

Notitie: Constructieve interpretatie van het indicatieve grondonderzoek, bemalingsadvies en funderingsonderzoek voor het project Boerhaavelaan te Zoetermeer

Ordernr: 6525

Kenmerk: directie2006/6525Boerhaavelaan/dr/gp

Datum: 5 september 2006

Wij hebben in opdracht van Trimp & van Tartwijk Property Performance NV overleg gevoerd met Mos Grondmechanica bv. Het doel van het overleg was om te komen tot een indicatief grondonderzoek, bemalingsadvies en funderingsonderzoek, zodat binnen de daarvoor gestelde marge voor deze elementen, een raming gemaakt kon worden voor de voorliggende plannen van het bovengenoemde project.

Door Mos Grondmechanica bv zijn de bevindingen van deze onderzoeken weergegeven in een rapportage d.d. 28 augustus 2006. Deze rapportage hebben wij aan dit schrijven toegevoegd. In het onderstaande volgt een constructieve interpretatie van dit indicatieve grondonderzoek, bemalingsadvies en funderingsonderzoek met de bijbehorende conclusies.

Er is een wisselend maaiveld geconstateerd bij de hoogte inmeting. Wij hanteren vooralsnog een niveau van 4,0 meter minus NAP. Het niveau van het grondwater is gemeten in de zomerperiode. Het is van belang dat over een langere periode met wisselende seizoenen herhalingsmetingen worden verricht. Uit deze eenmalige meting kunnen toch wat voorzichtige conclusies worden getrokken. Het niveau van het grondwater bij deze meting aan de kant van de Afrikaweg is 4,6 minus NAP en aan de Boerhaavelaan zijn lagere grondwaterstanden gemeten tot wel 6,2 meter minus NAP.

De conclusie van Mos Grondmechanica bv is dat de bouwput kan worden ontgraven tot 6,6 meter NAP, zonder risico op opbarsten van de bodem van de bouwkuip. Dit betekent dat tot 2,6 meter onder maaiveld kan worden ontgraven zonder dat de spanningsbemaling benodigd is. Dit is niet een geheel verdiepte kelder.

Een poldergarage lijkt mogelijk met een maximum debiet van 1 m³/uur. De grondwaterstand kan dan maximaal 1,0 meter worden verlaagd binnen een permanent damwandscherm met inbrengniveau van 14,0 meter minus NAP. Dit betekent dat de klinkerbestrating dan op 5,2 meter minus NAP moet worden aangebracht, zijnde 1,2 m onder maaiveld. Er is dan sprake van een half verdiepte garage met klinkerbestrating als parkeervloer bij toepassing van permanente damwanden. Nader onderzoek is uiteraard noodzakelijk.

Een andere optie is om geen permanente damwand toe te passen. Er is dan een beperkte verlaging mogelijk. Door Mos Grondmechanica bv wordt dan in hun rapportage aangegeven dat de klinkerbestrating wordt aangelegd op 0,5 meter tot 0,7 meter onder maaiveld.

Bij een 2-laagse of 1,5 laagse ondergrondse garage in de planvorming zal een spanningbemaling nodig zijn met een bouwput van tijdelijke damwanden. De locatie is gelegen in een gebied dat door de provincie Zuid-Holland als kwetsbaar gebied wordt aangemerkt. De procedure voor de onttrekkingsvergunning bij de provincie Zuid-Holland zal zeven maanden bedragen. Voor het lozen van het bronneringswater is ook een vergunning nodig bij het waterschap op basis van de Wet Verontreiniging Oppervlaktewater. De afvoercapaciteit op het riool zal in dit geval beperkt zijn met het bijbehorende debiet.

Er is het gegeven dat er sprake is van een scheiding van een zoet/zout grensvlak op een diepte van NAP – 20 meter. Er is goede kans dat door de bemaling bij deze diepere kelders het grensvlak wordt beïnvloed. Het onttrokken grondwater is dan wellicht zouter, zodat het niet geloosd kan worden op het oppervlaktewater. Dit vergt nader onderzoek, dus een retourbemaling voor het bepalen van de kosten lijkt vooralsnog een correcte aanname. De grondwaterbelasting geldt alleen voor het onttrekken van zoet water (chloride gehalte lager dan 300 mg chloride per liter). Vooralsnog hebben wij de aanname gedaan van een retourbemaling, aangezien wij, met een goede kans, verwachten dat zout water wordt onttrokken. Er hoeft dan geen heffing te worden betaald.

Voor de fundering lijkt ons dat moet worden uitgegaan van een inheinniveau van 21,0 meter minus NAP. Het paal draagvermogen op deze locatie is laag. Wij hebben aan Mos Grondmechanica gevraagd om hier nog eens kritisch naar te kijken. Vooralsnog is er sprake van een paal draagvermogen van 950 kN bij een prefab paal met een afmeting van 450 mm. Dit betekent voor elke 25 m² één paal. Voor een garage met trekpalen moet rekening worden gehouden met een stramienmaat voor trekpalen van 2400 mm bij een tweelaagse garage. Ook hier moet Mos nog eens kritisch naar kijken. De inheidiepte wordt dan 30 meter minus N.A.P.

Wij vertrouwen er op u hiermee naar genoeg te hebben ingelicht.

Met vriendelijke groet,
Van Rossum Raadgevende Ingenieurs Amsterdam bv


Ir. D.J. Kluit c.i.

Opdracht : 095206
Plaats : Zoetermeer
Project : Zone Boerhaavelaan

INGEKOMEN 30 AUG. 2006

MOS GRONDMECHANICA

Betreft : Indicatief grondonderzoek, bemalingsadvies en
funderingsadvies Zone Boerhaavelaan
te
ZOETERMEER

Opdrachtgever : Van Rossum Raadgevende Ingenieurs
Amsterdam BV
T.a.v. ir. D.J. Kluft
Hageland 132
1066 SB AMSTERDAM

Behandeld door : ir. H.W. Thijssen (010 50 30 239)
ir. V. H. J. Bosch (010 50 30 214)

Kenmerk : R095206-RH_1

Datum : 28 augustus 2006



MOS GRONDMECHANICA B.V.

Kleidijk 35,	Postbus 801,	3160 AA Rhoon,	tel. 010-5030200
Kanaaldijk N.O. 104a,	Postbus 38,	5700 AA Helmond,	tel. 0492-535455
Kalanderstraat 10a,	Postbus 153,	7460 AD Rijssen,	tel. 0548-512363



Inhoudsopgave

	Pagina
1. INLEIDING.....	4
2. PROJECTINFORMATIE	4
3. UITGEVOERD GRONDONDERZOEK	5
4. SCHEMATISERING VAN DE ONDERGROND	6
4.1 Geotechnisch profiel.....	6
4.2 Geohydrologische schematisering	7
4.3 Grondwaterstanden en stijghoogten.....	8
5. OPBARSTEN BOUWPUTBODEM.....	10
6. UITVOERING PARKEERGARAGE (DEFINITIEVE FASE).....	11
7. BEMALINGSADVIES (VOOR DE UITVOERINGSFASE).....	12
7.1 Algemeen	12
7.2 Bemalingssysteem.....	12
7.3 Prognose van het debiet	12
8. INVLOED OP DE OMGEVING	14
8.1 Algemeen	14
8.2 Verlaging van de grondwaterstand	14
8.3 Zettingen	14
8.4 Droogteschade aan gewassen.....	14
8.5 Verplaatsen van grond(water)verontreinigingen	15
8.6 Invloed op het zoet/zout grensvlak	15
8.7 Overige grondwateronttrekkingen	15
9. REGELGEVING BOUWPUTBEMALING.....	17
9.1 Onttrekken van grondwater.....	17
9.2 Lozen van bronneringswater.....	18
9.3 Grondwaterbelasting	18
10. INVENTARISEREND FUNDERINGSADVIES.....	20
10.1 Keuze funderingstype	20
10.2 Reductie van gemeten conusweerstand in verband met ontgraving.....	20
10.3 Paalpuntniveaus met maximale puntweerstand.....	20
10.4 Negatieve kleeft en paalschachtwrijvingen.....	21

10.5	Rekenwaarden netto paal <i>druk</i> draagkracht en paal <i>trek</i> draagkracht.....	21
10.6	Paalkopzakkingen in de bruikbaarheidsgrenstoestand.....	22
10.7	Uitvoering	22
11.	CONCLUSIE EN AANBEVELINGEN.....	23

Bijlage A	Sonderingen 1 tot en met 8
Bijlage B	Boringen en peilbuisgegevens
Bijlage C	Laboratoriumonderzoek
Bijlage D	Berekeningsvoorbeeld
Bijlage E	Algemene uitvoeringsrichtlijnen
Bijlage F	Peilbuisgegevens TNO
Bijlage G	Terreinmetingen

1. INLEIDING

Dit rapport betreft een inventariserend grondonderzoek en bemalingsadvies voor de aanleg van een aantal half verdiepte (parkeer)kelders in de Zone Boerhaavelaan te Zoetermeer.

De onderzoekslocatie betreft het gebied tussen de Boerhaavelaan, de van Leeuwenhoeklaan en de Afrikaweg binnen de bebouwde kom van Zoetermeer. De locatie is momenteel deels bebouwd (kantoren).

2. PROJECTINFORMATIE

Door de opdrachtgever zijn een aantal schetstekeningen aangeleverd voor het plan Zone Boerhaavelaan. Van kavel 3B, 4B en 5B zijn per laag de schematische plattegronden aangeleverd 9ZZDP Architecten, 1823 Boerhaavelaan, Zoetermeer, d.d. 12-07-2006).

Uit de projectinformatie en uit mondelinge mededelingen van de opdrachtgever zijn de volgende (indicatieve) projectgegevens afgeleid:

- bouwpeil: onbekend;
- maaiveld: circa NAP -3,9 m;
- bovenkant keldervloer: maaiveld -1,5 m (NAP -5,4 m);
- afmetingen kelder kavel 3B: 70 m bij 50 m;
- afmetingen kelder kavel 4B: 65 m bij 50 m;
- afmetingen kelder kavel 5B: 150 m bij 65 m;
- algemeen ontgravingsniveau: circa NAP -5,9 m;
- kavel 1: ondergrondse garage, verdere gegevens onbekend;
- kavel 2: geen gegevens bekend.

Onder andere is gevraagd een beoordeling te geven voor de haalbaarheid van halfverdiepte garages zonder waterdichte vloer (bestrating).

3. UITGEVOERD GRONDONDERZOEK

Op 10 en 11 augustus 2006 zijn door Mos Grondmechanica verspreid over de te ontwikkelen zone de sonderingen 1 tot en met 8 uitgevoerd tot een diepte van circa maaiveld -30 m (maximaal NAP -34 m). Naast de conusweerstand (q_c) is bij alle sonderingen de plaatselijke wrijving (f_s) gemeten. Uit de plaatselijke wrijving en de conusweerstand is het wrijvingsgetal (R_f) berekend. Dit getal geeft nader inzicht in de aanwezige grondsoorten. De sondeergrafieken zijn opgenomen in bijlage A.

In verband met de mogelijke aanwezigheid van kabels en leidingen zijn een aantal sondeerlocaties voorgegraven tot maaiveld -1,2 m.

Ter plaatse van de sonderingen 1 tot en met 5 zijn op 11 augustus 2006 door middel van drukken de peilbuizen 1 tot en met 5 geplaatst tot een diepte van 5 à 6 m onder maaiveld.

Op 14 augustus 2006 is boring B6 uitgevoerd. De tijdens het boren vrijgekomen grondslag is visueel geclassificeerd en tot boorprofiel verwerkt. Het boorgat is afgewerkt met een peilbuis op einddiepte. Tijdens het boren zijn 10 ongeroerde monsters gestoken. Van deze monsters zijn in het laboratorium de volumegewichten bepaald. Tevens zijn van twee geroerde monsters de korrelverdeling bepaald.

Tijdens het boren is grondwater aangetroffen vanaf NAP -5,3 m. Het spreekt voor zich dat dit slechts een momentopname betreft.

De boorstaten en de peilbuisgegevens zijn opgenomen in bijlage B. De laboratoriumresultaten zijn opgenomen in bijlage C.

De sondeer- en boorlocaties zijn door onze landmeetkundige afdeling in het terrein uitgezet en gewaterpast ten opzichte van NAP. Voor de resultaten van de waterpassing en de locaties van de sonderingen en boringen wordt verwezen naar bijlage G.

4. SCHEMATISERING VAN DE ONDERGROND

4.1 Geotechnisch profiel

Het maaiveld ter plaatse van de onderzoekslocaties ligt op een niveau van circa NAP -3,9 m; op basis van de metingen is er zeer weinig variatie in maaiveldhoogte.

Uit het onderzoek blijken 2 verschillende grondprofielen. Een redelijk consequent profiel is aangetroffen bij sondering 1 tot en met 4 en 6 tot en met 8. Bij sondering 5 (meest noordelijke sondering) wordt een afwijkende grondopbouw aangetroffen. Door Mos Grondmechanica is in 2004 grondonderzoek uitgevoerd voor een project aan de overzijde van de Afrikaweg (Kristaltoren; 122204, 150704), ter hoogte van sondering 4 en 5. De sonderingen voor dit project tonen voornamelijk een grondopbouw conform sondering 5 aan. De deklaag (tot circa NAP -20 m) is bij dit project echter een stuk zandiger.

Aan de hand van het uitgevoerde grondonderzoek zijn de volgende geotechnische profielen opgesteld:

Sondering 1 t/m 4 en 6 t/m 8

<u>Diepte in NAP +m</u>		<u>Bodembeschrijving</u>
Van	Tot	
-3,9 (maaiveld)	-9,0 à -11,5	<u>KLEI en ZAND</u> , grillig van opbouw, lokaal een toplaag van zand
-9,0 à -11,5	-13,0 à -14,0	<u>HUMEUSE KLEI en VEEN</u>
-13,0 à -14,0	circa -34,0	<u>ZAND</u> , Pleistoceen, vast tot zeer vast gepakt, terugvallen in de conusweerstand tot 1 MPa à 8 MPa worden veroorzaakt door kleilenzen of silthoudend zand
circa -34,0		Maximaal verkende diepte

Sondering 5

<u>Diepte in NAP +m</u>		<u>Bodembeschrijving</u>
Van	Tot	
-4,0 (maaiveld)	-20,0	<u>KLEI en ZAND</u> , grillig van opbouw, lokaal een toplaag van zand, onderin een dunne veenlaag
-20,0	circa -34,0	<u>ZAND</u> , Pleistoceen, vast tot zeer vast gepakt, terugvallen in de conusweerstand tot 1 MPa à 8 MPa worden veroorzaakt door kleilenzen of silthoudend zand
circa -34,0		Maximaal verkende diepte

4.2 Geohydrologische schematisering

Uit het uitgevoerde grondonderzoek, REGIS II en uit de grondwaterkaart van Nederland (TNO) is de geohydrologische schematisering afgeleid.

De lagen vanaf maaiveld tot circa NAP -13 à -20 m worden tot de regionale deklaag gerekend. Uit het grondonderzoek blijkt dat op de locatie de deklaag sterk variabel is qua samenstelling en qua dikte. Plaatselijk bevat de deklaag duidelijk watervoerende lagen en anderzijds duidelijk zettingsgevoelige lagen. Verder blijkt uit informatie uit de omgeving dat de onderkant van de deklaag in de omgeving in het algemeen op circa NAP -14 m wordt aangetroffen. Het gebied met een deklaag tot NAP -20 m betreft dus een gebied met afwijkende opbouw.

Onder de deklaag is het eerste watervoerende pakket aanwezig. De onderkant van het eerste watervoerende pakket ligt volgens de grondwaterkaart op NAP -40 m. Het doorlaatvermogen bedraagt circa 1000 m²/d. Onder het eerste watervoerende pakket ligt een scheidende laag met een dikte van 15 à 20 m (bestaande uit fijn zand). Volgens REGIS II worden ook onder NAP -40 m nog goed watervoerende lagen aangetroffen. Tot NAP -50 à -55 m worden de lagen tot het eerste watervoerend pakket gerekend met een totaal doorlaatvermogen van circa 850 m²/d. Volgens REGIS II ontbreekt ter plaatse van het projectgebied de scheidende laag zodat het eerste watervoerende pakket in contact staat met het tweede en derde watervoerend pakket; deze twee pakketten samen hebben een doorlaatvermogen van circa 800 m²/d.

Volgens REGIS II wordt vanaf NAP -110 m tot grote diepte een slecht doorlatende laag aangetroffen; deze wordt voor het huidige project als geohydrologische basis beschouwd.

Opgemerkt wordt dus dat de grondwaterkaart en REGIS II met name vanaf NAP -40 m elkaar tegenspreken.

In tabel 4-1 is de gehanteerde geohydrologische schematisering aangegeven.

Tabel 4-1: Gehanteerde geohydrologische schematisering

grondlaag		geohydrologische eenheid	geohydrologische parameter	
van [NAP + m]	tot [NAP + m]		doorlaatvermogen [m ² /d]	weerstand [d]
-4,0 (=maaiveld)	-13 à -20	Deklaag	10 à 30	300
				250
-13 à -20	-50	eerste watervoerend pakket	850	
-50	-50	eerste scheidende laag		10
-50	-110	tweede en derde watervoerend pakket	800	
-110	en verder	derde scheidende laag ⁽¹⁾		∞

⁽¹⁾ De derde scheidende laag wordt in deze situatie beschouwd als de geohydrologische basis.

De geohydrologische parameters zijn afgeleid van algemene gegevens. Met name de doorlaatfactor van de deklaag is in dit geval van belang voor de prognose van het debiet. Betreffende deze parameter zijn geen betrouwbare waarden uit de literatuur bekend. De doorlaatfactor is geschat aan de hand van het grondonderzoek. Afwijkingen van deze parameters zijn goed mogelijk; dit heeft dan ook consequenties op de prognose van het debiet.

4.3 Grondwaterstanden en stijghoogten

Uit de grondwaterkaart van Nederland (NITG-TNO; 1979) is af te leiden dat de stijghoogte in het eerste watervoerend pakket op 28 augustus 1977 circa NAP -5 m bedroeg.

Op de projectlocatie zijn 5 freatische peilbuizen aangebracht. De grondwaterstand in de peilbuis is éénmaal opgenomen. De resultaten van de metingen zijn in tabel 4-2 opgenomen.

