdot W_b) = 0,13 \text{ N/mm}^2$$

Ten gevolge van inwendige druk :

$$\sigma_{py} = f_{pd} \cdot p_d \cdot ((r_u^2 + r_i^2)/(r_u^2 - r_i^2)) = 0,00 \text{ N/mm}^2$$

$$\sigma_{px} = 0,5 \cdot \sigma_{py} = 0,00 \text{ N/mm}^2$$

$$\sigma_{ptest} = f_{pt} \cdot p_t \cdot ((r_u^2 + r_i^2)/(r_u^2 - r_i^2)) = 0,00 \text{ N/mm}^2$$

$$\sigma_{Temp} = dt \cdot \gamma_t \cdot \alpha_g \cdot E = 0,00 \text{ N/mm}^2$$

$$\text{Maximale axiale spanning } \sigma_{a,max} = 0,08 \text{ N/mm}^2$$

Tangentiele spanning:

$$\sigma_{qr} = k' \cdot q_r \cdot (r_g/W_w) \cdot D_o = 0,25 \text{ N/mm}^2$$

$$\sigma_{qn} = k \cdot q_n \cdot (r_g/W_w) \cdot D_o = 5,96 \text{ N/mm}^2$$

$$\text{'Rerounding'-factor } F_{rr} = 1,000$$

$$\text{'Rerounding'-factor } F'_{rr} = 1,000$$

$$\sigma_{t,max} = \sigma_{py} + ((F'_{rr} \cdot \sigma_{qr}) + (F_{rr} \cdot \sigma_{qn}))$$

$$\text{Maximale tangentielle spanning } \sigma_{t,max} = 4,04 \text{ N/mm}^2$$

6.3 Controle van de Berekende Spanningen van 1x160mm PE100 SDR11 (1): leiding no. 1

Belasting combinatie 1

- $\sigma_{AxMax} < \text{ShortStrength} \cdot \text{DamageFactor}$
- $\sigma_{TanMax} < \text{ShortStrength} \cdot \text{DamageFactor}$

Belasting combinatie 2

- $\sigma_{ptest} < \text{ShortStrength} \cdot \text{DamageFactor}$
- $\sigma_{py} < \text{LongStrength} \cdot \text{DamageFactor}$

Belasting combinatie 3

- $\sigma_{AxMax} < \text{LongStrength} \cdot \text{DamageFactor}$
- $\sigma_{TanMax} < \text{LongStrength} \cdot \text{DamageFactor}$

Belasting combinatie 4

- $\sigma_{AxMax} < \text{LongStrength} \cdot \text{DamageFactor}$
- $\sigma_{TanMax} < \text{LongStrength} \cdot \text{DamageFactor}$

Voor alle spanningssituaties zijn de spanningen toelaatbaar.

	Max toelaatbare spanning [N/mm ²]	Spannings combinatie 1A	Spannings combinatie 1B	Spannings combinatie 2	Spannings combinatie 3	Spannings combinatie 4
Sigma _p test	10,00 (kort)	-	-	0,00	-	-
Sigma _{py}	8,00 (lang)	-	-	0,00	-	-
Sigma _{axiaal}	10,00 (kort)	5,15	5,05	-	-	-
Sigma _{axiaal}	8,00 (lang)	-	-	-	0,08	0,08
Sigma _{tang...}	10,00 (kort)	-	0,27	-	-	-
Sigma _{tang...}	8,00 (lang)	-	-	-	4,04	4,04

Spanningen in de leiding [N/mm²]

De deflectie van de leiding is 4,1 mm (2,59% x Do). De maximaal toelaatbare deflectie van de leiding is 12,8 mm (8,00% x S x Do). De deflectie is toelaatbaar.

De maximaal toelaatbare deflectie bij inspectie ('piggability') is 8,0 mm (5,00% x Do). De deflectie is toelaatbaar.

6.4 Toetsing op Implosie van 1x160mm PE100 SDR11 (1): leiding no. 1

Tijdens het intrekken wordt de leiding belast door de heersende bentonietdruk. De hoogste minimaal benodigde druk tijdens het intrekken is gelijk aan 314 kN/m², dit is kleiner dan de toelaatbare alzijdige uitwendige druk van 1532 kN/m².

Omdat de leiding tijdens dit intrekken geheel gevuld is met vloeistof geeft dit een tegendruk van 239 kN/m². De maximaal toelaatbare druk wordt dan 1771 kN/m².

Tijdens de bedrijfstoestand wordt de leiding belast door de heersende waterdruk. De uitwendige waterdruk op de leiding is gelijk aan 237 kN/m², dit is groter dan de toelaatbare alzijdige uitwendige druk van 275 kN/m².

7 Sterkteberekening van 1x160mm PE100 SDR11 (2): leiding no. 2

7.1 Materiaalgegevens van 1x160mm PE100 SDR11 (2): leiding no. 2

De volgende gegevens en uitgangspunten zijn gehanteerd voor de sterkteberekening:

Leiding materiaal	: Polyetheen PE100
Buiten- diameter	: $D_o = 160,00$ mm
Nominale wanddikte	: $t = 14,50$ mm
Ontwerpdruk	: $p_d = 0,00$ bar
Test druk	: $p_t = 0,00$ bar
Temperatuur variatie	: $\Delta t = 0,00$ deg Celcius
Lengte leiding	: $L = 496$ m
Elasticiteitsmodulus (kort)	: $E = 975$ N/mm ²
Elasticiteitsmodulus (lang)	: $E = 350$ N/mm ²
Toelaatbare spanning (kort)	: $S = 10$ N/mm ²
Toelaatbare spanning (lang)	: $S = 8$ N/mm ²
Importantie factor (S)	: $S = 1,00$
Volumegegewicht leidingmateriaal	: $\gamma_s = 9,54$ kN/m ³
Opleghoek	: $\beta = 30$ graden
Belastingshoek	: $\alpha = 30$ graden
Momentcoëfficiënt grond top (indirect)	: $k_t' = 0,078$
Momentcoëfficiënt grond bodem (indirect)	: $k_b' = 0,179$
Momentcoëfficiënt grond top (direct)	: $k_t = 0,257$
Momentcoëfficiënt bodem (direct)	: $k_b = 0,257$
Deflectiecoëfficiënt (indirect)	: $k_y' = 0,071$
Deflectiecoëfficiënt (direct)	: $k_y = 0,143$
Maximale gereduc. vert. grondbelasting (zonder veiligheidsfactor)	: $q_{v;r;n,max} = 47$ kN/m ²
Verkeersbelasting (zonder veiligheidsfactor)	: $q_v = 0$ kN/m ²
Maximale verticale beddingsconstante (zonder veiligheidsfactor)	: $k_{v,max} = 637017$ kN/m ³
Gebruikte straal (exclusief veiligheidsfactoren)	: $R_{min} = 300,000$ m
Belastingsfactor aanlegbelasting	: $f_{install} = 1,00$
Belastingsfactor gereduc. neut. grondspan. $q_{n;r}$	: $f_{Qnr} = 1,50$
Belastingsfactor ontwerpdruk	: $f_{pd} = 1,00$
Belastingsfactor ontwerpdruk (combinatie)	: $f_{pd;comb} = 1,00$
Belastingsfactor testdruk	: $f_{pt} = 1,00$
Belastingsfactor temperatuur	: $f_{temp} = 1,10$
Belastingsfactor verkeersbelasting	: $f_v = 1,35$
Onzekerheidsfactor kromte straal	: $f_R = 1,10$
Onzekerheidsfactor beddingsconstante	: $f_{kv} = 2,00$
Onzekerheidsfactor buigend moment	: $f_k = 1,40$
Totaalfactor op trekkracht voor stoch. varia. en modelonzekerheid	: $f = 3,00$
Lineaire uitzettingscoëfficiënt gemiddeld tussen t_1 en t_2	: $\alpha_g = 0,0001800$ mm/mmK

7.2 Resultaten Sterkteberekening van 1x160mm PE100 SDR11 (2): leiding no. 2

Voor de berekening worden 5 belasting fasen onderscheiden:

- Belasting combinatie 1A: begin trekoperatie
- Belasting combinatie 1B: einde van trekoperatie
- Belasting combinatie 2: intern op druk brengen
- Belasting combinatie 3: bedrijfsfase, niet op druk
- Belasting combinatie 4: bedrijfsfase, op druk

De wanddikte is 14,5 mm. Hierna wordt door middel van een berekening conform NEN 3650 serie aangetoond dat deze wanddikte voldoet

7.2.1 Belasting Combinatie 1A: Begin Trekoperatie

Axiale spanning:

$\sigma_b = M_b/W_b = f_k \cdot E \cdot I_b / (R_{rol} \cdot W_b)$	=	1,09	N/mm ²
$\sigma_t = f \cdot f_{install} \cdot T_1/A = f \cdot f_{install} (L_{rol} \cdot Q \cdot f_1)/A$	=	4,44	N/mm ²
Maximale axiale spanning $\sigma_{a,max}$	=	5,15	N/mm ²
De tangentele spanning is in deze fase verwaarloosbaar.			

7.2.2 Belasting Combinatie 1B: Einde Trekoperatie

Axiale spanning:

$\sigma_b = M_b/W_b = f_k \cdot E \cdot I_b / (R_{min} \cdot W_b)$	=	0,36	N/mm ²
$\sigma_t = f \cdot f_{install} \cdot T_{max}/A$	=	4,81	N/mm ²
Maximale axiale spanning $\sigma_{a,max}$	=	5,05	N/mm ²

Tangentele spanning:

Belasting q_r op de leiding ten gevolge van grondreactie bij bochten (volgens NEN 3650-1 katern-5 D3.3):

$$q_r = k_v \cdot y = (0.322 \cdot \lambda^2 \cdot E \cdot I) / (D_o \cdot R / f_R)$$

$\lambda = (f_k \cdot k_v \cdot D_o / (4 \cdot E \cdot I))^{0.25}$	=	7,4E-3	1/mm
q_r	=	0,0069	N/mm ²
$\sigma_{qr} = k' \cdot q_r \cdot (r_g/W_w) \cdot D_o$	=	0,41	N/mm ²
Maximale tangentele spanning $\sigma_{t,max}$	=	0,27	N/mm ²

7.2.3 Belasting Combinatie 2: Intern op Druk Brengen

Ten gevolge van inwendige druk :

$\sigma_{py} = f_{pd} \cdot p_d \cdot ((r_u^2 + r_i^2) / (r_u^2 - r_i^2))$	=	0,00	N/mm ²
$\sigma_{px} = 0.5 \cdot \sigma_{py}$	=	0,00	N/mm ²
$\sigma_{ptest} = f_{pt} \cdot p_t \cdot ((r_u^2 + r_i^2) / (r_u^2 - r_i^2))$	=	0,00	N/mm ²

7.2.4 Belasting Combinatie 3: Bedrijfstoestand in Drukloze Situatie

Axiale spanning:

$\sigma_b = M_b/W_b = f_k \cdot E \cdot I_b / (R_{min} \cdot W_b)$	=	0,13	N/mm ²
Maximale axiale spanning $\sigma_{a,max}$	=	0,08	N/mm ²

Tangentele spanning:

$\sigma_{qr} = k' \cdot q_r \cdot (r_g/W_w) \cdot D_o$	=	0,25	N/mm ²
$\sigma_{qn} = k \cdot q_n \cdot (r_g/W_w) \cdot D_o$	=	5,96	N/mm ²
Maximale tangentele spanning $\sigma_{t,max}$	=	4,04	N/mm ²

7.2.5 Belasting Combinatie 4: Bedrijfstoestand met Inwendige Druk

Axiale spanning:

$$\sigma_b = M_b/W_b = f_k \cdot E \cdot I_b / (R_{min} \cdot W_b) = 0,13 \text{ N/mm}^2$$

Ten gevolge van inwendige druk :

$$\sigma_{py} = f_{pd} \cdot p_d \cdot ((r_u^2 + r_i^2)/(r_u^2 - r_i^2)) = 0,00 \text{ N/mm}^2$$

$$\sigma_{px} = 0,5 \cdot \sigma_{py} = 0,00 \text{ N/mm}^2$$

$$\sigma_{ptest} = f_{pt} \cdot p_t \cdot ((r_u^2 + r_i^2)/(r_u^2 - r_i^2)) = 0,00 \text{ N/mm}^2$$

$$\sigma_{Temp} = dt \cdot \gamma_t \cdot \alpha_g \cdot E = 0,00 \text{ N/mm}^2$$

$$\text{Maximale axiale spanning } \sigma_{a,max} = 0,08 \text{ N/mm}^2$$

Tangentiele spanning:

$$\sigma_{qr} = k' \cdot q_r \cdot (r_g/W_w) \cdot D_o = 0,25 \text{ N/mm}^2$$

$$\sigma_{qn} = k \cdot q_n \cdot (r_g/W_w) \cdot D_o = 5,96 \text{ N/mm}^2$$

$$\text{'Rerounding'-factor } F_{rr} = 1,000$$

$$\text{'Rerounding'-factor } F'_{rr} = 1,000$$

$$\sigma_{t,max} = \sigma_{py} + ((F'_{rr} \cdot \sigma_{qr}) + (F_{rr} \cdot \sigma_{qn}))$$

$$\text{Maximale tangentielle spanning } \sigma_{t,max} = 4,04 \text{ N/mm}^2$$

7.3 Controle van de Berekende Spanningen van 1x160mm PE100 SDR11 (2): leiding no. 2

Belasting combinatie 1

- $\sigma_{AxMax} < \text{ShortStrength} \cdot \text{DamageFactor}$
- $\sigma_{TanMax} < \text{ShortStrength} \cdot \text{DamageFactor}$

Belasting combinatie 2

- $\sigma_{ptest} < \text{ShortStrength} \cdot \text{DamageFactor}$
- $\sigma_{py} < \text{LongStrength} \cdot \text{DamageFactor}$

Belasting combinatie 3

- $\sigma_{AxMax} < \text{LongStrength} \cdot \text{DamageFactor}$
- $\sigma_{TanMax} < \text{LongStrength} \cdot \text{DamageFactor}$

Belasting combinatie 4

- $\sigma_{AxMax} < \text{LongStrength} \cdot \text{DamageFactor}$
- $\sigma_{TanMax} < \text{LongStrength} \cdot \text{DamageFactor}$

Voor alle spanningssituaties zijn de spanningen toelaatbaar.

	Max toelaatbare spanning [N/mm ²]	Spannings combinatie 1A	Spannings combinatie 1B	Spannings combinatie 2	Spannings combinatie 3	Spannings combinatie 4
Sigma_ptest	10,00 (kort)	-	-	0,00	-	-
Sigma_py	8,00 (lang)	-	-	0,00	-	-
Sigma_axiaal	10,00 (kort)	5,15	5,05	-	-	-
Sigma_axiaal	8,00 (lang)	-	-	-	0,08	0,08
Sigma_tang...	10,00 (kort)	-	0,27	-	-	-
Sigma_tang...	8,00 (lang)	-	-	-	4,04	4,04

Spanningen in de leiding [N/mm²]

De deflectie van de leiding is 4,1 mm (2,59% x Do). De maximaal toelaatbare deflectie van de leiding is 12,8 mm (8,00% x S x Do). De deflectie is toelaatbaar.

De maximaal toelaatbare deflectie bij inspectie ('piggability') is 8,0 mm (5,00% x Do). De deflectie is toelaatbaar.

7.4 Toetsing op Implosie van 1x160mm PE100 SDR11 (2): leiding no. 2

Tijdens het intrekken wordt de leiding belast door de heersende bentonietdruk. De hoogste minimaal benodigde druk tijdens het intrekken is gelijk aan 314 kN/m², dit is kleiner dan de toelaatbare alzijdige uitwendige druk van 1532 kN/m².

Omdat de leiding tijdens dit intrekken geheel gevuld is met vloeistof geeft dit een tegendruk van 239 kN/m². De maximaal toelaatbare druk wordt dan 1771 kN/m².

Tijdens de bedrijfstoestand wordt de leiding belast door de heersende waterdruk. De uitwendige waterdruk op de leiding is gelijk aan 237 kN/m², dit is groter dan de toelaatbare alzijdige uitwendige druk van 275 kN/m².

