

Geotechniek
Technologiepark, gebouw 905
Tramstraat 52, 9052 Zwijnaarde
Tel. 09 240 75 11 - Fax 09 240 75 00
geotechniek@vlaanderen.be

**VERSLAG OVER DE RESULTATEN VAN DE BORINGEN MET
BIJHOREND LABORATORIUMONDERZOEK EN PLAATSING
PEILBUIZEN UITGEVOERD IN FUNCTIE VAN DE
VOORBEREIDENDE WERKEN VOOR DE
OOSTERWEELVERBINDING TE ANTWERPEN.**

GEO-14/014

**VERSLAG OVER DE RESULTATEN VAN DE BORINGEN MET BIJBEHOREND
LABORATORIUMONDERZOEK EN PLAATSING PEILBUIZEN UITGEVOERD IN
FUNCTIE VAN DE VOORBEREIDENDE WERKEN VOOR DE
OOSTERWHEELVERBINDING TE ANTWERPEN.**

Met de mail van 7 oktober 2013 verzocht de heer ir. Gert Osselaer, projectleider studiediensten OWV, BAM NV, Rijnkaai 37 te Antwerpen de afdeling Geotechniek, departement Mobiliteit en Openbare Werken, Vlaamse overheid, een grondonderzoek uit te voeren voor de verschillende voorbereidende werken in het kader van de Oosterweelverbinding te Antwerpen, voornamelijk gesitueerd in de omgeving van Schijnpoort. Het uitgevoerde grondonderzoek bestaat uit sonderingen en boringen met bijhorend laboratoriumonderzoek, inclusief plaatsing van peilbuizen.

De opdracht werd ingeschreven onder de dossiernummers:

GEO-14/013: resultaten van de sonderingen uitgevoerd in functie van de voorbereidende werken voor de Oosterweelverbinding te Antwerpen

GEO-14/014: resultaten van de boringen met bijhorend laboratoriumonderzoek en plaatsing peilbuizen in functie van de voorbereidende werken voor de Oosterweelverbinding te Antwerpen

Dit verslag GEO-14/014 handelt over de resultaten van de boringen.

De afdeling Geotechniek is

- ISO 17025 geaccrediteerd voor het uitvoeren van boringen en een aantal laboratoriumproeven (volumemassa, watergehalte, samendrukkingsproeven, doorlatendheidsproef bij constant verval, triaxiaalproeven en proctorproeven) – BELAC 177-TEST;
- ISO 9001 geaccrediteerd voor al haar activiteiten.

De boringen werden uitgevoerd door TV GMA/Geolab onder toezicht van de afdeling Geotechniek.

Dit verslag dient steeds in zijn geheel te worden gelezen. Het is dan ook niet toegelaten delen ervan te reproduceren en te verspreiden. Enkel kopieën van het volledige verslag mogen verspreid worden.

1. Resultaten van de boringen

1.1 Gegevens over de uitvoeringsplaatsen

De site waar de boringen werden uitgevoerd, is gesitueerd op de bijlage "algemeen liggingsplan", uittreksel uit de topografische kaart.

De uitvoeringsplaatsen van de boringen, genummerd B107, B111, B119-1, B119-2 en B126, zijn ingetekend op de bijlage "situatieplan" welke is opgemaakt aan de hand van een orthografische kaart en waarop de boringen volgens hun coördinaten zijn bij opgetekend.

Op het situatieplan zijn eveneens de uitvoeringsplaatsen aangeduid van de voorheen in de onmiddellijke omgeving uitgevoerde sonderingen en boringen waarvan de resultaten zijn verzameld in de verslagen, waarvan de nummers op dit plan zijn vermeld.

Voor verdere informatie over de sonderingen en boringen die voorheen in de omgeving van de huidige proeven zijn uitgevoerd, verwijzen wij naar de Databank Ondergrond Vlaanderen en de verslagen van de afdeling Geotechniek/ Rijksinstituut voor Grondmechanica.

De uitvoeringsplaatsen van de boringen werden in overleg met de opdrachtgever vastgelegd.

De coördinaten van de onderzoekspunten (Lambert-coördinaten) en de aanvangspeilen van de proeven (T.A.W.-peilen) werden opgemeten door Geolab bvba. De coördinaten en aanvangspeilen zijn meegedeeld in de hoofding van de boorstaten en geologische beschrijving van de boringen.

1.2 Uitvoeringswijze van de boringen

Overeenkomstig de afspraken met de opdrachtgever werd de boring B107 uitgevoerd tot 10,5m diepte, boring B111 tot 7m diepte, boring B119-1 tot 12m diepte, boring B119-2 tot 6m diepte en boring B126 tot 10m diepte.

De boringen B107, B119-1 en B126 werden uitgevoerd met discontinue monsternamen. Door de boorbaas werden op regelmatige diepten, in de regel om de 0.50 m, geroerde monsters ontnomen en verzameld in plastic potten. De tijdens het boren bovengehaalde grond werd door de boorbaas aan een eerste onderzoek op zicht onderworpen. Tijdens het uitvoeren van de boringen werden eveneens een aantal ongeroerde monsters ontnomen. Eén ontnamen is mislukt.

De boringen B111 en B119-2 werden uitgevoerd voor het plaatsen van peilbuizen. B111 werd uitgevoerd als spoelboring, B119-2 werd uitgevoerd als discontinue boring.

Bij het uitvoeren van de boringen B111 en B119-2 werden geen geroerde en ongeroerde monsters ontnomen.

Alle monsters werden naar het laboratorium van de afdeling Geotechniek te Zwijnaarde overgebracht.

Bij hun aankomst in het laboratorium werden de monsters in het register van het laboratorium ingeschreven onder de nummers :

- voor monsters in potten :
 1. boring B107 : 14/2686 t.e.m. 14/2704 .
 2. boring B119-1 : 14/2661 t.e.m. 14/2683 .
 3. boring B126 : 14/2637 t.e.m. 14/2657 .
- voor de ongeroerde monsters :
 1. boring B107 : 14/2684 en 14/2685 .
 2. boring B119-1 : 14/2658 t.e.m. 14/2660 .
 3. boring B126 : 14/2635 en 14/2636 .

1.3 Monsterbeschrijving en boorstaten

De monsters werden aan een onderzoek op zicht onderworpen door de heer Michiel Duser geoloog bij de Belgische Geologische Dienst.

De beschrijving van de monsters en de vermoedelijke geologische interpretatie opgemaakt aan de hand van het onderzoek op zicht door de geoloog zijn meegedeeld op de bijlagen "beschrijving monsters door geoloog en geologische interpretatie".

Aan de hand van de door de boorbaas opgemaakte terreinboorstaat eventueel aangepast of aangevuld met de gegevens van het visueel onderzoek in het laboratorium van de monsters en van de resultaten van het op de ongeroerde monsters uitgevoerde laboratoriumonderzoek, werden overzichtsboorstaten opgemaakt die als bijlagen "boorstaten" zijn meegedeeld.

Op de boorstaat zijn eveneens de gegevens meegedeeld omtrent de toegepaste boorwijze en de waterstanden die in het boorgat tijdens en na het boren door de boorbaas werden opgemeten.

In verband met de op de boorstaat aangegeven diepte waarop voor het eerst water werd onderkend wordt opgemerkt dat plaatselijk, bij het doorboren van weinig doorlatende lagen en/of door de toegepaste boortechniek, deze diepte mogelijk niet overeenstemt met de werkelijke ligging van het freatisch oppervlak.

In principe wordt door de boorbaas de grond als verzadigd beschouwd, vanaf de diepte waarop water in het boorgat werd waargenomen. Het is echter duidelijk dat de doorboorde lagen vanaf het freatisch oppervlak verzadigd zijn. In kleien en lemen kan de grond bovendien zelfs tot belangrijke hoogte boven het freatisch oppervlak capillair verzadigd zijn.

In de laatste kolom van de boorstaat is de vermoedelijke geologische interpretatie weergegeven zoals deze door de geoloog werd opgemaakt aan de hand van het onderzoek op zicht van de geroerde monsters.

Op de boorstaat is eveneens aangeduid op welke diepte geroerde en ongeroerde monsters werden ontnomen en op welke diepte de ontneming van ongeroerde monsters is mislukt.

2. Peilbuizen

2.1 Plaatsen van de peilbuizen

In de boorgaten van de boringen werden volgens de afspraken met de opdrachtgevende dienst een peilbuis ingebouwd.

Een peilbuis bestaat uit een pvc-buis, onderaan voorzien van een filtrerend gedeelte. Rond het filtrerend gedeelte en tot circa 0.5 m boven de bovenkant van het filtrerend gedeelte wordt kift als filtermateriaal aangebracht. Hierboven wordt het boorgat aangevuld met materiaal uit de boring. Over de hoogte van weinig doorlatende lagen worden bentonietstoppen geplaatst.

Bovenaan wordt het boorgat afgedicht met een bentonietstop om rechtstreekse regenwaterinfiltratie te beletten. De koppen van de peilbuizen worden in een straatpot ingebouwd.

De diepte van het filtrerend gedeelte werd vastgelegd door de heer ing. Dirk Baerts aan de hand van de uitgevoerde sondering op die plaats. Indien de boring dieper werd uitgevoerd dan de vastgelegde diepte van de onderkant van het filtrerend gedeelte, werd het boorgat vooraf tot deze diepte aangevuld met materiaal uit de boring, waarbij eveneens over de hoogte van weinig doorlatende lagen bentonietstoppen werden geplaatst.

Meer gedetailleerde gegevens over de geplaatste peilbuizen en het waterpeil, opgemeten in de peilbuizen onmiddellijk na plaatsing van de peilbuizen, zijn samengevat in de tabel I "gegevens peilbuizen".

2.2 Metingen aan de peilbuizen

De resultaten van de metingen aan de peilbuis zijn meegedeeld in de tabel II "metingen aan de peilbuizen".

De verdere metingen zullen uitgevoerd worden door de afdeling Geotechniek.

De resultaten van deze metingen zullen worden meegedeeld in een aanvullende rapportering.

Tabel I**Gegevens peilbuizen**

Onderzoekspunt	B107	B111	B119-1 (d)	B119-2 (o)	B126
Maaiveldpeil (m TAW)	+4,92	+5,35	+7,29	+7,33	+5,86
peil bovenkant buis (m TAW)	+4,81	+5,28	+7,15	+7,23	+5,80
diameter peilbuis	63 mm	63 mm	63 mm	63 mm	63 mm
lengte filtrerende gedeelte	2,0 m	2,0 m	2,0 m	2,0 m	2,0 m
bentonietstop tussen de peilen	+4,31 en -2,69	+4,78 en +1,28	+6,65 en -1,35	+6,73 en +4,23	+5,30 en -0,70
filtrerend gedeelte en kift tussen de peilen	-2,69 en -5,69	+1,28 en -1,72	-1,35 en -4,35	+4,23 en +1,23	-0,70 en -3,70
peil onderkant buis	-5,69	-1,72	-4,35	+1,23	-3,70
datum plaatsing	7/08/2014	12/08/2014	11/08/2014	11/08/2014	12/08/2014
waterpeil onmiddellijk na plaatsing van de peilbuis	+1,81	+1,78	+2,35	+2,43	+2,10

Tabel II**Resultaten manuele metingen aan de peilbuizen****Waterpeil**

Datum	B107	B111	B119-1 (d)	B119-2 (o)	B126
Onmiddellijk na plaatsing	+1,81	+1,78	+2,35	+2,43	+2,10
12/09/2014	+1,83	+1,97	+1,81	+3,21	+1,95
27/10/2014	+1,83	+2,00	+1,70	+2,97	+1,76
25/11/2014	+1,84	+1,99	+1,70	+3,06	+1,73
16/12/2014	+1,80	+1,97	+1,69	+3,04	+1,72
14/01/2015	+2,05	+2,36	+2,09	+3,66	+2,11
16/02/2015	+1,96	+2,15	+1,98	+3,82	+2,06

3. Resultaten van het laboratoriumonderzoek

Op de in de boringen B107, B119 en B126 ontnomen ongeroerde monsters werden overeenkomstig de afspraken met de opdrachtgever de volgende laboratoriumproeven uitgevoerd :

- bepaling van het gehalte aan organische stoffen en van het kalkgehalte
- bepaling van de korrelverdeling
- bepaling van de consistentiegrenzen
- bepaling van de volumemassa en het natuurlijk watergehalte
- bepaling van de doorlatendheidscoëfficiënt
- bepaling van de samendrukkingsconstante en de ontlastingsconstante
- bepaling van de schuifweerstandskarakteristieken bij middel van geconsolideerde niet-gedraineerde triaxiaalproeven, niet-geconsolideerde niet-gedraineerde triaxiaalproeven, vrije prismaproeven

Heterogene monsters werden zo mogelijk opgesplitst in deelmonsters. In de mate van het mogelijke werden de gevraagde proeven uitgevoerd op de verschillende deelmonsters.

Op sommige ongeroerde monsters konden, gelet op de beperkte beschikbare monsterlengte, de heterogeniteit van het monster of de aanwezigheid van stenen en/of schelpfragmenten, niet alle vooropgestelde proeven worden uitgevoerd.

De volgnummers van de onderzochte monsters zijn op de bijlagen “boorstaten” omcirkeld.

Voor een beschrijving van de uitvoeringswijze van de laboratoriumproeven en van de wijze waarop de verkregen resultaten worden geïnterpreteerd, wordt onder andere verwezen naar de boeken Grondmechanica - Deel 1 en Deel 2b - Prof. Dr. ir. W. Van Impe.

Voor het uitvoeren van de onderkenningproeven werd de te onderzoeken grond in het laboratorium zorgvuldig gehomogeniseerd waarna de proefmonsters werden ontnomen waarop de proeven werden verricht.

De resultaten van het laboratoriumonderzoek zijn gezamenlijk weergegeven op de bijlagen "samenvattende tabel laboratoriumproeven".

Een korte beschrijving van de uitvoeringswijze van de laboratoriumproeven is gegeven in de volgende paragrafen.

Op verzoek kan de meetonzekerheid op de uitgevoerde proeven worden bekomen.

3.1. Bepaling van de gehalten aan organische stoffen en aan kalk

Het gehalte aan organische stoffen, respectievelijk aan kalk, wordt bepaald door weging van het massaverlies na behandeling met een waterstofperoxyde-oplossing (oplossing van 20% volumedelen perhydrol dat een oplossing is van 30% massadelen waterstofperoxyde), respectievelijk met een HCl-oplossing 1N.

De gevonden waarden voor de gehalten aan organische stoffen en aan kalk zijn meegedeeld in de tabellen van de bijlagen "onderkenningproeven".

3.2. Bepaling van de korrelverdeling

3.2.1. Bepaling van de korrelverdeling door zeping en bezinkingsproef

De korrelverdeling wordt bepaald door het uitvoeren van een zeping en, indien het gehalte aan deeltjes $< 63 \mu\text{m}$ groter is dan 10%, door het uitvoeren van een bezinkingsproef (areometerproef).

Wanneer de som van de gehalten aan organische stoffen en kalk groter is dan 10% worden deze vooraf verwijderd door behandeling van het monster met een waterstofperoxyde-oplossing (oplossing van 20% volumedelen perhydrol) en een HCl-oplossing (2/10 N).

De zeping omvat de uitvoering van een natte zeping en een droge zeping.

Door de natte zeping scheidt men de korrels met diameter groter dan $63 \mu\text{m}$ van deze met diameter kleiner dan $63 \mu\text{m}$.

Voor het uitvoeren van de droge zeping wordt de zeefrest op de zeef van $63 \mu\text{m}$ in een porseleinen schaal in een droogstoof (105°C) gebracht en gedroogd. Na droging wordt de grond op de bovenste en grofste zeef gebracht van een reeks op elkaar geplaatste gestandaardiseerde zeven (openingen 0.355 mm, 0.250 mm, 0.180 mm, 0.125 mm, 0.090 mm en 0.063 mm). De ganse reeks zeven wordt gedurende 20 minuten door een zeefschudder geschud. De korrels die op de bovenste zeef met diameter 0.355 mm blijven liggen worden op een volgende reeks gestandaardiseerde zeven met de hand gezeefd (openingen 2.800 mm, 2.000 mm, 1.400 mm, 1.000 mm, 0.710 mm en 0.500 mm). Bij de monsters waarbij een beduidend aantal korrels op de zeef met diameter 2.800 mm blijven liggen worden deze korrels op een volgende reeks zeven met de hand gezeefd (openingen 4.000 mm t.e.m. 63.000 mm).

De verschillende zeefresten worden gewogen. De kleine hoeveelheid, welke door de zeef van $63 \mu\text{m}$ gaat, wordt geteld bij de hoeveelheid $< 63 \mu\text{m}$ verkregen bij de natte zeping.

De areometerproef wordt uitgevoerd volgens de areometermethode van Casagrande-Bouyoucos beschreven in "Die Aräometermethode zur Bestimmung der Kornverteilung von Böden" van Dr. techn. A. Casagrande.

3.2.2. Bepaling van de korrelverdeling door middel van laserdiffractie

Bij de ongeroerde monsters B107/N2A en B107/N2B werd wegens de beperkte hoeveelheid beschikbare grond de korrelverdeling bepaald door middel van laserdiffractie.

De korrelverdeling via laserdiffractiemeting wordt uitgevoerd op de fractie van het monster $< 2\text{mm}$.

Wanneer de som van de gehalten aan organische stoffen en kalk groter is dan 10% worden deze vooraf verwijderd door behandeling van het monster met een waterstofperoxyde-oplossing (oplossing van 20% volumedelen perhydrol) en een HCl-oplossing (2/10 N).

Door middel van een natte zeving worden eerst de korrels met een diameter groter dan 2mm van deze met een diameter kleiner dan 2mm gescheiden.

De grond wordt met een roerder zorgvuldig gemengd. Na menging worden hieruit de proefmonsters ontnomen waarop een laserdiffractieproef wordt uitgevoerd.

In de laserdiffractieproef wordt een laserstraal gestuurd door een cel waar het proefmonster, sterk in water verdund, continu wordt doorheengestuurd. Als de laserstraal op een korrel botst ontstaat er een interactie tussen het licht en de korrel zodat het licht in een voorwaartse richting wordt afgebogen in een reeks concentrische cirkels omheen de laserstraalas. De positie van deze cirkels t.o.v. de laserstraalas (hoek tussen laserstraalas en deze concentrische cirkels) is rechtstreeks afhankelijk van de korreldiameter indien de golflengte van de laserstraal constant wordt verondersteld. Door Fraunhofer werd een relatie uitgewerkt tussen de hoek met de kleinste concentrische cirkel en de korreldiameter. Hieruit volgt dat grote korreldiameters een minimum geven op kleinere hoeken dan kleinere korreldiameters. Als men achter de cel onder verschillende hoeken de lichtintensiteit meet dan kan men het diffractiepatroon opnemen.

Per monster werden 5 deelmonsters beproefd. Per monster werd het gemiddelde resultaat van de 5 proeven megedeeld.

3.3. Resultaten van de bepaling van de korrelverdeling

De resultaten van de proeven in korrelverdelingsdiagram, de granulometrische samenstelling per fractie, uitgedrukt in massaprocenten, en de waarden voor het slibgehalte, dit is het gehalte aan elementen met diameter kleiner dan $20\text{ }\mu\text{m}$, zijn megedeeld op de bijlagen "onderkenningproeven".

3.4. Bepaling van de consistentiegrenzen volgens Atterberg

De bepaling van de consistentiegrenzen geschiedt volgens de voorschriften van de Duitse Norm DIN.18122 Teil 1 van juli 1997. Voor het bepalen van de vloeigrens gebruikt men de in de norm genoemde "Mehrpunktmethode".

De behandeling van het proefmonster gebeurt met gedistilleerd water.

Bij de uitrolgrens wordt slechts één droogpotje gevuld met draden met een diameter van 3 mm. De voor de vloeigrens, uitrolgrens en plasticiteitsindex verkregen waarden zijn meegedeeld in de tabellen van de bijlagen "onderkenningproeven".

Er wordt opgemerkt dat het voor bepaalde monsters, door gebrek aan cohesie, niet mogelijk was de consistentiegrenzen te bepalen. Voor deze monsters is de plasticiteitsindex nul of zeer gering.

Voor een als kleimonster geclassificeerd monster wordt de door Prof. Skempton gedefinieerde activiteitsindex meegedeeld. Deze activiteitsindex wordt bepaald als de verhouding van de plasticiteitsindex tot het gehalte aan deeltjes kleiner dan $2\ \mu\text{m}$.

3.5. Benaming van de grondsoort

Aan de hand van de resultaten van de korrelverdeling en van de waarden van de plasticiteitsindex I_p kunnen de onderzochte monsters worden geclassificeerd volgens de methode van de afdeling Geotechniek. De classificatie is opgesteld overeenkomstig het document "Voorstel tot classificatie van de gronden 12.10.94" van de Belgische Groepering Grondmechanica en Funderingstechnieken. Ook zijn de grondmonsters geclassificeerd volgens de methode ASTM-norm D2487-98. De benaming van de monsters volgens de methode van de afdeling Geotechniek en volgens de ASTM methode wordt in de tabellen van de bijlagen "onderkenningproeven" aangegeven.

3.6. Bepaling van volumemassa en watergehalte

Na het uitdrukken van het ongeroerde monster uit zijn monsterbus werd door middel van een volumering (ca 0.1 l) een deelmonster ontnomen. De volumemassa wordt rechtstreeks afgeleid uit het bepalen van de massa van het gekende volume materiaal.

Het watergehalte wordt bepaald uit het massaverlies na droging gedurende minimaal 24 uren in een droogstoof en bij een temperatuur van 105°C van een uit het monster ontnomen hoeveelheid materiaal. Voor de veenmonsters wordt het watergehalte bepaald door droging tot een constante massa in een droogstoof en bij een temperatuur van 50°C .

De verkregen resultaten voor de volumemassa (ρ_n) en het watergehalte (w), bepaald voor de onderzochte monsters, alsook de berekende waarden voor de droge volumemassa (ρ_d), het drogestofgehalte (%) het poriënvolume (n), het poriëngetal (e) en de verzadigingsgraad (S_r) zijn vermeld op de bijlagen "samenvattende tabel laboratoriumproeven".

Het poriënvolume (n), het poriëngetal (e) en de verzadigingsgraad (S_r) van de niet-veenmonsters werden berekend met aanname van een korrelvolumemassa van $2.65\ \text{t/m}^3$. Voor de veenmonsters werd een korrelvolumemassa van $1.65\ \text{t/m}^3$ aangenomen.

3.7. Bepaling van de doorlatendheidscoëfficiënt

3.7.1. Bepaling van de doorlatendheidscoëfficiënt bij veranderlijk verval

Na het uitdrukken van het ongeroerde monster uit de monsterbus wordt een cilindrisch proefmonster ontnomen.

Dit proefmonster, met een hoogte van ongeveer 18 mm en een diameter van 59 mm, wordt ingebouwd in een samendrukkingsapparaat, omgevormd tot doorlatendheidsapparaat. Dit apparaat is opgesteld in een ruimte met een constante temperatuur van 10°C.

Het proefmonster, geplaatst tussen twee poreuze stenen, wordt eerst gedurende tenminste 15 uur onder een verval van ongeveer 500 mm met leidingwater doorstroomd. Na deze doorstroming wordt de eigenlijke proef uitgevoerd en tweemaal hernomen.

Het proefmonster wordt tijdens de proef onder een verticale belasting van ongeveer 30 kPa geplaatst. Bij tertiaire kleimonsters wordt, indien nodig, deze belasting verhoogd teneinde het zwellen van het monster tegen te gaan.

De voor de doorlatendheidscoëfficiënt verkregen waarden zijn vermeld op de bijlagen "samenvattende tabel laboratoriumproeven".

Met betrekking tot de medegedeelde resultaten dient opgemerkt dat met de gebruikelijke proefopstelling, doorlatendheden kunnen worden gemeten in de grootte orde tussen 10^{-6} m/s en 10^{-10} m/s.

Resultaten voor doorlatendheden die groter zijn dan 10^{-6} m/s of kleiner zijn dan 10^{-10} m/s zijn mogelijk beïnvloed door de opstelling en opbouw van de proefapparatuur.

3.7.2. Bepaling van de doorlatendheidscoëfficiënt bij constant verval

Voor de zandige monsters werd de proef ter bepaling van de doorlatendheidscoëfficiënt uitgevoerd in het doorlatendheidsapparaat in glas, met constant verval van circa 30 mm en bij een temperatuur van 10°C. De proef wordt uitgevoerd op een in het laboratorium gevormd monster.

Na een voorafgaandelijke doorstroming, gedurende circa 2 uur onder een verval van circa 30 mm, werd de eigenlijke proef uitgevoerd en tweemaal hernomen.

Het poriënvolume van deze gevormde monsters en de overeenstemmende doorlatendheidscoëfficiënt zijn vermeld op de bijlagen "samenvattende tabel laboratoriumproeven".

Gelet op het feit dat de doorlatendheid van de grond geen gemiddeld verschijnsel is, maar in belangrijke mate beïnvloed wordt door mogelijk voorkomende heterogeneïten, en de laboratorium doorlatendheidsproef werd uitgevoerd op gevormde monsters en bij verticale doorstroming, moeten de resultaten van deze laboratoriumproeven beoordeeld worden in de

globale context van het geotechnisch onderzoek en in het bijzonder van de uitgevoerde in situ proeven.

Er dient bovendien opgemerkt dat de bekomen waarden voor de verticale doorlatendheidscoëfficiënt niet zonder meer kunnen gebruikt worden voor bemalingsstudies.

Bij bemalingsproblemen is meestal de horizontale doorlatendheidscoëfficiënt k_h van de meest doorlatende lagen bepalend.

Om meer informatie te verwerven over de doorlatendheid van de grond, meer bepaald in het geval van zandige lagen en ter bepaling van de horizontale doorlatendheid, is het nodig in situ een pompproef uit te voeren.

3.8. Bepaling van de samendrukkings- en ontlastingsconstante

Na het uitdrukken van het ongeroerde monster wordt een cilindrisch proefmonster ontnomen met een hoogte van ongeveer 20 mm en een diameter van ongeveer 65 mm.

Het proefmonster wordt ingebouwd in een samendrukkingsapparaat.

Het proefmonster wordt belast volgens een meetkundige reeks met een minimum spanning van ongeveer 30 kPa en een maximum spanning van ongeveer 240 kPa. Na de belasting wordt het proefmonster overeenkomstig dezelfde meetkundige reeks ontlast.