Tabel 4-2: *Gemeten grondwaterstanden*

Peilbuisgegevens						
	nummer peilbuis					
	1	2	3	4	5	B6
	[m + NAP]	[m + NAP]	[m + NAP]	[m + NAP]	[m + NAP]	[m + NAP]
maaiveld	-3,87	-3,85	-3,94	-3,95	-3,98	-3,90
bovenkant peilbuis	-3,90	-3,88	-3,97	-2,95	-4,01	-3,95
Diepte filter	van	-7,87	-7,85	-7,94	-7,95	-7,98
	tot	-8,87	-8,85	-8,94	-8,95	-8,98
						-15,90
						-16,90

Grondwaterstanden en stijghoogten						
datum	nummer peilbuis					
	1	2	3	4	5	B6
	[m + NAP]	[m + NAP]	[m + NAP]	[m + NAP]	[m + NAP]	[m + NAP]
24-08-2006	-4,48	-5,82	-5,68	-4,82	-6,21	-4,59

Het verloop in grondwaterstand gebaseerd op de (eenmalige) peilbuismetingen is aanzienlijk. Bij de peilbuizen 1 en 4 (langs de Afrikaweg) is een grondwaterstand gemeten van circa NAP -4,6 m. Bij de peilbuizen 2 en 3 (richting Boerhaavelaan) is een grondwaterstand gemeten van circa NAP -5,7 m. Bij peilbuis 5 (geheel noordelijk in plangebied) is zelfs een grondwaterstand van NAP -6,2 m gemeten. Hieruit lijkt te kunnen worden geconcludeerd dat de grondwaterstand nabij de Afrikaweg relatief hoog is en afneemt richting de Boerhaavelaan. Aanvullende metingen zijn nodig om dit te bevestigen.

In de diepe peilbuis (B6) is een stijghoogte in het watervoerende pakket gemeten van circa NAP -4,6 m.

Voor het project aan de overzijde van de Afrikaweg (Kristaltoren) zijn destijds 3 peilbuizen aangebracht. De filters bevinden zich in de deklaag. De grondwaterstand in de peilbuis is een aantal maal opgenomen. De resultaten van de metingen zijn in tabel 4-3 opgenomen.

Tabel 4-3: *Gemeten grondwaterstanden project 122204*

Peilbuisgegevens				
		nummer peilbuis		
		B1	B10	5 (milieu)
		[m + NAP]	[m + NAP]	[m + NAP]
maaiveld		-4,09	-4,03	
bovenkant peilbuis		-3,47	-4,08	-4,0 ⁽²⁾
diepte filter	van	-7,5	-6,1	-7,5
	tot	-8,5	-7,1	-8,5

Grondwaterstanden			
datum	Nummer peilbuis		
	1	10	5 (milieu)
	[m + NAP]	[m + NAP]	[m + NAP]
27 oktober 2004	--	--	-5,1
11 november 2004 ⁽¹⁾	-5,23	-5,01	--
22 november 2004	-4,94	-4,75	-5,0
29 november 2004	-5,05	-4,89	-5,0

⁽¹⁾ Direct na plaatsing van de peilbuis opgenomen en daardoor mogelijk minder betrouwbaar

⁽²⁾ Bovenkant peilbuis geschat

Daarnaast zijn in het grondwaterarchief van TNO Bouw en Ondergrond de gegevens van peilbuizen in de omgeving van het project opgevraagd. In de omgeving zijn nauwelijks relevante peilbuizen in het grondwaterarchief aanwezig. De meeste peilbuizen in het archief hebben een korte en sterk gedateerde meetreeks. In verband hiermee zijn van slechts vijf peilbuizen de metingen grafisch weergegeven in bijlage F, namelijk peilbuis B30H0119 (2,5 km ten noorden), peilbuizen B30H0329 en B30H0323 (800 en 1400 m ten westen) en peilbuizen B30H0081 en B30H0338 (500 m en 1200 m ten zuiden).

Ten behoeve van de berekeningen voor het debiet wordt in dit advies uitgegaan van een maatgevend hoge stijghoogte van NAP -4,5 m in zowel de deklaag als in het eerste watervoerend pakket. Verwacht wordt dat de gemiddelde grondwaterstand circa NAP -5,0 m bedraagt. Aanvullende peilbuismetingen zijn nodig voor een betrouwbare schatting. Tevens dient de actuele grondwaterstand voorafgaand aan de uitvoering te worden vastgesteld.

Opgemerkt wordt dat de zoet-brak grens op circa NAP -20 m wordt verwacht.

5. OPBARSTEN BOUWPUTBODEM

Gezien de grondopbouw en het aanlegniveau van de halfverdiepte garages is geen risico van opbarsten aanwezig vanuit het eerste watervoerende pakket. Ter plaatse van kavel 1 wordt een ondergrondse parkeergarage aangelegd met nog onbekende diepte.

Onderstaand wordt beoordeeld tot welk niveau zonder risico van opbarsten (en zonder spanningsbemaling) kan worden ontgraven.

Maatgevende sondering: 2
Evenwichtsniveau: NAP -13,0 m;
Maatgevende stijghoogte: NAP -4,5 m.

De maatgevende waterdruk onder het evenwichtsniveau bedraagt 85 kN/m^2 . Om opbarsten te voorkomen dient de neerwaartse gronddruk boven het evenwichtsniveau (exclusief de partiële materiaalfactor van 1,1) ten minste $93,5 \text{ kN/m}^2$ te bedragen. Hieronder is de maximale ontgraving bepaald. De neerwaartse gronddruk bedraagt:

2,4 m zandige klei ($\gamma=18 \text{ kN/m}^3$)	43,2 kN/m^2
0,7 m veen ($\gamma=11 \text{ kN/m}^3$)	7,7 kN/m^2
2,6 m humeuze klei ($\gamma=14 \text{ kN/m}^3$)	36,4 kN/m^2
0,7 m veen ($\gamma=11 \text{ kN/m}^3$)	7,7 kN/m^2
totale neerwaartse gronddruk	95,0 kN/m^2

Bij een maximale stijghoogte van NAP -4,5 m kan tot NAP -6,6 m worden ontgraven zonder risico op opbarsten van de bodem van de bouwkuip. Bij een maaiveldniveau van NAP -3,9 m kan dus zonder spanningsbemaling worden ontgraven tot 2,7 m onder maaiveld.

Voor lokale ontgravingen van liftputten (en poeren) kan door spanningspreiding een gedeelte van naastgelegen grond worden meegeteld; voor die lokale ontgravingen kan in het algemeen lichtelijk dieper worden ontgraven zonder risico op opbarsten.

6. UITVOERING PARKEERGARAGE (DEFINITIEVE FASE)

De voorkeur is voor een uitvoering van de parkeergarage met een open bestrating. Uit de projectgegevens blijkt dat de vloer van de halfverdiepte kelders op circa 1,5 m onder maaiveld zijnde circa NAP -5,4 m komt. De grondwaterstand wordt verwacht op circa NAP -5,0 m (maximaal NAP -4,5 m). De bovenkant bestrating komt dus dieper dan de grondwaterstand. Gewenst is om in de parkeergarage minimaal 0,4 m drooglegging te hebben. Om een droge vloer te verkrijgen, zal een permanente onttrekking noodzakelijk zijn. Dit kan worden gerealiseerd door middel van permanente horizontale drains in een goed doorlatend zandpakket onder de vloer. De provincie Zuid-Holland verleent geen vergunning voor dergelijke permanente onttrekkingen. Deze onttrekkingen zijn dan alleen mogelijk indien het waterbezwaar dermate klein is dat geen vergunning nodig is. In de provincie Zuid-Holland dient het waterbezwaar dan kleiner te zijn dan 10 m³/u en 12.000 m³/jaar. Bij een constante onttrekking mag het waterbezwaar dus niet groter zijn dan circa 32 m³/dag (1,3 m³/u).

De geohydrologische parameters zijn ingeschat aan de hand van het huidige beschikbare onderzoek. Op basis van deze parameters wordt verwacht dat voor circa 1,0 m grondwaterstandsverlaging voor bijvoorbeeld de kelder van kavel 3B een debiet van circa 5 à 10 m³/u nodig is. Hiervoor zal geen toestemming worden verleend.

Een optie kan zijn om rondom de kelders permanente damwanden toe te passen. De damwanden dienen dan bij voorkeur tot minimaal NAP -14 m (lengte plank 10 m) te worden geplaatst. In dat geval wordt per kelder een debiet van maximaal 1 m³/u worden verwacht. In deze situatie dient wel nader onderzoek te worden uitgevoerd om meer zekerheid over de waterremmende werking van de lagen tussen NAP -9 m en NAP -14 m te verkrijgen. Verder dient de provincie de verschillende kelders in het plangebied afzonderlijk beoordelen (niet als één samenhangend geheel).

Een andere optie is om geen permanente damwanden toe te passen maar de halfverdiepte kelders hoger aan te leggen. Op basis van de huidige gegevens moet dan bovenkant keldervloer op 0,5 à 0,75 m onder maaiveld komen; in dat geval kun je nauwelijks meer over een kelder praten.

7. BEMALINGSADVIES (VOOR DE UITVOERINGSFASE)

7.1 Algemeen

Uit de projectgegevens blijkt dat de voor de halfverdiepte kelders tot circa NAP -5,9 m zal worden ontgraven. Op dit niveau is in het algemeen zandige klei of kleig zand aanwezig. Een diepere ontgraving ten behoeve van een grondverbetering is waarschijnlijk niet noodzakelijk (bij een gesloten vloer).

De grondwaterstand wordt verwacht op circa NAP -5,0 m (maximaal NAP -4,5 m). Gezien het ontgravingsniveau en de grondwaterstand zal een bemaling noodzakelijk zijn. De bemaling dient de grondwaterstand tot circa NAP -6,3 m (0,4 m drooglegging) te verlagen. De benodigde verlaging bedraagt dan 1,3 m (maximaal 1,8 m).

Voor de halfverdiepte kelders is geen spanningsbemaling benodigd.

Bij kavel 1 wordt een ondergrondse parkeergarage aangelegd. De diepte is op dit moment onbekend (circa NAP -6,6 m). Aangenomen wordt dat de ontgraving voor kelder tot maximaal 2,7 m onder maaiveld reikt. In dat geval is geen spanningsbemaling nodig. De grondwaterstand dient dan tot 3,1 m onder maaiveld (NAP -7,0 m) te worden verlaagd. De benodigde verlaging bedraagt dan 2,0 m (maximaal 2,5 m).

7.2 Bemalingssysteem

Uitgegaan wordt van ontgravingen tot maximaal NAP -6,6 m. In dat geval is geen spanningsbemaling nodig. De freatische grondwaterstand (in de deklaag) dient wel te worden verlaagd. De bemaling wordt bij voorkeur uitgevoerd met behulp van horizontale drains op circa 1,5 à 2,0 m onder het ontgravingsniveau. Bij het aanleggen van de drains dient de drainsleuf met goed doorlatend zand te worden aangevuld. De drains kunnen in de lengterichting op onderlinge afstanden van circa 7,5 m worden gelegd. De ligging van de drains dient in het palenplan te worden ingepast.

Eventueel kan de bemaling worden uitgevoerd met behulp van een bemaling op verticale filters rondom de ontgraving. De filters dienen te reiken tot circa NAP -9 m; om een goed droog talud te verkrijgen dienen de filters over de gehele lengte te worden omhuld. De filters moeten worden geplaatst aan de insteek van het talud met een hart op hart afstand van circa 2 à 3 m en te worden voorzien van inhangsers die worden aangesloten op een ringleiding. Mogelijk is aanvullend een open bemaling in een verdiepte gedeelte noodzakelijk.

7.3 Prognose van het debiet

Met behulp van het eindige elementenprogramma MicroFEM is een model voor de grondwaterstroming gemaakt waarin de parameters uit paragraaf 4.2 zijn verwerkt. De diameter van het model bedraagt circa 2000 meter. Met dit model zijn stationaire berekeningen uitgevoerd. Uitgegaan wordt van een bemaling op horizontale drains. Bij een bemaling op verticale filters zal het waterbezwaar groter zijn. Verder wordt aangenomen dat de kelders relatief hoog liggen zodat

geen spanningsbemaling nodig is. Indien wel een spanningsbemaling nodig is, zullen aanzienlijk hogere debieten optreden.

In tabel 7-1 zijn de berekeningsresultaten opgenomen.

Tabel 7-1: *Prognose stationaire debieten (uitvoering met horizontale drains)*

Onderdeel	grondwaterstandsverlaging [m]	prognose debiet [m³/u]	
		met damwand	zonder damwand
kelder kavel 1 ¹⁾	2,5	5-15	25-30
kelder kavel 3B	1,8	1-5	20
kelder kavel 4B	1,8	1-5	20
kelder kavel 5B	1,8	2-10	20

¹⁾ aangenomen afmetingen 80 m bij 80 m

Er wordt benadrukt dat de berekende debieten prognoses betreffen op basis van geschatte parameters (gebaseerd op inventariserend onderzoek). In de praktijk kunnen afwijkingen van het berekende debiet optreden.

8. INVLOED OP DE OMGEVING

8.1 Algemeen

Ten gevolge van de bemaling zullen ook de grondwaterstanden in de omgeving worden beïnvloed. Dit kan leiden tot negatieve effecten, zoals het optreden van (maaiveld) zettingen, droogteschade aan (landbouw) gewassen, het verplaatsen van verontreinigingen of het verplaatsen van het zoet-zout grensvlak.

8.2 Verlaging van de grondwaterstand

In tabel 8-1 staat een prognose van de verlaging van de grondwaterstand in de omgeving bij een verlaging van 2,5 m ter plaatse van de bouwput. De vermelde verlagingen betreffen de stationaire situatie.

Tabel 8-1: *Prognose van de verlagingen van de grondwaterstand in de omgeving*

Verlaging [m]	Afstand tot rand bouwput [m]
2,5	0
1,0	40
0,5	80
0,25	120
0,10	170

8.3 Zettingen

Door het verlagen van de grondwaterstand neemt de korrelspanning in de ondergrond toe. Dit kan in samendrukbare lagen leiden tot zettingen. In het algemeen treden pas zettingen op indien de grondwaterstand wordt verlaagd tot onder het niveau van de gemiddeld laagste grondwaterstand (GLG).

De GLG op de locatie wordt geschat op NAP -5,5 m.

In een gebied tot 100 m afstand kunnen geringe maaiveldzettingen optreden. Gezien de aangetroffen grondslag zullen de zettingen naar verwachting beperkt blijven tot maximaal 5 mm. Met toenemende afstand tot de bouwput zal het risico op zettingen afnemen.

8.4 Droogteschade aan gewassen

De bemaling vindt plaats in stedelijke gebied. Droogteschade aan landbouwgewassen zal niet optreden.

8.5 Verplaatsen van grond(water)verontreinigingen

Ten aanzien van het verplaatsen van eventueel aanwezige (grondwater)verontreinigingen is in 2004 bij de gemeente Zoetermeer en de provincie Zuid-Holland nagevraagd of binnen een straal van 200 m tot het project grondwaterverontreinigingen bekend zijn.

Door de gemeente Zoetermeer (mevrouw Vemde) is aangegeven dat onder de werkplaats van garagebedrijf Mové; BIS 220 aan het Abdissenbos 3 een minerale restverontreiniging in het grondwater aanwezig is. De verontreiniging bevindt zich circa 150 m ten westen van de geplande bemaling (kortste afstand). Volgens de Provincie Zuid-Holland (de heer Kaandorp) is het onduidelijk of hier een verontreiniging aanwezig is. Volgens hun gegevens is op deze locatie geen (grondwater)verontreiniging aanwezig.

Volgens de provincie Zuid-Holland bevindt zich bij de rotonde van de Bredewater en de Meerzichtlaan een grondverontreiniging (geen grondwaterverontreiniging). Deze verontreiniging zal dan ook niet worden beïnvloedt door de bemaling.

Aanbevolen wordt om een update van bekende verontreinigingen aan te vragen. Vooralsnog lijkt het aspect verontreiniging geen probleem voor een bemaling.

8.6 Invloed op het zoet/zout grensvlak

Het zoet/zout grensvlak wordt op een diepte van NAP -20 m verwacht (circa bovenkant watervoerend pakket). De bemaling vindt volledig plaats in de toplagen. Door de bemaling zal het zoet/zout grensvlak naar verwachting niet worden beïnvloedt.

Het onttrokken grondwater is zeer waarschijnlijk zoet. Mogelijk kan de onttrokken water worden geloosd op het open water. Hierover dient in overleg te worden getreden met het Hoogheemraadschap van Rijnland.

8.7 Overige grondwateronttrekkingen

Bij de provincie is in 2004 navraag gedaan naar andere grondwateronttrekkingen in het gebied. De provincie Zuid-Holland heeft de onttrekkingen van 2003 in een straal van circa 2 kilometer rondom de projectlocatie ter beschikking gesteld.

In 2003 waren 15 aanmeldingen van grondwateronttrekkingen waarvan 2 permanent. De tijdelijke onttrekkingen betreffen bouwputbemalingen en grondsanerungen. Normaal gesproken kan ervan uit worden gegaan dat deze onttrekkingen al zijn stopgezet.

De permanente bemalingen zijn de volgende:

Inrichting naam	adres	afstand tot projectlocatie* [m]	Hoeveelheid [m ³ /jaar]
Nutricia	1 ^e stationsstraat 186	1100	500
IBM terrein	Boerhavelaan 11	0	339502

* nauwkeurigheid van circa 500 m (opgave Provincie Zuid-Holland)

De onttrekking op het IBM terrein (Boerhaavelaan 11) betreft een koude-warmte opslag. Er wordt onttrokken uit en geïnfiltrerd in het 2^e watervoerende pakket. De top van het 2^e watervoerende pakket bevindt op circa NAP -55 à -60 m. Voor de bemaling wordt alleen onttrokken uit de deklaag (maximaal NAP -10 m) zodat de koude-warmte opslag niet zal worden beïnvloedt.

9. REGELGEVING BOUWPUTBEMALING

9.1 Onttrekken van grondwater

Volgens artikel 14, lid 1 van de Grondwaterwet is het onder andere verboden grondwater te onttrekken, tenzij daarvoor door Gedeputeerde Staten (de Provincie) een vergunning is verleend. Provinciale Staten kunnen door middel van Algemene Maatregel van Bestuur (AMvB) bij verordening algemene regels opstellen. Indien de bemaling binnen deze algemene regels valt, hoeft geen vergunning te worden aangevraagd. In dit geval dient de bemaling bij de Provincie te worden gemeld.