8 Sterkteberekening van 1x160mm PE100 SDR11 (3): leiding no. 3

8.1 Materiaalgegevens van 1x160mm PE100 SDR11 (3): leiding no. 3

De volgende gegevens en uitgangspunten zijn gehanteerd voor de sterkteberekening:

Leiding materiaal	: Polyetheen PE100
Buiten- diameter	: $D_o = 160,00 \text{ mm}$
Nominale wanddikte	: $t = 14,50 \text{ mm}$
Ontwerpdruk	: $p_d = 0,00 \text{ bar}$
Test druk	: $p_t = 0,00 \text{ bar}$
Temperatuur variatie	: $\Delta t = 0,00 \text{ deg Celcius}$
Lengte leiding	: $L = 496 \text{ m}$
Elasticiteitsmodulus (kort)	: $E = 975 \text{ N/mm}^2$
Elasticiteitsmodulus (lang)	: $E = 350 \text{ N/mm}^2$
Toelaatbare spanning (kort)	: $S = 10 \text{ N/mm}^2$
Toelaatbare spanning (lang)	: $S = 8 \text{ N/mm}^2$
Importantie factor (S)	: $S = 1,00$
Volumegegewicht leidingmateriaal	: $\gamma_s = 9,54 \text{ kN/m}^3$
Opleghoek	: $\beta = 30 \text{ graden}$
Belastingshoek	: $\alpha = 30 \text{ graden}$
Momentcoëfficiënt grond top (indirect)	: $k_t' = 0,078$
Momentcoëfficiënt grond bodem (indirect)	: $k_b' = 0,179$
Momentcoëfficiënt grond top (direct)	: $k_t = 0,257$
Momentcoëfficiënt bodem (direct)	: $k_b = 0,257$
Deflectiecoëfficiënt (indirect)	: $k_y' = 0,071$
Deflectiecoëfficiënt (direct)	: $k_y = 0,143$
Maximale gereduc. vert. grondbelasting (zonder veiligheidsfactor)	: $q_{v;r;n;\max} = 47 \text{ kN/m}^2$
Verkeersbelasting (zonder veiligheidsfactor)	: $q_v = 0 \text{ kN/m}^2$
Maximale verticale beddingsconstante (zonder veiligheidsfactor)	: $k_{v;\max} = 637017 \text{ kN/m}^3$
Gebruikte straal (exclusief veiligheidsfactoren)	: $R_{\min} = 300,000 \text{ m}$
Belastingsfactor aanlegbelasting	: $f_{\text{install}} = 1,00$
Belastingsfactor gereduc. neut. grondspan. $q_{n;r}$	: $f_{Q_{nr}} = 1,50$
Belastingsfactor ontwerpdruk	: $f_{pd} = 1,00$
Belastingsfactor ontwerpdruk (combinatie)	: $f_{pd;\text{comb}} = 1,00$
Belastingsfactor testdruk	: $f_{pt} = 1,00$
Belastingsfactor temperatuur	: $f_{\text{temp}} = 1,10$
Belastingsfactor verkeersbelasting	: $f_v = 1,35$
Onzekerheidsfactor kromte straal	: $f_R = 1,10$
Onzekerheidsfactor beddingsconstante	: $f_{kv} = 2,00$
Onzekerheidsfactor buigend moment	: $f_k = 1,40$
Totaalfactor op trekkracht voor stoch. varia. en modelonzekerheid	: $f = 3,00$
Lineaire uitzettingscoëfficiënt gemiddeld tussen t_1 en t_2	: $\alpha_g = 0,0001800 \text{ mm/mmK}$

8.2 Resultaten Sterkteberekening van 1x160mm PE100 SDR11 (3): leiding no. 3

Voor de berekening worden 5 belasting fasen onderscheiden:

- Belasting combinatie 1A: begin trekoperatie
- Belasting combinatie 1B: einde van trekoperatie
- Belasting combinatie 2: intern op druk brengen
- Belasting combinatie 3: bedrijfsfase, niet op druk
- Belasting combinatie 4: bedrijfsfase, op druk

De wanddikte is 14,5 mm. Hierna wordt door middel van een berekening conform NEN 3650 serie aangetoond dat deze wanddikte voldoet

8.2.1 Belasting Combinatie 1A: Begin Trekoperatie

Axiale spanning:

$\sigma_b = M_b/W_b = f_k \cdot E \cdot I_b / (R_{rol} \cdot W_b)$	=	1,09	N/mm ²
$\sigma_t = f \cdot f_{install} \cdot T_1/A = f \cdot f_{install} (L_{rol} \cdot Q \cdot f_1)/A$	=	4,44	N/mm ²
Maximale axiale spanning $\sigma_{a,max}$	=	5,15	N/mm ²
De tangentele spanning is in deze fase verwaarloosbaar.			

8.2.2 Belasting Combinatie 1B: Einde Trekoperatie

Axiale spanning:

$\sigma_b = M_b/W_b = f_k \cdot E \cdot I_b / (R_{min} \cdot W_b)$	=	0,36	N/mm ²
$\sigma_t = f \cdot f_{install} \cdot T_{max}/A$	=	4,81	N/mm ²
Maximale axiale spanning $\sigma_{a,max}$	=	5,05	N/mm ²

Tangentele spanning:

Belasting q_r op de leiding ten gevolge van grondreactie bij bochten (volgens NEN 3650-1 katern-5 D3.3):

$$q_r = k_v \cdot y = (0.322 \cdot \lambda^2 \cdot E \cdot I) / (D_o \cdot R / f_R)$$

$\lambda = (f_k \cdot k_v \cdot D_o / (4 \cdot E \cdot I))^{0.25}$	=	7,4E-3	1/mm
q_r	=	0,0069	N/mm ²
$\sigma_{qr} = k' \cdot q_r \cdot (r_g/W_w) \cdot D_o$	=	0,41	N/mm ²
Maximale tangentele spanning $\sigma_{t,max}$	=	0,27	N/mm ²

8.2.3 Belasting Combinatie 2: Intern op Druk Brengen

Ten gevolge van inwendige druk :

$\sigma_{py} = f_{pd} \cdot p_d \cdot ((r_u^2 + r_i^2) / (r_u^2 - r_i^2))$	=	0,00	N/mm ²
$\sigma_{px} = 0.5 \cdot \sigma_{py}$	=	0,00	N/mm ²
$\sigma_{ptest} = f_{pt} \cdot p_t \cdot ((r_u^2 + r_i^2) / (r_u^2 - r_i^2))$	=	0,00	N/mm ²

8.2.4 Belasting Combinatie 3: Bedrijfstoestand in Drukloze Situatie

Axiale spanning:

$\sigma_b = M_b/W_b = f_k \cdot E \cdot I_b / (R_{min} \cdot W_b)$	=	0,13	N/mm ²
Maximale axiale spanning $\sigma_{a,max}$	=	0,08	N/mm ²

Tangentele spanning:

$\sigma_{qr} = k' \cdot q_r \cdot (r_g/W_w) \cdot D_o$	=	0,25	N/mm ²
$\sigma_{qn} = k \cdot q_n \cdot (r_g/W_w) \cdot D_o$	=	5,96	N/mm ²
Maximale tangentele spanning $\sigma_{t,max}$	=	4,04	N/mm ²

8.2.5 Belasting Combinatie 4: Bedrijfstoestand met Inwendige Druk

Axiale spanning:

$$\sigma_b = M_b/W_b = f_k \cdot E \cdot I_b / (R_{min} \cdot W_b) = 0,13 \text{ N/mm}^2$$

Ten gevolge van inwendige druk :

$$\sigma_{py} = f_{pd} \cdot p_d \cdot ((r_u^2 + r_i^2)/(r_u^2 - r_i^2)) = 0,00 \text{ N/mm}^2$$

$$\sigma_{px} = 0,5 \cdot \sigma_{py} = 0,00 \text{ N/mm}^2$$

$$\sigma_{ptest} = f_{pt} \cdot p_t \cdot ((r_u^2 + r_i^2)/(r_u^2 - r_i^2)) = 0,00 \text{ N/mm}^2$$

$$\sigma_{Temp} = dt \cdot \gamma_t \cdot \alpha_g \cdot E = 0,00 \text{ N/mm}^2$$

$$\text{Maximale axiale spanning } \sigma_{a,max} = 0,08 \text{ N/mm}^2$$

Tangentiele spanning:

$$\sigma_{qr} = k' \cdot q_r \cdot (r_g/W_w) \cdot D_o = 0,25 \text{ N/mm}^2$$

$$\sigma_{qn} = k \cdot q_n \cdot (r_g/W_w) \cdot D_o = 5,96 \text{ N/mm}^2$$

$$\text{'Rerounding'-factor } F_{rr} = 1,000$$

$$\text{'Rerounding'-factor } F'_{rr} = 1,000$$

$$\sigma_{t,max} = \sigma_{py} + ((F'_{rr} \cdot \sigma_{qr}) + (F_{rr} \cdot \sigma_{qn}))$$

$$\text{Maximale tangentielle spanning } \sigma_{t,max} = 4,04 \text{ N/mm}^2$$

8.3 Controle van de Berekende Spanningen van 1x160mm PE100 SDR11 (3): leiding no. 3

Belasting combinatie 1

- $\sigma_{AxMax} < \text{ShortStrength} \cdot \text{DamageFactor}$
- $\sigma_{TanMax} < \text{ShortStrength} \cdot \text{DamageFactor}$

Belasting combinatie 2

- $\sigma_{ptest} < \text{ShortStrength} \cdot \text{DamageFactor}$
- $\sigma_{py} < \text{LongStrength} \cdot \text{DamageFactor}$

Belasting combinatie 3

- $\sigma_{AxMax} < \text{LongStrength} \cdot \text{DamageFactor}$
- $\sigma_{TanMax} < \text{LongStrength} \cdot \text{DamageFactor}$

Belasting combinatie 4

- $\sigma_{AxMax} < \text{LongStrength} \cdot \text{DamageFactor}$
- $\sigma_{TanMax} < \text{LongStrength} \cdot \text{DamageFactor}$

Voor alle spanningssituaties zijn de spanningen toelaatbaar.

	Max toelaatbare spanning [N/mm ²]	Spannings combinatie 1A	Spannings combinatie 1B	Spannings combinatie 2	Spannings combinatie 3	Spannings combinatie 4
Sigma_ptest	10,00 (kort)	-	-	0,00	-	-
Sigma_py	8,00 (lang)	-	-	0,00	-	-
Sigma_axiaal	10,00 (kort)	5,15	5,05	-	-	-
Sigma_axiaal	8,00 (lang)	-	-	-	0,08	0,08
Sigma_tang...	10,00 (kort)	-	0,27	-	-	-
Sigma_tang...	8,00 (lang)	-	-	-	4,04	4,04

Spanningen in de leiding [N/mm²]

De deflectie van de leiding is 4,1 mm (2,59% x Do). De maximaal toelaatbare deflectie van de leiding is 12,8 mm (8,00% x S x Do). De deflectie is toelaatbaar.

De maximaal toelaatbare deflectie bij inspectie ('piggability') is 8,0 mm (5,00% x Do). De deflectie is toelaatbaar.

8.4 Toetsing op Implosie van 1x160mm PE100 SDR11 (3): leiding no. 3

Tijdens het intrekken wordt de leiding belast door de heersende bentonietdruk. De hoogste minimaal benodigde druk tijdens het intrekken is gelijk aan 314 kN/m², dit is kleiner dan de toelaatbare alzijdige uitwendige druk van 1532 kN/m².

Omdat de leiding tijdens dit intrekken geheel gevuld is met vloeistof geeft dit een tegendruk van 239 kN/m². De maximaal toelaatbare druk wordt dan 1771 kN/m².

Tijdens de bedrijfstoestand wordt de leiding belast door de heersende waterdruk. De uitwendige waterdruk op de leiding is gelijk aan 237 kN/m², dit is groter dan de toelaatbare alzijdige uitwendige druk van 275 kN/m².

9 Sterkteberekening van 1x160mm PE100 SDR11 (4): leiding no. 4

9.1 Materiaalgegevens van 1x160mm PE100 SDR11 (4): leiding no. 4

De volgende gegevens en uitgangspunten zijn gehanteerd voor de sterkteberekening:

Leiding materiaal	: Polyetheen PE100
Buiten- diameter	: $D_o = 160,00$ mm
Nominale wanddikte	: $t = 14,50$ mm
Ontwerpdruk	: $p_d = 0,00$ bar
Test druk	: $p_t = 0,00$ bar
Temperatuur variatie	: $\Delta t = 0,00$ deg Celcius
Lengte leiding	: $L = 496$ m
Elasticiteitsmodulus (kort)	: $E = 975$ N/mm ²
Elasticiteitsmodulus (lang)	: $E = 350$ N/mm ²
Toelaatbare spanning (kort)	: $S = 10$ N/mm ²
Toelaatbare spanning (lang)	: $S = 8$ N/mm ²
Importantie factor (S)	: $S = 1,00$
Volumegegewicht leidingmateriaal	: $\gamma_s = 9,54$ kN/m ³
Opleghoek	: $\beta = 30$ graden
Belastingshoek	: $\alpha = 30$ graden
Momentcoëfficiënt grond top (indirect)	: $k_t' = 0,078$
Momentcoëfficiënt grond bodem (indirect)	: $k_b' = 0,179$
Momentcoëfficiënt grond top (direct)	: $k_t = 0,257$
Momentcoëfficiënt bodem (direct)	: $k_b = 0,257$
Deflectiecoëfficiënt (indirect)	: $k_y' = 0,071$
Deflectiecoëfficiënt (direct)	: $k_y = 0,143$
Maximale gereduc. vert. grondbelasting (zonder veiligheidsfactor)	: $q_{v;r;n,max} = 47$ kN/m ²
Verkeersbelasting (zonder veiligheidsfactor)	: $q_v = 0$ kN/m ²
Maximale verticale beddingsconstante (zonder veiligheidsfactor)	: $k_{v,max} = 637017$ kN/m ³
Gebruikte straal (exclusief veiligheidsfactoren)	: $R_{min} = 300,000$ m
Belastingsfactor aanlegbelasting	: $f_{install} = 1,00$
Belastingsfactor gereduc. neut. grondspan. $q_{n;r}$	: $f_{Qnr} = 1,50$
Belastingsfactor ontwerpdruk	: $f_{pd} = 1,00$
Belastingsfactor ontwerpdruk (combinatie)	: $f_{pd;comb} = 1,00$
Belastingsfactor testdruk	: $f_{pt} = 1,00$
Belastingsfactor temperatuur	: $f_{temp} = 1,10$
Belastingsfactor verkeersbelasting	: $f_v = 1,35$
Onzekerheidsfactor kromte straal	: $f_R = 1,10$
Onzekerheidsfactor beddingsconstante	: $f_{kv} = 2,00$
Onzekerheidsfactor buigend moment	: $f_k = 1,40$
Totaalfactor op trekkracht voor stoch. varia. en modelonzekerheid	: $f = 3,00$
Lineaire uitzettingscoëfficiënt gemiddeld tussen t_1 en t_2	: $\alpha_g = 0,0001800$ mm/mmK

9.2 Resultaten Sterkteberekening van 1x160mm PE100 SDR11 (4): leiding no. 4

Voor de berekening worden 5 belasting fasen onderscheiden:

- Belasting combinatie 1A: begin trekoperatie
- Belasting combinatie 1B: einde van trekoperatie
- Belasting combinatie 2: intern op druk brengen
- Belasting combinatie 3: bedrijfsfase, niet op druk
- Belasting combinatie 4: bedrijfsfase, op druk

De wanddikte is 14,5 mm. Hierna wordt door middel van een berekening conform NEN 3650 serie aangetoond dat deze wanddikte voldoet

9.2.1 Belasting Combinatie 1A: Begin Trekoperatie

Axiale spanning:

$\sigma_b = M_b/W_b = f_k \cdot E \cdot I_b / (R_{rol} \cdot W_b)$	=	1,09	N/mm ²
$\sigma_t = f \cdot f_{install} \cdot T_1/A = f \cdot f_{install} (L_{rol} \cdot Q \cdot f_1)/A$	=	4,44	N/mm ²
Maximale axiale spanning $\sigma_{a,max}$	=	5,15	N/mm ²
De tangentele spanning is in deze fase verwaarloosbaar.			