Elke belastingstrap (ontlastingstrap) wordt op de monsters behouden tot de samendrukkings (zwellings)- snelheid kleiner dan $4 \mu\text{m}$ ($2 \mu\text{m}$) per 18 uur wordt, met een maximum van circa 3 dagen.

De diagrammen "zakkingen in functie van de spanning", afgeleid uit deze proeven, zijn als bijlagen bijgevoegd.

Indien bij de eerste belastingstrappen een zwelling werd waargenomen, werd onmiddellijk de volgende belastingstrap aangebracht. Ook werden in dat geval aan de proef een aantal bijkomende belastingstrappen toegevoegd. Tot de belastingstrap, waarbij geen zwelling meer werd waargenomen, zijn de zakkingspunten verbonden met een stippellijn. De zakking die op het diagram is weergegeven is de gemeten ogenblikkelijke samendrukking die optreedt vooraleer de zwelling optreedt.

De op deze bijlagen vermelde samendrukkingsconstante C en ontlastingsconstante A worden berekend aan de hand van de samendrukkingswet, die door Terzaghi voor een zijdelings opgesloten grondmonster proefondervindelijk werd bepaald:

$$C \text{ (of } A) = \frac{h_{i,0}}{\Delta h_i} \ln \frac{p_i}{p_{i-1}}$$

waarin betekenen:

$h_{i,0}$: de hoogte van het monster bij het opbrengen van de belasting p_i .

Δh_i : de zakking (of zwelling) van het monster onder de belasting p_i .

De afgeleide waarde voor de C (of A)-constante voor de laatste belastings (ontlastings-) trap zijn eveneens meegedeeld in de samenvattende tabellen van de laboratoriumproeven.

De diagrammen “poriëngetal in functie van de spanning” zijn als bijlagen meegedeeld.

Voor elke belastingstrap worden op deze bijlagen ook volgende grootheden afgeleid:

- samendrukkingscoëfficiënt a_v

$$a_v = \frac{-\Delta e}{\Delta p}$$

met Δe = verandering poriëngetal ten gevolge van belastingstoename
 $= e_i - e_{i-1}$

Δp = belastingstoename $p_i - p_{i-1}$

- coëfficiënt van volumevermindering m_v

$$m_v = \frac{1}{1 + e_{i-1}} \left(\frac{-\Delta e}{\Delta p} \right)$$

- samendrukkingsindex C_c

$$C_c = \frac{-\Delta e}{\Delta \log p}$$

3.9. Bepaling van de schuifweerstandskarakteristieken

3.9.1. Geconsolideerde niet-gedraineerde triaxiaalproef

Van eenzelfde niveau van het ongeroerde monster worden drie proefmonsters (a, b en c) ontnomen, waarop een geconsolideerde niet-gedraineerde triaxiaalproef wordt uitgevoerd.

Alle gegevens betreffende de proefmonsters en de uitvoering van de proef, zowel als de resultaten zijn weergegeven op de bijlagen "geconsolideerde niet-gedraineerde triaxiaalproeven".

Nadat de afmetingen, het volume en de massa van de proefmonsters zijn bepaald, worden de proefmonsters met een maximale zorg in de triaxiaalcellen ingebouwd. De onverzadigde proefmonsters worden verzadigd door doorstroming. Hierop worden de proefmonsters onderworpen aan een alzijdige druk van ca 0.3 MPa terwijl gelijktijdig eenzelfde inwendige tegendruk van water wordt aangebracht. Daarna wordt de alzijdige druk verhoogd met de consolidatiedruk σ'_c . Onder deze drukken worden de monsters geconsolideerd.

Vervolgens worden de proefmonsters tot de breuk belast door een vermeerdering van de verticale hoofdspansing σ_1 bij een constante zijdelingse druk σ_3 en dit met een constante verticale vervormingssnelheid v .

Gedurende de afschuiving blijven de monsters onderaan in verbinding met een elektrische drukopnemer, die het mogelijk maakt de poriënwaterspanning tijdens de afschuiving van de monsters op te meten.

Er wordt aangenomen dat de breuk optreedt als de deviator ($\sigma_1 - \sigma_3$) de maximale waarde bereikt. Dit geeft de waarden van de hoofdkorrelspanningen $\sigma_{1,r}'$ en $\sigma_{3,r}'$ behorende bij het breukcriterium.

Op de bijlagen met de resultaten zijn voor elk proefmonster de volgende figuren getekend :

- de Mohr-cirkel overeenstemmend met de korrelspanningen bij de breuk voor elk proefmonster in een σ - τ diagramma
- de variatie van de deviator ($\sigma_1 - \sigma_3$) in functie van de relatieve vervorming ($\Delta h/h_0$)
- de variatie van de poriënwaterspanningen in functie van de relatieve vervorming ($\Delta h/h_0$)

Na het uitbouwen van het monster wordt zijn massa opnieuw bepaald, waarna het monster in een droogstoof en bij een temperatuur van 105°C wordt gedroogd ter bepaling van de droge massa. Uit de meetgegevens vóór en na de proef worden de droge volumemassa (ρ_d) vóór de proef, het watergehalte (w) vóór en na de proef, en de verzadigingsgraad (S_r) vóór de proef, bepaald. Deze afleidingen onderstellen een afschuiving bij constant volume en een aanname van 2.65 t/m³ voor de korrelvolumemassa.

In het σ - τ diagramma wordt uitgaand van een louter statistische regressie een best passende raaklijn getekend aan de Mohr-cirkels. Indien het evenwel niet mogelijk is een gemeenschappelijke raaklijn aan de drie Mohr-cirkels te tekenen, dan wordt de raaklijn voor dat samenstel van cirkels in acht genomen die de kleinste waarde voor de schuifweerstand oplevert. Hierbij wordt ook rekening gehouden met het eventueel afwijkend gedrag van een van de proefmonsters. Wanneer de regressie resulteerde in een negatieve cohesie-waarde, dan werd ze hernomen uitgaande van een opgelegde cohesie-waarde nul.

Boven de σ - τ diagramma zijn de corresponderende waarden voor de schuifweerstandskarakteristieken ϕ' en c' vermeld. De aldus bepaalde en meegedeelde ϕ' en c' waarden zijn geen karakteristieke waarden en kunnen niet als dusdanig rechtstreeks in berekeningen worden ingevoerd. Daartoe is een verdere interpretatie van de proefresultaten nodig.

In het bijzonder wordt de aandacht gevestigd op die proefresultaten, waarvoor het breukcriterium slechts bij grote vervormingen wordt bereikt. Bij verdere behandeling van deze proefresultaten is toepassing van een vervormingsgerichte interpretatie aangewezen.

3.9.2. Niet-geconsolideerde niet-gedraineerde triaxiaalproeven

Van eenzelfde niveau van het ongeroerde monster wordt één proefmonster (a) ontnomen, waarop een niet-geconsolideerde niet-gedraineerde triaxiaalproef wordt uitgevoerd.

Alle gegevens betreffende de proefmonsters en de uitvoering van de proef, zowel als de resultaten zijn weergegeven op de bijlagen "niet-geconsolideerde niet-gedraineerde triaxiaalproeven".

Nadat de afmetingen, het volume en de massa van de proefmonsters zijn bepaald, worden de proefmonsters met een maximum aan zorg in de cellen ingebouwd en aan een alzijdige druk σ_3 onderworpen.

Het proefmonster wordt vervolgens tot de breuk belast door vermeerdering van de hoofdspansing σ_1 en bij constante zijdelingse druk σ_3 onder een constante verticale vervormingssnelheid v . Tijdens de ganse proef blijft het monster in verbinding met een elektrische drukopnemer, die het mogelijk maakt de poriënwaterspanningen op te meten.

Als criterium voor de breuk wordt de maximum waarde van de deviatorspanning ($\sigma_1 - \sigma_3$) aangenomen. Dit geeft de waarden van de totale hoofdspansingen $\sigma_{1,r}$ en $\sigma_{3,r}$, behorende bij het breukcriterium.

Op de bijlagen met de resultaten zijn voor elk proefmonster de volgende figuren getekend :

- de Mohr-cirkel overeenstemmend met de totaalspanningen bij de breuk
- de variatie van de deviator ($\sigma_1 - \sigma_3$) in functie van de relatieve verticale vervorming ($\Delta h/h_0$)
- de variatie van de poriënwaterspanningen in functie van de relatieve verticale vervorming ($\Delta h/h_0$).

Na het uitbouwen van het monster wordt zijn massa opnieuw bepaald, waarna het monster in een droogstoof en bij een temperatuur van 105°C wordt gedroogd voor de bepaling van de droge massa. Uit de meetgegevens vóór de proef worden de droge volumemassa (ρ_d) vóór de proef, het watergehalte (w) vóór de proef, en de verzadigingsgraad (S_r) vóór de proef, bepaald. Deze afleidingen onderstellen een afschuiving bij constant volume en een aanname van 2.65 t/m³ voor de korrelvolumemassa.

Uit elke Mohr-cirkel kan de waarde van de cohesie c_u , in de onderstelling dat de wrijvingshoek $\varphi_u = 0$, worden afgeleid :

$$c_u = \frac{(\sigma_1 - \sigma_3)_{\max}}{2}$$

3.9.3. Vrije prismaproef

Van het ongeroerde monster wordt een proefmonster ontnomen waarop een vrije prismaproef wordt uitgevoerd.

Alle gegevens betreffende het proefmonster en de uitvoering van de proef, zowel als de resultaten zijn weergegeven op de bijlagen "vrije prismaproeven".

Nadat de afmetingen, het volume en de massa van het proefmonster zijn bepaald, wordt het proefmonster verticaal belast door vermeerdering van de verticale hoofdspansing (σ_1), bij afwezigheid van elke zijdelingse uitwendige steundruk.

De belasting wordt continu vermeerderd bij een gecontroleerde vervormingssnelheid tot wanneer de breuk optreedt.

Op de bijlagen met de resultaten wordt het verloop van σ_1 gegeven in functie van de relatieve vervorming $\Delta h/h_o$ in %. Als criterium voor de breuk wordt de maximum waarde van de spanning $\sigma_{1,max}$ aangenomen.

De voor $\sigma_{1,max}$ gevonden waarde eveneens de overeenstemmende Mohr-cirkel zijn op de bijlagen met de resultaten aangegeven.

Na het uitbouwen van het monster wordt zijn massa opnieuw bepaald, waarna het monster in een droogstoof en bij een temperatuur van 50°C wordt gedroogd ter bepaling van de droge massa. Uit de meetgegevens voor de proef worden de droge volumemassa (ρ_d) vóór de proef, het watergehalte (w) vóór de proef, en de verzadigingsgraad (S_r) vóór de proef, bepaald. Deze afleidingen onderstellen een afschuiving bij constant volume en een aanname van 1.65 t/m³ voor de korrelvolumemassa.

Uit de verkregen waarden van $\sigma_{1,max}$ kan de gemiddelde waarde van de schuifweerstand, die zich over het schuifvlak heeft ontwikkeld, worden afgeleid.

$$c_u = \frac{\sigma_{1,max}}{2}$$

- oOo -

25/02/2015

MOW - AFDELING GEOTECHNIEK

ing. Dirk Baerts
adjunct van de directeur

ir. Koen Haelterman
senior adviseur

OVERZICHT VAN DE BIJLAGEN

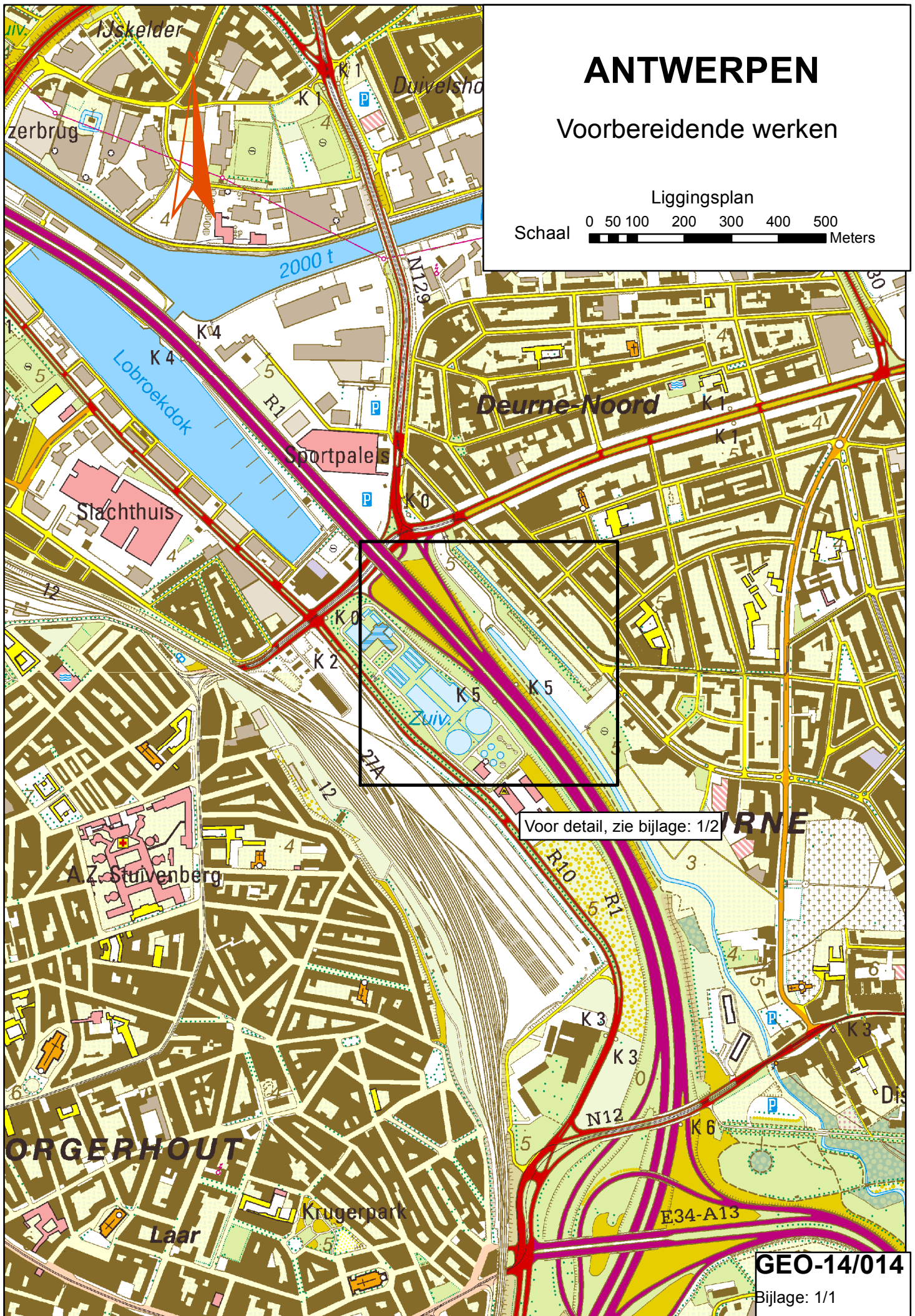
Bijlagen	1/1	algemeen liggingsplan
	1/2	situatieplan
	2/1 t/m 2/7	beschrijving monsters door geoloog en geologische interpretatie
	3/1 t/m 3/3	boorstaten
	4/1 en 4/2	waterpeilmetingen in peilbuizen
	5	samenvattende tabel laboratoriumproeven
	6/1 t/m 6/3	onderkenningsproeven
	7/1 t/m 7/6	samendrukkingsproeven/zakking in functie van spanning
	8/1 t/m 8/6	samendrukkingsproeven/poriëngetal in functie van spanning
	9/1 t/m 9/5	geconsolideerde niet-gedraineerde triaxiaalproeven
	10/1 t/m 10/2	niet-geconsolideerde niet-gedraineerde triaxiaalproeven
	11/1 t/m 11/3	vrije prismaproeven

ANTWERPEN

Vorbereidende werken

Liggingsplan

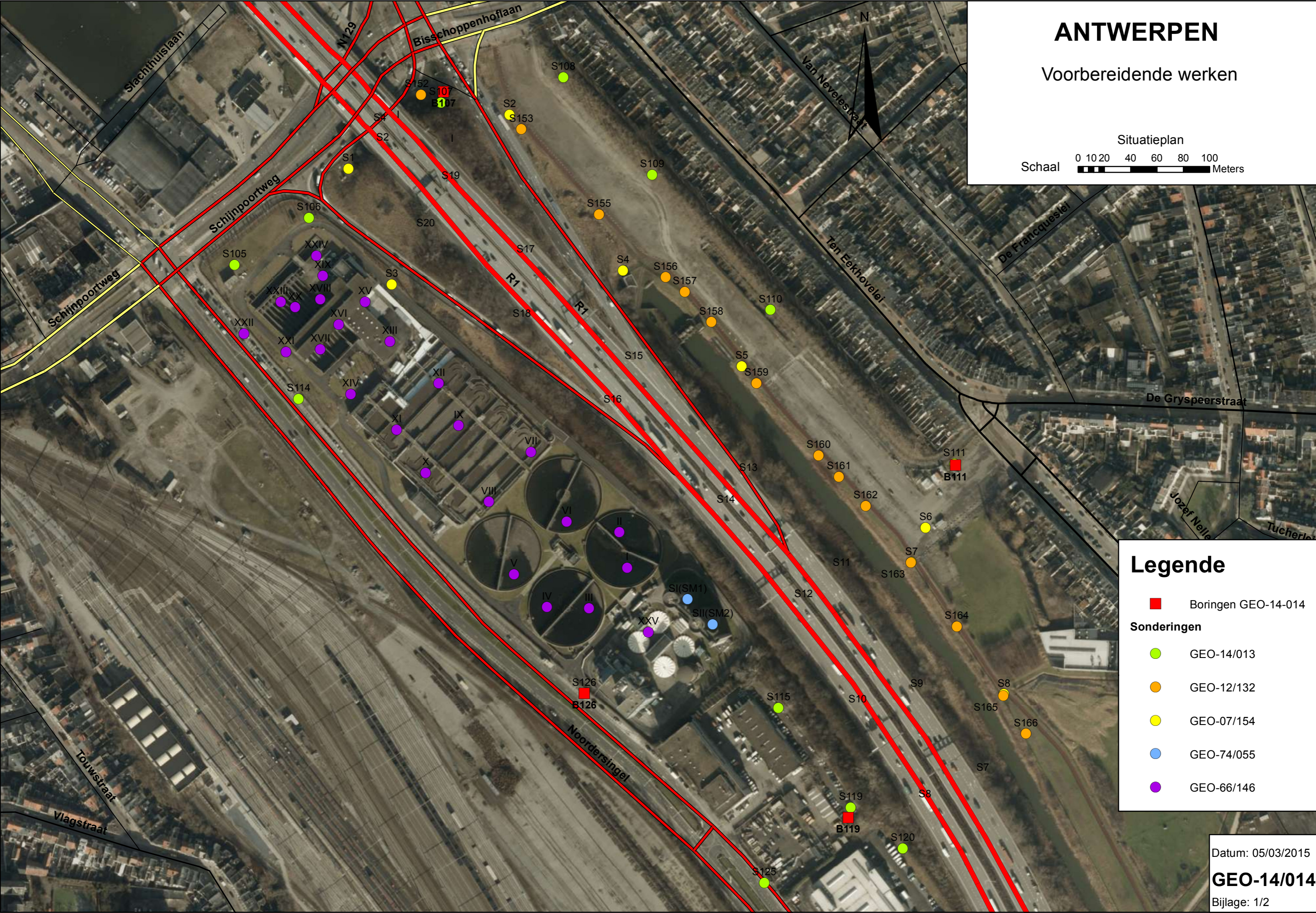
Schaal 0 50 100 200 300 400 500 Meters



Voor detail, zie bijlage: 1/2

GEO-14/014

Bijlage: 1/1



AFDELING GEOTECHNIEK

Opdracht: GEO-14/014

Plaats/site: ANTWERPEN

Boring: B107

Uitgevoerd door: Geolab

Datum van uitvoering: 07/08/2014

X: 155205,49

Y: 213244,73

Aanvangspeil: +4,92

Waterdiepte volgens boorstaatgegevens(m): 3 (peil +1,92) op 07/08/2014

Lithologische beschrijving

Auteur: Michiel Duser

Bedrijf/dienst: Belgische Geologische Dienst

Datum: 23/09/2014

Monster	Diepte (m)	Aard der grondlagen
G1	0,00-0,50	fijn geelbruin licht lemig kalkrijk zand, soms verkit, met baksteengruis, en gras (opmerking: zand bestaat uit alle mogelijke materialen van venige of anthropogene oorsprong, weinig kwarts => aanvulgrond)
G2	0,50-1,00	vochtig bruin, iets meer lemig kalkrijk zand (weinig kwarts), doorworteld, baksteen- en mortelgruis
G3	1,00-1,50	hoeveelheid bouwpuin en afval (o.a. diverse soorten glas) wordt overwegend t.o.v. 'zand'fractie, grote brokken cohesief bruin sterk lemig zand, blijft kalkrijk
G4	1,50-2,00	grover wordend bouwpuin vermengd met minder lemig kalkrijk zand
G5	2,00-2,50	grof baksteengruis vermengd met zand en venige zandige klei, blijft kalkrijk
G6	2,50-3,00	steengruis ingebed in zwart lemig zand en zandhoudende klei, doordrengd van olieproducten, kalkloos
G7	3,00-3,50	zelfde mengeling maar hoger zandgehalte, zeer licht kalkhoudend, nog steeds zwart en doordrengd van olieproducten
G8	3,50-4,00	steeds bouwpuin (baksteen, mortel, leisteen), flessenglas, veel schelpfragmenten (Tertiaire schelpen) in zwarte pap, kalkrijk
G9	4,50-5,00	grijsbruine licht kalkhoudende klei, met fijn bouwpuin, takken, doorworteld, doordrengd met olie (met vloeibare oliebellen ingesloten in de klei)
G10	5,00-5,50	donkergrijze tot zwarte blubber met walgelijke oliegeur,

		kalkloos, sporen van fijne wortels, fijn bouwpuin en vermoedelijk ook asse (van steenkoolverbranding)
G11	5,50-6,00	donkergrijze, grijsbruin oxiderende blubber, doordrensd door olieproducten, bouwpuin, plastic, fossiele schelpen, kersenpitten (in goede staat, nog bruin), licht doorworteld
G12	6,00-7,00	donkerbruin tot zwart zeer fijnkorrelig licht kleiig sapropel (niet natuurlijk, eerder accumulatie van organisch slib), soms wat zandhoudend, met bleke korrels tot 1 mm groot van onbekende samenstelling, zeer licht kalkhoudend
G13	7,00-7,50	+/- idem, wat grofkorrelig van textuur; nog baksteengruis
G14	7,50-8,00	grijsgroen, donkerbruin oxiderend, matig fijn kleiig zand, vol grof schelpengruis
G15	8,00-8,50	zelfde zand, zonder schelpengruis, vrijwel kalkloos
G16	8,50-9,00	donkergrijs middelmatig, slecht gesorteerd, kwartsrijk, sterk kleiig zand met gebroken grote schelpen (Glycymeris, Pecten), licht kalkhoudend
G17-G18	9,00-10,00	faciëswijziging: bijna zwart, glauconietrijk (> 50%) overwegend middelmatig slecht gesorteerd zand met weinig fijn schelpengruis, licht slibhoudend, vrijwel kalkloos; vanaf 9m (pot 17) met roestrode bacteriële neerslag
G19	10,00-10,50	idem, weinig maar herkenbaar schelpengruis (Glycymeris); kwarts heterogeen tot matig grof (< 1/3 van de korrels in matig-grove fractie)

Informele stratigrafie

Auteur: Michiel Duser
Datum: 23/09/2014

Bedrijf/dienst: Belgische Geologische Dienst

Van (m)	Tot (m)	Beschrijving
0,00	2,50	Anthropogeen, ophoging met bouwpuin
2,50	6,00	Anthropogeen, stort
6,00	7,50	Anthropogeen, slibbekken
7,50	9,00	Tertiair: Formatie van Lillo
9,00	10,50	Tertiair: Formatie van Berchem - Lid van Antwerpen

AFDELING GEOTECHNIEK

Opdracht: GEO-14/014

Plaats/site: ANTWERPEN

Boring: B119

Uitgevoerd door: Geolab

Datum van uitvoering: 11/08/2014

X: 155512,72

Y: 212693,17

Aanvangspeil: +7,29

Waterdiepte volgens boorstaatgegevens(m): 4,8 (peil +2,49) op 11/08/2014

Lithologische beschrijving

Auteur: Michiel Duser

Bedrijf/dienst: Belgische Geologische Dienst

Datum: 23/09/2014

Monster	Diepte (m)	Aard der grondlagen
G1	0,00-0,50	donkerbruin gruis van asse en sinter, met weinig baksteengruis, kalkhoudend
G2	0,50-1,00	bruin heterogeen 'zand' (veel korrels van anthropogene oorsprong) met brokken bouwpuin, baksteengruis, beton, Tertiaire schelpen; licht doorworteld; kalkrijk
G3	1,00-1,50	idem, ook natuurlijke grindkeitjes; kalkrijk
G4	1,50-2,00	bruin sterk lemig zand met baksteengruis en mortel; kalkrijk
G5	2,00-2,20	donkerbruin fijn kleiig kalkhoudend zand met baksteengruis en weinig Glycymeris fragmenten
G6	2,20-2,50	sterk heterogeen monster met kleihoudend kalkrijk zand, zandrijke kleilenzen, weinig fijne kwartsgranule, weinig fijn baksteengruis, veel grote schelpen waaronder complete jonge Glycymeris
G7	2,50-3,00	groenbruin kleiig zand met grof schelpengruis, recente vezelige houtresten, kalkhoudend
G8	3,50-4,00	zelfde zand, kalkhoudend met weinig schelpengruis (van Tertiaire schelpen), vlakglasscherf, plat brokje anthracietkool, brosse limonietconcretie (0.5 cm)
G9	4,00-4,50	faciëswijziging: bleekgroengrijs silt met oranje oxidatievlekken in de vorm van Liesegang ringen, humeuze vlekken en venige bollen met beginnende verijzing; zeer homogeen sediment, kalkloos
G10	4,50-5,00	bleekgroengrijs kleiig zand met zwarte harde venige brokjes, en humeus licht kleiig zand, roestgeel oxiderend, kalkloos, met weinig Tertiair schelpengruis
G11	5,00-5,50	heterogeen monster: bruin middelmatig glauconiethoudend

		licht kleiig zand met weinig Tertiair schelpengruis en blauwgrijs roodbruin oxiderend licht kleiig humeus zand
G12	5,50-6,00	met rode bacteriële neerslag grijs middelmatig glauconiethoudend sterk humeus kleiig zand tot zwart sterk venig-kleiig zand; met harde zwarte veenbrokjes, fijn baksteengruis, schelpfragmenten, mogelijk ook zoetwaterschelpen; kalkloos, rioolgeur bij verzuring
G13	6,00-6,50	wordt donkergrijs tot bijna zwart sterk kleiig-kleeverig sterk humeus zand tot zandrijke klei; weinig fijn schelpengruis; uitgesproken rode bacteriële neerslag, kalkloos met rioolgeur
G14	6,50-7,00	zwarte sapropelische klei, zeer homogeen en fijnkorrelig, met bruine rietveenresten (dus natuurlijk en geen slibbekken), kalkloos, kakibruin oxiderend (dunne bruine pel want weinig permeabel voor lucht)
G15	7,00-7,50	zwarte sapropelische klei, zeer fijnkorrelig en licht van gewicht, goed kneedbaar, met mangaanbruine oxidatierand (van 7.50-8.00m geen monster)
G16	8,00-8,50	groenig grijs sterk kleiig fijn zand, met enkele grovere kwartsen, weinig of geen glauconiet; homogeen, kalkloos, lichte rioolgeur
G17	8,50-9,00	+/- idem, zand wordt matig-fijn, nog lichte rioolgeur
G18	9,00-9,50	+/- idem, opbollend als klei; rioolgeur verdwijnt
G19	9,50-10,00	grijs, grijsbruin oxiderend eerder fijn glauconietrijk (40 %) kleihoudend zand, met weinig fijn schelpengruis
G20	10,00-10,50	blauwgroen, fijn, weinig glauconiethoudend (tenzij in de zeer fijne fractie), sterk kleiig zand (zandtextuur, maar kleireactie); weinig dikschalig schelpengruis
G21	10,50-11,00	+/- idem, meer grijsbruin oxiderend; met Glycymeris fragment
G22	11,00-11,50	idem, (glauconietgehalte niet te schatten; in de middelmatige fractie enkel kwarts)
G23	11,50-12,00	faciëswijziging: donkergrijs bijna zwart glauconietrijk (> 2/3) middelmatig zand; grijs slibhoudend maar niet meer met cohesieve klei; weinig schelpengruis