Op basis van gegevens van de Provincie Zuid-Holland van 22 – 11 – 1996 valt de onttrekking in een **kwetsbaar gebied**. In de Provincie Zuid-Holland zijn bemalingen ten behoeve van het drooghouden van een bouwput in kwetsbare gebieden niet vergunningsplichtig, indien:

- De onttrekkingshoeveelheid kleiner is dan 20.000 m³/maand (= gemiddeld 27 m³/u);
- Het onttrekkingsdebiet kleiner is dan 60 m³/uur;
- De onttrekking niet langer duurt dan 6 maanden;
- De totale onttrekkingshoeveelheid kleiner is dan 50.000 m³/6 maanden.

Wanneer aan bovenstaande criteria wordt voldaan, kan volstaan worden met een melding voor het onttrekken van grondwater bij de Provincie. Indien de te onttrekken hoeveelheid grondwater of de tijdsduur van de bemaling de bovenstaande criteria overschrijdt, dient een vergunning te worden aangevraagd. De doorlooptermijn voor het aanvragen van een vergunning bedraagt circa zeven maanden.

Tevens geldt (artikel 28):

1. Inrichtingen en/of infiltratiewerken, die vanwege één opdrachtgever plaatsvinden en die een samenhangend geheel vormen, gelden als één inrichting.
2. Inrichtingen en/of infiltratiewerken vormen geen samenhangend geheel, indien de invloedsgebieden van die onttrekkingen elkaar niet overlappen.
3. Deze vormen eveneens geen samenhangend geheel, indien:
 - a. zes maanden of meer bestaan tussen de beëindiging van de onttrekking en het begin van de volgende onttrekking of;
 - b. is aangetoond dat de grondwaterstand en de stijghoogte in de diepere watervoerende pakketten zich na het beëindigen van een onttrekking hebben hersteld tot de onbeïnvloede grondwaterstand en de stijghoogte in de diepere watervoerende pakketten alvorens de volgende onttrekking begint.

Op basis van de bovenstaande gegevens en de nu bekende projectgegevens kan geconcludeerd worden dat het project mogelijk vergunningsplichtig is. Dit hangt met name samen met de planning. Indien alle kelders als afzonderlijke inrichtingen kunnen worden beschouwd, is het project waarschijnlijk niet vergunningsplichtig.

9.2 Lozen van bronneringswater

Waterkwantiteit

De afvoercapaciteit van het open water en van het riool is gelimiteerd. Met name het debiet dat op het riool mag worden geloosd is in veel gevallen beperkt. Het debiet dat op het open water mag worden geloosd is onder andere afhankelijk van de grootte van het open water, de afvoermogelijkheden en de functie van het oppervlaktewater. In de meeste gevallen mag op het open water een duidelijk groter debiet worden geloosd dan op het riool. In veel gevallen gaat de voorkeur van het bevoegd gezag uit naar het lozen van het bronneringswater op het open water boven het lozen op het riool. Er moet wel rekening mee worden gehouden dat in de (directe) omgeving van het project een geschikte locatie aanwezig moet zijn voor het lozen op het open water.

Waterkwaliteit

Zowel bij een lozing op het open water als bij een lozing op het riool wordt naast het debiet ook de kwaliteit van het bronneringswater beoordeeld. Als de kwaliteit van het bronneringswater niet direct aan de lozingseisen voldoet, dient in veel gevallen een waterzuivering te worden geplaatst. Geadviseerd wordt om vooraf een monster van het grondwater te nemen en te analyseren op het standaard NEN5740-pakket en op de lozingsparameters om een indicatie van de waterkwaliteit van het te lozen water te verkrijgen. Vervolgens kunnen de analyseresultaten ter beoordeling aan de waterkwaliteitsbeheerder worden voorgelegd.

Regelgeving ten aanzien van lozingen op het oppervlaktewater

De regionale waterkwaliteits- en kwantiteitsbeheerders (in het algemeen gecombineerd bij het waterschap) zijn verantwoordelijk voor de vergunningverlening voor rechtstreekse lozingen op het open water.

Regelgeving ten aanzien van lozingen op de riolering

De lozingen op de riolering vallen altijd onder de Wet milieubeheer. De gemeente (kwantiteit) en het waterschap (kwaliteit) verleent de lozingsvergunningen of beoordeelt de aanmeldingsformulieren. Voor bepaalde bedrijven en instellingen die op de riolering lozen verleent echter ook het waterschap op basis van de Wet verontreiniging oppervlaktewateren een vergunning.

Kosten lozen bronneringswater

Aan het lozen van bronneringswater zijn in het algemeen kosten verbonden.

Proceduretermijn

Opgemerkt wordt dat de proceduretijd voor het verkrijgen van toestemming om het bronneringswater te mogen lozen op kan lopen tot 6 à 8 maanden. Dit geldt met name als men voornemens is om het bronneringswater te lozen op het open water.

9.3 Grondwaterbelasting

Grondwaterbelasting wordt door het Rijk geheven over het onttrekken van grondwater aan de bodem. De heffing geldt alleen voor zoet grondwater (chloridegehalte lager dan 300 mg chloride per liter). Het tarief voor 2006 is vastgesteld op € 0,1826 per kubieke meter onttrokken zoet grondwater. Voor de komende jaren wordt per jaar een geringe aanpassing (verhoging) van het tarief verwacht.

Voor een bouwputbemaling geldt een vrijstelling indien minder dan 50.000 m³ per maand wordt onttrokken én de bemaling gedurende maximaal 4 maanden wordt gehandhaafd. Worden deze grenzen overschreden, dan wordt over elke kubieke meter onttrokken grondwater belasting geheven.

Op basis van de nu bekende projectgegevens kan geconcludeerd worden dat de bemaling niet belastingplichtig is indien de verschillende kelders als afzonderlijke inrichtingen kunnen worden beschouwd. Is dit niet het geval, dan kan het project belastingplichtig zijn. Verder geldt een vrijstelling voor het betalen van grondwaterbelasting bij kleine onttrekkingen. In geval een pompcapaciteit van minder dan 10 m³/u (=240 m³/d) wordt geïnstalleerd hoeft geen belasting te worden betaald. Mogelijk wordt echter een grotere pompcapaciteit geïnstalleerd. Door middel van metingen van het debiet kan worden aangetoond dat minder dan 10 m³/u wordt onttrokken.

10. INVENTARISEREND FUNDERINGSADVIES

10.1 Keuze funderingstype

Gelet op de projectgegevens en de opbouw en samenstelling van de ondergrond zou elk paaltype toegepast kunnen worden. In dit rapport zal voorlopig worden uitgegaan van een fundering op geheide geprefabriceerde betonpalen.

De berekeningen van de maximale verticale draagkracht zijn uitgevoerd voor geprefabriceerde betonpalen en zijn voor de paaldrukdraagkracht gebaseerd op de geotechnische normen NEN 6740 en NEN 6743, en voor de paaltrekdraagkracht gebaseerd op voornoemde geotechnische normen en CUR rapport 2001-4 "Ontwerpregels voor trekpalen".

10.2 Reductie van gemeten conusweerstand in verband met ontgraving

Bij het berekenen van de maximale paalschachtwrijvingen en de maximale puntweerstand wordt rekening gehouden met een ontgraving tot circa NAP -6,0 m.

Indien het ontgravingsniveau wordt gewijzigd, dient dit te worden gecontroleerd.

10.3 Paalpuntniveaus met maximale puntweerstand

In tabel 10-1 is per sondering het voor de benodigde paaldrukdraagkracht geadviseerde paalpuntniveau met de bijbehorende maximale puntweerstand ($p_{r,max;punt}$) aangegeven voor geprefabriceerde betonpalen.

De maximale puntweerstand zijn voor geprefabriceerde betonpalen berekend met een paalklassefactor $\alpha_p = 1,0$; voor de overige paalfactoren geldt: $\beta = s = 1,0$.

Tabel 10-1 Paalpuntniveaus en maximale puntweerstand

Geprefabriceerde betonpalen			
Sondering Nummer	Maaiveldhoogte [NAP + m]	Paalpuntniveau [NAP + m]	$p_{r,max;punt}$ [MPa]
1	-3,87	-19,0	10,0
2	-3,85	-18,0 (-19,0)	12,0 (12,0)
3	-3,94	-18,0	8,0
4	-3,95	-18,0 (-23,0)	8,0 (11,0)
5	-3,98	-23,0*	12,0
6	-3,90	-19,0	10,0
7	-3,90	-18,0	13,0

Geprefabriceerde betonpalen			
8	-3,95	-18,0 (-23,0)	10,0 (9,0)

Tussen de sonderingen 5 enerzijds en de sonderingen 4 en 8 anderzijds bevindt zich ergens een overgang van grondprofiel en dus van inheinniveau. Geadviseerd wordt in een latere fase sonderingen uit te voeren met een kleinere hart op hart afstand (bijvoorbeeld 10 m). Dit geldt met name indien ter plaatse van dit gebied één kelderbak of constructie is gepland. Overwogen kan worden om plaatselijk vibropalen toe te passen. Bij vibropalen kan de lengte in het werk bepaald worden. Indien vibropalen worden geheid vanuit een ontgraven bouwput, kan lek langs de paalschacht en bleeding optreden.

10.4 Negatieve kleef en paalschachtwrijvingen

In de toekomst kunnen zettingen optreden in de samendrukbare lagen van de ondergrond. Deze zettingen leiden tot negatieve kleef langs de funderingspalen. Voor de berekening van de negatieve kleef is de grondwaterstand aangenomen op een niveau van NAP -5,0 m. De negatieve kleef is vanaf maaiveld tot circa NAP -14,0 m in rekening gebracht. De grootte van de representatieve waarde van de negatieve kleef bedraagt circa 100 kN/m paalomtrek.

De maximale paalschachtwrijving is met de procentenmethode berekend over het traject vanaf circa NAP -14,0 m tot het geadviseerde paalpuntniveau. Hierbij is voor geprefabriceerde betonpalen een factor gehanteerd van $\alpha_s = 0,010$ voor druk en $\alpha_t = 0,007$ voor trek.

De grootte van de maximale paalschachtwrijving bedraagt op een niveau van NAP -18 m ten minste 310 kN/m paalomtrek bij een α_s van 0,010 (voor druk).

10.5 Rekenwaarden netto paaldrukdraagkracht en paaltrekdraagkracht

Voor de in tabel 10-1 vermelde geadviseerde paalpuntniveaus en relevante waarden voor de maximale paalpuntweerstand ($p_{r,max;punt}$) en de in paragraaf 10.4 bepaalde waarden van de negatieve kleef ($F_{s,nk;rep}$) en paalschachtwrijving zijn, voor geprefabriceerde betonpalen, de volgende waarden berekend:

- De rekenwaarden van de netto paaldrukdraagkracht (op paalkopniveau).

Hierbij zijn voor de *drukpalen*, conform NEN 6743, de volgende factoren gehanteerd; $\xi = 0,75$ (1 sondering; niet-stijf bouwwerk), $\gamma_{m,b} = 1,25$ en $\gamma_{f,nk} = 1,00$. Uitgegaan wordt van een ξ van 0,75 omdat de afstand tussen de sonderingen minimaal 80 m bedraagt. Indien in een latere fase meer sonderingen worden uitgevoerd, dan kan een ξ van 0,83 worden gehanteerd.

- De rekenwaarden van de paaltrekdraagkracht (op paalkopniveau) voor een alleenstaande trekpaal. Hierbij zijn, conform CUR rapport 2001-4, de volgende factoren gehanteerd; $\xi = 0,75$ (1 sondering; niet-stijf bouwwerk), $\gamma_{m;b} = 1,40$, $\gamma_{m;var;qe} = 1,25$ (ten gevolge van variabele opwaartse druk), $\gamma_{paal} = 24,0 \text{ kN/m}^3$ en $\gamma_{m;g} = 1,10$. Een mogelijk gunstige invloed van heiverdichting is buiten beschouwing gelaten.

De resultaten van de rekenwaarden voor de netto paaldrukdraagkracht en de paaltrekdraagkracht zijn opgenomen in Tabel 10-2.

Tabel 10-2 Rekenwaarden voor de netto paaldrukdraagkracht ($F_{r;net;d}$)
 en de paaltrekdraagkracht ($F_{r;trek;d}$)

Geprefabriceerde betonpalen		
Paalafmetingen [mm × mm]	$F_{r;net;d}$ [kN]	$F_{r;trek;d}^{#)}$ [kN]
290 × 290	420	120
350 × 350	600	145
400 × 400	760	170
450 × 450	950	195

Trekpalen moeten over de gehele paallengte worden gewapend op de maximale paaltrekkracht.

Berekeningsvoorbeelden zijn opgenomen onder bijlage D.

10.6 Paalkopzakkingen in de bruikbaarheidsgrenstoestand

De paalkopzakkingen in de bruikbaarheidsgrenstoestand bedragen (bij de maximale representatieve paaldrukbelastingen) maximaal circa 5 à 10 mm. Afhankelijk van de opbouw van de ondergrond en de belastingsverschillen bedragen de zettingsverschillen, uitgaande van praktisch gelijke paalbelastingen, maximaal 5 mm.

De werkelijk optredende zettingen en zettingsverschillen zijn afhankelijk van de beschouwde locatie, de toegepaste paalafmetingen en de werkelijk optredende paalbelastingen.

10.7 Uitvoering

Het op diepte heien van de geprefabriceerde betonpalen zal naar verwachting kunnen worden uitgevoerd met bij voorkeur een (traploos regelbaar) hydraulisch heiblok met een netto slagenergie van circa 25 à 100 kNm, een en ander afhankelijk van het paalpuntniveau en de paalafmeting.

Voor algemene richtlijnen voor de uitvoering van heiwerken wordt verwezen naar bijlage E (heiwerk).

11. CONCLUSIE EN AANBEVELINGEN

Indien de kelders binnen blijvende damwanden worden uitgevoerd, bestaat een mogelijkheid dat de kelder met een open vloer kan worden uitgevoerd. Hiervoor zal wel een permanente onderbemaling nodig zijn. Nader onderzoek van de slecht doorlatende lagen en overleg met de provincie zal nodig zijn of kan worden voldaan aan de (scherp gestelde) eisen van de provincie.

Voor de aanleg van de kelder zal een tijdelijke bemaling nodig zijn. Vooralsnog wordt aanbevolen de bemaling met horizontale drains uit te voeren. Indien de kelders als afzonderlijke inrichtingen kunnen worden beschouwd, is naar verwachting geen onttrekkingsvergunning nodig. Tevens is de onttrekking dan niet belastingplichtig. Als alle onderdelen als één inrichting wordt beschouwd, zal het project zowel vergunnings- als belastingplichtig zijn.

Gelet op de projectgegevens en de opbouw en samenstelling van de ondergrond zou elk paaltype toegepast kunnen worden. In dit rapport zal voorlopig worden uitgegaan van een fundering op geheide geprefabriceerde betonpalen. Geprefabriceerde betonpalen zijn goed geschikt om trekbelastingen op te nemen.

Bij de berekeningen voor de draagkracht is, in verband met het beperkte grondonderzoek en projectinformatie, extra veiligheidsfactoren toegepast. Indien meer informatie bekend is, zou mogelijk meer kunnen worden toegelaten.

Uit het onderzoek blijken 2 verschillende grondprofielen. Een redelijk consequent profiel is aangetroffen bij sondering 1 tot en met 4 en 6 tot en met 8. Bij sondering 5 (meest noordelijke sondering) wordt een afwijkende grondopbouw aangetroffen. Uit grondonderzoek (door Mos Grondmechanica uitgevoerd) aan de overzijde van de Afrikaweg blijkt dat de sonderingen voor dit project voornamelijk een grondopbouw conform sondering 5 aantonen.

Tussen de sonderingen 5 enerzijds en de sonderingen 4 en 8 anderzijds bevindt zich ergens een overgang van grondprofiel en dus van inheinniveau. Geadviseerd wordt in een latere fase sonderingen uit te voeren met een kleinere hart op hart afstand (bijvoorbeeld 10 m). Dit geldt met name indien ter plaatse van dit gebied één kelderbak of één constructie is gepland.

Afhankelijk van de geplande nieuwbouw en aanvullende informatie uit het grondonderzoek kan worden overwogen om plaatselijk vibropalen toe te passen. De lengte van vibropalen kunnen in het werk bepaald worden. Indien vibropalen worden toegepast vanaf ontgraven bouwputbodan, kan lek langs de paalschacht optreden. Aanbevolen wordt om minder dan 2,0 m verschil toe te laten tussen de bodan van de bouwkuip en de stijghoogte in het watervoerende pakket.

Opgesteld door:

ir. H.W. Thijssen (010 50 30 239)

ir. V. H. J. Bosch (010 50 30 214)

Rhoon, 28 augustus 2006

MOS GRONDMECHANICA B.V.

