

Grondmechanisch rapport
Ten behoeve van het verleggen van de
aardgastransportleiding N-521-24 te Veendam
Kruising N33 / stabiliteit waterschapssloot

projectnr. 11191-239307
documentnr. 11191 - 239307 -GMO
revisie 0A
datum 08 juni 2011

Opdrachtgever

N.V. Nederlandse Gasunie
Postbus 162
7400 AD DEVENTER

datum vrijgave

08 juni 2011

beschrijving revisie 0A

Concept Grondmechanisch rapport -N33 / stabiliteit

goedkeuring

R.S. Raap

vrijgave

A. J. Brandsma

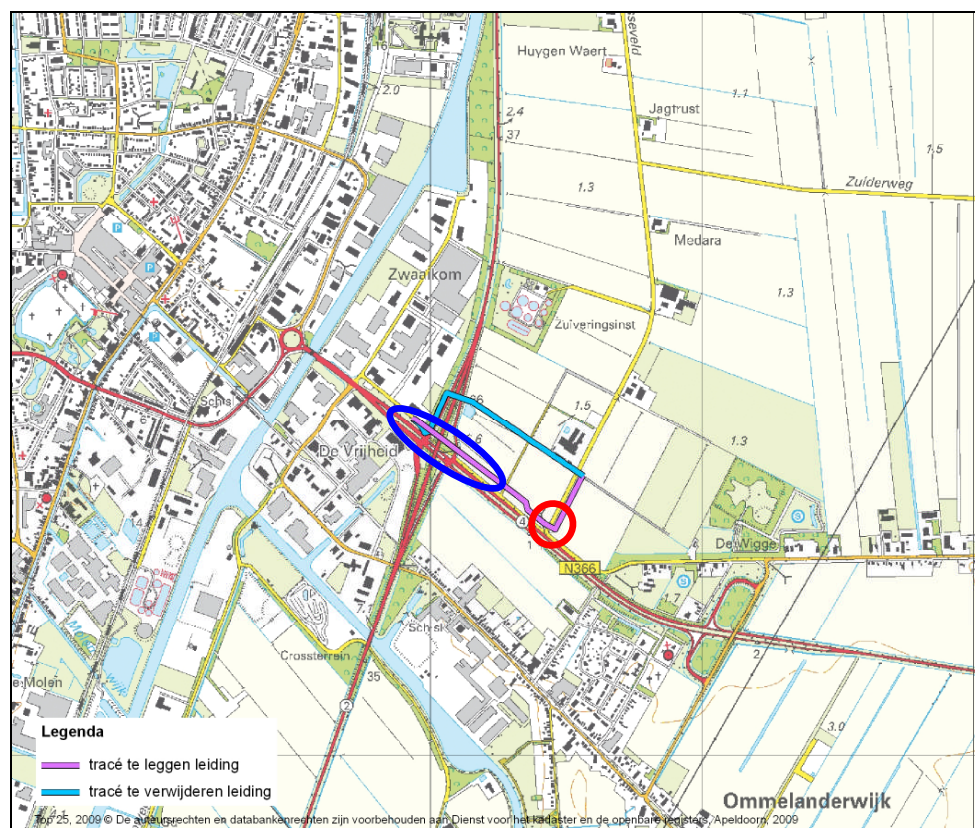
	Inhoud	Blz.
1	Inleiding	2
2	Grondonderzoek	3
2.1	Uitgevoerd veldonderzoek	3
2.2	Uitgevoerd Laboratoriumonderzoek	4
3	Resultaten grondonderzoek HDD	5
3.1	Maaiveldniveau HDD	5
3.2	Geohydrologie	5
4	Leidingadvies HDD N33	6
4.1	Beschouwde risicofactoren	6
4.2	Uitgangspunten berekening leidingparameters	6
4.3	Leidingparameters	6
4.4	Kwelanalyse HDD	7
4.4.1	Algemeen	7
4.4.2	Risicobepaling	7
4.4.3	Conclusie Kwelwegbeschouwing	7
4.5	Boorspoeldrukken HDD	8
4.5.1	Maximale boorspoeldrukken	8
4.5.2	Minimale boorspoeldrukken	9
4.6	Trekkracht HDD	10
4.7	Risicofactoren HDD	10
5	Stabiliteitsberekening Waterschapssloot	11
5.1	Algemeen	11
5.2	Situatie	11
5.3	Uitgangspunten	11
5.4	Grondonderzoek	11
5.5	Grondparameters	12
5.6	Berekeningsresultaten	12
5.6.1	Berekeningsresultaten ontvangstuip	12
5.6.2	Berekeningsresultaten sleuf	13
5.6.3	Conclusie stabiliteitsberekeningen	13
 Bijlagen		
1	Overzichts- en detailtekening	
2	Sondeergrafieken	
3	Boorstaten	
4	Tabel x-, y- en z-coördinaten	
5	Analyselijst	
6	Korrelverdelingsdiagrammen	
7	Triaxiaalproef	
8	Samendrukkingproef	
9	Grondmechanische leidingparameters	
10	D-Geo pipeline Berekeningen	

1 Inleiding

In opdracht van N.V. Nederlandse Gasunie heeft Ingenieursbureau Oranjewoud B.V. een grondmechanisch rapport opgesteld ten behoeve van de verlegging van een gedeelte van de aardgastransportleiding N-521-24 te Veendam.

De aanleiding voor de verlegging van de aardgastransportleiding is de bouw van een nieuw voetbalstadion aan de oostzijde van Veendam.

De aardgastransportleiding wordt verlegd vanaf de oostzijde van de Vosseveld (KR-006). De nieuwe leiding wordt parallel aan de Vosseveld in zuidelijke richting gelegd tot aan de Drieborghweg en vervolgens parallel aan de Drieborghweg tot voorbij de N33 (KR-007). Het huidige tracégedeelte en het tracégedeelte van de verlegging zijn in figuur 1.1 weergegeven.



Afbeelding 1.1: ligging HDD in de blauwe cirkel.

Ter plaatse van het blauwe gebied op afbeelding 1 zal er een nieuwe HDD uitgevoerd worden. In bijlage 1 zijn overzichtstekeningen opgenomen met daarop aangegeven het verloop van het tracé ter plaatse van de kruisingen.

Ter plaatse van de rode cirkel wordt de Vosseveldweg en een waterschapssloot gekruist. Ten behoeve van deze kruising is er beschouwd of de ontvangstuip aan de oostzijde van de Vosseveldweg zonder aanvullende maatregelen in openontgraving kan worden uitgevoerd.

2 Grondonderzoek

2.1 Uitgevoerd veldonderzoek

De veldwerkzaamheden zijn uitgevoerd op 29 maart, 11, 12 en 14 april 2011.

De werkzaamheden hebben bestaan uit het verrichten van een 5-tal sonderingen tot een diepte van maximaal circa NAP -20 m. De sonderingen zijn verricht met 20-tons sondeerapparatuur met behulp van de elektrische kleefmantelconus volgens norm NEN 5140. In bijlage 2 zijn de aldus verkregen sondeerresultaten grafisch gepresenteerd waarbij de conusweerstand en de plaatselijke wrijvingsweerstand uitgezet is tegen de diepte in meters ten opzichte van N.A.P. Het wrijvingsgetal (plaatselijke wrijvingsweerstand uitgedrukt in % van de conusweerstand) is kenmerkend voor de diverse grondsoorten. Tijdens het sonderen is met behulp van een in de conus ingebouwde hellingmeter de afwijking van de conus ten opzichte van de verticaal gecontroleerd.

De sonderingen met de codering "DKP" zijn uitgevoerd met behulp van een elektrische waterspanningsconus type U_1 (filter in de punt) en type U_2 (filter achter de punt) welke, naast de punt- en wrijvingsweerstand, tevens de waterspanning (uitgedrukt in MPa) continu meet en registreert.

In verband met de mogelijke ligging van kabels en/ of leidingen zijn 2 sonderingen voorgeboord. De bijbehorende boorbeschrijvingen zijn weergegeven in bijlage 2.

Om een beter inzicht te krijgen in de aard van de verschillende bodemlagen en in de hoogte van de grondwaterspiegel zijn er drie boringen gemaakt tot een diepte van circa 15 m-mv. Het opgeboorde materiaal is in het veld geclassificeerd en aan de hand daarvan is het boorprofiel vastgelegd (zie de boorstaten in bijlage 3).

Tijdens het uitvoeren van de boorwerkzaamheden zijn in totaal 35 ongeroerde grondmonsters gestoken met het steekapparaat van Ackermann. Tevens zijn er 7 geroerde monsters genomen. De diepte en nummering van de grondmonsters zijn vermeld in de betreffende boorstaat.

De sondeerpunten zijn in het terrein uitgezet en gewaterpast met een nauwkeurigheid van 0,05 m ten opzichte van N.A.P. De resultaten van deze waterpassing zijn gepresenteerd in bijlage 4. Alle gegevens van de inmetingen en waterpassingen genoemd in deze rapportage zijn een momentopname en zijn alleen te gebruiken voor het grondonderzoek.

Op de situatietekening in bijlage 1 is de plaats aangegeven waar de sonderingen en de boringen zijn uitgevoerd. Met behulp van 06-GPS zijn de X- en de Y-coördinaten van de onderzoekspunten bepaald. Deze zijn weergegeven in bijlage 4.

Ten behoeve van de stabiliteitsbeschouwing van de kruising met de Vosseveld weg en de Waterschapssloot zijn de boringen 0603 t/m 0607 gebruikt, welke zijn opgenomen in het Cultuurtechnisch rapport met het kenmerk 11191-239307-CTR.

2.2 Uitgevoerd Laboratoriumonderzoek

In het laboratorium zijn de ongeroerde monsters aan een nadere analyse onderworpen, waarbij het nat- en droog volumegewicht, watergehalte, het poriënvolume en de verzadigingsgraad zijn bepaald (zie bijlage 5).

Tevens is er op twee ongeroerde monsters, middels een handvinproef, de ongedraineerde schuifweerstand in kN/m² bepaald, zie het resultaat in bijlage 5.

Daarnaast zijn er van de monsters in totaal 8 korrelverdelingen bepaald waarvan de resultaten zijn afgebeeld in bijlage 6.

Ten behoeve van de toekomstige aanleg van de autoweg N33 zijn er een triaxiaalproef en een samendrukkingproef uitgevoerd. Deze zijn opgenomen in de bijlagen 7 en 8.

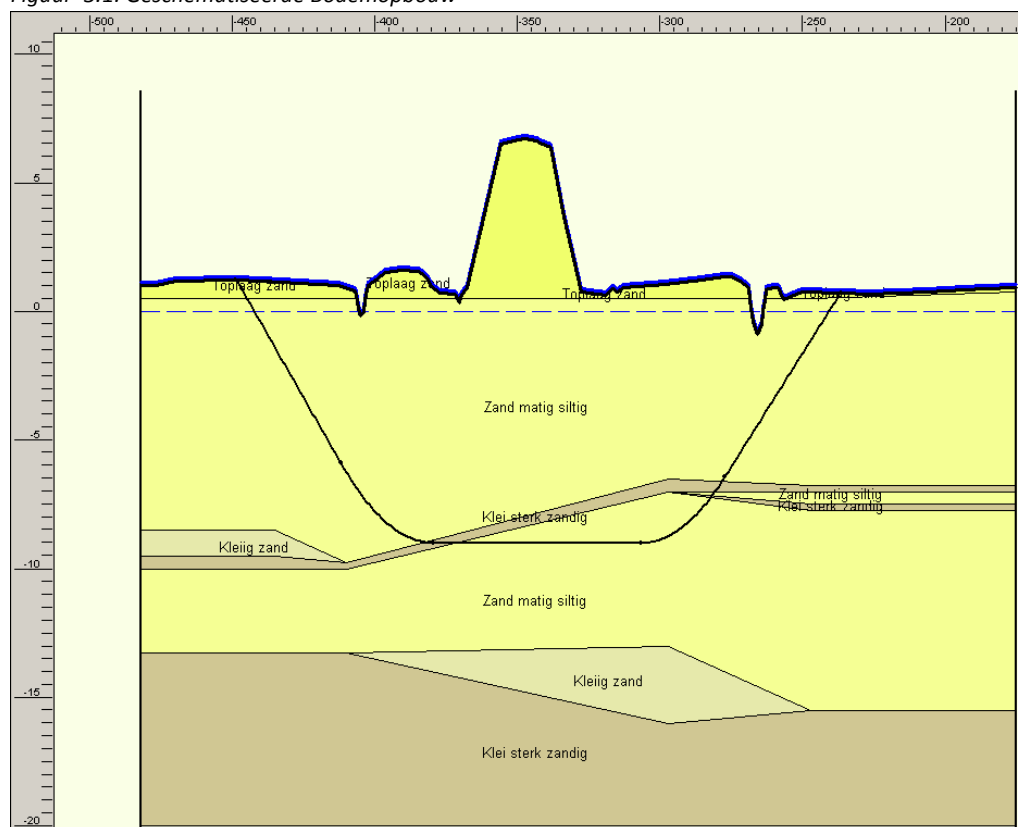
In geval van meerdere monsters in dezelfde bodemlaag is de gemiddelde waarde voor het nat en droog volumegewicht aangehouden. Voor de zandmonsters is aan de hand van de zeefanalyse de gradatie van het zand bepaald, Dit kan variëren van fijn tot grof en ook eventuele aanwezigheid van grind wordt hiermee duidelijk zichtbaar. Dit is van belang voor het onderkennen van uitvoeringsrisico's van een gestuurde boring.

3 Resultaten grondonderzoek HDD

De bodemopbouw is bepaald aan de hand van de boringen en de sonderingen. Aan de hand van het uitgevoerde veld en lab onderzoek en de tabel 1 van NEN 6740:2006 is een schematisatie van de bodemopbouw en grondeigenschappen opgezet.

De bodemopbouw langs het nieuw aan te leggen leidingtracé is weergegeven in figuur 3.1. De bepaling van de grondparameters ten behoeve van de grondmechanische parameters en de D-Geo pipeline berekening is uitgevoerd op basis van het grondonderzoek (veldonderzoek en laboratoriumonderzoek). Voor locaties en/of grondlagen waarvoor geen resultaten van laboratoriumproeven of boorbeschrijvingen aanwezig zijn, is een interpretatie/interpolatie gemaakt met behulp van omliggend grondonderzoek en aangevuld rekening houdend met NEN 6740:2006 Tabel 1.

Figuur 3.1: Geschematiseerde Bodemopbouw



3.1 Maaiveldniveau HDD

Het huidig maaiveldniveau varieert, op basis van de door Gasunie geleverde routekaart, tussen NAP +6,81 m en NAP +0,78 m.

3.2 Geohydrologie

De freatische grondwaterstand bij het intrede en uittredepunt is aangehouden op NAP 0,0 m. Deze is bepaald aan de hand van de grondwaterstand in de peilbuizen.

4 Leidingadvies HDD N33

4.1 Beschouwde risicofactoren

In deze rapportage worden een aantal risicofactoren beschouwd die direct gerelateerd zijn aan het boorproces in relatie tot de geotechniek. Deze risicofactoren hebben alleen betrekking op het boorproces en **niet** op de hulpconstructies, bemaling of geotechnische aspecten, zoals de samenstelling van de boorspoeling.

Indien van toepassing, zijn de volgende risico's beschouwd:

- overschrijding toelaatbare boorspoeldruk (blow-out)
- kwel langs de geboorde leiding
- los gepakt zand
- grind
- slappe lagen
- zettingen en maaiveldzakking

Deze lijst is slechts een weergave van de risico's die in beschouwing zijn genomen. De risicobeschouwing is géén volledige risico analyse.

4.2 Uitgangspunten berekening leidingparameters

Bij de berekening zijn de volgende uitgangspunten gehanteerd:

- De grondmechanische leidingparameters zijn berekend overeenkomstig de norm NEN 3650:2006;
- De berekende waarden zijn berekend exclusief onzekerheidsfactoren;
- Bij leidingdieptes dieper dan 8 maal de nominale leidingdiameter is rekening gehouden met gewelfwerking;
- Aanvulling van leidingsleuven wordt uitgevoerd met het oorspronkelijke materiaal.

4.3 Leidingparameters

De kruising met de N33 wordt uitgevoerd door middel van een horizontaal gestuurde boring met de volgende lengte en afmetingen:

Leiding	Materiaal Specificaties	Lengte
DN150 Gasleiding	168,3 mm stalen gasleiding	212,50 m

De berekende grondmechanische leidingparameters zijn gepresenteerd in bijlage 9. De maatgevende snedes waarvoor de grondmechanische parameters zijn bepaald zijn afgeleid van de door de Gasunie ter beschikking gestelde detailkaart, deze is tevens opgenomen in bijlage 1.

4.4 Kwelanalyse HDD

4.4.1 Algemeen

Bij een geplande gestuurde boring dient zorg te worden gedragen dat er langs de boorgang geen kwelweg zal ontstaan. Verschillende situaties die een risico op het ontstaan van kwel kunnen veroorzaken zijn:

1. Een doorsnijding van een watervoerend pakket door de boorgang, waarbij de stijghoogte in het pakket hoger is dan de freatische grondwaterstand;
2. Een verschil in grondwaterstanden tussen uittredepunt en intredepunt van de boorgang;
3. 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.

4.4.2 Risicobepaling

De kruising met de N33 wordt door middel van een horizontaal gestuurde boring uitgevoerd. De leiding wordt aangebracht op een niveau van NAP -9,00 m (bovenkant leiding). Op een diepte van NAP -10,0 m tot circa NAP -14 bevindt zich een sterk zandige kleilaag. Deze kleilaag wordt doorboord door de HDD. Uit de waterstanden van de diepere peilbuizen blijkt dat de stijghoogte in het zandpakket onder de kleilaag niet hoger komt dan de freatische waterstand. Deze mogelijkheid van kwel is derhalve niet aan de orde.

Er is nagenoeg geen verschil in de grondwaterstanden nabij het in- en uittredepunt van de boring. Deze vorm van kwel wordt derhalve dan ook niet verwacht.

De leiding kruist geen grote watergang of vaart. Deze vorm van kwel wordt derhalve dan ook niet verwacht.

4.4.3 Conclusie Kwelwegbeschouwing

Op basis van de beschouwing van de mogelijke risicosituaties voor de gestuurde boring zijn geen risico's op het ontstaan van kwel te verwachten.

4.5 Boorspoeldrukken HDD

4.5.1 Maximale boorspoeldrukken

De kruising wordt uitgevoerd met behulp van de HDD methode. Bij het toepassen van de HDD methode is er een bentoniet spoeling (mud) nodig voor het in stand houden van het boorgat, afvoeren van de geboorde grond en de smering van de boring.

In verband met het voorkomen van opbarsten van het maaiveld of het uitstromen van de boorvloeistof (het bentoniet-watmengsel) aan de oppervlakte, dient de werkdruk in het boorgat van de boorvloeistof lager te zijn dan de maximaal toelaatbare muddruk. De maximaal toelaatbare muddruk wordt bepaald aan de hand van de boorgat-expansie-theorie (conform NEN 3651). Het boorproces voor de aanleg van de drie mediumvoerende leidingen bestaan uit de volgende drie fasen:

- het uitvoeren van de pilotboring;
- het voorruimen van het boorgat;
- het intrekken van de buizen.

In onderstaande tabel zijn de gegevens weergegeven die zijn gebruikt voor het bepalen van de maximaal toelaatbare muddrukken.

Tabel 4.1: Uitgangspunten voor de bepaling van de maximaal toelaatbare muddrukken DN150 Gasleiding

Fase	Boorstang	Boorgat t.g.v. pilotboorkop / ruimer	In te trekken productpijp
Pilotboring	120 mm	250 mm	-
Voorruim-operatie	120 mm	250 mm	-
Ruim- en intrekoperatie	120 mm	250 mm	168,3 mm

De maximaal toelaatbare muddrukken zijn tijdens de drie fasen voor de maatgevende verticalen berekend, en opgegeven in de D-Geo pipeline berekening (bijlage 10). De drukken worden tevens grafisch weergegeven in deze bijlage.

4.5.2 Minimale boorspoeldrukken

Om een horizontaal gestuurde boring te kunnen uitvoeren moet in het boorgat een bepaalde minimale muddruk opgebouwd kunnen worden. Deze minimale muddruk is nodig voor het afvoeren van de geboorde grond, het in stand houden van het boorgat en de smering van de boring.

Het ontwerp (de diepteligging) van de HDD dient zodanig te zijn dat de minimaal benodigde muddruk kleiner is dan de berekende maximaal toelaatbare muddruk.

De uitgangspunten die zijn gehanteerd voor het bepalen van de minimaal benodigde muddruk tijdens de drie fasen zijn gebaseerd op het gebruik van minimaal een Midi-rig boorstelling en zijn opgenomen in Tabel 4.2.

Tabel 4.2 Uitgangspunten voor de bepaling van de minimaal benodigde muddrukken

Parameters	Pilotboring	Voorruim-operatie	Ruim- en in-trekoperatie
Q (gewenst debiet)	300 l/min	600 l/min	400 l/min
Gemiddeld volume-gewicht boorvloeistof	11,1 kN/m ³	11,1 kN/m ³	11,1 kN/m ³
τ_0 yieldpoint boorvloeistof	0,014 kPa	0,014 kPa	0,014 kPa
Plastic viscosity μ_0 Boorvloeistof	4·10 ⁻⁵ kPa·s	4·10 ⁻⁵ kPa·s	4·10 ⁻⁵ kPa·s

Tijdens de pilotboring (van west naar oost) kunnen de minimaal voor het boorproces vereiste vloeistofdrukken, over de laatste 10-30 meter tot het uittredepunt van de boring, de maximaal toelaatbare vloeistofdrukken overschrijden. Geadviseerd wordt om tijdens dit deel van de pilotboring de boorsnelheid aan te passen.

Verder blijkt uit het resultaat van de berekeningen dat tijdens het voorruimen en tijdens de intrekoperatie de minimaal benodigde muddrukken lager zijn dan de maximaal toelaatbare muddrukken.

Het resultaat van de berekeningen van de minimaal benodigde muddruk (P_{min}) tijdens de drie fasen is weergegeven in bijlage 10. De drukken worden tevens grafisch weergegeven in deze bijlage.

4.6 Trekkraft HDD

Bij het uitvoeren van de intrekoperatie wordt er een trekkraft uitgeoefend op de aan te leggen leiding. Deze trekkraft is afhankelijk van een aantal factoren:

- Opdrijvend vermogen leiding
- Toe te passen boogstralen leiding
- Lengte van de boring
- Grondslag waarin geboord wordt

Bovenstaande factoren leiden tot een maximale trekkraft op de leiding. Met de berekende trekkraft kan er bepaald worden of de gekozen leiding voldoet aan de betreffende situatie en uitvoeringswijze.

De maximale trekkraft welke nodig is om de horizontale gestuurde boring uit te voeren is 26 kN. Deze berekende trekkraft is exclusief veiligheidsfactoren. Uit de berekeningen blijkt dat de leiding neerwaarts beweegt. Enige optimalisatie door het vullen van de leiding is dan ook niet van toepassing.

4.7 Risicofactoren HDD

Er zijn geen slappe grondlagen of los gepakte zandlagen aangetroffen. Wel is het te doorboren zandpakket grindhoudend van aard. In boring B3 is er op een hoogte van NAP 11,25 m een grindhoudende laag aangetroffen.

In verband met de aanwezigheid van grind in de bodem ter hoogte van de boorlijn, worden de volgende punten onder de aandacht gebracht:

- verlies van boorvloeistof. De retourstroom kan slechts worden gehandhaafd als er voldoende druk, volume en viscositeit aanwezig is.
- voor afpleistering (afsluiting boorgang) in grove zand- en grindlagen kan men:
 - viscositeit van de boorspoeling verhogen
 - toeslagstoffen toepassen in boorvloeistof

Deze aanpassingen kunnen het boorproces verbeteren, maar vormen geenszins een garantie dat hiermee de problemen volledig vermeden worden.

- draagkracht boorvloeistof moet worden aangepast voor retourtransport zwaarder materiaal
- verstopping retourleiding.

De aannemer dient tijdens de uitvoering rekening te houden met de aanwezigheid van grindhoudende lagen.

5 Stabiliteitsberekening Waterschapssloot

5.1 Algemeen

Het tracé kruist de Vosseveldweg, vervolgens loopt het nieuwe tracé parallel aan de Vosseveldweg om aan te sluiten op het bestaande tracé. Om na te gaan of tijdens de aanleg de sleuf stabiel blijft ten opzichte van de Waterschapssloot parallel aan de Vosseveldweg, is er een stabiliteitsberekening uitgevoerd. Dit is uitgevoerd met behulp van het computerprogramma D-GEO Stability van Deltares (versie 10.1.1.4) gebaseerd op de zogenaamde methode van Bishop. Bij deze methode wordt uitgegaan van cirkelvormige glijvlakken, waarbij het grondmassief in verschillende lamellen wordt opgedeeld. De stabiliteitsfactor is daarbij gedefinieerd als het quotiënt van het tegenwerkend en het aandrijvend moment.

5.2 Situatie

Ten behoeve van de kruising met de Vosseveldweg wordt er aan de oostzijde van de weg een ontvangstuip gerealiseerd. Zowel de ontvangstuip als de veldstrekking voor de aansluiting op het bestaande tracé zijn in de beschouwing opgenomen.

5.3 Uitgangspunten

Voor de berekening van de stabiliteit zijn de volgende uitgangspunten in ogenschouw genomen:

- De taludhelling van de ontvangstuip bedraagt 1:2 (verticaal:horizontaal);
- De taludhelling van de sleuf bedraagt 1:2 (verticaal:horizontaal);
- De diepte van de ontvangstuip bedraagt 3,5 m-mv;
- De diepte van de sleuf bedraagt 1,5 m-mv;
- Op basis van de plaatselijk uitgevoerde boringen, is één maatgevend bodemprofiel opgesteld;
- Er is geen rekening gehouden met overige terreinbelastingen.

5.4 Grondonderzoek

In april 2011 is een grondonderzoek uitgevoerd. Het grondonderzoek heeft bestaan uit een aantal handboringen tot een maximale diepte van 4 m-mv. Tevens is de grondwaterstand vastgesteld tijdens dit grondonderzoek. Voor dit (stabiliteit)onderzoek wordt uitgegaan dat de grondwaterstand zich op minimaal NAP +0,00 m bevindt.

5.5 Grondparameters

De representatieve sterkteparameters zijn ingeschat aan de hand van het uitgevoerde grondonderzoek en tabel 1 uit de NEN 6740:2006. Dit zijn conservatieve waarden. De sterkteparameters voor zand zullen echter niet veel afwijken van de werkelijkheid.