Informele stratigrafie

Auteur: Michiel Duser
Datum: 23/09/2014

Bedrijf/dienst: Belgische Geologische Dienst

Van (m)	Tot (m)	Beschrijving
0,00	4,00	Anthropogeen, aanvulgrond met zandtextuur
4,00	8,00	Quartair: Formatie van Arenberg (Holoceen, fluviatiel-floodplain afzetting van kleine rivier)
8,00	11,50	Tertiair: Formatie van Kattendijk (Opmerking: top verweerd)

11,50	12,00	Tertiair: Formatie van Berchem - Zand van Antwerpen
-------	-------	---

AFDELING GEOTECHNIEK

Opdracht: GEO-14/014

Plaats/site: ANTWERPEN

Boring: B126

Uitgevoerd door: Geolab

Datum van uitvoering: 12/08/2014

X: 155312,44

Y: 212787,49

Aanvangspeil: +5,86

Waterdiepte volgens boorstaatgegevens(m): 3,7 (peil +2,16) op 12/08/2014

Lithologische beschrijving

Auteur: Michiel Duser

Bedrijf/dienst: Belgische Geologische Dienst

Datum: 23/09/2014

Monster	Diepte (m)	Aard der grondlagen
G1	0,10-0,50	roestgeel lemig zand, heterogeen, vol keien (natuurlijk grind), kalkhoudend
G2	0,50-0,90	zelfde zand, oranjebruin, met humeuze strepen en kleiige bollen van dezelfde kleur, kalkrijk
G3	0,90-1,10	oranje verweerd, roodbruin sterk kleiig zand van dezelfde samenstelling, kalkrijk
G4	1,10-1,50	donkerbruin fijn lemig zand, verkruimeld, met fijn bouwpuin (baksteen- en mortelgruis), kalkrijk
G5	1,50-2,00	faciëswijziging: donkergrijs, bruingrijs oxiderend, fijn kleiig licht humeus zand tot zandrijke klei, kalkloos
G6	2,00-2,50	betere scheiding tussen humeuze licht zandige brokkelige blauwgrijze klei en bleekbruine zandlagen, blijft kalkloos, met roestrode vlekken (bacteriële oorsprong)
G7	2,50-3,50	groengrijze, bruingrijs oxiderende zandhoudende kneedbare klei met wat schelpengruis, caramelbruine silexsplinters en venige brokjes, kalkloos
G8	3,50-3,90	blauwgrijze tot zwart-venige goed kneedbare klei (zonder zand) met venige houtresten, met geelbruine zandlenzen en wat Tertiair schelpengruis; lichte rioolgeur bij verzuring
G9	3,90-4,20	donkerbruin sterk kleiig veen, bruin slib afgevend, met grovere plantenresten, zeer fijne wortels; zeer fijn baksteengruis, met enkele roestgele zandlaminaties
G10	4,20-4,50	blauwgrijze, sterk roodbruin oxiderende, homogene en compacte maar brokkelige klei, kalkloos, lichte rioolgeur bij verzuring
G11	4,50-4,80	bleekblauwgroene zeepachtige klei, bleekkakibruin

		oxiderend, kalkloos, homogeen en plastisch; een weinig Tertiair schelpengruis
G12	5,30-5,50	donkergroen matig fijn sterk kleiig kalkloos zand, met wat paarsbruine klei en schelpengruis (mogelijk Quartair)
G13	5,50-6,00	bleekgroen middelmatig slecht gesorteerd kleiig zand vol schelpengruis en schelpfragmenten; vrijwel geen glauconiet
G14	6,00-6,50	bleekgroen matig-grof slecht gesorteerd zand, kwartsrijk, vol schelpengruis
G15	6,50-7,00	lichtgrijs overwegend middelmatig slecht gesorteerd kleiig zand vol grof schelpengruis
G16	7,00-7,50	+/- zelfde zand, met donkergrijze kern, sterk kakibruin oxiderend; rijk aan schelpfragmenten, gespikkeld met glauconiet
G17	7,50-8,00	grijs heterogeen, overwegend middelmatig, slibrijk zand, glauconiethoudend (ca 1/3) met grof schelpengruis, maar ook complete Pecten 2.5 cm met vleugels, met kwartsgranule 0.5 cm
G18	8,00-8,50	donkergrijs middelmatig heterogeen tot grof zand, glauconietrijk (ca 50%), rijk aan kwartsgranule, vol grof schelpengruis, slibrijk
G19	8,50-9,00	grijs, zeer slibrijk, heterogeen, overwegend matig-fijn (maar zelfs zeer grove glauconiet) glauconietrijk (ca 40%) zand vol grove schelpfragmenten (bijna complete Glycymeris, mogelijk gebroken door het boren, bijna uitsluitend Glycymeris)
G20-G21	9,00-10,00	donkergrijs, zeer glauconietrijk (2/3), slecht gesorteerd maar overwegend middelmatig, slibhoudend zand vol grof schelpengruis (vnl. Glycymeris), met sporadisch fijne kwartsgranule

Informele stratigrafie

Auteur: Michiel Duser
Datum: 23/09/2014

Bedrijf/dienst: Belgische Geologische Dienst

Van (m)	Tot (m)	Beschrijving
0,10	1,50	Anthropogeen ophoging
1,50	5,30	Quartair: Formatie van Arenberg (Holoceen, floodplain afzetting van kleine rivier)
5,30	7,50	Tertiair: Formatie van Lillo
7,50	9,00	Tertiair: Formatie van Kattendijk
9,00	10,00	Tertiair: Formatie van Berchem - Zand van Antwerpen

Opdracht GEO-14/014				ANTWERPEN x = 155205,49 y = 213244,73 z = +4,92					Boring B107 Uitgevoerd door: Geolab					
peil/diepte	monstername (1)			datum uitvoering	grondsoort (voor details, zie beschrijving van de geoloog)			kleur	consis- tentie vorm	vocht gehalte	wateroppervlak diepte in m		manier uitvoering	geologisch verklaring (boorstaat)
	C	N	G		Diepte	Hoofdbestanddeel	Bijmenging (2)				(3)	(4)		
0				07/08/2014										
<div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div></div> <div>0</div> <div>5</div> <div>10</div> <div>15</div>				1	0,50	zand	w. leem / baksteenfr. / plantresten	bruingrijs	plastisch	w. vochtig	a:3,00	avegaarboor	spade	Geroerd / Aanvulling
				2	1,00									
				3	1,50	puin	zand / pl. leem	bruingrijs						
				4	2,00			grijs						
				5	2,50	baksteenfr. / zand	pl. leem / klei							
				6	3,00									
				7	3,50	puin	v. schelpenfragm.							
				8	4,00									
			①		4,50	fijn zand	leem	donkergrijs						
				9	5,00	klei	puin / plantresten / afval							
				10		afval	puin / as							
				11	6,00									
					6,38	klei	zand / humus	donkerbruin		verzadigd				
					6,50	veen								
				12		slib	w. klei / pl. w. zand	groengrijs						
				13	7,50		klei / v. schelpengruis							
				14	8,00	zand	klei	grijsgroen						
				15	8,50		v. klei / schelpen							
				16	9,00			v. glauconiet /w. schelpengruis						
			17											
			18											Tertiair: Formatie van Lillo
			19											Tertiair: Formatie van Berchem - Lid van Antwerpen
					10,50									

(1) Type monstername

☐ G: geroerd
☐ N: ongeroerd
☐ C: continu

□ blanco: mislukte ontnamen

○ monster waarop labo onderzoek werd uitgevoerd

(2) Bijmenging

pl: plaatselijk
w: weinig
v: veel

(3) Water

- a. voor het eerst waargenomen
- b. verdwenen
- c. terug te voorschijn

(4) Diepte water

1. 's morgens of begin boring
2. vòòr de middag
3. na de middag
4. 's avonds of einde boring

Opdracht GEO-14/014				ANTWERPEN x = 155512,72 y = 212693,17 z = +7,29					Boring B119 Uitgevoerd door: Geolab														
peil/diepte	monsternamen (1)			datum uitvoering	grondsoort (voor details, zie beschrijving van de geoloog)			kleur	consis- tentie vorm	vocht gehalte	wateroppervlak diepte in m		manier uitvoering	geologisch verklaring (boorstaat)									
	C	N	G		Diepte	Hoofdbestanddeel	Bijmenging (2)				(3)	(4)											
0				11/08/2014																			
+5,00			1		0,50	as	w. baksteenfr.	donkergrijs	w. vochtig	a:4,80	spade	Geroerd / Aanvulling											
			2		1,00	zand	puin / baksteenfr. / pl. v. leem	bruin															
			3		1,50			grijsbruin															
			4		2,00			grijs															
			5		2,20			groengrijs															
			6		2,50	zand / klei							v. schelpen / w. baksteenfr.										
5		①	7		3,00	zand	klei /pl. schelpengruis/pl. w. houtresten	grijsgroen				Quartair: Formatie van Arenberg											
			8		4,00			groengrijs															
			9		4,50	leem		pl. veen		geelgrijs			a:4,80										
			10		5,00	zand		klei / pl. veen /w. schelpengruis		geelgroen													
			11		5,50			w. klei /w. schelpengruis/ glauconiet		donkergroen													
		12	5,85		klei																		
		13	6,00		v. klei / v. veen / v. humus																		
+0,00			14		6,50	zand / klei		v. humus /w. schelpengruis		avegaarboor													
					7,50	klei		humus / pl. veen							plastisch								
			15		8,00													donkergroen					
	10				16	8,50	zand		v. klei		donkergrijs	verzadigd			Tertiair: Formatie van Kattendijk								
					17	9,00					groengrijs												
			18		9,50	donkergroen																	
			19		10,00	glauconiet / klei /w. schelpengruis			donkergrijs														
			20			v. klei /w. schelpengruis/ w. glauconiet			donkergroen														
		21																					
-5,00			22	11,50	v. glauconiet / klei /w. schelpengruis										Berchem - Zand van Antwerpen								
			23	12,00																			
15																							

(1) Type monstername

■ G: geroerd

■ N: ongeroerd

■ C: continu

□ blanco: mislukte ontname

○ monster waarop laboonderzoek werd uitgevoerd

(2) Bijmenging

pl: plaatselijk

w: weinig

v: veel

(3) Water

a. voor het eerst waargenomen

b. verdwenen

c. terug te voorschijn

(4) Diepte water

1. 's morgens of begin boring

2. vòòr de middag

3. na de middag

4. 's avonds of einde boring

Blad 1/1

Overzichtsboorstaat

Opdracht GEO-14/014				ANTWERPEN					Boring B126																	
				x = 155312,44		y = 212787,49		z = +5,86		Uitgevoerd door: Geolab																
peil/diepte	monstername (1)			datum uitvoering	grondsoort (voor details, zie beschrijving van de geoloog)				kleur	consis tentie vorm	vocht gehalte	wateroppervlak diepte in m		manier uitvoering	geologisch verklaring (boorstaat)											
	C	N	G		Diepte	Hoofdbestanddeel		Bijmenging (2)				(3)	(4)													
0				12/08/2014																						
+5,00			1		0,50	zand	leem / pl. v. grind / pl. w. klei		lichtgrijs						spade	Geroerd / Aanvulling										
			2		1,00				lichtbruin																	
			3		1,40		v. klei																			
			4		1,50		leem / puin		grijsbruin																	
			5		2,00	zand / klei		w. humus	groengrijs	w. vochtig																
			6			klei	zand / humus / pl. w. veen		donkergrijs							plastisch										
			7																							
			8		3,50																					
			9		3,90	veen / pl. w. zand / w. schelpengruis			vochtig																	
			10		4,20	v. klei / plantresten / baksteenfr.																				
			11		4,80	klei pl. w. schelpengruis		groengrijs	vast	a:3,70																
5					5,05	veen			plastisch																	
					5,30	klei																				
+0,00			12					groen								verzadigd										
			13																							
			14																							
			15		7,00																					
			16		7,50	zand	glauconiet / schelpengruis		groengrijs																	
			17		8,00				groen																	
			18						grijsgroen													pulsboor				
			19	9,00																						
			20		v. glauconiet / v. schelpengruis		donkergroen																			
10																										
			21	10,00																						
-5,00																										
15																										