Contr. : j.s./v.b 

Opdracht : 095206
Plaats : Zoetermeer
Project : Zone Boerhaavelaan

Bijlage A

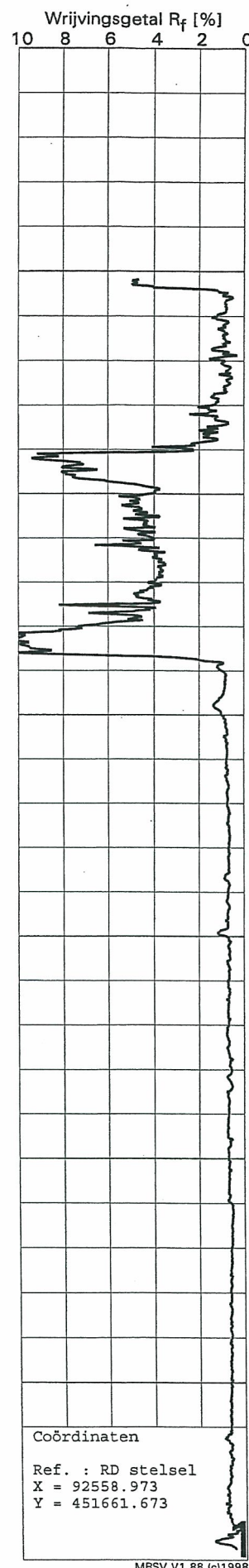
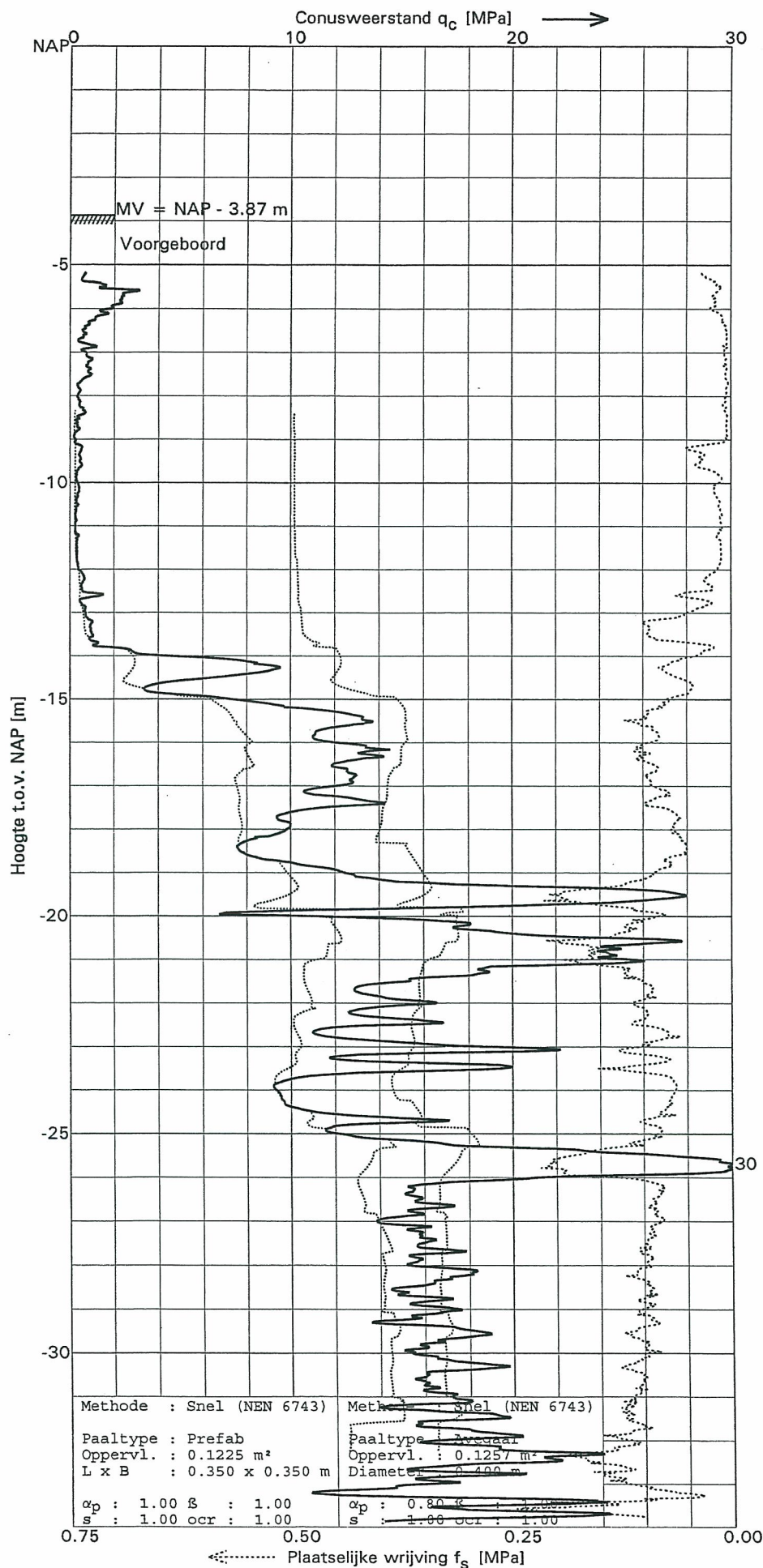
Sonderingen 1 tot en met 8

Sondering 1

Opdracht : 095206
Plaats : Zoetermeer
Datum : 06-08-11
Project : Zone Boerhaavelaan

Conus nummer : S10-CFI158
Soort conus : Elektrisch

NEN 5140
Wagen : 1
Pagina : 1 van 1



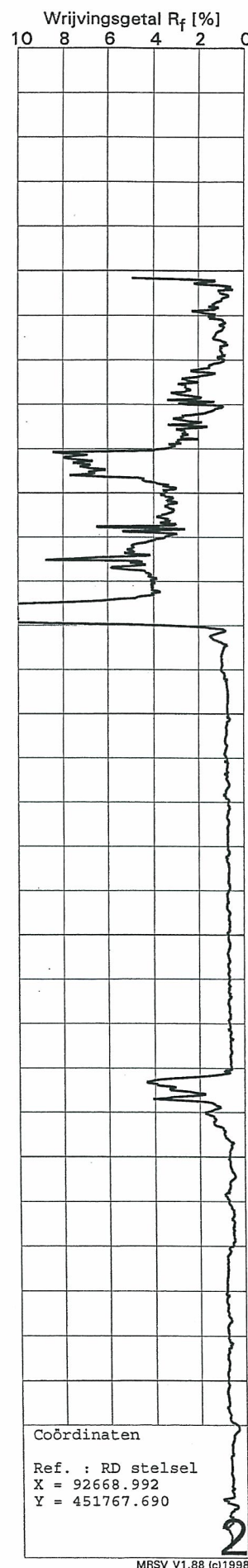
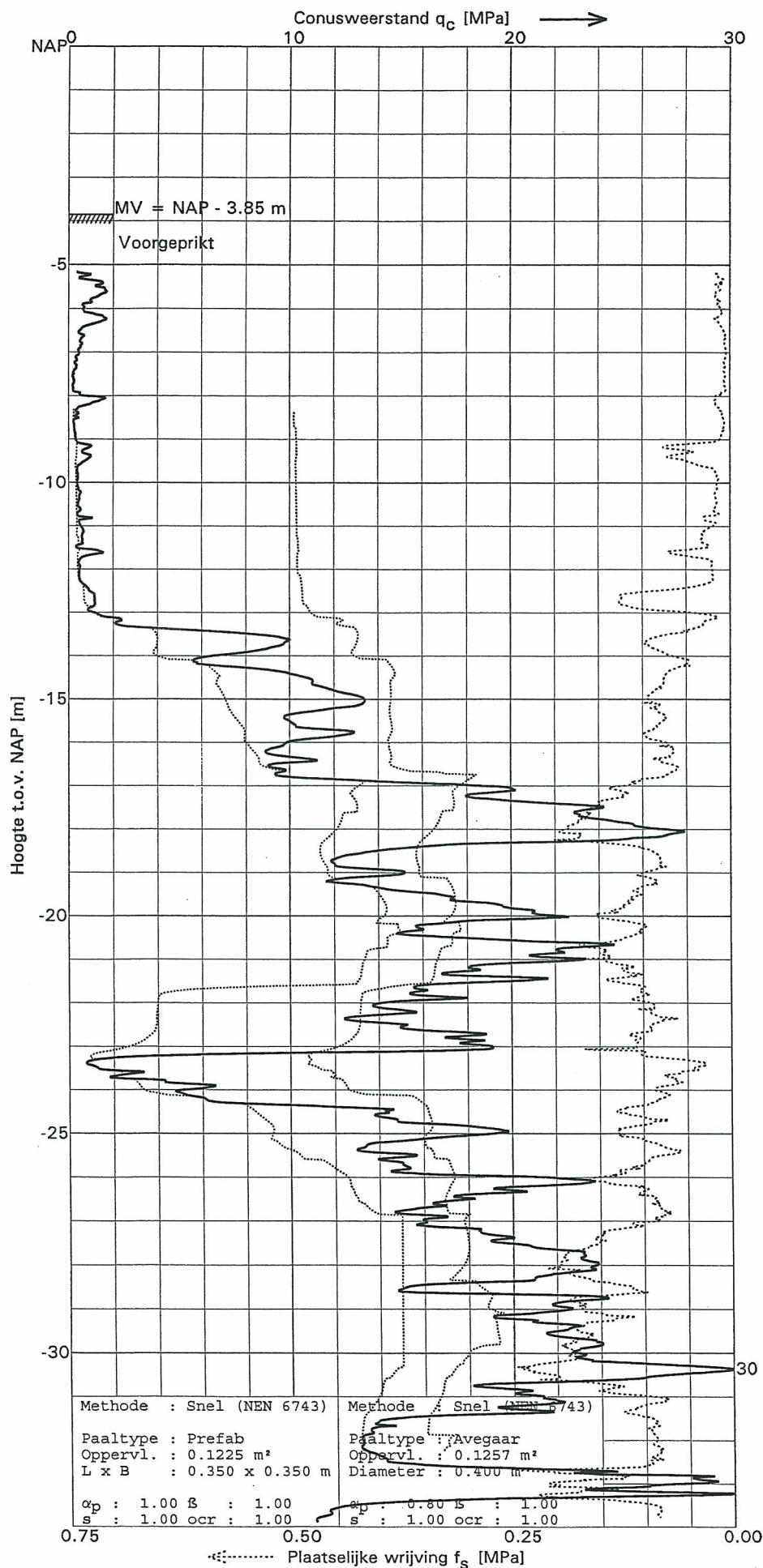
MRSV V1.88 (c)1998

Sondering 2

Opdracht : 095206
Plaats : Zoetermeer
Datum : 06-08-11
Project : Zone Boerhaavelaan

Conus nummer : S10-CFI158
Soort conus : Elektrisch

NEN 5140
Wagen : 1
Pagina : 1 van 1



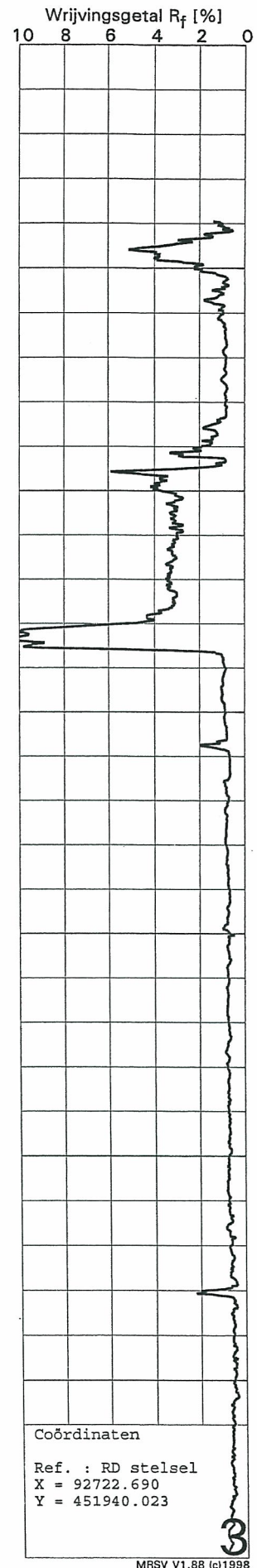
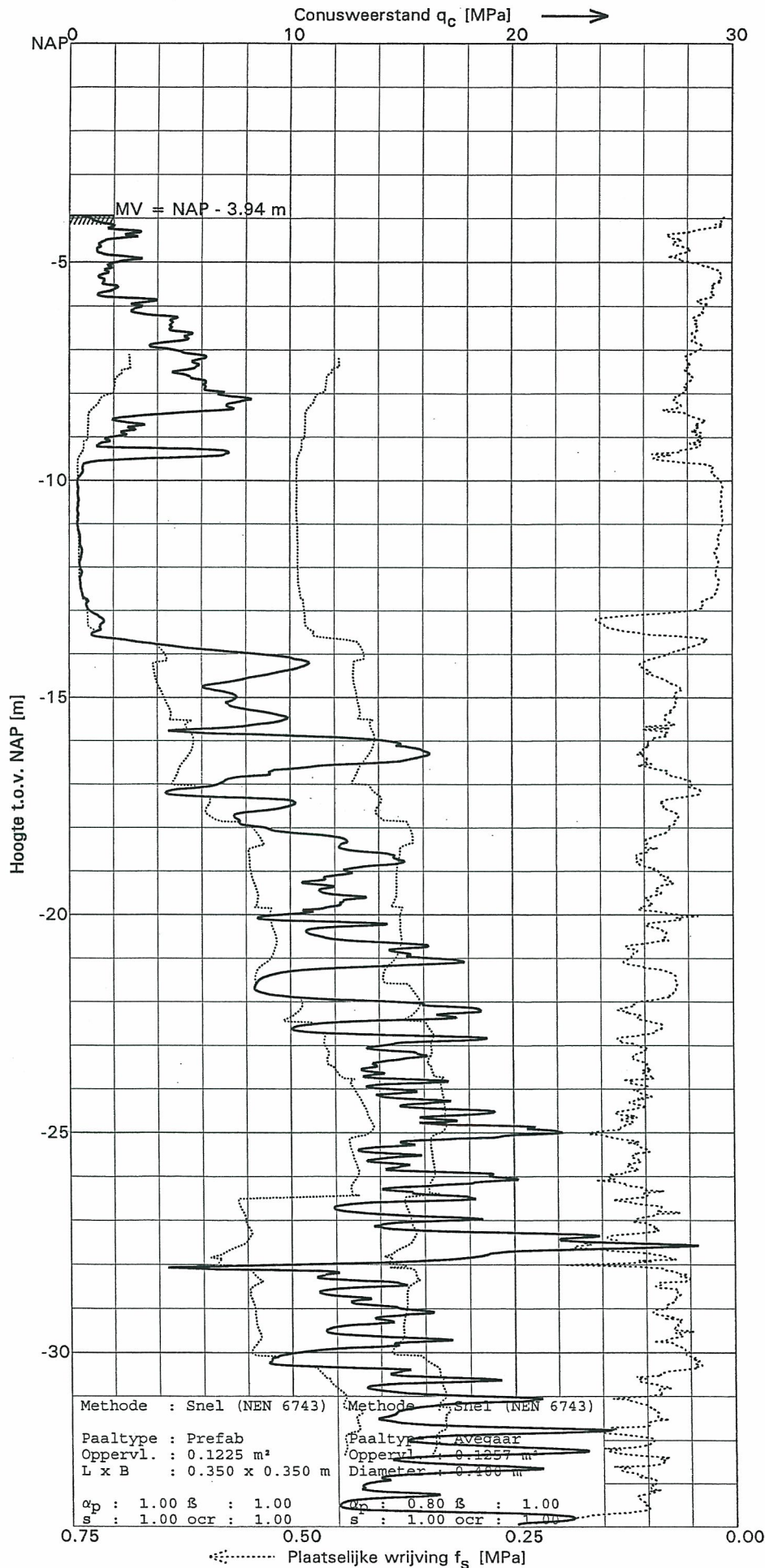
MRSV V1.88 (c)1998

Sondering 3

Opdracht : 095206
Plaats : Zoetermeer
Datum : 06-08-11
Project : Zone Boerhaavelaan

Conus nummer : S10-CFI158
Soort conus : Elektrisch

NEN 5140
Wagen : 1
Pagina : 1 van 1

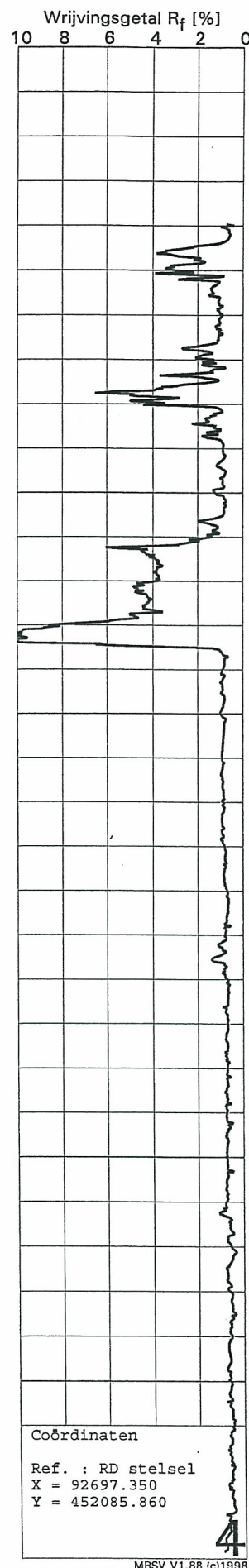
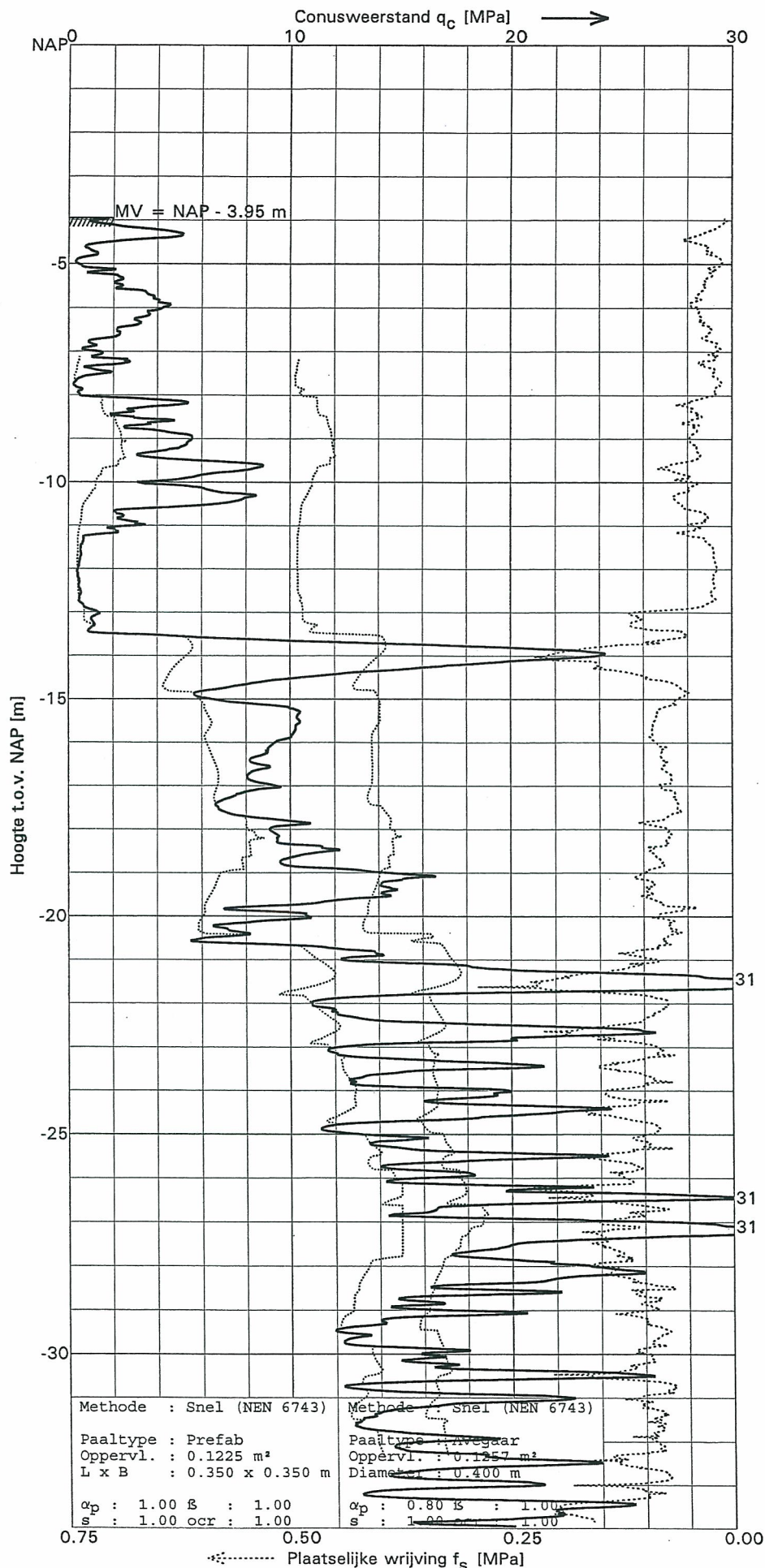


