

GEOTECHNISCH ONDERZOEK EN ADVIES
betreffende

**BOUWRIJP MAKEN
PLAN "TUINDERSHOF - ZUID"
TE PIJNACKER**

Opdrachtnummer: 9017-0422-000

Opdrachtgever : Gemeente Pijnacker-Nootdorp
Postbus 1
2640 AA PIJNACKER

Datum grondonderzoek : 5 april 2017 tot en met 11 april 2017

Opgesteld door : ing. J.S.J. Misker
Adviseur Geotechniek

Controle door : ir. W.H.J. van der Velden
Groepshoofd Geo-Advies

VERSIE	DATUM	OMSCHRIJVING WIJZIGING	PARAAF PROJECTLEIDER
C	18 mei 2017	concept	
1	6 juni 2017	vrijgave	

FILE: 9017-0422-000-Tuindershof.R02v1

INHOUDSOPGAVE

Blz.

1. ALGEMENE TOELICHTING	1
1.1 Inleiding	1
1.2 Projectomschrijving en uitgangspunten	1
2. GEOTECHNISCH ONDERZOEK EN BODEMGESTELDHEID	2
2.1 Algemeen	2
2.2 Globale bodemgesteldheid	2
2.3 Grondwaterstanden en stijghoogten	3
2.4 Grondparameters	3
3. GEOTECHNISCH ANALYSES en ophoogadviezen	4
3.1 Inleiding	4
3.2 Bodemschematisering en parameters	4
3.3 Relatie zetting en belasting	4
3.4 Relatie zetting en tijd (tijdszettingsverloop)	5
3.5 Monitoren en interpreteren van zettingen.	5
3.6 Beheersing van de grondwaterstand	5
3.7 Berekende zettingen	6
3.8 Advies bouwrijp maken	6
3.8.1 Ophogen van het terrein	7
3.8.2 Aanleg van wegen	7
3.9 Slotwoord en conclusie	8
4. UITVOERING	10
4.1 Algemeen	10
4.2 Ophoging en monitoring	10
5. Literatuuroverzicht en lijst van begrippen en definities	12
5.1 Literatuuroverzicht	12
5.2 Lijst van begrippen en definities	12

BIJLAGEN

Nr.

Geotechnisch onderzoek

- Rapportage Geotechnisch Veldwerk
- Rapportage Laboratoriumonderzoek

1. ALGEMENE TOELICHTING

1.1 Inleiding

In maart 2017 ontving Fugro GeoServices B.V. te Leidschendam van Gemeente Pijnacker-Nootdorp, de opdracht voor het uitvoeren van een geotechnisch onderzoek en zettingsberekeningen, alsmede het uitbrengen van een advies bouwrijp maken van de projectlocaties "Tuindershof - Zuid" en "Eilanden" te Pijnacker.

De projectlocatie "Eilanden" is separaat gerapporteerd, omdat de uitgangspunten en omstandigheden verschillen met die van locatie "Tuindershof-Zuid".

Binnen de projectlocatie "Tuindershof-Zuid" is in een eerder stadium door Fugro GeoServices B.V. onder opdrachtnummer 3008-0235-000 een geotechnisch onderzoek uitgevoerd. Dit onderzoek is in deze opdracht betrokken.

Fugro staat niet in voor de juistheid en/of volledigheid van de door derden verstrekte informatie en gegevens.

De resultaten van dit onderzoek zijn gebaseerd op de opdracht en de in het rapport beschreven uitgangspunten. Fugro neemt geen verantwoordelijkheid voor de juistheid van andere dan door ons gerapporteerde conclusies en interpretaties. De gerapporteerde resultaten van het geotechnisch onderzoek mogen slechts worden gehanteerd voor het doel zoals in de opdracht is beschreven.

1.2 Projectomschrijving en uitgangspunten

De bouwlocatie is gelegen in het zuiden van Pijnacker.

Door de opdrachtgever zijn de volgende uitgangspunten opgegeven:

- Huidig maaiveld bedraagt ca. NAP-2,75 m à NAP-3,2 m;
- Toekomstig maaiveld bedraagt NAP-1,5 m;
- Huidig waterpeil van NAP-3,15 m tot NAP-3,35 m;
- Toekomstig waterpeil bedraagt NAP-2,70;
- Restzettingseis is minder dan 20 cm in 30 jaar;
- Beschikbare perioden voor het voorbelasten zijn 6, 12 of 18 maanden.

Voor nadere gegevens omtrent het project wordt verwezen naar de opdrachtgever.

Op basis van gegevens van project D9296 varieerde het maaiveldniveau op de locaties van de uitgevoerde sonderingen destijds van ca. NAP-2,3 m tot NAP-2,6 m. De actuele maaiveldniveaus ter plaatse van deze sondeerlocaties varieert nu van NAP-0,33 m tot NAP-2,6 m. Geconcludeerd moet worden dat het terrein in de tussentijd is opgehoogd, dit is tevens herkenbaar in de grafieken van de sonderingen. Baserend op deze sonderingen zijn de ophogingen met grond en in enkele gevallen met zand gedaan, in verschillende hoogten. Informatie over deze ophogingen zoals tijdstip aanbrengen, hoogten en opgetreden zettingen onderbreken vooralsnog.

In het voortraject van deze opdracht is door de opdrachtgever niet aangegeven, dat binnen het gebied van deze projectlocatie is opgehoogd, getuige de opgegeven uitgangspunten.

2. GEOTECHNISCH ONDERZOEK EN BODEMGESTELDHEID

2.1 Algemeen

Het geotechnisch onderzoek voor dit project heeft bestaan uit een veldwerkonderzoek en laboratoriumonderzoek.

De resultaten hiervan, eventuele afwijkingen van de opdracht en opmerkingen zijn gepresenteerd in de bijlagen "Rapportage Geotechnisch Veldwerk" en "Rapportage Laboratoriumonderzoek".

2.2 Globale bodemgesteldheid

De maaiveldniveaus ter plaatse van de sondeerlocaties varieerden ten tijde van het onderzoek van NAP-0,33 m tot NAP-2,6 m. De oorspronkelijk maaiveldniveaus worden geschat op ca. NAP-2,3 m tot NAP-2,6 m.

Op basis van het geotechnisch onderzoek is sprake van een variërende bodemgesteldheid.

Op basis van de sondeergrafieken is een schatting gemaakt op welke diepte het oorspronkelijk maaiveld kan liggen. De aangebrachte ophogingen gebaseerd op dit gegeven variëren van ca. 0,75 m tot ca. 3,7 m bestaande uit zand of grond (mengsel).

Het diepere zandpakket begint op NAP-15,5 m à NAP-17,0 m.

Direct onder de ophoging komt doorgaans de oude uitgedroogde kleilaag voor gevolgd door een veenlaag en dieper voornamelijk klei tot het diepere zandpakket.

Binnen dit gebied zijn de volgende kenmerken per sondering te geven of geschat.

tabel 2-1: Kenmerken

Locatie	Maaiveld	Dieper zandpakket	Onderkant ophoging)*	Dikte ophoging	Ophoging met	"oud" maaiveld	Opmerking
	m tov NAP	m tov NAP	m tov NAP	m		m tov NAP	
DKM1	-1,71	-16	-3,1	1,39	zand	-2,4	
DKM2	-1,71	-16,5	-3	1,29		-2,4	
DKM3	-0,33	-17	-4	3,67		-2,55	
DKM4	-2,63	-16				-2,6	*1
DKM5	-2,25	-16				-2,3	*1
DKM6	-1,82	-16	-3	1,18		-2,4	
DKM7	-2,56	-16				-2,6	*1
DKM8	-1,33	-17	-3,5	2,17		-2,3	
DKM9	-2,42	-16,5				-2,4	
DKM10	-1,95	-16	-3,2	1,25		-2,45	*1
DKM11	-1,19	-16	-3,5	2,31		-2,5	
DKM12	-2,41	-16				-2,5	*1
DKM13	-0,95	-16,5	-3,5	2,55		-2,45	
DKM14	-2,25	-16	-3	0,75	zand	-2,4	
DKM15	-1,43	-16	-3,4	1,97		-2,4	
DKM16	-2,53	-15,5				-2,5	*1
DKM17	-2,47	-16,5				-2,5	*1
DKM18	-2,47	-16,5				-2,5	*1
DKM19	-2,50	-16,5				-2,5	*1

) * geschatte waarde voor de onderkant ophoging

"oud" maaiveld is de vermoedelijke ligging oorspronkelijk maaiveld van voor de ophogingen,

*1 = niet opgehoogd

Indien de onderkant van de ophoging als de ligging van het oorspronkelijk maaiveld vastgesteld kon worden had met verdere aanvullende informatie het zettingsgedrag van de ondergrond kunnen worden herleid. Er is een poging gedaan op basis van de huidige gegevens, resulterende in te grote variaties in dit gedrag. Hierbij is het stadium onbekend waarin het huidige zettingsproces zich bevindt.

2.3 Grondwaterstanden en stijghoogten

In de analyses is een wijziging van de grondwaterstand van NAP-3,15 m naar NAP-2,7 m aangehouden.

2.4 Grondparameters

In de analyse is het volgende ("maagdelijke") bodemprofiel aangehouden.

tabel 2-2: Karakteristieke waarden stijfheidsparemeters- "Bodem-16"

Bovenkant laag	Grondlaag	γ	γ_{sat}	C_p	C_s	C_p'	C_s'	c_v
m t.o.v. NAP		kN/m ³	kN/m ³	-	-	-	-	[m ² /a]
-2,3 à -2,6	KLEI, uitgedroogd	15	15	91,7	550	18,3	110	1,6
-3,3	VEEN	10,5	10,5	45,3	204	11,3	51	3,2
-5,5	KLEI	14	14	50	300	12,5	75	1,6
-10,0	KLEI	15	15	78,6	550	15,7	110	1,6
-16,0	Zandpakket	18	20	-	-	-	-	drained

Gebaseerd op de verhouding "vermoedelijke ophoging" - "vermeende zetting" en oriënterende berekeningen, lijkt de ondergrond in het begin stijf te reageren op een verhoging van de spanningen in de grondlagen.

3. GEOTECHNISCHE ANALYSES EN OPHOOGADVIEZEN

3.1 Inleiding

In de loop van tijd heeft het betreffende gebied de nodige veranderingen ondergaan, die niet zijn geregistreerd en gemonitord.

De uitgangspunten zijn in het eerste hoofdstuk gemeld.

Voor de aan te leggen wegen is de onderstaande constructie (of gelijkwaardig) aangehouden:

- 0,15 m asfalt;
- 0,25 m granulaat;
- 0,6 m zand.

3.2 Bodemschematisering en parameters

Deze zijn in het tweede hoofdstuk opgenomen.

3.3 Relatie zetting en belasting

Door het aanbrengen van ophogingen zal een zettingsproces op gang worden gebracht. De zettingen worden veroorzaakt door verhogingen van de korrelspanningen. Deze korrelspanningen worden beïnvloed door het aanbrengen of weghalen van ophogingen en veranderingen in de grondwaterstanden. De zettingen treden tijdsafhankelijk op. Enerzijds is sprake van het uitdrijven van water (consolidatie gedurende de hydrodynamische periode), anderzijds treedt kruip op (ook wel seculaire zakking genoemd). De berekende zettingen betreffen theoretische eindzettingen en zullen pas na geruime tijd worden bereikt. Hiervoor is een periode van 30 jaar in acht genomen. Het zettingsproces gedurende de consolidatiefase kan in het algemeen worden versneld door het aanbrengen van drains in de samendrukbare lagen en het eventueel aanbrengen van een tijdelijke overhoogte.

De zettingen zijn berekend met de formule van Koppejan (gecombineerde formule Terzaghi-Buisman), die in grote lijnen als volgt kan worden geschreven:

$$s = d \cdot \left(\frac{1}{C_p} + \frac{\log t}{C_s} \right) \cdot \ln \left(\frac{\sigma'_{v;z} + \Delta\sigma'_{v;z}}{\sigma'_{v;z}} \right)$$

waarin:

s	= zetting, samendrukking in m
d	= laagdikte in m
C_p	= primaire samendrukkingscoëfficiënt
C_s	= secundaire samendrukkingscoëfficiënt
t	= tijd in dagen; voor 30 jaar, $\log t = \text{circa } 4$
$\sigma'_{v;z}$	= oorspronkelijke verticale korrelspanning in kN/m ²
$\Delta\sigma'_{v;z}$	= verticale korrelspanningsverhoging in kN/m ²

De stijfheidseigenschappen van de bodem zijn bepaald aan de hand van een interpretatie van het uitgevoerde grond- en laboratoriumonderzoek alsmede op basis van ervaring. Bij de analyses is rekening gehouden met het onder water zakken van de grondlagen, waardoor het effectief gewicht van de ophoging vermindert. De berekeningen geven het verloop van de zetting in de tijd en de zogenaamde eindzettingen, dat wil zeggen de zettingen die over een periode van ca. 30 jaar optreden. De onnauwkeurigheid in de berekende zetting bedraagt circa 30%.

3.4 Relatie zetting en tijd (tijdszettingsverloop)

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

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

waarin: t_e = hydrodynamische periode in seconden
 d = laagdikte samendrukbaar pakket in m
 c_v = consolidatiecoëfficiënt in m^2/s
 T = tijdfactor; praktisch einde van de consolidatie bij $T=2$
 a = constante; bij tweezijdige afstroming $a = 0,5$; bij eenzijdige afstroming $a = 1$

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

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

waarin: $U_v(\Delta t)$ = consolidatiegraad na tijdsduur Δt

De zetting die in de hydrodynamische periode optreedt bestaat deels uit primaire en deels uit seculaire zetting. Na het verstrijken van de hydrodynamische periode treden alleen nog seculaire zettingen op. In geval van een dik pakket slappe lagen bepaalt de lengte van de hydrodynamische periode in belangrijke mate de grootte van de restzettingen na ingebruikname.

Bij toepassing van verticale drainage is de consolidatietijd berekend met de formule van Barron/Kjellman.

3.5 Monitoren en interpreteren van zettingen.

Het volgen van de zettingen wordt door het meten van zakbaken gedaan. Om het verdere verloop van zettingen na beëindiging van het voorbelasten te kunnen voorspellen, dient eveneens het einde van de consolidatie (primaire zettingen) te zijn opgetreden. Het doen van een prognose m.b.t. resterende zettingen na het voorbelasten is uitvoerbaar op basis van seculaire zettingen. In het geval daarnaast nog primaire zettingen optreden is een dergelijke prognose moeilijk uitvoerbaar. Dit heeft als consequentie dat de hydrodynamische periode door de verticale drainage kleiner moet zijn dan de effectieve periode van het voorbelasten, om restzettingen zo waarheidsgetrouw mogelijk te kunnen voorspellen.

3.6 Beheersing van de grondwaterstand

Gedurende het bouwrijp maken is een goede ontwatering vereist teneinde het effect van een (voor)belasting optimaal te doen zijn. Een goede ontwatering kan worden verkregen met behulp van een horizontaal drainagestelsel en afwatering op open water.

Voor een beheersing van de grondwaterstand in de klei-/veenlagen dient het drainagestelsel te bestaan uit bijvoorbeeld met polypropyleenweefsel omwikkelde ribbeldrains Ø 80 mm hart-op-hart 25 m, welke afwateren op het open water.

Indien de zettingen zodanig zijn dat de drainage in het begin van het zettingsproces onder de grondwaterstand zakt kan deze op maaiveldniveau in zand worden aangebracht.

Zijn de zettingen hiervoor onvoldoende, dan dient de horizontale drainage in zandsleuven op grondwaterniveau te worden aangelegd, met een h.o.h. afstand van 3,0 m.

In alle gevallen dient de drainage met zand omgeven te zijn aangebracht, anders kan de drainage te snel "dichtslibben".

Bij ophogingen met grond dient eerst een draineerde zandlaag te worden aangebracht, voor de afvoer van het water via de horizontale drainage. Bij voorkeur dient de dikte van de zandlaag (0,75 m à 1,0 m te bedragen, bij een gecontroleerde uitvoering is 0,6 m mogelijk.

Voor de afvoer van water vanaf bij de teen van de ophoging kan een drainsleuf worden aangelegd bestaande uit een met matig grof of grof zand opgevulde sleuf, voorzien van een kunststof drainage buis. De onderzijde van de drainage sleuf dient circa 0,5 m beneden het grondwaterpeil te liggen. De drainage sleuf dient af te wateren op een bestaande watergang.

Teneinde het ontstaan van een "ondoorlatend vlies" door verslijming van de huidige grasmatten te voorkomen wordt geadviseerd de grasmatten (oppervlaktbegroeiing) te frezen, indien geen verticale drainage wordt toegepast.

3.7 Berekenende zettingen

Onderstaande berekeningen geven een indruk over de zettingsgevoeligheid van de gehanteerde bodemprofielen.

tabel 3-1 Berekenende eindzettingen

		Eindzettingen (zetting in 30 jaar) bij zandophogingen van					
		0,5 m	1,0 m	1,5 m	2,0 m	2,5 m	3,0 m
bodemprofiel	MV m-NAP						
Bodem-16	-2,6	0,18	0,49	0,81	1,08	1,31	1,52

Bij deze resultaten is gerekend met POP = 4 kPa.

Tevens is een stijging van de grondwaterstand van NAP-3,15 m naar NAP-2,7 m verdisconteerd.

Over het deel van de belasting ten grote van POP reageert de ondergrond qua zettingsgedrag "stijf" daarna "slap"

3.8 Advies bouwrijp maken

Dit onderdeel dient opgesplitst te worden in het ophogen van het terrein en in de aanleg van wegen.

De huidige ophogingen kunnen bestaan uit grond, die slecht waterdoorlatend kan zijn. Dit kan gevolgen hebben op de beheersbaarheid van de grondwaterstand tijdens het voorbelasten. Tijdens het voorbelasten dient bij voorkeur de grondwaterstand onveranderd te blijven, bij huidige ophogingen met grond zullen extra maatregelen moeten worden getroffen om dit te realiseren of te compenseren met ca. 0,5 m extra zand in de voorbelasting.

De snelheid van ophogen bedraagt 0,5 m per 2 weken, bij een talud van 1:3 (V:H) en elke ophoogslag is maximaal 0,5 m zand. Naar verwachting geeft dit voldoende stabiliteit,

uitgaande dat naastgelegen sloten / waterpartijen binnen 5 m uit de ophoging zijn gedempt. In de taludzone heeft een verticale drainage van 1 drain per 1 m² de voorkeur i.v.m. de snelheid van het consolideren van de ondergrond.

Bij toepassing van verticale drainage moet de installatiediepte ca. 1 à 1,5 m eindigen boven het watervoerende zandpakket. Hiervoor kan tabel 2-1 worden geraadpleegd.

Het ontwerp (toekomstig) peil bedraagt NAP-1,5 m.

Het effect bij verschillende maaiveldniveaus op de voorbelasting zijn in de onderstaande tabellen opgenomen.

3.8.1 Ophogen van het terrein

De onderstaande berekende zetting zal groter zijn dan later zal worden gemeten, doordat al zetting door de huidige ophoging is opgetreden.

tabel 3-2: Voorbelastingen in het terrein bij bodem-16

"oud" maaiveld	Bouwtijd	vert. drainage	Voorbelasten	voorbelasting zetting)*	Overhoogte	Constr. hoogte	Eindzetting [max.]
m - NAP	maanden	drain / m ²	m	m	m	m	m
-2,30	6	1 / 1	1,26	0,46	-	1,26	0,57
	12	1 / 2	1,29	0,49	-	1,29	0,59
	18	1 / 3	1,31	0,51	-	1,31	0,60
-2,45	6	1 / 1	1,59	0,64	-	1,59	0,84
	12	1 / 2	1,64	0,69	-	1,64	0,82
	18	1 / 3	1,67	0,72	-	1,67	0,84
-2,60	6	1 / 1	2,11	0,91	0,10	2,01	1,11
	12	1 / 2	2,00	0,90	-	2,00	1,10
	18	1 / 3	2,03	0,93	-	2,03	1,13

)* door zettingen van de huidige ophogingen zijn deze zettingen door de voorbelasting kleiner

Leeswijzer voor de tabel

- Het (oorspronkelijk) maaiveld is NAP-2,45 m;
- De bouwtijd is 6 maanden;
- Het aanbrengen van 0,5 m zand;
- Het installeren van verticale drainage van 1 drain per 1 m²;
- Verder ophogen met 1,10 m in slagen (tot ca. NAP-0,85 m), totale hoogte 1,60 m zand;
- Na 6 maanden zou ca. 65 cm zetting zijn opgetreden;
- Na het verwijderen van de eventuele overhoogte bedragen de resterende zettingen minder dan 20 cm in 30 jaar.

3.8.2 Aanleg van wegen

Het is onbekend of nauwelijks te bepalen wat de opgetreden zettingen zijn bij de huidige ophogingen.

Voorgesteld wordt per plaatse van de huidige ophogingen eerst een **cunet te graven tot NAP-2,5 m**, waarna het betreffende wegtracé wordt voorbelast. Indien de huidige ophoging uit zand bestaat met de onderkant op ca. NAP-2,5 m of lager is het graven van een cunet strikt genomen onnodig. In het geval het huidige terrein nog niet is opgehoogd, is het graven van een cunet eveneens onnodig. Het zand-cunet dient af te kunnen wateren naar het open water.

tabel 3-3: Voorbelastingen van de wegtrace's bij bodem-16

"oud" maaiveld	Bouwtijd	vert. drainage	Voor- belasten	voorbelasting zetting)*	Overhoogte	Constr. hoogte	Eindzetting [max.]
m - NAP	maanden	drain / m ²	m	m	m	m	m
-2,30	6	1 / 1	1,26	0,46	0,40	1,26	0,66
	12	1 / 2	1,29	0,49	0,40	1,29	0,69
	18	1 / 3	1,31	0,51	0,40	1,31	0,66
-2,45	6	1 / 1	1,77	0,72	0,50	1,67	0,92
	12	1 / 2	1,64	0,69	0,40	1,64	0,89
	18	1 / 3	1,67	0,72	0,40	1,67	0,92
-2,60	6	1 / 1	2,58	1,08	0,80	2,18	1,28
	12	1 / 2	2,33	1,03	0,60	2,13	1,23
	18	1 / 3	2,21	1,01	0,50	2,11	1,21

)* door zettingen van de huidige ophogingen zijn deze zettingen door de voorbelasting kleiner

Leeswijzer voor de tabel

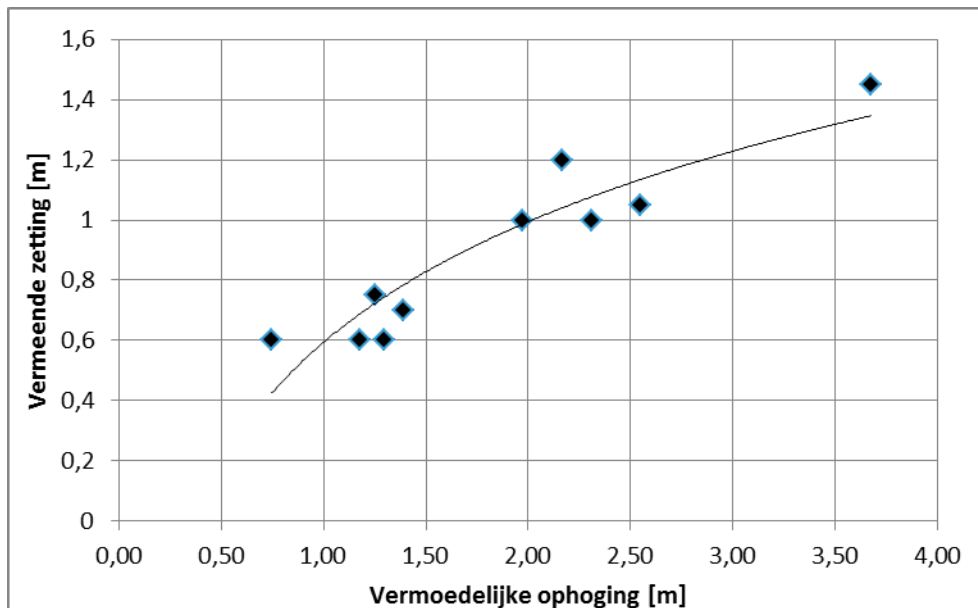
- Het (oorspronkelijk) maaiveld is NAP-2,45 m;
- De bouwtijd is 12 maanden;
- Het aanbrengen van 0,5 m zand;
- Het installeren van verticale drainage van 1 drain per 2 m²;
- Verder ophogen met ca. 1,15 m in slagen (tot ca. NAP-0,8 m), totale hoogte ca. 1,65 m zand;
- Na 12 maanden zou ca. 70 cm zetting zijn opgetreden;
- Na het verwijderen van ca. 40 cm zand en het aanbrengen van het granulaat en asfalt, bedragen de resterende zettingen minder dan 20 cm in 30 jaar.

3.9 Slotwoord en conclusie

Op vele plekken in het gebied zijn al ophogingen aanwezig bestaande uit zand of grond, in verschillende hoogtes. Dit in combinatie met de variaties in de oorspronkelijk maaiveldniveaus is het praktisch slecht uitvoerbaar het een en ander te verdisconteren in de toekomstige ophogingen / voorbelastingen. Hierbij ontbreekt voldoende nauwkeurige informatie over de huidige ophogingen en de status van het bijbehorende zettingsproces.

De zettingen die door de huidige ophogingen zijn opgetreden, hebben zeker invloed op grootte van de nu berekende zettingen door de toekomstige voorbelastingen. Grofweg kunnen deze in mindering worden gebracht op de berekende zettingen door de toekomstige voorbelasting.

Op basis van de sonderingen kunnen de volgende ophogingen zijn aangebracht en zettingen zijn opgetreden, die in de onderstaande figuur zijn weergegeven.



figuur 1: "huidige ophogingen en zettingen"

De logaritmische trendlijn (log.-relatie zetting en belasting) in de grafiek heeft een te grote afwijking met de punten van ophoging en zetting en dus onnauwkeurig. Naast ontbrekende informatie over de huidige ophogingen en opgetreden zettingen zijn ook de variaties in het oorspronkelijk maaiveld en de bodemopbouw een bron waardoor afwijkingen kunnen ontstaan.

Het is zeker denkbaar - maar momenteel niet te herleiden - dat de toekomstige terreinophogingen of de weg aanleg direct kunnen worden uitgevoerd, zonder te hoeven voor te belasten. Naarmate de hoogte van de huidige ophoging groter is zal meer zekerheid hierover bestaan.

4. UITVOERING

4.1 Algemeen

Het huidige terrein kent delen die momenteel met grond of zand in verschillende hoogten zijn opgehoogd. Hierdoor zullen de berekende zettingen kleiner zijn aan de optredende zettingen tijdens het voorbelasten.

Zeezand

Voor het bouwrijp maken van terreinen wordt veelvuldig zeezand gebruikt. Uit dit zeezand moet eerst zout worden gespoeld, omdat zout een negatieve invloed heeft op de waterkwaliteit. Nadat deze spoeling heeft plaatsgevonden wordt er een behandelingscertificaat afgegeven.

Zeezand, dat tot 200 mg/kg droge stof is ontzilt, wordt in het kader van het BSB aangemerkt als schone grond. Het opbrengen van ontzilt zeezand kan evenwel Wvo-vergunningsplichtig zijn. Dit is afhankelijk van de hoeveelheid en de eventuele verontreiniging van het oppervlaktewater door lozing van drainagewater of af- en uitspoeling. Zand dat maximaal 35 mg/kg droge stof aan zout bevat, wordt in de praktijk als zoutvrij zand aangemerkt.

4.2 Ophoging en monitoring

De ophogingen / voorbelastingen dienen aaneensluitend en gelijktijdig te worden aangelegd om te voorkomen dat grote zettingsverschillen ontstaan door een verschil in de duur van het voorbelasten. Gezien de geschiedenis van het terrein kan nu geen sprake meer van zijn.

De zandophoging dient in lagen van 0,5 m per 2 weken te worden aangebracht.

De taluds nabij sloten (of waterpartij) dienen niet steiler dan 1:3 (verticaal:horizontaal) te worden opgezet.

Afhankelijk van het onderwatertalud, oeverbescherming, waterdiepte, bodemopbouw, e.d. is een lokaal verlies aan stabiliteit niet uit te sluiten.

Overwogen kan worden enkele peilbuizen in de ophoging te plaatsen ter verificatie van de grondwaterstand.

Dempen sloten onder de ophoging

Sloten die zich onder de ophoging bevinden dienen bij voorkeur zodanig te worden gedempt dat de homogene situatie van vóór het graven van de sloot zoveel mogelijk wordt hersteld.

Afhankelijk van de bodemgesteldheid ter plaatse kan het dempen worden uitgevoerd met zand of droge grond. Door de sloot met droge grond te dempen wordt bereikt dat de bodemgesteldheid ter plaatse van de sloot zo min mogelijk afwijkt van de rest van het terrein.

Wordt de sloot gedempt met zand dan dient dit sproeiend te worden aangebracht. Slib op de slootbodem wordt hierbij opgesloten, zodat het risico voor zijdelings wegpersen zoveel mogelijk wordt beperkt.

Als alternatief kan de sloot worden droog gezet, het slib worden verwijderd en droog zand of droge grond in lagen van 0,5 m worden aangebracht. Het droogzetten van de sloot kan op de volgende wijze worden uitgevoerd:

- Het slootpeil verlagen en door middel van dammetjes of schotten verdelen in vakken van circa 15 m.

- De sloot vervolgens per vak droogzetten en aanvullen met 'droge' (niet-verkneede) grond, die wordt verdicht door aandrukken met de bak van een graafwerktuig.

Ter beperking van het zettingsverschil wordt aangeraden ter plaatse van de sloot een overhoogte aan te brengen.

Verticale drainage

Aangeraden wordt kunststof drains met een breedte van 0,1 m categorie III te gebruiken, zie CROW-publicatie 77. Om kortsluiting tussen het freatische water en het diepe grondwater te voorkomen, dient de onderkant van de verticale drains niet dieper dan circa 1 m boven het Pleistocene zand te worden geplaatst. Verticale drainage mag geplaatst worden in een driehoek- of vierkantstramien.

Metingen

Om het zakkingsproces te kunnen volgen wordt aangeraden in de aardebaan één rij zakbaken te plaatsen met een onderlinge afstand van 25 m, voor ophogingen in het terrein is dit in een raster van 25 m x 25 m.

Met de metingen van de zakbaken moeten de relatie zetting en ophoging en de relatie zetting en tijd herleidt kunnen worden. Tijdens het ophogen dient wekelijks te worden gemeten, na het bereiken van de eindhoogte is eenmaal per 2 weken voldoende. (maandelijks bij een periode van 18 maanden voor het voorbelasten)

Om visueel de ophoging op stabiliteit te volgen, kan overwogen worden op circa 1 m uit de teen in een rechte lijn perkoenpalen te plaatsen, h.o.h.-afstand 10 m en 2 à 3 m diep, en dagelijks te controleren of de palen nog verticaal en in een rechte lijn staan. Een dergelijke controle kan goed door het dagelijks toezicht worden uitgevoerd.

