

Geotechnisch rapport

Bouwrijp maken project De Groene Zoom te Berkel
en Rodenrijs

projectnr. 259309
revisie 0.2
13 mei 2013

auteur(s)

G.H. Liefink

Opdrachtgever

Gemeente Lansingerland
t.a.v. dhr N. Stevic
Postbus 1
2650 AA Berkel en Rodenrijs

datum vrijgave
13 mei 2013

beschrijving revisie 0.2
Definitief rapport

goedkeuring
G.H. Liefink

vrijgave
G.J. Wittenberg

Projectgroep bestaande uit:

Tekstbijdragen:

Fotografie:

Vormgeving:

Datum van uitgave:
10 april 2013

Contactadres:
Rivium Westlaan 72
2909 LD Capelle a/d IJssel
Postbus 8590
3009 AN Rotterdam

Copyright © 2013

Ingenieursbureau Oranjewoud

Niets uit deze uitgave mag worden verveelvoudigd en/of openbaar worden gemaakt door middel van druk, fotokopie, elektronisch of op welke wijze dan ook, zonder schriftelijke toestemming van de auteurs.

Inhoud

	blz.
1	Inleiding 2
2	Terrein- en bodemgesteldheid 3
2.1	Omschrijving grondonderzoek..... 3
2.2	Bodemopbouw..... 3
2.3	Grondwaterstanden 3
2.4	Grondparameters 4
3	Zettingsanalyse..... 5
3.1	Algemeen 5
3.2	Tijd - zettingsverloop 6
3.3	Uitgangspunten en randvoorwaarden 7
3.4	Berekeningen 7
3.5	Toelichting van enkele begrippen..... 8
3.6	Resultaten 9
4	Monitoring zettingen 10
5	Conclusie en aanbevelingen 11

Bijlage 1: Grondonderzoek Wiertsema (VN-57523-1)

Bijlage 2: Berekeningen D-settle

1 Inleiding

Ingenieursbureau Oranjewoud B.V. te Capelle a/d IJssel ontving van de gemeente Lansingerland de opdracht voor het uitbrengen van een geotechnisch advies ten behoeve van het project "Bouwrijp maken van De Groene Zoom te Berkel en Rodenrijs". Het terrein dat bouwrijp wordt gemaakt ligt aan de Noordersingel.

Na het bouwrijp maken van het terrein zullen kavels van het terrein worden verkocht voor woningbouw. Er zal een toegangsweg worden aangelegd. Het huidige terrein zal circa 0,8 meter worden opgehoogd. Het terrein is in de toekomst bereikbaar via de Noordersingel en wordt ontsloten door een toegangsweg.

De vraagstelling is of het terrein aan de restzettingcriteria kan voldoen bij een maximale voorbelastingtijd van 8 tot 12 maanden.

Dit rapport bevat de algemene gegevens (hoofdstuk 1), de beschrijving van de terrein- en bodemgesteldheid (hoofdstuk 2), de theorie, uitgangspunten en resultaten van de zettingsanalyse (hoofdstuk 3). Hoofdstuk 4 is gewijd aan de monitoring. Tot slot worden in hoofdstuk 5 de conclusies getrokken en aanbevelingen gedaan.

2 Terrein- en bodemgesteldheid

2.1 Omschrijving grondonderzoek

Op basis van het door Wiertsema en Partners op 15 maart 2013 uitgevoerde grondonderzoek (met kenmerk VN-57523-1), is in hoofdstuk 2.2 de globale bodemopbouw beschreven. Het grondonderzoek bestond uit acht sonderingen met kleefmeting (DKM-1 t/m DKM-8). Aanvullend zijn twee boringen tot 10 meter onder 't maaiveld uitgevoerd. De diepte van het grondonderzoek strekte zich uit tot een diepte van NAP -25,0 m. De hoogte van het maaiveld varieerde tijdens het grondonderzoek van NAP -4,91 m tot NAP -4,59 m.

2.2 Bodemopbouw

Uit de rapportage van Wiertsema en Partners blijkt dat de grondslag globaal is opgebouwd uit een Holoceen pakket van ca. 6-9 meter dikte op een Pleistocene zandlaag. De bovenzijde van het vaste, pleistocene zandpakket verloopt van NAP-11,5 m tot NAP-14 m van noordoost naar zuidwest. De grondslag is verder redelijk uniform.

Op basis van het grondonderzoek wordt de bodemopbouw van het zuidwestelijke deel (DKM 005 t/m DKM 008) als maatgevend beschouwd. De bodemgesteldheid kan globaal worden geschematiseerd zoals in tabel 2.2.1 is weergegeven (zie rapportage Wiertsema en Partners, bijlage 1).

Tabel 2.2.1: Maatgevende bodemgesteldheid, zuidwestzijde terrein

Diepte in m t.o.v. NAP	Bodembeschrijving
-4,8	Maaiveld
-5,75	KLEI, uiterst siltig tot zandig
-9,5	VEEN
-10,1	KLEI, siltig
-14	Pleistoceen zand, matig vast
-25	Maximaal verkende diepte

2.3 Grondwaterstanden

Freatisch vlak

Tijdens het uitvoeren van de grondonderzoeken is het freatisch vlak op een diepte van ca. NAP - 5,40 en NAP-5,66 m aangetroffen. Bovengenoemde waarden zijn een momentopname en kunnen fluctueren in de tijd. Het polderpeil is theoretisch op NAP-5,55 m gesteld.

De aangetroffen grondwaterstanden zijn een momentopname in de tijd deze kunnen fluctueren o.a. als gevolg van weersinvloeden en bemalingen in de omgeving.

Stijghoogte Pleistoceen

Ten tijde van het grondonderzoek is de stijghoogte van het grondwater in de pleistocene zandlaag niet bepaald.

2.4 Grondparameters

Uit het grondonderzoek en op basis van tabel 2B uit de EN 9997-1 zijn de volgende representatieve grondparameters afgeleid, waaronder de volumegewichten (γ / γ_n) en de samendrukkingsparameters (C_p , C_s , C_p' en C_s' en c_v). Ten tijde van dit schrijven was de volledige historie van het terrein niet bekend.

Op basis van de maatgevende bodemopbouw als hierboven gepresenteerd, is de bodem gemodelleerd zoals weergegeven in onderstaande tabel, inclusief de representatieve grondparameters.

Tabel 2.4.1.: Bodemopbouw en grondparameters t.b.v. zettingsberekeningen

Grondsoort	bl-laag [m-NAP]	γ / γ_n [kN/m ³]	C_p [-]	C_p' [-]	C_s [-]	C_s' [-]	c_v
Toplaag	1,2	17 / 19	420	140	960	320	$1,0 \cdot 10^{-4}$
Klei, zandig	3,5	11,6 / 17,1	85,2	28,4	652	217	$3,88 \cdot 10^{-7}$
Veen	5,0	2,3 / 10,5	22,5	7,5	120	40	$9,03 \cdot 10^{-7}$
Klei, siltig	7,5	11,2 / 16,8	69,6	23,2	323	108	$2,25 \cdot 10^{-7}$
ZAND, pleistoceen	24,5	20 / 21	1800	600	---	---	$1,0 \cdot 10^{-4}$

Hierin is:

γ = Vochtig volumegewicht [kN/m³]

γ_n = Nat (verzadigd) volumegewicht [kN/m³]

C_p/C_p' = Primaire samendrukkingscoëfficiënt voor/na de grensspanning [-]

C_s/C_s' = Secundaire samendrukkingscoëfficiënt voor/na de grensspanning [-]

c_v = Consolidatiecoëfficiënt [m²/s]

In het model is de grensspanning 5 kPa hoger gesteld dan de effectieve korrelspanning.
Het freatisch vlak is hierbij op NAP-5,5 m gesteld.

De zettingsparameters voor veen uit de laboratoriumproeven zijn relatief hoog. Op grond van ervaring met ophogingen in de omgeving is voor veen uitgegaan van parameters uit tabel 2B van EN 9997-1.

3 Zettingsanalyse

3.1 Algemeen

Door het aanbrengen van ophogingen zal een zettingsproces op gang worden gebracht. De zettingen worden veroorzaakt door verhoging van de korrelspanningen. Deze korrelspanningen worden beïnvloed door het aanbrengen of weghalen van ophogingen en veranderingen in de grondwaterstanden.

De zettingen treden tijdsafhankelijk op. Enerzijds is er sprake van het uitdrijven van water (consolidatie gedurende de hydrodynamische periode), anderzijds treedt kruip op (ook secundaire zetting genoemd). De berekende zettingen betreffen theoretische eindzettingen en zullen pas na geruime tijd worden bereikt. Hiervoor is een periode van 30 jaar in acht genomen.

Het optreden van de zettingen is zoals gezegd een tijdsafhankelijk proces. In eerste instantie zal een ophoging een wateroverspanning veroorzaken in de samendrukbare lagen. Het hierdoor ontstane potentiaalverschil geeft een grondwaterstroming, waardoor de wateroverspanning geleidelijk afneemt (aanpast) en de korrelspanning toeneemt, hetgeen zetting veroorzaakt. De tijdsduur van dit proces wordt de hydrodynamische periode genoemd (t_e). De lengte van deze periode is afhankelijk van de laagdikte, de doorlatendheid van de samendrukbare lagen en de afstromingsmogelijkheden van het uit te persen water.

De mate waarin de wateroverspanningen zijn aangepast aan het gewicht van de ophoging, wordt uitgedrukt in een aanpassingspercentage.

Daarnaast wordt opgemerkt dat door het afnemen van de laagdikte bij het vorderen van het zettingsproces, de doorlatendheid van de samendrukbare lagen afneemt. In de berekeningen is in principe een constante waarde voor de waterdoorlatendheid aangehouden, waarbij is gerekend met een constante gemiddelde doorlatendheid in de tijd.

Het zettingsproces gedurende de consolidatiefase kan in het algemeen worden versneld door het aanbrengen van verticale al dan niet in combinatie met horizontale drains in de samendrukbare lagen en een tijdelijke overhoogte.

De in dit hoofdstuk opgenomen formules zijn ontleend aan CUR publicatie 162 "Construeren met grond" en CROW publicatie 204.

De zettingen zijn bepaald met de gecombineerde formule van Koppejan - Buisman, welke luidt:

$$z = h \left(\frac{1}{C_p} + \frac{4}{C_s} \right) \ln \left(\frac{\sigma'_{v;z} + \Delta \sigma'_{v;z}}{\sigma'_{v;z}} \right)$$

Waarin:

z	= Samendrukking (zetting) [m]
h	= Laagdikte [m]
C_p	= Primaire samendrukkingcoëfficiënt [-]
C_s	= Seculaire samendrukkingcoëfficiënt [-]
$\sigma'_{v;z}$	= Oorspronkelijke verticale korrelspanning [kN/m ²]
$\Delta \sigma'_{v;z}$	= Verticale korrelspanningsverhoging [kN/m ²]

Bij ophogingen van beperkte afmetingen is spanningsspreiding in rekening gebracht volgens de theorie van Buisman. Bij uniforme ophogingen is er geen sprake van spanningspreiding.

3.2 Tijd - zettingsverloop

Het optreden van de zettingen is een tijdsafhankelijk proces. In eerste instantie zal een ophoging een wateroverspanning veroorzaken in de samendrukbare lagen. Het hierdoor ontstane potentiaalverschil geeft een grondwaterstroming, waardoor de wateroverspanning geleidelijk afneemt en de korrelspanning toeneemt, hetgeen zetting veroorzaakt. De tijdsduur van dit proces wordt de hydrodynamische periode genoemd. De lengte van deze periode (Δt_e) is afhankelijk van de laagdikte, de doorlatendheid van de samendrukbare lagen en de afstromingsmogelijkheden van het uit te persen water.

De hydrodynamische periode is met de volgende formule volgens Terzaghi berekend:

$$\Delta t_e = \frac{T \cdot (a \cdot h)^2}{c_v}$$

Waarin:

Δt_e	= Hydrodynamische periode in jaren
h	= Laagdikte samendrukbare pakket in m
c_v	= Consolidatiecoëfficiënt in m ² /jaar
T	= Tijdfactor; praktisch einde van de consolidatie bij $T=2$
a	= Constante; bij tweezijdige afstroming $a=0,5$

Het verband tussen de consolidatiegraad U en de tijdfactor T is benaderd volgens:

$$U_v(\Delta t) = \left(\frac{T^3}{0,5 + T^3} \right)^{1/6}$$

Waarin:

$U_v(\Delta t)$	= Consolidatiegraad na tijdsduur Δt bij alleen verticale afstroming
-----------------	---

Na het verstrijken van de hydrodynamische periode treden alleen nog secundaire zettingen op. In geval van een dik pakket slappe lagen bepaalt de lengte van de hydrodynamische periode in belangrijke mate de grootte van de restzettingen na gebruikname.

Het zettingsverloop in de tijd is mede afhankelijk van de dikte en de doorlatendheid van de samendrukbare lagen. Ook het type ophoging speelt een belangrijke rol (partieel of uniform).

Het tijd-zettingsverloop kan worden versneld door het toepassen van verticale drainage, eventueel in combinatie met een extra overhoogte. Bij toepassing van verticale drains treedt echter hoofdzakelijk horizontale afstroming op. Verticale afstroming speelt dan slechts een bescheiden rol, hoofdzakelijk aan de boven en onderzijde van de samendrukbare laag.

Voor de berekening van het consolidatieverloop bij de toepassing van verticale drainage dienen de effecten van verticale- en horizontale afstroming te worden gecombineerd.

Veelal wordt gebruik gemaakt van de volgende theorieën:

- De theorie van Terzaghi ter bepaling van de verticale afstroming.
- De theorie van Barron-Kjellman ter bepaling van de horizontale afstroming.
- De theorie van Carillo om het verticale en horizontale consolidatieproces te koppelen.

In dit geval is de hydrodynamische periode (zonder het toepassen van verticale drains) voor het hoger gelegen slappe lagen pakket bepaald op circa 1 jaar.

De hydrodynamische periode in dit model van de dieper gelegen kleipakket bedraagt circa 5,5 jaar.

Opgemerkt wordt dat door de lokale aanwezigheid van tussenzandlaagjes in het diep gelegen pakket de hydrodynamische periode verkort wordt. Verder geeft deze (dikke) laag 11 % van de totaalzetting.

3.3 Uitgangspunten en randvoorwaarden

Voor het bouwrijp maken van het terrein zijn de volgende uitgangspunten gehanteerd:

- Het freatisch vlak is aangenomen op NAP -5,5 m.
- Het terrein is niet voorbelast geweest.
- Er is geen ondergrondse infrastructuur op het terrein aanwezig, o.a. kabels, leidingen en rioleringen.
- De toegangsweg en watergangen worden na het ophogen (bouwrijp maken) aangelegd

Voor de berekeningen zijn de volgende aannamen gehanteerd:

- Het terrein wordt opgehoogd tot NAP -3,90 m.
- Restzetting kavels 0,20 m in 30 jaar.
- Restzetting ontsluitingsweg 0,10 m in 30 jaar.
- Maximale voorbelastingstijd 8-12 maanden.

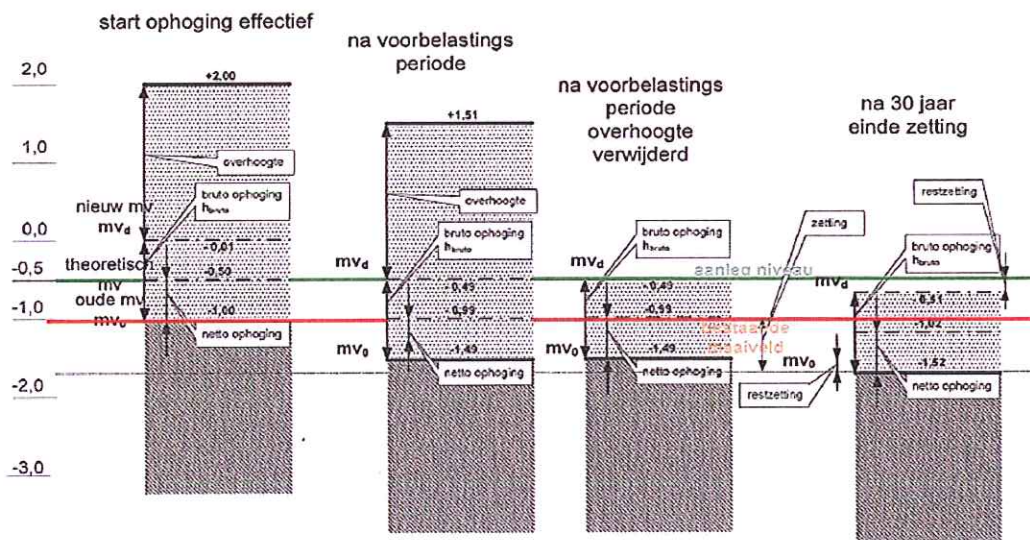
3.4 Berekeningen

Met het computerprogramma D-Settlement (versie 9.2) kunnen over verschillende verticalen in een dwarsprofiel verticale gronddeformaties (semitweedimensionale zettingen) worden berekend volgens de Methode Koppejan. Met dit programma wordt een belastingspreiding meegenomen maar kunnen geen horizontale gronddeformaties worden berekend. De gemodelleerde dwarsdoorsnede is weergegeven in bijlage 2

De restzettingen zijn bepaald voor een voorbelastingstijd van 8 en 12 maanden met een zettingscompenserende overhoogte van 0,20 meter. Onder restzetting wordt de zetting verstaan die nog zal optreden na de realisering van de aanleg. Tijdens de realisering zal het terrein worden voorbelast en vervolgens zal de eventuele extra (tijdelijke) overhoogte worden verwijderd.

Het niveau van de ontsluitingsweg bevindt zich op NAP-4,15 m. De belasting van het wegcunet tot ca NAP-5,75 m inclusief de verharding bedraagt ca 31 kN/m². De spanningsverhoging in de ondergrond ter plaatse van het cunet is in de gebruiksfase niet hoger dan de ophoging van het terrein. Derhalve kan worden volstaan met een berekening van de ophoging voor het bepalen van de zettingen.

3.5 Toelichting van enkele begrippen



Figuur 3.5.1: Visuele weergave van o.a. netto ophoging en bruto ophoging

Toelichting op figuur:

- | | |
|----------------------|--|
| Netto ophoging | = De ophoging vanaf het huidige maaiveld tot het toekomstige niveau van het terrein of wegverharding. |
| Bruto ophoging | = Is de benodigde ophoging rekeninghoudend met de optredende zetting na 10.000 dagen (= ca. 30 jaar). Dit is de netto ophoging vermeerderd met de zetting na ca 30 jaar. |
| Zettingsversnellende | = Maatregelen om het zettingsproces door middel van extra overhoogte, overhoogte te versnellen al dan niet in combinatie met drainage. |
| Restzetting | = Is de resterende zetting na de oplevering van het terrein (of wegverharding), na het verwijderen van de (zettingsversnellende) overhoogte. |

3.6 Resultaten

De berekeningsresultaten van de zettingen en restzettingen zijn gepresenteerd in tabellen 3.6.1 en 3.6.2. Een toelichting in de tabel gebruikte gegevens is gegeven in paragraaf 3.5.

Tabel 3.6.1: Bruto- en netto ophogingen ter plaatse van de maatgevende bodemopbouw

verticaal nr.	X-coörd. [m]	MV hoogte [m NAP]	Uitgiftepeil [m NAP]	Netto ophoging [m]	Bruto ophoging [m]	Eindzetting na 30 jaar [m]
4	25,0	-4,91	-3,90	1,0	1,20	0,25

Het restzettingcriterium van de ontsluitingsweg bedraagt 0,10 meter in 30 jaar. Naar verwachting kan aan deze theoretische eis worden voldaan. Het restzettingcriterium ter plaatse van de kavels bedraagt 0,20 meter. Naar verwachting kan aan deze theoretische eis worden voldaan.

Tabel 3.6.2: Zettingen na voorbelasten en eindzettingen.

zettingscompenseren de overhoogte [m]	zetting na 8 maanden [m]	zetting na 12 maanden [m]	restzetting [m]
0,20	0,17	0,19	0,08/0,06

De zettingprognose(s) hebben een nauwkeurigheid van +/- 30% ten gevolge van onder andere variatie in bodemopbouw en grondparameters.

Na de zettingsperiode kan het terrein worden afgewerkt.

Bij de kavels met een restzettingseis van 0,20 m geldt hetzelfde als voor de ontsluitingsweg met een restzettingseis van 0,10 m. De totale ophoging ter plaatse is ook gelijk aan 1,20 m.

Omgevingsinvloed

Ter plaatse van de teen van de ophoging wordt een eindzetting berekend van, theoretisch, 4 à 5 cm. Op een horizontale afstand van circa 10 meter vanaf de teen van de ophoging worden, theoretisch, zettingen berekend die nihil zijn.

4 Monitoring zettingen

Voor wat betreft het aanbrengen van de benodigde (overhoogte) ophogingen adviseren wij er mee te rekenen dat eens per week een ophoogslag van 0,5 m kan worden aangebracht.

Naast de uitgevoerde berekeningen betreffende de optredende zettingen adviseren wij voor aanvang van de grondwerkzaamheden zakbaken op strategische punten van het terrein aan te brengen en de hoogte regelmatig op te meten. Aan de hand van de resultaten van deze metingen kan worden beoordeeld of het bereikte zettingspad correspondeert met de zettingprognoses. Ter monitoring van het zettingsverloop verwachten wij dat een zestal zakbaken voldoet;

Bij iedere meting dient de hoogte van de zakbaak en de hoogte van het maaiveld bij de zakbaak gemeten te worden

De hoogte van zakbaak en maaiveldniveau moet bepaald worden:

- Direct na plaatsing (nulmeting).
- Bij iedere ophoogslag, direct na aanbrengen gedurende een week.
- Bij de laatste ophoogslag, direct na aanbrengen volledige belasting gedurende een week.
- Hierna gedurende 3 weken, 2 maal per week met een minimale periode tussen de metingen van drie dagen.
- Hierna gedurende 3 maanden, 1 maal per week.
- Hierna gedurende 2 maanden, 1 maal per 2 weken.

In de directe omgeving van de ophoging is een waterkering aanwezig. De voorspelling is dat de invloed van de ophoging op deze kering, theoretisch, nihil zal zijn. Voor alle zekerheid wordt geadviseerd om de vervormingen te meten binnen een afstand van maximaal 10 meter vanaf de teen van de ophoging.

Om de vervorming te meten wordt aanbevolen om op de kruin piketten (h.o.h 10 meter) aan te brengen en de hoogte regelmatig in te meten:

- Direct na plaatsing;
- Bij iedere ophoogslag, direct na aanbrengen gedurende een week;
- Bij de laatste ophoogslag, direct na aanbrengen gedurende een week;
- Hierna tot einde voorbelasting iedere week.

5 Conclusie en aanbevelingen

Op basis van de berekeningsresultaten zoals gepresenteerd in paragraaf 3.6, kan worden geconcludeerd dat een totale ophoging van 1,20 m theoretisch volstaat. Deze ophoging kan in twee slagen van 0,60 m worden aangebracht. De verwachte eindzetting bedraagt ca 25 cm , waarvan ca. 15-20 cm in 8-12 maanden optreedt. De restzetting blijft beperkt tot ca. 5-8 cm en voldoet daarmee theoretisch aan de gestelde eisen van de restzettingen voor zowel de kavels als de ontsluitingsweg.

Geadviseerd wordt om het zettingsproces te monitoren middels zakbaken. Deze dienen regelmatig ingemeten te worden. Aan de hand van de meetgegevens de zettingsprognose eventueel worden bijgesteld. Eventueel kunnen wij u hierbij adviseren.

Tevens wordt aanbevolen om de vervormingen van de waterkering in de directe omgeving van de ophoging te monitoren. Ook hierbij kunnen wij u nader van dienst zijn.

In de directe omgeving van de ophoging is bebouwing aanwezig. Theoretisch zal de invloed van de ophoging ter plaatse nihil zijn. Desondanks wordt geadviseerd om vooraf, d.w.z. voor het aanbrengen van de ophoging, een bouwkundige opname (binnen en buiten) te doen.

Naast de ophoging zijn watergangen voorzien. Indien deze worden aangebracht voor of tijdens de voorbelastingsperiode, wordt geadviseerd om de stabiliteit ervan nader te beoordelen.

Bijlage 1: Grondonderzoek Wiertsema (VN-57523-1)



Wiertsema & Partners

RAADGEVEND INGENIEURS



Feithspark 6 9356 BZ Tolbert
Postbus 27 9356 ZG Tolbert
Netherlands
Tel. +31 (0)594 51 68 64
Fax +31 (0)594 51 64 79
E-mail: info@wiertsema.nl
Internet: www.wiertsema.nl

Geotechnisch onderzoek

project aan de Noordersingel te Berkel en Rodenrijs

VN-57523-1 | 8 april 2013



Wiertsema & Partners

RAADGEVEND INGENIEURS

Feithspark 6 9356 BZ Tolbert
Postbus 27 9356 ZG Tolbert
Netherlands
Tel. +31 (0)594 51 68 64
Fax +31 (0)594 51 64 79
E-mail: info@wieritsema.nl
Internet: www.wieritsema.nl

Onderwerp: project aan de Noordersingel te Berkel en Rodenrijs
Projectnummer: VN-57523-1
Opdrachtgever: Ingenieursbureau Oranjewoud B.V.
Postbus 8590
3009 AN Rotterdam
Nr. opdrachtgever: 0259309
Datum: 8 april 2013

Opgesteld door:	T. Aans
Handtekening:	
Documentnummer:	R23038
Status:	definitief
Vrijgegeven door:	J.W. van der Kaap



Wiertsema & Partners
RAADGEVEND INGENIEURS



Inhoudsopgave

blad

1	Inleiding	4
1.1	Aanleiding en doel	4
1.2	Kwaliteitswaarborg	4
1.3	Toelichting.....	4
2	Sonderingen.....	4
2.1	Werkzaamheden sonderen	4
2.2	Resultaten.....	5
3	Geotechnische verkenningsboringen	5
3.1	Werkzaamheden.....	5
3.2	Resultaten.....	5
4	Inmeting.....	6
5	Geotechnisch laboratoriumonderzoek.....	6
6	Toelichting geotechnisch laboratoriumonderzoek.....	6
6.1	Labclassificatie	6
6.2	Volumegewicht en watergehalte incl. poriëngetal.....	6
6.3	Samendrukking (7-traps).....	7

Bijlagen

1	Situatietekening
2	Sondeergrafieken DKM001 t/m DKM008
3	Veldboorstaten B001 en B002
4	Tabel X-, Y- en Z-coördinaten
5	Boringen inclusief laboratoriumclassificatie
6	Natte en droge volumegewichten
7	Samendrukkingsproeven



Wiertsema & Partners
RAADGEVEND INGENIEURS



1 Inleiding

1.1 Aanleiding en doel

In opdracht van Ingenieursbureau Oranjewoud B.V. te Capelle aan den IJssel heeft Raadgevend Ingenieursbureau Wiertsema & Partners B.V. een geotechnisch onderzoek uitgevoerd ten behoeve van een project aan de Noordersingel te Berkel en Rodenrijs.

1.2 Kwaliteitswaarborg

Het onderzoek is verricht onder ons kwaliteitssysteem NEN-EN-ISO-9001 en milieumanagementsysteem NEN-EN-ISO-14001. Wiertsema & Partners voldoet aan de veiligheidsmanagementnorm 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 die in de opdracht is beschreven.

2 Sonderingen

2.1 Werkzaamheden sonderen

De veldwerkzaamheden zijn uitgevoerd op 28 februari 2013 met een sondeerwagen en hebben bestaan uit:

- ▲ 8 sonderingen met meting van de plaatselijke kleef (code DKM) tot een diepte van maximaal 20 m- maaiveld.

De locaties van de sondering zijn aangegeven op de situatietekening in bijlage 1.

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

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 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 Geotechnische verkenningsboringen

3.1 Werkzaamheden

De werkzaamheden zijn uitgevoerd op 4 maart 2013 met een boorrups en hebben bestaan uit:

- 2 mechanische pulsboringen met geroerde en ongeroerde monsternamen (B001 en B002).

De locaties van de boringen zijn aangegeven op de situatietekening in bijlage 1.

Aan de hand van de sondeerresultaten zijn er in totaal 22 ongeroerde grondmonsters gestoken. De ongeroerde monsternamen heeft plaatsgevonden door met het steekapparaat van Ackermann een dunwandige metalen steekbus met een buiten diameter van 70 mm en lengte van 40 mm gecontroleerd in de grond te slaan. Tevens zijn er 3 geroerde monsters genomen.

De uitvoering van de boringen, het nemen van de grondmonsters en de conservering is verricht conform de eisen, zoals beschreven in de BRL SIKB 2100, 'Mechanisch Boren', en het daarbij behorende VKB-protocol 2101. De werkzaamheden zijn uitgevoerd door onze gekwalificeerde medewerker Rob van Delden.

Wiertsema & Partners B.V. is gecertificeerd volgens dit procescertificaat. Dit rapport draagt daarom het keurmerk 'Kwaliteitswaarborg bodembeheer SIKB'.

Conform de BRL SIKB 2000 maken wij u erop attent dat er geen juridische verbintenis bestaat tussen de opdrachtgever en Wiertsema & Partners B.V.

3.2 Resultaten

De boorstaten zijn opgenomen in bijlage 3. De diepte en nummering van de grondmonsters staan vermeld op de betreffende boorstaten.

Tijdens de boor- en bemonsteringswerkzaamheden is het bodemmateriaal zowel lithologisch als visueel onderzocht. Bij het lithologische onderzoek worden de grondsoorten geclassificeerd conform de NEN 5104. Bij het visuele onderzoek worden de waarneembare afwijkingen ten aanzien van de kleur en geur van het bodemmateriaal beschreven.



Visueel zijn er geen bijmengingen of afwijkingen aan het bodemmateriaal vastgesteld. Tijdens het veldwerk is geen asbestverdacht materiaal aangetroffen.

4 Inmeting

Met behulp van 06-GPS zijn de Rijksdriehoekskoördinaten (nauwkeurigheid 0,50 m) en de hoogten 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.

5 Geotechnisch laboratoriumonderzoek

Het geotechnisch laboratoriumonderzoek heeft bestaan uit:

- ▲ Classificatieproeven:
 - 20 maal volumegewicht en watergehalte incl. poriëngetal.
- ▲ Consolidatieproeven:
 - 6 maal samendrukking (7-traps).

6 Toelichting geotechnisch laboratoriumonderzoek

6.1 Labclassificatie

De grondmonsters zijn geclassificeerd volgens de NEN 5104. De gegevens zijn verwerkt in de labclassificatiestaten, zie bijlage 5.

6.2 Volumegewicht en watergehalte incl. poriëngetal

Door uit een grondmonster met een volumering een bepaalde hoeveelheid grond te steken en te wegen, kan het natte volumegewicht worden berekend. Vervolgens wordt het monster gedurende 24 uur bij een temperatuur van 105° Celsius gedroogd en opnieuw gewogen. Hierdoor kan het droge volumegewicht en het watergehalte worden bepaald.

In het uitwerkingsprogramma welke door Wiertsema & Partners wordt gehanteerd voor de bepaling van het natte- en droge volumegewicht, kunnen diverse afgeleide parameters worden berekend, zoals o.a. het poriëngetal en verzadigingsgraad. Bij de berekening van deze afgeleide parameters wordt op basis van een database gebruik gemaakt van de afgeleide volumieke massa's vaste gronddelen van de verschillende grondsoorten (zie bijlage 6).