9.2.2 Belasting Combinatie 1B: Einde Trekoperatie

Axiale spanning:

$\sigma_b = M_b/W_b = f_k \cdot E \cdot I_b / (R_{min} \cdot W_b)$	=	0,36	N/mm ²
$\sigma_t = f \cdot f_{install} \cdot T_{max}/A$	=	4,81	N/mm ²
Maximale axiale spanning $\sigma_{a,max}$	=	5,05	N/mm ²

Tangentele spanning:

Belasting q_r op de leiding ten gevolge van grondreactie bij bochten (volgens NEN 3650-1 katern-5 D3.3):

$$q_r = k_v \cdot y = (0.322 \cdot \lambda^2 \cdot E \cdot I) / (D_o \cdot R / f_R)$$

$\lambda = (f_k \cdot k_v \cdot D_o / (4 \cdot E \cdot I))^{0.25}$	=	7,4E-3	1/mm
q_r	=	0,0069	N/mm ²
$\sigma_{qr} = k' \cdot q_r \cdot (r_g/W_w) \cdot D_o$	=	0,41	N/mm ²
Maximale tangentele spanning $\sigma_{t,max}$	=	0,27	N/mm ²

9.2.3 Belasting Combinatie 2: Intern op Druk Brengen

Ten gevolge van inwendige druk :

$\sigma_{py} = f_{pd} \cdot p_d \cdot ((r_u^2 + r_i^2) / (r_u^2 - r_i^2))$	=	0,00	N/mm ²
$\sigma_{px} = 0.5 \cdot \sigma_{py}$	=	0,00	N/mm ²
$\sigma_{ptest} = f_{pt} \cdot p_t \cdot ((r_u^2 + r_i^2) / (r_u^2 - r_i^2))$	=	0,00	N/mm ²

9.2.4 Belasting Combinatie 3: Bedrijfstoestand in Drukloze Situatie

Axiale spanning:

$\sigma_b = M_b/W_b = f_k \cdot E \cdot I_b / (R_{min} \cdot W_b)$	=	0,13	N/mm ²
Maximale axiale spanning $\sigma_{a,max}$	=	0,08	N/mm ²

Tangentele spanning:

$\sigma_{qr} = k' \cdot q_r \cdot (r_g/W_w) \cdot D_o$	=	0,25	N/mm ²
$\sigma_{qn} = k \cdot q_n \cdot (r_g/W_w) \cdot D_o$	=	5,96	N/mm ²
Maximale tangentele spanning $\sigma_{t,max}$	=	4,04	N/mm ²

9.2.5 Belasting Combinatie 4: Bedrijfstoestand met Inwendige Druk

Axiale spanning:

$$\sigma_b = M_b/W_b = f_k \cdot E \cdot I_b / (R_{min} \cdot W_b) = 0,13 \text{ N/mm}^2$$

Ten gevolge van inwendige druk :

$$\sigma_{py} = f_{pd} \cdot p_d \cdot ((r_u^2 + r_i^2)/(r_u^2 - r_i^2)) = 0,00 \text{ N/mm}^2$$

$$\sigma_{px} = 0,5 \cdot \sigma_{py} = 0,00 \text{ N/mm}^2$$

$$\sigma_{ptest} = f_{pt} \cdot p_t \cdot ((r_u^2 + r_i^2)/(r_u^2 - r_i^2)) = 0,00 \text{ N/mm}^2$$

$$\sigma_{Temp} = dt \cdot \gamma_t \cdot \alpha_g \cdot E = 0,00 \text{ N/mm}^2$$

$$\text{Maximale axiale spanning } \sigma_{a,max} = 0,08 \text{ N/mm}^2$$

Tangentiele spanning:

$$\sigma_{qr} = k' \cdot q_r \cdot (r_g/W_w) \cdot D_o = 0,25 \text{ N/mm}^2$$

$$\sigma_{qn} = k \cdot q_n \cdot (r_g/W_w) \cdot D_o = 5,96 \text{ N/mm}^2$$

$$\text{'Rerounding'-factor } F_{rr} = 1,000$$

$$\text{'Rerounding'-factor } F'_{rr} = 1,000$$

$$\sigma_{t,max} = \sigma_{py} + ((F'_{rr} \cdot \sigma_{qr}) + (F_{rr} \cdot \sigma_{qn}))$$

$$\text{Maximale tangentielle spanning } \sigma_{t,max} = 4,04 \text{ N/mm}^2$$

9.3 Controle van de Berekende Spanningen van 1x160mm PE100 SDR11 (4): leiding no. 4

Belasting combinatie 1

- $\sigma_{AxMax} < \text{ShortStrength} \cdot \text{DamageFactor}$
- $\sigma_{TanMax} < \text{ShortStrength} \cdot \text{DamageFactor}$

Belasting combinatie 2

- $\sigma_{ptest} < \text{ShortStrength} \cdot \text{DamageFactor}$
- $\sigma_{py} < \text{LongStrength} \cdot \text{DamageFactor}$

Belasting combinatie 3

- $\sigma_{AxMax} < \text{LongStrength} \cdot \text{DamageFactor}$
- $\sigma_{TanMax} < \text{LongStrength} \cdot \text{DamageFactor}$

Belasting combinatie 4

- $\sigma_{AxMax} < \text{LongStrength} \cdot \text{DamageFactor}$
- $\sigma_{TanMax} < \text{LongStrength} \cdot \text{DamageFactor}$

Voor alle spanningssituaties zijn de spanningen toelaatbaar.

	Max toelaatbare spanning [N/mm ²]	Spannings combinatie 1A	Spannings combinatie 1B	Spannings combinatie 2	Spannings combinatie 3	Spannings combinatie 4
Sigma _p test	10,00 (kort)	-	-	0,00	-	-
Sigma _{py}	8,00 (lang)	-	-	0,00	-	-
Sigma _{axiaal}	10,00 (kort)	5,15	5,05	-	-	-
Sigma _{axiaal}	8,00 (lang)	-	-	-	0,08	0,08
Sigma _{tang...}	10,00 (kort)	-	0,27	-	-	-
Sigma _{tang...}	8,00 (lang)	-	-	-	4,04	4,04

Spanningen in de leiding [N/mm²]

De deflectie van de leiding is 4,1 mm (2,59% x Do). De maximaal toelaatbare deflectie van de leiding is 12,8 mm (8,00% x S x Do). De deflectie is toelaatbaar.

De maximaal toelaatbare deflectie bij inspectie ('piggability') is 8,0 mm (5,00% x Do). De deflectie is toelaatbaar.

9.4 Toetsing op Implosie van 1x160mm PE100 SDR11 (4): leiding no. 4

Tijdens het intrekken wordt de leiding belast door de heersende bentonietdruk. De hoogste minimaal benodigde druk tijdens het intrekken is gelijk aan 314 kN/m², dit is kleiner dan de toelaatbare alzijdige uitwendige druk van 1532 kN/m².

Omdat de leiding tijdens dit intrekken geheel gevuld is met vloeistof geeft dit een tegendruk van 239 kN/m². De maximaal toelaatbare druk wordt dan 1771 kN/m².

Tijdens de bedrijfstoestand wordt de leiding belast door de heersende waterdruk. De uitwendige waterdruk op de leiding is gelijk aan 237 kN/m², dit is groter dan de toelaatbare alzijdige uitwendige druk van 275 kN/m².

10 Sterkteberekening van 1x160mm PE100 SDR11 (5): leiding no. 5

10.1 Materiaalgegevens van 1x160mm PE100 SDR11 (5): leiding no. 5

De volgende gegevens en uitgangspunten zijn gehanteerd voor de sterkteberekening:

Leiding materiaal	: Polyetheen PE100
Buiten- diameter	: $D_o = 160,00 \text{ mm}$
Nominale wanddikte	: $t = 14,50 \text{ mm}$
Ontwerpdruk	: $p_d = 0,00 \text{ bar}$
Test druk	: $p_t = 0,00 \text{ bar}$
Temperatuur variatie	: $\Delta t = 0,00 \text{ deg Celcius}$
Lengte leiding	: $L = 496 \text{ m}$
Elasticiteitsmodulus (kort)	: $E = 975 \text{ N/mm}^2$
Elasticiteitsmodulus (lang)	: $E = 350 \text{ N/mm}^2$
Toelaatbare spanning (kort)	: $S = 10 \text{ N/mm}^2$
Toelaatbare spanning (lang)	: $S = 8 \text{ N/mm}^2$
Importantie factor (S)	: $S = 1,00$
Volumegegewicht leidingmateriaal	: $\gamma_s = 9,54 \text{ kN/m}^3$
Opleghoek	: $\beta = 30 \text{ graden}$
Belastingshoek	: $\alpha = 30 \text{ graden}$
Momentcoëfficiënt grond top (indirect)	: $k_t' = 0,078$
Momentcoëfficiënt grond bodem (indirect)	: $k_b' = 0,179$
Momentcoëfficiënt grond top (direct)	: $k_t = 0,257$
Momentcoëfficiënt bodem (direct)	: $k_b = 0,257$
Deflectiecoëfficiënt (indirect)	: $k_y' = 0,071$
Deflectiecoëfficiënt (direct)	: $k_y = 0,143$
Maximale gereduc. vert. grondbelasting (zonder veiligheidsfactor)	: $q_{v;r;n;\max} = 47 \text{ kN/m}^2$
Verkeersbelasting (zonder veiligheidsfactor)	: $q_v = 0 \text{ kN/m}^2$
Maximale verticale beddingsconstante (zonder veiligheidsfactor)	: $k_{v;\max} = 637017 \text{ kN/m}^3$
Gebruikte straal (exclusief veiligheidsfactoren)	: $R_{\min} = 300,000 \text{ m}$
Belastingsfactor aanlegbelasting	: $f_{\text{install}} = 1,00$
Belastingsfactor gereduc. neut. grondspan. $q_{n;r}$	: $f_{Q_{nr}} = 1,50$
Belastingsfactor ontwerpdruk	: $f_{pd} = 1,00$
Belastingsfactor ontwerpdruk (combinatie)	: $f_{pd;\text{comb}} = 1,00$
Belastingsfactor testdruk	: $f_{pt} = 1,00$
Belastingsfactor temperatuur	: $f_{\text{temp}} = 1,10$
Belastingsfactor verkeersbelasting	: $f_v = 1,35$
Onzekerheidsfactor kromte straal	: $f_R = 1,10$
Onzekerheidsfactor beddingsconstante	: $f_{kv} = 2,00$
Onzekerheidsfactor buigend moment	: $f_k = 1,40$
Totaalfactor op trekkracht voor stoch. varia. en modelonzekerheid	: $f = 3,00$
Lineaire uitzettingscoëfficiënt gemiddeld tussen t_1 en t_2	: $\alpha_g = 0,0001800 \text{ mm/mmK}$

10.2 Resultaten Sterkteberekening van 1x160mm PE100 SDR11 (5): leiding no. 5

Voor de berekening worden 5 belasting fasen onderscheiden:

- Belasting combinatie 1A: begin trekoperatie
- Belasting combinatie 1B: einde van trekoperatie
- Belasting combinatie 2: intern op druk brengen
- Belasting combinatie 3: bedrijfsfase, niet op druk
- Belasting combinatie 4: bedrijfsfase, op druk

De wanddikte is 14,5 mm. Hierna wordt door middel van een berekening conform NEN 3650 serie aangetoond dat deze wanddikte voldoet

10.2.1 Belasting Combinatie 1A: Begin Trekoperatie

Axiale spanning:

$\sigma_b = M_b/W_b = f_k \cdot E \cdot I_b / (R_{rol} \cdot W_b)$	=	1,09	N/mm ²
$\sigma_t = f \cdot f_{install} \cdot T_1/A = f \cdot f_{install} (L_{rol} \cdot Q \cdot f_1)/A$	=	4,44	N/mm ²
Maximale axiale spanning $\sigma_{a,max}$	=	5,15	N/mm ²
De tangentele spanning is in deze fase verwaarloosbaar.			

10.2.2 Belasting Combinatie 1B: Einde Trekoperatie

Axiale spanning:

$\sigma_b = M_b/W_b = f_k \cdot E \cdot I_b / (R_{min} \cdot W_b)$	=	0,36	N/mm ²
$\sigma_t = f \cdot f_{install} \cdot T_{max}/A$	=	4,81	N/mm ²
Maximale axiale spanning $\sigma_{a,max}$	=	5,05	N/mm ²

Tangentele spanning:

Belasting q_r op de leiding ten gevolge van grondreactie bij bochten (volgens NEN 3650-1 katern-5 D3.3):

$$q_r = k_v \cdot y = (0.322 \cdot \lambda^2 \cdot E \cdot I) / (D_o \cdot R / f_R)$$

$\lambda = (f_k \cdot k_v \cdot D_o / (4 \cdot E \cdot I))^{0.25}$	=	7,4E-3	1/mm
q_r	=	0,0069	N/mm ²
$\sigma_{qr} = k' \cdot q_r \cdot (r_g/W_w) \cdot D_o$	=	0,41	N/mm ²
Maximale tangentele spanning $\sigma_{t,max}$	=	0,27	N/mm ²

10.2.3 Belasting Combinatie 2: Intern op Druk Brengen

Ten gevolge van inwendige druk :

$\sigma_{py} = f_{pd} \cdot p_d \cdot ((r_u^2 + r_i^2) / (r_u^2 - r_i^2))$	=	0,00	N/mm ²
$\sigma_{px} = 0.5 \cdot \sigma_{py}$	=	0,00	N/mm ²
$\sigma_{ptest} = f_{pt} \cdot p_t \cdot ((r_u^2 + r_i^2) / (r_u^2 - r_i^2))$	=	0,00	N/mm ²

10.2.4 Belasting Combinatie 3: Bedrijfstoestand in Drukloze Situatie

Axiale spanning:

$\sigma_b = M_b/W_b = f_k \cdot E \cdot I_b / (R_{min} \cdot W_b)$	=	0,13	N/mm ²
Maximale axiale spanning $\sigma_{a,max}$	=	0,08	N/mm ²

Tangentele spanning:

$\sigma_{qr} = k' \cdot q_r \cdot (r_g/W_w) \cdot D_o$	=	0,25	N/mm ²
$\sigma_{qn} = k \cdot q_n \cdot (r_g/W_w) \cdot D_o$	=	5,96	N/mm ²
Maximale tangentele spanning $\sigma_{t,max}$	=	4,04	N/mm ²

10.2.5 Belasting Combinatie 4: Bedrijfstoestand met Inwendige Druk

Axiale spanning:

$$\sigma_b = M_b/W_b = f_k \cdot E \cdot I_b / (R_{min} \cdot W_b) = 0,13 \text{ N/mm}^2$$

Ten gevolge van inwendige druk :

$$\sigma_{py} = f_{pd} \cdot p_d \cdot ((r_u^2 + r_i^2)/(r_u^2 - r_i^2)) = 0,00 \text{ N/mm}^2$$

$$\sigma_{px} = 0,5 \cdot \sigma_{py} = 0,00 \text{ N/mm}^2$$

$$\sigma_{ptest} = f_{pt} \cdot p_t \cdot ((r_u^2 + r_i^2)/(r_u^2 - r_i^2)) = 0,00 \text{ N/mm}^2$$

$$\sigma_{Temp} = dt \cdot \gamma_t \cdot \alpha_g \cdot E = 0,00 \text{ N/mm}^2$$

$$\text{Maximale axiale spanning } \sigma_{a,max} = 0,08 \text{ N/mm}^2$$

Tangentiele spanning:

$$\sigma_{qr} = k' \cdot q_r \cdot (r_g/W_w) \cdot D_o = 0,25 \text{ N/mm}^2$$

$$\sigma_{qn} = k \cdot q_n \cdot (r_g/W_w) \cdot D_o = 5,96 \text{ N/mm}^2$$

$$\text{'Rerounding'-factor } F_{rr} = 1,000$$

$$\text{'Rerounding'-factor } F'_{rr} = 1,000$$

$$\sigma_{t,max} = \sigma_{py} + ((F'_{rr} \cdot \sigma_{qr}) + (F_{rr} \cdot \sigma_{qn}))$$

$$\text{Maximale tangentielle spanning } \sigma_{t,max} = 4,04 \text{ N/mm}^2$$

10.3 Controle van de Berekende Spanningen van 1x160mm PE100 SDR11 (5): leiding no. 5

Belasting combinatie 1

- $\sigma_{AxMax} < \text{ShortStrength} \cdot \text{DamageFactor}$
- $\sigma_{TanMax} < \text{ShortStrength} \cdot \text{DamageFactor}$

Belasting combinatie 2

- $\sigma_{ptest} < \text{ShortStrength} \cdot \text{DamageFactor}$
- $\sigma_{py} < \text{LongStrength} \cdot \text{DamageFactor}$

Belasting combinatie 3

- $\sigma_{AxMax} < \text{LongStrength} \cdot \text{DamageFactor}$
- $\sigma_{TanMax} < \text{LongStrength} \cdot \text{DamageFactor}$

Belasting combinatie 4

- $\sigma_{AxMax} < \text{LongStrength} \cdot \text{DamageFactor}$
- $\sigma_{TanMax} < \text{LongStrength} \cdot \text{DamageFactor}$

Voor alle spanningssituaties zijn de spanningen toelaatbaar.

	Max toelaatbare spanning [N/mm ²]	Spannings combinatie 1A	Spannings combinatie 1B	Spannings combinatie 2	Spannings combinatie 3	Spannings combinatie 4
Sigma_p test	10,00 (kort)	-	-	0,00	-	-
Sigma_py	8,00 (lang)	-	-	0,00	-	-
Sigma_axiaal	10,00 (kort)	5,15	5,05	-	-	-
Sigma_axiaal	8,00 (lang)	-	-	-	0,08	0,08
Sigma_tang...	10,00 (kort)	-	0,27	-	-	-
Sigma_tang...	8,00 (lang)	-	-	-	4,04	4,04

Spanningen in de leiding [N/mm²]

De deflectie van de leiding is 4,1 mm (2,59% x Do). De maximaal toelaatbare deflectie van de leiding is 12,8 mm (8,00% x S x Do). De deflectie is toelaatbaar.

De maximaal toelaatbare deflectie bij inspectie ('piggability') is 8,0 mm (5,00% x Do). De deflectie is toelaatbaar.

10.4 Toetsing op Implosie van 1x160mm PE100 SDR11 (5): leiding no. 5

Tijdens het intrekken wordt de leiding belast door de heersende bentonietdruk. De hoogste minimaal benodigde druk tijdens het intrekken is gelijk aan 314 kN/m², dit is kleiner dan de toelaatbare alzijdige uitwendige druk van 1532 kN/m².

Omdat de leiding tijdens dit intrekken geheel gevuld is met vloeistof geeft dit een tegendruk van 239 kN/m². De maximaal toelaatbare druk wordt dan 1771 kN/m².

Tijdens de bedrijfstoestand wordt de leiding belast door de heersende waterdruk. De uitwendige waterdruk op de leiding is gelijk aan 237 kN/m², dit is groter dan de toelaatbare alzijdige uitwendige druk van 275 kN/m².

