

Onderzoek naar de schematisering van verkeersbelasting op kades



Onderzoek naar de schematisering van verkeersbelasting op kades

Interprovinciaal Overleg



Unie van Waterschappen



stowa

provincie Gelderland



Het College van bestuur van de Hogeschool INHOLLAND aanvaardt geen enkele aansprakelijkheid voor schade voortvloeiend uit het gebruik van enig gegeven, hulpmiddel, werkwijze of procedé in dit rapport beschreven.

COLOFON

Utrecht, juni 2009

UITGAVE STOWA, Utrecht

RAPPORT Onderzoek naar de schematisering van verkeersbelasting op kades

PROJECTUITVOERING

T. de Gast met bijdrage van Wiertsema & Partners

BEGELEIDINGSKOMMISSIE / KLANKBORDGROEP

Ir. H. van Hemert	(STOWA)
Ir. P. van Boven	(Wiertsema & Partners)
Ir. E. van Soest	(Hogeschool Inholland)

DRUK Kruyt Grafisch Advies Bureau

FOTO Beschikbaar gesteld door: H. van Hemert, C.M. Woltering en T. de Gast

STOWA rapportnummer 2009-16 ORK

ISBN 978.90.5773.430.4

Dit onderzoek is onderdeel van het ontwikkelingsprogramma "Regionale Waterkeringen".

SAMENVATTING

Conform de Leidraad Toetsen op Veiligheid [LTV] dient bij de beschouwing van de macrostabiliteit binnenwaarts de aanwezigheid van een verkeersbelasting op de kruin van de boezemkade te worden gehanteerd.

Dit blijkt een grote (negatieve) invloed te hebben op het stabiliteitsoordeel van (kleine/lichte) boezemkades. T. de Gast heeft als afstudeeropdracht een verkennend onderzoek uitgevoerd naar het mogelijk optimaliseren van de modellering van deze verkeersbelasting op de boezemkades.

Door het aanbrengen van waterspanningsmeters in een ondoorlatende laag van verschillende boezemkades en vervolgens met een volgeladen zandwagen (40 ton) over de boezemkade heen te rijden. Is de wateroverspanning als gevolg van verkeersbelasting gemeten.

Hierbij zijn minder hoge wateroverspanningen gemeten als berekend volgens de [LTV] methode.

Met de analyse zijn de volgende punten het belangrijkste:

- Aanwezigheid grensspanning in de boezemkades,
- Grotere van de belasting spreiding door aanwezigheid wegverharding,
- Kleine belasting geeft een driedimensionale afstroming,
- Reactie tijd voor het opwekken van de waterspanning vanwege zettingsvertraging,

Geconcludeerd word dat:

Uit de metingen is gebleken dat niet 100% van de berekende wateroverspanning gemeten wordt. Maar dat dit verschilt per materiaal waaruit de kade bestaat. Om in de adviespraktijk te gebruiken zou vanuit de meetresultaten het volgende geadviseerd kunnen worden:

- Veenkades: een consolidatie factor van 60 %,
- Klei kades: een consolidatie factor van 80 %,
- Historisch zwaarbelaste kade: wateroverspanning treedt op na enkele uren,
- Historisch lichtbelaste kade: wateroverspanning treedt direct op.

Ten tijden van het opstellen van dit rapport is nog geen onderzoek gedaan naar de wateroverspanning die optreedt in kades zonder weg (groene kades).

INHOUD

1 INLEIDING	7
2 TOETSING REGIONALE WATERKERINGEN.....	8
2.1 TOETSING IN DE PRAKTIJK	8
2.2 VERSCHIL PRAKTIJK THEORIE	9
3 ONDERZOEKSOPZET	10
3.1 SCENARIO'S	10
3.2 MACROSTABILITEIT GRONDLICHAAM	10
3.3 VERKEERS BELASTING	12
3.4 WATER(OVER)SPANNING ALS GEVOLG VAN VERKEERSBELASTING	13
3.5 GEVOLGEN EN INVLOED VAN VOORBELASTING	13
4 PRAKTIJKPROEF	15
4.1 DOEL	15
4.2 SELECTIE ONDERZOEKSLOCATIES.....	15
4.3 VOORBEREIDING VAN EEN PROEF	16
4.4 UITVOERING VAN EEN PROEF	17
5 MEETRESULTATEN	18
5.1 VERWACHTINGEN	18
5.2 VELDPROEF	18
5.3 ANALYSE	18
6 CONCLUSIE CONSOLIDATIE EN BELASTING	21
5.4 CONSOLIDATIE	21
5.5 BELASTING	21
5.6 CONCLUSIE	22
7 AANBEVELINGEN EN DISCUSSIE	23
5.7 AANBEVELING VOOR UITBREIDING VAN DE PROEF.....	23
5.8 AANBEVELING VOOR ONDERZOEK VOOR SPREIDING OVER HET AFSCHUIFVLAK	23
5.9 DISCUSSIE.....	24
<i>Aanwezigheid van gas.....</i>	<i>24</i>
<i>spreiding belasting door weg.....</i>	<i>24</i>
<i>Elasticiteit ondergrond</i>	<i>24</i>
<i>Kade zonder weg</i>	<i>24</i>

BIJLAGE

Waterspanningen
Spanningsverhoging in de ondergrond
Msettel berekeningen
Grond- en labonderzoek Groot Ammers
Grond- en labonderzoek Witmarsum
Foto's bezochte locaties en uitvoering proeven
Onderzoek schilwerking
Literatuurlijst

1

INLEIDING

Nederland bestaat voor een groot deel, economisch gezien zelfs het grootste deel, uit land dat wordt bedreigd door wateroverlast. De primaire keringen (zeedijken, compartimentkeringen, e.d.) worden 5-jaarlijks getoetst. Na de doorbraak van de boezemkering bij Wilnis is het duidelijk geworden dat ook de regionale keringen landelijk meer aandacht dienen te krijgen.

Tijdens het toetsen van deze regionale keringen is door verschillende waterschappen aangegeven dat verkeersbelasting (vooral bij kleine/lichte kades) tot een verschil in stabiliteitsoordeel kan leiden van meer dan 50%. Nadat dit bekend werd en in april 2007 een artikel verscheen. Waarin is geschreven dat een zeer zware belasting (circa 36 kN/m^2 verspreid over 124 m^2) niet tot een waterspanning verhoging heeft geleid. Is de volgende onderzoeksvraag bij de STOWA gesteld:

Is het realistisch is de verkeersbelasting voor een kade waar regelmatig verkeer over gaat (deels) geconsolideerd te schematiseren?

Deze onderzoeksvraag resulteert in het onderzoek naar de schematisering van verkeersbelasting op kades. Dit onderzoek richt zich voornamelijk op wateroverspanning in het grondlichaam als gevolg van verkeersbelasting. Dit rapport geeft een beschrijving van de achterliggende theorie, de proeven die zijn uitgevoerd voor het onderzoek, en de resultaten van deze proeven.

Vanuit de resultaten van deze proeven zal in de conclusie worden geadviseerd, hoe naar aanleiding van dit onderzoek de verkeersbelasting geschematiseerd kan worden. En kan mogelijk de leidraad toetsen op veiligheid regionale waterkeringen aangescherpt worden. Het afstudeeronderzoek is uitgevoerd door T. de Gast in samenwerking met STOWA, Wiertsema en Partners, en verscheidende aannemers, waterschappen en gemeenten.

2 TOETSING REGIONALE WATERKERINGEN

Een regionale waterkering is gedefinieerd als: “een niet-primaire waterkering die is opgenomen in de legger/keur van het waterschap en/of is aangewezen op basis van een provinciale verordening. Daaronder vallen niet alleen de ‘natte’, maar ook de ‘droge’ waterkeringen.”

2.1 Toetsing in de praktijk

De waterschappen zijn verantwoordelijk voor de zorg van de waterkeringen, de provincie houdt toezicht op de waterkeringen. Dit betekent dat de waterschappen moeten kunnen bewijzen dat de veiligheid gewaarborgd is. In 2005 is door de unie van waterschappen [UVW] en het interprovinciaal overleg [IPO] besloten de toetsing en rapportage van de veiligheid van de regionale keringen te standaardiseren.

Voor het standaardiseren is het IPO klasse systeem ontwikkeld. Hierin wordt de veiligheidsnorm afhankelijk van de verwachte economische schade die ontstaat door een doorbraak.

Tabel 2.1 IPO classificering

IPO klasse	verwachte schade € miljoen	Veiligheidsnorm 1/jr. (overschreidingskans)	Schadefactor γ_n
I	0 - 8	1/10	0.80
II	8 – 25	1/30	0.85
III	25 – 80	1/100	0.90
IV	80 – 250	1/300	0.95
V	> 250	1/1000	1.00

Op basis van de IPO classificering heeft de STOWA voor de waterschappen de “leidraad toetsen op veiligheid regionale waterkeringen” ontwikkeld. Hierin wordt een systematiek beschreven die gebruikt kan worden voor het toetsen van keringen die bestaan uit grondtaluds.

Deze toetsing gaat ervan uit dat een kering faalt als deze niet hoog en/of stabiel genoeg is om water tegen te houden. Er ontstaat dan overslag dan wel overloop van een kering. Het gebrek aan hoogte kan naast natuurlijke zetting veroorzaakt worden door afschuiving. De kans op afschuiving kan worden berekend door te letten op de volgende faalmechanismen:

- Macrostabieliteit binnentalud: het afschuiven van grote delen grondlichaam richting binnenland
- Macrostabieliteit buitentalud: het afschuiven van grote delen grondlichaam richting watergang
- Microstabieliteit: het uitspoelen van zand uit het binnentalud van het grondlichaam
- Piping: gronddeeltjes die worden meegevoerd uit onderliggende grondlagen door een kwelstroom
- Bekleding: in de meeste gevallen gras, bij zwaardere hydraulische condities ook wel steenbestorting of steenzettingen
- Voorland: Het gebied buitendijks

Tijdens het toetsen van de macrostabiliteit moet een verkeersbelasting worden meegenomen. Deze is als volgt omschreven in de leidraad toetsen op veiligheid regionale waterkeringen.

“Verkeersbelasting dient in rekening te worden gebracht bij beoordeling van de stabiliteit van een waterkering. Dit geldt ook indien geen rijweg op de kruin van de kering aanwezig is, aangezien de kans bestaat dat in een dreigende calamiteit transport van zwaar materiaal en materieel over de kruin van de waterkering noodzakelijk is. De toetsing van de stabiliteit kan uitsluitend worden uitgevoerd zonder verkeersbelasting als de beheerder heeft aangegeven dat verkeersbelasting ter plaatse van de kruin is uitgesloten (ook tijdens de maatgevende situatie).

Verkeersbelasting is vrijwel altijd een kortdurende belasting, waarop de grond vrijwel ongedraineerd zal reageren. De grootte van de verkeersbelasting bedraagt 13 kN/m^2 over een strookbreedte van 2,5 m [TRWG 2001] Indien zich op een kering een verkeersweg bevindt waarop zwaar verkeer is toegestaan (verkeersklasse 60) dient een belasting van 15 kN/m^2 over een strookbreedte van 2,5 m te worden gehanteerd [HCO 1994]. Indien dergelijk zwaar verkeer tijdens de maatgevende hoogwatersituatie niet is toegestaan, volstaat een verkeersbelasting van 13 kN/m^2 .”

2.2 Verschil praktijk theorie

Medio oktober 2007 is door verschillende waterschappen aangegeven, dat tijdens het toetsen van de macrostabiliteit, het verschil in de berekende stabiliteitsfactor tussen het gedraineerd of ongedraineerd modelleren van de verkeersbelasting groot is.

Medio april 2007 is een artikel in het vakblad Land + water gepubliceerd waarin wordt geschreven over een monitoring van een zwaar transport (36 kN/m^2 over een strookbreedte van 5,5m) waarbij geen noemenswaardige waterspanning verhoging optreedt.

Hierdoor wordt duidelijk dat het mogelijk is dat de waarden die voor de toetsingspraktijk gehanteerd worden, een te negatief beeld geven over het hanteren van de consolidatiepercentages.

Om het verschil te kunnen verklaren wordt naar verschillende mogelijkheden/verklaringen (hypothesen) gekeken. Deze zullen hier kort behandeld worden. En in het volgende hoofdstuk zullen deze verder uitgewerkt worden.

- Grensspanning: Er is al (door verkeer en/of wisselende grondwaterstanden) een historische belasting in de grond aanwezig. Dit betekent dat de grond als gevolg van de verkeersbelasting niet wilt zetten dus minder/geen wateroverspanning optreedt.
- Grotere spreiding: Als gevolg van een asfaltweg en de fundering hiervan kan de belasting meer spreiden dan zoals beschouwd word in de huidige adviespraktijk (waarin de invloed van de weg en fundering wordt verwaarloosd). Ook is het denkbaar dat het grondwater door het onsamendrukbare karakter en alzijdige druk de spanning spreidt, afhankelijk van de krachtenoverdracht tussen het water en de ondergrond heeft dit verschillende invloeden, verticale spreiding zal de spanning hoger zijn op diepere ondergronden en horizontaal zal de spanning relatief egaal verdeeld worden in de diepte.
- Horizontale afstroming: Doordat de kade niet een twee dimensionaal model is kan het water in drie richtingen afstromen. Hierdoor is bij een plaatselijke belasting minder wateroverspanning te verwachten als bij een belasting met een zeer groot oppervlak (kadeverbetering).
- Reactietijd: In het grondmassief is interne frictie aanwezig in het korrelskelet, voordat de grond samengedrukt kan worden moet deze frictie overwonnen worden. Pas zodra de grond word samengedrukt kan een wateroverspanning optreden

3 ONDERZOEKSOPZET

Dit onderzoek naar de schematisering van verkeersbelasting op kades dient een voorlopige richtlijn te geven over de wijze van schematiseren van de verkeersbelasting. Hierbij wordt onderscheid gemaakt tussen kades met wegen en kades zonder wegen. De verkeersbelasting die wordt getoetst kan in de volgende situatie optreden:

3.1 Scenario's

Voor het toetsen van de macrostabiliteit van de boezemkades in Nederland worden twee belastingssituaties beschouwd. Het gaat hier om een natte situatie (hoogwater) en om een droge situatie (laag water).

Natte situatie: Het regent al geruime tijd. De grote rivieren zitten op hun piekafvoer. Het is voor de boezems niet mogelijk om het water af te voeren. Hierdoor komt het water in de boezem hoog te staan. Door de regen zal de boezemkade verzadigd raken met water. Hierdoor dreigt de boezemkade te bezwijken

Droge situatie: Er heerst droogte in de zomer. De zon schijnt fel en de boezemkades drogen uit. Bij veen heeft dit tot gevolg dat het eigen gewicht van de grond drastisch vermindert. Ook hierdoor dreigt de boezemkade te bezwijken

Tijdens één van de maatgevende situaties is transport van materiaal/materieel nodig over de kade om noodmaatregelen te treffen ter preventie van wateroverlast.

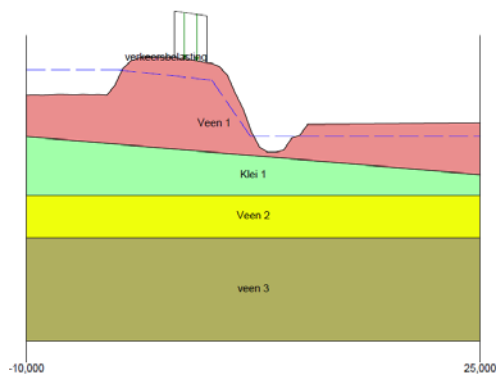


fig. 3.1 voorbeeld modellering natte situatie

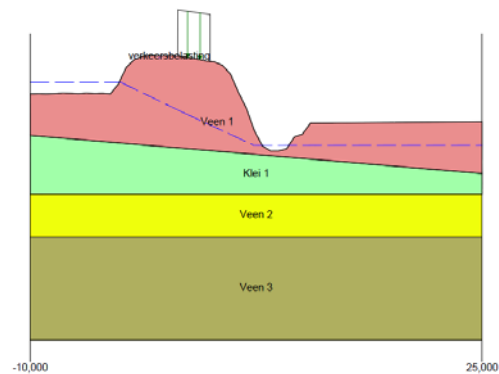


fig 3.2 voorbeeld modellering droge situatie

3.2 Macrostabiliteit grondlichaam

Voor het beoordelen van de macrostabiliteit wordt de kade verdeeld in vakken. De vakken zijn afhankelijk van de variaties in het dwarsprofiel en de bodemopbouw. Het maatgevende dwarsprofiel in combinatie met de maatgevende bodemopbouw wordt gebruikt voor de stabiliteitstoets. Zodoende kan per vak een stabiliteitsoordeel gegeven worden.

De berekening wordt in de meeste gevallen gedaan met behulp van cirkelvormige glijvlakken (alternatief wordt een eindige elementenmethode gebruikt). De glijvlakken delen de dwarsprofielen

op in lamellen. Per lamel worden de momenten berekend die optreden. De momenten van de verschillende lamellen worden bij elkaar opgeteld en resulteren in een verhouding van tussen het afschuivende moment en het weerstandbiedende moment. Deze verhouding wordt de stabiliteitsfactor genoemd.

De methode die voor het berekenen van de macrostabiliteit gebruikt wordt is in de meeste gevallen de methode van Bishop.

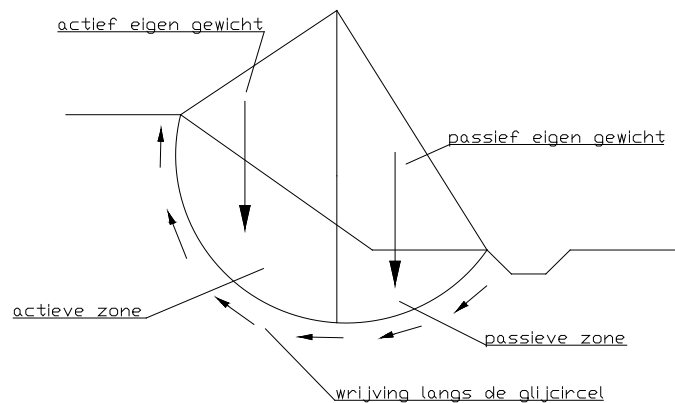
$$F = \frac{\sum \text{weerstand moment}}{\sum \text{aandrijvend moment}} = \frac{\sum \frac{c + (\gamma h - p) \tan \varphi}{\cos \alpha \left(\frac{1 + \tan \alpha \tan \varphi}{F} \right)}}{\sum \gamma h \sin \alpha}$$

Waarin:

γ	= soortelijk gewicht per lamel	[kN/m ³]
h	= hoogte per lamel	[m]
p	= waterdruk per lamel	[kN/m ²]
c	= cohesie per lamel	[kN/m ²]
φ	= hoek van inwendige wrijving per lamel	[°]
α	= hoek die het lamel maakt ten opzichte van middelpunt glijvlak	[°]
F	= stabiliteitsfactor	[-]

Doordat F aan beide kanten van de vergelijking voorkomt moet deze iteratief bepaald worden.

De lamellen kunnen onderverdeeld worden in 2 zones. De actieve zone en de passieve zone. De actieve zone zorgt voor de afschuiving. En de passieve zone geeft weerstand aan de afschuiving zie figuur 3.3.



Figuur 3.3 actieve en passieve zone

Als hier een belasting aan toe wordt gevoegd levert deze een extra moment. Dit moment wordt opgeteld bij de zone waarin de belasting is aangebracht. Dit betekent dat een belasting in de actieve zone een negatief effect heeft op de stabiliteit. En een belasting in de passieve zone heeft een positief effect op de stabiliteit.

Een verhoging van de waterspanning heeft echter in alle gevallen een negatieve invloed op de stabiliteit van de kade. Dit komt doordat een verhoging van de waterspanning (p) leidt tot een afname van het weerstandsmoment. Een verhoging kan optreden door:

- Een verhoging van het grondwater als gevolg van aanhoudende regen.
- Een wateroverspanning als gevolg van een aangebracht gewicht (lees hoofdstuk 3.4).

3.3 Verkeersbelasting

De belasting (in dit geval van de zandwagen) verspreidt zich in de ondergrond. Spreiding kan alleen plaatsvinden via het korrelskelet. Dit omdat water geen inwendige wrijving bezit. Nu de belasting slechts plaatselijk wordt aangebracht, is het probleem driedimensionaal en lastig te berekenen.

Hierdoor worden twee verschillende aannamen gedaan over de spreiding van de belasting:

- **Boussinesq/Flamant:** Deze benadering gaat uit van een homogene grond, waarvoor de wet van Hooke geldt. Dat wil zeggen dat de ondergrond beschouwd wordt als een homogeen elastisch pakket.
- **Spreiding 45°:** Tijdens de toetsing wordt in de praktijk veelal aangenomen dat de belasting zich onder een hoek van 45° spreidt en in de diepte gelijkmatig wordt verdeeld.

Dit leidt tot de volgende twee formules voor het spreiden van een belasting in de ondergrond.

$$\Delta\sigma = \frac{2q}{\pi} \left[\tan^{-1} \left(\frac{l}{z} \right) + \frac{lz}{l^2 + z^2} \right]$$

$$\Delta\sigma = \frac{q \cdot l}{l + 2z}$$

Spreiding volgens Boussinesq/Flamant

Spreiding onder een hoek van 45 °

Waarin:

$\Delta\sigma$	= toename van de spanning	[kN/m ²]
l	= breedte van de belasting	[m]
z	= diepte van beschouwde spanningtoename	[m]
q	= belasting	[kN/m ²]

De uitwerking van deze formules geven waarden van de totale spanningsverhoging in de ondergrond. De formules zijn uitgewerkt [bijlage 2] en samengevat in tabel 3.1. Hierbij is uitgegaan van een zandwagen met een gewicht van 40 ton (400kN) met de afmetingen 2,5 m x 6,8 m dit komt overeen met een belasting van ca. 23,5 kN/m².

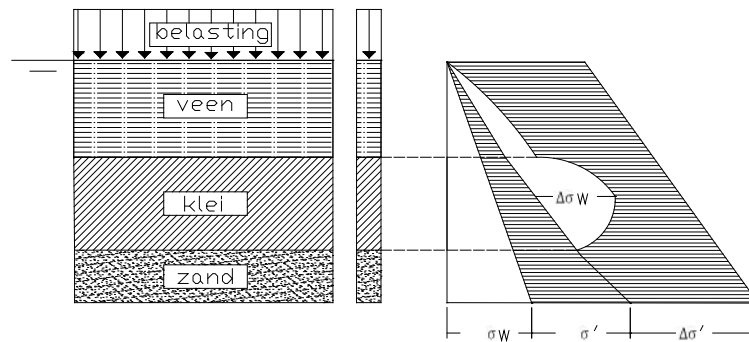
Tabel 3.1

Diepte t.o.v. MV in [m]	spanningstoename	
	uniforme belasting, spreiding Boussinesq [kN/m ²]	uniforme belasting, spreiding 45 [kN/m ²]
-0,00	23,50	23,50
-1,00	22,97	13,06
-2,00	20,70	9,04
-3,00	17,75	6,91
-4,00	15,08	5,60

De weergegeven waarden bevinden zich in het hart van de belasting.

3.4 water(over)spanning als gevolg van verkeersbelasting

Door de belasting wordt het korrel skelet samengedrukt. Als poriën in het korrel skelet gevuld zijn met water, is het niet mogelijk voor het korrel skelet om samen te drukken (water is onsamen-drukbaar). Alle belasting zal dan gedragen worden door het water. Ontstaat een wateroverspanning. Als gevolg van de wateroverspanning ontstaat een grondwaterstroming. Hoe meer doorla-tend de grond , hoe sneller de wateroverspanning afneemt.



Figuur 3.4 weergave van de wateroverspanning als gevolg van een belasting

Het afnemen van de waterspanning wordt consolidatie genoemd. Hiermee kan in percentages worden weergegeven hoe groot de wateroverspanning is die optreedt.

- Bij 0% consolidatie wordt de gehele belastingsverhoging als wateroverspanning geschematiseerd.
- Bij 100% consolidatie wordt de gehele belastingsverhoging op het korrel skelet geschematiseerd

3.5 gevolgen en invloed van voorbelasting

Wateroverspanning treedt op zodra het korrel skelet gaat vervormen. Zettingen reeds opgetreden als gevolg van belastingen uit het verleden vervormen het korrel skelet zodanig dat deze door een locale belasting minder of geen vervorming zal vertonen, waardoor er geen/minder waterover-spanning optreedt.

Het is bekend dat verschillende factoren zorgen voor een belasting op en in een kade.

- Tijdens het aanbrengen van een ophoging wordt de grond verdicht als gevolg van zetting en/of machinale verdichting
- Door verschillende grondwaterstanden word een belasting in de grond aangebracht
- Tijdens het maken van een weg wordt het asfalt aangewalst
- De kade wordt belast doordat verschillend verkeer rijdt over de kade

Deze belastingen hebben invloed op het zettinggedrag en dus op de wateroverspanning. De voorbelasting die in een grondlichaam zit kan worden onderzocht met samendrukkingproeven en wordt grensspanning (P_g) genoemd.

4

PRAKTIJKPROEF

4.1 Doel

De praktijkproef is gedaan om de wateroverspanningen als gevolg van een tijdelijke belasting op een boezemkade te meten. De metingen geven inzicht in het gedrag van waterspanningen in een kade. Als gevolg van een tijdelijke verkeersbelasting.

De metingen zijn hierna terugvertaald naar een schematiseringregel.

4.2 selectie onderzoekslocaties

Niet elke kade is hetzelfde. Doordat verschillende mechanismen invloed hebben op de op te treden wateroverspanning. Zijn meerdere proeven op verschillende kades worden uitgevoerd. De belangrijkste voorwaarden zijn hieronder beschreven:

- Materiaal kade: hierin wordt onderscheid gemaakt tussen kades van klei, veen en zand.
 - Gas heeft mogelijk invloed op de wateroverspanning, het brengt een elastische factor in het grondwater. Veen bestaat uit plantenresten hierin treedt een rottingsproces op. Bij een rottingsproces komen verschillende gassen vrij deze gassen kunnen worden ingesloten in het grondwater en/of de korrelstructuur.
 - Veen bestaat uit organische vezels en klei uit minerale deeltjes (plaatjes) hierdoor zullen de zettingen in veen anders plaatsvinden als de zettingen in klei. In veen is mogelijk sprake van een elastische verkorting van de plantenvezels. In klei treedt schuifspanning op tussen de verschillend op elkaar gepakte plaatjes.
 - zand wordt niet meegenomen in de proeven omdat door de zeer grote doorlatendheid van dit materiaal wordt aangenomen dat geen wateroverspanning plaatsvindt
- Weg op veel boezemkades bevindt zich een weg. Door verschillende typen kades mee te nemen in de proeven (geen weg, licht (personen) verkeer, zwaar (vracht) verkeer) kan worden beproefd wat de invloed is van de belasting die het verkeer in het verleden op de kade heeft uitgeoefend.
- Geen recente ophoging: wanneer een kade recentelijk is opgehoogd. zal de consolidatieperiode van de ophoging nog niet voltooid zijn. Dit betekent dat een verhoogde wateroverspanning in de grond aanwezig is als onder 'normale' omstandigheden.
- Hoog grondwater: zoals uit tabel 3.1 blijkt neemt de belasting af naarmate het verder spreidt. Door een kade te onderzoeken waar een hoge grondwaterstand in zit, de spreiding minimaal gehouden waardoor de hoogste waterspanningen gemeten kunnen worden.

Om de bovenstaande voorwaarden mee te kunnen nemen is een zorgvuldige selectie van de proeflocaties nodig geweest. Voor de locatiekeuze zijn de volgende waterschappen benaderd:

- Hoogheemraadschap Delfland
- Hoogheemraadschap Hollands Noorderkwartier
- Waternet
- Wetterskip Fryslân
- Waterschap Rivierenland
- Hoogheemraadschap Schieland en de Krimpenerwaard
- Hoogheemraadschap van Rijnland

- Waterschap Groot Salland
- Hoogheemraadschap de Stichtse Rijnlanden
- Waterschap Vallei & Eem

Uiteindelijk zijn van de 20 voorgestelde kades 8 geschikt, 2 in waterschap Fryslân, 2 in waternet, één in Rivierenland, 3 in Noorderkwartier. Hiervan vielen nog 6 af doordat uiteindelijk geen toestemming verkregen kon worden van het verantwoordelijk overheidsorgaan (waterschap, provincie of gemeente). Uiteindelijk zijn 2 proeven uitgevoerd.

Groot Ammers (de Ammerse kade): Dit is een kade in het veengebied. De kade heeft een restrictie voor het maximaal toegestane tonnage. Maar zijn verschillende bedrijven die een ontheffing hebben op het overschrijden van deze tonnage en hier dus met vrachtverkeer rijden. Deze ontheffing geldt niet voor de gehele kade. Op het deel waar dit vrachtverkeer niet rijdt (zuidzijde) wordt een tweede proeflocatie opgezet waar gemeten wordt.

Witmarsum (de Hemerterlaan): dit is een kade in het kleigebied, de kade wordt voornamelijk voor landbouwverkeer gebruikt. Ook wordt deze weg gebruikt indien omleidingroutes van de grote wegen nodig zijn A7 of N395.

4.3 voorbereiding van een proef

Ter verkenning van de bodemopbouw is grondonderzoek gedaan. Bij de proeven zijn per locatie 2 sonderingen en 2 handboringen uitgevoerd. Bij de handboringen zijn ongeroerde monsters gestoken voor labonderzoek. Het labonderzoek bestond uit grondclassificering en samendrukkingproeven.

Tijdens het bodemonderzoek zijn waterspanningsmeters in een half kruis geplaatst met een horizontale afstand van 1.25 m (volgens figuur 4.1).

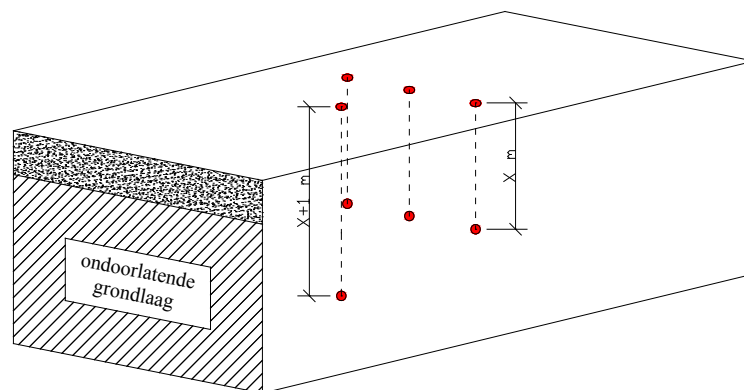


Fig 4.1 plaatsing waterspanningsmeters

Doordat de waterspanningsmeters op deze wijze zijn geplaatst kan in een tweedimensionaal vlak de waterspanning gemeten worden. Nadat de waterspanningsmeters waren geplaatst, zijn de waterspanningsmeters een periode van twee weken met rust gelaten. Dit om de mogelijke wateroverspanning als gevolg van het aanbrengen van de waterspanningsmeters te laten afnemen op de waterspanningen die zijn gemeten tijdens de proef.

4.4 Uitvoering van een proef

Ongeveer 2 weken na het uitvoeren van het grondonderzoek is de proef begonnen. Hiervoor wordt een belasting op de weg aangebracht door een volgeladen zandwagen (40 ton 2,5 x 6,8 m).

Deze zandwagen reed met verschillende snelheden variërend van 60 km/u tot 5 km/u over de meetlocatie. Dit duurde circa 2 uur (meerdere herhalingen bij de verschillende snelheden).

Hierna is onderzocht of een hogere intensiteit van belasten gevolg heeft. Dit is gedaan door 3 zandwagens in colonne over de meetlocatie te laten rijden. Dit duurde circa één uur (enkele herhalingen bij de verschillende snelheden).

Na de colonne heeft één zandwagen een weekend stil gestaan op de meetlocatie, om zo een langdurig effect van een plaatselijke belasting te meten.

5 MEETRESULTATEN

5.1 verwachtingen

Aan de hand van de grondonderzoeken [bijlage 4] en [bijlage 5] is met behulp van het programma Msettle berekend wat de verwachte wateroverspanningen zijn [bijlage 3]. De wateroverspanning is berekend met behulp van Darcy (k-waarde) en gepresenteerd in tabel 5.1

Tabel 5.1 berekende waterspanningsverhoging (Msettle)

Diepte tov maaiveld	Groot Ammers zuid Darcy [kN]	Groot Ammers Noord Darcy [kN]	Witmarsum Darcy [kN]
-1,00	20,6	20,6	22,0
-2,00	15,2	15,2	17,3
-3,00	10,9	10,9	13,3
-4,00	8,8	8,8	10,4

5.2 veldproef

De resultaten uit de veldproef [bijlage 1] zijn weergegeven in de tabel 5.2. Hierin zijn de maximale waarden per meetpunt opgenomen. Er wordt met de maximale waarden onderscheid gemaakt tussen pieken en waarden die behaald nadat de druk geleidelijk opliep.

Tabel 5.2 gemeten waterspanningsverhoging

Nummer wsm	Groot Ammers zuid			
	Diepte tov maaiveld	Hoogste piekmeting (<1 min) (kN)	Hoogste meting (>1 min) (kN)	Tijd totdat hoogste meting behaald is
1	-3,0 m	-	-	-
2	-3,0 m	-	0,2	1:05:00
3	-3,0 m	2,8	0,1	0:01:00
4	-4,0 m	-	0,1	1:05:00
Nummer wsm	Groot Ammers noord			
1	-3,0 m	-	3,2	7:15:00
2	-3,0 m	-	3,8	8:10:00
3	-3,0 m	-	3,2	9:45:00
4	-4,0 m	-	3,2	10:00:00
Nummer wsm	Witmarsum			
1	-2,5 m	-	0,1	0:01:00
2	-2,5 m	-	2,2	10:00:00
3	-2,5 m	-2,5	0,1	0:01:00
4	-3,5 m	-	0,3	2:00:00

5.3 Analyse

In tabel 5.3 is de vergelijking van de berekende(theoretische)wateroverspanning met de gemeten wateroverspanning gemaakt. Hierbij is per locatie, per diepte van de geplaatste waterspanningsmeters de maximaal gemeten waarde genomen.

Tabel 5.3 vergelijking tussen de gemeten en berekende waterspanningsverhoging

Nummer wsm	Groot Ammers zuid			
	Diepte tov maaiveld	Hoogste relevant meting [kN]	MSettle berekende overspanning	Gemeten waterspanning [%]
3	-3,0 m	2,8	10,9	25,69
Nummer wsm	Groot Ammers noord			
	2	-3,0 m	3,8	10,9
4	-4,0 m	3,2	8,8	36,37
Nummer wsm	Witmarsum			
	2	- 2,5 m	2,2	15,3

We zien in tabel 5.3 dat:

- Bij de veenkades dat een toename van c.a. 25% á 35% van de berekende wateroverspanning is gemeten.
- En bij de kleikade dat een toename van c.a.15 % van de berekende wateroverspanning is gemeten.

De wateroverspanning die is gemeten, is minder groot d berekend. In paragraaf 2.2 zijn meerdere mogelijkheden genoemd waardoor de wateroverspanning anders is als wordt berekend. Deze vermoedens worden hierna genoemd:

- Grensspanning: Er is al (door verkeer en/of wisselende grondwaterstanden) een historische belasting in de grond aanwezig. Dit betekent dat de grond als gevolg van de verkeersbelasting niet wilt zetten dus minder/geen wateroverspanning optreedt.
 - De grensspanning zoals gemeten met de samendrukkingproeven is niet consistent. En kan hierdoor niet worden gebruikt voor het voorspellen van de wateroverspanning.
- Grotere spreiding: Als gevolg van een asfaltweg en de fundering hiervan kan de belasting meer spreiden als waar nu van uitgegaan wordt. Ook is het denkbaar dat het waterpakket de spanning spreidt, horizontaal dan wel verticaal. Horizontaal betekent een spanningstoename, verticaal betekent een diepe spanningstoename.
 - De Locatie van Witmarsum heeft een dikke asfaltlaag in vergelijking met Groot Ammers. De maximale wateroverspanning is hier ook minder als in groot Ammers. Hierdoor kan worden gedacht dat de dikte van de asfaltweg invloed heeft op de maximaal op te treden wateroverspanning. Dit kan mogelijk met een proef op een kade zonder weg gevalideerd worden.
- Horizontale afstroming: Doordat de kade niet een twee dimensionaal model is kan het water in drie richtingen afstromen. Hierdoor is bij een plaatselijke belasting minder wateroverspanning te verwachten als bij een belasting met een zeer groot oppervlak (kadeverbetering).
 - De tijd waarop de wateroverspanning opliep heeft een zelfde orde grote. Mocht horizontale afstroming invloed hebben zal dit gevalideerd moeten worden met verschillende vormen kades en/of meerdere meetpunten buiten de aangebrachte belasting.
- Reactietijd: In het grondmassief is interne fructie aanwezig in het korrelskelet, voordat de grond samengedrukt kan worden moet deze frictie overwonnen worden. Pas zodra de grond word samengedrukt kan een wateroverspanning optreden
 - In een andere vorm is dit van belang. Vanuit de meetresultaten is gebleken dat kades waar in het verleden een lagere belasting op is uitgeoefend pieken in de waterspanning vertonen. Dit gegeven zal nog gevalideerd moeten worden met een proef op een groene kade.

- Vergelijking kade verbetering: Door Hoogheemraadschap Delfland zijn gegevens (grondopbouw, waterspanning- en zettingmetingen) van een kade verbetering aangeleverd. Deze gegevens zijn vergeleken met de meetgegevens van de proeven.
 - De metingen van het hoogheemraadschap lagen vele malen hoger als de metingen die tijdens de proeven zijn waargenomen. Hieruit kan geconcludeerd worden dat een kade ophoging

6

CONCLUSIE CONSOLIDATIE EN BELASTING

6.1 consolidatie

Uit de meetresultaten blijkt dat het effect van een belasting op de waterspanning in een kadeli-chaam aanzienlijk kleiner is als voorgeschreven in de [LTV] & [HCO] theorie. De volgende waarnemingen zijn gedaan:

- De verhoging die optreedt in de waterspanning, wordt in historisch zwaar belaste kades zeer geleidelijk opgebouwd, en bereikt na circa 7 á 9 uur de maximale waarde. De verhoging die optreedt in de waterspanning van een historisch licht belaste kade heeft duidelijke pieken.
- Passerend personenvervoer is in de grafieken niet te zien (zowel zwaar belaste kades als licht belaste kades). Hierdoor is duidelijk dat gewicht en niet de snelheid de belangrijkste factor is in het opwekken van een wateroverspanning.
- De pieken (licht belaste kade) en de maximale waarden na 7 a 9 uur (zwaarbelaste kades), van de teruggemeten waterspanning t.o.v. de berekende. Ligt c.a. 10% uit elkaar. Hieruit kan afgeleid worden dat naast gewicht ook de duur van de belasting invloed kan hebben.

Dus afhankelijk van de historie van de kade

- Licht belast vertoont pieken tijdens een dynamische belasting.
- Zwaar belast vertoont zeer geleidelijke verhoging gedurende statische belasting

En afhankelijk van het materiaal van de kade, kan vanuit de meetresultaten keuze gemaakt worden in de schematisering van belastingen. Rekening valt te houden met de volgende punten:

- Klei is een "simpel" materiaal bestaande uit minerale deeltjes dus goed voorspelbaar en weinig variatie
- Veen is een "complex" materiaal bestaande uit plantenvezels en resten en kent plaatselijk zeer veel variatie
- Zand is een "simpel" materiaal bestaande uit zandkorrels (minerale deeltjes) en zeer doorlatend

6.2 belasting

De verkeersbelasting wordt in de huidige norm geschematiseerd als een gewicht van 13 kN/m^2 over een breedte van 2,5 m. dit betekent dat een zandwagen die precies het wettelijk maximaal draagvermogen (52 ton) heeft 16,0 m. lang is. Een enkele zandwagen heeft een lengte van ca. 6,5 m (as tot as). Dus wordt de belasting over het oppervlak gespreid, waarbij dus is aangenomen dat de kruin van de kade oneindig stijf is.

Wordt aangenomen dat de belasting gelijk is met de vorm van de zandwagen dan houdt dit in dat met een gewicht van 52 ton, een breedte van 2,5 m en een lengte van 6,5 m de geschematiseerde belasting 32 kN/m^2

6.3 Conclusie

Vanuit de metingen is gebleken dat niet 100% van verwachte wateroverspanning gemeten wordt. Maar dat dit verschilt per materiaal. Om in de adviespraktijk te gebruiken zou vanuit de meetresultaten het volgende geadviseerd kunnen worden:

- Veenkades: een consolidatie factor van 60 %
- Klei kades: een consolidatie factor van 80 %
- Historisch zwaarbelaste kade: wateroverspanning treedt op na enkele uren
- Historisch lichtbelaste kade: wateroverspanning treedt direct op

Er wordt wel geadviseerd om schilwerking (is driedimensionale werking bij één zandwagen, geen colone. Geen oneindige afstand) [bijlage 7] mee te nemen in de stabiliteitsbeoordeling. Hierdoor wordt ook het deel van het talud meegenomen waarover de spanning in de ondergrond wordt gespreid.

7

AANBEVELINGEN EN DISCUSSIE

Gezien de afwezigheid van een proef op een groene kade wordt geadviseerd om deze nog uit te voeren. Om zodoende te onderzoeken wat de invloed is van een wegverharding op de waterspanning.

De aanbeveling over hoe de verkeerssituatie geschematiseerd kan worden, geldt nu alleen voor kades met wegen. Groene kades zouden hier ook onder kunnen vallen indien de hoogte van de waterspanning niet verder oploopt dan in de kade met wegen.

7.1 Aanbeveling voor uitbreiding van de proef

Voor een uitgebreider beeld van de spanningsverdelingen in de ondergrond is een grotere proef-opzet vereist. Hierbij kan worden gedacht aan:

- Meer waterspanningsmeters: hierdoor is het mogelijk om een driedimensionaal beeld te creëren. Door buiten de belasting en op diepere niveaus te meten kan ook de spreiding van de waterspanning mee worden genomen.
- Totaaldrukmeters: deze zullen de totale druk in de ondergrond meten. Als van deze meting de waterspanning die optreedt af wordt getrokken zal de korrelspanning bepaald kunnen worden.
- Snellere metingen: met snellere meetsystemen kan per passeegang exact gemonitord worden wat per passage met de waterspanningsmeter gebeurt. Hierbij moet wel aangegeven worden van wanneer tot wanneer de belasting aangebracht wordt.
- Oplopende belasting: hiermee kan worden onderzocht waar het omslagpunt is tussen het wel en niet meten van de belasting.

Door het toepassen van deze uitbreidingen zal niet alleen meer bekend worden over de waterspanning in een ondergrond, maar ook zal extra kennis worden opgedaan over de spreiding van belastingen in een ongeconsolideerde grondmassa.

7.2 Aanbeveling voor onderzoek voor spreiding over het afschuifvlak

In hoofdstuk 6 wordt het afschuifvlak genoemd als mogelijkheid om een nauwkeurigere methode te ontwikkelen voor het schematiseren van een belasting. Hierdoor kunnen kades met een flauwer talud (waarover de belasting zich meer kan spreiden) een hogere stabiliteitfactor krijgen.

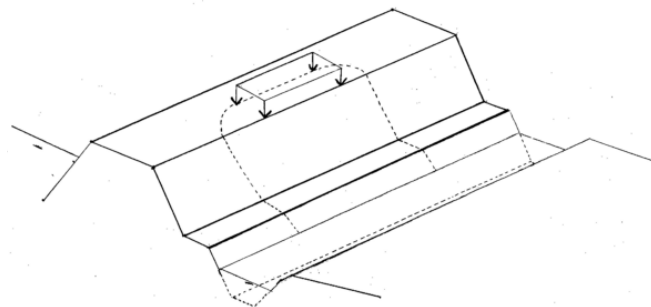


fig 7.1 weergave afschuifvlak

7.3 Discussie

Naast de aanbevelingen is nog een aantal onderdelen open gelaten bij het huidige onderzoek. Dit doordat het geen onderdeel is van het plan van aanpak.

Aanwezigheid van gas

De gasvorming wordt meegenomen door op verschillende ondergronden proeven uit te voeren. Hiermee wordt aangenomen dat in veen mogelijk gasvorming optreedt en in klei dit niet gebeurt. Echter zijn hier nog geen conclusies aan te verbinden omdat het gas zelf niet is gemeten.

spreiding belasting door weg

Indien de kade voorzien is van een weg, kan de fundering (door een hogere stijfheid) voor een grotere spreiding van de belasting zorgen. Hierdoor is het mogelijk dat de berekende waterspanningsverhoging te hoog is. Indien dit het geval is kan in de advies praktijk de grotere spreiding gebruikt worden tijdens de modellering van belastingen op wegen.

Elasticiteit ondergrond

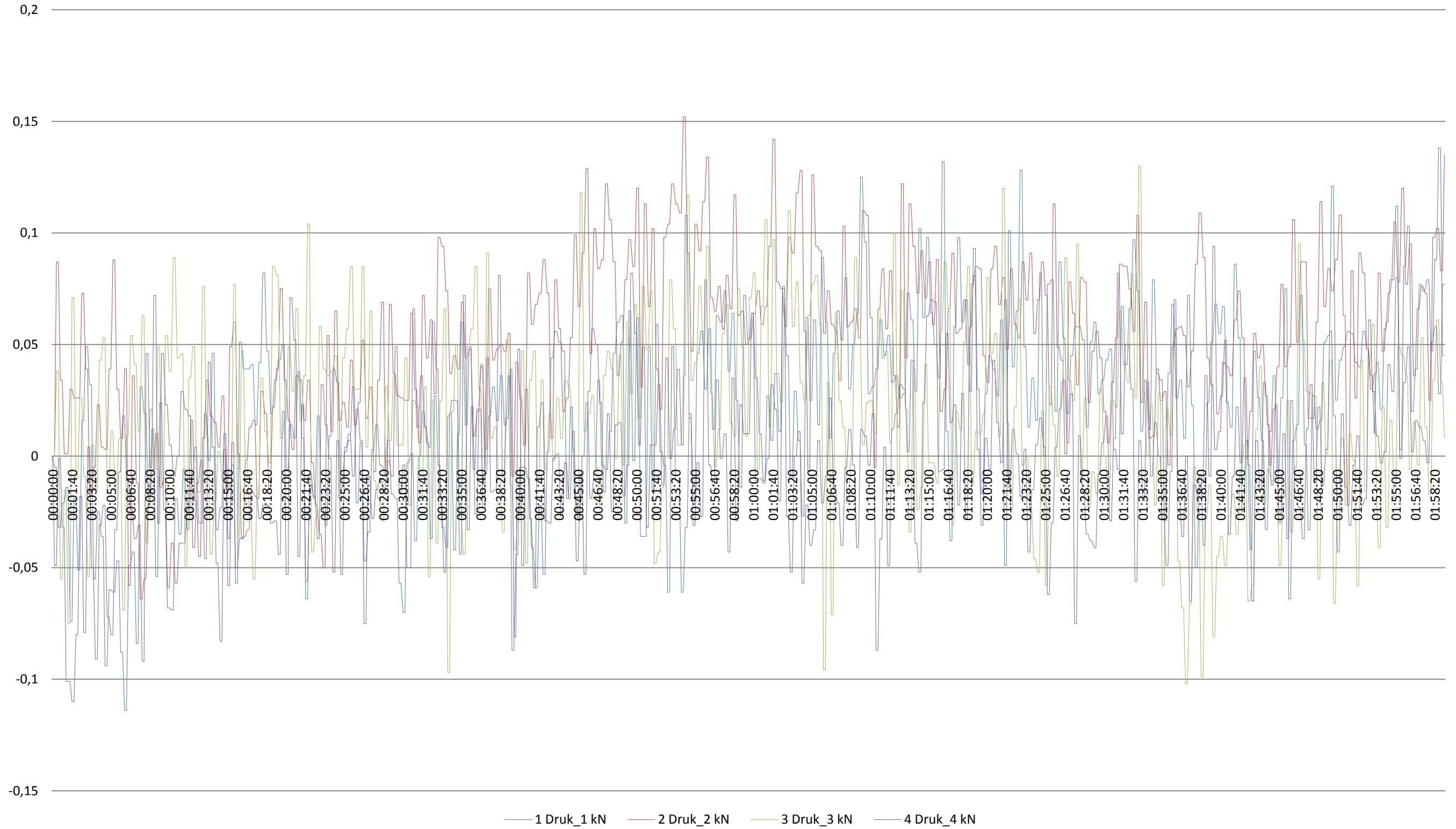
Zeker met veengronden is de verwachting dat de grond elastisch kan reageren vanwege mogelijke gasinsluiting (gas is samendrukbaar) en de samenstelling van het materiaal (organische plantenresten). Dit kan leiden tot een vertraging in het optreden van wateroverspanning bij de belasting, en bij ontlasting is het mogelijk dat de waterspanning afneemt ten opzichte van het referentieniveau doordat de grond "uit veert" en hierdoor de poriën groter worden.