Tabel 1: Sterkteparameters (representatieve waarden)

grondsoort	$\gamma_{dr} / \gamma_{sat}$	c'	ϕ'
	kN/m ³	kN/m ²	°
Toplaag Zand	17 / 19	-	27,5
Zand matig siltig	17 / 20	-	30,0
Klei	16 / 16	1,0	22,50
Zand	17 / 20	-	32,5

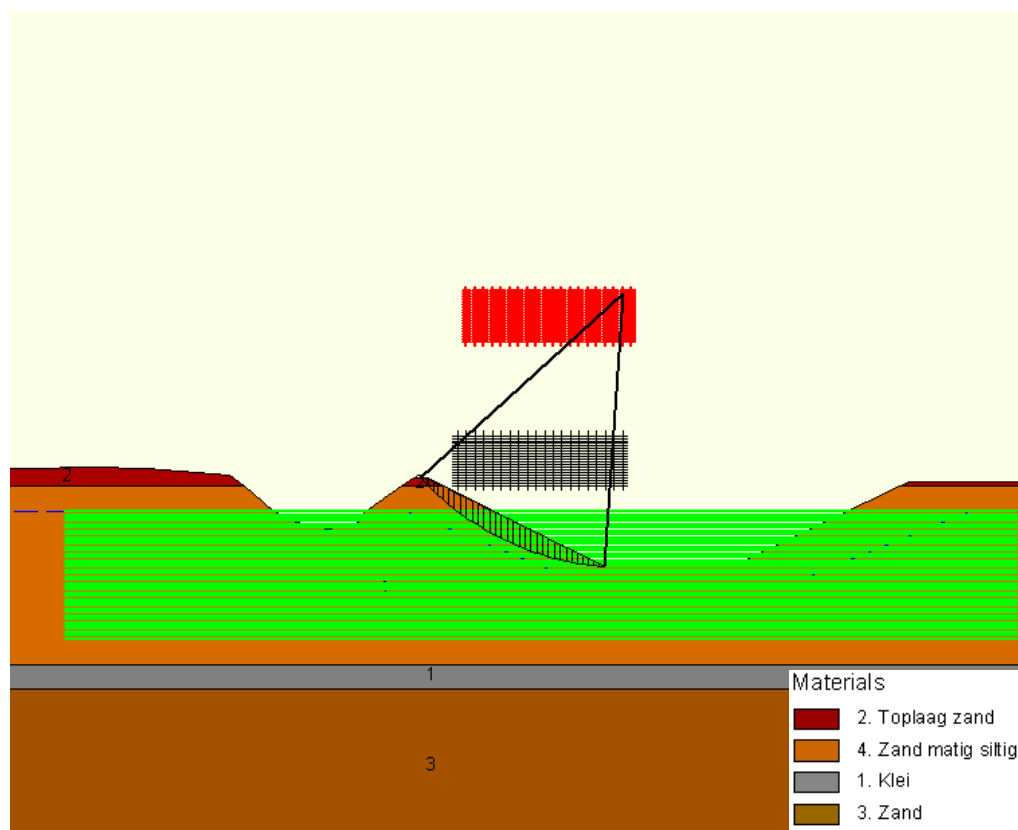
In de tabel is:

$\gamma_{dr} / \gamma_{sat}$ volumiek gewicht van aardvochtige respectievelijk verzadigde grond;
 c' effectieve cohesie;
 ϕ' effectieve hoek van inwendige wrijving.

5.6 Berekeningsresultaten

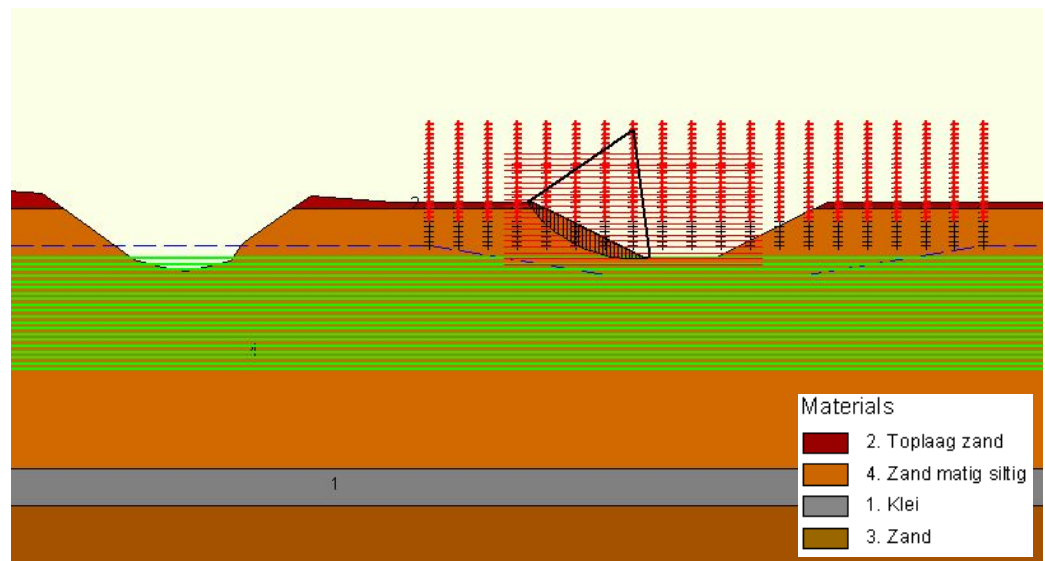
In figuur 5.1 en 5.2 zijn de kritieke glijcirkels voor de beschouwde situaties weergegeven. De minimale stabiliteitsfactor bedraagt voor de ontvangstuip 1,38 en voor de sleuf 1,59. Als eis wordt een minimale waarde tijdens uitvoering van 1,3 aangehouden bij toepassing van representatieve waarden.

5.6.1 Berekeningsresultaten ontvangstuip



Figuur 5.1: Kritieke glijcirkel ontvangstuip ($F_{min} = 1,38$).

5.6.2 Berekeningsresultaten sleuf



Figuur 5.1: Kritieke glijcirkel veldstrekking ($F_{min} = 1.59$).

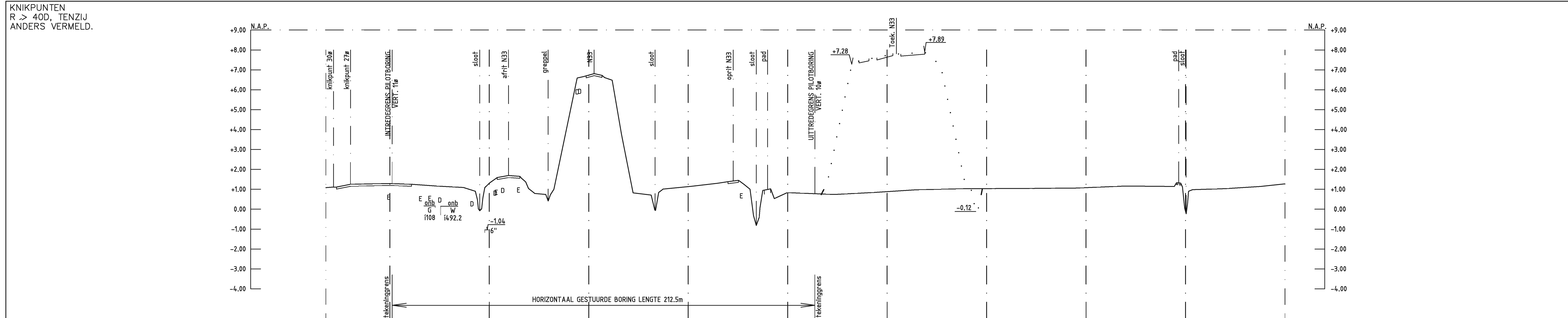
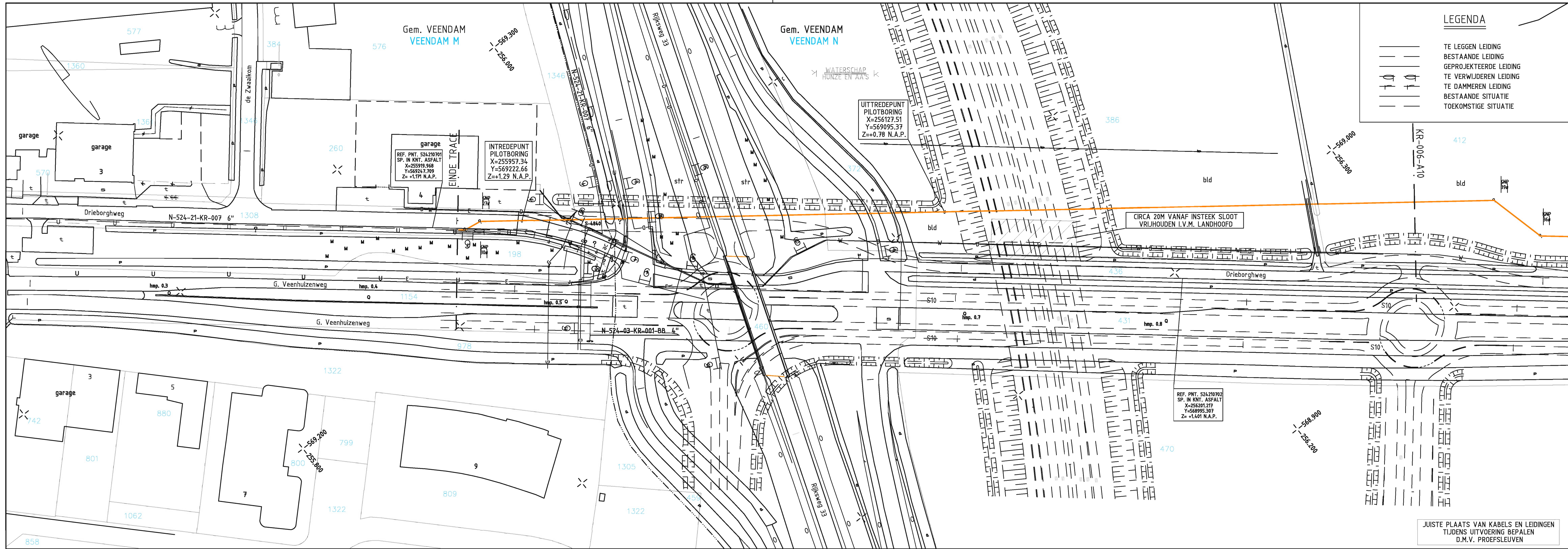
5.6.3 Conclusie stabiliteitsberekeningen

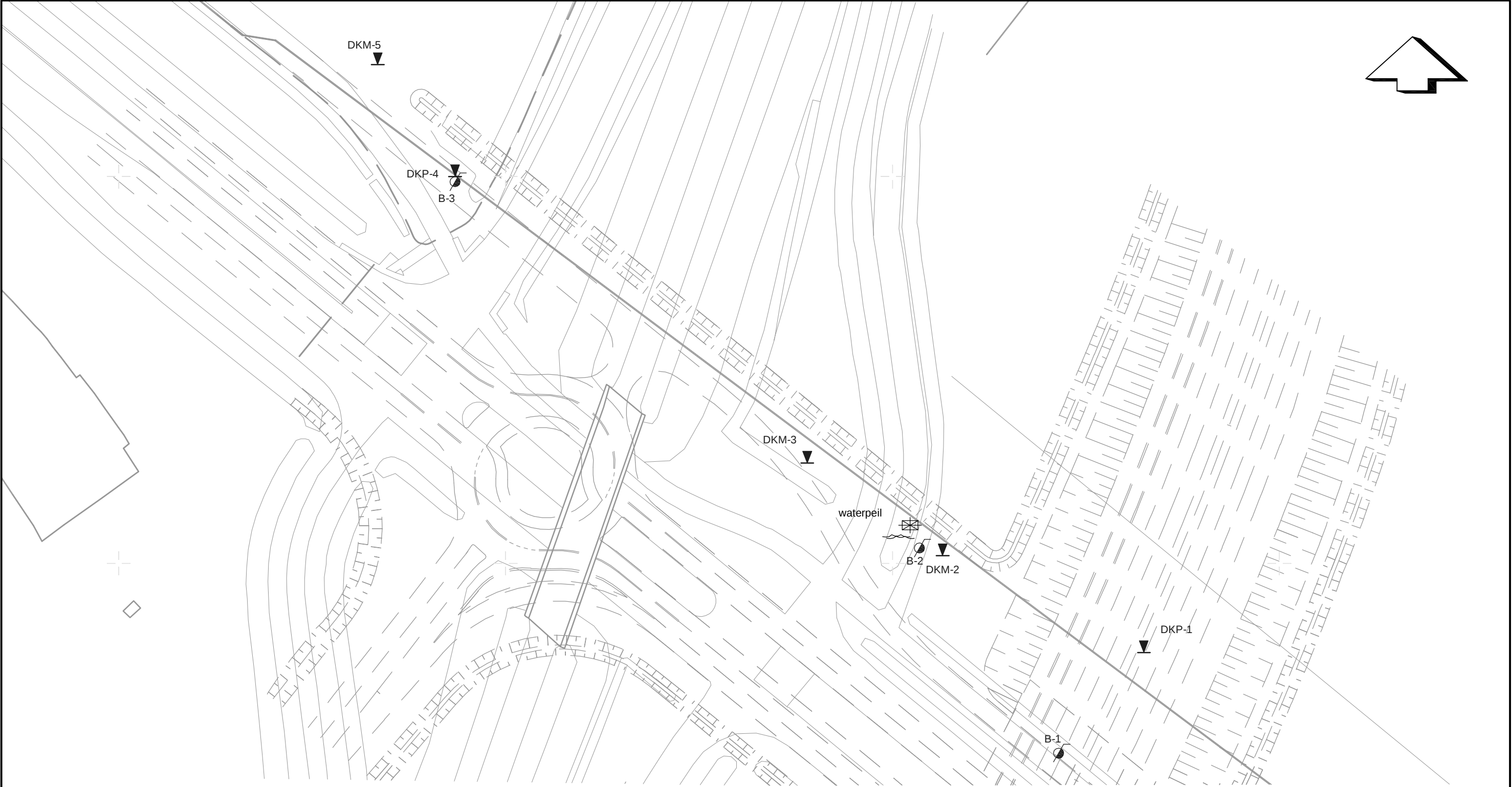
Indien de eerder genoemde uitgangspunten worden gehanteerd kunnen de bouwkuip en de sleuf zonder aanvullende maatregelen in open ontgraving gerealiseerd worden.

Bij de stabiliteitsberekeningen is uitgegaan dat terreinbelastingen (opslag van materiaal en/of de aanwezigheid van materieel) zich op minimaal 2 meter buiten de insteek van het talud bevinden. Aanbevolen wordt om tijdens de uitvoering hierop toe te zien, of dit uitgangspunt ook daadwerkelijk wordt nageleefd.

Heerenveen, juni 2011
Ingenieursbureau Oranjewoud

Bijlage 1: Overzichts- en detailtekening

[illegible]



LEGENDA

- DKM  Diepsondering met plaatselijke wrijving
- DKP  Diepsondering met plaatselijke wrijving en waterspanning
- B  Handboring met peilbuis
-  Hoogtemeting

Situatietekening		Datum : 15.04.11		Gew:		
Verlegging 6" Gasunie leiding i.v.m aanleg N33 te Veendam		Getekend : AE		Gew:		
		Schaal : 1:500		Gew:		
		Formaat : A3		Gew:		
 Wiertsema & Partners RAADGEVEND INGENIEURS		Blad : 1-1		Opdracht: VN-53510-1		
						