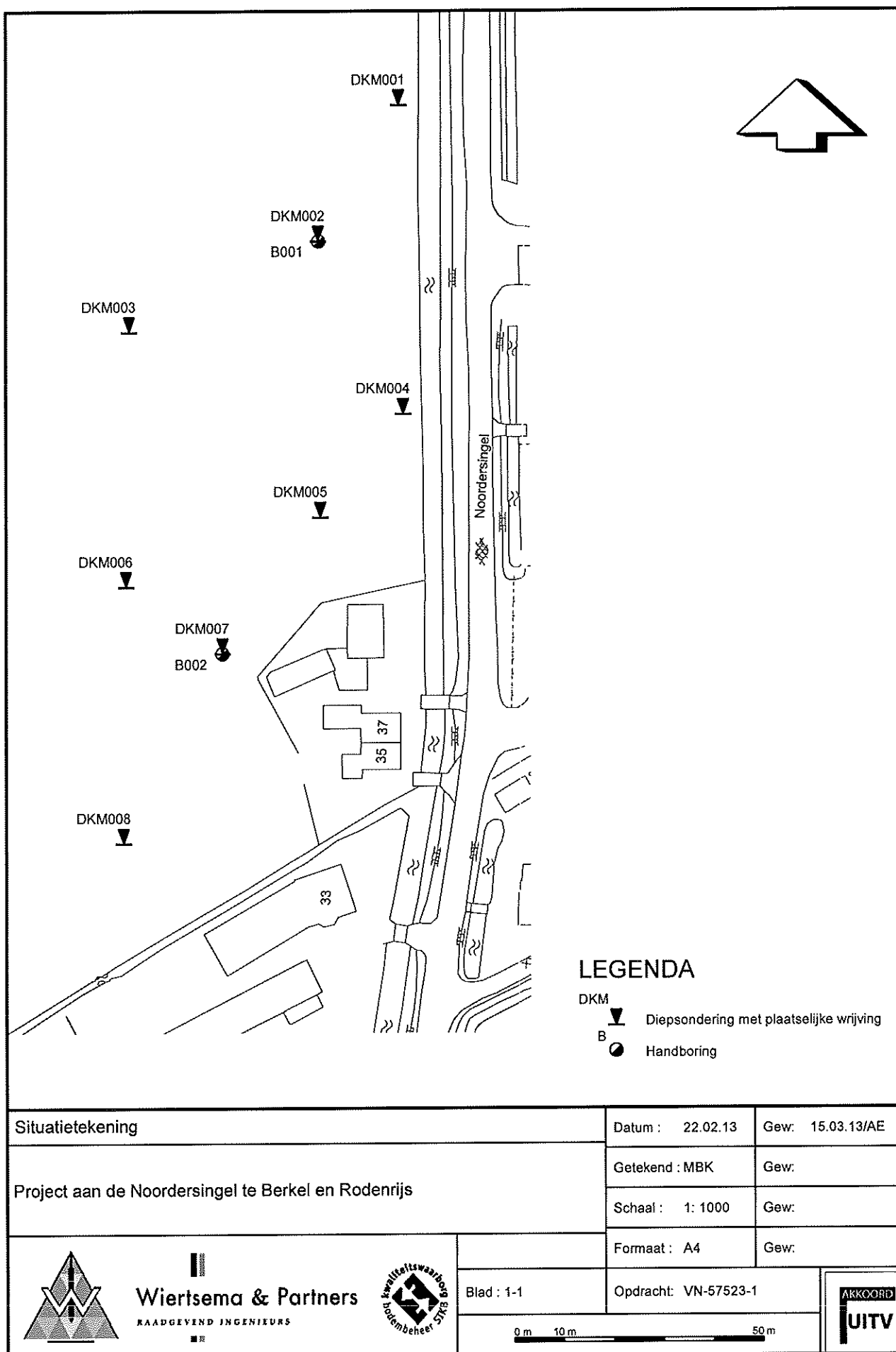
6.3 Samendrukking (7-traps)

Indien er wordt gekozen voor het aanbrengen van een ontlasttrap en een herbelasttrap, worden de samendrukkingsproeven uitgevoerd als 7-traps. De ontlasttrap wordt in de regel op de vijfde trap gehanteerd, welke dan wordt gevolgd door een herbelasttrap en daarna nog een extra belasttrap. De ABC-isotachen waarden kunnen op deze manier goed worden bepaald (zie bijlage 7).



Bijlage 1





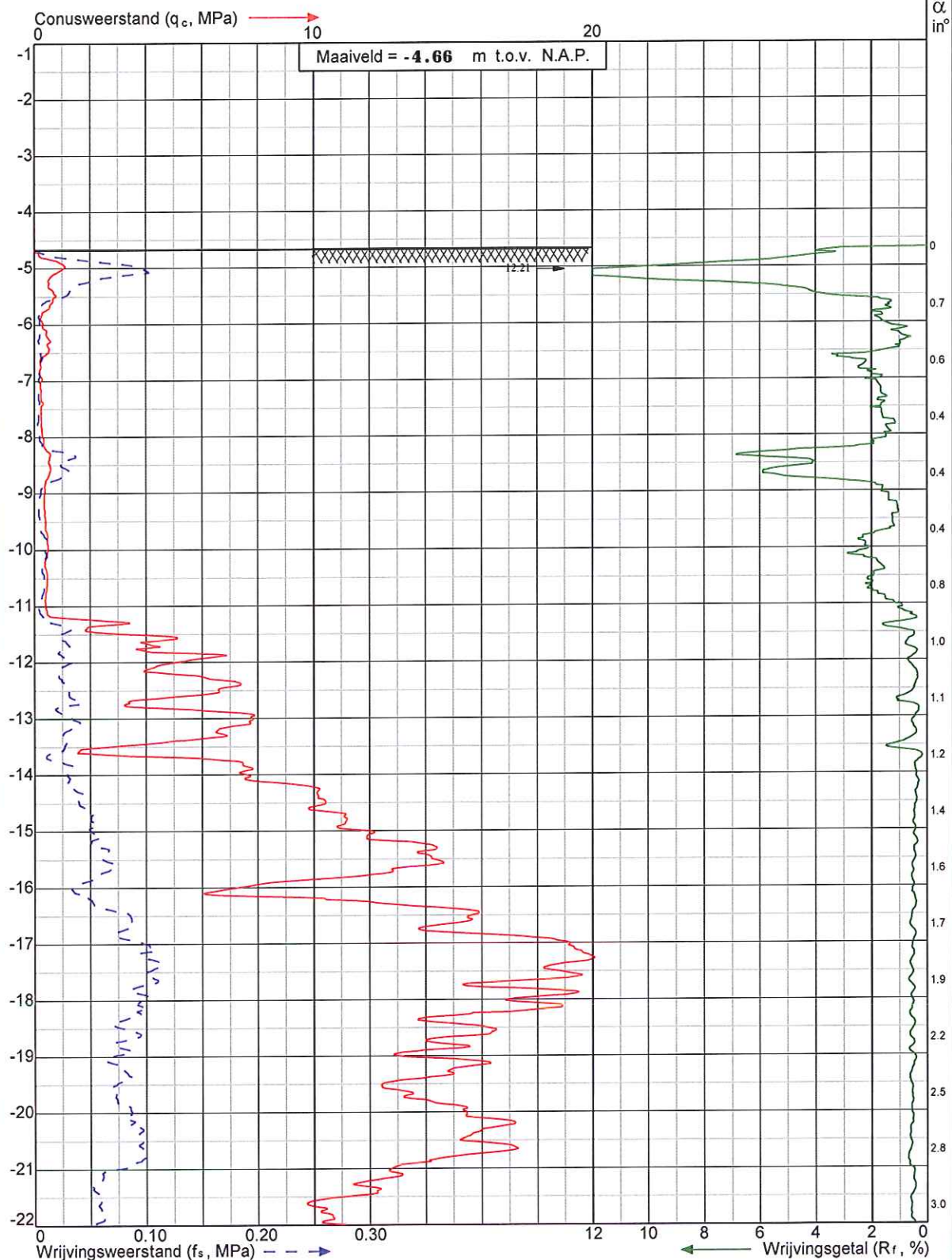
Bijlage 2



Wiertsema & Partners
RAADGEVEND INGENIEURS

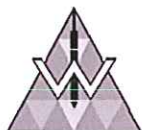


Sondering volgens norm NEN 5140
 Conus type: cilindrisch elektrisch SUB-15
 Conusserienummer: 061105
 Afwijking van de verticaal Klasse: 2
 Diepte in meters ten opzichte van N.A.P.



Project: Project aan de Noordersingel
 te Berkel en Rodenrijs

Sondering: DKM001



Wiertsema & Partners
 RAADGEVEND INGENIEURS



x = 92887

y = 447423

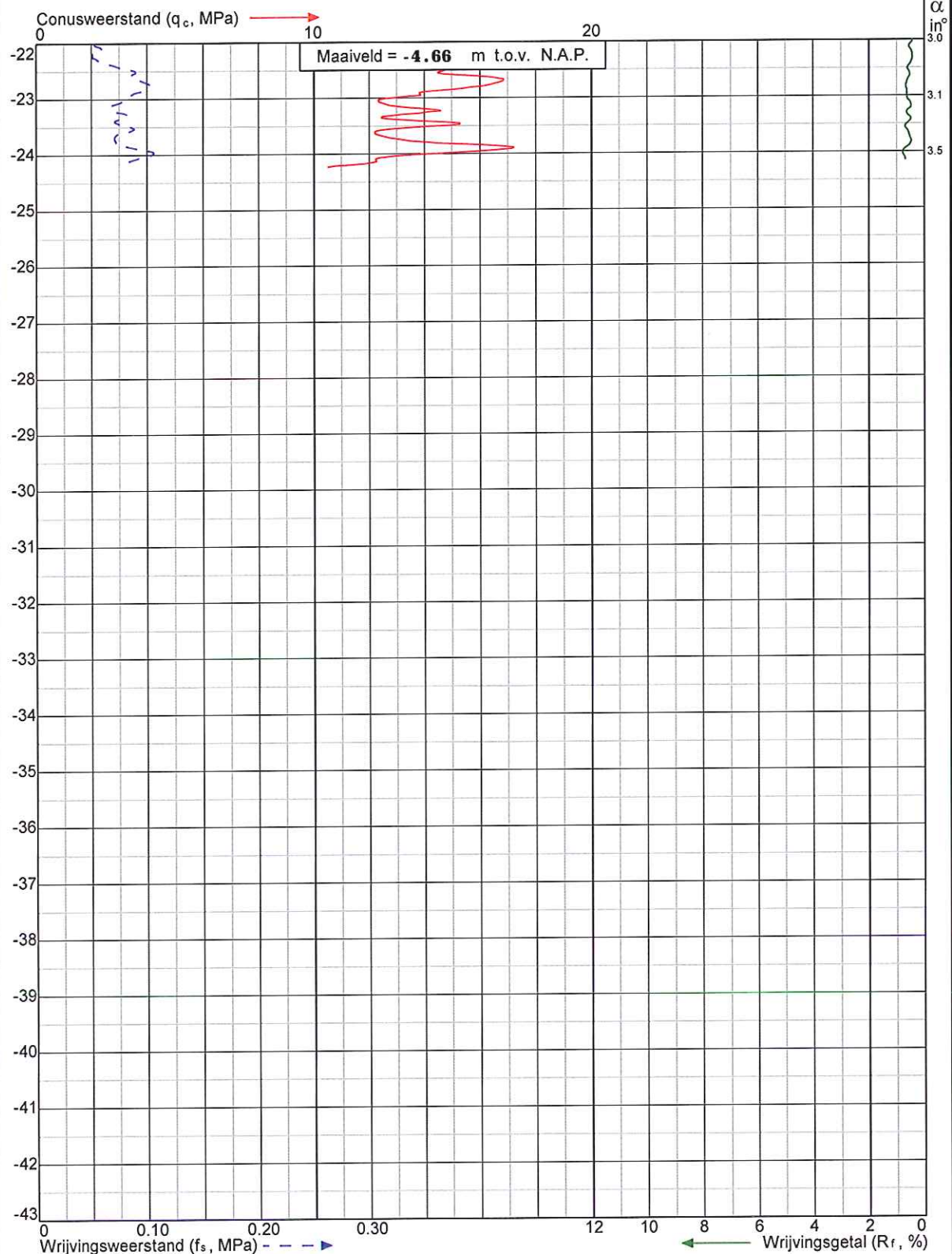
Blad: 1 van 2

Opdr.nr: VN-57523-1

Datum: 28-2-2013

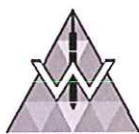
AKKOORD
 UITV

Sondering volgens norm NEN 5140
 Conus type: cilindrisch elektrisch SUB-15
 Conusserienummer: 061105
 Klasse: 2
 α : Afwijking van de verticaal
 Diepte in meters ten opzichte van N.A.P.



Project: Project aan de Noordersingel
 te Berkel en Rodenrijs

Sondering: DKM001



Wiertsema & Partners
 RAADGEVEND INGENIEURS



x = 92887

y = 447423

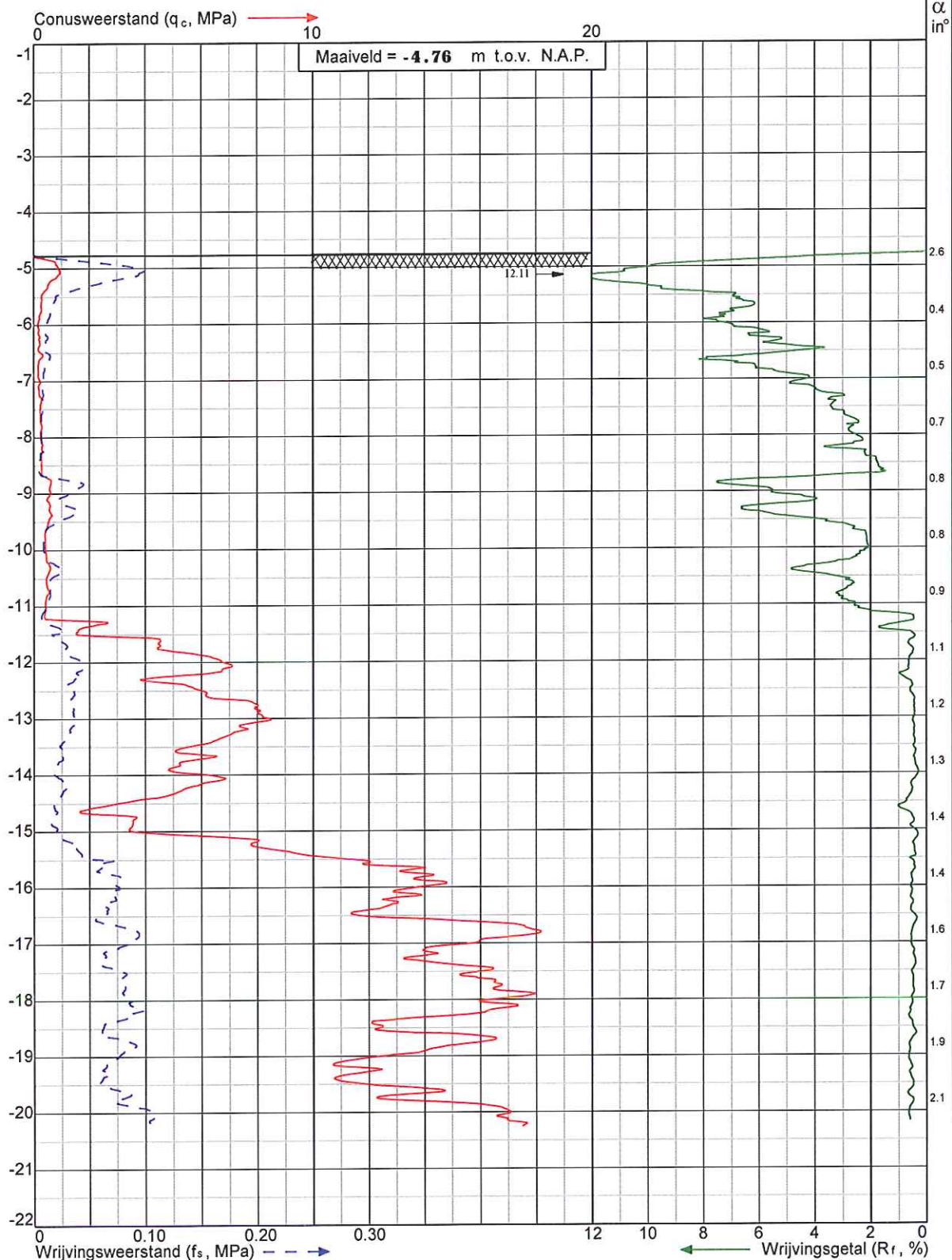
Blad: 2 van 2

Opdr.nr: VN-57523-1

Datum: 28-2-2013

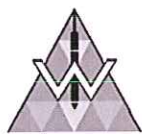
AKKOORD
 IUTV

Sondering volgens norm NEN 5140
 Conus type: cilindrisch elektrisch SUB-15
 Conusserienummer: 061105
 Klasse: 2
 α : Afwijking van de verticaal
 Diepte in meters ten opzichte van N.A.P.



Project: Project aan de Noordersingel
 te Berkel en Rodenrijs

Sondering: DKM002



Wiertsema & Partners
 RAADGEVEND INGENIEURS



x = 92871
 y = 447396

Blad: 1 van 1

Opdr.nr: VN-57523-1

Datum: 28-2-2013

AKKOORD
 UITV

Klasse: 2

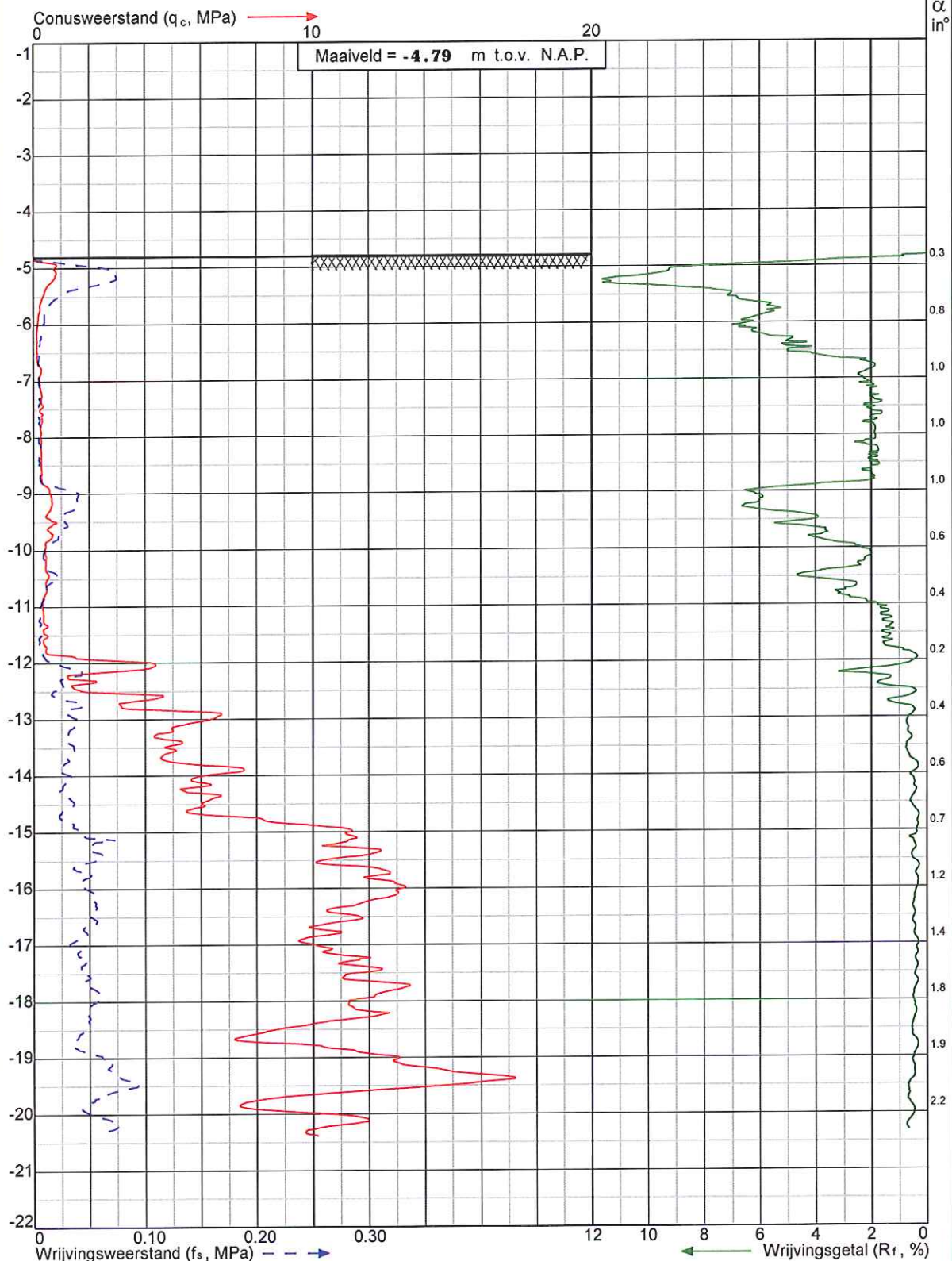
α : Afwijking van de verticaal

Conusserienummer: 061105

Conus type: cilindrisch elektrisch SUB-15

Sondering volgens norm NEN 5140

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



Project: Project aan de Noordersingel
te Berkel en Rodenrijs

Sondering: DKM003



Wiertsema & Partners
RAADGEVEND INGENIEURS



x = 92833

y = 447378

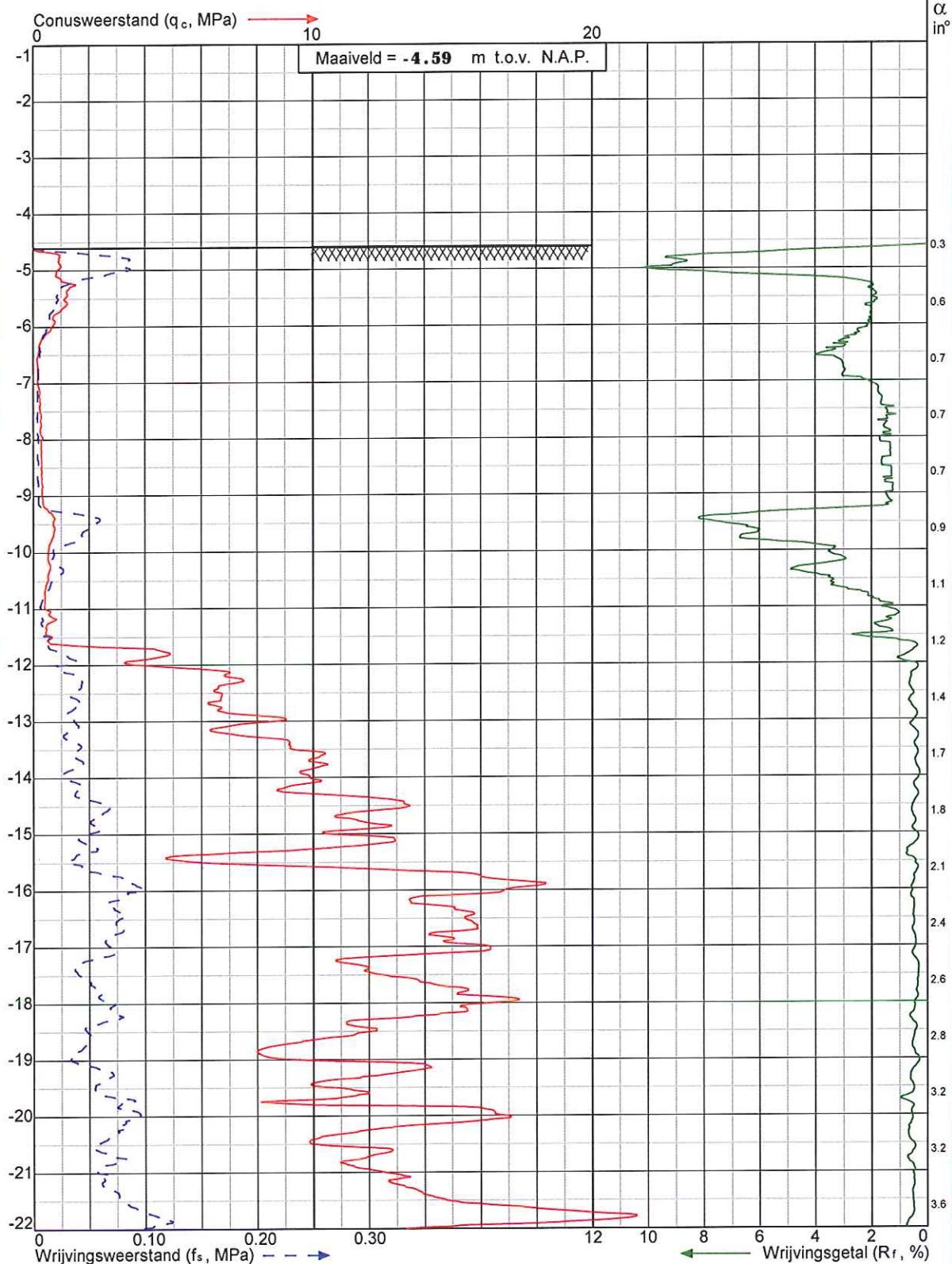
Blad: 1 van 1

Opdr.nr: VN-57523-1

Datum: 28-2-2013

AKKOORD
UITV

Sondering volgens norm NEN 5140
 Conus type: cilindrisch elektrisch SUB-15
 Conusnummer: 061105
 Klasse: 2
 α : Afwijking van de verticaal
 Diepte in meters ten opzichte van N.A.P.



Project: Project aan de Noordersingel
 te Berkel en Rodenrijs

Sondering: DKM004



Wiertsema & Partners
 RAADGEVEND INGENIEURS



x = 92888

y = 447362

Blad: 1 van 2

Opdr.nr: VN-57523-1

Datum: 28-2-2013

AKKOORD
 UITV

Sondering volgens norm NEN 5140

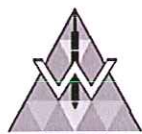
Conusweerstand (q_c, MPa)

Conusweerstand (q_c, MPa)

Conusweerstand (q_c, MPa)

