

Datum ontvangst : 28-05-2021
Olo-nummer : 6119867
Gisvg-nummer : OV 20211109
Doc.-nummer : 2021.14117

GEOTECHNISCH ONDERZOEK EN
FUNDERINGSADVIES
betreffende

PROJECT AMERIKA STRAAT/HOOFDSTRAAT
TE KAATSHEUVEL

Behoort bij
Besluit verleende vergunning

Datum besluit : 15-09-2022

Opdrachtnummer: 7006-0362-000

**Wij verzoeken u de voorwaarden en
aandachtspunten van deze
bouwvergunning zorgvuldig door
te nemen en daar waar nodig actie te
ondernemen.**

Behoort bij besluit van
Burgemeester en wethouders
van de gemeente Loon op Zand

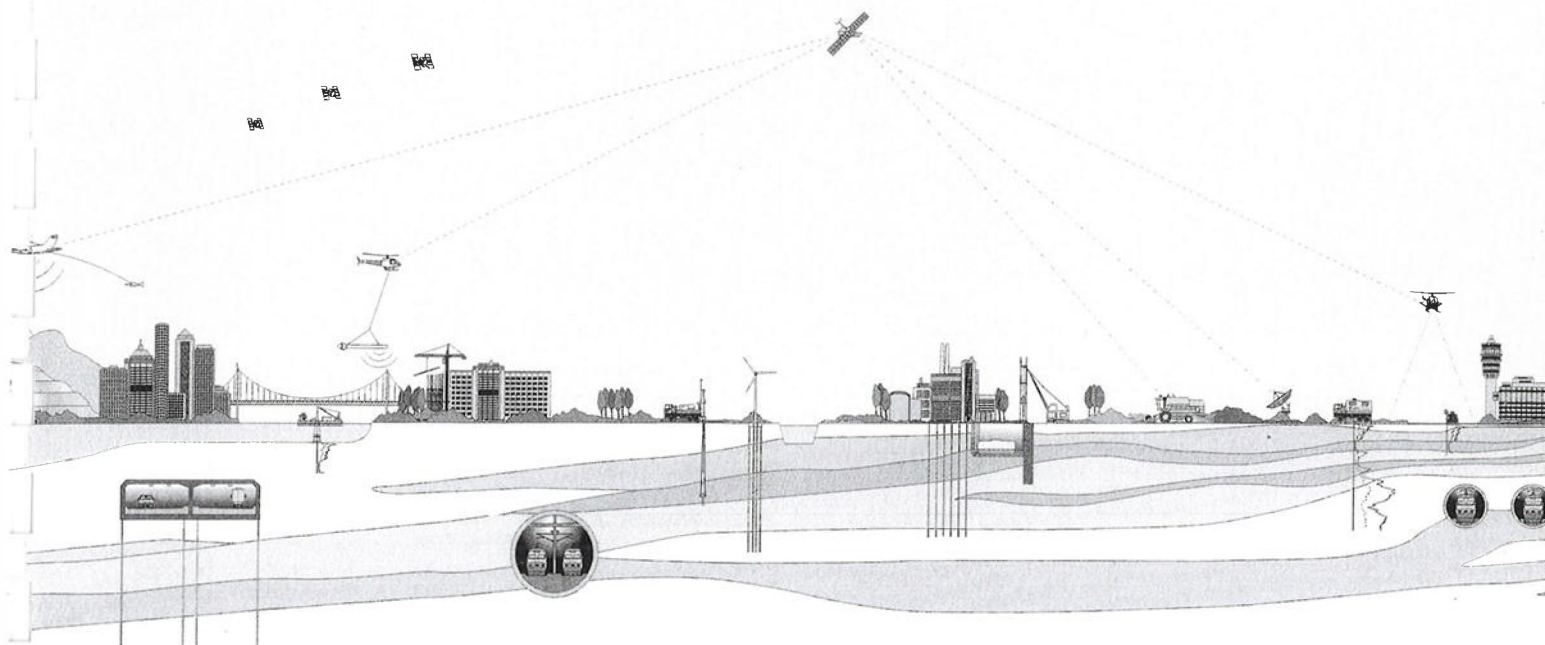
d.d.
13 JUNI 2007
Namens dezen:
het sectorhoofd Openbare Werken.

20060120

MINUTE

ONTVANGEN 12 APR 2007

W.R.A.M. Verkuilen w.o.d.



**GEOTECHNISCH ONDERZOEK EN
FUNDERINGSADVIES**
betreffende

**PROJECT AMERIKA STRAAT/HOOFD STRAAT
TE KAATSHEUVEL**

Opdrachtnummer: 7006-0362-000

Opdrachtgever : Stichts Bouwbedrijf BV
Postbus 12
3410 CA Lopik

Datum grondonderzoek : 7 en 8 november 2006

Projectleider : drs. P.H.A. van Steenoven
Hoofd Regio Zuid

Opgesteld door : ing. M.J.H.H. Kuiper
Geotechnisch Adviseur

VERSIE	DATUM	OMSCHRIJVING WIJZIGING	PARAAF PROJECTLEIDER
1	21 november 2006		

FILE: 7006-0362-000.R01.doc Op deze rapportage zijn de algemene leveringsvoorwaarden van de V.O.T.B. van toepassing die een aansprakelijkheidsbeperking bevatten.

INHOUDSOPGAVE

	<u>Blz.</u>
1. ALGEMENE TOELICHTING	3
1.1. Inleiding	3
1.2. Projectomschrijving	3
2. GRONDONDERZOEK	4
3. TERREIN- EN BODEMGESTELDHEID	5
4. FUNDERINGSADVIES	6
4.1. Algemeen	6
4.2. Fundering op palen	6
5. UITVOERING	10

BIJLAGEN

Grondonderzoek

- Situatietekening	1
- "Legenda Terreinproeven en Grondsoorten"	
- "Continu Elektrisch Sonderen"	
- Sondeergrafieken	D1 t/m DKM12 en D14 t/m DKM18

Funderingsadvies

- Berekening negatieve kleef	2
- Berekening rekenwaarde netto draagkracht	3
- Toetsing grenstoestand 1B	4

Uitvoering

- "Uitvoering Heiwerk"	
------------------------	--

1. ALGEMENE TOELICHTING

1.1. Inleiding

Op 16 oktober 2006 ontving Fugro Ingenieursbureau B.V. te Hardinxveld-Giessendam van Stichts Bouwbedrijf BV te Lopik, de opdracht voor het uitvoeren van een geotechnisch onderzoek alsmede het uitbrengen van een advies voor de fundering voor een nieuwbouwproject aan de Amerikastraat en de Hoofdstraat te Kaatsheuvel.

Dit rapport bevat:

- een korte projectomschrijving;
- een beschrijving van het uitgevoerde grondonderzoek (hoofdstuk 2);
- een omschrijving van de terrein- en bodemgesteldheid (hoofdstuk 3);
- een funderingsadvies en berekening van de draagkracht (hoofdstuk 4);
- aanbevelingen met betrekking tot de uitvoering (hoofdstuk 5).

1.2. Projectomschrijving

De bouwlocatie is gelegen aan de Amerikastraat en de Hoofdstraat te Kaatsheuvel.

Het plan betreft de nieuwbouw van 4 bedrijfswoningen met afmetingen van ca. 7,5 x 12 m, een appartementencomplex met afmetingen van ca. 44 x 14 m en 3 vrijstaande woningen met afmetingen van ca. 12 x 9 m.

Bovenstaande gegevens zijn door de opdrachtgever verstrekt.

Voor nadere gegevens omtrent de constructie verwijzen wij u naar de berekeningen en tekeningen van de constructeur.

2. GRONDONDERZOEK

Het grondonderzoek voor dit project heeft thans bestaan uit 17 diepsonderingen (code D), waarvan 3 met meting van de plaatselijke wrijvingsweerstand (code DKM). Sondering D 13 kon in verband met de aanwezigheid van bestaande bebouwing niet worden uitgevoerd.

De onderzoekslocaties zijn door Fugro Ingenieursbureau B.V. uitgezet en gewaterpast (ten opzichte van NAP) en zijn aangegeven op de situatietekening in bijlage 1. Hierbij heeft een door de opdrachtgever verstrekte tekening als basis gediend.

Voor de waterpassing is een BOUT (nr.044G 0235, hoogte NAP +4,915 m) als uitgangspunt gehanteerd.

De hoogtebepaling van de onderzoekslocaties in het terrein is uitgevoerd met als doel de bodemopbouw te refereren aan NAP. De gerapporteerde hoogtes zijn niet geschikt voor andere doeleinden dan dit onderzoek.

Voor een verklaring van de op de situatietekening gebruikte tekens en symbolen wordt verwezen naar de bijlage "Legenda Terreinproeven en Grondsoorten".

De sonderingen zijn uitgevoerd met de elektrische Fugro-(kleefmantel)conus conform norm NEN 5140. Een beschrijving van de gevolgde meet- en registratiemethode is gegeven in de bijlage "Continu Elektrisch Sonderen".