5. LITERATUUROVERZICHT EN LIJST VAN BEGRIPPEN EN DEFINITIES

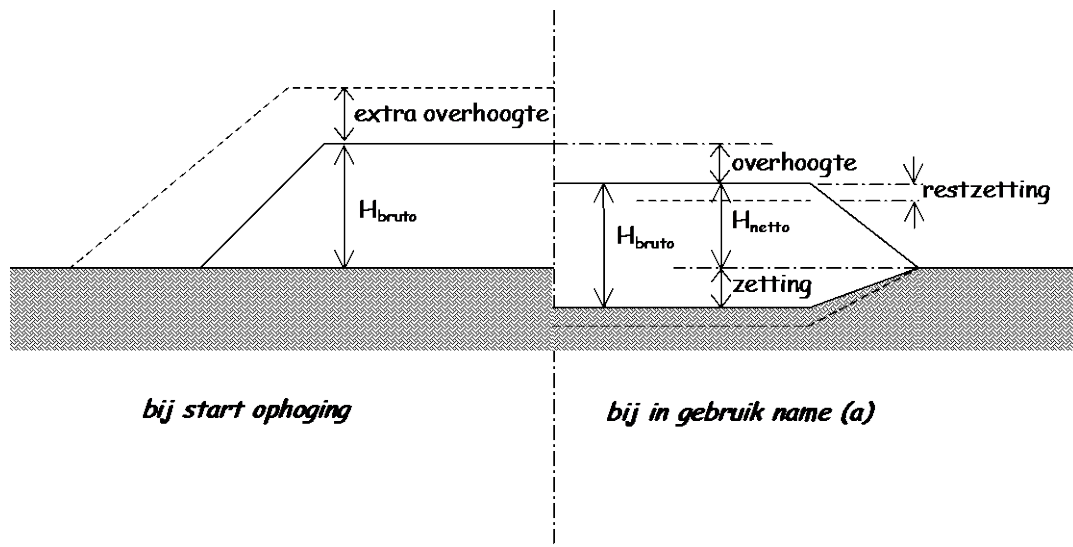
5.1 Literatuuroverzicht

1. *Construeren met grond*, CUR rapport 162, CUR Gouda, 1992, ISBN 90-376-0024-7
2. *Verticale drainage*, CROW rapport 77, CROW Ede, 1993, ISBN 90-6628-163-4
3. *Betrouwbaarheid van zettingsprognoses*, CROW publicatie 204, CROW Ede, 2004, ISBN 90-6628-430-7

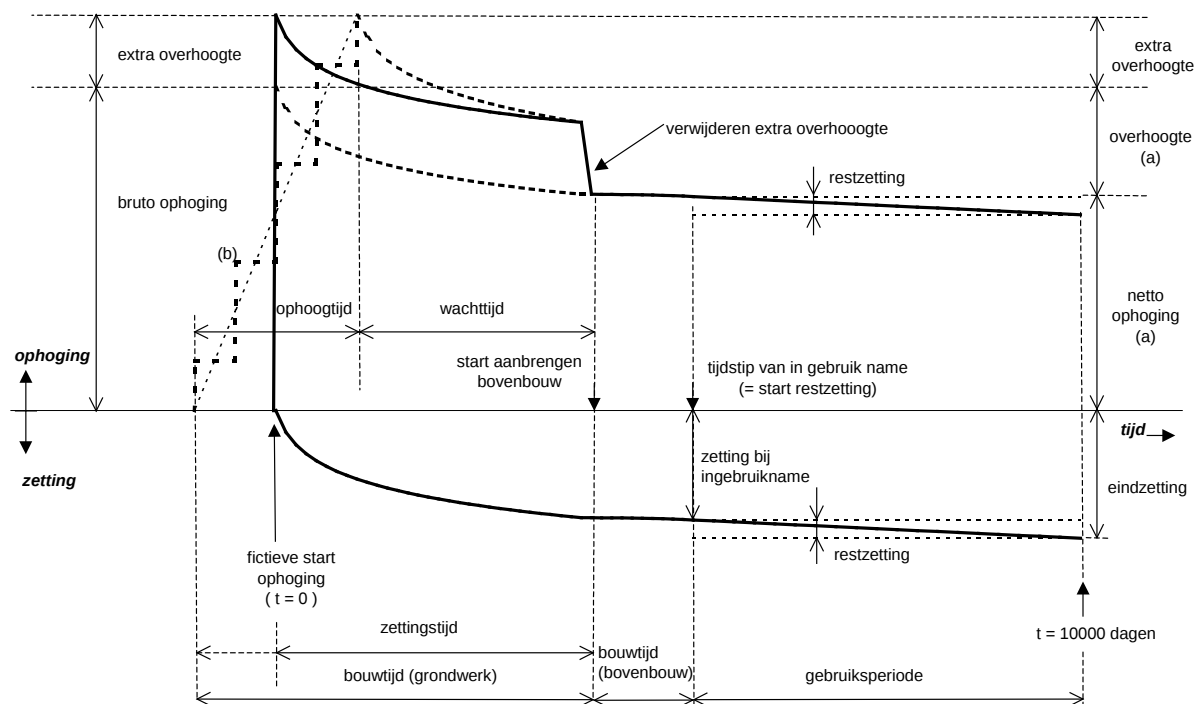
5.2 Lijst van begrippen en definities

Begrip	Omschrijving
ophoging	Gedeelte van de grondconstructie dat boven het oorspronkelijk maaiveld uitsteekt.
netto ophoging	Gedeelte van de grondconstructie dat na een arbitrair gekozen periode van 10000 dagen boven het oorspronkelijk maaiveld uitsteekt.
bruto ophoging	Totale hoogte van de aangebrachte grondconstructie. bruto ophoging = netto ophoging + overhoogte
overhoogte	Zandlaagdikte (hoeveelheid grond) die wordt aangebracht met het doel na zetting van de ondergrond de gewenste hoogte van de constructie te bereiken.
extra overhoogte	Extra zandlaagdikte (hoeveelheid grond) die tijdelijk wordt aangebracht om zetting van het grondlichaam te bespoedigen.
fictieve start ophoging	Tijdstip waarop een gefaseerde ophoging geacht wordt in zijn geheel aanwezig te zijn. Dit begrip wordt gebruikt indien in de berekening een gefaseerde ophoging wordt geschematiseerd tot een eenmalige ophoging van dezelfde grootte. Dit tijdstip wordt aangeduid met $t = 0$ en wordt, bij een gelijkmatige ophoogsnelheid, doorgaans halverwege de ophooftijd genomen; soms wordt 2/3 aangehouden.
zetting	Geleidelijk en min of meer gelijkmatig afnemen van de hoogteligging van het maaiveld of de cunetbodem waarop de constructie is aangelegd.
eindzetting	Zetting na een arbitrair gekozen periode van 10000 dagen (= circa 27 jaar) vanaf start ophoging. Soms wordt aangehouden: 10, 50 of 100 jaar.
restzetting	Zetting die zich voordoet in een bepaalde periode vanaf de oplevering van de bovenbouw (verharding / spoorstaven).
zettingsverschil	Verschil in zetting van twee locaties.
achtergrondzetting of autonome zetting	Zetting ten gevolge van inklinking in polders door polderpeilverlaging, voortgaande zetting door vroegere ophogingen, gas- en zoutwinning en dergelijke.
bouwtijd (grondwerk)	Tijdsduur vanaf begin ophoging tot begin aanbrengen verharding of spoorstaven.
bouwtijd (bovenbouw)	Tijdsduur benodigd voor het aanbrengen van de verharding of de spoorstaven.
ophooftijd	Tijdsduur vanaf begin ophoging tot tijdstip waarop bruto ophoging geheel aanwezig is.
Zettingstijd/ wachttijd	Tijdsduur die voor de slappe lagen beschikbaar is om te zetten (consolideren) onder het gewicht van de ophoging, voordat de verharding of bovenbouw wordt aangebracht (einde bouwtijd grondwerk).

Zie ook figuur 2 en figuur 3, overgenomen uit CROW publicatie 204.



Figuur 2: Toelichting terminologie in schematisch dwarsprofiel



Figuur 3: Toelichting terminologie in ophoging - zetting - tijd - diagram

- (a) hier aangegeven: overhoogte is zetting bij ingebruikname; andere definitie is: overhoogte is eindzetting
- (b) de stippellijn geeft het theoretisch verloop van de ophoging weer; in werkelijkheid treedt tijdens de ophoogfasen ook al zetting op

Geotechnisch onderzoek
Plan "Tuindershof" en "Eilanden" te Pijnacker

Document Nr.: 9017-0422-000

Versie: 1.0

Datum: 5 januari 2018



Opdrachtgever Gemeente Pijnacker-Nootdorp
 Postbus 1
 2640 AA PIJNACKER

Opdrachtnemer Fugro NL Land B.V.
 Dillenburgsingel 69
 2263 HW Leidschendam
 T 070 31 70700

Projectleider ing. J.S.J. Misker

Versiebeheer

1.0	Initiële versie	UGU	FDV	JSM	05-01-2018
Rev	Omschrijving	Opgesteld	Gecontroleerd	Goedgekeurd	Datum

INHOUDSOPGAVE

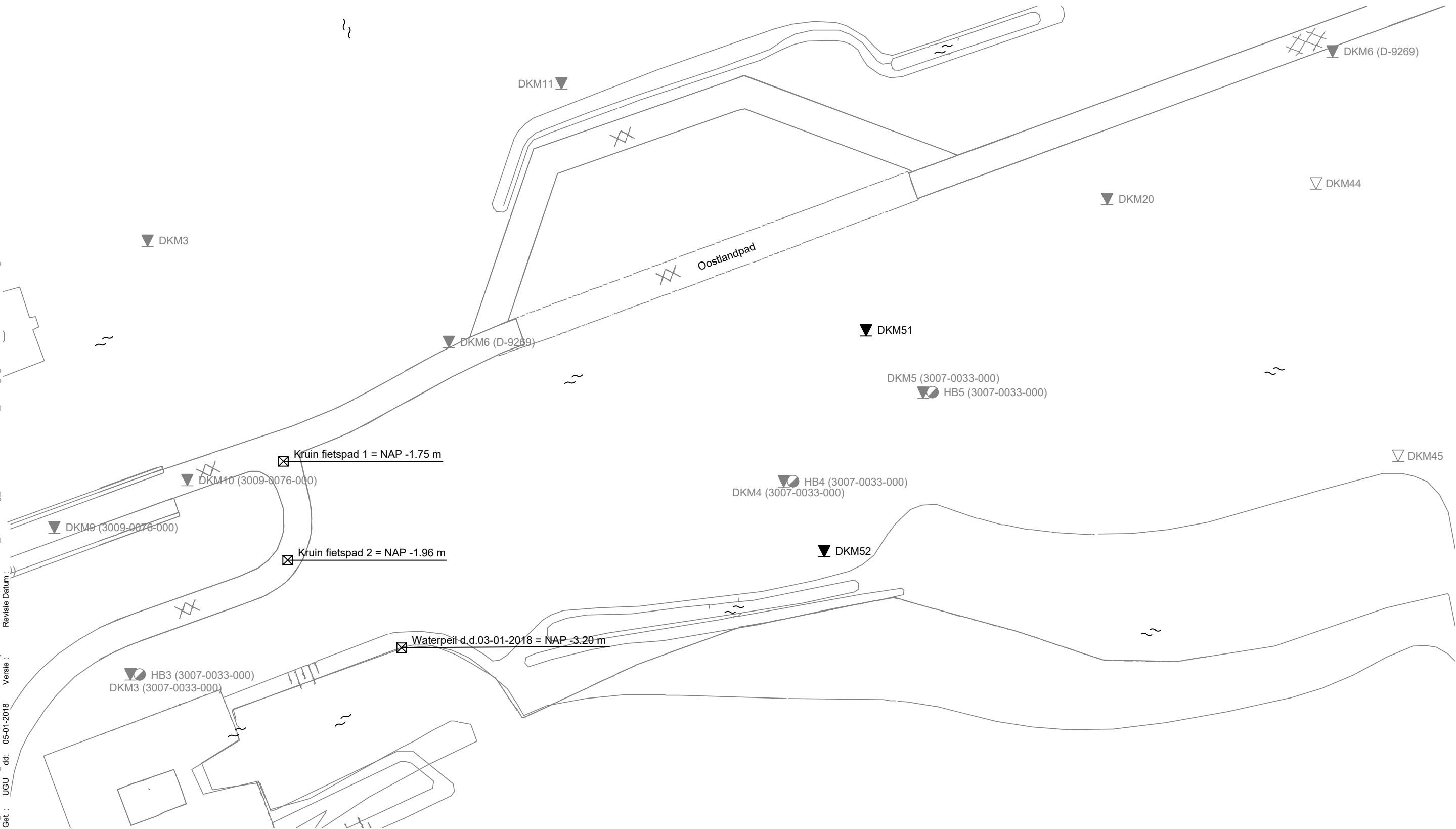
- 1. RAPPORTAGE OVERZICHT**
- 2. SITUATIETEKENING**
- 3. ONDERZOEKSDATA**
- 4. TOELICHTING GEOTECHNISCH ONDERZOEK**
- 5. CONTINUE ELEKTRISCH SONDEREN**
- 6. LEGENDA TERREINPROEVEN EN GRONDSOORTEN**

RAPPORTAGE OVERZICHT

Projectomschrijving: Plan "Tuindershof" en "Eilanden" te Pijnacker
Projectnummer: 9017-0422-000

Naam	RD Coördinaten (m)		Hoogte (m)	Grondwater- stand (m)	Opmerking
	X	Y	t.o.v. NAP	t.o.v. NAP	
DKM51	89513.3	446866.9	-1.72	-2.53	
DKM52	89507.8	446838.0	-2.52	-3.22	
Waterpeil d.d.03-01-2018	89452.5	446825.3	-3.20		
Kruin fietspad 1	89437.1	446849.6	-1.75		
Kruin fietspad 2	89437.6	446836.7	-1.96		

\\fsgbv-fs01.fugro-nl.local\FGSRV-data\Projecten\90\9017-0422-000\21_Uitvoering_terreinonderzoek\10_Basisgegevens\9017-0422-000.dwg
Get.: UGU dd: 05-01-2018 Versie: 1
Revisie Datum:

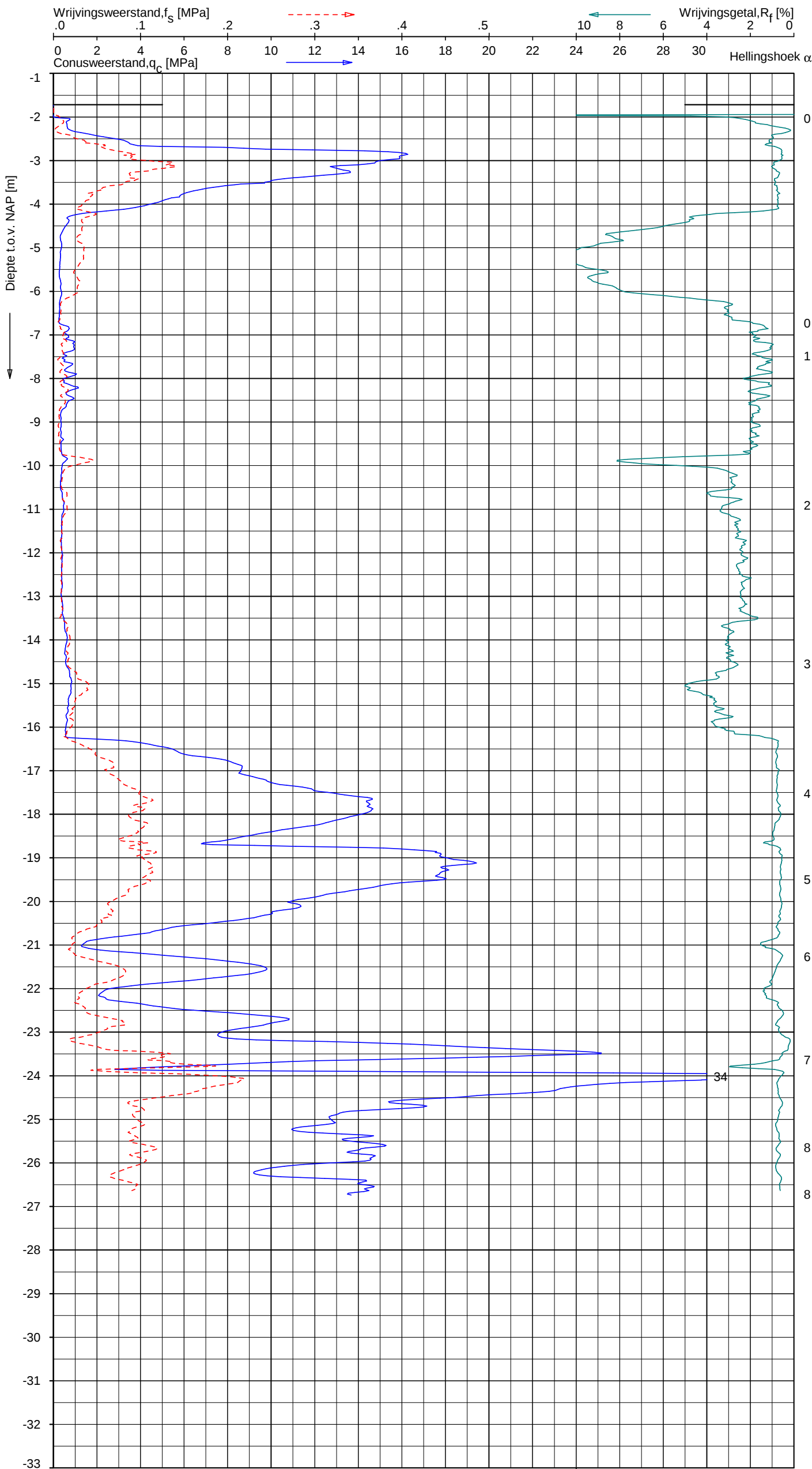


SITUATIE

PLAN "TUINDERSHOF" EN "EILANDEN" TE PIJNACKER

Opdr.: 9017-0422-000

Bijl. : 2



Indicatieve bodembeschrijving
Automatisch gegenereerd uit data
van de sondering, geldig onder
grondwaterpeil (Robertson 1990, NL corr.)

	ZAND, zwak siltig tot siltig
	ZAND tot ZAND, grindig
	ZAND tot ZAND, grindig
	ZAND, zwak siltig tot siltig
	VEEN, organisch materiaal
0	KLEI, zwak siltig tot siltig
1	KLEI, siltig / LEEM
	ZAND, siltig tot LEEM
	KLEI, siltig / LEEM
	KLEI, zwak siltig tot siltig
2	
	KLEI, zwak siltig tot siltig
3	
	KLEI, zwak siltig tot siltig
4	ZAND, zwak siltig tot siltig
5	ZAND, zwak siltig tot siltig
6	ZAND, zwak siltig tot siltig
	ZAND, siltig tot LEEM
	ZAND, zwak siltig tot siltig
7	ZAND, zwak siltig tot siltig
8	ZAND, zwak siltig tot siltig
8	

Opg.: GEV/ d.d. 03-Jan-2018 Coord.: X= 89513.3 m Y= 446866.9 m Systeem: RD Sondering volgens norm NEN-EN-ISO 22476-1
Get.: U.GUMULIAUSKAITE d. 05-Jan-2018 MV = NAP -1.72 m Conus: CP15-CF75SN2 1701-2563 Toepassingsklasse 2. Test type TE1
Conustype: A_c = 1510 mm²; A_s = 19895 mm²

SONDERING MET PLAATSELIJKE KLEEFMETING

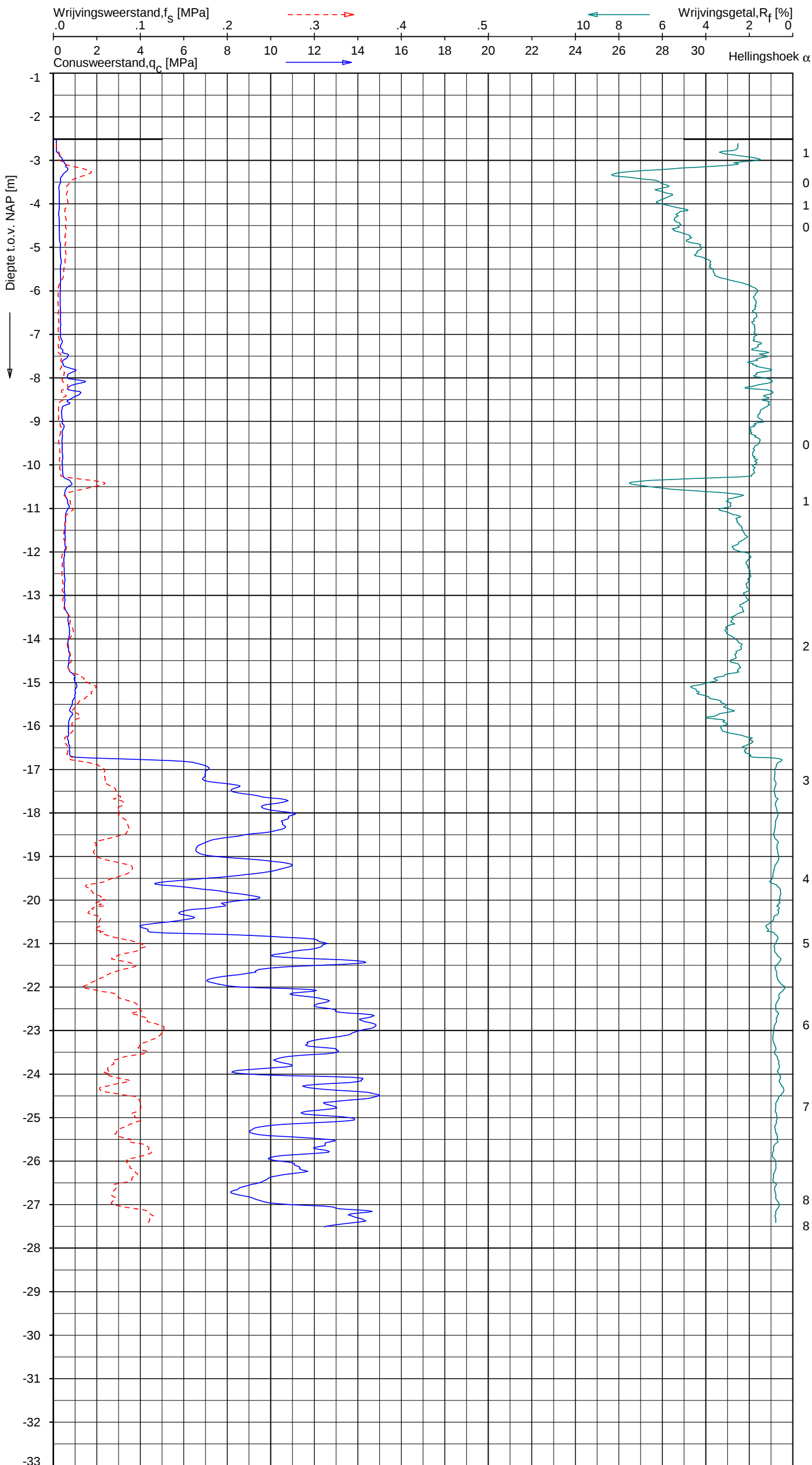
PLAN "TUINDERSHOF" EN "EILANDEN" TE PIJNACKER

Opdr. 9017-0422-000
Sond. DKM51

UNIPLOT 05.34.nl / QoFClass-R3.cmd / 2018-01-05 13:03:26

9017-0422-000

DKM52 - 1



Indicatieve bodembeschrijving
Automatisch gegenereerd uit data
van de sondering, geldig onder
grondwaterpeil (Robertson 1990, NL corr.)

1	KLEI, siltig / LEEM
0	VEEN, organisch materiaal
1	VEEN, organisch materiaal
0	VEEN, organisch materiaal
	KLEI, zwak siltig tot siltig
	KLEI, siltig / LEEM
	KLEI, zwak siltig tot siltig
	KLEI, zwak siltig tot siltig
0	KLEI, zwak siltig tot siltig
	KLEI, zwak siltig tot siltig
1	VEEN
2	KLEI, zwak siltig tot siltig
3	
	ZAND, zwak siltig tot siltig
4	
	ZAND, zwak siltig tot siltig
5	ZAND, siltig tot LEEM
6	
	ZAND, zwak siltig tot siltig
7	
8	
8	

Opg.: GEV/ d.d. 03-Jan-2018 Coord.: X= 89507.8m Y= 446838.0m Systeem: RD Sondering volgens norm NEN-EN-ISO 22476-1
Get.: U.GUMULIAUSKAITEI 05-Jan-2018 MV = NAP -2.52 m Conus: CP15-CF75SN2 1701-2563 Toepassingsklasse 2. Test type TE1
Conustype: A_c = 1510 mm²; A_s = 19895 mm²

SONDERING MET PLAATSELIJKE KLEEFMETING

PLAN "TUINDERSHOF" EN "EILANDEN" TE PIJNACKER

Opdr. 9017-0422-000
Sond. DKM52

Coördinaten en hoogte van de onderzoekspunten

Indien de hoogte en coördinaten van de onderzoekslocaties zijn bepaald in NAP en RD bedragen de maximale afwijking van de meting van de coördinaten ca. 10 cm en de maximale afwijking van de meting van de hoogte ca. 5 cm. Bij projecten waarbij de sonderingen zijn gerefereerd aan een lokaal vast punt bedraagt de maximale afwijking in de hoogte ca 5 cm. De maximale afwijking in de maatvoering doormiddel van traditioneel uitzetten met een meetband bedraagt ca. 25 cm.

Indien de onderzoekslocaties niet zijn gerefereerd aan een vaste referentiehoogte wijkt het onderzoek af van de gestelde eisen in de NEN-EN-ISO 22476-1.

De hoogtebepaling van de onderzoekslocaties is uitgevoerd met als doel de bodemopbouw te refereren aan een vaste referentiehoogte. Deze gegevens zijn niet geschikt voor andere doeleinden dan dit onderzoek.

Sonderen

Een beschrijving van de gevolgde meet- en registratiemethode is gegeven in de bijlage "Continu Elektrisch Sonderen".

Boren

Mechanisch boorwerk wordt verbuisd uitgevoerd, waarbij de grond uit de buis wordt verwijderd met behulp van een puls (niet-cohesieve gronden) en/of een avegaarboor (cohesieve gronden).

Bij handboren wordt gebruik gemaakt van een edelmanboor (cohesieve gronden) en een handpuls (niet-cohesieve gronden).

De werkzaamheden worden uitgevoerd conform de NEN-EN-ISO 22475-1.

Peilbuizen worden gepresenteerd op de betreffende boorstaten. De boringen met peilbuis zijn met bijbehorend symbool aangegeven op de situatietekening.

Ongeroerde monsternamen bij het mechanisch boren kan plaatsvinden door:

- een Ackermann steekbus te slaan of te drukken
- een Pistonbus te drukken
- een Gelpush monster te drukken

Bij handboren worden ongeroerde monsters genomen met een Van der Horst steekapparaat.

De tijdens het boren genomen geroerde monsters worden in het veld globaal geclassificeerd. Als er laboratoriumonderzoek volgt na het veldwerk, worden in het laboratorium de monsters gedetailleerd geclassificeerd. Bij eventuele verschillen tussen de veld- en laboratorium-classificatie, is de laboratoriumclassificatie bepalend.

Op de classificatie van grond is de NEN 5104 van toepassing.

(Grond)waterstand

De gemeten (grond)waterstand(en) betreffen een eenmalige opname en zijn bedoeld als een oriënterend gegeven. De grondwaterstand kan in de tijd fluctueren onder invloed van de weersgesteldheid en de seizoenen.

Kwaliteitsborging

Alle werkzaamheden zijn verricht in overeenstemming met het managementsysteem van Fugro GeoServices B.V. dat voldoet aan de NEN-ISO 9001:2008 en VCA ** 2008/05.

De kalibratiesheet(s) van de gebruikte conus(sen) kunnen op verzoek worden toegestuurd.

Meettechniek

De standaard bij Fugro toegepaste conus is de “elektrische kleefmantelconus”, waarmee de conusweerstand, de plaatselijke wrijvingsweerstand en de helling gelijktijdig worden gemeten. Sinds februari 2013 is de nieuwe norm *NEN-EN-ISO 22476-1:2012/C1:2013 Geotechnisch onderzoek en beproeving - Veldproeven - Deel 1: Elektrische sondering met en zonder waterspanningsmeting* van toepassing als vervanging van NEN 5140, die is terug getrokken. In NEN 9997-1 wordt echter nog wel verwezen naar NEN 5140.

Bij het uitvoeren van een sondering conform *NEN-EN-ISO 22476-1:2012/C1:2013* wordt de puntweerstand gemeten, die moet worden overwonnen om een conus met een tophoek van 60° en een basisoppervlak van 1000 mm^2 met een constante snelheid van ca 20 mm/s in de bodem te drukken. Voor de meting van de wrijvingsweerstand is een mantel met een oppervlak van 15000 mm^2 boven de punt aangebracht. De druk op de conuspunt (conusweerstand in MPa) en de wrijving langs de kleefmantel (plaatselijke wrijvingsweerstand in MPa) worden door rekstroken in de conus continu digitaal gemeten. Volgens *NEN-EN-ISO 22476-1* mag het basisoppervlak van de conus tussen 500 en 2000 mm^2 variëren zonder dat correctiefactoren op de meetresultaten moeten worden toegepast. Fugro sonderingen worden standaard uitgevoerd met een sondeerconus met een basisoppervlak van 1500 mm^2 en een manteloppervlak van 20000 mm^2 .

Veelal wordt gebruik gemaakt van een conus met een korter cilindrisch deel boven de conuspunt dan in *NEN-EN-ISO 22476-1* vermelde 400 mm voor een standaard conus. Het cilindrische deel vanaf de conuspunt van de standaard door Fugro gebruikte conussen heeft een lengte van 230 mm in plaats van de genormeerde lengte. Onderzoek¹⁾ heeft aangetoond, dat de invloed van de lengte van deze conus op het sondeerresultaat verwaarloosbaar is, terwijl met een kortere conus met minder risico een grotere sondeerdiepte kan worden bereikt.

De meetsignalen worden digitaal naar een elektrische meeteenheid gestuurd en samen met de diepte en de tijd opgeslagen. Definitieve verwerking vindt daarna op kantoor plaats, waarbij de gemeten parameters tegen de diepte in grafiekvorm worden uitgewerkt. Door continue registratie van de gemeten conus- en wrijvingsweerstand wordt een nauwkeurig beeld van de gelaagdheid en de vastheid van de bodem verkregen.

Afwijking van de conus met de verticaal worden continu geregistreerd, waarmee bij de uitwerking de diepte wordt gecorrigeerd en zo een onjuiste diepte-aanduiding als gevolg van “scheef sonderen” wordt voorkomen.

Interpretatie van de sonderingen met plaatselijke wrijvingsweerstand

Meting van zowel de conusweerstand q_c als de plaatselijke wrijvingsweerstand f_s maakt het mogelijk het wrijvingsgetal R_f te berekenen. Het wrijvingsgetal wordt gedefinieerd als het quotiënt van de plaatselijke wrijving en de op gelijke diepte gemeten conusweerstand in procenten. Hierbij wordt rekening gehouden met laagscheidingen ter hoogte van de mantel.

Het wrijvingsgetal R_f geeft samen met de conusweerstand q_c een goed beeld van de bodemopbouw *beneden* de grondwaterspiegel. In de onderstaande tabel zijn enige kenmerkende waarden van het wrijvingsgetal aangegeven. *Met nadruk dient te worden gesteld dat deze waarden slechts indicatief zijn en getoetst dienen te worden aan boringen of lokale ervaring en uitsluitend gelden voor de cilindrische elektrische conus.*

grondsoort	wrijvingsgetal in %	grondsoort	Wrijvingsgetal in %
Grind, grof zand	0,2 – 0,6	Klei	3,0 – 5,0
Zand	0,6 – 1,2	Potklei	5,0 – 7,0
Silt, leem, löss	1,2 – 4,0	Veen	5,0 – 10,0

In geroerde grond en in grond boven de grondwaterspiegel kunnen grote afwijkingen ten opzichte van de genoemde waarden voorkomen en gelden deze waarden niet.

¹⁾ Lunne en Powell, A comparison of different sized piezocones in UK clays.

Presentatie sondeergegevens

Sonderingen kunnen worden uitgewerkt met interpretatie van het wrijvingsgetal voor identificatie van de bodemlagen. De identificatie van de bodemlagen is dan uitgevoerd volgens Robertson [1990]², die door Fugro is aangepast aan de Nederlandse omstandigheden. Bij deze interpretatie wordt uitgegaan van de genormaliseerde waarden van de conusweerstand nQ_c en wrijvingsgetal nR_f als ingangsparameters.

De genormaliseerde waarden van de conusweerstand nQ_c en wrijvingsgetal nR_f worden berekend, uit de gemeten wrijvingsweerstand f_s en conusweerstand q_c , indien mogelijk gecorrigeerd voor de waterspanning en de verticale effectieve - en totale grondspanning volgens de onderstaande formules.

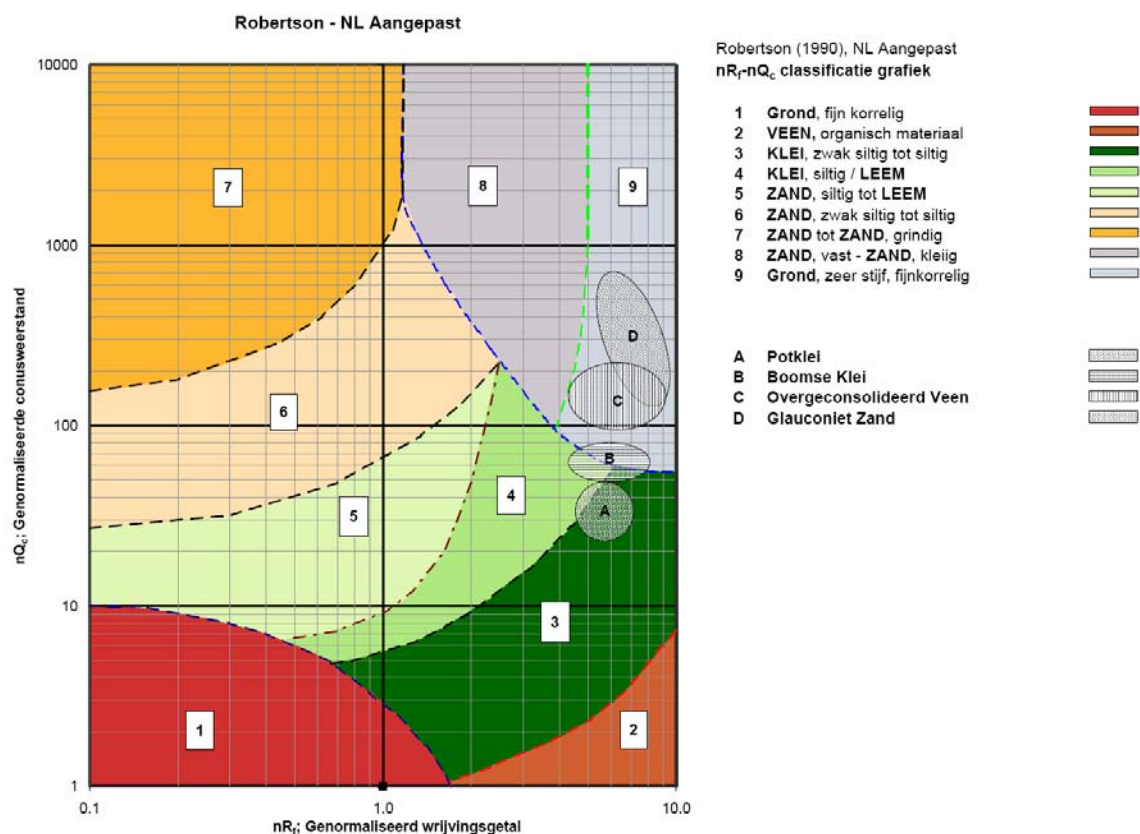
Genormaliseerde conusweerstand:
$$nQ_c = \frac{q_t - \sigma_{v0}}{\sigma'_{v0}}$$

Genormaliseerd wrijvingsgetal:
$$nR_f = \frac{100 \cdot f_s}{q_t - \sigma_{v0}}$$

In geval er geen waterspanning is gemeten, wordt voor q_t de waarde van q_c gebruikt.