Wiertsema & Partners
RAADGEVEND INGENIEURS

Bijlage 2: Sondeergrafieken

Klasse: 2

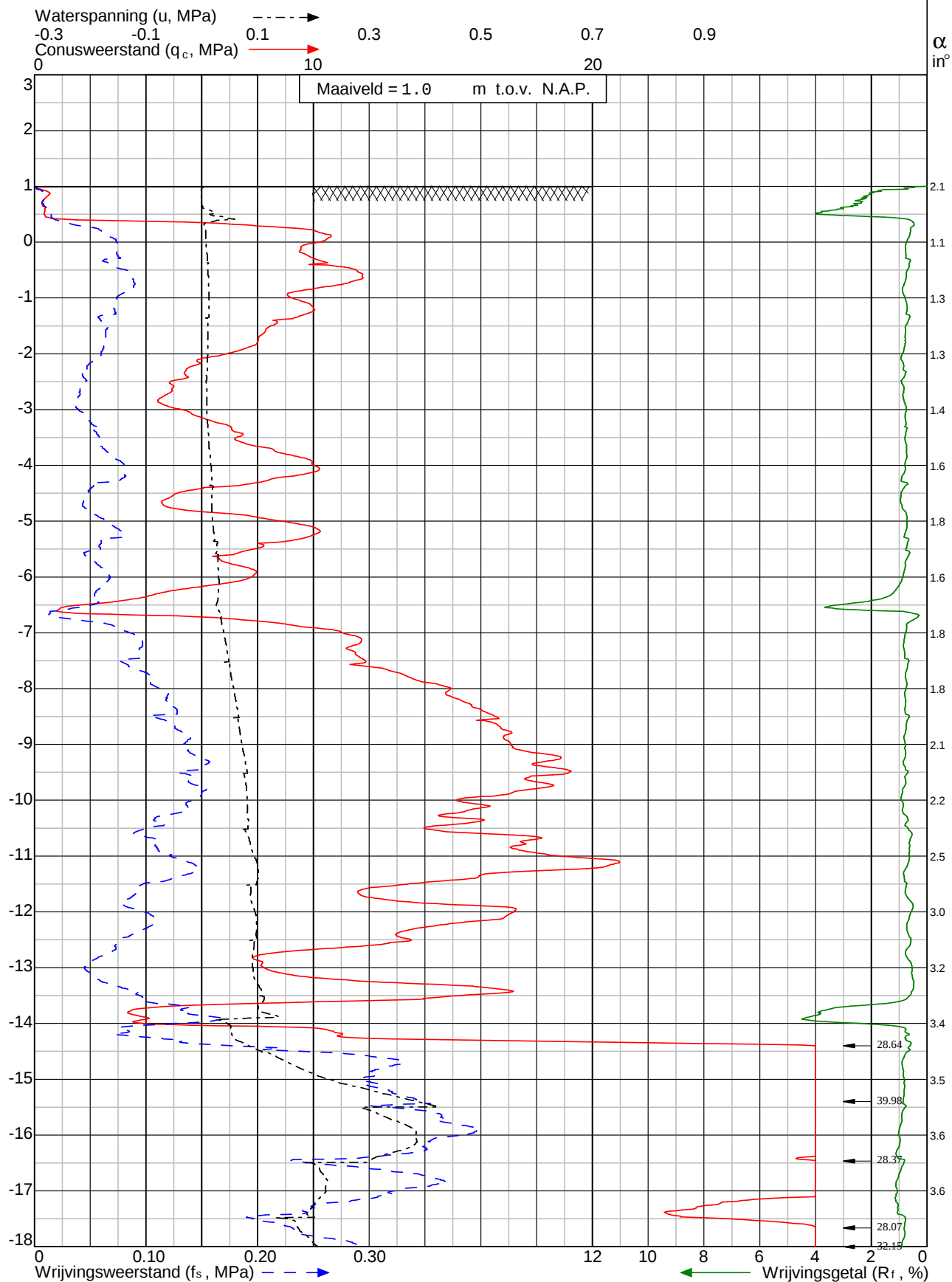
 α : Afwijking van de vertikaal

Conusserienummer: 090407

Conus type: cilindrisch elektrisch SUBP10-15

Sondering volgens norm NEN 5140

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



Project: Verlegging 6" Gasunie leiding i.v.m. aanleg N33
te **Veendam**

Sondering: **DKP-1**
Wiertsema & Partners

RAADGEVEND INGENIEURS

x = 256165

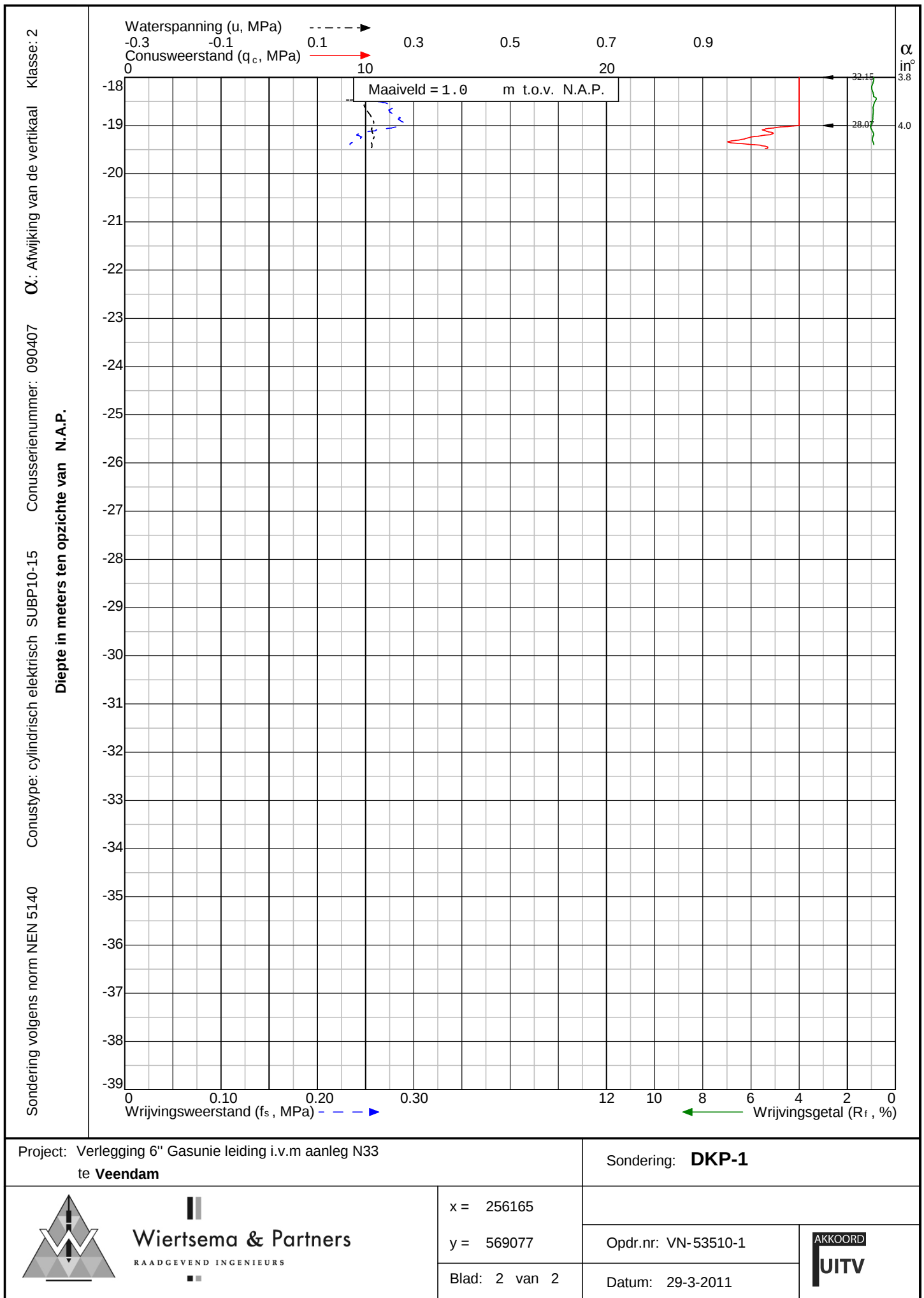
y = 569077

Blad: 1 van 2

Opdr.nr: VN-53510-1

Datum: 29-3-2011





Klasse: 2

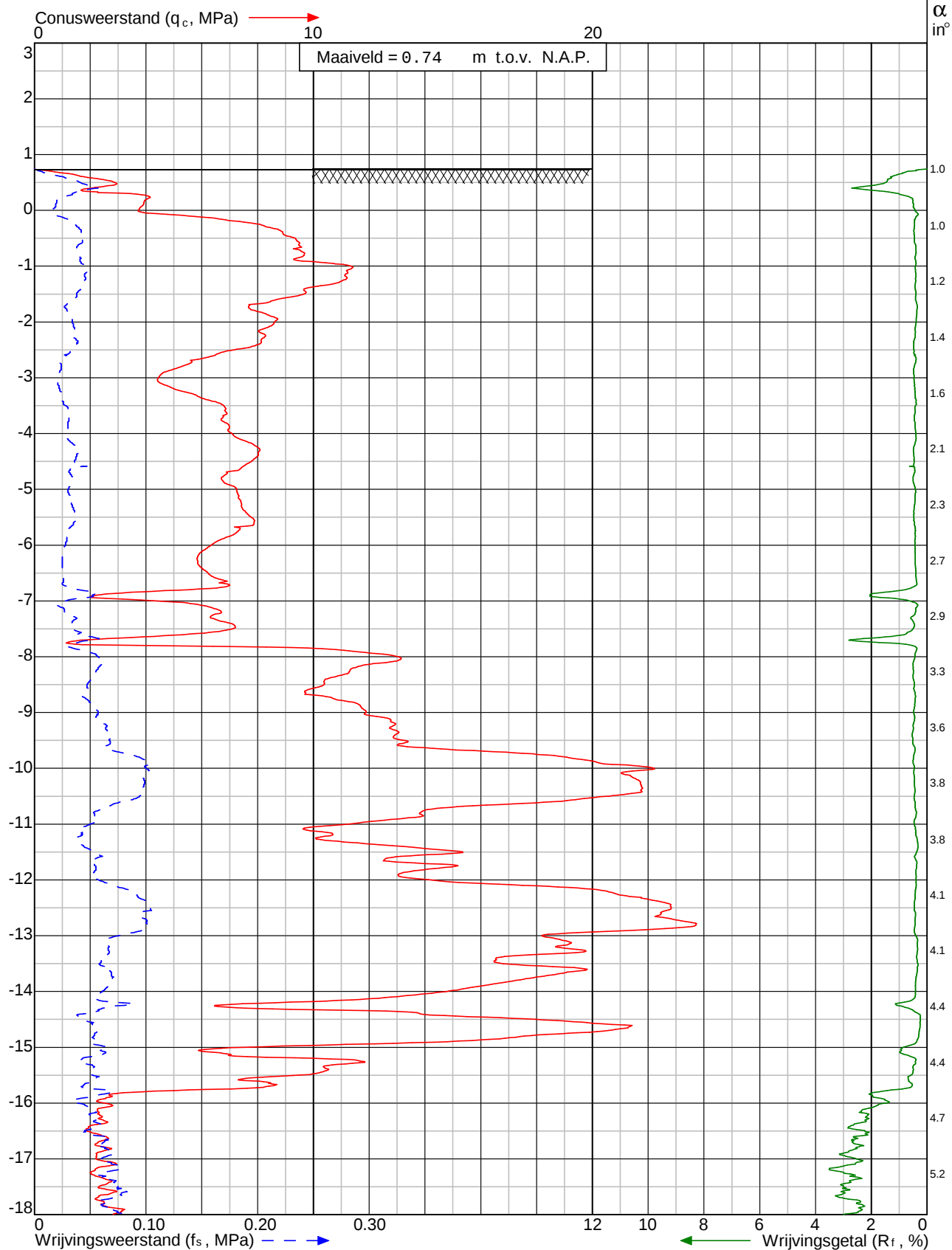
Conus: Afwijking van de vertikaal

Conusnummer: 070503

Conus: cilindrisch elektrisch SUB-15

Sondering volgens norm NEN 5140

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



Project: Verlegging 6" Gasunie leiding i.v.m. aanleg N33 te Veendam

Sondering: **DKM-2**



Wiertsema & Partners

RAADGEVEND INGENIEURS

x = 256113

y = 569102

Blad: 1 van 2

Opdr.nr: VN-53510-1

Datum: 29-3-2011



Klasse: 2

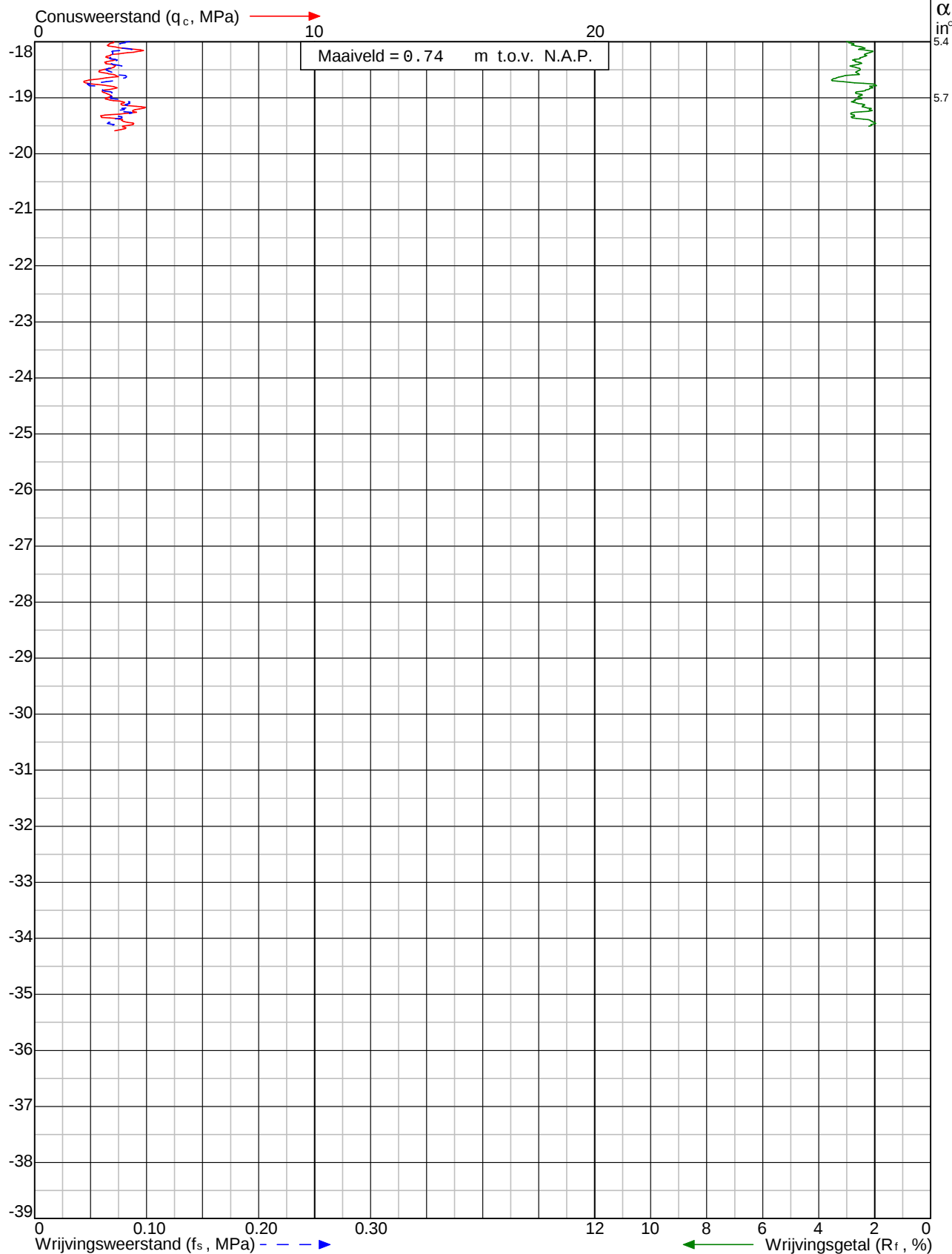
 α : Afwijking van de vertikaal

Conusserienummer: 070503

Conustype: cilindrisch elektrisch SUB-15

Sondering volgens norm NEN 5140

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



Project: Verlegging 6" Gasunie leiding i.v.m. aanleg N33
te **Veendam**

Sondering: **DKM-2**



Wiertsema & Partners
RAADGEVEND INGENIEURS

x = 256113

y = 569102

Blad: 2 van 2

Opdr.nr: VN-53510-1

Datum: 29-3-2011

AKKOORD
UITV

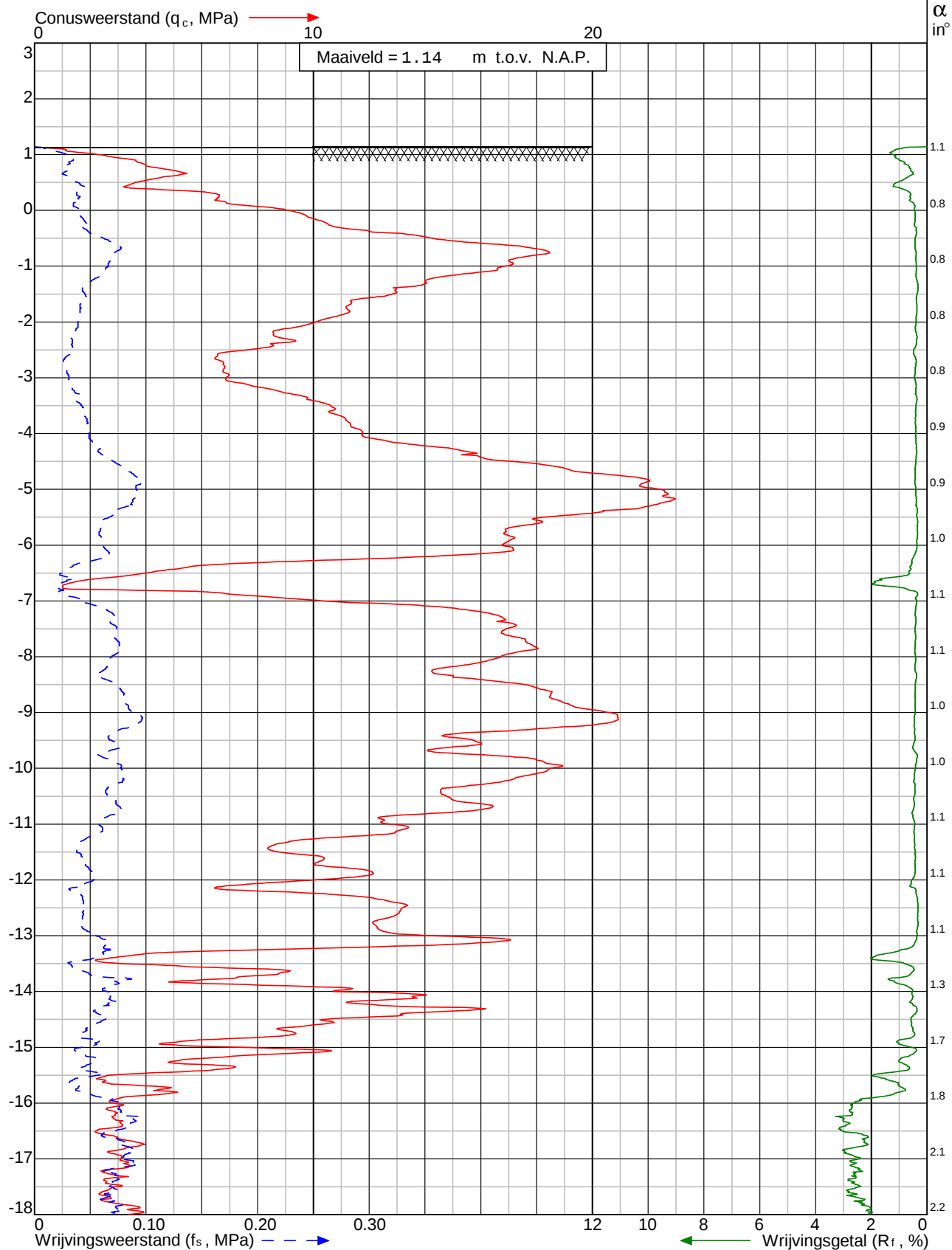
Sondering volgens norm NEN 5140 Conusweerstand (q_c, MPa) →

Conusweerstand (q_c, MPa) →

Conusweerstand (q_c, MPa) →

Conusweerstand (q_c, MPa) →

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



Project: Verlegging 6" Gasunie leiding i.v.m. aanleg N33 te Veendam

Sondering: **DKM-3**



Wiertsema & Partners
RAADGEVEND INGENIEURS

x = 256078

y = 569126

Blad: 1 van 2

Opdr.nr: VN-53510-1

Datum: 29-3-2011

AKKOORD
UITV

Klasse: 2

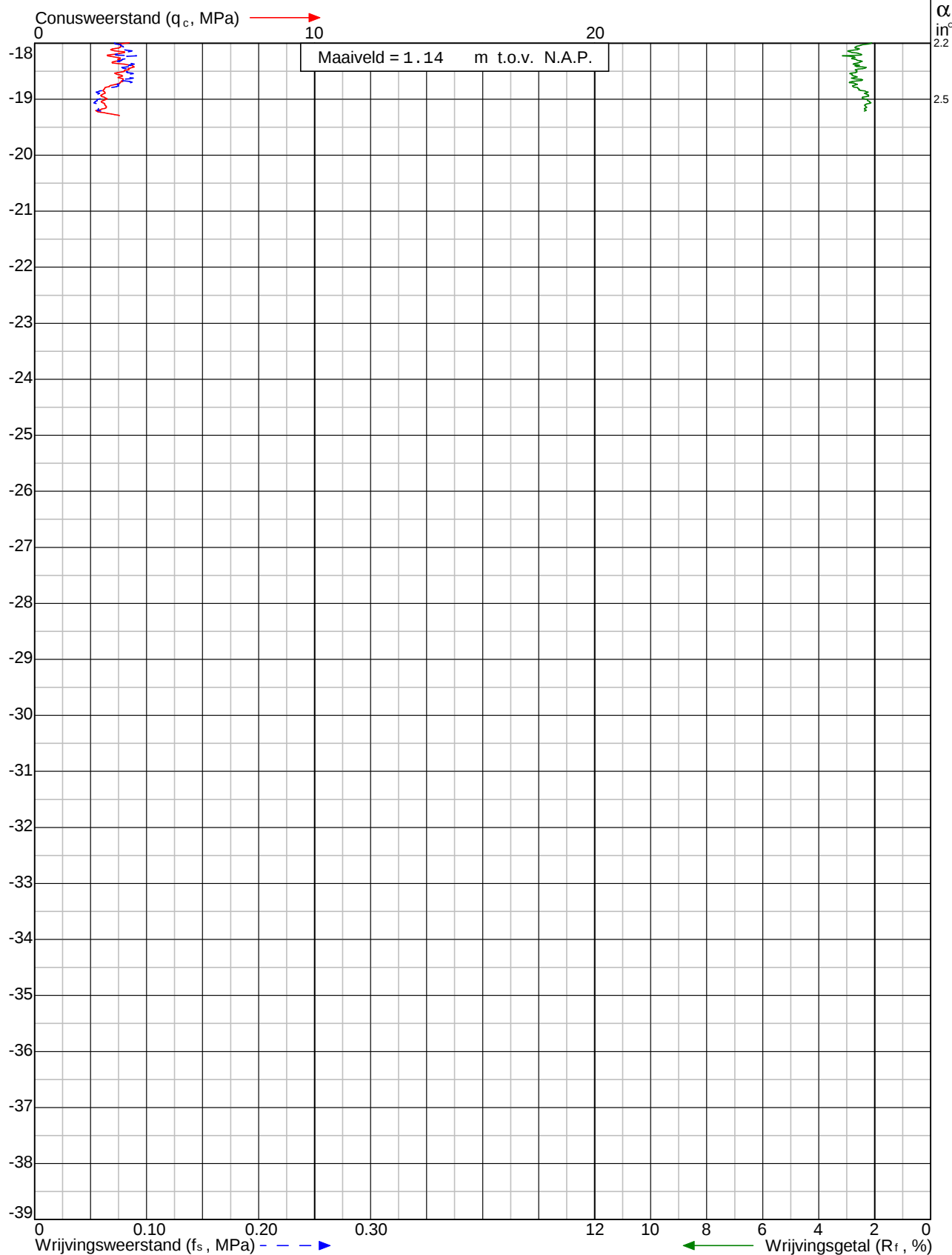
 α : Afwijking van de vertikaal

Conusserienummer: 070503

Conustype: cilindrisch elektrisch SUB-15

Sondering volgens norm NEN 5140

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



Project: Verlegging 6" Gasunie leiding i.v.m. aanleg N33
te **Veendam**

Sondering: **DKM-3**



Wiertsema & Partners
RAADGEVEND INGENIEURS

x = 256078

y = 569126

Blad: 2 van 2

Opdr.nr: VN-53510-1

Datum: 29-3-2011



Klasse: 2

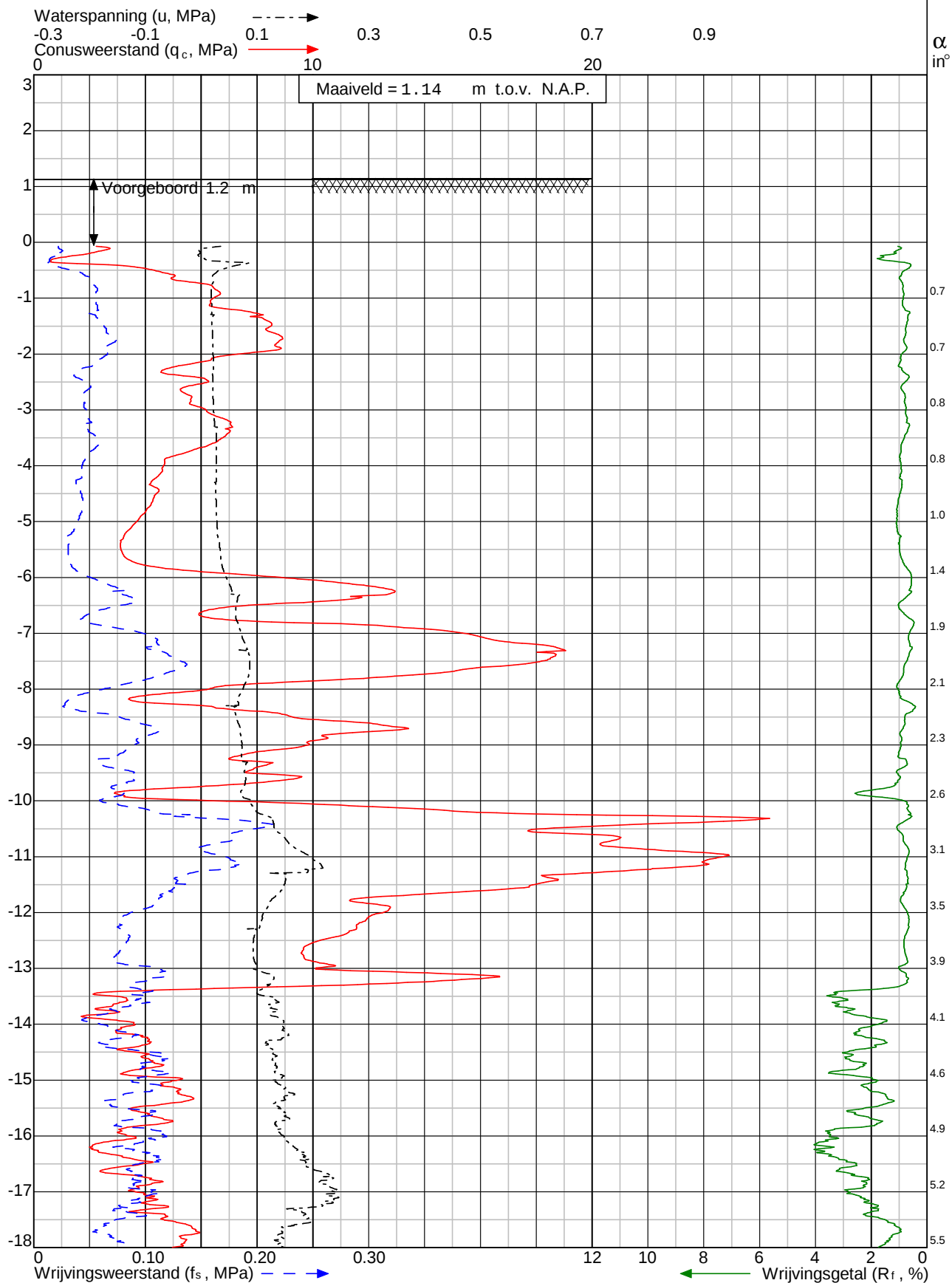
α: Afwijking van de vertikaal

Conusserienummer: 090407

Conus type: cilindrisch elektrisch SUBP10-15

Sondering volgens norm NEN 5140

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



Project: Verlegging 6" Gasunie leiding i.v.m. aanleg N33 te Veendam

Sondering: **DKP-4**



Wiertsema & Partners
RAADGEVEND INGENIEURS

x = 255987

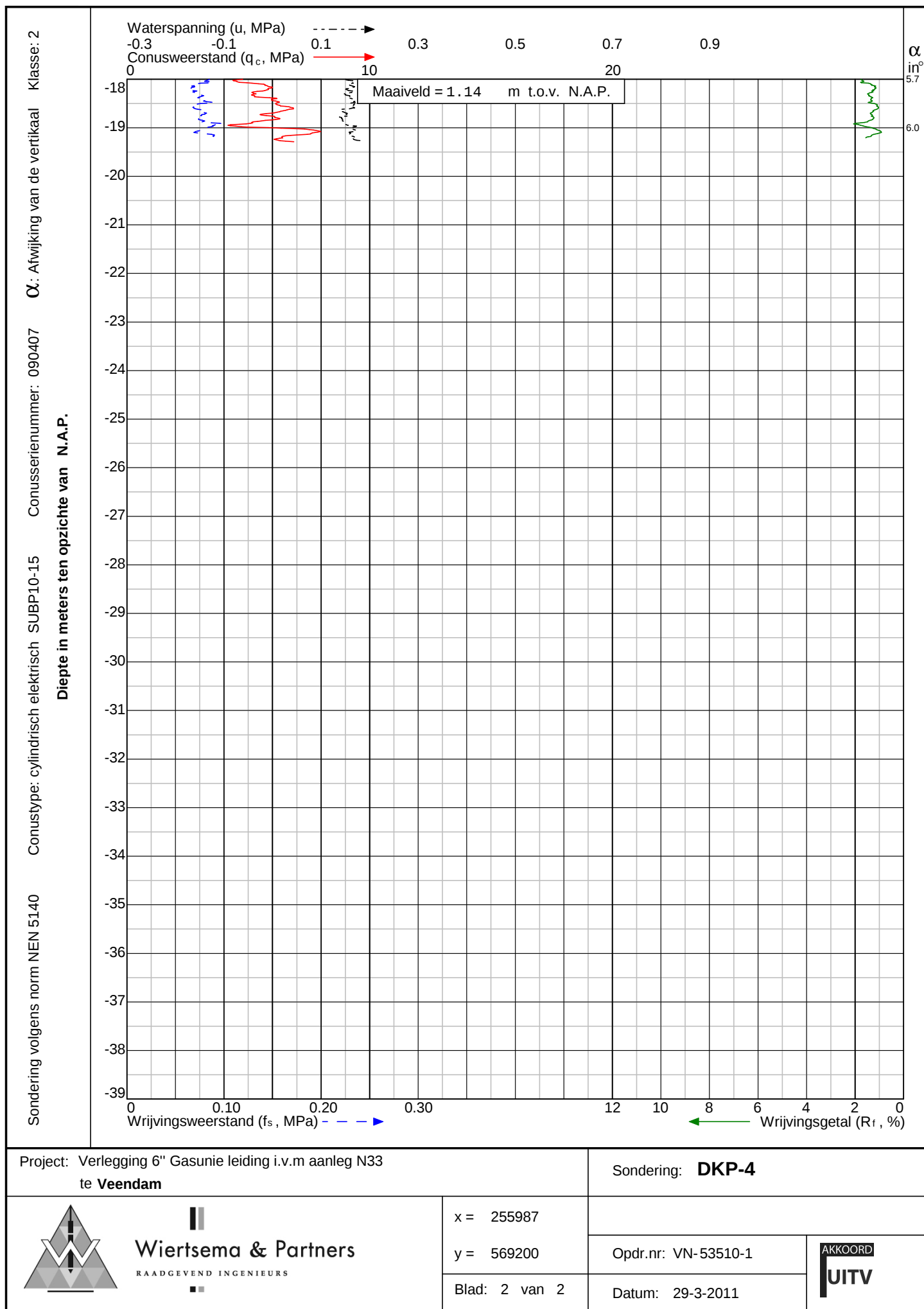
y = 569200

Blad: 1 van 2

Opdr.nr: VN-53510-1

Datum: 29-3-2011





Klasse: 2

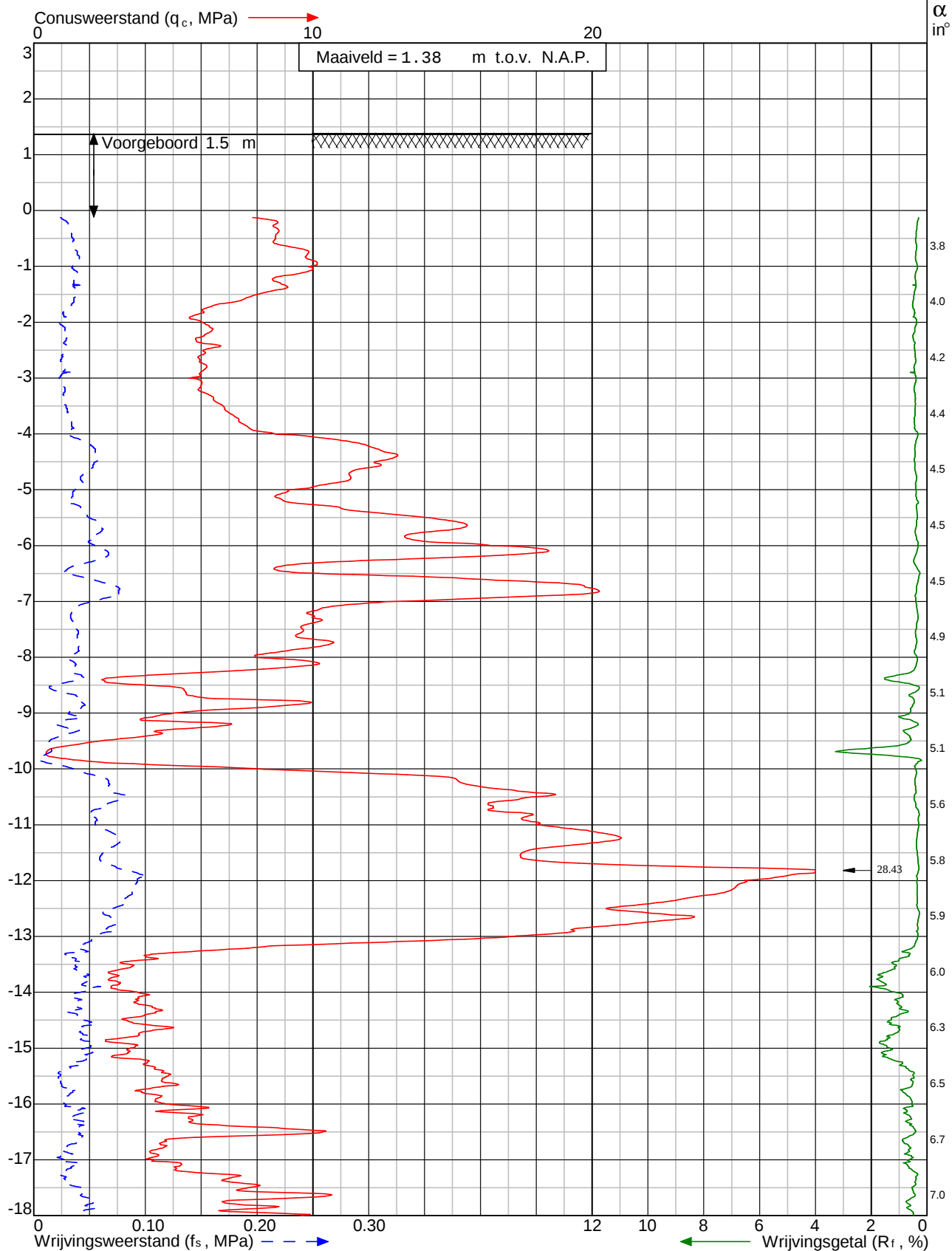
Conus: Afwijking van de vertikaal

Conusnummer: 070503

Conus: cilindrisch elektrisch SUB-15

Sondering volgens norm NEN 5140

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



Project: Verlegging 6" Gasunie leiding i.v.m. aanleg N33 te Veendam

Sondering: **DKM-5**



Wiertsema & Partners

RAADGEVEND INGENIEURS

x = 255967

y = 569229

Blad: 1 van 2

Opdr.nr: VN-53510-1

Datum: 29-3-2011



Klasse: 2

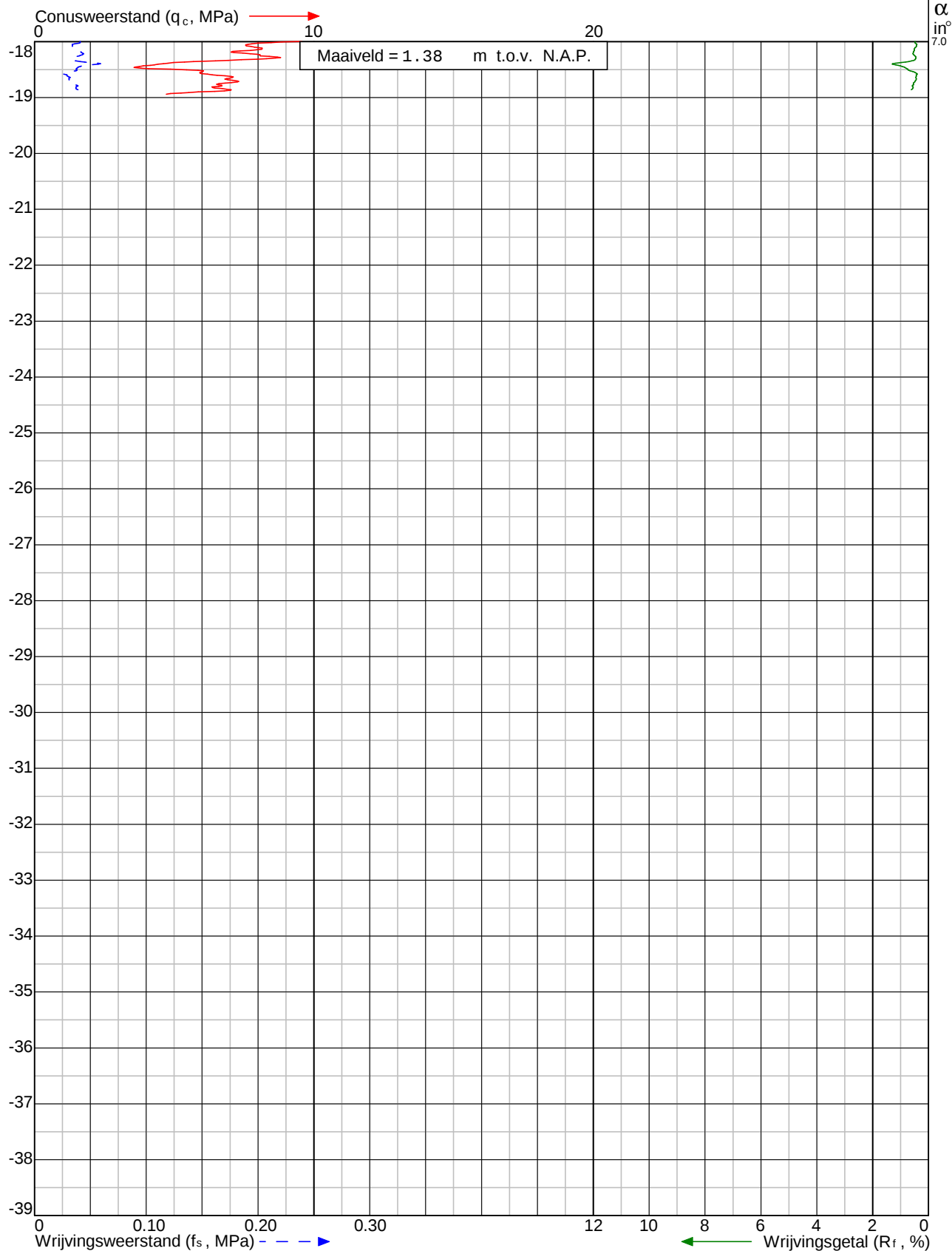
 α : Afwijking van de vertikaal

Conusserienummer: 070503

Conustype: cilindrisch elektrisch SUB-15

Sondering volgens norm NEN 5140

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

Project: Verlegging 6" Gasunie leiding i.v.m. aanleg N33
te **Veendam**Sondering: **DKM-5****Wiertsema & Partners**
RAADGEVEND INGENIEURS

x = 255967

y = 569229

Blad: 2 van 2

Opdr.nr: VN-53510-1

Datum: 29-3-2011

AKKOORD
UITV

Voorboringen

Voorboring is gemaakt bij DKP4, d.d. 29 maart 2011:

0,00 - 0,60	m- maaiveld	ZAND, matig fijn, sterk humeus, matig roesthoudend, bruingrijs.
0,60 - 1,20	m- maaiveld	VEEN, houtresten, bruin.