- (1) Type monstername

G: geroerd

N: ongeroerd

C: continu

blanco: mislukte ontname

monster waarop laboonderzoek werd uitgevoerd
- (2) Bijmenging

pl: plaatselijk

w: weinig

v: veel
- (3) Water

a. voor het eerst waargenomen

b. verdwenen

c. terug te voorschijn
- (4) Diepte water

1. 's morgens of begin boring

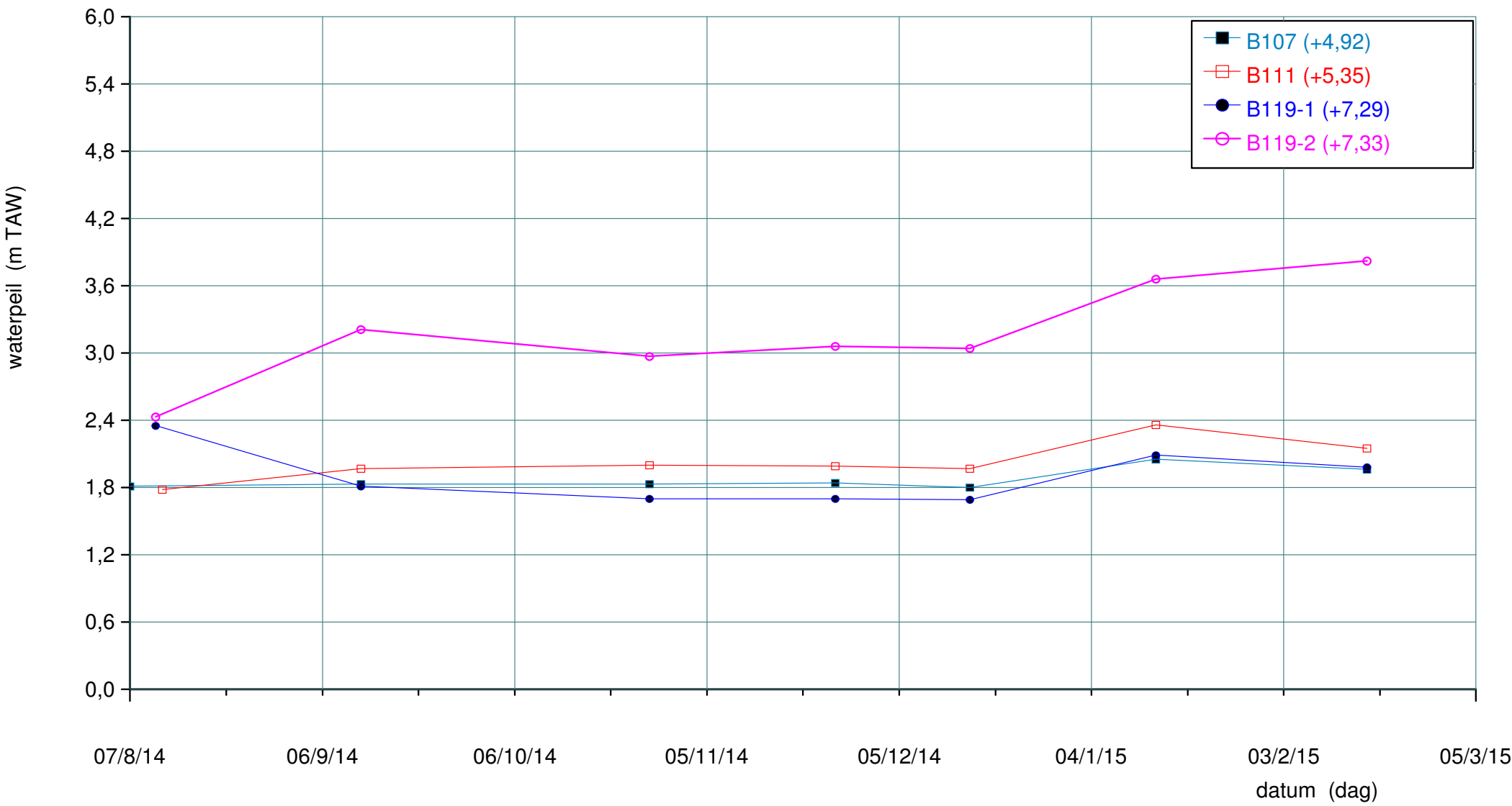
2. vòòr de middag

3. na de middag

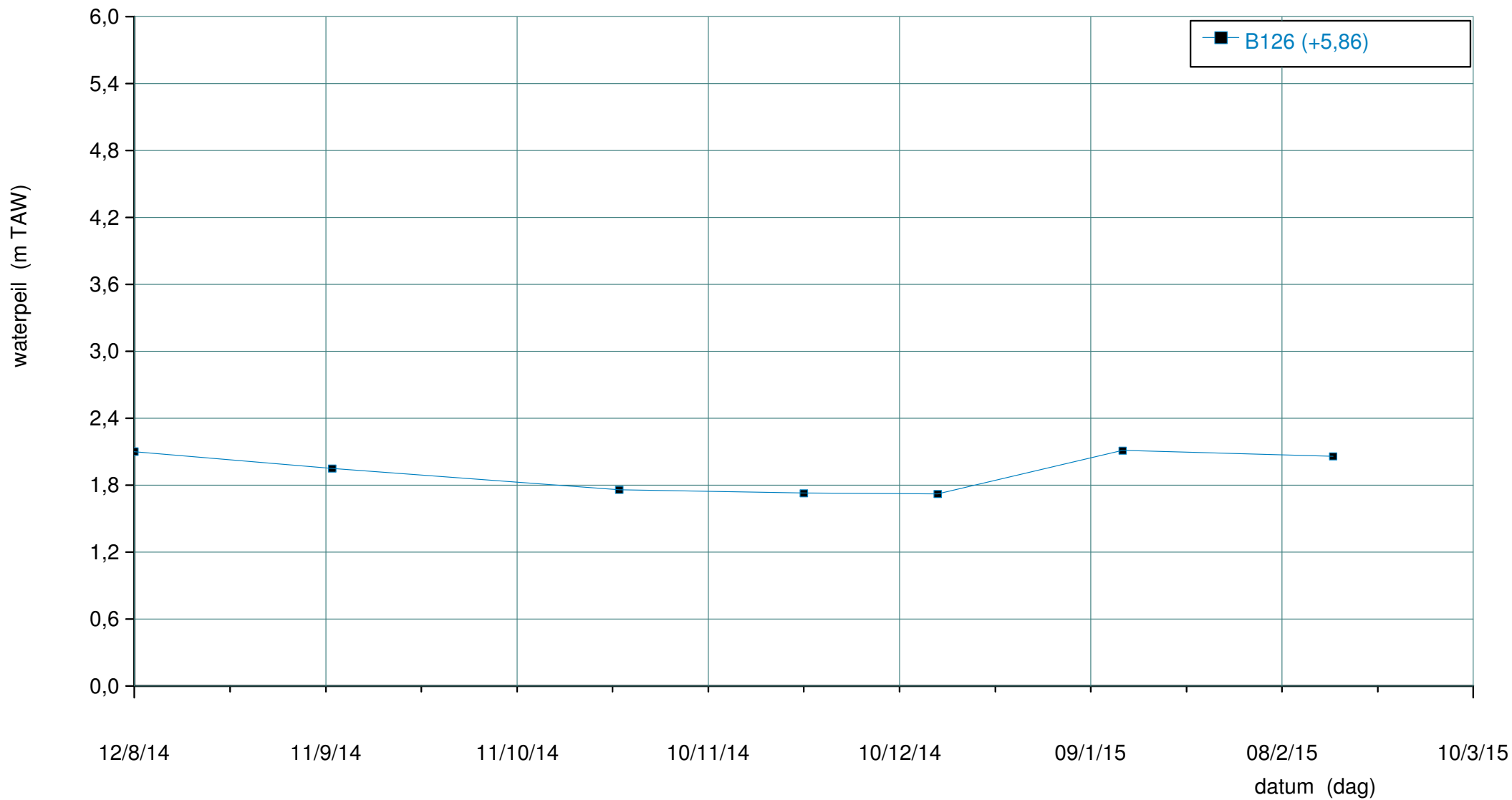
4. 's avonds of einde boring

XY-grafieken

Waterpeilmetingen in peilbuizen B107 / B111 / B119-1 / B119-2
manuele metingen



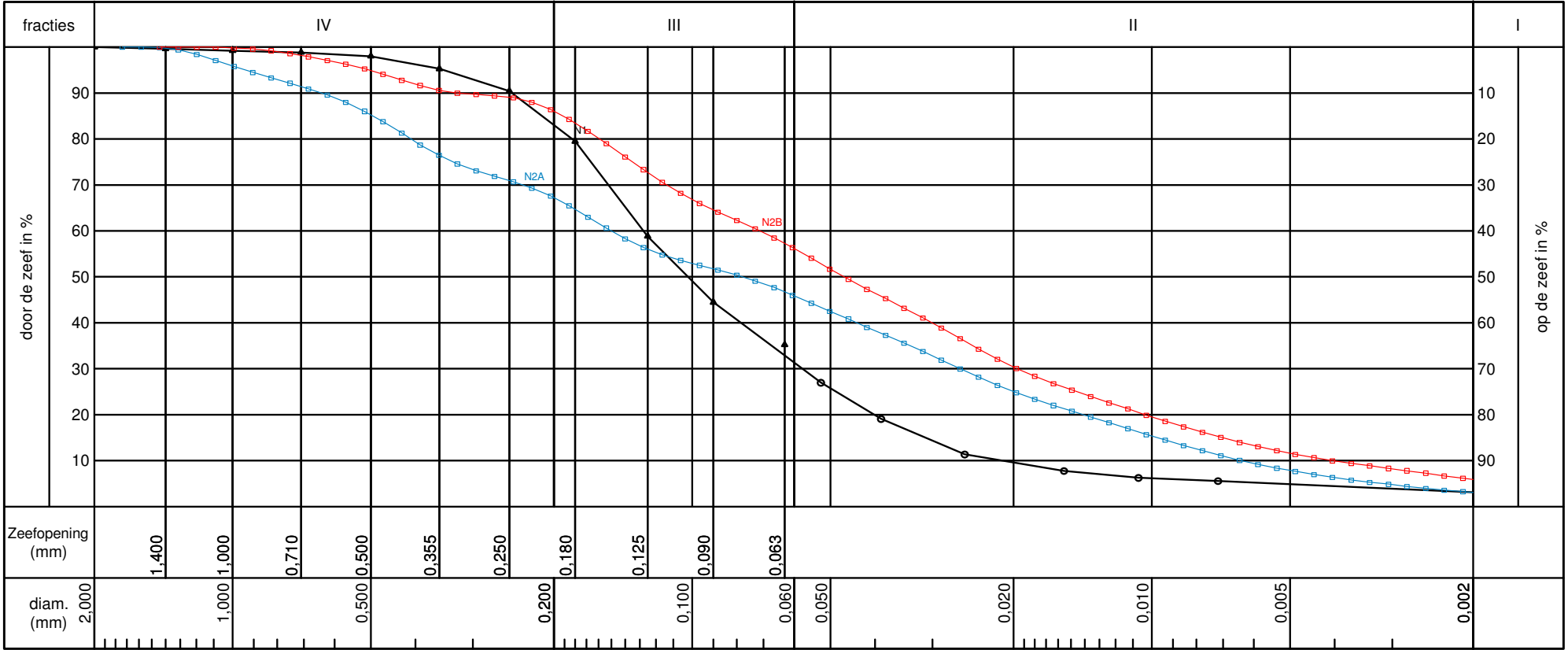
XY-grafieken

Waterpeilmetingen in peilbuis B126
manuele metingen

RESULTATEN VAN DE LABORATORIUMPROEVEN

BORING		Ontname diepte	Grondsoort GEO	Grondsoort ASTM	Korrelsamenstelling						Slib gehalte ≤ 20 µm	Vloei grens w _l	Uitrol grens w _p	Plastici. index i _p	Humus gehalte	Kalk gehalte	Activit. index i _a	Volume massa ρ _n	Droge vol.mas. ρ _d	Water gehalte w	Drogestof gehalte DS	Poriën volume n	Poriën getal e	Verzadig. graad S _r	Korrel vol.mas. ρ _s	Doorlatendheidsproef				Samendrukkingsproef							Triaxiaalproef			Vrije Prisma proef				
					fractie VI	fractie V	fractie IV	fractie III	fractie II	fractie I																Veranderlijk verval verticaal		Constant verval		Belasting					Ontlasting		CU		UU					
																										p	k _v	n	k _v	p _{1(C)}	p _{2(C)}	C	m _v	C _c	p _{1(A)}	p _{2(A)}					A			
																																					e'	c'	c _u			c _c		
Aanvangspeil		t.o.v. M.V.			code	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	t/m³	t/m³	%	%	%	%	%	t/m³	kPa	m/s	%	m/s	kPa	kPa		1/MPa		kPa	kPa		°	kPa	kPa	kPa				
Monsternummer						m																																						
B107																																												
4,92																																												
x-GEO-14/014-B107/y																																												
X Y																																												
14/2684	N1	4,00-4,50	kalkh. leemh. fijnzand	clayey sand	SC		2,9 *	17,0	51,7	28,2	3,1	9,6	27,0	18,1	8,9	0,5	13,4																											
14/2685A	N2A	6,00-6,26	sterk kalkh. humush. zandh. klei	silty sand with organic fines	SM		2,9 *	32,8	21,3	42,9	3,0	25,0	263,5	132,2	131,3	20,2	36,6	43,8	1,125	0,373	201,7	33,1	77,4	3,4	97,2	(1,65)	36,0	1,0.10 ⁻⁷ /1,4.10 ⁻⁶															34,6	
14/2685B	N2B	6,26-6,39	sterk kalkh. humush. zandh. klei	sandy organic silt	OH			14,0	29,9	50,2	5,9	30,3	217,8	132,2	85,6	19,9	58,2	14,5	1,288	0,493	161,2	38,3	81,4	4,4	97,7	(2,65)														15,5	23,8			
14/2685C	N2C	6,39-6,50	veen	peat	PT												86,9	1,3			1,114	0,303	267,9	27,2	81,7	4,5	99,3	(1,65)															32	
B119																																												
7,29																																												
x-GEO-14/014-/y																																												
X Y																																												
14/2658	N1	3,00-3,50	kalkh. kleih. zand	clayey sand	SC		0,3 *	29,7	50,3	11,5	8,5	12,9	30,2	16,2	14,0	0,4	11,0		2,071	1,726	20	83,3	34,9	0,5	98,9	(2,65)	36,0	7,7.10 ⁻⁸ /8,4.10 ⁻⁸																
14/2659	N2	5,50-5,85	kleih. fijnzand	silty, clayey sand	SC-SM		0,6 *	20,4	67,1	7,8	4,7	7,1	25,2	20,1	5,1	1,0	5,0		1,661	1,216	36,5	73,2	54,1	1,2	82,2	(2,65)				47,6	1,1.10 ⁻⁵ /1,4.10 ⁻⁵	125	248	13	0,43	0,38	63	32	86	35,5	0,0			
14/2660	N3	7,00-7,50	kalkh. humush. klei	organic silt	OH			6,2	2,3	34,2	57,4	85,4	162,0	76,3	85,7	10,0	19,0	1,5	1,451	0,758	91,4	52,2	71,4	2,5	97	(2,65)	36,0	2,1.10 ⁻¹⁰ /2,9.10 ⁻¹⁰																
B126																																												
5,86																																												
x-GEO-14/014-/y																																												
X Y																																												
14/2635A	N1A	3,00-3,25	weinig kalkh. humush. zandh. klei	silty sand with organic fines	SM		0,7 *	9,3	51,6	28,4	10,7	15,4	62,8	32,4	30,4	6,7	5,7	2,8																										
14/2635B	N1B	3,25-3,50	kalkh. zandh. klei	clayey sand	SC		4,3 *	35,0	43,4	10,6	11,0	13,5	37,0	17,3	19,7	1,6	11,0	1,8																										
14/2636A	N2A	4,80-5,05	weinig kalkh. veen	peat	PT												69,7	5,6		1,151	0,424	171,4	36,9	74,3	2,9	97,8	(1,65)	36,0	2,6.10 ⁻⁸ /8,3.10 ⁻⁸															79,5
14/2636B	N2B	5,05-5,30	sterk kalkh. humush. zandh. klei	sandy organic clay	OH			5,2	44,7	33,0	17,2	25,4	51,8	23,7	28,1	9,3	25,2	1,6	1,54	0,873	76,5	56,7	67,1	2	99,5	(2,65)																		
				* fractie >IV in procent tov totale monster (I+II+III+IV=100%)																		() aangenomen waarde																						

ONDERKENNINGSPROEVEN

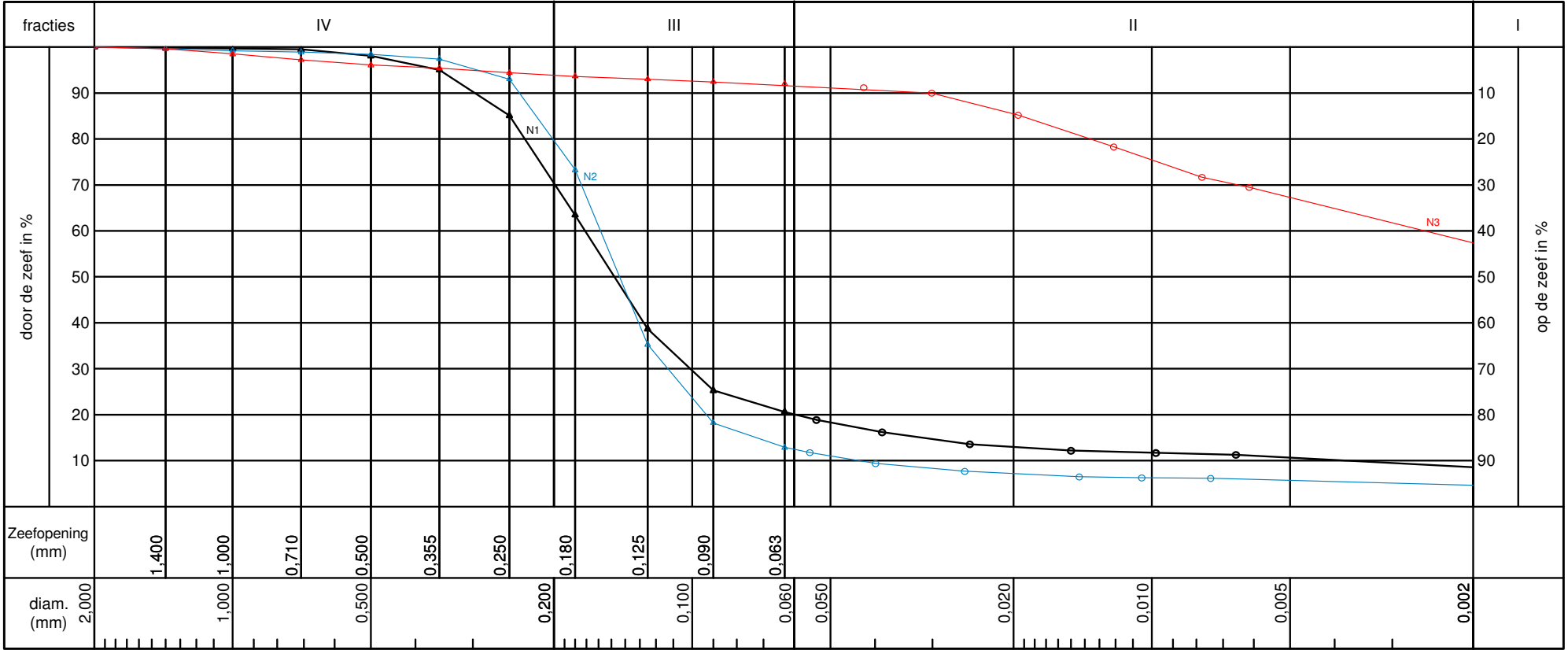


—●— berekend met volumemassa van de korrels = 2,65 t/m³

herkomst & kenmerk	boringnr.	diepte	monsternr.	grondsoort	korrelsamenstelling fractie					silbgehalte <0,02mm	vloeigrens	uitrolgrens	plasticiteitsindex	humusgehalte	kalkgehalte	groepsymbool ASTM	activiteitsindex	opmerkingen
					>IV	IV	III	II	I									
		(m)			%	%	%	%	%									
Antwerpen	B107	4,00-4,50	14/2684-B107/N1	kalkh. leemh. fijnzand	2,9 *	17,0	51,7	28,2	3,1	9,6	27,0	18,1	8,9	0,5	13,4	SC		
	B107	6,00-6,26	14/2685A-B107/N2A	sterk kalkh. humush. zandh. klei	2,9 *	32,8	21,3	42,9	3,0	25,0	263,5	132,2	131,3	20,2	36,6	SM	43,8	
	B107	6,26-6,39	14/2685B-B107/N2B	sterk kalkh. humush. zandh. klei		14,0	29,9	50,2	5,9	30,3	217,8	132,2	85,6	19,9	58,2	OH	14,5	
	B107	6,39-6,50	14/2685C-B107/N2C	veen										86,9	1,3	PT		

* >2,000 mm in % t.o.v. korrels < 60 mm

ONDERKENNINGSPROEVEN

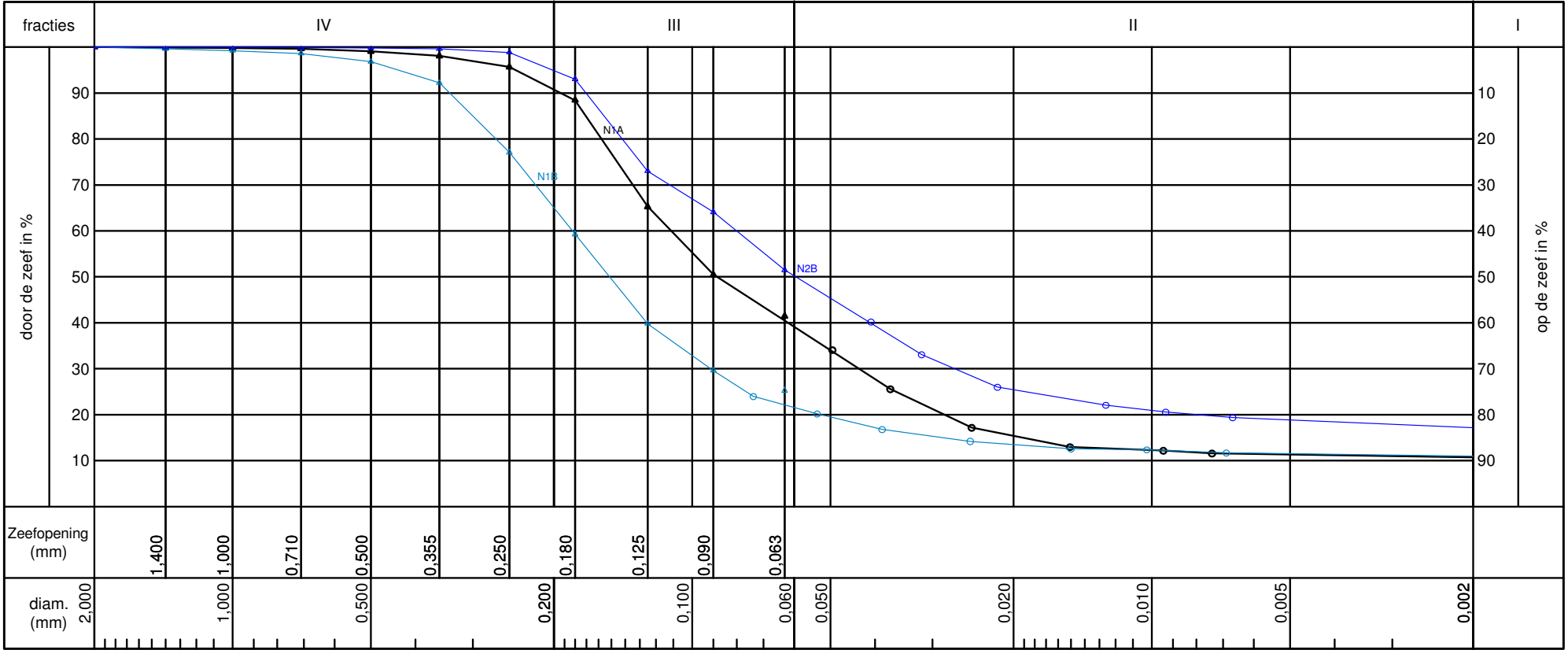


—●— berekend met volumemassa van de korrels = 2,65 t/m³

herkomst & kenmerk	boringnr.	diepte	monsternr.	grondsoort	korrelsamenstelling fractie					silbgehalte <0,02mm	vloeigrens	uitrolgrens	plasticiteitsindex	humusgehalte	kalkgehalte	groepsymbool ASTM	activiteitsindex	opmerkingen
					>IV	IV	III	II	I									
		(m)			%	%	%	%	%									
Antwerpen	B119	3,00-3,50	14/2658-B119/N1	kalkh. kleih. zand	0,3 *	29,7	50,3	11,5	8,5	12,9	30,2	16,2	14,0	0,4	11,0	SC		
	B119	5,50-5,85	14/2659-B119/N2	kleih. fijnzand	0,6 *	20,4	67,1	7,8	4,7	7,1	25,2	20,1	5,1	1,0	5,0	SC-SM		
	B119	7,00-7,50	14/2660-B119/N3	kalkh. humush. klei		6,2	2,3	34,2	57,4	85,4	162,0	76,3	85,7	10,0	19,0	OH	1,5	

* >2,000 mm in % t.o.v. korrels < 60 mm

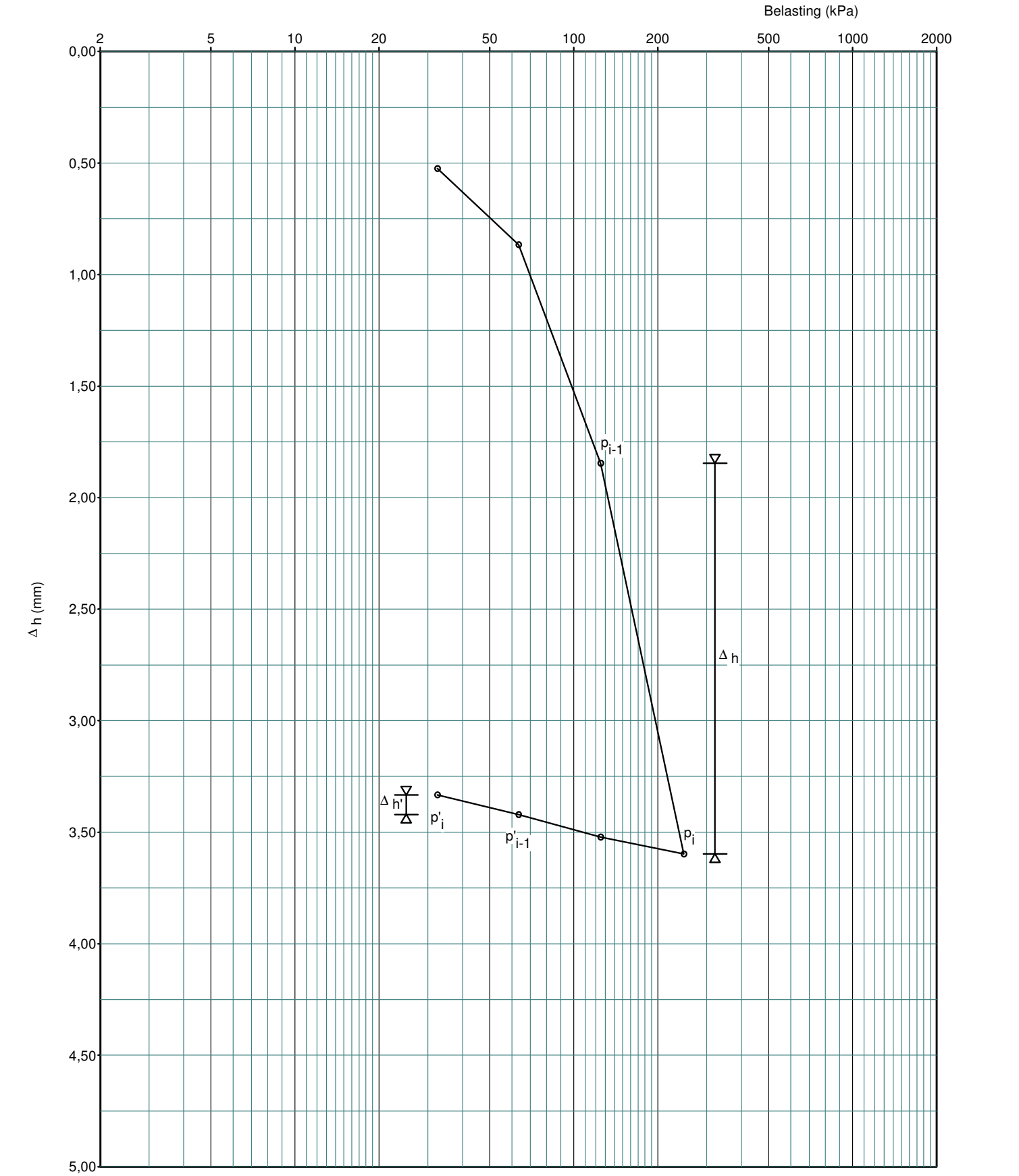
ONDERKENNINGSPROEVEN



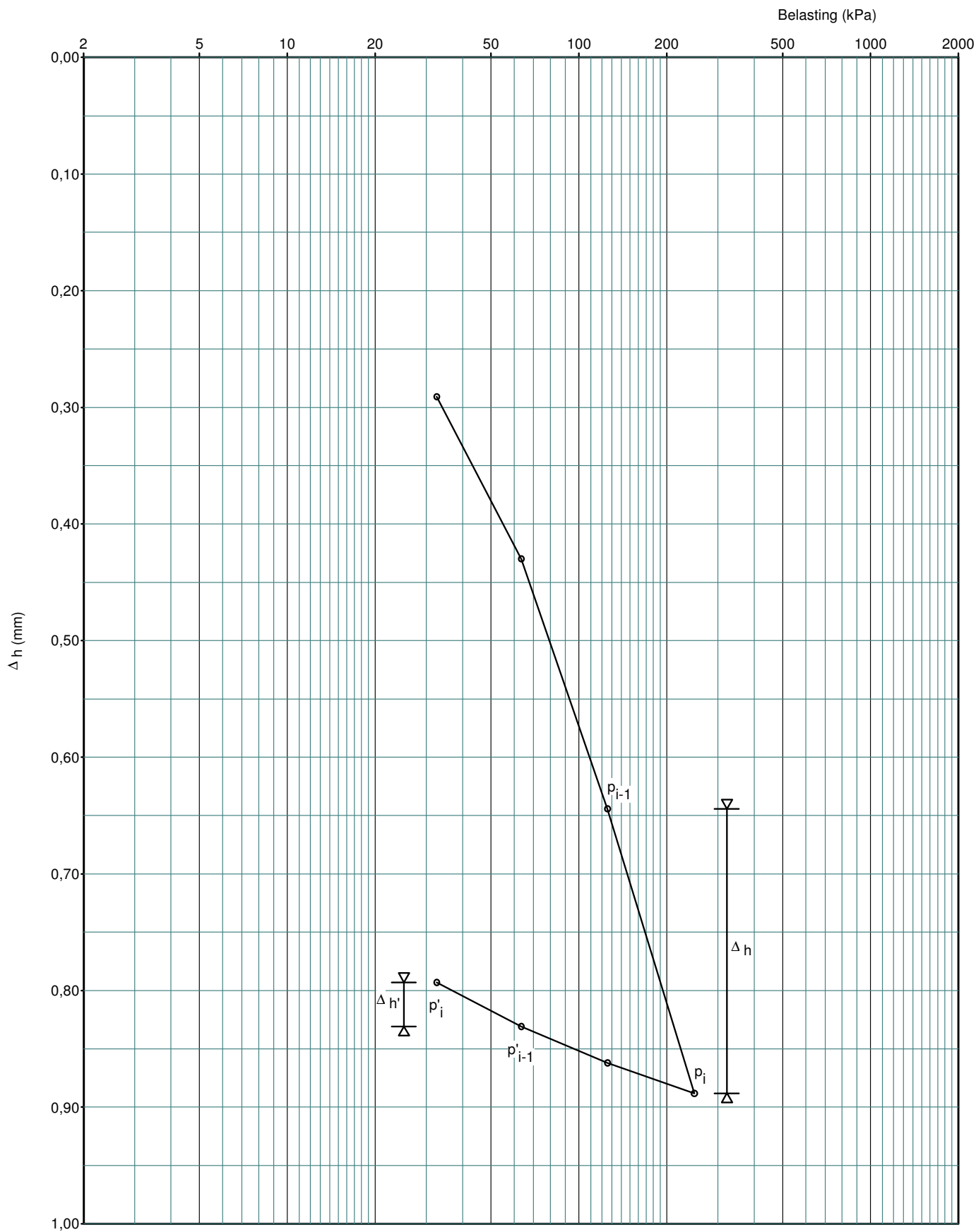
herkomst & kenmerk	boringnr.	diepte	monsternr.	grondsoort	korrelsamenstelling fractie					silbgehalte <0,02mm	vloeigrens	uitrolgrens	plasticiteitsindex	humusgehalte	kalkgehalte	groepsymbool ASTM	activiteitsindex	opmerkingen
					>IV	IV	III	II	I									
		(m)			%	%	%	%	%									
Antwerpen	B126	3,00-3,25	14/2635A-B126/N1A	weinig kalkh. humush. zandh. klei	0,7 *	9,3	51,6	28,4	10,7	15,4	62,8	32,4	30,4	6,7	5,7	SM	2,8	
	B126	3,25-3,50	14/2635B-B126/N1B	kalkh. zandh. klei	4,3 *	35,0	43,4	10,6	11,0	13,5	37,0	17,3	19,7	1,6	11,0	SC	1,8	
	B126	4,80-5,05	14/2636A-B126/N2A	weinig kalkh. veen										69,7	5,6	PT		
	B126	5,05-5,30	14/2636B-B126/N2B	sterk kalkh. humush. zandh. klei		5,2	44,7	33,0	17,2	25,4	51,8	23,7	28,1	9,3	25,2	OH	1,6	

* >2,000 mm in % t.o.v. korrels < 60 mm

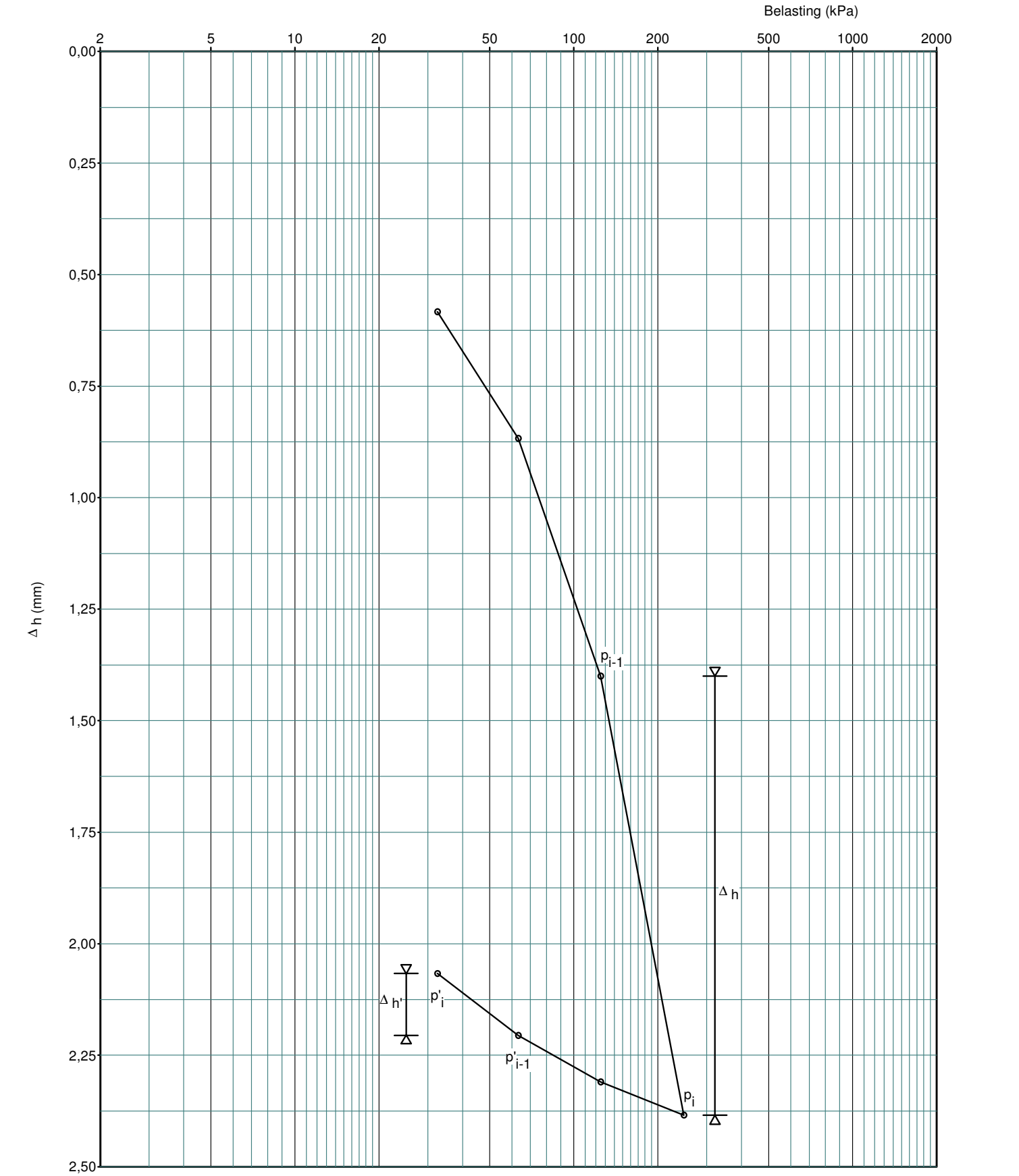
Opdracht		Antwerpen							Boring
GEO-14/014									B107
Monster : 14/2685A-B107/N2A Diepte : 6,00-6,26 m Diameter : 63,51 mm Hoogte : 19,47 mm		Belasting (kPa)	32,5	63,3	125,1	248,6	125,1	63,3	32,5
		Δh_i (mm)	0,525	0,340	0,980	1,752	0,075	0,102	0,087
		C		37	13	7			
		A					145	106	123