Kade zonder weg

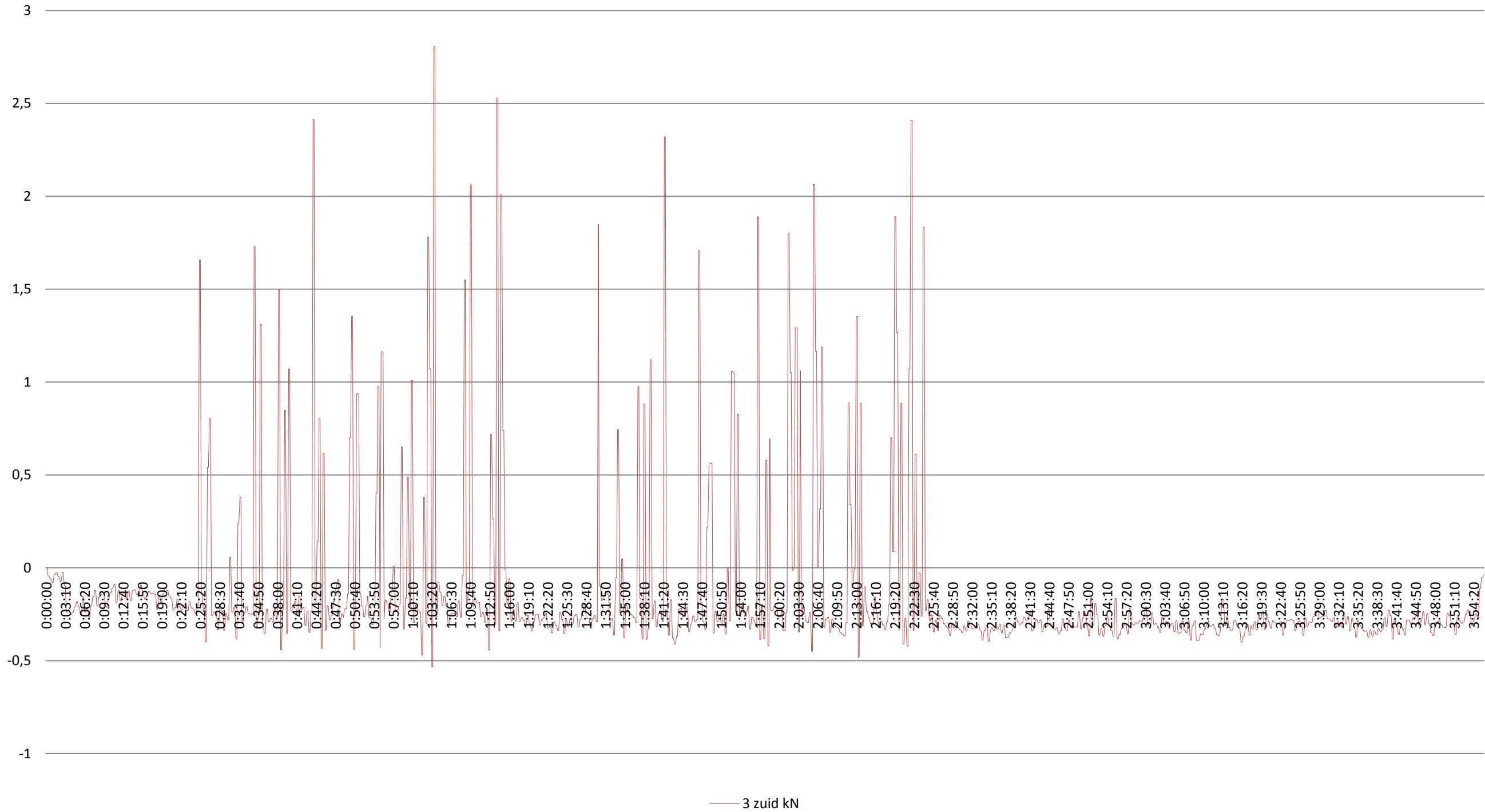
Een van de belangrijkste onderdelen om te achterhalen wat de verkeersbelasting doet is nog niet aan de orde gekomen. Dit is het uitvoeren van een onderzoek op een "groene" kade dat wil zeggen, een kade waar nog geen verkeersbelasting op is geweest. En hierdoor dus niet is voorbelast. Mochten hier hogere waterspanning gemeten worden dan heeft de aanwezigheid van een weg een zeer grote invloed op het schematiseren van de verkeersbelasting op kades. Is dit niet het geval, dan heeft dus de waterstandfluctuatie in de ondergrond een grote invloed op de kades en is het mogelijk om éénregel voor alle kades te ontwikkelen.

BIJLAGE 1, WATERSPANNINGSMETINGEN TIJDENS DE PROEVEN

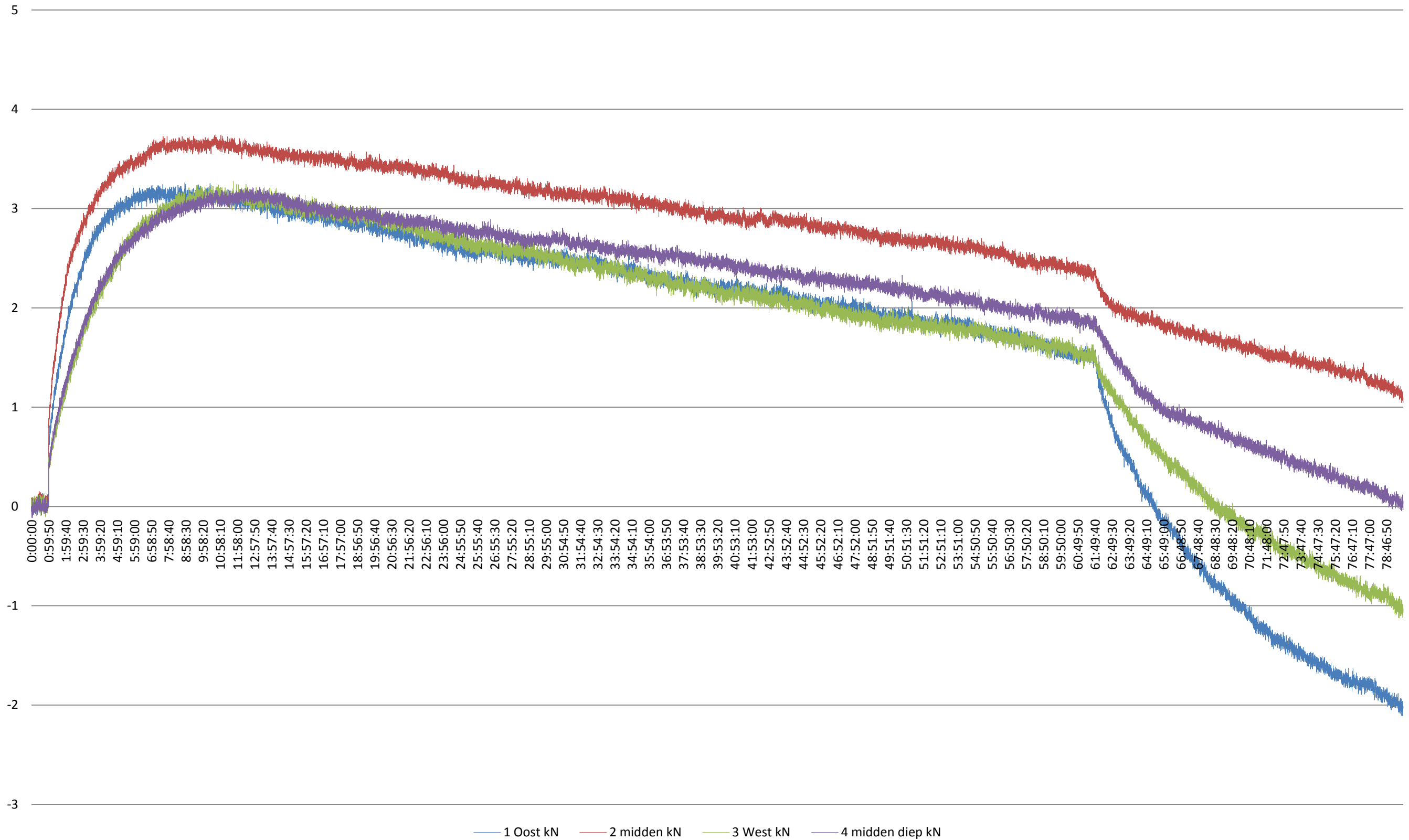
Groot Ammers noord dynamische periode

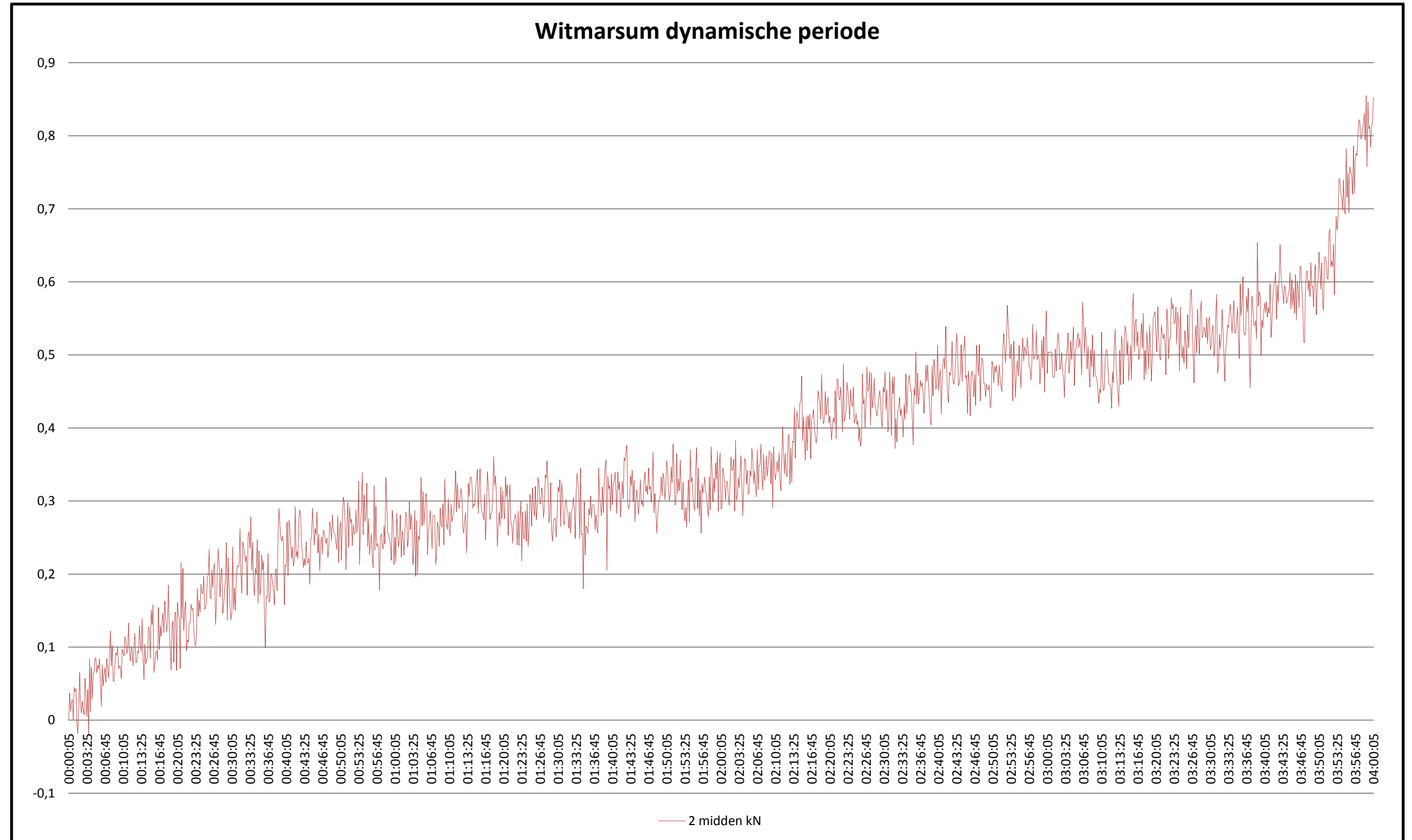


Groot Ammers Zuid dynamische periode

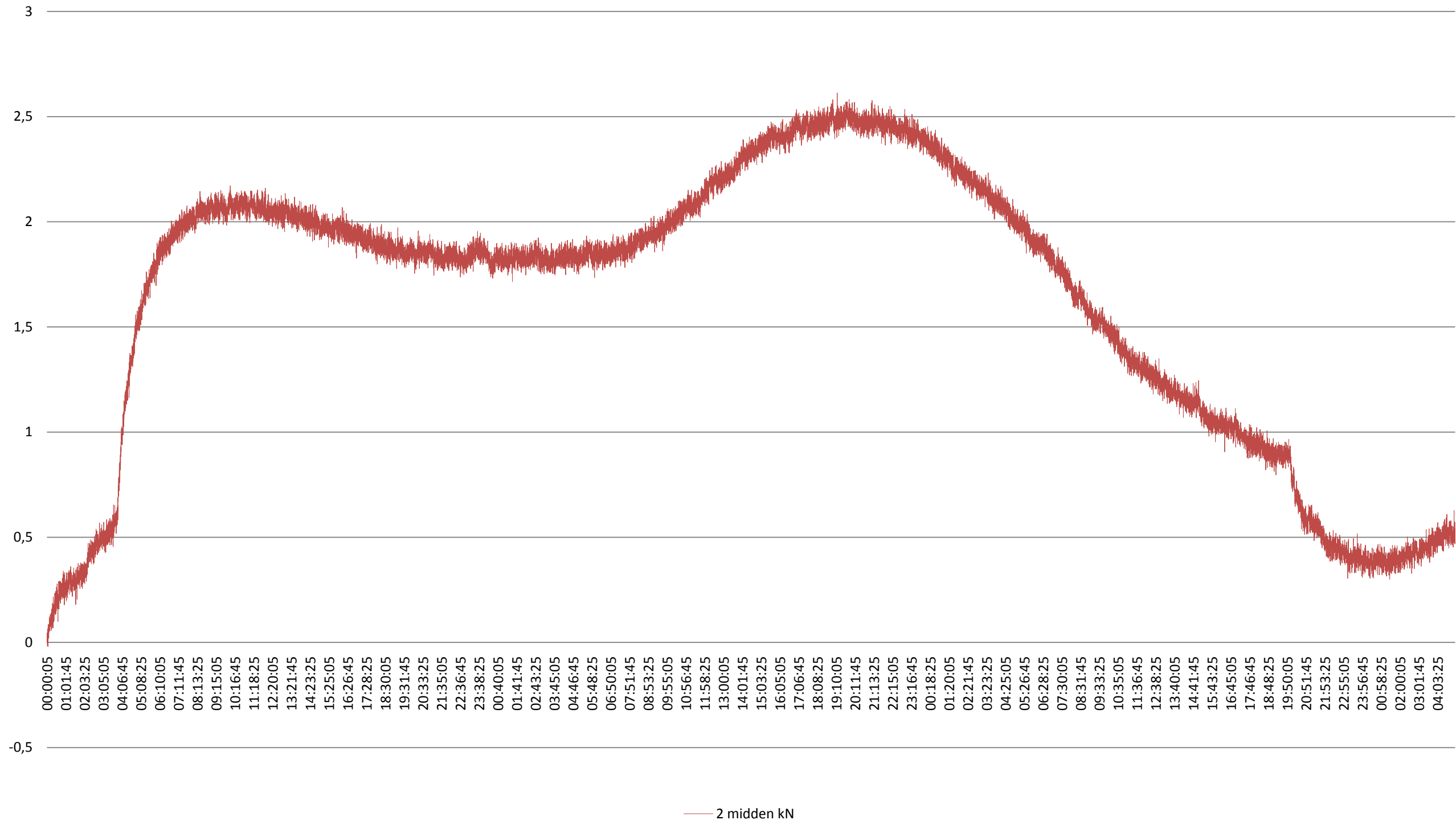


Groot Ammers statische periode





Witmarsum dynamische en statische periode



BIJLAGE 2, SPANNINGSVERHOGING IN DE ONDERGROND

Voor het berekenen van de spanningsverhoging in de ondergrond als gevolg van een bovenbelasting zijn de volgende twee formules gehanteerd:

$$\Delta\sigma = \frac{2q}{\pi} \left[\tan^{-1} \left(\frac{l}{z} \right) + \frac{lz}{l^2 + z^2} \right]$$

$$\Delta\sigma = \frac{q \cdot l}{l + 2z}$$

Spreiding volgens Boussinesq/Flamant

Spreiding onder een hoek van 45 °

Waarin:

$\Delta\sigma$	= toename van de spanning	[kN/m ²]
l	= breedte van de belasting	[m]
z	= diepte van beschouwde spanningtoename	[m]
q	= belasting	[kN/m ²]

De uitwerking van deze formules geven waarden van de totale spanningsverhoging in de ondergrond. De formules zijn in tabel 1.1.

Tabel 1.1

Diepte t.o.v. MV in [m]	Spanningstoename	
	uniforme belasting, spreiding Boussinesq [kN/m ²]	uniforme belasting, spreiding 45 [kN/m ²]
0	-	23,50
0,1	23,50	21,76
0,2	23,49	20,26
0,3	23,48	18,95
0,4	23,46	17,80
0,5	23,42	16,79
0,6	23,37	15,88
0,7	23,30	15,06
0,8	23,21	14,33
0,9	23,10	13,66
1	22,97	13,06
1,1	22,81	12,50
1,2	22,64	11,99
1,3	22,45	11,52
1,4	22,24	11,08
1,5	22,02	10,68
1,6	21,78	10,31
1,7	21,52	9,96
1,8	21,26	9,63
1,9	20,98	9,33
2	20,70	9,04
2,1	20,42	8,77
2,2	20,12	8,51
2,3	19,83	8,27
2,4	19,53	8,05
2,5	19,23	7,83
2,6	18,93	7,63
2,7	18,63	7,44
2,8	18,34	7,25
2,9	18,04	7,08
3	17,75	6,91
3,1	17,46	6,75
3,2	17,18	6,60
3,3	16,90	6,46
3,4	16,63	6,32
3,5	16,36	6,18
3,6	16,09	6,06

Diepte t.o.v. MV in [m]	Spanningstoename	
	uniforme belasting, spreiding Boussinesq [kN/m ²]	uniforme belasting, spreiding 45 [kN/m ²]
3,7	15,83	5,93
3,8	15,57	5,82
3,9	15,33	5,70
4	15,08	5,60
4,1	14,84	5,49
4,2	14,61	5,39
4,3	14,38	5,29
4,4	14,16	5,20
4,5	13,94	5,11
4,6	13,72	5,02
4,7	13,52	4,94
4,8	13,31	4,86
4,9	13,11	4,78
5	12,92	4,70

De weergegeven waarden bevinden zich in het hart van de belasting.

BIJLAGE 3, MSETTLE BEREKENINGEN

Voor het berekenen van de wateroverspanningen in de boezemkades wordt gebruik gemaakt van het rekenprogramma MSettel. Hierbij wordt naar het Isotachen model gebruikt (tabel 1-1) en het koppejan model (tabel 1-2). De gegevens zoals zijn gebruikt zijn gebaseerd op de rapporten VN-46859 [3] en VN-46496 [4]. De ingevoerde belasting is 23,5 kN/m² over een breedte van 2,5m.

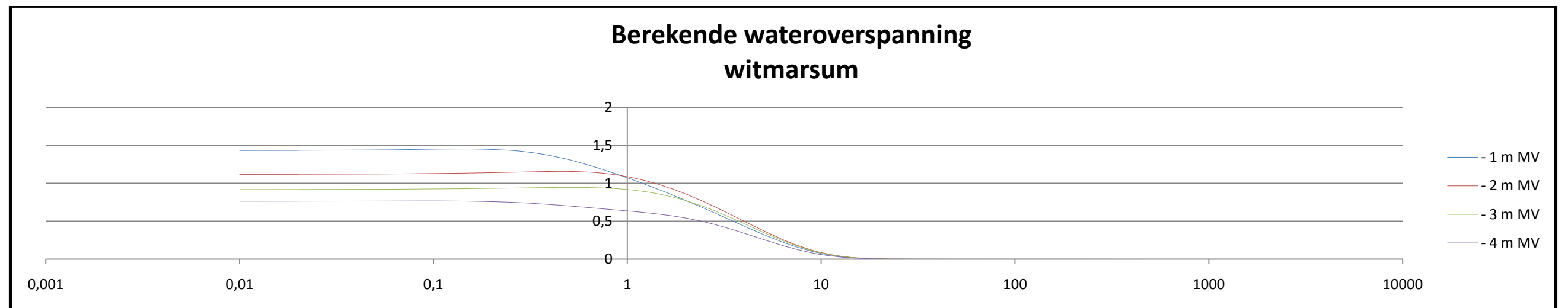
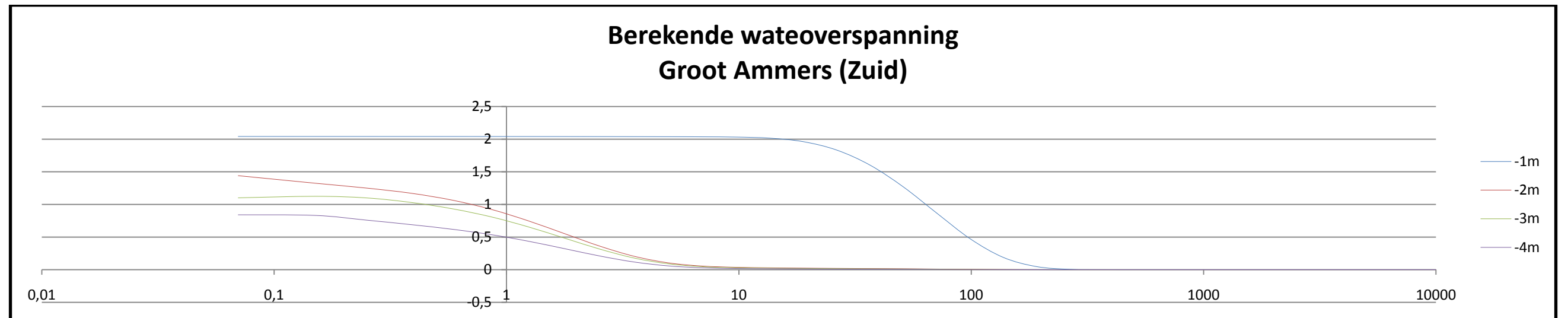
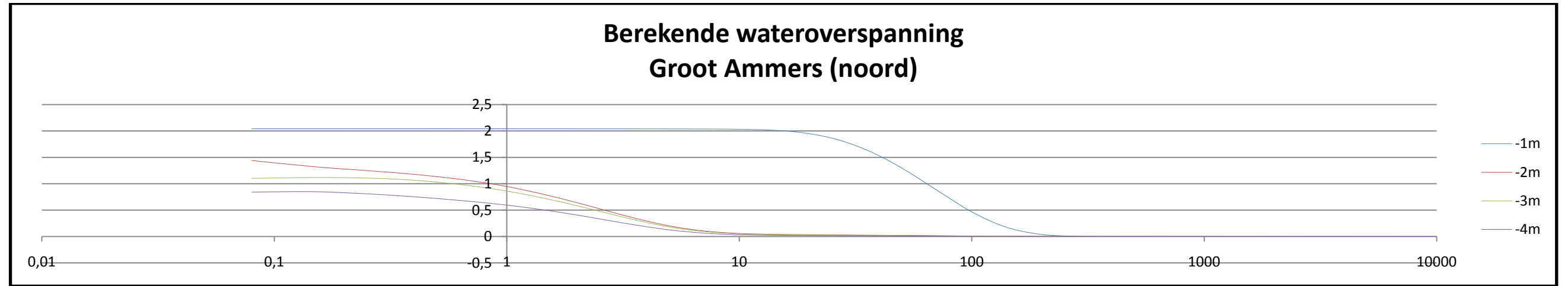
Tabel 1-1 parameters model Isotachen

		s-eff [kN/m ²]	Cv [m ² /s]	Kv	a	b	c	Porien getal	Porien volume [%]
Witmarsum									
Laag 1	Klei	30,0	1,3E-05	1,0E-05	0,002	0,015	5,00E-04	2,0	50,0
Laag 2	Klei	63,5	5,6E-06	1,0E-05	0,010	0,060	6,00E-04	1,5	60,0
Laag 3	Klei	126,5	8,9E-06	1,0E-05	0,014	0,100	1,00E-03	1,5	60,0
Groot Ammers (noord)									
Laag 1	Klei	35,6	2,8E-07	1,0E-05	0,039	0,135	3,80E-04	2,5	72,0
Laag 2	Veen	21,0	1,9E-06	5,0E-02	0,039	0,135	4,71E-03		
Laag 3	Veen	34,7	6,8E-07	5,0E-02	0,052	0,068	3,18E-03		
Groot Ammers (zuid)									
Laag 1	Klei	35,6	2,8E-07	1,0E-05	0,039	0,135	3,80E-04	2,0	70,0
Laag 2	Veen	21,0	1,9E-06	5,0E-02	0,039	0,135	4,71E-03		
Laag 3	Veen	34,7	6,8E-07	5,0E-02	0,052	0,068	3,18E-03		
Laag 4	Veen	41,7	4,7E-07	5,0E-02	0,016	0,016	4,84E-03		

Tabel 1-2 parameters model Koppejan

		s-eff [kN/m ²]	Cv [m ² /s]	Cp	C'p	Cs	C's	Ap	As	Porien getal	Porien volume[%]
Witmarsum											
Laag 1	Klei	30,0	1,3E-05	469	153	118	557	596	454	2,0	50,0
Laag 2	Klei	63,5	5,6E-06	94	45	795	379	79	72	1,5	60,0
Laag 3	Klei	126,5	8,9E-06	79	33	524	251	74	61	1,5	60,0
Groot Ammers (noord)											
Laag 1	Klei	35,6	2,8E-07	229	68	564	415	136	160	2,5	72,0
Laag 2	Veen	21,0	1,9E-06	32	31	73	116	36	48		
Laag 3	Veen	34,7	6,8E-07	21	17	140	785	242	182		
Groot Ammers (zuid)											
Laag 1	Klei	35,6	2,8E-07	229	68	564	415	136	160	2,0	70,0
Laag 2	Veen	21,0	1,9E-06	32	31	73	116	36	48		
Laag 3	Veen	34,7	6,8E-07	21	17	140	785	242	182		
Laag 4	Veen	41,7	4,7E-07	43	33	138	225	34	38		

In de volgende grafieken is weergegeven de berekende wateroverspanning per locatie.



BIJLAGE 4, GROND- EN LABONDERZOEK GROOT AMMERS



Wiertsema & Partners

RAADGEVEND INGENIEURS

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

Resultaten grondonderzoek

ten behoeve van een project langs de Ammerse kade
te Groot-Ammers

Opdrachtnummer

VN-46859

Opdrachtgever

STOWA
Postbus 8090
3503 RB Utrecht

Bijlagen

Situatietekening	VN-46859-1
Sondeergrafieken	VN-46859-DKM1 t/m DKP4
Boorstaten	VN-46859-B1 t/m B4
Waterpasstaat	VN-46859-2
Voorboringen	VN-46859-3
Natte en droge volumegewichten	VN-46859-4
Samendrukkingsproeven	VN-46859-5

Datum rapport

24 november 2008



▲ Algemeen

Ten behoeve van een project langs de Ammerse kade te Groot-Ammers is door ons bureau een grondonderzoek uitgevoerd overeenkomstig de richtlijnen hiertoe gegeven door STOWA te Utrecht.

▲ Grondonderzoek

De veldwerkzaamheden zijn uitgevoerd op 18 september 2008 en hebben bestaan uit het verrichten van een 4-tal sonderingen tot een diepte van maximaal circa 13 m- maaiveld. De sonderingen zijn verricht met onze 20-tons sondeerapparatuur met behulp van de elektrische (kleefmantel-)conus volgens norm NEN 5140. In de bijlagen VN-46859-DKM1 t/m DKP4 zijn de aldus verkregen sondeerresultaten grafisch gepresenteerd waarbij de conusweerstand uitgezet is tegen de diepte in meters ten opzichte van N.A.P. Op de grafiek met de codering "DKM" is tevens de plaatselijke wrijvingsweerstand aangegeven. Bij deze sondering is het wrijvingsgetal (plaatselijke wrijvingsweerstand uitgedrukt in % van de conusweerstand) opgegeven, hetgeen kenmerkend is voor de diverse grondsoorten. Tijdens het sonderen is met behulp van een in de conus ingebouwde hellingmeter de afwijking van de conus ten opzichte van de verticaal gecontroleerd. De sonderingen DKP2 en DKP4 zijn uitgevoerd met behulp van een elektrische waterspanningsconus type U₁ (filter in de punt) welke, naast de punt- en wrijvingsweerstand, tevens de waterspanning (uitgedrukt in MPa) continu meet en registreert. Tevens zijn er 8 waterspanningsmeters geplaatst.

In verband met de mogelijke ligging van kabels en/of leidingen zijn 4 sonderingen voorgeboord. De bijbehorende boorbeschrijvingen zijn weergegeven in bijlage VN-46859-3.

De sondeerpunten zijn door de opdrachtgever in het terrein uitgezet en gewaterpast met een nauwkeurigheid van 5 cm ten opzichte van N.A.P. De resultaten van deze waterpassing zijn gepresenteerd op de bijlage VN-46859-2. Alle gegevens van de inmetingen en waterpassingen genoemd in deze rapportage zijn een momentopname en zijn alleen te gebruiken voor het grondonderzoek.

Om een beter inzicht te krijgen in de samenstelling van de bovenste lagen en in de hoogte van de grondwaterspiegel zijn er 4 boringen gemaakt. Het opgeboorde materiaal is in het veld geclassificeerd en aan de hand daarvan zijn de boorprofielen vastgelegd (zie de boorstaten in bijlagen VN-46859-B1 t/m B4).

Tijdens het uitvoeren van de boorwerkzaamheden zijn in totaal 6 ongeroerde grondmonsters gestoken met het steekapparaat van Ackermann. De diepte en nummering van de



grondmonsters is vermeld in de betreffende boorstaten.

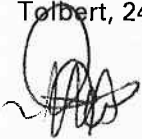
Op de situatietekening in bijlage VN-46859-1 is de plaats aangegeven waar de sonderingen en de boringen zijn uitgevoerd en waar de waterspanningsmeters zijn geplaatst.

▲ **Laboratoriumonderzoek**

In ons laboratorium zijn de ongeroerde monsters aan een nadere analyse onderworpen, waarbij het nat en droog volumegewicht, watergehalte, het poriënvolume en de verzadigingsgraad zijn bepaald (zie bijlage VN-46859-4).

Teneinde een indruk te krijgen in de samendrukbaarheid van de slappe lagen werden 6 samendrukkingsproeven uitgevoerd. Tevens werd hierbij de consolidatiecoëfficiënt bepaald. De resultaten van deze labwerkzaamheden zijn weergegeven in de bijlagen VN-46859-5.

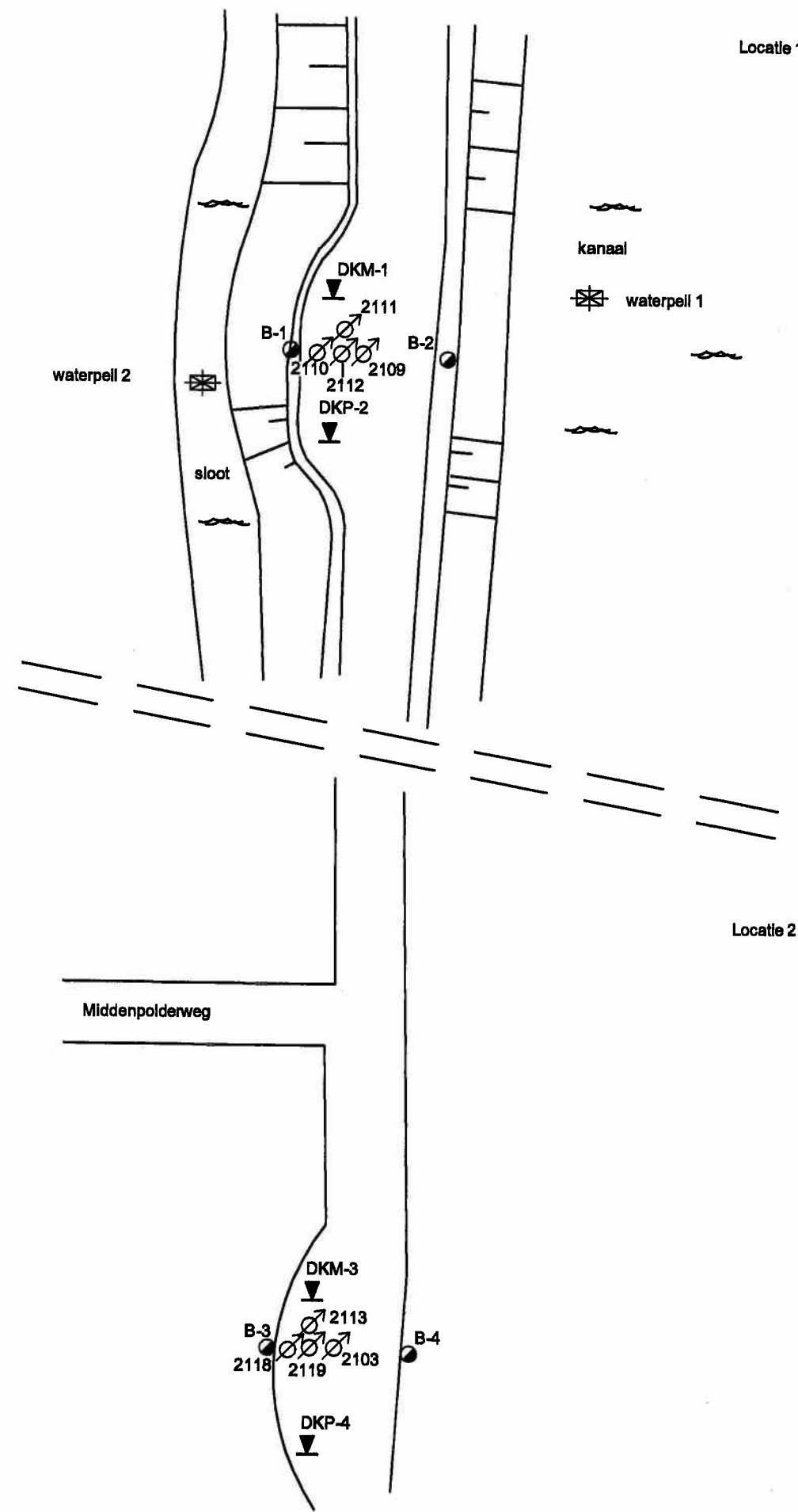
Totbert, 24 november 2008








J.W. van der Kaap
Hoofd geotechnisch laboratorium

JVDK/DDJ






LEGENDA

- DKM  Diepsondering met plaatselijke wrijving
 - DKP  Diepsondering met plaatselijke wrijving en waterspanning
 - B-  Handboring
 -  Waterspanningsmeter
 -  Hoogtemeting
- De punten zijn op aanwijs van de opdrachtgever.

Maten in meters

Situatietekening				Datum : 01.10.08		
				Gew:		
				Gew:		
				Gew:		
Project langs de Ammerse kade te Groot-Ammers				Gew:		
Opdracht : VN-46859	Getekend : AE	Bijlage : 1	Schaal : -	Gew:		

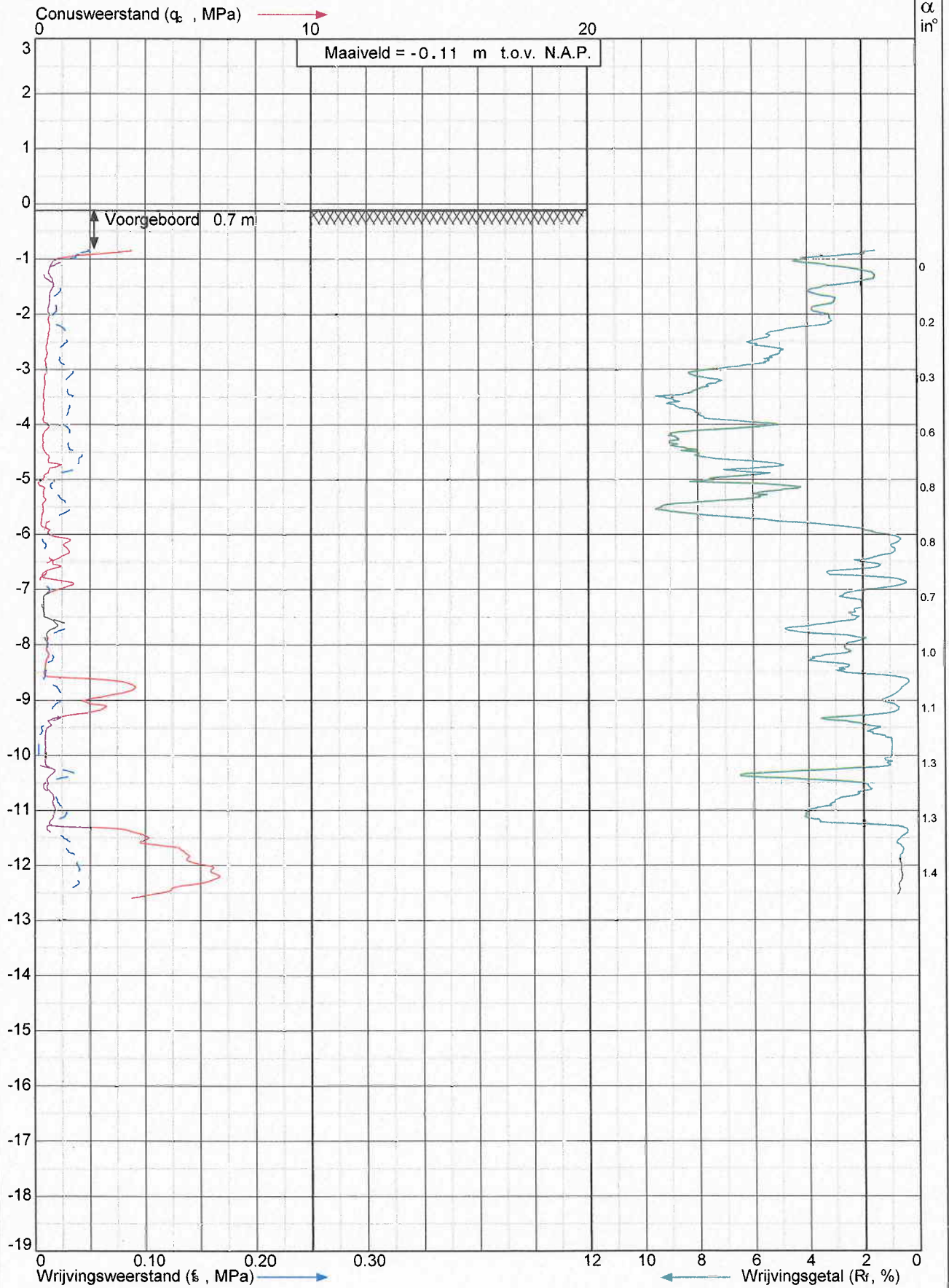


Klasse: 2

Oppervlakte punt: 10 cm² α : Afwijking van de vertikaal

Sondering volgens norm NEN 5140 Conustype: cilindrisch elektrisch

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





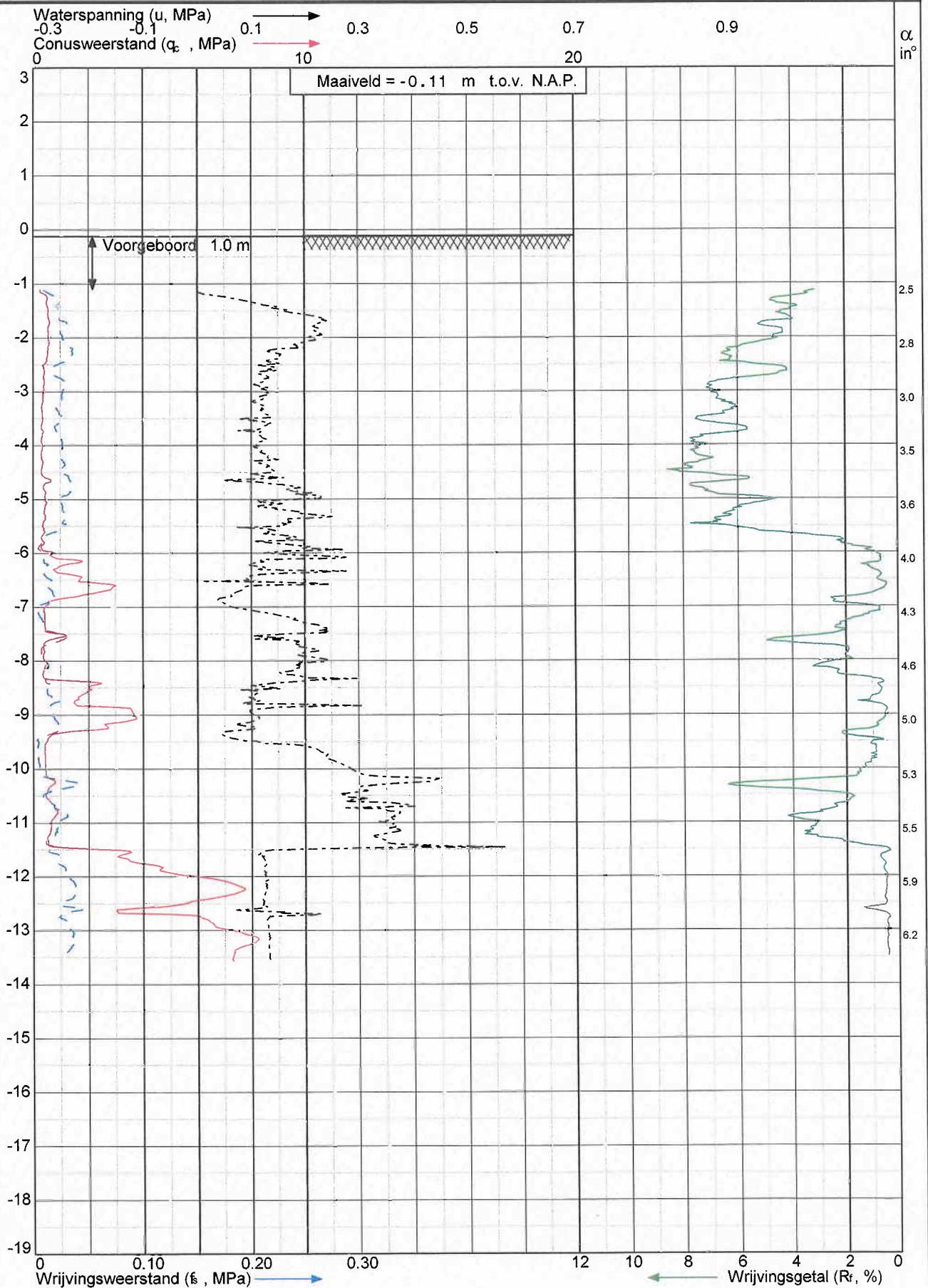
Klasse: 2

Oppervlakte punt: 10 cm² α : Afwijking van de verticaleal

Conustype: cilindrisch elektrisch

Sondering volgens norm NEN 5140

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





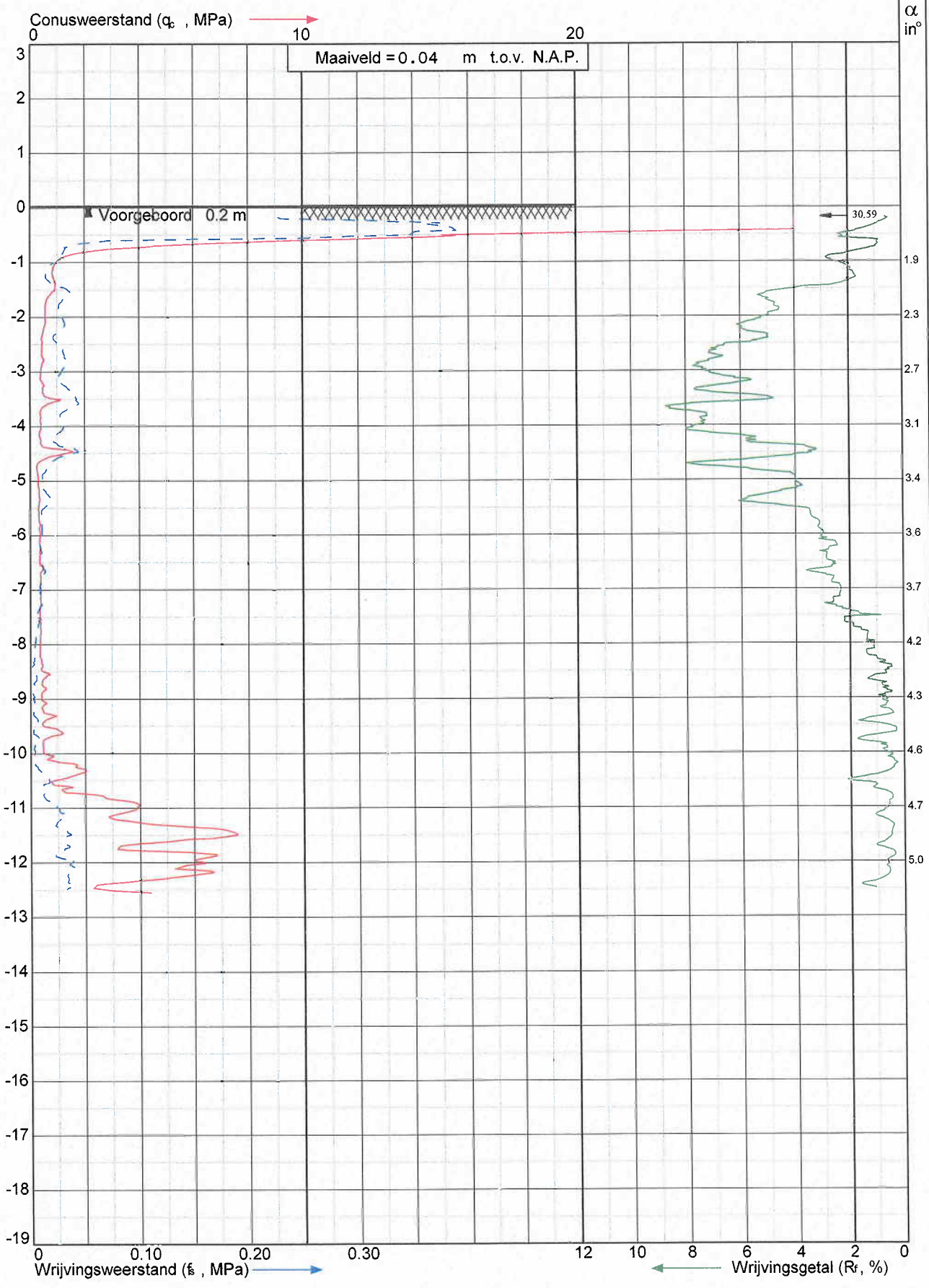
Klasse: 2

Oppervlakte punt: 10 cm²
α: Afwijking van de verticaal

Conus type: cilindrisch elektrisch

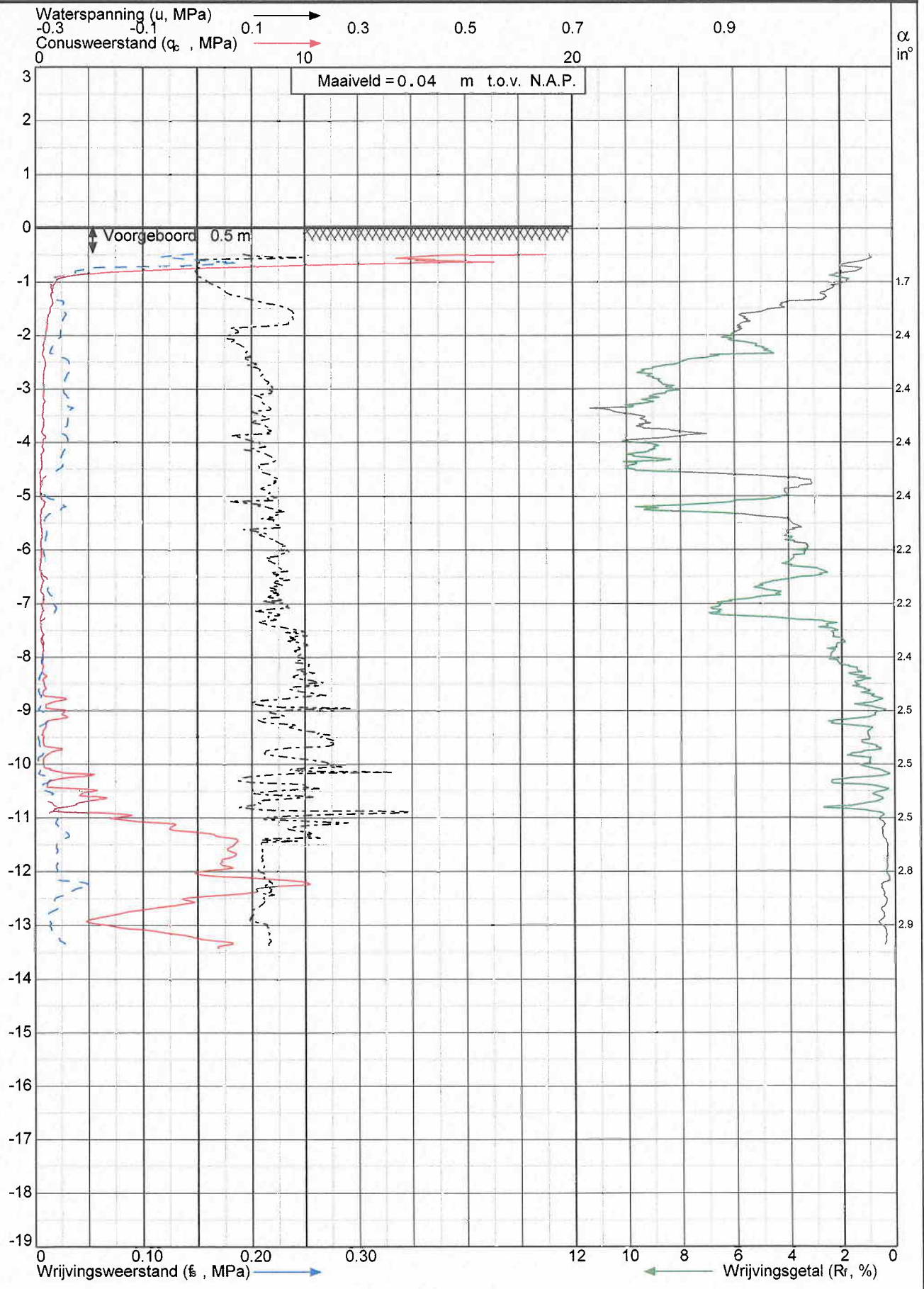
Sondering volgens norm NEN 5140

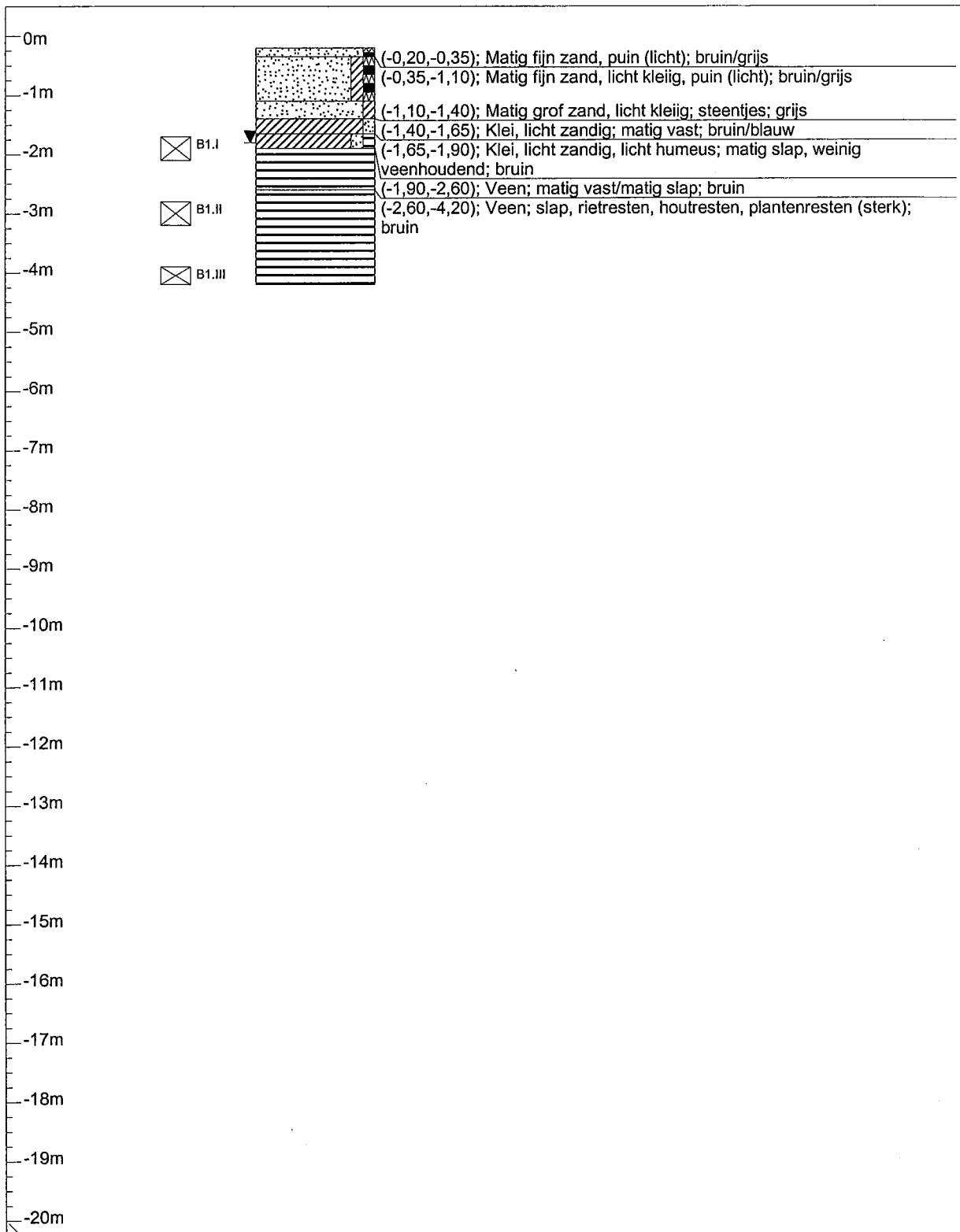
Diepte in meters ten opzichte van N.A.P.