Sondering 4

Opdracht : 095206
Plaats : Zoetermeer
Datum : 06-08-10
Project : Zone Boerhaavelaan

Conus nummer : S10-CFI158
Soort conus : Elektrisch

NEN 5140
Wagen : 1
Pagina : 1 van 1



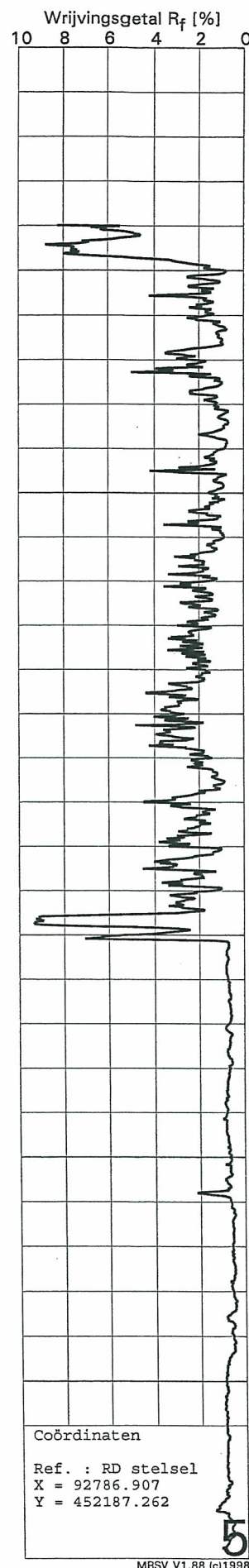
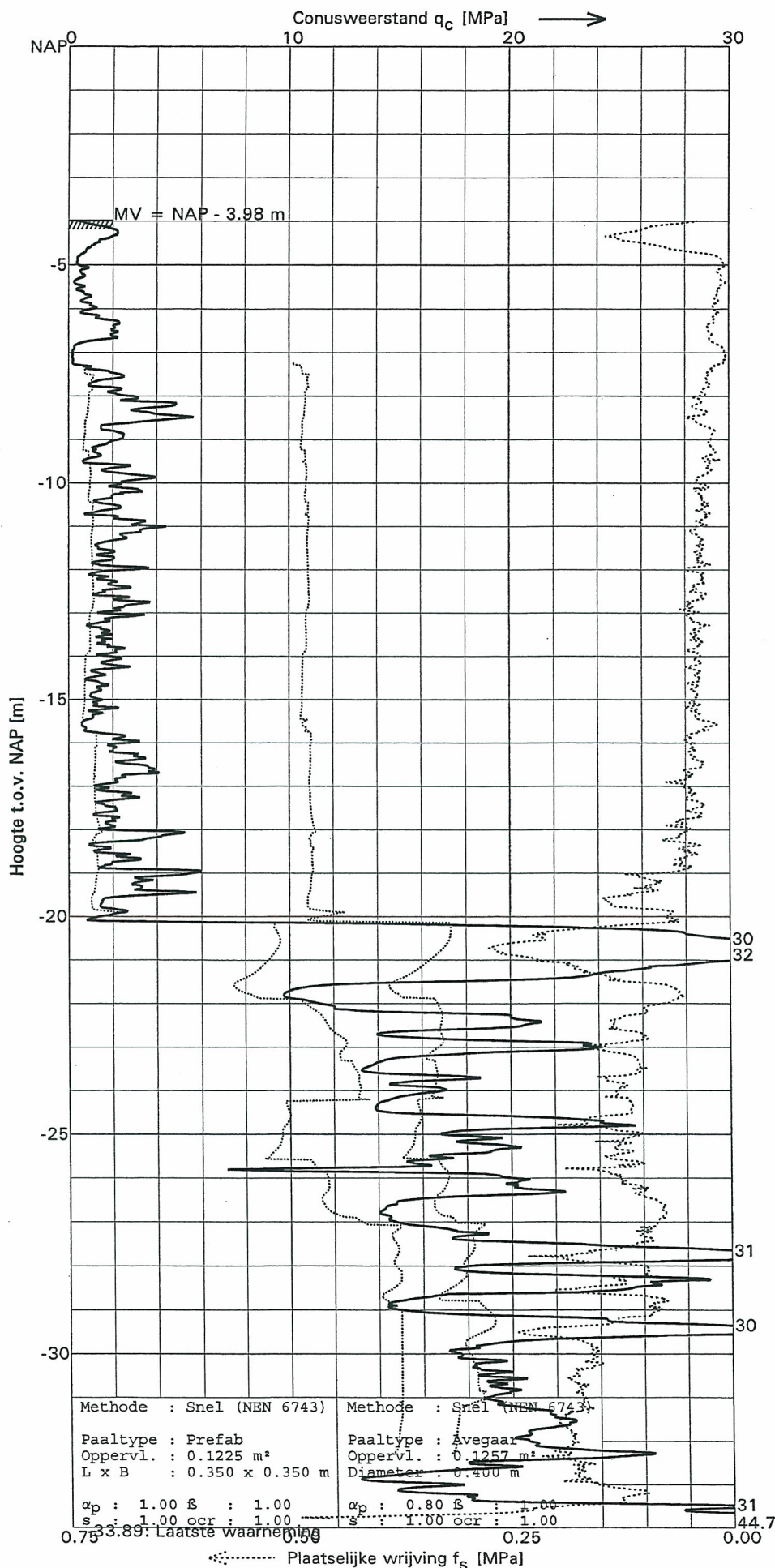
MRSV V1.88 (c)1998

Sondering 5

Opdracht : 095206
Plaats : Zoetermeer
Datum : 06-08-10
Project : Zone Boerhaavelaan

Conus nummer : S10-CFI158
Soort conus : Elektrisch

NEN 5140
Wagen : 1
Pagina : 1 van 1



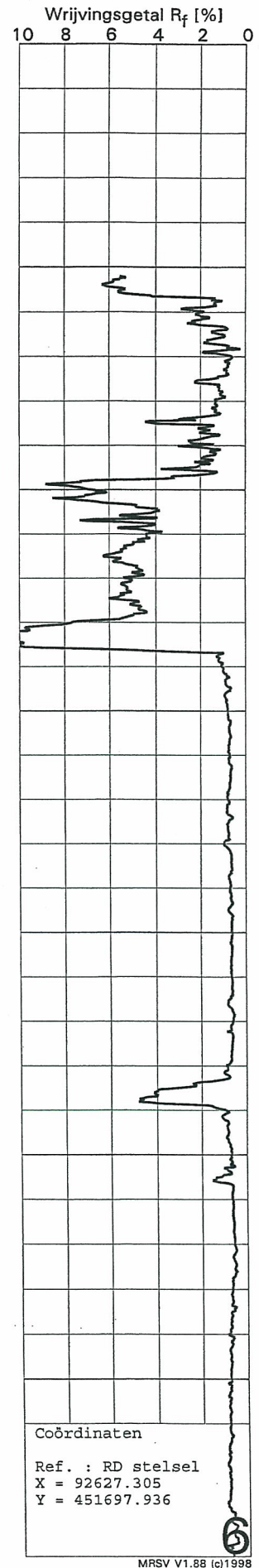
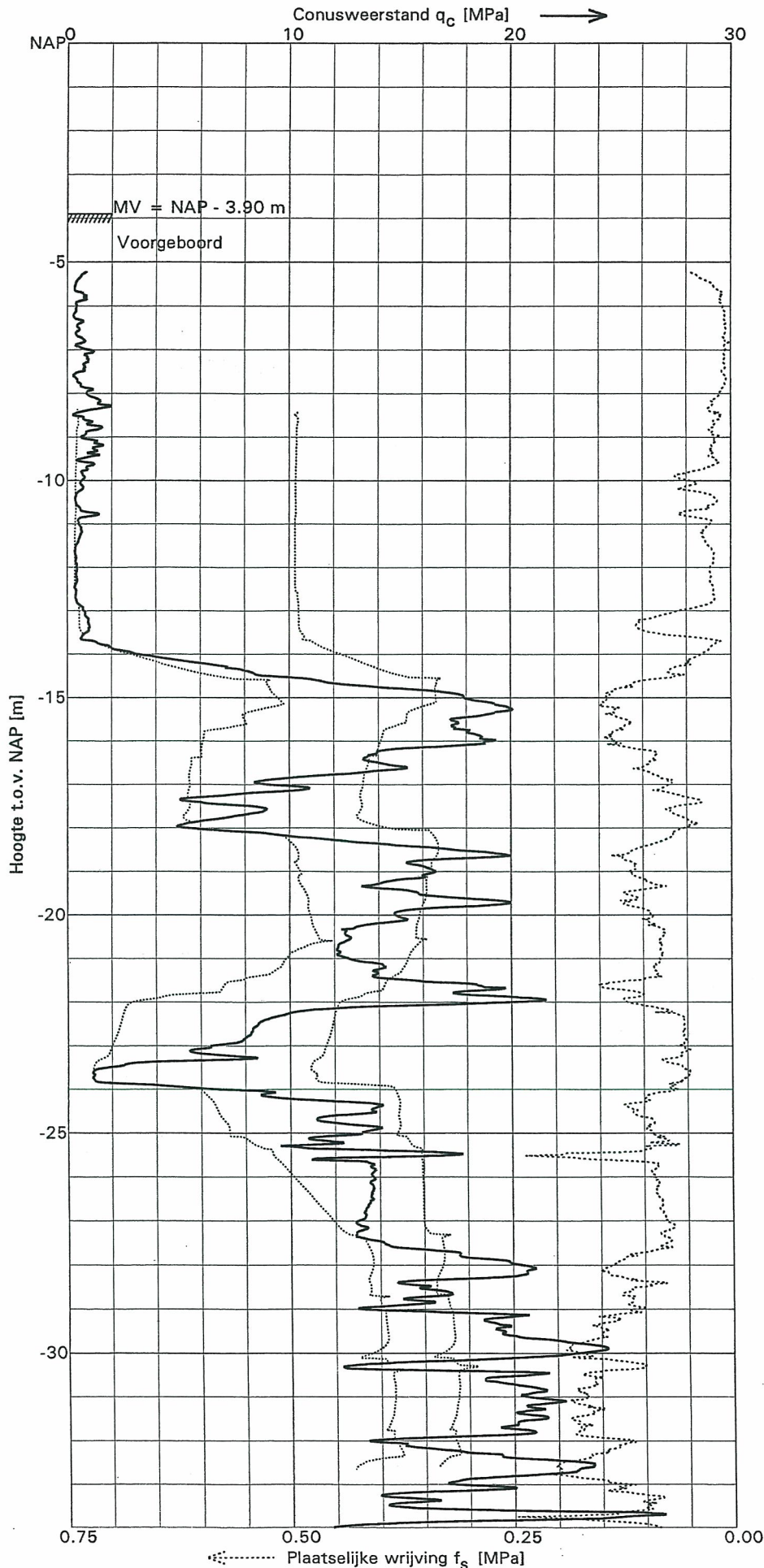
MRSV V1.88 (c)1998

Sondering 6

Opdracht : 095206
Plaats : Zoetermeer
Datum : 06-08-11
Project : Zone Boerhaavelaan

Conus nummer : S10-CFI158
Soort conus : Elektrisch

NEN 5140
Wagen : 1
Pagina : 1 van 2



Coördinaten
Ref. : RD stelsel
X = 92627.305
Y = 451697.936

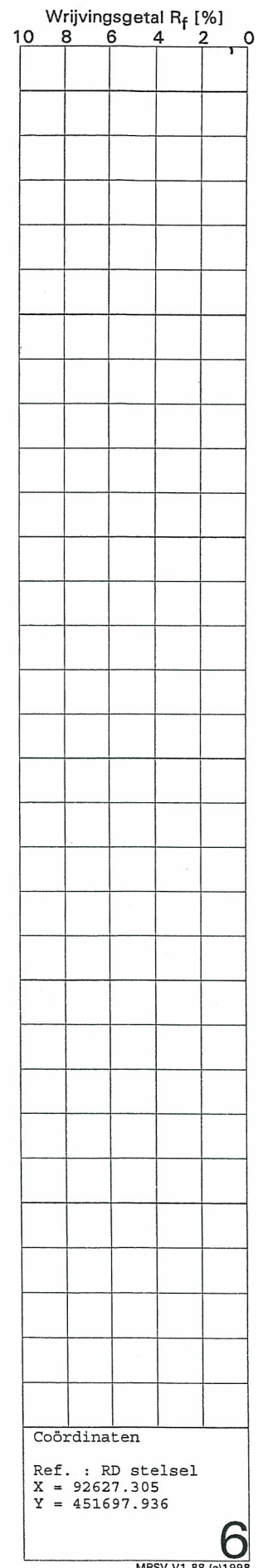
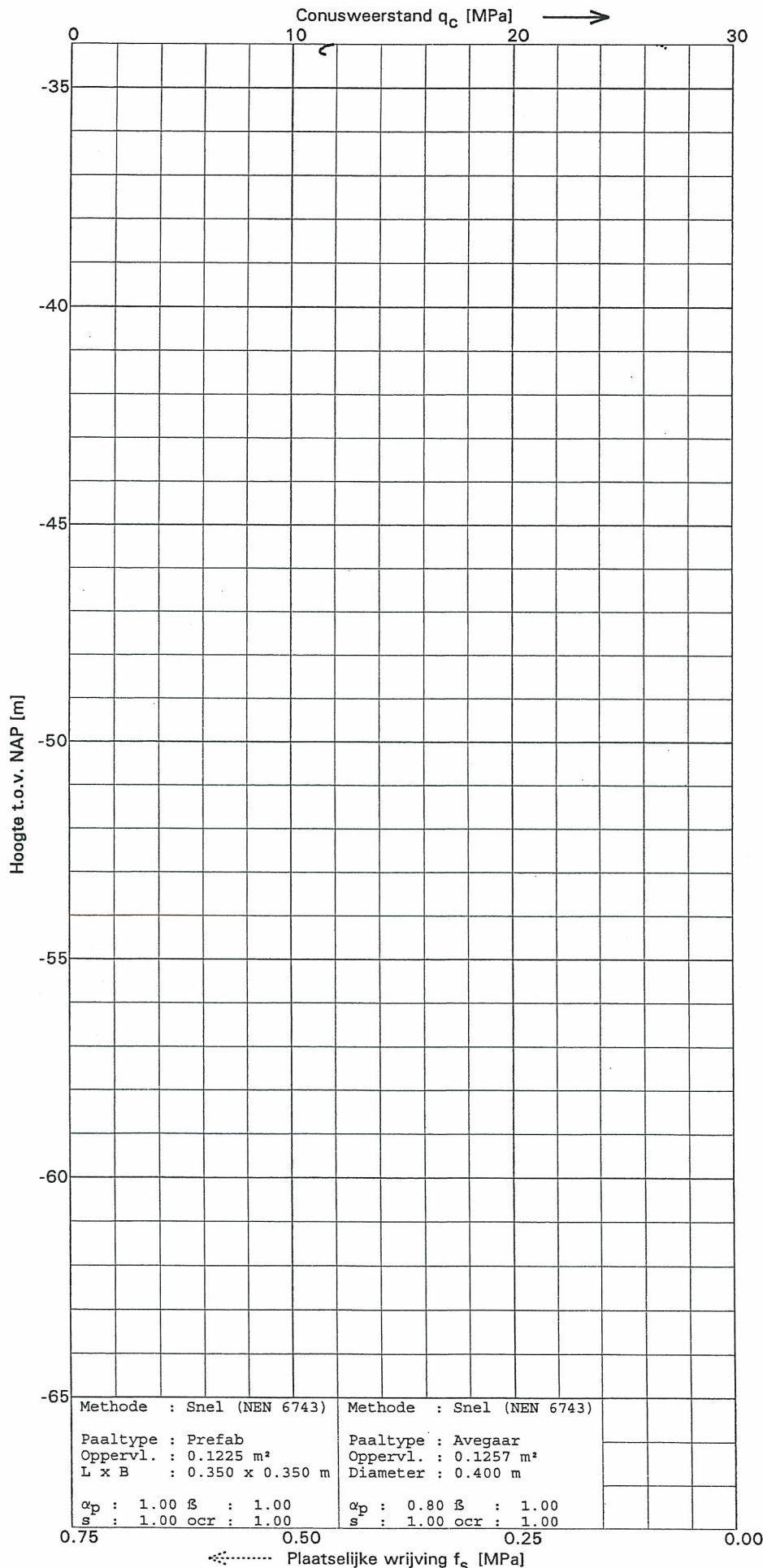
MRSV V1.88 (c)1998

Sondering 6

Opdracht : 095206
Plaats : Zoetermeer
Datum : 06-08-11
Project : Zone Boerhaavelaan