Voor de grondsoorten, die specifiek zijn voor de Nederlandse ondergrond condities, zijn in de Bodem Classificatiegrafiek van Robertson [1990] twee aanpassingen gedaan om de Nederlandse situatie beter te beschrijven:

- Gebieden 4 en 5 zijn anders ingedeeld, zodat losgepakte zanden en ondiepe kleilagen beter worden geïnterpreteerd. Deze aanpassingen zijn in onderstaande figuur weergegeven.
- Bovendien is een extra voorwaarde ingebracht om Holocene veenlagen goed te kunnen classificeren. Voor $q_c < 1,5$ MPa en $R_f > 5$ % wordt de grond als veen geïdentificeerd.



Voor een aantal specifieke grondtypen, zoals bijvoorbeeld Potklei, Boomse klei, overgeconsolideerd veen en glauconiethoudend zand is tevens het classificatie gebied aangegeven. Deze stemmen niet direct overeen met de benamingen van gebieden 1 tot en met 9.

² Robertson, P.K. [1990] "Soil Classification using the cone penetration test". Canadian Geotechnical Journal, 27(1), 151-8²

De identificatie is indicatief en alleen geldig voor lagen onder de grondwaterstand. De resultaten dienen te worden geverifieerd met boringen of geologische informatie. Uitgedroogde cohesieve toplagen geven een te hoge waarde worden voor het wrijvingsgetal, waardoor bijvoorbeeld uitgedroogde kleilagen mogelijk onterecht worden geïnterpreteerd als veenlagen. Ook is de correlatie voor de toplagen minder betrouwbaar vanwege het lage effectieve spanningsniveau in deze lagen.

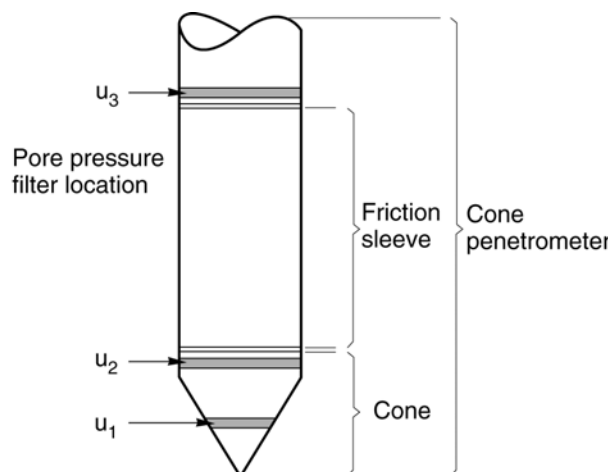
Andere conustypen

Naast de meting van conusweerstand en plaatselijke wrijving is het mogelijk extra (combinaties van) metingen uit te voeren. In onderstaand schema zijn enkele mogelijkheden aangegeven. Indien gewenst kan nadere informatie over metingen en toepassingsmogelijkheden worden verschaft.

type meting	Meetresultaten	toepassingsmogelijkheden
waterspanning	waterspanning ter plaatse van de punt	registreren waterremmende lagen indicatie stijghoogte grondwater classificatie / gelaagdheid bodem
magnetometer	Magnetische veldsterkte in 3 orthogonale richtingen (X,Y,Z)	Blindganger onderzoek, onderzoek ligging obstakels (stalen leidingen, grondankers), onderzoek paalpunt niveau / schoorstand funderingspalen, onderzoek ligging onderzijde stalen damwanden
geleidbaarheid	elektrische geleiding grond en grondwater	indicatie waterkwaliteit / zoet - zout water grens onderzoek verspreiding verontreiniging
temperatuur	temperatuurmeting op verschillende diepten	warmteoverdracht in de bodem bepaling temperatuurgradiënt
schuifgolfsnelheid (seismisch)	dynamische bodemparameters op verschillende diepten	machinefunderingen, windturbinefunderingen
versnelling	versnellingen op verschillende diepten	heitrillingen / verkeerstrillingen
MIP (membrane interface probe)	verticale verspreiding van vluchtige (gechloreerde) koolwaterstoffen	bestudering zak/drijflagen en/of verontreinigingen met vluchtige (gechloreerde) koolwaterstoffen
ROST (rapid optical screening tool)	verticale verspreiding van (aromatische) koolwaterstoffen	bestudering zak/drijflagen en/of verontreinigingen met (aromatische) koolwaterstoffen

Waterspanningssonderingen

Naast registratie van conusweerstand en plaatselijke wrijvingsweerstand wordt bij een groot deel van de sonderingen waterspanning geregistreerd. Een waterspanningsconus (*piëzo-conus*) is voorzien van een ingebouwde druksensor, waarmee de waterdruk tijdens het sonderen wordt gemeten. Een filter voorkomt het contact van grond met de druksensor. De waterdruk kan op drie locaties in de conus worden gemeten waarbij de posities u_1 en u_2 veelvuldig voorkomen (zie figuur 1). Positie u_3 wordt zelden toegepast. Slechts een kleine hoeveelheid water ($0,2 \text{ mm}^3$) is nodig om een nauwkeurige waterdruk te meten. Het meetbereik kan worden gekozen afhankelijk van de te verwachten wateroverspanning. In stijve kleien kan deze oplopen tot meer dan 3 MPa.



Figuur 1 Principe piëzo-conus

Uitvoeringswijze

Om een juiste meting van de waterspanning te verkrijgen, dient het gehele meetsysteem volledig ontluicht en gevuld te zijn met een weinig samendrukbare vloeistof. Om te voorkomen dat de vloeistof tijdens het sonderen in de onverzadigde lagen boven de grondwaterstand wegvloeit zijn een juiste keuze van vloeistof, het gebruik van een rubber membraam, een goede uitvoering en de poriëngrootte van het filter belangrijk.

Indien het grondwater relatief ondiep aanwezig is, wordt bij voorkeur voorgeboord tot het niveau van de grondwaterspiegel teneinde luchttoetreding te voorkomen. Hiermee wordt ook de kans op beschadiging en in de grond achterblijven van het rubber membraan verkleind.

Interpretatie

De resultaten van de piëzo-sonderingen bestaan uit de gemeten conusweerstand (q_c), de plaatselijke wrijvingsweerstand (f_s), het wrijvingsgetal (R_f), de gemeten waterspanning (u_1 of u_2 respectievelijk in de punt en achter de punt) en de wateroverspanningindex B_q .

De resultaten van de waterspanningsmeting tijdens het sonderen vormen uit grondmechanisch en geohydrologisch oogpunt een belangrijke extra informatiebron voor de interpretatie van de bodemopbouw. Door combinatie van de meting van de conusweerstand en de waterspanning, bij voorkeur samen met de plaatselijke wrijvingsweerstand, wordt optimaal gebruik gemaakt van de sondeertechniek en kan het benodigde aanvullend grondonderzoek efficiënter worden gepland.

Bij de interpretatie speelt met name de wateroverspanning een rol, dat wil zeggen de verhoging van de waterspanning die door het indrukken van de conus ontstaan is. Dunne cohesieve laagjes in een zandpakket en dunne zandlaagjes in een kleipakket, die in de conusweerstand en de plaatselijke wrijvingsweerstand door uitmiddeling niet of slecht zichtbaar zijn, kunnen goed worden gedetecteerd aan de hand van de water(over)spanningen, die door het sonderen ontstaan. Deze laagjes kunnen van groot belang zijn voor het zettingsgedrag van funderingen en voor de verticale (on)doorlatendheid van de grond.

Verder kunnen met de piëzo-conus, met name via de u_1 -meting, sterk gelaagde structuren van zand en klei onderscheiden worden van homogene lagen hetgeen op basis van conusweerstand en plaatselijke wrijving in de meeste gevallen niet lukt. Aangetoond is dat het detectievermogen van de u_1 -meting veel hoger is dan van de u_2 -meting.

Wateroverspanningindex B_q

Met de wateroverspanningindex B_q kan een meer nauwkeurige classificatie van de grondsoort worden verkregen. Deze index is de verhouding van de wateroverspanning en de netto conusweerstand q_{net} , zijnde de gemeten conusweerstand q_c gecorrigeerd voor de waterspanning op het netto oppervlak van de sondeerconus, rekeninghoudend met de heersende effectieve verticale spanning op het betreffende niveau. De wateroverspanningindex B_q wordt als volgt berekend:

$$B_q = \beta \cdot (u_1 - u_0) / q_{net} \quad \text{of} \quad B_q = (u_2 - u_0) / q_{net}$$

waarin:

- β = factor voor de verschillende grondsoorten voor omrekening van u_1 naar u_2 ; standaard wordt hiervoor aangehouden 0,8, zijnde normaal geconsolideerde kleien (zie hierna volgende tabel);
- q_{net} = $q_t - \sigma_{v0}$ = netto conusweerstand;
- q_t = $q_c + (1-a) \cdot \{\beta \cdot (u_1 - u_0) + u_0\}$ voor een filter in de conuspunt;
- q_t = $q_c + (1-a) \cdot u_2$ voor een filter direct achter de conuspunt;
- σ_{v0} = de verticale grondspanning; standaard wordt hierbij uitgegaan van een gemiddeld volumiek gewicht van de bodemlagen van 14 kN/m^3 en een grondwaterstand op 1 m beneden maaiveld;
- a = netto oppervlakteverhoudingscoëfficiënt van de conus i.v.m. de spleet achter de conuspunt;
- u_1 = de gemeten waterdruk bij een filterplaatsing *in* de punt;
- u_2 = de gemeten waterdruk bij een filterplaatsing *achter* de punt;
- u_0 = de hydrostatische stijghoogte; standaard wordt hiervoor in de berekening een niveau uitgegaan van 1 m beneden maaiveld.

Voor andere grondsoorten zijn de β -factoren in onderstaande tabel gegeven.

Grond gedrag	β -factor
Normaal geconsolideerde klei	0,6 - 0,8
Licht overgeconsolideerde klei	0,5 - 0,7
Sterk overgeconsolideerde klei	0 ¹⁾ - 0,3
Leem samendrukbaar	0,5 - 0,6
Leem, vast en dilatant gedrag	0 ¹⁾ - 0,2
Zand siltig, los gepakt	0,2 - 0,4

¹⁾ Bij meting van de waterspanning achter de conuspunt worden in bepaalde gevallen negatieve waterspanningen gemeten. Deze waarden geven nauwelijks een indicatie van de doorlatendheid, doch alleen over het materiaalgedrag.

Dissipatietest

Het is ook mogelijk het sondeerproces op een bepaalde diepte tijdelijk te stoppen en de afname van de wateroverspanning (dissipatie) als functie van de tijd te registreren. Daarna kan het sondeerproces worden voortgezet.

In doorlatende gronden geeft de dissipatietest een goed beeld van de heersende hydrostatische waterspanning en daarmee van de stijghoogte. Het betreft slechts een indicatie aangezien de meetnauwkeurigheid beperkt is. Door het uitvoeren van meerdere metingen in een grondlaag en de gemiddelde waarde van de stijghoogte te bepalen kan een beduidend hogere nauwkeurigheid worden behaald. Ervaring leert dat de onnauwkeurigheid circa 0,5 m bedraagt. Voor een meer nauwkeurige bepaling en de optredende fluctuaties zijn peilbuismetingen over een langere waarnemingsperiode nodig, afhankelijk van het doel.

In slecht doorlatende, cohesieve lagen kan met behulp van de dissipatietest een indicatie van de consolidatiecoëfficiënt en daarmee van de verticale (on)doorlatendheid worden verkregen. Hierbij dient de dissipatietest te worden voortgezet totdat de wateroverspanning tenminste met 50 % is afgenomen. In de praktijk komt dat in zand overeen met circa 1/2 uur à 3/4 uur. Uit berekeningen en kwalitatieve vergelijking van de metingen wordt inzicht verkregen in het consolidatiegedrag van de grond. Voor het vaststellen van de heersende hydrostatische waterspanning in kleilagen is de dissipatietest in de meeste gevallen weinig geschikt, vanwege de benodigde lange aanpassingstijd en de onnauwkeurigheid.

Klassenindeling EN-ISO 22476-1

Voorafgaand aan de uitvoering diende een keuze te worden gemaakt binnen welke kwaliteitsklasse met bijbehorende toelaatbare meetonzekerheid het werk minimaal uitgevoerd moet worden. De klassenindeling heeft voornamelijk betrekking op de nauwkeurigheid van de gemeten parameters.

Door invoering van de Eurocode is op Europees niveau de internationale sondeernorm EN-ISO 22476-1 "Electrical cone and piezocone testing" ontwikkeld, welke de oorspronkelijke NEN 5140 heeft vervangen. De nieuwe elektrische sondeernorm **EN-ISO 22476-1** is in opzet vergelijkbaar met de oude Nederlandse norm NEN 5140 voor elektrische sonderingen. Een verschil tussen norm **EN-ISO 22476-1** met NEN 5140 is dat in de nieuwe norm de nauwkeurigheid van de meetresultaten wordt gekoppeld aan het toepassingsgebied met bijbehorend bodemkenmerken / geschiktheid voor interpretatie en afleiding van bodemparameters. Verder is de meting van de waterspanning genormeerd.

In de Europese tabel van sondeerklassen worden de sondeerklassen ingedeeld naar de toepassing van de sondering, zie onderstaande tabel.

Toepassing Klasse	Test type	Gemeten parameter	Toegestane minimum nauwkeurigheid ^a	Maximum lengte tussen metingen	Gebruik	
					Grondsoort ^b	Interpretatie ^c
1	TE 2	Conus weerstand Mantel wrijving Waterspanning Helling Sondeerlengte	35 kPa of 5 % 5 kPa of 10 % 10kPa of 2 % 2° 0,1 m of 1%	20 mm	A	G, H
2	TE1 TE2	Conus weerstand Mantel wrijving Waterspanning Helling Sondeerlengte	100 kPa of 5 % 15 kPa of 15 % 25 kPa of 3 % 2° 0,1 m of 1 %	20 mm	A B C D	G, H* G, H G, H G, H
3	TE1 TE2	Conus weerstand Mantel wrijving Waterspanning ^d Helling Sondeerlengte	200 kPa of 5 % 25 kPa of 15 % 50 kPa of 5 % 5° 0,2 m of 2 %	50 mm	A B C D	G G, H* G, H G, H
4	TE1	Conus weerstand Mantel wrijving Sondeerlengte	500 kPa of 5 % 50 kPa of 20 % 0,2 m of 1 %	50 mm	A B C D	G* G* G* G*
NOOT 1 Richtlijnen voor gebruik van Tabel 2 zijn gegeven in bijlage F.						
NOOT 2 Voor uiterst slappe gronden maken soms nog hogere nauwkeurigheden noodzakelijk.						
^a De toegestane minimum nauwkeurigheid van de gemeten parameters is de grootste van de twee genoemde. De relatieve nauwkeurigheid geldt voor de gemeten waarde en niet voor het meetbereik. ^b Volgens ISO 14688-2: A Homogene gronden bestaande uit zeer slappe tot stijve kleien (en silt) ($q_c < 3$ MPa) B Gemengde bodemprofielen met slappe tot stijve kleien ($q_c \leq 3$ MPa) en matig vaste tot vaste zanden (conusweerstand $5 \text{ MPa} \leq q_c < 10 \text{ MPa}$) C Gemengde bodemprofielen met stijve kleien (conusweerstand $1,5 \text{ MPa} \leq q_c < 3 \text{ MPa}$) en zeer dichte zanden ($q_c > 20 \text{ MPa}$) D Zeer stijve tot harde kleien ($q_c \geq 3 \text{ MPa}$) en zeer vaste grove gronden ($q_c \geq 20 \text{ MPa}$) ^c G vaststelling bodemprofiel en bepaling van grondsoort met een laag niveau van onzekerheid G* indicatieve vaststelling bodemprofiel en bepaling van grondsoort met een hoog niveau van onzekerheid H interpretatie met betrekking tot ontwerp met een laag niveau van onzekerheid H* interpretatie met betrekking tot ontwerp met een hoog niveau van onzekerheid ^d Waterspanning kan alleen worden gemeten als TE2 wordt toegepast.						

Voor projecten, waarbij parameters op basis van Tabel 2.b NEN 9997-1 worden afgeleid, is een hoge nauwkeurigheidsklasse gewenst. Het is echter in een bodemgesteldheid met zowel zeer slappe grondlagen als zeer vaste zandlagen met hoge conusweerstand onmogelijk om aan de eisen van toepassing klasse 1 voldoen zoals ook blijkt uit de bovenstaande tabel. Het bij Fugro gehanteerde meetsysteem voor sonderen is bijzonder nauwkeurig door toepassing van digitale conussen, strikte kwaliteitscontroles en calibraties. In de praktijk is gebleken dat standaard Fugro sonderingen in de nieuwe norm voor het overgrote deel (>95%) in toepassingsklasse 2 vallen. Sonderingen volgens toepassingsklasse 3 in de nieuwe norm zijn vergelijkbaar met sonderingen volgens klasse 2 van de oude NEN 5140.

Toepassingklasse 1 sonderingen kunnen alleen met speciale gevoelige conussen met een beperkt meetbereik en een kleibodemprofiel met $q_c < 3$ MPa worden bereikt. In bodemprofielen waarin zowel zeer slappe lagen als zeer vaste lagen voorkomen kan de hoogste meetnauwkeurigheid van klasse 1 enigszins worden benaderd door aanvullende maatregelen en procedures. Toepassingklasse 2 sonderingen kunnen in bodemprofielen, waarin zowel zeer slappe lagen als zeer vaste lagen voorkomen, alleen worden verkregen door toepassing van digitale conussen met regelmatige calibraties, aanvullende uitvoeringsmaatregelen en kwaliteitscontroles. Toepassingklasse 1 is in deze bodem niet haalbaar. De enige praktische indicatie over de bereikte sondeerklasse is controle van calibraties en 0-puntsverlopen tussen het begin en eind van de sondering.

In de praktijk komt het af en toe voor dat sonderingen worden uitgevoerd, waarbij door de opdrachtgever is aangegeven dat de maaiveldhoogte niet ten opzichte van een vast referentiepeil (NAP) hoeft te worden vastgelegd. Deze sonderingen voldoen derhalve op dit punt niet aan **EN-ISO 22476-1**.

Klassenindeling NEN 5140

De norm NEN 5140 ging uit van vier kwaliteitsklassen. Voorafgaand aan de uitvoering diende een keuze te worden gemaakt binnen welke kwaliteitsklasse met bijbehorende toelaatbare meetonzekerheid het werk minimaal uitgevoerd moet worden. De klassenindeling heeft voornamelijk betrekking op de nauwkeurigheid van de gemeten conusweerstand, plaatselijke wrijvingsweerstand en diepte, zoals blijkt uit de onderstaande tabel.

klasse	Meetgrootheid	toelaatbare meetonzekerheid	meetinterval
1	Conusweerstand	0,05 MPa of 3%	20 mm
	Plaatselijke wrijvingsweerstand	0,01 MPa of 10%	
	Helling	2°	
	Sondeerdiepte	0,2 m of 1 %	
2	Conusweerstand	0,25 MPa of 5%	50 mm
	Plaatselijke wrijvingsweerstand	0,05 MPa of 15%	
	Helling	2°	
	Sondeerdiepte	0,2 m of 2 %	
3	Conusweerstand	0,5 MPa of 5%	100 mm
	Plaatselijke wrijvingsweerstand	0,05 MPa of 20%	
	Helling	5°	
	Sondeerdiepte	0,2 m of 2 %	
4	Conusweerstand	0,5 MPa of 5%	100 mm
	Plaatselijke wrijvingsweerstand	0,05 MPa of 20%	
	Sondeerlengte	0,1 m of 1%	
Opmerking: De toelaatbare meetonzekerheid is de grotere waarde van de absolute meetonzekerheid en de relatieve meetonzekerheid. De relatieve meetonzekerheid geldt voor de meetwaarde en niet voor het meetbereik.			

Vergelijking van de gespecificeerde nauwkeurigheden van de NEN 5140 en NEN-EN-ISO 22476-1 laat zien dat de nauwkeurigheid van de meest in NL gehanteerde sondeerklasse 2 volgens NEN 5140 iets hoger ligt dan die van de toepassingklasse 3 volgens de ISO norm.

LEGENDA TERREINPROEVEN EN GRONDSOORTEN

Boringen / Peilbuizen

	Handboring nog niet uitgevoerd
	Handboring uitgevoerd
	Handboring uitgevoerd met 1 peilbuis
	Handboring uitgevoerd met 2 peilbuizen
	Mechanische boring nog niet uitgevoerd
	Mechanische boring uitgevoerd
	Mechanische boring uitgevoerd met 1 peilbuis
	Mechanische boring uitgevoerd met 2 peilbuizen
	Mechanische boring uitgevoerd met 3 peilbuizen
	Boring uitgevoerd door derden
	Boring uitgevoerd met peilbuis door derden
	Gedrukte peilbuis (PB) / minifilter (MF) nog niet uitgevoerd
	Gedrukte peilbuis (PB) / minifilter (MF) uitgevoerd

Overige symbolen

	Meetpunt
	Hoogtemaat

Type sonderingen

D	Diepsondering
HS	Handsondering
S	Slagsondering

Legenda / Terminologie

Grind

	Grind, siltig
	Grind, zwak zandig
	Grind, matig zandig
	Grind, sterk zandig
	Grind, uiterst zandig

Zand

	Zand, kleilig
	Zand, zwak siltig
	Zand, matig siltig
	Zand, sterk siltig
	Zand, uiterst siltig

Veen

	Veen, mineraalarm
	Veen, zwak kleilig
	Veen, sterk kleilig
	Veen, zwak zandig
	Veen, sterk zandig

Klei

	Klei, zwak siltig
	Klei, matig siltig
	Klei, sterk siltig
	Klei, uiterst siltig
	Klei, zwak zandig
	Klei, matig zandig
	Klei, sterk zandig

Leem

	Leem, zwak zandig
	Leem, sterk zandig

Overige toevoegingen

	Zwak humeus
	Matig humeus
	Sterk humeus
	Zwak grindig
	Matig grindig
	Sterk grindig
	Puin

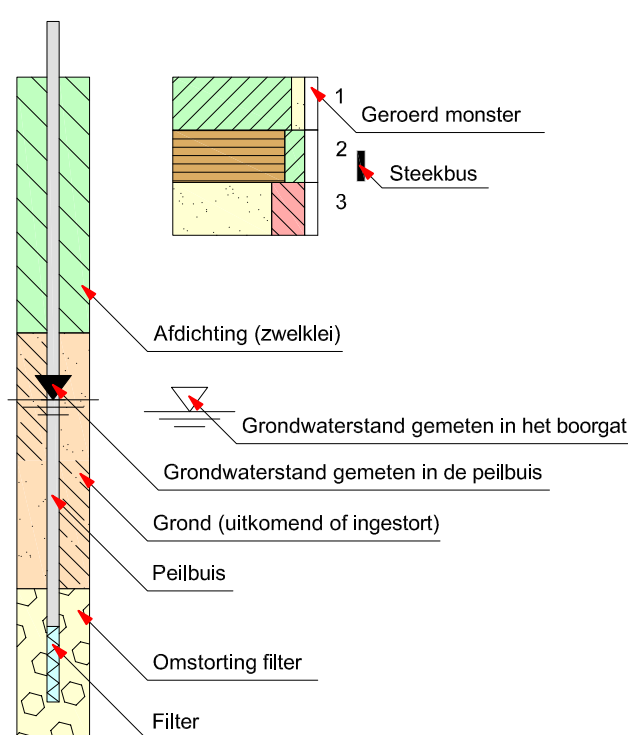
Sonderingen

	Sondering met plaatselijke kleefmeting nog niet uitgevoerd
	Sondering met plaatselijke kleefmeting uitgevoerd
	Sondering zonder plaatselijke kleefmeting nog niet uitgevoerd
	Sondering zonder plaatselijke kleefmeting uitgevoerd
	Slagsondering uitgevoerd
	Handsondering uitgevoerd
	Multigrondwatersondering nog niet uitgevoerd
	Multigrondwatersondering uitgevoerd
	Sondering met bolconus nog niet uitgevoerd
	Sondering met bolconus uitgevoerd
	Waterspanningsmeter nog niet uitgevoerd
	Waterspanningsmeter uitgevoerd
	Sondering uitgevoerd door derden
	Sondering met plaatselijke kleefmeting uitgevoerd door derden
	Hellingmeterbuis nog niet uitgevoerd
	Hellingmeterbuis uitgevoerd

Toegevoegde metingen

KM	Meting van de plaatselijke kleef
P	Meting van de waterspanning
M	Meting van de magnetische veldsterkte
G	Meting van de geleidbaarheid
S	Meting van de schuifgolfsnelheid (seismische meting)
T	Meting van de temperatuur

Peilbuis



FUGRO GEOSERVICES B.V.

Veurse Achterweg 10*
Postbus 63
2260 AB Leidschendam
T 070 3111333

RAPPORTAGE LABORATORIUMONDERZOEK

Project	Plan "Tuindershof" en "Eilanden" te Pijnacker	Opdrachtnummer	9017-0422-000
Opdrachtgever	Gemeente Pijnacker-Nootdorp	Datum rapport	07-06-2017
Contactpersoon	de heer P. van der Waal	Ontvangst monsters	16-05-2017
Monstername	Uitgevoerd door Afdeling Grondonderzoek; d.d 05-04-2017		
Dit rapport bevat de resultaten van het in-situ- en/of laboratoriumonderzoek dat ten behoeve van bovengenoemd project is uitgevoerd. Het onderzoek is uitgevoerd door het laboratorium van Fugro GeoServices B.V. Leidschendam. Eventueel uitbesteed onderzoek is duidelijk als zodanig gekenmerkt.			

Inhoudsopgave	Pagina
Voorblad onderzoeksrapport	1
Boorstaat	2 t/m 3
Laboratoriumstaat	4 t/m 5
Samendrukkingsproef	6 t/m 41
Monsterverzicht	42

OPMERKINGEN: Tenzij anders aangegeven hebben verwijzingen naar RAW proefnummers betrekking op de Standaard RAW Bepalingen 2015. De met "Q" gemerkte verrichtingen zijn geaccrediteerd door RvA (L034). De reproduceerbaarheid van de metingen en / of proeven voldoet aan de gestelde waarde in de desbetreffende norm of in het proefvoorschrift. Gegevens over de meetonzekerheid zijn op aanvraag verkrijgbaar.

9017-0422-000.B01.doc

Wanneer u naar aanleiding van de resultaten van dit rapport nog vragen heeft verzoeken wij u contact op te nemen met ondergetekende.

Wij vertrouwen erop u hiermee van dienst te zijn geweest en uw opdracht naar wens te hebben uitgevoerd.

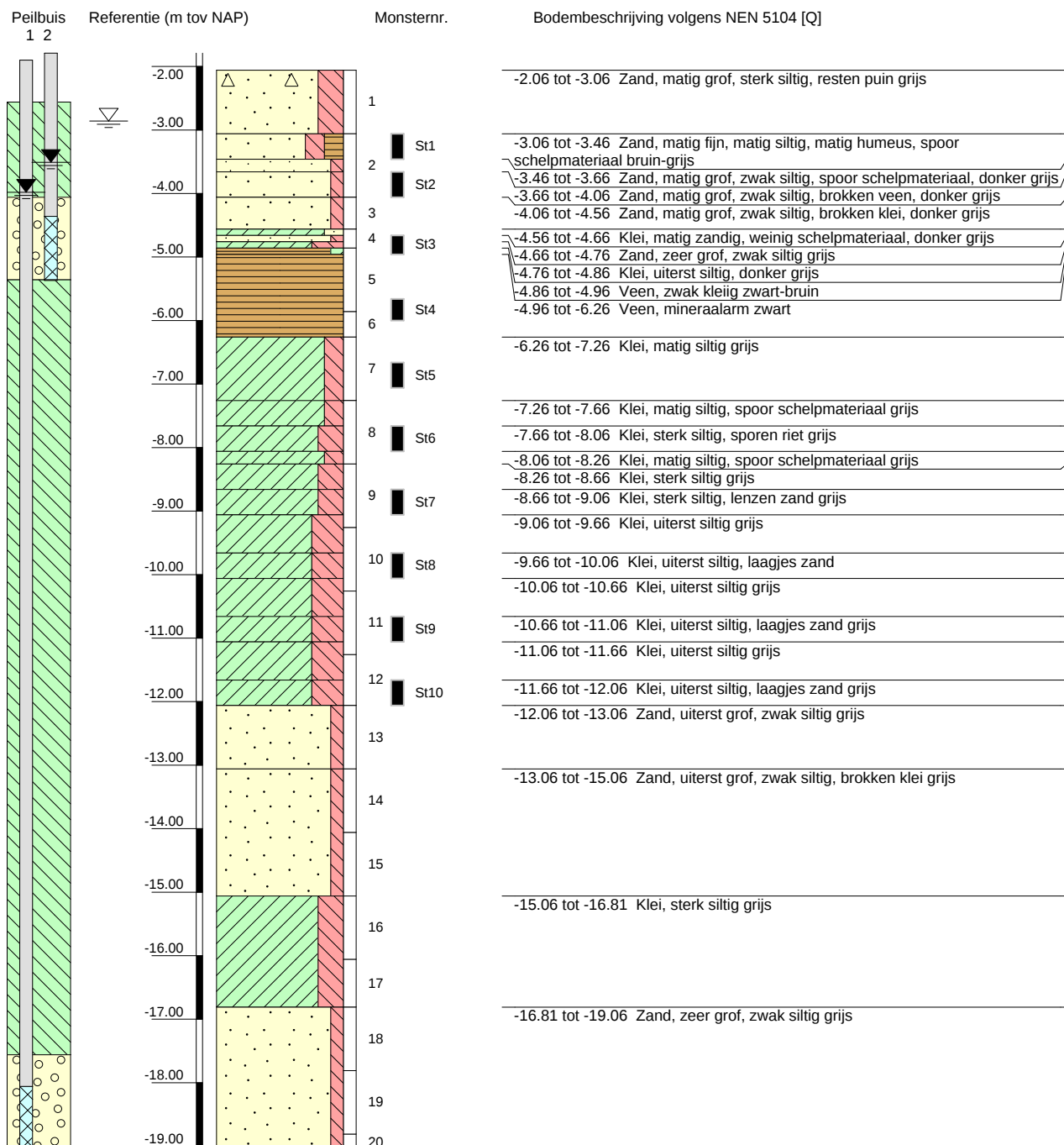
Met vriendelijke groet,
Fugro GeoServices B.V.

ing. W.M.L. van der Weijst
Groepshoofd Laboratorium voor Infra- en Geotechniek
Leidschendam

Boring: B1

Laboratorium classificatie

Pagina 1 van 1



Algemene opmerking:

X: 89687.5

GWS (m tov NAP): -2.86

MV (m tov NAP): -2.06

bk PB1 (m tov NAP): -1.90

Boorvloeistof:

WS PB1 (m tov NAP): -3.98

Datum boring: 05-04-2017

Boormeester: ahd

Y: 446868.1

GHG (m tov NAP):

bk PB2 (m tov NAP): -1.79

WS PB2 (m tov NAP): -3.51

Datum laboratorium classificatie: 29-05-2017

Coördinatenstelsel: RD

GLG (m tov NAP):

bk PB3 (m tov NAP):

WS PB3 (m tov NAP):

Geclassificeerd door: anv

BORING VOLGENS NEN-EN-ISO 22475-1

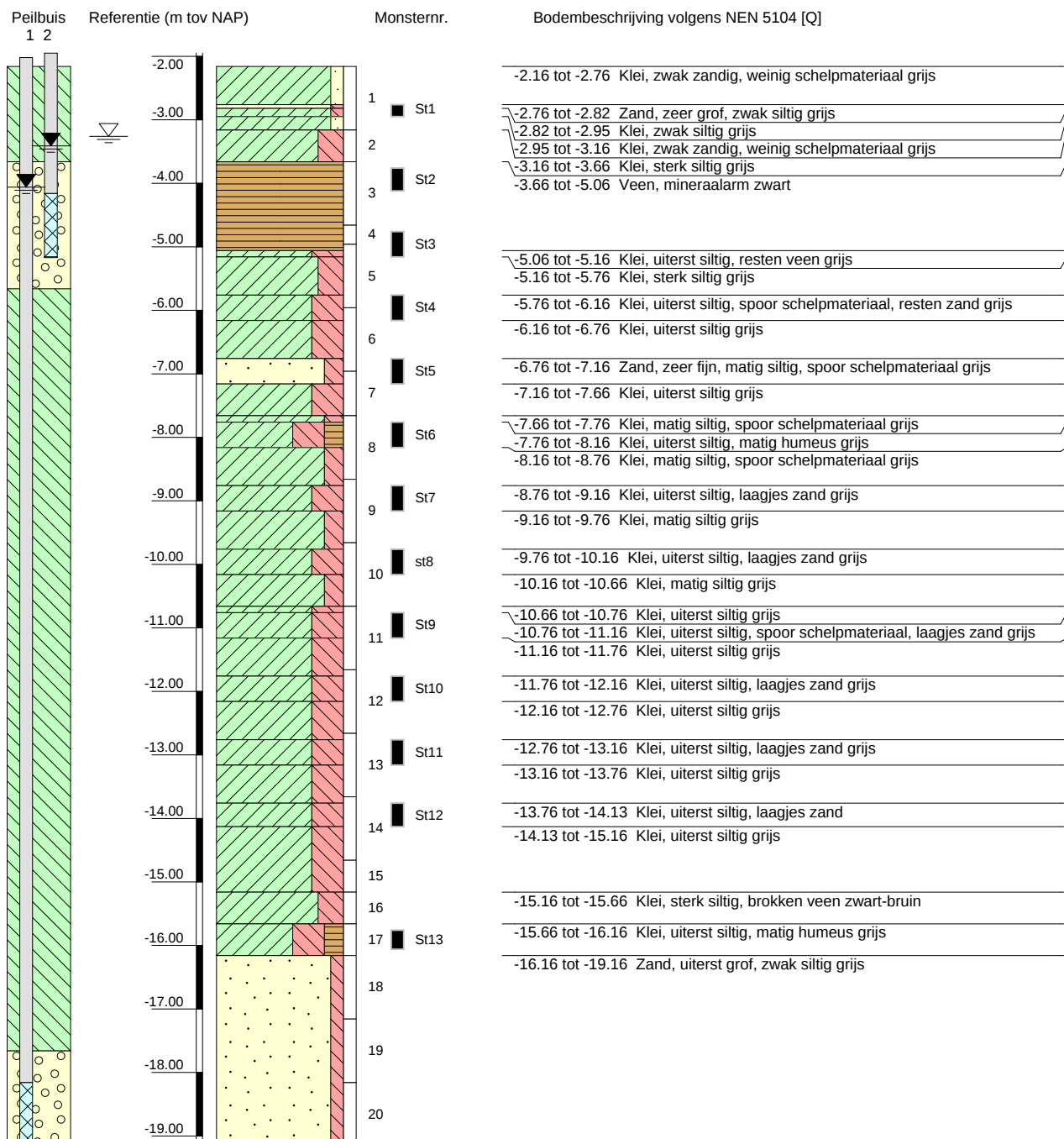
Plan "Tuindershof" en "Eilanden" te Pijnacker

Fugro GeoServices B.V.