Project: Project aan de Noordersingel
te Berkel en Rodenrijs

Sondering: DKM004



Wiertsema & Partners
RAADGEVEND INGENIEURS



x = 92888

y = 447362

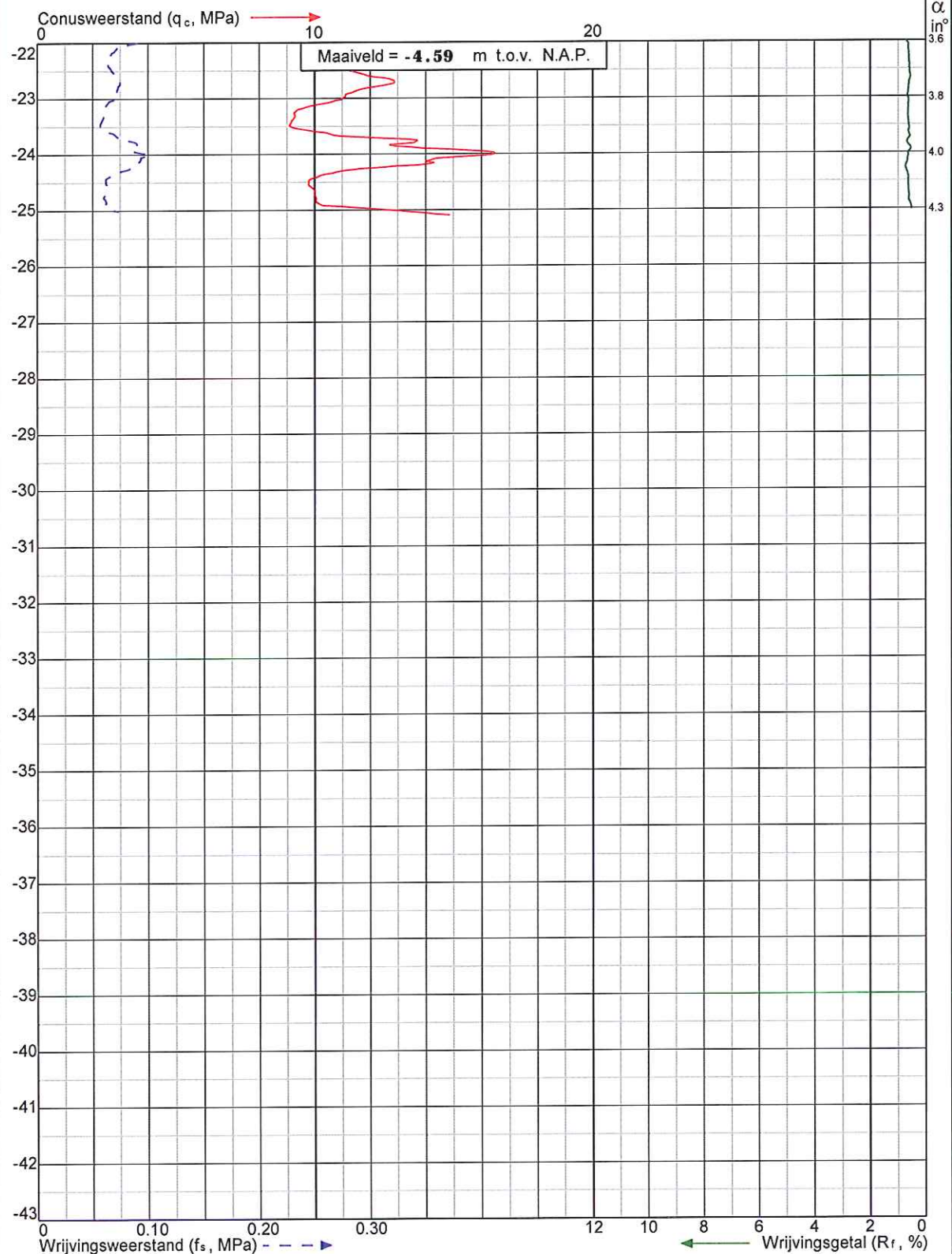
Blad: 2 van 2

Opdr.nr: VN-57523-1

Datum: 28-2-2013

AKKOORD
UITV

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



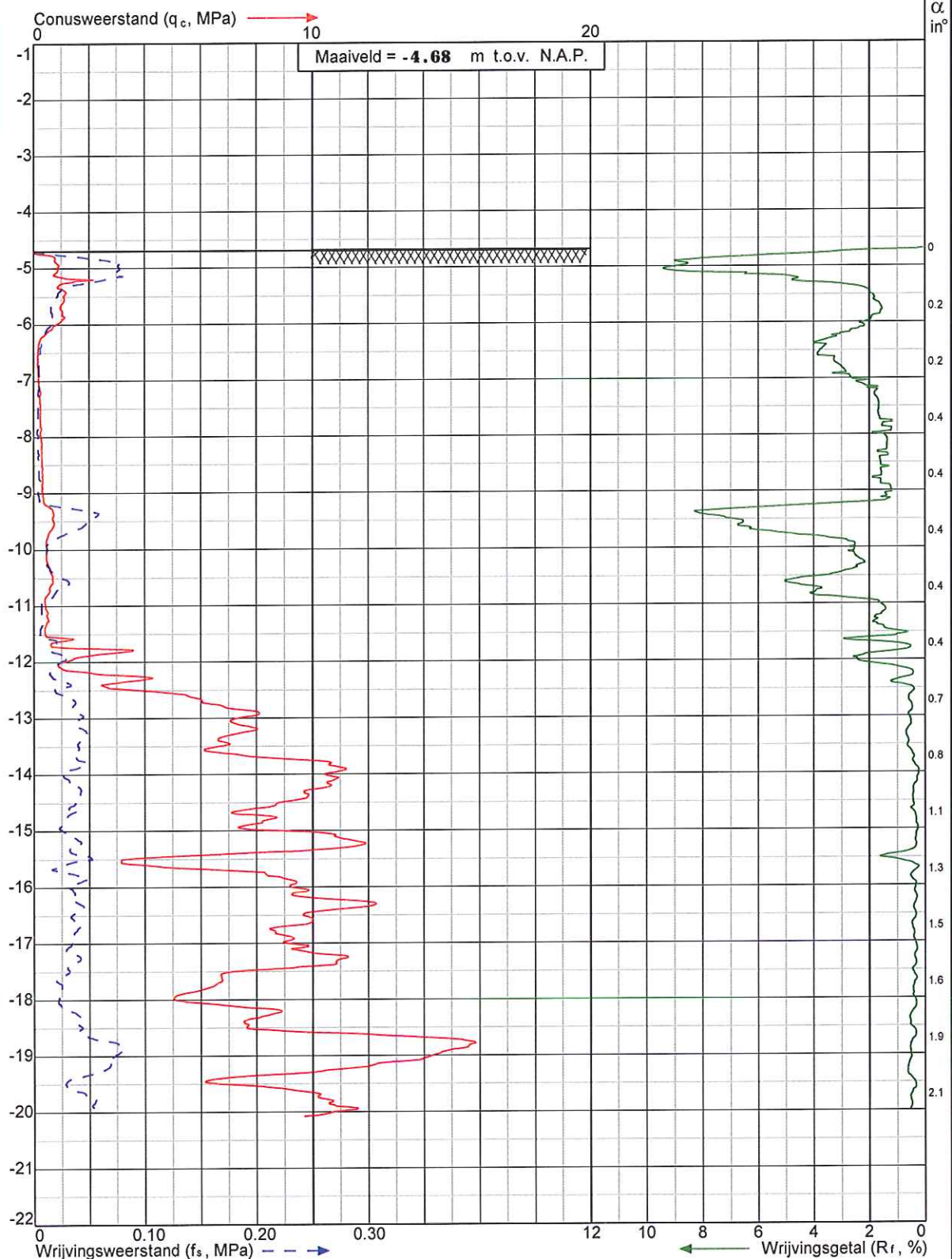
Klasse: 2

Conusserienummer: 061105

Conustype: cilindrisch elektrisch SUB-15

Sondering volgens norm NEN 5140

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



Project: Project aan de Noordersingel
te Berkel en Rodenrijs

Sondering: DKM005



Wiertsema & Partners
RAADGEVEND INGENIEURS



x = 92872
y = 447341

Blad: 1 van 1

Opdr.nr: VN-57523-1

Datum: 28-2-2013

AKKOORD
UITV

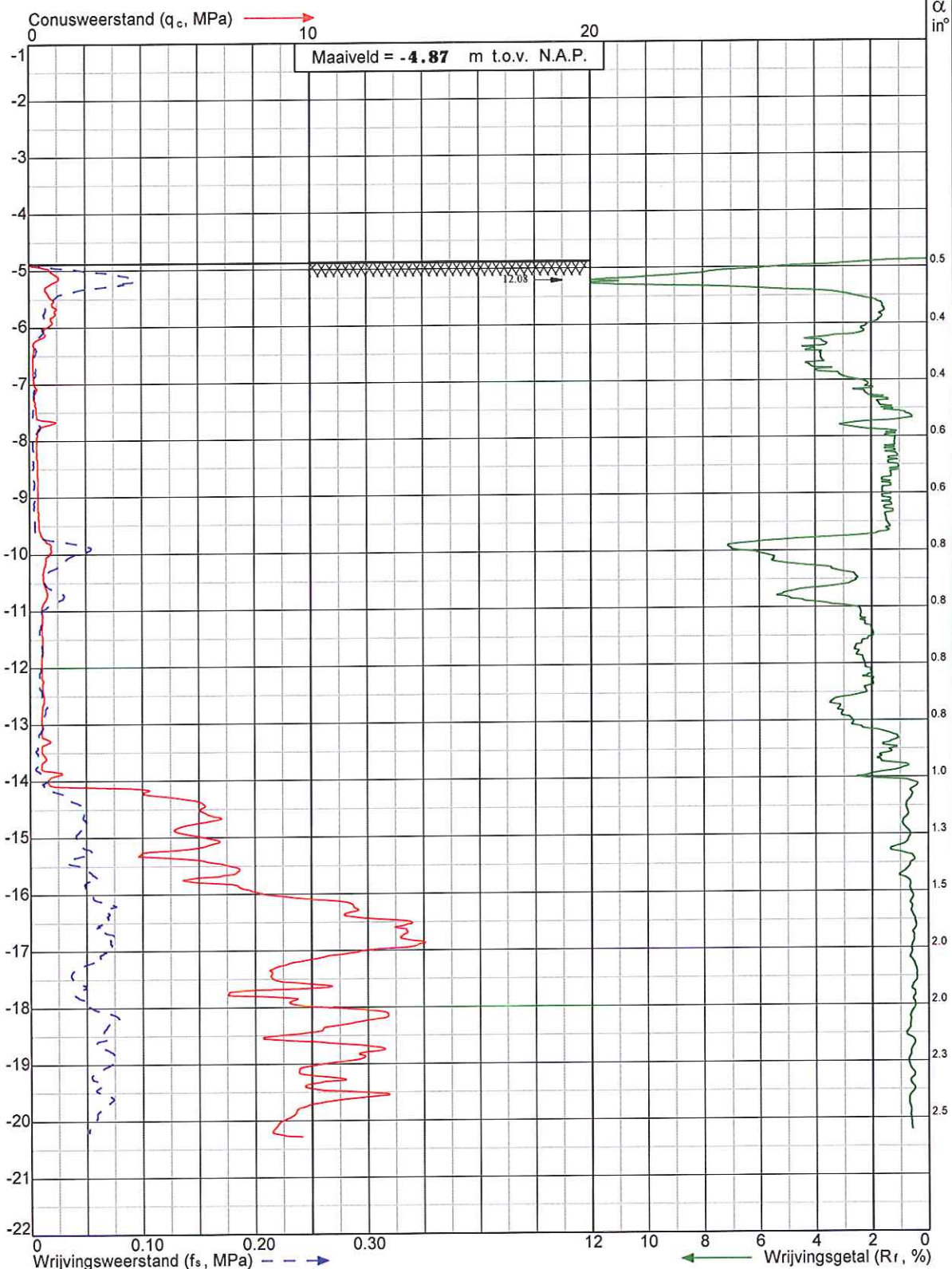
Klasse: 2

Conusserienummer: 061105

Conustype: cilindrisch elektrisch SUB-15

Sondering volgens norm NEN 5140

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



Project: Project aan de Noordersingel
te Berkel en Rodenrijs

Sondering: DKM006



Wiertsema & Partners
RAADGEVEND INGENIEURS



x = 92833

y = 447327

Blad: 1 van 1

Opdr.nr: VN-57523-1

Datum: 28-2-2013



Klasse: 2

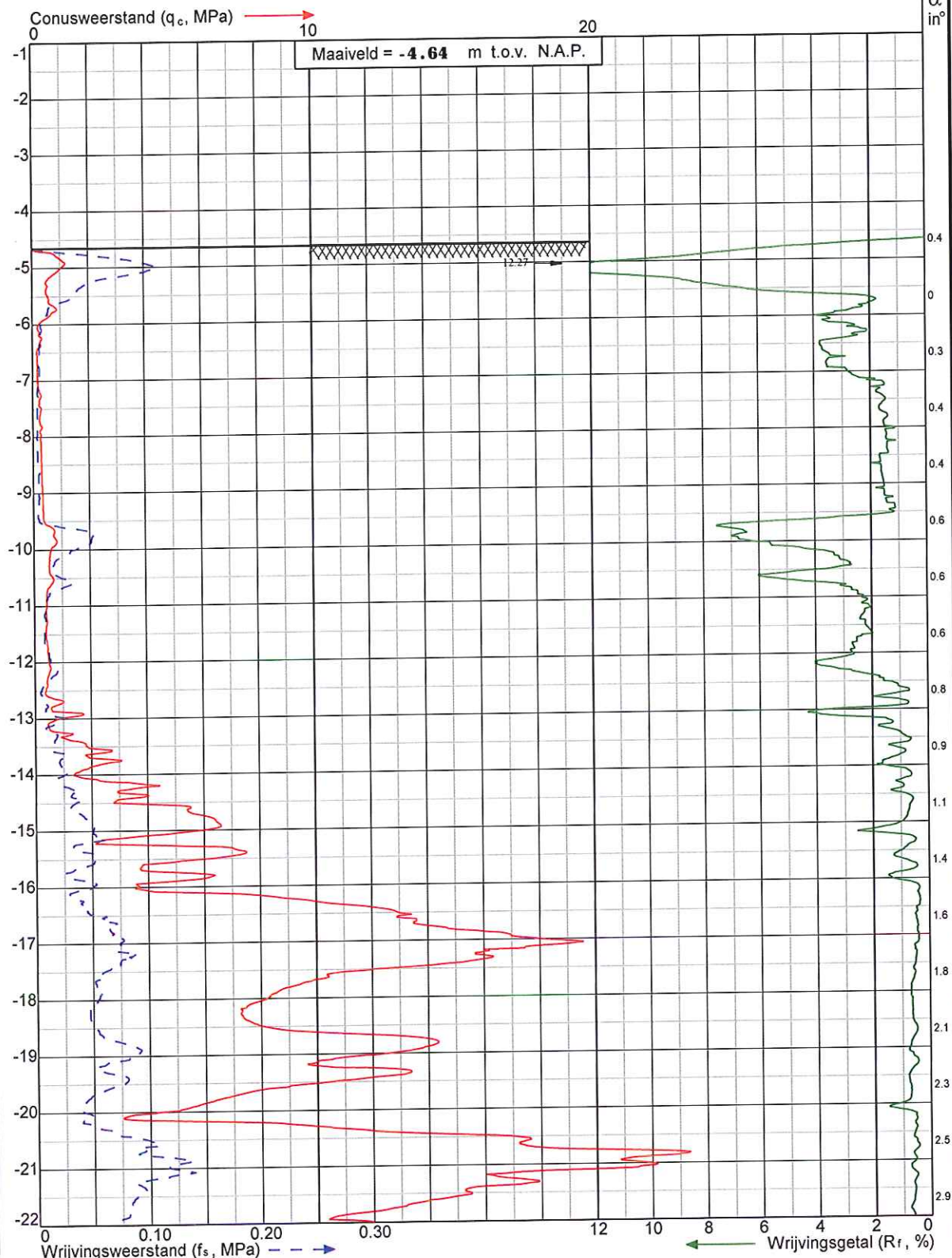
α: Afwijking van de verticaal

Conusserienummer: 061105

Conus type: cilindrisch elektrisch SUB-15

Sondering volgens norm NEN 5140

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



Project: Project aan de Noordersingel
te Berkel en Rodenrijs

Sondering: DKM007



Wiertsema & Partners
RAADGEVEND INGENIEURS



x = 92852

y = 447314

Blad: 1 van 2

Opdr.nr: VN-57523-1

Datum: 28-2-2013



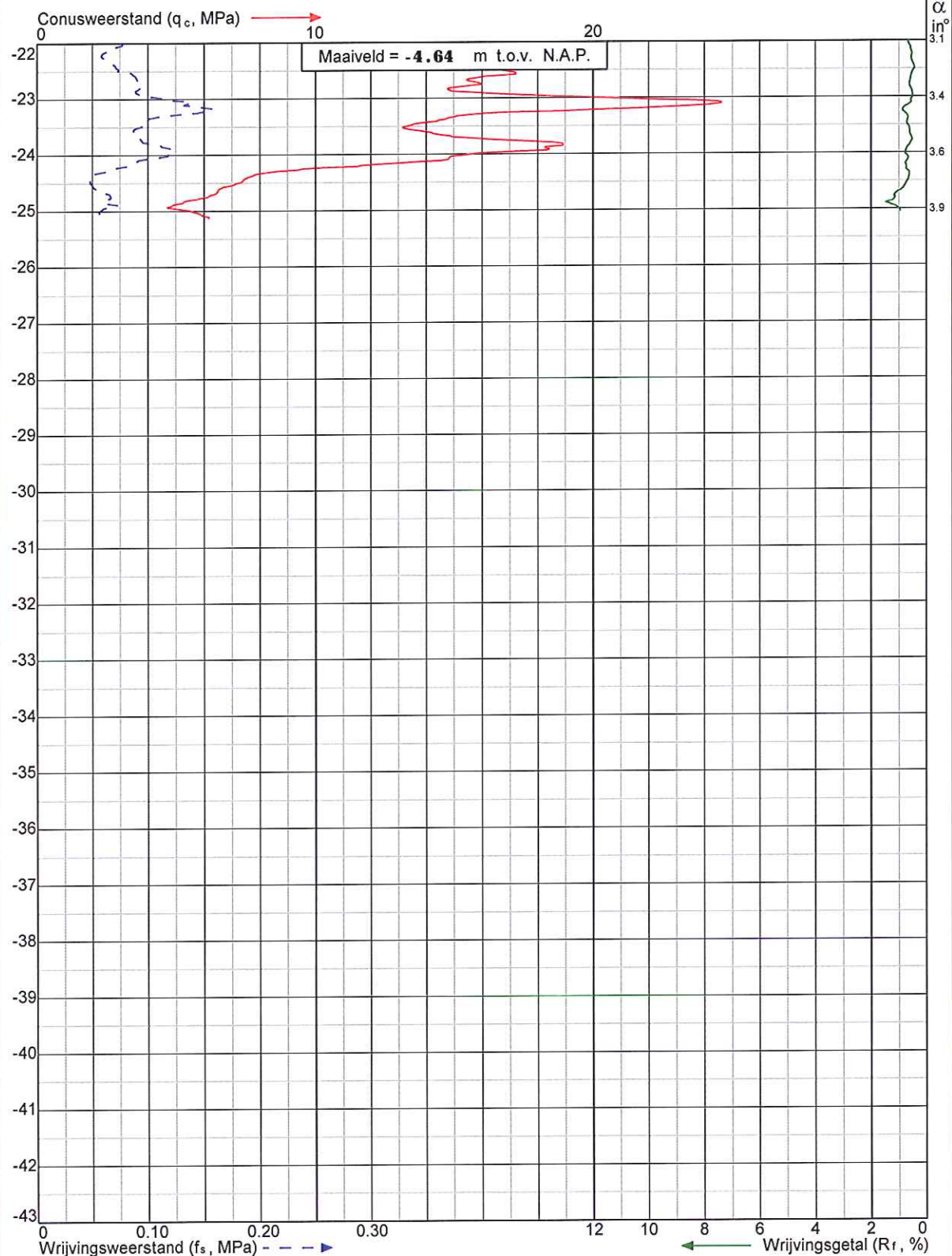
Klasse: 2

Conusserienummer: 061105

Conustype: cilindrisch elektrisch SUB-15

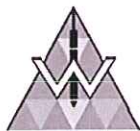
Sondering volgens norm NEN 5140

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



Project: Project aan de Noordersingel
te Berkel en Rodenrijs

Sondering: DKM007



Wiertsema & Partners
RAADGEVEND INGENIEURS



x = 92852

y = 447314

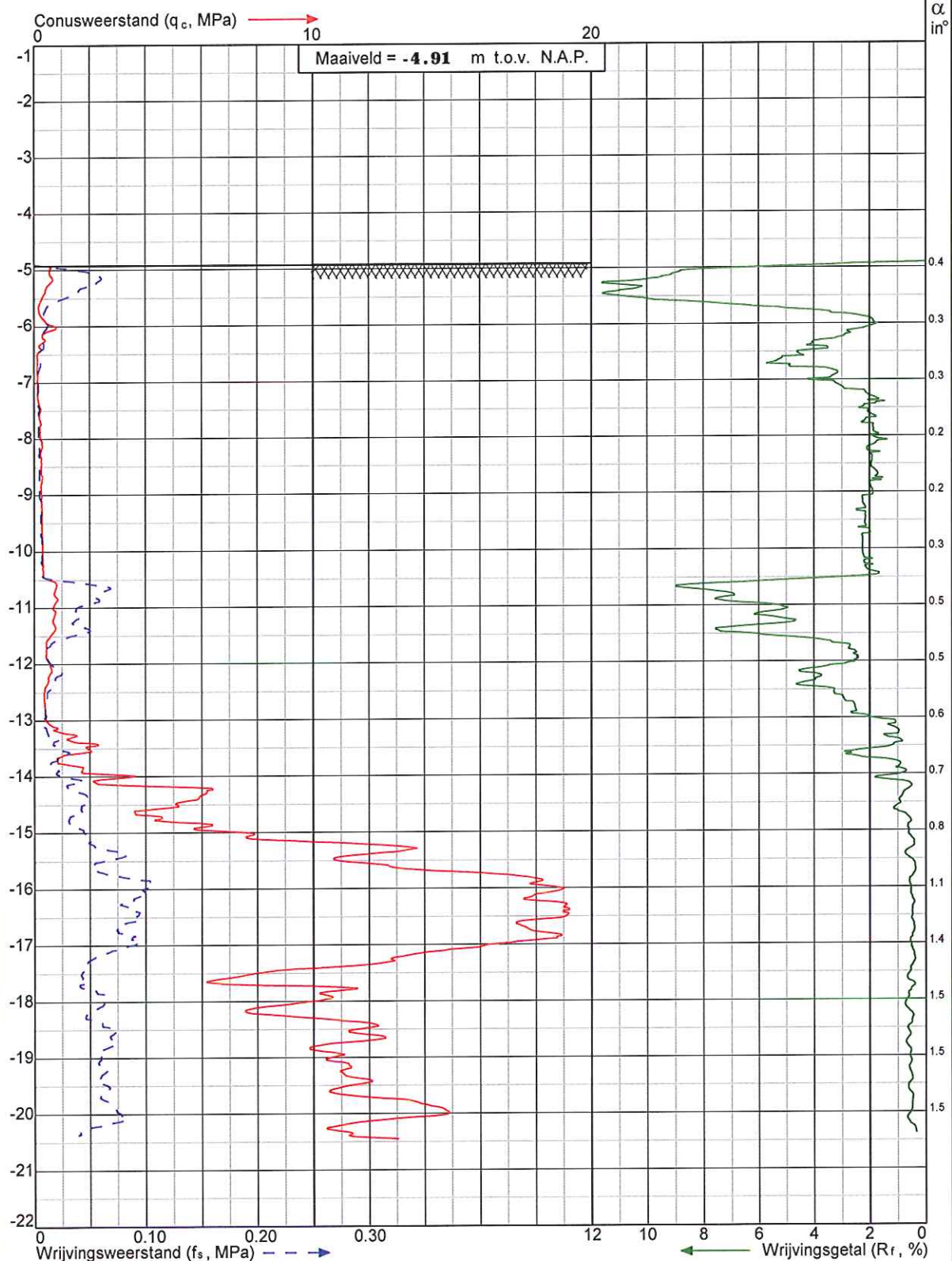
Blad: 2 van 2

Opdr.nr: VN-57523-1

Datum: 28-2-2013

AKKOORD
UITV

Sondering volgens norm NEN 5140
 Conus type: cilindrisch elektrisch SUB-15
 Conusserienummer: 061105
 Klasse: 2
 α : Afwijking van de verticaal
 Diepte in meters ten opzichte van N.A.P.



Project: Project aan de Noordersingel
 te Berkel en Rodenrijs

Sondering: DKM008



Wiertsema & Partners
 RAADGEVEND INGENIEURS



x = 92832
 y = 447277

Blad: 1 van 1

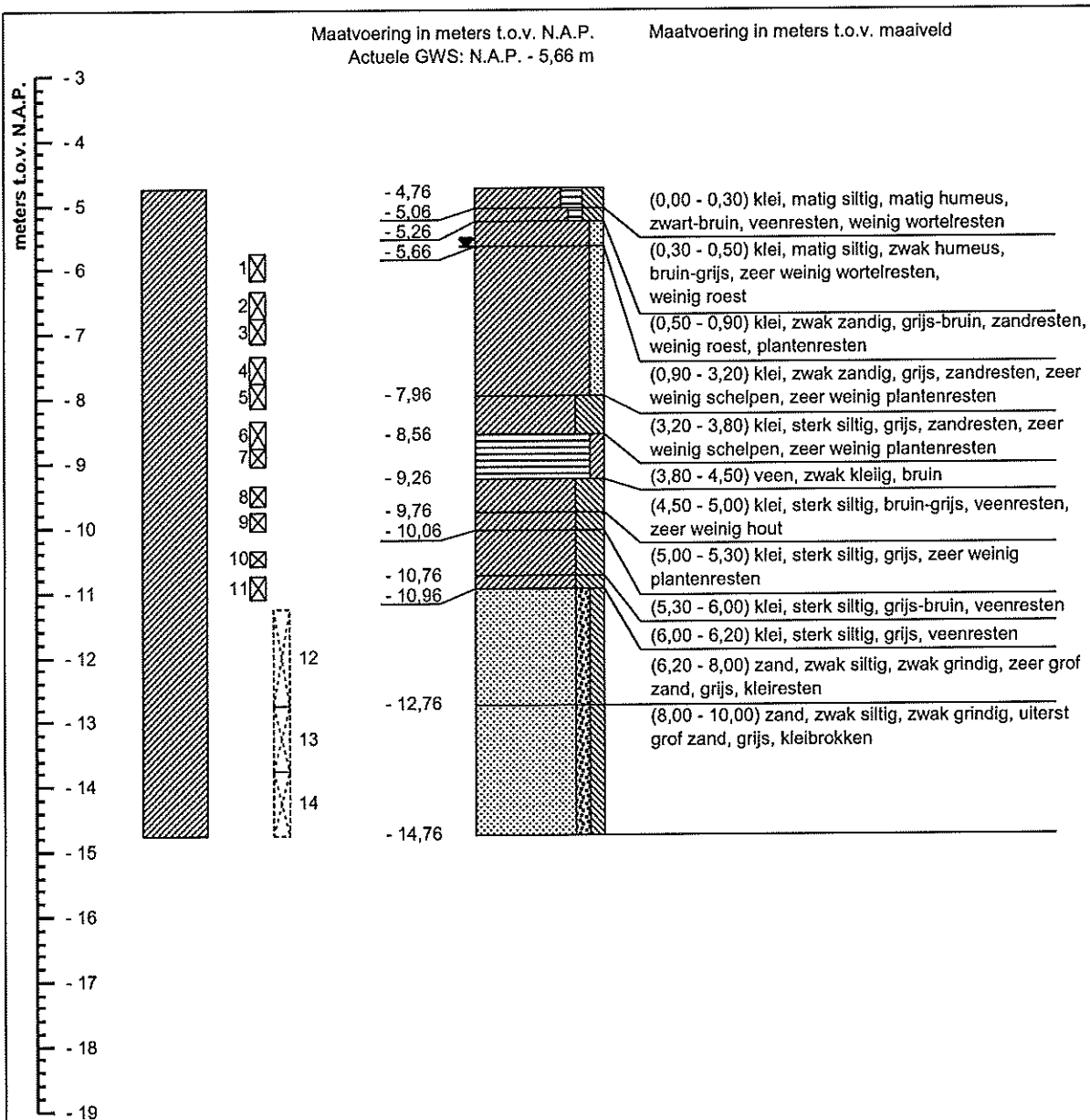
Opdr.nr: VN-57523-1

Datum: 28-2-2013

AKKOORD
 UITV

Bijlage 3





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

Boring conform NEN 5119

Project aan de Noordersingel

Berkel en Rodenrijs

Oranjewoud BV

X = 92 871

Kernboring



Wiertsema & Partners
RAADGEVEND INGENIEURS



Uitgevoerd:
4-3-2013

Blad 1 van 1

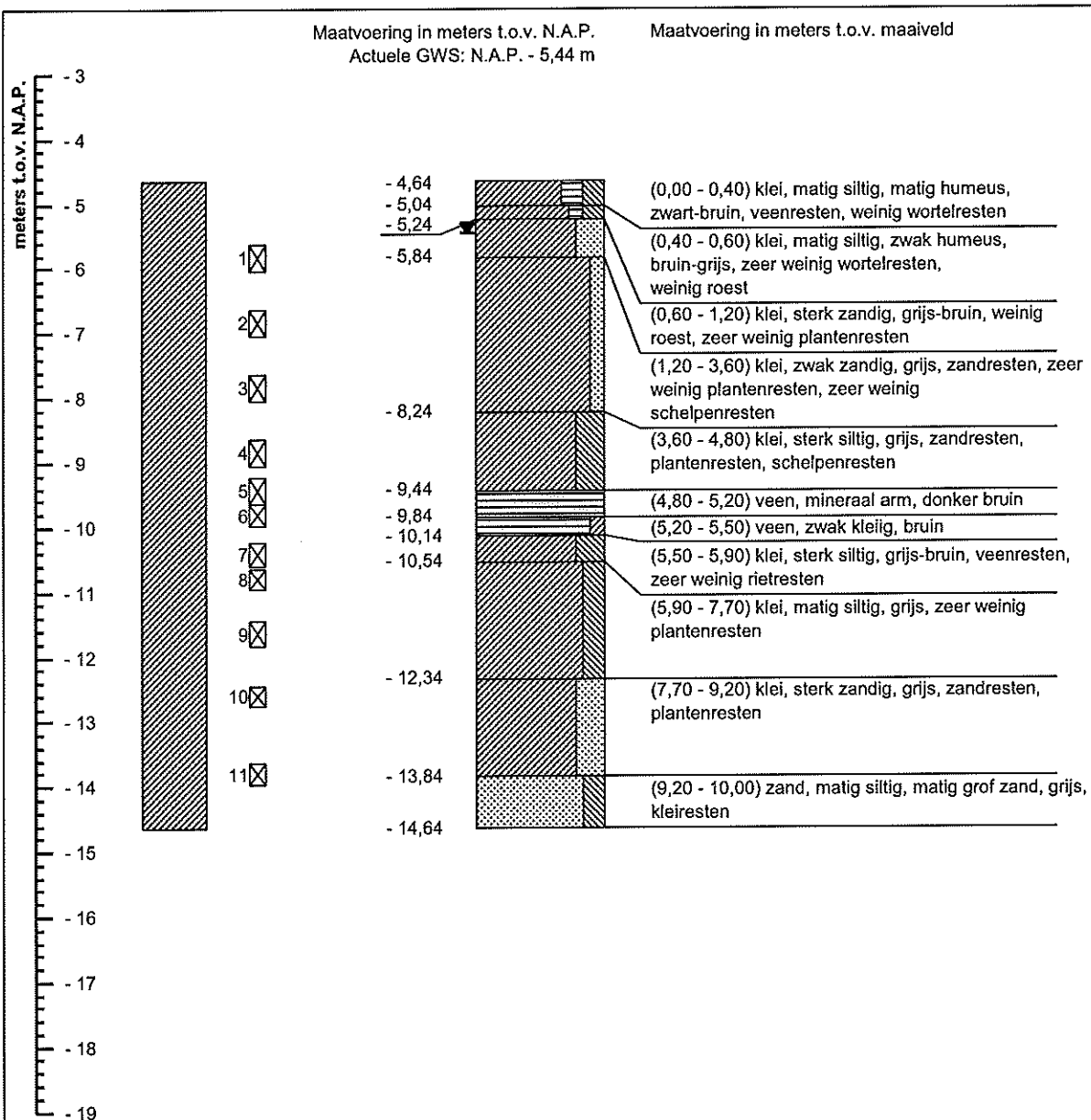
Boormeester: Rob van Delden

Opdrachtnr.: 57523-1

Boornummer:
B001



VN-57523-1-B001.110 & VN-57523-1-B001_CH01.110



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

Boring conform NEN 5119

Project aan de Noordersingel

Berkel en Rodenrijs

Oranjewoud BV

X = 92 852

Pulsboring

Y = 447 314

Boormeester: Rob van Delden



Wiertsema & Partners
RAADGEVEND INGENIEURS



Uitgevoerd:
4-3-2013

Blad 1 van 1

Opdrachtnr.: 57523-1

Boornummer:
B002



VN-57523-1-B002.110 & VN-57523-1-B002_CH01.110

NEN 5104 Grondsoorten

Hoofdgrondsoort / bijmenging

	Grind / grindig
	Zand / zandig
	Leem / siltig
	Klei / kleiig
	Veen / humeus

Niet NEN 5104 hoofdbestanddelen

	Gesloten verharding
	Puin
	Schelpen
	Water
	Overige niet binnen NEN 5104 gedefinieerde hoofdbestanddelen

Geohydrologische gegevens

	Actuele grondwaterstand direct na boren bepaald
	Gemiddeld 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)
DKM001	92.887	447.423	- 4,66
DKM002/ B001	92.871	447.396	- 4,76
DKM003	92.833	447.378	- 4,79
DKM004	92.888	447.362	- 4,59
DKM005	92.872	447.341	- 4,68
DKM006	92.833	447.327	- 4,87
DKM007/ B002	92.852	447.314	- 4,64
DKM008	92.832	447.277	- 4,91