Conus nummer : S10-CFI158
Soort conus : Elektrisch

NEN 5140
Wagen : 1
Pagina : 2 van 2

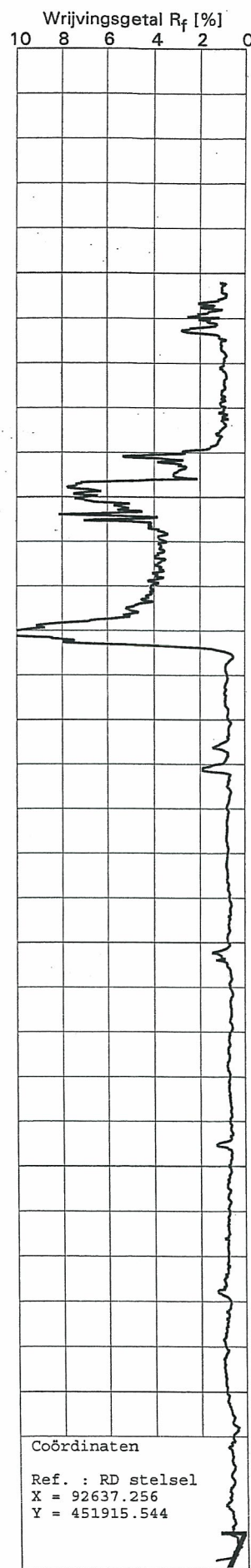
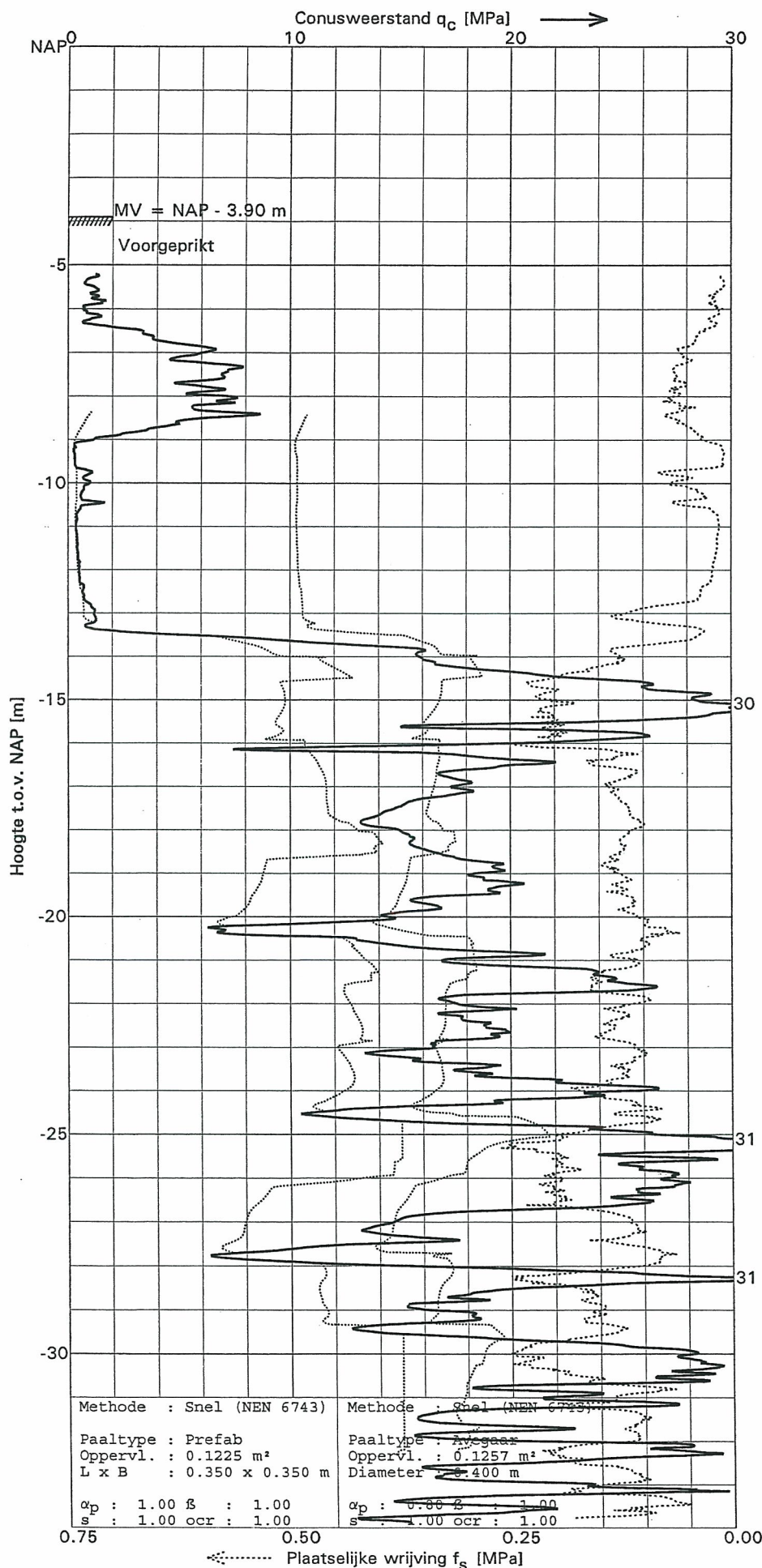


Sondering 7

Opdracht : 095206
Plaats : Zoetermeer
Datum : 06-08-11
Project : Zone Boerhaavelaan

Conus nummer : S10-CFI158
Soort conus : Elektrisch

NEN 5140
Wagen : 1
Pagina : 1 van 1



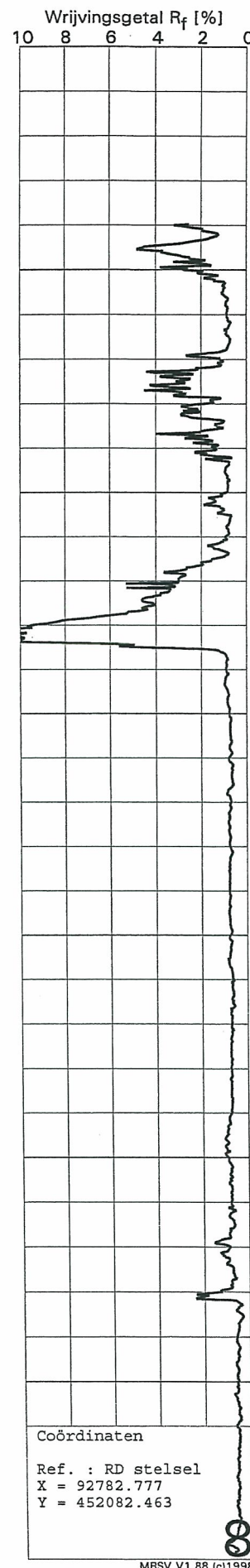
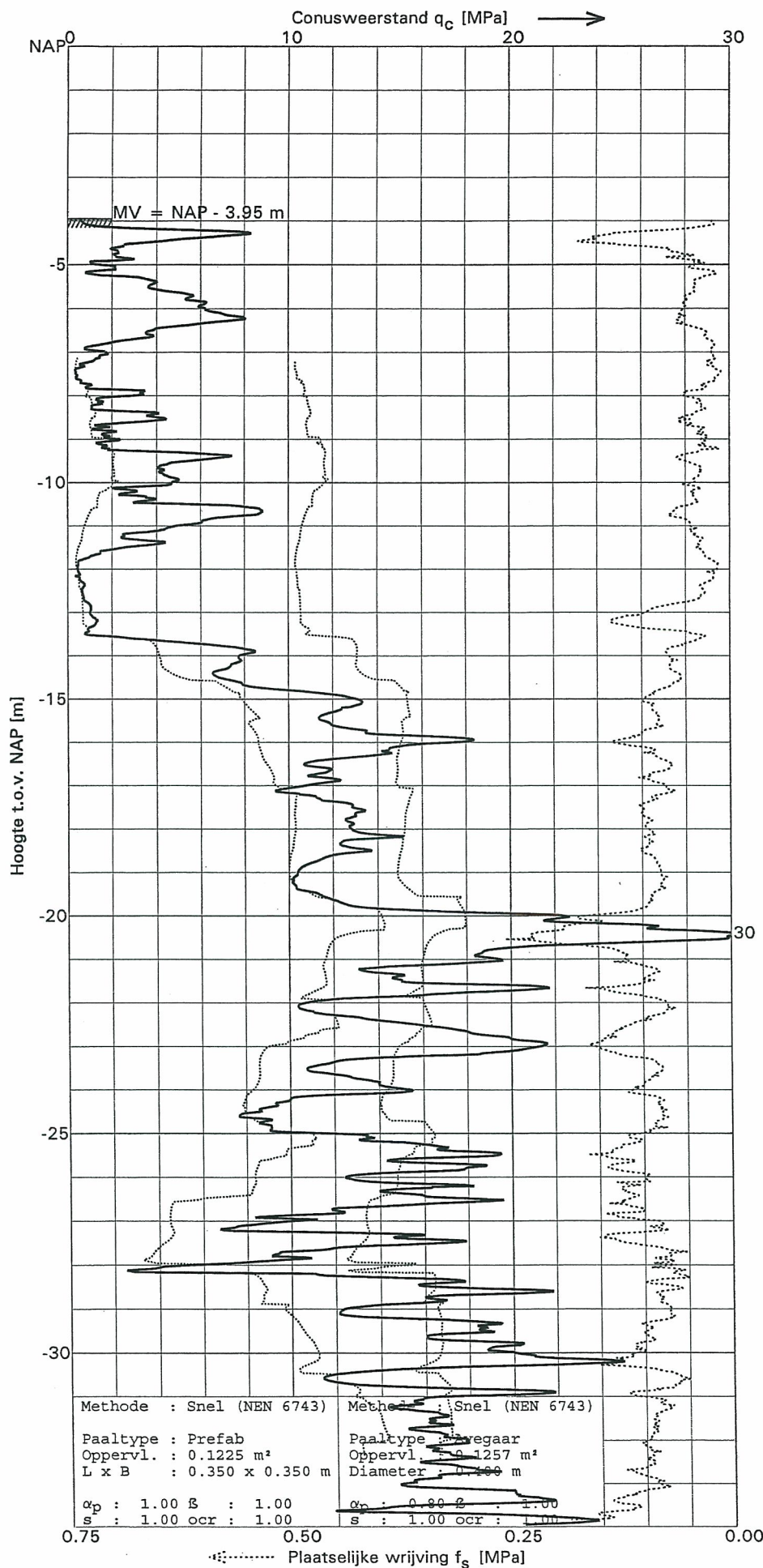
MRSV V1.88 (c)1998

Sondering 8

Opdracht : 095206
Plaats : Zoetermeer
Datum : 06-08-11
Project : Zone Boerhaavelaan

Conus nummer : S10-CFI158
Soort conus : Elektrisch

NEN 5140
Wagen : 1
Pagina : 1 van 1



Opdracht : 095206
Plaats : Zoetermeer
Project : Zone Boerhaavelaan

Bijlage B

Boringen en peilbuisgegevens

Opdracht : 095206 Boring : 1
 Kaart : Datum : 060811
 Plaats : Zoetermeer

BORING

Methode:
 GW :
 MV : NAP-3.87
 Beschr:
 Gez :

NEN 5104
 V2.00

Boor profiel	Laag nummer	Diepte in meters t.o.v. NAP		Bestanddelen	Codering	K1
		van	tot			
	1	-3.87	-3.97			
	2	-3.97	-4.47	ZAND (matig fijn)	Z (150)	
	3	-4.47	-5.17	KLEI	K	

1 sd = 1000mm

Opmerking: Voorgegraven sondering
 Laag 1 steen

Opdracht : 095206 Boring : 6
 Kaart : Datum : 060811
 Plaats : Zoetermeer

BORING

Methode:
 GW :
 MV : NAP-3.90
 Beschr:
 Gez :

NEN 5104
 V2.00

Boor profiel	Laag nummer	Diepte in meters t.o.v. NAP		Bestanddelen	Codering	K1
		van	tot			
	1	-3.90	-4.00			
	2	-4.00	-4.70	ZAND (matig fijn)	Z (150)	
	3	-4.70	-5.20	KLEI	K	

1 sd = 1000mm

Opmerking: Voorgegraven sondering
 Laag 1 steen

Opdracht : 095206 Boring : B6

BORING

Kaart : Datum : 060814

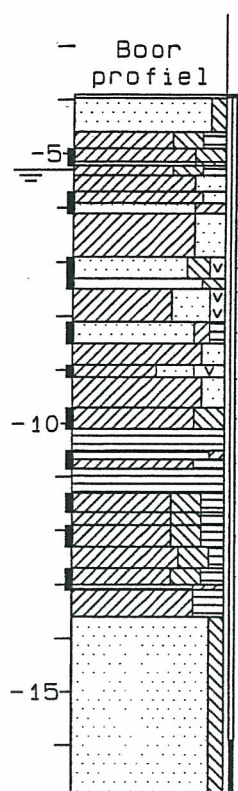
Methode:

NEN 5104

Plaats : Zoetermeer

GW : NAP -5.30 Beschr: GB
MV : NAP-3.90 Gez :

V2.00

Boor profiel	Laag nummer	Diepte in meters t.o.v. NAP		Bestanddelen	Codering	K1
		van	tot			
	1	-3.90	-3.97			
	2	-3.97	-4.60	ZAND (matig fijn), zwak siltig	Z (150) s1	br
	3	-4.60	-4.90	KLEI, sterk siltig, matig humeus	Ks3h2	gs
	4	-4.90	-5.22	Monster nr. 9355		
	5	-5.22	-5.40	KLEI, sterk siltig, matig humeus	Ks3h2	gs
	6	-5.40	-5.70	KLEI, sterk zandig (zeer fijn)	Kz3 (105)	gs
	7	-5.70	-6.10	Monster nr. 9356		
	8	-6.10	-6.90	KLEI, sterk zandig (zeer fijn)	Kz3 (105)	gs
	9	-6.90	-7.30	Monster nr. 9357		
	10	-7.30	-7.49	Monster nr. 9358		
	11	-7.49	-8.10	KLEI, uiterst zandig (matig fijn) -Schelpen1	Kz4 (150)	gs
	12	-8.10	-8.50	Monster nr. 9359		
	13	-8.50	-8.90	KLEI, matig zandig (matig fijn)	Kz2 (150)	gs
	14	-8.90	-9.13	Monster nr. 9360		
	15	-9.13	-9.70	KLEI, matig zandig (matig fijn)	Kz2 (150)	gs
	16	-9.70	-10.10	Monster nr. 9361		
	17	-10.10	-10.50	VEEN, mineraalarm	Vm1	br
	18	-10.50	-10.85	Monster nr. 9362		
	19	-10.85	-11.30	VEEN, mineraalarm	Vm1	br
	20	-11.30	-11.66	Monster nr. 9363		
	21	-11.66	-11.90	KLEI, sterk siltig, matig humeus	Ks3h2	br
	22	-11.90	-12.30	Monster nr. 9364		
	23	-12.30	-12.70	KLEI, sterk siltig, zwak humeus	Ks3h1	br
	24	-12.70	-13.10	Monster nr. 9365		
	25	-13.10	-13.60	KLEI, sterk humeus	Kh3	br
	26	-13.60	-16.90	ZAND (matig fijn), zwak siltig	Z (150) s1	gs

1 sd = 1000mm

Opmerking: Laag 1 is klinker.

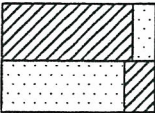
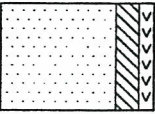
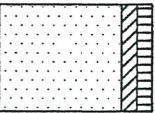
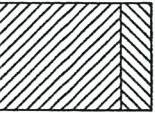
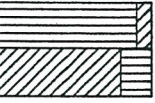
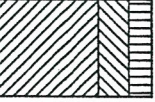
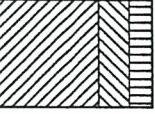
- Zie vervolg volgende pagina -

Opdracht : 095206 Boring : B6
 Kaart : Datum : 060814
 Plaats : Zoetermeer

BORING

Methode:
 GW : NAP -5.30 Beschr: G8 NEN 5104
 MV : NAP-3.90 Gez : V2.00

- Vervolg van boring B6 -

Boor profiel	Monster nummer	Diepte in meters t.o.v. NAP		Bestanddelen	Codering	Kl
		van	tot			
	9355	-4.90	-5.15	KLEI, sterk siltig	Ks3	gs
		-5.15	-5.22	ZAND (zeer fijn), sterk siltig	Z (105) s3	gs
	9356	-5.70	-5.91	KLEI, matig zandig (zeer fijn)	Kz2 (105)	gs
		-5.91	-6.10	ZAND (zeer fijn), sterk kleiig	Z (105) k3	gs
	9357	-6.90	-7.30	ZAND (matig fijn), matig siltig -Schelpen1	Z (150) s2	gs
	9358	-7.30	-7.49	ZAND (matig fijn), matig siltig	Z (150) s2	gs
	9359	-8.10	-8.50	ZAND (matig fijn), zwak kleiig, zwak humeus	Z (150) k1h1	gs
	9360	-8.90	-9.13	KLEI, uiterst zandig (matig fijn) -Schelpen3	Kz4 (150)	gs
	9361	-9.70	-10.10	KLEI, sterk siltig -Schelpengruis	Ks3	gs
	9362	-10.50	-10.67	VEEN, zwak kleiig	Vk1	br
		-10.67	-10.85	KLEI, sterk humeus	Kh3	br
	9363	-11.30	-11.66	KLEI, sterk siltig, matig humeus	Ks3h2	br
	9364	-11.90	-12.30	KLEI, sterk siltig, matig humeus	Ks3h2	br

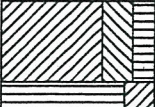
- Zie vervolg volgende pagina -

Opdracht : 095206 Boring : B6
Kaart : Datum : 060814
Plaats : Zoetermeer

BORING

Methode:
GW : NAP -5.30 Beschr: GB NEN 5104
MV : NAP-3.90 Gez : V2.00

- Vervolg van boring B6 -

Boor profiel	Monster nummer	Diepte in meters t.o.v. NAP		Bestanddelen	Codering	Kl
		van	tot			
	9365	-12.70	-13.00	KLEI, sterk siltig, matig humeus	Ks3h2	br
		-13.00	-13.10	VEEN, sterk kleiig	Vk3	br

Peilbuisgegevens

Contactpersoon : N. Mulder (010 50 30 252)
Betreft : Zone Boerhaavelaan

peilbuis nr.	1	2	3	4
datum plaatsing	11-8-2006	11-8-2006	11-8-2006	11-8-2006
diameter filter	1"	1"	1"	1"
diameter stijgbuis	1"	1"	1"	1"
stijgbuissoort	HDPE	HDPE	HDPE	HDPE
filtersoort	HDPE	HDPE	HDPE	HDPE
omstorting	kous	kous	kous	kous
lengte stijgbuis in m	3,97	3,97	3,97	5,00
lengte filter in m	1,00	1,00	1,00	1,00
lengte zandvang in m	---	---	---	---
totale lengte in m	4,97	4,97	4,97	6,00
hoogte mv in m tov NAP	-3.87	-3.85	-3.94	-3.95
bk stijgbuis in m tov mv	-3.90	-3.88	-3.97	-2.95
bk filter in m tov NAP	-7.87	-7.85	-7.94	-7.95
ok filter in m tov NAP	-8.87	-8.85	-8.94	-8.95
ok zandvang in m tov	-	-	-	-
waterstand in m tov NAP	Geplaatst met water dus niet te meten	Geplaatst met water dus niet te meten	Geplaatst met water dus niet te meten	Geplaatst met water dus niet te meten
bk kleistop in m tov				
ok kleistop in m tov				
straatpot	Ja	Nee	Nee	Nee
beschermkap				
schoongepompt				
gedrukt met	SR 1	SR 1	SR 1	SR 1
gespoten met				
geboord met				