Voorboring is gemaakt bij DKM5, d.d. 29 maart 2011:

0,00 - 0,08	m- maaiveld	KLINKER.
0,08 - 0,70	m- maaiveld	ZAND, matig fijn, zeer weinig roesthoudend, lichtgeel/grijsgeel.
0,70 - 1,00	m- maaiveld	ZAND, matig fijn, matig roesthoudend, bruin/grijsbruin.
1,00 - 1,30	m- maaiveld	ZAND, matig fijn, matig kleihoudend, matig roesthoudend, grijs/bruin.
1,30 - 1,50	m- maaiveld	ZAND, matig fijn, grijs.



Bijlage 3: Boorstaten

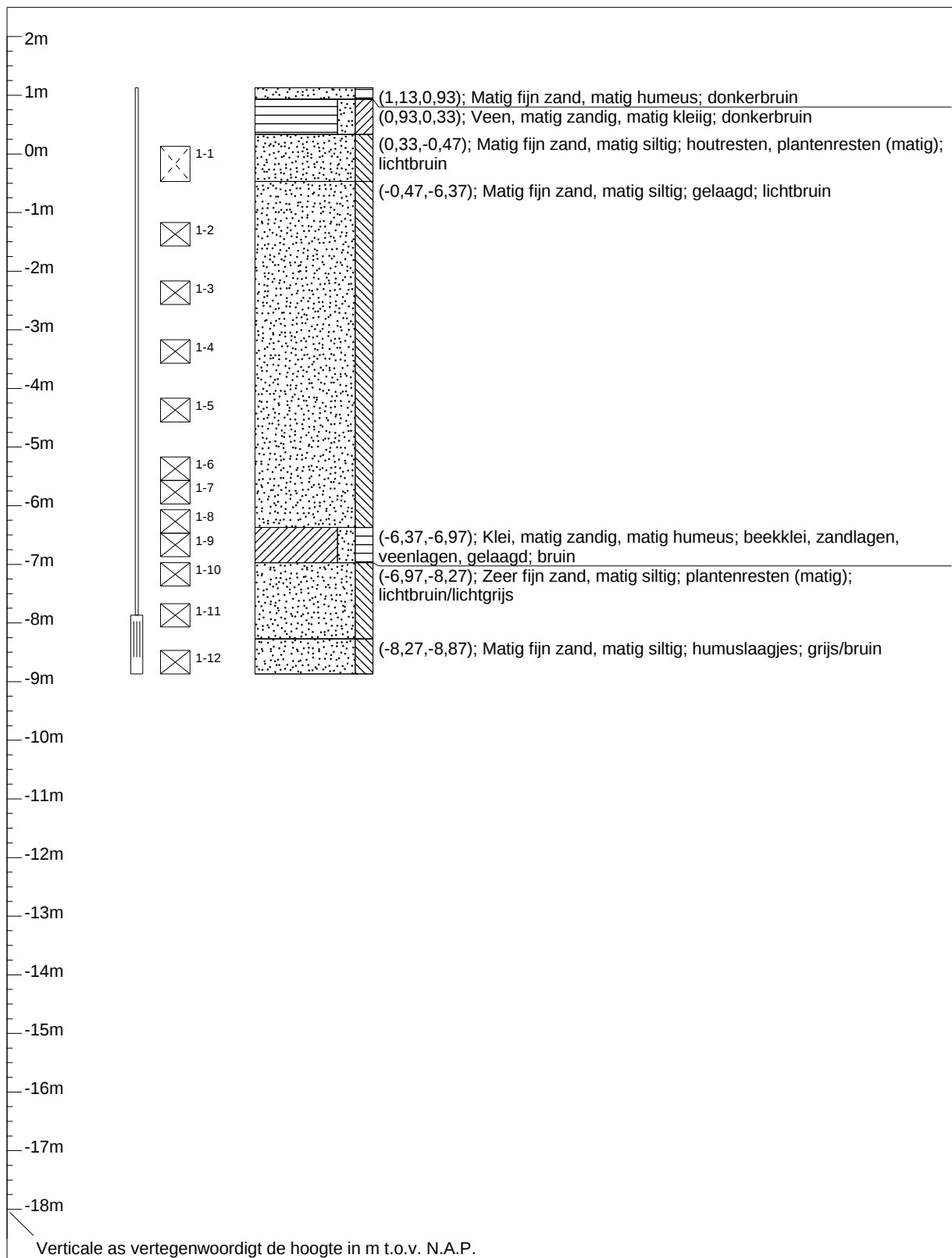
Betekenis van afkortingen

G/g	: grind/grindig		P/p	: Puin		Blinde buis	:	
Z/z	: zand/zandig		W/w	: Water		BK-00	:	
L/s	: leem/siltig		I/i	: Slib		BK-300	:	
K/k	: klei/kleiig		T/t	: Klinker		QS	:	
V/h	: veen/humeus					Filter	:	
m	: mineraal arm					Grondwaterst.	:	
Overig								
			Geroerd monster	:		Ongeroerd monster	:	



Wiertsema & Partners
RAADGEVEND INGENIEURS

AKKOORD
LAB

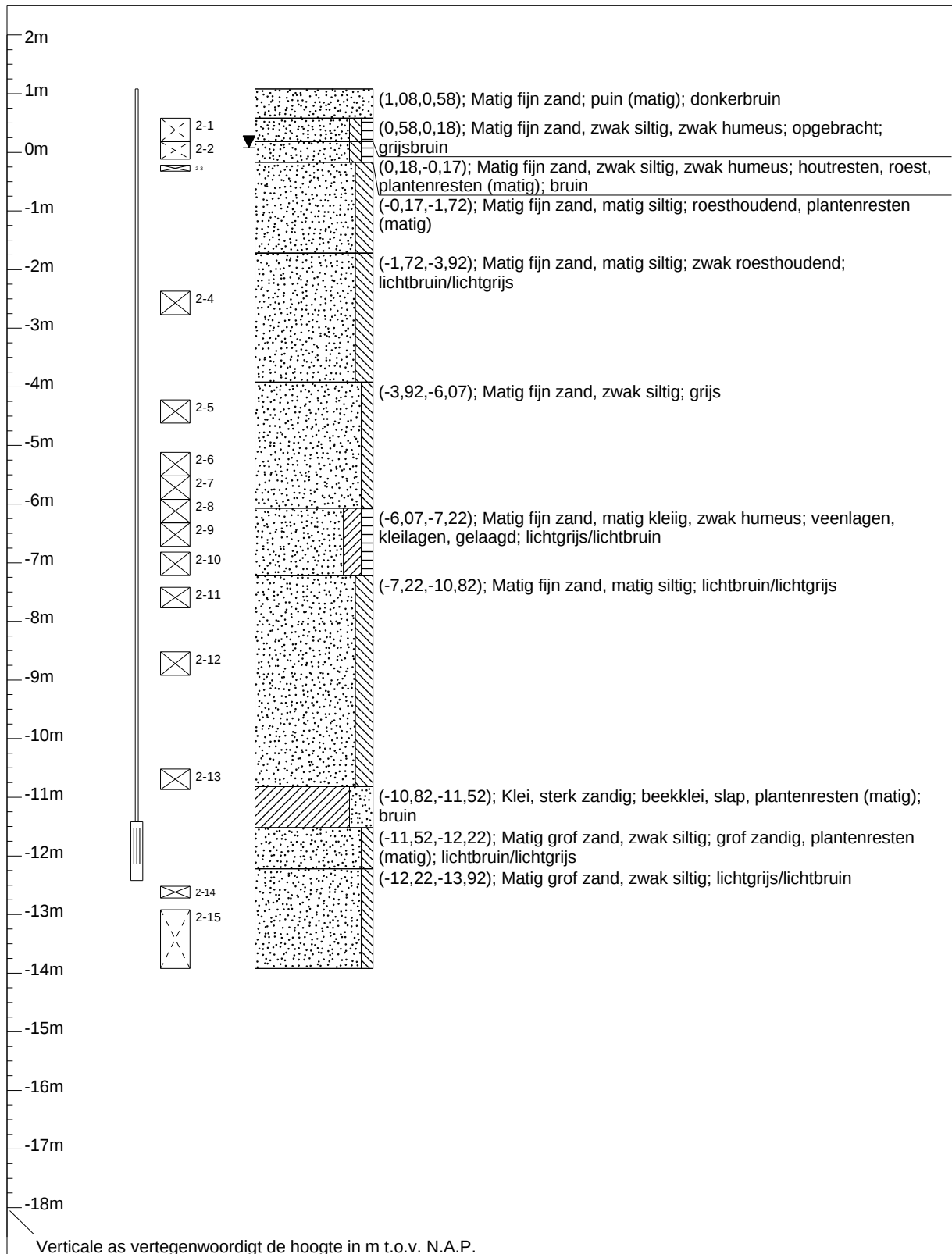


Project/Plaats	Veendam	Datum	14-4-2011	Ons kenmerk	VN-53510-1
Opdrachtgever		X-coördinaat	256.143 m	Uw kenmerk	
Boormethode	Pulsboring	Y-coördinaat	569.051 m	Boornummer	
Boormeester	HV/HdB	KM		B1	
Getekend conform NEN 5104					



Wiertsema & Partners
RAADGEVEND INGENIEURS



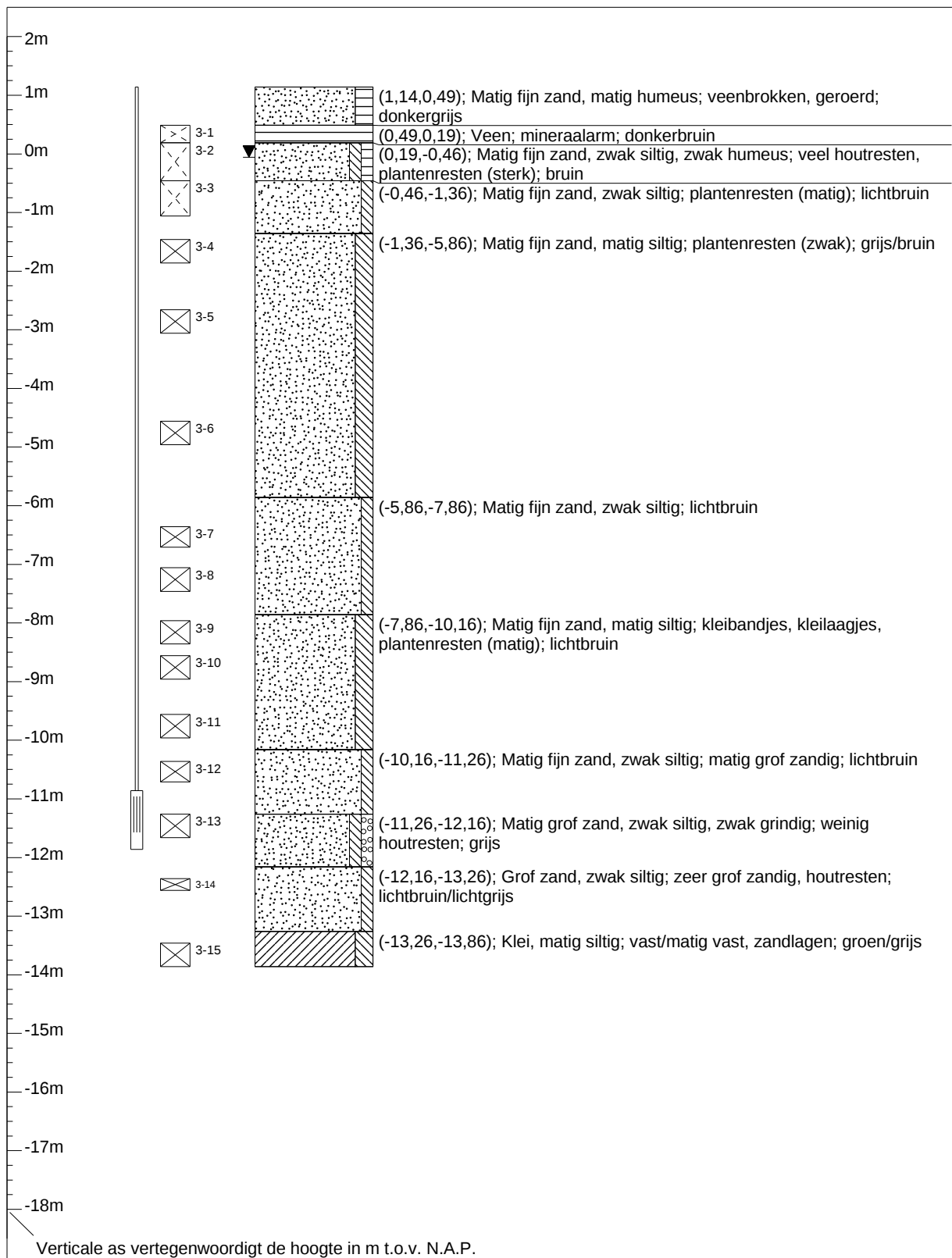


Project/Plaats	Veendam	Datum	12-4-2011	Ons kenmerk	VN-53510-1
Opdrachtgever		X-coördinaat	256.107 m	Uw kenmerk	
Boormethode	Pulsboring	Y-coördinaat	569.104 m	Boornummer	
Boormeester	HV/HdB	KM		B2	
Getekend conform NEN 5104					



Wiertsema & Partners
RAADGEVEND INGENIEURS





Project/Plaats	Veendam	Datum	11-4-2011	Ons kenmerk	VN-53510-1
Opdrachtgever		X-coördinaat	255.987 m	Uw kenmerk	
Boormethode	Pulsboring	Y-coördinaat	569.200 m	Boornummer	
Boormeester	HV/HdB	KM		B3	
Getekend conform NEN 5104					



Wiertsema & Partners
RAADGEVEND INGENIEURS



Bijlage 4: Tabel x-, y- en z-coördinaten

Tabel X-, Y- en Z-coördinaten

De sonderingen en boringen zijn door ons bureau ingemeten in het Rijksdriehoekstelsel en gewaterpast ten opzichte van N.A.P.

Meetpunt	X-coördinaten [in m]	Y-coördinaten [in m]	Maaiveldhoogte [m t.o.v. N.A.P.]
DKP1	256.165	569.077	1,00 m+ N.A.P.
DKM2	256.113	569.102	0,74 m+ N.A.P.
DKM3	256.078	569.126	1,14 m+ N.A.P.
DKP4/B3	255.987	569.200	1,14 m+ N.A.P.
DKM5	255.967	569.229	1,38 m+ N.A.P.
B1	256.143	569.051	1,13 m+ N.A.P.
B2	256.107	569.104	1,08 m+ N.A.P.
Waterpeil	256.105	569.109	0,27 m+ N.A.P.



Bijlage 5: Analyselijst

Project omschr.: verlegging 6" Gasunie leiding i.v.m aanleg N33 te Veendam

Project nummer: VN-53510-1

boring	monster nummer	diepte in m - mv	niveau monster t.o.v. N.A.P.	nat volumegewicht	droog volumegewicht	watergehalte in gewichts percentage	gehaanteerde soortelijke massa	poriën getal	poriën volume	watergehalte in volume	verz. graad	handvinproef
		[m]	[m]	γ_n [kN/m ³]	γ_{dr} [kN/m ³]	W_g %	ρ [kg/m ³]	e [-]	n %	W_v %	S_r %	F_{undr} kN/m ²
B-1	2	2,50	-1,37	18,8	16,0	17,7	2614 *	0,63	38,74	28,28	73,00	-
B-1	3	3,50	-2,37	19,2	16,5	16,4	2616 *	0,59	36,93	27,04	73,21	-
B-1	4	4,45	-3,32	20,3	17,3	17,5	2614 *	0,51	33,83	30,24	89,39	-
B-1	5	5,50	-4,37	20,3	17,3	17,8	2613 *	0,51	33,98	30,68	90,30	-
B-1	6	6,50	-5,37	20,1	17,2	16,4	2617 *	0,52	34,18	28,32	82,86	-
B-1	7	6,90	-5,77	20,4	17,5	17,0	2615 *	0,50	33,26	29,72	89,37	-
B-1	8	7,55	-6,42	15,0	10,4	44,5	2546 *	1,46	59,31	46,12	77,76	-
B-1	10	8,30	-7,17	19,6	16,5	18,9	2611 *	0,58	36,89	31,08	84,26	-
B-1	11	9,00	-7,87	20,4	17,2	18,2	2612 *	0,52	34,00	31,40	92,34	-
B-1	12	9,80	-8,67	20,0	16,9	18,2	2612 *	0,55	35,31	30,80	87,22	-
B-2	3	1,35	-0,27	19,1	15,8	20,7	2609 *	0,65	39,47	32,76	83,00	-
B-2	4	3,65	-2,57	20,0	17,2	16,4	2617 *	0,52	34,42	28,20	81,92	-
B-2	5	5,50	-4,42	20,3	17,5	16,4	2617 *	0,50	33,32	28,64	85,96	-
B-2	6	6,40	-5,32	18,8	16,1	17,1	2615 *	0,63	38,55	27,44	71,19	-
B-2	7	6,75	-5,67	19,7	16,9	16,3	2617 *	0,54	35,24	27,60	78,33	-
B-2	8	7,25	-6,17	20,1	17,1	17,7	2613 *	0,53	34,61	30,18	87,19	-
B-2	9	7,65	-6,57	17,4	13,0	33,8	2600 *	0,99	49,86	44,04	88,32	10
B-2	10	8,23	-7,15	19,9	16,9	18,2	2612 *	0,55	35,39	30,72	86,80	-
B-2	11	8,70	-7,62	20,1	17,2	16,6	2616 *	0,52	34,23	28,56	83,44	-
B-2	12	9,80	-8,72	19,7	16,4	19,8	2609 *	0,59	37,05	32,48	87,66	-
B-2	13	11,75	-10,67	19,1	15,9	20,2	2610 *	0,64	39,00	32,20	82,57	-
B-2	14	13,70	-12,62	18,9	16,5	14,4	2620 *	0,58	36,84	23,76	64,50	-
B-3	4	2,80	-1,66	20,1	17,1	17,8	2613 *	0,53	34,71	30,40	87,58	-
B-3	5	4,00	-2,86	20,3	17,4	16,6	2617 *	0,50	33,46	28,84	86,20	-
B-3	6	5,90	-4,76	20,1	17,3	16,1	2618 *	0,51	33,90	27,88	82,24	-
B-3	7	7,70	-6,56	19,9	17,0	16,7	2616 *	0,54	34,89	28,40	81,39	-
B-3	8	8,40	-7,26	19,8	16,7	18,7	2611 *	0,57	36,18	31,20	86,23	-
B-3	9	9,35	-8,21	18,5	14,6	27,2	2604 *	0,79	44,11	39,56	89,69	-
B-3	10	9,90	-8,76	19,8	16,8	17,9	2613 *	0,56	35,85	29,96	83,58	-
B-3	11	10,75	-9,61	19,4	16,1	20,1	2609 *	0,62	38,11	32,40	85,01	-
B-3	12	11,65	-10,51	19,4	16,3	19,2	2611 *	0,61	37,70	31,28	82,96	-
B-3	13	12,55	-11,41	19,8	16,8	17,3	2614 *	0,55	35,59	29,12	81,82	-
B-3	14	13,60	-12,46	19,6	16,8	16,9	2615 *	0,56	35,87	28,36	79,06	-
B-3	15	14,75	-13,61	17,6	12,7	38,1	2599 *	1,04	50,97	48,56	95,27	33

* Waarden soortelijke massa zijn bepaald aan de hand van een grootschalige proevenverzameling, waarbij per grondsoort een correlatie is bepaald tussen het volumegewicht en de soortelijke massa.

** Voor de monsters waar bij de waarde van p een '*' is vermeld, betreft het indicatieve waarden



Wiertsema & Partners
RAADGEVEND INGENIEURS



Project omschr.: Verlegging 6" Gasunie leiding i.v.m aanleg N33 te Veendam

Project nummer: VN-53510-1

boring	monster nummer	diepte in m - mv	niveau monster t.o.v. N.A.P.	nat volumegewicht	droog volumegewicht	watergehalte in gewichts percentage	gehanteerde soortelijke massa	poriën getal	poriën volume	watergehalte in volume	verz. graad	handvinproef
				γ_n	γ_{dr}	W_g	ρ	e	n	W_v	S_r	F_{undr}
		[m]	[m]	[kN/m ³]	[kN/m ³]	%	[kg/m ³]	[-]	%	%	%	kN/m ²
B-1	9	7,60	-6,47	20,4	17,3	17,7	2614	0,51	33,80	30,68	90,76	-
B-1	9	7,85	-6,72	15,2	9,9	54,0	2544 *	1,57	61,09	53,44	87,47	-

* Waarden soortelijke massa zijn bepaald aan de hand van een grootschalige proevenverzameling, waarbij per grondsoort een correlatie is bepaald tussen het volumegewicht en de soortelijke massa.