9017-0422-000

Boring: B2

Laboratorium classificatie



Algemene opmerking:

X: 89511.5

GWS (m tov NAP): -3.26

MV (m tov NAP): -2.16

bk PB1 (m tov NAP): -2.02

Boorvloeistof:

WS PB1 (m tov NAP): -4.06

Datum boring: 05-04-2017

Y: 446997.4

GHG (m tov NAP):

bk PB2 (m tov NAP): -1.95

WS PB2 (m tov NAP): -3.41

Boormeester: ahd

Coördinatenstelsel: RD

GLG (m tov NAP):

bk PB3 (m tov NAP):

WS PB3 (m tov NAP):

Datum laboratorium classificatie: 29-05-2017

Geclassificeerd door: anv

BORING VOLGENS NEN-EN-ISO 22475-1

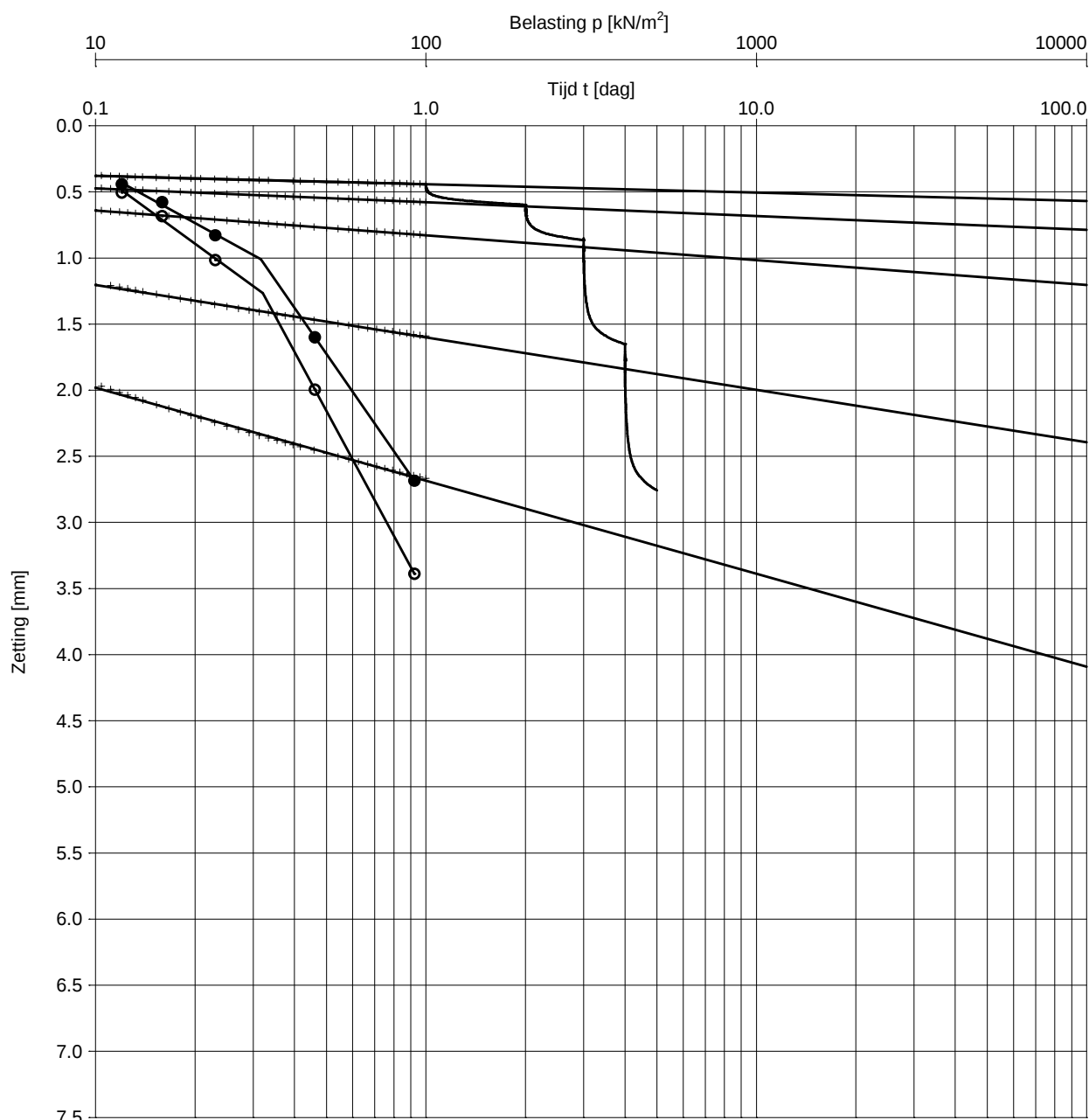
Plan "Tuindershof" en "Eilanden" te Pijnacker

Fugro GeoServices B.V.

9017-0422-000

Opgesteld door	ANV	Gecontroleerd door:	JKK	Opdracht nr.: 9017-0422-000
----------------	-----	---------------------	-----	-----------------------------

Opgesteld door	ANV	Gecontroleerd door:	JKK	Opdracht nr.: 9017-0422-000
----------------	-----	---------------------	-----	-----------------------------

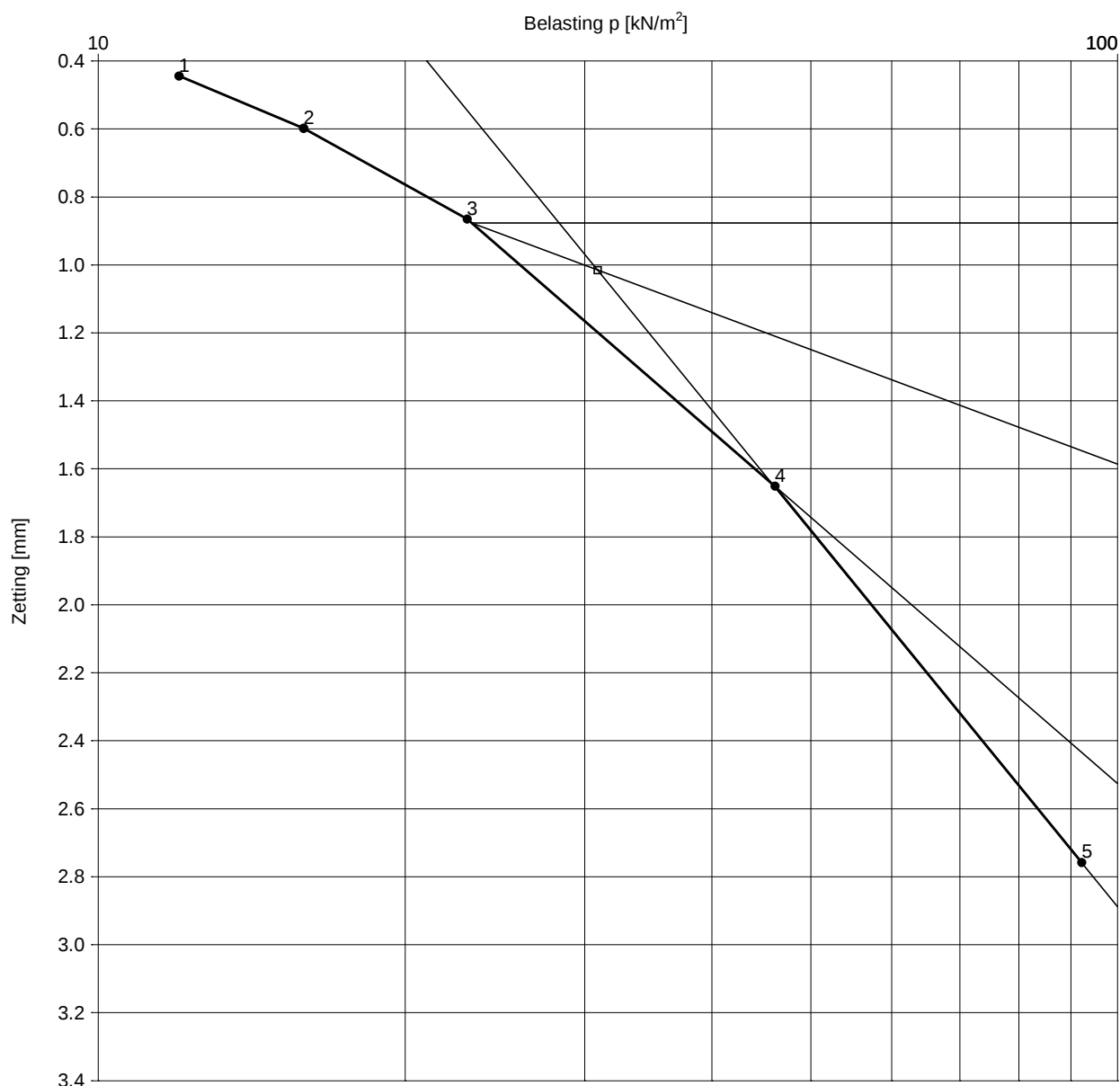


Boring : B1
 Monster : St3
 Diepte : -4.81 m t.o.v. N.A.P
 Grondsoort : KLEI, uiterst siltig, donker grijs

γ : 13.8 kN/m³
 γ_{dr} : 7.3 kN/m³
 w : 89.1 % [m/m]

C = 14.1
 C' = 5.8
 σ'_p = 32 kN/m²
 C_p = 32.3
 C_s = 99.9
 C'_p = 12.3
 C'_s = 43.6
 H_i = 19.3 mm
 D = 50.1 mm

Uitgevoerd conform NEN 5118: 1991 / A1: 1997 nl.

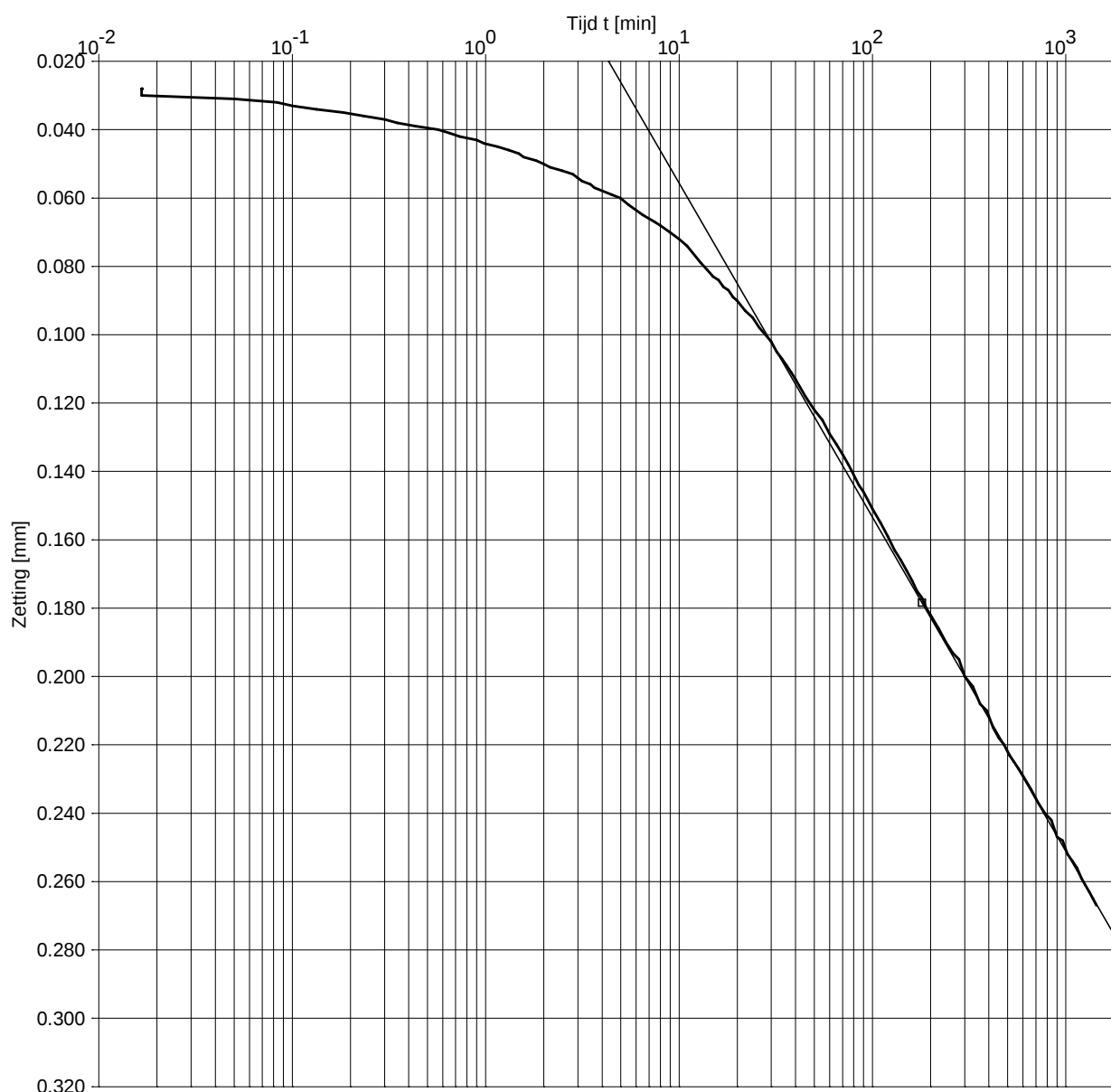


Boring : B1
 Monster : St3
 Diepte : -4.81 m t.o.v. N.A.P
 Grondsoort : KLEI, uiterst siltig, donker grijs

Grensspanning σ_p = 30 kN/m²
 Primaire samendrukkings getal CR
 belasting < σ_p = 0.0653
 belasting > σ_p = 0.1902
 H₀ = 19.3 mm
 D = 50.1 mm

γ : 13.8 kN/m³
 γ_{dr} : 7.3 kN/m³
 w : 89.1 % [m/m]

Uitgevoerd conform NEN 5118: 1991 / A1: 1997 nl.



Boring : B1
 Monster : St3
 Diepte : -4.81 m t.o.v. N.A.P
 Grondsoort : KLEI, uiterst siltig, donker grijs

Belastingstrap : 3
 Belasting p : 23 kN/m²
 Belasting Δp : 7 kN/m²
 Hoogte h₀ : 18.702 mm

Consolidatie

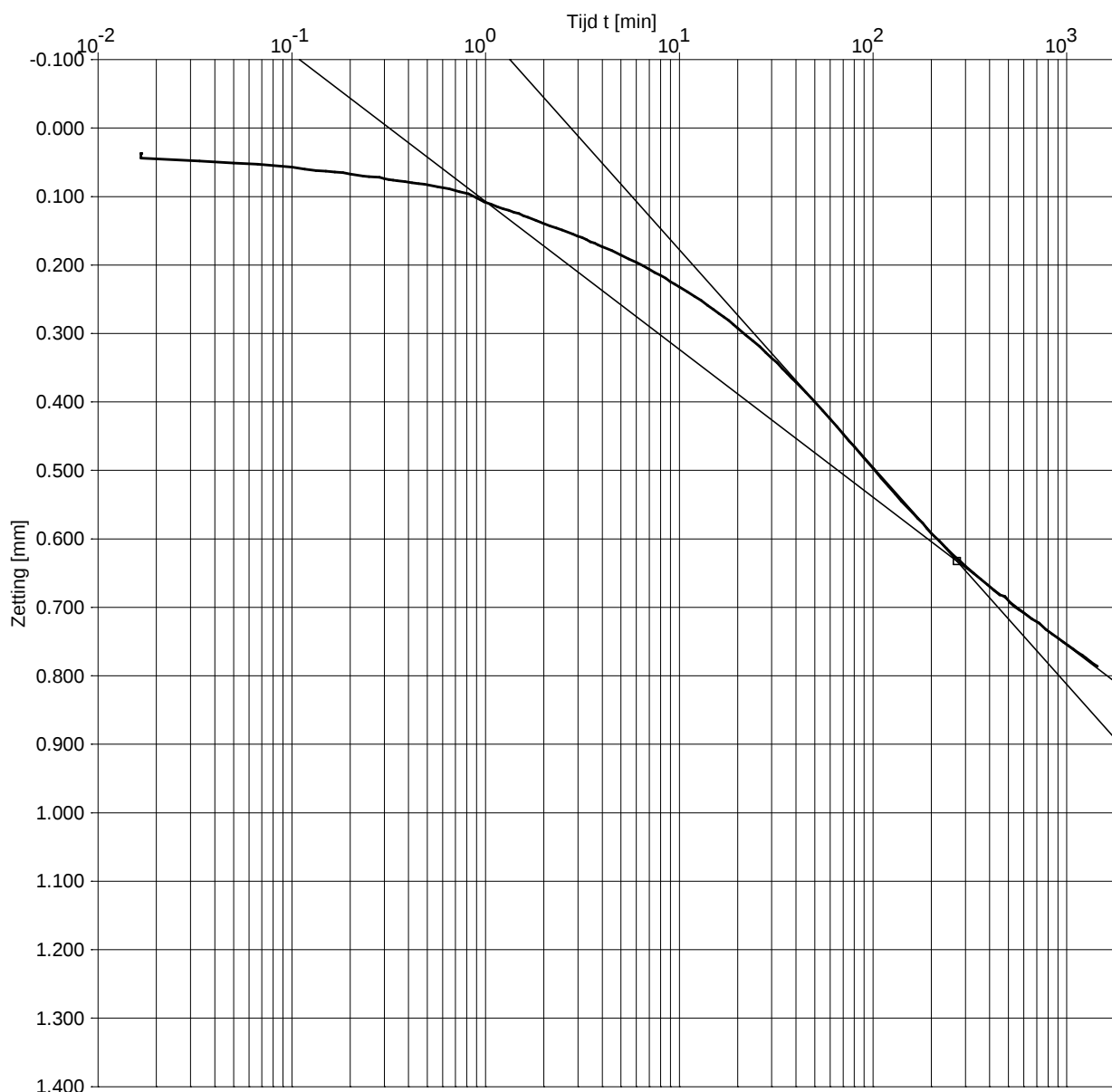
ΔH_{50}	=	n.t.b.	mm
ΔH_{100}	=	n.t.b.	mm
t ₅₀	=	n.t.b.	sec
t ₁₀₀	=	n.t.b.	sec
c _{v,10}	=	n.t.b.	m ² /s
m _v	=	2.0E+00	m ² /MN
k _{v,10}	=	n.t.b.	m/s
C _{αHEAD}	=	5.1E-03	
C _{αNEN}	=	5.2E-03	

Uitgevoerd conform NEN 5118: 1991 / A1: 1997 nl.

c_v bepaling d.m.v. CASAGRANDE methode

Opdr. 9017-0422-000

Plan "Tuindershof" en "Eilanden" te Pijnacker



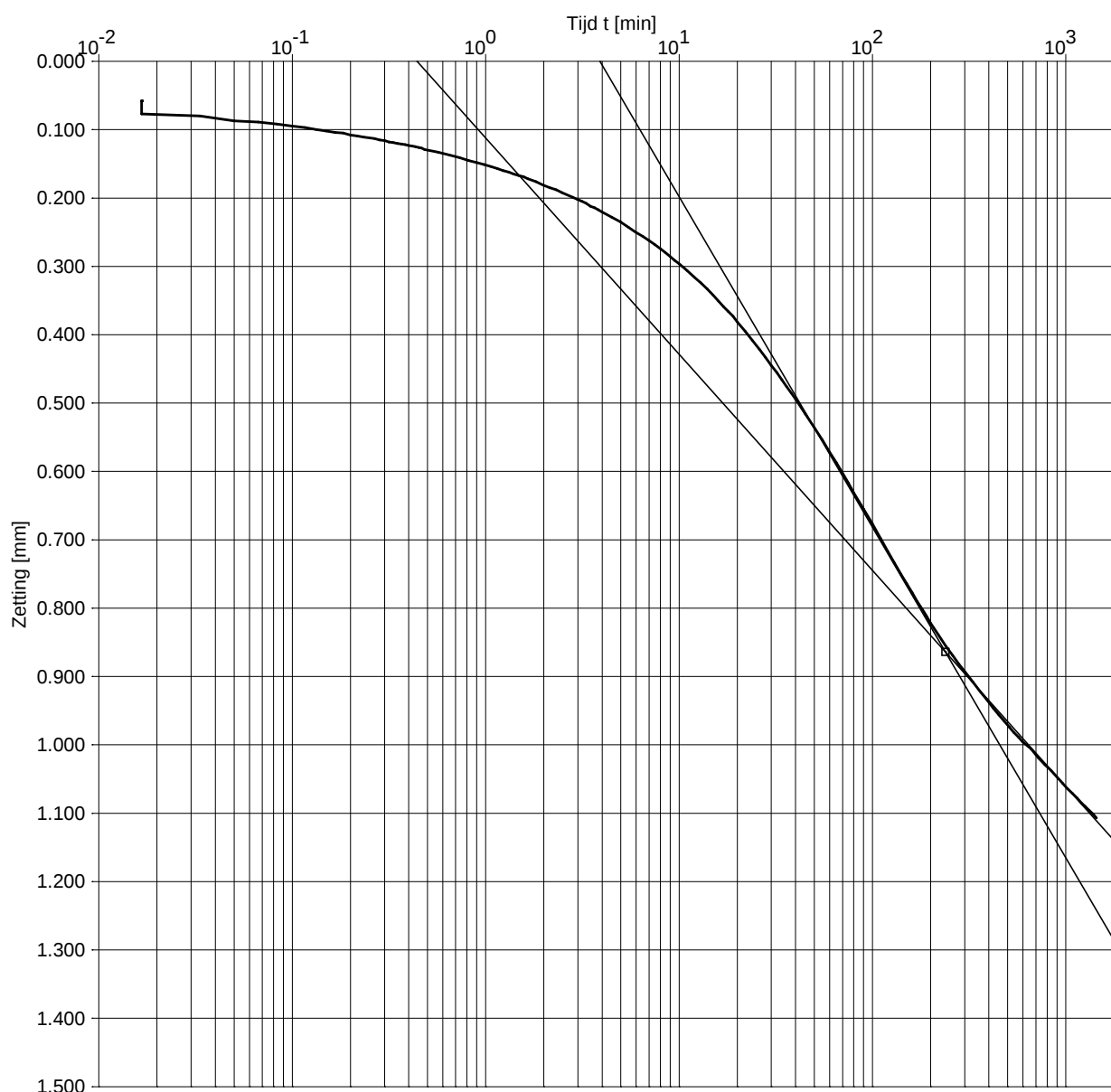
Boring : B1
 Monster : St3
 Diepte : -4.81 m t.o.v. N.A.P.
 Grondsoort : KLEI, uiterst siltig, donker grijs

Belastingtrap : 4
 Belasting p : 46 kN/m²
 Belasting Δp : 23 kN/m²
 Hoogte h₀ : 18.435 mm

Consolidatie

ΔH_{50}	=	0.285	mm
ΔH_{100}	=	0.570	mm
t ₅₀	=	1981	sec
t ₁₀₀	=	16222	sec
c _{v,10}	=	7.2E-09	m ² /s
m _v	=	1.8E+00	m ² /MN
k _{v,10}	=	1.3E-10	m/s
C _{αHEAD}	=	1.1E-02	
C _{αNEN}	=	1.2E-02	

Uitgevoerd conform NEN 5118: 1991 / A1: 1997 nl.



Boring : B1
 Monster : St3
 Diepte : -4.81 m t.o.v. N.A.P
 Grondsoort : KLEI, uiterst siltig, donker grijs

Belastingtrap : 5
 Belasting p : 92 kN/m²
 Belasting Δp : 46 kN/m²
 Hoogte h_0 : 17.649 mm

Consolidatie

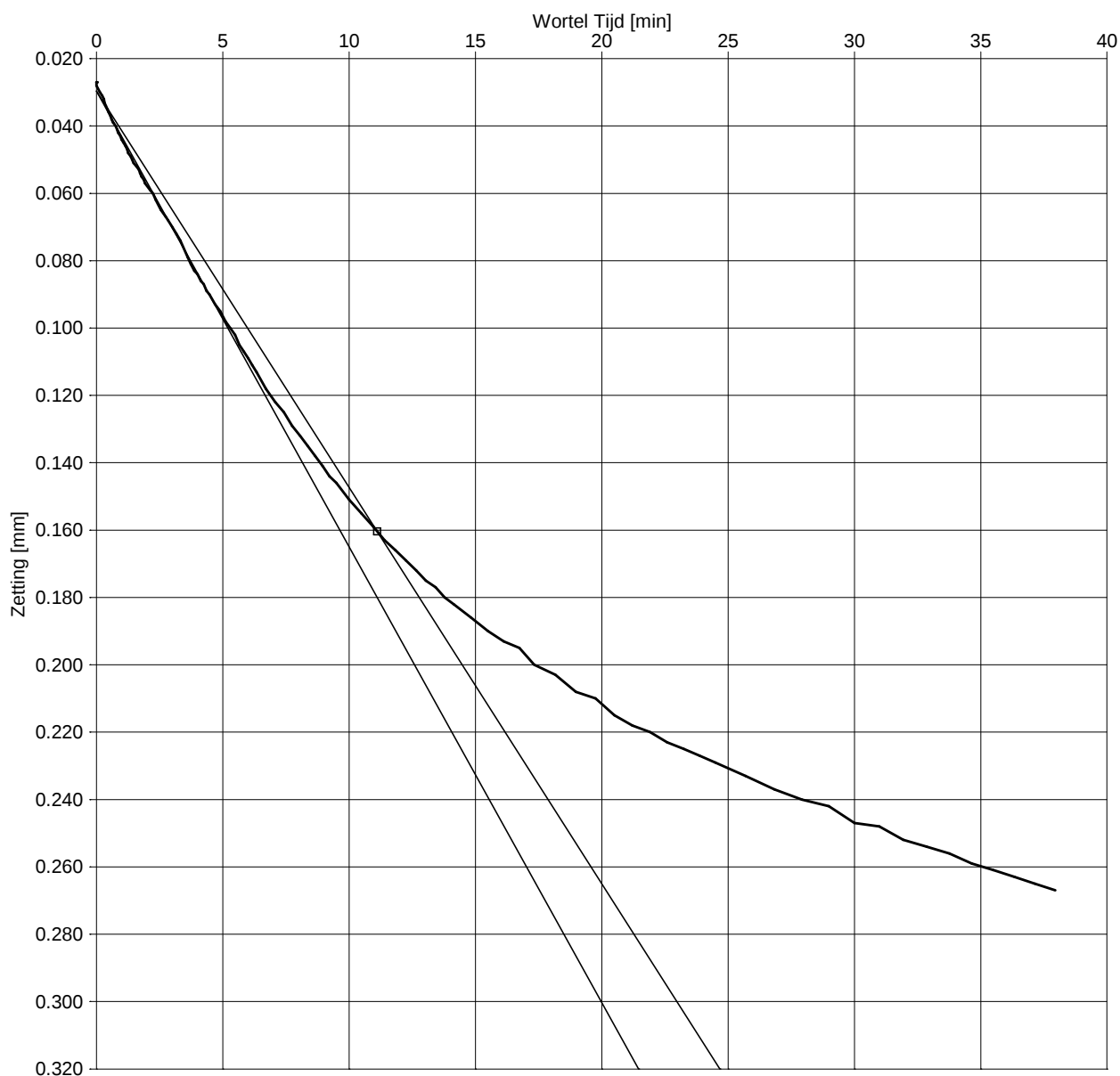
ΔH_{50}	=	0.387	mm
ΔH_{100}	=	0.774	mm
t_{50}	=	2171	sec
t_{100}	=	14305	sec
$c_{v,10}$	=	5.9E-09	m ² /s
m_v	=	1.4E+00	m ² /MN
$k_{v,10}$	=	8.0E-11	m/s
$C_{\alpha HEAD}$	=	1.6E-02	
$C_{\alpha NEN}$	=	1.8E-02	

Uitgevoerd conform NEN 5118: 1991 / A1: 1997 nl.

c_v bepaling d.m.v. CASAGRANDE methode

Opdr. 9017-0422-000

Plan "Tuindershof" en "Eilanden" te Pijnacker



Boring : B1
 Monster : St3
 Diepte : -4.81 m t.o.v. N.A.P
 Grondsoort : KLEI, uiterst siltig, donker grijs

Consolidatie

ΔH_{90}	=	0.131	mm
ΔH_{100}	=	0.145	mm
t_{90}	=	7399	sec
$c_{v,10}$	=	8.6E-09	m ² /s
m_v	=	2.0E+00	m ² /MN
E_{oed}	=	0.5	MN/m ²
$k_{v,10}$	=	1.7E-10	m/s