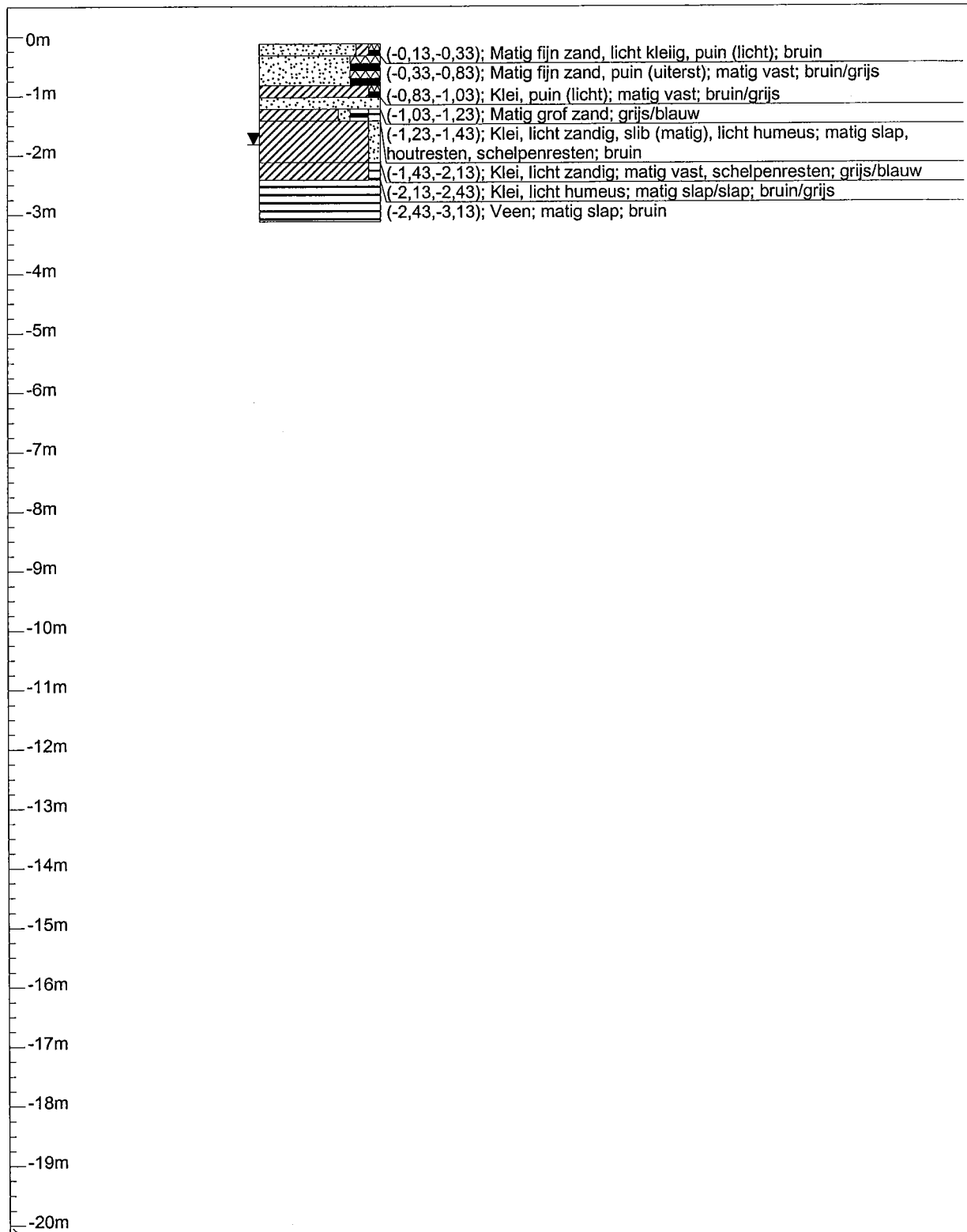
Sondering volgens norm NEN 5140 Conustype: cilindrisch elektrisch
Diepte in meters ten opzichte van N.A.P.
Oppervlakte punt: 10 cm² α : Afwijking van de verticaal
Klasse: 2






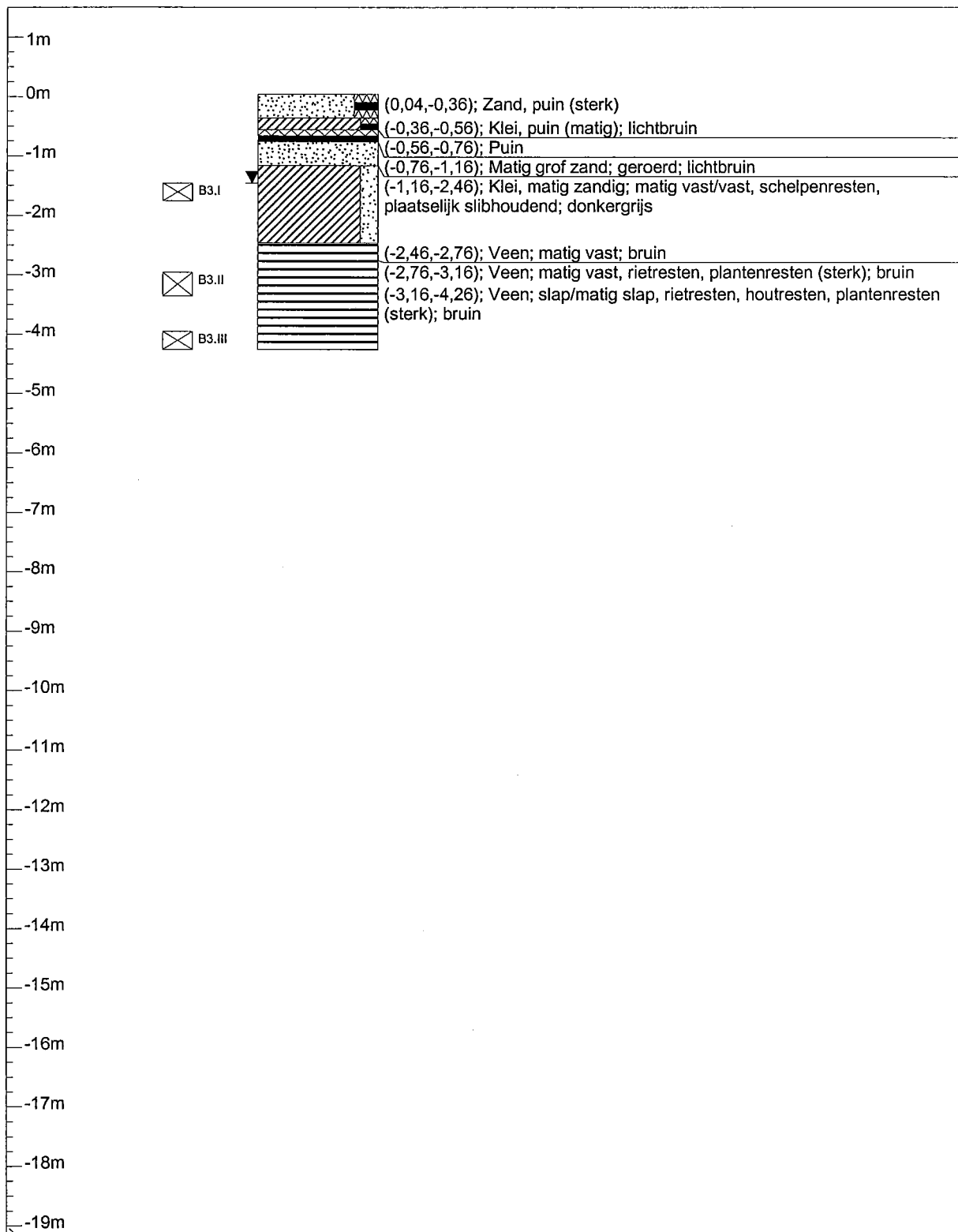
Verticale as vertegenwoordigt de hoogte in m t.o.v. N.A.P.

	Project/Plaats	Groot-Amers	Datum	18-9-2008	Ons kenmerk	VN-46859
	Opdrachtgever		X-coördinaat		Uw kenmerk	
	Boormethode		Y-coördinaat		Boornummer	
	Boormeester	RG	KM		B1	



Verticale as vertegenwoordigt de hoogte in m t.o.v. N.A.P.

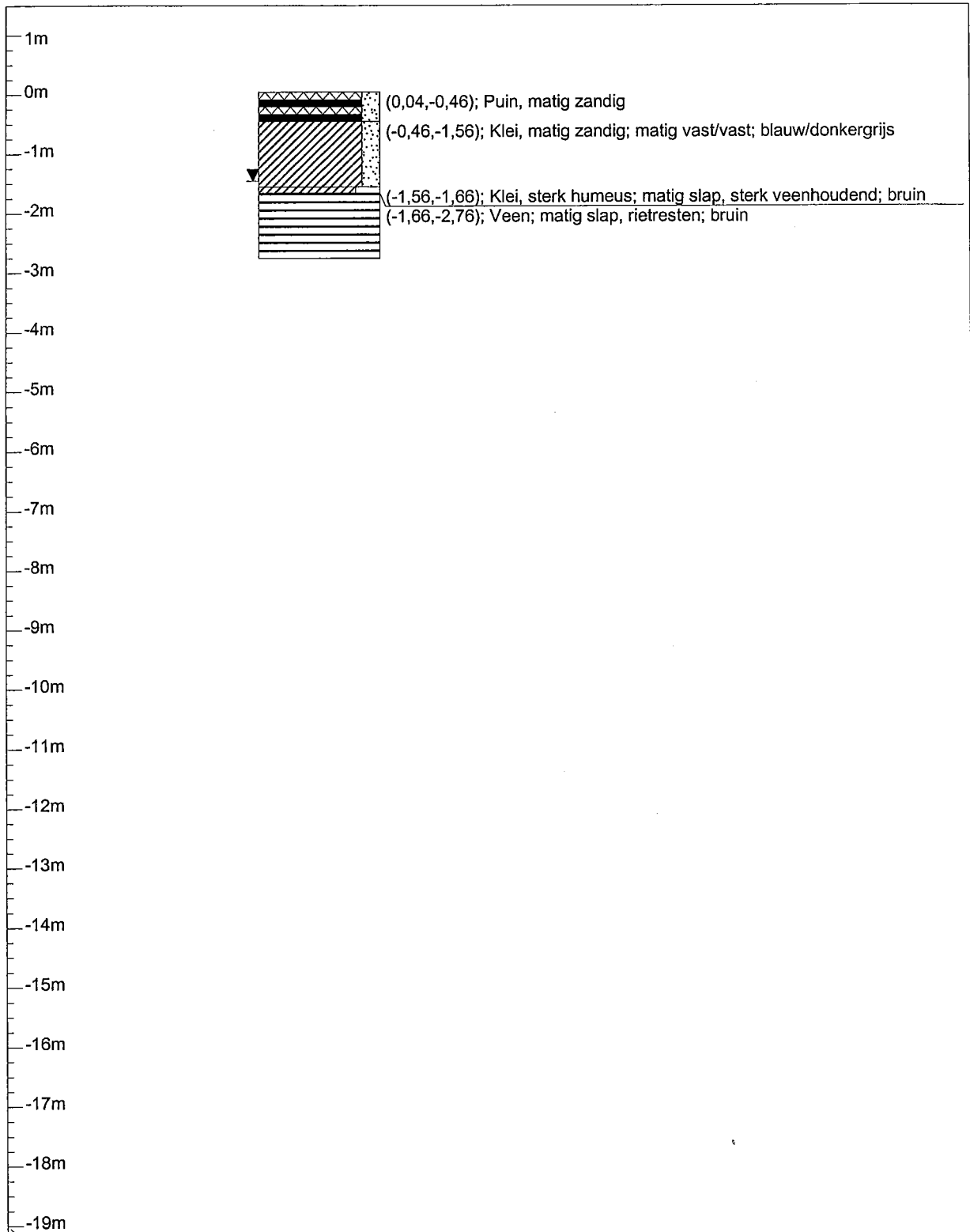
	Project/Plaats	Groot-Ammers	Datum	18-9-2008	Ons kenmerk	VN-46859
	Opdrachtgever		X-coördinaat		Uw kenmerk	
	Boormethode		Y-coördinaat		Boornummer	
	Boormeester	RG/RVD	KM		B2	



Verticale as vertegenwoordigt de hoogte in m t.o.v. N.A.P.






















Project/Plaats	Groot-Amers	Datum	18-9-2008	Ons kenmerk	VN-46859
Opdrachtgever		X-coördinaat		Uw kenmerk	
Boormethode		Y-coördinaat		Boornummer	
Boormeester	RG/RVD	KM		B3	



Verticale as vertegenwoordigt de hoogte in m t.o.v. N.A.P.

	Project/Plaats	Groot-Ammers	Datum	18-9-2008	Ons kenmerk	VN-46859
	Opdrachtgever		X-coördinaat		Uw kenmerk	
	Boormethode		Y-coördinaat		Boornummer	
	Boormeester	RG/RVD	KM		B4	

Betekenis van afkortingen

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

▲ Waterpasstaat

De sonderingen en boringen zijn gewaterpast ten opzichte van N.A.P.

Meetpunt:

Maaiveldhoogte:

DKM1	= 0,11 m- N.A.P.
DKP2	= 0,11 m- N.A.P.
DKM3	= 0,04 m+ N.A.P.
DKP4	= 0,04 m+ N.A.P.
B1	= 0,20 m- N.A.P.
B2	= 0,13 m- N.A.P.
B3	= 0,04 m+ N.A.P.
B4	= 0,04 m+ N.A.P.
Waterpeil 1	= 0,79 m- N.A.P.
Waterpeil 2	= 2,00 m- N.A.P.



▲ Voorboringen

Voorboring VB-1 is gemaakt bij DKM1, d.d. 18 september 2008:

0,00 - 0,10 m- maaiveld ASFALT.
0,10 - 0,70 m- maaiveld KLEI, puinhoudend, zandhoudend.

Voorboring VB-2 is gemaakt bij DKP2, d.d. 18 september 2008:

0,00 - 0,10 m- maaiveld ASFALT.
0,10 - 0,80 m- maaiveld KLEI, puinhoudend, zandhoudend,
0,80 - 1,00 m- maaiveld KLEI, grijs/bruin.

Voorboring VB-3 is gemaakt bij DKM3, d.d. 25-09-2008:

0,00 - 0,10 m- maaiveld ASFALT.
0,10 - 0,20 m- maaiveld KLEI, puinhoudend, zandhoudend.

Voorboring VB-4 is gemaakt bij DKP4, d.d. 25 september 2008:

0,00 - 0,10 m- maaiveld ASFALT.
0,10 - 0,20 m- maaiveld KLEI, puinhoudend, zandhoudend.



▲ **Natte en droge volumegewichten**

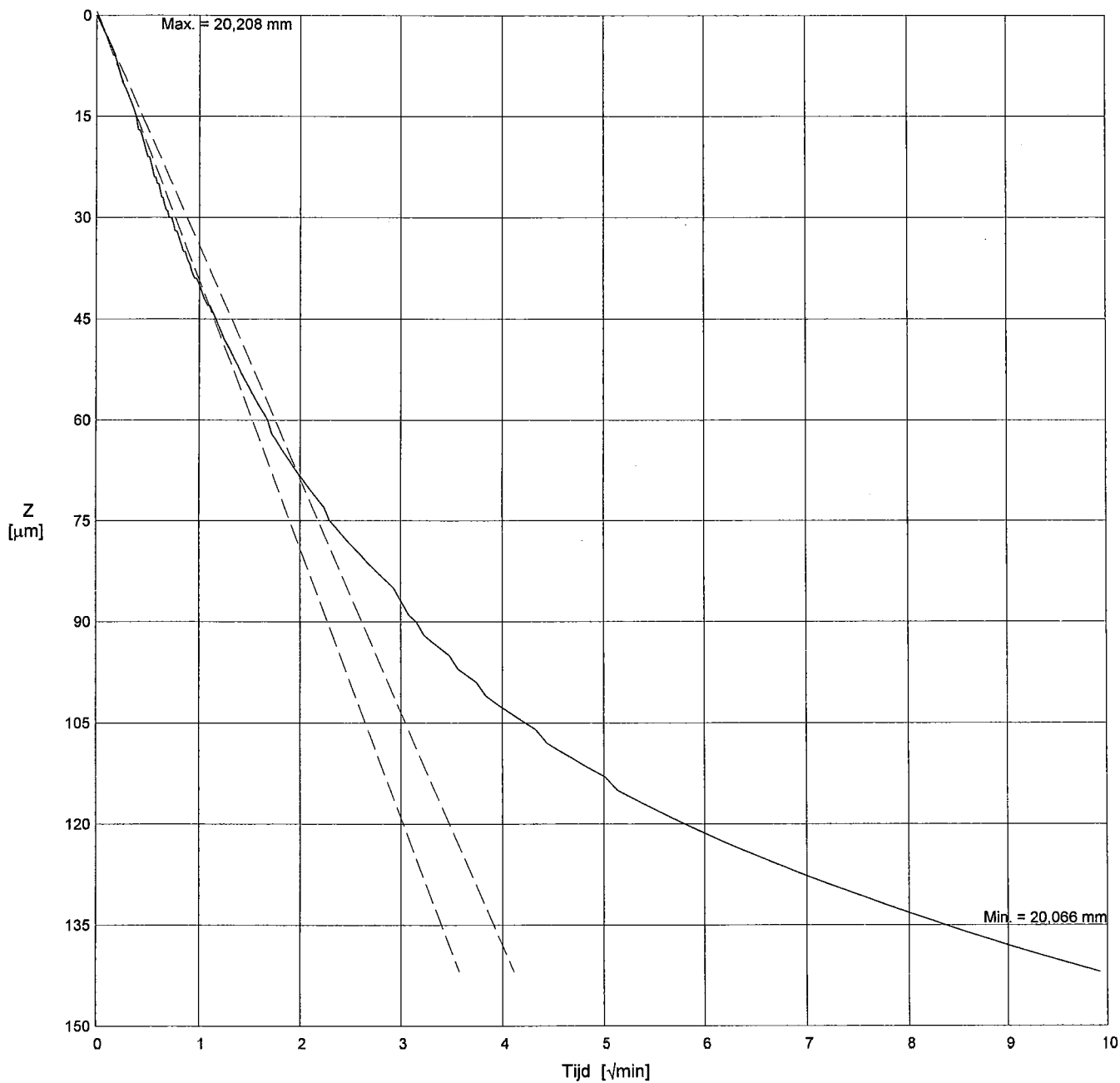


Opdracht VN-46859

Monster nummer	Diepte in m- m.v.	Nat volume gewicht (kN/m ³)	Droog volume gewicht (kN/m ³)	Water- gehalte in ge- wicht (%)	Porien- getal	Porien- volume (%)	Water- gehalte in volume (%)	Verz. graad (%)
B-1/I	1.65	13.7	7.4	85.0	2.58	72.1	62.7	87.0
B-1/II	2.70	9.2	1.6	471.7	----	----	----	----
B-1/III	3.80	10.7	2.1	410.2	----	----	----	----
B-1/III	3.90	10.2	2.1	384.4	----	----	----	----
B-3/I	1.60	14.2	7.7	83.5	2.44	70.9	64.7	91.3
B-3/II	3.15	10.0	1.7	472.3	----	----	----	----
B-3/III	4.15	10.0	1.6	528.6	----	----	----	----

▲ **Samendrukkingsproeven**





Trap 3
Belasting van 9,77 kPa naar 20,43 kPa

$C_{v,10} = 2,762E-07$ [m²/s]
 $m_v = 3,538E-01$ [1/MPa]
 $k_{10} = 9,583E-10$ [m/s]

Boring : B-1
Busnummer : I
Monsterdiepte : MV - 1.65 m
Grondsoort : Klei, zwak humeus, donkergrijs/bruin
Beproeversperiode : 08-09-29 tot 08-10-07
Staat monster : ongeroerd
Preparatiemethode : overgeschoven
Beproeversomgeving : nat
Temperatuur : 22°C
Proefstukdiameter : 65,03 mm
Bijzonderheden : geen

Verzadigingsgraad begin / eind proef : 91 / 111 %
Vochtgehalte begin / eind proef : 84 / 89 % m/m
Volumieke massa nat, begin / eind proef : 1371 / 1555 kg/m³
Volumieke massa droog, begin / eind proef : 744 / 812 kg/m³
Volumieke massa vaste delen grond : 2409 kg/m³



**Wiertsema
& Partners**

2008-11-17

Project: langs de Ammerse kade te Groot-Ammers

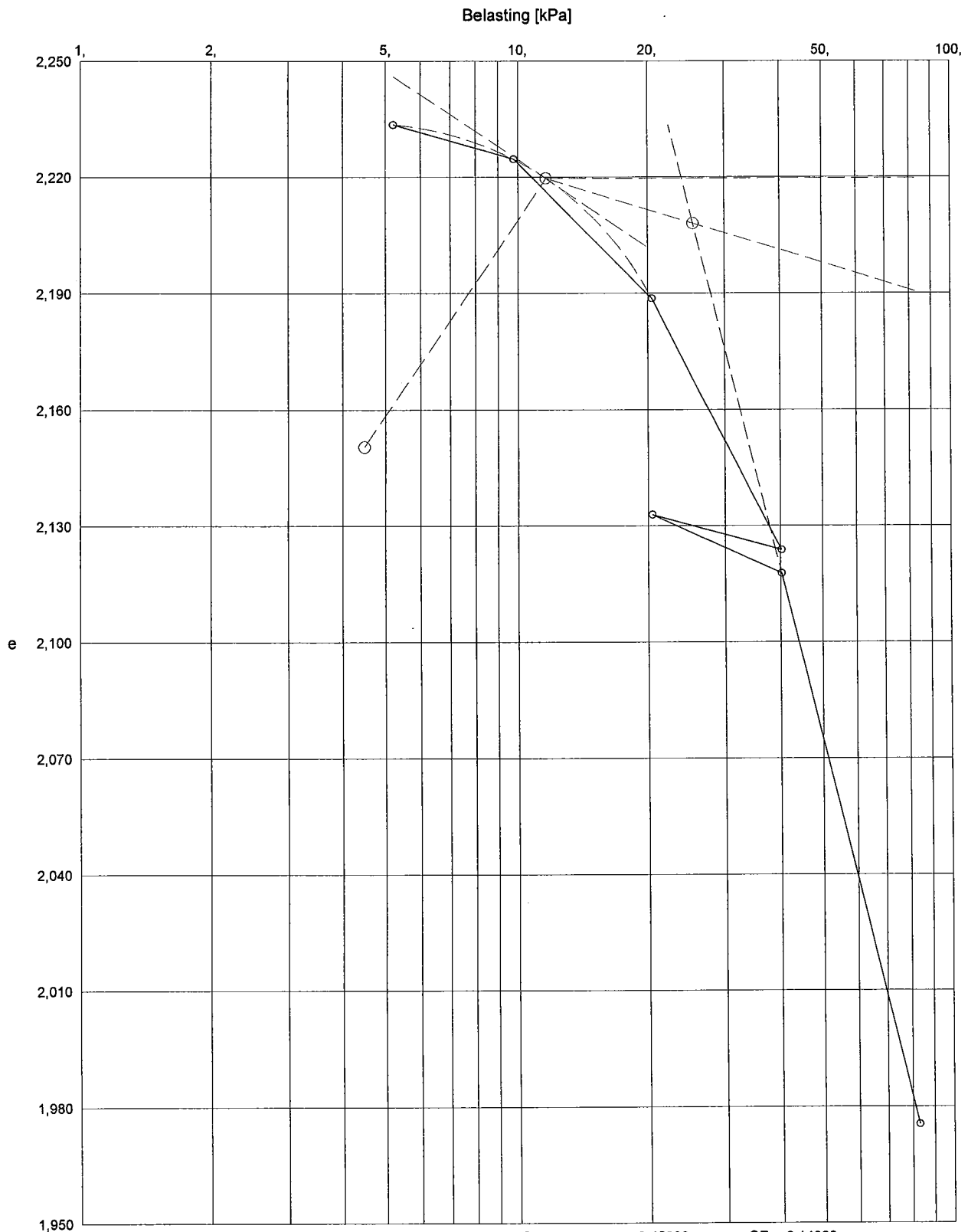
Consolidatie (NEN 5118), \sqrt{t} - methode; Bus: I; Boring: B-1

Pr.nr. VN-46859

Hfd. GTL./JvdK

GEOTECHNISCH LABORATORIUM

Bijl. Pg. 1 van 5



$C_c = 0,45339$ $CR = 0,14003$
 $P_g = 25,44 \text{ kPa}$
 $C_c(sw)1 = 0,03087$ $SR = 0,00953$
 $C_c(r)1 = 0,05145$ $RR = 0,01589$

Boring : B-1
 Busnummer : I
 Monsterdiepte : MV - 1.65 m
 Grondsoort : Klei, zwak humeus, donkergrijs/bruin
 Beproeversperiode : 08-09-29 tot 08-10-07
 Staat monster : ongeroerd
 Preparatiemethode : overgeschoven
 Beproeversomgeving : nat
 Temperatuur : 22°C
 Proefstukdiameter : 65,03 mm
 Bijzonderheden : geen

Verzadigingsgraad begin / eind proef : 91 / 111 %
 Vochtgehalte begin / eind proef : 84 / 89 % m/m
 Volumieke massa nat, begin / eind proef : 1371 / 1555 kg/m³
 Volumieke massa droog, begin / eind proef : 744 / 812 kg/m³
 Volumieke massa vaste delen grond : 2409 kg/m³



Wiertsema & Partners

2008-11-17

Project: langs de Ammerse kade te Groot-Ammers

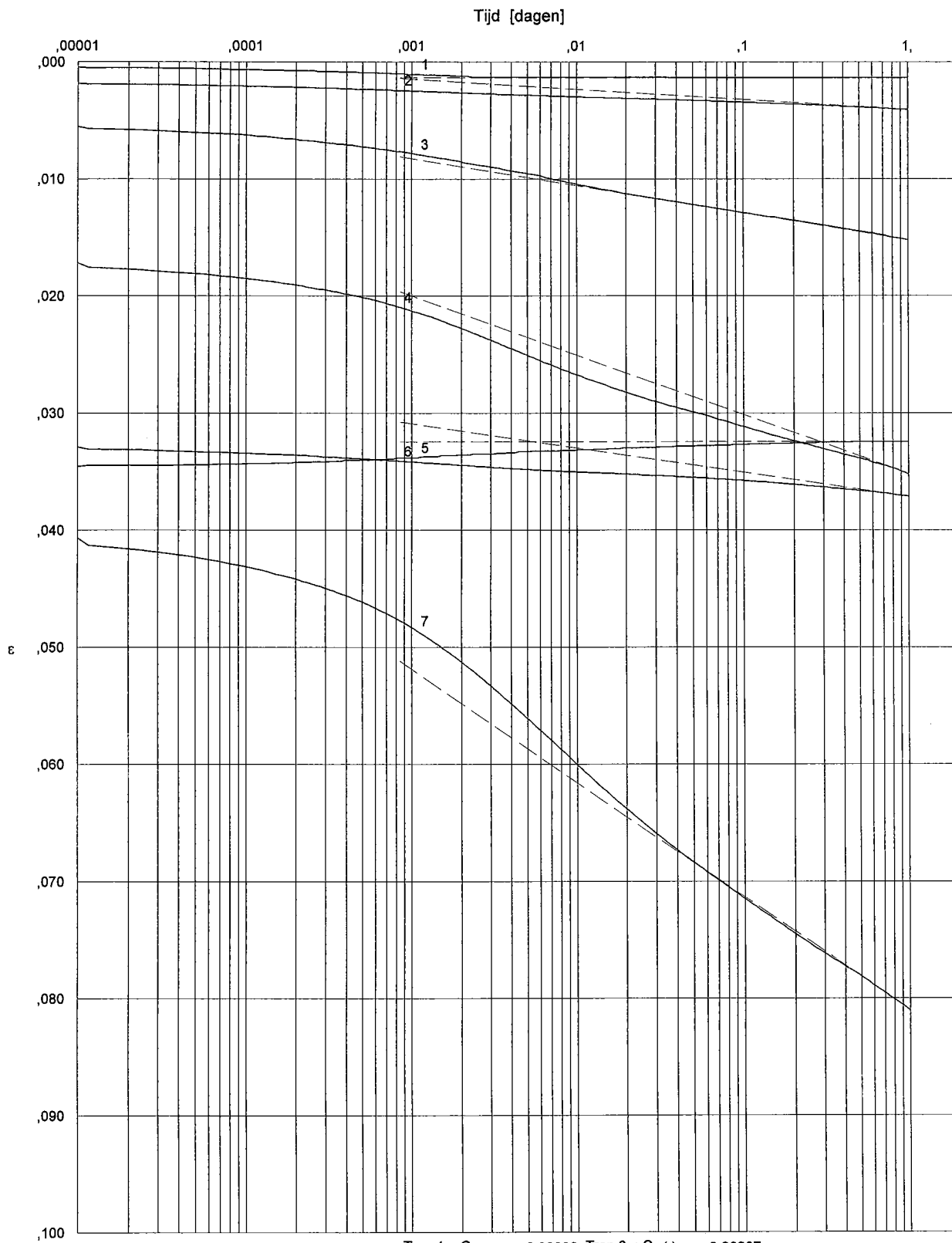
Primaire samendrukkingsindex en grensspanning (NEN 5118)

Pr.nr. VN-46859

Hfd. GTL./JvdK

GEOTECHNISCH LABORATORIUM

Bijl. Pg. 2 van 5



Trap 1 : C_{α} = 0,00000 Trap 6 : $C_{\alpha(r)}$ = 0,00207
 Trap 2 : C_{α} = 0,00087 Trap 7 : C_{α} = 0,00971
 Trap 3 : C_{α} = 0,00232
 Trap 4 : C_{α} = 0,00506
 Trap 5 : $C_{\alpha(sw)}$ = 0,00000

Boring : B-1
 Busnummer : I
 Monsterdiepte : MV - 1.65 m
 Grondsoort : Klei, zwak humeus, donkergrijs/bruin
 Beproevingperiode : 08-09-29 tot 08-10-07
 Staat monster : ongeroerd
 Preparatiemethode : overgeschoven
 Beproevingomgeving : nat
 Temperatuur : 22°C
 Proefstukdiameter : 65,03 mm
 Bijzonderheden : geen

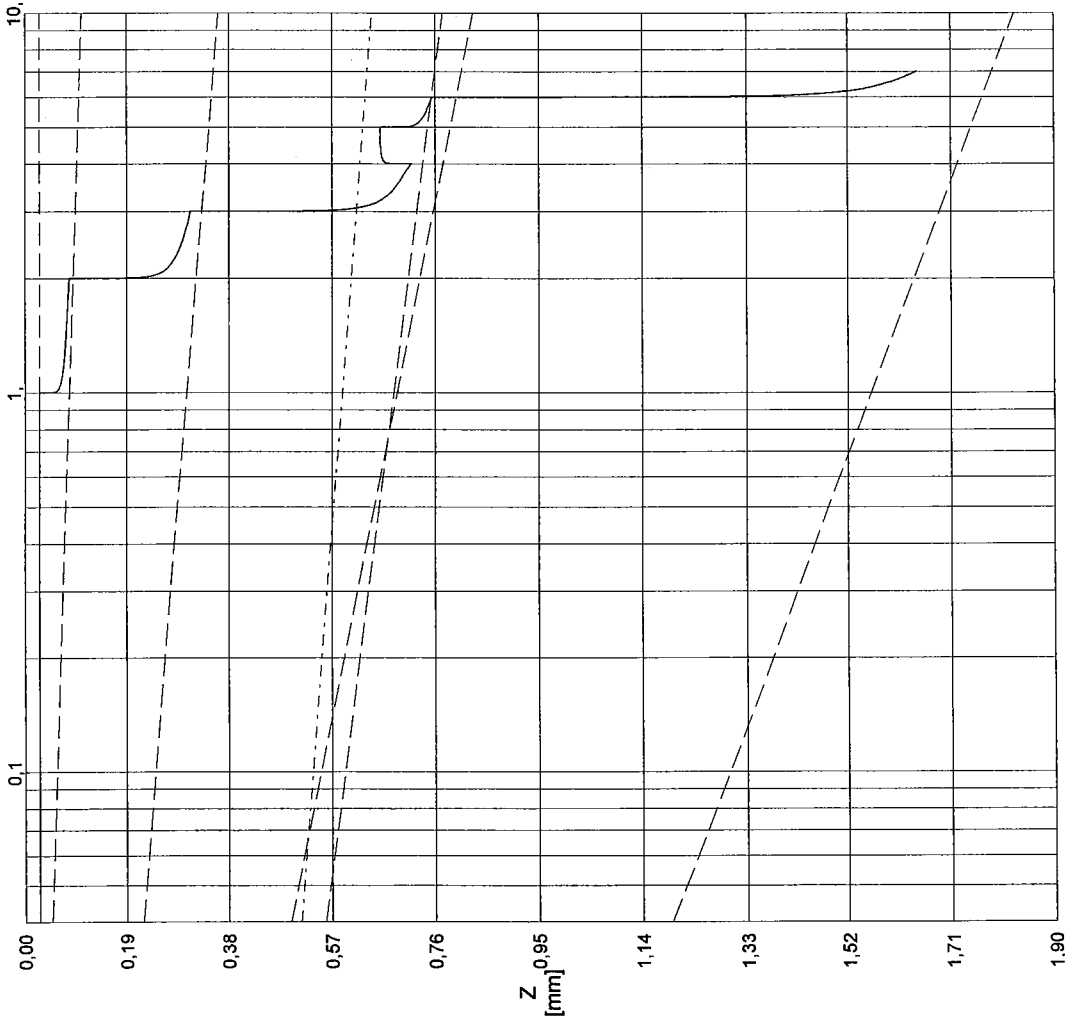
Verzadigingsgraad begin / eind proef : 91 / 111 %
 Vochtgehalte begin / eind proef : 84 / 89 % m/m
 Volumieke massa nat, begin / eind proef : 1371 / 1555 kg/m³
 Volumieke massa droog, begin / eind proef : 744 / 812 kg/m³
 Volumieke massa vaste delen grond : 2409 kg/m³



Wiertsema & Partners

2008-11-17	Project: langs de Ammerse kade te Groot-Ammers	Pr.nr. VN-46859
	Secundaire samendrukkingsindex (NEN 5118)	
Hfd. GTL./JvdK	GEOTECHNISCH LABORATORIUM	Bijl. Pg. 3 van 5

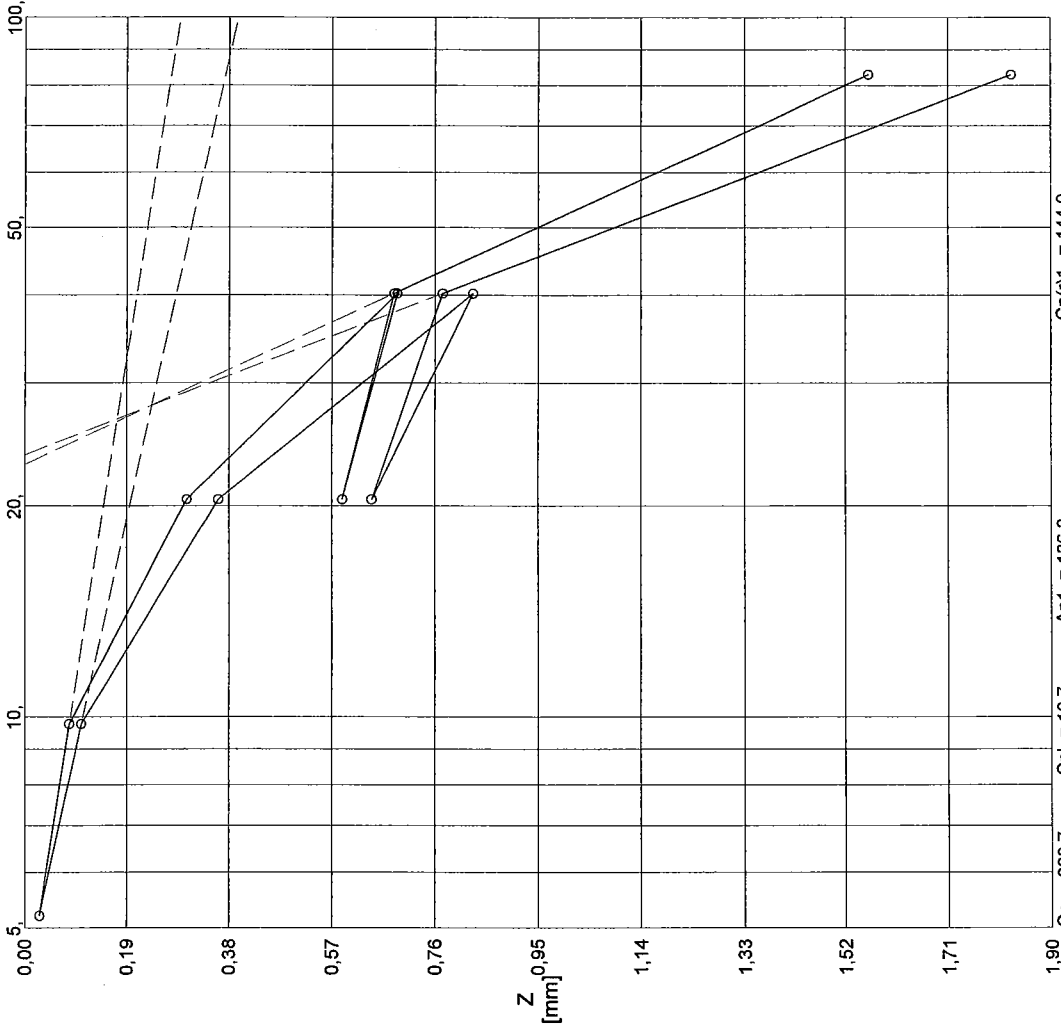
Tijd [dagen]



Boring : B-1
 Busnummer : I
 Monsterdiepte : MV - 1.65 m
 Staat monster : ongeroerd
 Beproevingperiode : 08-09-29 tot 08-10-07
 Bijzonderheden : geen

Preparatiemethode : overgeschoven
 Beproevingsongeving : nat
 Temperatuur : 22°C
 Proefstukdiameter : 65,03 mm
 Grondsoort : Klei, zwak humeus, donkergrijs/bruin

Belasting [kPa]



$C_p = 228,7$ $C_p' = 16,7$ $A_{p1} = 136,3$ $C_p(\sigma) = 144,9$
 $C_s = 664,2$ $C_s' = 84,2$ $A_{s1} = 160,3$ $C_s(\sigma) = 388,9$
 $C = 87,2$ $C' = 9,32$ $A_1 = 31,0$ $C(\sigma) = 58,2$
 $P_g = 27,11$ kPa
 Verzadigingsgraad begin / eind proef : 91 / 111 %
 Vochtgehalte begin / eind proef : 84 / 89 %
 Volumieke massa nat, begin / eind proef : 1371 / 1555 kg/m³
 Volumieke massa droog, begin / eind proef : 744 / 812 kg/m³
 Volumieke massa vaste delen grond : 2409 kg/m³

2008-11-17

Project: langs de Ammerse kade te Groot-Ammers

Samendrukkingsconstanten vlg. Koppejan; Bus: I; Boring: B-1

Hfd. GTL./JvdK

GEOTECHNISCH LABORATORIUM

Bijl. Pg. 4 van 5



Wiertsema & Partners

Opdrachtnummer : VN-46859
 Boring : B-1
 Bus : I
 Diepte monster : MV - 1.65 m
 Grondsoort : Klei, zwak humeus, donker grijs/bruin
 Diameter monster: 65,03 mm ; Initiële hoogte: 20,32 mm

Trap 3 Cv:10 [m²/s] k10 [m/s] Mv [1/MPa]
 3 2,76E-07 9,58E-10 3,54E-01 wortel(tijd) methode

e0 = 2,238
 Trap 1: e = 2,234
 Trap 2: e = 2,225
 Trap 3: e = 2,189
 Trap 4: e = 2,124
 Trap 5: e = 2,133
 Trap 6: e = 2,118
 Trap 7: e = 1,975

	Angelsaksische/NEN methode	a, b, c-isotachenmodel
	via poriëngetal	via lineaire rek
Trap 1-2:		a = 0,00438
Trap 2-3:		a = 0,01523
Trap 3-4: Cc	= 0,22041	CR = 0,06807
Trap 4-5: Cc(sw)	= 0,03087	SR = 0,00953
Trap 5-6: Cc(r)	= 0,05145	RR = 0,01589
Trap 6-7: Cc	= 0,45339	CR = 0,14003
		b = 0,03033
		a = 0,00715
		b = 0,06464

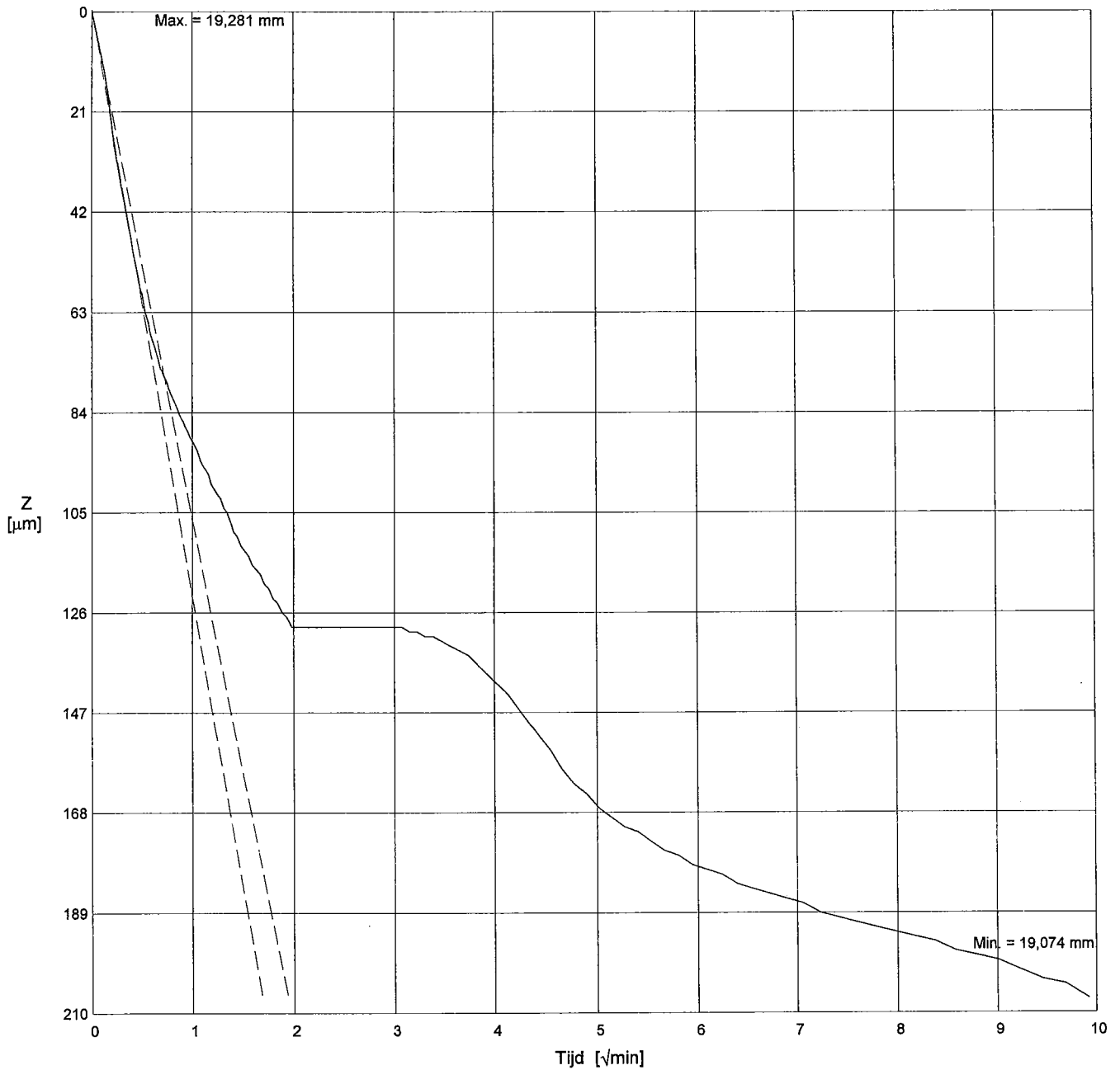
Cc (NEN 5118): 0,45339 Index-Pg: 25,436 kPa

Trap 1: C-alpha	= 0,00000	c = 0,00000
Trap 2: C-alpha	= 0,00087	c = 0,00038
Trap 3: C-alpha	= 0,00232	c = 0,00099
Trap 4: C-alpha	= 0,00506	c = 0,00212
Trap 5: C-alpha (sw)	= 0,00000	c = 0,00000
Trap 6: C-alpha (r)	= 0,00207	c = 0,00087
Trap 7: C-alpha	= 0,00971	c = 0,00388

Procentuele zakking dH/H [%]				
dP [kPa]	10-dagen	100-dagen	1000-dagen	10000-dagen
5,203	0,133	0,133	0,133	0,133
9,772	0,520	0,632	0,744	0,856
20,432	1,773	2,059	2,344	2,630
40,230	4,084	4,774	5,464	6,154
20,432	3,164	3,432	3,699	3,966
40,230	3,806	4,247	4,688	5,130
82,870	8,988	10,287	11,586	12,885

Trap 2 - 3	Cp = 228,7	Cs = 564,2	C = 87,2	Pg = 27,11 kPa
Trap 3 - 4	Cp' = 68,4	Cs' = 414,8	C' = 41,22	
Trap 6 - 7	Cp' = 35,5	Cs' = 178,9	C' = 19,79	
	Cp' = 16,7	Cs' = 84,2	C' = 9,32	
Trap 4 - 5	Ap = 136,3	As = 160,3	A = 31,0	
Trap 5 - 6	Cp(r) = 144,9	Cs(r) = 388,9	C(r) = 58,2	





Trap 3
Belasting van 9,77 kPa naar 20,44 kPa

$C_{v,10} = 1,852E-06$ [m²/s]
 $m_v = 4,185E-01$ [1/MPa]
 $k_{10} = 7,600E-09$ [m/s]

Boring : B-1
 Busnummer : II
 Monsterdiepte : MV - 2.90 m
 Grondsoort : Veen, planten-, houtresten, bruin
 Beproeversperiode : 08-09-29 tot 08-10-07
 Staat monster : ongeroerd
 Preparatiemethode : overgeschoven
 Beproeversomgeving : nat
 Temperatuur : 22°C
 Proefstukdiameter : 65,05 mm
 Bijzonderheden : geen

Verzadigingsgraad begin / eind proef : 85 / 86 %
 Vochtgehalte begin / eind proef : 472 / 387 % m/m
 Volumieke massa nat, begin / eind proef : 921 / 941 kg/m³
 Volumieke massa droog, begin / eind proef : 161 / 193 kg/m³
 Volumieke massa vaste delen grond : 1522 kg/m³