** Voor de monsters waar bij de waarde van ρ een ' * ' is vermeld, betreft het indicatieve waarden



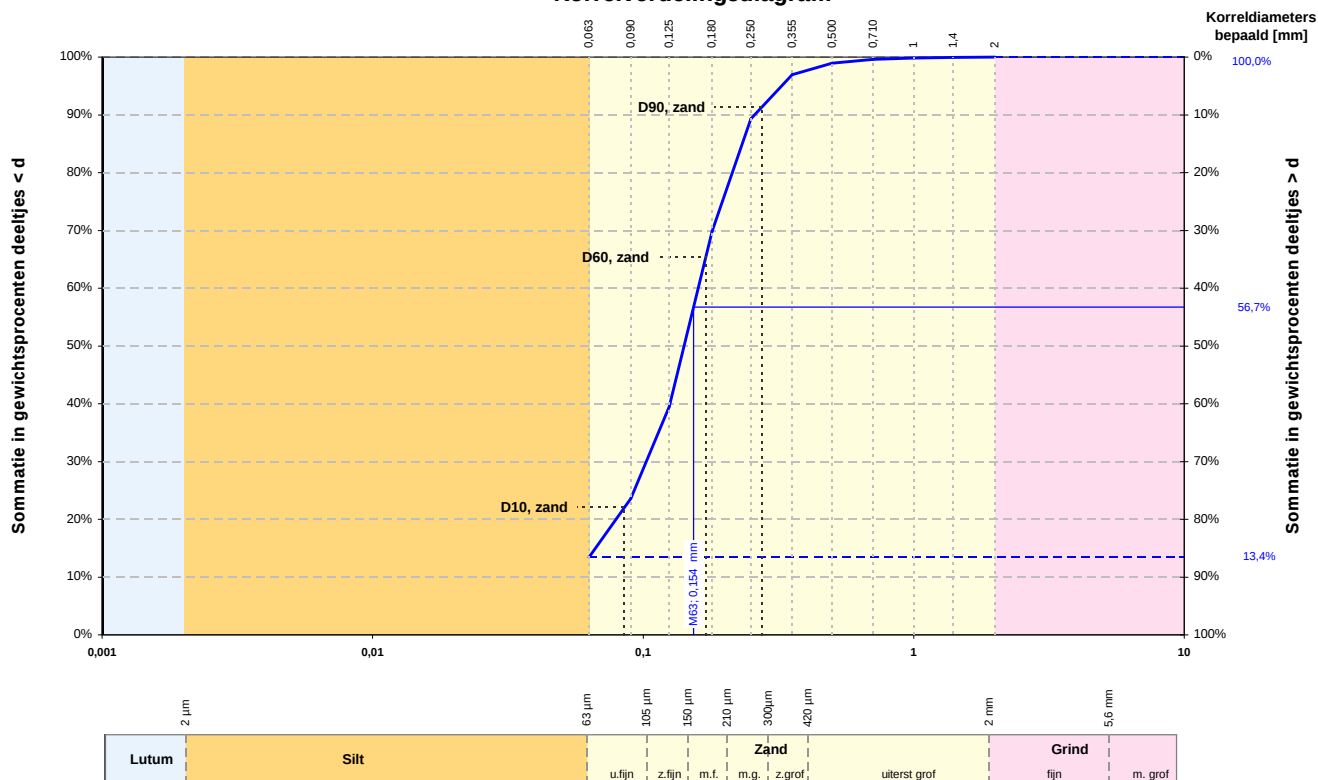
Wiertsema & Partners
RAADGEVEND INGENIEURS



Bijlage 6: Korrelverdelingsdiagrammen

[illegible]

Korrelverdelingsdiagram



Alle fracties	
Kentallen	Waarde
d 10 [mm]	-
d 15 [mm]	0,067
d 50 [mm]	0,142
d 60 [mm]	0,160
Cu=	-
$d_{60} / d_{10} [-]$	-
$d_{90} / d_{10} [-]$	-
C _c [-]	-

Karakteristieke waarden	
M ₆₃ [mm]	0,154
M ₂₀₀₀ [mm]	-
D _m [mm]	-
F _m [-]	0,725
U ₁₆ [-]	-
[16µm - 2mm]	-

Zandfractie	
Kentallen	Waarde
D 10 [mm]	0,085
D 15 [mm]	0,095
D 60 [mm]	0,171
D 90 [mm]	0,275
Cu=	1,998
$D_{60} / D_{10} [-]$	3,217
U ₁₆ [-]	70,928
[63µm - 2mm]	-

Fractie < 63 µm		Zand		Grind		Stenen	
d [mm]	% < d	d [mm]	% < d	d [mm]	% < d	d [mm]	% < d
Lutum		0,075	-	2,8	-	125	-
	0,001	0,090	23,6	4,0	-		
	0,002	0,106	-	5,6	-		
Silt	0,004	0,125	39,5	8,0	-		
	0,006	0,150	-	11,2	-		
	0,008	0,180	69,9	16,0	-		
	0,010	0,212	-	20,0	-		
	0,016	0,250	89,3	22,4	-		
	0,020	0,355	96,9	31,5	-		
	0,030	0,500	98,9	45,0	-		
	0,038	0,710	99,6	63,0	-		
	0,045	1,000	99,8				
	0,063	13,4	1,400	100,0			
		2,000	100,0				

Overige bepalingen	
Gehalte humus	niet bepaald
Kalkgehalte	niet bepaald

Beschrijving uitvoering test	
Beschrijving volgens NEN 5104	(Zs2)*
Gehalte humus	niet bepaald
Kalkgehalte	niet bepaald
Bepaling fijne fractie	sedigraaf
Bepaling zand	zeven, nat
Bepaling grind	zeven, nat

(*) Visuele classificatie

versie: 11.2

Projectnaam verlegging 6" Gasunie leiding i.v.m aanleg N33
Veendam

Boring B-01
Monster 8

Diepte -6,07 m tot -6,37 m
Referentie niveau NAP

Projectnr. 53510-1

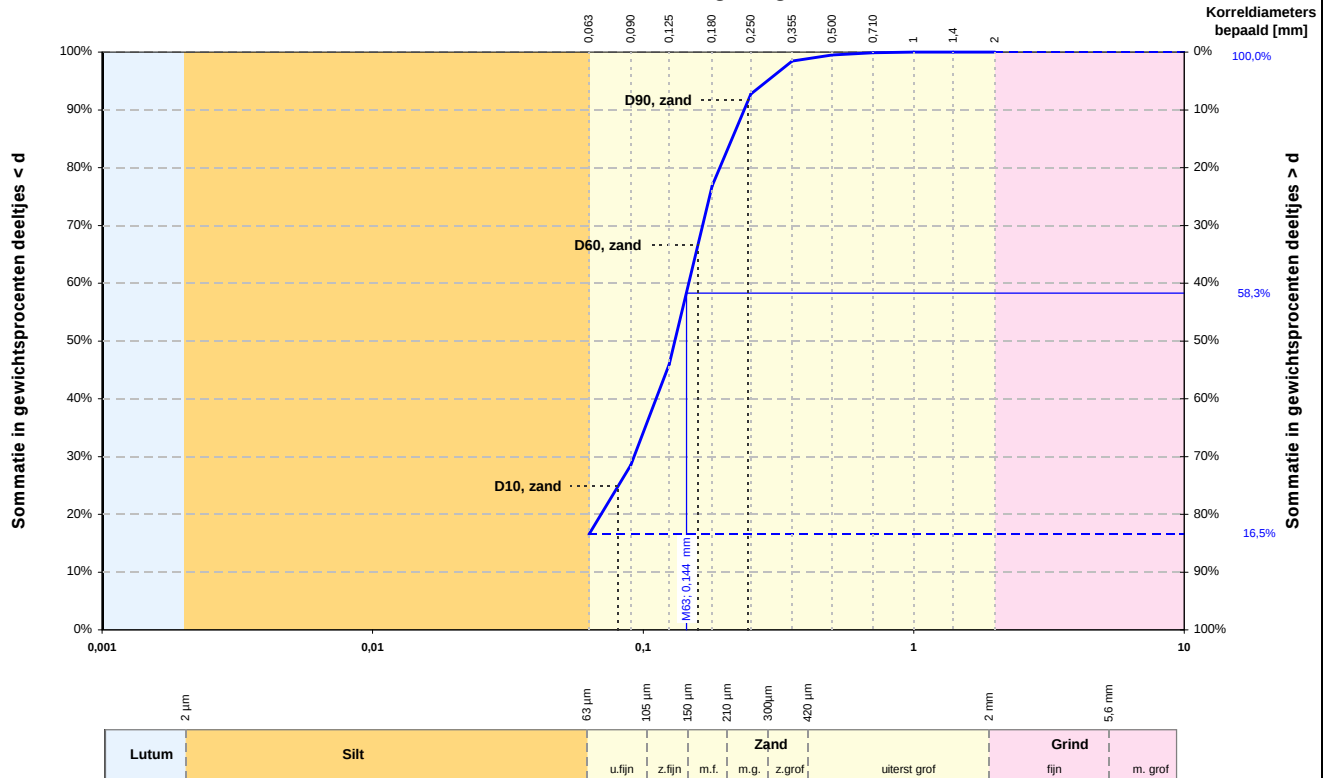
Datum 21-04-2011

AKKOORD
LAB



Wiertsema & Partners
RAADGEVEND INGENIEURS

Korrelverdelingsdiagram



Alle fracties	
Kentallen	Waarde
d 10 [mm]	-
d 15 [mm]	-
d 50 [mm]	0,131
d 60 [mm]	0,147
Cu=	-
d_{60} / d_{10} [-]	-
d_{90} / d_{10} [-]	-
C _c [-]	-

Karakteristieke waarden	
Kentallen	Waarde
M ₆₃ [mm]	0,144
M ₂₀₀₀ [mm]	-
D _m [mm]	-
F _m [-]	0,618
U ₁₆ [-]	-
[16µm - 2mm]	-

Zandfractie	
Kentallen	Waarde
D 10 [mm]	0,081
D 15 [mm]	0,091
D 60 [mm]	0,159
D 90 [mm]	0,244
Cu=	1,975
D_{60} / D_{10} [-]	-
D_{90} / D_{10} [-]	3,028
U[-]	75,510
[63µm - 2mm]	-

Fractie < 63 µm		Zand		Grind		Stenen	
d [mm]	% < d	d [mm]	% < d	d [mm]	% < d	d [mm]	% < d
Lutum		0,075	-	2,8	-	125	-
	0,001	0,090	28,5	4,0	-		
	0,002	0,106	-	5,6	-		
Silt	0,004	0,125	46,0	8,0	-		
	0,006	0,150	-	11,2	-		
	0,008	0,180	76,9	16,0	-		
	0,010	0,212	-	20,0	-		
	0,016	0,250	92,7	22,4	-		
	0,020	0,355	98,4	31,5	-		
	0,030	0,500	99,5	45,0	-		
	0,038	0,710	99,9	63,0	-		
	0,045	1,000	100,0				
	0,063	16,5	1,400	100,0			
		2,000	100,0				

Overige bepalingen	
Gehalte humus	niet bepaald
Kalkgehalte	niet bepaald

Beschrijving uitvoering test	
Beschrijving volgens NEN 5104	(Zs2)*
Gehalte humus	niet bepaald
Kalkgehalte	niet bepaald
Bepaling fijne fractie	sedigraaf
Bepaling zand	zeven, nat
Bepaling grind	zeven, nat

(*) Visuele classificatie

versie: 11.2

Projectnaam verlegging 6" Gasunie leiding i.v.m aanleg N33
Veendam

Boring B-01
Monster 10

Diepte -6,97 m tot -7,37 m
Referentie niveau NAP

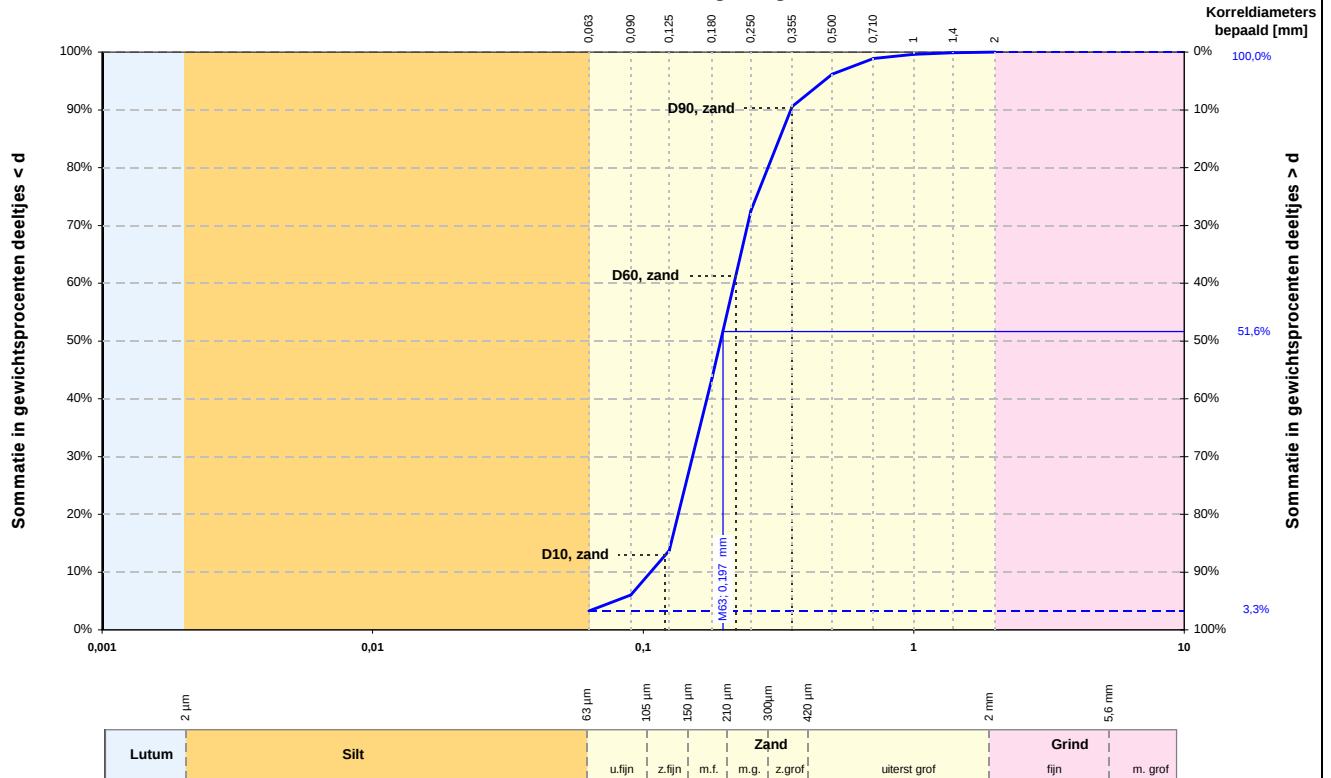
Projectnr. 53510-1

Datum 21-04-2011



Wiertsema & Partners
RAADGEVEND INGENIEURS

Korrelverdelingsdiagram



Alle fracties	
Kentallen	Waarde
d 10 [mm]	0,107
d 15 [mm]	0,127
d 50 [mm]	0,194
d 60 [mm]	0,217
Cu=	
$d_{60} / d_{10} [-]$	2,033
$d_{90} / d_{10} [-]$	3,292
C _c [-]	1,005

Karakteristieke waarden	
Kentallen	Waarde
M ₆₃ [mm]	0,197
M ₂₀₀₀ [mm]	-
D _m [mm]	0,207
F _m [-]	1,180
U ₁₆ [-]	-
[16µm - 2mm]	

Zandfractie	
Kentallen	Waarde
D 10 [mm]	0,121
D 15 [mm]	0,131
D 60 [mm]	0,220
D 90 [mm]	0,353
Cu=	
$D_{60} / D_{10} [-]$	1,820
$D_{90} / D_{10} [-]$	2,922
U ₁₆ [-]	54,487
[63µm - 2mm]	

Fractie < 63 µm		Zand		Grind		Stenen	
d [mm]	% < d	d [mm]	% < d	d [mm]	% < d	d [mm]	% < d
Lutum		0,075	-	2,8	-	125	-
	0,001	0,090	6,0	4,0	-		
	0,002	0,106	-	5,6	-		
Silt	0,004	0,125	13,7	8,0	-		
	0,006	0,150	-	11,2	-		
	0,008	0,180	43,6	16,0	-		
	0,010	0,212	-	20,0	-		
	0,016	0,250	72,5	22,4	-		
	0,020	0,355	90,6	31,5	-		
	0,030	0,500	96,2	45,0	-		
	0,038	0,710	98,9	63,0	-		
	0,045	1,000	99,6				
	0,063	3,3	1,400	99,9			
		2,000	100,0				

Overige bepalingen	
Gehalte humus	niet bepaald
Kalkgehalte	niet bepaald

Beschrijving uitvoering test	
Beschrijving volgens NEN 5104	(Zs1)*
Gehalte humus	niet bepaald
Kalkgehalte	niet bepaald
Bepaling fijne fractie	sedigraaf
Bepaling zand	zeven, nat
Bepaling grind	zeven, nat

(*) Visuele classificatie

versie: 11.2

Projectnaam verlegging 6" Gasunie leiding i.v.m aanleg N33
Veendam

Boring B-02
Monster 7

Diepte -5,52 m tot -5,83 m
Referentie niveau NAP

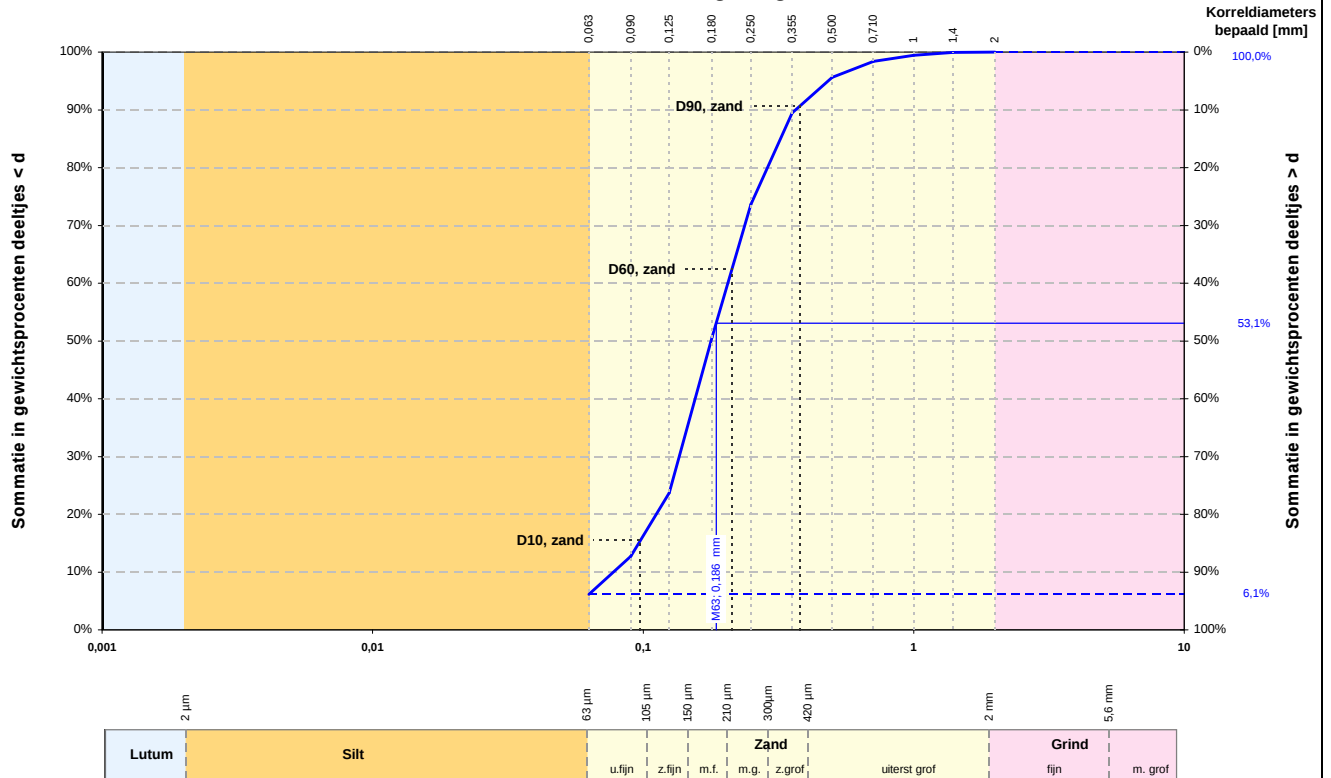
Projectnr. 53510-1

Datum 21-04-2011



Wiertsema & Partners
RAADGEVEND INGENIEURS

Korrelverdelingsdiagram



Alle fracties	
Kentallen	Waarde
d 10 [mm]	0,078
d 15 [mm]	0,096
d 50 [mm]	0,178
d 60 [mm]	0,206
Cu= d ₆₀ / d ₁₀ [-]	2,651
d ₉₀ / d ₁₀ [-]	4,710
C _c [-]	1,160

Karakteristieke waarden	
M ₆₃ [mm]	0,186
M ₂₀₀₀ [mm]	-
D _m [mm]	0,195
F _m [-]	1,076
U ₁₆ [-] [16 μm - 2 mm]	-

Fractie < 63 μm		Zand		Grind		Stenen	
d [mm]	% < d	d [mm]	% < d	d [mm]	% < d	d [mm]	% < d
Lutum		0,075	-	2,8	-	125	-
	0,001	0,090	12,8	4,0	-		
	0,002	0,106	-	5,6	-		
Silt	0,004	0,125	23,7	8,0	-		
	0,006	0,150	-	11,2	-		
	0,008	0,180	50,7	16,0	-		
	0,010	0,212	-	20,0	-		
	0,016	0,250	73,6	22,4	-		
	0,020	0,355	89,5	31,5	-		
	0,030	0,500	95,6	45,0	-		
	0,038	0,710	98,4	63,0	-		
	0,045	1,000	99,5				
	0,063	6,1	1,400	99,9			
		2,000	100,0				

Zandfractie	
Kentallen	Waarde
D 10 [mm]	0,098
D 15 [mm]	0,112
D 60 [mm]	0,213
D 90 [mm]	0,378
Cu= D ₆₀ / D ₁₀ [-]	2,179
D ₉₀ / D ₁₀ [-]	3,868
U ₁₆ [-] [63 μm - 2 mm]	59,264

Overige bepalingen	
Gehalte humus	niet bepaald
Kalkgehalte	niet bepaald

Beschrijving uitvoering test	
Beschrijving volgens NEN 5104	(Zs1)*
Gehalte humus	niet bepaald
Kalkgehalte	niet bepaald
Bepaling fijne fractie	sedigraaf
Bepaling zand	zeven, nat
Bepaling grind	zeven, nat

(*) Visuele classificatie

versie: 11.2

Projectnaam verlegging 6" Gasunie leiding i.v.m aanleg N33
Veendam

Boring B-02
Monster 8

Diepte -5,92 m tot -6,07 m
Referentie niveau NAP

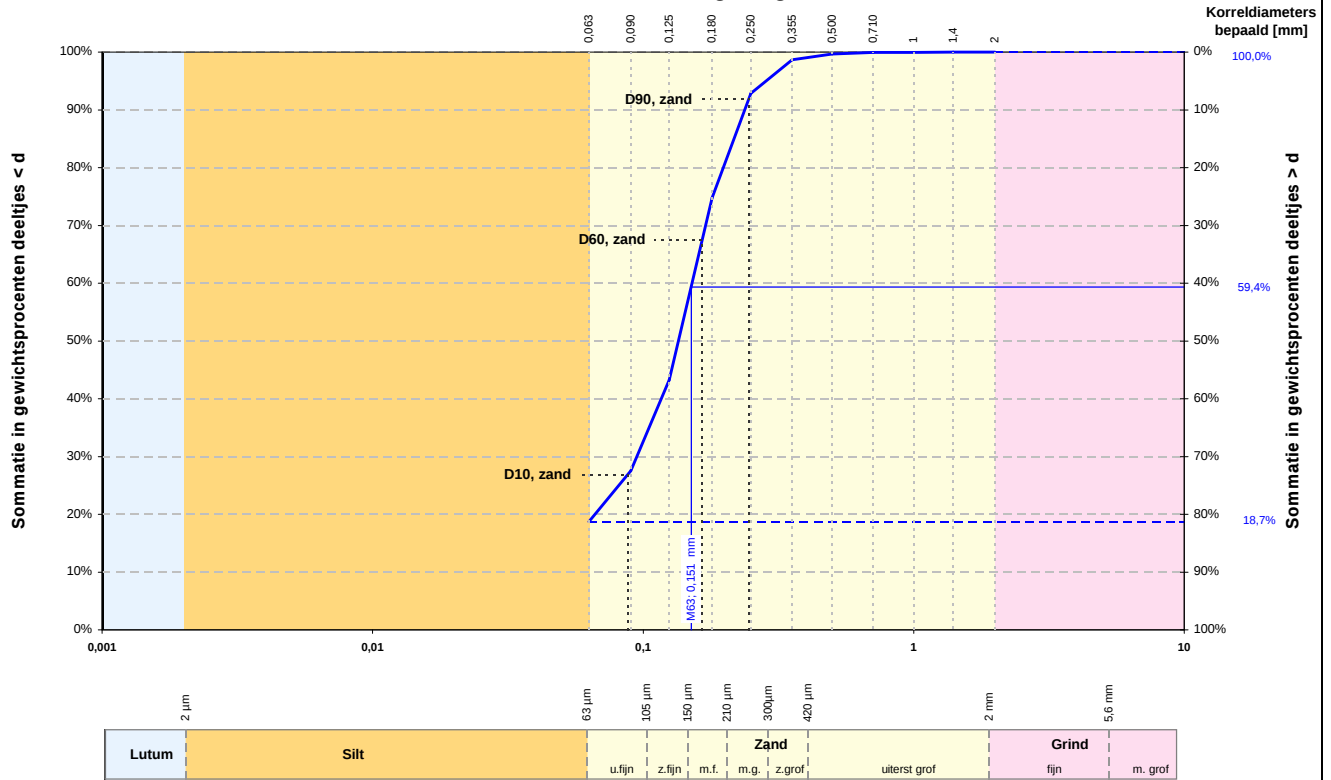
Projectnr. 53510-1

Datum 21-04-2011



Wiertsema & Partners
RAADGEVEND INGENIEURS

Korrelverdelingsdiagram



Alle fracties	
Kentallen	Waarde
d 10 [mm]	-
d 15 [mm]	-
d 50 [mm]	0,135
d 60 [mm]	0,152
Cu=	-
$d_{60} / d_{10} [-]$	-
$d_{90} / d_{10} [-]$	-
C _c [-]	-

Karakteristieke waarden	
M ₆₃ [mm]	0,151
M ₂₀₀₀ [mm]	-
D _m [mm]	-
F _m [-]	0,642
U ₁₆ [-]	-
[16µm - 2mm]	-

Zandfractie	
Kentallen	Waarde
D 10 [mm]	0,088
D 15 [mm]	0,097
D 60 [mm]	0,165
D 90 [mm]	0,246
Cu=	1,887
$D_{60} / D_{10} [-]$	1,887
$D_{90} / D_{10} [-]$	2,804
U[-]	72,084
[63µm - 2mm]	-

Fractie < 63 µm		Zand		Grind		Stenen	
d [mm]	% < d	d [mm]	% < d	d [mm]	% < d	d [mm]	% < d
Lutum		0,075	-	2,8	-	125	-
	0,001	0,090	27,5	4,0	-		
	0,002	0,106	-	5,6	-		
Silt	0,004	0,125	43,3	8,0	-		
	0,006	0,150	-	11,2	-		
	0,008	0,180	74,8	16,0	-		
	0,010	0,212	-	20,0	-		
	0,016	0,250	92,8	22,4	-		
	0,020	0,355	98,6	31,5	-		
	0,030	0,500	99,7	45,0	-		
	0,038	0,710	99,9	63,0	-		
	0,045	1,000	100,0				
	0,063	18,7	1,400	100,0			
		2,000	100,0				

Overige bepalingen	
Gehalte humus	niet bepaald
Kalkgehalte	niet bepaald

Beschrijving uitvoering test	
Beschrijving volgens NEN 5104	(Zk)*
Gehalte humus	niet bepaald
Kalkgehalte	niet bepaald
Bepaling fijne fractie	sedigraaf
Bepaling zand	zeven, nat
Bepaling grind	zeven, nat