Peilbuisgegevens

Contactpersoon : N. Mulder (010 50 30 252)
Betreft : Zone Boerhaavelaan

peilbuis nr.	5	B6		
datum plaatsing	11-8-2006	14-08-2006		
diameter filter	1"	1"		
diameter stijgbuis	1"	1"		
stijgbuissoort	HDPE	HDPE		
filtersoort	HDPE	HDPE		
omstorting	kous	Grind		
lengte stijgbuis in m	3,97	11.95		
lengte filter in m	1,00	1.00		
lengte zandvang in m	---	-		
totale lengte in m	4,97	12.95		
hoogte mv in m tov NAP	-3.98	-3.90		
bk stijgbuis in m tov NAP	-4.01	-3.95		
bk filter in m tov NAP	-7.98	-15.90		
ok filter in m tov NAP	-8.98	-16.90		
ok zandvang in m tov	-	-		
waterstand in m tov NAP	Geplaatst met water dus niet te meten	-		
bk kleistop in m tov	-	-		
ok kleistop in m tov	-	-		
straatpot	Nee	Ja		
beschermkap	-	-		
schoongepompt	-	-		
gedrukt met	SR 1	RSB		
gespoten met	-	-		
geboord met	-	-		

Bijlage C

Laboratoriumonderzoek

- Volumegewichten en korrelverdeling

Opdracht : 095206
 Plaats : Zoetermeer
 Project : Zone Boerhaavelaan

Versie 1.02

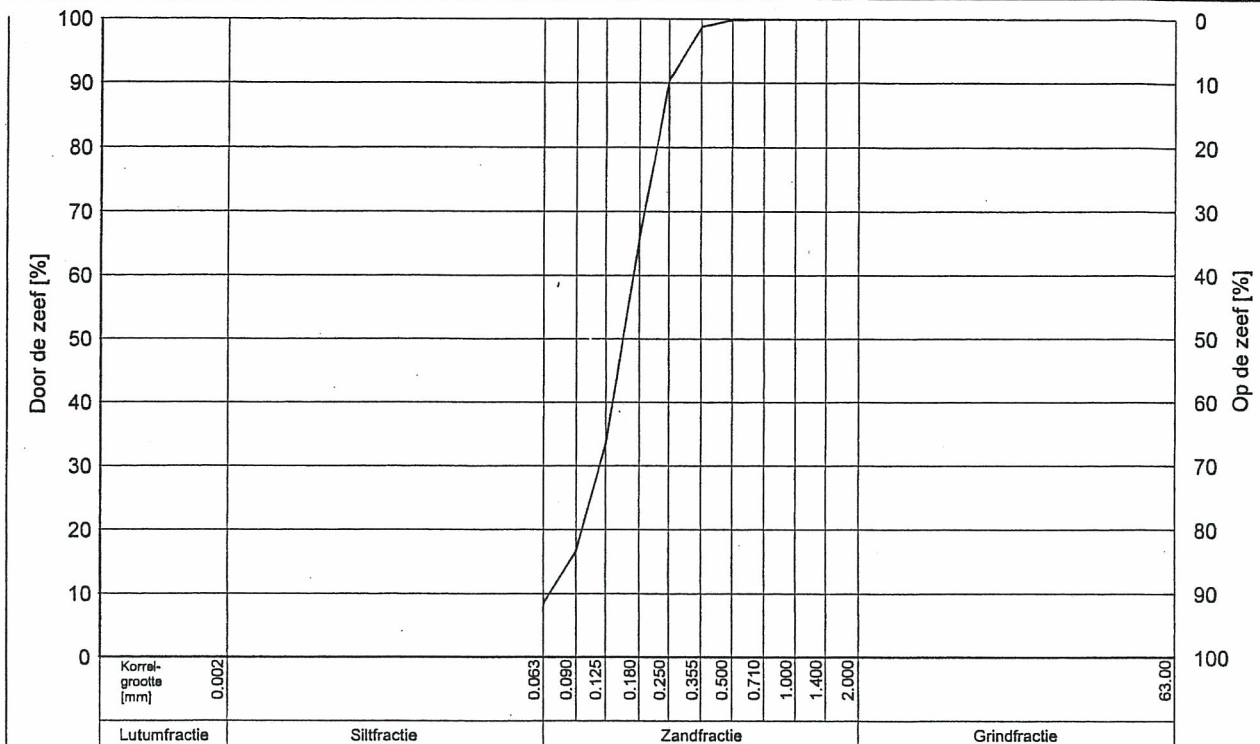
boring	bus nummer	diepte t.o.v. NAP [m]	volumieke gewichten		water- gehalte W [%]	porien- gehalte n [%]	verzadigings graad S [%]
			initieel γ [kN/m ³]	droog γ_{dr} [kN/m ³]			
6	9355	-5.07	14.83	8.58	72.9	67.0	95.1
6	9356	-5.83	16.74	11.40	46.8	56.1	96.9
6	9356	-6.10	18.81	14.60	28.8	43.8	97.8
6	9357	-7.07	18.89	14.84	27.3	42.9	96.3
6	9358	-7.49	18.68	14.56	28.3	44.0	95.4
6	9359	-8.23	18.61	14.37	29.5	44.7	96.7
6	9360	-9.03	18.78	14.35	30.8	44.8	100.0
6	9361	-9.89	15.17	9.01	68.3	65.3	96.0
6	9362	-10.62	10.91	3.15	246.0		
6	9362	-10.85	13.45	6.83	97.0		
6	9363	-11.40	13.87	7.07	96.1		
6	9364	-12.13	15.16	9.18	65.1		
6	9365	-12.89	14.75	8.46	74.4	67.5	95.1

Opdracht : 095206
Plaats : Zoetermeer
Project : Zone Boerhaavelaan

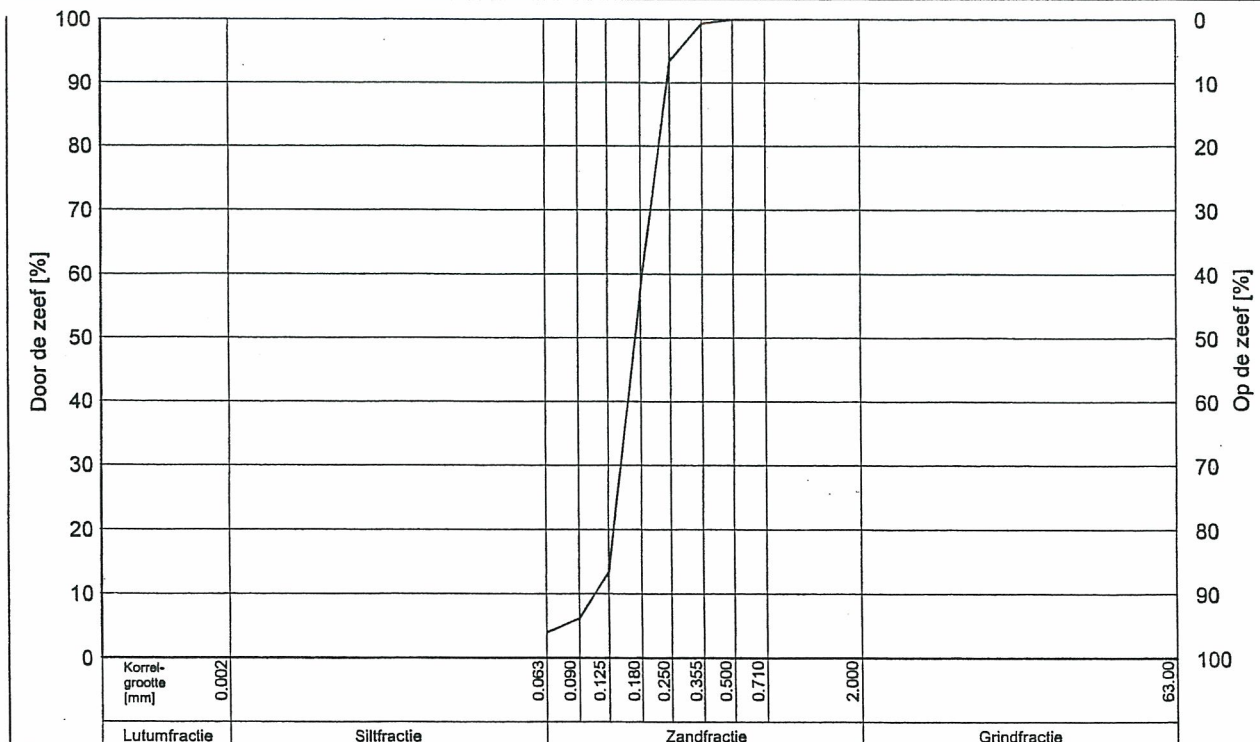
KORRELVERDELING

NEN 2560 (1980)
NEN 5104 (1989)

BORING	MONSTER	MV [m] NAP	DIEPTE [m] NAP	Mz [μ m]	D60/D10	Mg [mm]	k [m/s] (Kozeny)	< 63 μ m / < 2mm [%]
006	010	-3.90	-13.60 / -14.90	158	1.91		1.55e-05 (p=0.3)	8.5



BORING	MONSTER	MV [m] NAP	DIEPTE [m] NAP	Mz [μ m]	D60/D10	Mg [mm]	k [m/s] (Kozeny)	< 63 μ m / < 2mm [%]
006	012	-3.90	-15.90 / -16.90	171	1.49		2.53e-05 (p=0.3)	4.0



Bijlage D

Berekeningsvoorbeeld

- Drukdraagkracht
- Trekdraagkracht



BEREKENING DRUKDRAAGKRACHT VIERKANTE PALEN

Terreinbelasting	0,00	kN/m ²
Referentievlak	NAP	
Gw.stand NAP	-5,00	m
Mv.hoogte NAP	-3,90	m
Putbodern NAP	-6,00	m

Betreft: Zone Boerhaavelaan te Zoetermeer

INDICATIEF FUNDERINGSADVIES
BEPERKT AANTAL SONDERINGEN

Ontlasting putbodern 25,60 kN/m²

GEGEVENS GRONDLAGEN					TERREINSPANNINGEN				$\Sigma F_{\text{pos;rep}}$	$\Sigma F_{\text{s;nk;rep}}$
Laag nr.	o.k. laag [NAP + m]	$\gamma_{i;\text{rep}}$ [kN/m ³]	$q_{c;i;\text{gem}}$ [MPa]	$K_{0;i} \tan \delta_i$	h_i [m]	$\sigma_{v;z;i;\text{gem.}}$ [kN/m ²]	$\sigma_{v;z;i;\text{ontgr.}}$ [kN/m ²]	red. σ_n/σ_o o.k. laag i	$F_{\text{max;schacht};i}$ [kN/m]	$F_{\text{s;nk;rep}}$ [kN/m]
1	-5,00	16,0		0,25	1,10	8,80	0,00			2
2	-6,00	18,0		0,25	1,00	21,60	0,00	0,00	0	8
3	-9,00	19,0		0,25	3,00	39,10	13,50	0,00	0	37
4	-13,00	16,0		0,25	4,00	64,60	39,00	0,00	0	102
5	-13,60	12,0		0,25	0,60	77,20	51,60	0,00	0	113
6	-14,00	20,0	5,0		0,40	79,80	54,20	0,77	15	
7	-14,50	20,0	9,0		0,50	84,30	58,70	0,78	50	
8	-15,00	20,0	8,0		0,50	89,30	63,70	0,79	81	
9	-15,50	20,0	8,0		0,50	94,30	68,70	0,80	113	
10	-16,00	20,0	9,0		0,50	99,30	73,70	0,81	149	
11	-16,50	20,0	14,0		0,50	104,30	78,70	0,82	207	
12	-17,00	20,0	9,0		0,50	109,30	83,70	0,83	244	
13	-17,50	20,0	7,0		0,50	114,30	88,70	0,84	273	
14	-18,00	20,0	8,0		0,50	119,30	93,70	0,84	306	
15										
16										
17										
18										
19										
20										

Geprefabriceerde betonpaal			
Paaldrsn. (R / V / Re)	V	(vierkant)	
α_s (in zand:)	0,0100		
$p_{r;\text{max;punt}}$	8,00	MPa	
reduct. $p_{r;\text{max;punt}}$	0,84		
reduct. $\sigma_{i;\text{rep}}$	75	% (gemiddelde reductie)	
ξ	0,75		
$\gamma_{m;b4}$	1,25		
$\gamma_{f;nk}$	1,00		
Paalgroep (J / N)	N		

Gekozen : $F_{\text{s;nk;rep}}$	113	[kN/m]
Gekozen : $F_{\text{r;max;schacht}}$	306	[kN/m]

REKENWAARDE DRUKDRAAGKRACHT							
		VIERKANTE PALEN					
Paal zijde 1 [mm]	Paal zijde 2 [mm]	A_{punt} [mm ²]	O_s [mm]	$F_{\text{r;max;punt;rep}}$ [kN]	$F_{\text{r;max;schacht;rep}}$ [kN]	$F_{\text{s;nk;rep}}$ [kN]	$F_{\text{r;net;d}}$ [kN]
290	290	84100	1160	567	355	131	422
350	350	122500	1400	826	429	159	594
400	400	160000	1600	1078	490	181	760
450	450	202500	1800	1365	551	204	946

Rekenvoorbeeld:

$$F_{\text{r;max}} = A_{\text{punt}} p_{r;\text{max;punt}} + F_{\text{r;max;schacht}} = 567 + 355 = 922 \text{ kN}$$

$$F_{\text{r;net;d}} = \xi F_{\text{r;max}} / \gamma_{m;b} - F_{\text{s;nk;rep}} \gamma_{f;nk} = 553 - 131 = 422 \text{ kN}$$

BEREKENING TREKDRAAGKRACHT VIERKANTE PALEN

Referentievlak NAP
 Gw.stand NAP -5,00 m
 Mv.hoogte NAP -3,90 m
 Putbodem NAP -6,00 m

Berekening volgens CUR rapport 2001-4, 'Ontwerpregels voor trekpalen', sept. 2003

Betreft: Zone Boerhaavelaan te Zoetermeer

Ontlasting putbodem 25,60 kN/m²
 $F_{s,min;rep} / F_{s,max;rep} = 0,00$

GEGEVENS GRONDLAGEN					TERREINSPANNINGEN					(incl. Gpaal;d)	
Laag nr.	o.k. laag [NAP + m]	$\gamma_{i,rep}$ [kN/m ³]	$q_{c,i;gem}$ [MPa]	Grond-soort	Trek (J / N)	h_i [m]	$\sigma_{v,z,i;gem}$ [kN/m ²]	$\sigma_{v,z,i;ontgr.}$ [kN/m ²]	$q_{c,i;corr.}$ [MPa]	$\Sigma F_{r,\alpha 1;d}$ [kN]	$\Sigma F_{r,Gmax 1;d}$ [kN]
1	-5,00	16,0		K	N	1,10	8,80	0,00			
2	-6,00	18,0		Z	N	1,00	21,60	0,00			
3	-9,00	19,0		Z	N	3,00	39,10	13,50	0,00	7	106
4	-13,00	16,0		K	N	4,00	64,60	39,00	0,00	16	970
5	-13,60	12,0		V	N	0,60	77,20	51,60	0,00	18	1206
6	-14,00	20,0	5,0	Z	J	0,40	79,80	54,20	3,80	27	1380
7	-14,50	20,0	9,0	Z	J	0,50	84,30	58,70	6,95	47	1621
8	-15,00	20,0	8,0	Z	J	0,50	89,30	63,70	6,28	65	1889
9	-15,50	20,0	8,0	Z	J	0,50	94,30	68,70	6,37	83	2186
10	-16,00	20,0	9,0	Z	J	0,50	99,30	73,70	7,26	104	2514
11	-16,50	20,0	14,0	Z	J	0,50	104,30	78,70	11,42	136	2876
12	-17,00	20,0	9,0	Z	J	0,50	109,30	83,70	7,42	157	3273
13	-17,50	20,0	7,0	Z	J	0,50	114,30	88,70	5,82	174	3707
14	-18,00	20,0	8,0	Z	J	0,50	119,30	93,70	6,71	194	4182
15											
16											
17											
18											
19											
20											
21											
22											
23											
24											
25											
26											
27											
28											

α_t	0,0070	Geprefabriceerde betonpaal
reduct. $\sigma_{i,rep}$	75	% (gemiddelde reductie)
ξ	0,75	Heiverdichting (J / N) : N
$\gamma_{m;b4}$	1,40	
$\gamma_{m;var;q_c}$	1,25	
γ_{paal}	24,0	kN/m ³
$\gamma_{f,g}$	0,90	
Paalgroep (J / N)	N	

REKENWAARDE TREKDRAAGKRACHT ALLEENSTAANDE PAAL					
Paaldoorsn. (R / V)	Zijde [mm]	Paalpuntniveau [NAP + m]	O_s [mm]	($F_{r,trek;wrijving;d} \leq F_{r,trek;kluit;d}$) + + Gpaal;d = [kN]	$F_{r,trek;d}$ [kN]
V	450	-18,00	1800	(165,4 $\leq$ 4153,9) + 28,2 =	194

Bijlage E

Algemene uitvoeringsrichtlijnen

- Heiwerk

ALGEMENE RICHTLIJNEN VOOR DE UITVOERING VAN HEIWERK

Voor de aanvang van het heiwerk moeten de volgende zaken bekend zijn:

- Het palenplan met de paalafmetingen en de paalpuntniveaus. Hierop dienen de sondeerlocaties en de gedachte heivolgorde tevens te zijn aangegeven.
- De maaiveldhoogten ter plaatse van de te heien palen.
- De maaiveldhoogten ter plaatse van de sondeerlocaties.
- Het grondonderzoek en het bijbehorende funderingsadvies.

In principe dient het heiwerk te worden gestart ter plaatse van het diepst geadviseerde paalpuntniveau, en vervolgens dient van het diepste naar het hoogste niveau te worden geheid.