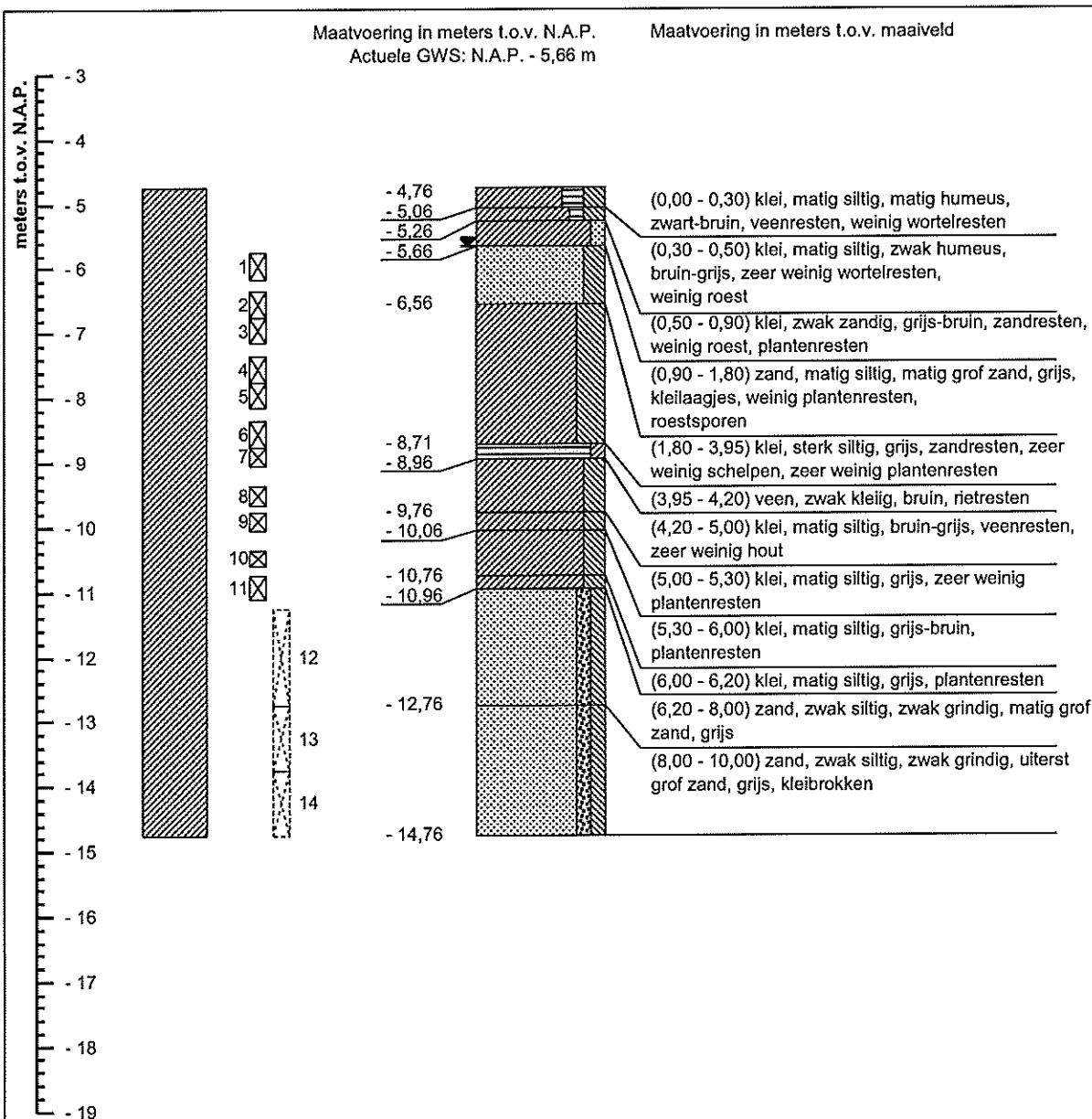


Bijlage 5



Wiertsema & Partners
RAADGEVEND INGENIEURS



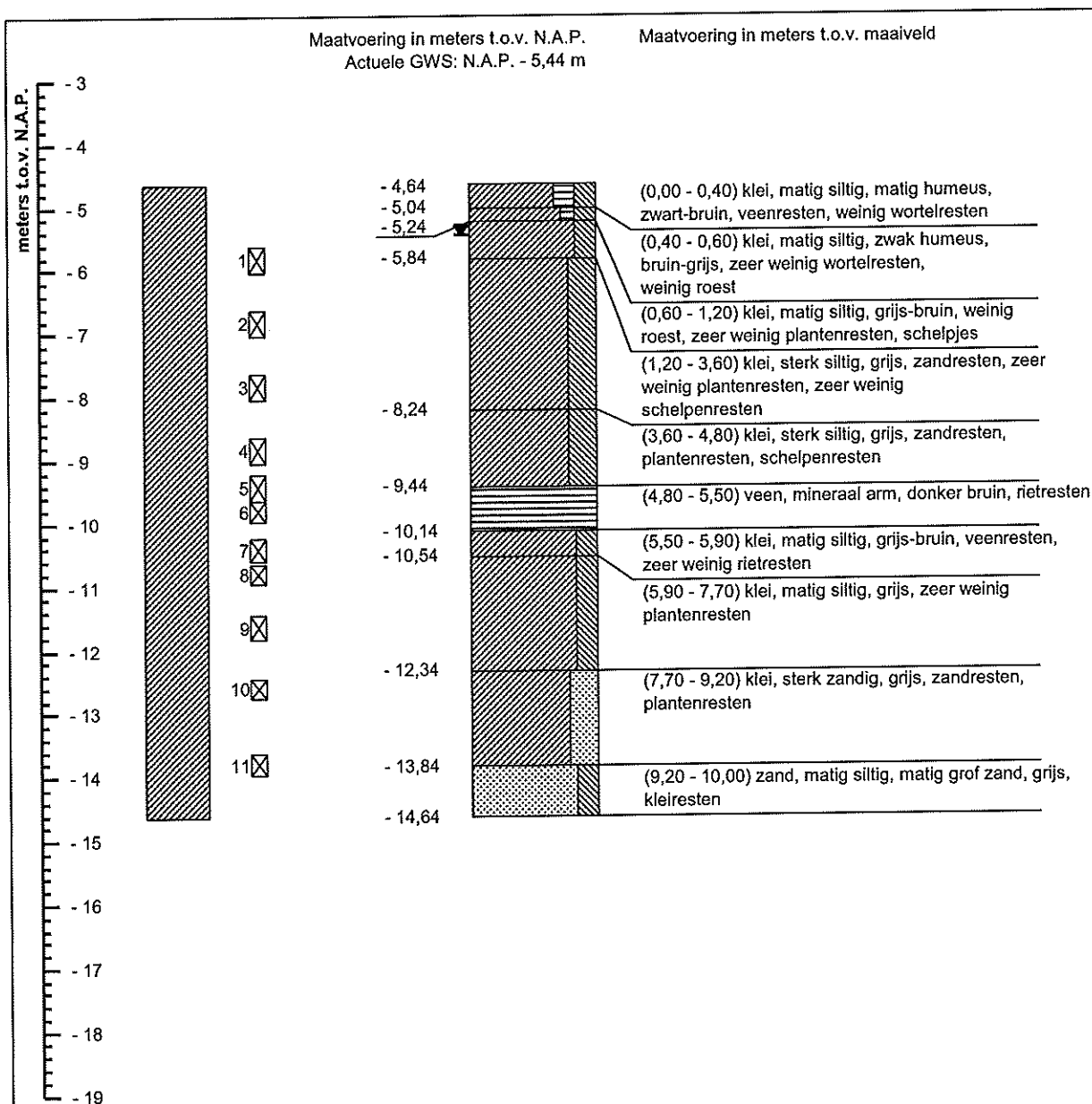


Boring conform NEN 5119

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

Project aan de Noordersingel		Berkel en Rodenrijs	
Oranjewoud BV	X = 92 871	Kernboring	
 Wiertsema & Partners RAADGEVEND INGENIEURS	Y = 447 396	Boormeester: Rob van Delden	
	Uitgevoerd: 4-3-2013	Opdrachtnr.: 57523-1	
	Blad 1 van 1	Boornummer: B001	

VN-57523-1-B001.111 & VN-57523-1-B001_CH01.111



Boring conform NEN 5119

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

Project aan de Noordersingel		Berkel en Rodenrijs	
Oranjewoud BV		X = 92 852	Pulsboring
		Y = 447 314	Boormeester: Rob van Delden
 Wiertsema & Partners RAADGEVEND INGENIEURS		Uitgevoerd: 4-3-2013	Opdrachtnr.: 57523-1
		Blad 1 van 1	Boornummer: B002
			AKKOORD LAB

VN-57523-1-B002.111 & VN-57523-1-B002_CH01.111

NEN 5104 Grondsoorten

Hoofdgrondsoort / bijmenging



Grind / grindig



Zand / zandig



Leem / siltig



Klei / kleilig



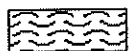
Veen / humeus

Niet NEN 5104 hoofdbestanddelen

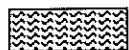
Gesloten verharding



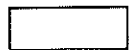
Puin



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
LAB

Bijlage 6



Project omschr.: Project aan de Noordersingel te Berkel en Rodenrijs

Project nummer: VN-57523-1

boring	monster nummer	diepte in m - mv	niveau monster t.o.v. N.A.P.	nat volumegewicht	droog volumegewicht	watergehalte in gewichts percentage	gehandeerde soortelijke massa	poriën getal	poriën volume	watergehalte in volume	verz. graad
				γ_n	γ_{dr}	W_g	ρ	e	n	W_v	S_r
		[m]	[m]	[kN/m ³]	[kN/m ³]	%	[kg/m ³]	[-]	%	%	%
B001	1	1,20	-5,96	18,2	13,3	36,6	2600 *	0,95	48,80	48,76	99,92
B001	2	1,70	-6,46	18,9	14,4	30,8	2600 *	0,80	44,49	44,48	99,98
B001	2	1,90	-6,66	18,0	13,0	38,1	2599 *	0,99	49,80	49,76	99,92
B001	3	2,20	-6,96	18,6	14,1	32,7	2640	0,88	46,76	45,92	98,20
B001	4	2,80	-7,56	17,0	11,5	48,6	2588 *	1,26	55,73	55,72	99,98
B001	5	3,20	-7,96	17,6	12,3	42,8	2596 *	1,11	52,60	52,60	100,00
B001	6	3,80	-8,56	17,2	11,7	46,8	2591 *	1,21	54,81	54,80	99,98
B001	6	3,95	-8,71	10,4	1,8	477,7	1660 *	8,24	89,18	85,80	96,21
B001	7	4,05	-8,81	11,1	2,8	293,3	1859	5,61	84,87	82,48	97,18
B001	7	4,20	-8,96	13,2	5,7	132,2	2290 *	3,03	75,18	75,16	99,97
B001	8	4,75	-9,51	13,8	6,6	109,7	2374 *	2,61	72,33	72,08	99,65
B001	9	5,15	-9,91	15,2	8,7	75,2	2512 *	1,89	65,40	65,40	100,00
B001	10	5,70	-10,46	14,5	7,7	89,5	2443	2,18	68,57	68,72	100,21

* 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



Project omschr.: Project aan de Noordersingel te Berkel en Rodenrijs

Project nummer: VN-57523-1

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
				γ_n	γ_{dr}	W_g	ρ	e	n	W_v	S_r
		[m]	[m]	[kN/m ³]	[kN/m ³]	%	[kg/m ³]	[-]	%	%	%
B002	1	1,20	-5,84	18,7	14,1	32,3	2601 *	0,84	45,78	45,56	99,51
B002	2	2,20	-6,84	17,1	11,6	47,9	2626	1,27	55,98	55,32	98,82
B002	3	3,20	-7,84	17,8	12,8	39,8	2598 *	1,04	50,87	50,84	99,93
B002	4	4,20	-8,84	15,8	9,6	64,8	2548 *	1,65	62,30	62,28	99,96
B002	5	4,75	-9,39	15,8	9,5	65,7	2545 *	1,67	62,59	62,56	99,95
B002	5	4,95	-9,59	10,1	1,9	425,4	1655 *	7,62	88,40	81,68	92,40
B002	6	5,15	-9,79	10,5	2,3	354,6	1622	6,05	85,82	81,56	95,04
B002	7	5,80	-10,44	13,9	6,7	106,4	2389 *	2,54	71,78	71,76	99,98
B002	8	6,15	-10,79	16,6	10,8	53,5	2578 *	1,38	57,99	57,96	99,95
B002	9	6,95	-11,59	16,8	11,2	50,8	2617	1,34	57,29	56,72	99,01
B002	10	8,00	-12,64	18,2	13,4	36,3	2600 *	0,94	48,55	48,52	99,93

* 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

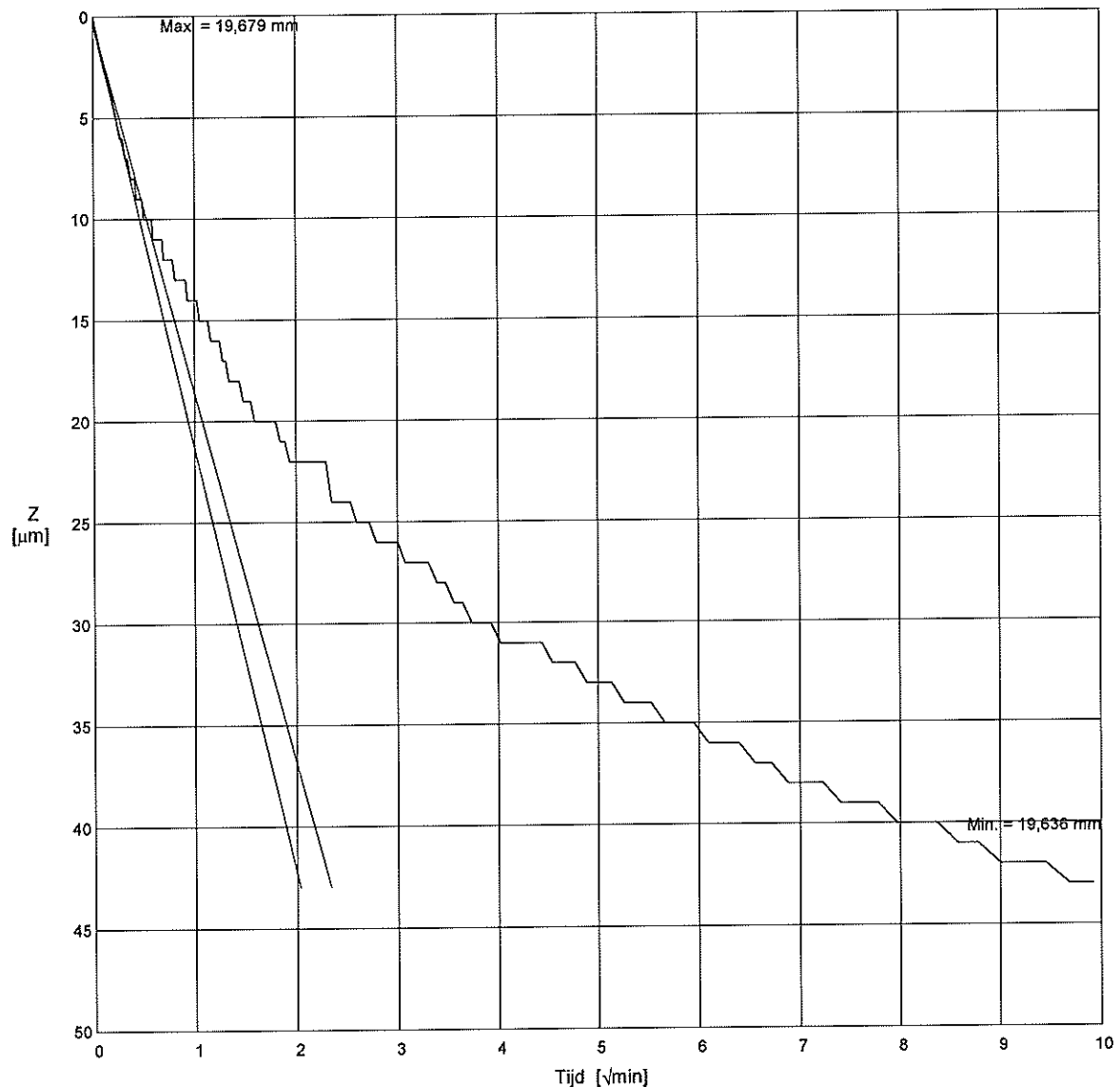


Bijlage 7



Wiertsema & Partners
RAADGEVEND INGENIEURS





Trap3
Belasting van 15,01 kPa naar 22,21 kPa

$C_{v,10} = 4,629E-06 \text{ [m}^2/\text{s]}$
 $m_v = 6,823E-02 \text{ [1/MPa]}$
 $k_{10} = 3,097E-09 \text{ [m/s]}$

Boring : B-1
 Busnummer : 3
 Monsterdiepte : N.A.P. -6,91 m
 Grondsoort : Klei, sterk siltig, zandlaagjes, schelpjes, grijs
 Beproeversperiode : 13-03-19 tot 13-03-26
 Staat monster : ongeroerd
 Preparatiemethode : overgeschoven
 Beproeversomgeving : nat
 Temperatuur : 20°C
 Proefstukdiameter : 64,99 mm
 Bijzonderheden : geen

Verzadigingsgraad, begin / eind proef : 101 / 106 %
 Vochtgehalte, begin / eind proef : 34 / 35 % m/m
 Volumieke massa nat, begin / eind proef : 1880 / 1908 kg/m³
 Volumieke massa droog, begin / eind proef : 1406 / 1417 kg/m³
 Volumieke massa vaste delen grond : 2640 kg/m³



Wiertsema & Partners
 RAADGEVEND INGENIEURS

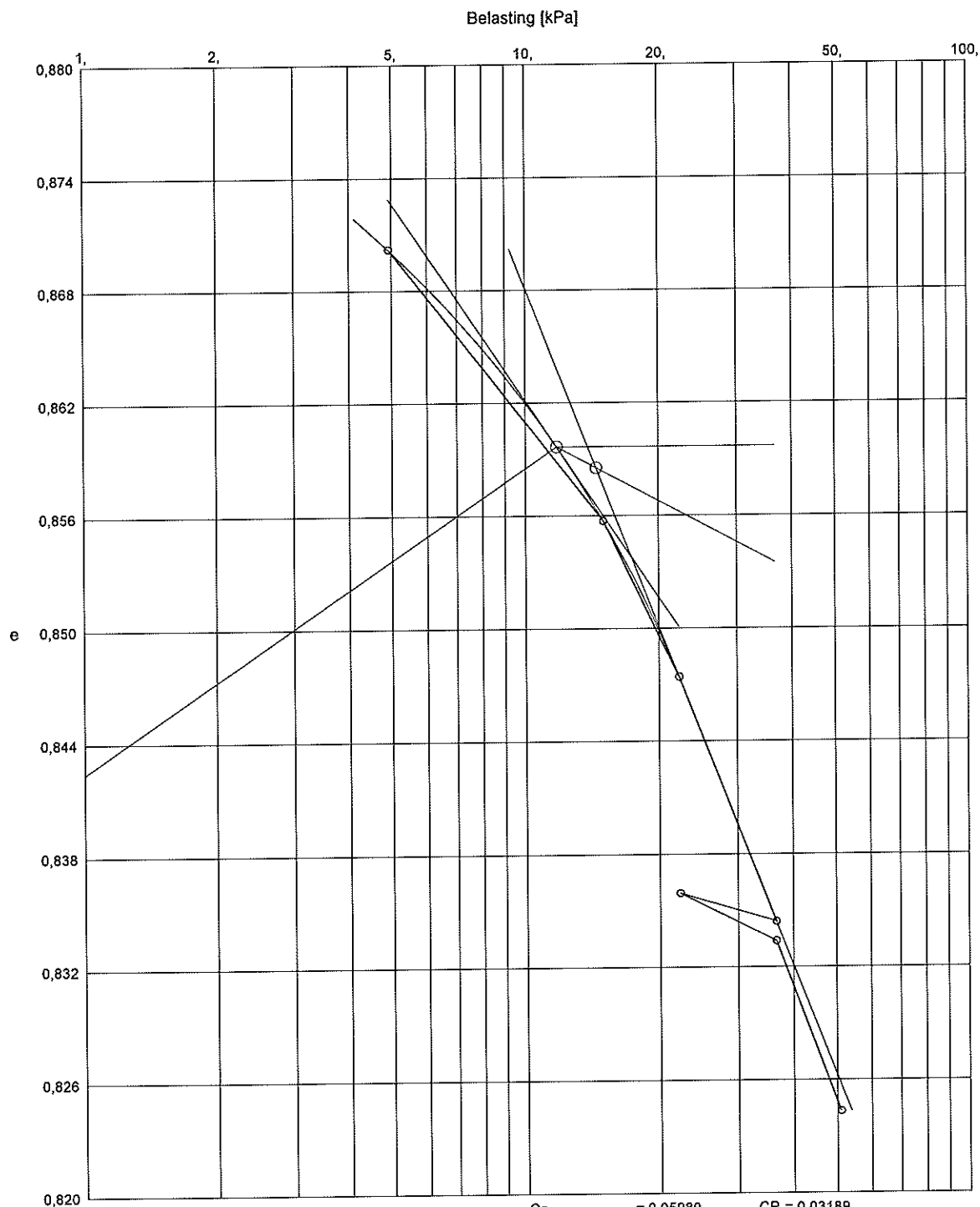


Project aan de Noordersingel te Berkel en Rodenrijs

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

GEOTECHNISCH LABORATORIUM

AKKOORD
LAB



C_c = 0,05989 CR = 0,03189
 P_g = 14,49 kPa
 $C_c(sw)1$ = 0,00694 SR = 0,00370
 $C_c(r)1$ = 0,01172 RR = 0,00624

Boring : B-1
 Busnummer : 3
 Monsterdiepte : N.A.P. -6.91 m
 Grondsoort : Klei, sterk siltig, zandlaagjes, schelpjes, grijs
 Beproeversperiode : 13-03-19 tot 13-03-26
 Staat monster : ongeroerd
 Preparatiemethode : overgeschoven
 Beproeversomgeving : nat
 Temperatuur : 20°C
 Proefstukdiameter : 64,99 mm
 Bijzonderheden : geen

Verzadigingsgraad, begin / eind proef : 101 / 106 %
 Vochtgehalte, begin / eind proef : 34 / 35 % m/m
 Volumieke massa nat, begin / eind proef : 1880 / 1908 kg/m³
 Volumieke massa droog, begin / eind proef : 1406 / 1417 kg/m³
 Volumieke massa vaste delen grond : 2640 kg/m³



Wiertsema & Partners
 RAADGEVEND INGENIEURS



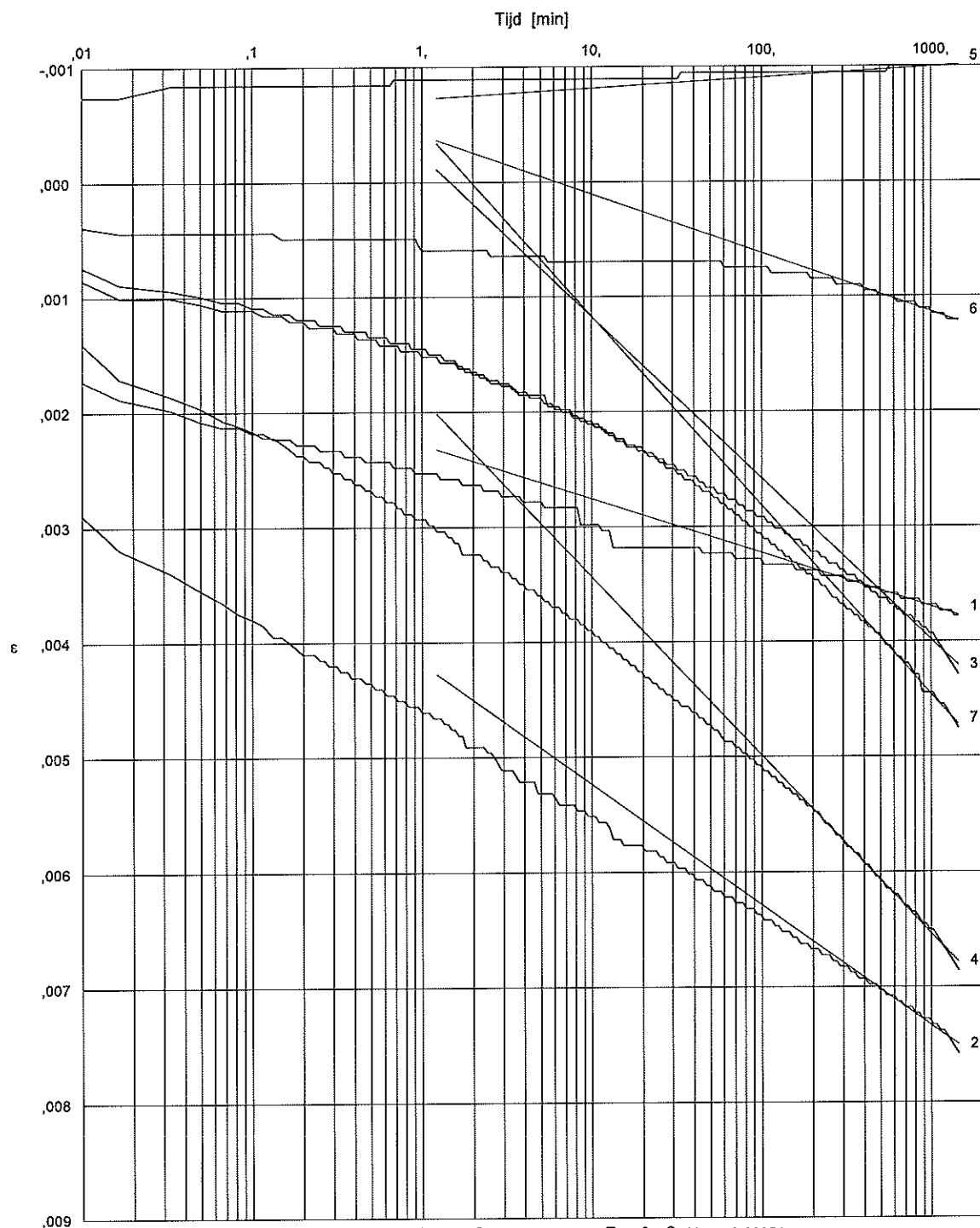
Project aan de Noordersingel te Berkel en Rodenrijs

Primaire samendrukkingsindex en grensspanning (NEN 5118)

GEOTECHNISCH LABORATORIUM

AKKOORD

LAB



Trap 1 : $C\alpha$ = 0,00047 Trap 6 : $C\alpha(r)$ = 0,00051
 Trap 2 : $C\alpha$ = 0,00105 Trap 7 : $C\alpha$ = 0,00164
 Trap 3 : $C\alpha$ = 0,00141
 Trap 4 : $C\alpha$ = 0,00155
 Trap 5 : $C\alpha(sw)$ = -0,00009

Boring : B-1
 Busnummer : 3
 Monstriediepte : N.A.P. -6,91 m
 Grondsoort : Klei, sterk siltig, zandlaagjes, schelpjes, grijs
 Beproeversperiode : 13-03-19 tot 13-03-26
 Staat monster : ongeroerd
 Preparatiemethode : overgeschoven
 Beproeversomgeving : nat
 Temperatuur : 20°C
 Proefstukdiameter : 64,99 mm
 Bijzonderheden : geen

Verzadigingsgraad, begin / eind proef : 101 / 106 %
 Vochtgehalte, begin / eind proef : 34 / 35 % m/m
 Volumieke massa nat, begin / eind proef : 1880 / 1908 kg/m³
 Volumieke massa droog, begin / eind proef : 1406 / 1417 kg/m³
 Volumieke massa vaste delen grond : 2640 kg/m³



Wiertsema & Partners
 RAADGEVEND INGENIEURS

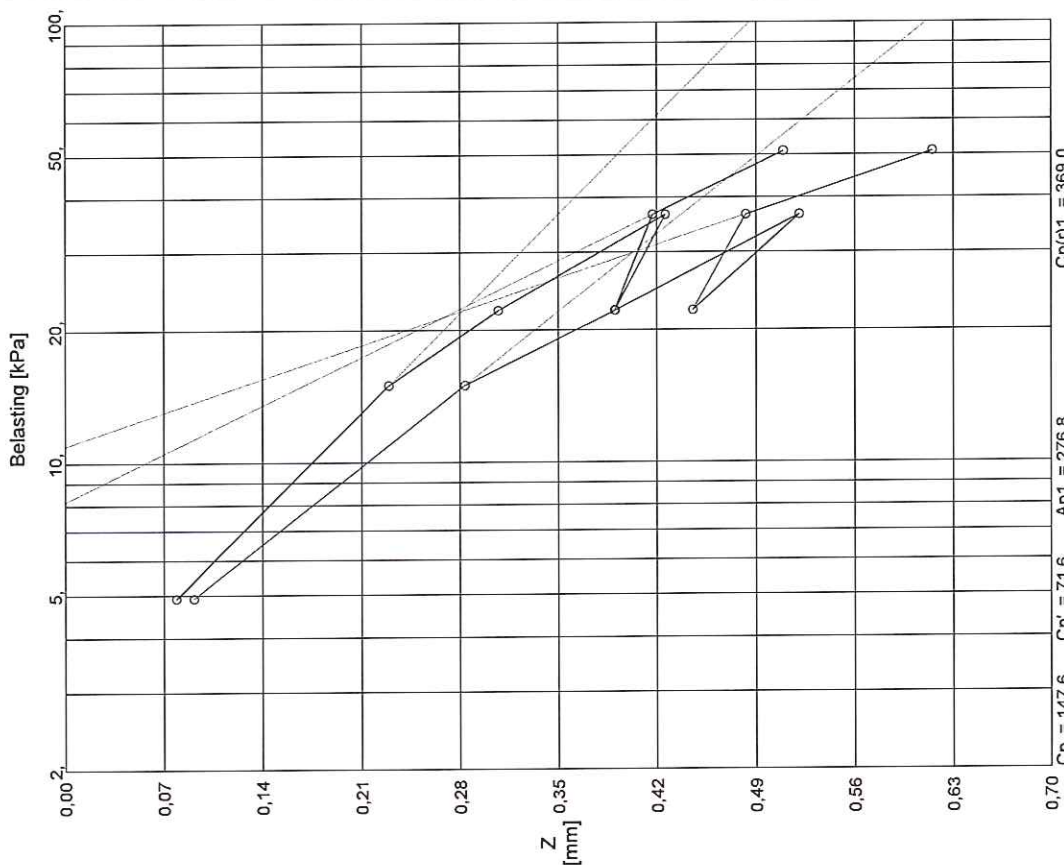
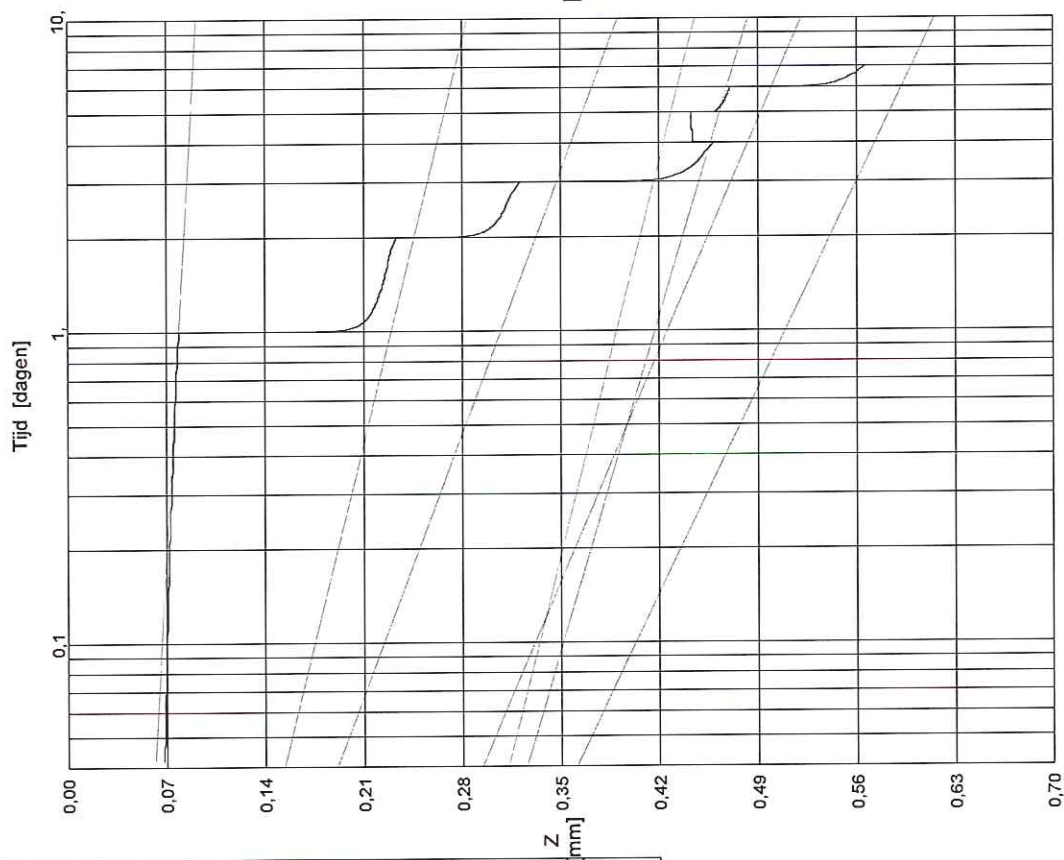


Project aan de Noordersingel te Berkel en Rodenrijs

Secundaire samendrukkingsindex (NEN 5118)

GEOTECHNISCH LABORATORIUM

AKKOORD
LAB



$C_p = 147.6$ $C_p' = 71.6$ $A_{p1} = 276.8$ $C_p(r)1 = 369.0$
 $C_s = 528.7$ $C_s' = 163.7$ $A_{s1} = 254.8$ $C_s(r)1 = 986.4$
 $C = 69.7$ $C' = 26.04$ $A1 = 51.8$ $C(r)1 = 147.8$
 $P_g = 25.45 \text{ kPa}$

Verzamingsgraad, begin / eind proef : 101 / 106 %
 Vochtgehalte, begin / eind proef : 34 / 35 % m/m
 Volumieke massa nat, begin / eind proef : 1880 / 1908 kg/m³
 Volumieke massa droog, begin / eind proef : 1406 / 1417 kg/m³
 Volumieke massa vaste delen grond : 2640 kg/m³