(*) Visuele classificatie

versie: 11.2

Projectnaam verlegging 6" Gasunie leiding i.v.m aanleg N33
Veendam

Boring B-02
Monster 10

Diepte -7,07 m tot -7,22 m
Referentie niveau NAP

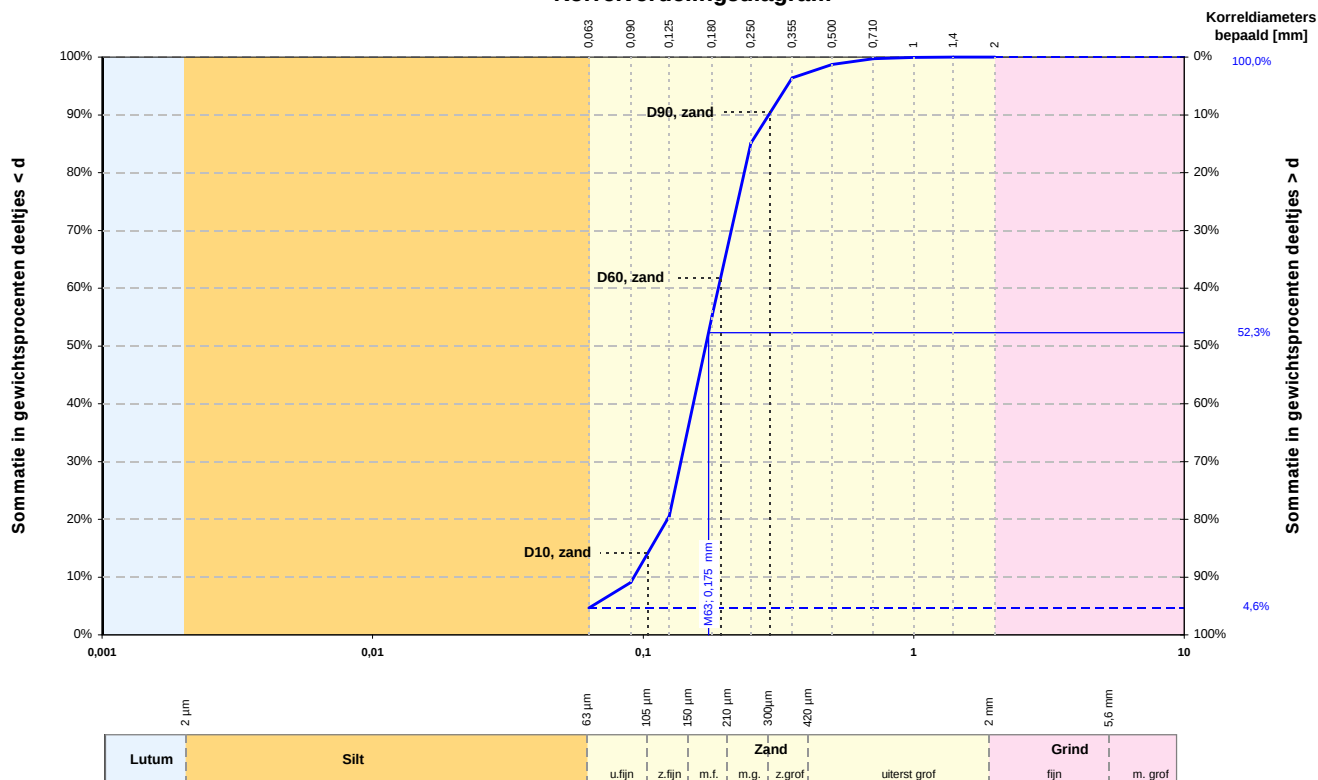
Projectnr. 53510-1

Datum 21-04-2011



Wiertsema & Partners
RAADGEVEND INGENIEURS

Korrelverdelingsdiagram



Alle fracties	
Kentallen	Waarde
d 10 [mm]	0,092
d 15 [mm]	0,107
d 50 [mm]	0,170
d 60 [mm]	0,190
Cu= d ₆₀ / d ₁₀ [-]	2,054
d ₉₀ / d ₁₀ [-]	3,154
C _c [-]	1,088

Karakteristieke waarden	
M ₆₃ [mm]	0,175
M ₂₀₀₀ [mm]	-
D _m [mm]	0,178
F _m [-]	0,957
U ₁₆ [-]	-
[16µm - 2mm]	

Zandfractie	
Kentallen	Waarde
D 10 [mm]	0,104
D 15 [mm]	0,119
D 60 [mm]	0,194
D 90 [mm]	0,295
Cu= D ₆₀ / D ₁₀ [-]	1,860
D ₉₀ / D ₁₀ [-]	2,838
U [-]	61,630
[63µm - 2mm]	

Fractie < 63 µm		Zand		Grind		Stenen	
d [mm]	% < d	d [mm]	% < d	d [mm]	% < d	d [mm]	% < d
Lutum		0,075	-	2,8	-	125	-
	0,001	0,090	9,1	4,0	-		
	0,002	0,106	-	5,6	-		
Silt	0,004	0,125	20,6	8,0	-		
	0,006	0,150	-	11,2	-		
	0,008	0,180	55,2	16,0	-		
	0,010	0,212	-	20,0	-		
	0,016	0,250	85,1	22,4	-		
	0,020	0,355	96,4	31,5	-		
	0,030	0,500	98,7	45,0	-		
	0,038	0,710	99,7	63,0	-		
	0,045	1,000	99,9				
	0,063	4,6	1,400	100,0			
		2,000	100,0				

Overige bepalingen	
Gehalte humus	niet bepaald
Kalkgehalte	niet bepaald

Beschrijving uitvoering test	
Beschrijving volgens NEN 5104	(Zs1)*
Gehalte humus	niet bepaald
Kalkgehalte	niet bepaald
Bepaling fijne fractie	sedigraaf
Bepaling zand	zeven, nat
Bepaling grind	zeven, nat

(*) Visuele classificatie

versie: 11.2

Projectnaam verlegging 6" Gasunie leiding i.v.m aanleg N33
Veendam

Boring B-03
Monster 7 + 8

Diepte -6,36 m tot -7,45 m
Referentie niveau NAP

Projectnr. 53510-1

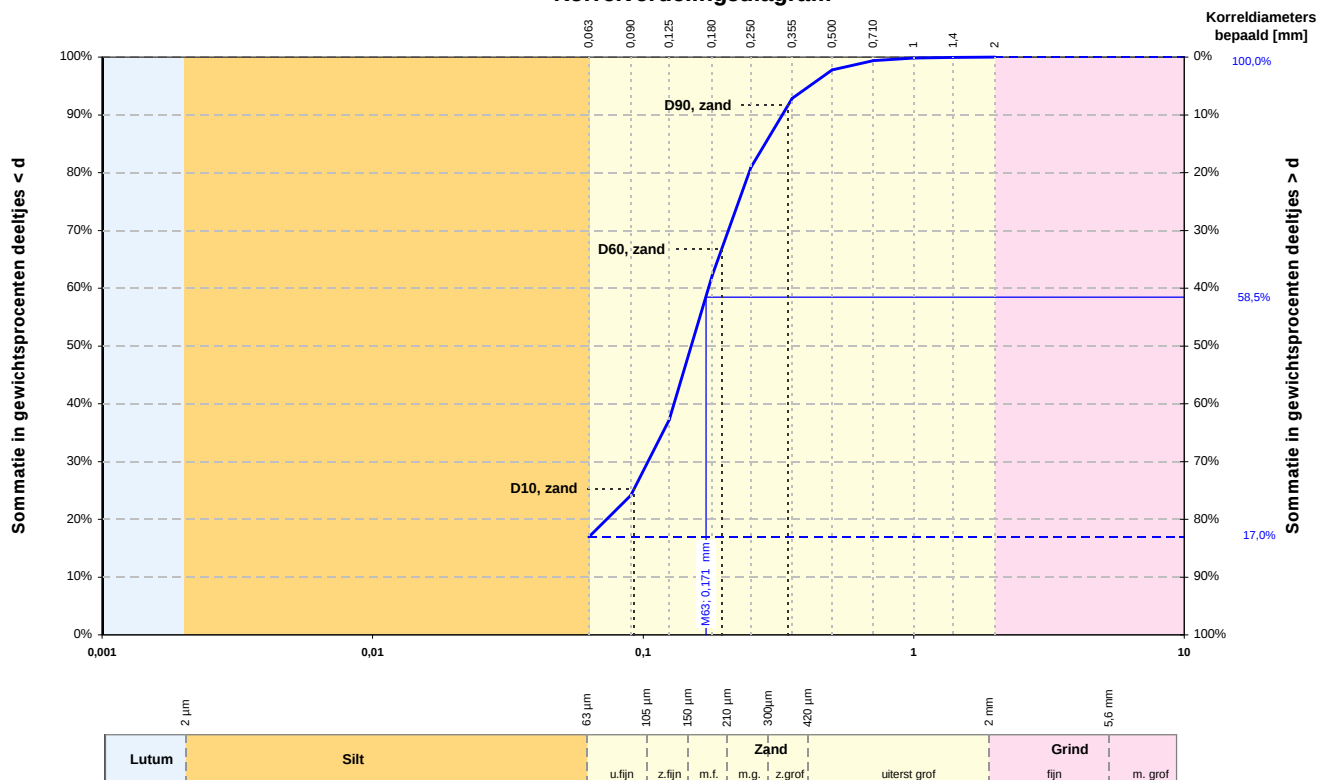
Datum 21-04-2011



Wiertsema & Partners
RAADGEVEND INGENIEURS



Korrelverdelingsdiagram



Alle fracties	
Kentallen	Waarde
d 10 [mm]	-
d 15 [mm]	-
d 50 [mm]	0,151
d 60 [mm]	0,174
Cu=	-
d_{60} / d_{10} [-]	-
d_{90} / d_{10} [-]	-
C _c [-]	-

Karakteristieke waarden	
Kentallen	Waarde
M ₆₃ [mm]	0,171
M ₂₀₀₀ [mm]	-
D _m [mm]	-
F _m [-]	0,843
U ₁₆ [-]	-
[16µm - 2mm]	-

Zandfractie	
Kentallen	Waarde
D 10 [mm]	0,093
D 15 [mm]	0,103
D 60 [mm]	0,195
D 90 [mm]	0,343
Cu=	2,110
D_{60} / D_{10} [-]	2,110
D_{90} / D_{10} [-]	3,711
U [-]	63,977
[63µm - 2mm]	63,977

Fractie < 63 µm		Zand		Grind		Stenen	
d [mm]	% < d	d [mm]	% < d	d [mm]	% < d	d [mm]	% < d
Lutum		0,075	-	2,8	-	125	-
	0,001	0,090	24,2	4,0	-		
	0,002	0,106	-	5,6	-		
Silt	0,004	0,125	37,2	8,0	-		
	0,006	0,150	-	11,2	-		
	0,008	0,180	62,2	16,0	-		
	0,010	0,212	-	20,0	-		
	0,016	0,250	80,9	22,4	-		
	0,020	0,355	92,8	31,5	-		
	0,030	0,500	97,8	45,0	-		
	0,038	0,710	99,4	63,0	-		
	0,045	1,000	99,8				
	0,063	17,0	1,400	99,9			
		2,000	100,0				

Overige bepalingen	
Gehalte humus	niet bepaald
Kalkgehalte	niet bepaald

Beschrijving uitvoering test	
Beschrijving volgens NEN 5104	(Zk)*
Gehalte humus	niet bepaald
Kalkgehalte	niet bepaald
Bepaling fijne fractie	sedigraaf
Bepaling zand	zeven, nat
Bepaling grind	zeven, nat

(*) Visuele classificatie

versie: 11.2

Projectnaam verlegging 6" Gasunie leiding i.v.m aanleg N33
Veendam

Boring B-03
Monster 9

Diepte -8,03 m tot -8,34 m
Referentie niveau NAP

Projectnr. 53510-1

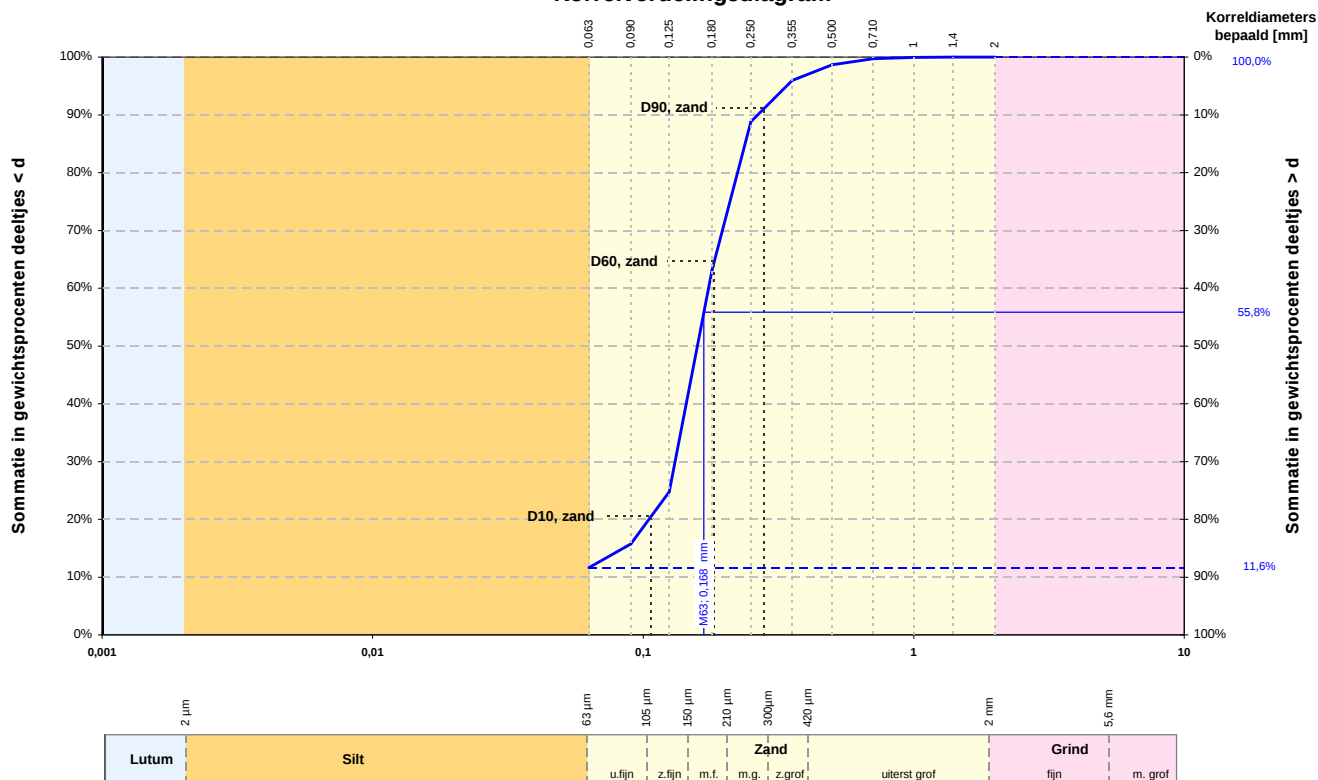
Datum 21-04-2011



Wiertsema & Partners
RAADGEVEND INGENIEURS



Korrelverdelingsdiagram



Alle fracties	
Kentallen	Waarde
d 10 [mm]	-
d 15 [mm]	0,085
d 50 [mm]	0,159
d 60 [mm]	0,175
Cu=	-
$d_{60} / d_{10} [-]$	-
$d_{90} / d_{10} [-]$	-
C _c [-]	-

Karakteristieke waarden	
Kentallen	Waarde
M ₆₃ [mm]	0,168
M ₂₀₀₀ [mm]	-
D _m [mm]	-
F _m [-]	0,878
U ₁₆ [-]	-
[16µm - 2mm]	-

Zandfractie	
Kentallen	Waarde
D 10 [mm]	0,107
D 15 [mm]	0,125
D 60 [mm]	0,183
D 90 [mm]	0,280
Cu=	-
$D_{60} / D_{10} [-]$	1,714
$D_{90} / D_{10} [-]$	2,622
U[-]	-
[63µm - 2mm]	62,450

Fractie < 63 µm		Zand		Grind		Stenen	
d [mm]	% < d	d [mm]	% < d	d [mm]	% < d	d [mm]	% < d
Lutum		0,075	-	2,8	-	125	-
	0,001	0,090	15,7	4,0	-		
	0,002	0,106	-	5,6	-		
Silt	0,004	0,125	24,8	8,0	-		
	0,006	0,150	-	11,2	-		
	0,008	0,180	63,2	16,0	-		
	0,010	0,212	-	20,0	-		
	0,016	0,250	88,8	22,4	-		
	0,020	0,355	96,0	31,5	-		
	0,030	0,500	98,7	45,0	-		
	0,038	0,710	99,7	63,0	-		
	0,045	1,000	99,9				
	0,063	11,6	1,400	100,0			
		2,000	100,0				

Overige bepalingen	
Gehalte humus	niet bepaald
Kalkgehalte	niet bepaald

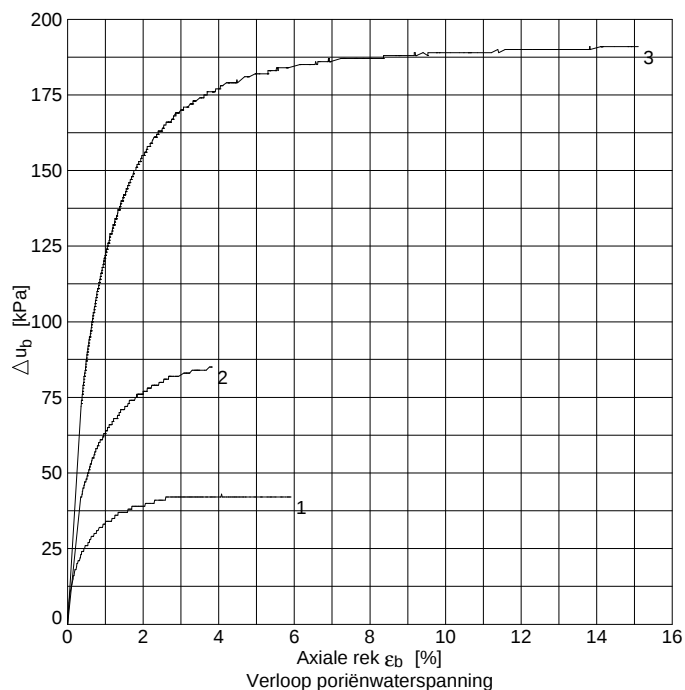
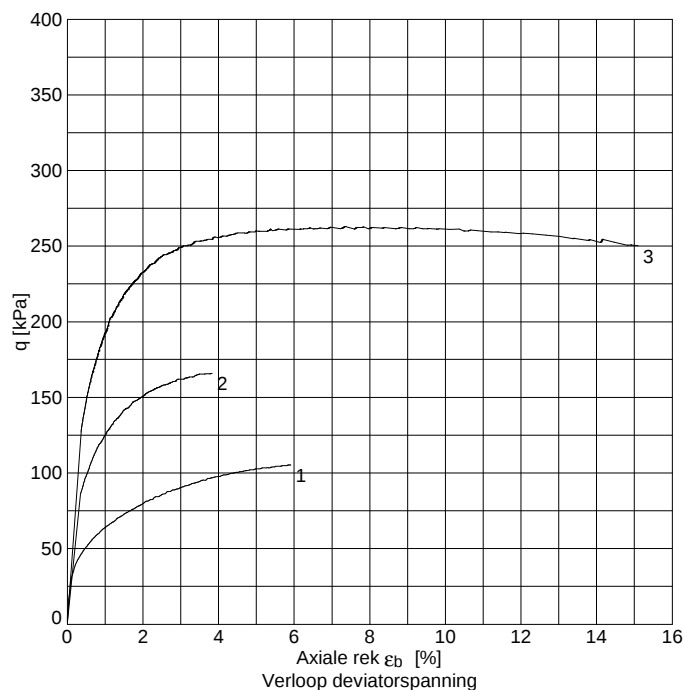
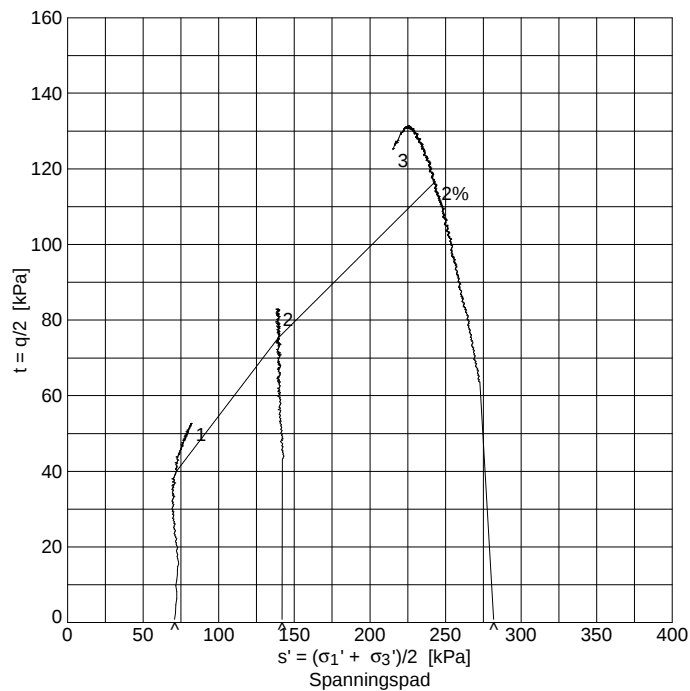
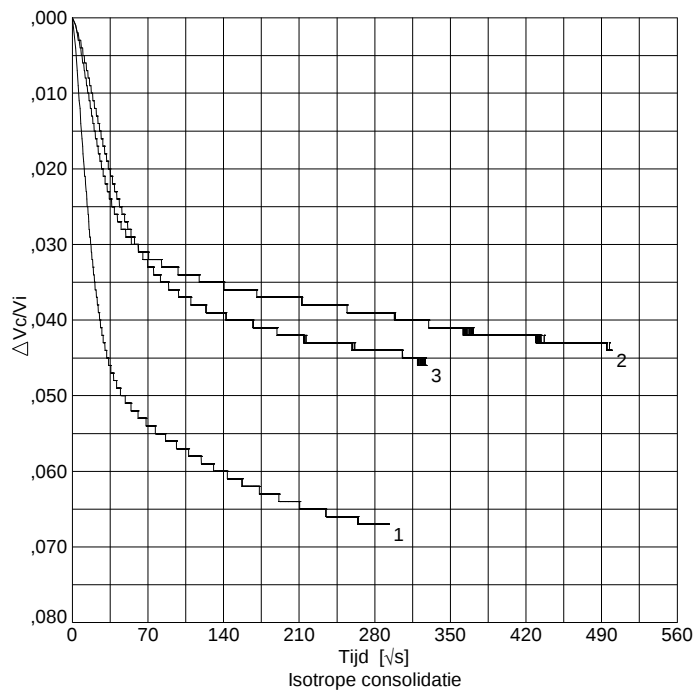
Beschrijving uitvoering test	
Beschrijving volgens NEN 5104	(Zk)*
Gehalte humus	niet bepaald
Kalkgehalte	niet bepaald
Bepaling fijne fractie	sedigraaf
Bepaling zand	zeven, nat
Bepaling grind	zeven, nat

(*) Visuele classificatie

versie: 11.2

	Projectnaam verlegging 6" Gasunie leiding i.v.m aanleg N33 Veendam	Boring B-03 Monster 10	
		Diepte -8,56 m tot -8,94 m Referentie niveau NAP	
		Projectnr. 53510-1	
		Datum 21-04-2011	

Bijlage 7: Triaxiaalproef



Proefstuk		D_i mm	h_i mm	ρ_i kg/m ³	ρ_{dr} kg/m ³	w_i %	w_e %	σ_c' kPa	u_{bk} kPa	f_{undr} kPa	$\varepsilon_b:50$ %	$E_{undr:50}$ MPa	stop- criterium
1		37,1	75,3	1834	1308	40,2	36,0	70	300	52,7	0,55	9,53	$\Delta q < 1$ kPa
2		37,2	71,6	1892	1391	36,0	33,1	140	300	83,0	0,32	25,89	$\Delta q < 1$ kPa
3		37,0	69,1	1929	1449	33,1	30,2	280	300	131,5	0,39	34,05	$\varepsilon_b = 15$ %

Boringnummer : B-1
 Monsternummer : 9
 Diepte t.o.v. N.A.P. : -6,67 m
 Grondsoort : Klei, sterk siltig, zwak humeus, bruin

Monsterklasse : 1
 Type proef : CU-C, rek-gestuurd, ongeroerd
 Uitvoeringsprocedure : meertraps
 Beproevingssnelheid : 1: 4,785 %/h; 2: 2,484 %/h; 3: 0,864 %/h



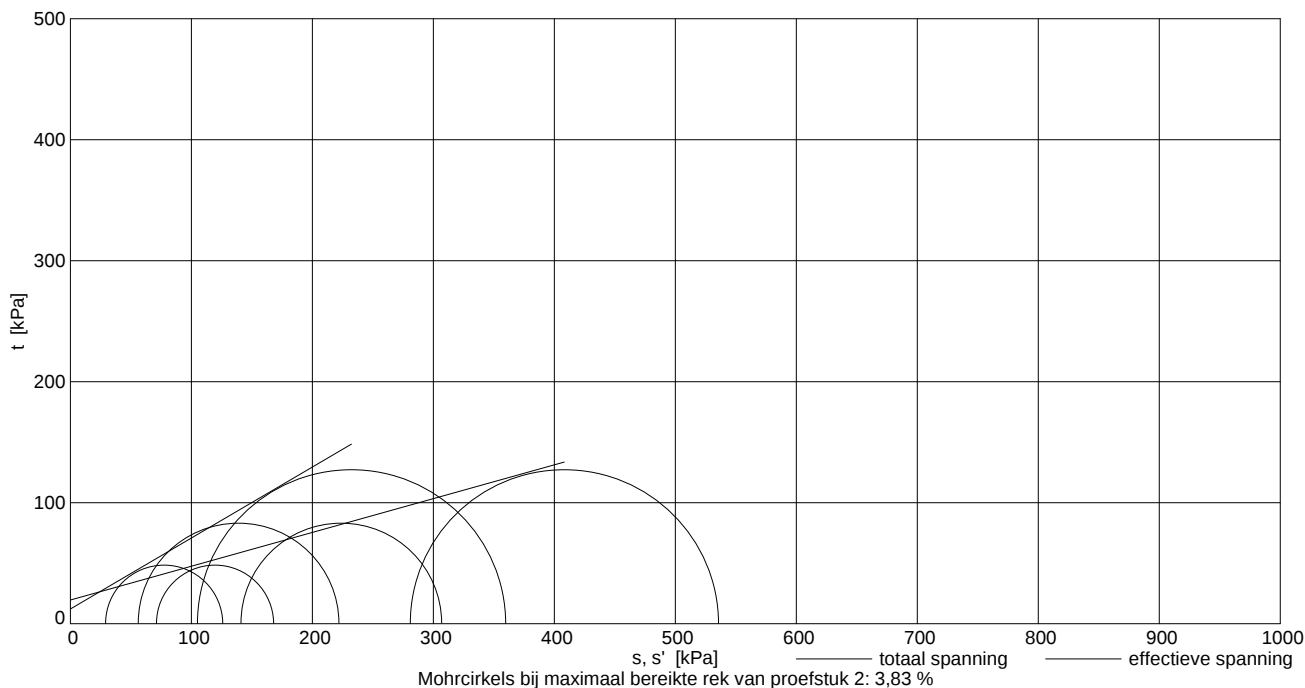
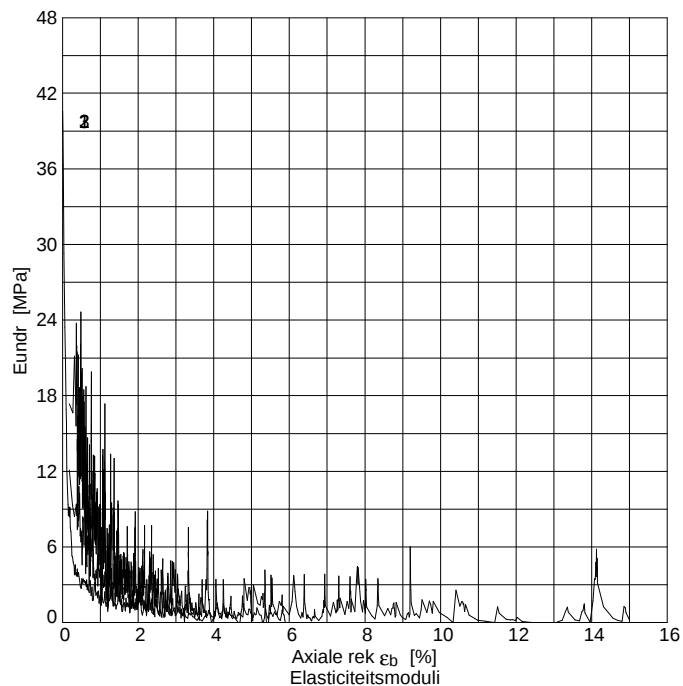
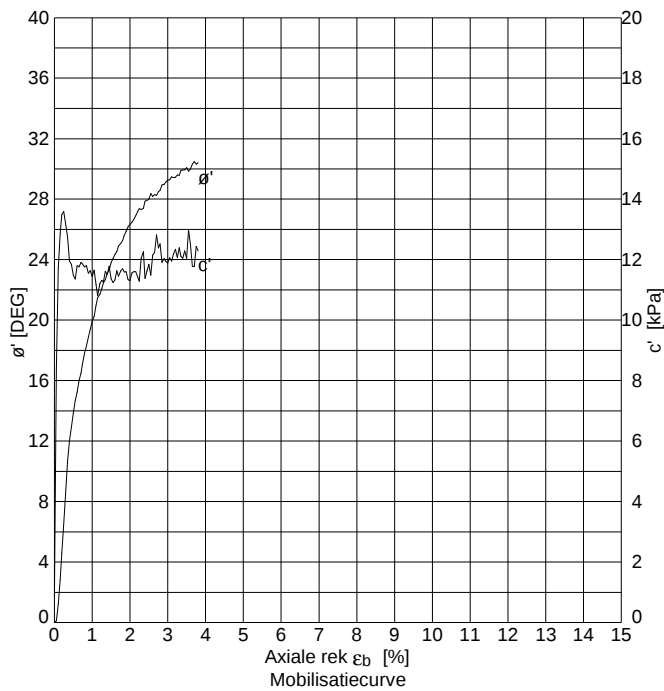
Wiertsema & Partners
 RAADGEVEND INGENIEURS

verlegging 6" Gasunie leiding i.v.m. aanleg N33 te Veendam

TA-proeven 53510-1, -2, -3 (volgens NEN 5117)