De resultaten van de sonderingen zijn getekend op de grafieken D 1 t/m DKM 18, waarop de diepte is uitgezet in meters ten opzichte van NAP.

Op de grafieken van de sonderingen waarbij ook de plaatselijke mantelwrijving is gemeten, is het wrijvingsgetal weergegeven. Dit is de verhouding tussen de plaatselijke wrijvingsweerstand en de conusweerstand. Empirisch is vastgesteld dat het wrijvingsgetal een nauwe relatie heeft met de grondsoort, zodat een goede indicatie van de laagopbouw wordt verkregen.

3. TERREIN- EN BODEMGESTELDHEID

De maaiveldniveaus ter plaatse van de sondeerlocaties varieerden ten tijde van het onderzoek van NAP +4,98 tot +4,15 m.

Een dorpelhoogte van een woning nummer 120 in de Hoofdstraat is ingemeten op NAP +5,13 m. De locatie van dit peil is aangegeven op de situatietekening.

Op basis van het grondonderzoek kan de bodemgesteldheid globaal worden geschematiseerd zoals in tabel 3-1 is weergegeven.

Tabel 3-1: Globale bodemgesteldheid

Diepte in m t.o.v. NAP	Bodembeschrijving
+4,98 tot +4,15	Maaiveld
+4,9 à +4,1 tot +3,0 à 0,0	Toplaag, ZAND, vast tot zeer vast, hier en daar een kleilaagje , toplaag
+3,0 à 0,0 tot +0,5 à -1,0	KLEI, siltig, doorsneden door zandlaagjes
+0,5 à -1,0 tot -10,0 à -11,5	ZAND, vast gepakt
-11,5	Maximaal verkende diepte

Door na het trekken van de sondeerstangen te peilen in de sondeergaten, is tijdens de uitvoering d.d. 8 november 2006 de grondwaterstand vastgesteld op ca. 1,5 m beneden maaiveld, hetgeen overeenkomt met circa NAP +3,3 m. Deze grondwaterstand is een éénmalige opname en slechts bedoeld als een oriënterend gegeven. De (grond)waterstand kan in de tijd fluctueren onder invloed van weersgesteldheid en de seizoenen.

4. FUNDERINGSADVIES

4.1. Algemeen

Gezien de aangetroffen bodemgesteldheid en de aard van de bebouwing komt voor dit project een fundering op palen in aanmerking.

In overleg met de opdrachtgever is besloten uit te gaan van de toepassing van prefab betonpalen. Deze funderingsoplossing is in paragraaf 4.2 nader uitgewerkt. Voor zover bekend is er geen trillingsgevoelige bebouwing in de nabije omgeving van de projectlocatie aanwezig.

Het funderingsadvies voor dit project is opgesteld conform de normen geotechniek NEN 6740 en NEN 6743. Het mede op basis van dit advies gemaakte funderingsontwerp dient achteraf te worden getoetst aan de geldende geotechnische normen.

In het ontwerpstadium zijn in het algemeen geen gedetailleerde gegevens beschikbaar met betrekking tot het palenplan, de exacte paalbelastingen, de gebouwtijfheid en de vervormingseisen. Derhalve wordt in dit stadium van het project volstaan met de toetsing van grenstoestand 1B op sterkte. Voor de meeste paaltypen, zoals grondverdringende palen en avegaarpalen met relatief kleine diameter, is deze grenstoestand veelal maatgevend, zodat hiermee ook de andere grenstostanden worden ondervangen.

Voor de paalfundering is uitgegaan van verticaal, centrisc en op druk belaste palen. Momenten, horizontale belastingen en trekbelastingen zijn niet beschouwd.

4.2. Fundering op palen

Voor de uitwerking van het funderingsadvies voor dit project zijn de volgende door de opdrachtgever verstrekte uitgangspunten gehanteerd:

- de rekenwaarden voor de paalbelastingen vanuit de constructie ($F_{s,v;d}$) variëren voor de grenstostanden 1A en 1B van ca. 200 à 500 kN.
- het peil van de nieuwbouw bedraagt ca. NAP +5,1 m.
- het terrein zal niet significant worden opgehoogd of ontgraven

Voor het funderingsadvies is voor diverse schachtafmetingen op gekozen paalpuntniveaus de rekenwaarde van de draagkracht van de palen bepaald. De resultaten van deze berekeningen zijn weergegeven in tabel 4-1.

Geadviseerd wordt de palen met een schachtafmeting van $\varnothing$ 180 mm alleen toe te passen voor lage belastingen, bijvoorbeeld ter plaatse van bergingen of tuinmuren.

tabel 4-1: Paalpuntniveaus en rekenwaarden van de paal draagkracht

Sondering nr.	Maaiveldhoogte in m t.o.v. NAP	Paalpuntniveau in m t.o.v. NAP	$F_{r,net;d}$ in kN prefab betonpalen			
			$\varnothing$ 180 mm	$\varnothing$ 220 mm	$\varnothing$ 250 mm	$\varnothing$ 290 mm
D 1	+4,30	-2,5	270	370	440	520
		-3,0	280	390	470	610
		-3,5	--	430	520	660
		-4,0	--	500*	630*	830

Sondering nr.	Maaiveldhoogte in m t.o.v. NAP	Paalpuntniveau in m t.o.v. NAP	F _{r,net;d} in kN prefab betonpalen			
			⌀ 180 mm	⌀ 220 mm	⌀ 250 mm	⌀ 290 mm
D 2	+4,41	-2,5	260	360	450	570
		-3,0	320*	450	550	700
		-3,5	--	540*	670*	850
		-4,0	--	600*	740*	960*
D 3	+4,54	-2,5	290	400	500	630
		-3,0	320*	510*	630*	810
		-3,5	--	540*	660*	820
		-4,0	--	520*	650*	830
D 4	+4,68	-2,5	320*	440	540	680
		-3,0	evt.	500*	610	740
		-3,5	--	520*	650*	810
		-4,0	--	540*	680*	880
D 5	+4,67	-2,5	320*	670*	800*	980*
		-3,0	--	730*	870*	1070*
		-3,5	--	780*	940*	1150*
		-4,0	--	evt.	980*	1210*
		-4,5	--	evt.	1020*	1270*
		-5,0	--	evt.	1070*	1320*
D 6	+4,75	-2,5	290	420	520	680
		-3,0 zh	320*	520*	660*	880
		-3,5 zh	--	570*	730*	850
		-4,0 zh	--	620*	770*	1010*
D 7	+4,15	-2,5	240	330	410	520
		-3,0	270	370	460	580
		-3,5	320*	510*	630*	810
		-4,0	--	610*	760*	970*
		-4,5	--	630*	770*	910*
		-5,0	--	620*	760*	960*
DKM 8	+4,57	-4,5				
		-5,0	270	370	450	570
		-5,5	--	450	520	630
		-6,0	--	450	540	670
D 9	+4,74	-2,5	230	310	380	490
		-3,0	260	350	420	530
		-3,5	280	390	480	610
		-4,0	--	520*	650*	830
		-4,5	--	580*	720*	930*
		-5,0	--	590*	730*	930*
D 10	+4,82	-2,5	320*	450	570	740
		-3,0	evt.	510*	650*	870
		-3,5 zh	--	570*	720*	950*
		-4,0 zh	--	610*	770*	1000*
D 11	+4,88	-2,5	270	390	480	610
		-3,0	--	500	620*	800
		-3,5	--	570*	700*	900*
		-4,0	--	630*	790*	1030*
DKM 12	+4,84	-2,5	270	380	470	610
		-3,0	320*	540*	670*	860
		-3,5	--	610*	760*	960*
		-4,0	--	660*	810*	1030*
D 13	nutv					

Sondering nr.	Maaiveldhoogte in m t.o.v. NAP	Paalpuntniveau in m t.o.v. NAP	$F_{r,net;d}$ in kN prefab betonpalen			
			□ 180 mm	□ 220 mm	□ 250 mm	□ 290 mm
D 14	+4,84	-2,5	240	330	410	540
		-3,0	300	420	520	660
		-3,5	--	530*	670*	840
		-4,0	--	560*	670*	840
D 15	+4,91	-2,5	320*	580*	730*	960*
		-3,0	evt.	630*	790*	1030*
		-3,5	--	670*	840*	1080*
		-4,0 zh	--	690*	860*	1100*
D 16	+4,79	-2,5	180	250	310	400
		-3,0	290	420	540	710
		-3,5	--	570*	700*	880*
		-4,0 zh	--	590*	710*	820
D 17	+4,94	-2,5	300	420	510	660
		-3,0	320*	490	600	760
		-3,5	--	570*	710*	910*
		-4,0	--	620*	770*	1000*
DKM 18	+4,98	-2,5 #	120	190	250	350
		-3,0 zh	300	470	620	810
		-3,5 zh	--	510*	660*	870
		-4,0 zh	--	550*	670*	850

Opmerkingen bij de tabel:

- $F_{r,net;d}$ = rekenwaarde van de netto draagkracht van de paal, rekening houdend met negatieve kleeft ($F_{r,max;d} - F_{s,nk;d}$).
 nutv = nog uit te voeren sondering
 * = let op schachtspanningen
 zh = te verwachten zwaar heilwerk
 evt. = eventueel toe te passen paalpuntniveau in overgangsgebieden.
 -- = niet toepassen op dit niveau.
 # = dit inheinniveau alleen toepassen bij sterk oplopende kalenders, anders ca. 0,25 à 0,5 m dieper niveau kiezen

Bij het indelen van het palenplan, dient het verschil in paalpuntniveau van naast elkaar gelegen vakken bij voorkeur niet groter dan ca. 2,0 m te worden gekozen.