Boring : B-1
 Busnummer : 3
 Monsterdiepte : N.A.P. -6.91 m
 Staat monster : ongeroerd
 Beproeversperiode : 13-03-19 tot 13-03-26
 Bijzonderheden : geen

Preparatiemethode : overgeschoven
 Beproeversomgeving : nat
 Temperatuur : 20°C
 Proefstukdiameter : 64.99 mm
 Grondsoort : Klei, sterk siltig, zandlaagjes, schelpjes, grijs



Wiertsema & Partners
 RAADGEVEND INGENIEURS



Project aan de Noordersingel te Berkel en Rodenrijs

Samendrukkingsconstanten vlg. Koppejan

GEOTECHNISCH LABORATORIUM



Opdrachtnummer : VN-57523-1
 Boring : B-1
 Bus : 3
 Diepte monster : N.A.P. -6.91 m
 Grondsoort : Klei, sterk siltig, zandlaagjes, schelpjes, grijs
 Diameter monster: 64,99 mm ; Initiele hoogte: 19,93 mm

Trap Cv,10 [m2/s] k10 [m/s] Mv [1/MPa] wortel(tijd) methode
 3 4,63E-06 3,10E-09 6,82E-02

e0 = 0,878
 Trap 1: e = 0,870
 Trap 2: e = 0,856
 Trap 3: e = 0,847
 Trap 4: e = 0,834
 Trap 5: e = 0,836
 Trap 6: e = 0,833
 Trap 7: e = 0,824

Angelsaksische/NEN methode		a, b, c-isotachenmodel	
via poriëngetal		via lineaire rek	
Trap 1-2:		a = 0,00699	
Trap 2-3: Cc	= 0,04871	b = 0,01143	
Trap 3-4: Cc	= 0,05989	b = 0,01413	
Trap 4-5: Cc(sw)	= 0,00694	SR = 0,00370	
Trap 5-6: Cc(r)	= 0,01172	RR = 0,00624	a = 0,00277
Trap 6-7: Cc	= 0,06278	CR = 0,03343	b = 0,01491

Cc (NEN 5118): 0,05989 Index-Pg: 14,494 kPa

Trap 1: C-alpha	= 0,00047	c = 0,00020
Trap 2: C-alpha	= 0,00105	c = 0,00042
Trap 3: C-alpha	= 0,00141	c = 0,00059
Trap 4: C-alpha	= 0,00155	c = 0,00067
Trap 5: C-alpha(sw)	= -0,00009	c = -0,00004
Trap 6: C-alpha(r)	= 0,00051	c = 0,00022
Trap 7: C-alpha	= 0,00164	c = 0,00071

Procentuele zakking dH/H [%]				
dP [kPa]	10-dagen	100-dagen	1000-dagen	10000-dagen
4,925	0,457	0,519	0,580	0,642
15,006	1,423	1,695	1,968	2,240
22,206	1,960	2,378	2,796	3,214
36,608	2,613	3,088	3,563	4,039
22,206	2,236	2,514	2,793	3,072
36,608	2,422	2,751	3,081	3,410
51,009	3,088	3,620	4,153	4,684

Trap 2 - 3	Cp = 147,6	Cs = 528,7	C = 69,7	Pg = 26,45 kPa
Trap 3 - 4	Cp' = 100,3	Cs' = 227,2	C' = 36,26	
Trap 6 - 7	Cp' = 83,9	Cs' = 585,1	C' = 53,30	
	Cp' = 71,6	Cs' = 163,7	C' = 26,04	
Trap 4 - 5	Ap = 276,8	As = 254,8	A = 51,8	
Trap 5 - 6	Cp(r) = 369,0	Cs(r) = 986,4	C(r) = 147,8	



Wiertsema & Partners
 RAADGEVEND INGENIEURS

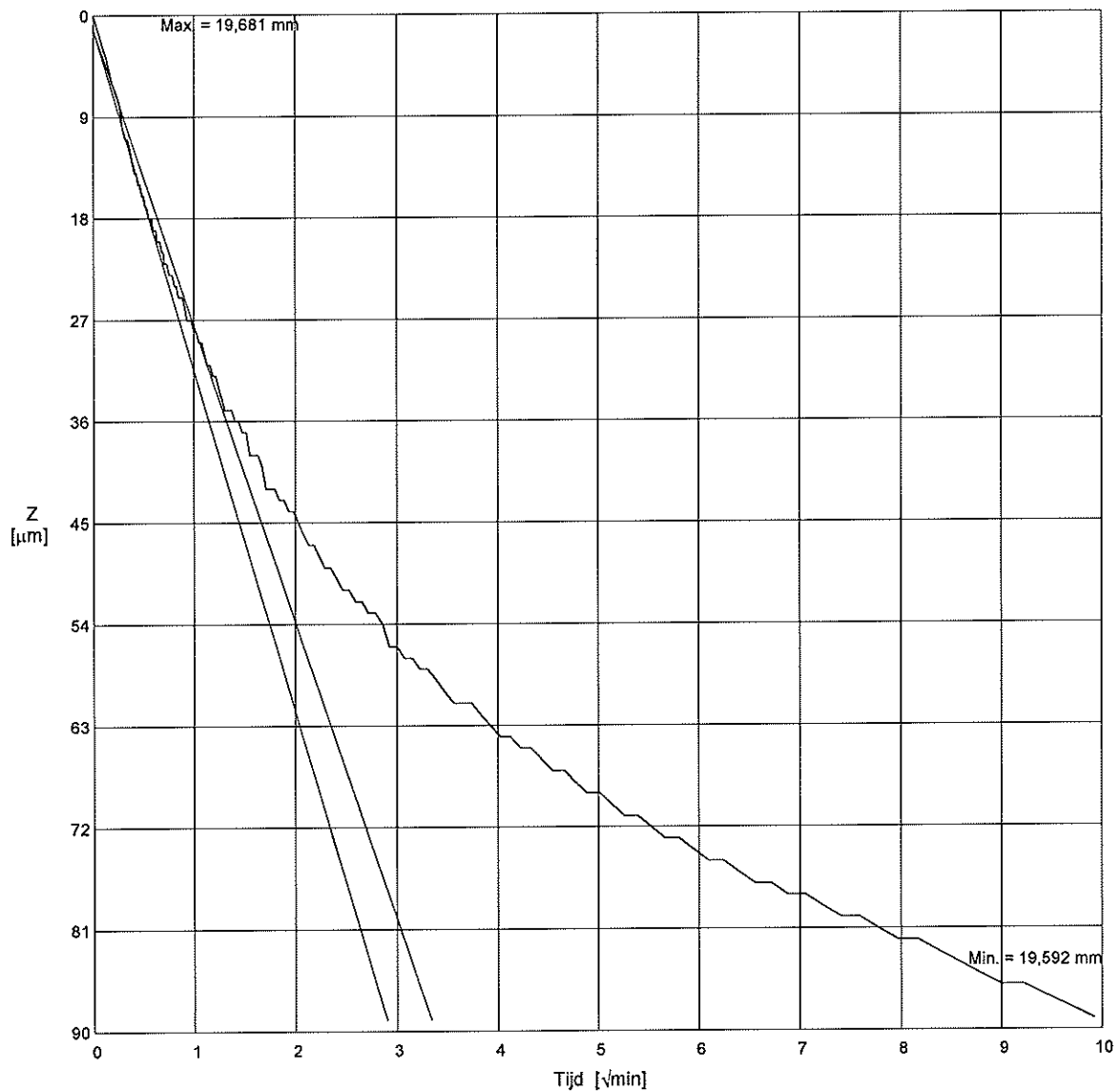


Project aan de Noordersingel te Berkel en Rodenrijs

Samendrukkingsproef; Bus: 3; Boring: B-1

GEOTECHNISCH LABORATORIUM

AKKOORD
LAB



Trap3
Belasting van 19,78 kPa naar 30,09 kPa

$C_{v,10} = 1,027E-06 \text{ [m}^2/\text{s]}$
 $m_v = 1,468E-01 \text{ [1/MPa]}$
 $k_{10} = 1,478E-09 \text{ [m/s]}$

Boring : B-1
Busnummer : 7
Monsterdiepte : N.A.P. -8.81 m
Grondsoort : Veën, zwak kleig, rietresten, donkerbruin
Beproeversperiode : 13-03-19 tot 13-03-27
Staat monster : ongeroerd
Preparatiemethode : overgeschoven
Beproeversomgeving : nat
Temperatuur : 20°C
Proefstukdiameter : 65,02 mm
Bijzonderheden : geen

Verzadigingsgraad, begin / eind proef : 97 / 106 %
Vochtgehalte, begin / eind proef : 293 / 342 % m/m
Volumieke massa nat, begin / eind proef : 1106 / 1173 kg/m³
Volumieke massa droog, begin / eind proef : 281 / 265 kg/m³
Volumieke massa vaste delen grond : 1859 kg/m³



Wiertsema & Partners
RAADGEVEND INGENIEURS

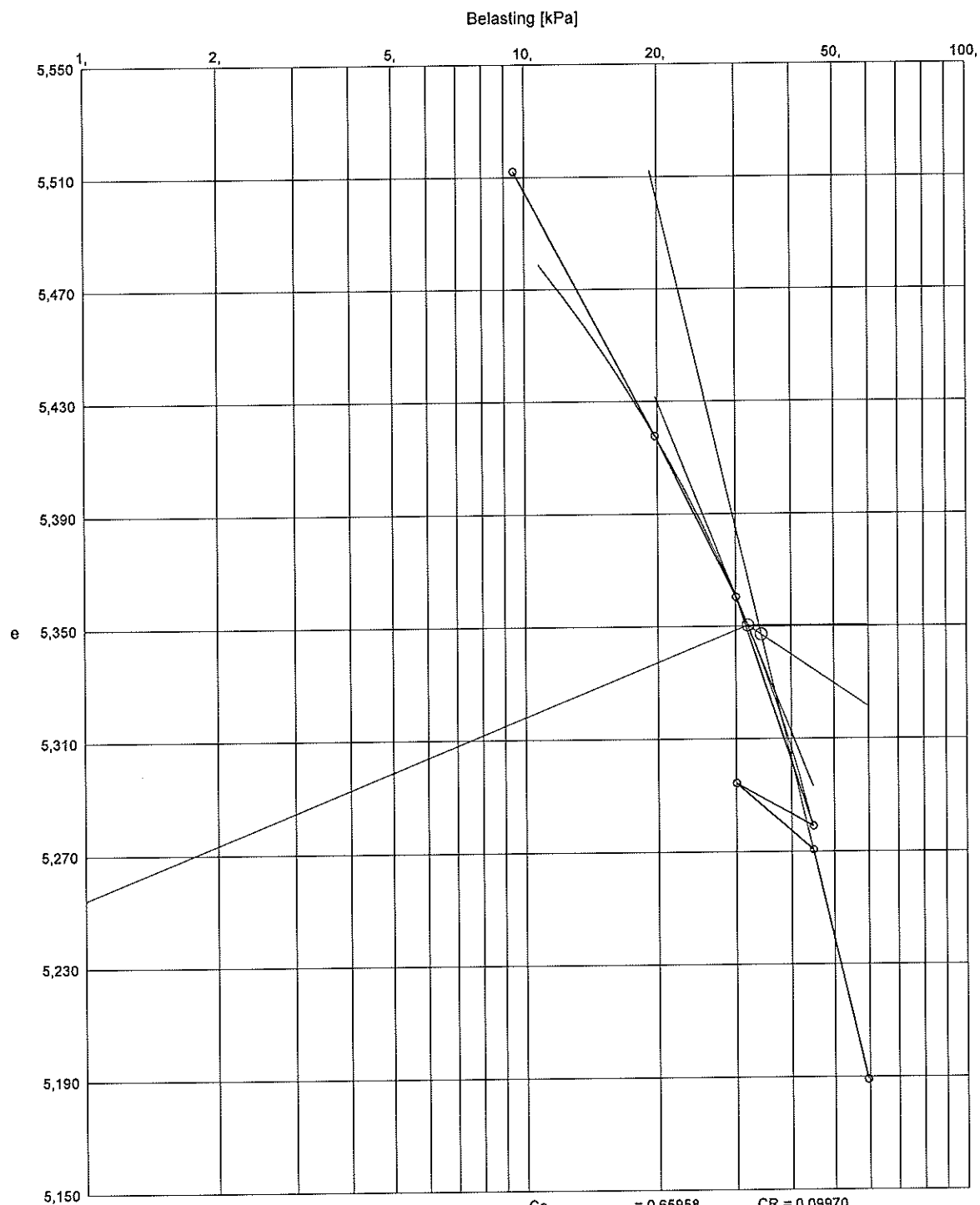


Project aan de Noordersingel te Berkel en Rodenrijs

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

GEOTECHNISCH LABORATORIUM

AKKOORD
LAB



$C_c = 0,65958$
 $P_g = 34,31 \text{ kPa}$
 $C_c(s_w)1 = 0,08844$
 $C_c(r)1 = 0,13736$

$CR = 0,09970$
 $SR = 0,01337$
 $RR = 0,02076$

Boring : B-1
 Busnummer : 7
 Monsterdiepte : N.A.P. -8,81 m
 Grondsoort : Veen, zwak kleilig, rietresten, donkerbruin
 Beproeversperiode : 13-03-19 tot 13-03-27
 Staat monster : ongeroerd
 Preparatiemethode : overgeschoven
 Beproeversomgeving : nat
 Temperatuur : 20°C
 Proefstukdiameter : 65,02 mm
 Bijzonderheden : geen

Verzadigingsgraad, begin / eind proef : 97 / 106 %
 Vochtgehalte, begin / eind proef : 293 / 342 % m/m
 Volumieke massa nat, begin / eind proef : 1106 / 1173 kg/m³
 Volumieke massa droog, begin / eind proef : 281 / 265 kg/m³
 Volumieke massa vaste delen grond : 1859 kg/m³



Wiertsema & Partners
 RAADGEVEND INGENIEURS



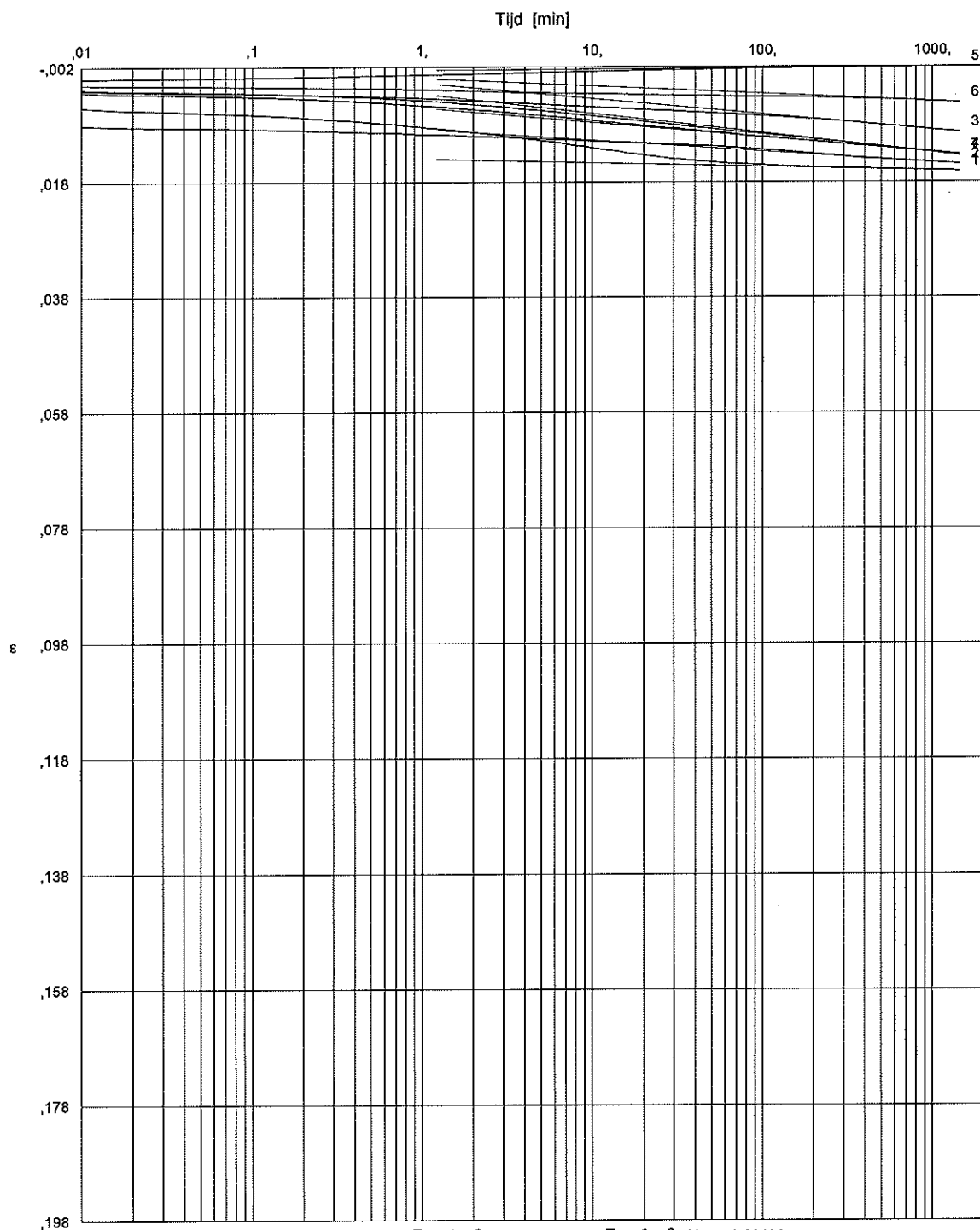
Project aan de Noordersingel te Berkel en Rodenrijs

Primaire samendrukkingsindex en grensspanning (NEN 5118)

GEOTECHNISCH LABORATORIUM

AKKOORD

LAB



Trap 1 : C_α = 0,00068 Trap 6 : $C_\alpha(r)$ = 0,00138
 Trap 2 : C_α = 0,00195 Trap 7 : C_α = 0,00342
 Trap 3 : C_α = 0,00273
 Trap 4 : C_α = 0,00258
 Trap 5 : $C_\alpha(sw)$ = -0,00016

Boring : B-1
 Busnummer : 7
 Monsterdiepte : N.A.P. -8.81 m
 Grondsoort : Veen, zwak kleig, rietresten, donkerbruin
 Beproeversperiode : 13-03-19 tot 13-03-27
 Staat monster : ongeroerd
 Preparatiemethode : overgeschoven
 Beproeversomgeving : nat
 Temperatuur : 20°C
 Proefstukdiameter : 65,02 mm
 Bijzonderheden : geen

Verzadigingsgraad, begin / eind proef : 97 / 106 %
 Vochtgehalte, begin / eind proef : 293 / 342 % m/m
 Volumieke massa nat, begin / eind proef : 1106 / 1173 kg/m³
 Volumieke massa droog, begin / eind proef : 281 / 265 kg/m³
 Volumieke massa vaste delen grond : 1859 kg/m³



Wiertsema & Partners
 RAADGEVEND INGENIEURS

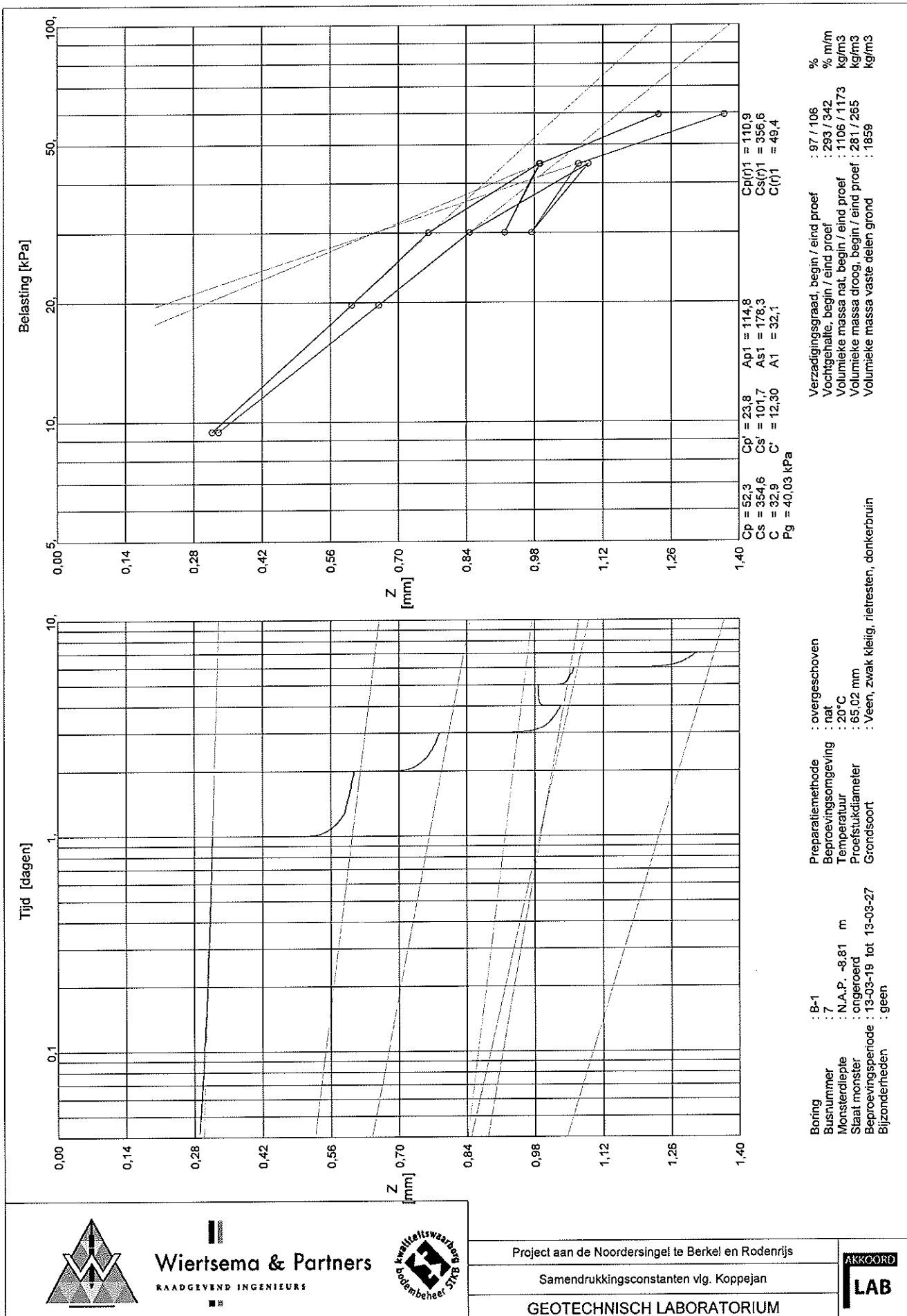


Project aan de Noordersingel te Berkel en Rodenrijs

Secundaire samendrukkingsindex (NEN 5118)

GEOTECHNISCH LABORATORIUM

AKKOORD
LAB



Opdrachtnummer : VN-57523-1
 Boring : B-1
 Bus : 7
 Diepte monster : N.A.P. -8.81 m
 Grondsoort : Veen, zwak kleiig, rietresten, donkerbruin
 Diameter monster: 65,02 mm ; Initiele hoogte: 20,32 mm

Trap	Cv;10 [m ² /s]	k10 [m/s]	Mv [1/MPa]	
3	1,03E-06	1,48E-09	1,47E-01	wortel(tijd) methode

e0 = 5,616
 Trap 1: e = 5,512
 Trap 2: e = 5,418
 Trap 3: e = 5,360
 Trap 4: e = 5,279
 Trap 5: e = 5,294
 Trap 6: e = 5,271
 Trap 7: e = 5,189

	Angelsaksische/NEN methode	a, b, c-isotachenmodel
	via poriëngetal	via lineaire rek
Trap 1-2:		a = 0,01983
Trap 2-3:		a = 0,02138
Trap 3-4: Cc	= 0,47043	b = 0,03233
Trap 4-5: Cc(sw)	= 0,08844	SR = 0,01337
Trap 5-6: Cc(r)	= 0,13736	RR = 0,02076
Trap 6-7: Cc	= 0,65958	a = 0,00950
		b = 0,04598
	CR = 0,09970	

Cc (NEN 5118): 0,65958 Index-Pg: 34,306 kPa

Trap 1: C-alpha	= 0,00068	c = 0,00031
Trap 2: C-alpha	= 0,00195	c = 0,00084
Trap 3: C-alpha	= 0,00273	c = 0,00119
Trap 4: C-alpha	= 0,00258	c = 0,00115
Trap 5: C-alpha(sw)	= -0,00016	c = -0,00008
Trap 6: C-alpha(r)	= 0,00138	c = 0,00056
Trap 7: C-alpha	= 0,00342	c = 0,00149

Procentuele zakking dH/H [%]				
dP [kPa]	10-dagen	100-dagen	1000-dagen	10000-dagen
9,471	1,631	1,697	1,763	1,829
19,779	3,246	3,519	3,793	4,066
30,088	4,168	4,584	5,000	5,417
44,814	5,367	5,864	6,361	6,858
30,088	4,796	5,069	5,343	5,617
44,814	5,267	5,653	6,038	6,423
59,541	6,740	7,405	8,070	8,735

	Cp = 52,3	Cs = 354,6	C = 32,9	Pg = 40,03 kPa
Trap 2 - 3	Cp' = 53,8	Cs' = 199,1	C' = 25,87	
Trap 3 - 4	Cp' = 35,6	Cs' = 352,1	C' = 25,36	
Trap 6 - 7	Cp' = 23,8	Cs' = 101,7	C' = 12,30	
Trap 4 - 5	Ap = 114,8	As = 178,3	A = 32,1	
Trap 5 - 6	Cp(r) = 110,9	Cs(r) = 356,6	C(r) = 49,4	



Wiertsema & Partners
 RAADGEVEND INGENIEURS

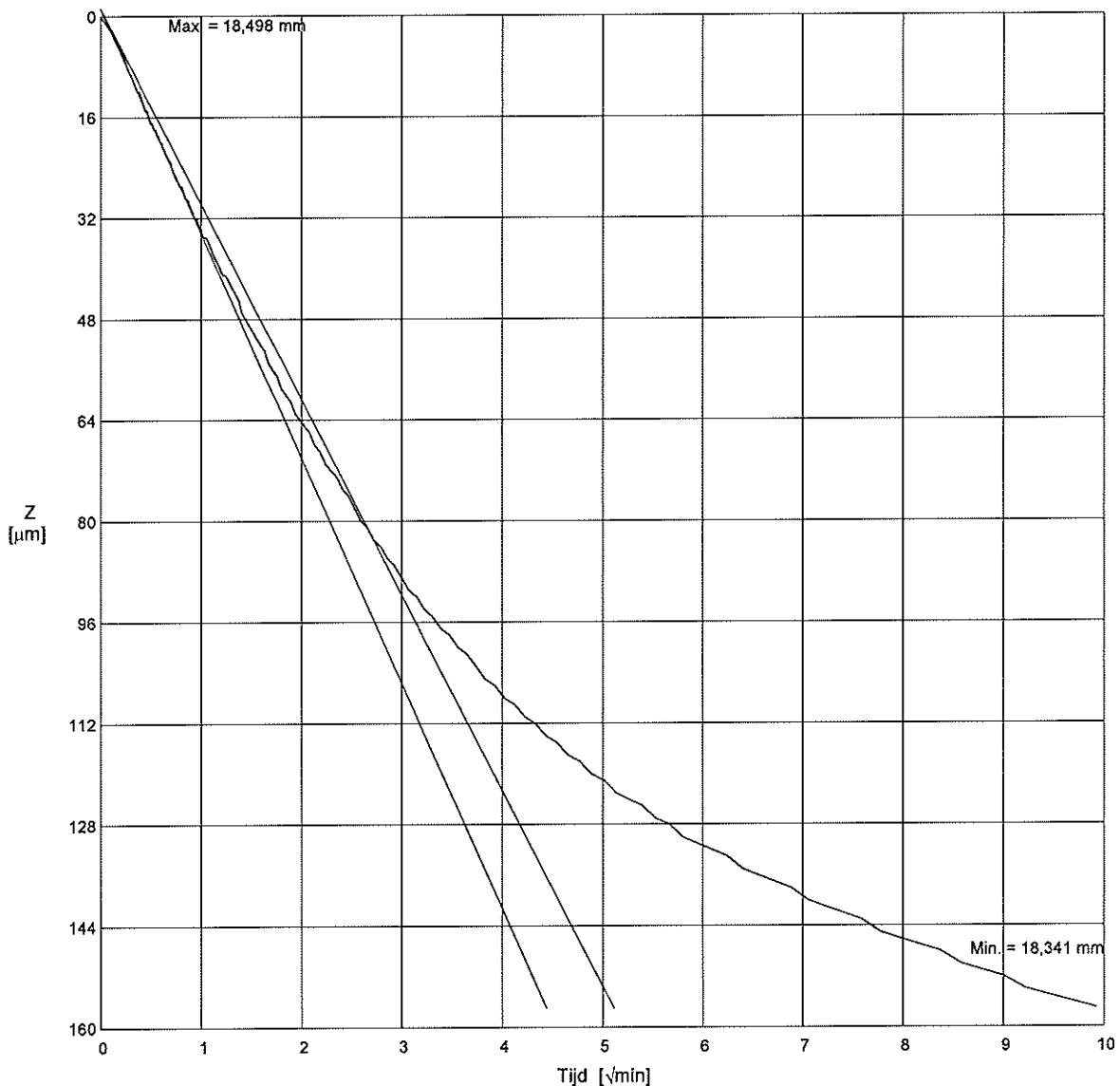


Project aan de Noordersingel te Berkel en Rodenrijs

Samendrukkingsproef; Bus: 7; Boring: B-1

GEOTECHNISCH LABORATORIUM

AKKOORD
LAB



Trap3
Belasting van 29,22 kPa naar 43,64 kPa

$C_{v,10} = 1,213E-07 \text{ [m}^2/\text{s]}$
 $m_v = 3,554E-01 \text{ [1/MPa]}$
 $k_{10} = 4,230E-10 \text{ [m/s]}$

Boring : B-1
 Busnummer : 10
 Monsterdiepte : N.A.P. -10.51 m
 Grondsoort : Klei, matig siltig, weinig plantenresten, grijs
 Beproeversperiode : 13-03-19 tot 13-03-27
 Staat monster : ongeroerd
 Preparatiemethode : overgeschoven
 Beproeversomgeving : nat
 Temperatuur : 20°C
 Proefstukdiameter : 64,75 mm
 Bijzonderheden : geen

Verzadigingsgraad, begin / eind proef : 102 / 107 %
 Vochtgehalte, begin / eind proef : 91 / 112 % m/m
 Volumieke massa nat, begin / eind proef : 1467 / 1456 kg/m³
 Volumieke massa droog, begin / eind proef : 768 / 686 kg/m³
 Volumieke massa vaste delen grond : 2443 kg/m³