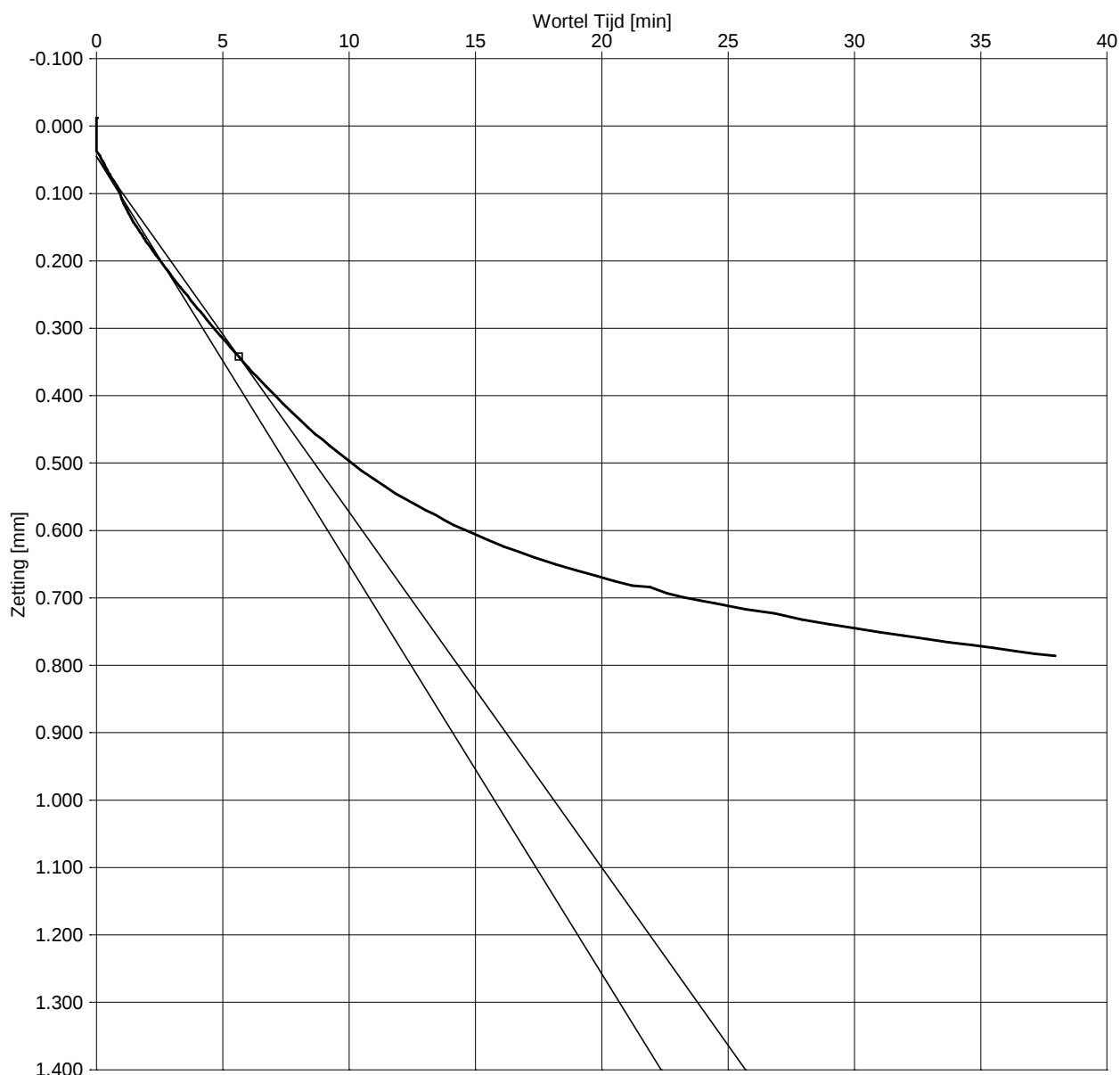
Belastingstrap : 3
 Belasting p : 23 kN/m²
 Belasting Δp : 7 kN/m²
 Hoogte h_0 : 18.702 mm

Uitgevoerd conform NEN 5118: 1991 / A1: 1997 nl.

c_v bepaling d.m.v. TAYLOR methode

Opdr. 9017-0422-000

Plan "Tuindershof" en "Eilanden" te Pijnacker



Boring : B1
 Monster : St3
 Diepte : -4.81 m t.o.v. N.A.P
 Grondsoort : KLEI, uiterst siltig, donker grijs

Consolidatie

ΔH_{90}	=	0.297	mm
ΔH_{100}	=	0.329	mm
t_{90}	=	1898	sec
$c_{v,10}$	=	3.2E-08	m ² /s
m_v	=	1.8E+00	m ² /MN
E_{oed}	=	0.5	MN/m ²
$k_{v,10}$	=	5.9E-10	m/s

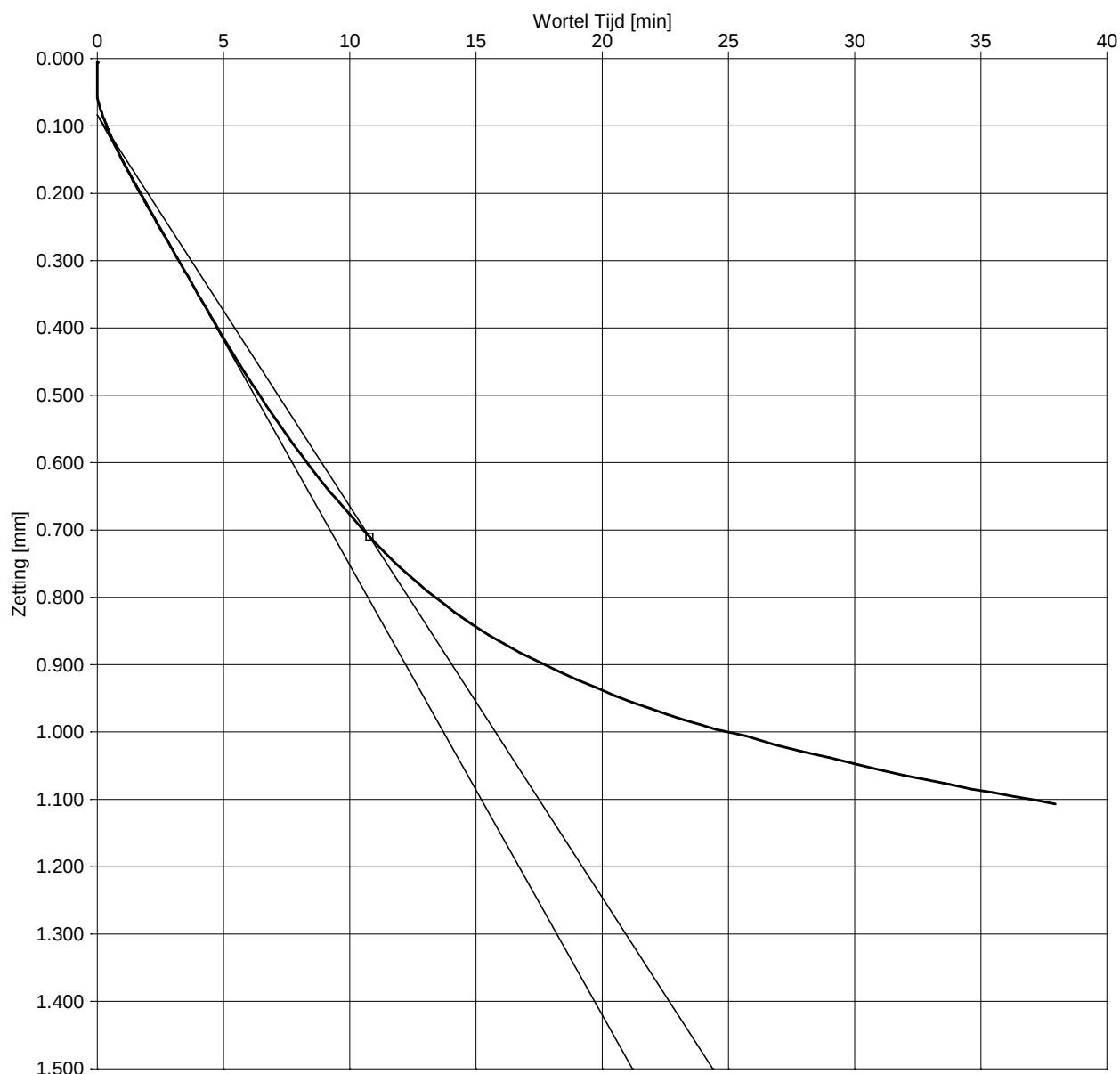
Belastingstrap : 4
 Belasting p : 46 kN/m²
 Belasting Δp : 23 kN/m²
 Hoogte h_0 : 18.435 mm

Uitgevoerd conform NEN 5118: 1991 / A1: 1997 nl.

c_v bepaling d.m.v. TAYLOR methode

Opdr. 9017-0422-000

Plan "Tuindershof" en "Eilanden" te Pijnacker



Boring : B1
 Monster : St3
 Diepte : -4.81 m t.o.v. N.A.P
 Grondsoort : KLEI, uiterst siltig, donker grijs

Consolidatie

ΔH_{90}	=	0.626	mm
ΔH_{100}	=	0.695	mm
t_{90}	=	6965	sec
$c_{v,10}$	=	7.7E-09	m ² /s
m_v	=	1.4E+00	m ² /MN
E_{oed}	=	0.7	MN/m ²
$k_{v,10}$	=	1.0E-10	m/s

Belastingstrap : 5
 Belasting p : 92 kN/m²
 Belasting Δp : 46 kN/m²
 Hoogte h_0 : 17.649 mm

Uitgevoerd conform NEN 5118: 1991 / A1: 1997 nl.

c_v bepaling d.m.v. TAYLOR methode

Opdr. 9017-0422-000

Plan "Tuindershof" en "Eilanden" te Pijnacker

Resultaten Samendrukkingsproef

Algemene gegevens

Boring nr.	Monster nr.	Diepte [m tov N.A.P.]	σ'_{vo} [kPa]	γ [kN/m ³]	γ_{dr} [kN/m ³]	w [%]	e_0 [-]	ρ_s [t/m ³]
B1	St3	-4.81		13.8	7.3	89.1	-	2.65
Grondsoort	KLEI, uiterst siltig, donker grijs							

Samendrukkingsparameters

Angelsaksisch (lineaire rek)	CR(< σ'_p) [-]	CR(> σ'_p) [-]	SR (trap) [-]	RR (trap) [-]	σ'_p [kPa]
	0.0653	0.1902			30
Koppejan	C_p [-]	C_s [-]	C'_p [-]	C'_s [-]	σ'_p [kPa]
	32.3	99.9	12.3	43.6	32

Tijd - Zetting Analyse

trap	p [kPa]	Conform Taylor ¹⁾			Conform Casagrande					abc isotachen c
		$C_{v,10}$ [m ² /s]	m_v [m ² /MN]	$k_{v,10}$ [m/s]	$C_{v,10}$ [m ² /s]	m_v [m ² /MN]	$k_{v,10}$ [m/s]	$C_{\alpha;NEN}$ ²⁾ [-]	$C_{\alpha;HEAD}$ ³⁾ [-]	
1	12	-	-	-	-	-	-	-	-	
2	16	-	-	-	-	-	-	-	-	
3	23	8.6E-09	2.0E+00	1.7E-10	n.t.b.	2.0E+00	n.t.b.	5.2E-03	5.1E-03	
4	46	3.2E-08	1.8E+00	5.9E-10	7.2E-09	1.8E+00	1.3E-10	1.2E-02	1.1E-02	
5	92	7.7E-09	1.4E+00	1.0E-10	5.9E-09	1.4E+00	8.0E-11	1.8E-02	1.6E-02	

Toelichting tabel:

¹⁾ Interpretatie uitgevoerd conform standaard: principe 10 / 40% of aangepaste methode

²⁾ Afleiding C_{α} conform NEN5118 op basis van proefstukhoogte aan het begin van de trap, H_i :

$$C_{\alpha} = \frac{\Delta H / H_i}{\log((t_i + \Delta t) / t_i)}$$

³⁾ Afleiding C_{α} conform Head (1988) op basis van proefstukhoogte aan het begin van de proef, H_0 :

$$C_{\alpha} = \frac{\Delta H / H_0}{\log((t_i + \Delta t) / t_i)}$$

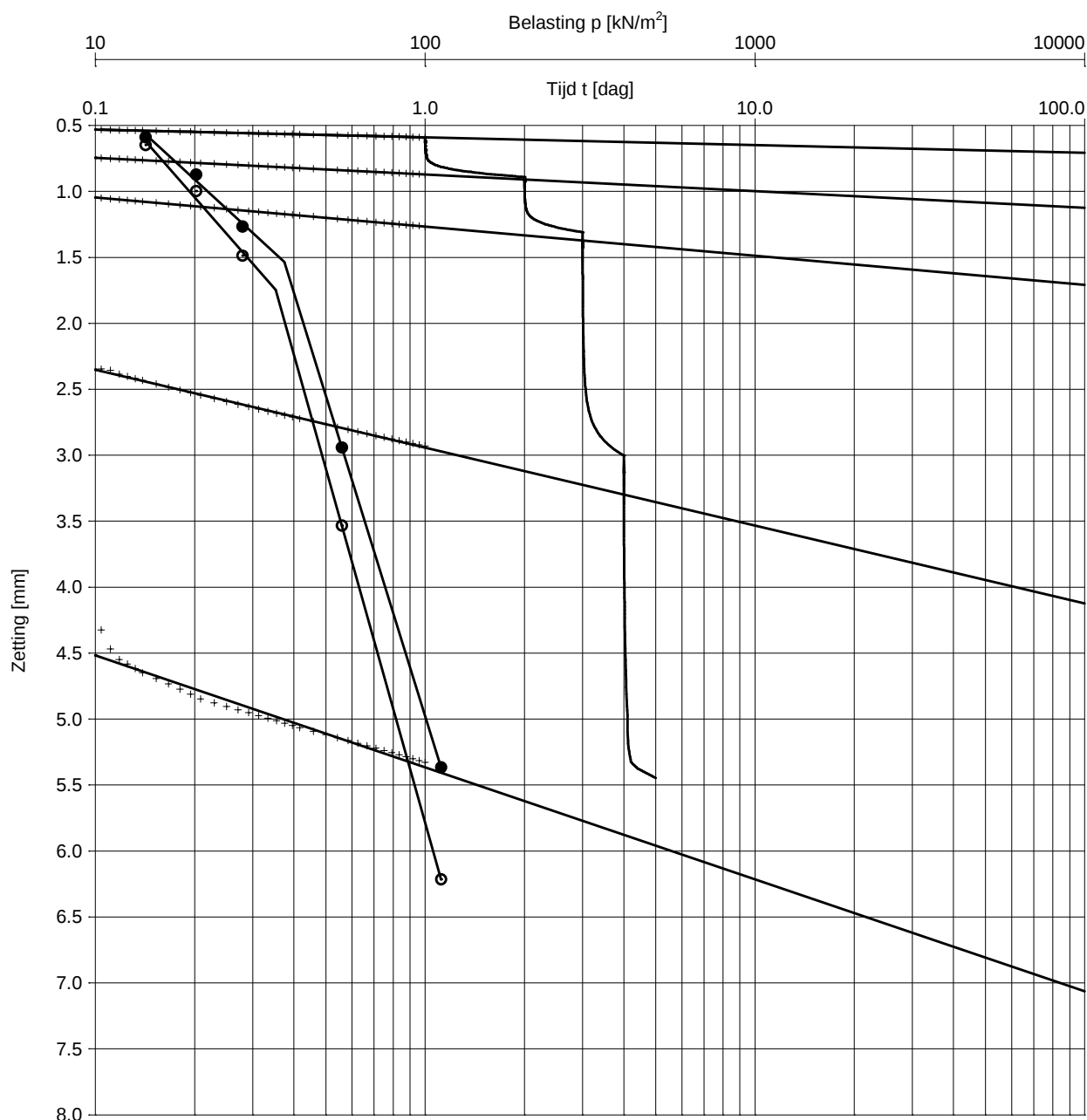
* : Ontlasttrap.

† : Herbelasttrap.

- : Niet gevraagd.

n.t.b. : Niet te bepalen. De gewenste parameter kan niet worden afgeleid.

(##) : Indicatieve waarde wegens afwijkend verloop van de curve.

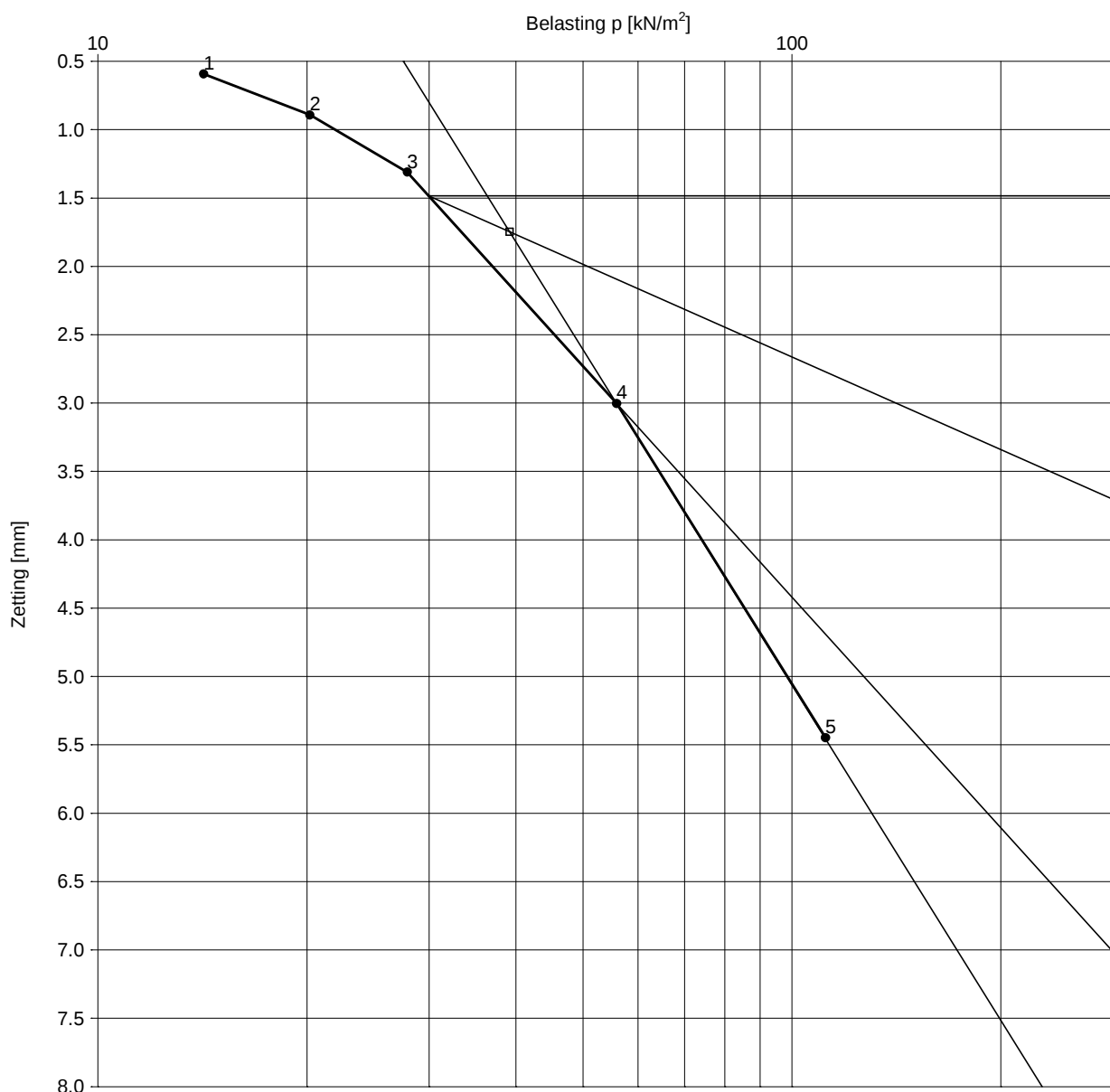


Boring : B1
 Monster : St4
 Diepte : -5.76 m t.o.v. N.A.P
 Grondsoort : VEEN, mineraalarm, zwart

γ : 10.3 kN/m³
 γ_{dr} : 1.9 kN/m³
 w : 437.8 % [m/m]

C = 9.9
 C' = 3.9
 σ'_p = 37 kN/m²
 C_p = 19.3
 C_s = 80.7
 C'_p = 5.5
 C'_s = 51.9
 H_i = 19.3 mm
 D = 50.1 mm

Uitgevoerd conform NEN 5118: 1991 / A1: 1997 nl.

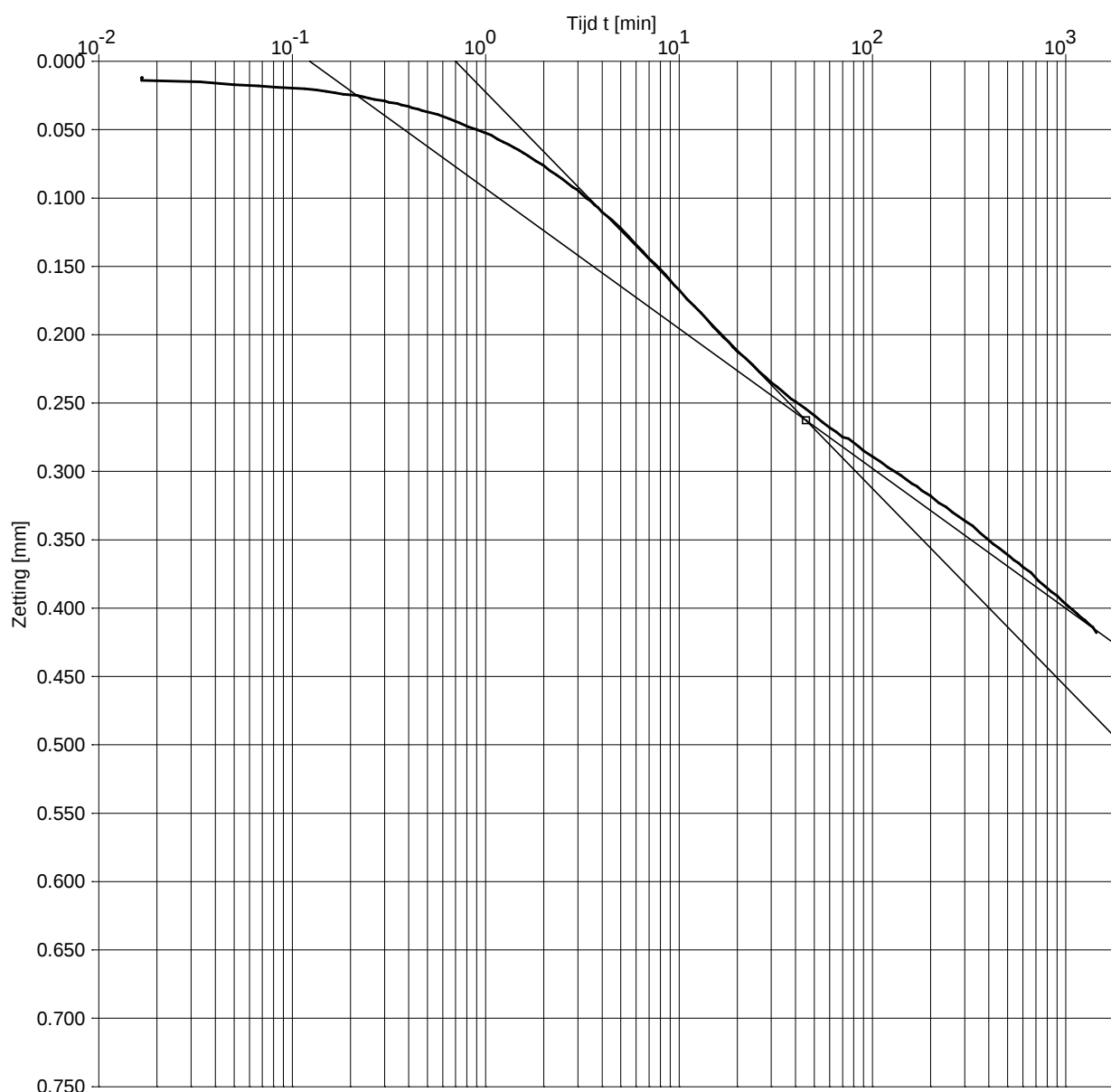


Boring : B1
 Monster : St4
 Diepte : -5.76 m t.o.v. N.A.P
 Grondsoort : VEEN, mineraalarm, zwart

Grensspanning σ_p = 37 kN/m²
 Primaire samendrukkings getal CR
 belasting < σ_p = 0.1016
 belasting > σ_p = 0.4221
 H₀ = 19.3 mm
 D = 50.1 mm

γ : 10.3 kN/m³
 γ_{dr} : 1.9 kN/m³
 w : 437.8 % [m/m]

Uitgevoerd conform NEN 5118: 1991 / A1: 1997 nl.



Boring : B1
 Monster : St4
 Diepte : -5.76 m t.o.v. N.A.P.
 Grondsoort : VEEN, mineraalarm, zwart

Belastingstrap : 3
 Belasting p : 28 kN/m²
 Belasting Δp : 8 kN/m²
 Hoogte h_0 : 18.408 mm

Consolidatie

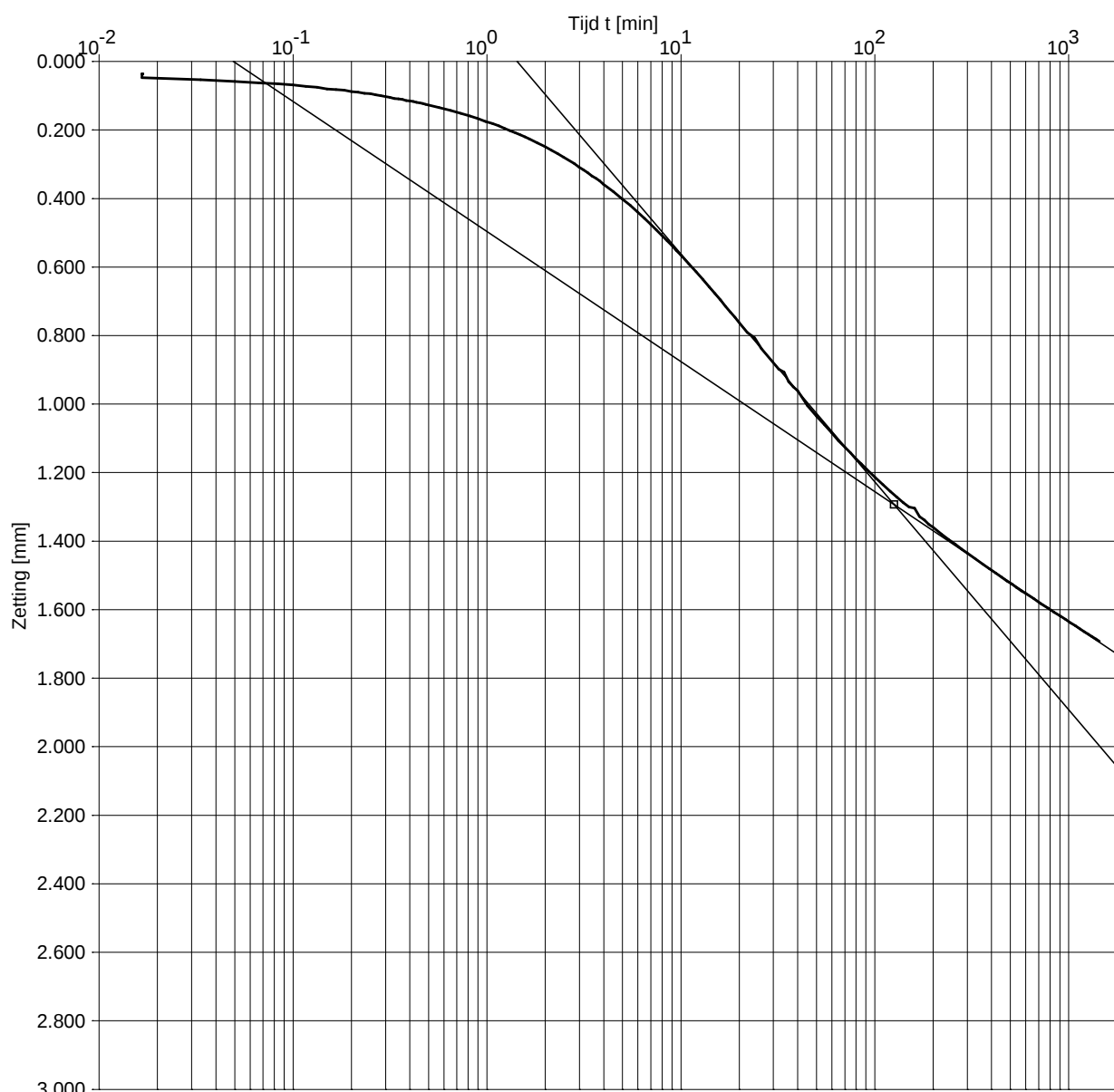
ΔH_{50}	=	0.131	mm
ΔH_{100}	=	0.262	mm
t_{50}	=	345	sec
t_{100}	=	2714	sec
$c_{v,10}$	=	4.2E-08	m ² /s
m_v	=	2.9E+00	m ² /MN
$k_{v,10}$	=	1.2E-09	m/s
$C_{\alpha HEAD}$	=	5.3E-03	
$C_{\alpha NEN}$	=	5.6E-03	

Uitgevoerd conform NEN 5118: 1991 / A1: 1997 nl.

c_v bepaling d.m.v. CASAGRANDE methode

Opdr. 9017-0422-000

Plan "Tuindershof" en "Eilanden" te Pijnacker



Boring : B1
 Monster : St4
 Diepte : -5.76 m t.o.v. N.A.P
 Grondsoort : VEEN, mineraalarm, zwart

Belastingtrap : 4
 Belasting p : 56 kN/m²
 Belasting Δp : 28 kN/m²
 Hoogte h_0 : 17.990 mm

Consolidatie

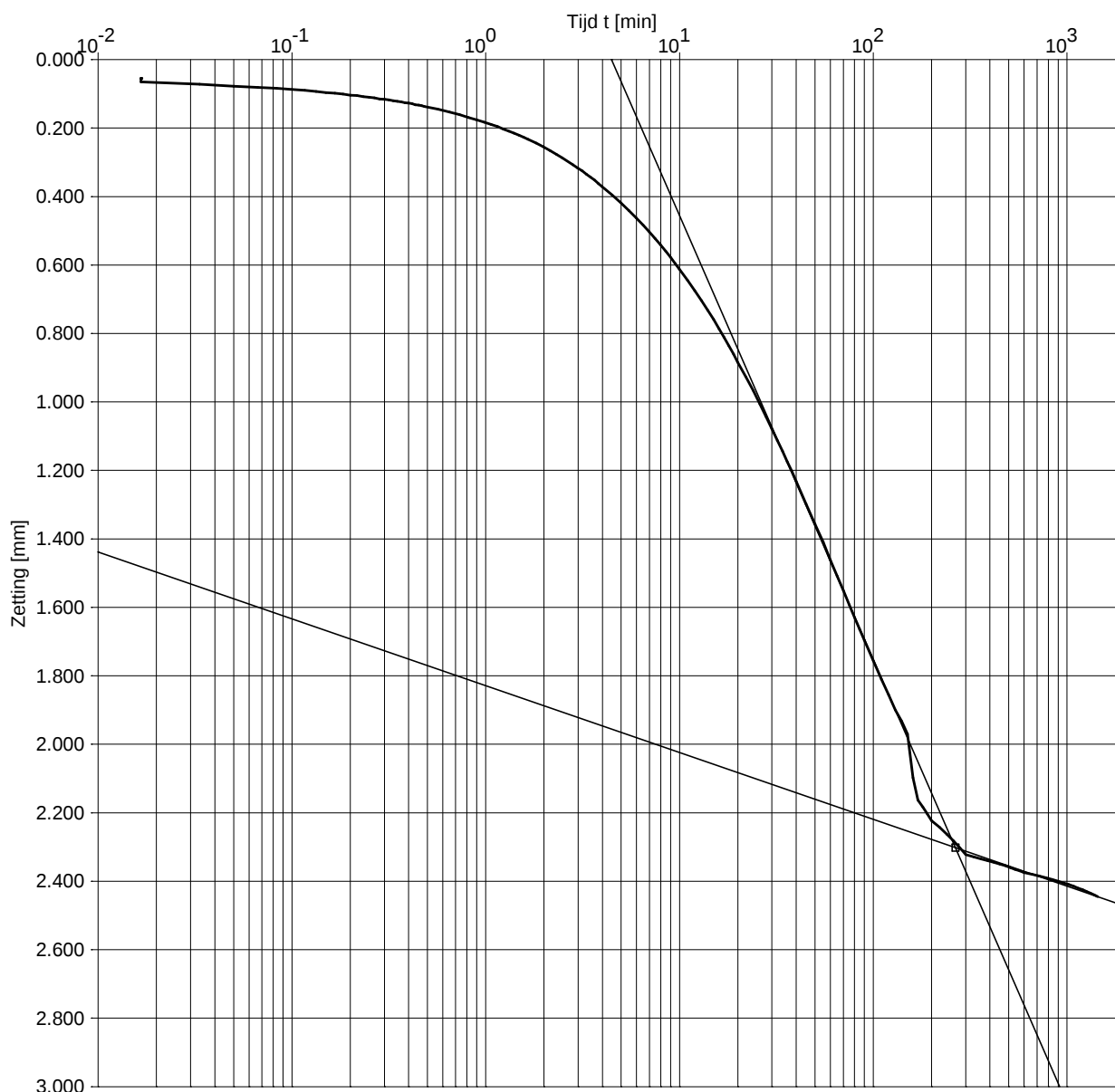
ΔH_{50}	=	0.646	mm
ΔH_{100}	=	1.292	mm
t_{50}	=	807	sec
t_{100}	=	7528	sec
$c_{v,10}$	=	1.6E-08	m ² /s
m_v	=	3.4E+00	m ² /MN
$k_{v,10}$	=	5.4E-10	m/s
$C_{\alpha HEAD}$	=	2.0E-02	
$C_{\alpha NEN}$	=	2.1E-02	