De in de tabel gepresenteerde waarden voor de paal draagkracht zijn grondmechanische waarden. Door de constructeur dient te worden gecontroleerd of de bijbehorende paalschachtspanningen toelaatbaar zijn. Hierbij kan als bijdrage voor de rekenwaarde van de negatieve kleeft ($F_{s,nk;d}$) van 0 tot 50 kN/m¹ worden gehanteerd. Bij heilafwijkingen kunnen de schachtspanningen in de paal maatgevend worden.

Voorbeeldberekeningen van de rekenwaarde van de negatieve kleeft, netto draagkracht van een paal en de toetsing van grenstoestand 1B zijn gegeven in de bijlagen 2 t/m 4.

Voor de berekening van de rekenwaarde van de maximale draagkracht en de toetsing van grenstoestand 1B volgens NEN 6740 en NEN 6743 zijn de volgende uitgangspunten aangehouden:

- het project is geplaatst in geotechnische categorie 2.

- omdat in dit stadium van het ontwerp de stijfheid van de constructie nog niet exact bekend is, is in overeenstemming met art. 5.3.2.2 van NEN 6743 de stijfheid van de constructie niet in rekening gebracht. Volgens tabel 1 van NEN 6743 is voor de factor ξ een waarde van 0,8 gehanteerd.
- bij de draagkrachtberekeningen is rekening gehouden met het optreden van negatieve kleef langs de paalschacht. Deze kan ontstaan door het optreden van zettingen in de samendrukbare lagen tot een diepte van ca NAP +0,5 à -2,0 m.
- $F_{s;d} + F_{s,nk;d} \leq F_{r,max;d}$. Hiermee is tevens voldaan aan grenstoestand 1A. De vervormingsgrenstoestanden zijn, gezien de zeer geringe zakking van de palen onder invloed van de belasting, niet maatgevend.

5. UITVOERING

Het heiwerk van de voorgespannen prefab betonpalen dient te worden uitgevoerd door een gerenommeerd en op dit terrein gespecialiseerd bedrijf, bij voorkeur conform de KIWA beoordelingsrichtlijn BRL 2357 2002-03-14 ("*Heien van geprefabriceerde betonpalen*").

Voor verdere informatie en aanbevelingen met betrekking tot de wijze van uitvoering van de heiwerkzaamheden wordt verwezen naar de bijlage "Uitvoering Heiwerk"

Geadviseerd wordt de definitieve keuze van het heiblok te maken op basis van een concreet palenplan en in overleg met het heibedrijf.

Door het heien zullen trillingen worden opgewekt. De invloed van deze trillingen op de belendingen is afhankelijk van onder meer de staat en funderingswijze van deze belendingen. Desgewenst kunnen door Fugro tijdens het heien de trillingen gemeten en op basis van de richtlijnen van de Stichting Bouw Research (SBR) geïnterpreteerd worden.

Teneinde de kans op schade aan nabijgelegen belendingen tijdens het heien te beperken, wordt geadviseerd navolgende maatregelen en uitgangspunten te hanteren:

- een dagmaat tussen de nieuw te heien palen en de palen onder de belendingen aan te houden van ten minste 4 maal de grootste paaldiameter;
- het heiwerk te beginnen met de palen zo groot mogelijke afstand van de bestaande belendingen waarbij trillingsmetingen worden uitgevoerd. Op basis van de resultaten van de trillingsmeting kan het heiwerk gecontroleerd worden uitgevoerd en indien noodzakelijk worden bijgestuurd;
- het paalpuntniveau van de direct naastliggende nieuwe palen niet dieper te kiezen dan het paalpuntniveau van de palen onder de belending;
- de zandige toplaag, tot een diepte van ca. MV -2,5 à -3,0 m voor te boren door met een overmaatse avegaar de grond los te woelen. Dit los woelen kan worden bereikt door na het indraaien van de avegaar deze met een tegengestelde draairichting weer uit te grond te halen, waarbij een minimale grondverwijdering plaatsvindt
- indien de belending op staal is gefundeerd, dient dit voorboren slechts kort voor het feitelijke heien van de paal plaats te vinden.

BORINGEN/PEILBUIZEN***Aanduidingen***

- mechanische boring
- ◐ handboring
- niet uitgevoerde boring
- boring met peilbuis
- ≡ boring met peilbuis ondiep filter en diep filter
- ≡≡ boring met peilbuis ondiep filter, middeldiep filter en diep filter
- ◐— handboring met peilbuis
- ⊕ hellingmeterbuis
- ↘ gedrukte peilbuis/minifilter

Type boringen

- B mechanische boring
- HB handboring

SONDERINGEN***Aanduidingen***

- ▼ diep-/diepzware sondering
- ▽ middelzware-/lichte sondering
- ▼≡ diep-/diepzware sondering met plaatselijke kleefmeting
- ▽≡ middelzware-/lichte sondering met plaatselijke kleefmeting
- ◐ slagsondering
- ▽ niet uitgevoerde sondering
- ↗ waterspanningsmeter
- ▲ bodemluchtmonstername

Type sonderingen

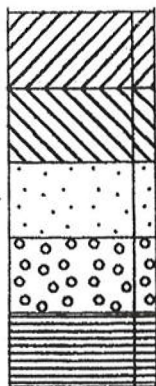
- L lichte sondering
- M middelzware sondering
- D diepsondering
- DZ diepzware sondering
- S slagsondering

Toegevoegde metingen

- KM meting van de plaatselijke kleef
- P meting van de waterspanning
- G meting van de geleidbaarheid
- S seismische meting

GRONDSOORTEN (conform Nen 5104)

Grondsoort/toevoeging



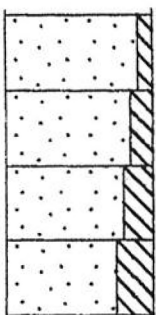
Klei, kleig

Leem, siltig

Zand, zandig

Grind, grindig

Veen, humeus



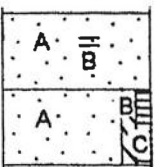
zwak

matig

sterk

uiterst

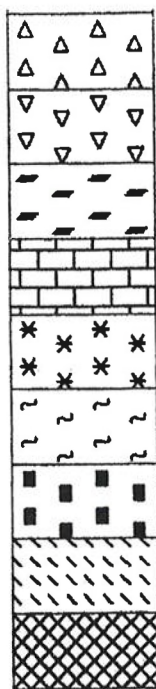
Toevoeging siltig in
grondsoort zand



Toevoeging B in
grondsoort A

Grondsoort A met 2
toevoegingen B en C

Hoofdbestanddeel/soms toevoeging



Puin

Slakken

Mijnssteen

Mergel

Bruinkool

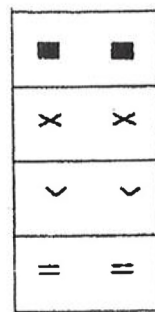
Huisvuil

Kooltjes

Slib

Teelaarde

Bijmengsel



houtresten

roest

schelpen

veenresten

Peilbuis



Grondwaterstand
in peilbuis

Afdichting

Omstorting

Filter

Niet geperforeerd

Geperforeerd



Grondwaterstand
tijdens boren



1 Geroerd monster

2 Ongeroerd monster

Meettechniek

Bij het uitvoeren van een sondering conform NEN 5140 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 drukken¹⁾. De druk op de conuspunt (conusweerstand in MPa) wordt door rekstrookjes in de conus continu gemeten. De meetsignalen worden via een kabel naar een elektrische meeteenheid gestuurd en tezamen met de diepte en de tijd in een computer opgeslagen. Definitieve verwerking vindt daarna op kantoor plaats, waarbij de gemeten conusweerstand tegen de diepte in grafiekvorm wordt uitgewerkt. Door continue registratie van de conusweerstand wordt een nauwkeurig beeld van de gelaagdheid en de vastheid van de bodem verkregen.

In de elektrische conus is standaard een hellingmeter ingebouwd waarmee tijdens het sonderen de afwijking van de conus met de verticaal wordt geregistreerd. Onjuiste diepte aanduiding als gevolg van "krom sonderen" wordt hiermee voorkomen. Afhankelijk van de sondeerklasse wordt de diepte hiervoor gecorrigeerd.

Naast de conusweerstand kunnen, bij gebruik van andere conustypen, ook andere gegevens worden gemeten. De meest toegepaste conus is de "elektrische kleefmantelconus", waarmee zowel de conusweerstand als de plaatselijke wrijvingsweerstand gelijktijdig wordt gemeten. Hiertoe is een mantel met een oppervlak van 15000 mm^2 boven de punt aangebracht. De plaatselijke wrijving wordt op dezelfde wijze als de conusweerstand gemeten en geregistreerd.