Opdracht GEO-14/014		Antwerpen							Boring B119	
Monster : 14/2658-B119/N1 Diepte : 3,00-3,50 m Diameter : 63,47 mm Hoogte : 19,83 mm		Belasting (kPa)	32,5	63,4	125,2	248,9	125,2	63,4	32,5	
		Δh_i (mm)	0,291	0,139	0,214	0,244	0,026	0,031	0,038	
		C		94	62	54				
		A					500	416	334	

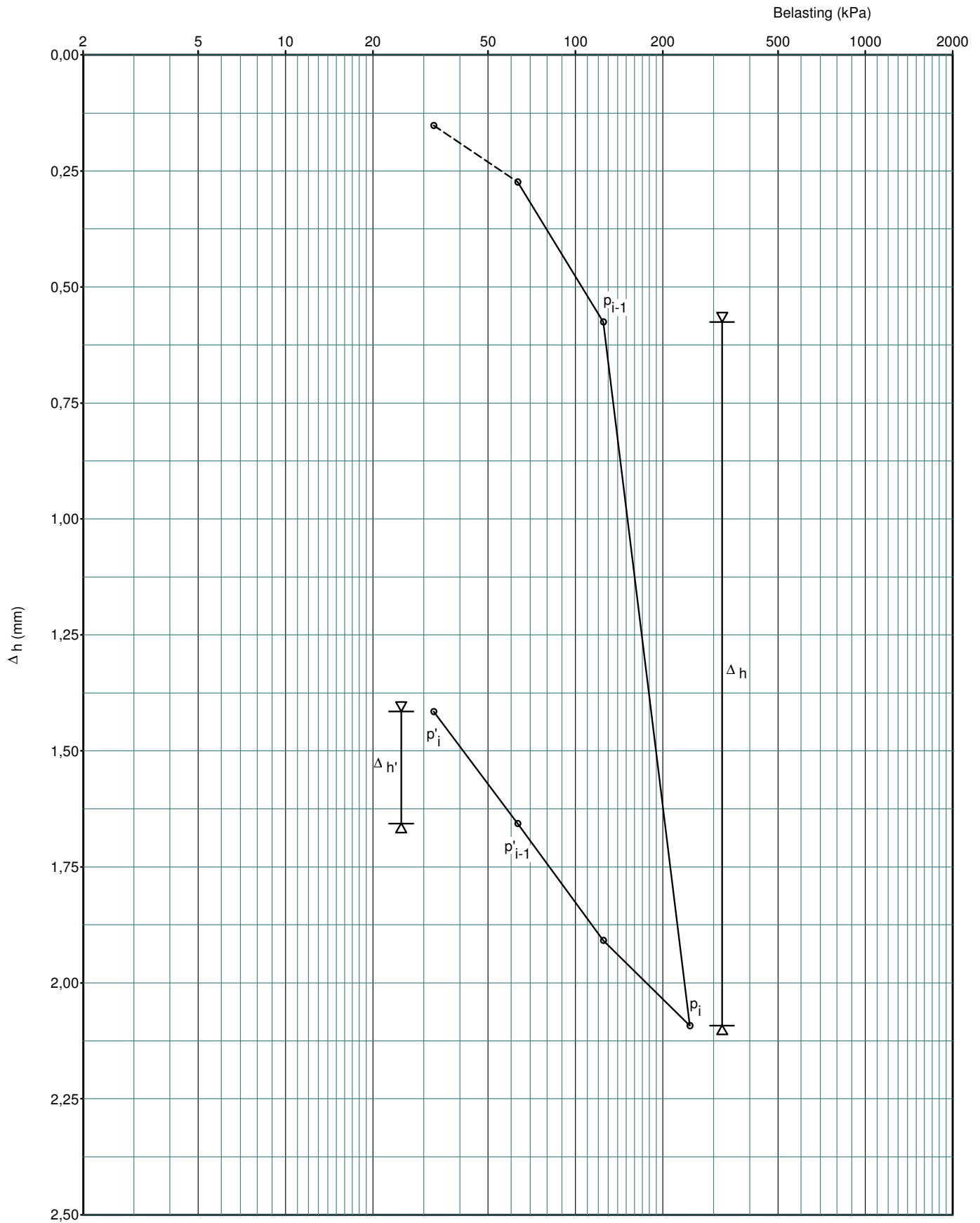


Opdracht		Antwerpen							Boring	
GEO-14/014									B119	
Monster : 14/2659-B119/N2 Diepte : 5,50-5,85 m Diameter : 63,49 mm Hoogte : 20,01 mm		Belasting (kPa)	32,4	63,3	124,9	248,3	124,9	63,3	32,4	
		Δh_i (mm)	0,583	0,284	0,533	0,984	0,074	0,105	0,138	
		C		46	24	13				
		A					164	115	86	

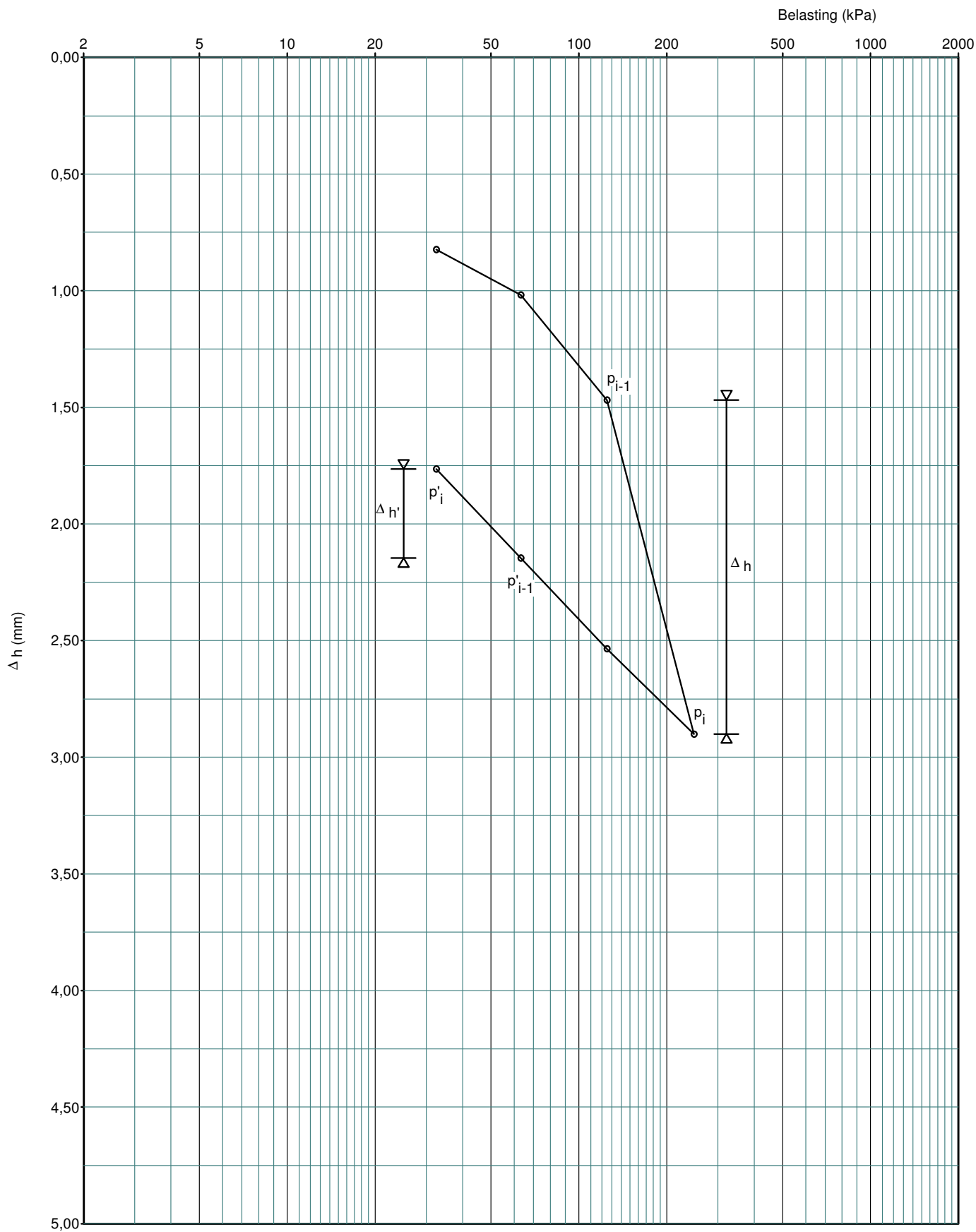


Opdracht GEO-14/014		Antwerpen							Boring B119
Monster : 14/2660-B119/N3 Diepte : 7,00-7,50 m Diameter : 63,53 mm Hoogte : 19,96 mm		Belasting (kPa)	32,4*	63,2	124,9	248,2	124,9	63,2	32,4
		Δh_i (mm)	0,152	0,122	0,301	1,517	0,184	0,252	0,241
		C	-	-	45	9			
		A					67	49	51

* : zwelling waargenomen na aanbrengen belasting

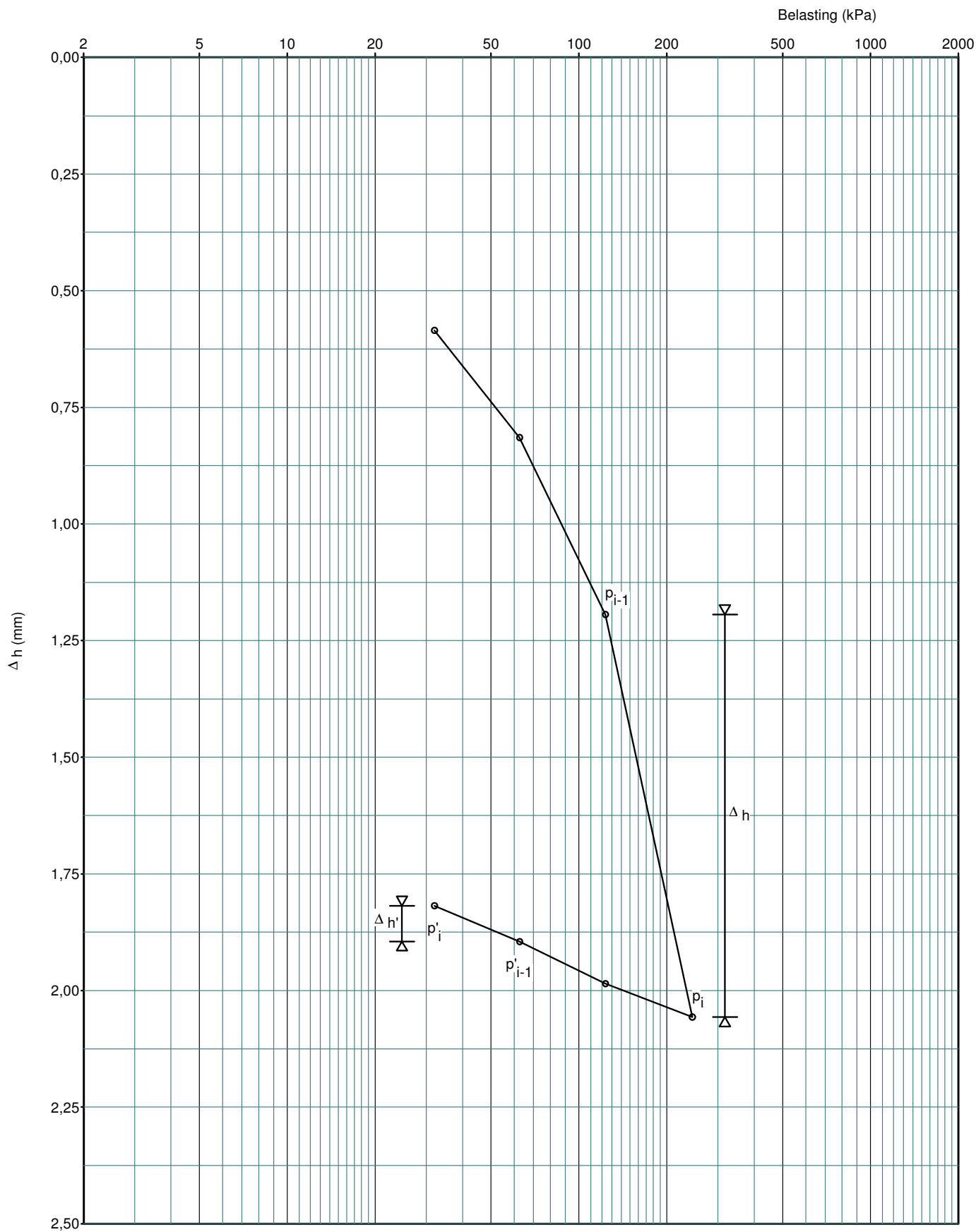


Opdracht GEO-14/014	Antwerpen								Boring B126
Monster : 14/2636A-B126/N2A	Belasting (kPa)	32,4	63,2	124,9	248,1	124,9	63,2	32,4	
Diepte : 4,80-5,05 m	Δh_i (mm)	0,823	0,195	0,451	1,431	0,365	0,389	0,382	
Diameter : 63,60 mm	C		66	29	9				
Hoogte : 19,98 mm	A					32	31	31	



SAMENDRUKKINGSPROEF

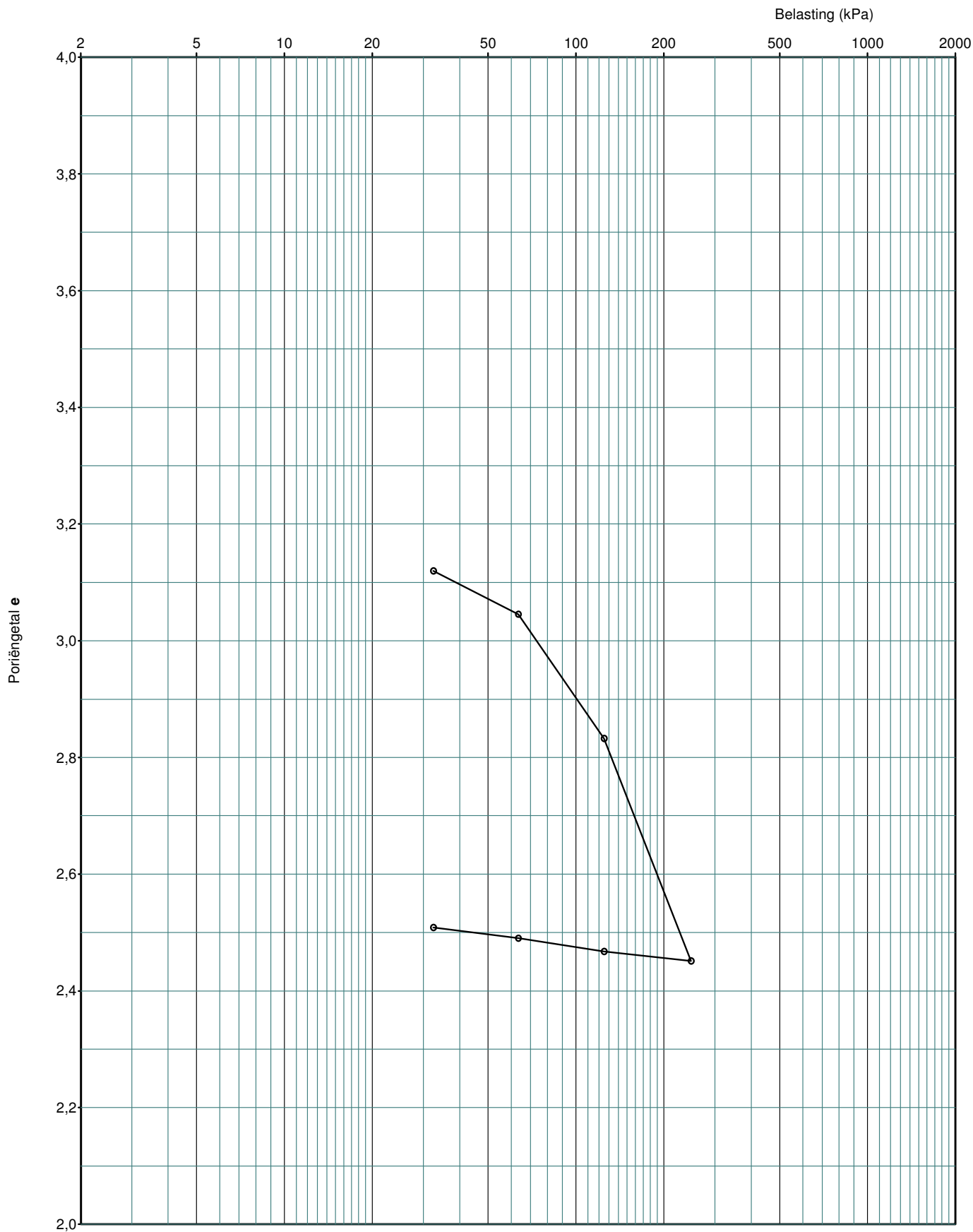
Opdracht GEO-14/014	Antwerpen								Boring B126
Monster : 14/2636B-B126/N2B	Belasting (kPa)	32,1	62,5	123,5	245,3	123,5	62,5	32,1	
Diepte : 5,05-5,30 m	Δh_i (mm)	0,585	0,230	0,379	0,863	0,072	0,090	0,077	
Diameter : 63,58 mm	C		56	34	15				
Hoogte : 19,96 mm	A					171	136	157	



Opdracht GEO-14/014	Antwerpen	Boring B107
-------------------------------	-----------	-----------------------

12.1.18/24/02/15

Monster : 14/2685A-B107/N2A Diepte : 6,00-6,26 m Diameter : 63,51 mm Hoogte : 19,47 mm Watergeh.: 201,72 % e_0 : 3,23	Belasting (kPa)	32,5	63,3	125,1	248,6	125,1	63,3	32,5	
	e	3,12	3,05	2,83	2,45	2,47	2,49	2,51	
	a_v (1/MPa)	3,52	2,39	3,45	3,08	0,13	0,36	0,61	
	m_v (1/MPa)	0,83	0,58	0,85	0,80	0,04	0,10	0,18	
	C_c		0,25	0,72	1,28	0,05	0,08	0,07	
berekend met volumemassa van de korrels = 1,65 t/m ³									

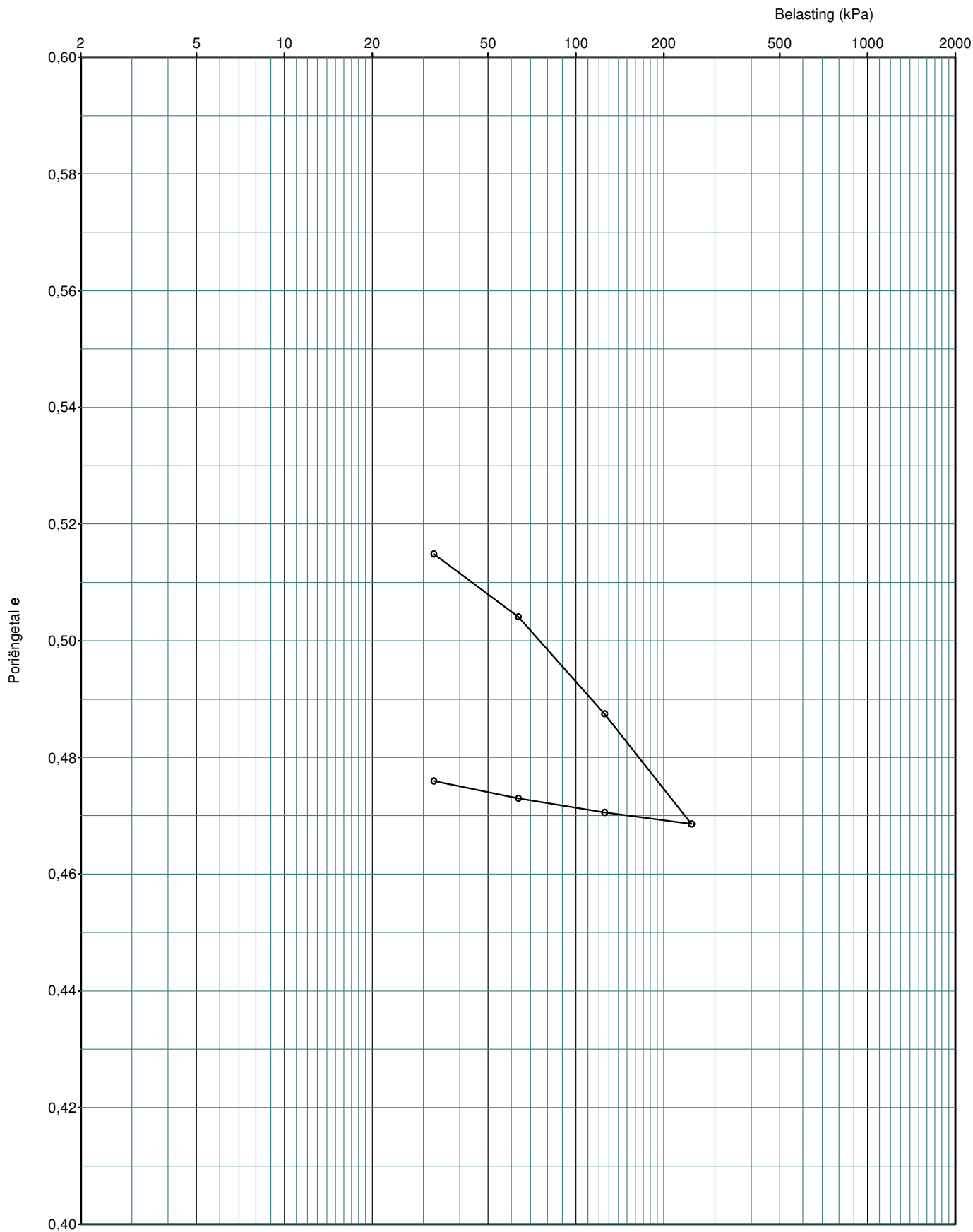


SAMENDRUKKINGSPROEF

Opdracht GEO-14/014	Antwerpen	Boring B119
-------------------------------	------------------	-----------------------

12.1.18/24/02/15

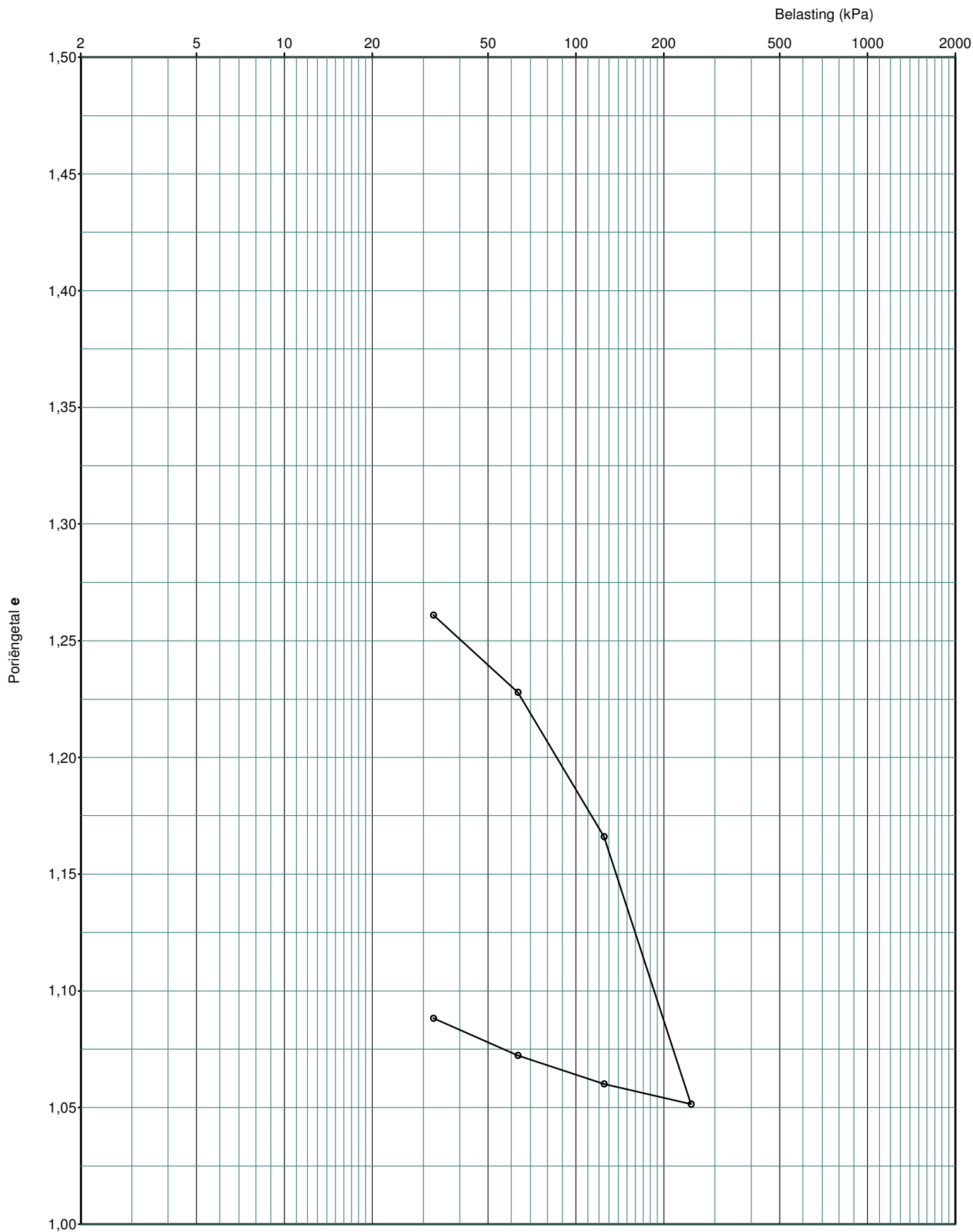
Monster : 14/2658-B119/N1 Diepte : 3,00-3,50 m Diameter : 63,47 mm Hoogte : 19,83 mm Watergeh.: 19,98 % $e_0 : 0,54$	Belasting (kPa)	32,5	63,4	125,2	248,9	125,2	63,4	32,5	
	e	0,51	0,50	0,49	0,47	0,47	0,47	0,48	
	a_v (1/MPa)	0,69	0,35	0,27	0,15	0,02	0,04	0,10	
	m_v (1/MPa)	0,45	0,23	0,18	0,10	0,01	0,03	0,06	
	C_c		0,04	0,06	0,06	0,01	0,01	0,01	
berekend met volumemassa van de korrels = 2,65 t/m³									