Uitgevoerd conform NEN 5118: 1991 / A1: 1997 nl.

c_v bepaling d.m.v. CASAGRANDE methode

Opdr. 9017-0422-000

Plan "Tuindershof" en "Eilanden" te Pijnacker



Boring : B1
 Monster : St4
 Diepte : -5.76 m t.o.v. N.A.P
 Grondsoort : VEEN, mineraalarm, zwart

Belastingstrap : 5
 Belasting p : 112 kN/m²
 Belasting Δp : 56 kN/m²
 Hoogte h_0 : 16.298 mm

Consolidatie

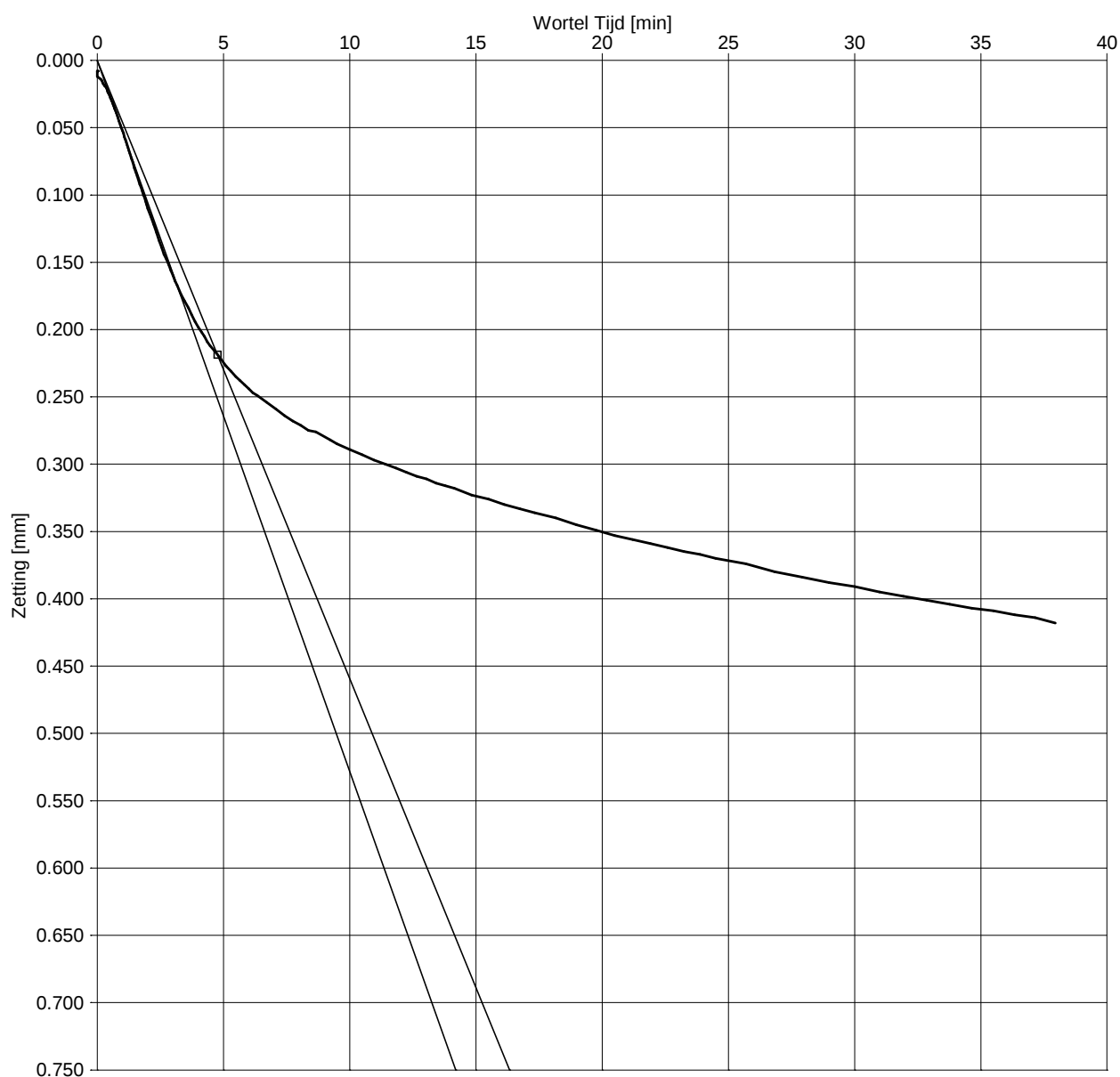
ΔH_{50}	=	1.151	mm
ΔH_{100}	=	2.301	mm
t_{50}	=	2068	sec
t_{100}	=	15917	sec
$c_{v,10}$	=	4.8E-09	m ² /s
m_v	=	2.7E+00	m ² /MN
$k_{v,10}$	=	1.3E-10	m/s
$C_{\alpha HEAD}$	=	1.0E-02	
$C_{\alpha NEN}$	=	1.2E-02	

Uitgevoerd conform NEN 5118: 1991 / A1: 1997 nl.

c_v bepaling d.m.v. CASAGRANDE methode

Opdr. 9017-0422-000

Plan "Tuindershof" en "Eilanden" te Pijnacker



Boring : B1
 Monster : St4
 Diepte : -5.76 m t.o.v. N.A.P
 Grondsoort : VEEN, mineraalarm, zwart

Belastingstrap : 3
 Belasting p : 28 kN/m²
 Belasting Δp : 8 kN/m²
 Hoogte h_0 : 18.408 mm

Consolidatie

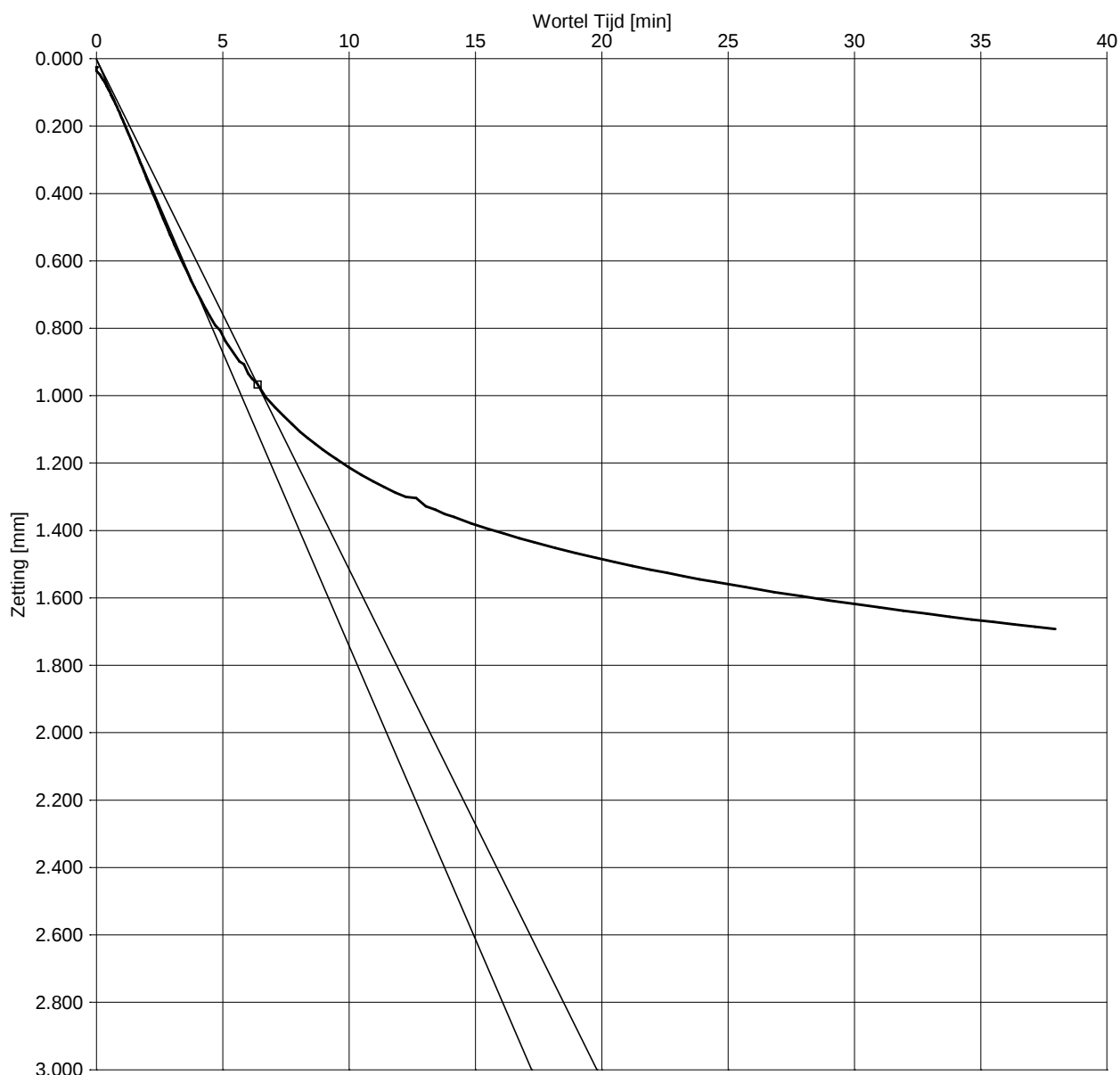
ΔH_{90}	=	0.218	mm
ΔH_{100}	=	0.243	mm
t_{90}	=	1359	sec
$c_{v,10}$	=	4.5E-08	m ² /s
m_v	=	2.9E+00	m ² /MN
E_{oed}	=	0.3	MN/m ²
$k_{v,10}$	=	1.3E-09	m/s

Uitgevoerd conform NEN 5118: 1991 / A1: 1997 nl.

c_v bepaling d.m.v. TAYLOR methode

Opdr. 9017-0422-000

Plan "Tuindershof" en "Eilanden" te Pijnacker



Boring : B1
 Monster : St4
 Diepte : -5.76 m t.o.v. N.A.P.
 Grondsoort : VEEN, mineraalarm, zwart

Consolidatie

ΔH_{90}	=	0.965	mm
ΔH_{100}	=	1.072	mm
t_{90}	=	2438	sec
$c_{v,10}$	=	2.2E-08	m ² /s
m_v	=	3.4E+00	m ² /MN
E_{oed}	=	0.3	MN/m ²
$k_{v,10}$	=	7.4E-10	m/s

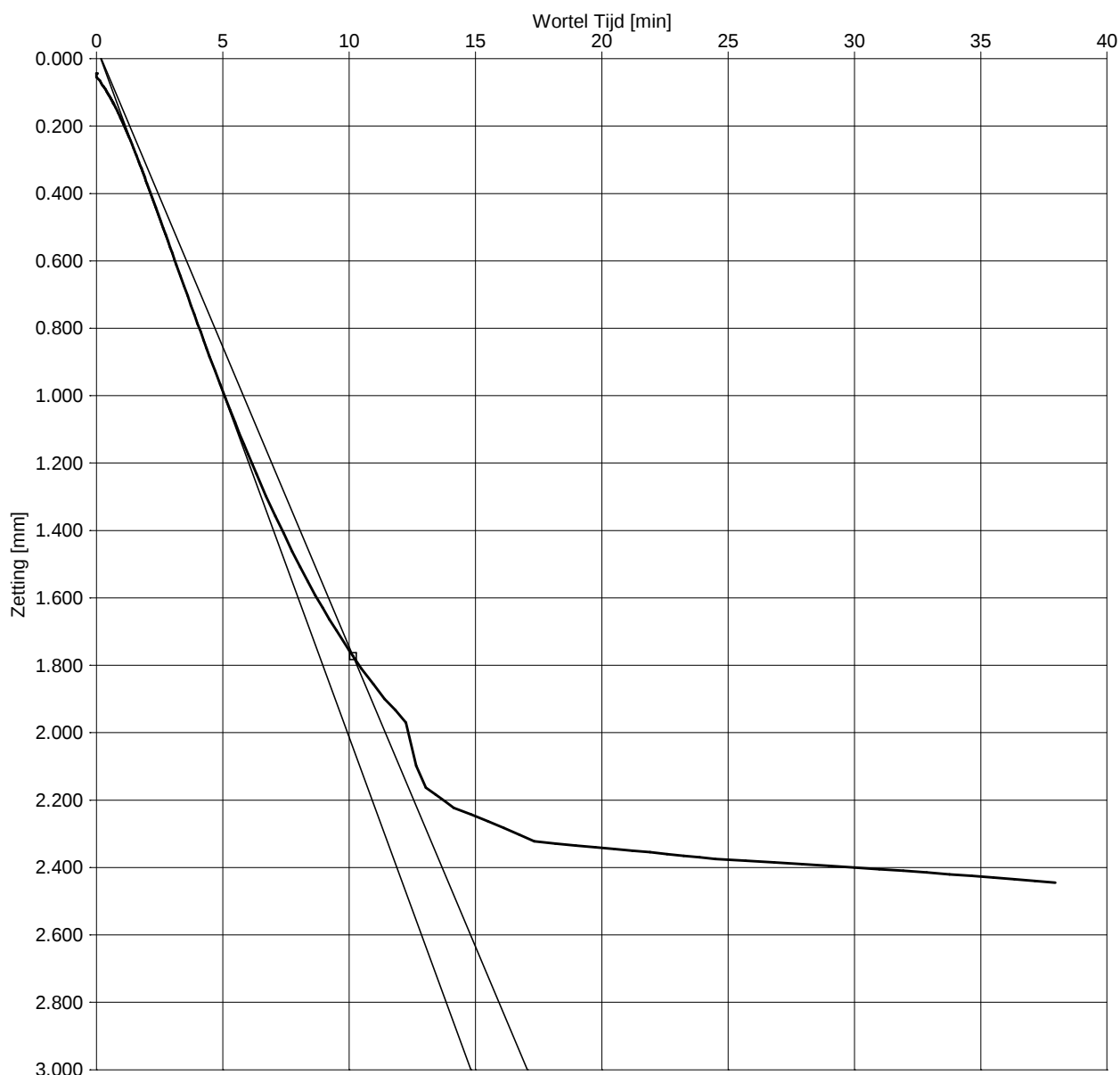
Belastingstrap : 4
 Belasting p : 56 kN/m²
 Belasting Δp : 28 kN/m²
 Hoogte h_0 : 17.990 mm

Uitgevoerd conform NEN 5118: 1991 / A1: 1997 nl.

c_v bepaling d.m.v. TAYLOR methode

Opdr. 9017-0422-000

Plan "Tuindershof" en "Eilanden" te Pijnacker



Boring : B1
 Monster : St4
 Diepte : -5.76 m t.o.v. N.A.P
 Grondsoort : VEEN, mineraalarm, zwart

Consolidatie

ΔH_{90}	=	1.806	mm
ΔH_{100}	=	2.007	mm
t_{90}	=	6183	sec
$c_{v,10}$	=	6.3E-09	m ² /s
m_v	=	2.7E+00	m ² /MN
E_{oed}	=	0.4	MN/m ²
$k_{v,10}$	=	1.7E-10	m/s

Belastingtrap : 5
 Belasting p : 112 kN/m²
 Belasting Δp : 56 kN/m²
 Hoogte h_0 : 16.298 mm

Uitgevoerd conform NEN 5118: 1991 / A1: 1997 nl.

c_v bepaling d.m.v. TAYLOR methode

Opdr. 9017-0422-000

Plan "Tuindershof" en "Eilanden" te Pijnacker

Resultaten Samendrukkingsproef

Algemene gegevens

Boring nr.	Monster nr.	Diepte [m tov N.A.P.]	σ'_{vo} [kPa]	γ [kN/m ³]	γ_{dr} [kN/m ³]	w [%]	e_0 [-]	ρ_s [t/m ³]
B1	St4	-5.76		10.3	1.9	437.8	-	2.65
Grondsoort	VEEN, mineraalarm, zwart							

Samendrukkingsparameters

Angelsaksisch (lineaire rek)	CR(< σ'_p) [-]	CR(> σ'_p) [-]	SR (trap) [-]	RR (trap) [-]	σ'_p [kPa]
	0.1016	0.4221			37
Koppejan	C_p [-]	C_s [-]	C'_p [-]	C'_s [-]	σ'_p [kPa]
	19.3	80.7	5.5	51.9	37

Tijd - Zetting Analyse

trap	p [kPa]	Conform Taylor ¹⁾			Conform Casagrande					abc isotachen c
		$C_{v,10}$ [m ² /s]	m_v [m ² /MN]	$k_{v,10}$ [m/s]	$C_{v,10}$ [m ² /s]	m_v [m ² /MN]	$k_{v,10}$ [m/s]	$C_{\alpha;NEN}$ ²⁾ [-]	$C_{\alpha;HEAD}$ ³⁾ [-]	
1	14	-	-	-	-	-	-	-	-	
2	20	-	-	-	-	-	-	-	-	
3	28	4.5E-08	2.9E+00	1.3E-09	4.1E-08	2.9E+00	1.2E-09	5.6E-03	5.3E-03	
4	56	2.2E-08	3.4E+00	7.4E-10	1.6E-08	3.4E+00	5.4E-10	2.1E-02	2.0E-02	
5	112	6.3E-09	2.7E+00	1.7E-10	4.8E-09	2.7E+00	1.3E-10	1.2E-02	1.0E-02	

Toelichting tabel:

¹⁾ Interpretatie uitgevoerd conform standaard: principe 10 / 40% of aangepaste methode

²⁾ Afleiding C_{α} conform NEN5118 op basis van proefstukhoogte aan het begin van de trap, H_i :

$$C_{\alpha} = \frac{\Delta H / H_i}{\log((t_i + \Delta t) / t_i)}$$

³⁾ Afleiding C_{α} conform Head (1988) op basis van proefstukhoogte aan het begin van de proef, H_0 :

$$C_{\alpha} = \frac{\Delta H / H_0}{\log((t_i + \Delta t) / t_i)}$$

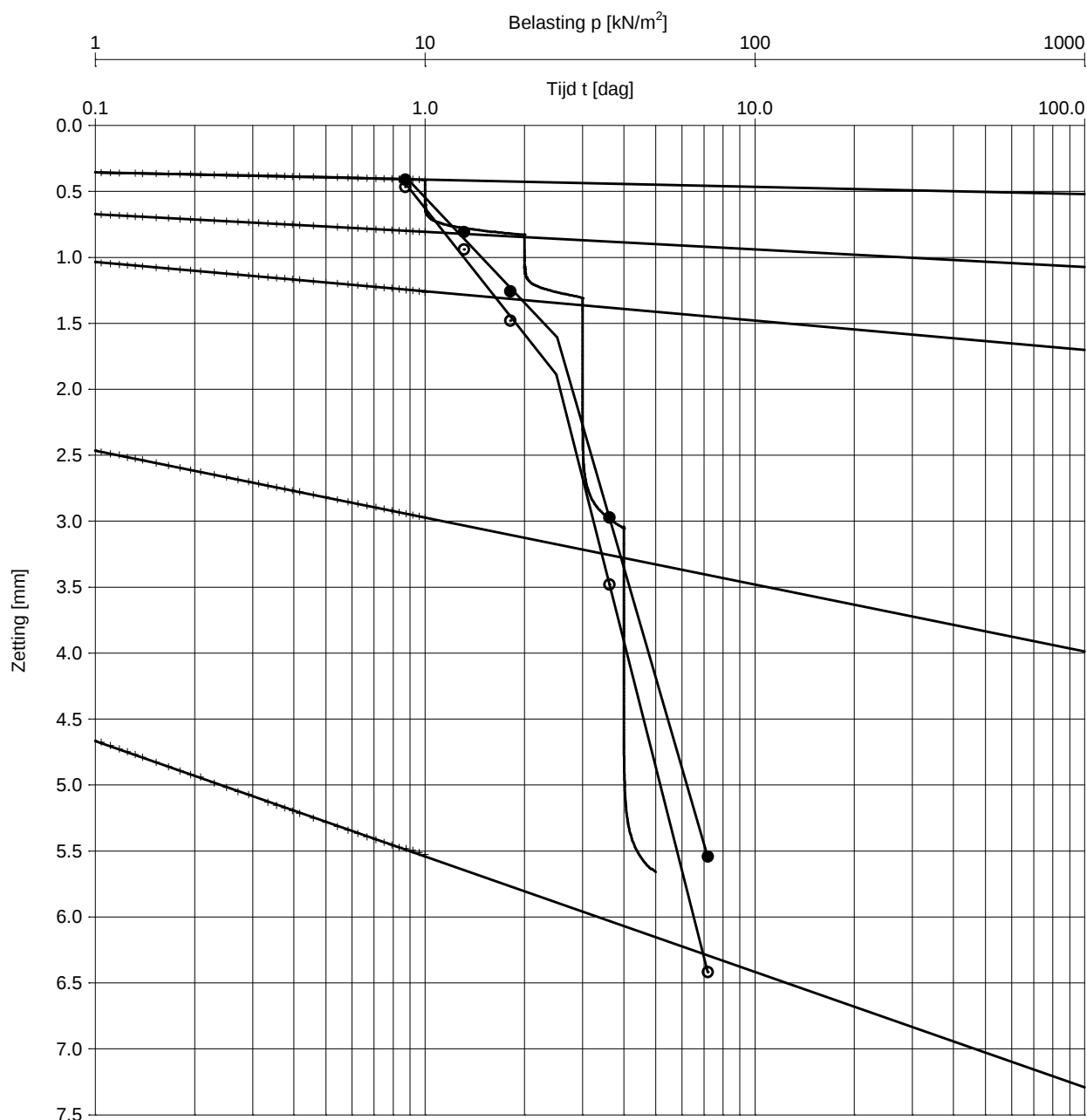
* : Ontlasttrap.

† : Herbelasttrap.

- : Niet gevraagd.

n.t.b. : Niet te bepalen. De gewenste parameter kan niet worden afgeleid.

(##) : Indicatieve waarde wegens afwijkend verloop van de curve.



Boring : B2
 Monster : St2
 Diepte : -4.06 m t.o.v. N.A.P
 Grondsoort : VEEN, mineraalarm, zwart

C = 9.4
 C' = 3.3
 σ'_p = 25 kN/m²

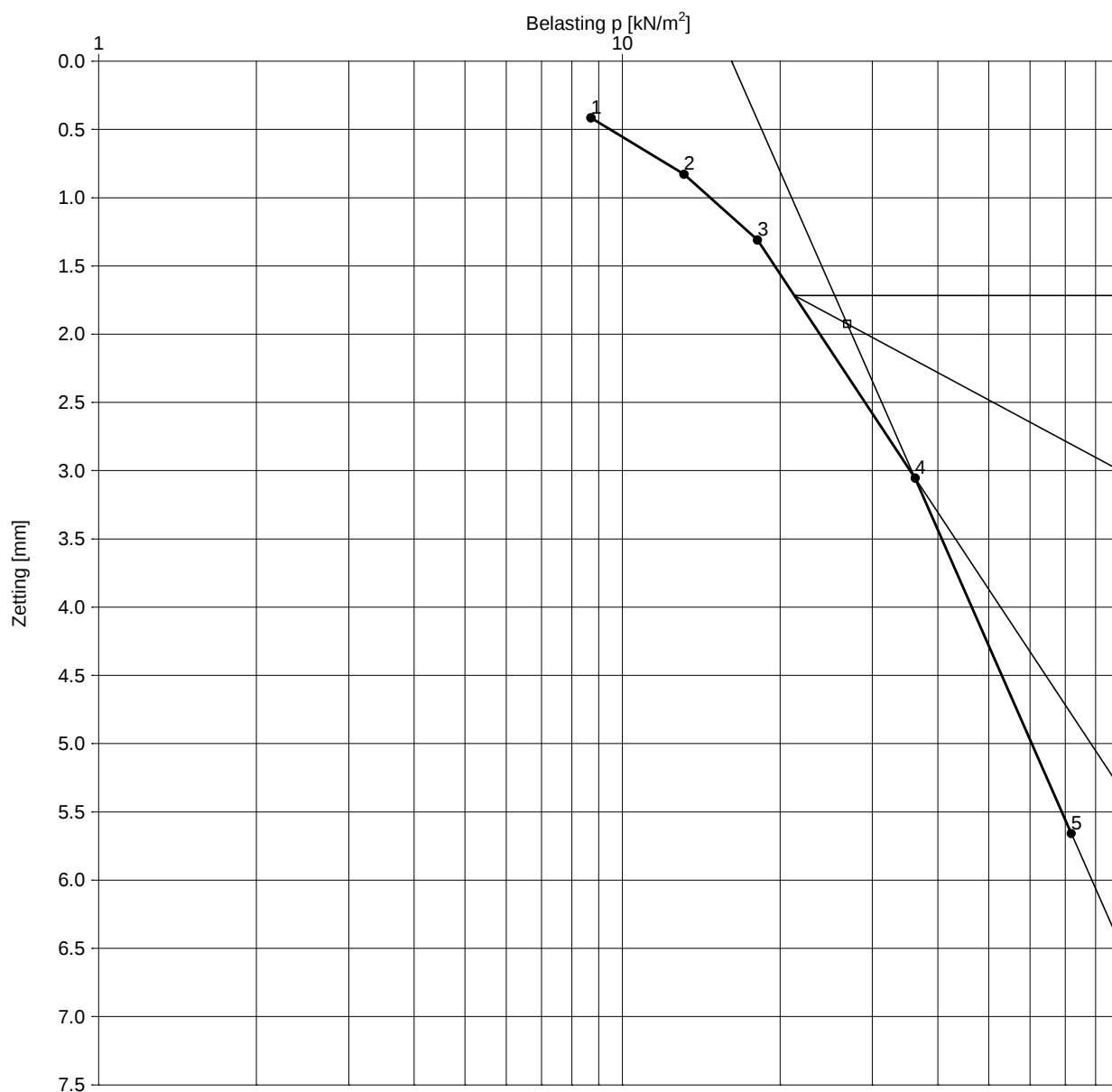
C_p = 16.9
 C_s = 85.7

γ : 9.7 kN/m³
 γ_{dr} : 1.4 kN/m³
 w : 601.1 % [m/m]

C'_p = 5.2
 C'_s = 36.2

H_i = 19.4 mm
 D = 50.1 mm

Uitgevoerd conform NEN 5118: 1991 / A1: 1997 nl.



Boring : B2
 Monster : St2
 Diepte : -4.06 m t.o.v. N.A.P.
 Grondsoort : VEEN, mineraalarm, zwart

Grensspanning σ_p = 26 kN/m²
 Primaire samendrukkings getal CR
 belasting < σ_p = 0.1198
 belasting > σ_p = 0.4493
 H₀ = 19.4 mm
 D = 50.1 mm

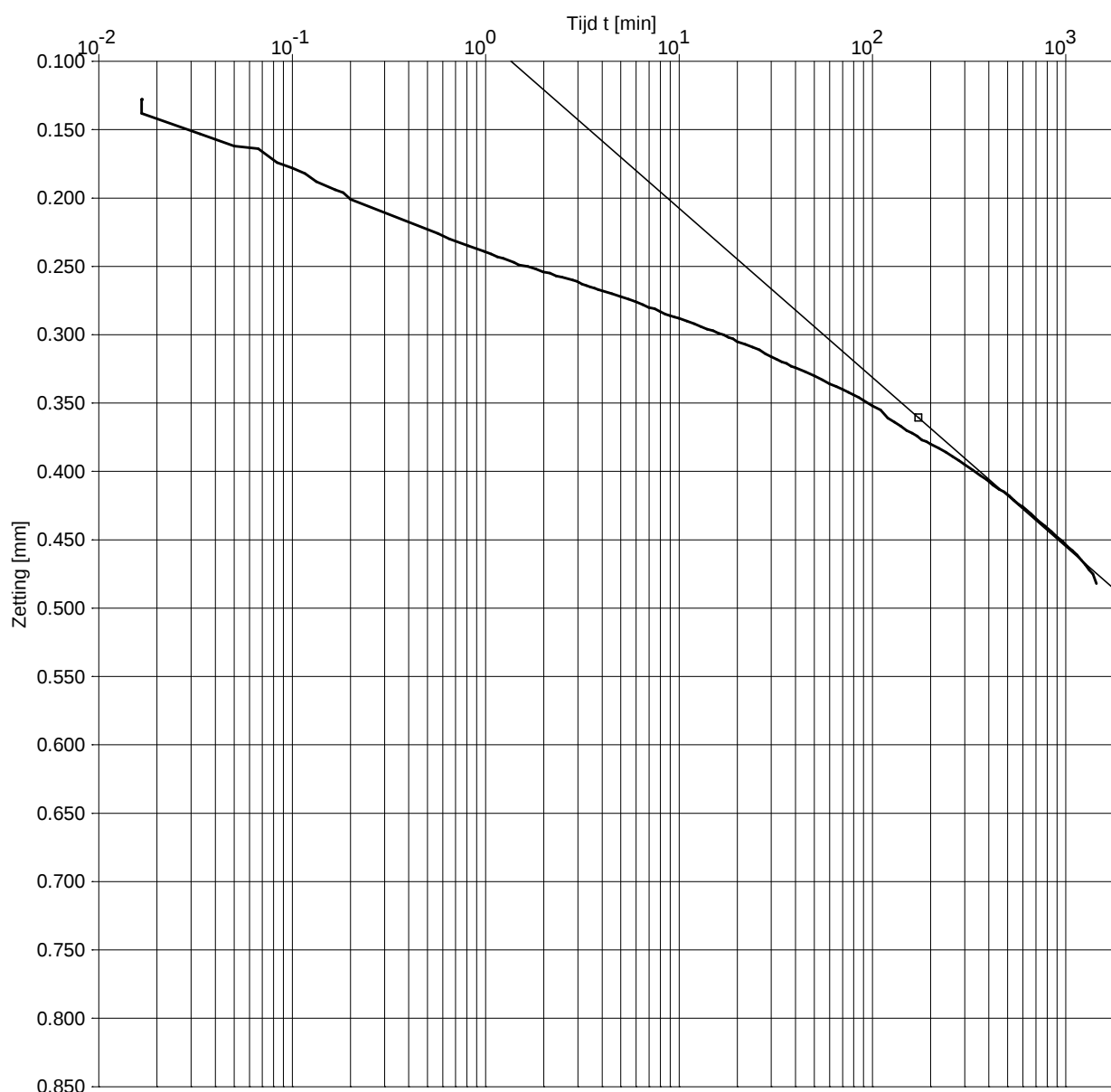
γ : 9.7 kN/m³
 γ_{dr} : 1.4 kN/m³
 w : 601.1 % [m/m]

Uitgevoerd conform NEN 5118: 1991 / A1: 1997 nl.