Omdat de funderingsgrondslag tussen sondeerlocaties kan variëren is een controle hierop noodzakelijk. Dit kan door de palen tijdens het inheien te kalenderen¹⁾ en de daarbij verkregen kalenderwaarden²⁾ vervolgens uit te zetten tegen de inheidipte. Het zo verkregen diagram wordt een slagdiagram³⁾ genoemd. Bij een goede keuze van het heiblok zal onder gelijke omstandigheden meestal een duidelijke correlatie te zien zijn tussen het slagdiagram en het sondeerdiagram.

Om de verkregen kalenderwaarden goed te kunnen vergelijken verdient het aanbeveling de eerste paal op of nabij een sondeerlocatie te heien ("ijken"). Bij de eerste paal en alle overige nabij een sondeerlocatie gesitueerde palen, kalendert men bij voorkeur over een zo groot mogelijk traject tussen het maaiveld en het te bereiken paalpuntniveau. Nadat de kalenderwaarden van de eerste paal tot een slagdiagram zijn verwerkt moet aan de hand van dit slagdiagram worden vastgesteld over welk traject de overige palen minimaal moeten worden gekalenderd.

Op de geadviseerde paalpuntniveaus kunnen kalenderwaarden worden gevonden die slechter zijn dan de vereiste of de verwachte normen. Dit is op zich nog geen reden om de palen naar een dieper paalpuntniveau te heien. Door het heien kunnen de waterspanningen in de poriën rondom de paalpunt namelijk tijdelijk oplopen. Door deze wateroverspanning kan de heiweerstand sterk afnemen. Bij geprefabriceerde palen kan dit tijdelijke verschijnsel eenvoudig worden geconstateerd door de betreffende paal na een voldoende lange pauze, veelal de volgende ochtend, na te heien. Ook bij het naheien moet worden gekalenderd; ditmaal echter over bijvoorbeeld 4 à 5 trajecten van elk 50 mm beneden het oorspronkelijk bereikte paalpuntniveau. Uit het naheien zal een verdwenen wateroverspanning moeten blijken uit hogere kalenderwaarden, die dan moeten aansluiten bij het verwachtingspatroon.

Het eventueel optreden van wateroverspanning verdient bij het heien naast belendingen extra aandacht omdat het optreden van wateroverspanning kan leiden tot het tijdelijk afnemen van het draagvermogen van de bestaande paalfundering.

In geval van in de grond gevormde palen kunnen de palen onmiddellijk na elkaar worden vervaardigd, indien de onderlinge hart op hart afstand ten minste 4 maal de paalschoendiameter bedraagt, met een minimum van 2 meter. Een kleinere afstand is toegestaan, als de tijd tussen het maken van de eerste en de tweede paal zodanig lang is dat de specie in de eerst gemaakte paal voldoende is opgestijfd. Hiervoor moet minimaal 20 uur worden aangehouden. Indien een vertragende hulpstof wordt toegepast, moet de tijdsduur zonodig worden verlengd.

In geval van in de grond gevormde palen dient na het bereiken van het geadviseerde paalpuntniveau een controle op de aanwezigheid van water of grond in de buis plaats te vinden. Bij afkeuring dient de buis voor het trekken te worden gevuld met beton, grout of - wanneer daar geen geohydrologische bezwaren tegen bestaan - een mengsel van zand en grind. Het paalpuntniveau

van een nieuwe (vervangende) paal dient ten minste zo diep te zijn als het bereikte paalpuntniveau van de afgekeurde paal.

Om nodeloos zwaar heiwerk te vermijden moet sluitend heien worden voorkomen. Bij poeren moet dus bij voorkeur van binnen naar buiten worden geheid.

Bij heien nabij belendingen verdient het (veelal) de voorkeur het heiwerk te starten op de kleinste afstand van de belendingen en vervolgens een heivolgorde te hanteren met een ten opzichte van de belendingen toenemende afstand.

Verder wordt verwezen naar:

- NEN-EN 12699 (2000) "Uitvoering van bijzonder geotechnische werken - Verdringingspalen".

Vervanger van de inmiddels ingetrokken normen:

- NEN 6741 (1991) "Het uitvoeren van houten paalfunderingen".
- NEN 6742 (1991) "Het uitvoeren van funderingen met geprefabriceerde betonnen palen".
- BRL 2356 (1992-06-01) "In de grond gevormde palen", bijlage C (1992-06-01) "Werkwijze bij het vervaardigen van ingeheide en schokkend of trillend getrokken palen".
- BRL 2356 (1992-06-01) "In de grond gevormde palen", bijlage D (1992-08-01) "Werkwijze bij het vervaardigen van ingeheide palen met een uitgeheide betonvoet".
- BRL 1710 (1996-07-01) "Het aanbrengen van stalen buissegmentpalen".

In twijfelgevallen is het raadzaam de geotechnische adviseur te raadplegen. Deze kan aangeven of het zinvol is om controlesonderingen te laten maken. Deze sonderingen mogen niet worden uitgevoerd wanneer in de nabijheid wordt geheid (wateroverspanning).

Tot slot maken wij u erop attent dat Mos Grondmechanica beschikt over:

- Deskundige opzichters voor de begeleiding van alle grond- en funderingswerken.
- Goede apparatuur en medewerkers voor:
- Het uitzetten en of het inmeten van palenvelden.
- Het sonisch doormeten van palen (controle op eventueel aanwezige ernstige gebreken).

Noten:

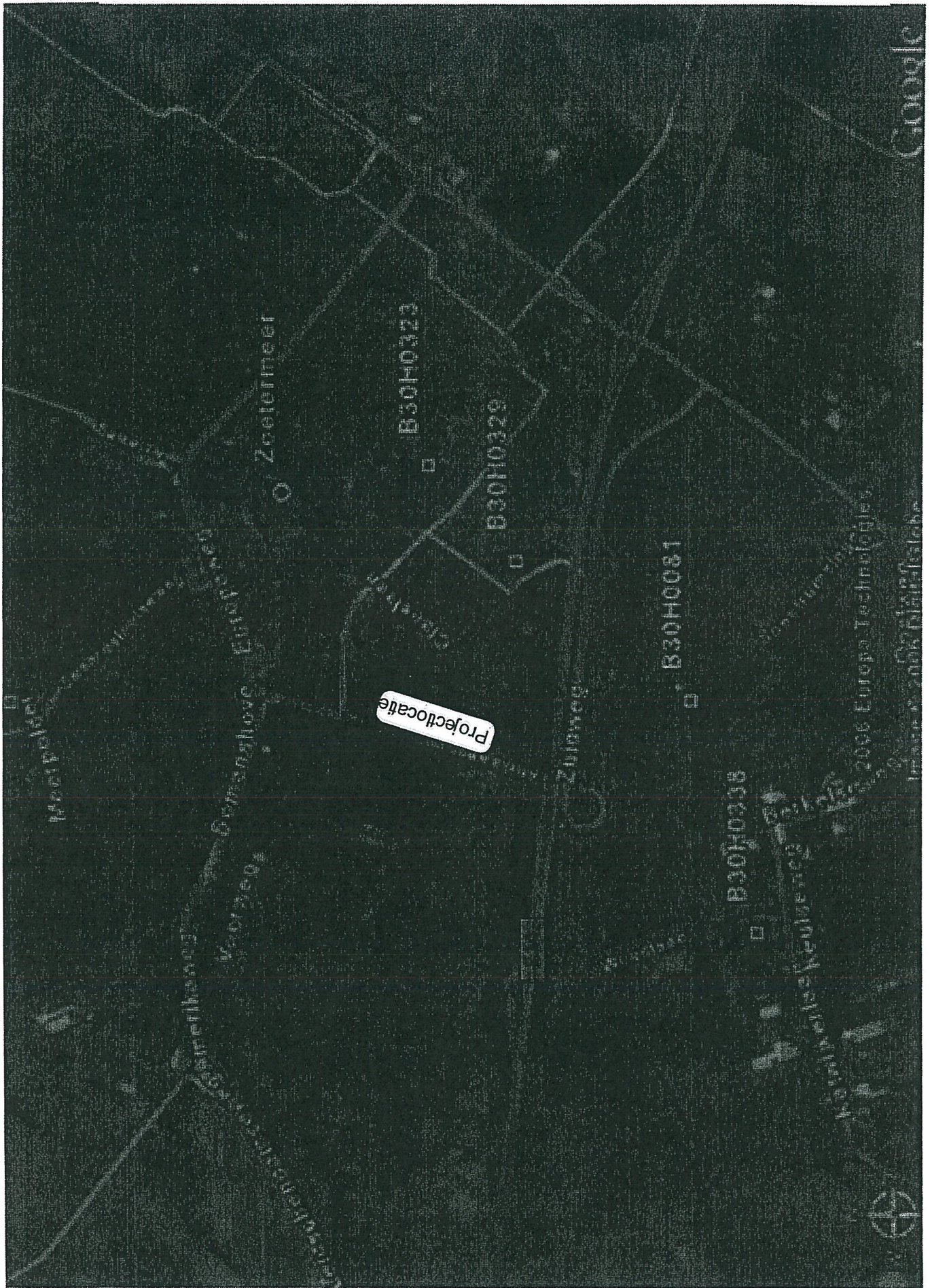
- 1) Kalenderen is het tellen en registreren van het aantal slagen dat nodig is om een paal (steeds weer) over een vaste afstand van 0,25 m te doen zakken. Deze vaste afstanden moeten op de paal zijn aangegeven met horizontale strepen, te beginnen bij de paalpunt.
- 2) Een kalenderwaarde is het gemeten aantal slagen van het heiblok dat benodigd is voor de paalzakking over een traject van 0,25 m.
- 3) Een slagdiagram wordt verkregen door de gemeten kalenderwaarden grafisch uit te zetten tegen de corresponderende paalpuntdiepte. Het zo verkregen slagdiagram wordt bij voorkeur getekend in het sondeerdiagram van de sondering die zo dicht mogelijk bij de paal werd uitgevoerd.

(25 februari 2002)

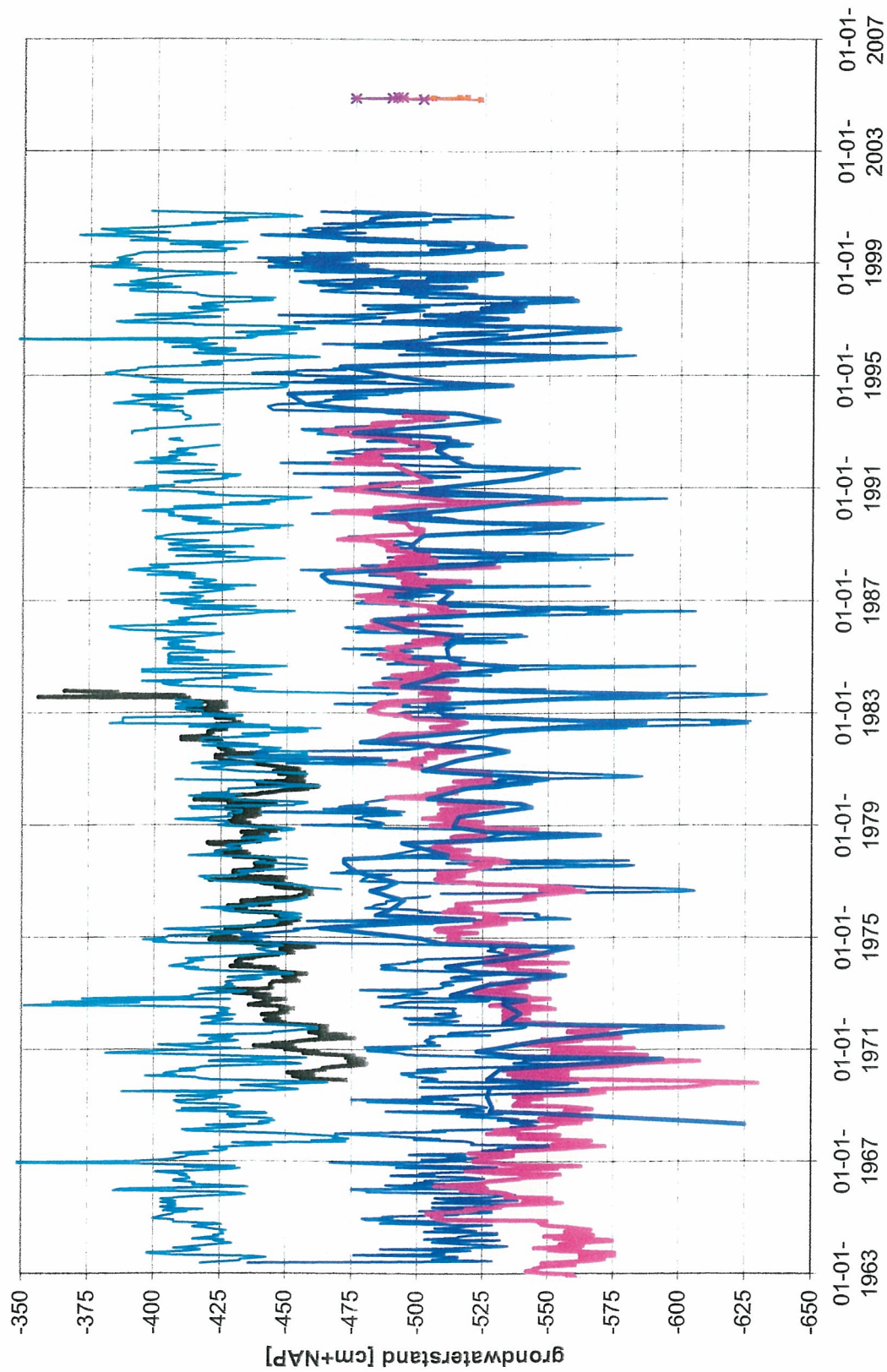
Opdracht : 095206
Plaats : Zoetermeer
Project : Zone Boerhaavelaan

Bijlage F

Peilbuisgegevens TNO



Metingen NITG-TNO

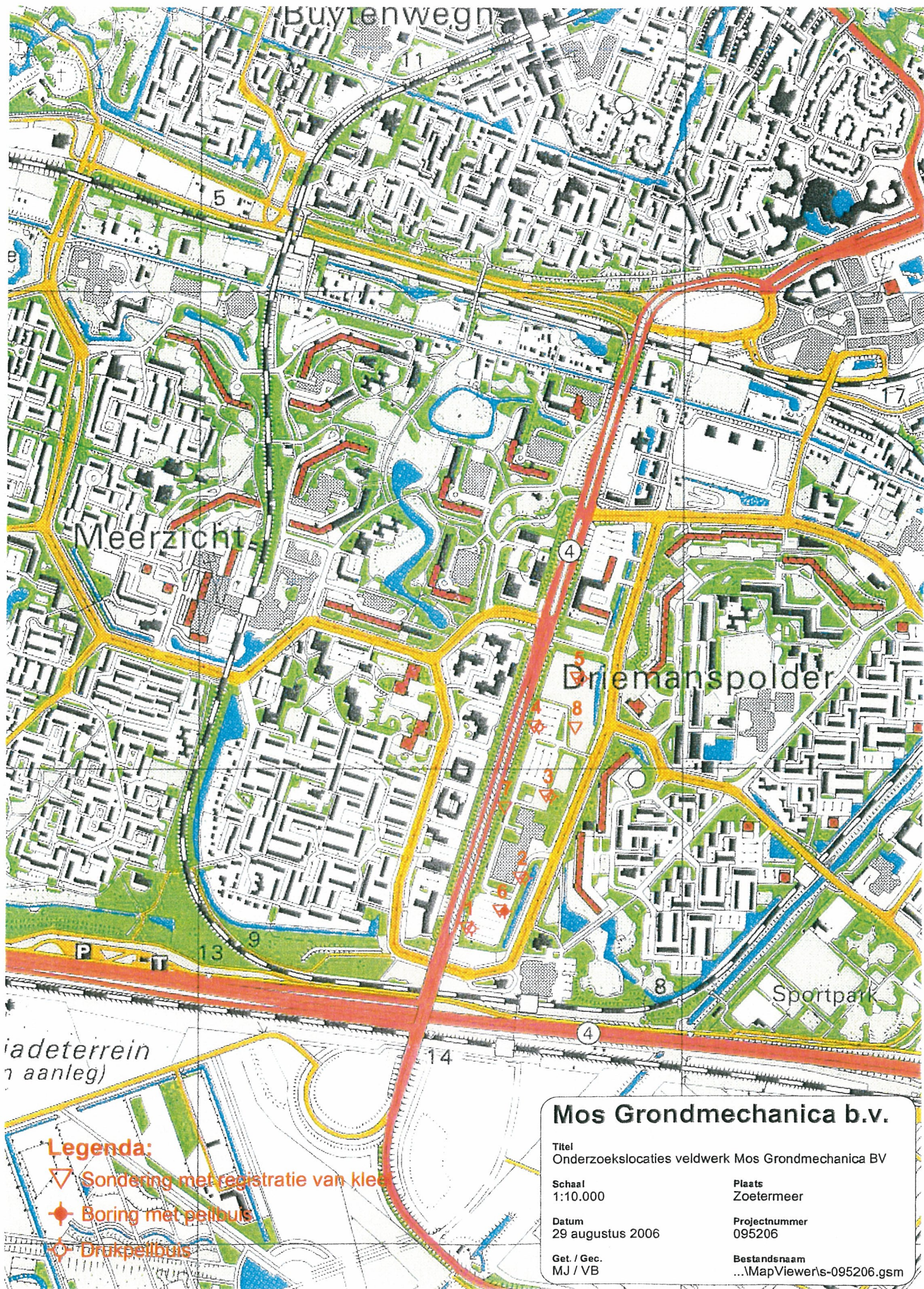


Opdracht : 095206
Plaats : Zoetermeer
Project : Zone Boerhaavelaan

Bijlage G Terreinmetingen

- Waterpasstaat
- Situatietekening





Uitzetcoördinaten 095206
Plaats : Zoetermeer
Coördinaten tov RD stelsel
Uitgezet met GPS-LRK

uitgezet door A. de Ronde
Datum : 21-8-06

Sondering	X [m]	Y [m]	Z [M]
nummer	Uitgezet	Uitgezet	TOV NAP
1	92558.973	451661.673	-3.87
2	92668.992	451767.690	-3.85
3	92722.690	451940.023	-3.94
4	92697.350	452085.860	-3.95
5	92786.907	452187.262	-3.98
6	92627.305	451697.936	-3.90
7	92637.256	451915.544	-3.90
8	92782.777	452082.463	-3.95