11 Sterkteberekening van 1x160mm PE100 SDR11 (6): leiding no. 6

11.1 Materiaalgegevens van 1x160mm PE100 SDR11 (6): leiding no. 6

De volgende gegevens en uitgangspunten zijn gehanteerd voor de sterkteberekening:

Leiding materiaal	: Polyetheen PE100
Buiten- diameter	: $D_o = 160,00$ mm
Nominale wanddikte	: $t = 14,50$ mm
Ontwerpdruk	: $p_d = 0,00$ bar
Test druk	: $p_t = 0,00$ bar
Temperatuur variatie	: $\Delta t = 0,00$ deg Celcius
Lengte leiding	: $L = 496$ m
Elasticiteitsmodulus (kort)	: $E = 975$ N/mm ²
Elasticiteitsmodulus (lang)	: $E = 350$ N/mm ²
Toelaatbare spanning (kort)	: $S = 10$ N/mm ²
Toelaatbare spanning (lang)	: $S = 8$ N/mm ²
Importantie factor (S)	: $S = 1,00$
Volumegegewicht leidingmateriaal	: $\gamma_s = 9,54$ kN/m ³
Opleghoek	: $\beta = 30$ graden
Belastingshoek	: $\alpha = 30$ graden
Momentcoëfficiënt grond top (indirect)	: $k_t' = 0,078$
Momentcoëfficiënt grond bodem (indirect)	: $k_b' = 0,179$
Momentcoëfficiënt grond top (direct)	: $k_t = 0,257$
Momentcoëfficiënt bodem (direct)	: $k_b = 0,257$
Deflectiecoëfficiënt (indirect)	: $k_y' = 0,071$
Deflectiecoëfficiënt (direct)	: $k_y = 0,143$
Maximale gereduc. vert. grondbelasting (zonder veiligheidsfactor)	: $q_{v;r;n,max} = 47$ kN/m ²
Verkeersbelasting (zonder veiligheidsfactor)	: $q_v = 0$ kN/m ²
Maximale verticale beddingsconstante (zonder veiligheidsfactor)	: $k_{v,max} = 637017$ kN/m ³
Gebruikte straal (exclusief veiligheidsfactoren)	: $R_{min} = 300,000$ m
Belastingsfactor aanlegbelasting	: $f_{install} = 1,00$
Belastingsfactor gereduc. neut. grondspan. $q_{n;r}$	: $f_{Qnr} = 1,50$
Belastingsfactor ontwerpdruk	: $f_{pd} = 1,00$
Belastingsfactor ontwerpdruk (combinatie)	: $f_{pd;comb} = 1,00$
Belastingsfactor testdruk	: $f_{pt} = 1,00$
Belastingsfactor temperatuur	: $f_{temp} = 1,10$
Belastingsfactor verkeersbelasting	: $f_v = 1,35$
Onzekerheidsfactor kromte straal	: $f_R = 1,10$
Onzekerheidsfactor beddingsconstante	: $f_{kv} = 2,00$
Onzekerheidsfactor buigend moment	: $f_k = 1,40$
Totaalfactor op trekkracht voor stoch. varia. en modelonzekerheid	: $f = 3,00$
Lineaire uitzettingscoëfficiënt gemiddeld tussen t_1 en t_2	: $\alpha_g = 0,0001800$ mm/mmK

11.2 Resultaten Sterkteberekening van 1x160mm PE100 SDR11 (6): leiding no. 6

Voor de berekening worden 5 belasting fasen onderscheiden:

- Belasting combinatie 1A: begin trekoperatie
- Belasting combinatie 1B: einde van trekoperatie
- Belasting combinatie 2: intern op druk brengen
- Belasting combinatie 3: bedrijfsfase, niet op druk
- Belasting combinatie 4: bedrijfsfase, op druk

De wanddikte is 14,5 mm. Hierna wordt door middel van een berekening conform NEN 3650 serie aangetoond dat deze wanddikte voldoet

11.2.1 Belasting Combinatie 1A: Begin Trekoperatie

Axiale spanning:

$\sigma_b = M_b/W_b = f_k \cdot E \cdot I_b / (R_{rol} \cdot W_b)$	=	1,09	N/mm ²
$\sigma_t = f \cdot f_{install} \cdot T1/A = f \cdot f_{install} (L_{rol} \cdot Q \cdot f1)/A$	=	4,44	N/mm ²
Maximale axiale spanning $\sigma_{a,max}$	=	5,15	N/mm ²
De tangentele spanning is in deze fase verwaarloosbaar.			

11.2.2 Belasting Combinatie 1B: Einde Trekoperatie

Axiale spanning:

$\sigma_b = M_b/W_b = f_k \cdot E \cdot I_b / (R_{min} \cdot W_b)$	=	0,36	N/mm ²
$\sigma_t = f \cdot f_{install} \cdot T_{max}/A$	=	4,81	N/mm ²
Maximale axiale spanning $\sigma_{a,max}$	=	5,05	N/mm ²

Tangentele spanning:

Belasting q_r op de leiding ten gevolge van grondreactie bij bochten (volgens NEN 3650-1 katern-5 D3.3):

$$q_r = k_v \cdot y = (0.322 \cdot \lambda^2 \cdot E \cdot I) / (D_o \cdot R / f_R)$$

$\lambda = (f_k \cdot k_v \cdot D_o / (4 \cdot E \cdot I))^{0.25}$	=	7,4E-3	1/mm
q_r	=	0,0069	N/mm ²
$\sigma_{qr} = k' \cdot q_r \cdot (r_g/W_w) \cdot D_o$	=	0,41	N/mm ²
Maximale tangentele spanning $\sigma_{t,max}$	=	0,27	N/mm ²

11.2.3 Belasting Combinatie 2: Intern op Druk Brengen

Ten gevolge van inwendige druk :

$\sigma_{py} = f_{pd} \cdot p_d \cdot ((r_u^2 + r_i^2) / (r_u^2 - r_i^2))$	=	0,00	N/mm ²
$\sigma_{px} = 0.5 \cdot \sigma_{py}$	=	0,00	N/mm ²
$\sigma_{ptest} = f_{pt} \cdot p_t \cdot ((r_u^2 + r_i^2) / (r_u^2 - r_i^2))$	=	0,00	N/mm ²

11.2.4 Belasting Combinatie 3: Bedrijfstoestand in Drukloze Situatie

Axiale spanning:

$\sigma_b = M_b/W_b = f_k \cdot E \cdot I_b / (R_{min} \cdot W_b)$	=	0,13	N/mm ²
Maximale axiale spanning $\sigma_{a,max}$	=	0,08	N/mm ²

Tangentele spanning:

$\sigma_{qr} = k' \cdot q_r \cdot (r_g/W_w) \cdot D_o$	=	0,25	N/mm ²
$\sigma_{qn} = k \cdot q_n \cdot (r_g/W_w) \cdot D_o$	=	5,96	N/mm ²
Maximale tangentele spanning $\sigma_{t,max}$	=	4,04	N/mm ²

11.2.5 Belasting Combinatie 4: Bedrijfstoestand met Inwendige Druk

Axiale spanning:

$$\sigma_b = M_b/W_b = f_k \cdot E \cdot I_b / (R_{min} \cdot W_b) = 0,13 \text{ N/mm}^2$$

Ten gevolge van inwendige druk :

$$\sigma_{py} = f_{pd} \cdot p_d \cdot ((r_u^2 + r_i^2)/(r_u^2 - r_i^2)) = 0,00 \text{ N/mm}^2$$

$$\sigma_{px} = 0,5 \cdot \sigma_{py} = 0,00 \text{ N/mm}^2$$

$$\sigma_{ptest} = f_{pt} \cdot p_t \cdot ((r_u^2 + r_i^2)/(r_u^2 - r_i^2)) = 0,00 \text{ N/mm}^2$$

$$\sigma_{Temp} = dt \cdot \gamma_t \cdot \alpha_g \cdot E = 0,00 \text{ N/mm}^2$$

$$\text{Maximale axiale spanning } \sigma_{a,max} = 0,08 \text{ N/mm}^2$$

Tangentiele spanning:

$$\sigma_{qr} = k' \cdot q_r \cdot (r_g/W_w) \cdot D_o = 0,25 \text{ N/mm}^2$$

$$\sigma_{qn} = k \cdot q_n \cdot (r_g/W_w) \cdot D_o = 5,96 \text{ N/mm}^2$$

$$\text{'Rerounding'-factor } F_{rr} = 1,000$$

$$\text{'Rerounding'-factor } F'_{rr} = 1,000$$

$$\sigma_{t,max} = \sigma_{py} + ((F'_{rr} \cdot \sigma_{qr}) + (F_{rr} \cdot \sigma_{qn}))$$

$$\text{Maximale tangentielle spanning } \sigma_{t,max} = 4,04 \text{ N/mm}^2$$

11.3 Controle van de Berekende Spanningen van 1x160mm PE100 SDR11 (6): leiding no. 6

Belasting combinatie 1

- $\sigma_{AxMax} < \text{ShortStrength} \cdot \text{DamageFactor}$
- $\sigma_{TanMax} < \text{ShortStrength} \cdot \text{DamageFactor}$

Belasting combinatie 2

- $\sigma_{ptest} < \text{ShortStrength} \cdot \text{DamageFactor}$
- $\sigma_{py} < \text{LongStrength} \cdot \text{DamageFactor}$

Belasting combinatie 3

- $\sigma_{AxMax} < \text{LongStrength} \cdot \text{DamageFactor}$
- $\sigma_{TanMax} < \text{LongStrength} \cdot \text{DamageFactor}$

Belasting combinatie 4

- $\sigma_{AxMax} < \text{LongStrength} \cdot \text{DamageFactor}$
- $\sigma_{TanMax} < \text{LongStrength} \cdot \text{DamageFactor}$

Voor alle spanningssituaties zijn de spanningen toelaatbaar.

	Max toelaatbare spanning [N/mm ²]	Spannings combinatie 1A	Spannings combinatie 1B	Spannings combinatie 2	Spannings combinatie 3	Spannings combinatie 4
Sigma_ptest	10,00 (kort)	-	-	0,00	-	-
Sigma_py	8,00 (lang)	-	-	0,00	-	-
Sigma_axiaal	10,00 (kort)	5,15	5,05	-	-	-
Sigma_axiaal	8,00 (lang)	-	-	-	0,08	0,08
Sigma_tang...	10,00 (kort)	-	0,27	-	-	-
Sigma_tang...	8,00 (lang)	-	-	-	4,04	4,04

Spanningen in de leiding [N/mm²]

De deflectie van de leiding is 4,1 mm (2,59% x Do). De maximaal toelaatbare deflectie van de leiding is 12,8 mm (8,00% x S x Do). De deflectie is toelaatbaar.

De maximaal toelaatbare deflectie bij inspectie ('piggability') is 8,0 mm (5,00% x Do). De deflectie is toelaatbaar.

11.4 Toetsing op Implosie van 1x160mm PE100 SDR11 (6): leiding no. 6

Tijdens het intrekken wordt de leiding belast door de heersende bentonietdruk. De hoogste minimaal benodigde druk tijdens het intrekken is gelijk aan 314 kN/m², dit is kleiner dan de toelaatbare alzijdige uitwendige druk van 1532 kN/m².

Omdat de leiding tijdens dit intrekken geheel gevuld is met vloeistof geeft dit een tegendruk van 239 kN/m². De maximaal toelaatbare druk wordt dan 1771 kN/m².

Tijdens de bedrijfstoestand wordt de leiding belast door de heersende waterdruk. De uitwendige waterdruk op de leiding is gelijk aan 237 kN/m², dit is groter dan de toelaatbare alzijdige uitwendige druk van 275 kN/m².

12 Sterkteberekening van 1x160mm PE100 SDR11 (7): leiding no. 7

12.1 Materiaalgegevens van 1x160mm PE100 SDR11 (7): leiding no. 7

De volgende gegevens en uitgangspunten zijn gehanteerd voor de sterkteberekening:

Leiding materiaal	: Polyetheen PE100
Buiten- diameter	: $D_o = 160,00$ mm
Nominale wanddikte	: $t = 14,50$ mm
Ontwerpdruk	: $p_d = 0,00$ bar
Test druk	: $p_t = 0,00$ bar
Temperatuur variatie	: $\Delta t = 0,00$ deg Celcius
Lengte leiding	: $L = 496$ m
Elasticiteitsmodulus (kort)	: $E = 975$ N/mm ²
Elasticiteitsmodulus (lang)	: $E = 350$ N/mm ²
Toelaatbare spanning (kort)	: $S = 10$ N/mm ²
Toelaatbare spanning (lang)	: $S = 8$ N/mm ²
Importantie factor (S)	: $S = 1,00$
Volumegegewicht leidingmateriaal	: $\gamma_s = 9,54$ kN/m ³
Opleghoek	: $\beta = 30$ graden
Belastingshoek	: $\alpha = 30$ graden
Momentcoëfficiënt grond top (indirect)	: $k_t' = 0,078$
Momentcoëfficiënt grond bodem (indirect)	: $k_b' = 0,179$
Momentcoëfficiënt grond top (direct)	: $k_t = 0,257$
Momentcoëfficiënt bodem (direct)	: $k_b = 0,257$
Deflectiecoëfficiënt (indirect)	: $k_y' = 0,071$
Deflectiecoëfficiënt (direct)	: $k_y = 0,143$
Maximale gereduc. vert. grondbelasting (zonder veiligheidsfactor)	: $q_{v;r;n,max} = 47$ kN/m ²
Verkeersbelasting (zonder veiligheidsfactor)	: $q_v = 0$ kN/m ²
Maximale verticale beddingsconstante (zonder veiligheidsfactor)	: $k_{v,max} = 637017$ kN/m ³
Gebruikte straal (exclusief veiligheidsfactoren)	: $R_{min} = 300,000$ m
Belastingsfactor aanlegbelasting	: $f_{install} = 1,00$
Belastingsfactor gereduc. neut. grondspan. $q_{n;r}$	: $f_{Qnr} = 1,50$
Belastingsfactor ontwerpdruk	: $f_{pd} = 1,00$
Belastingsfactor ontwerpdruk (combinatie)	: $f_{pd;comb} = 1,00$
Belastingsfactor testdruk	: $f_{pt} = 1,00$
Belastingsfactor temperatuur	: $f_{temp} = 1,10$
Belastingsfactor verkeersbelasting	: $f_v = 1,35$
Onzekerheidsfactor kromte straal	: $f_R = 1,10$
Onzekerheidsfactor beddingsconstante	: $f_{kv} = 2,00$
Onzekerheidsfactor buigend moment	: $f_k = 1,40$
Totaalfactor op trekkracht voor stoch. varia. en modelonzekerheid	: $f = 3,00$
Lineaire uitzettingscoëfficiënt gemiddeld tussen t_1 en t_2	: $\alpha_g = 0,0001800$ mm/mmK

12.2 Resultaten Sterkteberekening van 1x160mm PE100 SDR11 (7): leiding no. 7

Voor de berekening worden 5 belasting fasen onderscheiden:

- Belasting combinatie 1A: begin trekoperatie
- Belasting combinatie 1B: einde van trekoperatie
- Belasting combinatie 2: intern op druk brengen
- Belasting combinatie 3: bedrijfsfase, niet op druk
- Belasting combinatie 4: bedrijfsfase, op druk

De wanddikte is 14,5 mm. Hierna wordt door middel van een berekening conform NEN 3650 serie aangetoond dat deze wanddikte voldoet

12.2.1 Belasting Combinatie 1A: Begin Trekoperatie

Axiale spanning:

$\sigma_b = M_b/W_b = f_k \cdot E \cdot I_b / (R_{rol} \cdot W_b)$	=	1,09	N/mm ²
$\sigma_t = f \cdot f_{install} \cdot T_1/A = f \cdot f_{install} (L_{rol} \cdot Q \cdot f_1)/A$	=	4,44	N/mm ²
Maximale axiale spanning $\sigma_{a,max}$	=	5,15	N/mm ²
De tangentele spanning is in deze fase verwaarloosbaar.			