Samendrukkingsproef resultaten z-log p

Opdr. 9017-0422-000

Plan "Tuindershof" en "Eilanden" te Pijnacker



Boring : B2
 Monster : St2
 Diepte : -4.06 m t.o.v. N.A.P
 Grondsoort : VEEN, mineraalarm, zwart

Belastingtrap : 3
 Belasting p : 18 kN/m²
 Belasting Δp : 5 kN/m²
 Hoogte h₀ : 18.572 mm

Consolidatie

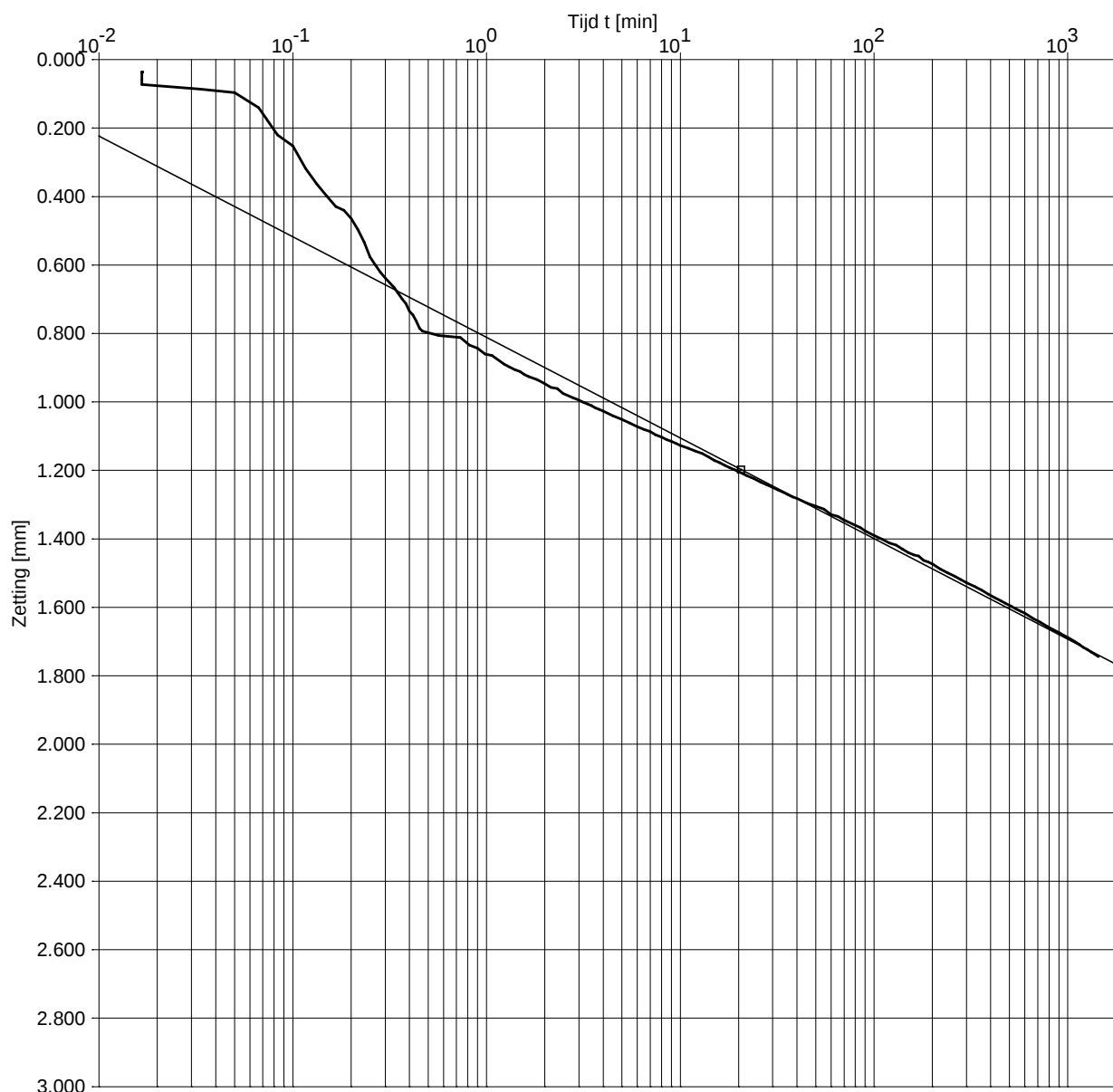
ΔH50	=	n.t.b.	mm
ΔH100	=	n.t.b.	mm
t ₅₀	=	n.t.b.	sec
t ₁₀₀	=	n.t.b.	sec
c _{v,10}	=	n.t.b.	m ² /s
m _v	=	5.2E+00	m ² /MN
k _{v,10}	=	n.t.b.	m/s
C _{αHEAD}	=	(6.4E-03)	
C _{αNEN}	=	(6.7E-03)	

Uitgevoerd conform NEN 5118: 1991 / A1: 1997 nl.

c_v bepaling d.m.v. CASAGRANDE methode

Opdr. 9017-0422-000

Plan "Tuindershof" en "Eilanden" te Pijnacker



Boring : B2
 Monster : St2
 Diepte : -4.06 m t.o.v. N.A.P.
 Grondsoort : VEEN, mineraalarm, zwart

Belastingtrap : 4
 Belasting p : 36 kN/m²
 Belasting Δp : 18 kN/m²
 Hoogte h_0 : 18.090 mm

Consolidatie

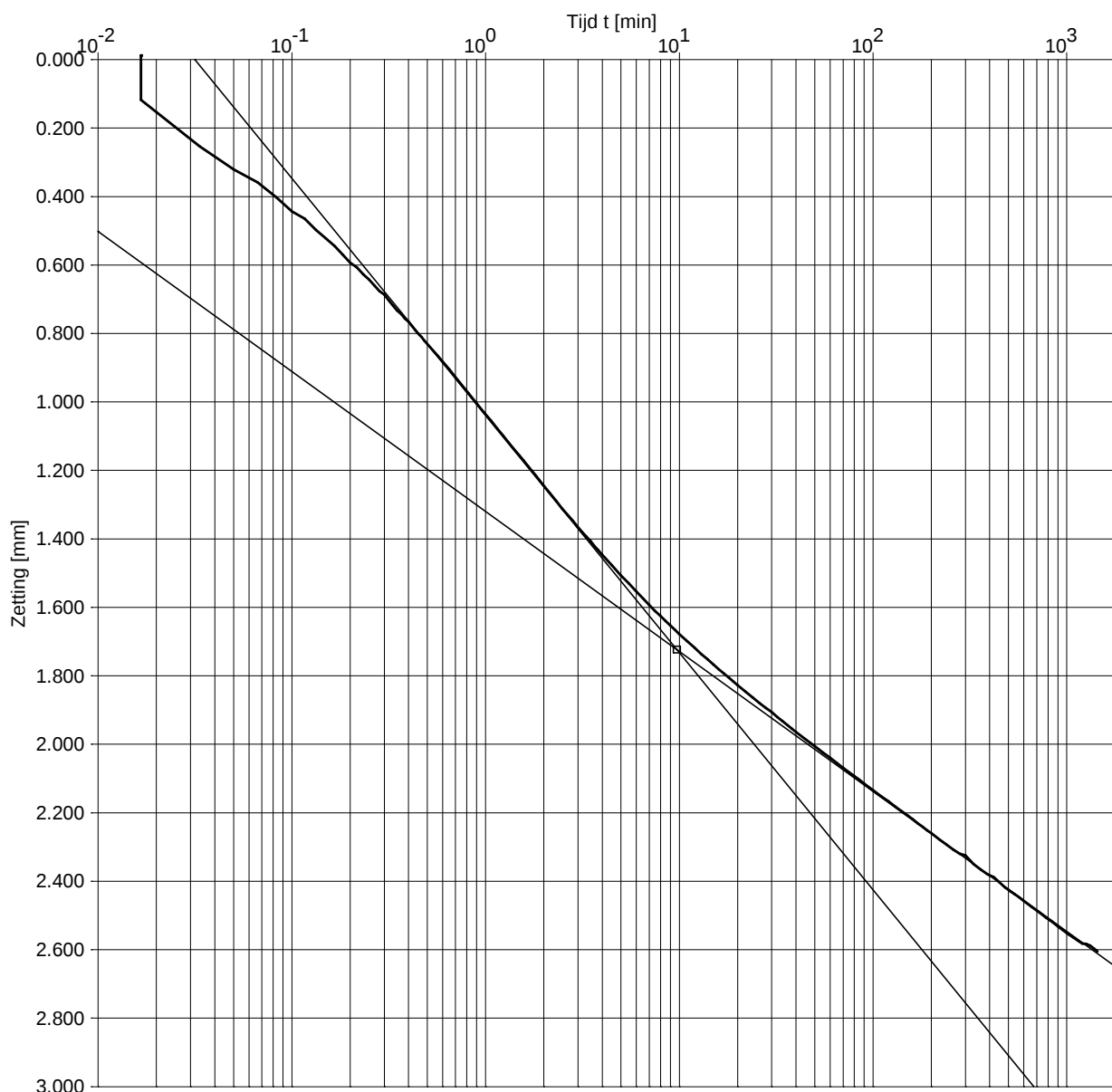
ΔH_{50}	=	n.t.b.	mm
ΔH_{100}	=	n.t.b.	mm
t_{50}	=	n.t.b.	sec
t_{100}	=	n.t.b.	sec
$c_{v,10}$	=	n.t.b.	m ² /s
m_v	=	5.3E+00	m ² /MN
$k_{v,10}$	=	n.t.b.	m/s
$C_{\alpha HEAD}$	=	1.5E-02	
$C_{\alpha NEN}$	=	1.6E-02	

Uitgevoerd conform NEN 5118: 1991 / A1: 1997 nl.

c_v bepaling d.m.v. CASAGRANDE methode

Opdr. 9017-0422-000

Plan "Tuindershof" en "Eilanden" te Pijnacker



Boring : B2
 Monster : St2
 Diepte : -4.06 m t.o.v. N.A.P
 Grondsoort : VEEN, mineraalarm, zwart

Belastingtrap : 5
 Belasting p : 72 kN/m²
 Belasting Δp : 36 kN/m²
 Hoogte h_0 : 16.346 mm

Consolidatie

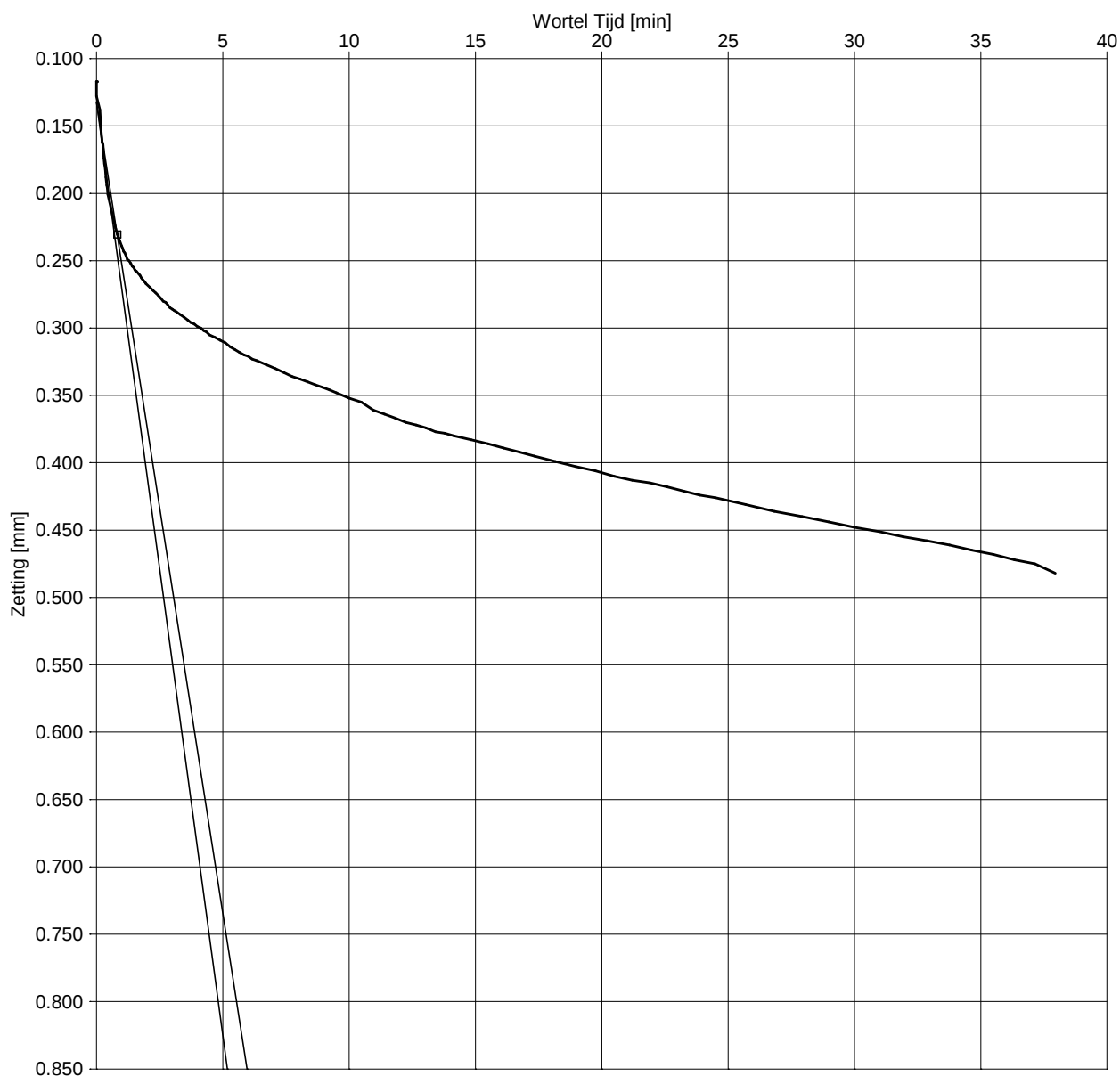
ΔH_{50}	=	0.810	mm
ΔH_{100}	=	1.619	mm
t_{50}	=	40	sec
t_{100}	=	583	sec
$c_{v,10}$	=	2.6E-07	m ² /s
m_v	=	4.5E+00	m ² /MN
$k_{v,10}$	=	1.2E-08	m/s
$C_{\alpha HEAD}$	=	2.1E-02	
$C_{\alpha NEN}$	=	2.5E-02	

Uitgevoerd conform NEN 5118: 1991 / A1: 1997 nl.

c_v bepaling d.m.v. CASAGRANDE methode

Opdr. 9017-0422-000

Plan "Tuindershof" en "Eilanden" te Pijnacker



Boring : B2
 Monster : St2
 Diepte : -4.06 m t.o.v. N.A.P
 Grondsoort : VEEN, mineraalarm, zwart

Belastingstrap : 3
 Belasting p : 18 kN/m²
 Belasting Δp : 5 kN/m²
 Hoogte h_0 : 18.572 mm

Consolidatie

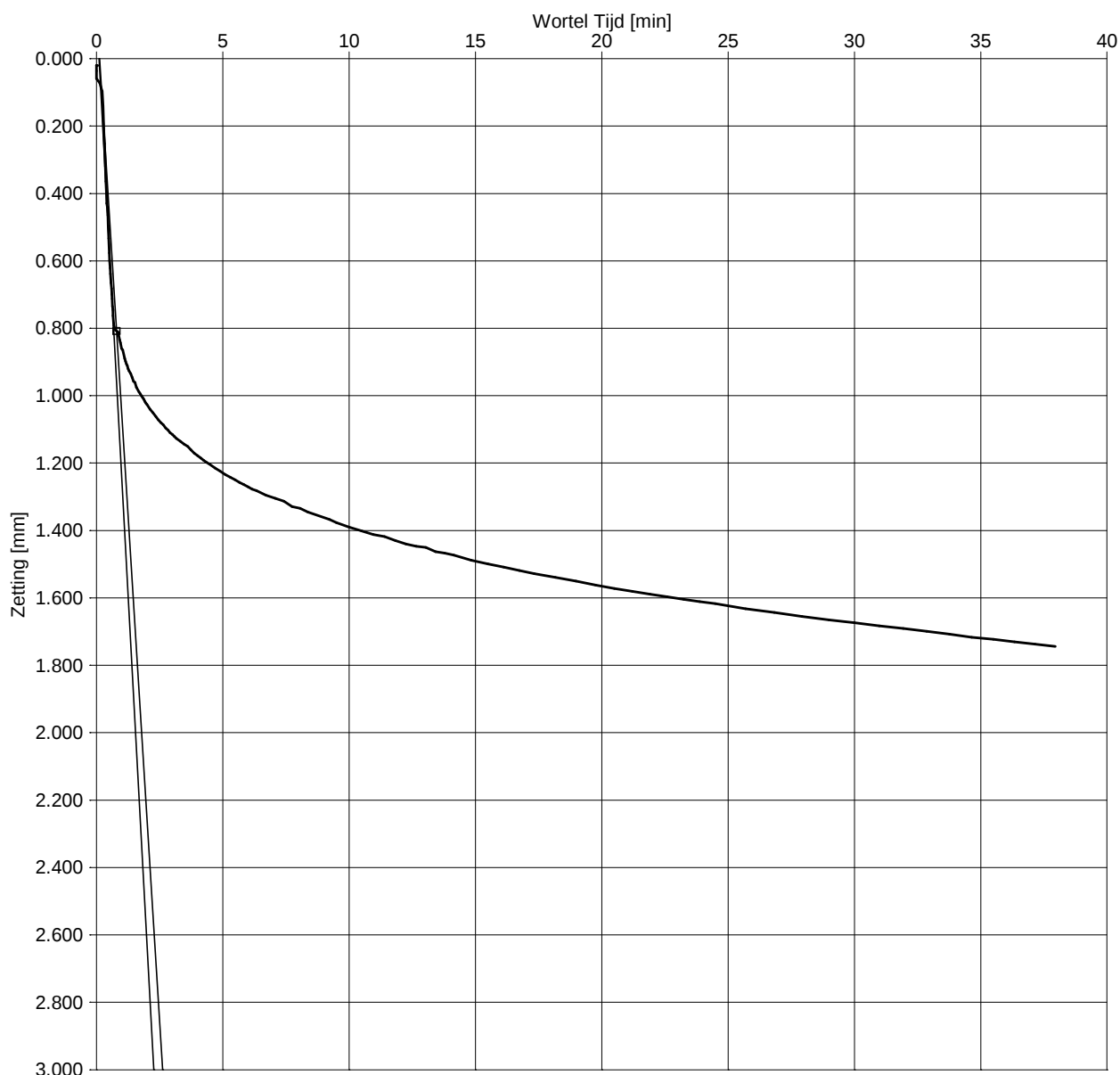
ΔH_{90}	=	0.098	mm
ΔH_{100}	=	0.109	mm
t_{90}	=	40	sec
$c_{v,10}$	=	1.6E-06	m ² /s
m_v	=	5.2E+00	m ² /MN
E_{oed}	=	0.2	MN/m ²
$k_{v,10}$	=	8.2E-08	m/s

Uitgevoerd conform NEN 5118: 1991 / A1: 1997 nl.

c_v bepaling d.m.v. TAYLOR methode

Opdr. 9017-0422-000

Plan "Tuindershof" en "Eilanden" te Pijnacker



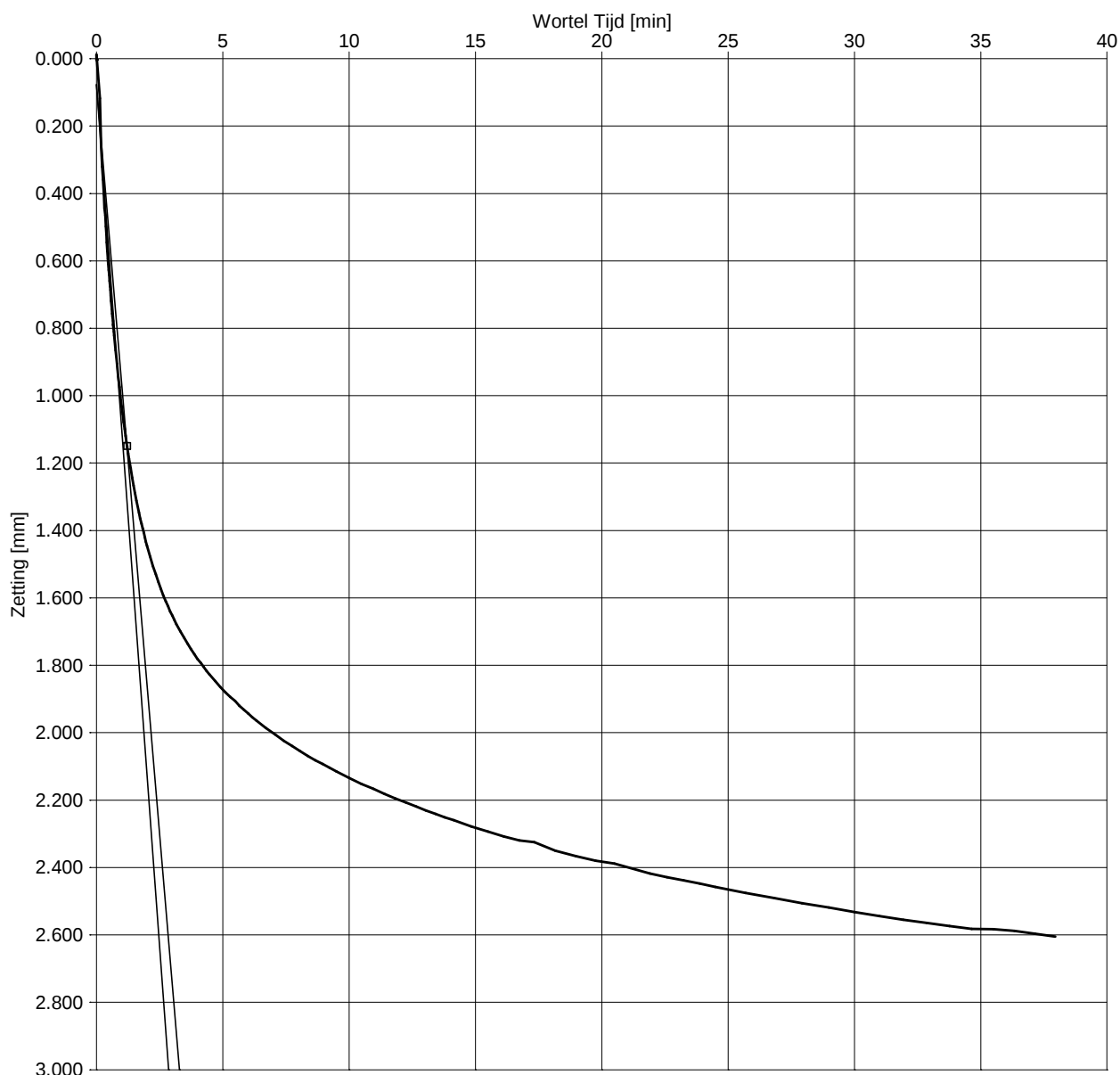
Boring : B2
 Monster : St2
 Diepte : -4.06 m t.o.v. N.A.P
 Grondsoort : VEEN, mineraalarm, zwart

Belastingstrap : 4
 Belasting p : 36 kN/m²
 Belasting Δp : 18 kN/m²
 Hoogte h_0 : 18.090 mm

Consolidatie

ΔH_{90}	=	0.944	mm
ΔH_{100}	=	1.049	mm
t_{90}	=	37	sec
$c_{v,10}$	=	1.5E-06	m ² /s
m_v	=	5.3E+00	m ² /MN
E_{oed}	=	0.2	MN/m ²
$k_{v,10}$	=	7.8E-08	m/s

Uitgevoerd conform NEN 5118: 1991 / A1: 1997 nl.



Boring : B2
 Monster : St2
 Diepte : -4.06 m t.o.v. N.A.P.
 Grondsoort : VEEN, mineraalarm, zwart

Belastingstrap : 5
 Belasting p : 72 kN/m²
 Belasting Δp : 36 kN/m²
 Hoogte h_0 : 16.346 mm

Consolidatie

ΔH_{90}	=	1.073	mm
ΔH_{100}	=	1.192	mm
t_{90}	=	87	sec
$c_{v,10}$	=	5.0E-07	m ² /s
m_v	=	4.5E+00	m ² /MN
E_{oed}	=	0.2	MN/m ²
$k_{v,10}$	=	2.2E-08	m/s

Uitgevoerd conform NEN 5118: 1991 / A1: 1997 nl.

c_v bepaling d.m.v. TAYLOR methode

Opdr. 9017-0422-000

Plan "Tuindershof" en "Eilanden" te Pijnacker

Resultaten Samendrukkingsproef

Algemene gegevens

Boring nr.	Monster nr.	Diepte [m tov N.A.P.]	σ'_{vo} [kPa]	γ [kN/m ³]	γ_{dr} [kN/m ³]	w [%]	e_0 [-]	ρ_s [t/m ³]
B2	St2	-4.06		9.7	1.4	601.1	-	2.65
Grondsoort	VEEN, mineraalarm, zwart							

Samendrukkingsparameters

Angelsaksisch (lineaire rek)	CR(< σ'_p) [-]	CR(> σ'_p) [-]	SR (trap) [-]	RR (trap) [-]	σ'_p [kPa]
	0.1198	0.4493			26
Koppejan	C_p [-]	C_s [-]	C'_p [-]	C'_s [-]	σ'_p [kPa]
	16.9	85.7	5.2	36.2	25

Tijd - Zetting Analyse

trap	p [kPa]	Conform Taylor ¹⁾			Conform Casagrande					abc isotachen c
		$C_{v,10}$ [m ² /s]	m_v [m ² /MN]	$k_{v,10}$ [m/s]	$C_{v,10}$ [m ² /s]	m_v [m ² /MN]	$k_{v,10}$ [m/s]	$C_{\alpha;NEN}$ ²⁾ [-]	$C_{\alpha;HEAD}$ ³⁾ [-]	
1	9	-	-	-	-	-	-	-	-	
2	13	-	-	-	-	-	-	-	-	
3	18	1.6E-06	5.2E+00	8.2E-08	n.t.b.	5.2E+00	n.t.b.	(6.7E-03)	(6.4E-03)	
4	36	1.5E-06	5.3E+00	7.8E-08	n.t.b.	5.3E+00	n.t.b.	1.6E-02	1.5E-02	
5	72	5.0E-07	4.5E+00	2.2E-08	2.6E-07	4.5E+00	1.2E-08	2.5E-02	2.1E-02	

Toelichting tabel:

¹⁾ Interpretatie uitgevoerd conform standaard: principe 10 / 40% of aangepaste methode

²⁾ Afleiding C_{α} conform NEN5118 op basis van proefstukhoogte aan het begin van de trap, H_i :

$$C_{\alpha} = \frac{\Delta H / H_i}{\log((t_i + \Delta t) / t_i)}$$

³⁾ Afleiding C_{α} conform Head (1988) op basis van proefstukhoogte aan het begin van de proef, H_0 :

$$C_{\alpha} = \frac{\Delta H / H_0}{\log((t_i + \Delta t) / t_i)}$$

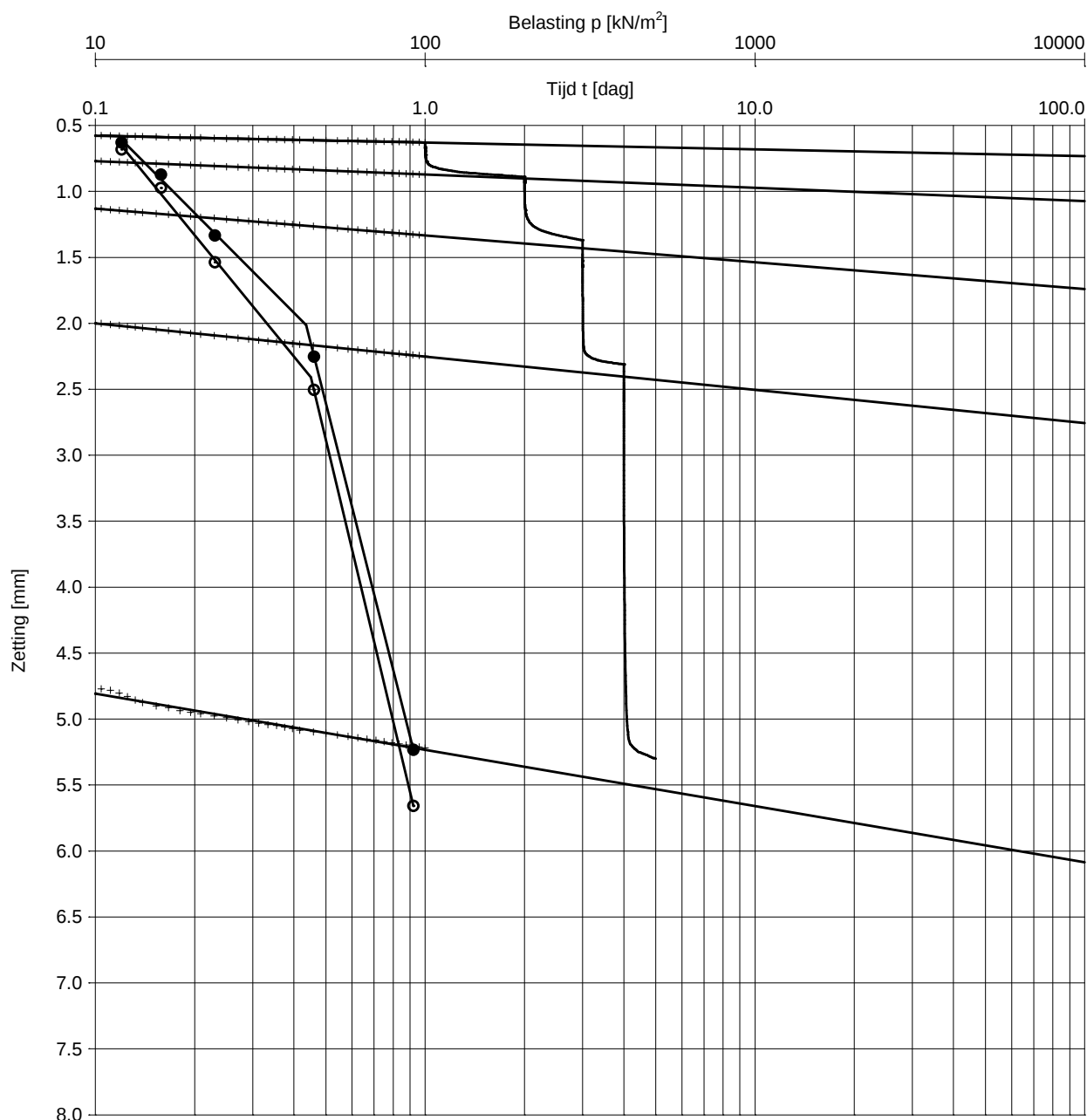
* : Ontlasttrap.

† : Herbelasttrap.

- : Niet gevraagd.

n.t.b. : Niet te bepalen. De gewenste parameter kan niet worden afgeleid.

(##) : Indicatieve waarde wegens afwijkend verloop van de curve.

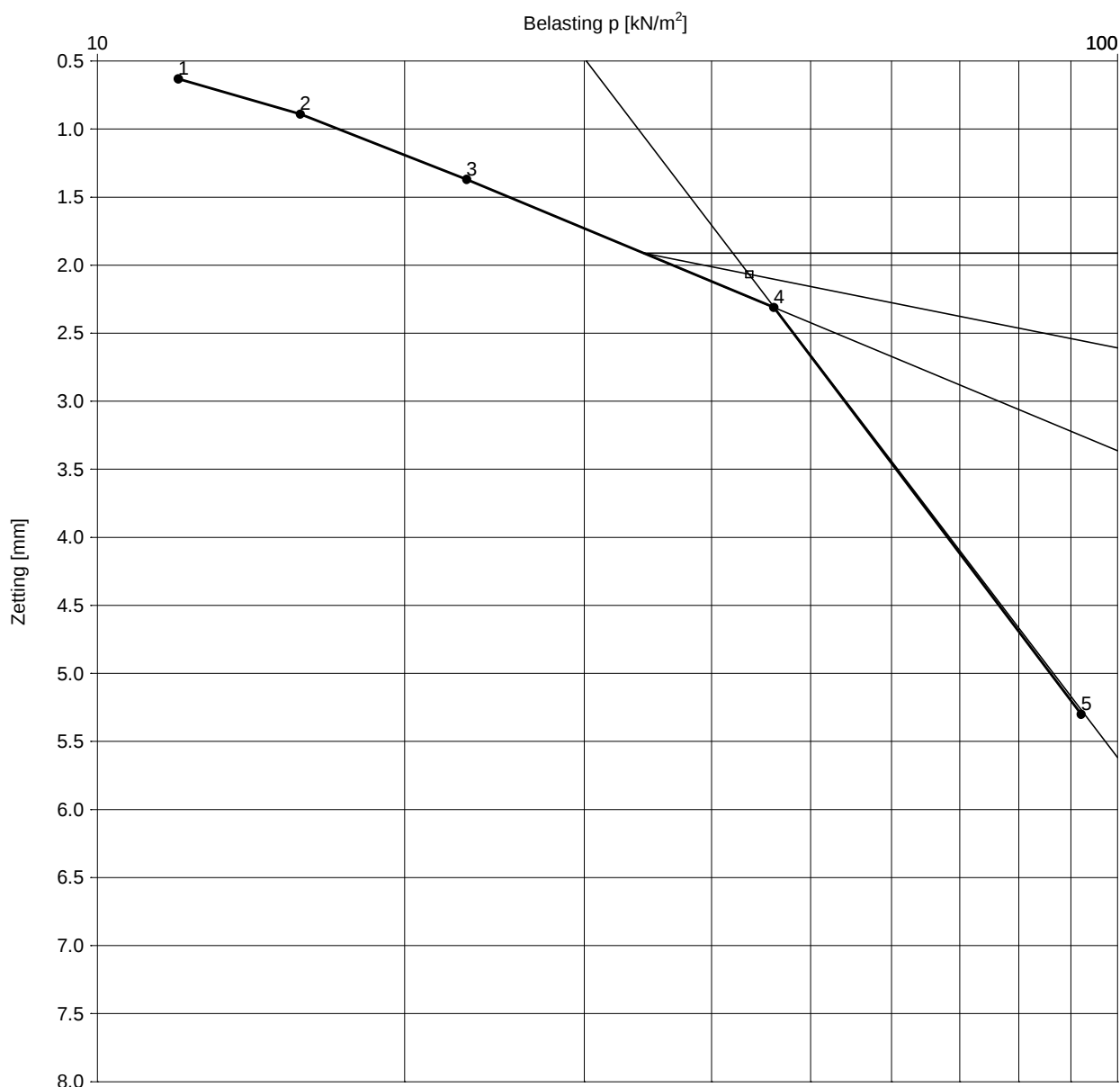


Boring : B2
 Monster : St3
 Diepte : -5.08 m t.o.v. N.A.P
 Grondsoort : KLEI, uiterst siltig, veenresten, grijs

γ : 11.4 kN/m³
 γ_{dr} : 3.5 kN/m³
 w : 228.0 % [m/m]

C = 9.3
 C' = 3.6
 σ'_p = 44 kN/m²
 C_p = 17.4
 C_s = 80.6
 C'_p = 4.4
 C'_s = 75.7
 H_i = 19.0 mm
 D = 50.1 mm

Uitgevoerd conform NEN 5118: 1991 / A1: 1997 nl.