¹⁾ Volgens NEN 5140 mag het basisoppervlak tussen 500 en 2000 mm^2 variëren zonder dat correctiefactoren op de meetresultaten behoeven te worden toegepast.

Interpretatie van de sonderingen met plaatselijke wrijvingsweerstand

Meting van zowel de conusweerstand als de plaatselijke wrijvingsweerstand 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, vermenigvuldigd met een factor 100. Hierbij wordt rekening gehouden met laagscheidingen ter hoogte van de mantel.

Het wrijvingsgetal geeft samen met de conusweerstand over het algemeen 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, dan wel lokale ervaring en uitsluitend gelden voor de cilindrische elektrische conus.*

grondsoort	wrijvingsgetal	grondsoort	wrijvingsgetal
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.

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
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
CPM (conuspressiometer)	spannings-rek-gedrag en sterkte in situ	bepaling grondstijfheid, horizontale korrelspanning, ongedraineerde schuifweerstand en relatieve dichtheid
MIP (membrane interface probe)	verticale verspreiding van vluchtige (gechloreerde) koolwaterstoffen	bestudering zak/drijfslagen en/of verontreinigingen met vluchtige (gechloreerde) koolwaterstoffen
ROST (rapid optical screening tool)	verticale verspreiding van (aromatische) koolwaterstoffen	bestudering zak/drijfslagen en/of verontreinigingen met (aromatische) koolwaterstoffen
video	videobeeld van de grond bij het passeren van de conus	nadere geotechnische classificatie / structuur informatie over bodemverontreiniging (verkleuring)

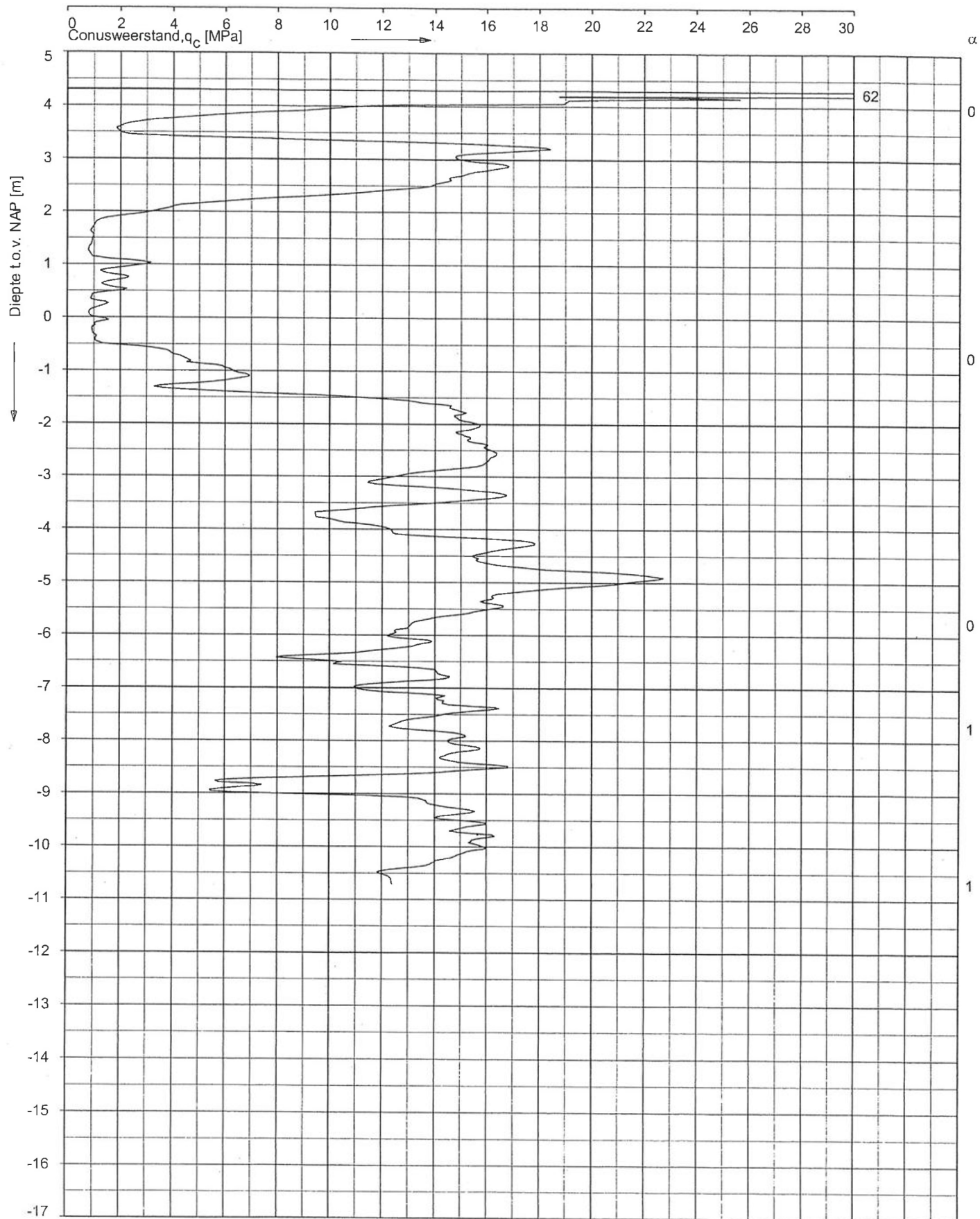
Klassenindeling NEN 5140

De norm gaat uit van vier kwaliteitsklassen. Voorafgaand aan de uitvoering dient een keuze te worden gemaakt binnen welke kwaliteitsklasse het werk 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.

Voor projecten, waarbij parameters op basis van Tabel 1 NEN 6740 worden afgeleid, is een hoge nauwkeurigheidsklasse gewenst. Het is in slappe grondlagen met lage conusweerstand extra moeilijk om aan de eisen van klassen 1 en 2 te voldoen. Dit in tegenstelling tot grondsoorten met hoge conusweerstand. Het bij Fugro gehanteerde meetsysteem voor sonderen is bijzonder nauwkeurig door strikte kwaliteitscontroles en calibraties. Fugro sonderingen vallen dan ook standaard in klasse 2. Klasse 1 sonderingen dienen alleen voor calibratiedoeleinden en wetenschappelijk onderzoek. Bij routinematige sonderingen kunnen de specificaties van klasse 1 sonderingen alleen door aanvullende maatregelen worden benaderd.



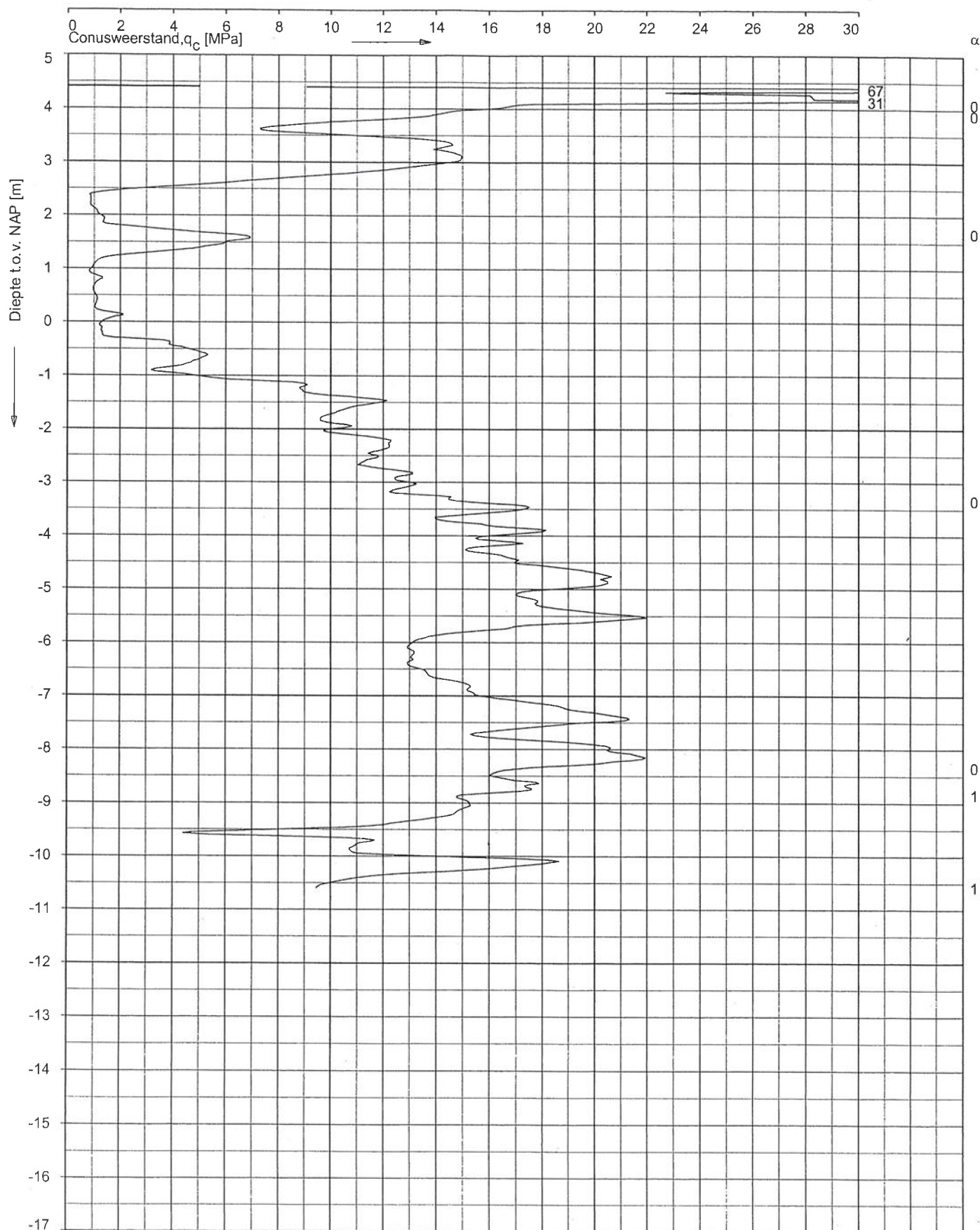
Opg.: CM/MKR d.d. 07-Nov-2006 conus: F7.5CKE/B X =
 Gel.: BELJAARS d.d. 10-nov-2006 MV = NAP +4.30 m Y =