Wiertsema & Partners
 RAADGEVEND INGENIEURS

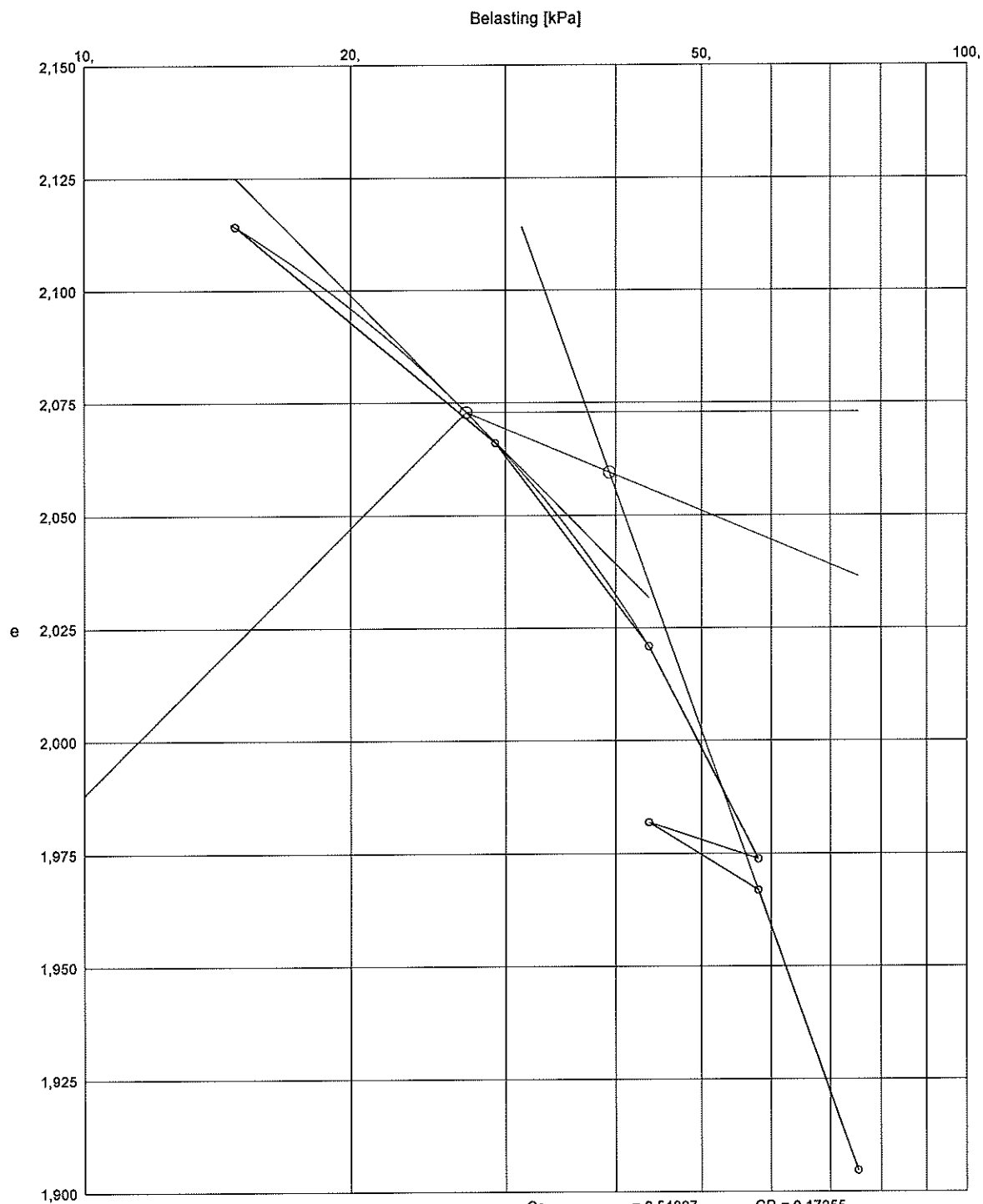


Project aan de Noordersingel te Berkel en Rodenrijs

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

GEOTECHNISCH LABORATORIUM

AKKOORD
LAB



$C_c = 0,54887$ $CR = 0,17255$
 $P_g = 39,34 \text{ kPa}$
 $C_c(s_w)1 = 0,06535$ $SR = 0,02054$
 $C_c(r)1 = 0,12137$ $RR = 0,03815$

Boring : B-1
 Busnummer : 10
 Monsterdiepte : N.A.P. -10.51 m
 Grondsoort : Klei, matig siltig, weinig plantenresten, grijs
 Beproeversperiode : 13-03-19 tot 13-03-27
 Staat monster : ongeroerd
 Preparatiemethode : overgeschoven
 Beproeversomgeving : nat
 Temperatuur : 20°C
 Proefstukdiameter : 64,75 mm
 Bijzonderheden : geen

Verzadigingsgraad, begin / eind proef : 102 / 107 %
 Vochtgehalte, begin / eind proef : 91 / 112 % m/m
 Volumieke massa nat, begin / eind proef : 1467 / 1456 kg/m³
 Volumieke massa droog, begin / eind proef : 768 / 686 kg/m³
 Volumieke massa vaste delen grond : 2443 kg/m³



Wiertsema & Partners
 RAADGEVEND INGENIEURS



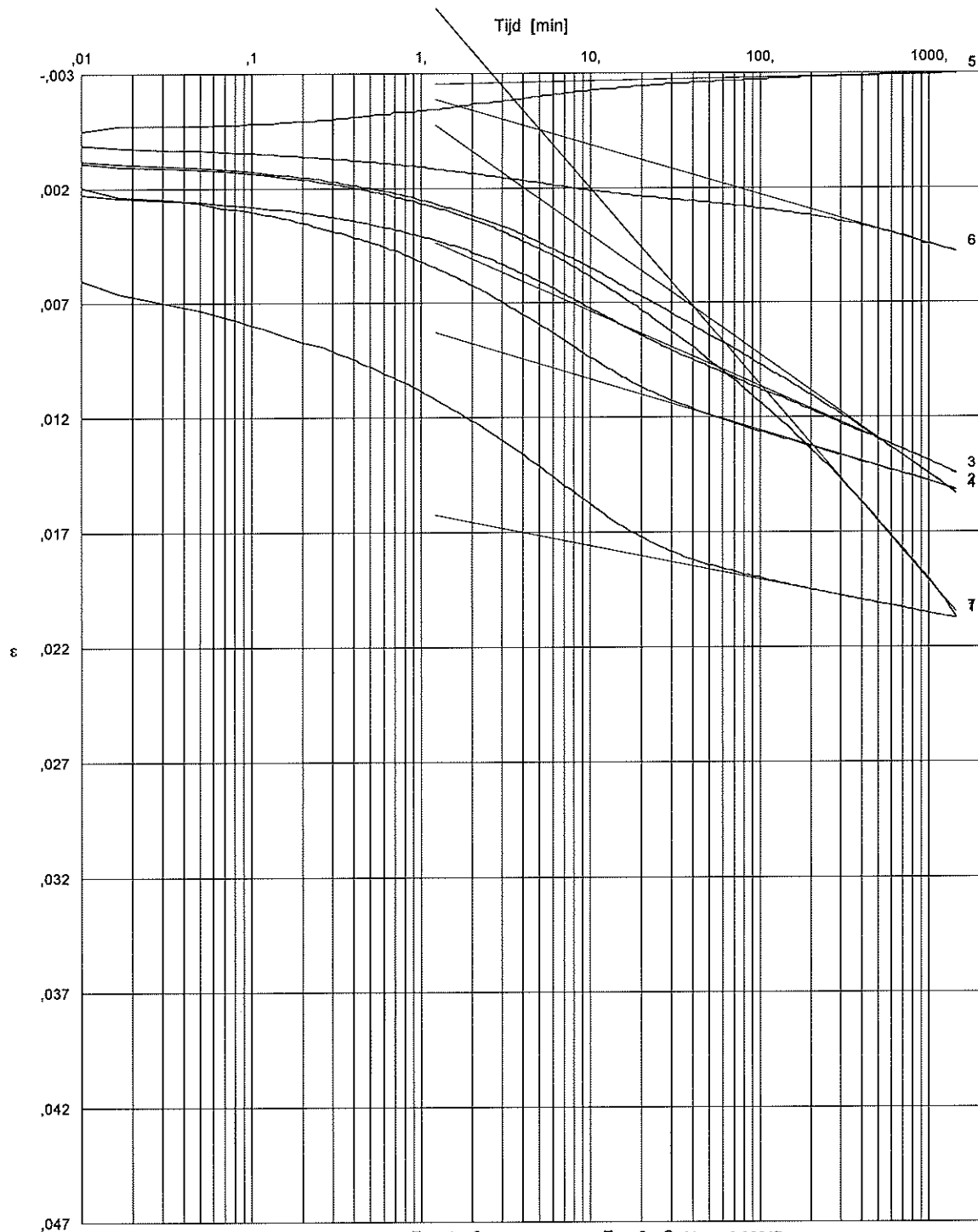
Project aan de Noordersingel te Berkel en Rodenrijs

Primaire samendrukkingsindex en grensspanning (NEN 5118)

GEOTECHNISCH LABORATORIUM

AKKOORD

LAB



Trap 1 : C_{α} = 0,00147 Trap 6 : $C_{\alpha(r)}$ = 0,00217
 Trap 2 : C_{α} = 0,00224 Trap 7 : C_{α} = 0,00856
 Trap 3 : C_{α} = 0,00327
 Trap 4 : C_{α} = 0,00522
 Trap 5 : $C_{\alpha(sw)}$ = -0,00014

Boring : B-1
 Busnummer : 10
 Monsterdiepte : N.A.P. -10.51 m
 Grondsoort : Klei, matig siltig, weinig plantenresten, grijs
 Beproeversperiode : 13-03-19 tot 13-03-27
 Staat monster : ongeroerd
 Preparatiemethode : overgeschoven
 Beproeversomgeving : nat
 Temperatuur : 20°C
 Proefstukdiameter : 64,75 mm
 Bijzonderheden : geen

Verzadigingsgraad, begin / eind proef : 102 / 107 %
 Vochtgehalte, begin / eind proef : 91 / 112 % m/m
 Volumieke massa nat, begin / eind proef : 1467 / 1456 kg/m³
 Volumieke massa droog, begin / eind proef : 768 / 686 kg/m³
 Volumieke massa vaste delen grond : 2443 kg/m³



Wiertsema & Partners
 RAADGEVEND INGENIEURS

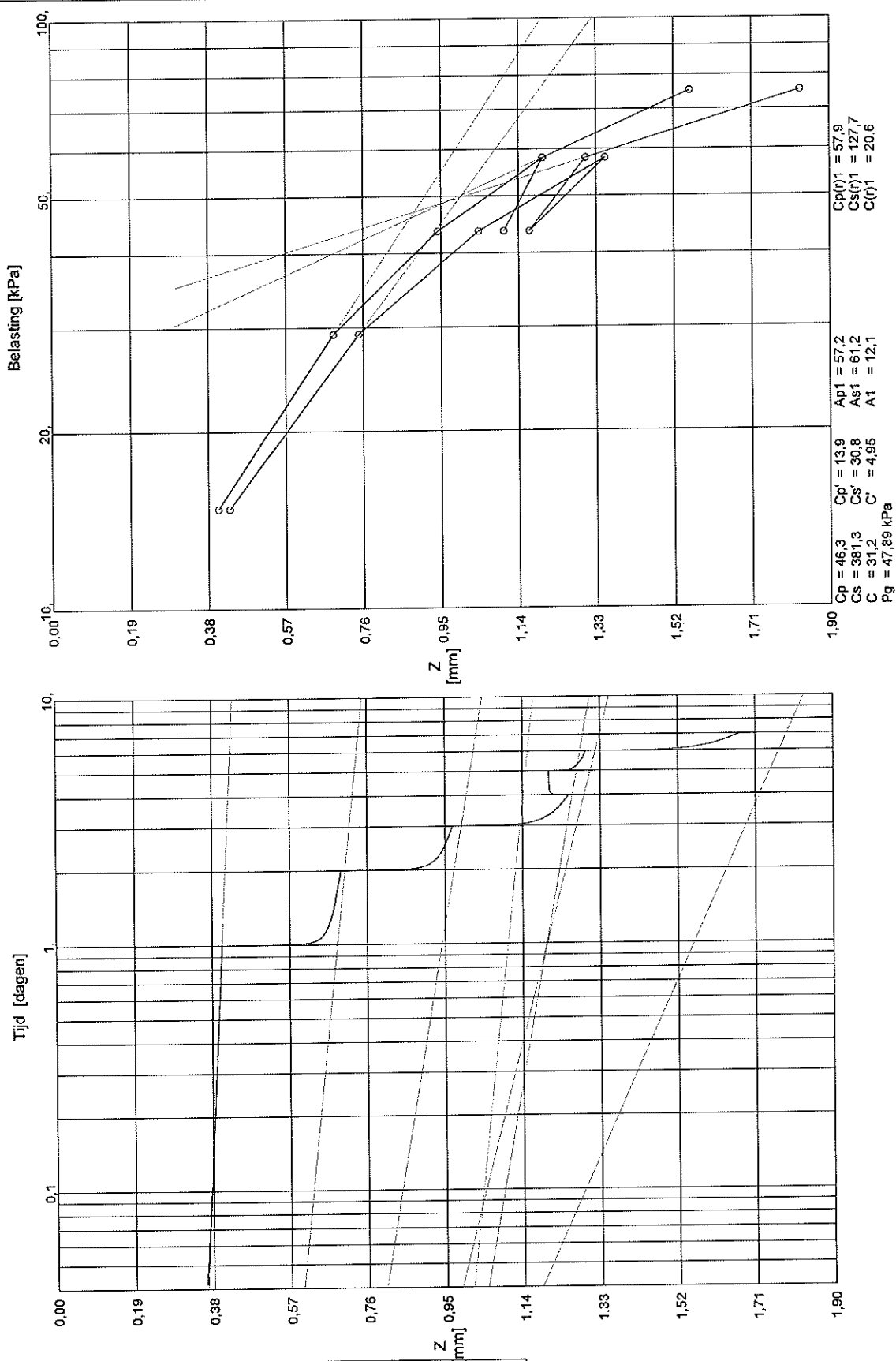


Project aan de Noordersingel te Berkel en Rodenrijs

Secundaire samendrukkingsindex (NEN 5118)

GEOTECHNISCH LABORATORIUM





Cp(0)1 = 57.9
 Cs(0)1 = 127.7
 C(0)1 = 20.6
 Verzadigingsgraad, begin / eind proef : 102 / 107
 Vochtheite, begin / eind proef : 91 / 112
 Volumieke massa nat, begin / eind proef : 1467 / 1456
 Volumieke massa droog, begin / eind proef : 768 / 686
 Volumieke massa vaste delen grond : 2443

Cp = 46.3
 Cs = 381.3
 C = 31.2
 Pg = 47.89 kPa
 Ap1 = 57.2
 As1 = 61.2
 A1 = 12.1
 Preparatiemethode : overgeschoven
 Beproevoingsomgeving : nat
 Temperatuur : 20°C
 Proefstukdiameter : 64.75 mm
 Grondsoort : Klei, matig siltig, weinig plantenresten, grijs

Boring : B-1
 Busnummer : 10
 Monsterdiepte : N.A.P. -10.51 m
 Staat monster : ongeroerd
 Beproevoingsperiode : 13-03-19 tot 13-03-27
 Bijzonderheden : geen



Wiertsema & Partners
 RAADGEVEND INGENIEURS



Project aan de Noordersingel te Berkel en Rodenrijs

Samendrukkingsconstanten vlg. Koppejan

GEOTECHNISCH LABORATORIUM



Opdrachtnummer : VN-57523-1
 Boring : B-1
 Bus : 10
 Diepte monster : N.A.P. -10.51 m
 Grondsoort : Klei, matig siltig, weinig plantenresten, grijs
 Diameter monster: 64,75 mm ; Initiële hoogte: 19,24 mm

Trap Cv;10 [m2/s] k10 [m/s] Mv [1/MPa] wortel(tijd) methode
 3 1,21E-07 4,23E-10 3,55E-01

e0 = 2,181
 Trap 1: e = 2,114
 Trap 2: e = 2,066
 Trap 3: e = 2,021
 Trap 4: e = 1,974
 Trap 5: e = 1,982
 Trap 6: e = 1,967
 Trap 7: e = 1,905

Angelsaksische/NEN methode		a, b, c-isotachenmodel	
via poriëngetal		via lineaire rek	
Trap 1-2:		a = 0,02290	
Trap 2-3: Cc	= 0,25921	b = 0,03699	
Trap 3-4: Cc	= 0,38011	b = 0,05508	
Trap 4-5: Cc(sw)	= 0,06535	SR = 0,02054	
Trap 5-6: Cc(r)	= 0,12137	RR = 0,03815	a = 0,01772
Trap 6-7: Cc	= 0,54887	CR = 0,17255	b = 0,08120

Cc (NEN 5118): 0,54887 Index-Pg: 39,343 kPa

Trap 1: C-alpha	= 0,00147	c = 0,00064
Trap 2: C-alpha	= 0,00224	c = 0,00096
Trap 3: C-alpha	= 0,00327	c = 0,00142
Trap 4: C-alpha	= 0,00522	c = 0,00225
Trap 5: C-alpha(sw)	= -0,00014	c = -0,00008
Trap 6: C-alpha(r)	= 0,00217	c = 0,00092
Trap 7: C-alpha	= 0,00856	c = 0,00377

Procentuele zakking dH/H [%]				
dP [kPa]	10-dagen	100-dagen	1000-dagen	10000-dagen
14,808	2,246	2,389	2,532	2,676
29,223	3,891	4,213	4,534	4,856
43,637	5,414	5,932	6,451	6,970
58,052	7,029	7,823	8,617	9,412
43,637	6,063	6,392	6,720	7,048
58,052	6,780	7,331	7,883	8,433
75,349	9,505	10,903	12,301	13,699

Trap 2 - 3	Cp = 46,3	Cs = 381,3	C = 31,2	Pg = 47,89 kPa
Trap 3 - 4	Cp' = 30,2	Cs' = 132,4	C' = 15,80	
Trap 6 - 7	Cp' = 21,3	Cs' = 94,7	C' = 11,22	
	Cp' = 13,9	Cs' = 30,8	C' = 4,95	
Trap 4 - 5	Ap = 57,2	As = 61,2	A = 12,1	
Trap 5 - 6	Cp(r) = 57,9	Cs(r) = 127,7	C(r) = 20,6	



Wiertsema & Partners

RAADGEVEND INGENIEURS



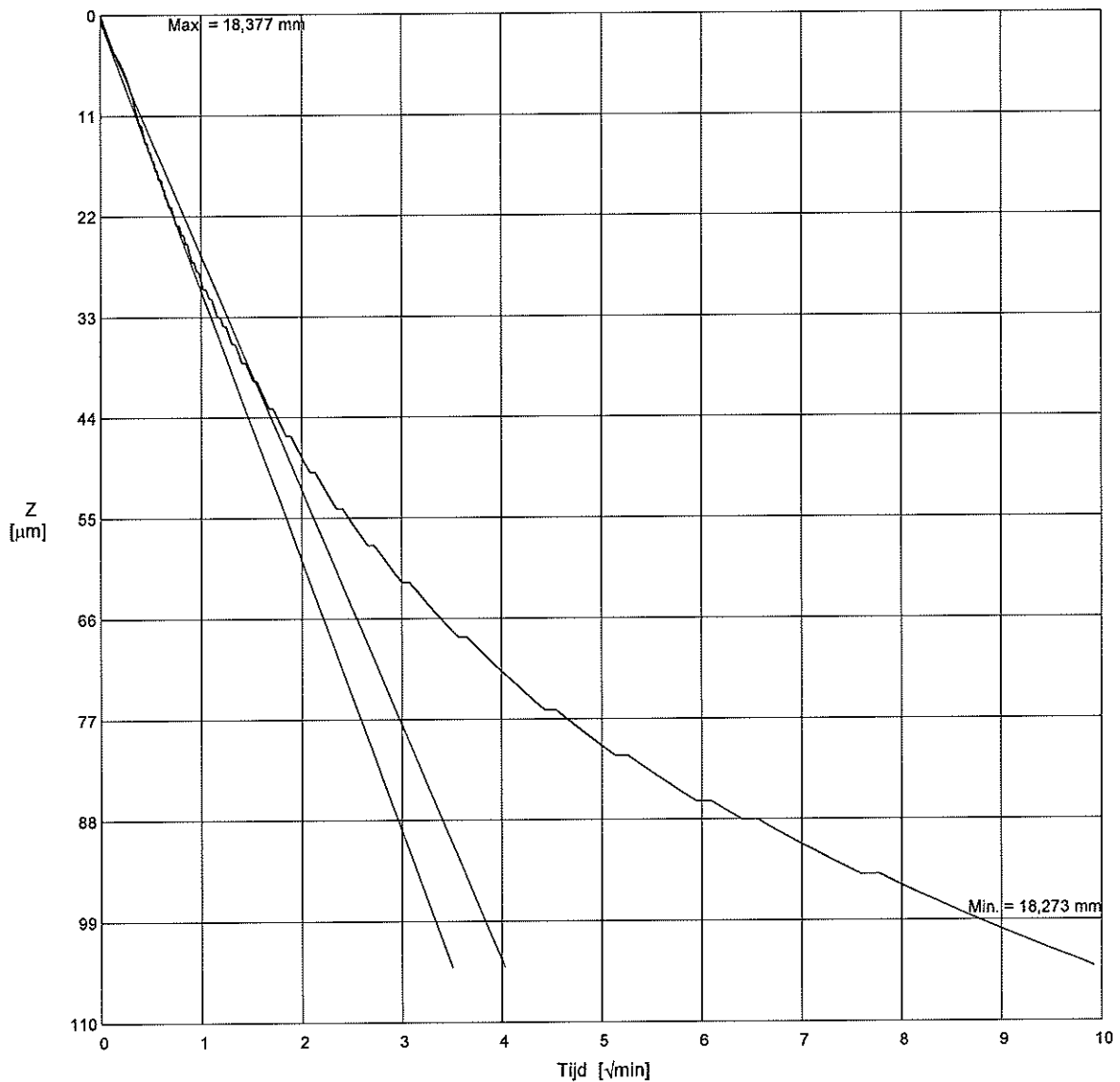
Project aan de Noordersingel te Berkel en Rodenrijs

Samendrukkingsproef; Bus: 10; Boring: B-1

GEOTECHNISCH LABORATORIUM

AKKOORD

LAB



Trap3
Belasting van 14,99 kPa naar 22,29 kPa

$C_{v,10} = 3,884E-07 \text{ [m}^2/\text{s]}$
 $m_v = 3,264E-01 \text{ [1/MPa]}$
 $k_{10} = 1,243E-09 \text{ [m/s]}$

Boring : B-2
Busnummer : 2
Monsterdiepte : N.A.P. -6.89 m
Grondsoort : Klei, matig siltig, zandlaagjes, schelpjes, grijs
Beproeversperiode : 13-03-19 tot 13-03-27
Staat monster : ongeroerd
Preparatiemethode : overgeschoven
Beproeversomgeving : nat
Temperatuur : 20°C
Proefstukdiameter : 64,72 mm
Bijzonderheden : geen

Verzadigingsgraad, begin / eind proef : 102 / 110 %
Vochtgehalte, begin / eind proef : 49 / 47 % m/m
Volumieke massa nat, begin / eind proef : 1725 / 1819 kg/m³
Volumieke massa droog, begin / eind proef : 1156 / 1235 kg/m³
Volumieke massa vaste delen grond : 2626 kg/m³



Wiertsema & Partners
RAADGEVEND INGENIEURS

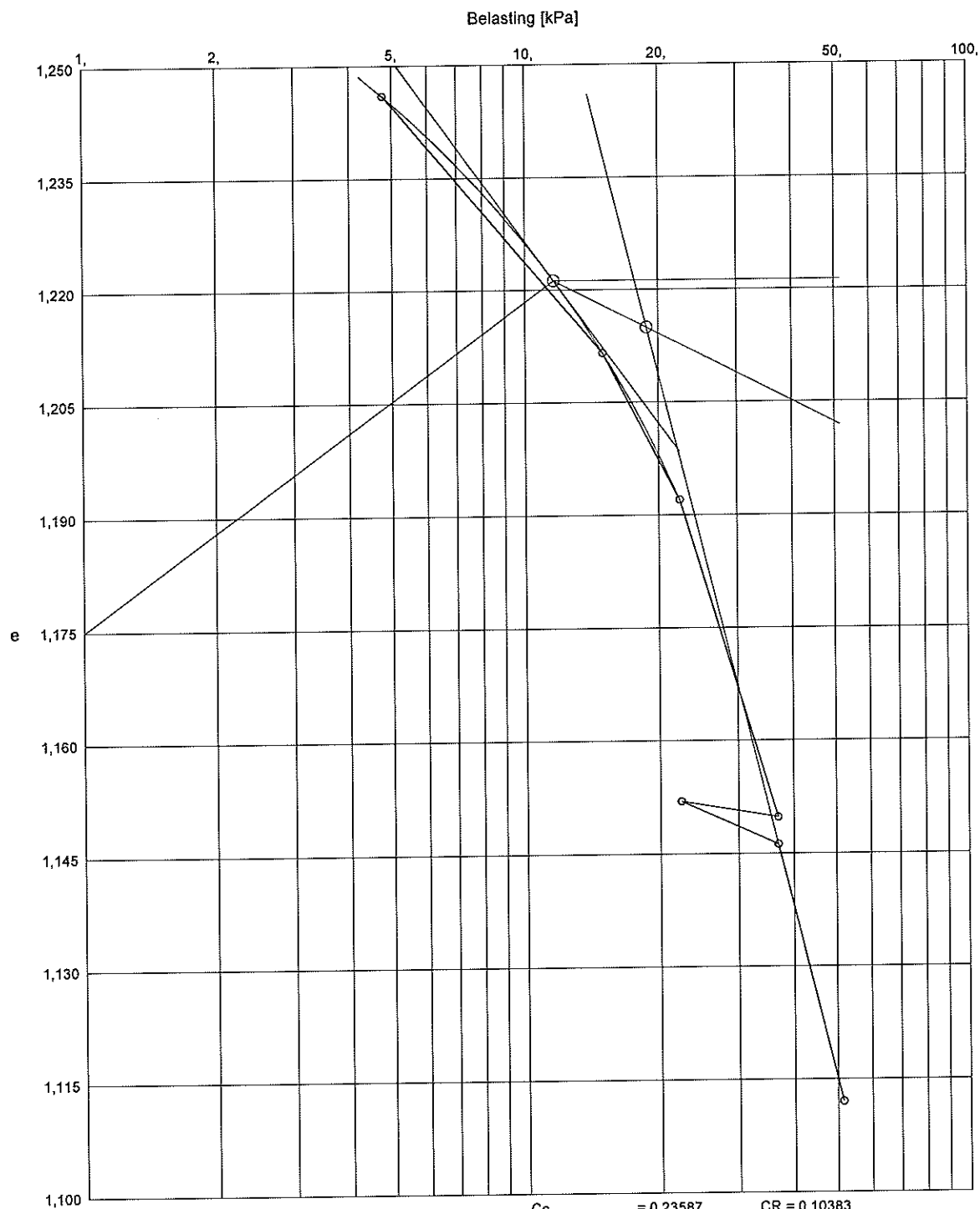


Project aan de Noordersingel te Berkel en Rodenrijs

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

GEOTECHNISCH LABORATORIUM





$C_c = 0,23587$ $CR = 0,10383$
 $P_g = 18,84 \text{ kPa}$
 $C_c(sw)1 = 0,00989$ $SR = 0,00436$
 $C_c(r)1 = 0,02638$ $RR = 0,01161$

Boring : B-2
 Busnummer : 2
 Monsterdiepte : N.A.P. -6.89 m
 Grondsoort : Klei, matig siltig, zandlaagjes, schelpjes, grijs
 Beproeversperiode : 13-03-19 tot 13-03-27
 Staat monster : ongeroerd
 Preparatiemethode : overgeschoven
 Beproeversomgeving : nat
 Temperatuur : 20°C
 Proefstukdiameter : 64,72 mm
 Bijzonderheden : geen

Verzadigingsgraad, begin / eind proef : 102 / 110 %
 Vochtgehalte, begin / eind proef : 49 / 47 % m/m
 Volumieke massa nat, begin / eind proef : 1725 / 1819 kg/m³
 Volumieke massa droog, begin / eind proef : 1156 / 1235 kg/m³
 Volumieke massa vaste delen grond : 2626 kg/m³



Wiertsema & Partners
 RAADGEVEND INGENIEURS

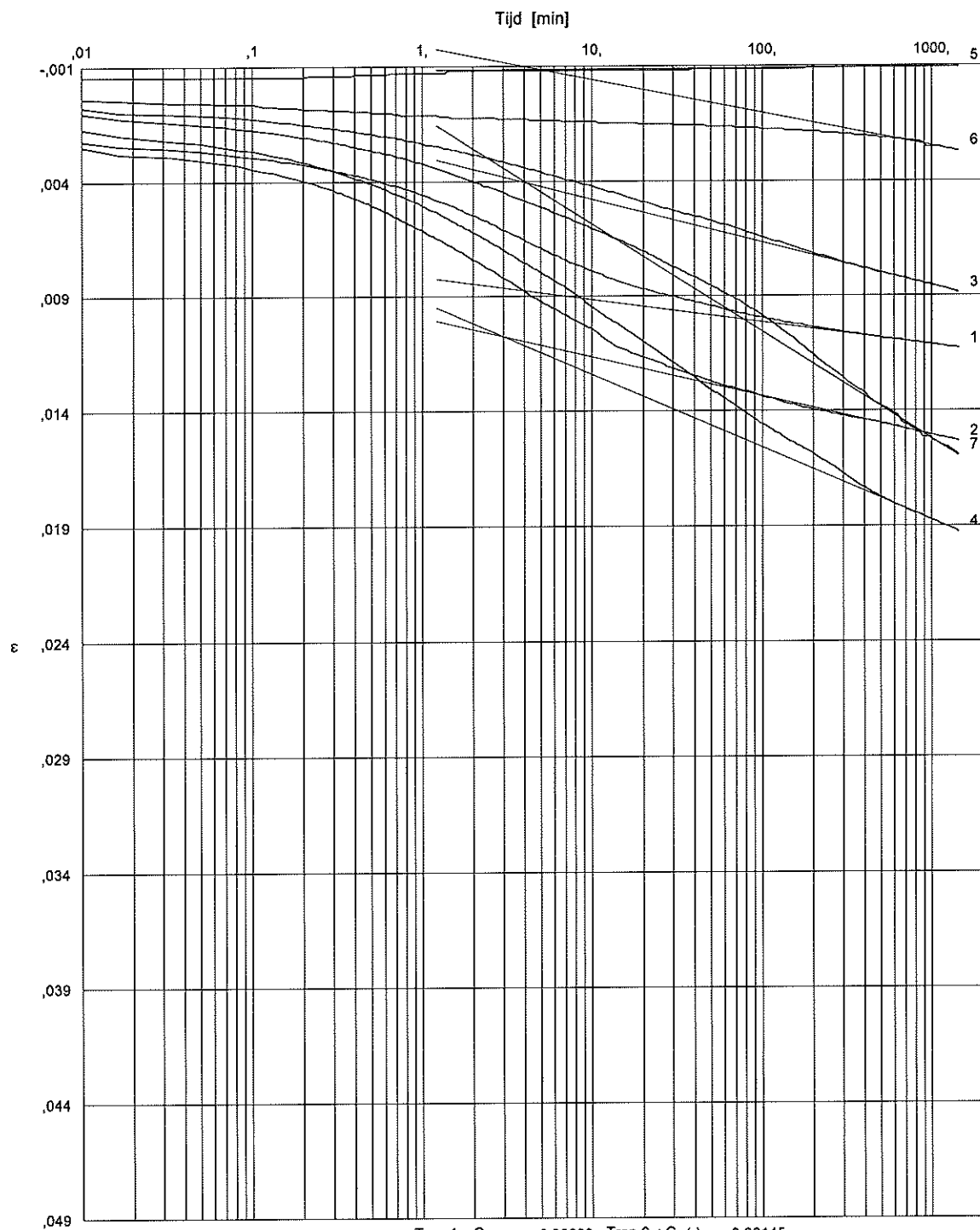


Project aan de Noordersingel te Berkel en Rodenrijs

Primaire samendrukkingsindex en grensspanning (NEN 5118)