**Wiertsema
& Partners**

2008-11-17

Project: langs de Ammerse kade te Groot-Ammers

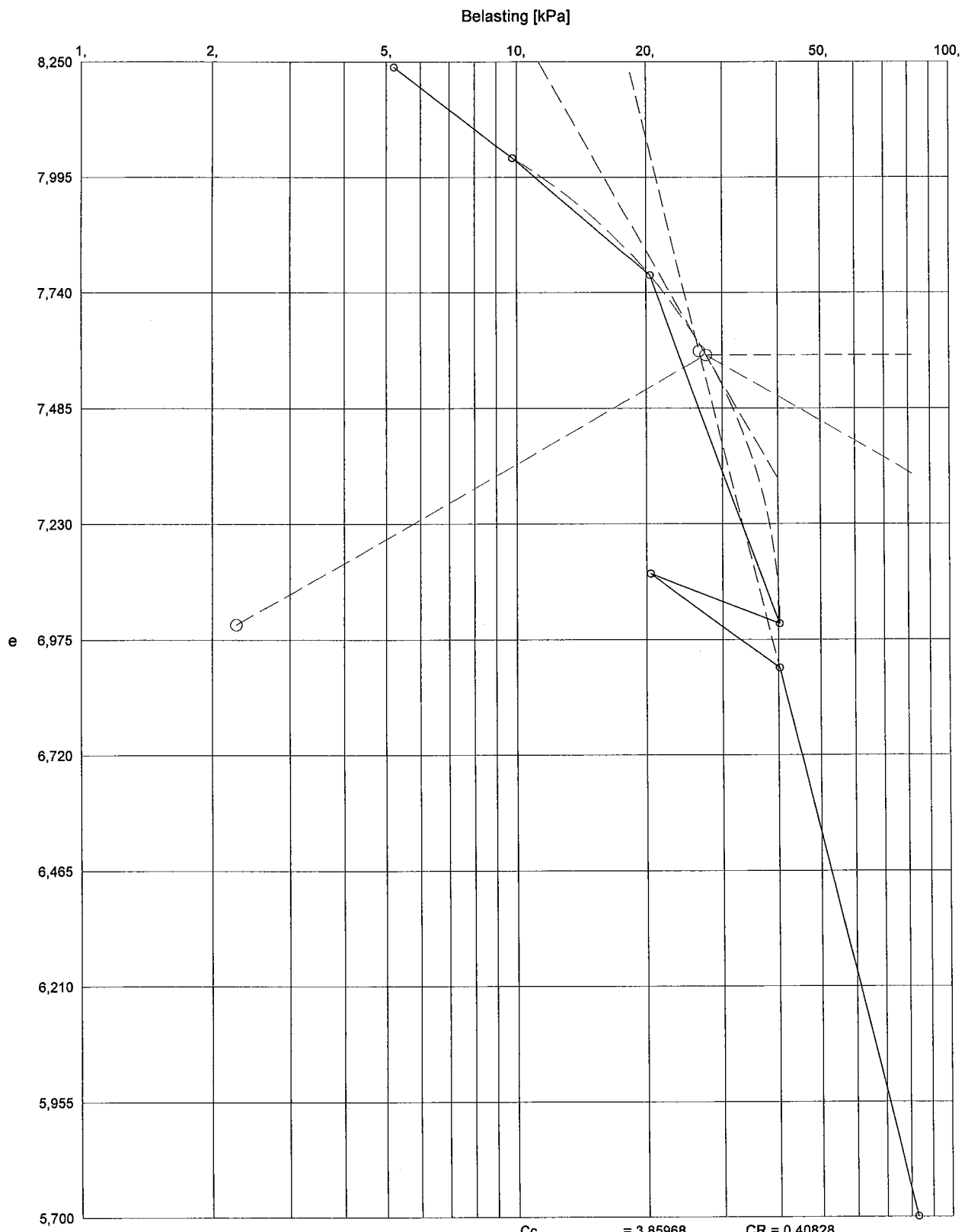
Consolidatie (NEN 5118), \sqrt{t} - methode; Bus: II; Boring: B-1

Pr.nr. VN-46859

Hfd. GTL./JvdK

GEOTECHNISCH LABORATORIUM

Bijl. Pg. 1 van 5



$C_c = 3,85968$ $CR = 0,40828$
 $P_g = 26,56 \text{ kPa}$
 $C_c(sw)1 = 0,37262$ $SR = 0,03942$
 $C_c(r)1 = 0,70577$ $RR = 0,07466$

Boring : B-1
 Busnummer : II
 Monsterdiepte : MV - 2.90 m
 Grondsoort : Veen, planten-, houtresten, bruin
 Beproeversperiode : 08-09-29 tot 08-10-07
 Staat monster : ongeroerd
 Preparatiemethode : overgeschoven
 Beproeversomgeving : nat
 Temperatuur : 22°C
 Proefstukdiameter : 65,05 mm
 Bijzonderheden : geen

Verzadigingsgraad begin / eind proef : 85 / 86 %
 Vochtgehalte begin / eind proef : 472 / 387 % m/m
 Volumieke massa nat, begin / eind proef : 921 / 941 kg/m³
 Volumieke massa droog, begin / eind proef : 161 / 193 kg/m³
 Volumieke massa vaste delen grond : 1522 kg/m³



Wiertsema & Partners

2008-11-17

Project: langs de Ammerse kade te Groot-Ammers

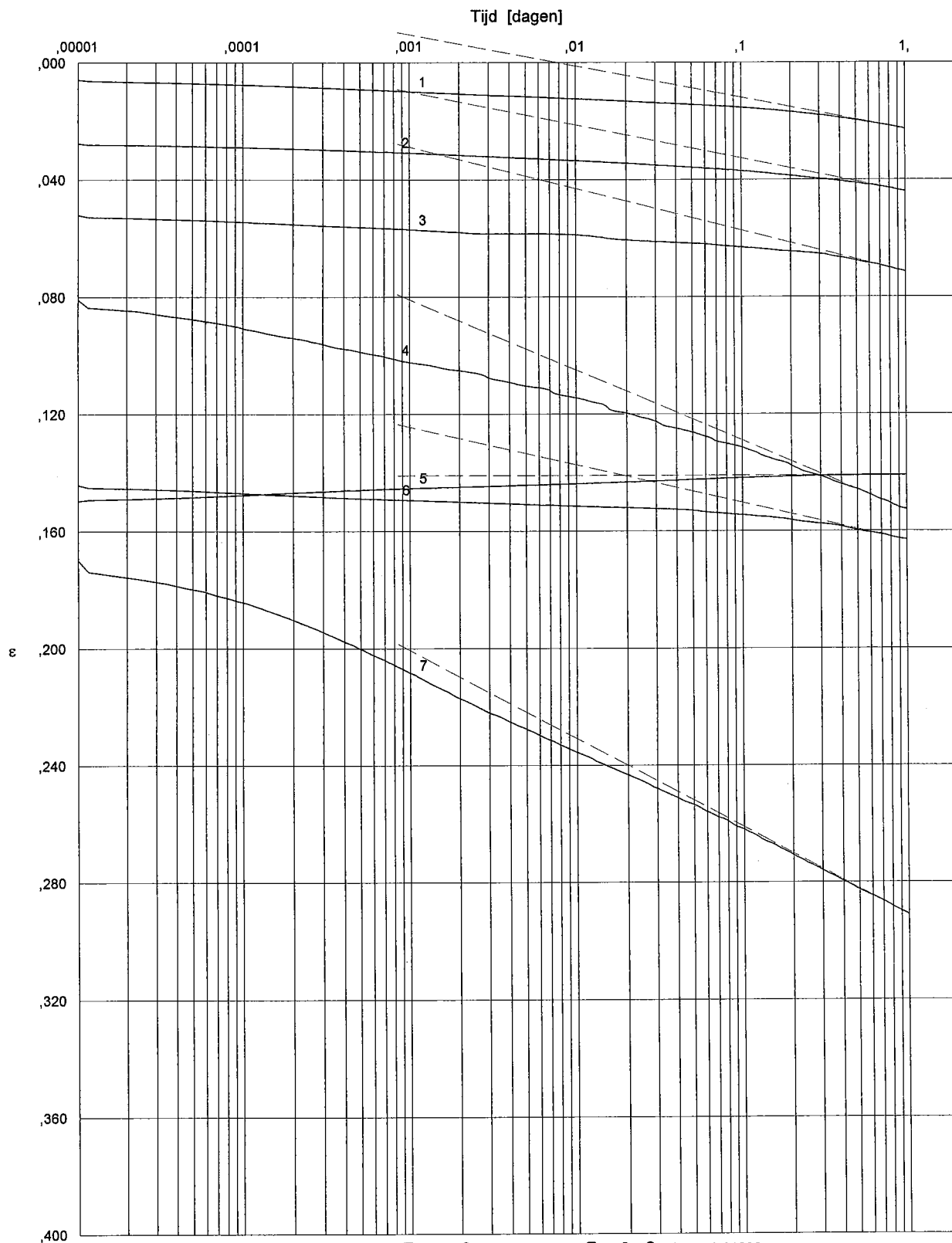
Primaire samendrukkingsindex en grensspanning (NEN 5118)

Pr.nr. VN-46859

Hfd. GTL./JvdK

GEOTECHNISCH LABORATORIUM

Bijl. Pg. 2 van 5



Trap 1 : C_{α} = 0,01074 Trap 6 : $C_{\alpha}(r)$ = 0,01293
 Trap 2 : C_{α} = 0,01134 Trap 7 : C_{α} = 0,03016
 Trap 3 : C_{α} = 0,01423
 Trap 4 : C_{α} = 0,02406
 Trap 5 : $C_{\alpha}(sw)$ = 0,00000

Boring : B-1
 Busnummer : II
 Monsterdiepte : MV - 2.90 m
 Grondsoort : Veen, planten-, houtresten, bruin
 Beproeversperiode : 08-09-29 tot 08-10-07
 Staat monster : ongeroerd
 Preparatiemethode : overgeschoven
 Beproeversomgeving : nat
 Temperatuur : 22°C
 Proefstukdiameter : 65,05 mm
 Bijzonderheden : geen

Verzadigingsgraad begin / eind proef : 85 / 86 %
 Vochtgehalte begin / eind proef : 472 / 387 % m/m
 Volumieke massa nat, begin / eind proef : 921 / 941 kg/m³
 Volumieke massa droog, begin / eind proef : 161 / 193 kg/m³
 Volumieke massa vaste delen grond : 1522 kg/m³



**Wiertsema
& Partners**

2008-11-17

Project: langs de Ammerse kade te Groot-Ammers

Secundaire samendrukkingsindex (NEN 5118)

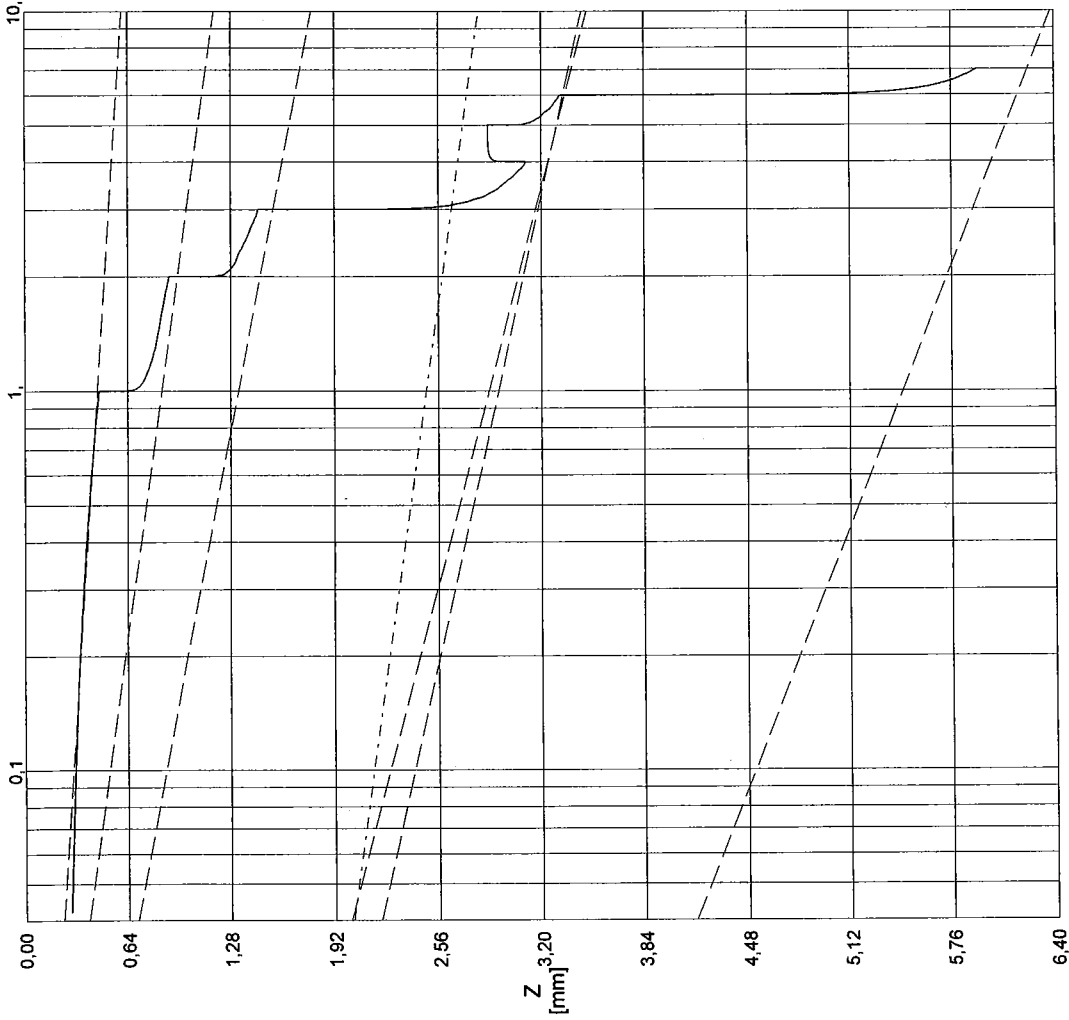
Pr.nr. VN-46859

Hfd. GTL./JvdK

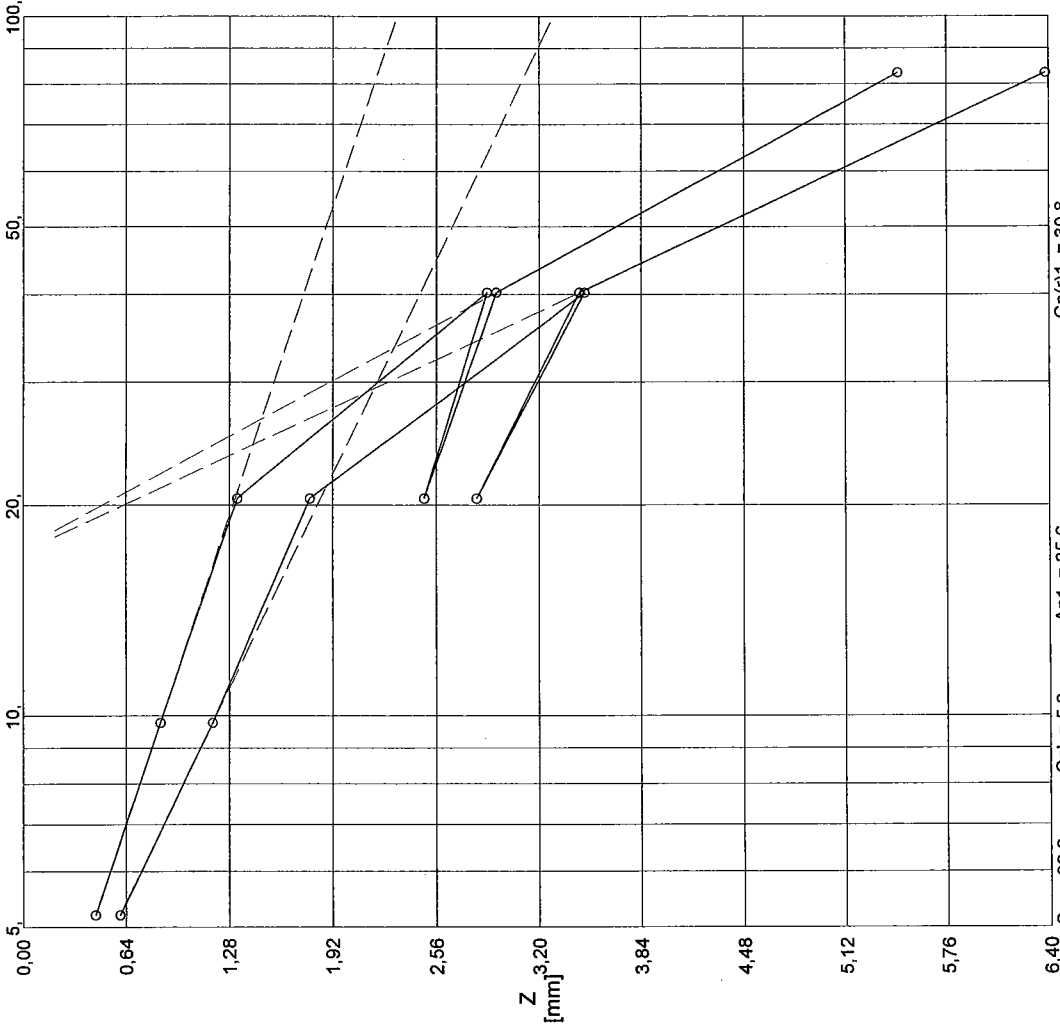
GEOTECHNISCH LABORATORIUM

Bijl. Pg. 3 van 5

Tijd [dagen]



Belasting [kPa]



Boring : B-1
 Busnummer : II
 Monsterdiepte : MV - 2.90 m
 Staat monster : ongeroerd
 Beproevingsperiode : 08-09-29 tot 08-10-07
 Bijzonderheden : geen

Preparatiemethode : overgeschoven
 Beproevingsomgeving : nat
 Temperatuur : 22°C
 Proefstukdiameter : 65.05 mm
 Grondsoort : Veen, planten-, houtresten, bruin

$C_p = 32.2$ $C_p' = 5.8$ $A_{p1} = 35.6$ $C_p(\sigma) = 30.8$
 $C_s = 73.4$ $C_s' = 36.2$ $A_{s1} = 48.1$ $C_s(\sigma) = 70.4$
 $C = 11.7$ $C' = 3.55$ $A_1 = 9.0$ $C(\sigma) = 11.2$
 $P_g = 27.96$ kPa

Verzadigingsgraad begin / eind proef : 85 / 86 %
 Vochtgehalte begin / eind proef : 472 / 387 % m/m
 Volumieke massa nat, begin / eind proef : 921 / 941 kg/m³
 Volumieke massa droog, begin / eind proef : 161 / 193 kg/m³
 Volumieke massa vaste delen grond : 1522 kg/m³

2008-11-17

Project: langs de Ammerse kade te Groot-Ammers

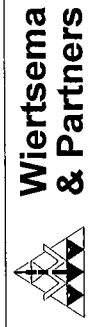
Samendrukkingsconstanten vlg. Koppejan; Bus: II; Boring: B-1

Pr.nr. VN-46859

Hfd. GTL./JvdK

GEOTECHNISCH LABORATORIUM

Bijl. Pg. 4 van 5



Wiertsema & Partners

Opdrachtnummer : VN-46859
 Boring : B-1
 Bus : II
 Diepte monster : MV - 2.90 m
 Grondsoort : Veen, planten-, houtresten, bruin
 Diameter monster: 65,05 mm ; Initiële hoogte: 20,34 mm

Trap Cv:10 [m²/s] k10 [m/s] Mv [1/MPa]
 3 1,85E-06 7,60E-09 4,18E-01 wortel(tijd) methode

e0 = 8,453
 Trap 1: e = 8,239
 Trap 2: e = 8,037
 Trap 3: e = 7,779
 Trap 4: e = 7,011
 Trap 5: e = 7,120
 Trap 6: e = 6,913
 Trap 7: e = 5,701

	Angelsaksische/NEN methode	a, b, c-isotachenmodel
	via poriëngetal	via lineaire rek
Trap 1-2:		a = 0,03488
Trap 2-3:		a = 0,03937
Trap 3-4: Cc = 2,60836	CR = 0,27592	b = 0,13504
Trap 4-5: Cc(sw) = 0,37262	SR = 0,03942	
Trap 5-6: Cc(r) = 0,70577	RR = 0,07466	a = 0,03824
Trap 6-7: Cc = 3,85968	CR = 0,40828	b = 0,22993

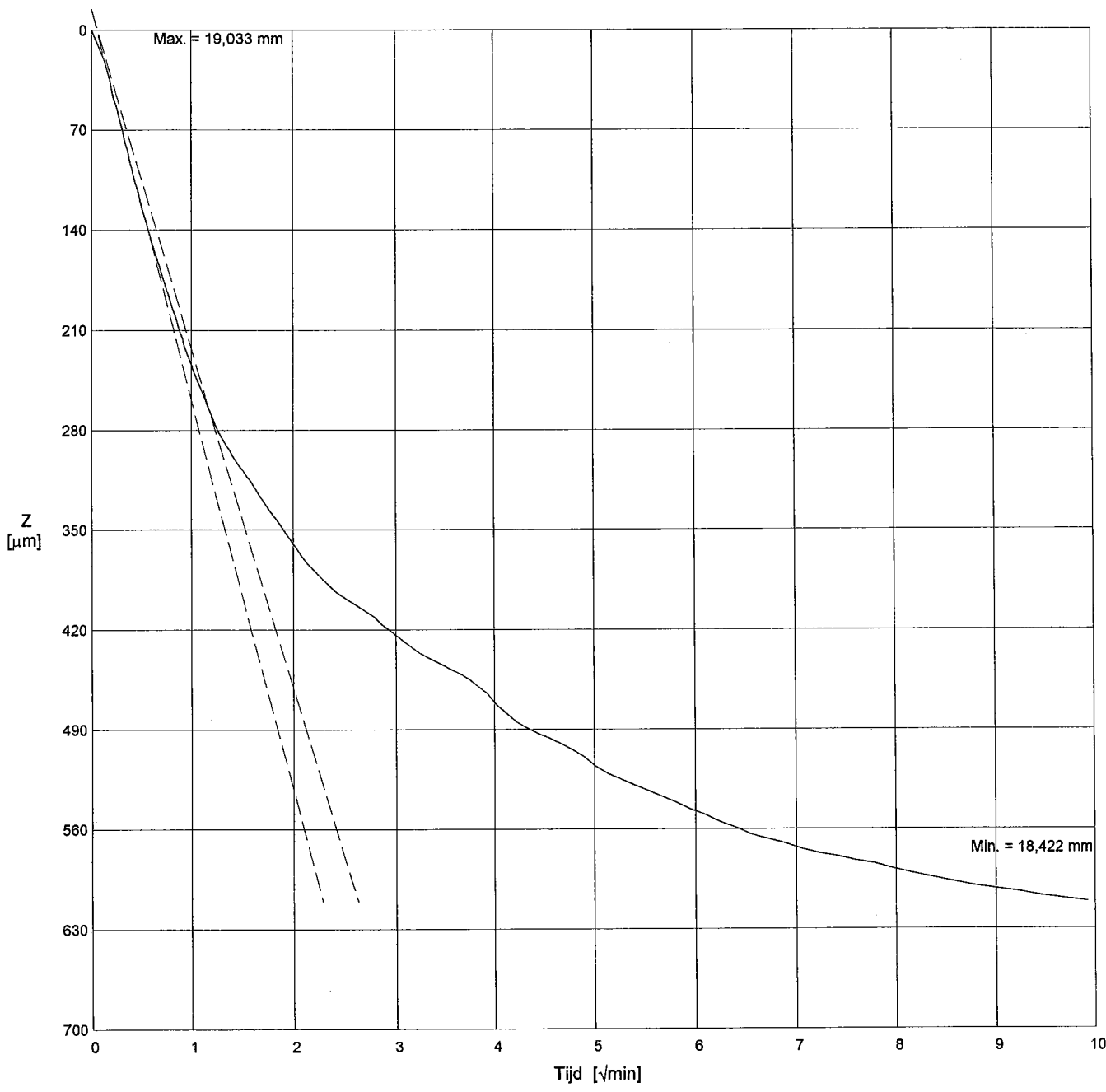
Cc (NEN 5118): 3,85968 Index-Pg: 26,563 kPa

Trap 1: C-alpha = 0,01074	c = 0,00456
Trap 2: C-alpha = 0,01134	c = 0,00471
Trap 3: C-alpha = 0,01423	c = 0,00574
Trap 4: C-alpha = 0,02406	c = 0,00885
Trap 5: C-alpha(sw) = 0,00000	c = 0,00000
Trap 6: C-alpha(r) = 0,01293	c = 0,00470
Trap 7: C-alpha = 0,03016	c = 0,00929

Procentuele zakking dH/H [%]				
dP [kPa]	10-dagen	100-dagen	1000-dagen	10000-dagen
5,197	2,958	3,700	4,442	5,184
9,771	5,778	7,381	8,982	10,584
20,443	8,749	10,972	13,195	15,418
40,263	17,135	20,146	23,158	26,169
20,443	13,820	15,422	17,024	18,626
40,263	16,980	19,544	22,109	24,673
82,953	31,368	35,932	40,496	45,059

Trap 2 - 3	Cp = 32,2	Cs = 73,4	C = 11,7	Pg = 27,96 kPa
Trap 3 - 4	Cp' = 31,4	Cs' = 116,4	C' = 15,11	
Trap 6 - 7	Cp' = 8,9	Cs' = 91,7	C' = 6,42	
	Cp' = 5,8	Cs' = 36,2	C' = 3,55	
Trap 4 - 5	Ap = 35,6	As = 48,1	A = 9,0	
Trap 5 - 6	Cp(r) = 30,8	Cs(r) = 70,4	C(r) = 11,2	





Trap 3
Belasting van 12,84 kPa naar 25,02 kPa

$C_{v,10} = 6,658E-07$ [m²/s]
 $m_v = 1,350E+00$ [1/MPa]
 $k_{10} = 8,813E-09$ [m/s]

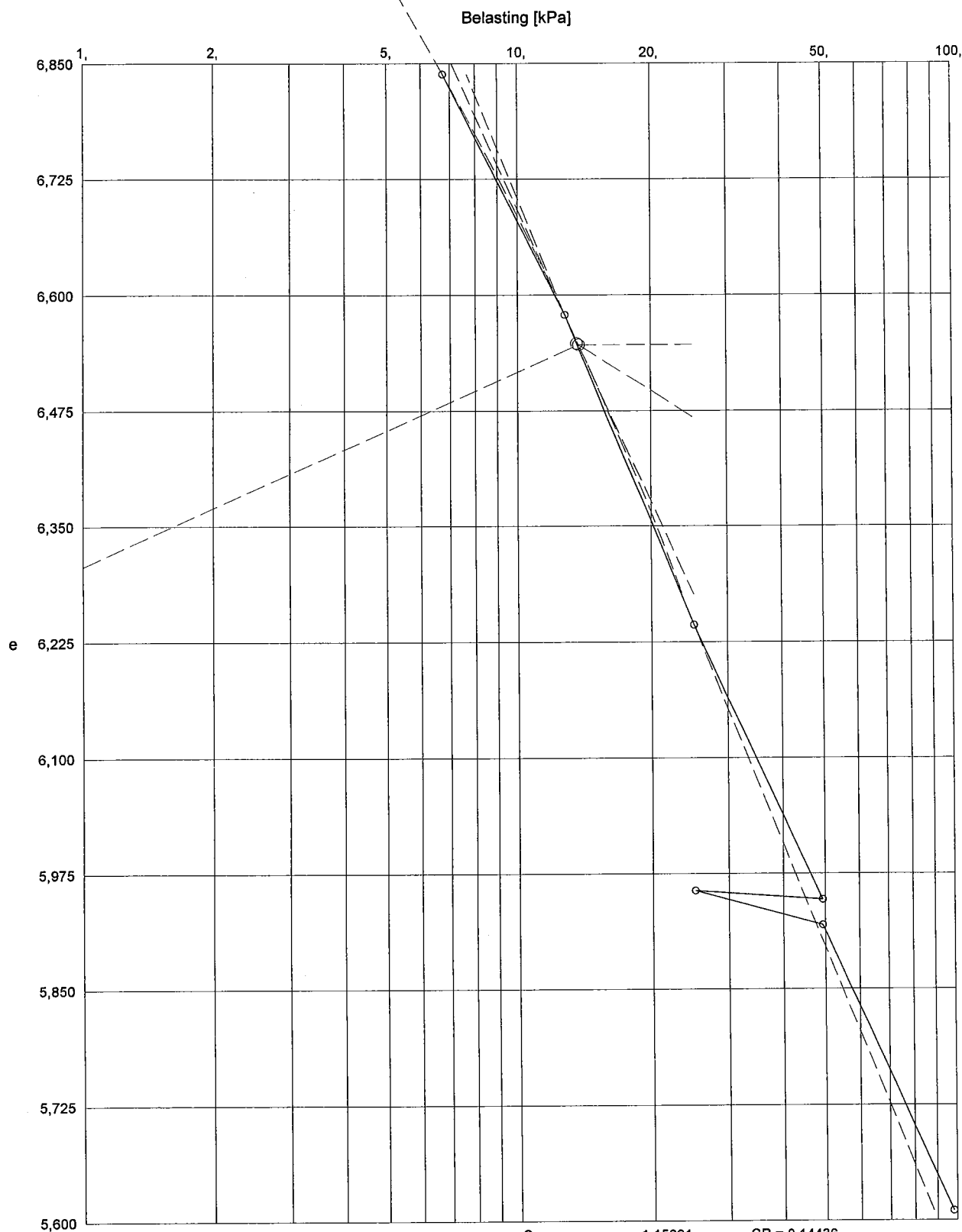
Boring : B-1
 Busnummer : III
 Monsterdiepte : MV - 3.80 m
 Grondsoort : Veen, hout-, plantenresten, bruin
 Beproeversperiode : 08-09-29 tot 08-10-07
 Staat monster : ongeroerd
 Preparatiemethode : overgeschoven
 Beproeversomgeving : nat
 Temperatuur : 22°C
 Proefstukdiameter : 64,94 mm
 Bijzonderheden : geen

Verzadigingsgraad begin / eind proef : 98 / 113 %
 Vochtgehalte begin / eind proef : 410 / 320 % m/m
 Volumieke massa nat, begin / eind proef : 1070 / 1226 kg/m³
 Volumieke massa droog, begin / eind proef : 210 / 291 kg/m³
 Volumieke massa vaste delen grond : 1683 kg/m³



Wiertsema & Partners

2008-11-19	Project: langs de Ammerse kade te Groot-Ammers	
	Consolidatie (NEN 5118), √t - methode; Bus: III; Boring: B-1	Pr.nr. VN-46859
Hfd. GTL./JvdK	GEOTECHNISCH LABORATORIUM	Bijl. Pg. 1 van 5



$C_c = 1,15691$ $CR = 0,14436$
 $P_g = 13,66 \text{ kPa}$
 $C_c(sw)1 = 0,03352$ $SR = 0,00418$
 $C_c(r)1 = 0,12736$ $RR = 0,01589$

Boring : B-1
 Busnummer : III
 Monsterdiepte : MV - 3.80 m
 Grondsoort : Veen, hout-, plantenresten, bruin
 Beproevingperiode : 08-09-29 tot 08-10-07
 Staat monster : ongeroerd
 Preparatiemethode : overgeschoven
 Beproevingomgeving : nat
 Temperatuur : 22°C
 Proefstukdiameter : 64,94 mm
 Bijzonderheden : geen

Verzadigingsgraad begin / eind proef : 98 / 113 %
 Vochtgehalte begin / eind proef : 410 / 320 % m/m
 Volumieke massa nat, begin / eind proef : 1070 / 1226 kg/m³
 Volumieke massa droog, begin / eind proef : 210 / 291 kg/m³
 Volumieke massa vaste delen grond : 1683 kg/m³



Wiertsema & Partners

2008-11-19

Project: langs de Ammerse kade te Groot-Ammers

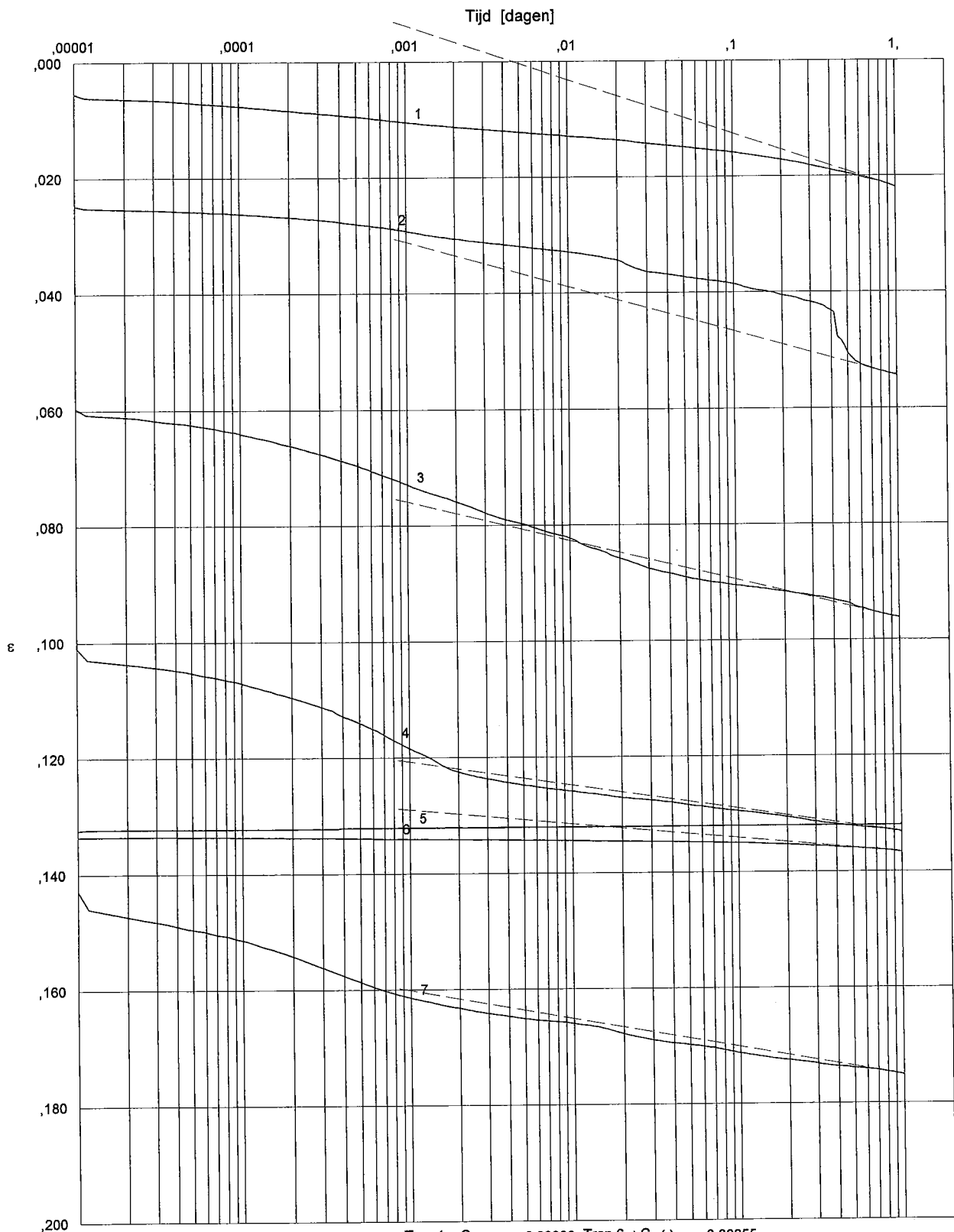
Primaire samendrukkingsindex en grensspanning (NEN 5118)

Pr.nr. VN-46859

Hfd. GTL./JvdK

GEOTECHNISCH LABORATORIUM

Bijl. Pg. 2 van 5



Trap 1 : C_{α} = 0,00939 Trap 6 : $C_{\alpha(r)}$ = 0,00255
 Trap 2 : C_{α} = 0,00774 Trap 7 : C_{α} = 0,00500
 Trap 3 : C_{α} = 0,00680
 Trap 4 : C_{α} = 0,00413
 Trap 5 : $C_{\alpha(sw)}$ = 0,00000

Boring : B-1
 Busnummer : III
 Monsterdiepte : MV - 3.80 m
 Grondsoort : Veen, hout-, plantenresten, bruin
 Beproeversperiode : 08-09-29 tot 08-10-07
 Staat monster : ongeroerd
 Preparatiemethode : overgeschoven
 Beproeversomgeving : nat
 Temperatuur : 22°C
 Proefstukdiameter : 64,94 mm
 Bijzonderheden : geen

Verzadigingsgraad begin / eind proef : 98 / 113 %
 Vochtgehalte begin / eind proef : 410 / 320 % m/m
 Volumieke massa nat, begin / eind proef : 1070 / 1226 kg/m³
 Volumieke massa droog, begin / eind proef : 210 / 291 kg/m³
 Volumieke massa vaste delen grond : 1683 kg/m³



Wiertsema & Partners

2008-11-19

Project: langs de Ammerse kade te Groot-Ammers

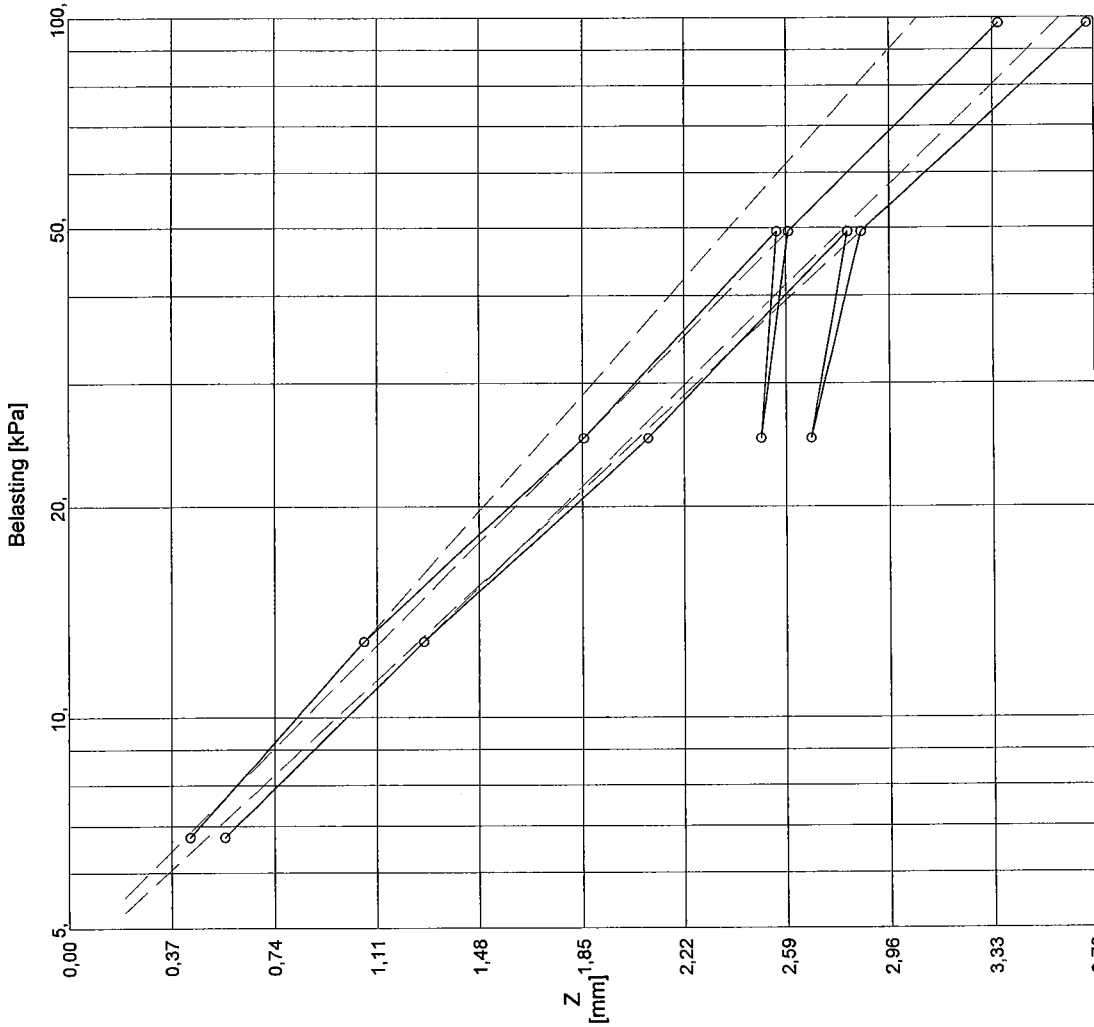
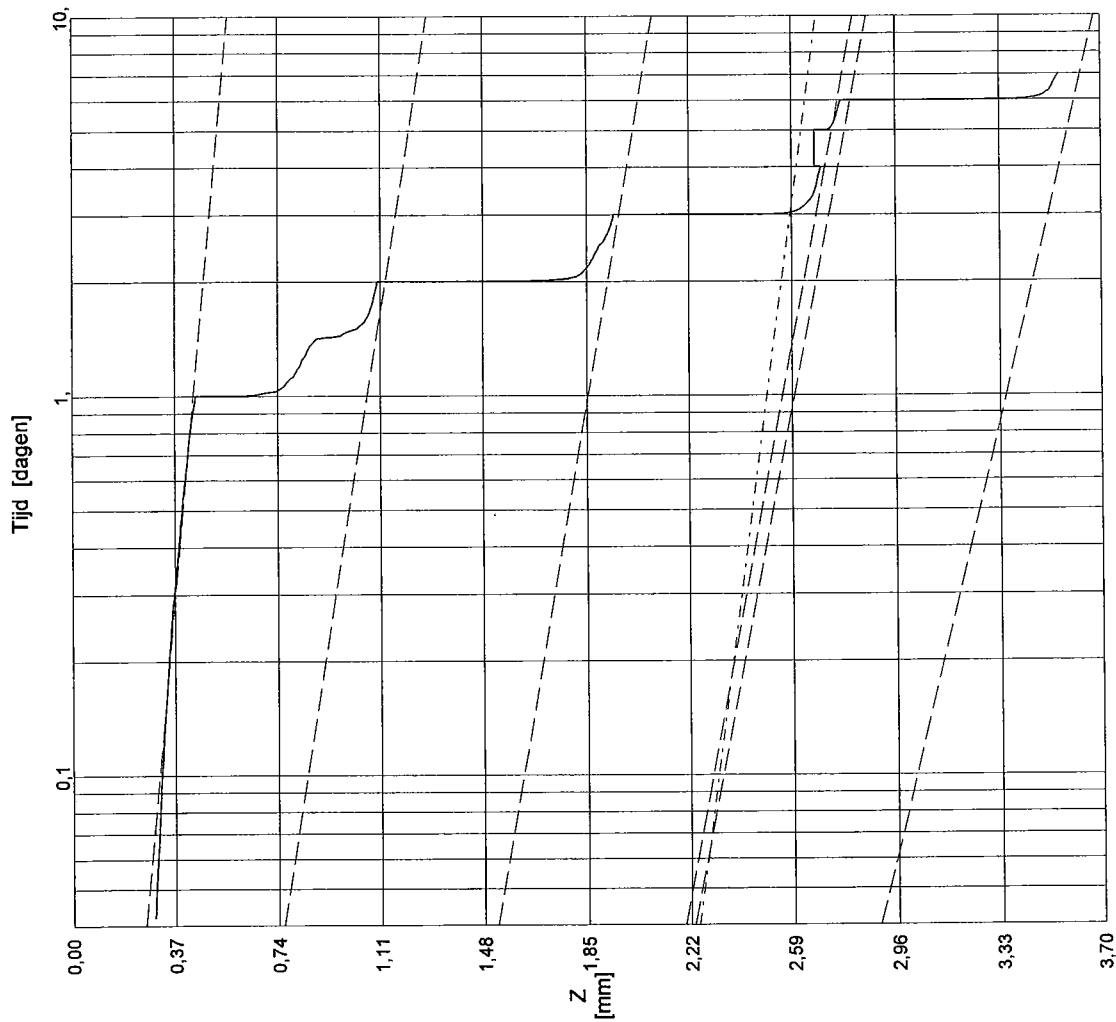
Secundaire samendrukkingsindex (NEN 5118)

Pr.nr. VN-46859

Hfd. GTL./JvdK

GEOTECHNISCH LABORATORIUM

Bijl. Pg. 3 van 5



Cp = 20,8 Cp' = 18,5 Ap1 = 242,3 Cp(f)1 = 138,9
 Cs = 139,6 Cs' = 219,9 As1 = 181,6 Cs(f)1 = 167,7
 C = 13,0 C' = 13,83 A1 = 38,2 C(f)1 = 32,2
 Pg = 12,47 kPa

Verzadigingsgraad begin / eind proef : 98 / 113 %
 Vochtheite begin / eind proef : 410 / 320 m/m
 Volumieke massa nat, begin / eind proef : 1070 / 1226 kg/m³
 Volumieke massa droog, begin / eind proef : 210 / 291 kg/m³
 Volumieke massa vaste delen grond : 1683 kg/m³

Boring : B-1
 Busnummer : III
 Monsterdiepte : MV - 3,80 m
 Staat monster : ongeroerd
 Beproevingperiode : 08-09-29 tot 08-10-07
 Bijzonderheden : geen

Preparatiemethode : overgeschoven
 Beproevingomgeving : nat
 Temperatuur : 22°C
 Proefstukdiameter : 64,94 mm
 Grondsoort : Veen, hout-, plantenresten, bruin

2008-11-19	Project: langs de Ammerse kade te Groot-Ammers
Hfd. GTL./JvdK	Samendrukkingsconstanten vlg. Koppelman; Bus: III; Boring: B-1
	Pr.nr. VN-46859
	Bijl. Pg. 4 van 5



Wiertsema & Partners

Opdrachtnummer : VN-46859
 Boring : B-1
 Bus : III
 Diepte monster : MV - 3.80 m
 Grondsoort : Veen, hout-, plantenresten, bruin
 Diameter monster: 64,94 mm ; Initiële hoogte: 20,24 mm

Trap 3 Cv;10 [m²/s] 6,66E-07 k10 [m/s] 8,81E-09 Mv [1/MPa] 1,35E+00 wortel(tijd) methode

e0 = 7,014
 Trap 1: e = 6,838
 Trap 2: e = 6,579
 Trap 3: e = 6,243
 Trap 4: e = 5,947
 Trap 5: e = 5,957
 Trap 6: e = 5,919
 Trap 7: e = 5,610

Angelsaksische/NEN methode		a, b, c-isotachenmodel	
via poriëngetal		via lineaire rek	
Trap 1-2:			a = 0,05235
Trap 2-3: Cc	= 1,15691	CR = 0,14436	b = 0,06781
Trap 3-4: Cc	= 1,00417	CR = 0,12530	b = 0,06148
Trap 4-5: Cc(sw)	= 0,03352	SR = 0,00418	
Trap 5-6: Cc(r)	= 0,12736	RR = 0,01589	a = 0,00797
Trap 6-7: Cc	= 1,03586	CR = 0,12925	b = 0,06651

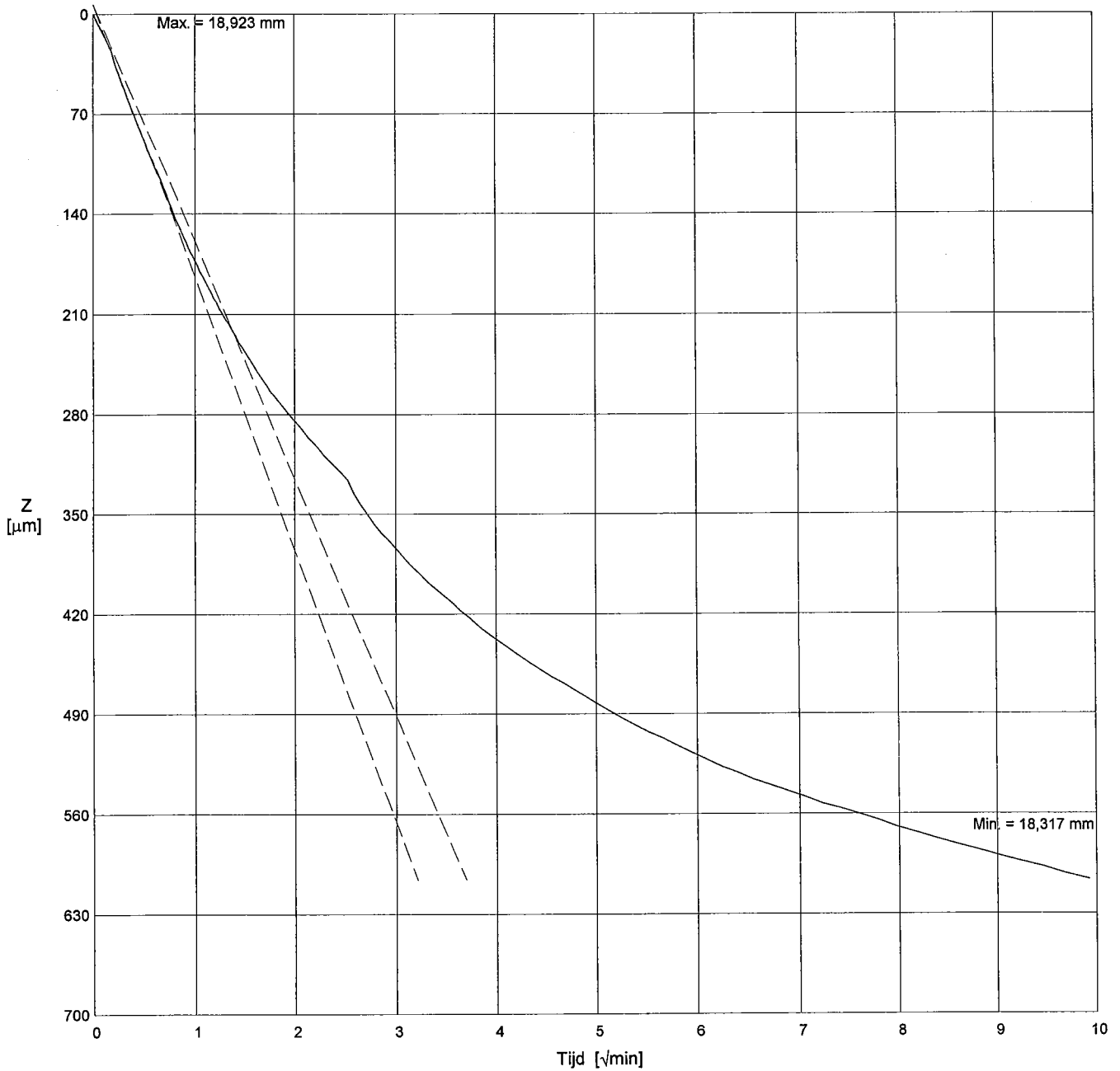
Cc (NEN 5118): 1,15691 Index-Pg: 13,656 kPa