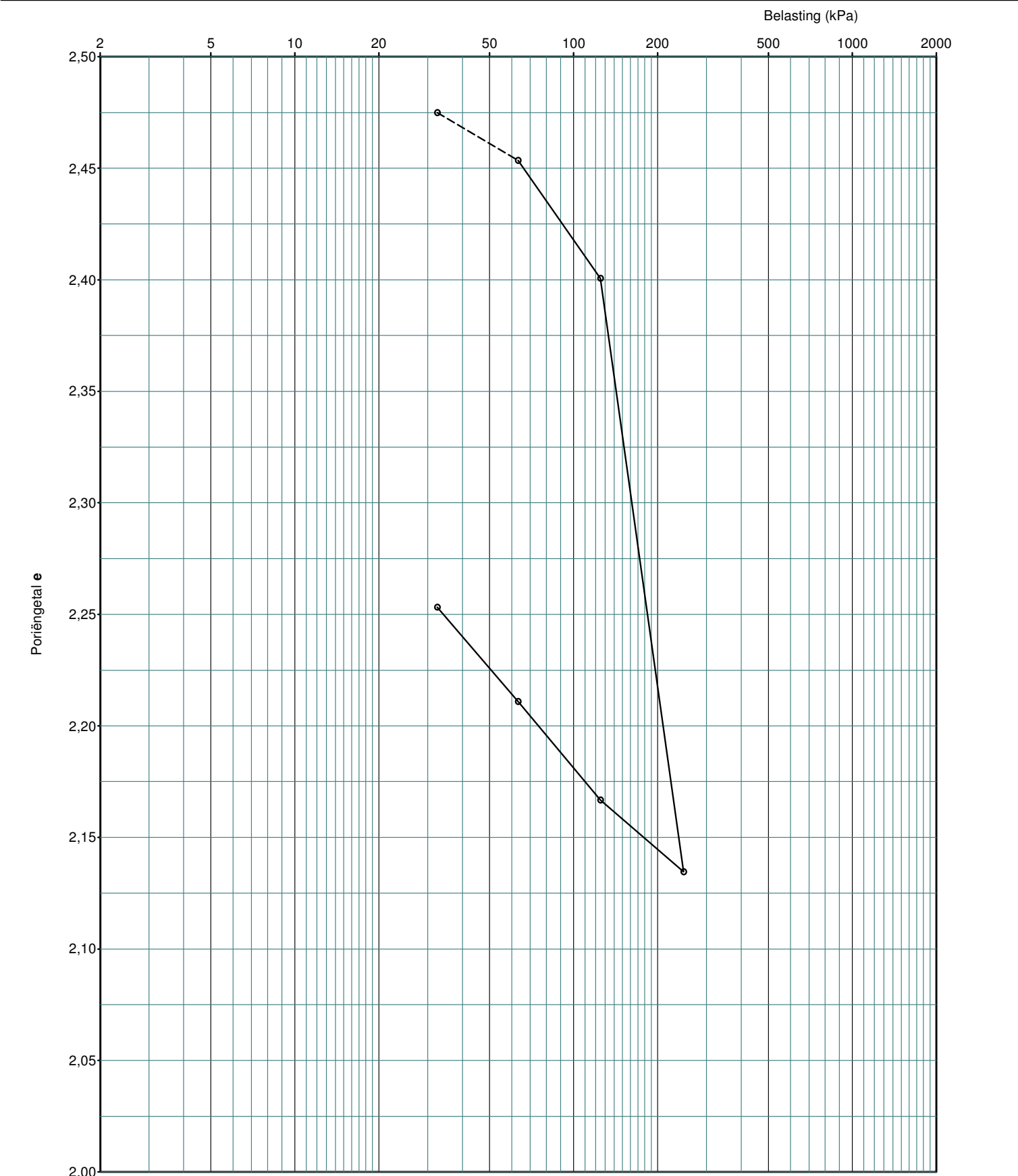
SAMENDRUKKINGSPROEF

Opdracht GEO-14/014	Antwerpen	Boring B119
-------------------------------	-----------	-----------------------

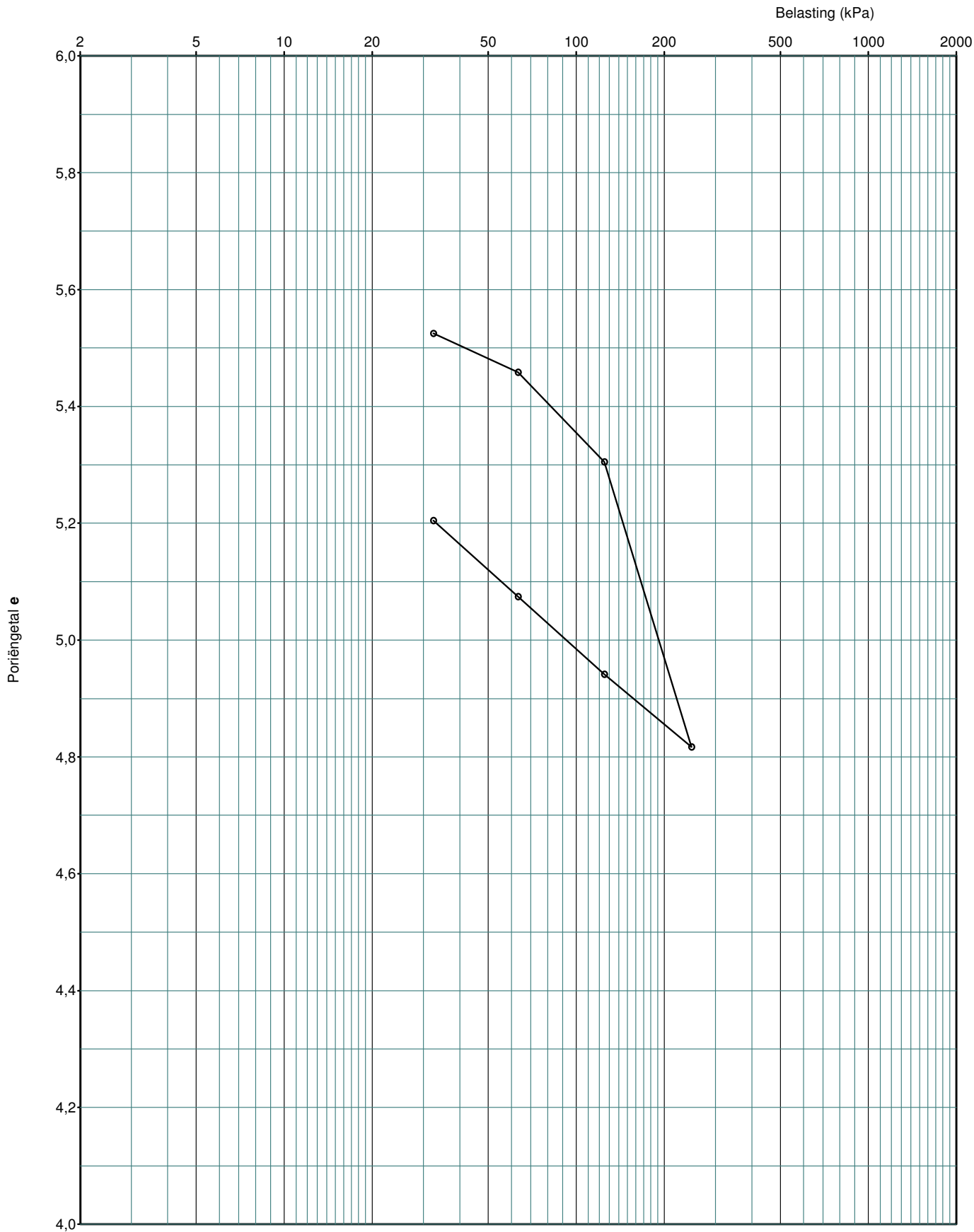
Monster : 14/2659-B119/N2 Diepte : 5,50-5,85 m Diameter : 63,49 mm Hoogte : 20,01 mm Watergeh.: 36,55 % e_0 : 1,33	Belasting (kPa)	32,4	63,3	124,9	248,3	124,9	63,3	32,4	
	e	1,26	1,23	1,17	1,05	1,06	1,07	1,09	
	a_v (1/MPa)	2,09	1,07	1,01	0,93	0,07	0,20	0,52	
	m_v (1/MPa)	0,90	0,47	0,45	0,43	0,03	0,10	0,25	
	C_c		0,11	0,21	0,38	0,03	0,04	0,06	
berekend met volumemassa van de korrels = 2,65 t/m³									



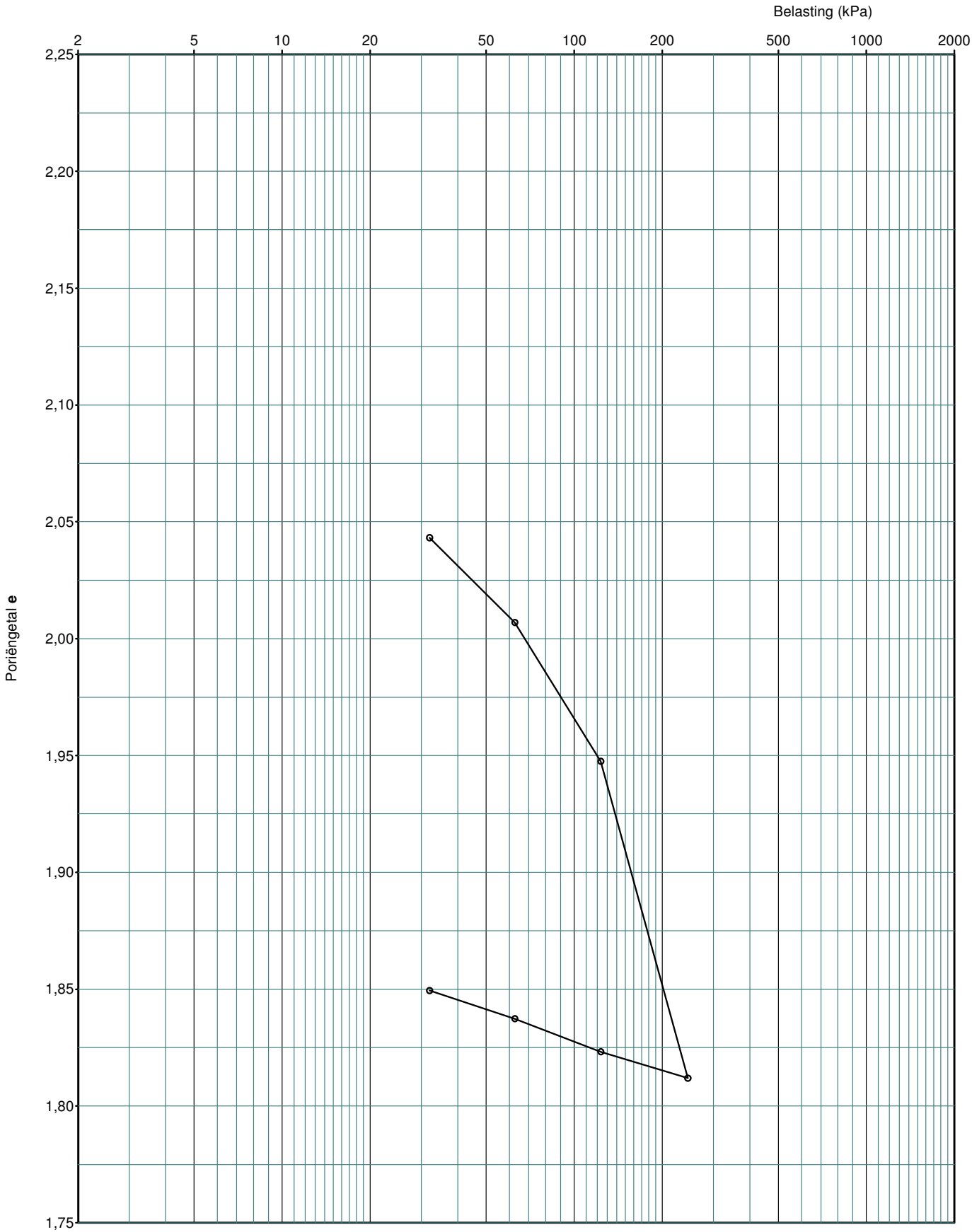
SAMENDRUKKINGSPROEF									
Opdracht GEO-14/014		Antwerpen							Boring B119
Monster : 14/2660-B119/N3 Diepte : 7,00-7,50 m Diameter : 63,53 mm Hoogte : 19,96 mm Watergeh.: 91,44 % e_0 : 2,50		Belasting (kPa)	32,4*	63,2	124,9	248,2	124,9	63,2	32,4
		e	2,47	2,45	2,40	2,13	2,17	2,21	2,25
		a_v (1/MPa)	-	-	0,86	2,16	0,26	0,72	1,37
		m_v (1/MPa)	-	-	0,25	0,63	0,08	0,23	0,43
		C_c	-	-	0,18	0,89	0,11	0,15	0,15
berekend met volumemassa van de korrels = 2,65 t/m ³ (*) zwelling waargenomen na aanbrengen belasting									







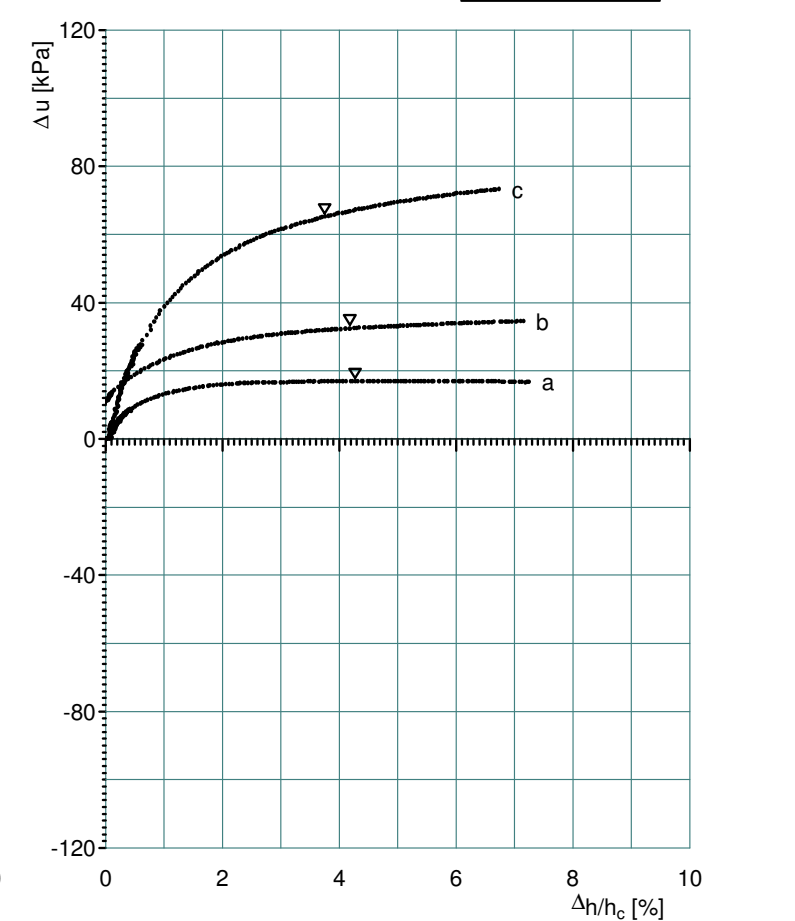
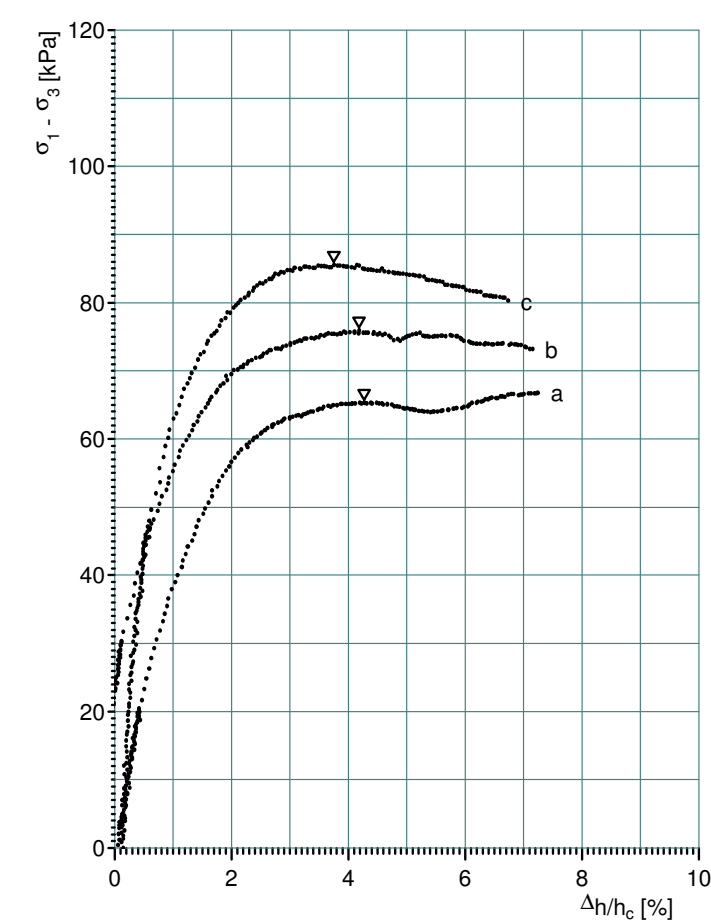
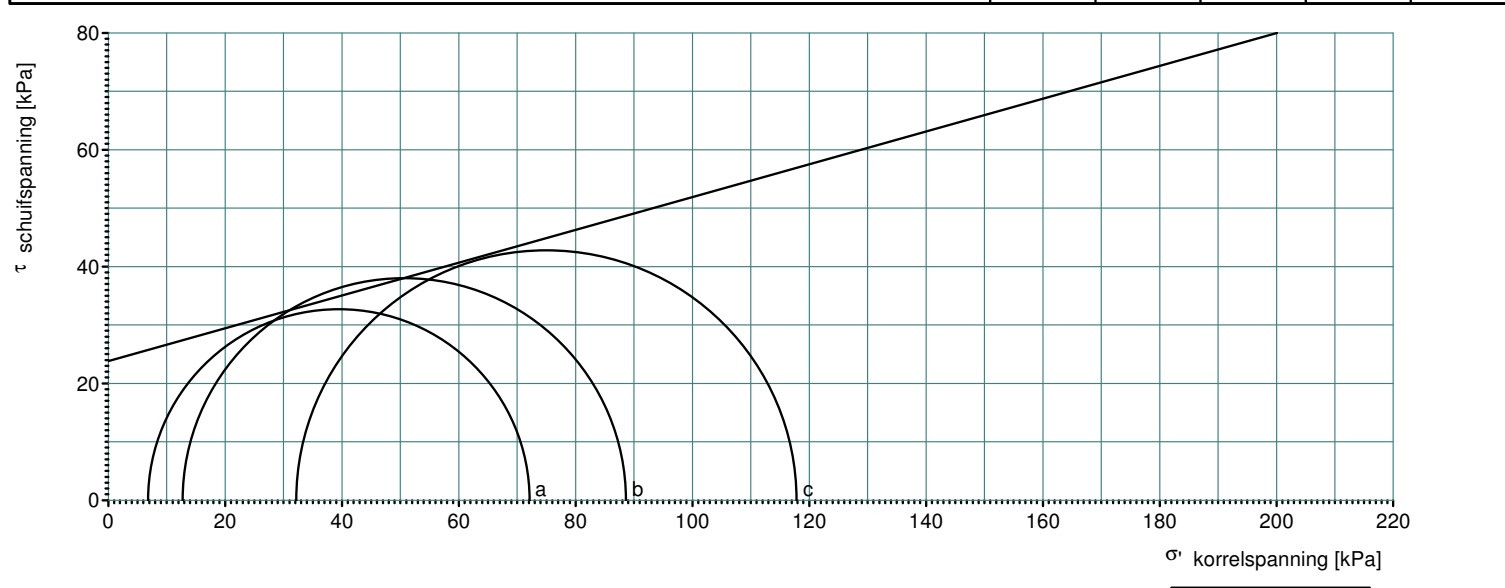
Opdracht GEO-14/014		Antwerpen								Boring B126	
Monster : 14/2636A-B126/N2A Diepte : 4,80-5,05 m Diameter : 63,60 mm Hoogte : 19,98 mm Watergeh.: 188,98 % e_0 : 5,81		Belasting (kPa)	32,4	63,2	124,9	248,1	124,9	63,2	32,4		
		e	5,52	5,46	5,30	4,82	4,94	5,07	5,20		
		a_v (1/MPa)	8,65	2,16	2,49	3,95	1,01	2,15	4,22		
		m_v (1/MPa)	1,27	0,33	0,39	0,63	0,17	0,36	0,70		
		C_c		0,23	0,52	1,63	0,42	0,45	0,45		
		berekend met volumemassa van de korrels = 2,65 t/m³									



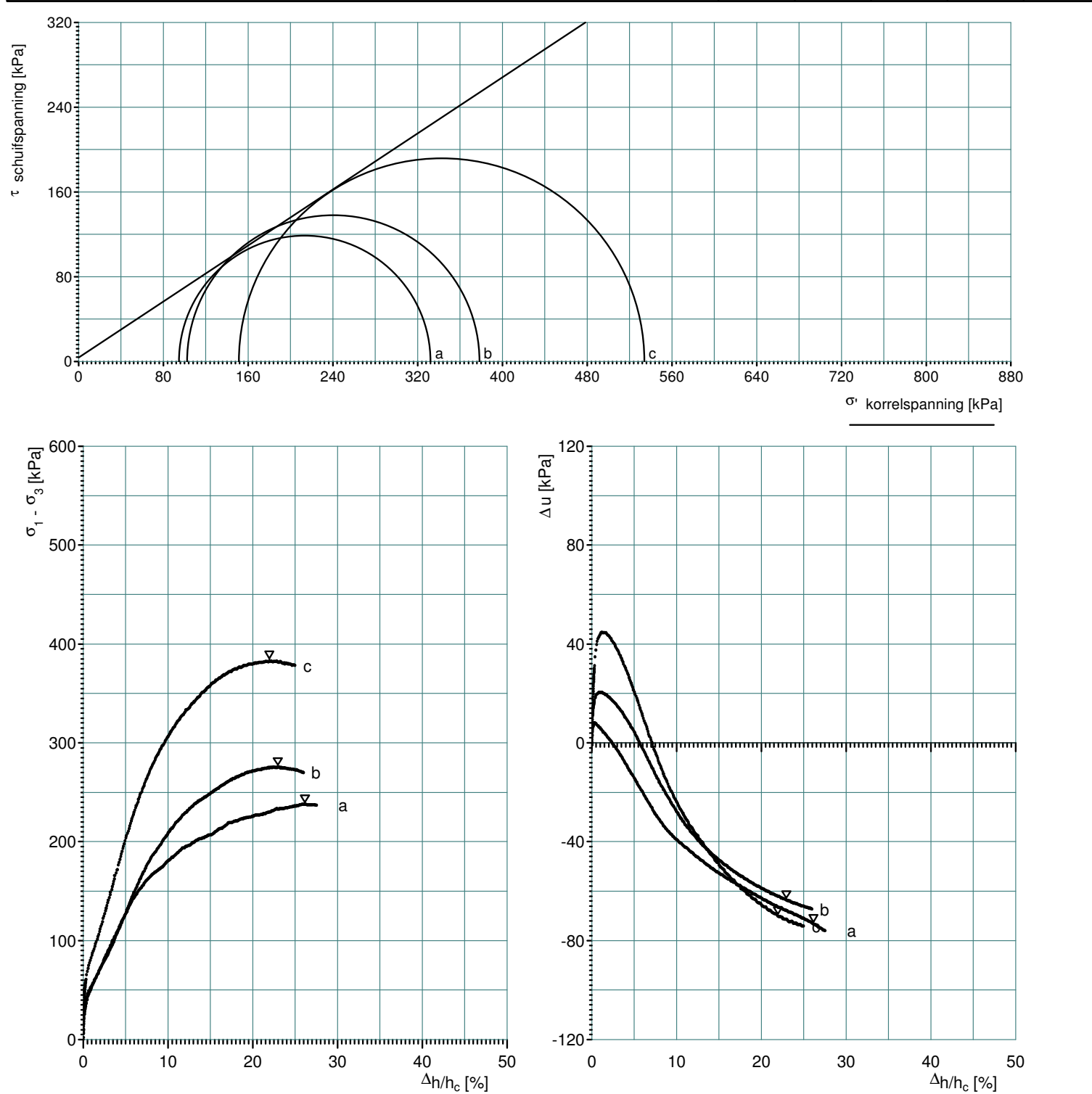
SAMENDRUKKINGSPROEF									
Opdracht GEO-14/014		Antwerpen							Boring B126
Monster : 14/2636B-B126/N2B Diepte : 5,05-5,30 m Diameter : 63,58 mm Hoogte : 19,96 mm Watergeh.: 76,49 % e_0 : 2,14		Belasting (kPa)	32,1	62,5	123,5	245,3	123,5	62,5	32,1
		e	2,04	2,01	1,95	1,81	1,82	1,84	1,85
		a_v (1/MPa)	2,87	1,19	0,98	1,11	0,09	0,23	0,40
		m_v (1/MPa)	0,91	0,39	0,32	0,38	0,03	0,08	0,14
		C_c		0,12	0,20	0,45	0,04	0,05	0,04
berekend met volumemassa van de korrels = 2,65 t/m³									