12.2.2 Belasting Combinatie 1B: Einde Trekoperatie

Axiale spanning:

$\sigma_b = M_b/W_b = f_k \cdot E \cdot I_b / (R_{min} \cdot W_b)$	=	0,36	N/mm ²
$\sigma_t = f \cdot f_{install} \cdot T_{max}/A$	=	4,81	N/mm ²
Maximale axiale spanning $\sigma_{a,max}$	=	5,05	N/mm ²

Tangentele spanning:

Belasting q_r op de leiding ten gevolge van grondreactie bij bochten (volgens NEN 3650-1 katern-5 D3.3):

$$q_r = k_v \cdot y = (0.322 \cdot \lambda^2 \cdot E \cdot I) / (D_o \cdot R / f_R)$$

$\lambda = (f_k \cdot k_v \cdot D_o / (4 \cdot E \cdot I))^{0.25}$	=	7,4E-3	1/mm
q_r	=	0,0069	N/mm ²
$\sigma_{qr} = k' \cdot q_r \cdot (r_g/W_w) \cdot D_o$	=	0,41	N/mm ²
Maximale tangentele spanning $\sigma_{t,max}$	=	0,27	N/mm ²

12.2.3 Belasting Combinatie 2: Intern op Druk Brengen

Ten gevolge van inwendige druk :

$\sigma_{py} = f_{pd} \cdot p_d \cdot ((r_u^2 + r_i^2) / (r_u^2 - r_i^2))$	=	0,00	N/mm ²
$\sigma_{px} = 0.5 \cdot \sigma_{py}$	=	0,00	N/mm ²
$\sigma_{ptest} = f_{pt} \cdot p_t \cdot ((r_u^2 + r_i^2) / (r_u^2 - r_i^2))$	=	0,00	N/mm ²

12.2.4 Belasting Combinatie 3: Bedrijfstoestand in Drukloze Situatie

Axiale spanning:

$\sigma_b = M_b/W_b = f_k \cdot E \cdot I_b / (R_{min} \cdot W_b)$	=	0,13	N/mm ²
Maximale axiale spanning $\sigma_{a,max}$	=	0,08	N/mm ²

Tangentele spanning:

$\sigma_{qr} = k' \cdot q_r \cdot (r_g/W_w) \cdot D_o$	=	0,25	N/mm ²
$\sigma_{qn} = k \cdot q_n \cdot (r_g/W_w) \cdot D_o$	=	5,96	N/mm ²
Maximale tangentele spanning $\sigma_{t,max}$	=	4,04	N/mm ²

12.2.5 Belasting Combinatie 4: Bedrijfstoestand met Inwendige Druk

Axiale spanning:

$$\sigma_b = M_b/W_b = f_k \cdot E \cdot I_b / (R_{min} \cdot W_b) = 0,13 \text{ N/mm}^2$$

Ten gevolge van inwendige druk :

$$\sigma_{py} = f_{pd} \cdot p_d \cdot ((r_u^2 + r_i^2)/(r_u^2 - r_i^2)) = 0,00 \text{ N/mm}^2$$

$$\sigma_{px} = 0,5 \cdot \sigma_{py} = 0,00 \text{ N/mm}^2$$

$$\sigma_{ptest} = f_{pt} \cdot p_t \cdot ((r_u^2 + r_i^2)/(r_u^2 - r_i^2)) = 0,00 \text{ N/mm}^2$$

$$\sigma_{Temp} = dt \cdot \gamma_t \cdot \alpha_g \cdot E = 0,00 \text{ N/mm}^2$$

$$\text{Maximale axiale spanning } \sigma_{a,max} = 0,08 \text{ N/mm}^2$$

Tangentiele spanning:

$$\sigma_{qr} = k' \cdot q_r \cdot (r_g/W_w) \cdot D_o = 0,25 \text{ N/mm}^2$$

$$\sigma_{qn} = k \cdot q_n \cdot (r_g/W_w) \cdot D_o = 5,96 \text{ N/mm}^2$$

$$\text{'Rerounding'-factor } F_{rr} = 1,000$$

$$\text{'Rerounding'-factor } F'_{rr} = 1,000$$

$$\sigma_{t,max} = \sigma_{py} + ((F'_{rr} \cdot \sigma_{qr}) + (F_{rr} \cdot \sigma_{qn}))$$

$$\text{Maximale tangentielle spanning } \sigma_{t,max} = 4,04 \text{ N/mm}^2$$

12.3 Controle van de Berekende Spanningen van 1x160mm PE100 SDR11 (7): leiding no. 7

Belasting combinatie 1

- $\sigma_{AxMax} < \text{ShortStrength} \cdot \text{DamageFactor}$
- $\sigma_{TanMax} < \text{ShortStrength} \cdot \text{DamageFactor}$

Belasting combinatie 2

- $\sigma_{ptest} < \text{ShortStrength} \cdot \text{DamageFactor}$
- $\sigma_{py} < \text{LongStrength} \cdot \text{DamageFactor}$

Belasting combinatie 3

- $\sigma_{AxMax} < \text{LongStrength} \cdot \text{DamageFactor}$
- $\sigma_{TanMax} < \text{LongStrength} \cdot \text{DamageFactor}$

Belasting combinatie 4

- $\sigma_{AxMax} < \text{LongStrength} \cdot \text{DamageFactor}$
- $\sigma_{TanMax} < \text{LongStrength} \cdot \text{DamageFactor}$

Voor alle spanningssituaties zijn de spanningen toelaatbaar.

	Max toelaatbare spanning [N/mm ²]	Spannings combinatie 1A	Spannings combinatie 1B	Spannings combinatie 2	Spannings combinatie 3	Spannings combinatie 4
Sigma_ptest	10,00 (kort)	-	-	0,00	-	-
Sigma_py	8,00 (lang)	-	-	0,00	-	-
Sigma_axiaal	10,00 (kort)	5,15	5,05	-	-	-
Sigma_axiaal	8,00 (lang)	-	-	-	0,08	0,08
Sigma_tang...	10,00 (kort)	-	0,27	-	-	-
Sigma_tang...	8,00 (lang)	-	-	-	4,04	4,04

Spanningen in de leiding [N/mm²]

De deflectie van de leiding is 4,1 mm (2,59% x Do). De maximaal toelaatbare deflectie van de leiding is 12,8 mm (8,00% x S x Do). De deflectie is toelaatbaar.

De maximaal toelaatbare deflectie bij inspectie ('piggability') is 8,0 mm (5,00% x Do). De deflectie is toelaatbaar.

12.4 Toetsing op Implosie van 1x160mm PE100 SDR11 (7): leiding no. 7

Tijdens het intrekken wordt de leiding belast door de heersende bentonietdruk. De hoogste minimaal benodigde druk tijdens het intrekken is gelijk aan 314 kN/m², dit is kleiner dan de toelaatbare alzijdige uitwendige druk van 1532 kN/m².

Omdat de leiding tijdens dit intrekken geheel gevuld is met vloeistof geeft dit een tegendruk van 239 kN/m². De maximaal toelaatbare druk wordt dan 1771 kN/m².

Tijdens de bedrijfstoestand wordt de leiding belast door de heersende waterdruk. De uitwendige waterdruk op de leiding is gelijk aan 237 kN/m², dit is groter dan de toelaatbare alzijdige uitwendige druk van 275 kN/m².

13 Sterkteberekening van 1x160mm PE100 SDR11 (8): leiding no. 8

13.1 Materiaalgegevens van 1x160mm PE100 SDR11 (8): leiding no. 8

De volgende gegevens en uitgangspunten zijn gehanteerd voor de sterkteberekening:

Leiding materiaal	: Polyetheen PE100
Buiten- diameter	: $D_o = 160,00$ mm
Nominale wanddikte	: $t = 14,50$ mm
Ontwerpdruk	: $p_d = 0,00$ bar
Test druk	: $p_t = 0,00$ bar
Temperatuur variatie	: $\Delta t = 0,00$ deg Celcius
Lengte leiding	: $L = 496$ m
Elasticiteitsmodulus (kort)	: $E = 975$ N/mm ²
Elasticiteitsmodulus (lang)	: $E = 350$ N/mm ²
Toelaatbare spanning (kort)	: $S = 10$ N/mm ²
Toelaatbare spanning (lang)	: $S = 8$ N/mm ²
Importantie factor (S)	: $S = 1,00$
Volumegegewicht leidingmateriaal	: $\gamma_s = 9,54$ kN/m ³
Opleghoek	: $\beta = 30$ graden
Belastingshoek	: $\alpha = 30$ graden
Momentcoëfficiënt grond top (indirect)	: $k_t' = 0,078$
Momentcoëfficiënt grond bodem (indirect)	: $k_b' = 0,179$
Momentcoëfficiënt grond top (direct)	: $k_t = 0,257$
Momentcoëfficiënt bodem (direct)	: $k_b = 0,257$
Deflectiecoëfficiënt (indirect)	: $k_y' = 0,071$
Deflectiecoëfficiënt (direct)	: $k_y = 0,143$
Maximale gereduc. vert. grondbelasting (zonder veiligheidsfactor)	: $q_{v;r;n,max} = 47$ kN/m ²
Verkeersbelasting (zonder veiligheidsfactor)	: $q_v = 0$ kN/m ²
Maximale verticale beddingsconstante (zonder veiligheidsfactor)	: $k_{v,max} = 637017$ kN/m ³
Gebruikte straal (exclusief veiligheidsfactoren)	: $R_{min} = 300,000$ m
Belastingsfactor aanlegbelasting	: $f_{install} = 1,00$
Belastingsfactor gereduc. neut. grondspan. $q_{n;r}$	: $f_{Qnr} = 1,50$
Belastingsfactor ontwerpdruk	: $f_{pd} = 1,00$
Belastingsfactor ontwerpdruk (combinatie)	: $f_{pd;comb} = 1,00$
Belastingsfactor testdruk	: $f_{pt} = 1,00$
Belastingsfactor temperatuur	: $f_{temp} = 1,10$
Belastingsfactor verkeersbelasting	: $f_v = 1,35$
Onzekerheidsfactor kromte straal	: $f_R = 1,10$
Onzekerheidsfactor beddingsconstante	: $f_{kv} = 2,00$
Onzekerheidsfactor buigend moment	: $f_k = 1,40$
Totaalfactor op trekkracht voor stoch. varia. en modelonzekerheid	: $f = 3,00$
Lineaire uitzettingscoëfficiënt gemiddeld tussen t_1 en t_2	: $\alpha_g = 0,0001800$ mm/mmK

13.2 Resultaten Sterkteberekening van 1x160mm PE100 SDR11 (8): leiding no. 8

Voor de berekening worden 5 belasting fasen onderscheiden:

- Belasting combinatie 1A: begin trekoperatie
- Belasting combinatie 1B: einde van trekoperatie
- Belasting combinatie 2: intern op druk brengen
- Belasting combinatie 3: bedrijfsfase, niet op druk
- Belasting combinatie 4: bedrijfsfase, op druk

De wanddikte is 14,5 mm. Hierna wordt door middel van een berekening conform NEN 3650 serie aangetoond dat deze wanddikte voldoet

13.2.1 Belasting Combinatie 1A: Begin Trekoperatie

Axiale spanning:

$\sigma_b = M_b/W_b = f_k \cdot E \cdot I_b / (R_{rol} \cdot W_b)$	=	1,09	N/mm ²
$\sigma_t = f \cdot f_{install} \cdot T_1/A = f \cdot f_{install} (L_{rol} \cdot Q \cdot f_1)/A$	=	4,44	N/mm ²
Maximale axiale spanning $\sigma_{a,max}$	=	5,15	N/mm ²
De tangentele spanning is in deze fase verwaarloosbaar.			

13.2.2 Belasting Combinatie 1B: Einde Trekoperatie

Axiale spanning:

$\sigma_b = M_b/W_b = f_k \cdot E \cdot I_b / (R_{min} \cdot W_b)$	=	0,36	N/mm ²
$\sigma_t = f \cdot f_{install} \cdot T_{max}/A$	=	4,81	N/mm ²
Maximale axiale spanning $\sigma_{a,max}$	=	5,05	N/mm ²

Tangentele spanning:

Belasting q_r op de leiding ten gevolge van grondreactie bij bochten (volgens NEN 3650-1 katern-5 D3.3):

$$q_r = k_v \cdot y = (0.322 \cdot \lambda^2 \cdot E \cdot I) / (D_o \cdot R / f_R)$$

$\lambda = (f_k \cdot k_v \cdot D_o / (4 \cdot E \cdot I))^{0.25}$	=	7,4E-3	1/mm
q_r	=	0,0069	N/mm ²
$\sigma_{qr} = k' \cdot q_r \cdot (r_g/W_w) \cdot D_o$	=	0,41	N/mm ²
Maximale tangentele spanning $\sigma_{t,max}$	=	0,27	N/mm ²

13.2.3 Belasting Combinatie 2: Intern op Druk Brengen

Ten gevolge van inwendige druk :

$\sigma_{py} = f_{pd} \cdot p_d \cdot ((r_u^2 + r_i^2) / (r_u^2 - r_i^2))$	=	0,00	N/mm ²
$\sigma_{px} = 0.5 \cdot \sigma_{py}$	=	0,00	N/mm ²
$\sigma_{ptest} = f_{pt} \cdot p_t \cdot ((r_u^2 + r_i^2) / (r_u^2 - r_i^2))$	=	0,00	N/mm ²

13.2.4 Belasting Combinatie 3: Bedrijfstoestand in Drukloze Situatie

Axiale spanning:

$\sigma_b = M_b/W_b = f_k \cdot E \cdot I_b / (R_{min} \cdot W_b)$	=	0,13	N/mm ²
Maximale axiale spanning $\sigma_{a,max}$	=	0,08	N/mm ²

Tangentele spanning:

$\sigma_{qr} = k' \cdot q_r \cdot (r_g/W_w) \cdot D_o$	=	0,25	N/mm ²
$\sigma_{qn} = k \cdot q_n \cdot (r_g/W_w) \cdot D_o$	=	5,96	N/mm ²
Maximale tangentele spanning $\sigma_{t,max}$	=	4,04	N/mm ²

13.2.5 Belasting Combinatie 4: Bedrijfstoestand met Inwendige Druk

Axiale spanning:

$$\sigma_b = M_b/W_b = f_k \cdot E \cdot I_b / (R_{min} \cdot W_b) = 0,13 \text{ N/mm}^2$$

Ten gevolge van inwendige druk :

$$\sigma_{py} = f_{pd} \cdot p_d \cdot ((r_u^2 + r_i^2)/(r_u^2 - r_i^2)) = 0,00 \text{ N/mm}^2$$

$$\sigma_{px} = 0,5 \cdot \sigma_{py} = 0,00 \text{ N/mm}^2$$

$$\sigma_{ptest} = f_{pt} \cdot p_t \cdot ((r_u^2 + r_i^2)/(r_u^2 - r_i^2)) = 0,00 \text{ N/mm}^2$$

$$\sigma_{Temp} = dt \cdot \gamma_t \cdot \alpha_g \cdot E = 0,00 \text{ N/mm}^2$$

$$\text{Maximale axiale spanning } \sigma_{a,max} = 0,08 \text{ N/mm}^2$$

Tangentiele spanning:

$$\sigma_{qr} = k' \cdot q_r \cdot (r_g/W_w) \cdot D_o = 0,25 \text{ N/mm}^2$$

$$\sigma_{qn} = k \cdot q_n \cdot (r_g/W_w) \cdot D_o = 5,96 \text{ N/mm}^2$$

$$\text{'Rerounding'-factor } F_{rr} = 1,000$$

$$\text{'Rerounding'-factor } F'_{rr} = 1,000$$

$$\sigma_{t,max} = \sigma_{py} + ((F'_{rr} \cdot \sigma_{qr}) + (F_{rr} \cdot \sigma_{qn}))$$

$$\text{Maximale tangentielle spanning } \sigma_{t,max} = 4,04 \text{ N/mm}^2$$

13.3 Controle van de Berekende Spanningen van 1x160mm PE100 SDR11 (8): leiding no. 8

Belasting combinatie 1

- $\sigma_{AxMax} < \text{ShortStrength} \cdot \text{DamageFactor}$
- $\sigma_{TanMax} < \text{ShortStrength} \cdot \text{DamageFactor}$

Belasting combinatie 2

- $\sigma_{ptest} < \text{ShortStrength} \cdot \text{DamageFactor}$
- $\sigma_{py} < \text{LongStrength} \cdot \text{DamageFactor}$

Belasting combinatie 3

- $\sigma_{AxMax} < \text{LongStrength} \cdot \text{DamageFactor}$
- $\sigma_{TanMax} < \text{LongStrength} \cdot \text{DamageFactor}$

Belasting combinatie 4

- $\sigma_{AxMax} < \text{LongStrength} \cdot \text{DamageFactor}$
- $\sigma_{TanMax} < \text{LongStrength} \cdot \text{DamageFactor}$

Voor alle spanningssituaties zijn de spanningen toelaatbaar.

	Max toelaatbare spanning [N/mm ²]	Spannings combinatie 1A	Spannings combinatie 1B	Spannings combinatie 2	Spannings combinatie 3	Spannings combinatie 4
Sigma_ptest	10,00 (kort)	-	-	0,00	-	-
Sigma_py	8,00 (lang)	-	-	0,00	-	-
Sigma_axiaal	10,00 (kort)	5,15	5,05	-	-	-
Sigma_axiaal	8,00 (lang)	-	-	-	0,08	0,08
Sigma_tang...	10,00 (kort)	-	0,27	-	-	-
Sigma_tang...	8,00 (lang)	-	-	-	4,04	4,04

Spanningen in de leiding [N/mm²]

De deflectie van de leiding is 4,1 mm (2,59% x Do). De maximaal toelaatbare deflectie van de leiding is 12,8 mm (8,00% x S x Do). De deflectie is toelaatbaar.

De maximaal toelaatbare deflectie bij inspectie ('piggability') is 8,0 mm (5,00% x Do). De deflectie is toelaatbaar.

13.4 Toetsing op Implosie van 1x160mm PE100 SDR11 (8): leiding no. 8

Tijdens het intrekken wordt de leiding belast door de heersende bentonietdruk. De hoogste minimaal benodigde druk tijdens het intrekken is gelijk aan 314 kN/m², dit is kleiner dan de toelaatbare alzijdige uitwendige druk van 1532 kN/m².

Omdat de leiding tijdens dit intrekken geheel gevuld is met vloeistof geeft dit een tegendruk van 239 kN/m². De maximaal toelaatbare druk wordt dan 1771 kN/m².

Tijdens de bedrijfstoestand wordt de leiding belast door de heersende waterdruk. De uitwendige waterdruk op de leiding is gelijk aan 237 kN/m², dit is groter dan de toelaatbare alzijdige uitwendige druk van 275 kN/m².