Trap 1: C-alpha	= 0,00939	c = 0,00399
Trap 2: C-alpha	= 0,00774	c = 0,00318
Trap 3: C-alpha	= 0,00680	c = 0,00267
Trap 4: C-alpha	= 0,00413	c = 0,00155
Trap 5: C-alpha(sw)	= 0,00000	c = 0,00000
Trap 6: C-alpha(r)	= 0,00255	c = 0,00096
Trap 7: C-alpha	= 0,00500	c = 0,00179

Procentuele zakking dH/H [%]				
dP [kPa]	10-dagen	100-dagen	1000-dagen	10000-dagen
6,744	2,766	3,378	3,991	4,603
12,837	6,323	7,396	8,470	9,543
25,024	10,321	11,482	12,642	13,803
49,397	13,891	15,152	16,412	17,672
25,024	13,236	14,123	15,008	15,894
49,397	14,131	15,423	16,715	18,006
98,143	18,160	19,763	21,367	22,970

Trap 2 - 3	Cp = 20,8	Cs = 139,6	C = 13,0	Pg = 12,47 kPa
Trap 3 - 4	Cp' = 17,1	Cs' = 785,1	C' = 15,70	
Trap 6 - 7	Cp' = 19,6	Cs' = 687,9	C' = 17,59	
	Cp' = 18,5	Cs' = 219,9	C' = 13,83	
Trap 4 - 5	Ap = 242,3	As = 181,6	A = 38,2	
Trap 5 - 6	Cp(r) = 138,9	Cs(r) = 167,7	C(r) = 32,2	





Trap 3
Belasting van 12,69 kPa naar 24,73 kPa

$C_{v,10} = 4,721E-07$ [m²/s]
 $m_v = 1,130E+00$ [1/MPa]
 $k_{10} = 5,231E-09$ [m/s]

Boring : B-1
Busnummer : III
Monsterdiepte : MV - 3.95 m
Grondsoort : Veen, planten-, houtresten, bruin
Beproeversperiode : 08-09-29 tot 08-10-07
Staat monster : ongeroerd
Preparatiemethode : overgeschoven
Beproeversomgeving : nat
Temperatuur : 22°C
Proefstukdiameter : 65,01 mm
Bijzonderheden : geen

Verzadigingsgraad begin / eind proef : 93 / 118 %
Vochtgehalte begin / eind proef : 390 / 268 % m/m
Volumieke massa nat, begin / eind proef : 1019 / 1280 kg/m³
Volumieke massa droog, begin / eind proef : 208 / 348 kg/m³
Volumieke massa vaste delen grond : 1654 kg/m³



**Wiertsema
& Partners**

2008-11-19

Project: langs de Ammerse kade te Groot-Ammers

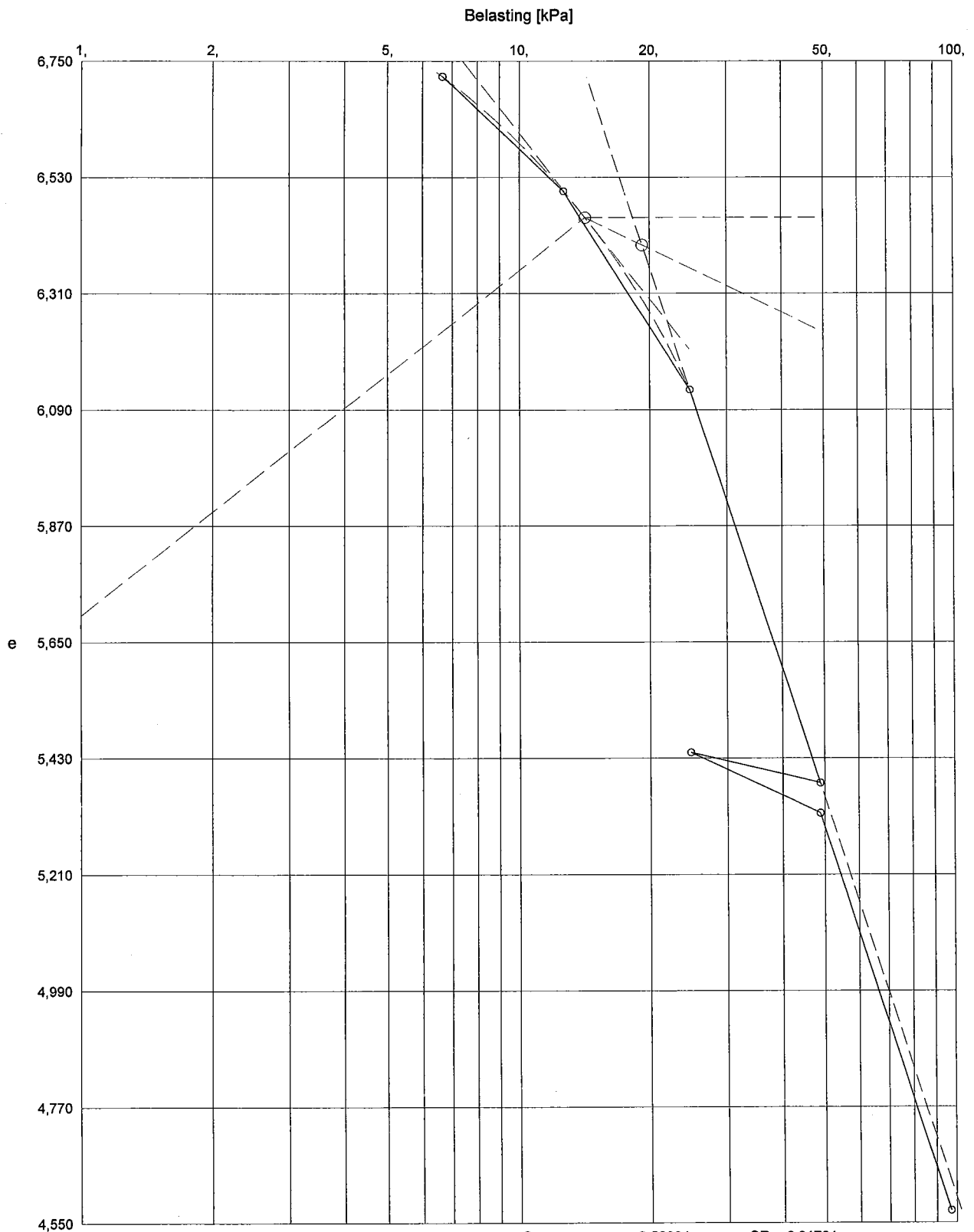
Consolidatie (NEN 5118), \sqrt{t} - methode; Bus: III; Boring: B-1

Pr.nr. VN-46859

Hfd. GTL./JvdK

GEOTECHNISCH LABORATORIUM

Bijl. Pg. 1 van 5



C_c = 2,52084 CR = 0,31701
 P_g = 19,26 kPa
 $C_c(sw)1$ = 0,19494 SR = 0,02451
 $C_c(r)1$ = 0,38854 RR = 0,04886

Boring : B-1
 Busnummer : III
 Monstertdiepte : MV - 3.95 m
 Grondsoort : Veen, planten-, houtresten, bruin
 Beproeversperiode : 08-09-29 tot 08-10-07
 Staat monster : ongeroerd
 Preparatiemethode : overgeschoven
 Beproeversomgeving : nat
 Temperatuur : 22°C
 Proefstukdiameter : 65,01 mm
 Bijzonderheden : geen

Verzadigingsgraad begin / eind proef : 93 / 118 %
 Vochtgehalte begin / eind proef : 390 / 268 % m/m
 Volumieke massa nat, begin / eind proef : 1019 / 1280 kg/m³
 Volumieke massa droog, begin / eind proef : 208 / 348 kg/m³
 Volumieke massa vaste delen grond : 1654 kg/m³



Wiertsema & Partners

2008-11-19

Project: langs de Ammerse kade te Groot-Ammers

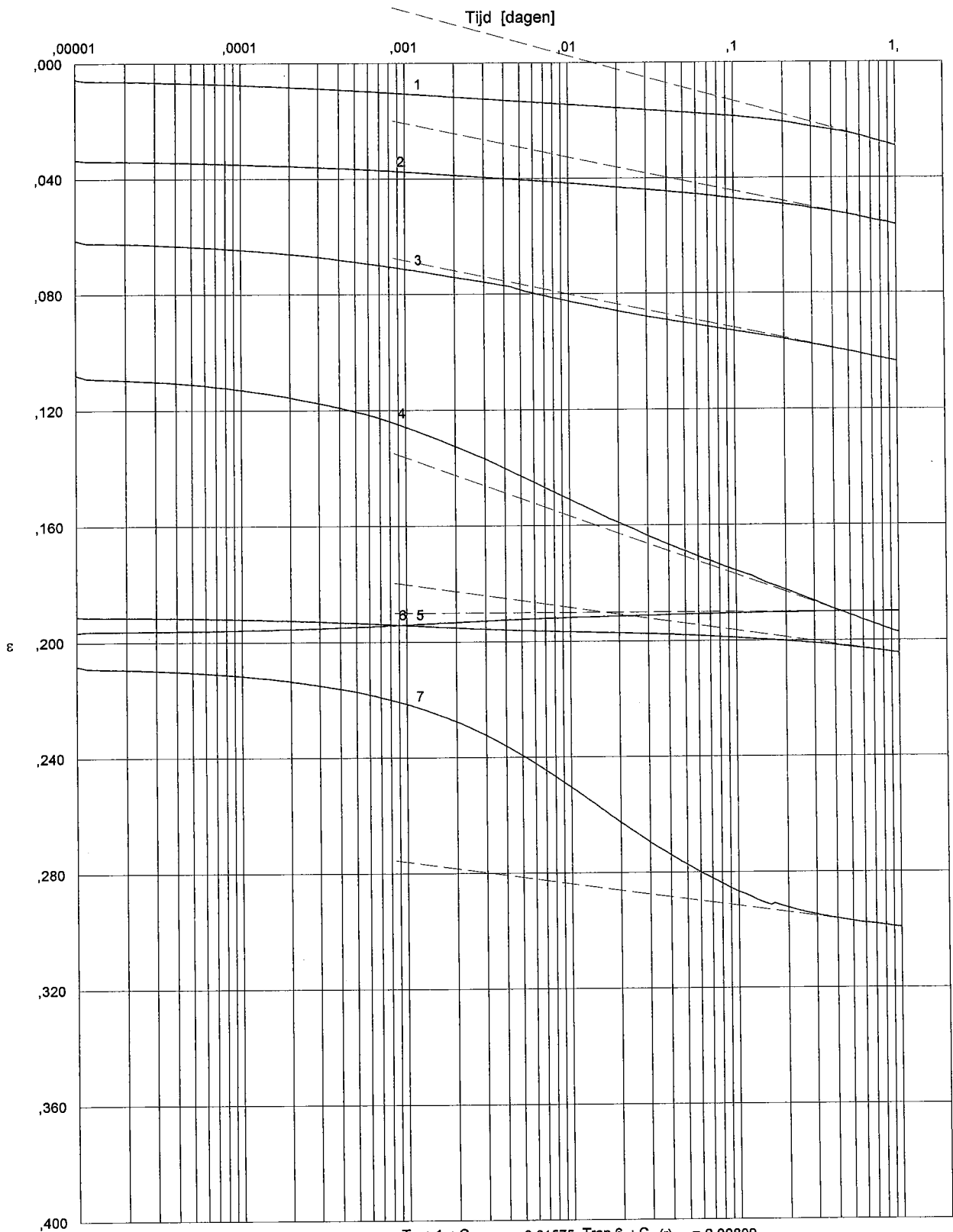
Primaire samendrukkingsindex en grensspanning (NEN 5118)

Pr.nr. VN-46859

Hfd. GTL./JvdK

GEOTECHNISCH LABORATORIUM

Bijl. Pg. 2 van 5



Trap 1 : C_α = 0,01575 Trap 6 : $C_{\alpha(t)}$ = 0,00809
 Trap 2 : C_α = 0,01182 Trap 7 : C_α = 0,00769
 Trap 3 : C_α = 0,01179
 Trap 4 : C_α = 0,02037
 Trap 5 : $C_{\alpha(sw)}$ = 0,00000

Boring : B-1
 Busnummer : III
 Monsterdiepte : MV - 3.95 m
 Grondsoort : Veen, planten-, houtresten, bruin
 Beproeversperiode : 08-09-29 tot 08-10-07
 Staat monster : ongeroerd
 Preparatiemethode : overgeschoven
 Beproeversomgeving : nat
 Temperatuur : 22°C
 Proefstukdiameter : 65,01 mm
 Bijzonderheden : geen

Verzadigingsgraad begin / eind proef : 93 / 118 %
 Vochtgehalte begin / eind proef : 390 / 268 % m/m
 Volumieke massa nat, begin / eind proef : 1019 / 1280 kg/m³
 Volumieke massa droog, begin / eind proef : 208 / 348 kg/m³
 Volumieke massa vaste delen grond : 1654 kg/m³



Wiertsema & Partners

2008-11-19

Project: langs de Ammerse kade te Groot-Ammers

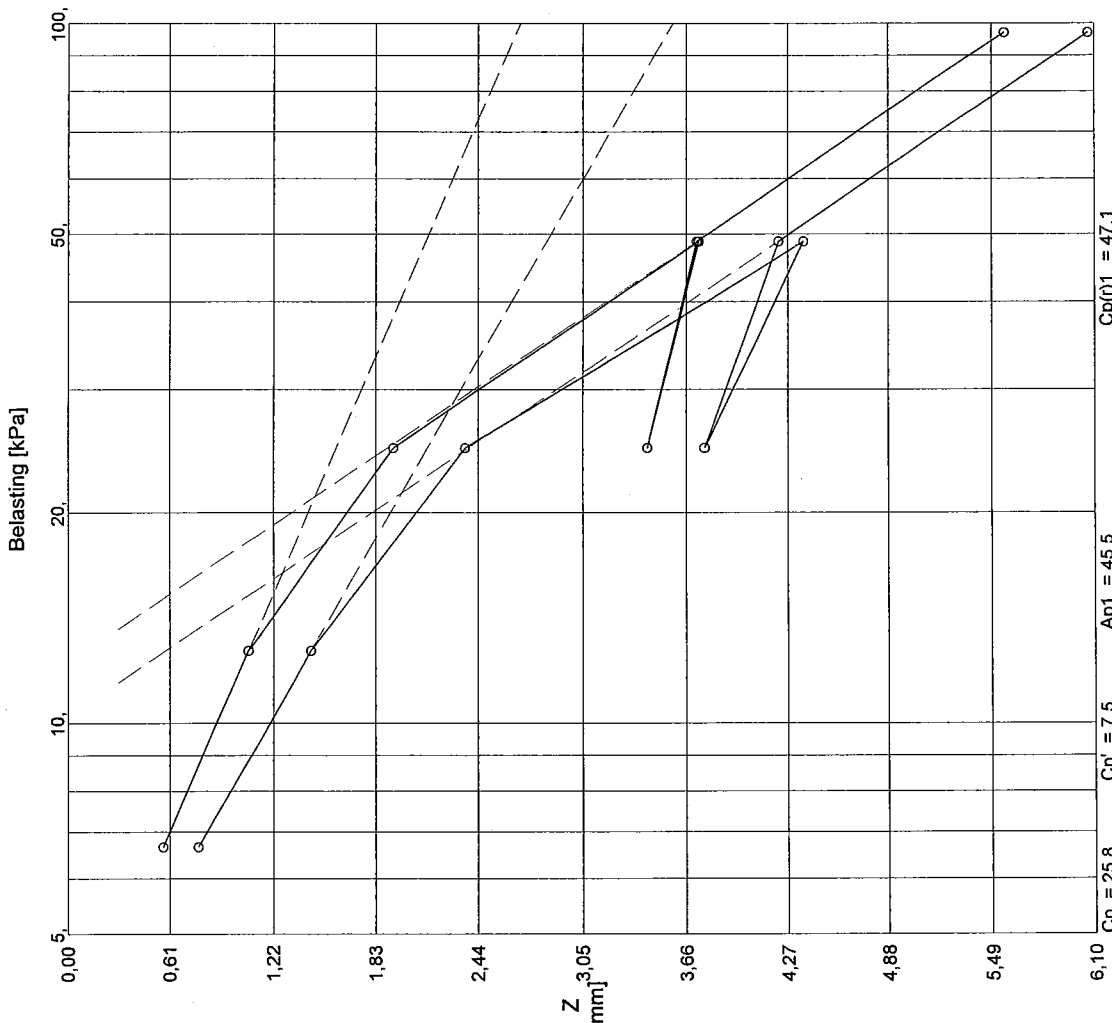
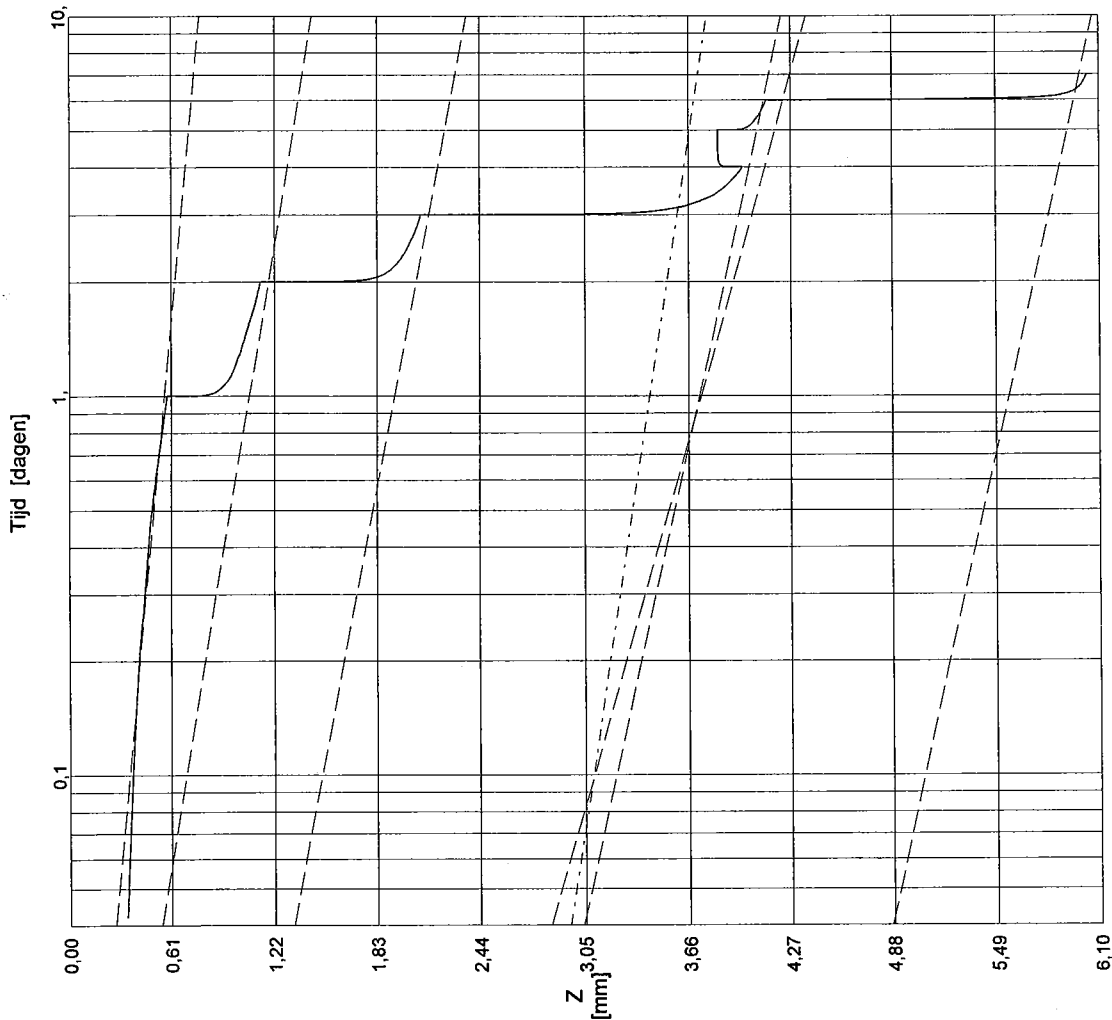
Secundaire samendrukkingsindex (NEN 5118)

Pr.nr. VN-46859

Hfd. GTL./JvdK

GEOTECHNISCH LABORATORIUM

Bijl. Pg. 3 van 5



Boring : B-1
 Busnummer : III
 Monsterdiepte : MV - 3.95 m
 Staat monster : ongeroerd
 Beproevingsperiode : 08-09-29 tot 08-10-07
 Bijzonderheden : geen

Preparatiemethode : overgeschoven
 Beproevoingsomgeving : nat
 Temperatuur : 22°C
 Proefstukdiameter : 65,01 mm
 Grondsoort : Veen, planten-, houtresten, bruin

$C_p = 25,8$ $C_s = 79,9$ $C = 11,3$ $P_g = 21,21$ kPa
 $C_p' = 7,5$ $C_s' = 1821,4$ $C' = 7,40$ $A_{p1} = 45,5$ $A_{s1} = 46,4$ $A1 = 9,2$
 $C_p(\sigma) = 47,1$ $C_s(\sigma) = 89,0$ $C(\sigma) = 15,1$ %
 Verzadigingsgraad begin / eind proef : 93 / 118 %
 Vochtgehalte begin / eind proef : 390 / 268 kg/m³
 Volumieke massa nat, begin / eind proef : 1019 / 1280 kg/m³
 Volumieke massa droog, begin / eind proef : 208 / 348 kg/m³
 Volumieke massa vaste delen grond : 1654 kg/m³



2008-11-19

Project: langs de Ammerse kade te Groot-Ammers

Samendrukkingsconstanten vlg. Koppejan; Bus: III; Boring: B-1

Hfd. GTL/JvdK

GEOTECHNISCH LABORATORIUM

Pr.nr. VN-46859

Bijl. Pg. 4 van 5

Opdrachtnummer : VN-46859
 Boring : B-1
 Bus : III
 Diepte monster : MV - 3.95 m
 Grondsoort : Veen, planten-, houtresten, bruin
 Diameter monster: 65,01 mm ; Initiële hoogte: 20,16 mm

Trap Cv;10 [m²/s] k10 [m/s] Mv [1/MPa] wortel(tijd) methode
 3 4,72E-07 5,23E-09 1,13E+00

e0 = 6,952
 Trap 1: e = 6,721
 Trap 2: e = 6,504
 Trap 3: e = 6,128
 Trap 4: e = 5,383
 Trap 5: e = 5,441
 Trap 6: e = 5,326
 Trap 7: e = 4,573

Angelsaksische/NEN methode		a, b, c-isotachenmodel	
via poriëngetal		via lineaire rek	
Trap 1-2:			a = 0,04431
Trap 2-3: Cc	= 1,29627	CR = 0,16301	b = 0,07697
Trap 3-4: Cc	= 2,52084	CR = 0,31701	b = 0,16222
Trap 4-5: Cc(sw)	= 0,19494	SR = 0,02451	
Trap 5-6: Cc(r)	= 0,38854	RR = 0,04886	a = 0,02643
Trap 6-7: Cc	= 2,52513	CR = 0,31755	b = 0,18457

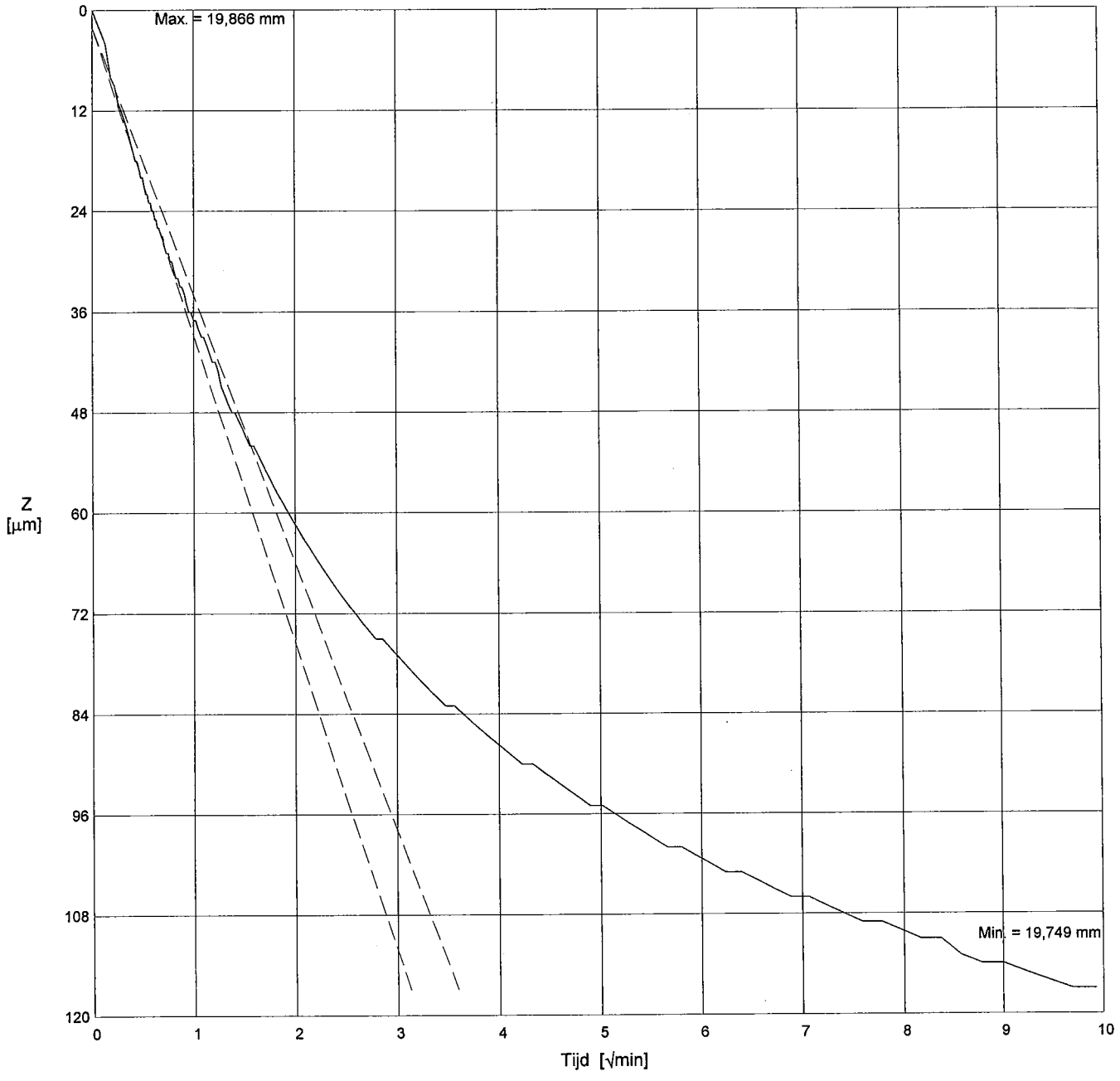
Cc (NEN 5118): 2,52084 Index-Pg: 19,264 kPa

Trap 1: C-alpha	= 0,01575	c = 0,00664
Trap 2: C-alpha	= 0,01182	c = 0,00484
Trap 3: C-alpha	= 0,01179	c = 0,00459
Trap 4: C-alpha	= 0,02037	c = 0,00710
Trap 5: C-alpha (sw)	= 0,00000	c = 0,00000
Trap 6: C-alpha (r)	= 0,00809	c = 0,00280
Trap 7: C-alpha	= 0,00769	c = 0,00234

Procentuele zakking dH/H [%]				
dP [kPa]	10-dagen	100-dagen	1000-dagen	10000-dagen
6,660	3,868	4,915	5,963	7,011
12,685	7,173	9,027	10,881	12,736
24,733	11,718	13,848	15,978	18,108
48,831	21,648	24,780	27,912	31,045
24,733	18,688	20,354	22,020	23,687
48,831	20,895	23,325	25,756	28,187
97,027	30,065	32,534	35,002	37,470

Trap 2 - 3	Cp = 25,8	Cs = 79,9	C = 11,3	Pg = 21,21 kPa
Trap 3 - 4	Cp' = 15,6	Cs' = 249,0	C' = 12,50	
Trap 6 - 7	Cp' = 7,6	Cs' = 68,5	C' = 5,27	
	Cp' = 7,5	Cs' = 1821,4	C' = 7,40	
Trap 4 - 5	Ap = 45,5	As = 46,4	A = 9,2	
Trap 5 - 6	Cp(r) = 47,1	Cs(r) = 89,0	C(r) = 15,1	





Trap 3
Belasting van 9,57 kPa naar 20,03 kPa

$C_{v,10} = 4,151E-07$ [m^2/s]
 $m_v = 2,674E-01$ [$1/\text{MPa}$]
 $k_{10} = 1,088E-09$ [m/s]

Boring : B-3
 Busnummer : I
 Monsterdiepte : MV - 1.65 m
 Grondsoort : Klei, matig vast, donkergrijs
 Beproeversperiode : 08-09-29 tot 08-10-07
 Staat monster : ongeroerd
 Preparatiemethode : overgeschoven
 Beproeversomgeving : nat
 Temperatuur : 22°C
 Proefstukdiameter : 65,04 mm
 Bijzonderheden : geen

Verzadigingsgraad begin / eind proef : 96 / 108 %
 Vochtgehalte begin / eind proef : 84 / 85 % m/m
 Volumieke massa nat, begin / eind proef : 1422 / 1532 kg/m^3
 Volumieke massa droog, begin / eind proef : 775 / 831 kg/m^3
 Volumieke massa vaste delen grond : 2383 kg/m^3



**Wiertsema
& Partners**

2008-11-19

Project: langs de Ammerse kade te Groot-Amers

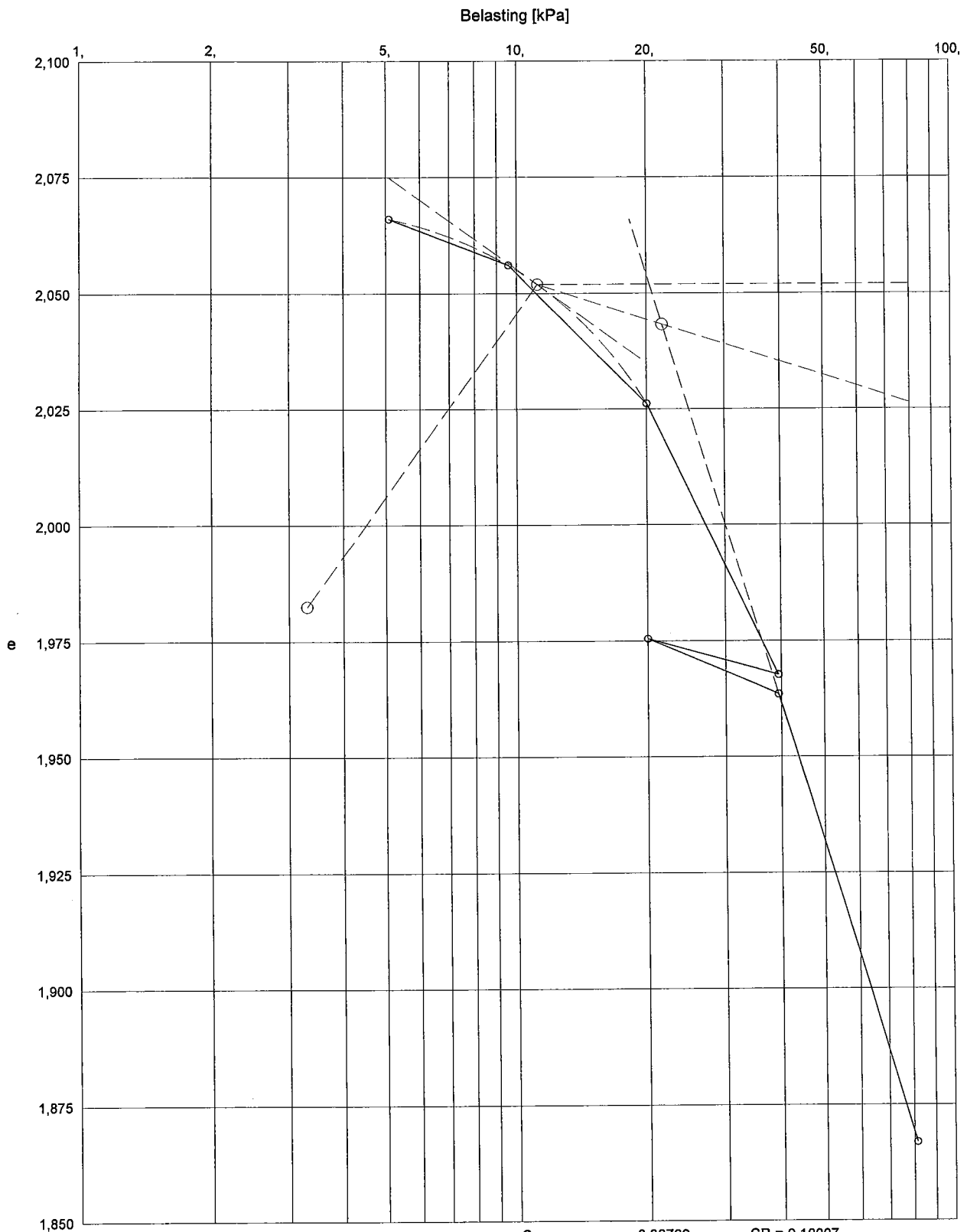
Consolidatie (NEN 5118), \sqrt{t} - methode; Bus: I; Boring: B-3

Pr.nr. VN-46859

Hfd. GTL./JvdK

GEOTECHNISCH LABORATORIUM

Bijl. Pg. 1 van 5



Cc = 0,30769 CR = 0,10007
 Pg = 21,71 kPa
 Cc(sw)1 = 0,02660 SR = 0,00865
 Cc(r)1 = 0,04069 RR = 0,01323

Boring : B-3
 Busnummer : I
 Monsterdiepte : MV - 1.65 m
 Grondsoort : Klei, matig vast, donkergrijs
 Beproeversperiode : 08-09-29 tot 08-10-07
 Staat monster : ongeroerd
 Preparatiemethode : overgeschoven
 Beproeversomgeving : nat
 Temperatuur : 22°C
 Proefstukdiameter : 65,04 mm
 Bijzonderheden : geen

Verzadigingsgraad begin / eind proef : 96 / 108 %
 Vochtgehalte begin / eind proef : 84 / 85 % m/m
 Volumieke massa nat, begin / eind proef : 1422 / 1532 kg/m³
 Volumieke massa droog, begin / eind proef : 775 / 831 kg/m³
 Volumieke massa vaste delen grond : 2383 kg/m³



Wiertsema & Partners

2008-11-19

Project: langs de Ammerse kade te Groot-Ammers

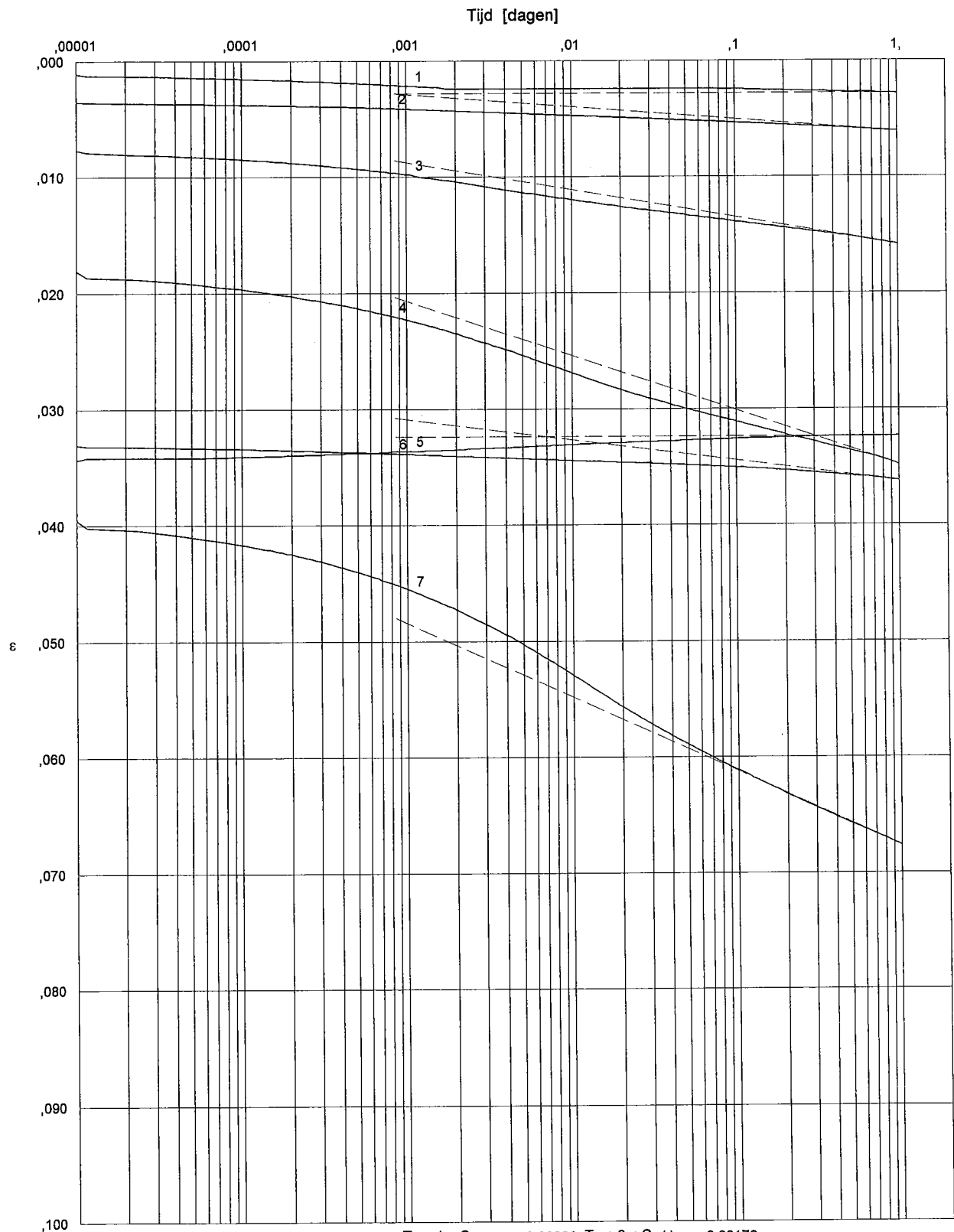
Primaire samendrukkingsindex en grensspanning (NEN 5118)

Pr.nr. VN-46859

Hfd. GTL./JvdK

GEOTECHNISCH LABORATORIUM

Bijl. Pg. 2 van 5



Trap 1 : C_α = 0,00000 Trap 6 : $C_\alpha(r)$ = 0,00178
 Trap 2 : C_α = 0,00108 Trap 7 : C_α = 0,00640
 Trap 3 : C_α = 0,00236
 Trap 4 : C_α = 0,00471
 Trap 5 : $C_\alpha(sw)$ = 0,00000

Boring : B-3
 Busnummer : I
 Monsterdiepte : MV - 1.65 m
 Grondsoort : Klei, matig vast, donkergrijs
 Beproeversperiode : 08-09-29 tot 08-10-07
 Staat monster : ongeroerd
 Preparatiemethode : overgeschoven
 Beproeversomgeving : nat
 Temperatuur : 22°C
 Proefstukdiameter : 65,04 mm
 Bijzonderheden : geen

Verzadigingsgraad begin / eind proef : 96 / 108 %
 Vochtgehalte begin / eind proef : 84 / 85 % m/m
 Volumieke massa nat, begin / eind proef : 1422 / 1532 kg/m³
 Volumieke massa droog, begin / eind proef : 775 / 831 kg/m³
 Volumieke massa vaste delen grond : 2383 kg/m³



**Wiertsema
& Partners**

2008-11-19

Project: langs de Ammense kade te Groot-Ammers

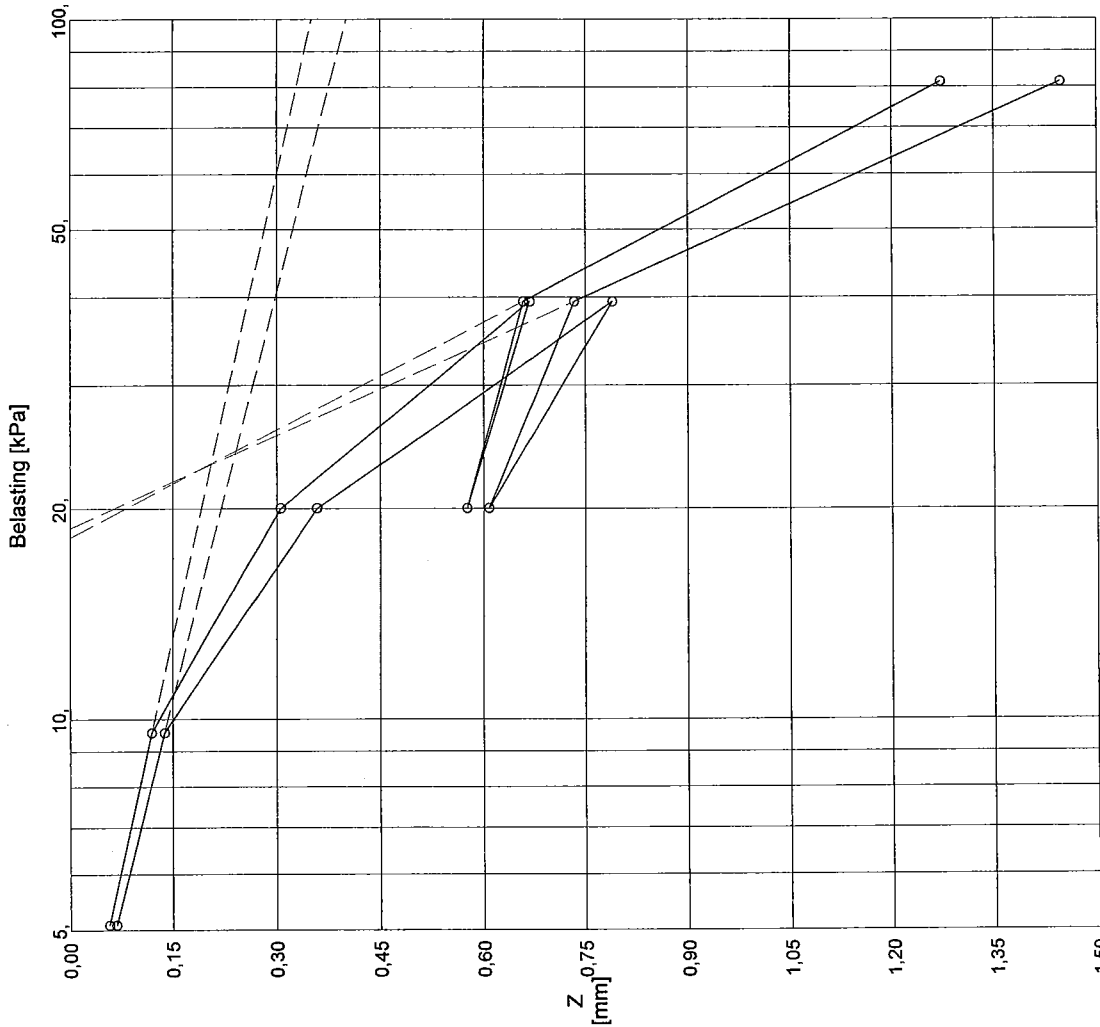
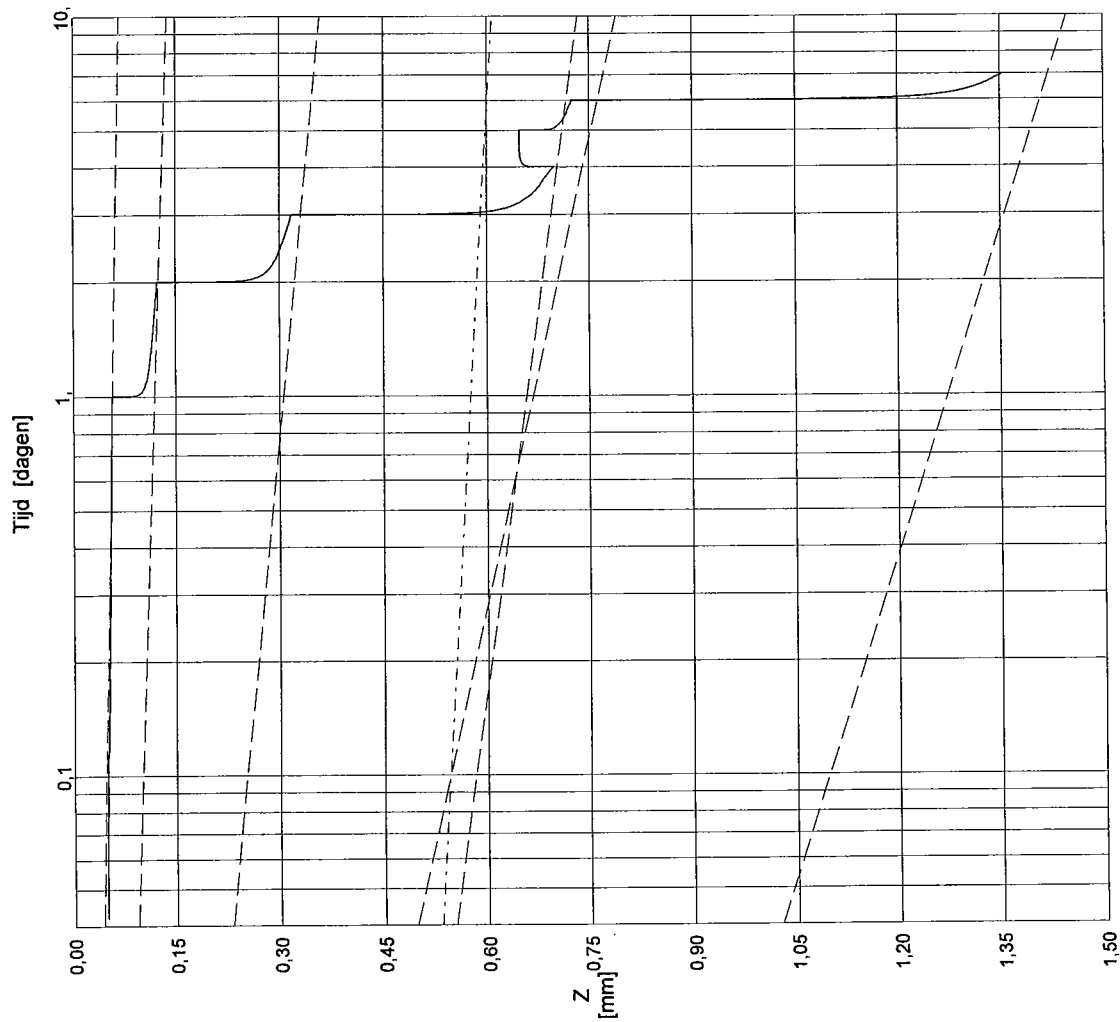
Secundaire samendrukkingsindex (NEN 5118)

Pr.nr. VN-46859

Hfd. GTL./JvdK

GEOTECHNISCH LABORATORIUM

Bijl. Pg. 3 van 5



$C_p = 203,1$ $C_p' = 23,6$ $A_{p1} = 148,7$ $C_p(r)1 = 166,3$
 $C_s = 1488,9$ $C_s' = 145,2$ $A_{s1} = 149,3$ $C_s(r)1 = 307,1$
 $C = 131,4$ $C' = 14,28$ $A_1 = 29,8$ $C(r)1 = 52,4$
 $P_g = 23,57 \text{ kPa}$

Verzadigingsgraad begin / eind proef : 96 / 108 %
 Vochtgehalte begin / eind proef : 84 / 85 %
 Volumieke massa nat, begin / eind proef : 1422 / 1532 kg/m^3
 Volumieke massa droog, begin / eind proef : 775 / 831 kg/m^3
 Volumieke massa vaste delen grond : 2383 kg/m^3

Boring : B-3
 Busnummer : I
 Monsterdiepte : MV - 1,65 m
 Staat monster : ongeroerd
 Beproevingsperiode : 08-09-29 tot 08-10-07
 Bijzonderheden : geen

Preparatiemethode : overgeschoven
 Beproevingsomgeving : nat
 Temperatuur : 22°C
 Proefstukdiameter : 65,04 mm
 Grondsoort : Klei, matig vast, donkergrijs

2008-11-19

Project: langs de Ammerse kade te Groot-Ammers

Samendrukkingsconstanten vlg. Koppejan; Bus: I; Boring: B-3

Pr.nr. VN-46859

Hfd. GTL/JvdK

GEOTECHNISCH LABORATORIUM

Bjil. Pg. 4 van 5



Wiertsema & Partners

Opdrachtnummer : VN-46859
 Boring : B-3
 Bus : I
 Diepte monster : MV - 1.65 m
 Grondsoort : Klei, matig vast, donkergrijs
 Diameter monster: 65,04 mm ; Initiële hoogte: 20,02 mm

Trap Cv;10 [m2/s] k10 [m/s] Mv [1/MPa]
 3 4,15E-07 1,09E-09 2,67E-01 wortel(tijd) methode

e0 = 2,075
 Trap 1: e = 2,066
 Trap 2: e = 2,056
 Trap 3: e = 2,026
 Trap 4: e = 1,968
 Trap 5: e = 1,975
 Trap 6: e = 1,963
 Trap 7: e = 1,867

Angelsaksische/NEN methode		a, b, c-isotachenmodel	
via poriëngetal		via lineaire rek	
Trap 1-2:		a = 0,00516	
Trap 2-3:		a = 0,01333	
Trap 3-4: Cc	= 0,19874	CR = 0,06463	b = 0,02880
Trap 4-5: Cc(sw)	= 0,02660	SR = 0,00865	
Trap 5-6: Cc(r)	= 0,04069	RR = 0,01323	a = 0,00595
Trap 6-7: Cc	= 0,30769	CR = 0,10007	b = 0,04584