Sondering volgens norm NEN 5140
 conustype cilindrisch elektrisch
 α afwijking van de vertikaal

SONDERING

PROJECT AAN DE AMERIKA STRAAT / HOOFD STRAAT TE KAATSHEUVEL

Opdr. 7006-0362-000
 Sond. D1



Opg. : CM/MKR d.d. 07-Nov-2006
 Gel. : BELJAARS d.d. 10-nov-2006

conus : F7.5CKE/B
 MV = NAP +4.41 m

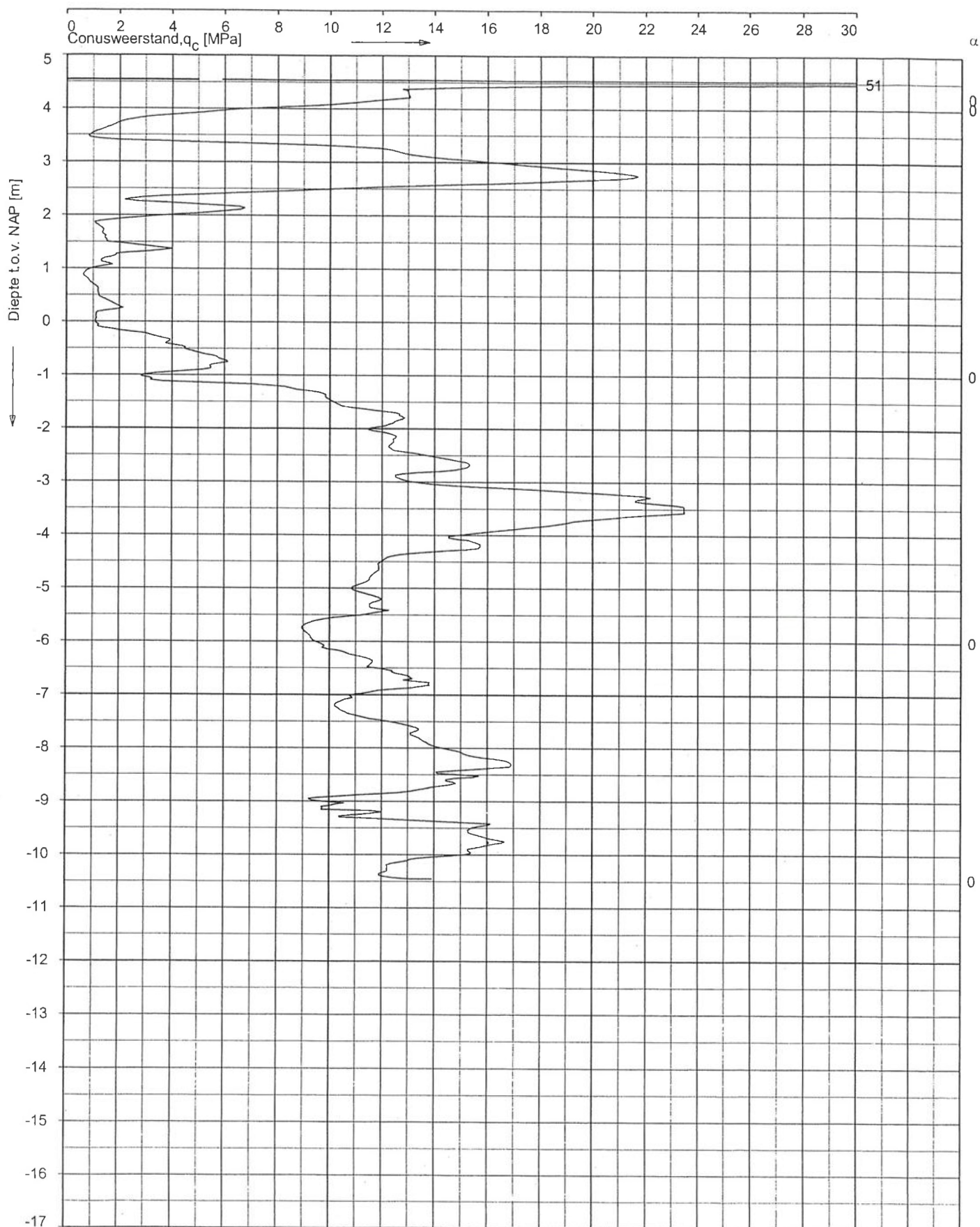
X =
 Y =

Sondering volgens norm NEN 5140
 conustype cilindrisch elektrisch
 α afwijking van de vertikaal

SONDERING

PROJECT AAN DE AMERIKA STRAAT / HOOFD STRAAT TE KAATSHEUVEL

Opdr. 7006-0362-000
 Sond. D2



Opg. : CM/MKR d.d. 07-Nov-2006
Gel. : BELJAARS d.d. 10-nov-2006

conus : F7.5CKE/B
MV = NAP +4.54 m

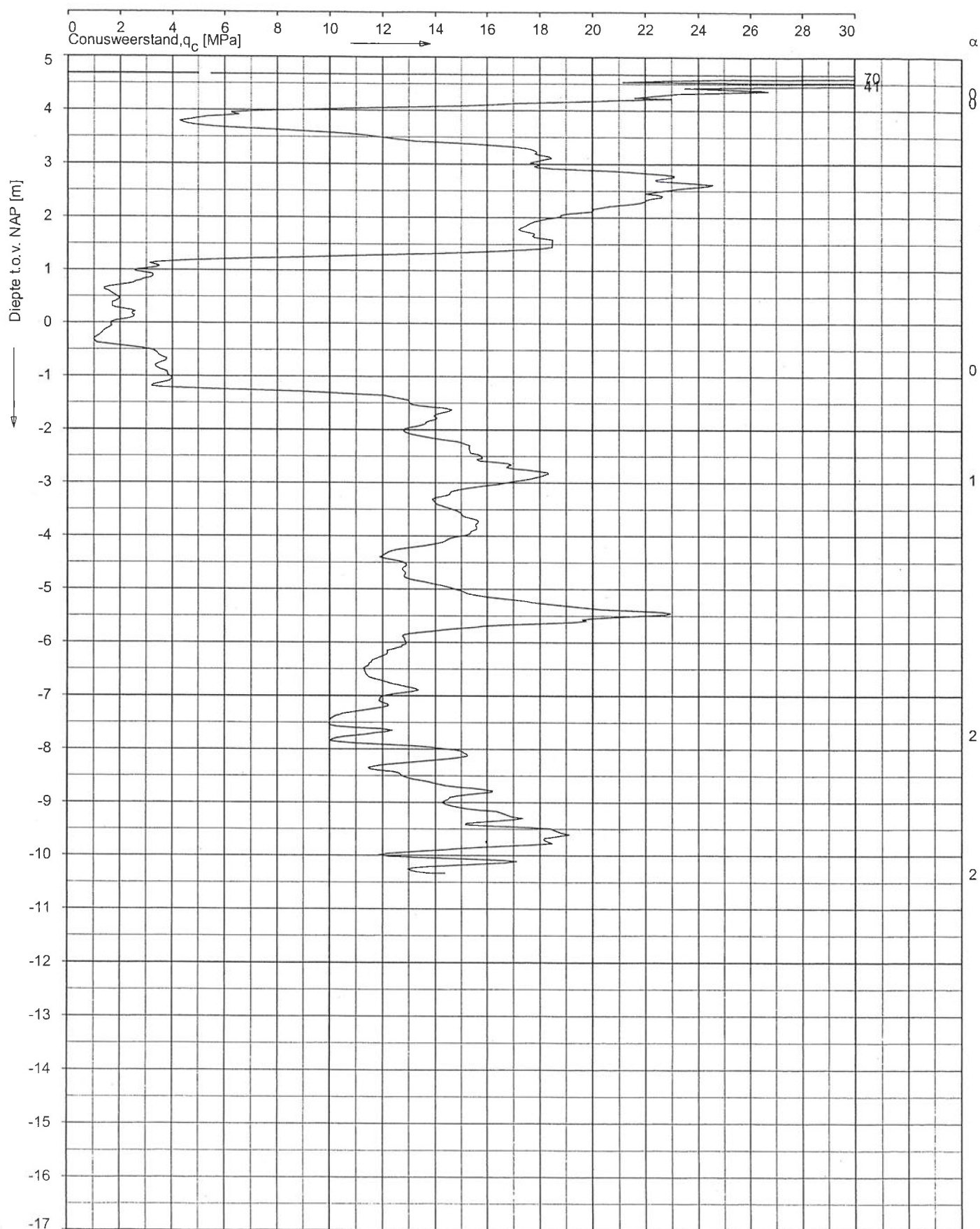
X =
Y =

Sondering volgens norm NEN 5140
conustype cilindrisch elektrisch
 α afwijking van de vertikaal