14 Sterkteberekening van 1x160mm PE100 SDR11 (9): leiding no. 9

14.1 Materiaalgegevens van 1x160mm PE100 SDR11 (9): leiding no. 9

De volgende gegevens en uitgangspunten zijn gehanteerd voor de sterkteberekening:

Leiding materiaal	: Polyetheen PE100
Buiten- diameter	: $D_o = 160,00 \text{ mm}$
Nominale wanddikte	: $t = 14,50 \text{ mm}$
Ontwerpdruk	: $p_d = 0,00 \text{ bar}$
Test druk	: $p_t = 0,00 \text{ bar}$
Temperatuur variatie	: $\Delta t = 0,00 \text{ deg Celcius}$
Lengte leiding	: $L = 496 \text{ m}$
Elasticiteitsmodulus (kort)	: $E = 975 \text{ N/mm}^2$
Elasticiteitsmodulus (lang)	: $E = 350 \text{ N/mm}^2$
Toelaatbare spanning (kort)	: $S = 10 \text{ N/mm}^2$
Toelaatbare spanning (lang)	: $S = 8 \text{ N/mm}^2$
Importantie factor (S)	: $S = 1,00$
Volumegegewicht leidingmateriaal	: $\gamma_s = 9,54 \text{ kN/m}^3$
Opleghoek	: $\beta = 30 \text{ graden}$
Belastingshoek	: $\alpha = 30 \text{ graden}$
Momentcoëfficiënt grond top (indirect)	: $k_t' = 0,078$
Momentcoëfficiënt grond bodem (indirect)	: $k_b' = 0,179$
Momentcoëfficiënt grond top (direct)	: $k_t = 0,257$
Momentcoëfficiënt bodem (direct)	: $k_b = 0,257$
Deflectiecoëfficiënt (indirect)	: $k_y' = 0,071$
Deflectiecoëfficiënt (direct)	: $k_y = 0,143$
Maximale gereduc. vert. grondbelasting (zonder veiligheidsfactor)	: $q_{v;r;n;\max} = 47 \text{ kN/m}^2$
Verkeersbelasting (zonder veiligheidsfactor)	: $q_v = 0 \text{ kN/m}^2$
Maximale verticale beddingsconstante (zonder veiligheidsfactor)	: $k_{v;\max} = 637017 \text{ kN/m}^3$
Gebruikte straal (exclusief veiligheidsfactoren)	: $R_{\min} = 300,000 \text{ m}$
Belastingsfactor aanlegbelasting	: $f_{\text{install}} = 1,00$
Belastingsfactor gereduc. neut. grondspan. $q_{n;r}$	: $f_{Q_{nr}} = 1,50$
Belastingsfactor ontwerpdruk	: $f_{pd} = 1,00$
Belastingsfactor ontwerpdruk (combinatie)	: $f_{pd;\text{comb}} = 1,00$
Belastingsfactor testdruk	: $f_{pt} = 1,00$
Belastingsfactor temperatuur	: $f_{\text{temp}} = 1,10$
Belastingsfactor verkeersbelasting	: $f_v = 1,35$
Onzekerheidsfactor kromte straal	: $f_R = 1,10$
Onzekerheidsfactor beddingsconstante	: $f_{kv} = 2,00$
Onzekerheidsfactor buigend moment	: $f_k = 1,40$
Totaalfactor op trekkracht voor stoch. varia. en modelonzekerheid	: $f = 3,00$
Lineaire uitzettingscoëfficiënt gemiddeld tussen t_1 en t_2	: $\alpha_g = 0,0001800 \text{ mm/mmK}$

14.2 Resultaten Sterkteberekening van 1x160mm PE100 SDR11 (9): leiding no. 9

Voor de berekening worden 5 belasting fasen onderscheiden:

- Belasting combinatie 1A: begin trekoperatie
- Belasting combinatie 1B: einde van trekoperatie
- Belasting combinatie 2: intern op druk brengen
- Belasting combinatie 3: bedrijfsfase, niet op druk
- Belasting combinatie 4: bedrijfsfase, op druk

De wanddikte is 14,5 mm. Hierna wordt door middel van een berekening conform NEN 3650 serie aangetoond dat deze wanddikte voldoet

14.2.1 Belasting Combinatie 1A: Begin Trekoperatie

Axiale spanning:

$\sigma_b = M_b/W_b = f_k \cdot E \cdot I_b / (R_{rol} \cdot W_b)$	=	1,09	N/mm ²
$\sigma_t = f \cdot f_{install} \cdot T_1/A = f \cdot f_{install} (L_{rol} \cdot Q \cdot f_1)/A$	=	4,44	N/mm ²
Maximale axiale spanning $\sigma_{a,max}$	=	5,15	N/mm ²
De tangentele spanning is in deze fase verwaarloosbaar.			

14.2.2 Belasting Combinatie 1B: Einde Trekoperatie

Axiale spanning:

$\sigma_b = M_b/W_b = f_k \cdot E \cdot I_b / (R_{min} \cdot W_b)$	=	0,36	N/mm ²
$\sigma_t = f \cdot f_{install} \cdot T_{max}/A$	=	4,81	N/mm ²
Maximale axiale spanning $\sigma_{a,max}$	=	5,05	N/mm ²

Tangentele spanning:

Belasting q_r op de leiding ten gevolge van grondreactie bij bochten (volgens NEN 3650-1 katern-5 D3.3):

$$q_r = k_v \cdot y = (0.322 \cdot \lambda^2 \cdot E \cdot I) / (D_o \cdot R / f_R)$$

$\lambda = (f_k \cdot k_v \cdot D_o / (4 \cdot E \cdot I))^{0.25}$	=	7,4E-3	1/mm
q_r	=	0,0069	N/mm ²
$\sigma_{qr} = k' \cdot q_r \cdot (r_g/W_w) \cdot D_o$	=	0,41	N/mm ²
Maximale tangentele spanning $\sigma_{t,max}$	=	0,27	N/mm ²

14.2.3 Belasting Combinatie 2: Intern op Druk Brengen

Ten gevolge van inwendige druk :

$\sigma_{py} = f_{pd} \cdot p_d \cdot ((r_u^2 + r_i^2) / (r_u^2 - r_i^2))$	=	0,00	N/mm ²
$\sigma_{px} = 0.5 \cdot \sigma_{py}$	=	0,00	N/mm ²
$\sigma_{ptest} = f_{pt} \cdot p_t \cdot ((r_u^2 + r_i^2) / (r_u^2 - r_i^2))$	=	0,00	N/mm ²

14.2.4 Belasting Combinatie 3: Bedrijfstoestand in Drukloze Situatie

Axiale spanning:

$\sigma_b = M_b/W_b = f_k \cdot E \cdot I_b / (R_{min} \cdot W_b)$	=	0,13	N/mm ²
Maximale axiale spanning $\sigma_{a,max}$	=	0,08	N/mm ²

Tangentele spanning:

$\sigma_{qr} = k' \cdot q_r \cdot (r_g/W_w) \cdot D_o$	=	0,25	N/mm ²
$\sigma_{qn} = k \cdot q_n \cdot (r_g/W_w) \cdot D_o$	=	5,96	N/mm ²
Maximale tangentele spanning $\sigma_{t,max}$	=	4,04	N/mm ²

14.2.5 Belasting Combinatie 4: Bedrijfstoestand met Inwendige Druk

Axiale spanning:

$$\sigma_b = M_b/W_b = f_k \cdot E \cdot I_b / (R_{min} \cdot W_b) = 0,13 \text{ N/mm}^2$$

Ten gevolge van inwendige druk :

$$\sigma_{py} = f_{pd} \cdot p_d \cdot ((r_u^2 + r_i^2)/(r_u^2 - r_i^2)) = 0,00 \text{ N/mm}^2$$

$$\sigma_{px} = 0,5 \cdot \sigma_{py} = 0,00 \text{ N/mm}^2$$

$$\sigma_{ptest} = f_{pt} \cdot p_t \cdot ((r_u^2 + r_i^2)/(r_u^2 - r_i^2)) = 0,00 \text{ N/mm}^2$$

$$\sigma_{Temp} = dt \cdot \gamma_t \cdot \alpha_g \cdot E = 0,00 \text{ N/mm}^2$$

$$\text{Maximale axiale spanning } \sigma_{a,max} = 0,08 \text{ N/mm}^2$$

Tangentiele spanning:

$$\sigma_{qr} = k' \cdot q_r \cdot (r_g/W_w) \cdot D_o = 0,25 \text{ N/mm}^2$$

$$\sigma_{qn} = k \cdot q_n \cdot (r_g/W_w) \cdot D_o = 5,96 \text{ N/mm}^2$$

$$\text{'Rerounding'-factor } F_{rr} = 1,000$$

$$\text{'Rerounding'-factor } F'_{rr} = 1,000$$

$$\sigma_{t,max} = \sigma_{py} + ((F'_{rr} \cdot \sigma_{qr}) + (F_{rr} \cdot \sigma_{qn}))$$

$$\text{Maximale tangentielle spanning } \sigma_{t,max} = 4,04 \text{ N/mm}^2$$

14.3 Controle van de Berekende Spanningen van 1x160mm PE100 SDR11 (9): leiding no. 9

Belasting combinatie 1

- $\sigma_{AxMax} < \text{ShortStrength} \cdot \text{DamageFactor}$
- $\sigma_{TanMax} < \text{ShortStrength} \cdot \text{DamageFactor}$

Belasting combinatie 2

- $\sigma_{ptest} < \text{ShortStrength} \cdot \text{DamageFactor}$
- $\sigma_{py} < \text{LongStrength} \cdot \text{DamageFactor}$

Belasting combinatie 3

- $\sigma_{AxMax} < \text{LongStrength} \cdot \text{DamageFactor}$
- $\sigma_{TanMax} < \text{LongStrength} \cdot \text{DamageFactor}$

Belasting combinatie 4

- $\sigma_{AxMax} < \text{LongStrength} \cdot \text{DamageFactor}$
- $\sigma_{TanMax} < \text{LongStrength} \cdot \text{DamageFactor}$

Voor alle spanningssituaties zijn de spanningen toelaatbaar.

	Max toelaatbare spanning [N/mm ²]	Spannings combinatie 1A	Spannings combinatie 1B	Spannings combinatie 2	Spannings combinatie 3	Spannings combinatie 4
Sigma_ptest	10,00 (kort)	-	-	0,00	-	-
Sigma_py	8,00 (lang)	-	-	0,00	-	-
Sigma_axiaal	10,00 (kort)	5,15	5,05	-	-	-
Sigma_axiaal	8,00 (lang)	-	-	-	0,08	0,08
Sigma_tang...	10,00 (kort)	-	0,27	-	-	-
Sigma_tang...	8,00 (lang)	-	-	-	4,04	4,04

Spanningen in de leiding [N/mm²]

De deflectie van de leiding is 4,1 mm (2,59% x Do). De maximaal toelaatbare deflectie van de leiding is 12,8 mm (8,00% x S x Do). De deflectie is toelaatbaar.

De maximaal toelaatbare deflectie bij inspectie ('piggability') is 8,0 mm (5,00% x Do). De deflectie is toelaatbaar.

14.4 Toetsing op Implosie van 1x160mm PE100 SDR11 (9): leiding no. 9

Tijdens het intrekken wordt de leiding belast door de heersende bentonietdruk. De hoogste minimaal benodigde druk tijdens het intrekken is gelijk aan 314 kN/m², dit is kleiner dan de toelaatbare alzijdige uitwendige druk van 1532 kN/m².

Omdat de leiding tijdens dit intrekken geheel gevuld is met vloeistof geeft dit een tegendruk van 239 kN/m². De maximaal toelaatbare druk wordt dan 1771 kN/m².

Tijdens de bedrijfstoestand wordt de leiding belast door de heersende waterdruk. De uitwendige waterdruk op de leiding is gelijk aan 237 kN/m², dit is groter dan de toelaatbare alzijdige uitwendige druk van 275 kN/m².

15 Sterkteberekening van 1x160mm PE100 SDR11 (10): leiding no. 10

15.1 Materiaalgegevens van 1x160mm PE100 SDR11 (10): leiding no. 10

De volgende gegevens en uitgangspunten zijn gehanteerd voor de sterkteberekening:

Leiding materiaal	: Polyetheen PE100
Buiten- diameter	: $D_o = 160,00$ mm
Nominale wanddikte	: $t = 14,50$ mm
Ontwerpdruk	: $p_d = 0,00$ bar
Test druk	: $p_t = 0,00$ bar
Temperatuur variatie	: $\Delta t = 0,00$ deg Celcius
Lengte leiding	: $L = 496$ m
Elasticiteitsmodulus (kort)	: $E = 975$ N/mm ²
Elasticiteitsmodulus (lang)	: $E = 350$ N/mm ²
Toelaatbare spanning (kort)	: $S = 10$ N/mm ²
Toelaatbare spanning (lang)	: $S = 8$ N/mm ²
Importantie factor (S)	: $S = 1,00$
Volumegegewicht leidingmateriaal	: $\gamma_s = 9,54$ kN/m ³
Opleghoek	: $\beta = 30$ graden
Belastingshoek	: $\alpha = 30$ graden
Momentcoëfficiënt grond top (indirect)	: $k_t' = 0,078$
Momentcoëfficiënt grond bodem (indirect)	: $k_b' = 0,179$
Momentcoëfficiënt grond top (direct)	: $k_t = 0,257$
Momentcoëfficiënt bodem (direct)	: $k_b = 0,257$
Deflectiecoëfficiënt (indirect)	: $k_y' = 0,071$
Deflectiecoëfficiënt (direct)	: $k_y = 0,143$
Maximale gereduc. vert. grondbelasting (zonder veiligheidsfactor)	: $q_{v;r;n,max} = 47$ kN/m ²
Verkeersbelasting (zonder veiligheidsfactor)	: $q_v = 0$ kN/m ²
Maximale verticale beddingsconstante (zonder veiligheidsfactor)	: $k_{v,max} = 637017$ kN/m ³
Gebruikte straal (exclusief veiligheidsfactoren)	: $R_{min} = 300,000$ m
Belastingsfactor aanlegbelasting	: $f_{install} = 1,00$
Belastingsfactor gereduc. neut. grondspan. $q_{n;r}$	: $f_{Qnr} = 1,50$
Belastingsfactor ontwerpdruk	: $f_{pd} = 1,00$
Belastingsfactor ontwerpdruk (combinatie)	: $f_{pd;comb} = 1,00$
Belastingsfactor testdruk	: $f_{pt} = 1,00$
Belastingsfactor temperatuur	: $f_{temp} = 1,10$
Belastingsfactor verkeersbelasting	: $f_v = 1,35$
Onzekerheidsfactor kromte straal	: $f_R = 1,10$
Onzekerheidsfactor beddingsconstante	: $f_{kv} = 2,00$
Onzekerheidsfactor buigend moment	: $f_k = 1,40$
Totaalfactor op trekkracht voor stoch. varia. en modelonzekerheid	: $f = 3,00$
Lineaire uitzettingscoëfficiënt gemiddeld tussen t_1 en t_2	: $\alpha_g = 0,0001800$ mm/mmK

15.2 Resultaten Sterkteberekening van 1x160mm PE100 SDR11 (10): leiding no. 10

Voor de berekening worden 5 belasting fasen onderscheiden:

- Belasting combinatie 1A: begin trekoperatie
- Belasting combinatie 1B: einde van trekoperatie
- Belasting combinatie 2: intern op druk brengen
- Belasting combinatie 3: bedrijfsfase, niet op druk
- Belasting combinatie 4: bedrijfsfase, op druk

De wanddikte is 14,5 mm. Hierna wordt door middel van een berekening conform NEN 3650 serie aangetoond dat deze wanddikte voldoet

15.2.1 Belasting Combinatie 1A: Begin Trekoperatie

Axiale spanning:

$\sigma_b = M_b/W_b = f_k \cdot E \cdot I_b / (R_{rol} \cdot W_b)$	=	1,09	N/mm ²
$\sigma_t = f \cdot f_{install} \cdot T_1/A = f \cdot f_{install} (L_{rol} \cdot Q \cdot f_1)/A$	=	4,44	N/mm ²
Maximale axiale spanning $\sigma_{a,max}$	=	5,15	N/mm ²
De tangentele spanning is in deze fase verwaarloosbaar.			