GEOTECHNISCH LABORATORIUM

AKKOORD
 LAB



Trap 1 : C_α = 0,00099 Trap 6 : $C_\alpha(r)$ = 0,00145
 Trap 2 : C_α = 0,00171 Trap 7 : C_α = 0,00468
 Trap 3 : C_α = 0,00188
 Trap 4 : C_α = 0,00317
 Trap 5 : $C_\alpha(sw)$ = -0,00003

Boring : B-2
 Busnummer : 2
 Monstertdiepte : N.A.P. -6.89 m
 Grondsoort : Klei, matig siltig, zandlaagjes, schelpjes, grijs
 Beproeversperiode : 13-03-19 tot 13-03-27
 Staat monster : ongeroerd
 Preparatiemethode : overgeschoven
 Beproeversomgeving : nat
 Temperatuur : 20°C
 Proefstukdiameter : 64,72 mm
 Bijzonderheden : geen

Verzadigingsgraad, begin / eind proef : 102 / 110 %
 Vochtgehalte, begin / eind proef : 49 / 47 % m/m
 Volumieke massa nat, begin / eind proef : 1725 / 1819 kg/m³
 Volumieke massa droog, begin / eind proef : 1156 / 1235 kg/m³
 Volumieke massa vaste delen grond : 2626 kg/m³



Wiertsema & Partners
 RAADGEVEND INGENIEURS

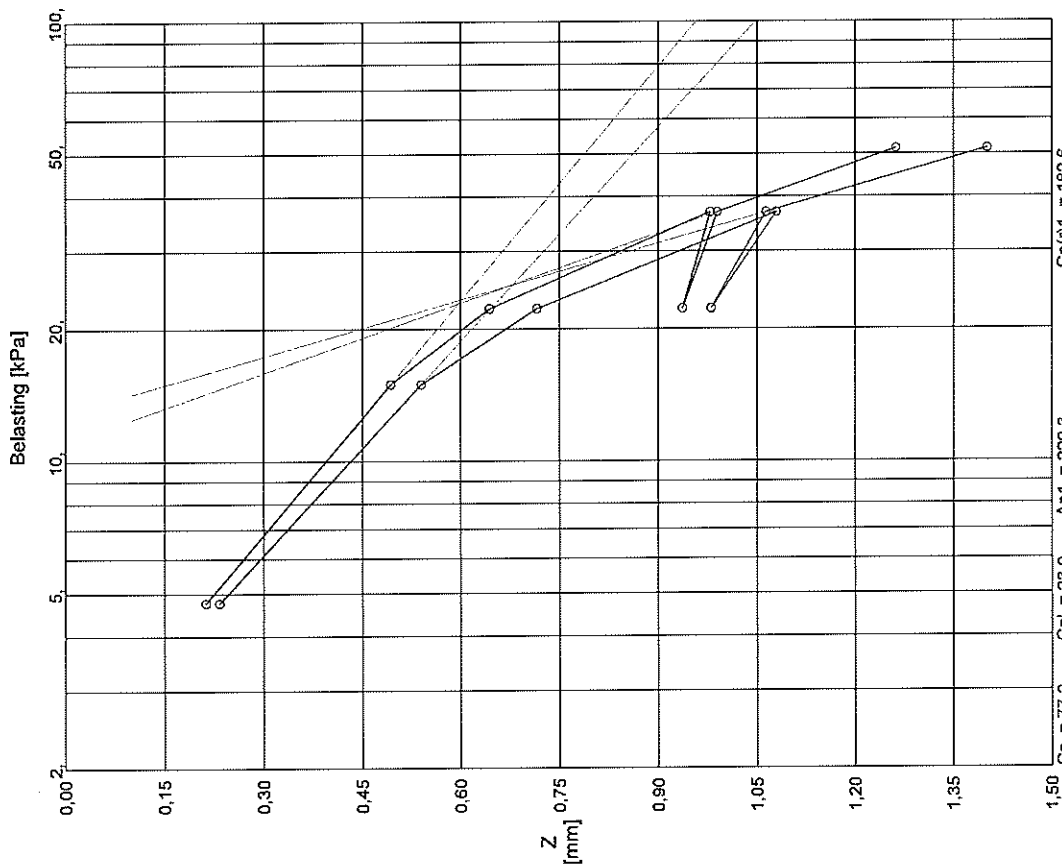
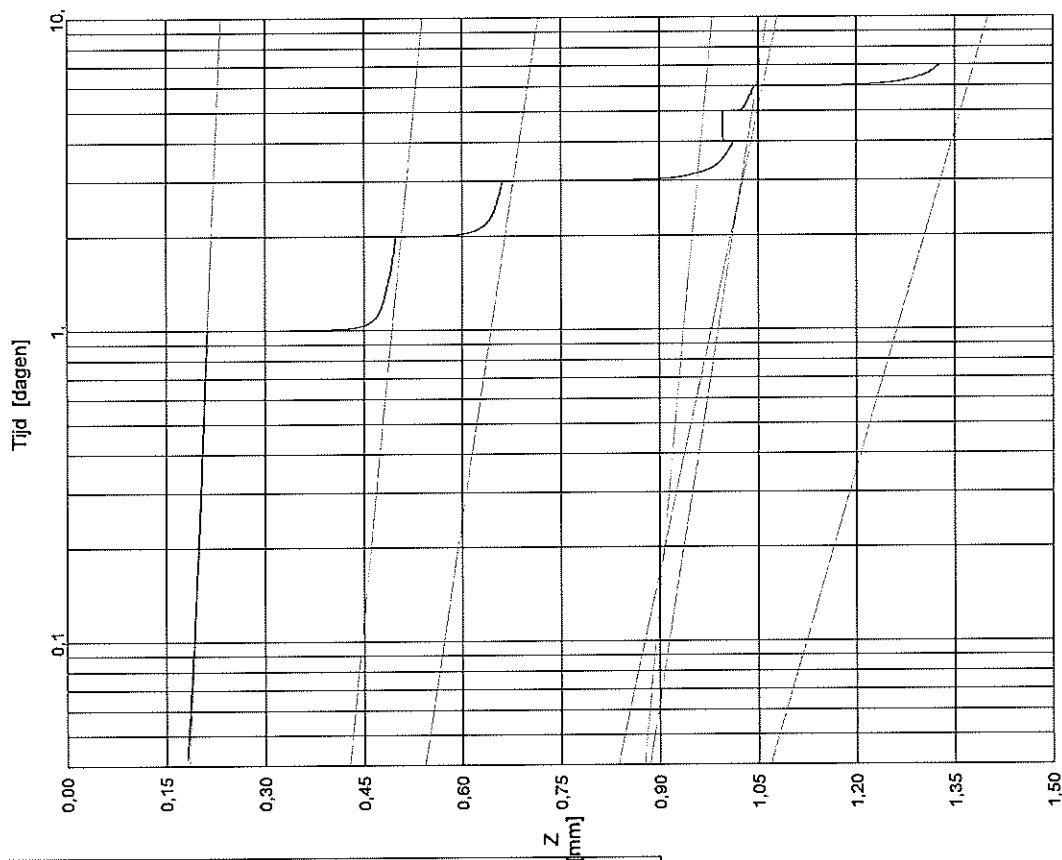


Project aan de Noordersingel te Berkel en Rodenrijs

Secundaire samendrukkingsindex (NEN 5118)

GEOTECHNISCH LABORATORIUM





$C_p = 77.2$ $C_p' = 23.0$ $A_{p1} = 229.3$ $C_p(r)1 = 182.8$
 $C_s = 818.9$ $C_s' = 97.8$ $A_{s1} = 163.8$ $C_s(r)1 = 301.1$
 $C = 56.1$ $C' = 11.86$ $A_1 = 34.7$ $C(r)1 = 53.3$
 $P_g = 24.05 \text{ kPa}$

Boring : B-2
 Busnummer : 2
 Monstertdiepte : N.A.P. -6.89 m
 Staat monster : ongeroerd
 Beproeingsperiode : 13-03-19 tot 13-03-27
 Bijzonderheden : geen
 Preparatiemethode : overgeschoven
 Beproeingsomgeving : nat
 Temperatuur : 20°C
 Proefstukdiameter : 64.72 mm
 Grondsoort : Klei, matig siltig, zandlaagjes, schelpjes, grijs

Verzadigingsgraad, begin / eind proef : 102 / 110 %
 Vochtgehalte, begin / eind proef : 49 / 47 % m/m
 Volumieke massa nat, begin / eind proef : 1725 / 1819 kg/m³
 Volumieke massa droog, begin / eind proef : 1156 / 1235 kg/m³
 Volumieke massa vaste delen grond : 2626 kg/m³



Wiertsema & Partners
 RAADGEVEND INGENIEURS



Project aan de Noordersingel te Berkel en Rodenrijs

Samendrukkingsconstanten vlg. Koppejan

GEOTECHNISCH LABORATORIUM



Opdrachtnummer : VN-57523-1
 Boring : B-2
 Bus : 2
 Diepte monster : N.A.P. -6.89 m
 Grondsoort : Klei, matig siltig, zandlaagjes, schelpjes, grijs
 Diameter monster: 64,72 mm ; Initiele hoogte: 18,89 mm

Trap Cv;10 [m2/s] k10 [m/s] Mv [1/MPa] wortel(tijd) methode
 3 3,88E-07 1,24E-09 3,26E-01

e0 = 1,272
 Trap 1: e = 1,246
 Trap 2: e = 1,212
 Trap 3: e = 1,192
 Trap 4: e = 1,150
 Trap 5: e = 1,152
 Trap 6: e = 1,146
 Trap 7: e = 1,112

Angelsaksische/NEN methode		a, b, c-isotachenmodel	
via poriëngetal		via lineaire rek	
Trap 1-2:			a = 0,01348
Trap 2-3: Cc	= 0,11378	CR = 0,05009	b = 0,02244
Trap 3-4: Cc	= 0,19294	CR = 0,08493	b = 0,03860
Trap 4-5: Cc(sw)	= 0,00989	SR = 0,00436	
Trap 5-6: Cc(r)	= 0,02638	RR = 0,01161	a = 0,00533
Trap 6-7: Cc	= 0,23587	CR = 0,10383	b = 0,04811

Cc (NEN 5118): 0,23587 Index-Pg: 18,839 kPa

Trap 1: C-alpha	= 0,00099	c = 0,00043
Trap 2: C-alpha	= 0,00171	c = 0,00075
Trap 3: C-alpha	= 0,00188	c = 0,00083
Trap 4: C-alpha	= 0,00317	c = 0,00142
Trap 5: C-alpha(sw)	= -0,00003	c = -0,00001
Trap 6: C-alpha(r)	= 0,00145	c = 0,00061
Trap 7: C-alpha	= 0,00468	c = 0,00226

Procentuele zakking dH/H [%]				
dP [kPa]	10-dagen	100-dagen	1000-dagen	10000-dagen
4,773	1,234	1,341	1,448	1,555
14,991	2,857	3,104	3,352	3,599
22,290	3,788	4,169	4,551	4,931
36,888	5,715	6,250	6,785	7,319
22,290	5,187	5,415	5,642	5,870
36,888	5,630	6,025	6,419	6,814
51,485	7,420	8,155	8,891	9,626

Trap 2 - 3	Cp = 77,2	Cs = 818,9	C = 56,1	Pg = 24,05 kPa
Trap 3 - 4	Cp' = 49,7	Cs' = 248,9	C' = 27,64	
Trap 6 - 7	Cp' = 28,4	Cs' = 217,2	C' = 18,65	
	Cp' = 23,0	Cs' = 97,8	C' = 11,86	
Trap 4 - 5	Ap = 229,3	As = 163,8	A = 34,7	
Trap 5 - 6	Cp(r) = 182,6	Cs(r) = 301,1	C(r) = 53,3	



Wiersema & Partners
 RAADGEVEND INGENIEURS



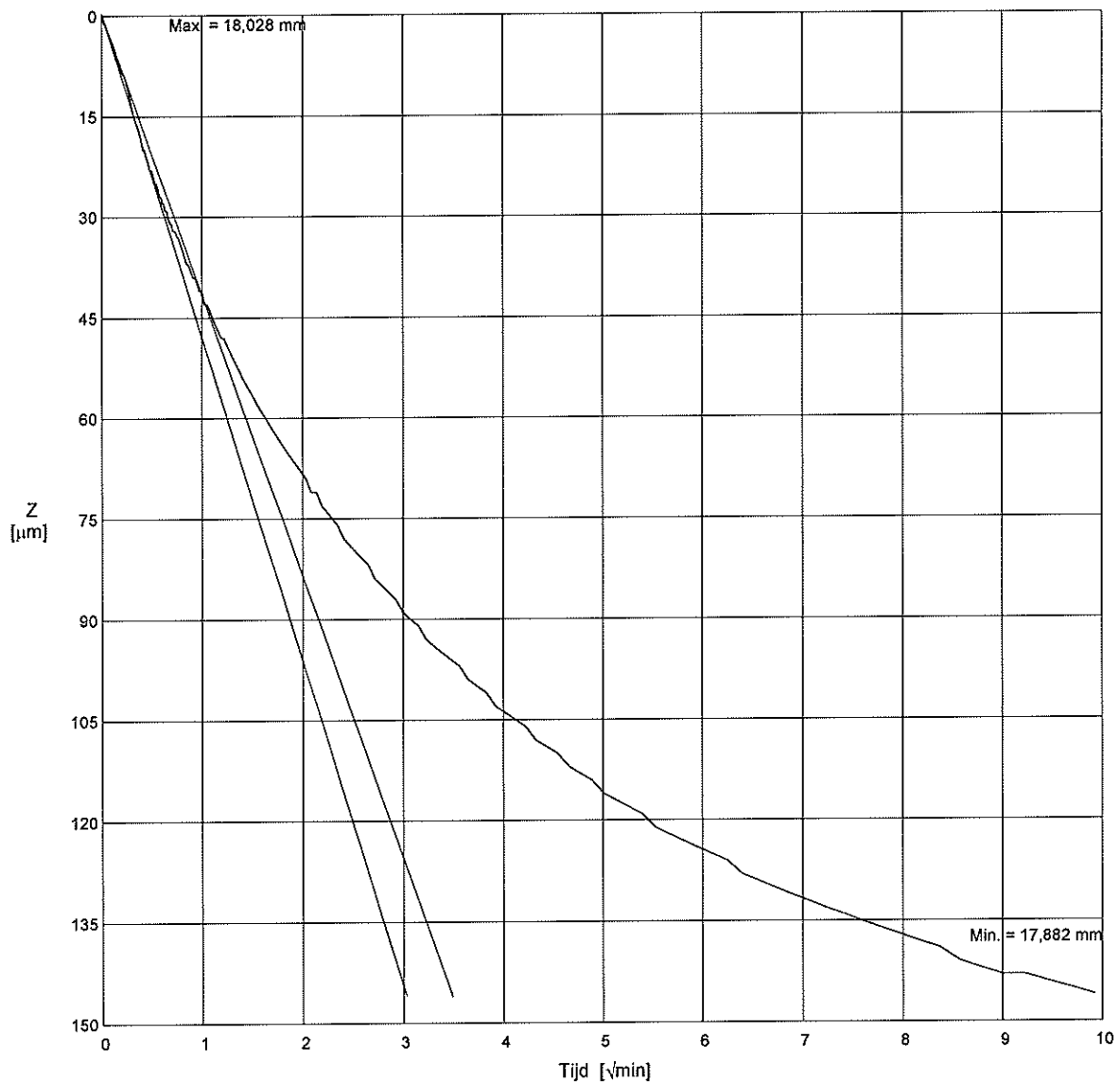
Project aan de Noordersingel te Berkel en Rodenrijs

Samendrukkingsproef; Bus: 2; Boring: B-2

GEOTECHNISCH LABORATORIUM

AKKORD

LAB



Trap3
Belasting van 29,57 kPa naar 44,16 kPa

$C_{v,10} = 9,031E-07$ [m²/s]
 $m_v = 1,749E-01$ [1/MPa]
 $k_{10} = 1,549E-09$ [m/s]

Boring : B-2
Busnummer : 6
Monsterdiepte : N.A.P. -9,84 m
Grondsoort : Veen, mineraalarm, rietresten, bruin
Beproeversperiode : 13-03-19 tot 13-03-27
Staat monster : ongeroerd
Preparatiemethode : overgeschoven
Beproeversomgeving : nat
Temperatuur : 20°C
Proefstukdiameter : 64,85 mm
Bijzonderheden : geen

Verzadigingsgraad, begin / eind proef : 95 / 115 %
Vochtgehalte, begin / eind proef : 355 / 339 % m/m
Volumieke massa nat, begin / eind proef : 1046 / 1231 kg/m³
Volumieke massa droog, begin / eind proef : 230 / 281 kg/m³
Volumieke massa vaste delen grond : 1622 kg/m³



Wiertsema & Partners
RAADGEVEND INGENIEURS

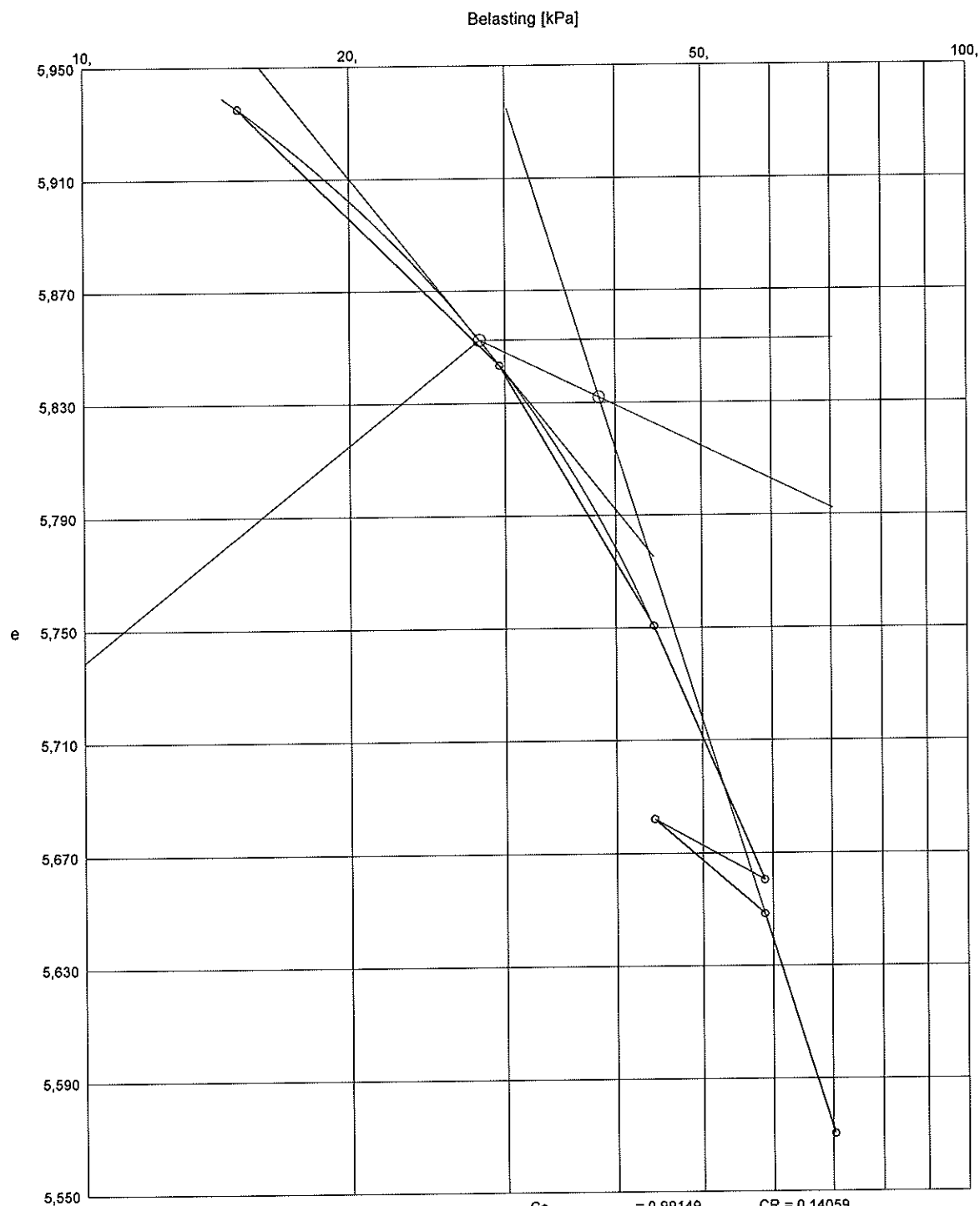


Project aan de Noordersingel te Berkel en Rodenrijs

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

GEOTECHNISCH LABORATORIUM

AKKOORD
LAB



C_c = 0,99149 CR = 0,14059
 P_g = 38,35 kPa
 $C_c(sw)1$ = 0,17415 SR = 0,02469
 $C_c(r)1$ = 0,27192 RR = 0,03856

Boring : B-2
 Busnummer : 6
 Monsterdiepte : N.A.P. -9.84 m
 Grondsoort : Veen, mineraalarm, rietresten, bruin
 Beproeingsperiode : 13-03-19 tot 13-03-27
 Staat monster : ongeroerd
 Preparatiemethode : overgeschoven
 Beproeingsomgeving : nat
 Temperatuur : 20°C
 Proefstukdiameter : 64,85 mm
 Bijzonderheden : geen

Verzadigingsgraad, begin / eind proef : 95 / 115 %
 Vochtgehalte, begin / eind proef : 355 / 339 % m/m
 Volumieke massa nat, begin / eind proef : 1046 / 1231 kg/m³
 Volumieke massa droog, begin / eind proef : 230 / 281 kg/m³
 Volumieke massa vaste delen grond : 1622 kg/m³



Wiertsema & Partners
 RAADGEVEND INGENIEURS



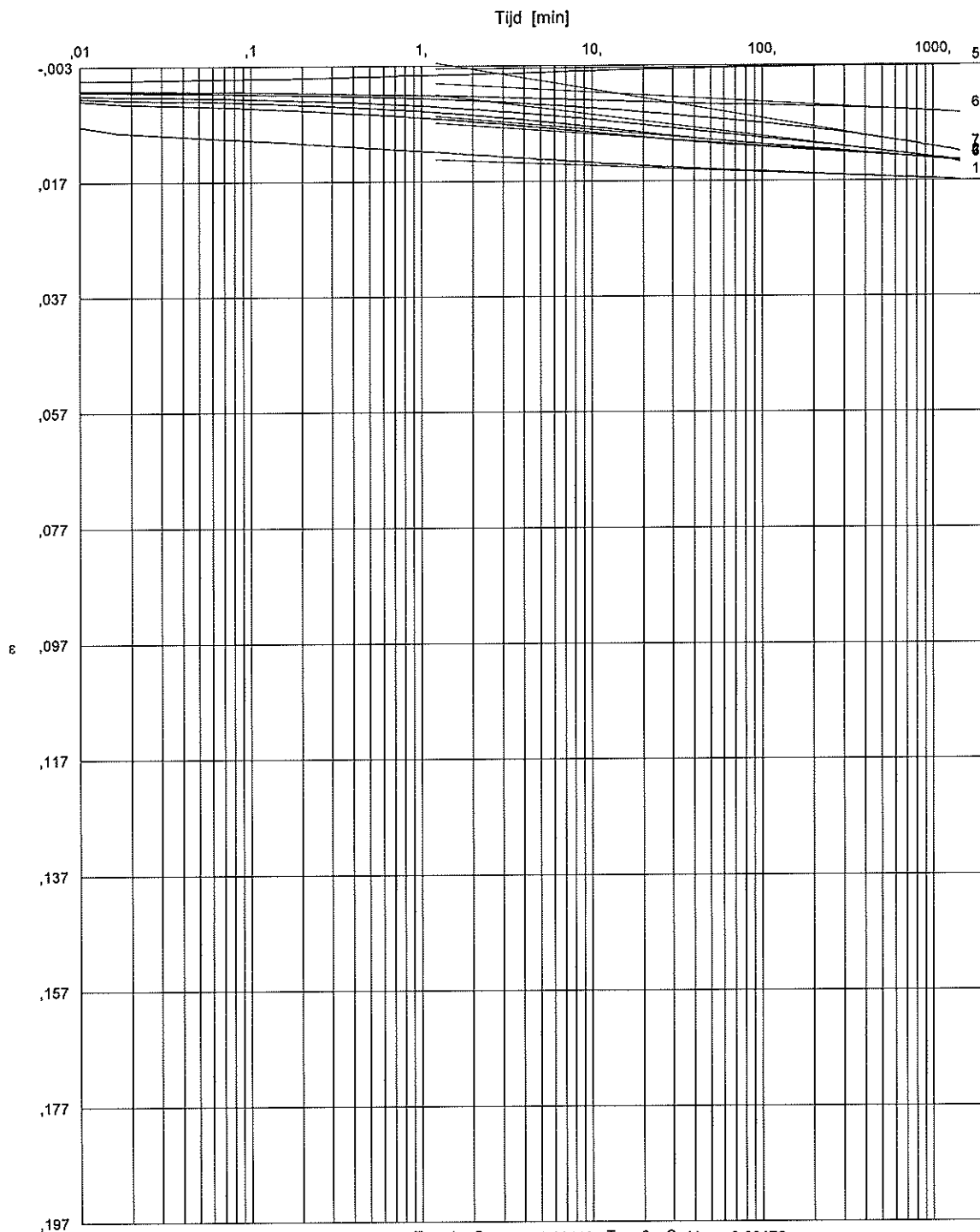
Project aan de Noordersingel te Berkel en Rodenrijs

Primaire samendrukkingsindex en grensspanning (NEN 5118)

GEOTECHNISCH LABORATORIUM

AKKOORD

LAB



Trap 1 : C_α = 0,00118 Trap 6 : $C_\alpha(r)$ = 0,00172
 Trap 2 : C_α = 0,00214 Trap 7 : C_α = 0,00503
 Trap 3 : C_α = 0,00257
 Trap 4 : C_α = 0,00378
 Trap 5 : $C_\alpha(sw)$ = -0,00014

Boring : B-2
 Busnummer : 6
 Monsterdiepte : N.A.P. -9.84 m
 Grondsoort : Veen, mineraalarm, rietresten, bruin
 Beproeversperiode : 13-03-19 tot 13-03-27
 Staat monster : ongeroerd
 Preparatiemethode : overgeschoven
 Beproeversomgeving : nat
 Temperatuur : 20°C
 Proefstukdiameter : 64,85 mm
 Bijzonderheden : geen

Verzadigingsgraad, begin / eind proef : 95 / 115 %
 Vochtgehalte, begin / eind proef : 355 / 339 % m/m
 Volumieke massa nat, begin / eind proef : 1046 / 1231 kg/m³
 Volumieke massa droog, begin / eind proef : 230 / 281 kg/m³
 Volumieke massa vaste delen grond : 1622 kg/m³



Wiertsema & Partners
 RAADGEVEND INGENIEURS



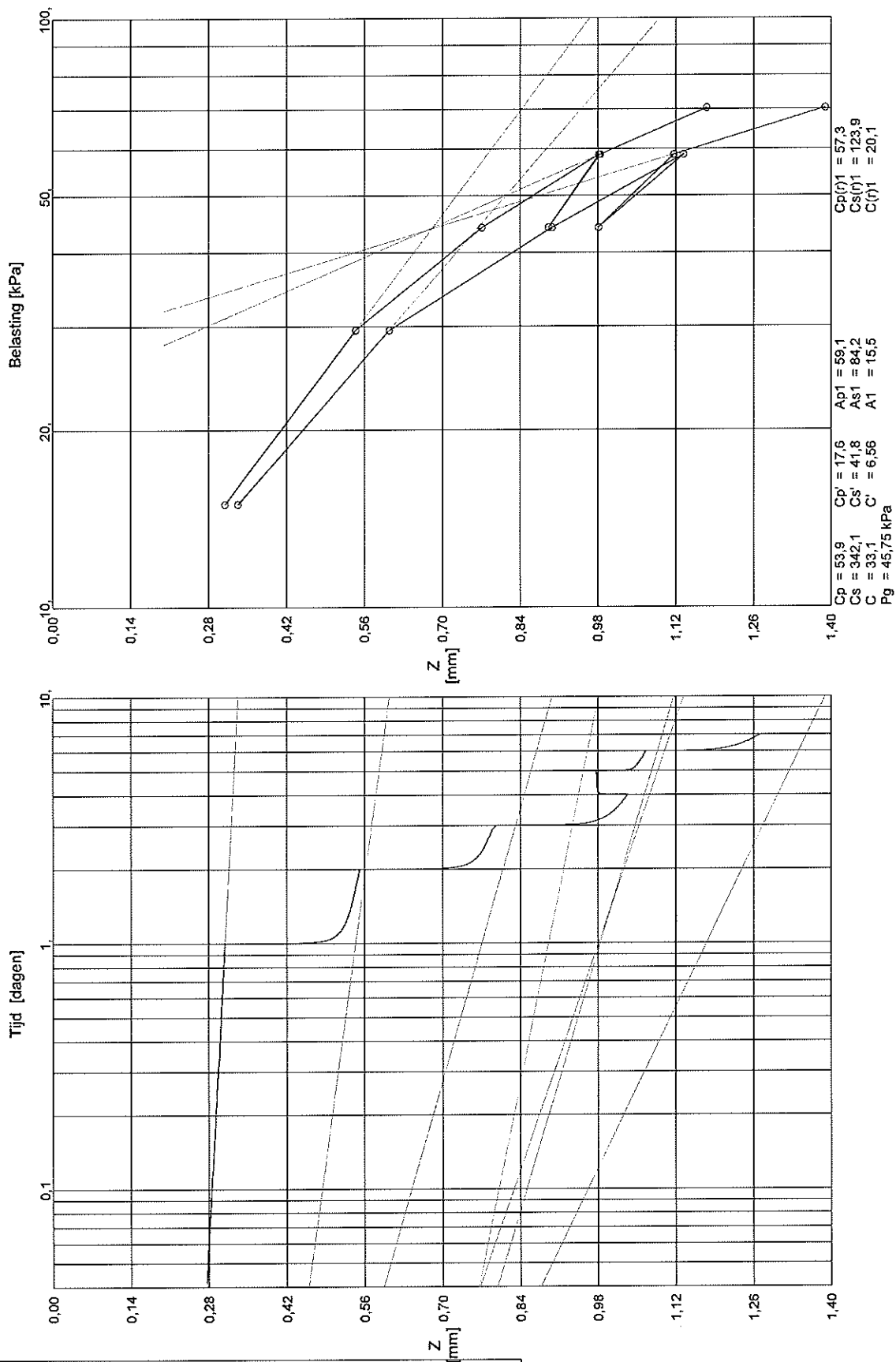
Project aan de Noordersingel te Berkel en Rodenrijs

Secundaire samendrukkingsindex (NEN 5118)

GEOTECHNISCH LABORATORIUM

AKKOORD

LAB



Wiertsema & Partners
RAADGEVEND INGENIEURS



Project aan de Noordersingel te Berkel en Rodenrijs

Samendrukkingsconstanten vlg. Koppejan

GEOTECHNISCH LABORATORIUM

AKKOORD
LAB

Opdrachtnummer : VN-57523-1
 Boring : B-2
 Bus : 6
 Diepte monster : N.A.P. -9,84 m
 Grondsoort : Veen, mineraalarm, rietresten, bruin
 Diameter monster: 64,85 mm ; Initiele hoogte: 18,62 mm

Trap	Cv;10 [m ² /s]	k10 [m/s]	Mv [1/MPa]	wortel(tijd) methode
3	9,03E-07	1,55E-09	1,75E-01	

e0 = 6,052
 Trap 1: e = 5,935
 Trap 2: e = 5,843
 Trap 3: e = 5,751
 Trap 4: e = 5,661
 Trap 5: e = 5,682
 Trap 6: e = 5,648
 Trap 7: e = 5,570