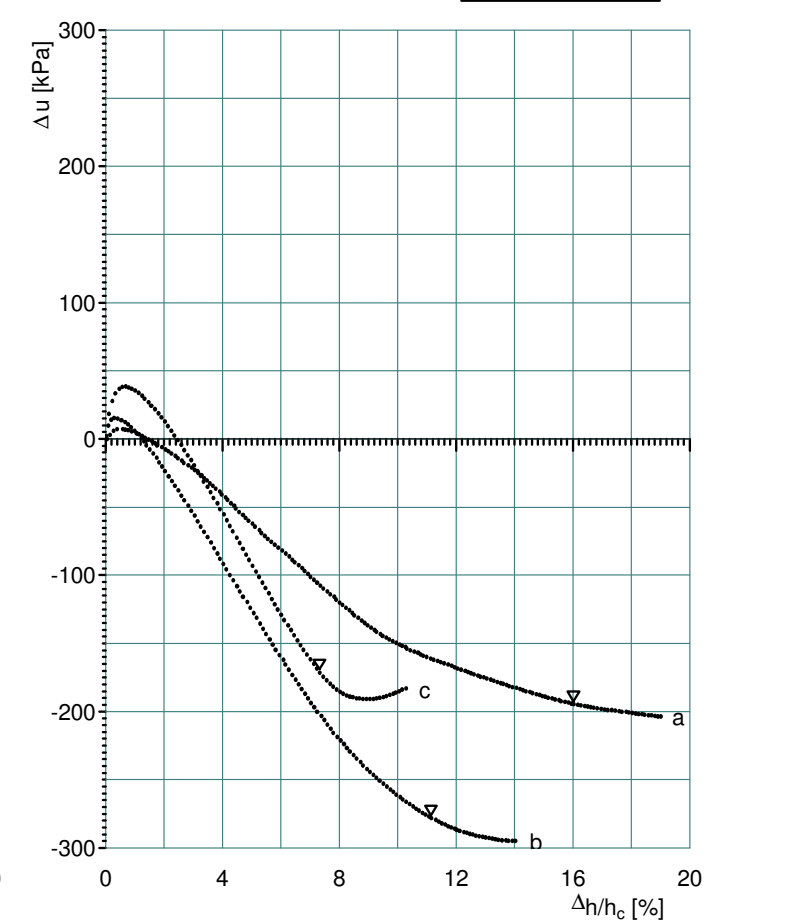
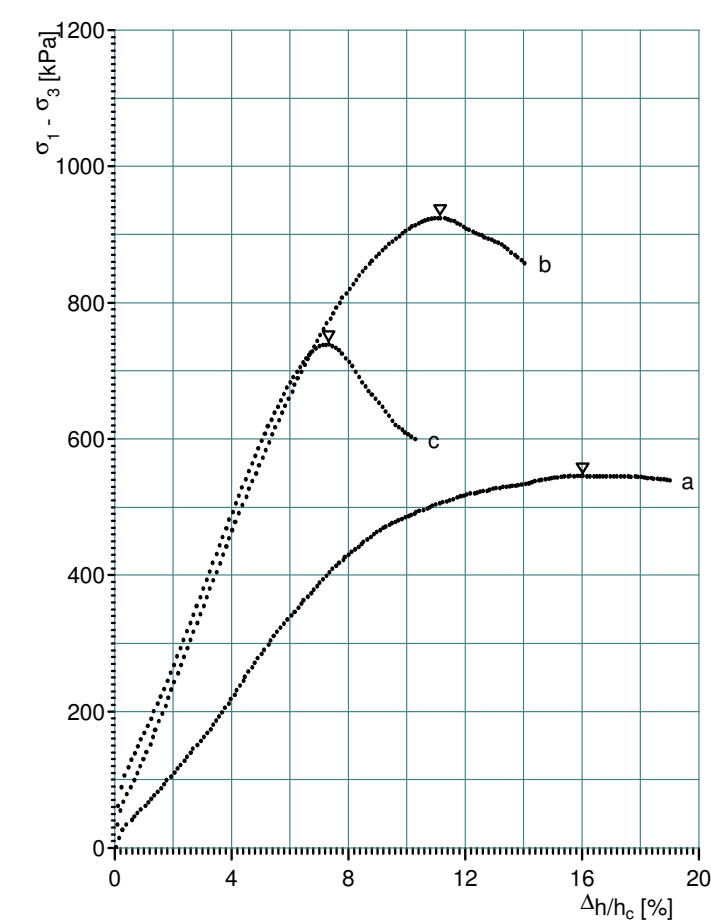
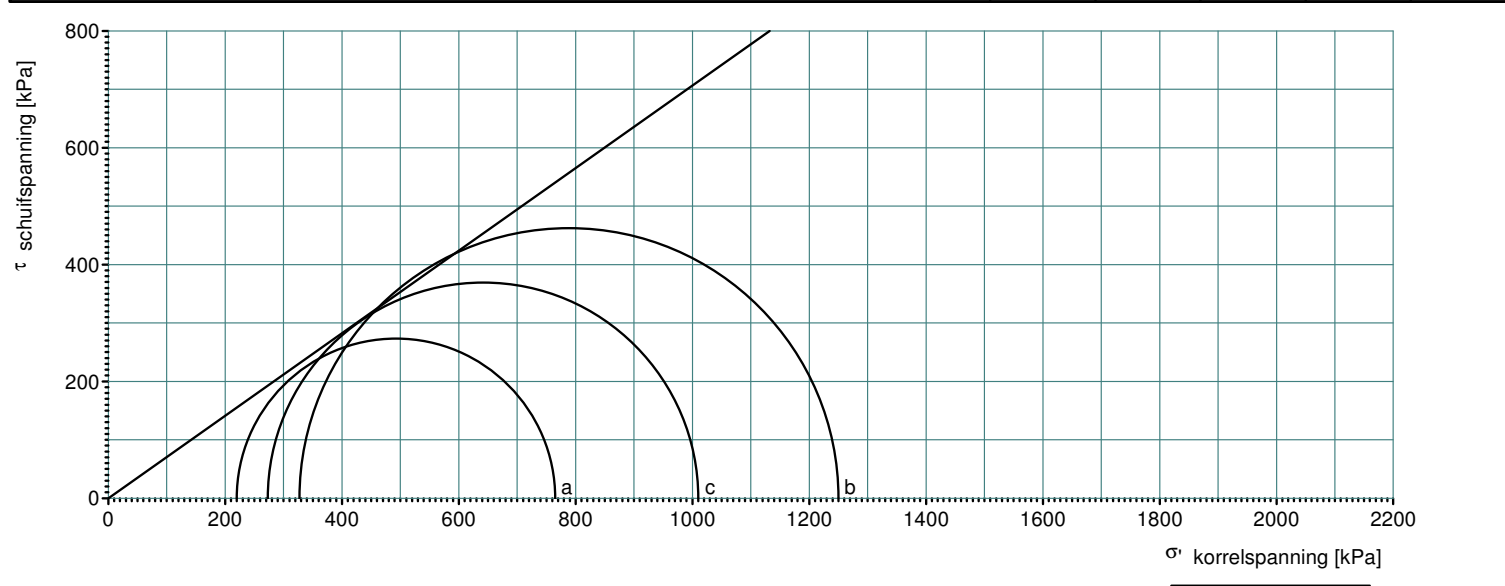
Triaxiaalproef : CU																
Opdracht GEO-14/014				Antwerpen										Boring B107		
Monsternummer : 14/2685B-B107/N2B																
Diepte : 6,26-6,39 m																
GECONSOLIDEERD NIET GEDRAINEERD																
Proef	D	h	v	σ_s	u_i	σ'_c	u_r	$\sigma'_{3,r}$	$(\sigma_1 - \sigma_3)_r$	$\sigma'_{1,r}$	$(\Delta h/h_c)_r$	ρ_d	voor w	S_r	na w	Type breuk
	mm	mm	mm/min	kPa	kPa	kPa	kPa	kPa	kPa	kPa	%	t/m³	%	%	%	
a	38,0	88,0	0,010	322,5	299,1	23,4	316,0	6,7	65,3	72,0	4,3	0,49	162,0	97,3	163,2	3
b	38,0	88,0	0,009	344,1	299,0	45,1	331,6	12,7	75,9	88,6	4,2	0,44	181,5	95,9	179,0	2
c	38,0	88,0	0,010	398,0	299,0	99,0	365,9	32,2	85,5	117,8	3,7	0,45	176,2	96,2	158,5	2
Breukcriterium $\Phi' = 15,5^\circ$; $c' = 23,8$ kPa										Legende		Type breuk	1	2	3	4
																



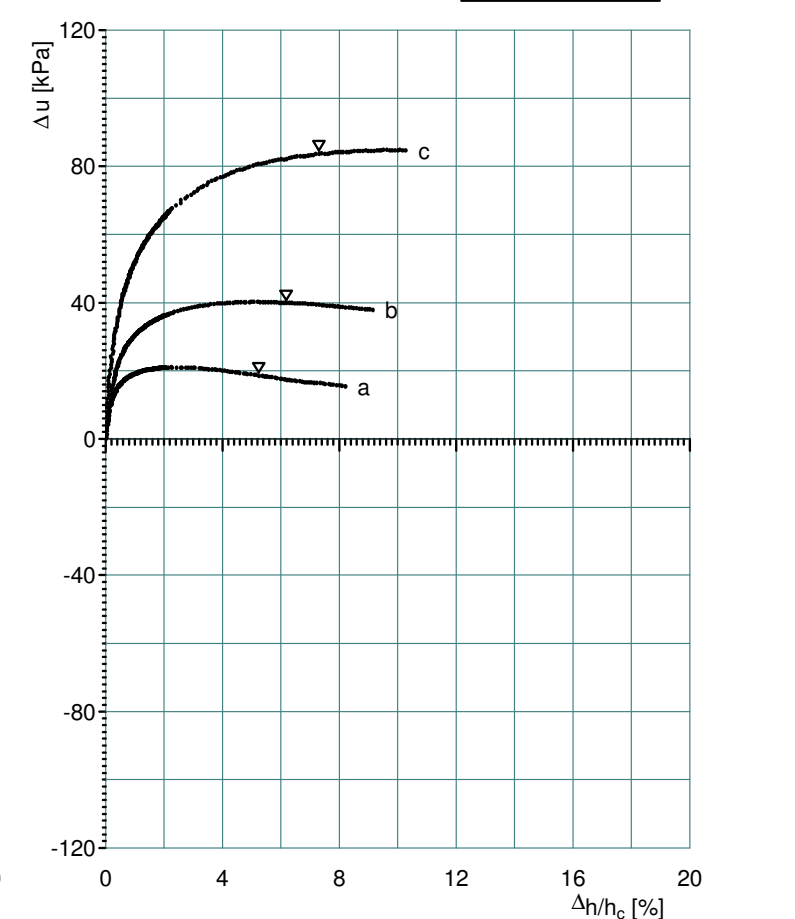
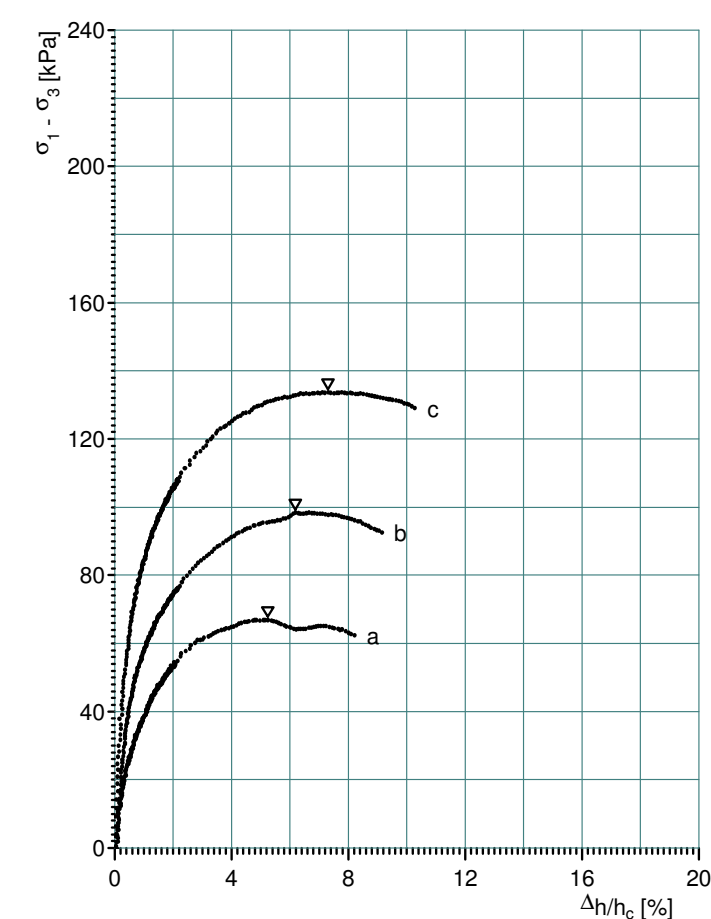
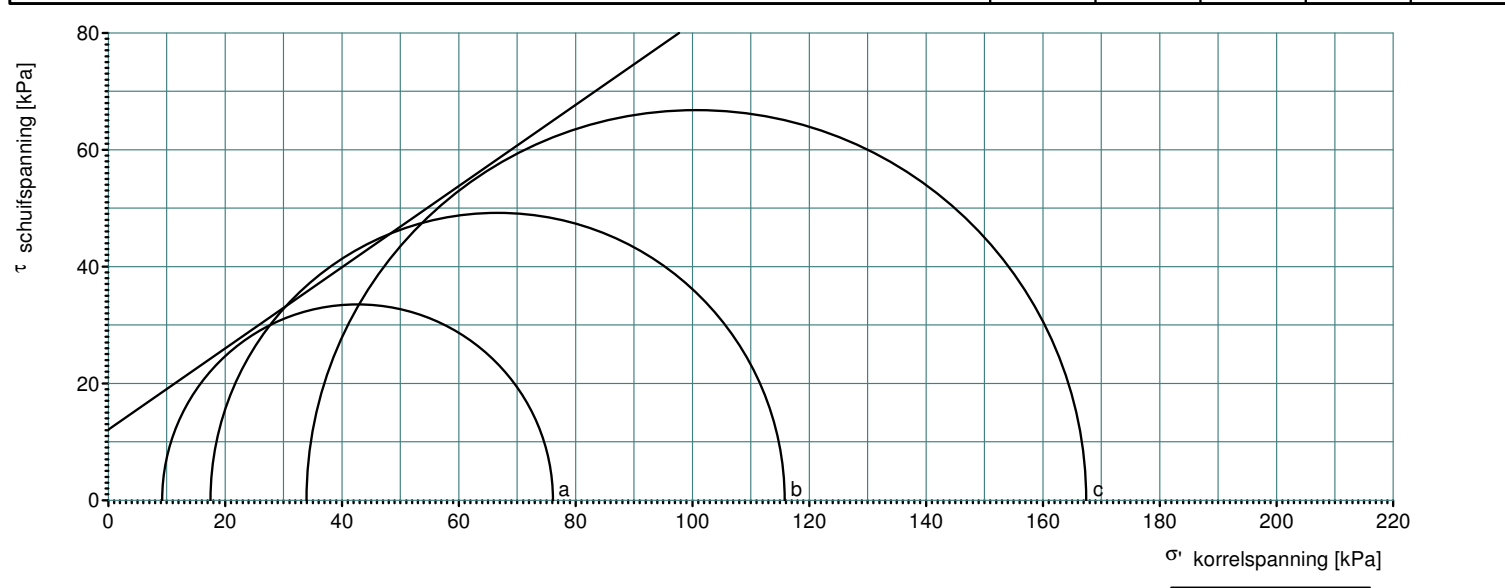
GECONSOLIDEERD NIET GEDRAINEERD																
Proef	D	h	v	σ_s	u_i	σ'_c	u_r	$\sigma'_{3,r}$	$(\sigma'_1 - \sigma'_3)_r$	$\sigma'_{1,r}$	$(\Delta h/h_c)_r$	ρ_d	voor w	S_r	na w	Type breuk
	mm	mm	mm/min	kPa	kPa	kPa	kPa	kPa	kPa	kPa	%	t/m³	%	%	%	
a	38,0	88,0	0,020	318,0	297,5	20,6	224,0	94,3	237,9	332,2	26,2	1,72	17,7	87,2	20,3	1
b	38,0	88,0	0,020	336,4	297,7	38,7	234,1	102,6	275,6	378,3	23,0	1,73	18,3	91,8	20,7	2
c	38,0	88,0	0,020	377,8	297,4	80,4	227,1	150,9	382,8	533,8	22,0	1,75	17,7	91,6	19,7	2
Breukcriterium $\Phi' = 33,5^\circ$, $c' = 3,6$ kPa										Legende	Type breuk	1	2	3	4	



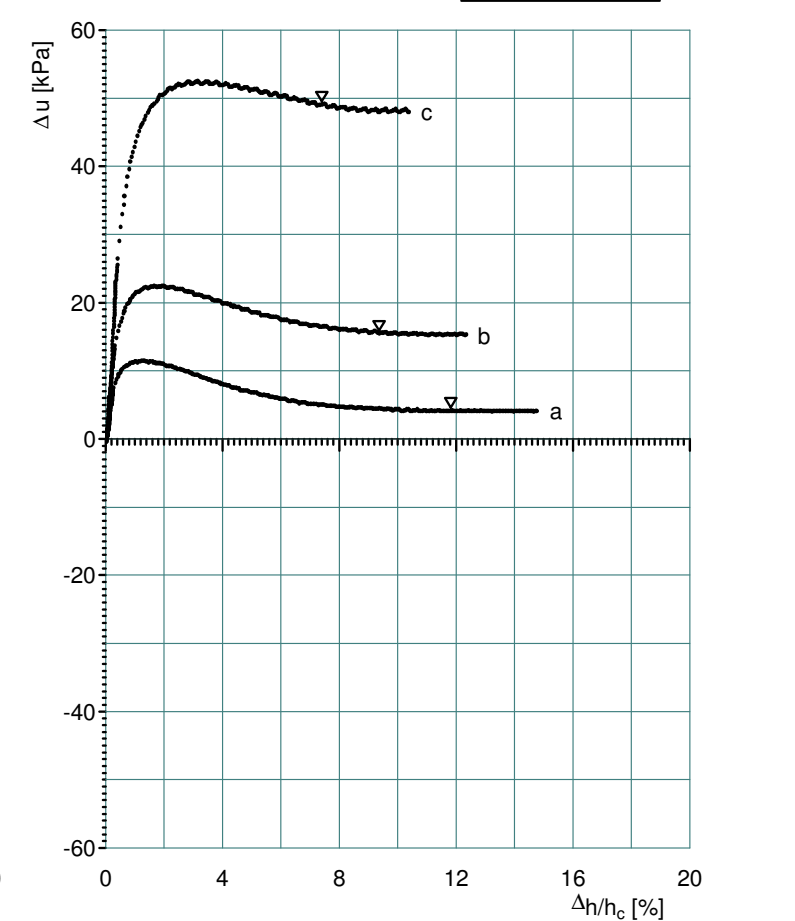
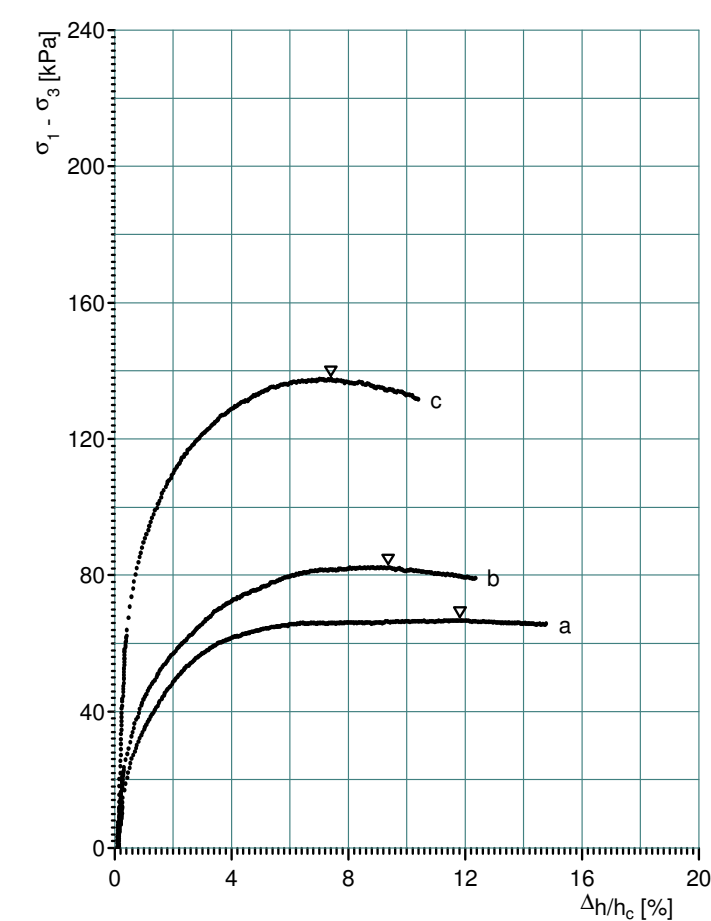
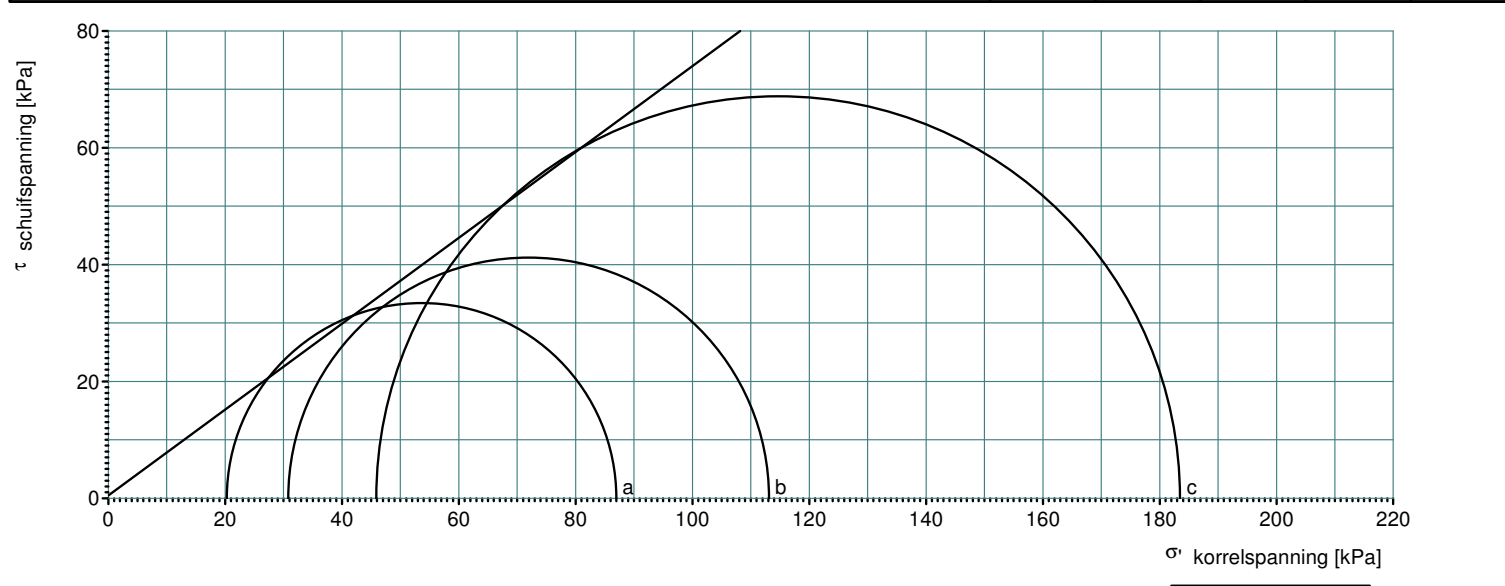
GECONSOLIDEERD NIET GEDRAINEERD																				
Proef	D	h	v	σ_s	u_i	σ'_c	u_r	$\sigma'_{3,r}$	$(\sigma'_1\text{-}\sigma'_3)_r$	$\sigma'_{1,r}$	$(\Delta h/h_c)_r$	ρ_d	voor w	S_r	na w	Type breuk				
	mm	mm	mm/min	kPa	kPa	kPa	kPa	kPa	kPa	kPa	%	t/m³	%	%	%					
a	38,0	88,0	0,196	322,5	297,9	24,6	103,3	219,3	545,8	765,1	16,0	1,48	26,8	90,0	27,7	2				
b	38,0	88,0	0,196	346,9	297,8	49,1	21,5	325,6	924,3	1249,9	11,1	1,53	26,1	95,3	26,8	2				
c	38,0	88,0	0,197	398,4	297,8	100,6	126,8	271,6	738,5	1010,1	7,3	1,53	26,1	95,2	25,8	2				
Breukcriterium $\Phi' = 35,5 \text{ }^\circ$, $c' = 0,0 \text{ kPa}$										Legende		Type breuk	1		2		3		4	