SONDERING

PROJECT AAN DE AMERIKA STRAAT / HOOFD STRAAT TE KAATSHEUVEL

Opdr. 7006-0362-000
Sond. D3



Opg. : CM/MKR d.d. 07-Nov-2006
 Get. : BELJAARS d.d. 10-nov-2006

conus : F7.5CKE/B
 MV = NAP +4.68 m

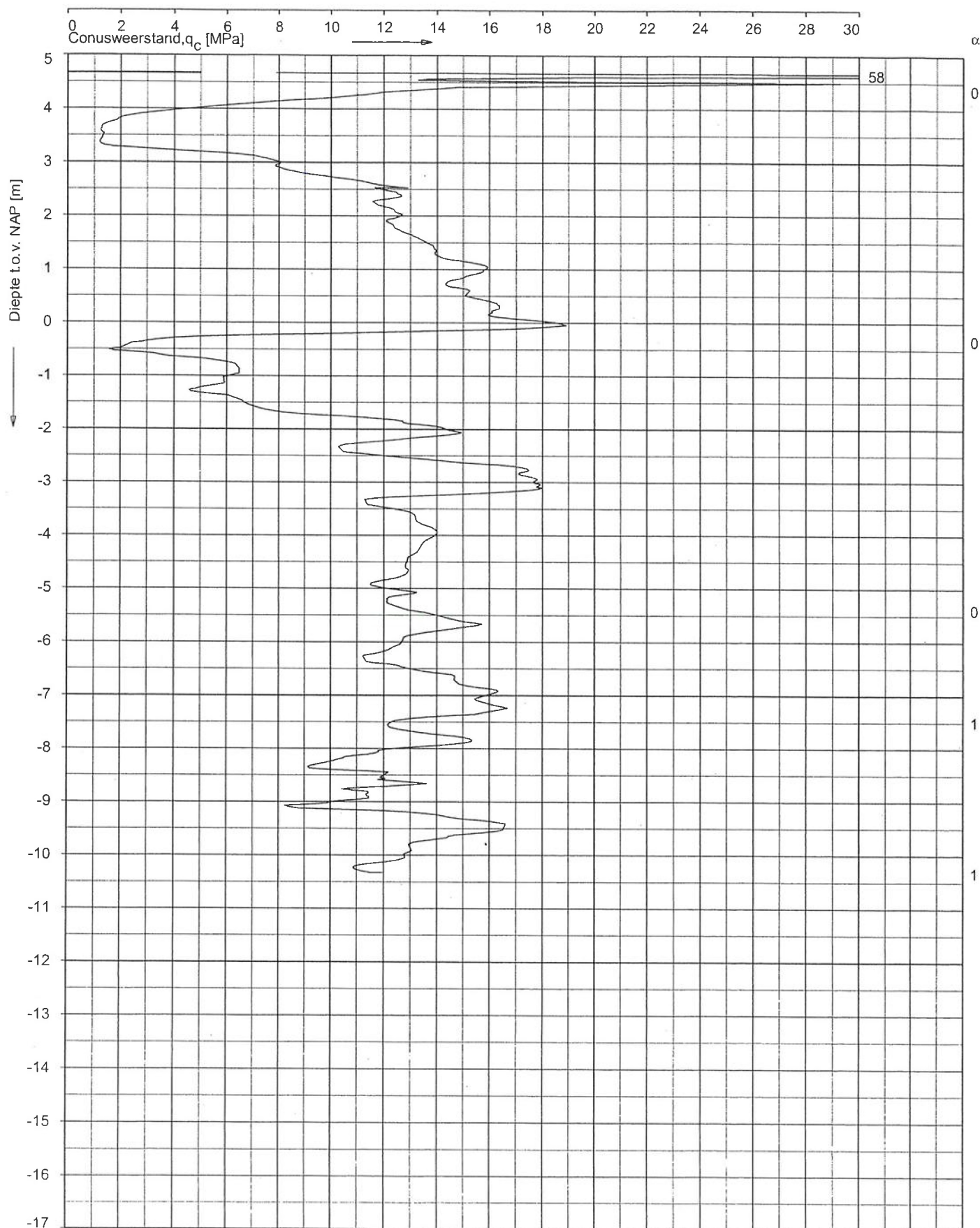
X =
 Y =

Sondering volgens norm NEN 5140
 conustype cilindrisch elektrisch
 α afwijking van de vertikaal

SONDERING

PROJECT AAN DE AMERIKA STRAAT / HOOFD STRAAT TE KAATSHEUVEL

Opdr. 7006-0362-000
 Sond. D4



Opg. : CM/MKR d.d. 07-Nov-2006
 Get. : BELJAARS d.d. 10-nov-2006

conus : F7,5CKE/B
 MV = NAP +4,67 m

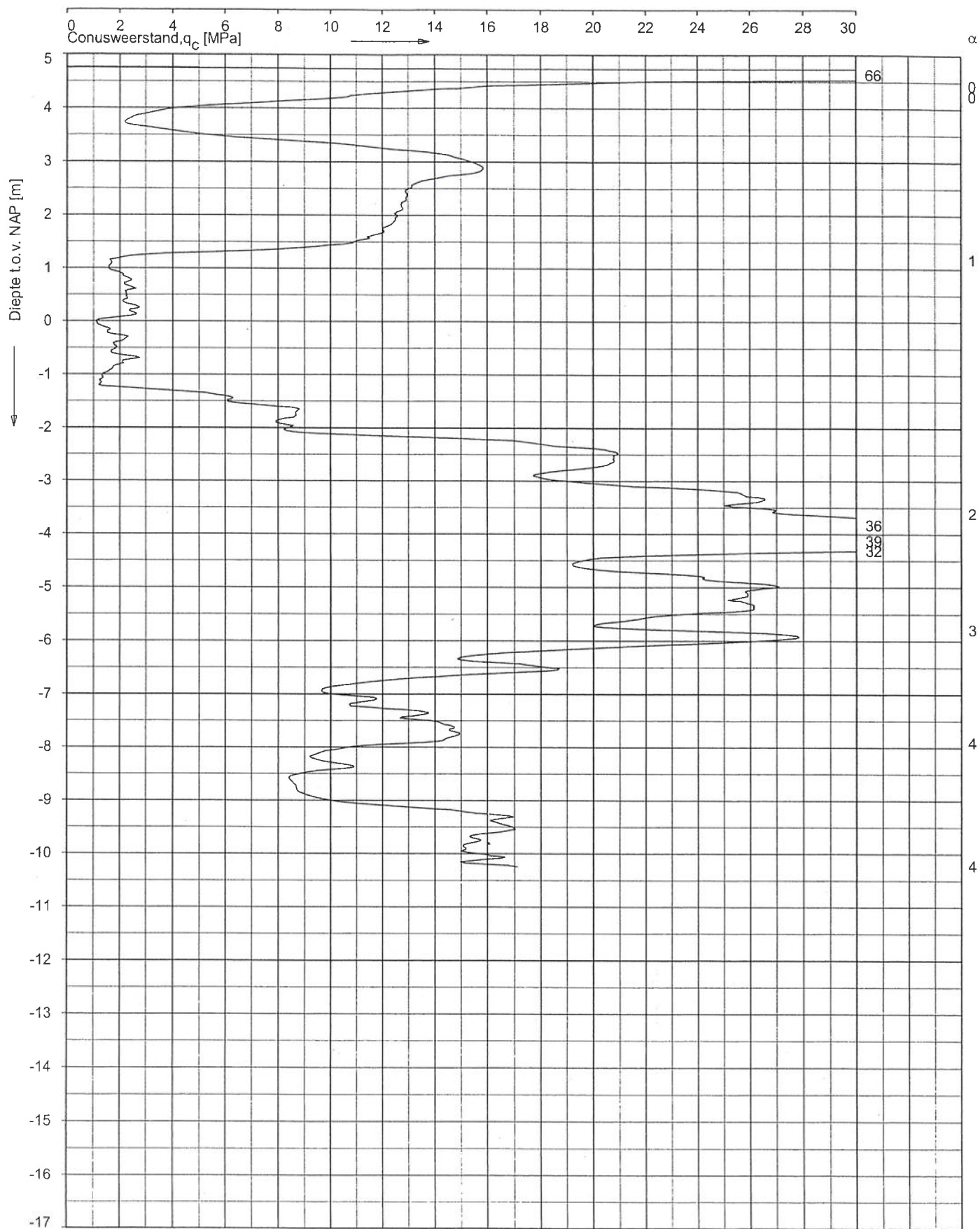
X =
 Y =

Sondering volgens norm NEN 5140
 conustype cilindrisch elektrisch
 α afwijking van de vertikaal