	Angelsaksische/NEN methode		a, b, c-isotachenmodel
	via poriëngetal	via lineaire rek	
Trap 1-2:			a = 0,01957
Trap 2-3: Cc	= 0,53279	CR = 0,07555	b = 0,03404
Trap 3-4: Cc	= 0,72715	CR = 0,10311	b = 0,04710
Trap 4-5: Cc(sw)	= 0,17415	SR = 0,02469	
Trap 5-6: Cc(r)	= 0,27192	RR = 0,03856	a = 0,01772
Trap 6-7: Cc	= 0,99149	CR = 0,14059	b = 0,06515

Cc (NEN 5118): 0,99149 Index-Pg: 38,350 kPa

Trap 1: C-alpha	= 0,00118	c = 0,00056
Trap 2: C-alpha	= 0,00214	c = 0,00091
Trap 3: C-alpha	= 0,00257	c = 0,00113
Trap 4: C-alpha	= 0,00378	c = 0,00164
Trap 5: C-alpha(sw)	= -0,00014	c = -0,00006
Trap 6: C-alpha(r)	= 0,00172	c = 0,00073
Trap 7: C-alpha	= 0,00503	c = 0,00217

Procentuele zakking dH/H [%]				
dP [kPa]	10-dagen	100-dagen	1000-dagen	10000-dagen
14,983	1,787	1,914	2,041	2,168
29,571	3,247	3,572	3,898	4,223
44,160	4,819	5,497	6,176	6,854
58,748	6,090	6,910	7,731	8,552
44,160	5,268	5,749	6,231	6,713
58,748	5,997	6,709	7,421	8,133
70,418	7,459	8,605	9,751	10,897

	Cp = 53,9	Cs = 342,1	C = 33,1	Fg = 45,75 kPa
Trap 2 - 3	Cp' = 32,9	Cs' = 51,4	C' = 9,23	
Trap 3 - 4	Cp' = 25,3	Cs' = 127,3	C' = 14,09	
Trap 6 - 7	Cp' = 17,6	Cs' = 41,8	C' = 6,56	
Trap 4 - 5	Ap = 59,1	As = 84,2	A = 15,5	
Trap 5 - 6	Cp(r) = 57,3	Cs(r) = 123,9	C(r) = 20,1	



Wiertsema & Partners
 RAADGEVEND INGENIEURS

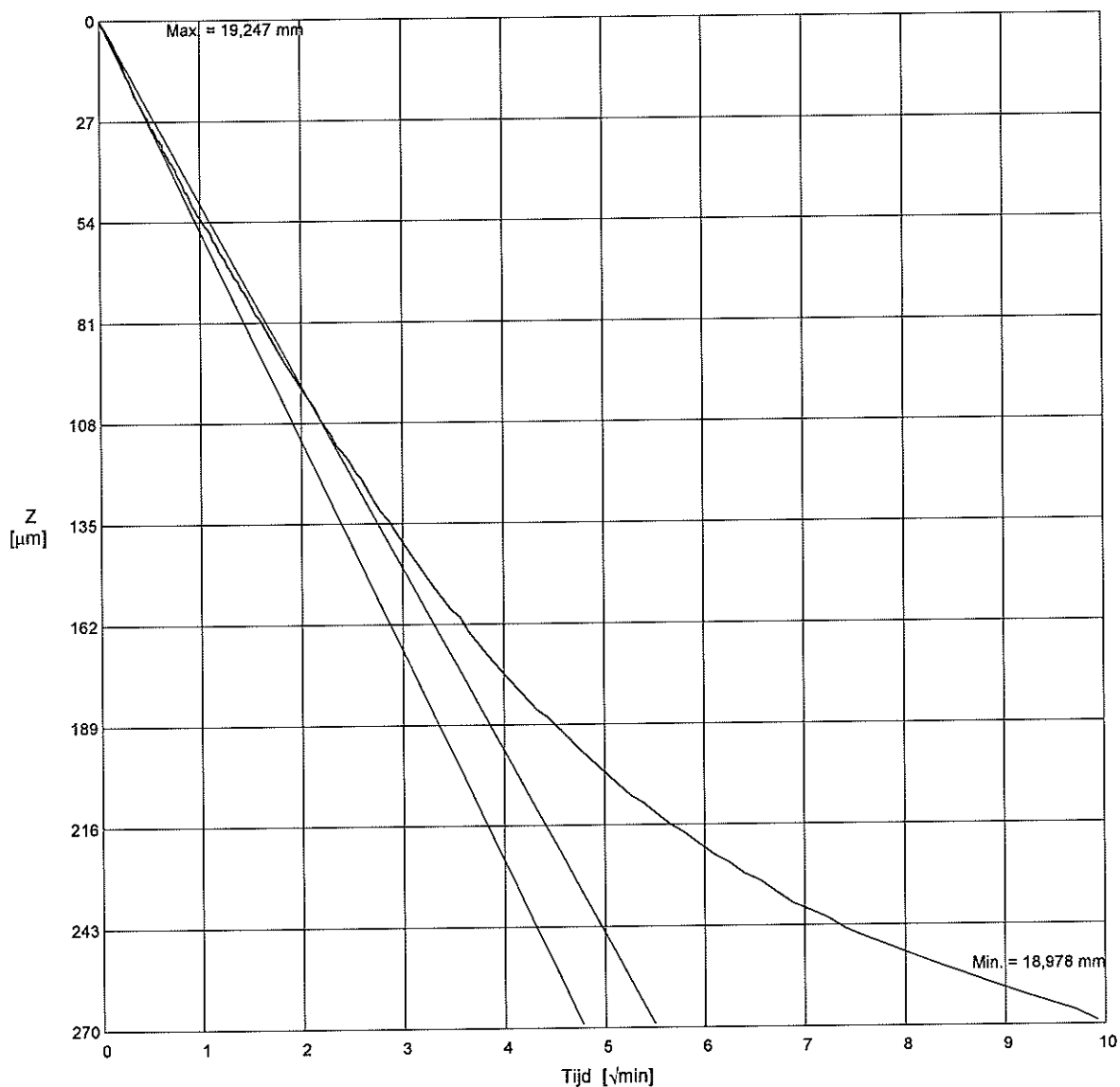


Project aan de Noordersingel te Berkel en Rodenrijs

Samendrukkingsproef; Bus: 6; Boring: B-2

GEOTECHNISCH LABORATORIUM

AKKOORD
LAB



Trap3
Belasting van 30,06 kPa naar 50,83 kPa

$C_{v,10} = 2,248E-07$ [m²/s]
 $m_v = 2,889E-01$ [1/MPa]
 $k_{10} = 6,368E-10$ [m/s]

Boring : B-2
Busnummer : 9
Monsterdiepte : N.A.P. -11.54 m
Grondsoort : Klei, matig siltig, weinig plantenresten, grijs
Beproeversperiode : 13-03-19 tot 13-03-27
Staat monster : ongeroerd
Preparatiemethode : overgeschoven
Beproeversomgeving : nat
Temperatuur : 20°C
Proefstukdiameter : 64,52 mm
Bijzonderheden : geen

Verzadigingsgraad, begin / eind proef : 104 / 113 %
Vochtgehalte, begin / eind proef : 53 / 51 % m/m
Volumieke massa nat, begin / eind proef : 1715 / 1810 kg/m³
Volumieke massa droog, begin / eind proef : 1118 / 1196 kg/m³
Volumieke massa vaste delen grond : 2617 kg/m³



Wiertsema & Partners
RAADGEVEND INGENIEURS



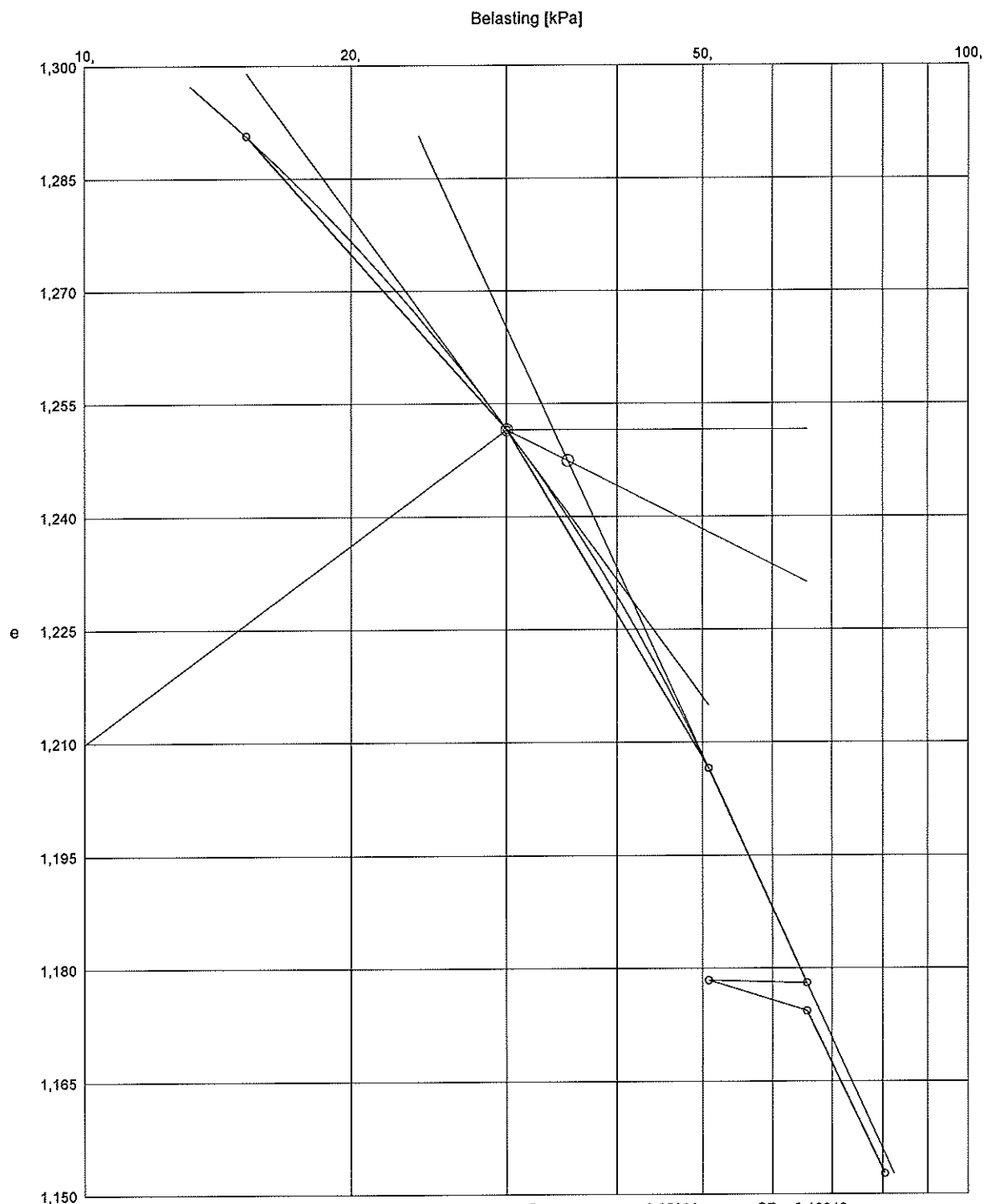
Project aan de Noordersingel te Berkel en Rodenrijs

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

GEOTECHNISCH LABORATORIUM

AKKOORD

LAB



C_c = 0,25630 CR = 0,10949
 P_g = 35,22 kPa
 $C_c(sw)1$ = 0,00315 SR = 0,00135
 $C_c(r)1$ = 0,03676 RR = 0,01571

Boring : B-2
 Busnummer : 9
 Monsterdiepte : N.A.P. -11,54 m
 Grondsoort : Klei, matig siltig, weinig plantenresten, grijs
 Beproeversperiode : 13-03-19 tot 13-03-27
 Staat monster : ongeroerd
 Preparatiemethode : overgeschoven
 Beproeversomgeving : nat
 Temperatuur : 20°C
 Proefstukdiameter : 64,52 mm
 Bijzonderheden : geen

Verzadigingsgraad, begin / eind proef : 104 / 113 %
 Vochtgehalte, begin / eind proef : 53 / 51 % m/m
 Volumieke massa nat, begin / eind proef : 1715 / 1810 kg/m³
 Volumieke massa droog, begin / eind proef : 1118 / 1196 kg/m³
 Volumieke massa vaste delen grond : 2617 kg/m³



Wiertsema & Partners
 RAADGEVEND INGENIEURS

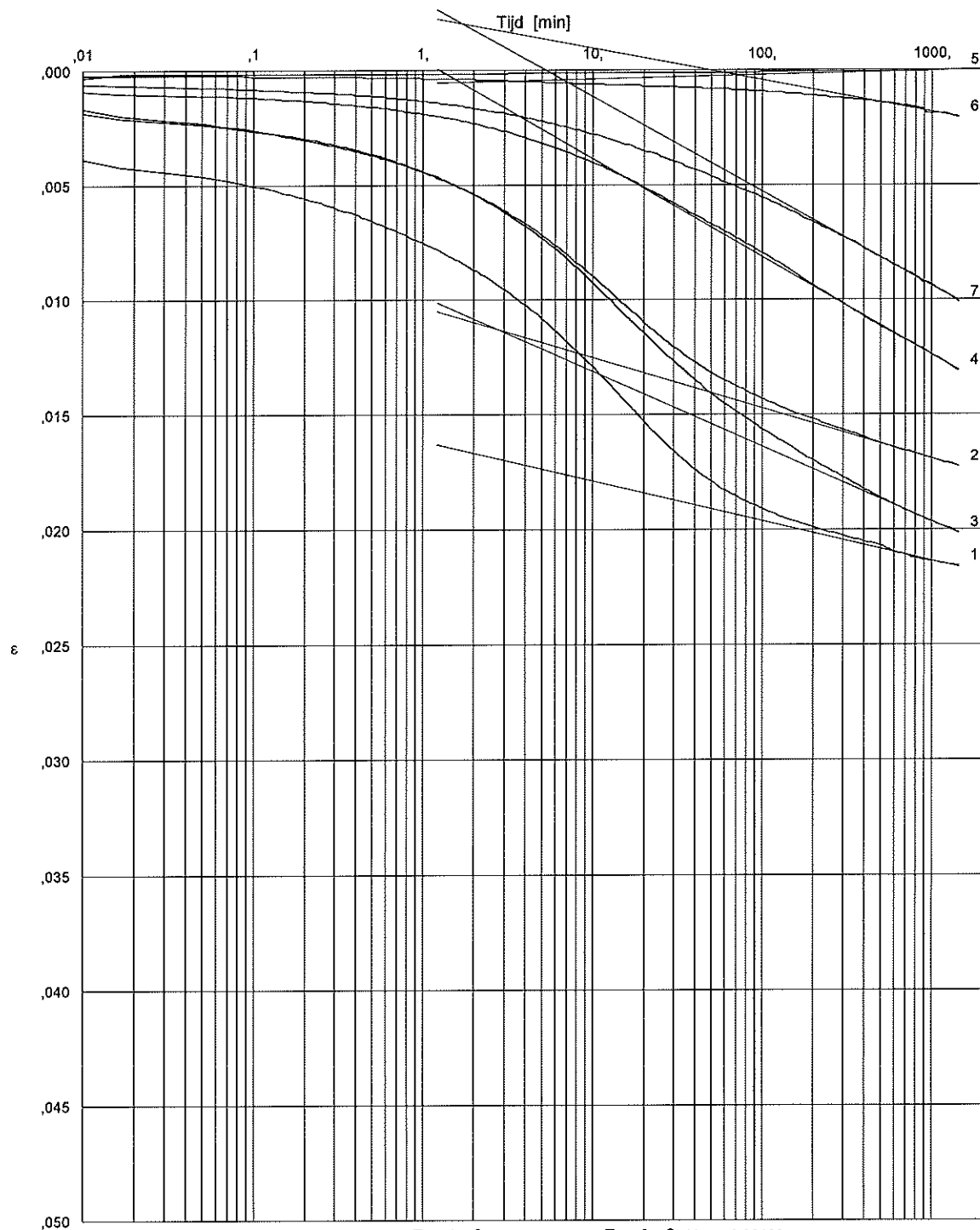


Project aan de Noordersingel te Berkel en Rodenrijs

Primaire samendrukkingsindex en grensspanning (NEN 5118)

GEOTECHNISCH LABORATORIUM





Trap 1 : C_α = 0,00174 Trap 6 : $C_\alpha(r)$ = 0,00139
 Trap 2 : C_α = 0,00220 Trap 7 : C_α = 0,00412
 Trap 3 : C_α = 0,00326
 Trap 4 : C_α = 0,00428
 Trap 5 : $C_\alpha(sw)$ = -0,00018

Boring : B-2
 Busnummer : 9
 Monsterdiepte : N.A.P. -11,54 m
 Grondsoort : Klei, matig siltig, weinig plantenresten, grijs
 Beproeversperiode : 13-03-19 tot 13-03-27
 Staat monster : ongeroerd
 Preparatiemethode : overgeschoven
 Beproeversomgeving : nat
 Temperatuur : 20°C
 Proefstukdiameter : 64,52 mm
 Bijzonderheden : geen

Verzadigingsgraad, begin / eind proef : 104 / 113 %
 Vochtgehalte, begin / eind proef : 53 / 51 % m/m
 Volumieke massa nat, begin / eind proef : 1715 / 1810 kg/m³
 Volumieke massa droog, begin / eind proef : 1118 / 1196 kg/m³
 Volumieke massa vaste delen grond : 2617 kg/m³



Wiertsema & Partners
 RAADGEVEND INGENIEURS

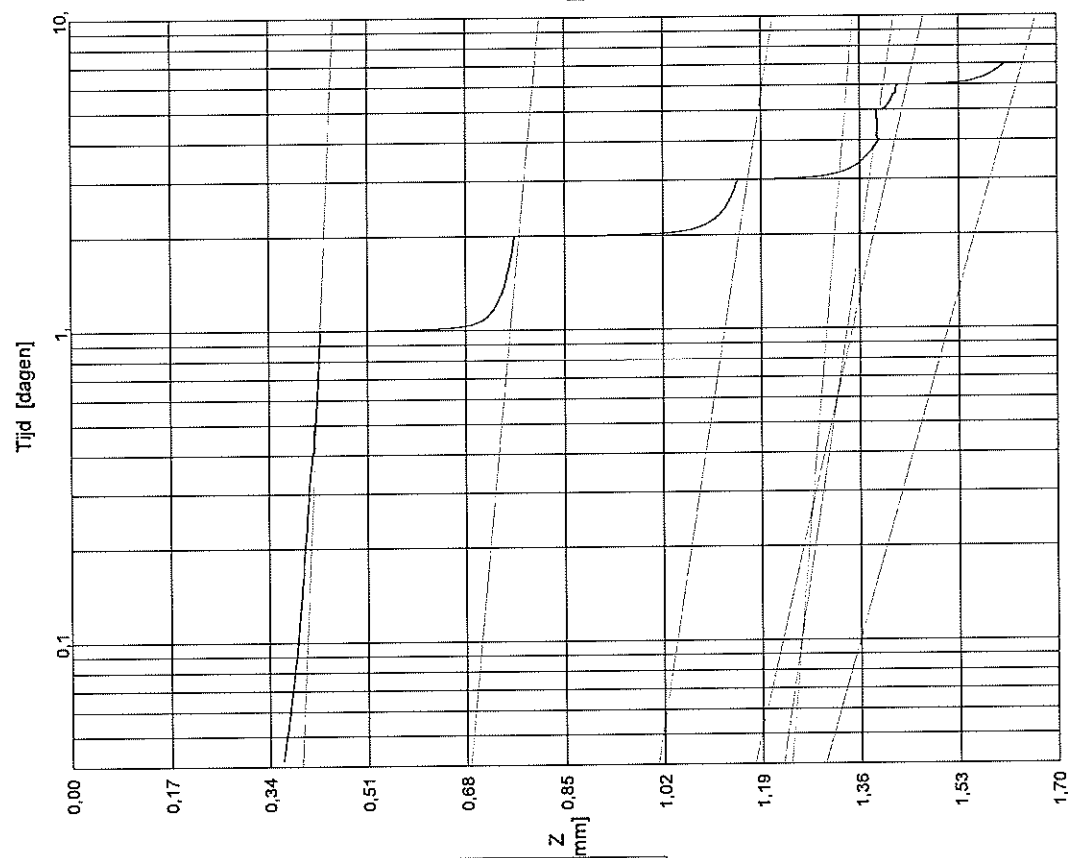
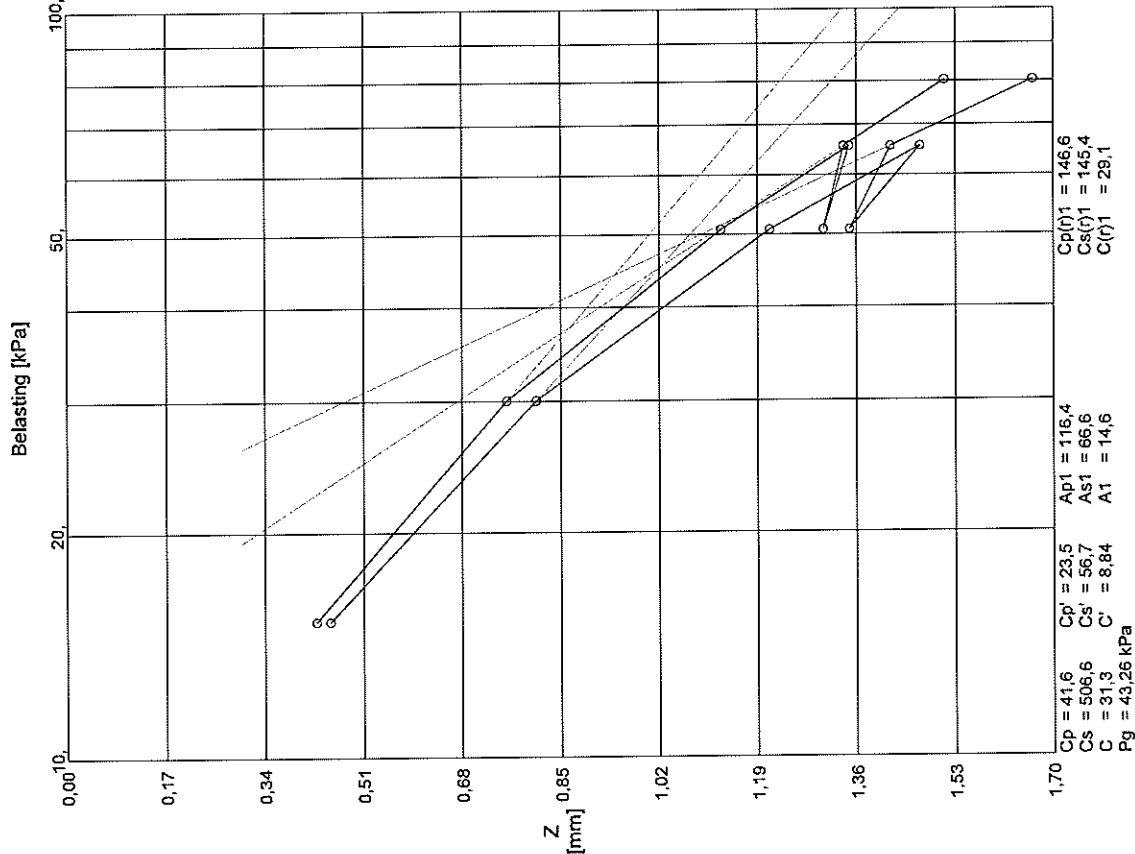


Project aan de Noordersingel te Berkel en Rodenrijs

Secundaire samendrukkingsindex (NEN 5118)

GEOTECHNISCH LABORATORIUM

AKKOORD
LAB



Verzadigingsgraad, begin / eind proef : 104 / 113 %
 Vochtgehalte, begin / eind proef : 53 / 51 %
 Volumieke massa nat, begin / eind proef : 1715 / 1810 kg/m³
 Volumieke massa droog, begin / eind proef : 1118 / 1196 kg/m³
 Volumieke massa vaste delen grond : 2617 kg/m³

Preparatiemethode : overgeschoven
 Beproevoingsomgeving : nat
 Temperatuur : 20°C
 Proefstukdiameter : 64,52 mm
 Grondsoort : Klei, matig siltig, weinig plantenresten, grijs

Boring : B-2
 Busnummer : 9
 Monsterdiepte : N.A.P. -11,54 m
 Staat monster : ongeroerd
 Beproevoingsperiode : 13-03-19 tot 13-03-27
 Bijzonderheden : geen



Wiertsema & Partners
 RAADGEVEND INGENIEURS



Project aan de Noordersingel te Berkel en Rodenrijs

Samendrukkingsconstanten vlg. Koppejan

GEOTECHNISCH LABORATORIUM



Opdrachtnummer : VN-57523-1
 Boring : B-2
 Bus : 9
 Diepte monster : N.A.P. -11.54 m
 Grondsoort : Klei, matig siltig, weinig plantenresten, grijs
 Diameter monster: 64,52 mm ; Initiele hoogte: 20,04 mm

Trap Cv:10 [m²/s] k10 [m/s] Mv [1/MPa]
 3 2,25E-07 6,37E-10 2,89E-01 wortel(tijd) methode

e0 = 1,341
 Trap 1: e = 1,291
 Trap 2: e = 1,252
 Trap 3: e = 1,207
 Trap 4: e = 1,178
 Trap 5: e = 1,178
 Trap 6: e = 1,174
 Trap 7: e = 1,153

Angelsaksische/NEN methode		a, b, c-isotachenmodel	
via poriëngetal		via lineaire rek	
Trap 1-2:		a = 0,02534	
Trap 2-3: Cc	= 0,19717 CR = 0,08423	b = 0,03842	
Trap 3-4: Cc	= 0,25630 CR = 0,10949	b = 0,05077	
Trap 4-5: Cc(sw)	= 0,00315 SR = 0,00135		
Trap 5-6: Cc(r)	= 0,03676 RR = 0,01571	a = 0,00734	
Trap 6-7: Cc	= 0,24428 CR = 0,10436	b = 0,04904	

Cc (NEN 5118): 0,25630 Index-Pg: 35,224 kPa

Trap 1: C-alpha	= 0,00174	c = 0,00080
Trap 2: C-alpha	= 0,00220	c = 0,00098
Trap 3: C-alpha	= 0,00326	c = 0,00146
Trap 4: C-alpha	= 0,00428	c = 0,00186
Trap 5: C-alpha(sw)	= -0,00018	c = -0,00007
Trap 6: C-alpha(r)	= 0,00139	c = 0,00058
Trap 7: C-alpha	= 0,00412	c = 0,00180

Procentuele zakking dH/H [%]	10-dagen	100-dagen	1000-dagen	10000-dagen
dP [kPa]				
15,229	2,260	2,377	2,495	2,613
30,062	4,029	4,281	4,533	4,785
50,827	6,043	6,466	6,888	7,310
65,659	7,335	7,946	8,557	9,169
50,827	6,731	6,957	7,184	7,411
65,659	7,081	7,485	7,888	8,291
80,492	8,307	9,070	9,832	10,595

	Cp = 41,6	Cs = 506,6	C = 31,3	Pg = 43,26 kPa
Trap 2 - 3	Cp' = 28,5	Cs' = 119,7	C' = 14,59	
Trap 3 - 4	Cp' = 23,2	Cs' = 107,7	C' = 12,47	
Trap 6 - 7	Cp' = 23,5	Cs' = 56,7	C' = 8,84	
Trap 4 - 5	Ap = 116,4	As = 66,6	A = 14,6	
Trap 5 - 6	Cp(r) = 146,6	Cs(r) = 145,4	C(r) = 29,1	



Wiertsema & Partners

RAADGEVEND INGENIEURS



Project aan de Noordersingel te Berkel en Rodenrijs

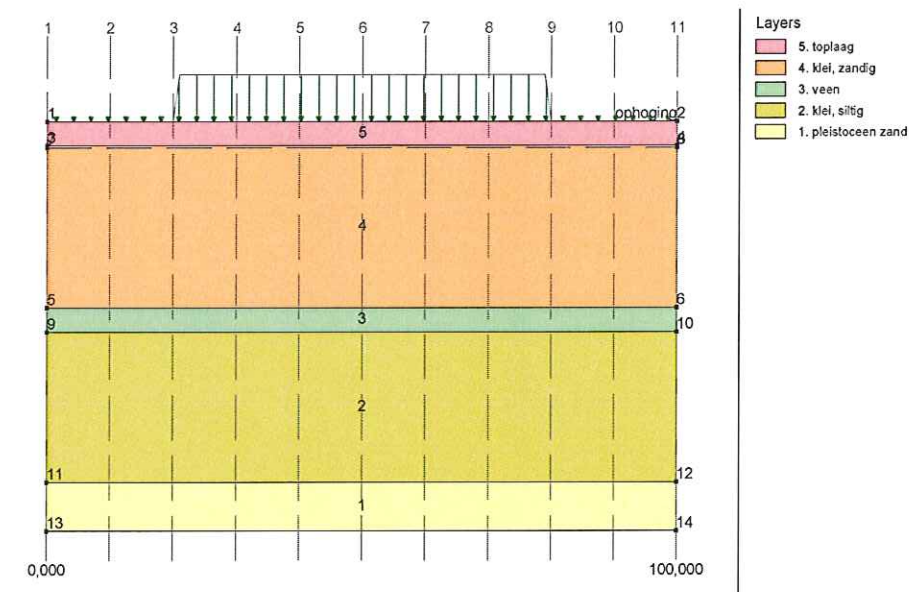
Samendrukkingsproef; Bus: 9; Boring: B-2

GEOTECHNISCH LABORATORIUM

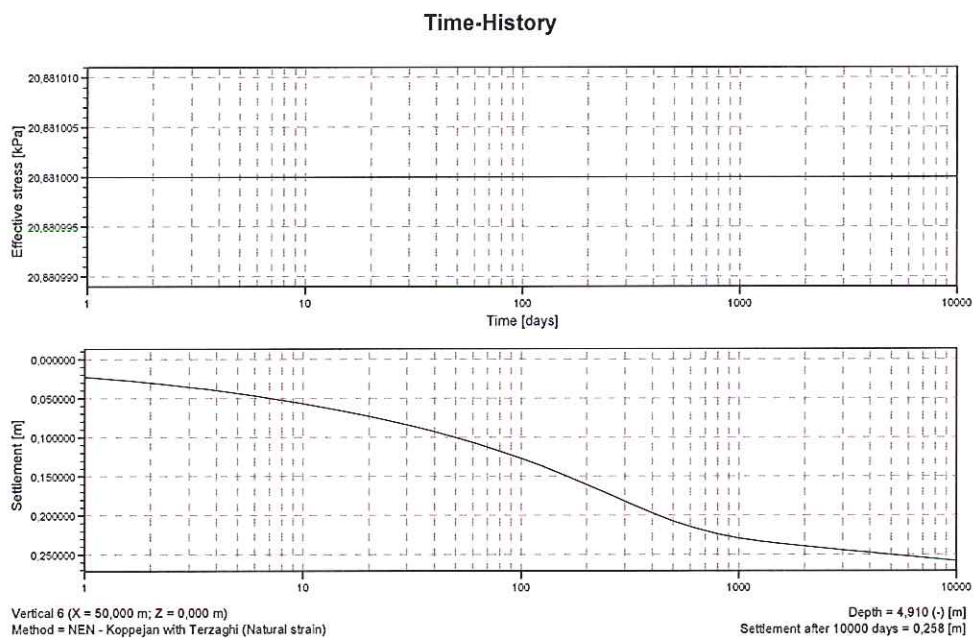
AKKOORD

LAB

Bijlage 2: Berekeningen D-settle



Figuur: Model bodemopbouw en ophoging



Figuur: Rekenresultaat zettingsberekening voor maximale zetting