15.2.2 Belasting Combinatie 1B: Einde Trekoperatie

Axiale spanning:

$\sigma_b = M_b/W_b = f_k \cdot E \cdot I_b / (R_{min} \cdot W_b)$	=	0,36	N/mm ²
$\sigma_t = f \cdot f_{install} \cdot T_{max}/A$	=	4,81	N/mm ²
Maximale axiale spanning $\sigma_{a,max}$	=	5,05	N/mm ²

Tangentele spanning:

Belasting q_r op de leiding ten gevolge van grondreactie bij bochten (volgens NEN 3650-1 katern-5 D3.3):

$$q_r = k_v \cdot y = (0.322 \cdot \lambda^2 \cdot E \cdot I) / (D_o \cdot R / f_R)$$

$\lambda = (f_k \cdot k_v \cdot D_o / (4 \cdot E \cdot I))^{0.25}$	=	7,4E-3	1/mm
q_r	=	0,0069	N/mm ²
$\sigma_{qr} = k' \cdot q_r \cdot (r_g/W_w) \cdot D_o$	=	0,41	N/mm ²
Maximale tangentele spanning $\sigma_{t,max}$	=	0,27	N/mm ²

15.2.3 Belasting Combinatie 2: Intern op Druk Brengen

Ten gevolge van inwendige druk :

$\sigma_{py} = f_{pd} \cdot p_d \cdot ((r_u^2 + r_i^2) / (r_u^2 - r_i^2))$	=	0,00	N/mm ²
$\sigma_{px} = 0.5 \cdot \sigma_{py}$	=	0,00	N/mm ²
$\sigma_{ptest} = f_{pt} \cdot p_t \cdot ((r_u^2 + r_i^2) / (r_u^2 - r_i^2))$	=	0,00	N/mm ²

15.2.4 Belasting Combinatie 3: Bedrijfstoestand in Drukloze Situatie

Axiale spanning:

$\sigma_b = M_b/W_b = f_k \cdot E \cdot I_b / (R_{min} \cdot W_b)$	=	0,13	N/mm ²
Maximale axiale spanning $\sigma_{a,max}$	=	0,08	N/mm ²

Tangentele spanning:

$\sigma_{qr} = k' \cdot q_r \cdot (r_g/W_w) \cdot D_o$	=	0,25	N/mm ²
$\sigma_{qn} = k \cdot q_n \cdot (r_g/W_w) \cdot D_o$	=	5,96	N/mm ²
Maximale tangentele spanning $\sigma_{t,max}$	=	4,04	N/mm ²

15.2.5 Belasting Combinatie 4: Bedrijfstoestand met Inwendige Druk

Axiale spanning:

$$\sigma_b = M_b/W_b = f_k \cdot E \cdot I_b / (R_{min} \cdot W_b) = 0,13 \text{ N/mm}^2$$

Ten gevolge van inwendige druk :

$$\sigma_{py} = f_{pd} \cdot p_d \cdot ((r_u^2 + r_i^2)/(r_u^2 - r_i^2)) = 0,00 \text{ N/mm}^2$$

$$\sigma_{px} = 0,5 \cdot \sigma_{py} = 0,00 \text{ N/mm}^2$$

$$\sigma_{ptest} = f_{pt} \cdot p_t \cdot ((r_u^2 + r_i^2)/(r_u^2 - r_i^2)) = 0,00 \text{ N/mm}^2$$

$$\sigma_{Temp} = dt \cdot \gamma_t \cdot \alpha_g \cdot E = 0,00 \text{ N/mm}^2$$

$$\text{Maximale axiale spanning } \sigma_{a,max} = 0,08 \text{ N/mm}^2$$

Tangentiele spanning:

$$\sigma_{qr} = k' \cdot q_r \cdot (r_g/W_w) \cdot D_o = 0,25 \text{ N/mm}^2$$

$$\sigma_{qn} = k \cdot q_n \cdot (r_g/W_w) \cdot D_o = 5,96 \text{ N/mm}^2$$

$$\text{'Rerounding'-factor } F_{rr} = 1,000$$

$$\text{'Rerounding'-factor } F'_{rr} = 1,000$$

$$\sigma_{t,max} = \sigma_{py} + ((F'_{rr} \cdot \sigma_{qr}) + (F_{rr} \cdot \sigma_{qn}))$$

$$\text{Maximale tangentielle spanning } \sigma_{t,max} = 4,04 \text{ N/mm}^2$$

15.3 Controle van de Berekende Spanningen van 1x160mm PE100 SDR11 (10): leiding no. 10

Belasting combinatie 1

- $\sigma_{AxMax} < \text{ShortStrength} \cdot \text{DamageFactor}$
- $\sigma_{TanMax} < \text{ShortStrength} \cdot \text{DamageFactor}$

Belasting combinatie 2

- $\sigma_{ptest} < \text{ShortStrength} \cdot \text{DamageFactor}$
- $\sigma_{py} < \text{LongStrength} \cdot \text{DamageFactor}$

Belasting combinatie 3

- $\sigma_{AxMax} < \text{LongStrength} \cdot \text{DamageFactor}$
- $\sigma_{TanMax} < \text{LongStrength} \cdot \text{DamageFactor}$

Belasting combinatie 4

- $\sigma_{AxMax} < \text{LongStrength} \cdot \text{DamageFactor}$
- $\sigma_{TanMax} < \text{LongStrength} \cdot \text{DamageFactor}$

Voor alle spanningssituaties zijn de spanningen toelaatbaar.

	Max toelaatbare spanning [N/mm ²]	Spannings combinatie 1A	Spannings combinatie 1B	Spannings combinatie 2	Spannings combinatie 3	Spannings combinatie 4
Sigma _p test	10,00 (kort)	-	-	0,00	-	-
Sigma _{py}	8,00 (lang)	-	-	0,00	-	-
Sigma _{axiaal}	10,00 (kort)	5,15	5,05	-	-	-
Sigma _{axiaal}	8,00 (lang)	-	-	-	0,08	0,08
Sigma _{tang...}	10,00 (kort)	-	0,27	-	-	-
Sigma _{tang...}	8,00 (lang)	-	-	-	4,04	4,04

Spanningen in de leiding [N/mm²]

De deflectie van de leiding is 4,1 mm (2,59% x Do). De maximaal toelaatbare deflectie van de leiding is 12,8 mm (8,00% x S x Do). De deflectie is toelaatbaar.

De maximaal toelaatbare deflectie bij inspectie ('piggability') is 8,0 mm (5,00% x Do). De deflectie is toelaatbaar.

15.4 Toetsing op Implosie van 1x160mm PE100 SDR11 (10): leiding no. 10

Tijdens het intrekken wordt de leiding belast door de heersende bentonietdruk. De hoogste minimaal benodigde druk tijdens het intrekken is gelijk aan 314 kN/m², dit is kleiner dan de toelaatbare alzijdige uitwendige druk van 1532 kN/m².

Omdat de leiding tijdens dit intrekken geheel gevuld is met vloeistof geeft dit een tegendruk van 239 kN/m². De maximaal toelaatbare druk wordt dan 1771 kN/m².

Tijdens de bedrijfstoestand wordt de leiding belast door de heersende waterdruk. De uitwendige waterdruk op de leiding is gelijk aan 237 kN/m², dit is groter dan de toelaatbare alzijdige uitwendige druk van 275 kN/m².

16 Sterkteberekening van 1x160mm PE100 SDR11 (11): leiding no. 11

16.1 Materiaalgegevens van 1x160mm PE100 SDR11 (11): leiding no. 11

De volgende gegevens en uitgangspunten zijn gehanteerd voor de sterkteberekening:

Leiding materiaal	: Polyetheen PE100
Buiten- diameter	: $D_o = 160,00$ mm
Nominale wanddikte	: $t = 14,50$ mm
Ontwerpdruk	: $p_d = 0,00$ bar
Test druk	: $p_t = 0,00$ bar
Temperatuur variatie	: $\Delta t = 0,00$ deg Celcius
Lengte leiding	: $L = 496$ m
Elasticiteitsmodulus (kort)	: $E = 975$ N/mm ²
Elasticiteitsmodulus (lang)	: $E = 350$ N/mm ²
Toelaatbare spanning (kort)	: $S = 10$ N/mm ²
Toelaatbare spanning (lang)	: $S = 8$ N/mm ²
Importantie factor (S)	: $S = 1,00$
Volumegegewicht leidingmateriaal	: $\gamma_s = 9,54$ kN/m ³
Opleghoek	: $\beta = 30$ graden
Belastingshoek	: $\alpha = 30$ graden
Momentcoëfficiënt grond top (indirect)	: $k_t' = 0,078$
Momentcoëfficiënt grond bodem (indirect)	: $k_b' = 0,179$
Momentcoëfficiënt grond top (direct)	: $k_t = 0,257$
Momentcoëfficiënt bodem (direct)	: $k_b = 0,257$
Deflectiecoëfficiënt (indirect)	: $k_y' = 0,071$
Deflectiecoëfficiënt (direct)	: $k_y = 0,143$
Maximale gereduc. vert. grondbelasting (zonder veiligheidsfactor)	: $q_{v;r;n,max} = 47$ kN/m ²
Verkeersbelasting (zonder veiligheidsfactor)	: $q_v = 0$ kN/m ²
Maximale verticale beddingsconstante (zonder veiligheidsfactor)	: $k_{v,max} = 637017$ kN/m ³
Gebruikte straal (exclusief veiligheidsfactoren)	: $R_{min} = 300,000$ m
Belastingsfactor aanlegbelasting	: $f_{install} = 1,00$
Belastingsfactor gereduc. neut. grondspan. $q_{n;r}$	: $f_{Qnr} = 1,50$
Belastingsfactor ontwerpdruk	: $f_{pd} = 1,00$
Belastingsfactor ontwerpdruk (combinatie)	: $f_{pd;comb} = 1,00$
Belastingsfactor testdruk	: $f_{pt} = 1,00$
Belastingsfactor temperatuur	: $f_{temp} = 1,10$
Belastingsfactor verkeersbelasting	: $f_v = 1,35$
Onzekerheidsfactor kromte straal	: $f_R = 1,10$
Onzekerheidsfactor beddingsconstante	: $f_{kv} = 2,00$
Onzekerheidsfactor buigend moment	: $f_k = 1,40$
Totaalfactor op trekkracht voor stoch. varia. en modelonzekerheid	: $f = 3,00$
Lineaire uitzettingscoëfficiënt gemiddeld tussen t_1 en t_2	: $\alpha_g = 0,0001800$ mm/mmK

16.2 Resultaten Sterkteberekening van 1x160mm PE100 SDR11 (11): leiding no. 11

Voor de berekening worden 5 belasting fasen onderscheiden:

- Belasting combinatie 1A: begin trekoperatie
- Belasting combinatie 1B: einde van trekoperatie
- Belasting combinatie 2: intern op druk brengen
- Belasting combinatie 3: bedrijfsfase, niet op druk
- Belasting combinatie 4: bedrijfsfase, op druk

De wanddikte is 14,5 mm. Hierna wordt door middel van een berekening conform NEN 3650 serie aangetoond dat deze wanddikte voldoet

16.2.1 Belasting Combinatie 1A: Begin Trekoperatie

Axiale spanning:

$\sigma_b = M_b/W_b = f_k \cdot E \cdot I_b / (R_{rol} \cdot W_b)$	=	1,09	N/mm ²
$\sigma_t = f \cdot f_{install} \cdot T_1/A = f \cdot f_{install} (L_{rol} \cdot Q \cdot f_1)/A$	=	4,44	N/mm ²
Maximale axiale spanning $\sigma_{a,max}$	=	5,15	N/mm ²
De tangentele spanning is in deze fase verwaarloosbaar.			

16.2.2 Belasting Combinatie 1B: Einde Trekoperatie

Axiale spanning:

$\sigma_b = M_b/W_b = f_k \cdot E \cdot I_b / (R_{min} \cdot W_b)$	=	0,36	N/mm ²
$\sigma_t = f \cdot f_{install} \cdot T_{max}/A$	=	4,81	N/mm ²
Maximale axiale spanning $\sigma_{a,max}$	=	5,05	N/mm ²

Tangentele spanning:

Belasting q_r op de leiding ten gevolge van grondreactie bij bochten (volgens NEN 3650-1 katern-5 D3.3):

$$q_r = k_v \cdot y = (0.322 \cdot \lambda^2 \cdot E \cdot I) / (D_o \cdot R / f_R)$$

$\lambda = (f_k \cdot k_v \cdot D_o / (4 \cdot E \cdot I))^{0.25}$	=	7,4E-3	1/mm
q_r	=	0,0069	N/mm ²
$\sigma_{qr} = k' \cdot q_r \cdot (r_g/W_w) \cdot D_o$	=	0,41	N/mm ²
Maximale tangentele spanning $\sigma_{t,max}$	=	0,27	N/mm ²

16.2.3 Belasting Combinatie 2: Intern op Druk Brengen

Ten gevolge van inwendige druk :

$\sigma_{py} = f_{pd} \cdot p_d \cdot ((r_u^2 + r_i^2) / (r_u^2 - r_i^2))$	=	0,00	N/mm ²
$\sigma_{px} = 0.5 \cdot \sigma_{py}$	=	0,00	N/mm ²
$\sigma_{ptest} = f_{pt} \cdot p_t \cdot ((r_u^2 + r_i^2) / (r_u^2 - r_i^2))$	=	0,00	N/mm ²

16.2.4 Belasting Combinatie 3: Bedrijfstoestand in Drukloze Situatie

Axiale spanning:

$\sigma_b = M_b/W_b = f_k \cdot E \cdot I_b / (R_{min} \cdot W_b)$	=	0,13	N/mm ²
Maximale axiale spanning $\sigma_{a,max}$	=	0,08	N/mm ²

Tangentele spanning:

$\sigma_{qr} = k' \cdot q_r \cdot (r_g/W_w) \cdot D_o$	=	0,25	N/mm ²
$\sigma_{qn} = k \cdot q_n \cdot (r_g/W_w) \cdot D_o$	=	5,96	N/mm ²
Maximale tangentele spanning $\sigma_{t,max}$	=	4,04	N/mm ²

16.2.5 Belasting Combinatie 4: Bedrijfstoestand met Inwendige Druk

Axiale spanning:

$$\sigma_b = M_b/W_b = f_k \cdot E \cdot I_b / (R_{min} \cdot W_b) = 0,13 \text{ N/mm}^2$$

Ten gevolge van inwendige druk :

$$\sigma_{py} = f_{pd} \cdot p_d \cdot ((r_u^2 + r_i^2)/(r_u^2 - r_i^2)) = 0,00 \text{ N/mm}^2$$

$$\sigma_{px} = 0,5 \cdot \sigma_{py} = 0,00 \text{ N/mm}^2$$

$$\sigma_{ptest} = f_{pt} \cdot p_t \cdot ((r_u^2 + r_i^2)/(r_u^2 - r_i^2)) = 0,00 \text{ N/mm}^2$$

$$\sigma_{Temp} = dt \cdot \gamma_t \cdot \alpha_g \cdot E = 0,00 \text{ N/mm}^2$$

$$\text{Maximale axiale spanning } \sigma_{a,max} = 0,08 \text{ N/mm}^2$$

Tangentiele spanning:

$$\sigma_{qr} = k' \cdot q_r \cdot (r_g/W_w) \cdot D_o = 0,25 \text{ N/mm}^2$$

$$\sigma_{qn} = k \cdot q_n \cdot (r_g/W_w) \cdot D_o = 5,96 \text{ N/mm}^2$$

$$\text{'Rerounding'-factor } F_{rr} = 1,000$$

$$\text{'Rerounding'-factor } F'_{rr} = 1,000$$

$$\sigma_{t,max} = \sigma_{py} + ((F'_{rr} \cdot \sigma_{qr}) + (F_{rr} \cdot \sigma_{qn}))$$

$$\text{Maximale tangentielle spanning } \sigma_{t,max} = 4,04 \text{ N/mm}^2$$

16.3 Controle van de Berekende Spanningen van 1x160mm PE100 SDR11 (11): leiding no. 11

Belasting combinatie 1

- $\sigma_{AxMax} < \text{ShortStrength} \cdot \text{DamageFactor}$
- $\sigma_{TanMax} < \text{ShortStrength} \cdot \text{DamageFactor}$

Belasting combinatie 2

- $\sigma_{ptest} < \text{ShortStrength} \cdot \text{DamageFactor}$
- $\sigma_{py} < \text{LongStrength} \cdot \text{DamageFactor}$

Belasting combinatie 3

- $\sigma_{AxMax} < \text{LongStrength} \cdot \text{DamageFactor}$
- $\sigma_{TanMax} < \text{LongStrength} \cdot \text{DamageFactor}$

Belasting combinatie 4

- $\sigma_{AxMax} < \text{LongStrength} \cdot \text{DamageFactor}$
- $\sigma_{TanMax} < \text{LongStrength} \cdot \text{DamageFactor}$

Voor alle spanningssituaties zijn de spanningen toelaatbaar.

	Max toelaatbare spanning [N/mm ²]	Spannings combinatie 1A	Spannings combinatie 1B	Spannings combinatie 2	Spannings combinatie 3	Spannings combinatie 4
Sigma _p test	10,00 (kort)	-	-	0,00	-	-
Sigma _{py}	8,00 (lang)	-	-	0,00	-	-
Sigma _{axiaal}	10,00 (kort)	5,15	5,05	-	-	-
Sigma _{axiaal}	8,00 (lang)	-	-	-	0,08	0,08
Sigma _{tang...}	10,00 (kort)	-	0,27	-	-	-
Sigma _{tang...}	8,00 (lang)	-	-	-	4,04	4,04

Spanningen in de leiding [N/mm²]

De deflectie van de leiding is 4,1 mm (2,59% x Do). De maximaal toelaatbare deflectie van de leiding is 12,8 mm (8,00% x S x Do). De deflectie is toelaatbaar.

De maximaal toelaatbare deflectie bij inspectie ('piggability') is 8,0 mm (5,00% x Do). De deflectie is toelaatbaar.

16.4 Toetsing op Implosie van 1x160mm PE100 SDR11 (11): leiding no. 11

Tijdens het intrekken wordt de leiding belast door de heersende bentonietdruk. De hoogste minimaal benodigde druk tijdens het intrekken is gelijk aan 314 kN/m², dit is kleiner dan de toelaatbare alzijdige uitwendige druk van 1532 kN/m².

Omdat de leiding tijdens dit intrekken geheel gevuld is met vloeistof geeft dit een tegendruk van 239 kN/m². De maximaal toelaatbare druk wordt dan 1771 kN/m².

Tijdens de bedrijfstoestand wordt de leiding belast door de heersende waterdruk. De uitwendige waterdruk op de leiding is gelijk aan 237 kN/m², dit is groter dan de toelaatbare alzijdige uitwendige druk van 275 kN/m².