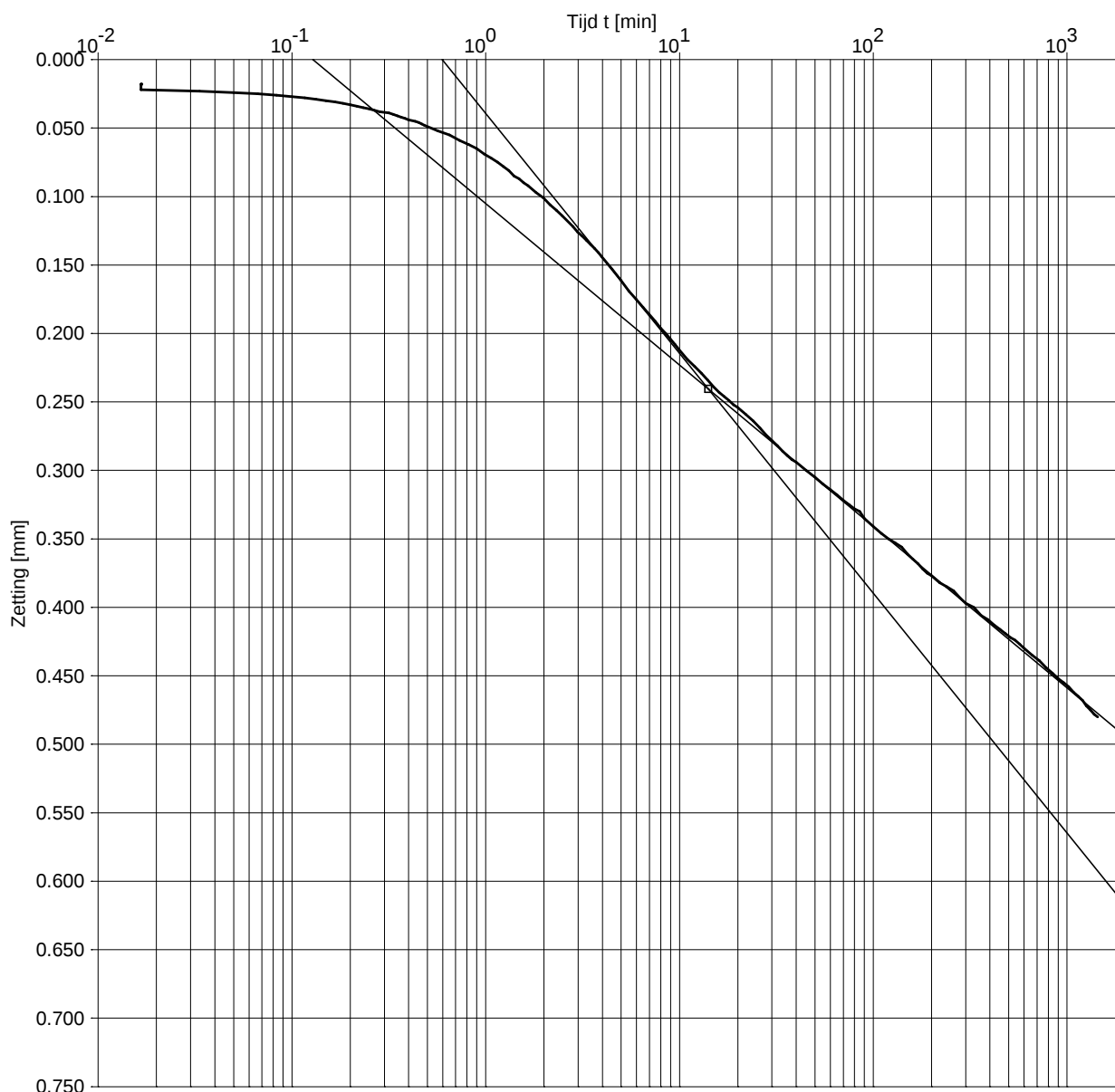


Boring : B2
 Monster : St3
 Diepte : -5.08 m t.o.v. N.A.P.
 Grondsoort : KLEI, uiterst siltig, veenresten, grijs

Grensspanning σ_p = 43 kN/m²
 Primaire samendrukkings getal CR
 belasting < σ_p = 0.1141
 belasting > σ_p = 0.5173
 H₀ = 19.0 mm
 D = 50.1 mm

γ : 11.4 kN/m³
 γ_{dr} : 3.5 kN/m³
 w : 228.0 % [m/m]

Uitgevoerd conform NEN 5118: 1991 / A1: 1997 nl.



Boring : B2
 Monster : St3
 Diepte : -5.08 m t.o.v. N.A.P.
 Grondsoort : KLEI, uiterst siltig, veenresten, grijs

Belastingtrap : 3
 Belasting p : 23 kN/m²
 Belasting Δp : 7 kN/m²
 Hoogte h₀ : 18.110 mm

Consolidatie

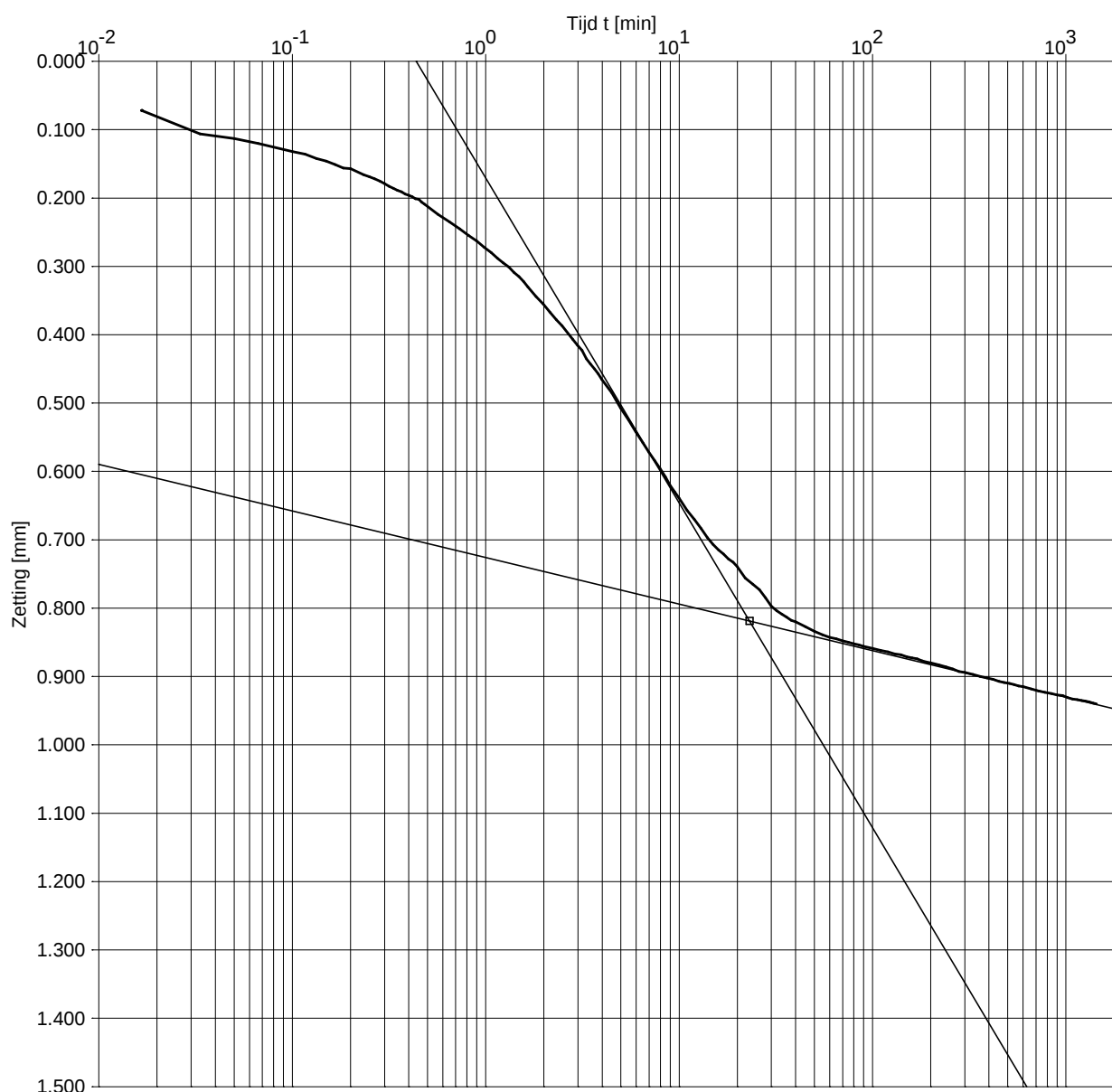
ΔH50	=	0.120	mm
ΔH100	=	0.240	mm
t ₅₀	=	164	sec
t ₁₀₀	=	843	sec
c _{v,10}	=	8.5E-08	m ² /s
m _v	=	3.7E+00	m ² /MN
k _{v,10}	=	3.1E-09	m/s
C _{αHEAD}	=	6.2E-03	
C _{αNEN}	=	6.5E-03	

Uitgevoerd conform NEN 5118: 1991 / A1: 1997 nl.

c_v bepaling d.m.v. CASAGRANDE methode

Opdr. 9017-0422-000

Plan "Tuindershof" en "Eilanden" te Pijnacker



Boring : B2
 Monster : St3
 Diepte : -5.08 m t.o.v. N.A.P
 Grondsoort : KLEI, uiterst siltig, veenresten, grijs

Belastingtrap : 4
 Belasting p : 46 kN/m²
 Belasting Δp : 23 kN/m²
 Hoogte h_0 : 17.630 mm

Consolidatie

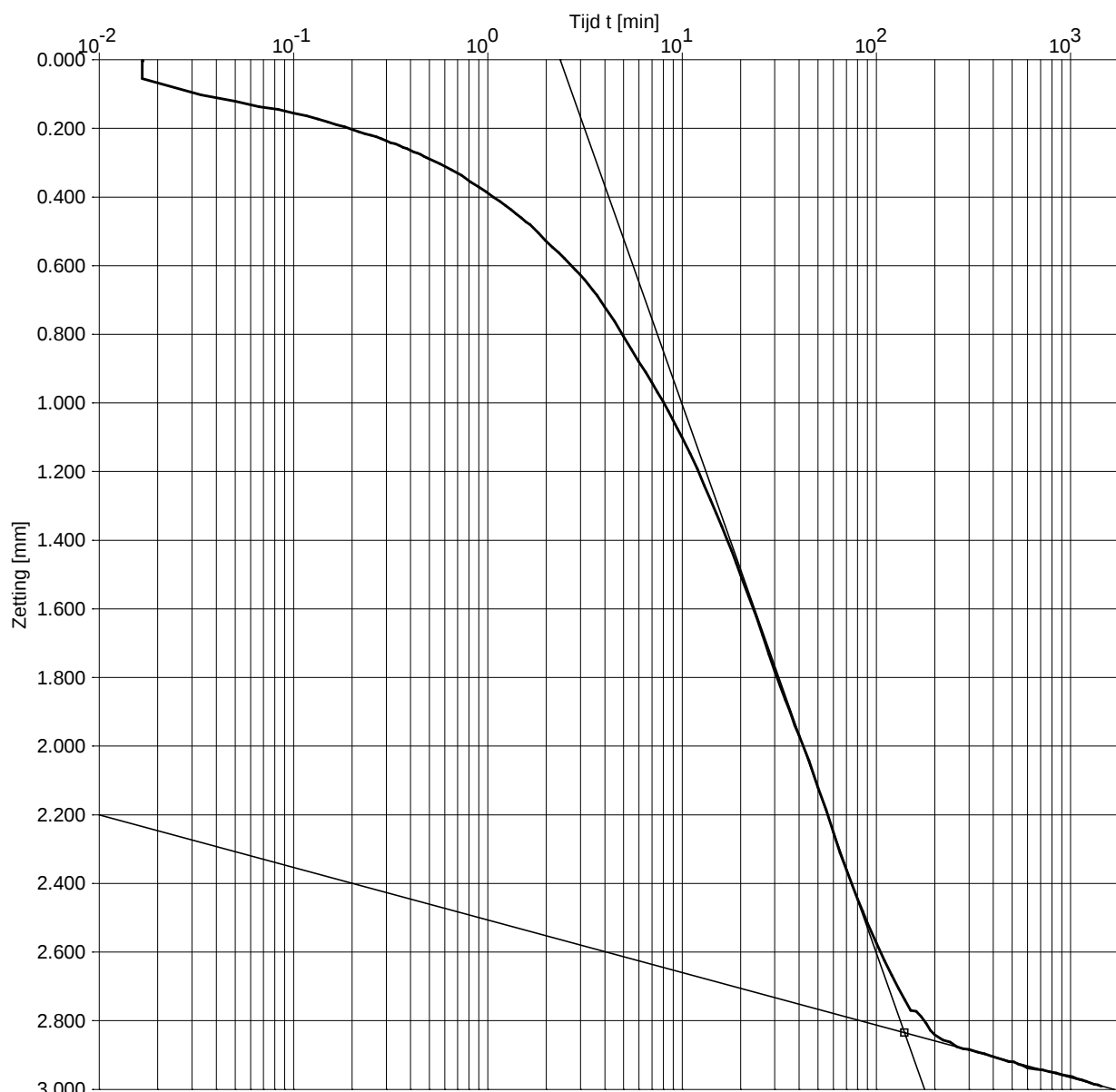
ΔH_{50}	=	0.376	mm
ΔH_{100}	=	0.752	mm
t_{50}	=	209	sec
t_{100}	=	1385	sec
$c_{v,10}$	=	6.1E-08	m ² /s
m_v	=	2.3E+00	m ² /MN
$k_{v,10}$	=	1.4E-09	m/s
$C_{\alpha HEAD}$	=	3.6E-03	
$C_{\alpha NEN}$	=	3.9E-03	

Uitgevoerd conform NEN 5118: 1991 / A1: 1997 nl.

c_v bepaling d.m.v. CASAGRANDE methode

Opdr. 9017-0422-000

Plan "Tuindershof" en "Eilanden" te Pijnacker



Boring : B2
 Monster : St3
 Diepte : -5.08 m t.o.v. N.A.P
 Grondsoort : KLEI, uiterst siltig, veenresten, grijs

Belastingstrap : 5
 Belasting p : 92 kN/m²
 Belasting Δp : 46 kN/m²
 Hoogte h₀ : 16.690 mm

Consolidatie

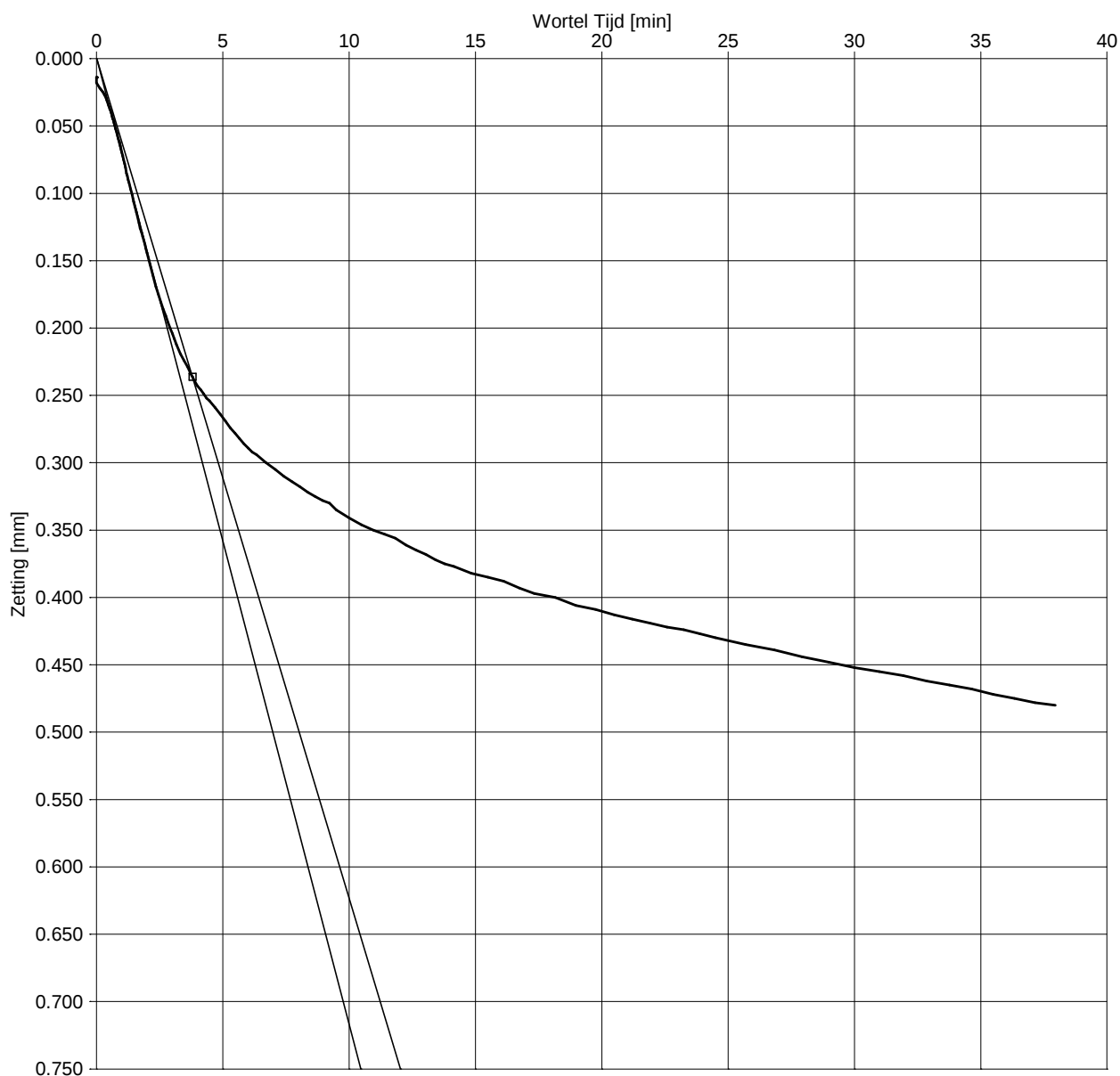
ΔH_{50}	=	1.391	mm
ΔH_{100}	=	2.781	mm
t ₅₀	=	1100	sec
t ₁₀₀	=	8365	sec
c _{v,10}	=	9.2E-09	m ² /s
m _v	=	3.9E+00	m ² /MN
k _{v,10}	=	3.6E-10	m/s
C _{αHEAD}	=	8.1E-03	
C _{αNEN}	=	9.2E-03	

Uitgevoerd conform NEN 5118: 1991 / A1: 1997 nl.

c_v bepaling d.m.v. CASAGRANDE methode

Opdr. 9017-0422-000

Plan "Tuindershof" en "Eilanden" te Pijnacker



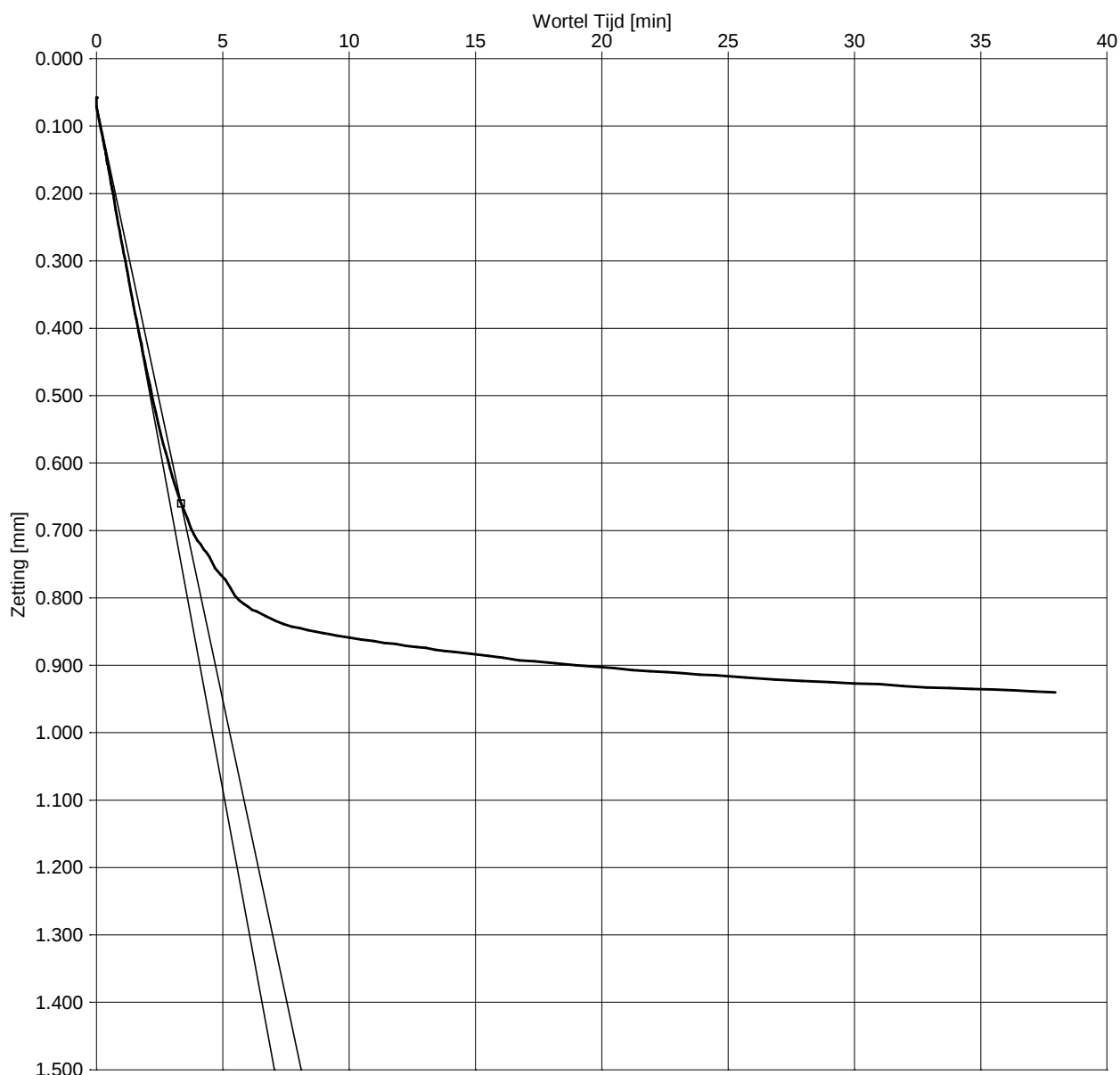
Boring : B2
 Monster : St3
 Diepte : -5.08 m t.o.v. N.A.P
 Grondsoort : KLEI, uiterst siltig, veenresten, grijs

Belastingstrap : 3
 Belasting p : 23 kN/m²
 Belasting Δp : 7 kN/m²
 Hoogte h_0 : 18.110 mm

Consolidatie

ΔH_{90}	=	0.237	mm
ΔH_{100}	=	0.263	mm
t_{90}	=	866	sec
$c_{v,10}$	=	6.8E-08	m ² /s
m_v	=	3.7E+00	m ² /MN
E_{oed}	=	0.3	MN/m ²
$k_{v,10}$	=	2.5E-09	m/s

Uitgevoerd conform NEN 5118: 1991 / A1: 1997 nl.



Boring : B2
 Monster : St3
 Diepte : -5.08 m t.o.v. N.A.P
 Grondsoort : KLEI, uiterst siltig, veenresten, grijs

Belastingstrap : 4
 Belasting p : 46 kN/m²
 Belasting Δp : 23 kN/m²
 Hoogte h_0 : 17.630 mm

Consolidatie

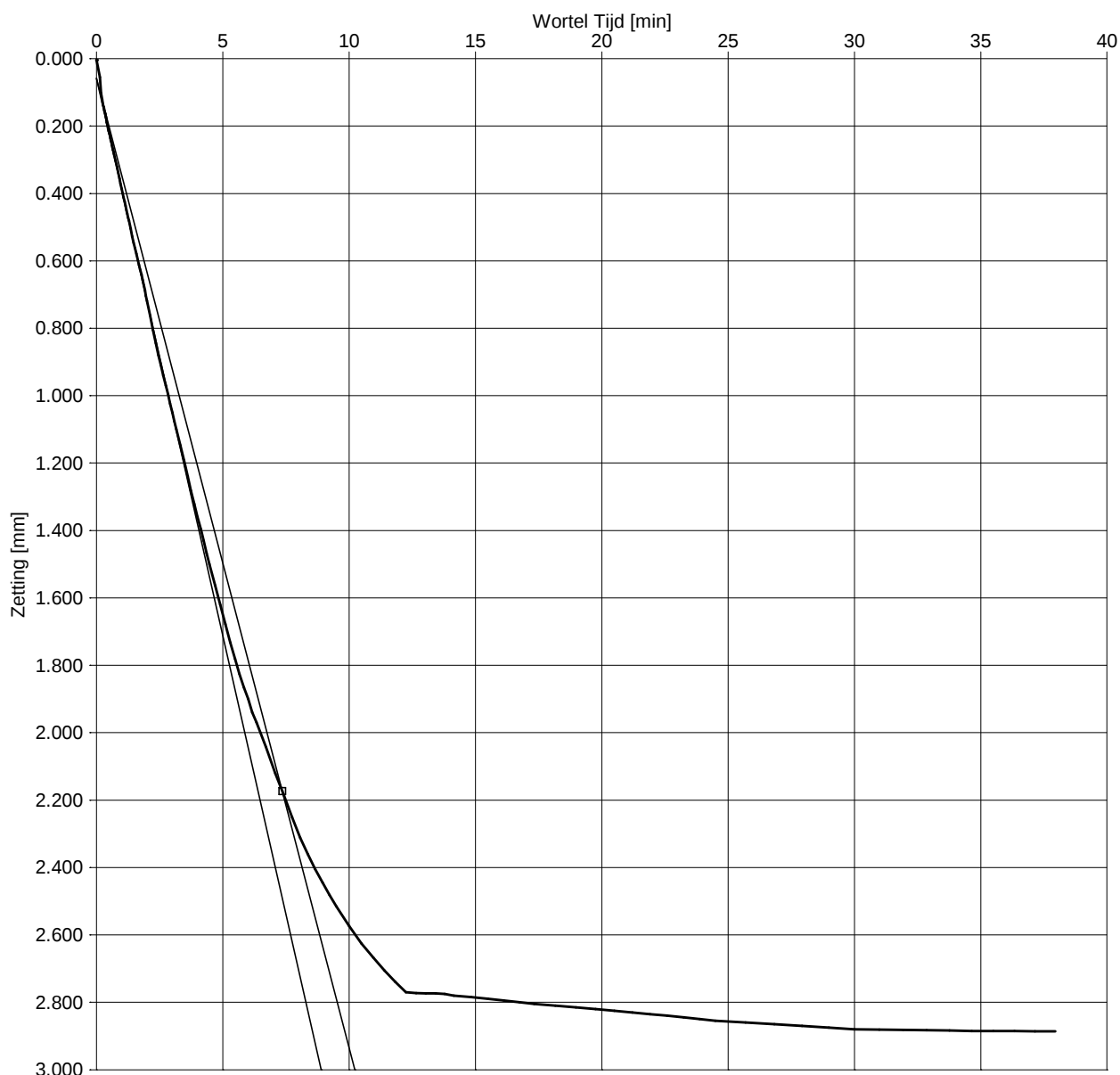
ΔH_{90}	=	0.592	mm
ΔH_{100}	=	0.657	mm
t_{90}	=	672	sec
$c_{v,10}$	=	8.0E-08	m ² /s
m_v	=	2.3E+00	m ² /MN
E_{oed}	=	0.4	MN/m ²
$k_{v,10}$	=	1.9E-09	m/s

Uitgevoerd conform NEN 5118: 1991 / A1: 1997 nl.

c_v bepaling d.m.v. TAYLOR methode

Opdr. 9017-0422-000

Plan "Tuindershof" en "Eilanden" te Pijnacker



Boring : B2
 Monster : St3
 Diepte : -5.08 m t.o.v. N.A.P.
 Grondsoort : KLEI, uiterst siltig, veenresten, grijs

Belastingstrap : 5
 Belasting p : 92 kN/m²
 Belasting Δp : 46 kN/m²
 Hoogte h_0 : 16.690 mm

Consolidatie

ΔH_{90}	=	2.115	mm
ΔH_{100}	=	2.350	mm
t_{90}	=	3242	sec
$c_{v,10}$	=	1.2E-08	m ² /s
m_v	=	3.8E+00	m ² /MN
E_{oed}	=	0.3	MN/m ²
$k_{v,10}$	=	4.6E-10	m/s

Uitgevoerd conform NEN 5118: 1991 / A1: 1997 nl.

Resultaten Samendrukkingsproef

Algemene gegevens

Boring nr.	Monster nr.	Diepte [m tov N.A.P.]	σ'_{vo} [kPa]	γ [kN/m ³]	γ_{dr} [kN/m ³]	w [%]	e_0 [-]	ρ_s [t/m ³]
B2	St3	-5.08		11.4	3.5	228.0	-	2.65
Grondsoort	KLEI, uiterst siltig, veenresten, grijs							

Samendrukkingsparameters

Angelsaksisch (lineaire rek)	CR(< σ'_p) [-]	CR(> σ'_p) [-]	SR (trap) [-]	RR (trap) [-]	σ'_p [kPa]
	0.1141	0.5173			43
Koppejan	C_p [-]	C_s [-]	C'_p [-]	C'_s [-]	σ'_p [kPa]
	17.4	80.6	4.4	75.7	44

Tijd - Zetting Analyse

trap	p [kPa]	Conform Taylor ¹⁾			Conform Casagrande					abc isotachen c
		$c_{v,10}$ [m ² /s]	m_v [m ² /MN]	$k_{v,10}$ [m/s]	$c_{v,10}$ [m ² /s]	m_v [m ² /MN]	$k_{v,10}$ [m/s]	$C_{\alpha;NEN}$ ²⁾ [-]	$C_{\alpha;HEAD}$ ³⁾ [-]	
1	12	-	-	-	-	-	-	-	-	
2	16	-	-	-	-	-	-	-	-	
3	23	6.8E-08	3.7E+00	2.5E-09	8.5E-08	3.7E+00	3.1E-09	6.5E-03	6.2E-03	
4	46	8.0E-08	2.3E+00	1.9E-09	6.1E-08	2.3E+00	1.4E-09	3.9E-03	3.6E-03	
5	92	1.2E-08	3.9E+00	4.7E-10	9.1E-09	3.9E+00	3.6E-10	9.2E-03	8.1E-03	

Toelichting tabel:

¹⁾ Interpretatie uitgevoerd conform standaard: principe 10 / 40% of aangepaste methode

²⁾ Afleiding C_{α} conform NEN5118 op basis van proefstukhoogte aan het begin van de trap, H_i :

$$C_{\alpha} = \frac{\Delta H / H_i}{\log((t_i + \Delta t) / t_i)}$$

³⁾ Afleiding C_{α} conform Head (1988) op basis van proefstukhoogte aan het begin van de proef, H_0 :

$$C_{\alpha} = \frac{\Delta H / H_0}{\log((t_i + \Delta t) / t_i)}$$

* : Ontlasttrap.

† : Herbelasttrap.

- : Niet gevraagd.

n.t.b. : Niet te bepalen. De gewenste parameter kan niet worden afgeleid.

(##) : Indicatieve waarde wegens afwijkend verloop van de curve.

MONSTEROVERZICHT

			S:
ALGEMEEN			
Project	Plan "Tuindershof" en "Eilanden" te Pijnacker	Opdrachtnummer	9017-0422-000
Opdracht-gever	Gemeente Pijnacker-Nootdorp	Datum rapport	07-06-2017
te	PIJNACKER	Vervaldatum	07-08-2017
Contact-persoon	de heer P. van der Waal	Datum ontvangst monsters	16-05-2017
MONSTEROVERZICHT			
Volgnummer	Type materiaal/omschrijving	Aantal/ Hoeveelheid	Monsternummer(s)
B1	Restant steekbus	10	St1 – St10
	Zakjes	20	1 – 20
B2	Restant steekbus	13	St1 – St13
	Zakjes	20	1 – 20

Bovenstaand is een overzicht gegeven van de monsters, die in het kader van onderhavig onderzoek zijn onderzocht en zich thans nog bevinden in het Laboratorium voor Infra- en Geotechniek. Met "vervaldatum" is de datum aangegeven waarna de monsters, bij geen tegenbericht uwerzijds, uit de monsteropslag zullen worden verwijderd en vernietigd. Wanneer u (een deel van) bovengenoemde monsters na de vervaldatum (eventueel onder geconditioneerde omstandigheden) tegen betaling wenst te laten bewaren, verzoeken wij u dit formulier uiterlijk 1 week vóór de vervaldatum aan ons te retourneren.

Ondergetekende verzoekt de monsters te bewaren tot:		
Datum	Naam	Handtekening

Opgesteld door: JKK	Gecontroleerd: WMW
---------------------	--------------------