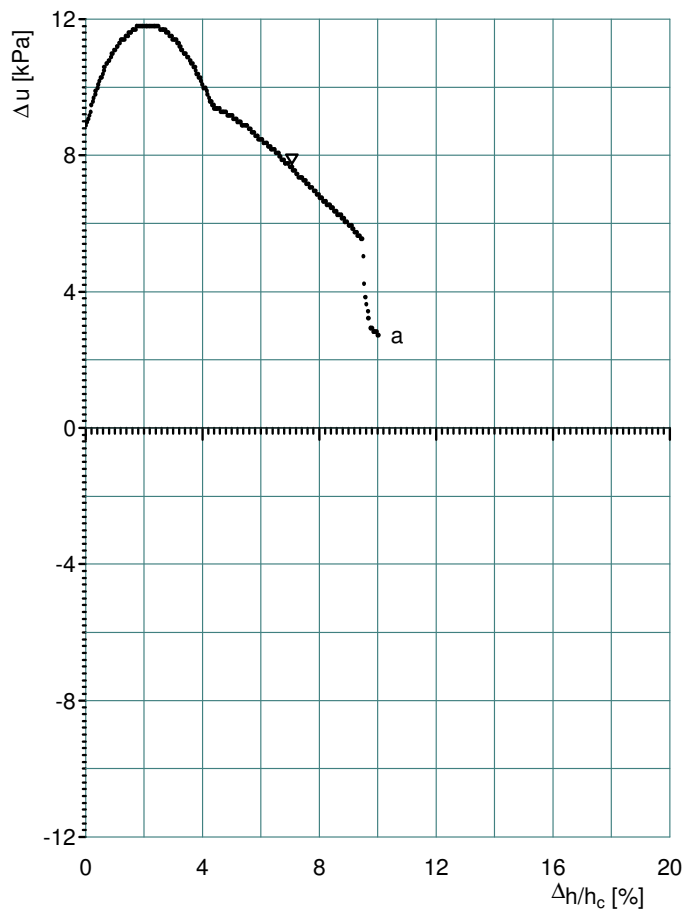
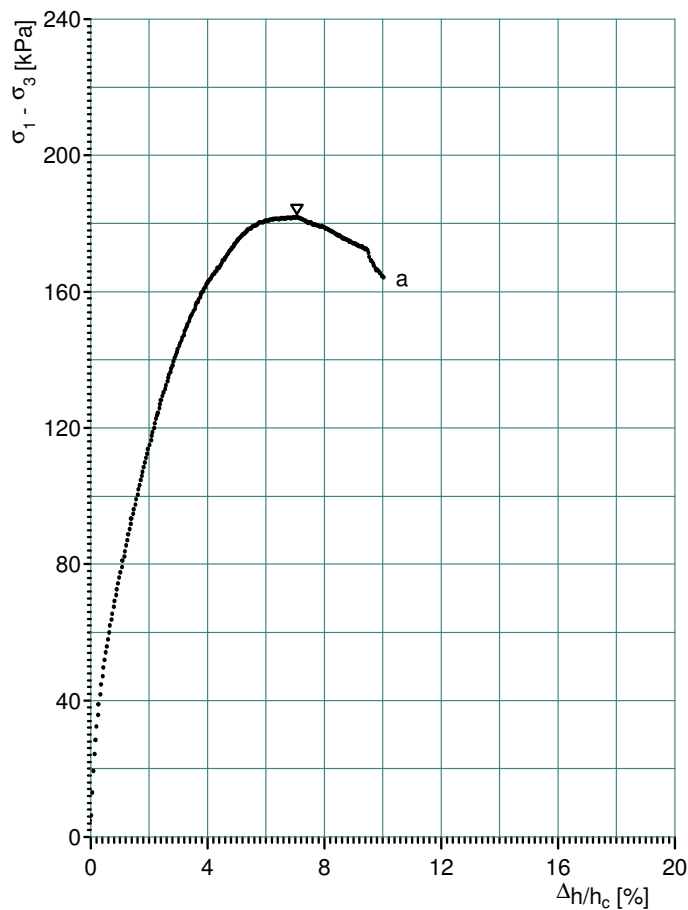
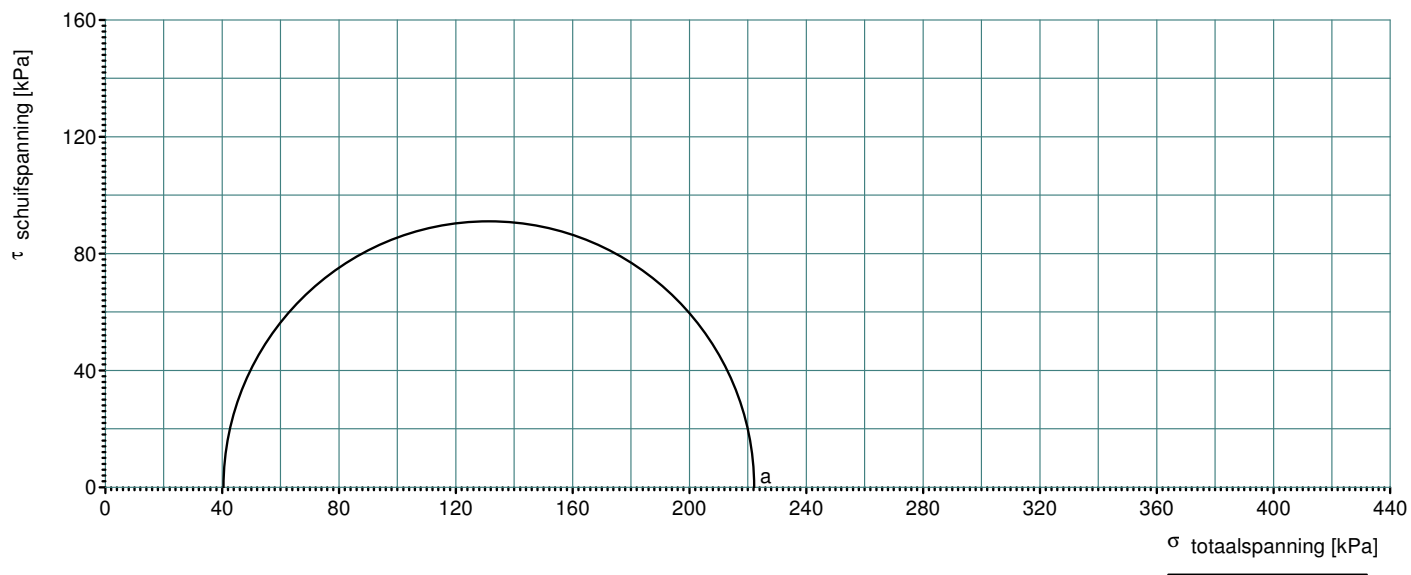
Triaxiaalproef : CU																				
Opdracht GEO-14/014				Antwerpen										Boring B119						
Monsternummer : 14/2660-B119/N3																				
Diepte : 7,00-7,50 m																				
GECONSOLIDEERD NIET GEDRAINEERD																				
Proef	D	h	v	σ_s	u_i	σ'_c	u_r	$\sigma'_{3,r}$	$(\sigma_1 - \sigma_3)_r$	$\sigma'_{1,r}$	$(\Delta h/h_c)_r$	ρ_d	voor w	S_r	na w	Type breuk				
	mm	mm	mm/min	kPa	kPa	kPa	kPa	kPa	kPa	kPa	%	t/m³	%	%	%					
a	38,0	88,0	0,020	326,7	299,0	27,8	317,6	9,1	66,9	76,0	5,2	0,71	101,8	97,9	104,2	2				
b	38,0	88,0	0,020	356,8	299,1	57,7	339,4	17,4	98,4	115,8	6,2	0,69	101,9	95,5	101,1	2				
c	38,0	88,0	0,020	416,1	299,2	116,9	383,2	33,8	133,7	167,5	7,3	0,70	101,4	97,0	94,0	2				
Breukcriterium $\Phi' = 35,0^\circ$, $c' = 12,1$ kPa										Legende		Type breuk	1		2		3		4	



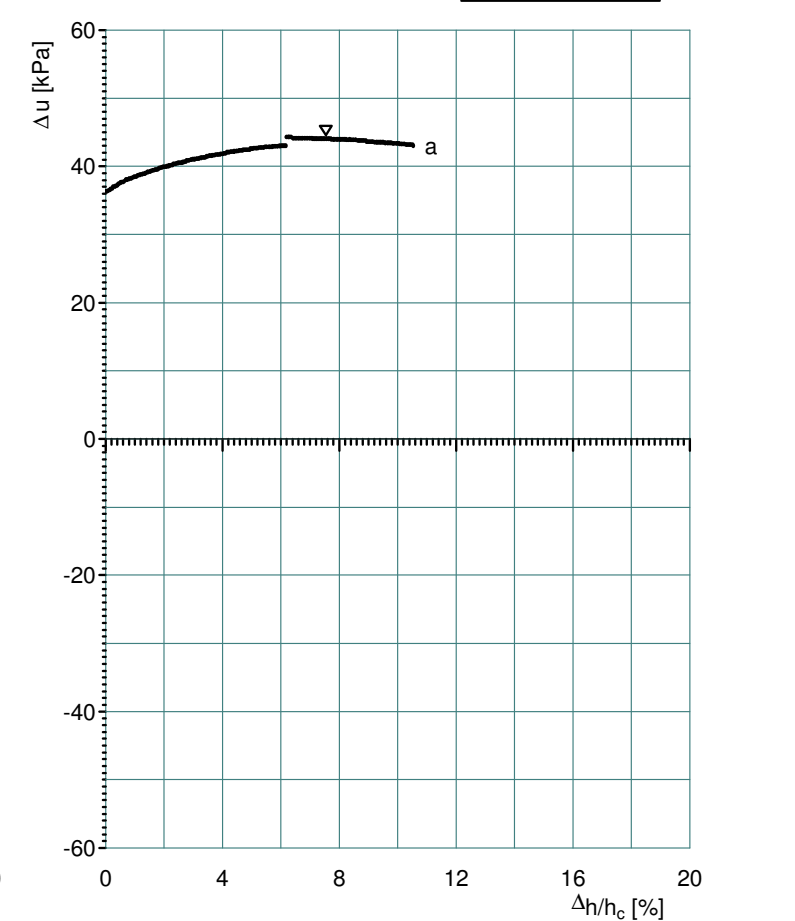
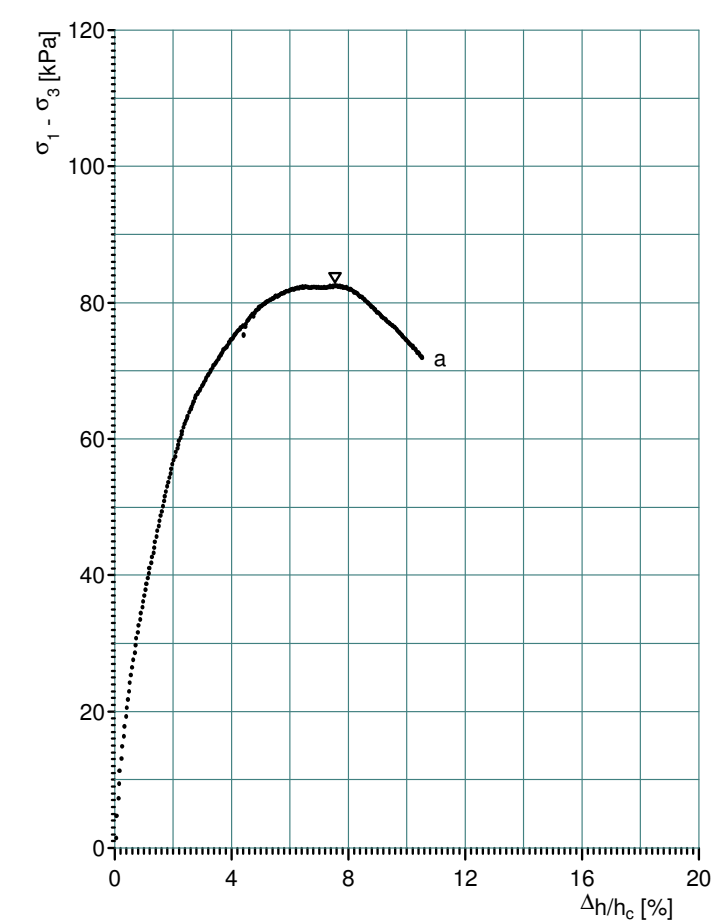
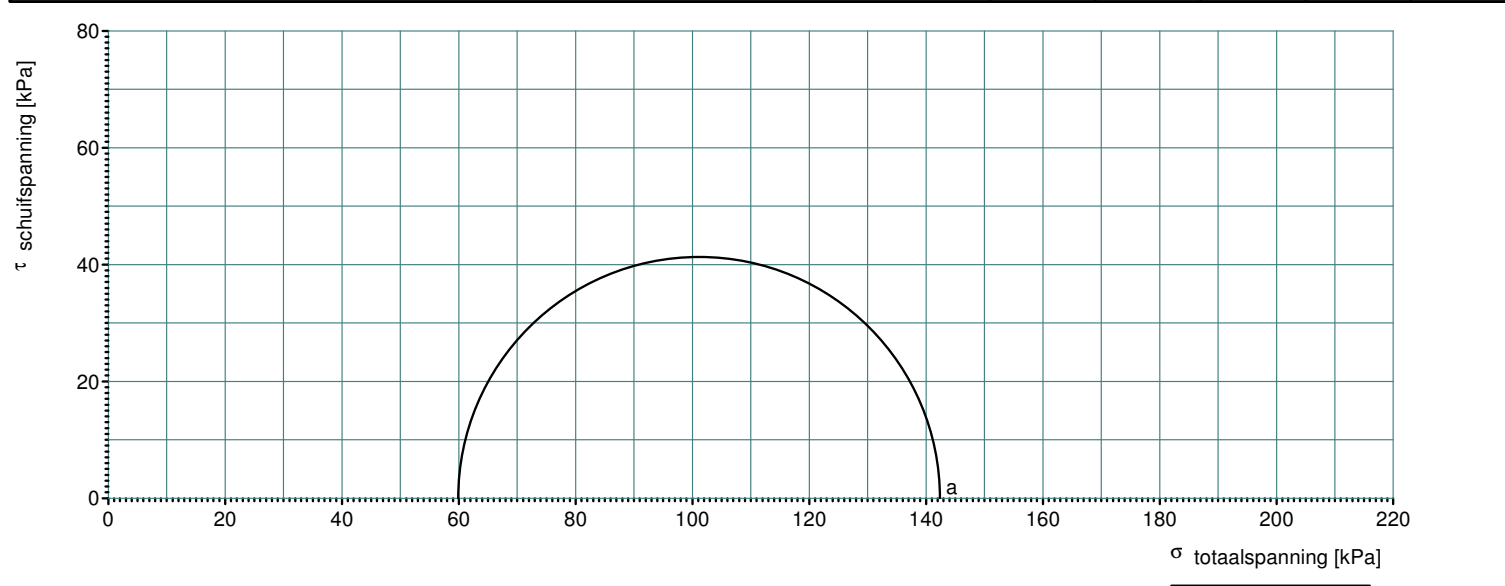
GECONSOLIDEERD NIET GEDRAINEERD																
Proef	D	h	v	σ_s	u_i	σ'_c	u_r	$\sigma'_{3,r}$	$(\sigma'_1 - \sigma'_3)_r$	$\sigma'_{1,r}$	$(\Delta h/h_c)_r$	ρ_d	voor w	S_r	na w	Type breuk
	mm	mm	mm/min	kPa	kPa	kPa	kPa	kPa	kPa	kPa	%	t/m³	%	%	%	
a	38,0	88,0	0,010	324,2	300,2	24,0	304,2	20,2	66,8	87,0	11,8	1,20	45,7	(100,8)	45,9	2
b	38,0	88,0	0,010	347,8	299,2	48,6	317,4	30,8	82,3	113,1	9,3	1,31	37,6	98,1	38,1	2
c	38,0	88,0	0,010	394,7	299,8	94,9	349,1	45,8	137,7	183,5	7,4	1,37	35,2	99,6	34,6	2
Breukcriterium $\Phi' = 36,5^\circ$, $c' = 0,5$ kPa										Legende	Type breuk	1	2	3	4	



Opdracht GEO-14/014			Antwerpen										Boring B119							
Monsternummer : 14/2658-B119/N1										Diepte : 3,00-3,50 m										
NIET GECONSOLIDEERD NIET GEDRAINEERD																				
Proef	D	h	v	σ_s	u_i	u_r	$\sigma_{3,r}$	$(\sigma_1 - \sigma_3)_r$	$\sigma_{1,r}$	$(\Delta h/h_c)_r$	c_u	ρ_d	w	S_r	Type breuk					
	mm	mm	mm/min	kPa	kPa	kPa	kPa	kPa	kPa	%	kPa	t/m³	%	%						
a	38,0	88,0	0,200	40,4	0,1	7,8	40,3	181,9	222,2	7,0	90,9	1,70	17,0	80,3	2					
Breukcriterium										Legende		Type breuk	1		2		3		4	







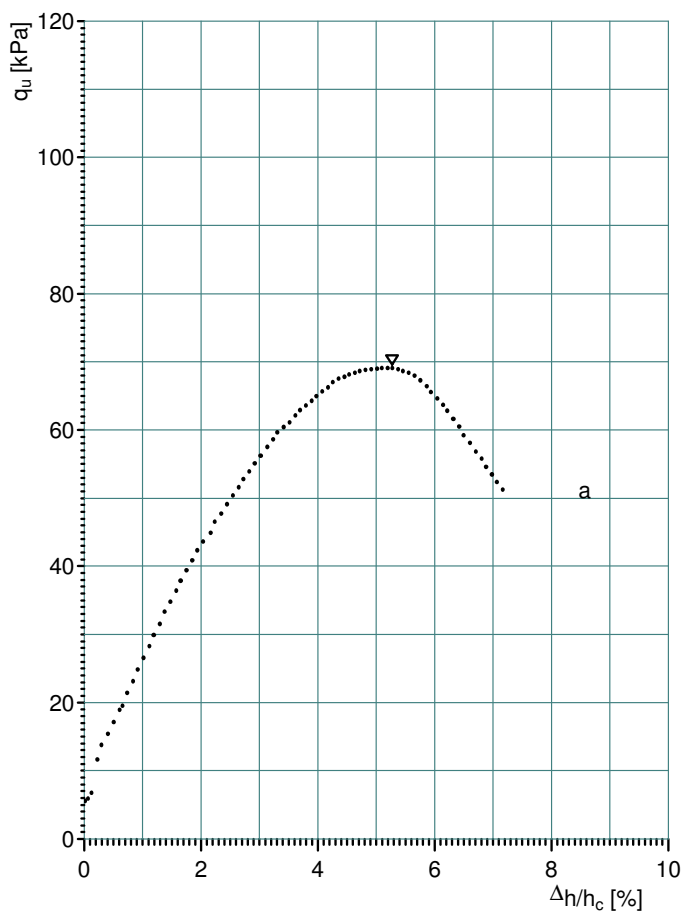
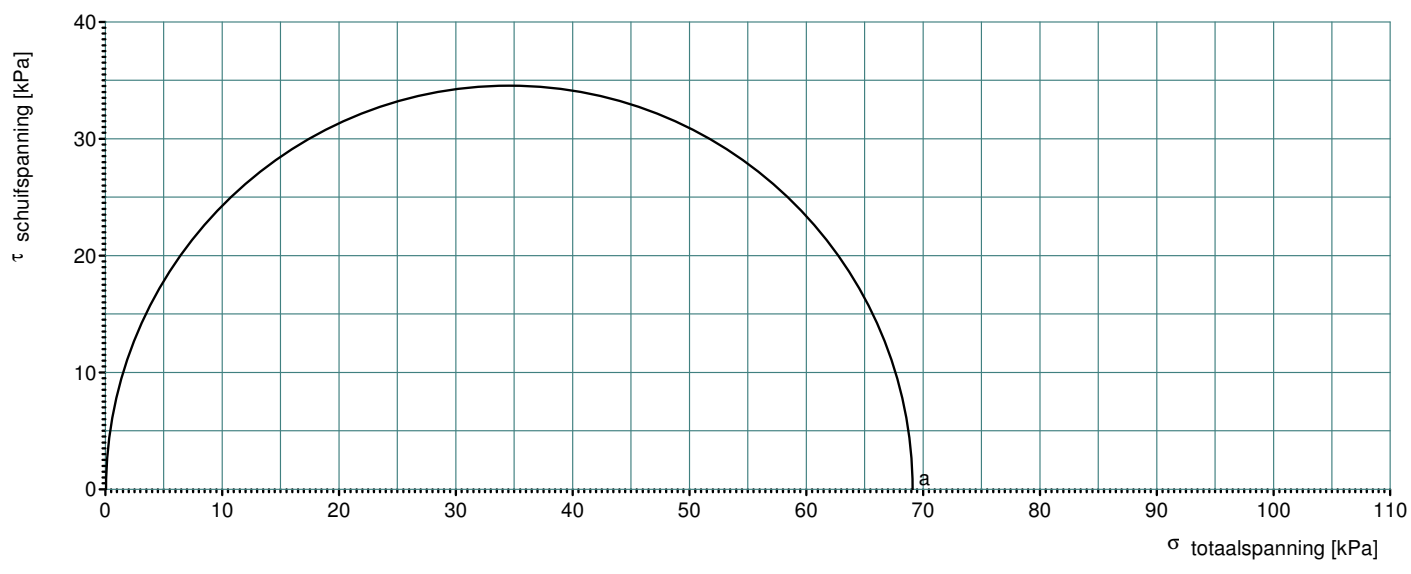
NIET GECONSOLIDEERD NIET GEDRAINEERD																
Proef	D	h	v	σ_s	u_i	u_r	$\sigma_{3,r}$	$(\sigma_1 - \sigma_3)_r$	$\sigma_{1,r}$	$(\Delta h/h_c)_r$	c_u	ρ_d	w	S_r	Type breuk	
	mm	mm	mm/min	kPa	kPa	kPa	kPa	kPa	kPa	%	kPa	t/m³	%	%		
a	38,0	88,0	0,199	59,9	0,1	44,2	59,9	82,5	142,4	7,5	41,3	0,71	98,6	96,2	2	
Breukcriterium										Legende		Type breuk	1	2	3	4



Opdracht GEO-14/014	Antwerpen	Boring B107
-------------------------------	------------------	-----------------------





Monsternummer : 14/2685A-B107/N2A	Diepte : 6,00-6,26 m
-----------------------------------	----------------------

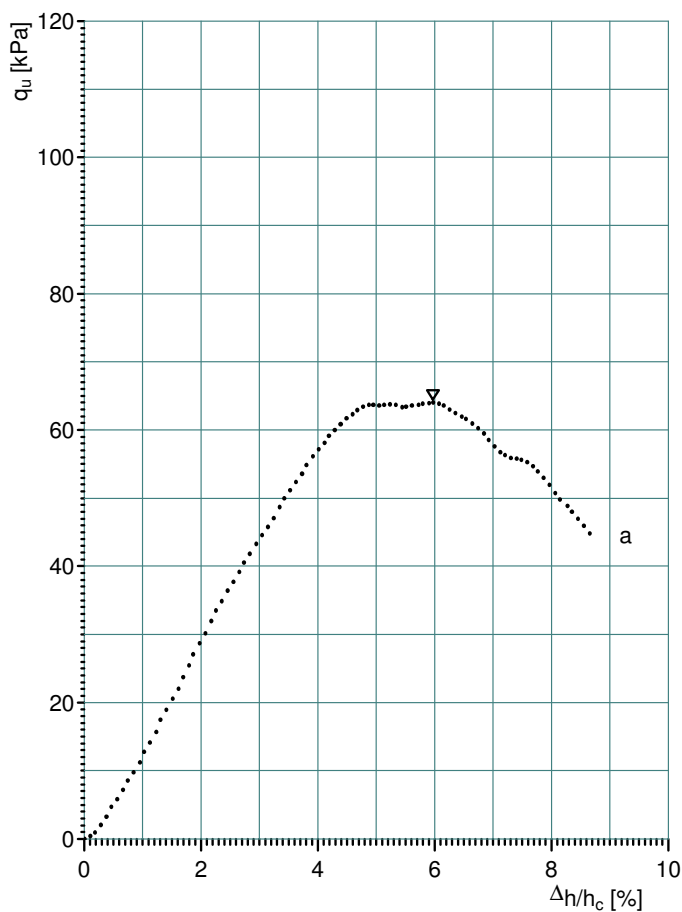
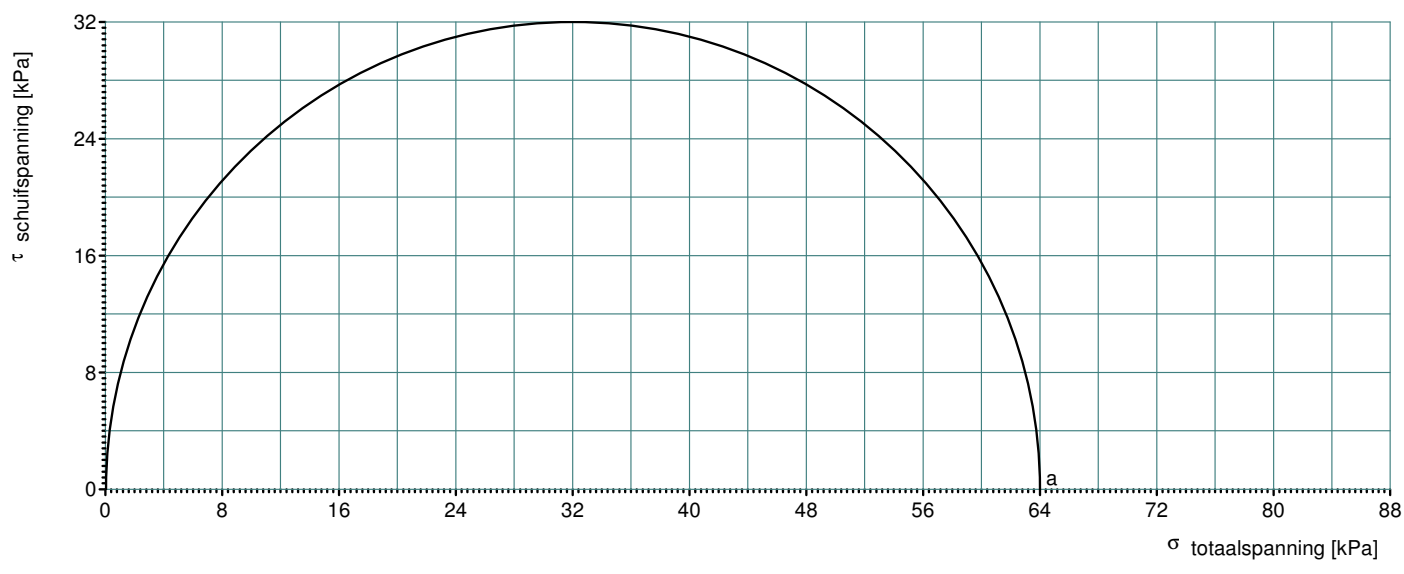
Proef	D	h	v	q _u	(Δh/h _c) _r	c _u	ρ _d	w	S _r	Type breuk	
	mm	mm	mm/min	kPa	%	kPa	t/m³	%	%		
a	38,00	88,00	0,454	69,1	5,3	34,6	0,35	226,0	(101,2)	3	
Breukcriterium						Legende	Type breuk	1 	2 	3 	4 



Opdracht GEO-14/014	Antwerpen	Boring B107
-------------------------------	------------------	-----------------------




Monsternummer : 14/2685C-B107/N2C	Diepte : 6,39-6,50 m
-----------------------------------	----------------------

Proef	D	h	v	q _u	(Δh/h _c) _r	c _u	ρ _d	w	S _r	Type breuk
	mm	mm	mm/min	kPa	%	kPa	t/m³	%	%	
a	38,00	88,00	0,500	64,0	6,0	32,0	0,30	261,5	98,1	3
Breukcriterium				Legende		Type breuk	1 	2 	3 	4 



Opdracht GEO-14/014	Antwerpen	Boring B126
-------------------------------	------------------	-----------------------

Monsternummer : 14/2636A-B126/N2A	Diepte : 4,80-5,05 m
-----------------------------------	----------------------

Proef	D	h	v	q _u	(Δh/h _c) _r	c _u	ρ _d	w	S _r	Type breuk	
	mm	mm	mm/min	kPa	%	kPa	t/m³	%	%		
a	38,00	88,00	0,402	159,0	4,7	79,5	0,39	190,8	97,8	2	
Breukcriterium						Legende	Type breuk	1 	2 	3 	4 