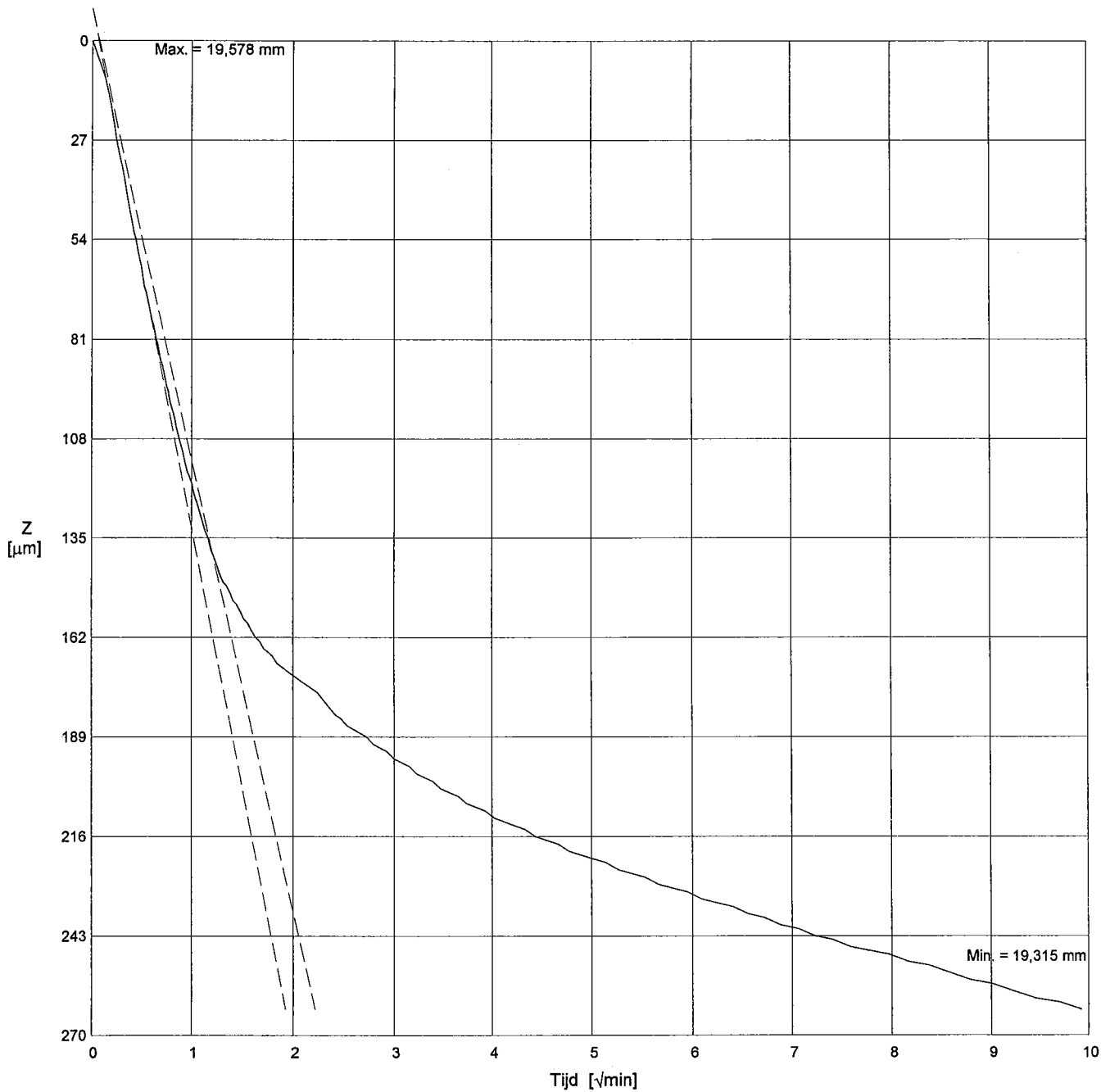
Cc (NEN 5118): 0,30769 Index-Pg: 21,712 kPa

Trap 1: C-alpha	= 0,00000	c = 0,00000
Trap 2: C-alpha	= 0,00108	c = 0,00047
Trap 3: C-alpha	= 0,00236	c = 0,00101
Trap 4: C-alpha	= 0,00471	c = 0,00198
Trap 5: C-alpha(sw)	= 0,00000	c = 0,00000
Trap 6: C-alpha(r)	= 0,00178	c = 0,00074
Trap 7: C-alpha	= 0,00640	c = 0,00259

Procentuele zakking dH/H [%]				
dP [kPa]	10-dagen	100-dagen	1000-dagen	10000-dagen
5,085	0,335	0,387	0,439	0,490
9,568	0,688	0,783	0,878	0,973
20,029	1,791	2,056	2,321	2,586
39,455	3,944	4,556	5,168	5,780
20,029	3,034	3,191	3,349	3,507
39,455	3,665	4,043	4,422	4,800
81,297	7,232	8,109	8,986	9,863

Trap 2 - 3	Cp = 203,1	Cs = 1488,9	C = 131,4	Pg = 23,57 kPa
Trap 3 - 4	Cp' = 79,3	Cs' = 424,4	C' = 45,37	
Trap 6 - 7	Cp' = 37,5	Cs' = 208,3	C' = 21,81	
	Cp' = 23,6	Cs' = 145,2	C' = 14,28	
Trap 4 - 5	Ap = 148,7	As = 149,3	A = 29,8	
Trap 5 - 6	Cp(r) = 165,3	Cs(r) = 307,1	C(r) = 52,4	





Trap 3
Belasting van 12,81 kPa naar 25,01 kPa

$C_{v,10} = 6,822E-07$ [m²/s]
 $m_v = 6,922E-01$ [1/MPa]
 $k_{10} = 4,631E-09$ [m/s]

Boring : B-3
Busnummer : II
Monsterdiepte : MV - 3.20 m
Grondsoort : Veenvormig, planten-, riet- en houtrestjes, bruin
Beproeversperiode : 08-09-29 tot 08-10-07
Staat monster : ongeroerd
Preparatiemethode : overgeschoven
Beproeversomgeving : nat
Temperatuur : 22°C
Proefstukdiameter : 64,96 mm
Bijzonderheden : geen

Verzadigingsgraad begin / eind proef : 93 / 126 %
Vochtgehalte begin / eind proef : 472 / 333 % m/m
Volumieke massa nat, begin / eind proef : 998 / 1312 kg/m³
Volumieke massa droog, begin / eind proef : 174 / 303 kg/m³
Volumieke massa vaste delen grond : 1539 kg/m³



**Wiertsema
& Partners**

2008-11-19

Project: langs de Ammerse kade te Groot-Ammer

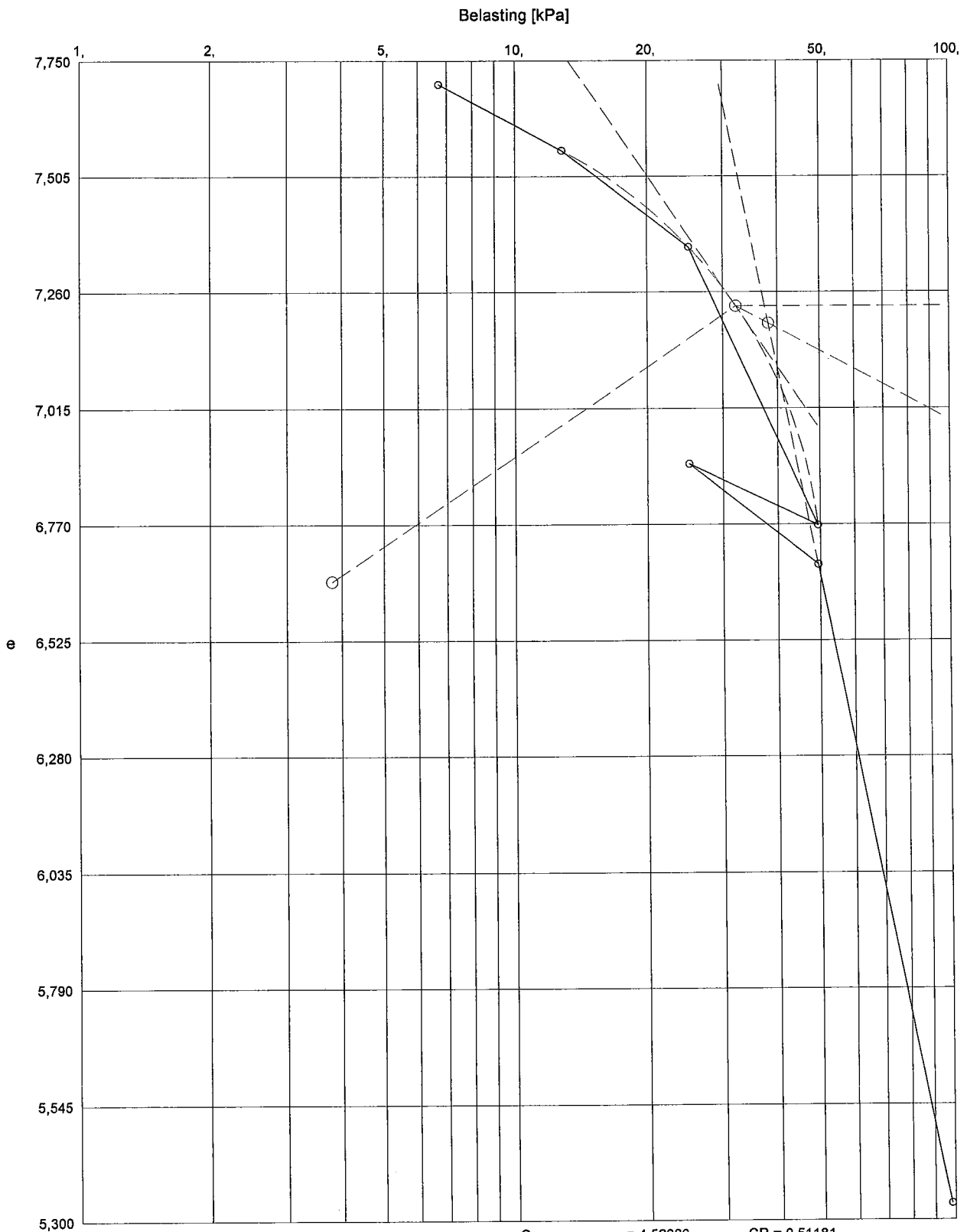
Consolidatie (NEN 5118), \sqrt{t} - methode; Bus: II; Boring: B-3

Pr.nr. VN-46859

Hfd. GTL./JvdK

GEOTECHNISCH LABORATORIUM

Bijl. Pg. 1 van 5



$C_c = 4,52686$ $CR = 0,51181$
 $P_g = 38,15 \text{ kPa}$
 $C_c(sw)1 = 0,43900$ $SR = 0,04963$
 $C_c(r)1 = 0,71890$ $RR = 0,08128$

Boring : B-3
 Busnummer : II
 Monsterdiepte : MV - 3.20 m
 Grondsoort : Veen, planten-, riet- en houtrestjes, bruin
 Beproeversperiode : 08-09-29 tot 08-10-07
 Staat monster : ongeroerd
 Preparatiemethode : overgeschoven
 Beproeversomgeving : nat
 Temperatuur : 22°C
 Proefstukdiameter : 64,96 mm
 Bijzonderheden : geen

Verzadigingsgraad begin / eind proef : 93 / 126 %
 Vochtgehalte begin / eind proef : 472 / 333 % m/m
 Volumieke massa nat, begin / eind proef : 998 / 1312 kg/m³
 Volumieke massa droog, begin / eind proef : 174 / 303 kg/m³
 Volumieke massa vaste delen grond : 1539 kg/m³



**Wiertsema
& Partners**

2008-11-19

Project: langs de Ammerse kade te Groot-Amers

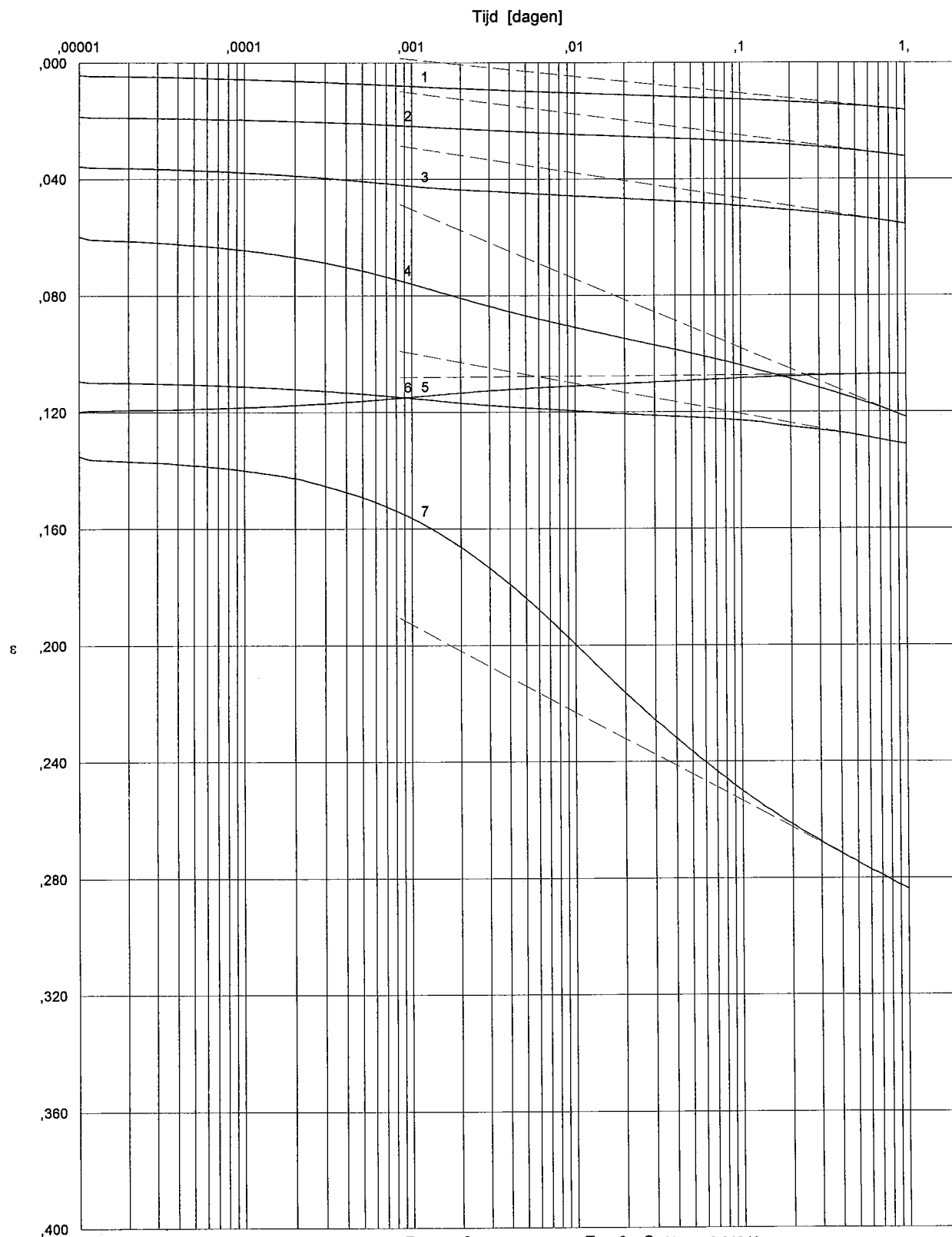
Primaire samendrukkingsindex en grensspanning (NEN 5118)

Pr.nr. VN-46859

Hfd. GTL./JvdK

GEOTECHNISCH LABORATORIUM

Bijl. Pg. 2 van 5



Trap 1 : C_α = 0,00581 Trap 6 : $C_{\alpha(r)}$ = 0,01046
 Trap 2 : C_α = 0,00731 Trap 7 : C_α = 0,03033
 Trap 3 : C_α = 0,00877
 Trap 4 : C_α = 0,02385
 Trap 5 : $C_{\alpha(sw)}$ = -0,00033

Boring : B-3
 Busnummer : II
 Monstertdiepte : MV - 3.20 m
 Grondsoort : Veen, planten-, riet- en houtrestjes, bruin
 Beproeversperiode : 08-09-29 tot 08-10-07
 Staat monster : ongeroerd
 Preparatiemethode : overgeschoven
 Beproeversomgeving : nat
 Temperatuur : 22°C
 Proefstukdiameter : 64,96 mm
 Bijzonderheden : geen

Verzadigingsgraad begin / eind proef : 93 / 126 %
 Vochtgehalte begin / eind proef : 472 / 333 % m/m
 Volumieke massa nat, begin / eind proef : 998 / 1312 kg/m³
 Volumieke massa droog, begin / eind proef : 174 / 303 kg/m³
 Volumieke massa vaste delen grond : 1539 kg/m³



**Wiertsema
& Partners**

2008-11-19

Project: langs de Ammerse kade te Groot-Ammers

Secundaire samendrukkingsindex (NEN 5118)

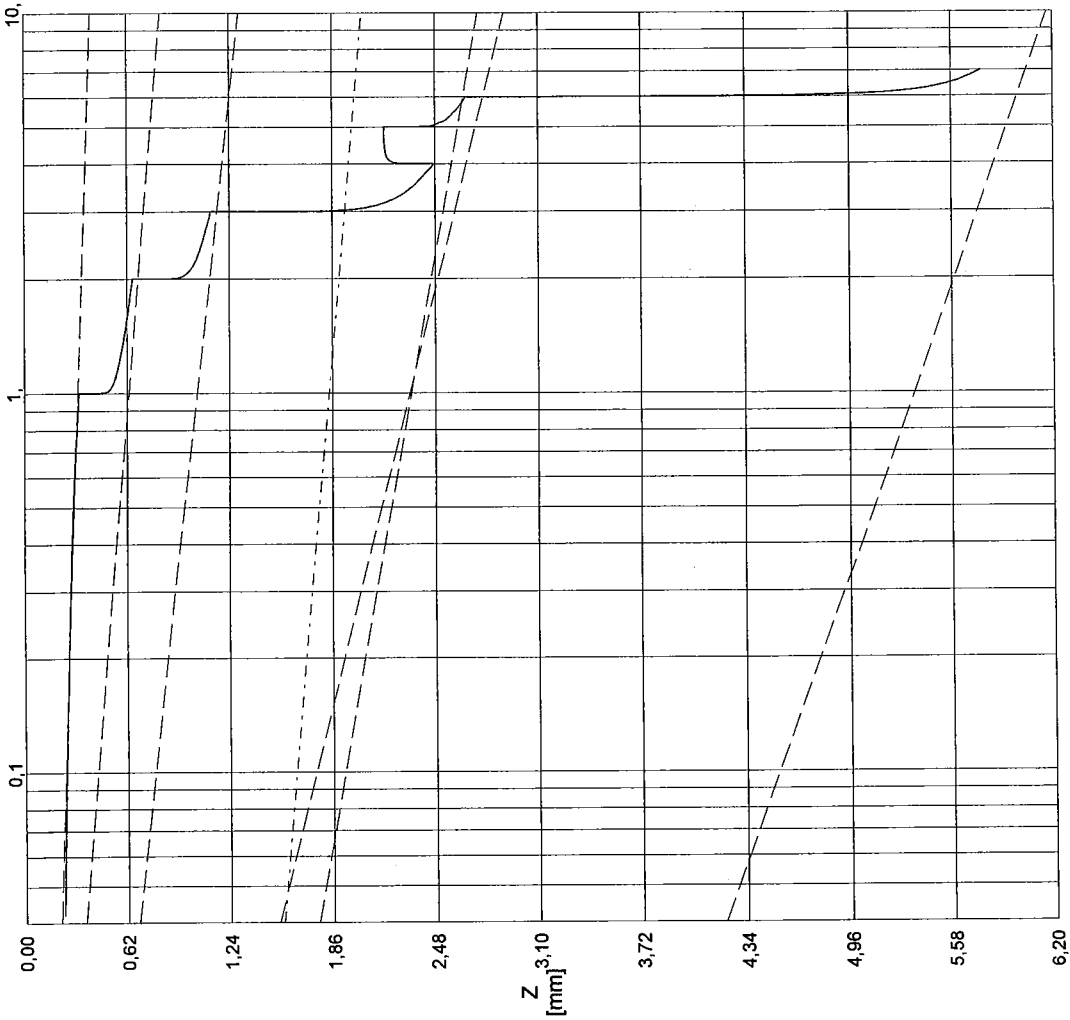
Pr.nr. VN-46859

Hfd. GTL./JvdK

GEOTECHNISCH LABORATORIUM

Bijl. Pg. 3 van 5

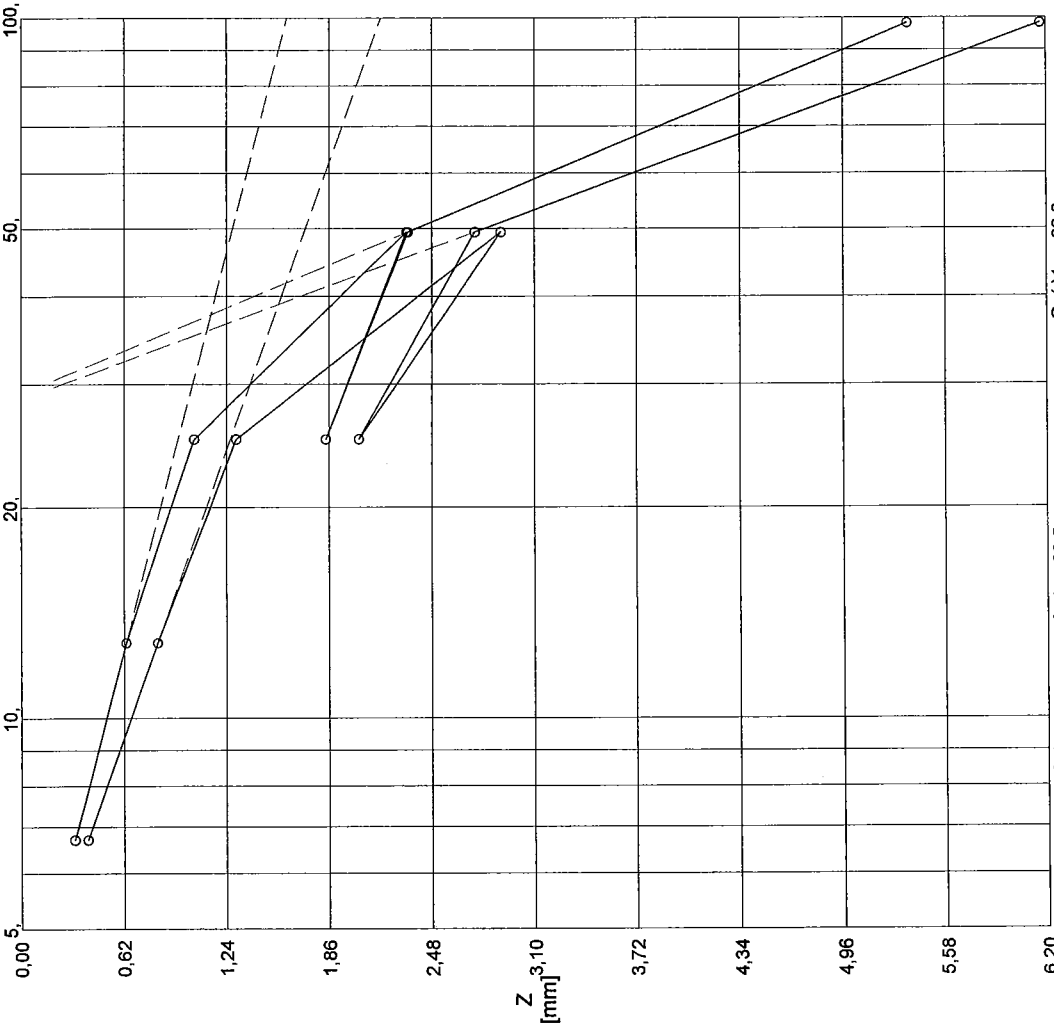
Tijd [dagen]



Boring : B-3
 Busnummer : II
 Monsterdiepte : MV - 3.20 m
 Staat monster : ongeroerd
 Beproevingsperiode : 08-09-29 tot 08-10-07
 Bijzonderheden : geen

Preparatiemethode : overgeschoven
 Beproevingsomgeving : nat
 Temperatuur : 22°C
 Proefstukdiameter : 64,96 mm
 Grondsoort : Veen, planten-, riet- en houtrestjes, bruin

Belasting [kPa]



$C_p = 42,9$ $C_p' = 4,6$ $A_{p1} = 28,5$ $C_p(\sigma) = 28,0$
 $C_s = 111,1$ $C_s' = 33,9$ $A_{s1} = 37,6$ $C_s(\sigma) = 68,4$
 $C = 16,9$ $C' = 2,99$ $A_1 = 7,1$ $C(\sigma) = 10,6$
 $P_g = 38,32 \text{ kPa}$

Verzadigingsgraad begin / eind proef : 93 / 126 %
 Vochtgehalte begin / eind proef : 472 / 333 %
 Volumieke massa nat, begin / eind proef : 998 / 1312 kg/m³
 Volumieke massa droog, begin / eind proef : 174 / 303 kg/m³
 Volumieke massa vaste delen grond : 1539 kg/m³

2008-11-19

Project: langs de Ammerse kade te Groot-Ammers

Samendrukkingsconstanten vig. Koppejan; Bus: II; Boring: B-3

Pr.nr. VN-46859

Hfd. GTL./JvdK

GEOTECHNISCH LABORATORIUM

Bijl. Pg. 4 van 5



Wiertsema & Partners

Opdrachtnummer : VN-46859
 Boring : B-3
 Bus : II
 Diepte monster : MV - 3.20 m
 Grondsoort : Veen, planten-, riet- en houtrestjes, bruin
 Diameter monster: 64,96 mm ; Initiële hoogte: 20,30 mm

Trap Cv;10 [m²/s] k10 [m/s] Mv [1/MPa]
 3 6,82E-07 4,63E-09 6,92E-01 wortel(tijd) methode

e0 = 7,845
 Trap 1: e = 7,701
 Trap 2: e = 7,560
 Trap 3: e = 7,355
 Trap 4: e = 6,768
 Trap 5: e = 6,898
 Trap 6: e = 6,685
 Trap 7: e = 5,335

	Angelsaksische/NEN methode	a, b, c-isotachenmodel
	via poriëngetal	via lineaire rek
Trap 1-2:		a = 0,02520
Trap 2-3:		a = 0,03618
Trap 3-4: Cc = 1,98435	CR = 0,22435	b = 0,10695
Trap 4-5: Cc(sw) = 0,43900	SR = 0,04963	
Trap 5-6: Cc(r) = 0,71890	RR = 0,08128	a = 0,04007
Trap 6-7: Cc = 4,52686	CR = 0,51181	b = 0,28132

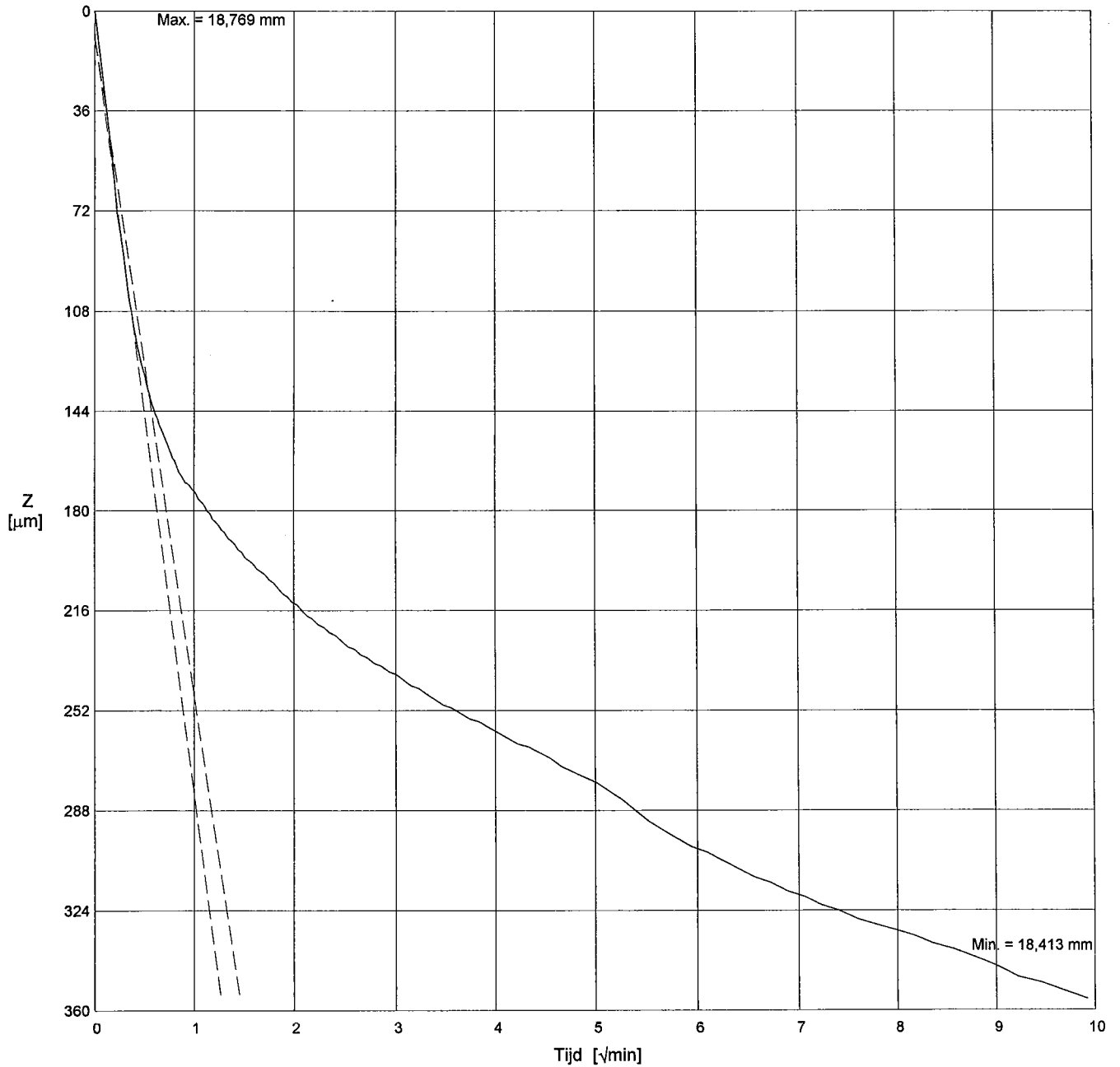
Cc (NEN 5118): 4,52686 Index-Pg: 38,154 kPa

Trap 1: C-alpha = 0,00581	c = 0,00248
Trap 2: C-alpha = 0,00731	c = 0,00307
Trap 3: C-alpha = 0,00877	c = 0,00360
Trap 4: C-alpha = 0,02385	c = 0,00910
Trap 5: C-alpha (sw) = -0,00033	c = -0,00013
Trap 6: C-alpha (r) = 0,01046	c = 0,00395
Trap 7: C-alpha = 0,03033	c = 0,00943

Procentuele zakking dH/H [%]				
dP [kPa]	10-dagen	100-dagen	1000-dagen	10000-dagen
6,704	1,969	2,338	2,708	3,077
12,805	4,062	5,014	5,966	6,917
25,007	6,398	7,654	8,911	10,167
49,411	14,252	17,052	19,851	22,651
25,007	10,053	11,042	12,032	13,021
49,411	13,484	15,468	17,453	19,438
98,219	30,367	34,380	38,393	42,405

Trap 2 - 3	Cp = 42,9	Cs = 111,1	C = 16,9	Pg = 38,32 kPa
Trap 3 - 4	Cp' = 33,0	Cs' = 225,3	C' = 20,79	
Trap 6 - 7	Cp' = 10,8	Cs' = 44,5	C' = 5,48	
	Cp' = 4,6	Cs' = 33,9	C' = 2,99	
Trap 4 - 5	Ap = 28,5	As = 37,6	A = 7,1	
Trap 5 - 6	Cp(r) = 28,0	Cs(r) = 68,4	C(r) = 10,6	





Trap 3
Belasting van 12,53 kPa naar 24,44 kPa

$C_{v,10} = 3,099E-06$ [m²/s]
 $m_v = 6,401E-01$ [1/MPa]
 $k_{10} = 1,945E-08$ [m/s]

Boring : B-3
Busnummer : III
Monsterdiepte : MV - 4.15 m
Grondsoort : Veen, planten-, houtresten, bruin
Beproeversperiode : 08-09-29 tot 08-10-07
Staat monster : ongeroerd
Preparatiemethode : overgeschoven
Beproeversomgeving : nat
Temperatuur : 22°C
Proefstukdiameter : 64,92 mm
Bijzonderheden : geen

Verzadigingsgraad begin / eind proef : 93 / 130 %
Vochtgehalte begin / eind proef : 529 / 359 % m/m
Volumieke massa nat, begin / eind proef : 996 / 1354 kg/m³
Volumieke massa droog, begin / eind proef : 158 / 295 kg/m³
Volumieke massa vaste delen grond : 1605 kg/m³



**Wiertsema
& Partners**

2008-11-19

Project: langs de Ammerse kade te Groot-Ammers

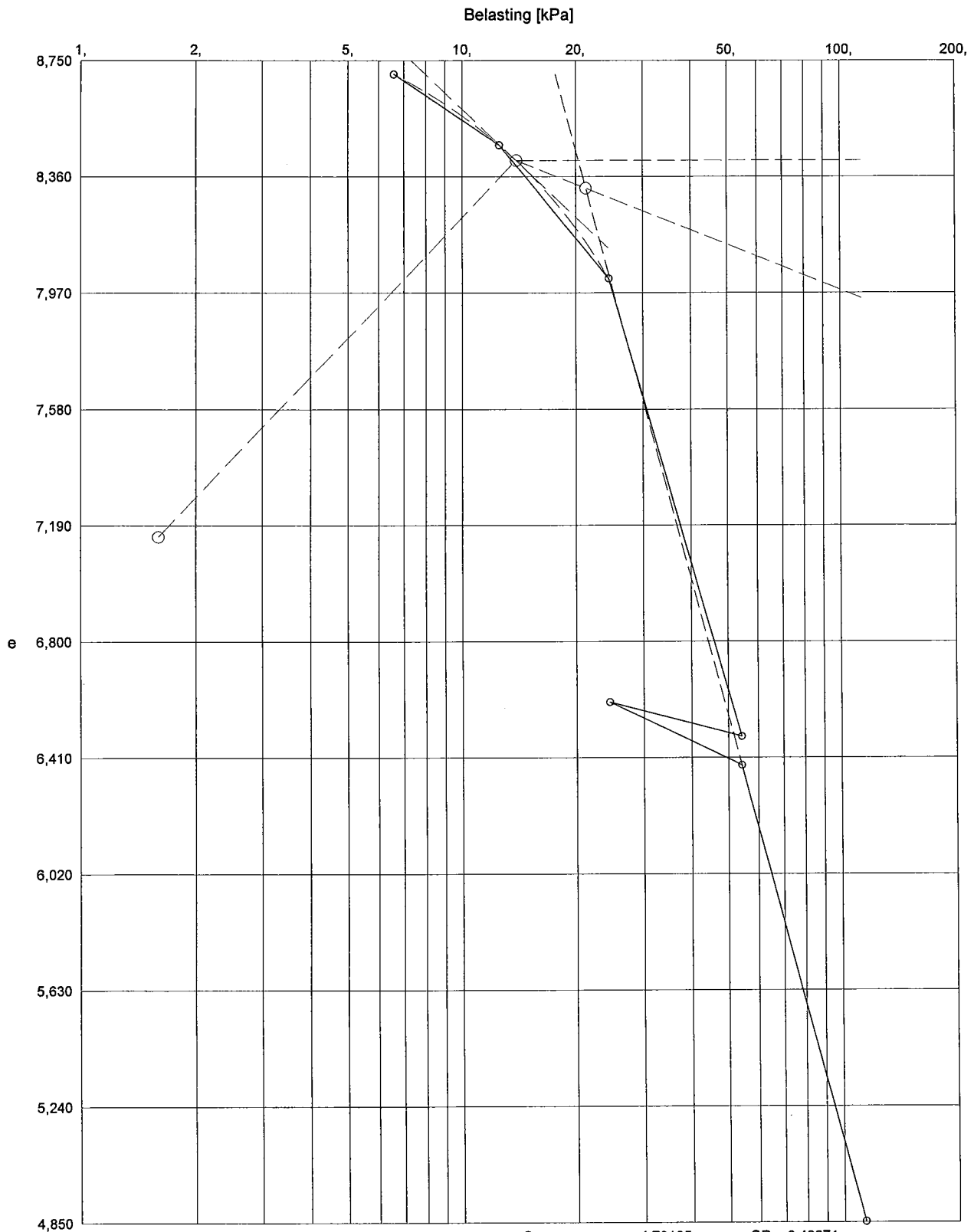
Consolidatie (NEN 5118), \sqrt{t} - methode; Bus: III; Boring: B-3

Pr.nr. VN-46859

Hfd. GTL./JvdK

GEOTECHNISCH LABORATORIUM

Bijl. Pg. 1 van 5



Cc = 4,76125 CR = 0,46871
 Pg = 21,25 kPa
 Cc(sw)1 = 0,33396 SR = 0,03288
 Cc(r)1 = 0,61443 RR = 0,06049

Boring : B-3
 Busnummer : III
 Monsterdiepte : MV - 4.15 m
 Grondsoort : Veen, planten-, houtresten, bruin
 Beproeversperiode : 08-09-29 tot 08-10-07
 Staat monster : ongeroerd
 Preparatiemethode : overgeschoven
 Beproeversomgeving : nat
 Temperatuur : 22°C
 Proefstukdiameter : 64,92 mm
 Bijzonderheden : geen

Verzadigingsgraad begin / eind proef : 93 / 130 %
 Vochtgehalte begin / eind proef : 529 / 359 % m/m
 Volumieke massa nat, begin / eind proef : 996 / 1354 kg/m³
 Volumieke massa droog, begin / eind proef : 158 / 295 kg/m³
 Volumieke massa vaste delen grond : 1605 kg/m³



Wiertsema & Partners

2008-11-19

Project: langs de Ammerse kade te Groot-Ammers

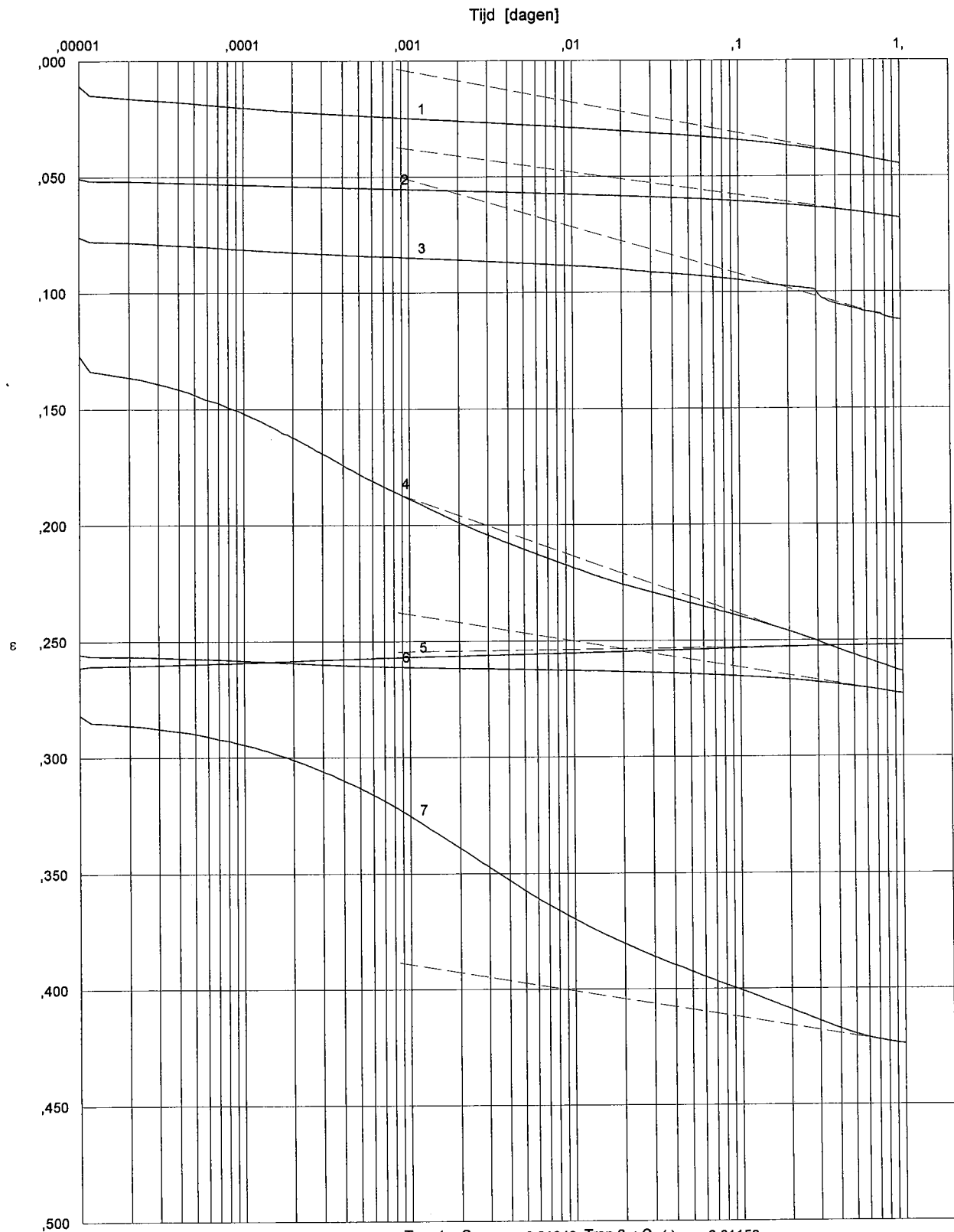
Primaire samendrukkingsindex en grensspanning (NEN 5118)

Pr.nr. VN-46859

Hfd. GTL./JvdK

GEOTECHNISCH LABORATORIUM

Bijl. Pg. 2 van 5



Trap 1 : C_{α} = 0,01343 Trap 6 : $C_{\alpha(r)}$ = 0,01158
 Trap 2 : C_{α} = 0,01006 Trap 7 : C_{α} = 0,01162
 Trap 3 : C_{α} = 0,02045
 Trap 4 : C_{α} = 0,02515
 Trap 5 : $C_{\alpha(sw)}$ = -0,00080

Boring : B-3
 Busnummer : III
 Monsterdiepte : MV - 4.15 m
 Grondsoort : Veen, planten-, houtresten, bruin
 Beproeversperiode : 08-09-29 tot 08-10-07
 Staat monster : ongeroerd
 Preparatiemethode : overgeschoven
 Beproeversomgeving : nat
 Temperatuur : 22°C
 Proefstukdiameter : 64,92 mm
 Bijzonderheden : geen

Verzadigingsgraad begin / eind proef : 93 / 130 %
 Vochtgehalte begin / eind proef : 529 / 359 % m/m
 Volumieke massa nat, begin / eind proef : 996 / 1354 kg/m³
 Volumieke massa droog, begin / eind proef : 158 / 295 kg/m³
 Volumieke massa vaste delen grond : 1605 kg/m³



**Wiertsema
& Partners**

2008-11-19

Project: langs de Ammerse kade te Groot-Ammer

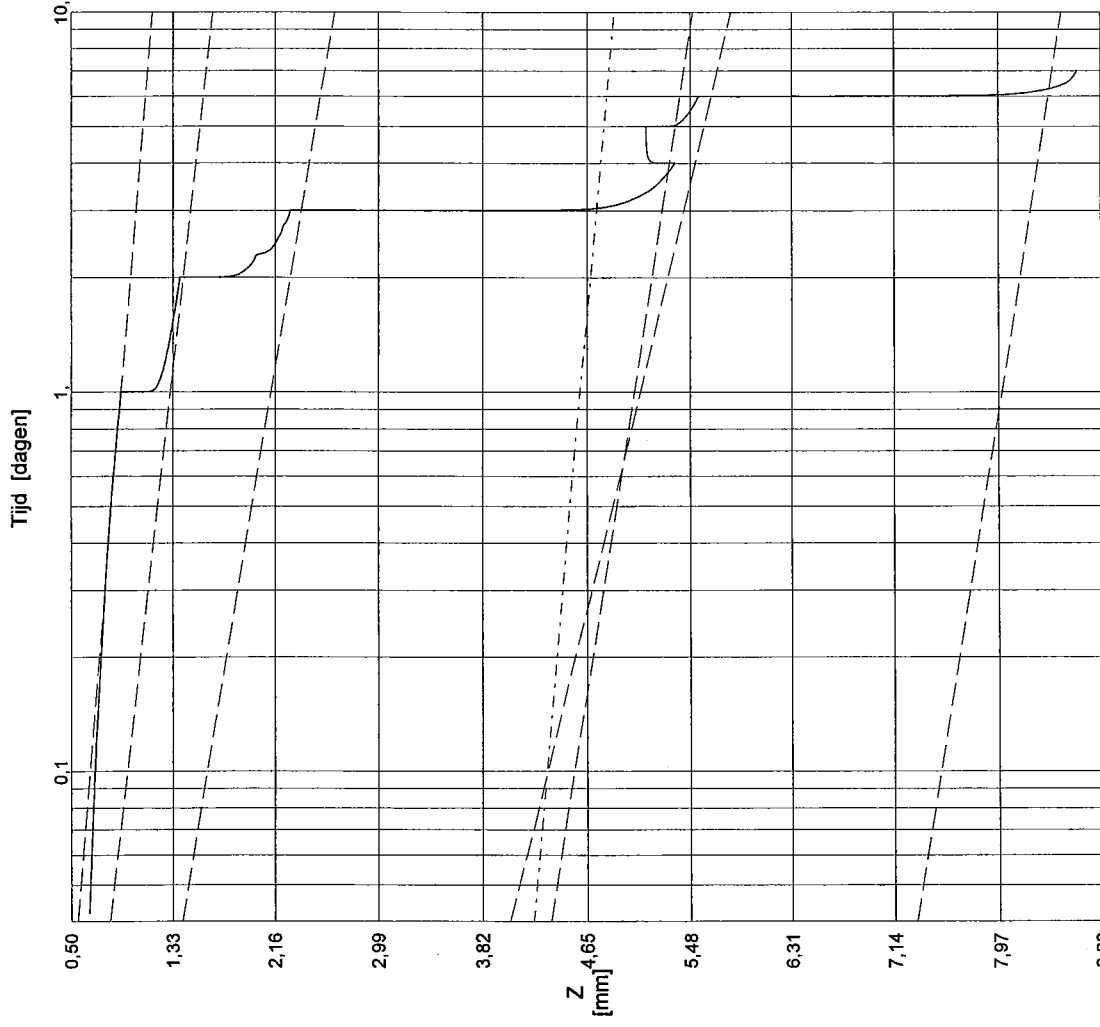
Secundaire samendrukkingsindex (NEN 5118)

Pr.nr. VN-46859

Hfd. GTL./JvdK

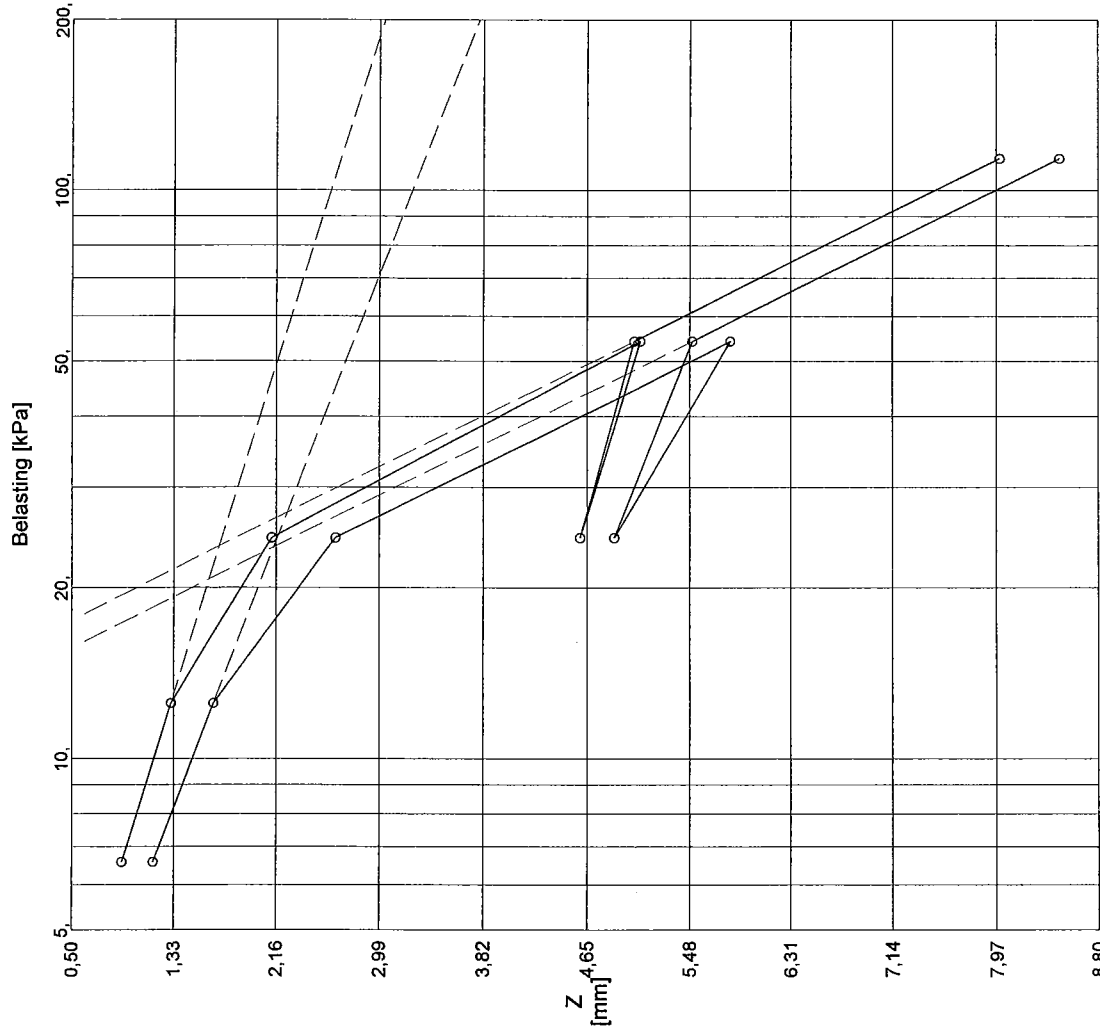
GEOTECHNISCH LABORATORIUM

Bijl. Pg. 3 van 5



Boring : B-3
 Busnummer : III
 Monsterdiepte : MV - 4.15 m
 Staat monster : ongeroerd
 Beproevingperiode : 08-09-29 tot 08-10-07
 Bijzonderheden : geen

Preparatiemethode : overgeschoven
 Beproevingsongeving : nat
 Temperatuur : 22°C
 Proefstukdiameter : 64,92 mm
 Grondsoort : Veen, planten-, houtresten, bruin



Cp = 32,7 Cp' = 5,1 Ap1 = 33,8 Cp(r)1 = 37,7
 Cs = 138,1 Cs' = 996,8 As1 = 34,2 Cs(r)1 = 78,1
 C = 16,8 C' = 4,97 A1 = 6,8 C(r)1 = 12,9
 Pg = 23,60 kPa

Verzadigingsgraad begin / eind proef : 93 / 130 %
 Vochtgehalte begin / eind proef : 529 / 359 kg/m3
 Volumieke massa nat, begin / eind proef : 996 / 1354 kg/m3
 Volumieke massa droog, begin / eind proef : 158 / 295 kg/m3
 Volumieke massa vaste delen grond : 1605 kg/m3



Wiertsema & Partners

Opdrachtnummer : VN-46859
 Boring : B-3
 Bus : III
 Diepte monster : MV - 4.15 m
 Grondsoort : Veen, planten-, houtresten, bruin
 Diameter monster: 64,92 mm ; Initiële hoogte: 20,31 mm

Trap Cv;10 [m²/s] k10 [m/s] Mv [1/MPa] wortel(tijd) methode
 3 3,10E-06 1,95E-08 6,40E-01

e0 = 9,158
 Trap 1: e = 8,705
 Trap 2: e = 8,466
 Trap 3: e = 8,018
 Trap 4: e = 6,481
 Trap 5: e = 6,597
 Trap 6: e = 6,384
 Trap 7: e = 4,852

Angelsaksische/NEN methode		a, b, c-isotachenmodel	
via poriëngetal		via lineaire rek	
Trap 1-2:			a = 0,03863
Trap 2-3: Cc	= 1,54325	CR = 0,15192	b = 0,07253
Trap 3-4: Cc	= 4,44272	CR = 0,43735	b = 0,23456
Trap 4-5: Cc(sw)	= 0,33396	SR = 0,03288	
Trap 5-6: Cc(r)	= 0,61443	RR = 0,06049	a = 0,03563
Trap 6-7: Cc	= 4,76125	CR = 0,46871	b = 0,31385

Cc (NEN 5118): 4,76125 Index-Pg: 21,249 kPa

Trap 1: C-alpha	= 0,01343	c = 0,00557
Trap 2: C-alpha	= 0,01006	c = 0,00407
Trap 3: C-alpha	= 0,02045	c = 0,00788
Trap 4: C-alpha	= 0,02515	c = 0,00804
Trap 5: C-alpha(sw)	= -0,00080	c = -0,00026
Trap 6: C-alpha(r)	= 0,01158	c = 0,00366
Trap 7: C-alpha	= 0,01162	c = 0,00291

Procentuele zakking dH/H [%]

dP [kPa]	10-dagen	100-dagen	1000-dagen	10000-dagen
6,580	5,710	6,953	8,197	9,440
12,534	8,150	9,860	11,570	13,280
24,443	12,987	15,512	18,036	20,561
54,214	28,642	32,292	35,942	39,592
24,443	23,952	25,271	26,589	27,907
54,214	27,085	29,422	31,761	34,098
113,757	41,782	44,195	46,608	49,021

Trap 2 - 3	Cp = 32,7	Cs = 138,1	C = 16,8	Pg = 23,60 kPa
Trap 3 - 4	Cp' = 16,6	Cs' = 91,0	C' = 9,60	
Trap 6 - 7	Cp' = 5,5	Cs' = 65,8	C' = 4,11	
Trap 4 - 5	Ap = 33,8	As = 34,2	A = 6,8	
Trap 5 - 6	Cp(r) = 37,7	Cs(r) = 78,1	C(r) = 12,9	



BIJLAGE 5, GROND- EN LABONDERZOEK WITMARSUM

Resultaten grondonderzoek

ten behoeve van schematisatie van de
verkeersbelasting op kades te Witmarsum

Opdrachtnummer

VN-46496

Opdrachtgever

STOWA
Postbus 8090
3503 RB Utrecht

Bijlagen

Dwarsprofiel	VN-46496-1
Boorstaten	VN-46496-B1 t/m B3
Tabel X-, Y- en Z- coördinaten	VN-46496-2
Natte en droge volumegewichten	VN-46496-3
Samendrukkingsproeven	VN-46496-4

Datum rapport

16 december 2008



▲ Algemeen

Ten behoeve van schematisatie van de verkeersbelasting op kades te Witmarsum is door ons bureau een grondonderzoek uitgevoerd overeenkomstig de richtlijnen hiertoe gegeven door STOWA te Utrecht.