SONDERING

PROJECT AAN DE AMERIKA STRAAT / HOOFD STRAAT TE KAATSHEUVEL

Opdr. 7006-0362-000
 Sond. D5



Opg.: CM/MKR d.d. 07-Nov-2006 conus: F7.5CKE/B
 Get.: BELJAARS d.d. 10-nov-2006 MV = NAP +4.75 m

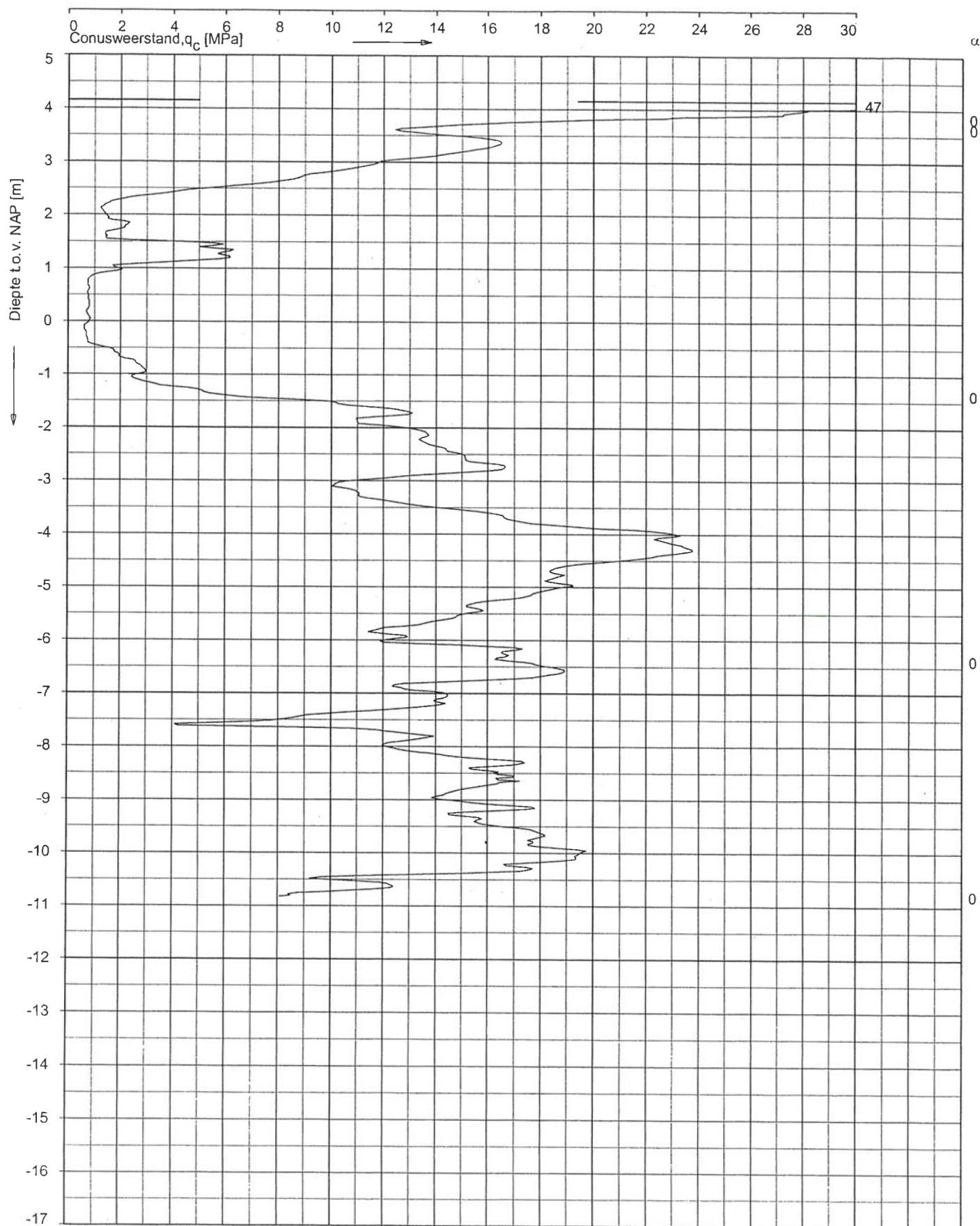
X =
Y =

Sondering volgens norm NEN 5140
 conustype cilindrisch elektrisch
 α afwijking van de vertikaal

SONDERING

PROJECT AAN DE AMERIKA STRAAT / HOOFD STRAAT TE KAATSHEUVEL

Opdr. 7006-0362-000
 Sond. D6



Opg.: CM/MKR d.d. 07-Nov-2006
 Get.: BELJAARS d.d. 10-nov-2006

conus: F7.5CKE/B
 MV = NAP +4.15 m

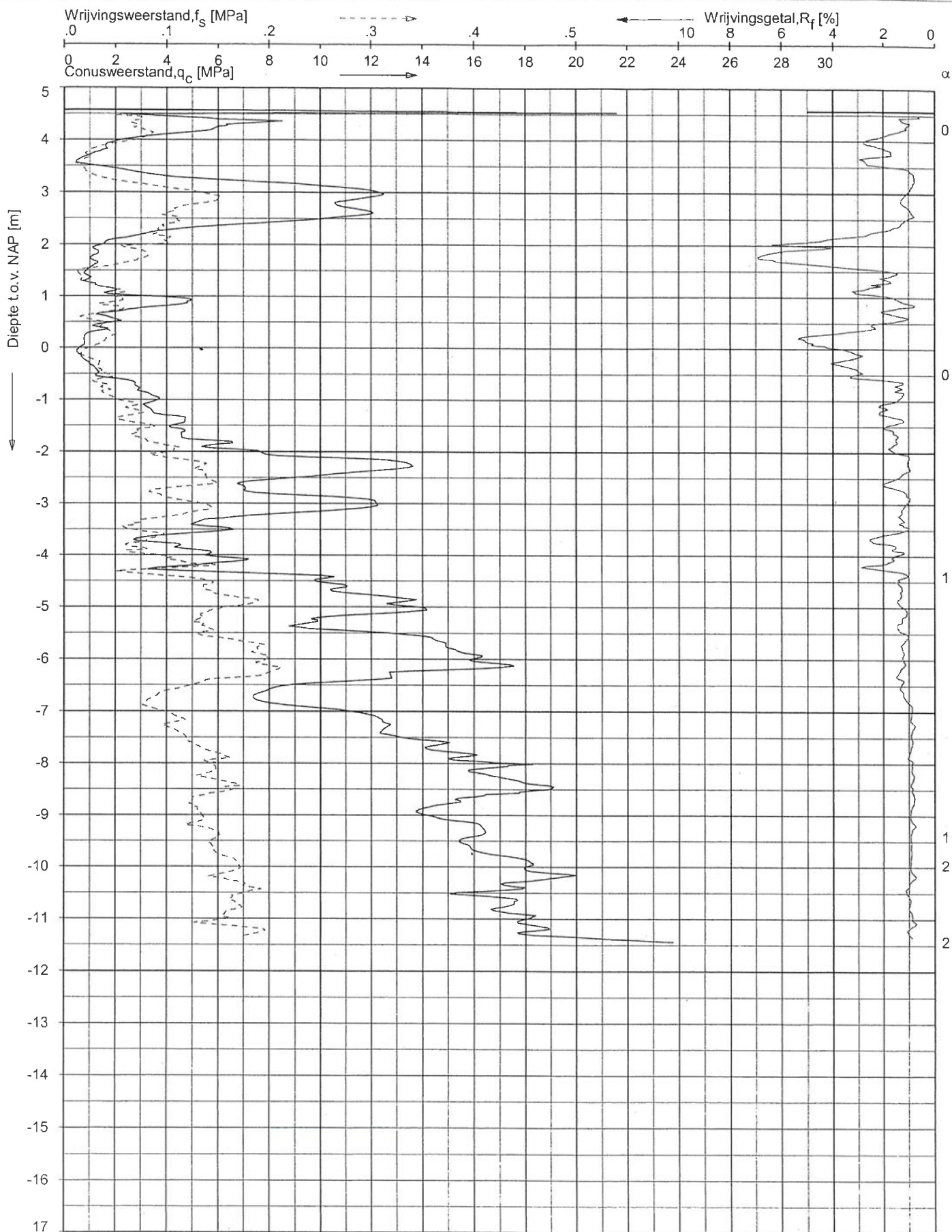
X =
 Y =

Sondering volgens norm NEN 5140
 conustype cilindrisch elektrisch
 α afwijking van de vertikaal