GEOTECHNISCH LABORATORIUM





Proefstuk	1			2			3						
Axiale rek	s kPa	t kPa	s' kPa	s kPa	t kPa	s' kPa	s kPa	t kPa	s' kPa	ϕ DEG	c kPa	ϕ' DEG	c' kPa
2%	110,9	39,9	71,9	215,9	75,3	139,3	397,3	116,3	242,3	15,2	14,4	26,3	11,3
5%			80,4						229,0				
15%									215,3				
max. pr. 2	119,4	48,4	77,4	224,0	83,0	139,0	408,3	127,3	232,3	15,6	19,5	30,4	12,2

Boringnummer : B-1
 Monsternummer : 9
 Diepte t.o.v. N.A.P. : -6,67 m
 Grondsoort : Klei, sterk siltig, zwak humeus, bruin

Monsterklasse : 1
 Type proef : CU-C, rek-gestuurd, ongeroerd
 Uitvoeringsprocedure : meertraps
 Beproevingssnelheid : 1: 4,785 %/h; 2: 2,484 %/h; 3: 0,864 %/h



Wiertsema & Partners
 RAADGEVEND INGENIEURS

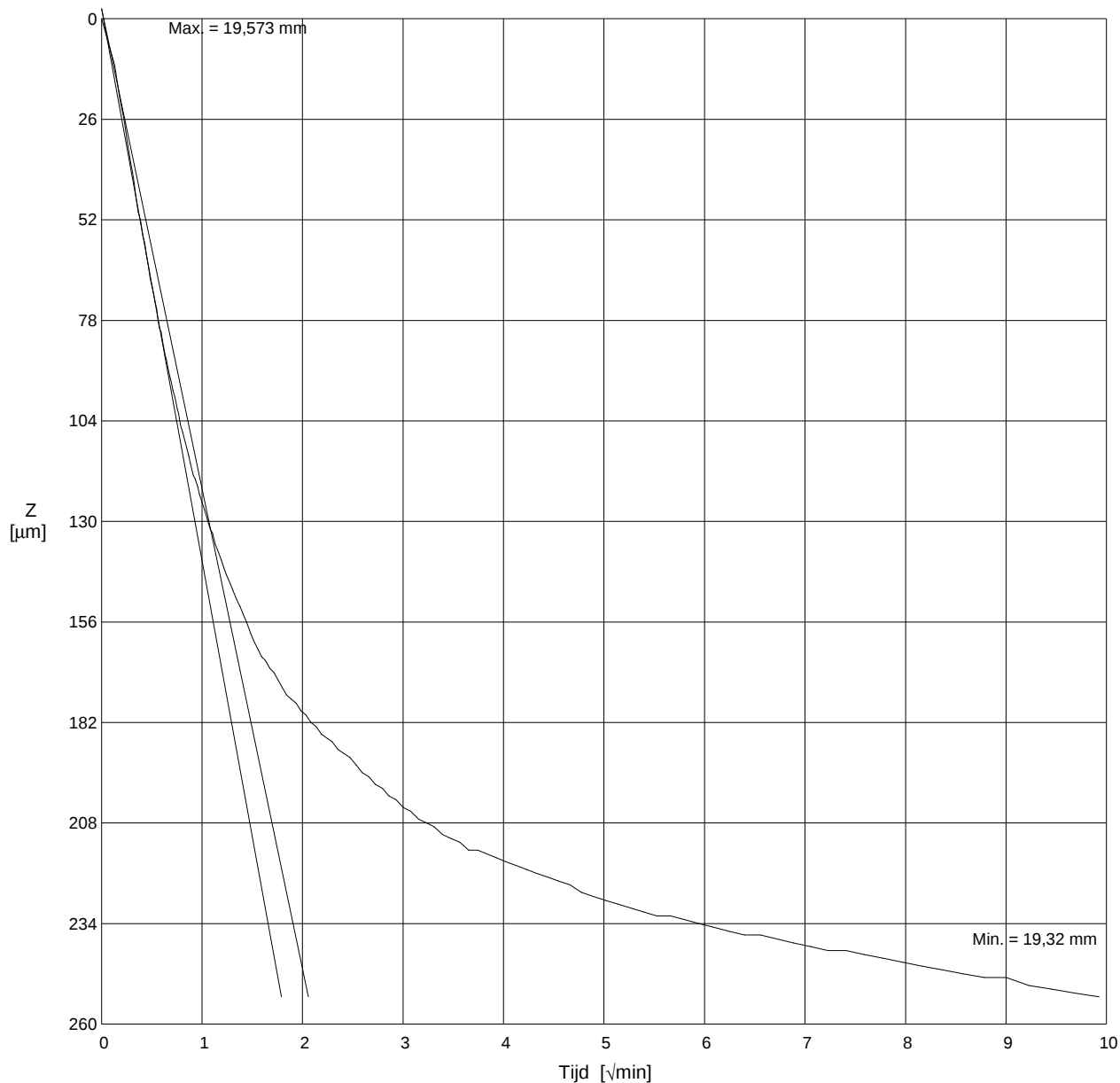
verlegging 6" Gasunie leiding i.v.m aanleg N33 te Veendam

TA-proeven 53510-1, -2, -3 (volgens NEN 5117)

GEOTECHNISCH LABORATORIUM



Bijlage 8: Samendrukkingsproef



Trap3
Belasting van 44,44 kPa naar 88,28 kPa

$C_{v,10} = 8,846E-07$ [m²/s]
 $m_v = 1,756E-01$ [1/MPa]
 $k_{10} = 1,523E-09$ [m/s]

Boring : B-1
Busnummer : 9
Monsterdiepte : N.A.P. -6.67 m
Grondsoort : Klei, matig zandig, matig humeus, grijs
Beproeversperiode : 11-04-08 tot 11-04-14
Staat monster : ongeroerd
Preparatiemethode : overgeschoven
Beproeversomgeving : nat
Temperatuur : 19°C
Proefstukdiameter : 64,96 mm
Bijzonderheden : geen

Verzadigingsgraad, begin / eind proef : 86 / 106 %
Vochtgehalte, begin / eind proef : 54 / 44 % m/m
Volumieke massa nat, begin / eind proef : 1524 / 1804 kg/m³
Volumieke massa droog, begin / eind proef : 990 / 1250 kg/m³
Volumieke massa vaste delen grond : 2614 kg/m³



Wiertsema & Partners
RAADGEVEND INGENIEURS

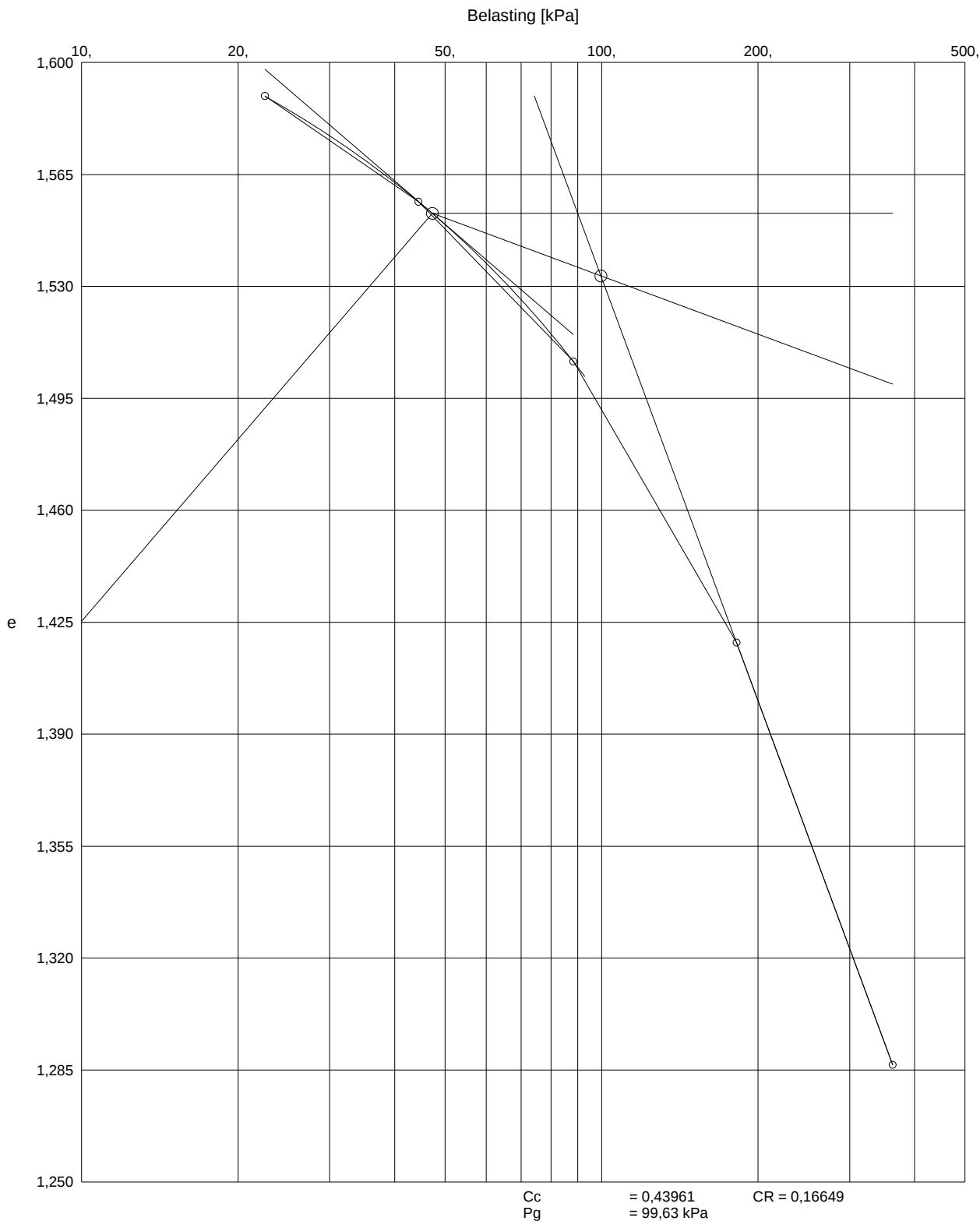
Verlegging 6" Gasunie leiding i.v.m aanleg N33 te Veendam

Consolidatie (NEN 5118), $\sqrt{t}$ - methode

GEOTECHNISCH LABORATORIUM

AKKOORD

LAB



Boring : B-1
 Busnummer : 9
 Monsterdiepte : N.A.P. -6,67 m
 Grondsoort : Klei, matig zandig, matig humeus, grijs
 Beproeversperiode : 11-04-08 tot 11-04-14
 Staat monster : ongeroerd
 Preparatiemethode : overgeschoven
 Beproeversomgeving : nat
 Temperatuur : 19°C
 Proefstukdiameter : 64,96 mm
 Bijzonderheden : geen

Verzadigingsgraad, begin / eind proef : 86 / 106 %
 Vochtgehalte, begin / eind proef : 54 / 44 % m/m
 Volumieke massa nat, begin / eind proef : 1524 / 1804 kg/m³
 Volumieke massa droog, begin / eind proef : 990 / 1250 kg/m³
 Volumieke massa vaste delen grond : 2614 kg/m³



Wiertsema & Partners
 RAADGEVEND INGENIEURS

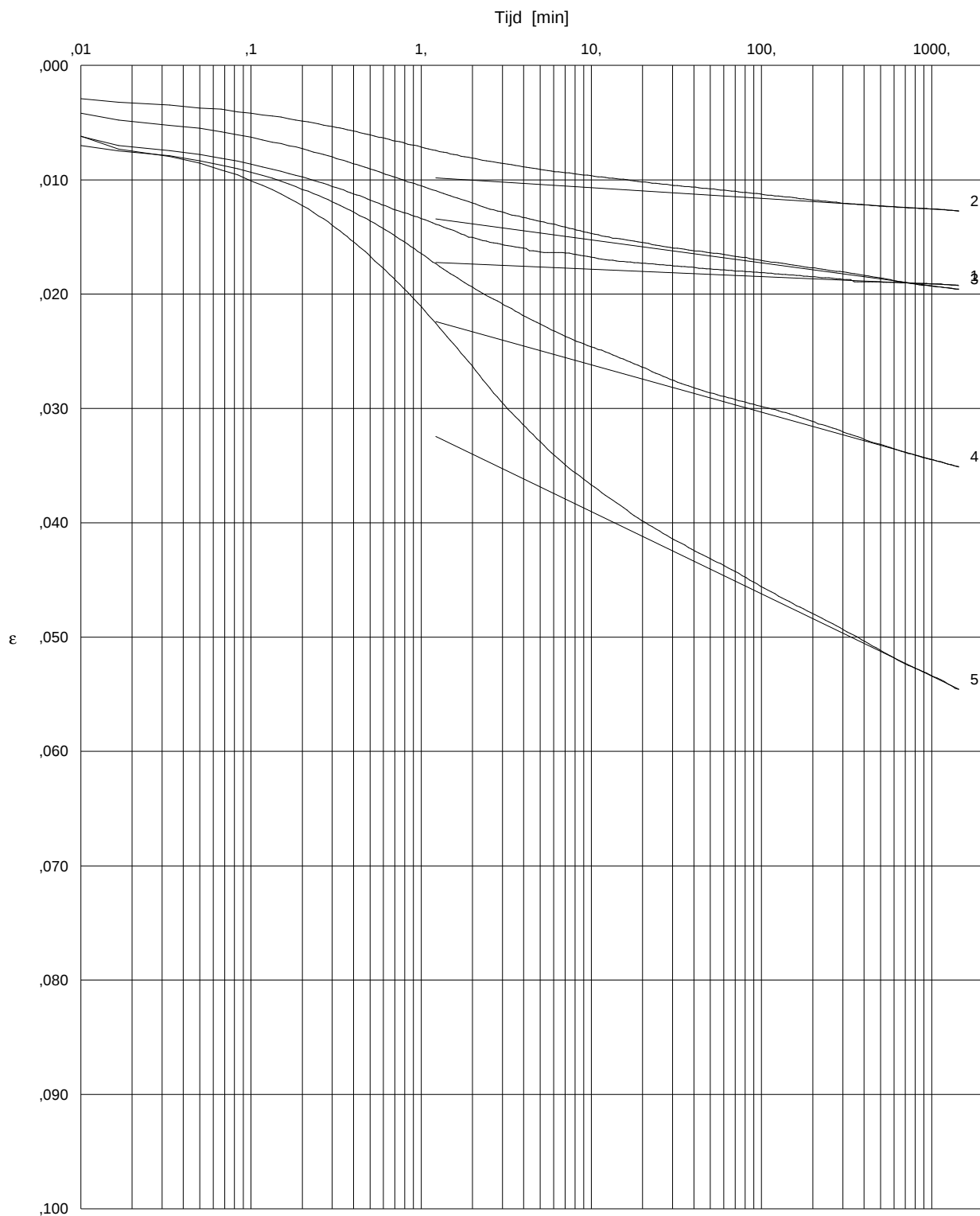
Verlegging 6" Gasunie leiding i.v.m aanleg N33 te Veendam

Primaire samendrukkingsindex en grensspanning (NEN 5118)

GEOTECHNISCH LABORATORIUM

AKKOORD

LAB



Trap 1 : $C_\alpha = 0,00065$
 Trap 2 : $C_\alpha = 0,00093$
 Trap 3 : $C_\alpha = 0,00201$
 Trap 4 : $C_\alpha = 0,00414$
 Trap 5 : $C_\alpha = 0,00719$

Boring : B-1
 Busnummer : 9
 Monsterdiepte : N.A.P. -6.67 m
 Grondsoort : Klei, matig zandig, matig humeus, grijs
 Beproeversperiode : 11-04-08 tot 11-04-14
 Staat monster : ongeroerd
 Preparatiemethode : overgeschoven
 Beproeversomgeving : nat
 Temperatuur : 19°C
 Proefstukdiameter : 64,96 mm
 Bijzonderheden : geen

Verzadigingsgraad, begin / eind proef : 86 / 106 %
 Vochtgehalte, begin / eind proef : 54 / 44 % m/m
 Volumieke massa nat, begin / eind proef : 1524 / 1804 kg/m³
 Volumieke massa droog, begin / eind proef : 990 / 1250 kg/m³
 Volumieke massa vaste delen grond : 2614 kg/m³



Wiertsema & Partners
 RAADGEVEND INGENIEURS

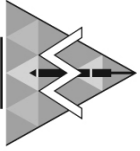
Verlegging 6" Gasunie leiding i.v.m. aanleg N33 te Veendam

Secundaire samendrukkingsindex (NEN 5118)

GEOTECHNISCH LABORATORIUM

AKKOORD

LAB

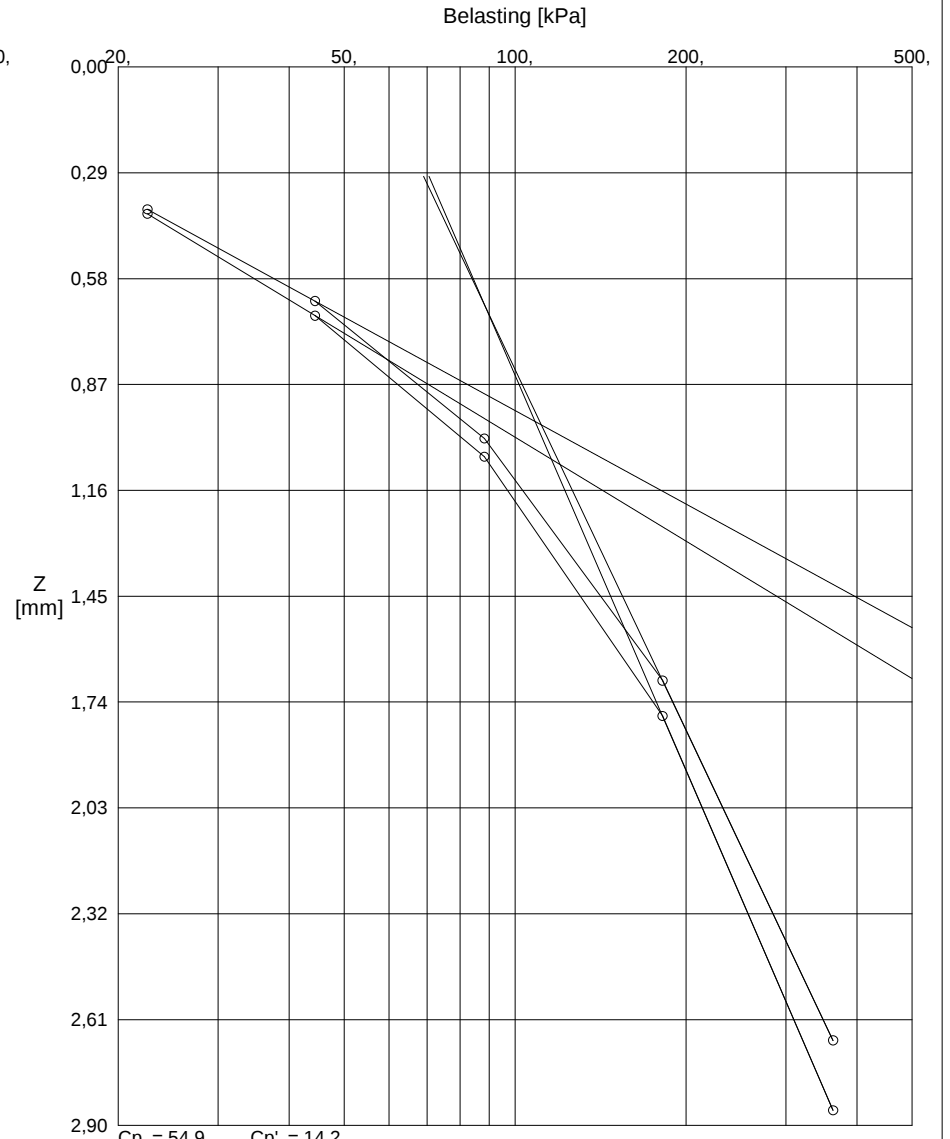
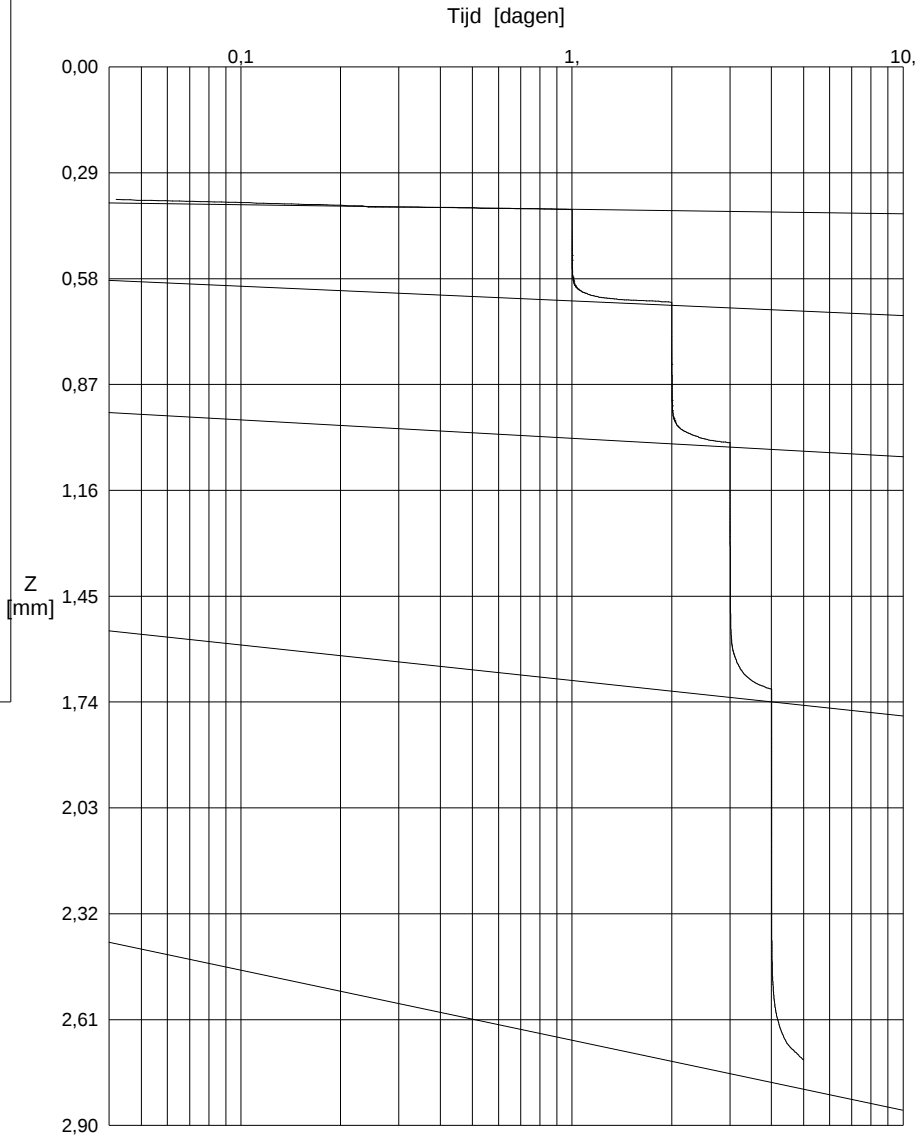


Wiersma & Partners
RAADGEVEND INGENIEURS

Verlegging 6^o Gasunie leiding i.v.m. aanleg N33 te Veendam

Samendrukkingsconstanten vlg. Koppejan

GEOTECHNISCH LABORATORIUM



$C_p = 54,9$ $C_p' = 14,2$
 $C_s = 494,5$ $C_s' = 148,1$
 $C = 38,0$ $C' = 10,29$
 $P_g = 113,53 \text{ kPa}$

Boring : B-1
Busnummer : 9
Monsterdiepte : N.A.P. -6.67 m
Staat monster : ongeroerd
Beproeversperiode : 11-04-08 tot 11-04-14
Bijzonderheden : geen

Preparatiemethode : overgeschoven
Beproeversomgeving : nat
Temperatuur : 19°C
Proefstukdiameter : 64,96 mm
Grondsoort : Klei, matig zandig, matig humeus, grijs

Verzadigingsgraad, begin / eind proef : 86 / 106 %
Vochtgehalte, begin / eind proef : 54 / 44 % m/m
Volumieke massa nat, begin / eind proef : 1524 / 1804 kg/m³
Volumieke massa droog, begin / eind proef : 990 / 1250 kg/m³
Volumieke massa vaste delen grond : 2614 kg/m³

Opdrachtnummer : VN-53510-1
 Boring : B-1
 Bus : 9
 Diepte monster : N.A.P. -6.67 m
 Grondsoort : Klei, matig zandig, matig humeus, grijs
 Diameter monster: 64,96 mm ; Initiële hoogte: 20,30 mm