▲ Grondonderzoek

De veldwerkzaamheden zijn uitgevoerd op 6 november 2008 en hebben bestaan uit het verrichten van een 2-tal sonderingen tot een diepte van maximaal circa 15 m- maaiveld. De sonderingen zijn verricht met onze 20-tons sondeerapparatuur met behulp van de elektrische (kleefmantel-)conus volgens norm NEN 5140. In de bijlagen VN-46496-DKP1 en DKM2 zijn de aldus verkregen sondeerresultaten grafisch gepresenteerd waarbij de conusweerstand uitgezet is tegen de diepte in meters ten opzichte van N.A.P. Op de grafiek met de codering "DKM" is tevens de plaatselijke wrijvingsweerstand aangegeven. Bij deze sondering is het wrijvingsgetal (plaatselijke wrijvingsweerstand uitgedrukt in % van de conusweerstand) opgegeven, hetgeen kenmerkend is voor de diverse grondsoorten. Tijdens het sonderen is met behulp van een in de conus ingebouwde hellingmeter de afwijking van de conus ten opzichte van de verticaal gecontroleerd. De sonderingen zijn uitgevoerd met behulp van een elektrische waterspanningsconus type U_1 (filter in de punt) welke, naast de punt- en wrijvingsweerstand, tevens de waterspanning (uitgedrukt in MPa) continu meet en registreert.

De sondeerpunten zijn door ons bureau in het terrein uitgezet en gewaterpast met een nauwkeurigheid van 5 cm ten opzichte van N.A.P. De resultaten van deze waterpassing zijn gepresenteerd op de bijlage VN-46496-2. Alle gegevens van de inmetingen en waterpassingen genoemd in deze rapportage zijn een momentopname en zijn alleen te gebruiken voor het grondonderzoek.

Om een beter inzicht te krijgen in de samenstelling van de bovenste lagen en in de hoogte van de grondwaterspiegel zijn er 3 boringen gemaakt. Het opgeboorde materiaal is in het veld geclassificeerd en aan de hand daarvan zijn de boorprofielen vastgelegd (zie de boorstaten in bijlagen VN-46496-B1 t/m B3).

Tijdens het uitvoeren van de boorwerkzaamheden zijn in totaal 6 ongeroerde grondmonsters gestoken met het steekapparaat van Ackermann. De diepte en nummering van de grondmonsters is vermeld in de betreffende boorstaten.



▲ Laboratoriumonderzoek

In ons laboratorium zijn de monsters aan een nadere analyse onderworpen, waarbij het nat en droog volumegewicht, watergehalte, het poriënvolume en de verzadigingsgraad zijn bepaald (zie bijlage VN-46496-3).

Teneinde een indruk te krijgen in de samendrukbaarheid van de slappe lagen werden 3 samendrukkingsproeven uitgevoerd. Tevens werd hierbij de consolidatiecoëfficiënt bepaald. De resultaten van deze labwerkzaamheden zijn weergegeven in de bijlagen VN-46496-4.

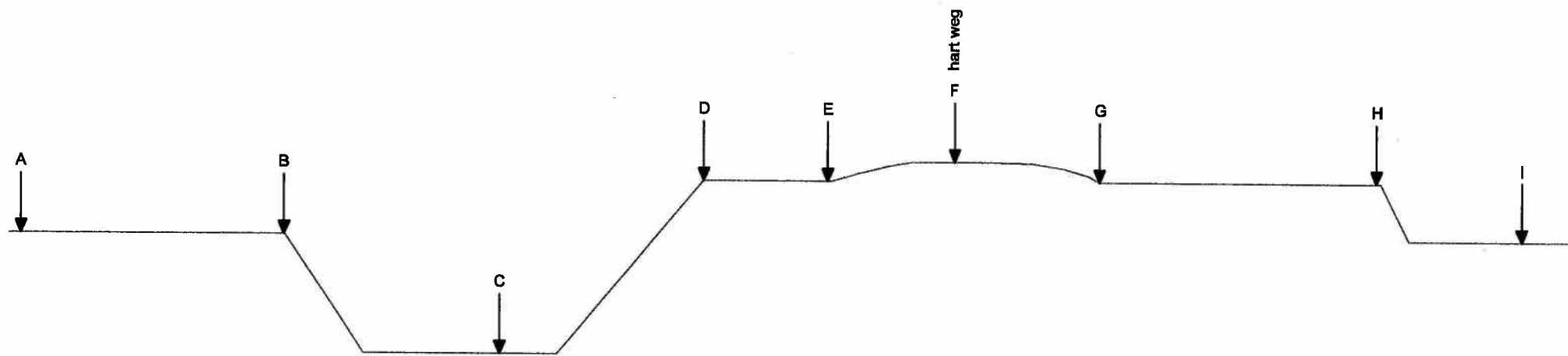
Met behulp van 06-GPS zijn de X- en Y- coördinaten bepaald, deze zijn weergegeven in de tabel in bijlage VN-46496-2.

Tolbert, 16 december 2008

A. Palma
Hoofd Uitvoering

AP/SZ





LEGENDA

A
↓
Meetpunt



Maten in meters

Dwarsprofiel	Datum : 24.11.08			
Schematisatie verkeersbelasting op kades te Witmarsum	Gew:			
	Gew:			
	Gew:			
Opdracht : VN-46496	Getekend : RE	Bijlage : 1	Schaal : 1:1000	Gew:



Wiertsema & Partners

▲ Tabel X-, Y- en Z-coördinaten

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

Meetpunt	X-coördinaten [in m]	Y-coördinaten [in m]	Maaiveldhoogte [m t.o.v. N.A.P.]
A	163.441	568.495	0,34 m- N.A.P.
B	163.435	568.492	0,83 m- N.A.P.
C	163.435	568.491	1,63 m- N.A.P.
D	163.431	568.488	0,27 m+ N.A.P.
E	163.429	568.487	0,78 m+ N.A.P.
F (hart weg)	163.427	568.486	0,89 m+ N.A.P.
G	163.425	568.485	0,83 m+ N.A.P.
H	163.421	568.483	0,35 m+ N.A.P.
I	163.420	568.482	0,53 m- N.A.P.
DKP1	163.432	568.479	0,82 m+ N.A.P.
DKM2	163.422	568.497	0,88 m+ N.A.P.
B1	163.428	568.489	0,71 m+ N.A.P.
B2	163.425	568.480	0,60 m+ N.A.P.
B3	163.429	568.490	0,62 m+ N.A.P.



▲ **Natte en droge volumegewichten**



Opdracht VN-46496

Bijlage:

Monster nummer	Diepte in m- m.v.	Nat volume gewicht (kN/m3)	Droog volume gewicht (kN/m3)	Water- gehalte in ge- wicht (%)	Porien- getal	Porien- volume (%)	Water- gehalte in volume (%)	Verz. graad (%)
B-1/I	1.95	15.2	8.6	76.6	2.08	67.5	66.1	97.9
B-1/II	2.95	17.1	11.8	44.8	1.25	55.5	52.9	95.3
B-1/III	4.35	15.6	9.4	66.3	1.82	64.5	62.3	96.6
B-2/I	1.55	18.6	13.9	33.7	0.90	47.5	46.8	98.5
B-2/II	2.65	15.8	9.6	63.8	1.76	63.8	61.4	96.2
B-2/III	4.95	18.0	13.4	34.0	0.98	49.4	45.7	92.5

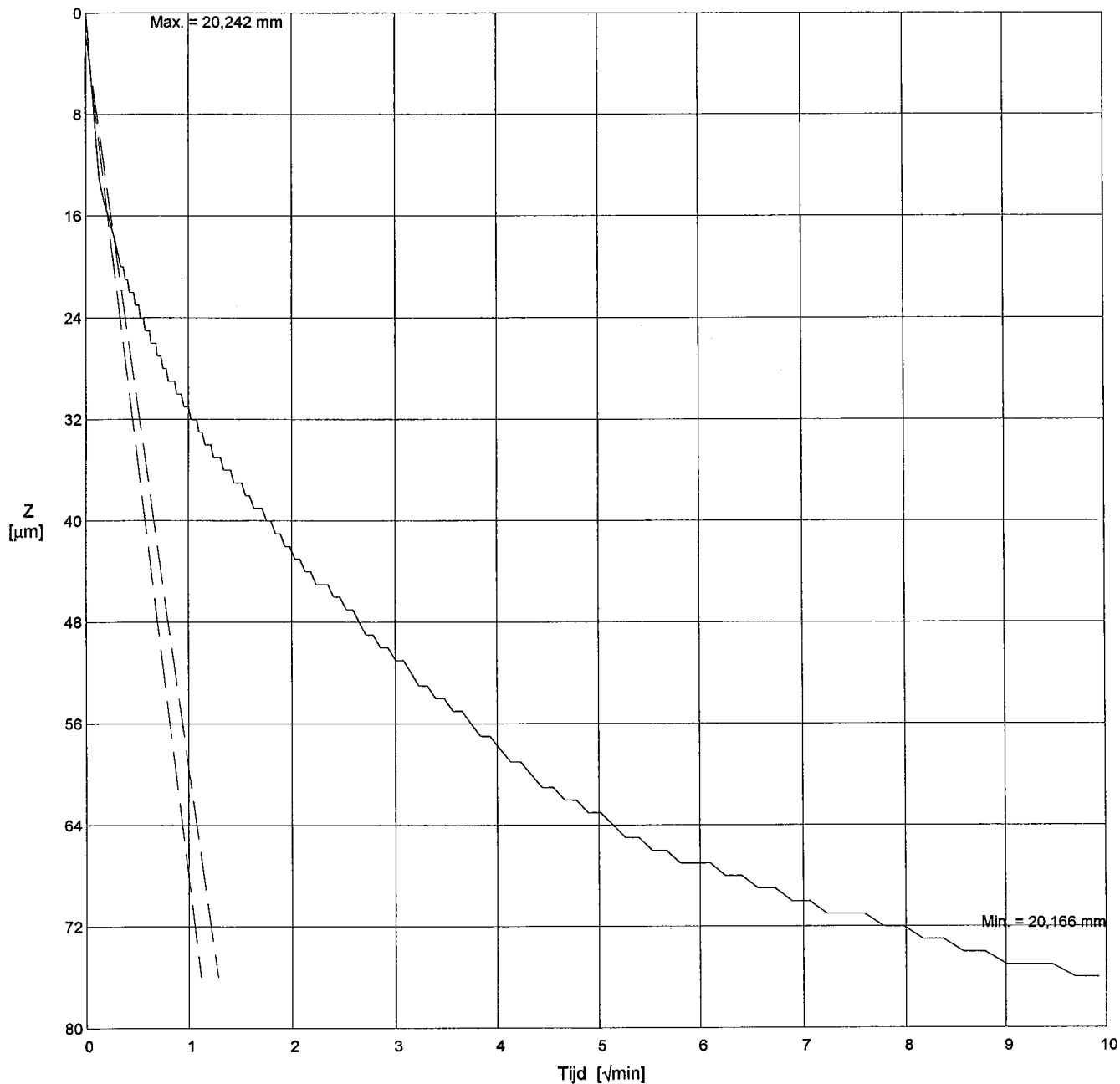


▲ VN-46496

Bijl. 4

▲ Samendrukkingsproeven





Trap 3
Belasting van 9,77 kPa naar 20,43 kPa

$C_{v,10} = 1,315E-05$ [m²/s]
 $m_v = 8,394E-02$ [1/MPa]
 $k_{10} = 1,082E-08$ [m/s]

Boring : B-2
 Busnummer : I
 Monsterdiepte : MV - 1.50 m
 Grondsoort : Klei, zwak siltig, grijs
 Beproeversperiode : 08-11-26 tot 08-12-04
 Staat monster : ongeroerd
 Preparatiemethode : overgeschoven
 Beproeversomgeving : nat
 Temperatuur : 22°C
 Proefstukdiameter : 65,03 mm
 Bijzonderheden : geen

Verzadigingsgraad begin / eind proef : 102 / 113 %
 Vochtgehalte begin / eind proef : 34 / 30 % m/m
 Volumieke massa nat, begin / eind proef : 1856 / 1989 kg/m³
 Volumieke massa droog, begin / eind proef : 1388 / 1535 kg/m³
 Volumieke massa vaste delen grond : 2561 kg/m³



**Wiertsema
& Partners**

2008-12-15

Project: Schematisatie verkeersbelasting op kades te Witmarsum

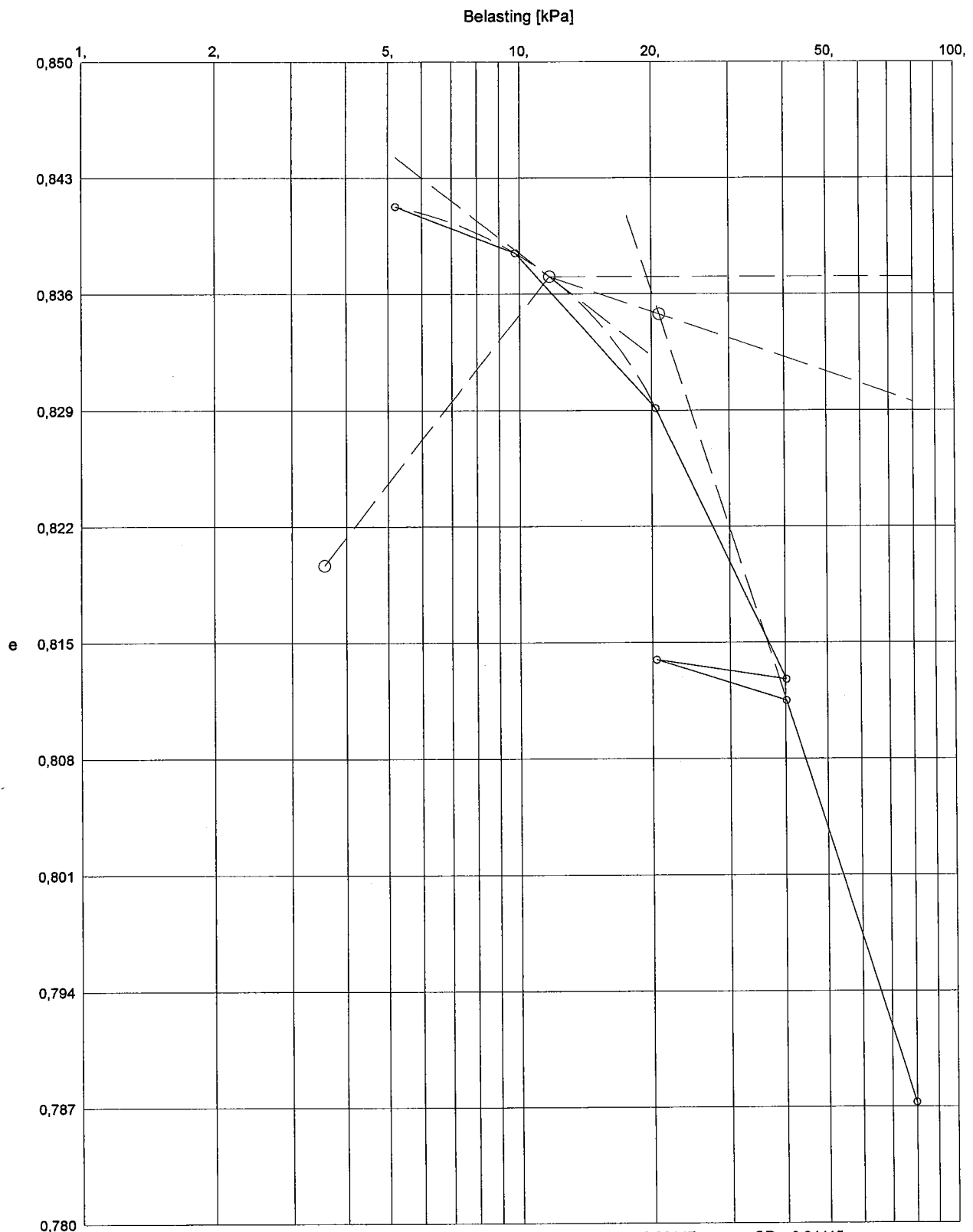
Consolidatie (NEN 5118), \sqrt{t} - methode; Bus: I; Boring: B-2

Pr.nr. VN-46496

Hfd. GTL./JvdK

GEOTECHNISCH LABORATORIUM

Bijl. Pg. 1 van 5



C_c = 0,08147 CR = 0,04415
 P_g = 20,83 kPa
 $C_c(sw)1$ = 0,00401 SR = 0,00217
 $C_c(r)1$ = 0,00833 RR = 0,00452

Boring : B-2
 Busnummer : I
 Monsterdiepte : MV - 1.50 m
 Grondsoort : Klei, zwak siltig, grijs
 Beproeversperiode : 08-11-26 tot 08-12-04
 Staat monster : ongeroerd
 Preparatiemethode : overgeschoven
 Beproeversomgeving : nat
 Temperatuur : 22°C
 Proefstukdiameter : 65,03 mm
 Bijzonderheden : geen

Verzadigingsgraad begin / eind proef : 102 / 113 %
 Vochtgehalte begin / eind proef : 34 / 30 % m/m
 Volumieke massa nat, begin / eind proef : 1856 / 1989 kg/m³
 Volumieke massa droog, begin / eind proef : 1388 / 1535 kg/m³
 Volumieke massa vaste delen grond : 2561 kg/m³



Wiertsema & Partners

2008-12-15

Project: Schematisatie verkeersbelasting op kades te Witmarsum

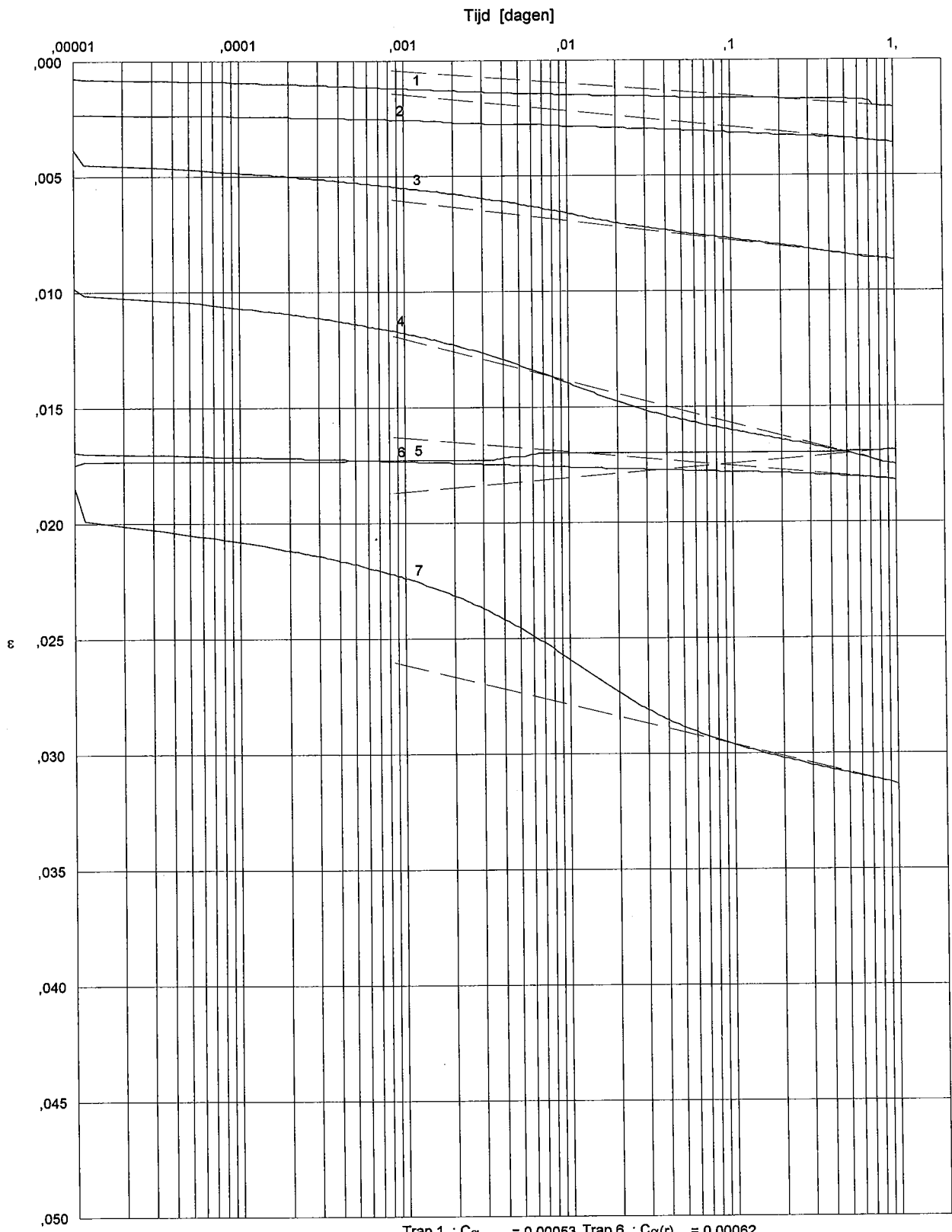
Primaire samendrukkingsindex en grensspanning (NEN 5118)

Pr.nr. VN-46496

Hfd. GTL./JvdK

GEOTECHNISCH LABORATORIUM

Bijl. Pg. 2 van 5



Trap 1 : C_α = 0,00053 Trap 6 : $C_\alpha(r)$ = 0,00062
 Trap 2 : C_α = 0,00071 Trap 7 : C_α = 0,00173
 Trap 3 : C_α = 0,00086
 Trap 4 : C_α = 0,00184
 Trap 5 : $C_\alpha(sw)$ = -0,00060

Boring : B-2
 Busnummer : I
 Monsterdiepte : MV - 1.50 m
 Grondsoort : Klei, zwak siltig, grijs
 Beproeversperiode : 08-11-26 tot 08-12-04
 Staat monster : ongeroerd
 Preparatiemethode : overgeschoven
 Beproeversomgeving : nat
 Temperatuur : 22°C
 Proefstukdiameter : 65,03 mm
 Bijzonderheden : geen

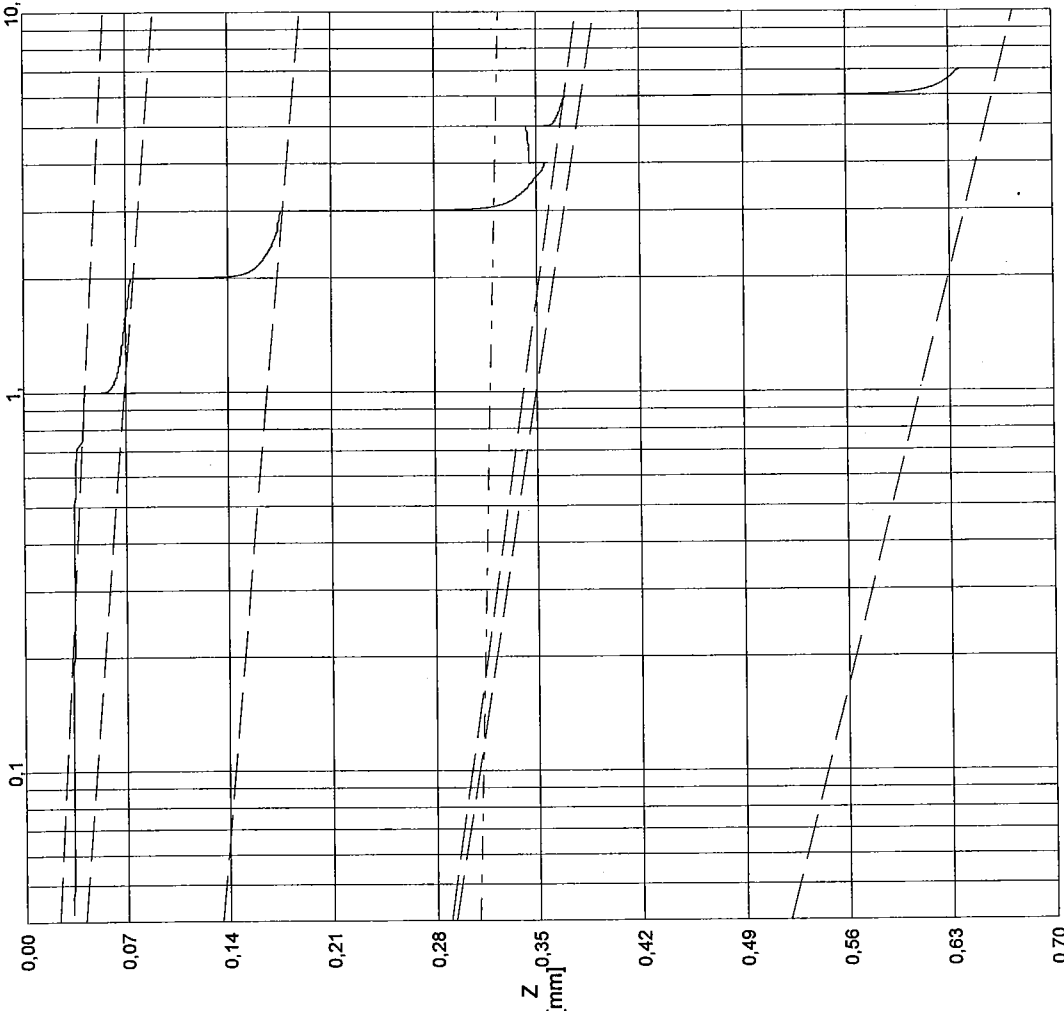
Verzadigingsgraad begin / eind proef : 102 / 113 %
 Vochtgehalte begin / eind proef : 34 / 30 % m/m
 Volumieke massa nat, begin / eind proef : 1856 / 1989 kg/m3
 Volumieke massa droog, begin / eind proef : 1388 / 1535 kg/m3
 Volumieke massa vaste delen grond : 2561 kg/m3



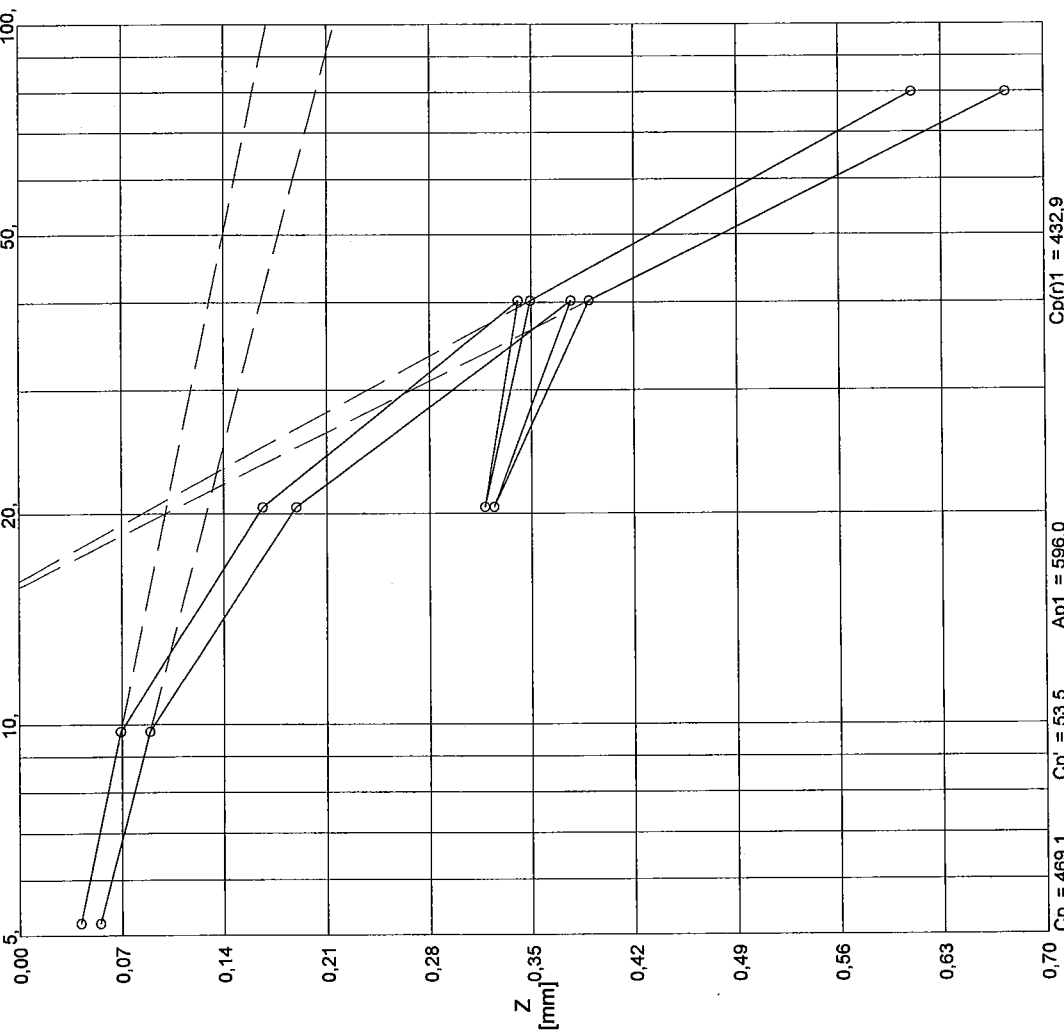
Wiertsema & Partners

2008-12-15	Project: Schematisatie verkeersbelasting op kades te Witmarsum	Pr.nr. VN-46496
	Secundaire samendrukkingsindex (NEN 5118)	
Hfd. GTL./JvdK	GEOTECHNISCH LABORATORIUM	Bijl. Pg. 3 van 5

Tijd [dagen]



Belasting [kPa]



$C_p = 469,1$ $C_p' = 53,5$ $A_{p1} = 596,0$ $C_p(\sigma) = 432,9$
 $C_s = 1883,4$ $C_s' = 580,2$ $A_{s1} = 454,4$ $C_s(\sigma) = 403,7$
 $C = 235,0$ $C' = 39,08$ $A_1 = 95,4$ $C(\sigma) = 81,8$
 $P_g = 21,30 \text{ kPa}$

Verzadigingsgraad begin / eind proef : 102 / 113 %
 Vochtgehalte begin / eind proef : 34 / 30 %
 Volumieke massa nat, begin / eind proef : 1856 / 1989 kg/m^3
 Volumieke massa droog, begin / eind proef : 1388 / 1535 kg/m^3
 Volumieke massa vaste delen grond : 2561 kg/m^3

Boring : B-2
 Busnummer : I
 Monsterdiepte : MV - 1.50 m
 Staat monster : ongeroerd
 Beproevingsperiode : 08-11-26 tot 08-12-04
 Bijzonderheden : geen

Preparatiemethode : overgeschoven
 Beproevingsomgeving : nat
 Temperatuur : 22°C
 Proefstukdiameter : 65,03 mm
 Grondsoort : Klei, zwak siltig, grijs



Wiertsema & Partners

2008-12-15

Project: Schematisatie verkeersbelasting op kades te Witmarsum

Samendrukkingsconstanten vlg. Koppelaar; Bus: I; Boring: B-2

Hfd. GTL/JvdK

GEOTECHNISCH LABORATORIUM

Pr.nr. VN-46496

Bijl. Pg. 4 van 5

Opdrachtnummer : VN-46496
 Boring : B-2
 Bus : I
 Diepte monster : MV - 1.50 m
 Grondsoort : Klei, zwak siltig, grijs
 Diameter monster: 65,03 mm ; Initiële hoogte: 20,32 mm

Trap Cv;10 [m²/s] k10 [m/s] Mv [1/MPa]
 3 1,31E-05 1,08E-08 8,39E-02 wortel(tijd) methode.

e0 = 0,845
 Trap 1: e = 0,841
 Trap 2: e = 0,838
 Trap 3: e = 0,829
 Trap 4: e = 0,813
 Trap 5: e = 0,814
 Trap 6: e = 0,812
 Trap 7: e = 0,787

	Angelsaksische/NEN methode	a, b, c-isotachenmodel
	via poriëngetal	via lineaire rek
Trap 1-2:		a = 0,00243
Trap 2-3:		a = 0,00691
Trap 3-4: Cc = 0,05555	CR = 0,03011	b = 0,01325
Trap 4-5: Cc(sw) = 0,00401	SR = 0,00217	
Trap 5-6: Cc(r) = 0,00833	RR = 0,00452	a = 0,00200
Trap 6-7: Cc = 0,08147	CR = 0,04415	b = 0,01966

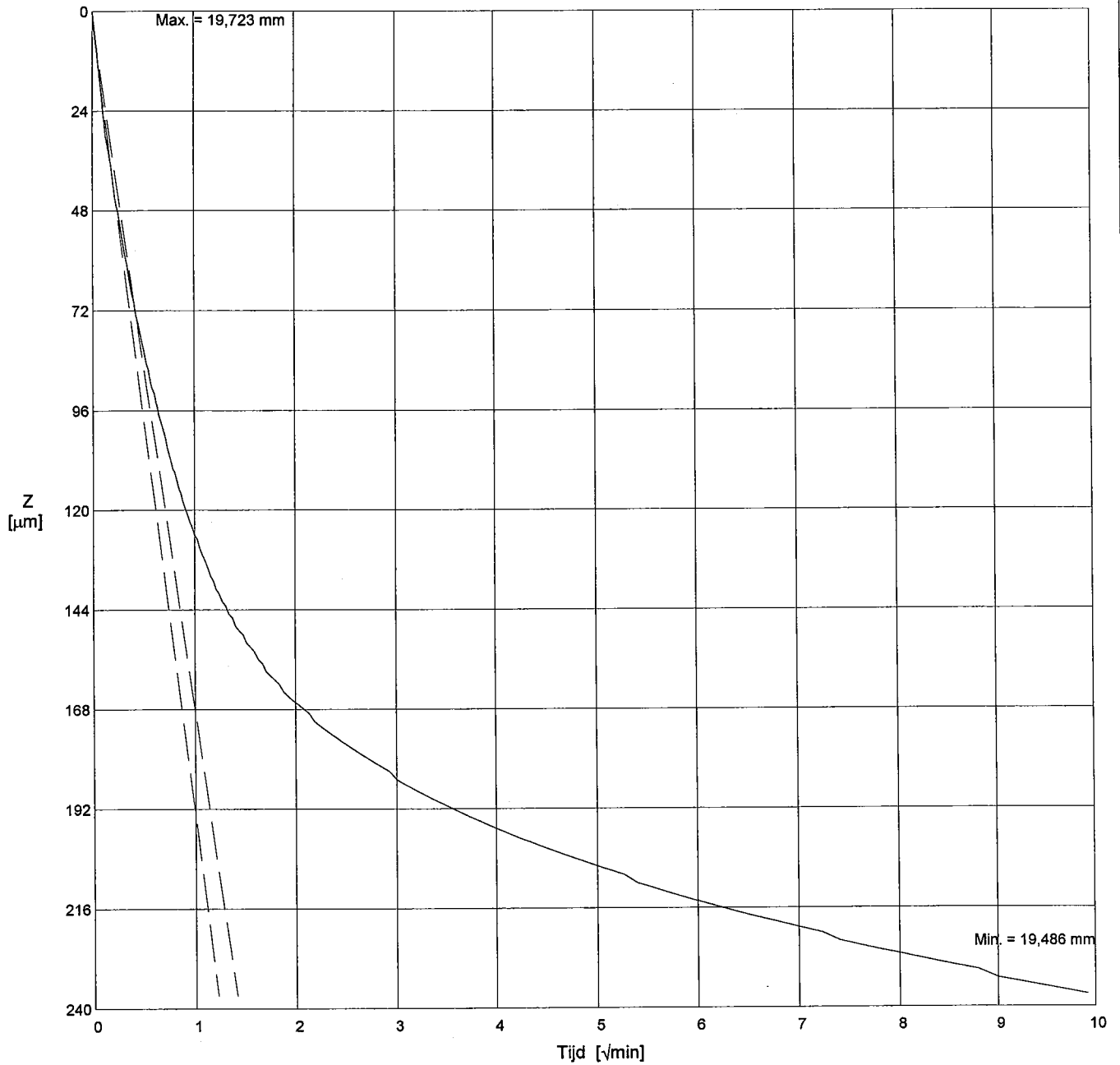
Cc (NEN 5118): 0,08147 Index-Pg: 20,833 kPa

Trap 1: C-alpha = 0,00053	c = 0,00023
Trap 2: C-alpha = 0,00071	c = 0,00031
Trap 3: C-alpha = 0,00086	c = 0,00037
Trap 4: C-alpha = 0,00184	c = 0,00078
Trap 5: C-alpha(sw) = -0,00060	c = -0,00025
Trap 6: C-alpha(r) = 0,00062	c = 0,00026
Trap 7: C-alpha = 0,00173	c = 0,00073

Procentuele zakking dH/H [%]				
dP [kPa]	10-dagen	100-dagen	1000-dagen	10000-dagen
5,203	0,271	0,337	0,403	0,469
9,772	0,439	0,538	0,638	0,737
20,432	0,933	1,045	1,156	1,268
40,230	1,857	2,037	2,218	2,398
20,432	1,594	1,625	1,656	1,688
40,230	1,918	2,117	2,316	2,515
79,825	3,317	3,634	3,951	4,268

Trap 2 - 3	Cp = 469,1	Cs = 1883,4	C = 235,0	Pg = 21,30 kPa
Trap 3 - 4	Cp' = 153,2	Cs' = 5569,5	C' = 138,05	
Trap 6 - 7	Cp' = 79,2	Cs' = 1001,7	C' = 60,15	
Trap 4 - 5	Ap = 596,0	As = 454,4	A = 95,4	
Trap 5 - 6	Cp(r) = 432,9	Cs(r) = 403,7	C(r) = 81,8	





Trap 3
Belasting van 20,22 kPa naar 39,80 kPa

$C_{v,10} = 5,641E-06$ [m²/s]
 $m_v = 2,046E-01$ [1/MPa]
 $k_{10} = 1,132E-08$ [m/s]

Boring : B-2
 Busnummer : II
 Monsterdiepte : MV - 2.65 m
 Grondsoort : Klei, grijs
 Beproeversperiode : 08-11-26 tot 08-12-04
 Staat monster : ongeroerd
 Preparatiemethode : overgeschoven
 Beproeversomgeving : nat
 Temperatuur : 22°C
 Proefstukdiameter : 65,01 mm
 Bijzonderheden : geen

Verzadigingsgraad begin / eind proef : 100 / 116 %
 Vochtgehalte begin / eind proef : 64 / 51 % m/m
 Volumieke massa nat, begin / eind proef : 1576 / 1793 kg/m³
 Volumieke massa droog, begin / eind proef : 962 / 1184 kg/m³
 Volumieke massa vaste delen grond : 2485 kg/m³



**Wiertsema
& Partners**

2008-12-15

Project: Schematisatie verkeersbelasting op kades te Witmarsum

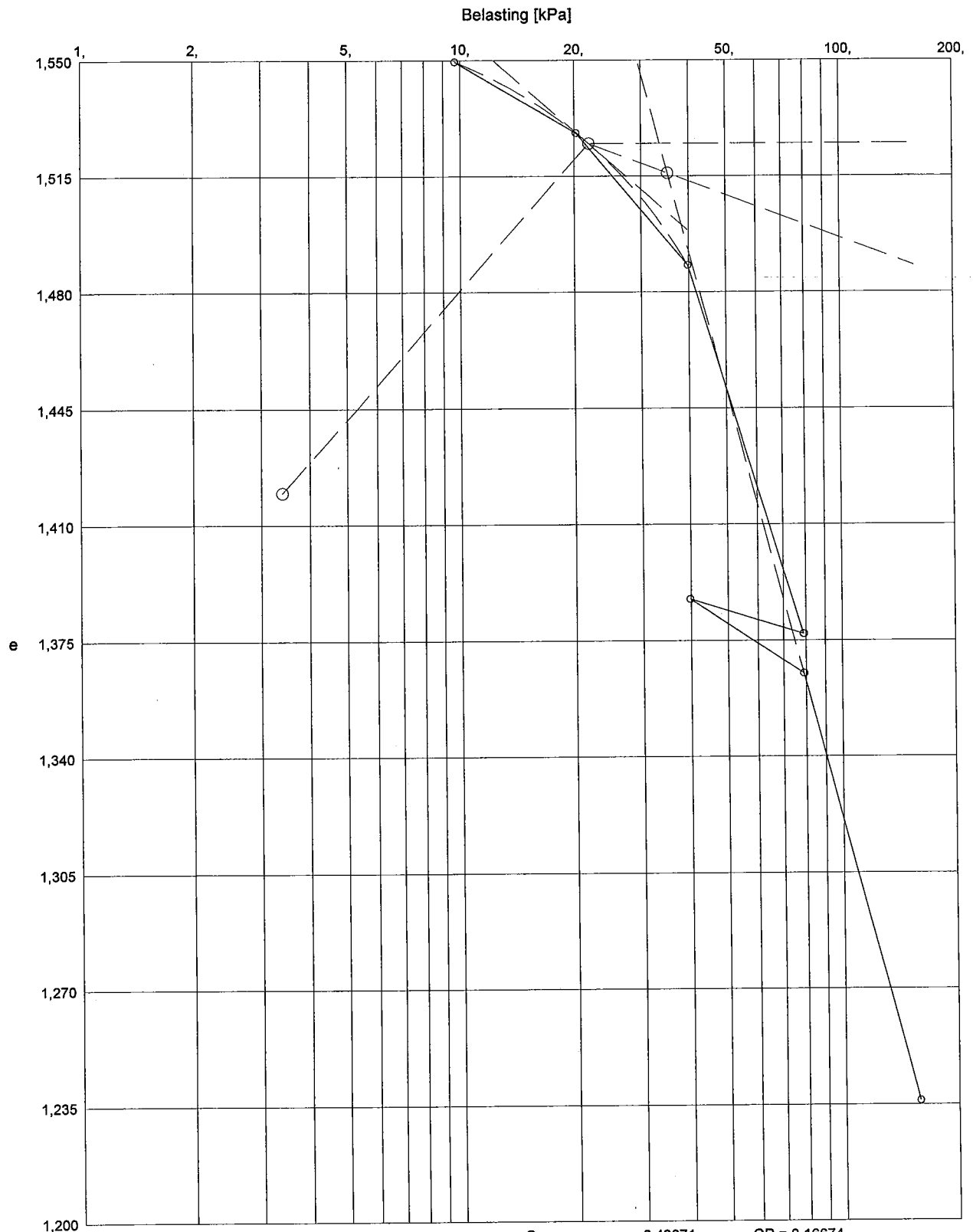
Consolidatie (NEN 5118), \sqrt{t} - methode; Bus: II; Boring: B-2

Pr.nr. VN-46496

Hfd. GTL./JvdK

GEOTECHNISCH LABORATORIUM

Bijl. Pg. 1 van 5



Cc = 0,43071 CR = 0,16674
 Pg = 35,25 kPa
 Cc(sw)1 = 0,03531 SR = 0,01367
 Cc(r)1 = 0,07536 RR = 0,02917

Boring : B-2
 Busnummer : II
 Monsterdiepte : MV - 2,65 m
 Grondsoort : Klei, grijs
 Beproeversperiode : 08-11-26 tot 08-12-04
 Staat monster : ongeroerd
 Preparatiemethode : overgeschoven
 Beproeversomgeving : nat
 Temperatuur : 22°C
 Proefstukdiameter : 65,01 mm
 Bijzonderheden : geen

Verzadigingsgraad begin / eind proef : 100 / 116 %
 Vochtgehalte begin / eind proef : 64 / 51 % m/m
 Volumieke massa nat, begin / eind proef : 1576 / 1793 kg/m3
 Volumieke massa droog, begin / eind proef : 962 / 1184 kg/m3
 Volumieke massa vaste delen grond : 2485 kg/m3



Wiertsema & Partners

2008-12-15

Project: Schematisatie verkeersbelasting op kades te Witmarsum

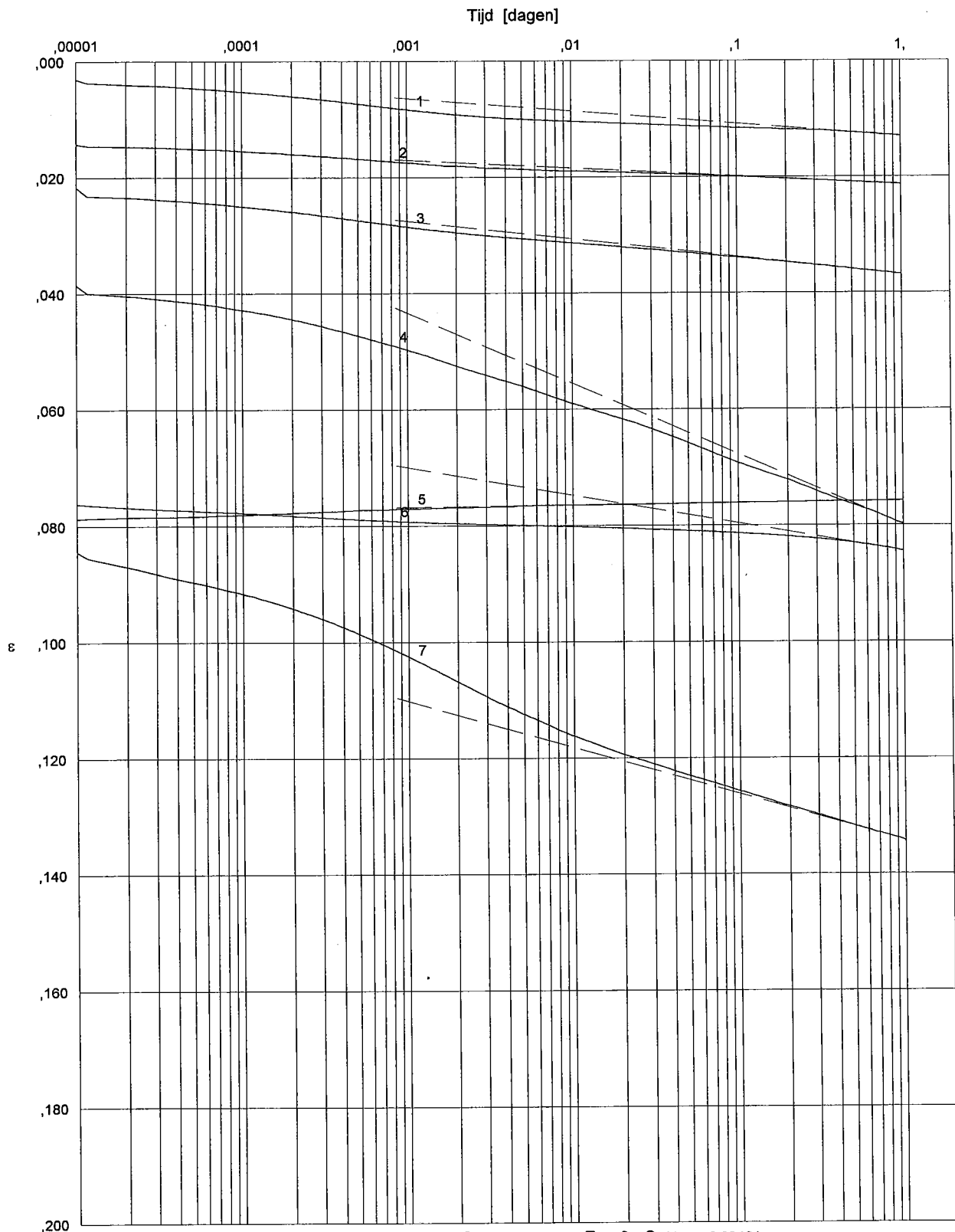
Primaire samendrukkingsindex en grensspanning (NEN 5118)