17 Sterkteberekening van 1x160mm PE100 SDR11 (12): leiding no. 12

17.1 Materiaalgegevens van 1x160mm PE100 SDR11 (12): leiding no. 12

De volgende gegevens en uitgangspunten zijn gehanteerd voor de sterkteberekening:

Leiding materiaal	: Polyetheen PE100
Buiten- diameter	: $D_o = 160,00$ mm
Nominale wanddikte	: $t = 14,50$ mm
Ontwerpdruk	: $p_d = 0,00$ bar
Test druk	: $p_t = 0,00$ bar
Temperatuur variatie	: $\Delta t = 0,00$ deg Celcius
Lengte leiding	: $L = 496$ m
Elasticiteitsmodulus (kort)	: $E = 975$ N/mm ²
Elasticiteitsmodulus (lang)	: $E = 350$ N/mm ²
Toelaatbare spanning (kort)	: $S = 10$ N/mm ²
Toelaatbare spanning (lang)	: $S = 8$ N/mm ²
Importantie factor (S)	: $S = 1,00$
Volumegegewicht leidingmateriaal	: $\gamma_s = 9,54$ kN/m ³
Opleghoek	: $\beta = 30$ graden
Belastingshoek	: $\alpha = 30$ graden
Momentcoëfficiënt grond top (indirect)	: $k_t' = 0,078$
Momentcoëfficiënt grond bodem (indirect)	: $k_b' = 0,179$
Momentcoëfficiënt grond top (direct)	: $k_t = 0,257$
Momentcoëfficiënt bodem (direct)	: $k_b = 0,257$
Deflectiecoëfficiënt (indirect)	: $k_y' = 0,071$
Deflectiecoëfficiënt (direct)	: $k_y = 0,143$
Maximale gereduc. vert. grondbelasting (zonder veiligheidsfactor)	: $q_{v;r;n,max} = 47$ kN/m ²
Verkeersbelasting (zonder veiligheidsfactor)	: $q_v = 0$ kN/m ²
Maximale verticale beddingsconstante (zonder veiligheidsfactor)	: $k_{v,max} = 637017$ kN/m ³
Gebruikte straal (exclusief veiligheidsfactoren)	: $R_{min} = 300,000$ m
Belastingsfactor aanlegbelasting	: $f_{install} = 1,00$
Belastingsfactor gereduc. neut. grondspan. $q_{n;r}$	: $f_{Qnr} = 1,50$
Belastingsfactor ontwerpdruk	: $f_{pd} = 1,00$
Belastingsfactor ontwerpdruk (combinatie)	: $f_{pd;comb} = 1,00$
Belastingsfactor testdruk	: $f_{pt} = 1,00$
Belastingsfactor temperatuur	: $f_{temp} = 1,10$
Belastingsfactor verkeersbelasting	: $f_v = 1,35$
Onzekerheidsfactor kromte straal	: $f_R = 1,10$
Onzekerheidsfactor beddingsconstante	: $f_{kv} = 2,00$
Onzekerheidsfactor buigend moment	: $f_k = 1,40$
Totaalfactor op trekkracht voor stoch. varia. en modelonzekerheid	: $f = 3,00$
Lineaire uitzettingscoëfficiënt gemiddeld tussen t_1 en t_2	: $\alpha_g = 0,0001800$ mm/mmK

17.2 Resultaten Sterkteberekening van 1x160mm PE100 SDR11 (12): leiding no. 12

Voor de berekening worden 5 belasting fasen onderscheiden:

- Belasting combinatie 1A: begin trekoperatie
- Belasting combinatie 1B: einde van trekoperatie
- Belasting combinatie 2: intern op druk brengen
- Belasting combinatie 3: bedrijfsfase, niet op druk
- Belasting combinatie 4: bedrijfsfase, op druk

De wanddikte is 14,5 mm. Hierna wordt door middel van een berekening conform NEN 3650 serie aangetoond dat deze wanddikte voldoet

17.2.1 Belasting Combinatie 1A: Begin Trekoperatie

Axiale spanning:

$\sigma_b = M_b/W_b = f_k \cdot E \cdot I_b / (R_{rol} \cdot W_b)$	=	1,09	N/mm ²
$\sigma_t = f \cdot f_{install} \cdot T_1/A = f \cdot f_{install} (L_{rol} \cdot Q \cdot f_1)/A$	=	4,44	N/mm ²
Maximale axiale spanning $\sigma_{a,max}$	=	5,15	N/mm ²
De tangentele spanning is in deze fase verwaarloosbaar.			

17.2.2 Belasting Combinatie 1B: Einde Trekoperatie

Axiale spanning:

$\sigma_b = M_b/W_b = f_k \cdot E \cdot I_b / (R_{min} \cdot W_b)$	=	0,36	N/mm ²
$\sigma_t = f \cdot f_{install} \cdot T_{max}/A$	=	4,81	N/mm ²
Maximale axiale spanning $\sigma_{a,max}$	=	5,05	N/mm ²

Tangentele spanning:

Belasting q_r op de leiding ten gevolge van grondreactie bij bochten (volgens NEN 3650-1 katern-5 D3.3):

$$q_r = k_v \cdot y = (0.322 \cdot \lambda^2 \cdot E \cdot I) / (D_o \cdot R / f_R)$$

$\lambda = (f_k \cdot k_v \cdot D_o / (4 \cdot E \cdot I))^{0.25}$	=	7,4E-3	1/mm
q_r	=	0,0069	N/mm ²
$\sigma_{qr} = k' \cdot q_r \cdot (r_g/W_w) \cdot D_o$	=	0,41	N/mm ²
Maximale tangentele spanning $\sigma_{t,max}$	=	0,27	N/mm ²

17.2.3 Belasting Combinatie 2: Intern op Druk Brengen

Ten gevolge van inwendige druk :

$\sigma_{py} = f_{pd} \cdot p_d \cdot ((r_u^2 + r_i^2) / (r_u^2 - r_i^2))$	=	0,00	N/mm ²
$\sigma_{px} = 0.5 \cdot \sigma_{py}$	=	0,00	N/mm ²
$\sigma_{ptest} = f_{pt} \cdot p_t \cdot ((r_u^2 + r_i^2) / (r_u^2 - r_i^2))$	=	0,00	N/mm ²

17.2.4 Belasting Combinatie 3: Bedrijfstoestand in Drukloze Situatie

Axiale spanning:

$\sigma_b = M_b/W_b = f_k \cdot E \cdot I_b / (R_{min} \cdot W_b)$	=	0,13	N/mm ²
Maximale axiale spanning $\sigma_{a,max}$	=	0,08	N/mm ²

Tangentele spanning:

$\sigma_{qr} = k' \cdot q_r \cdot (r_g/W_w) \cdot D_o$	=	0,25	N/mm ²
$\sigma_{qn} = k \cdot q_n \cdot (r_g/W_w) \cdot D_o$	=	5,96	N/mm ²
Maximale tangentele spanning $\sigma_{t,max}$	=	4,04	N/mm ²

17.2.5 Belasting Combinatie 4: Bedrijfstoestand met Inwendige Druk

Axiale spanning:

$$\sigma_b = M_b/W_b = f_k \cdot E \cdot I_b / (R_{min} \cdot W_b) = 0,13 \text{ N/mm}^2$$

Ten gevolge van inwendige druk :

$$\sigma_{py} = f_{pd} \cdot p_d \cdot ((r_u^2 + r_i^2)/(r_u^2 - r_i^2)) = 0,00 \text{ N/mm}^2$$

$$\sigma_{px} = 0,5 \cdot \sigma_{py} = 0,00 \text{ N/mm}^2$$

$$\sigma_{ptest} = f_{pt} \cdot p_t \cdot ((r_u^2 + r_i^2)/(r_u^2 - r_i^2)) = 0,00 \text{ N/mm}^2$$

$$\sigma_{Temp} = dt \cdot \gamma_t \cdot \alpha_g \cdot E = 0,00 \text{ N/mm}^2$$

$$\text{Maximale axiale spanning } \sigma_{a,max} = 0,08 \text{ N/mm}^2$$

Tangentiele spanning:

$$\sigma_{qr} = k' \cdot q_r \cdot (r_g/W_w) \cdot D_o = 0,25 \text{ N/mm}^2$$

$$\sigma_{qn} = k \cdot q_n \cdot (r_g/W_w) \cdot D_o = 5,96 \text{ N/mm}^2$$

$$\text{'Rerounding'-factor } F_{rr} = 1,000$$

$$\text{'Rerounding'-factor } F'_{rr} = 1,000$$

$$\sigma_{t,max} = \sigma_{py} + ((F'_{rr} \cdot \sigma_{qr}) + (F_{rr} \cdot \sigma_{qn}))$$

$$\text{Maximale tangentielle spanning } \sigma_{t,max} = 4,04 \text{ N/mm}^2$$

17.3 Controle van de Berekende Spanningen van 1x160mm PE100 SDR11 (12): leiding no. 12

Belasting combinatie 1

- $\sigma_{AxMax} < \text{ShortStrength} \cdot \text{DamageFactor}$
- $\sigma_{TanMax} < \text{ShortStrength} \cdot \text{DamageFactor}$

Belasting combinatie 2

- $\sigma_{ptest} < \text{ShortStrength} \cdot \text{DamageFactor}$
- $\sigma_{py} < \text{LongStrength} \cdot \text{DamageFactor}$

Belasting combinatie 3

- $\sigma_{AxMax} < \text{LongStrength} \cdot \text{DamageFactor}$
- $\sigma_{TanMax} < \text{LongStrength} \cdot \text{DamageFactor}$

Belasting combinatie 4

- $\sigma_{AxMax} < \text{LongStrength} \cdot \text{DamageFactor}$
- $\sigma_{TanMax} < \text{LongStrength} \cdot \text{DamageFactor}$

Voor alle spanningssituaties zijn de spanningen toelaatbaar.

	Max toelaatbare spanning [N/mm ²]	Spannings combinatie 1A	Spannings combinatie 1B	Spannings combinatie 2	Spannings combinatie 3	Spannings combinatie 4
Sigma_ptest	10,00 (kort)	-	-	0,00	-	-
Sigma_py	8,00 (lang)	-	-	0,00	-	-
Sigma_axiaal	10,00 (kort)	5,15	5,05	-	-	-
Sigma_axiaal	8,00 (lang)	-	-	-	0,08	0,08
Sigma_tang...	10,00 (kort)	-	0,27	-	-	-
Sigma_tang...	8,00 (lang)	-	-	-	4,04	4,04

Spanningen in de leiding [N/mm²]

De deflectie van de leiding is 4,1 mm (2,59% x Do). De maximaal toelaatbare deflectie van de leiding is 12,8 mm (8,00% x S x Do). De deflectie is toelaatbaar.

De maximaal toelaatbare deflectie bij inspectie ('piggability') is 8,0 mm (5,00% x Do). De deflectie is toelaatbaar.

17.4 Toetsing op Implosie van 1x160mm PE100 SDR11 (12): leiding no. 12

Tijdens het intrekken wordt de leiding belast door de heersende bentonietdruk. De hoogste minimaal benodigde druk tijdens het intrekken is gelijk aan 314 kN/m², dit is kleiner dan de toelaatbare alzijdige uitwendige druk van 1532 kN/m².

Omdat de leiding tijdens dit intrekken geheel gevuld is met vloeistof geeft dit een tegendruk van 239 kN/m². De maximaal toelaatbare druk wordt dan 1771 kN/m².

Tijdens de bedrijfstoestand wordt de leiding belast door de heersende waterdruk. De uitwendige waterdruk op de leiding is gelijk aan 237 kN/m², dit is groter dan de toelaatbare alzijdige uitwendige druk van 275 kN/m².

Einde Rapport

Bezoekadres

Papland 8
4206 CL Gorinchem
T: 0183 64 50 60
F: 0183 64 85 50

Postadres

Postbus 231
4200 AE Gorinchem
E: info@vanvulpen.eu
I: www.vanvulpen.eu



Bijlage 5 Kwelwegberekeningen

Berekening van de kwelwegen conform NEN 3650/3651:2020

Sigma 2020 1.0 ©

Algemene gegevens

Naam van het project : EN11169 HDD2 MAASTRICHT

Projectonderdeel : Kwelwegberekeningen

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
Oostzijde wate..	3	1,15	0	232	16,90	243	1/3
Westzijde wate..	3	2,15	0	47	13,5	79	1/3

Toetsing kwelwegen

Oostzijde waterkering (Absolute toetsing):

$$C_L = 3$$

$$h = 1,15 \text{ m}$$

$$\Sigma L_{h1} = 243 \text{ m}$$

$$\Sigma L_{v1} = 16,90 \text{ m}$$

$$C_L \cdot h \leq \Sigma L_{v1} + \Sigma 1/3 \cdot L_{h1}$$

$$3 \cdot 1,15 \leq 16,90 + 1/3 \cdot 243$$

$$3,45 \leq 97,90 \rightarrow \text{Voldoet}$$

Oostzijde waterkering (Relatieve toetsing):

$$\Sigma L_{h0} = 232 \text{ m}$$

$$\Sigma L_{v0} = 0 \text{ m}$$

$$1/2 > \alpha >$$

$$\Sigma L_{v0} + \Sigma 1/3 \cdot L_{h0} \leq \Sigma L_{v1} + \Sigma \alpha \cdot L_{h1}$$

$$\alpha = 1/2 \rightarrow 0 + 1/3 \cdot 232 \leq 16,90 + 1/2 \cdot 243$$

$$77,33 \leq 138,40 \rightarrow \text{Voldoet}$$

$$\alpha = 1/3 \rightarrow 0 + 1/3 \cdot 232 \leq 16,90 + 1/3 \cdot 243$$

$$77,33 \leq 97,90 \rightarrow \text{Voldoet}$$

Westzijde waterkering (Absolute toetsing):

$$C_L = 3$$

$$h = 2,15 \text{ m}$$

$$\Sigma L_{h2} = 79 \text{ m}$$

$$\Sigma L_{v2} = 13,5 \text{ m}$$

$$C_L \cdot h \leq \Sigma L_{v2} + \Sigma 1/3 \cdot L_{h2}$$

$$3 \cdot 2,15 \leq 13,5 + 1/3 \cdot 79$$

$$6,45 \leq 39,83 \rightarrow \text{Voldoet}$$

Westzijde waterkering (Relatieve toetsing):

$$\Sigma L_{h0} = 47 \text{ m}$$

$$\Sigma L_{v0} = 0 \text{ m}$$

$$1/2 > \alpha >$$

$$\Sigma L_{v0} + \Sigma 1/3 \cdot L_{h0} \leq \Sigma L_{v2} + \Sigma \alpha \cdot L_{h2}$$

$$\alpha = 1/2 \rightarrow 0 + 1/3 \cdot 47 \leq 13,5 + 1/2 \cdot 79$$

$$15,67 \leq 53,00 \rightarrow \text{Voldoet}$$

$$\alpha = 1/3 \rightarrow 0 + 1/3 \cdot 47 \leq 13,5 + 1/3 \cdot 79$$

$$15,67 \leq 39,83 \rightarrow \text{Voldoet}$$

Bezoekadres

Papland 8
4206 CL Gorinchem
T: 0183 64 50 60
F: 0183 64 85 50

Postadres

Postbus 231
4200 AE Gorinchem
E: info@vanvulpen.eu
I: www.vanvulpen.eu



Bijlage 6 Risico analyse

PROJECT DATA	
Projectnaam	Enexis 30127135_Aanleg 50kV verbindingen LIMM-BOSP
Projectnummer	EN11169
Locatie	Willem Alexanderweg - Pastoor Moormanstraat MAASTRICHT
Rapportagedatum	31-8-2020

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, recycelzand 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	Enexis 30127135_Aanleg 50kV verbindingen LMM-BOSP
Projectnummer	EN11169
Locatie	Willem Alexanderweg - Pastoor Moormanstraat MAASTRICHT
Rapportagedatum	31-8-2020

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 slibben 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 Blokking boorgat	K1	G2	Laag	Ruimfase uit laten voeren door ervaren personeel. Indien boorgat instabiel wordt kan een extra ruim/barreelfase 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 Verlies	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 boorlijn 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 intregang 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 intregang 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 Afkeuren Verlies boring	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	Enexis 30127135 Aanleg 50kV verbindingen LMM-BOSP
Projectnummer	EN11169
Locatie	Willem Alexanderweg - Pastoor Moormanstraat MAASTRICHT
Rapportagedatum	31-8-2020

Risico's												
#	Risicogebied	Omschrijving van het risico	Omschrijving van de oorzaak	Omschrijving van de consequentie	Kans	Gevolg	Risico	Maatregel	Actiehouder	Einddatum actie	Opmerkingen	Status
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 rijpaletn 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 werkteerein Smeermiddelen opslaan in afgesloten containers				
37	Overig	Valgevaar	Monstername 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 equipment	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 werkteerein 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)	Omvallen materieel stukken	Ondeugdelijk stapelen	Persoonlijke en materiele schade	K1	G3	Laag	Materialen deugdelijk stapelen en borgen				

PROJECT DATA	
Projectnaam	Enexis 30127135 Aanleg 50kV verbindingen LIMM-BOSP
Projectnummer	EN11169
Locatie	Willem Alexanderweg - Pastoor Moormanstraat MAASTRICHT
Rapportagedatum	31-8-2020

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	Enexis 30127135 Aanleg 50kV verbindingen LIMM-BOSP
Projectnummer	EN11169
Locatie	Willem Alexanderweg - Pastoor Moormanstraat MAASTRICHT
Rapportagedatum	31-8-2020

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				

Bezoekadres

Papland 8
4206 CL Gorinchem
T: 0183 64 50 60
F: 0183 64 85 50

Postadres

Postbus 231
4200 AE Gorinchem
E: info@vanvulpen.eu
I: www.vanvulpen.eu

**Bijlage 7 Tekeningen**