Trap Cv;10 [m²/s] k10 [m/s] Mv [1/MPa]
 3 8,85E-07 1,52E-09 1,76E-01 wortel(tijd) methode

e0 = 1,640
 Trap 1: e = 1,590
 Trap 2: e = 1,557
 Trap 3: e = 1,507
 Trap 4: e = 1,419
 Trap 5: e = 1,287

Angelsaksische/NEN methode		a, b, c-isotachenmodel	
via poriëgetal		via lineaire rek	
Trap 1-2:		a = 0,01889	
Trap 2-3:		a = 0,02875	
Trap 3-4: Cc	= 0,28026 CR = 0,10614	b = 0,04943	
Trap 4-5: Cc	= 0,43961 CR = 0,16649	b = 0,08117	

Cc (NEN 5118): 0,43961 Index-Pg: 99,633 kPa

Trap 1: C-alpha	= 0,00065	c = 0,00027
Trap 2: C-alpha	= 0,00093	c = 0,00042
Trap 3: C-alpha	= 0,00201	c = 0,00099
Trap 4: C-alpha	= 0,00414	c = 0,00188
Trap 5: C-alpha	= 0,00719	c = 0,00336

Procentuele zakking dH/H [%]				
dP [kPa]	10-dagen	100-dagen	1000-dagen	10000-dagen
22,523	1,983	2,044	2,105	2,167
44,443	3,358	3,557	3,756	3,955
88,284	5,262	5,510	5,760	6,008
181,809	8,761	9,240	9,719	10,199
363,016	14,083	15,028	15,974	16,920

	Cp = 54,9	Cs = 494,5	C = 38,0	Pg = 113,53 kPa
Trap 2 - 3	Cp' = 37,0	Cs' = 1389,8	C' = 33,45	
Trap 3 - 4	Cp' = 22,1	Cs' = 300,6	C' = 17,07	
Trap 4 - 5	Cp' = 14,2	Cs' = 148,1	C' = 10,29	



Wiertsema & Partners
 RAADGEVEND INGENIEURS

Verlegging 6" Gasunie leiding i.v.m aanleg N33 te Veendam

Samendrukkingsproef; Bus: 9; Boring: B-1

GEOTECHNISCH LABORATORIUM

AKKOORD

LAB

Bijlage 9: Grondmechanische leidingparameters

Project: 11191-239307 - Verlegging DN150 Gasleiding

HDD N33

Gebaseerd op routekaart N-524-21-XW-007-1-A10

Datum: 6-6-2011

Opgesteld door: JLJ

Routekaart 007

Revisie 00

Leiding DN150 (168,3 mm)

Snede			Veldstrekking	Sloot	Greppel	N33	Sloot
Routekaart			007	007	007	007	007
Afstand		m	448,80	404,80	370,40	347,30	316,60
Resultaten	Symbool	Eenheid					
Maaiveldniveau	-	m N.A.P.	1,29	(-0,08)	0,41	6,81	(-0,05)
Grondwaterstand	-	m N.A.P.	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Niveau bovenzijde leiding	-	m N.A.P.	0,04	-7,10	-9,00	-9,00	-9,00
Gronddekking	H	m	1,25	7,02	9,41	15,81	8,95
Grondsoort (leidingniveau)	-	-	zand	zand	zand	zand	zand
Neutrale verticale grondbelasting	qn	N/mm2	0,021	0,012	0,012	0,011	0,012
Neutrale grondbelasting bij gewelfwerking	qn;r	N/mm2	n.v.t.	0,012	0,012	0,011	0,012
Horizontale steundruk bij gewelfwerking	Qh;r	N/mm	n.v.t.	1,008	1,001	0,943	1,008
Reële verticale grondbelasting	qk	N/mm2	0,034	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.
Passieve grondruk	qp	N/mm2	0,069	0,363	0,639	2,139	0,565
Verticaal evenwichtsdraagvermogen	Pwe	N/mm2	0,572	2,491	3,432	7,252	3,170
Horizontaal evenwichtsdraagvermogen	qhe	N/mm2	0,227	1,356	1,964	4,510	1,799
Actieve horizontale grondruk	qa;h	N/mm2	0,007	0,021	0,029	0,062	0,027
Neutrale horizontale grondruk	qn;h	N/mm2	0,011	0,033	0,045	0,096	0,042
Passieve horizontale grondruk	qp;h	N/mm2	0,066	0,236	0,325	0,686	0,300
Verticale beddingsconstante, omhoog	Kv,top	N/mm3	0,01485	0,33238	0,71255	3,292863	0,61003
Verticale beddingsconstante, omlaag	kv,1	N/mm3	0,051	0,106	0,106	0,106	0,106
	kv,2	N/mm3	0,010	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.
Horizontale beddingsconstante	kh,30	N/mm3	0,023	0,031	0,034	0,047	0,033
Maximale grondwrijving	W	N/mm2	0,006	0,021	0,028	0,060	0,026
Verplaatsing tgv grondwrijving	u	mm	3 tot 5	3 tot 5	3 tot 5	3 tot 5	3 tot 5
Verticale zettingsverschillen	Stv	mm	5 tot 10	5 tot 10	5 tot 10	5 tot 10	5 tot 10

Snede			Sloot	Veldstrekking
Routekaart			007	007
Afstand		m	265,83	236,30
Resultaten	Symbool	Eenheid		
Maaiveldniveau	-	m N.A.P.	(-0,82)	0,78
Grondwaterstand	-	m N.A.P.	0,00	0,00
Niveau bovenzijde leiding	-	m N.A.P.	-4,43	-0,47
Gronddekking	H	m	3,61	1,25
Grondsoort (leidingniveau)	-	-	zand	zand
Neutrale verticale grondbelasting	qn	N/mm2	0,012	0,018
Neutrale grondbelasting bij gewelfwerking	qn;r	N/mm2	0,012	n.v.t.
Horizontale steundruk bij gewelfwerking	Qh;r	N/mm	1,005	n.v.t.
Reële verticale grondbelasting	qk	N/mm2	n.v.t.	0,029
Passieve grondruk	qp	N/mm2	0,114	0,058
Verticaal evenwichtsdraagvermogen	Pwe	N/mm2	1,293	0,488
Horizontaal evenwichtsdraagvermogen	qhe	N/mm2	0,623	0,196
Actieve horizontale grondruk	qa;h	N/mm2	0,011	0,006
Neutrale horizontale grondruk	qn;h	N/mm2	0,017	0,009
Passieve horizontale grondruk	qp;h	N/mm2	0,123	0,056
Verticale beddingsconstante, omhoog	Kv,top	N/mm3	0,06303	0,01255
Verticale beddingsconstante, omlaag	kv,1	N/mm3	0,106	0,044
	kv,2	N/mm3	n.v.t.	0,009
Horizontale beddingsconstante	kh,30	N/mm3	0,026	0,020
Maximale grondwrijving	W	N/mm2	0,011	0,005
Verplaatsing tgv grondwrijving	u	mm	3 tot 5	3 tot 5
Verticale zettingsverschillen	Stv	mm	5 tot 10	5 tot 10

Bijlage 10: D-Geo pipeline berekeningen DN150 Gasleiding

Rapport voor D-Geo Pipeline 6.1

Model : Horizontaal Gestuurde Boring
Ontwikkeld door Deltares



Bedrijfsnaam: Ingenieursbureau Oranjewoud

Datum van rapport: 8-6-2011

Tijd van rapport: 13:01:20

Bestandsnaam: R:\00235000\00239307\Mdrill berekeningen\6inch_Gasleiding_Veendam

1 Inhoudsopgave

1 Inhoudsopgave	2
2 Invoergegevens	3
2.1 Gebruikt model	3
2.2 Freatische Lijn	3
2.3 Piezo lijn per laag	3
2.4 Grenslagen	3
2.5 Configuratie van de Pijpleiding	3
2.6 Berekenings Verticalen	3
2.7 Materiaaltypen	4
2.8 Materiaalgegevens van de Leiding	4
2.9 Gegevens voor Leidingberekening	4
2.10 Geometrie	5
2.10.1 Geometrie Sectie, Detail	5
2.11 Boorvloestofdruk Gegevens	5
2.12 Factoren	5
3 Boorvloestofdrukken	7
3.1 Boorvloestofdruk Gegevens	7
3.2 Evenwicht tussen Waterdruk en Boorvloestofdruk	7
3.3 Boorvloestofdruk Grafieken	8
3.3.1 Boorvloestofdrukken tijdens Pilotboring	8
3.3.2 Boorvloestofdrukken tijdens Voorruimen	9
3.3.3 Boorvloestofdrukken tijdens Ruim- en Intrekoperatie	9
4 Gegevens voor Spanningsanalyse	10
4.1 Algemene gegevens	10
4.2 Ballasten Leiding	10
4.3 Trekkraftberekening	10

2 Invoergegevens

2.1 Gebruikt model

Gebruikt model : Horizontaal Gestuurde Boring

2.2 Freatische Lijn

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

2.3 Piezo lijn per laag

Laag	Piezo lijn op	
	top	onder
12	1	1
11	1	1
10	1	1
9	1	1
8	1	1
7	1	1
6	1	1
5	1	1
4	1	1
3	1	1
2	1	1
1	1	1

2.4 Grenslagen

De grens tussen cohesieve toplagen en onderliggende niet-cohesieve gedraineerde lagen, ligt aan de bovenzijde van laag nummer 12: Toplaag zand

De grens tussen compressibele toplagen en de onderliggende niet-compressibele lagen, ligt aan de bovenzijde van laag nummer 12: Toplaag zand

2.5 Configuratie van de Pijpleiding

X-coördinaat linker punt	-448,80	[m]
Y-coördinaat linker punt	0,00	[m]
Z-coördinaat linker punt	1,29	[m]
X-coördinaat rechter punt	-236,30	[m]
Y-coördinaat rechter punt	0,00	[m]
Z-coördinaat rechter punt	0,78	[m]
Hoek links	11,00	[graden]
Hoek rechts	10,00	[graden]
Diepste punt van de pijpleiding (hart boortracé)	-9,00	[m]
Kromtestraal rollenbaan (intrekboog)	170,00	[m]
Kromtestraal links, vertikaal in/uit	170,00	[m]
Kromtestraal rechts, vertikaal in/uit	170,00	[m]
Aantal horizontale bochten:	0	[-]

De pijpleiding wordt van links naar rechts ingetrokken

2.6 Berekenings Verticalen

Verticaal nr.	L-coord [m]	Z-coord [m]	Additionele zetting [mm]
1	-440,00	-0,42	0,00
2	-404,86	-7,10	0,00
3	-390,00	-8,68	0,00
4	-370,00	-9,00	0,00
5	-350,00	-9,00	0,00
6	-340,00	-9,00	0,00
7	-330,00	-9,00	0,00

Verticaal nr.	L-coord [m]	Z-coord [m]	Additionele zetting [mm]
8	-320,00	-9,00	0,00
9	-300,00	-8,87	0,00
10	-290,00	-8,19	0,00
11	-265,83	-4,43	0,00
12	-250,00	-1,64	0,00
13	-240,00	0,12	0,00

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

2.7 Materiaaltypen

Naam	Gamma onverz [kN/m ³]	Gamma verz [kN/m ³]	Cohesie [kN/m ²]	Phi [grd]	Cu top [kN/m ²]	Cu onder [kN/m ²]	Emod top [kN/m ²]	Emod onder [kN/m ²]
Toplaag zand	17,00	19,00	0,00	30,00	0,00	0,00	15000	15000
Zand matig siltig	17,00	20,00	0,00	32,50	0,00	0,00	35000	35000
Klei sterk zandig	16,00	16,00	1,00	22,50	30,00	30,00	3000	3000
Kleiig zand	18,00	18,00	0,00	27,00	0,00	0,00	15000	15000

Naam	Adhesie A [kN/m ²]	Delta D [graden]	Nu [-]
Toplaag zand	-	-	0,30
Zand matig siltig	-	-	0,30
Klei sterk zandig	-	-	0,35
Kleiig zand	-	-	0,30

2.8 Materiaalgegevens van de Leiding

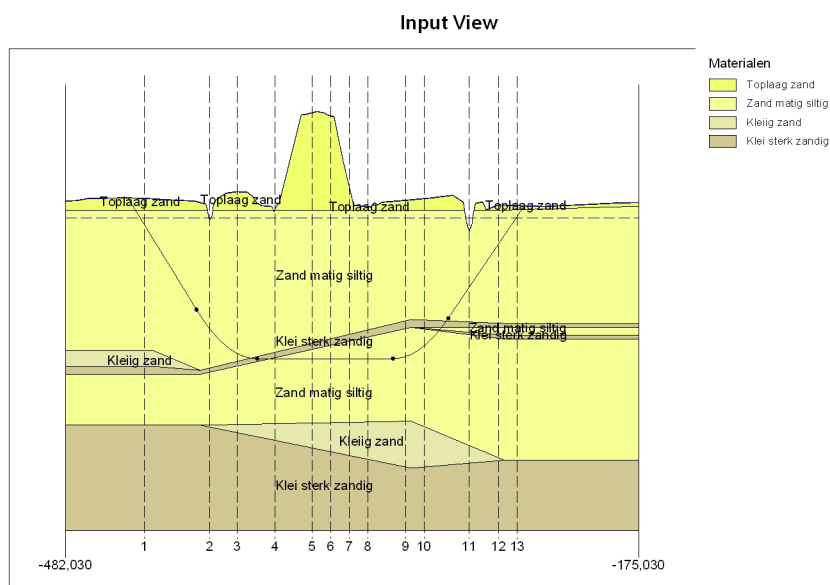
Materiaal	Staal
Kwaliteit	FE360
Negatieve wanddikte tolerantie	0 [%]
Vloegrens	360 [N/mm ²]
Partiele materiaal factor	1,10 [-]
Partiele materiaal factor voor test druk	1,00 [-]
Elasticiteitsmodulus	205800 [N/mm ²]
Uitwendige diameter leiding	168,30 [mm]
Wanddikte (Nominaal)	6,30 [mm]
Volumegegewicht leidingmateriaal	78,50 [kN/m ³]
Ontwerpdruk	0,00 [kPa]
Testdruk	0,00 [kPa]

2.9 Gegevens voor Leidingberekening

Leiding gevuld met water op rollen	Nee
Percentage leiding gevuld met water	5 %
Relatieve verplaatsing	10,00 mm
Samendrukkingsconstante	6,00 -
Beddingsconstante boorvloeistof (Kv)	500,00 kN/m ³
Hoek van inwendige wrijving boorvloeistof	15,00 graden
Cohesie boorvloeistof	5,00 kN/m ²
Opleghoek	120 graden
Belastingshoek	180 graden
Wrijvingsfactor leiding-rollenbaan (f1)	0,10 -
Wrijvingscoefficient leiding-boorvloeistof (f2)	0,000050 N/mm ²
Wrijvingsfactor leiding-grond (f3)	0,20 -
Speciale spannings analyse	niet gebruikt

2.10 Geometrie

2.10.1 Geometrie Sectie, Detail



2.11 Boorvloeistofdruk Gegevens

Diameter boorgat pilotboring	0,250	m
Uitwendige diameter pilotbuis	0,120	m
Diameter boorgat voorruimen	0,250	m
Uitwendige diameter buis voorruimen	0,120	m
Diameter uiteindelijke boorgat	0,250	m
Uitwendige diameter leiding	0,168	m
Debiet tijdens pilotboring	300,0	liter/minute
Debiet tijdens voorruimen	600,0	liter/minute
Debiet tijdens intrekken	400,2	liter/minute
Factor debietverlies tijdens pilotboring	0,30	-
Factor debietverlies tijdens voorruimen	0,20	-
Factor debietverlies tijdens intrekken	0,20	-
Volumegewicht boorvloeistof	11,1	kN/m ³
Zwichtspanning boorvloeistof	0,014	kN/m ²
Viscositeit boorvloeistof	0,000040	kN.s/m ²

2.12 Factoren

Veiligheidsfactor implosie (Lang)	3,0	[-]
Veiligheidsfactor implosie (Kort)	1,5	[-]
Partiele veiligheidsfactor volumegewicht		
materiaaltypen onder en boven freatische lijn	1,10	[-]
Partiele veiligheidsfactor Cu/cohesie	1,40	[-]
Partiele veiligheidsfactor Phi	1,10	[-]
Partiele veiligheidsfactor E-modulus	1,25	[-]
Staal: Belastingsfactor ontwerpdruk	1,25	[-]
Staal: Belastingsfactor ontwerpdruk (combinatie)	1,15	[-]
Staal: Belastingsfactor testdruk	1,10	[-]
Staal: Belastingsfactor aanlegbelasting	1,10	[-]

Staal: Belastingsfactor Q_n	1,50	[-]
Onzekerheidsfactor trekkracht	1,40	[-]
Onzekerheidsfactor beddingsconstante	1,60	[-]
Onzekerheidsfactor Q_n	1,10	[-]
Schadefactor (S)	1,00	[-]
Toelaatbare deflectie stalen leiding	5,00	[%]
Toelaatbare piggability stalen leiding	5,00	[%]
Volumegewicht water	10,00	kN/m ³

3 Boorvloeistofdrukken

3.1 Boorvloeistofdruk Gegevens

Verticaal nr.	Boorvloeistofdrukken pilot [kN/m ²]			
	Max, deformatie	Max, gronddruk	Min, links	Min, rechts
1	129	114	23	114
2	319	568	115	170
3	432	778	140	181
4	267	401	153	174
5	579	1062	163	165
6	579	1066	168	160
7	443	796	173	155
8	402	715	178	150
9	413	738	186	139
10	394	705	183	126
11	203	281	154	72
12	158	182	131	34
13	72	27	116	9

Verticaal nr.	Boorvloeistofdrukken voorruimen [kN/m ²]			
	Max, deformatie	Max, gronddruk	Min, links	Min, rechts
1	129	114	24	23
2	319	568	117	115
3	432	778	142	140
4	267	401	156	153
5	579	1062	165	163
6	579	1066	160	163
7	443	796	155	158
8	402	715	150	153
9	413	738	139	141
10	394	705	126	128
11	203	281	72	74
12	158	182	34	34
13	72	27	9	9

Verticaal nr.	Boorvloeistofdrukken intrekken [kN/m ²]			
	Max, deformatie	Max, gronddruk	Min, links	Min, rechts
1	129	114	27	24
2	319	568	132	117
3	432	778	163	142
4	267	401	179	156
5	579	1062	169	166
6	579	1066	163	172
7	443	796	158	177
8	402	715	153	182
9	413	738	141	163
10	394	705	128	147
11	203	281	74	84
12	158	182	34	39
13	72	27	9	11

De minimaal vereiste mud druk is berekend en kan worden vergeleken met de berekende maximaal toelaatbare mud drukken. De maximale druk gebaseerd op deformatie houdt rekening met de vorming van scheuren rond het boorgat, terwijl de maximale druk gebaseerd op gronddruk een frac-out aangeeft richting maaiveld.

3.2 Evenwicht tussen Waterdruk en Boorvloeistofdruk

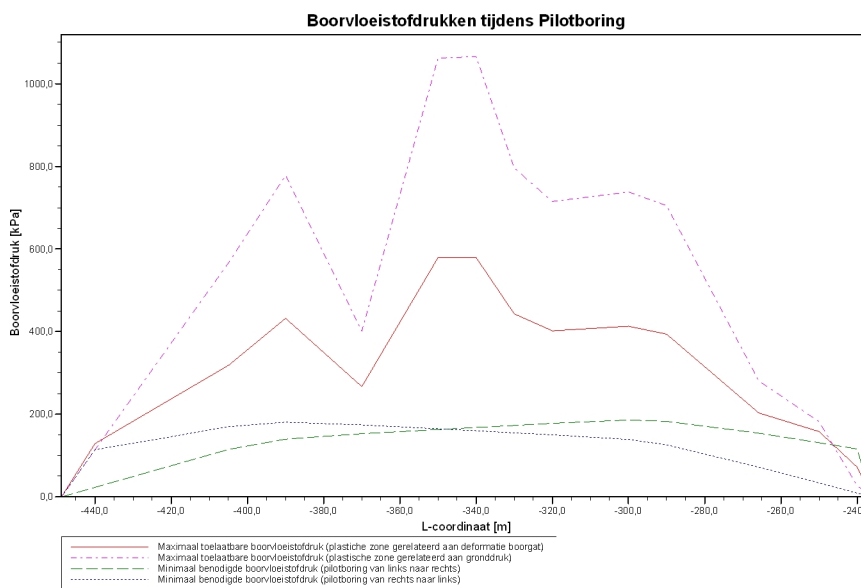
Verticaal nr.	Hydrostatische kolomdruk			
	Boorvloeistof [kN/m ²]	Water [kN/m ²]	Veiligheidsfactor [-]	Resultaat

Verticaal nr.	Hydrostatische kolomdruk			Resultaat
	Boorvloeistof [kN/m ²]	Water [kN/m ²]	Veiligheidsfactor [-]	
1	19	4	4,47	voldoet
2	93	71	1,31	voldoet
3	111	87	1,27	voldoet
4	114	90	1,27	voldoet
5	114	90	1,27	voldoet
6	114	90	1,27	voldoet
7	114	90	1,27	voldoet
8	114	90	1,27	voldoet
9	113	89	1,27	voldoet
10	105	82	1,28	voldoet
11	63	44	1,43	voldoet
12	32	16	1,98	voldoet
13	13	0	-	voldoet

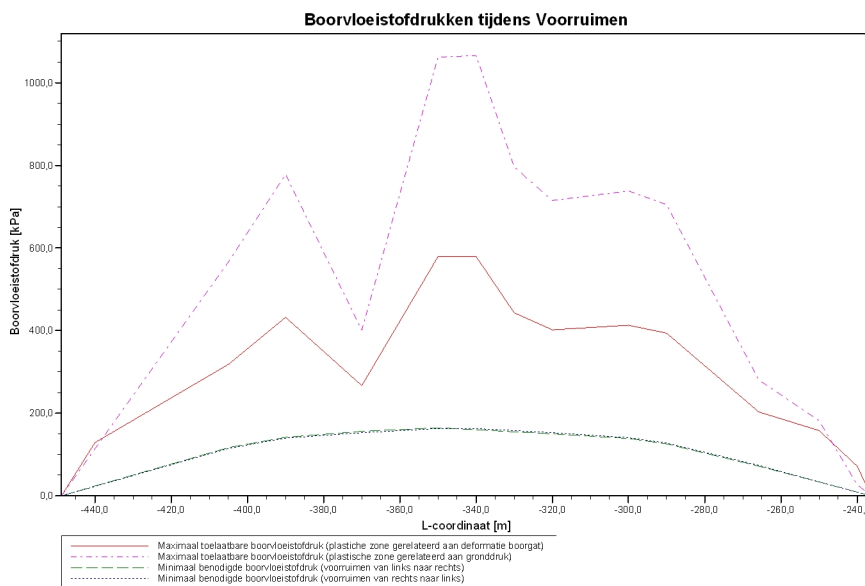
De statische mud druk is berekend en kan worden vergeleken met de berekende grondwater druk. De veiligheidsfactor wordt bepaald door de verhouding van mud druk en grondwater druk. Deze moet hoger zijn dan de vereiste veiligheidsfactor van 1,10

3.3 Boorvloeistofdruk Grafieken

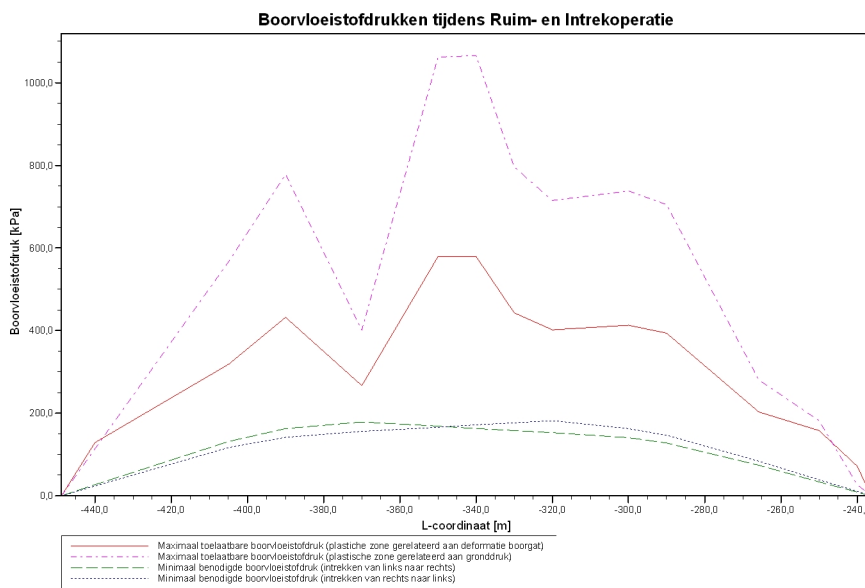
3.3.1 Boorvloeistofdrukken tijdens Pilotboring



3.3.2 Boorvloeistofdrukken tijdens Voorruimen



3.3.3 Boorvloeistofdrukken tijdens Ruim- en Intrekoperatie



4 Gegevens voor Spanningsanalyse

4.1 Algemene gegevens

Diameter leiding	:	Do = 168,30 mm
Nominale wanddikte	:	t = 6,3 mm
Volumegewicht leidingmateriaal	:	gamma_s = 78,50 kN/m ³
Volumegewicht boorvloeistof	:	gamma_b = 11,10 kN/m ³
Minimale Kromtestraal	:	R = 170 m
Wrijvingscoëfficiënt leiding/rollenbaan	:	f1 = 0,10
Wrijving tussen leiding en boorvloeistof	:	f2 = 0,000050 N/mm ²
Wrijvingscoëfficiënt leiding/grond	:	f3 = 0,20
Maximale beddingsconstante	:	kv, max = 0 kN/m ³

4.2 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 5% ontstaat het volgende resulterende gewicht.

Opwaartse kracht	:	25	[kg/m]
Gewicht productbuis (inclusief vulling)	:	26	[kg/m]
Resultaat	:	-1	[kg/m] (Leiding beweegt neerwaarts)

4.3 Trekkraftberekening

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

- wrijving tussen buis en rollenbaan (f1 = 0,10)
- wrijving tussen buis en boorvloeistof (f2 = 0,000050 [N/mm²])
- wrijving tussen buis en grond (f3 = 0,20)

Door het optreden van wrijving tijdens het intrekken ontstaat een trekkracht 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 doortrekkoperatie vordert. Bij het berekenen van de trekkracht wordt uitgegaan van een stabiel boorgat.

Karakteristieke punten	Lengte leiding in gat (m)	Verwachtingswaarde voor de trekkracht (kN)
T1	0	6
T2	38	6
T3	70	16
T4	143	16
T5	173	26
T6	214	26

De berekende waarden van de trekkracht zijn verwachtingswaarden waarop nog een minimale onzekerheidsfactor van 1.4 moet worden toegepast in de sterkte berekening. In de volgende sterkteberekening is een factor van 1,40 gebruikt.

De maximale representatieve trekkracht is 1318 kN, exclusief rekenfactor. Bij deze trekkracht zijn de spanningen in de leiding gelijk aan de vloeigrens.

Einde Rapport