Pr.nr. VN-46496

Hfd. GTL./JvdK

GEOTECHNISCH LABORATORIUM

Bijl. Pg. 2 van 5



Trap 1 : C_α = 0,00220 Trap 6 : $C_{\alpha(r)}$ = 0,00481
 Trap 2 : C_α = 0,00143 Trap 7 : C_α = 0,00803
 Trap 3 : C_α = 0,00312
 Trap 4 : C_α = 0,01217
 Trap 5 : $C_{\alpha(sw)}$ = -0,00033

Boring : B-2
 Busnummer : II
 Monsterdiepte : MV - 2.65 m
 Grondsoort : Klei, grijs
 Beproeingsperiode : 08-11-26 tot 08-12-04
 Staat monster : ongeroerd
 Preparatiemethode : overgeschoven
 Beproeingsomgeving : nat
 Temperatuur : 22°C
 Proefstukdiameter : 65,01 mm
 Bijzonderheden : geen

Verzadigingsgraad begin / eind proef : 100 / 116 %
 Vochtgehalte begin / eind proef : 64 / 51 % m/m
 Volumieke massa nat, begin / eind proef : 1576 / 1793 kg/m³
 Volumieke massa droog, begin / eind proef : 962 / 1184 kg/m³
 Volumieke massa vaste delen grond : 2485 kg/m³



**Wiertsema
& Partners**

2008-12-15

Project: Schematisatie verkeersbelasting op kades te Witmarsum

Secundaire samendrukkingsindex (NEN 5118)

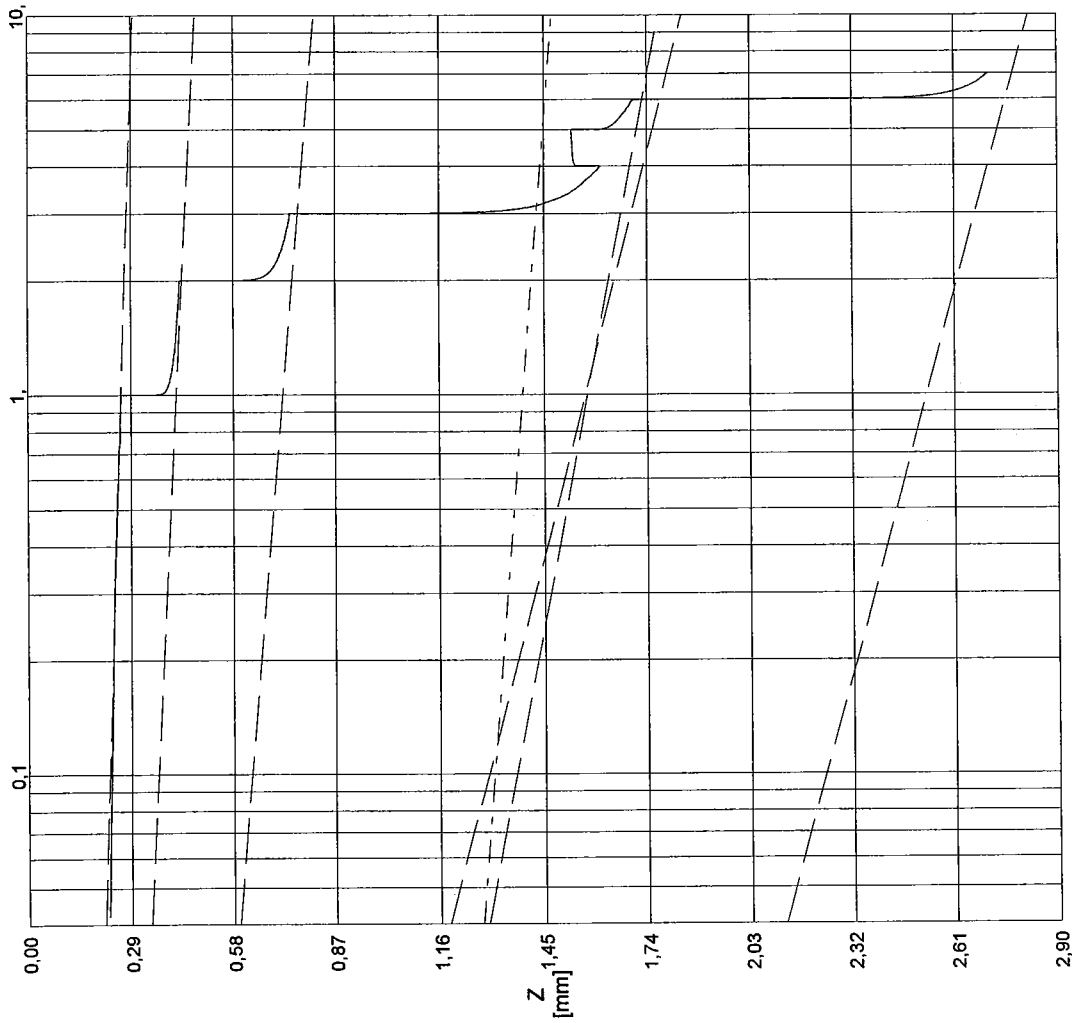
Pr.nr. VN-46496

Hfd. GTL./JvdK

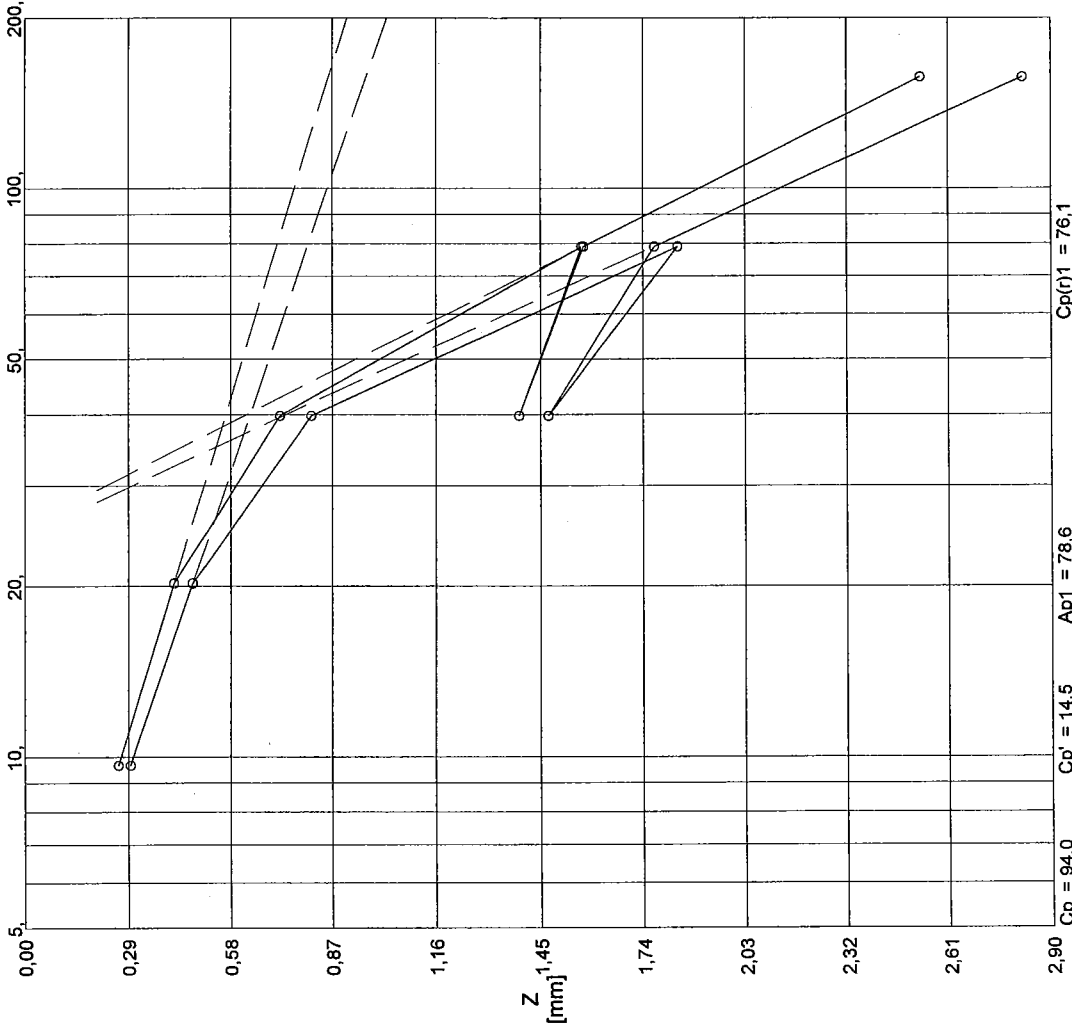
GEOTECHNISCH LABORATORIUM

Bijl. Pg. 3 van 5

Tijd [dagen]



Belasting [kPa]



Boring : B-2
 Busnummer : II
 Monsterdiepte : MV - 2.65 m
 Staat monster : ongeroerd
 Beproevingperiode : 08-11-26 tot 08-12-04
 Bijzonderheden : geen

Preparatiemethode : overgeschoven
 Beproevingsongeving : nat
 Temperatuur : 22°C
 Proefstukdiameter : 65,01 mm
 Grondsoort : Klei, grijs

$C_p = 94,0$ $C_s = 794,7$ $C = 63,8$ $P_g = 37,50$ kPa
 $C_p(\sigma) = 76,1$ $C_s(\sigma) = 116,4$ $C(\sigma) = 21,0$ %
 $A_{p1} = 14,5$ $A_{s1} = 157,2$ $A_1 = 14,7$ % m/m
 Verzadigingsgraad begin / eind proef : 100 / 116
 Vochtgehalte begin / eind proef : 64 / 51
 Volumieke massa nat, begin / eind proef : 1576 / 1793 kg/m³
 Volumieke massa droog, begin / eind proef : 962 / 1184 kg/m³
 Volumieke massa vaste delen grond : 2485 kg/m³



**Wiertsema
& Partners**

2008-12-15

Project: Schematisatie verkeersbelasting op kades te Wilmarsum

Hfd. GTL/JvdK

Samendrukkingsconstanten vlg. Koppelaar; Bus: II; Boring: B-2

GEOTECHNISCH LABORATORIUM

Pr.nr. VN-46496

Bijl. Pg. 4 van 5

Opdrachtnummer : VN-46496
 Boring : B-2
 Bus : II
 Diepte monster : MV - 2.65 m
 Grondsoort : Klei, grijs
 Diameter monster: 65,01 mm ; Initiële hoogte: 20,16 mm

Trap 3 Cv:10 [m2/s] k10 [m/s] Mv [1/MPa]
 5,64E-06 1,13E-08 2,05E-01 wortel(tijd) methode

e0 = 1,583
 Trap 1: e = 1,550
 Trap 2: e = 1,528
 Trap 3: e = 1,488
 Trap 4: e = 1,377
 Trap 5: e = 1,388
 Trap 6: e = 1,365
 Trap 7: e = 1,236

Angelsaksische/NEN methode		a, b, c-isotachenmodel	
via poriëngetal		via lineaire rek	
Trap 1-2:			a = 0,01150
Trap 2-3: Cc	= 0,13591	CR = 0,05261	b = 0,02353
Trap 3-4: Cc	= 0,37336	CR = 0,14454	b = 0,06667
Trap 4-5: Cc(sw)	= 0,03531	SR = 0,01367	
Trap 5-6: Cc(r)	= 0,07536	RR = 0,02917	a = 0,01377
Trap 6-7: Cc	= 0,43071	CR = 0,16674	b = 0,08133

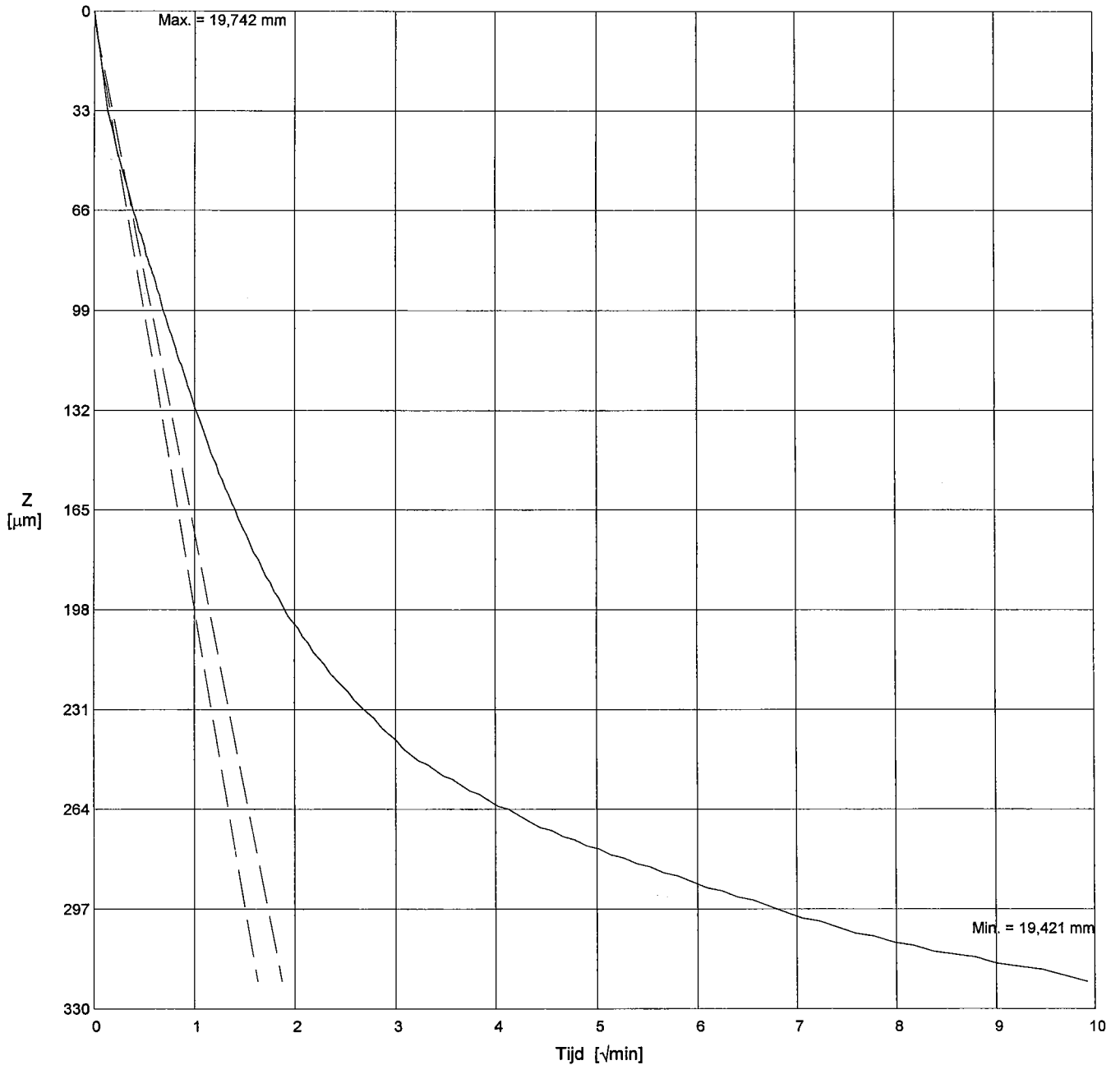
Cc (NEN 5118): 0,43071 Index-Pg: 35,254 kPa

Trap 1: C-alpha	= 0,00220	c = 0,00094
Trap 2: C-alpha	= 0,00143	c = 0,00061
Trap 3: C-alpha	= 0,00312	c = 0,00130
Trap 4: C-alpha	= 0,01217	c = 0,00486
Trap 5: C-alpha(sw)	= -0,00033	c = -0,00013
Trap 6: C-alpha(r)	= 0,00481	c = 0,00191
Trap 7: C-alpha	= 0,00803	c = 0,00302

Procentuele zakking dH/H [%]				
dP [kPa]	10-dagen	100-dagen	1000-dagen	10000-dagen
9,672	1,468	1,638	1,808	1,978
20,215	2,345	2,608	2,871	3,134
39,795	4,021	4,466	4,911	5,356
78,954	9,120	10,473	11,826	13,180
39,795	7,303	7,710	8,117	8,524
78,954	8,791	9,787	10,783	11,779
157,272	13,989	15,423	16,858	18,292

Trap 2 - 3	Cp = 94,0	Cs = 794,7	C = 63,8	Pg = 37,50 kPa
Trap 3 - 4	Cp' = 45,3	Cs' = 378,5	C' = 30,64	
Trap 6 - 7	Cp' = 16,3	Cs' = 75,9	C' = 8,78	
Trap 4 - 5	Cp' = 14,5	Cs' = 157,2	C' = 10,58	
Trap 4 - 5	Ap = 78,6	As = 72,4	A = 14,7	
Trap 5 - 6	Cp(r) = 76,1	Cs(r) = 116,4	C(r) = 21,0	





Trap 3
Belasting van 31,12 kPa naar 61,58 kPa

$C_{v,10} = 8,893E-06$ [m²/s]
 $m_v = 1,055E-01$ [1/MPa]
 $k_{10} = 9,200E-09$ [m/s]

Boring : B-2
 Busnummer : III
 Monsterdiepte : MV - 4.80 m
 Grondsoort : Klei, zwak siltig, zwak humeus, grijs
 Beproeversperiode : 08-11-26 tot 08-12-04
 Staat monster : ongeroerd
 Preparatiemethode : overgeschoven
 Beproeversomgeving : nat
 Temperatuur : 22°C
 Proefstukdiameter : 64,94 mm
 Bijzonderheden : geen

Verzadigingsgraad begin / eind proef : 96 / 115 %
 Vochtgehalte begin / eind proef : 34 / 54 % m/m
 Volumieke massa nat, begin / eind proef : 1802 / 1792 kg/m³
 Volumieke massa droog, begin / eind proef : 1344 / 1161 kg/m³
 Volumieke massa vaste delen grond : 2565 kg/m³



**Wiertsema
& Partners**

2008-12-15

Project: Schematisatie verkeersbelasting op kades te Witmarsum

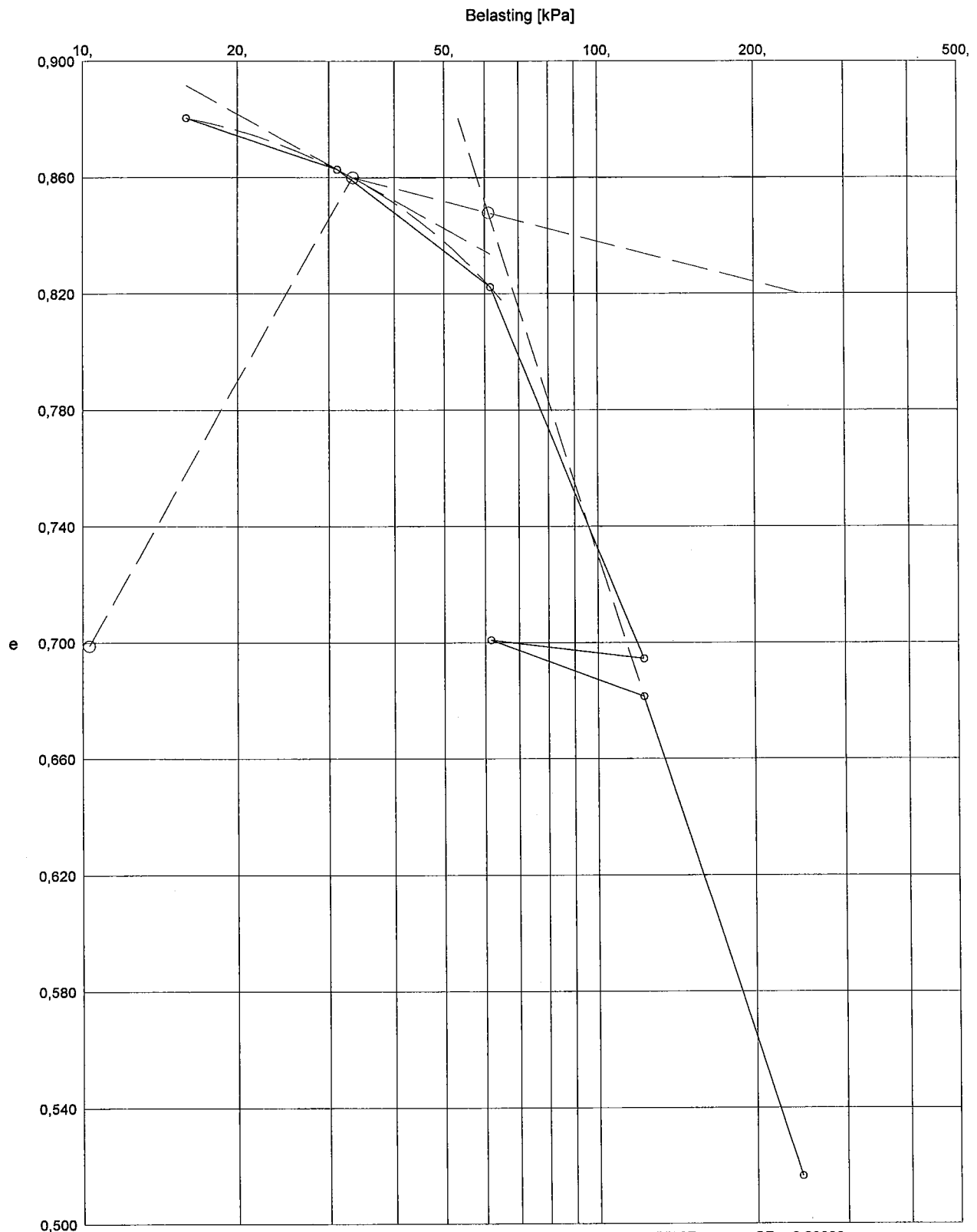
Consolidatie (NEN 5118), \sqrt{t} - methode; Bus: III; Boring: B-2

Pr.nr. VN-46496

Hfd. GTL./JvdK

GEOTECHNISCH LABORATORIUM

Bijl. Pg. 1 van 5



C_c = 0,55027 $CR = 0,28833$
 P_g = 61,06 kPa
 $C_c(sw)1$ = 0,02178 $SR = 0,01141$
 $C_c(r)1$ = 0,06534 $RR = 0,03424$

Boring : B-2
 Busnummer : III
 Monsterdiepte : MV - 4.80 m
 Grondsoort : Klei, zwak siltig, zwak humeus, grijs
 Beproeversperiode : 08-11-26 tot 08-12-04
 Staat monster : ongeroerd
 Preparatiemethode : overgeschoven
 Beproeversomgeving : nat
 Temperatuur : 22°C
 Proefstukdiameter : 64,94 mm
 Bijzonderheden : geen

Verzadigingsgraad begin / eind proef : 96 / 115 %
 Vochtgehalte begin / eind proef : 34 / 54 % m/m
 Volumieke massa nat, begin / eind proef : 1802 / 1792 kg/m³
 Volumieke massa droog, begin / eind proef : 1344 / 1161 kg/m³
 Volumieke massa vaste delen grond : 2565 kg/m³



**Wiertsema
& Partners**

2008-12-15

Project: Schematisatie verkeersbelasting op kades te Witmarsum

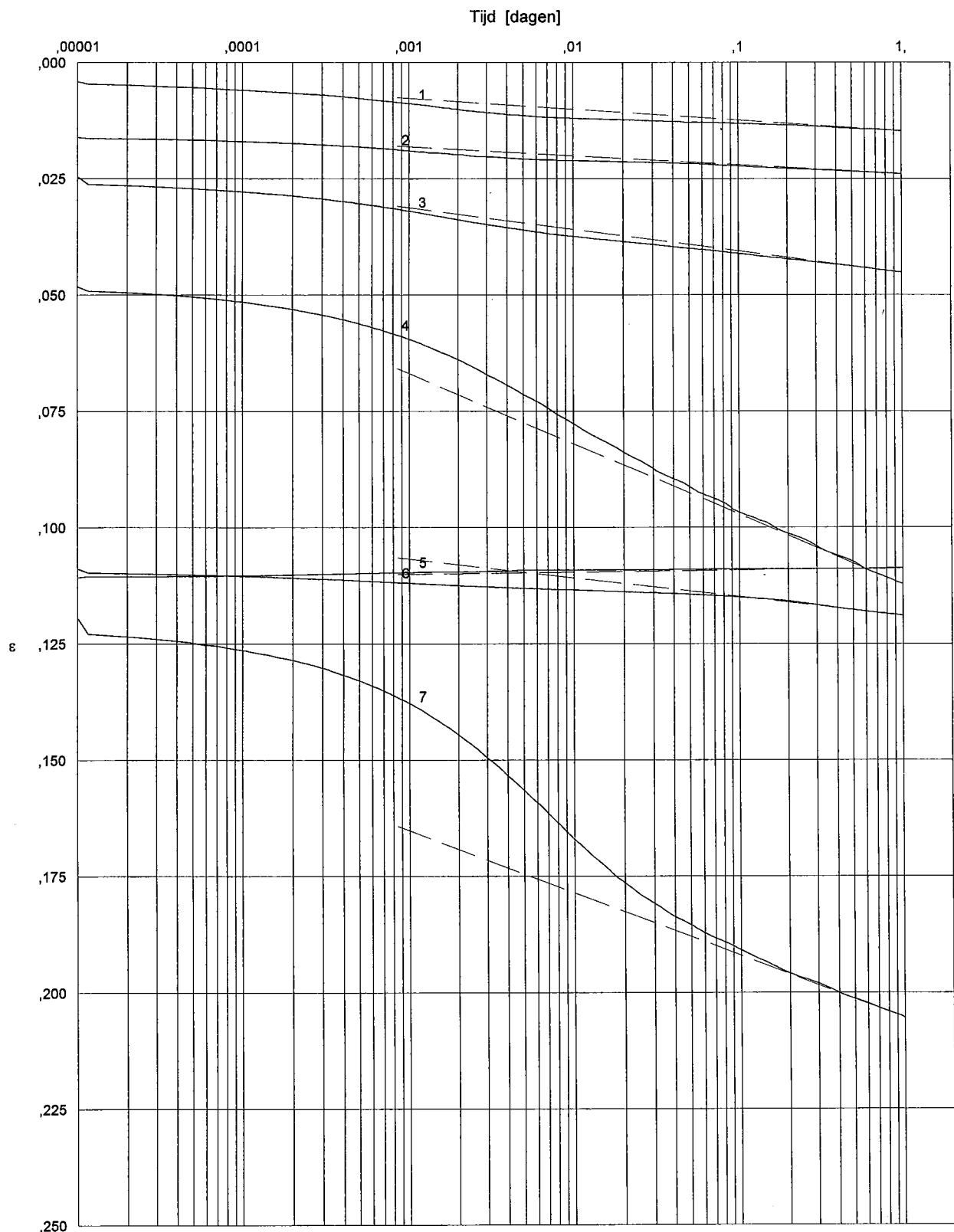
Primaire samendrukkingsindex en grensspanning (NEN 5118)

Pr.nr. VN-46496

Hfd. GTL./JvdK

GEOTECHNISCH LABORATORIUM

Bijl. Pg. 2 van 5



Trap 1 : C_{α} = 0,00233 Trap 6 : $C_{\alpha}(r)$ = 0,00406
 Trap 2 : C_{α} = 0,00194 Trap 7 : C_{α} = 0,01337
 Trap 3 : C_{α} = 0,00466
 Trap 4 : C_{α} = 0,01512
 Trap 5 : $C_{\alpha}(sw)$ = -0,00044

Boring : B-2
 Busnummer : III
 Monsterdiepte : MV - 4.80 m
 Grondsoort : Klei, zwak siltig, zwak humeus, grijs
 Beproeversperiode : 08-11-26 tot 08-12-04
 Staat monster : ongeroerd
 Preparatiemethode : overgeschoven
 Beproeversomgeving : nat
 Temperatuur : 22°C
 Proefstukdiameter : 64,94 mm
 Bijzonderheden : geen

Verzadigingsgraad begin / eind proef : 96 / 115 %
 Vochtgehalte begin / eind proef : 34 / 54 % m/m
 Volumieke massa nat, begin / eind proef : 1802 / 1792 kg/m³
 Volumieke massa droog, begin / eind proef : 1344 / 1161 kg/m³
 Volumieke massa vaste delen grond : 2565 kg/m³



**Wiertsema
& Partners**

2008-12-15

Project: Schematisatie verkeersbelasting op kades te Witmarsum

Secundaire samendrukkingsindex (NEN 5118)

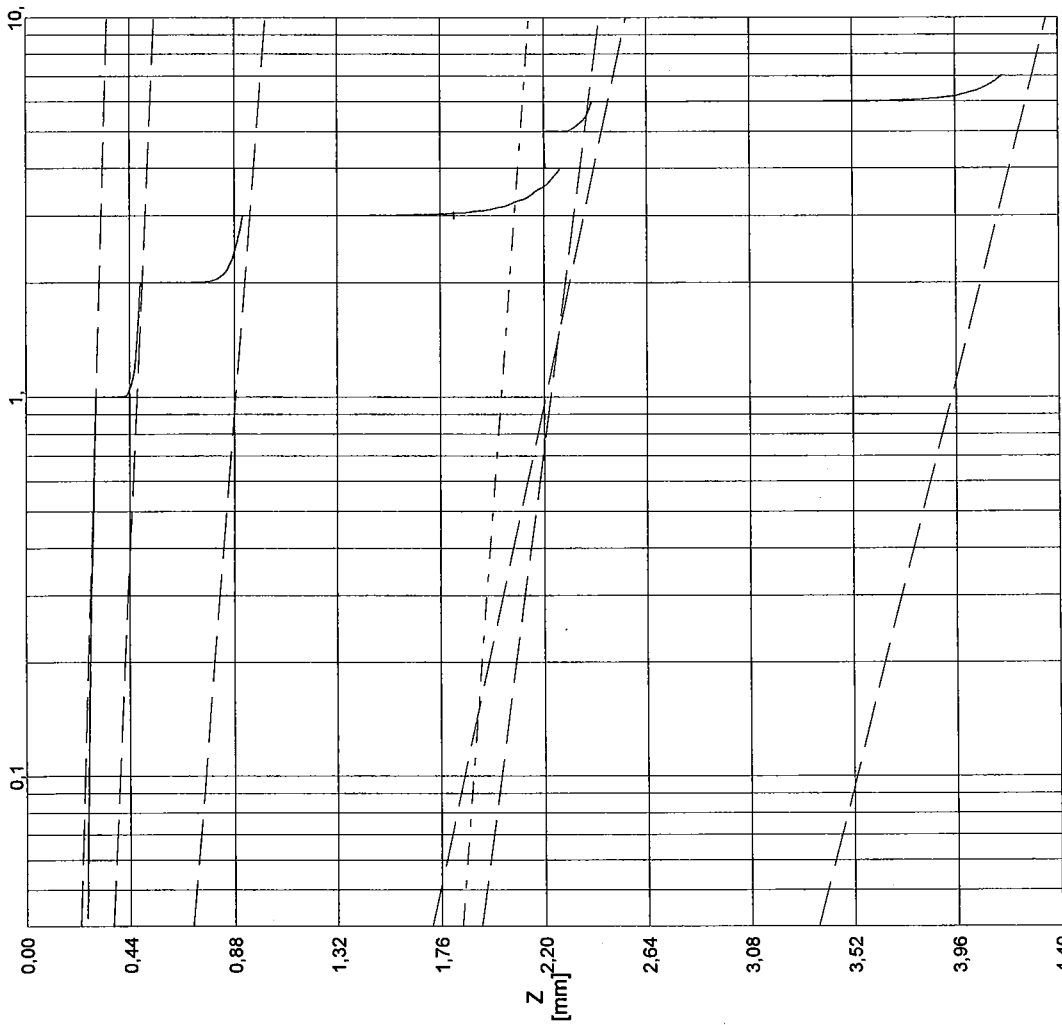
Pr.nr. VN-46496

Hfd. GTL./JvdK

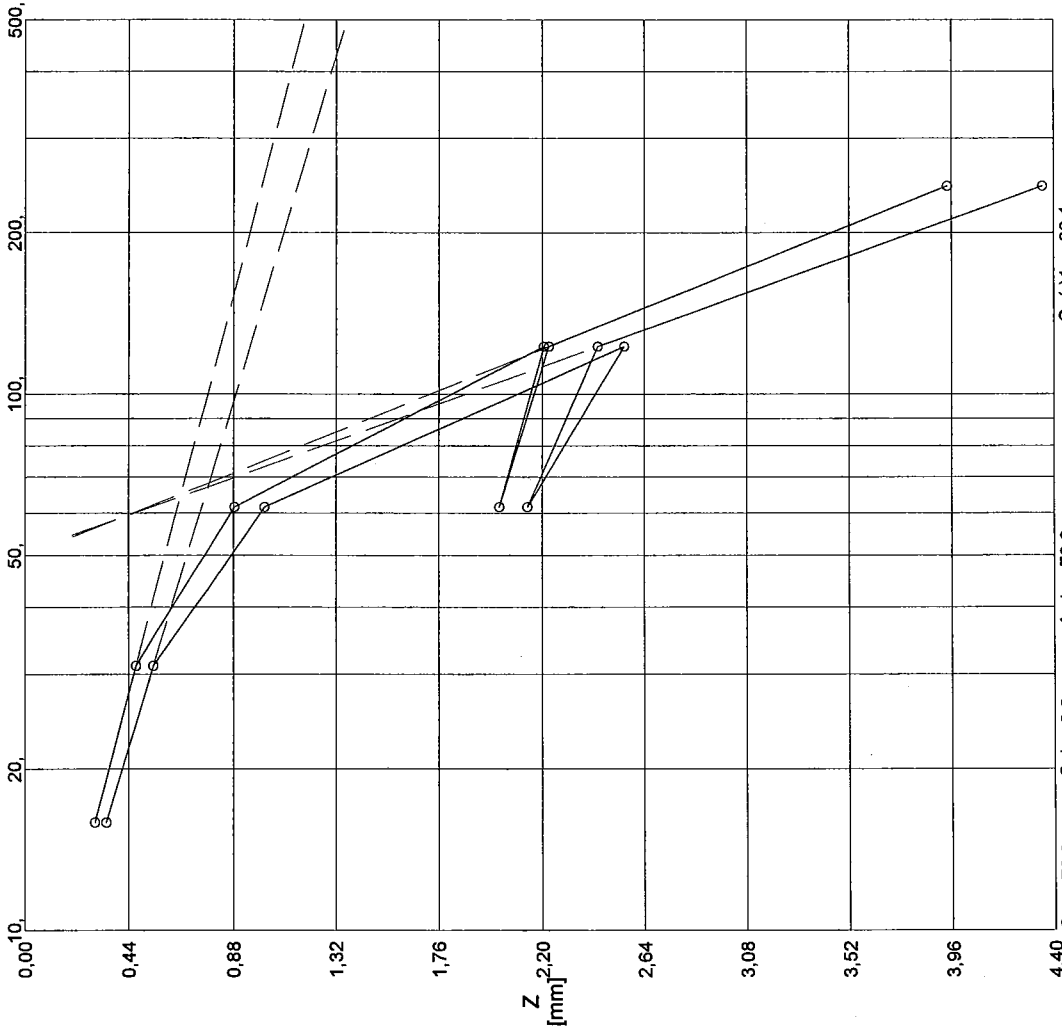
GEOTECHNISCH LABORATORIUM

Bijl. Pg. 3 van 5

Tijd [dagen]



Belasting [kPa]



$C_p = 78,8$ $C_p' = 8,2$ $A_{p1} = 73,9$ $C_p(f)1 = 66,1$
 $C_s = 523,5$ $C_s' = 70,5$ $A_{s1} = 61,2$ $C_s(f)1 = 151,0$
 $C = 49,2$ $C' = 5,58$ $A1 = 12,7$ $C(f)1 = 24,0$
 $P_g = 66,05 \text{ kPa}$

Verzadigingsgraad begin / eind proef : 96 / 115 %
 Vochtgehalte begin / eind proef : 34 / 54 % m/m
 Volumieke massa nat, begin / eind proef : 1802 / 1792 kg/m³
 Volumieke massa droog, begin / eind proef : 1344 / 1161 kg/m³
 Volumieke massa vaste delen grond : 2565 kg/m³

Boring : B-2 Preparatiemethode : overgeschoven
 Busnummer : III Beproevingsomgeving : nat
 Monstertdiepte : MV - 4.80 m Temperatuur : 22°C
 Staat monster : ongeroerd Proefstukdiameter : 64,94 mm
 Beproevingsperiode : 08-11-26 tot 08-12-04 Grondsoort : Klei, zwak siltig, zwak humeus, grijs
 Bijzonderheden : geen



Wiertsema & Partners

2008-12-15

Project: Schematisatie verkeersbelasting op kades te Witmarsum

Samendrukkingsconstanten vlg. Koppejan; Bus: III; Boring: B-2

GEOTECHNISCH LABORATORIUM

Hfd. GTL./JvdK

Pr.nr. VN-46496

Bijl. Pg. 4 van 5

Opdrachtnummer : VN-46496
 Boring : B-2
 Bus : III
 Diepte monster : MV - 4.80 m
 Grondsoort : Klei, zwak siltig, zwak humeus, grijs
 Diameter monster: 64,94 mm ; Initiële hoogte: 20,24 mm

Trap 3 Cv;10 [m²/s] k10 [m/s] Mv [1/MPa]
 8,89E-06 9,20E-09 1,05E-01 wortel(tijd) methode

e0 = 0,908
 Trap 1: e = 0,880
 Trap 2: e = 0,863
 Trap 3: e = 0,822
 Trap 4: e = 0,694
 Trap 5: e = 0,701
 Trap 6: e = 0,681
 Trap 7: e = 0,516

Angelsaksische/NEN methode		a, b, c-isotachenmodel	
via poriëngetal		via lineaire rek	
Trap 1-2:			a = 0,01401
Trap 2-3: Cc	= 0,13644	CR = 0,07149	b = 0,03216
Trap 3-4: Cc	= 0,42802	CR = 0,22427	b = 0,10576
Trap 4-5: Cc(sw)	= 0,02178	SR = 0,01141	
Trap 5-6: Cc(r)	= 0,06534	RR = 0,03424	a = 0,01678
Trap 6-7: Cc	= 0,55027	CR = 0,28833	b = 0,14960

Cc (NEN 5118): 0,55027 Index-Pg: 61,064 kPa

Trap 1: C-alpha	= 0,00233	c = 0,00100
Trap 2: C-alpha	= 0,00194	c = 0,00082
Trap 3: C-alpha	= 0,00466	c = 0,00193
Trap 4: C-alpha	= 0,01512	c = 0,00583
Trap 5: C-alpha(sw)	= -0,00044	c = -0,00017
Trap 6: C-alpha(r)	= 0,00406	c = 0,00155
Trap 7: C-alpha	= 0,01337	c = 0,00461

Procentuele zakking dH/H [%]

dP [kPa]	10-dagen	100-dagen	1000-dagen	10000-dagen
15,884	1,706	1,939	2,172	2,405
31,117	2,688	3,050	3,412	3,774
61,584	5,006	5,643	6,280	6,916
122,517	12,618	14,333	16,049	17,765
61,584	10,563	11,156	11,749	12,341
122,517	12,060	13,108	14,156	15,205
244,382	21,500	23,528	25,556	27,584

Trap 2 - 3	Cp = 78,8	Cs = 523,5	C = 49,2	Pg = 66,05 kPa
Trap 3 - 4	Cp' = 33,4	Cs' = 251,4	C' = 21,81	
Trap 6 - 7	Cp' = 10,5	Cs' = 64,0	C' = 6,35	
		Cs' = 70,5	C' = 5,58	
Trap 4 - 5	Ap = 73,9	As = 61,2	A = 12,7	
Trap 5 - 6	Cp(r) = 66,1	Cs(r) = 151,0	C(r) = 24,0	



BIJLAGE 6, FOTO'S VAN BEZOCHTE LOCATIES EN UITVOERING PROEVEN



Mogelijke locatie wetterskip



Mogelijke locatie wetterskip



Locatie Witmarsum



Locatie Groot Ammers



Mogelijke locatie Hoogheemraadschap Noorderkwartier



Mogelijke locatie hoogheemraadschap delfland



Mogelijke locatie hoogheemraadschap delfland



Mogelijke locatie hoogheemraadschap delfland



Mogelijke locatie Waternet



Mogelijke locatie waternet



Uitvoering sondeerwerk Groot Ammers



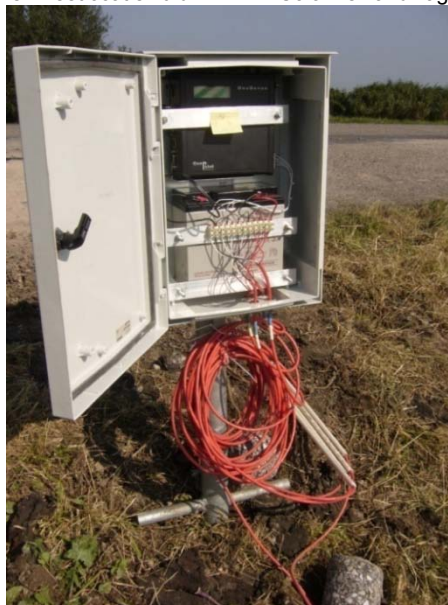
Resultaat na plaatsing waterspanningsmeters



Een enkele zandwagen rijdend over meetlocatie zuid



Colonne zandwagens rijdend over meetlocatie zuid



Meetkast aangesloten aan de waterspanningsmeters



Veiligheidsmaatregelen Witmarsum



Resultaat handboring Witmarsum



Asfaltboring voor plaatsen waterspanningsmeter



Enkele zandwagens



Zandwagen met verkeersmaatregelen en rijplaten belast statisch gedurende een weekend

BIJLAGE 7, THEORETISCH ONDERZOEK NAAR DE INVLOED VAN SCHILWERKING OP DE STABILITEITSFACTOR

Theorie van de silowerking

Als een kade bezwijkt door één enkele zandwagen (of meerdere zandwagens buiten elkaars invloedsgedebied) dan zal het onbelaste deel van de kade verhinderen dat de kade zal bezwijken. In dit aanvullend onderzoek is gekeken naar de invloed van het onbelaste deel op de stabiliteitsfactor.

In een stabiliteitsberekening wordt de belasting op een grondlichaam als uniform en oneindig lang berekend. Echter is in werkelijkheid een verkeersbelasting eindig. Dat betekent dat een extra dimensie aan de som kan worden toegevoegd.

De extra dimensie die kan worden toegevoegd kan worden berekend door de volgende formule te gebruiken:

$$\frac{\sum \text{weerstand moment}}{\sum \text{aandrijvend moment}} = \text{Veiligheidsfactor}$$

Voorbeeld:

Zonder schelpwerking

$$\frac{\sum M_r}{\sum M_a} = \frac{52,38}{63,37} = 0,82$$

Met schelpwerking:

Cirkelvorm

Stapgrote is 25 cm

Belasting is 10 m lang

$$\frac{\sum M_r}{\sum M_a} = \frac{(40 \cdot 52,38) + (2 \cdot 33,69) + (2 \cdot 29,52) + (2 \cdot 23,78) + (2 \cdot 15,82) + (2 \cdot 7,35)}{(40 \cdot 63,37) + (2 \cdot 13,66) + (2 \cdot 11,62) \cdot (2 \cdot 8,72) \cdot (2 \cdot 4,85) + (2 \cdot 1,49)} = \frac{2315,52}{2615,48} = 0,86$$

Uit het voorbeeld blijkt dat in dit geval de stabiliteitsfactor een verhoging van 0,04[-] krijgt. Dit is een kleine toename.

Aanpak

Met behulp van het Rekenprogramma MStab zal worden gekeken naar de invloed die het onbelaste deel van een kade kan hebben op de stabiliteitsfactor.

Vanuit de glijcirkel zoals deze loopt op het moment van belastingen wordt het extra vlak gerekend. Dit is of een ovaal, cirkel of een rechte lijn. Dit wordt dan vertaald naar een verlegging van de glijcirkel.

De geometrie van de kade wordt gevarieerd aan de hand van de hoogte van de kruin. Hierbij worden in twee hoogtes gevarieerd drie en vijf meter.

In de normale situatie zal de freatische lijn met een verloop van 1:4 in het grondlichaam aanwezig zijn.

Tijdens hoog water is het aanhoudend nat en zal de kade verzadigd zijn met water, freatische lijn loopt gelijk aan het kade lichaam met een droge zone van 20 cm.

Tijdens droogte wordt de kade uitgedroogd, dit betekent een "val" van 50 cm en hierna een verloop van 1:4 waarbij de droge zone 70 cm onder het maaiveld is.

grondopbouw (klei boven veen, veen boven klei)

Er zullen twee soorten grond gebruikt worden. Klei en veen.

grondeigenschap	Klei	Veen
Gewicht (nat/droog)	17/17	11/6
Hoek inwendige wrijving	16	15
1Cohesie	2	1

7.4 Resultaten

Breedte [m]	Hoogte [m]	Freatische lijn	top	bodem	normaal	belast	ovaal	boog	lijn
3,0	3,0	normaal	klei	veen	1,1	1,02	1,17	1,14	1,14
3,0	5,0	normaal	klei	veen	1,23	1,26	1,3	1,28	1,27
3,0	3,0	nat	klei	veen	1,29	1,1	1,32	1,23	-
3,0	5,0	nat	klei	veen	1,36	1,26	1,38	1,38	-
3,0	3,0	droog	klei	veen	1,25	1,11	1,18	1,15	-
3,0	5,0	droog	klei	veen	1,24	1,18	1,22	1,2	-
3,0	3,0	normaal	veen	veen	1,38	0,79	1,04	0,95	-
3,0	5,0	normaal	veen	veen	1,17	1,01	1,11	1,06	-
3,0	3,0	nat	veen	veen	1,32	0,78	0,94	0,88	0,85
3,0	5,0	nat	veen	veen	1,29	1	1,14	1,08	-
3,0	3,0	droog	veen	veen	1,55	0,87	1,14	1,02	0,95
3,0	5,0	droog	veen	veen	1,45	1,15	1,33	1,26	1,21
3,0	3,0	normaal	veen	klei	1,38	0,83	1,05	0,96	-
3,0	3,0	nat	veen	klei	1,32	0,81	1	0,92	-
3,0	3,0	droog	veen	klei	1,52	0,87	1,18	1,05	0,96
3,0	3,0	normaal	klei	klei	1,44	1,2	1,24	1,21	-
3,0	3,0	nat	klei	klei	1,44	1,21	1,28	1,24	-
3,0	3,0	droog	klei	klei	1,44	1,29	1,34	1,31	-
Gemiddelde waarden					1,34	1,04	1,19	1,13	1,06

7.5 Conclusie

Door het meenemen van de schelpwerking kan de stabiliteitsfactor van een kade verhoogd worden. Van de zes onvoldoende kades zijn er vijf goedgekeurd.

De gemiddelde stabiliteitsverbetering voor ovaal en cirkel is:

Ovaal + 0,15 [-]

Cirkel +0,09 [-]

Vanuit deze resultaten blijkt dat het de moeite waard kan zijn om verder onderzoek te doen naar schelpwerking en de invloed hiervan op de stabiliteit.

Bijlage 8, Literatuurlijst

Boeken:

Grondmechanica,
prof. dr. ir. A. verruijt.,

Advanced unsaturated soil mechanics and engineering,
Charles w.w. ng PhD.,

Advanced soil mechanics,
dr. Das, Braja M.,

Visies, Leidraden en normen:

[CUR 162, 1993]
Construeren met grond – Grondconstructies op en in weinig draagkrachtige en sterk samendruk-
bare ondergrond,

[TAW, 1994]
Handreiking constructief ontwerpen,

[IPO 1999]
Richtlijnen ter bepaling van het veiligheidsniveau van boezemkaden,

[TAW, 2001]
Technisch Rapport Waterkerende Grondconstructies,

[IPO & UvW, 2004]
Visie op regionale waterkeringen,

[NEN 6740, 2006]
Geotechniek – TGB 1990 – Basiseisen en belastingen,

[STOWA, 2007]
Leidraad toetsen op veiligheid regionale waterkeringen,

Technische artikelen:

[Land + water, 04-2007 blz 34-35]
Kleidijk in zijndracht doorstaat extreme zwaar transport,
ir. J. Heemstra,

[Géotechnique, 04-1954, blz. 143-147]
The pore-pressure coefficients A and B,
sir A. W. Skempton,

[Geotechniek, 01-2004, blz. 62-69]
Het a,b,c- Isotachenmodel: Hoeksteen van een nieuwe aanpak van zettingsberekeningen
dr.ir. E.J. den Haan, Geodelft

[Geotechniek, 10-2003, blz. 28-35]
Isotachenmodellen: Help, hoe kom ik aan de parameters?
dr.ir.E.J. den Haan, drs. H.M. van Essen, ir. M.A.T. Visschedijk, ir. J. Maccabiani

[geotextiles, geomembranes and related products, 1990]
Design of geotextile reinforced paved roads and parking areas,
dr. ir. J. B. Sellmeijer.

Websites:

www.google.nl

www.stowa.nl

www.wiertsema.nl

www.geopoint.nl

<http://library.wur.nl/hydrotheek>

www.waterschappen.nl

www.library.tudelft.nl

www.inholland.nl/bibliotheek