SONDERING

PROJECT AAN DE AMERIKA STRAAT / HOOFD STRAAT TE KAATSHEUVEL

Opdr. 7006-0362-000
 Sond. D7



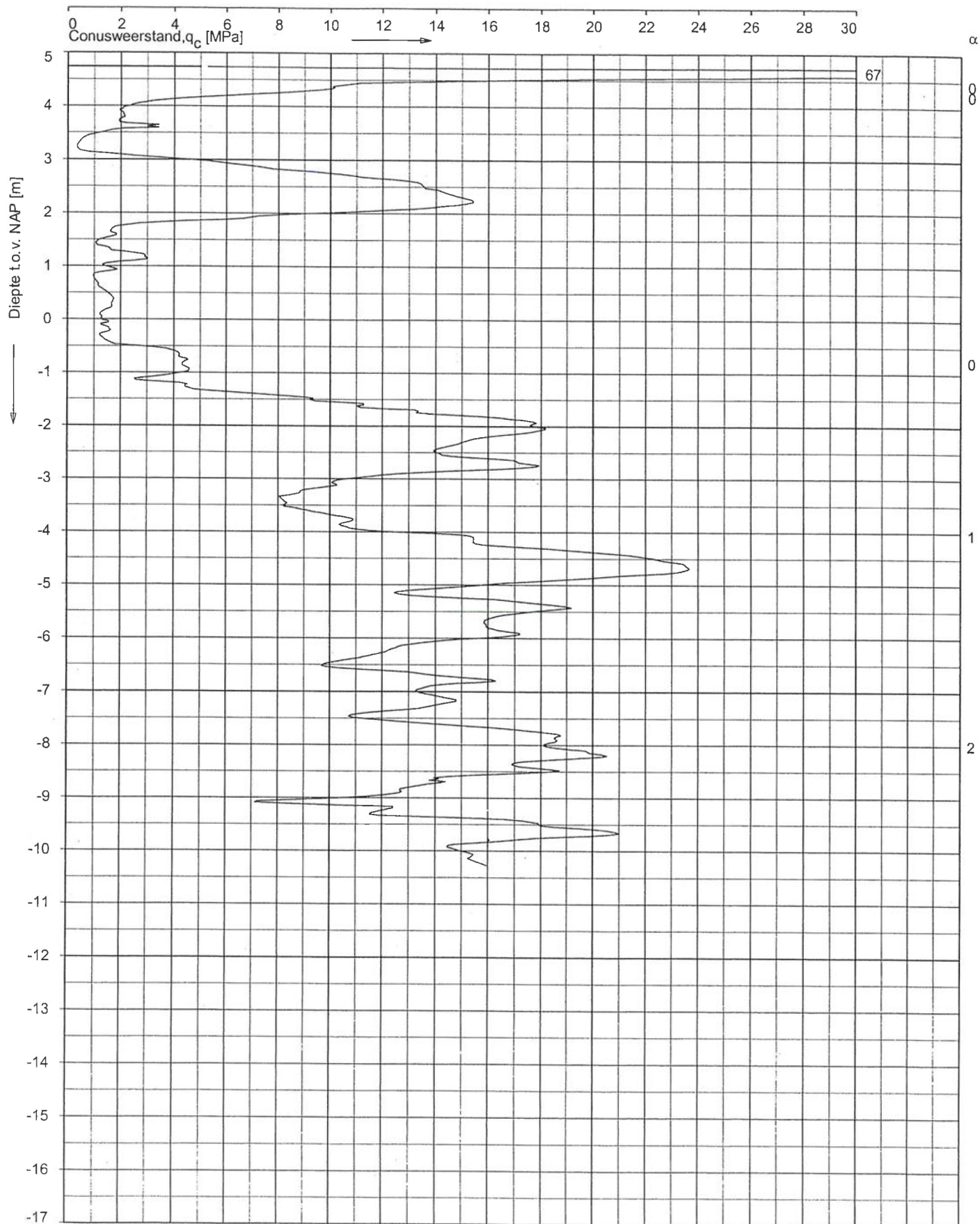
Opg.: CM/MKR d.d. 07-Nov-2006 conus: F7.5CKE/B X =
 Get.: BELJAARS d.d. 10-nov-2006 MV = NAP +4.57 m Y =

Sondering volgens norm NEN 5140
 conustype cilindrisch elektrisch
 α afwijking van de vertikaal

SONDERING MET PLAATSELIJKE KLEEFMETING

PROJECT AAN DE AMERIKA STRAAT / HOOFD STRAAT TE KAATSHEUVEL

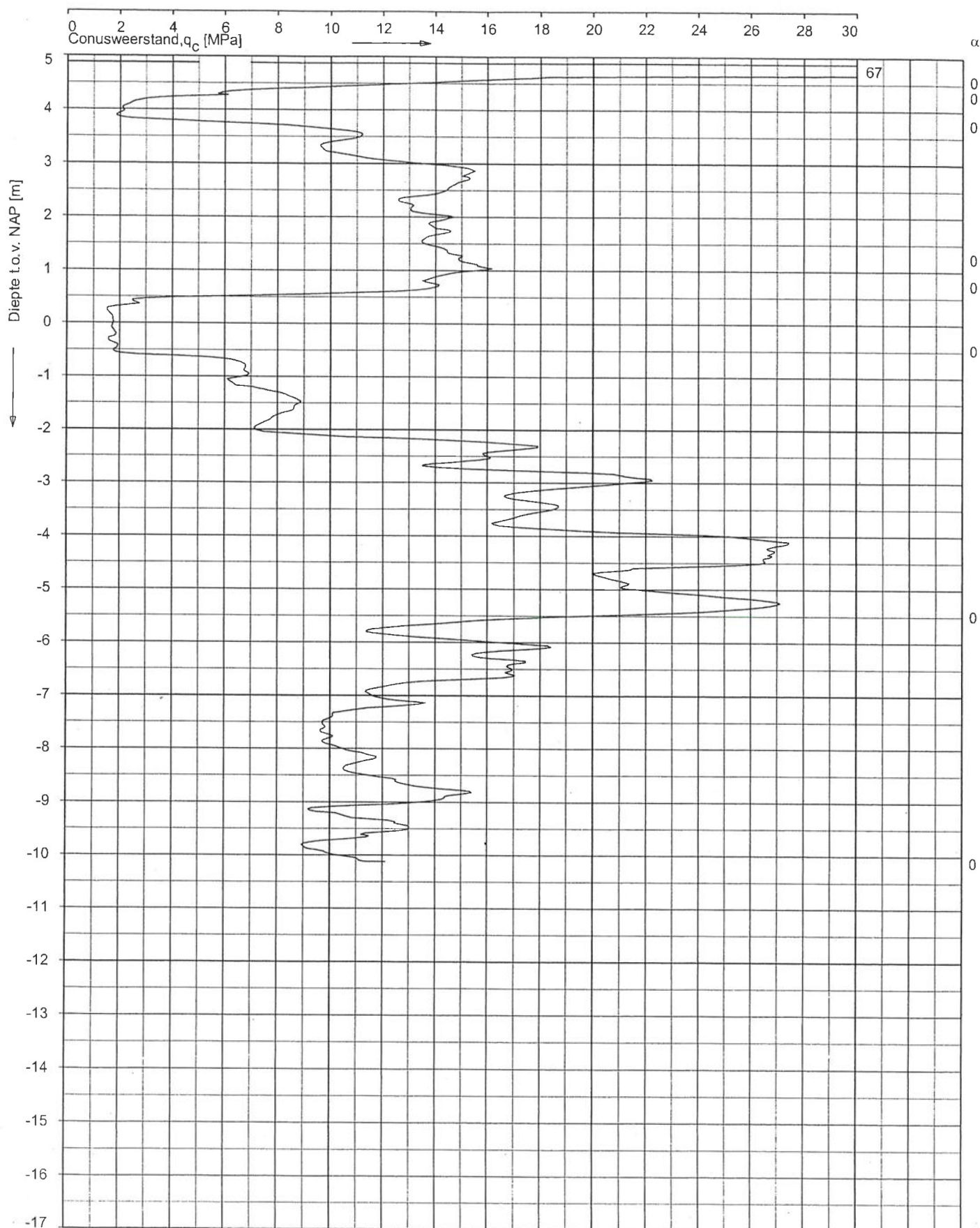
Opdr. 7006-0362-000
 Sond. DKM8



Opg.: CM/MKR d.d. 07-Nov-2006 conus: F7.5CKE/B X =
 Get.: BELJAARS d.d. 10-nov-2006 MV = NAP +4.74 m Y =

Sondering volgens norm NEN 5140
 conustype cilindrisch elektrisch
 α afwijking van de vertikaal

SONDERING



Opg.: CM/MKR d.d. 07-Nov-2006
 Gel.: BELJAARS d.d. 10-nov-2006

conus: F7.5CKE/B
 MV = NAP +4.88 m

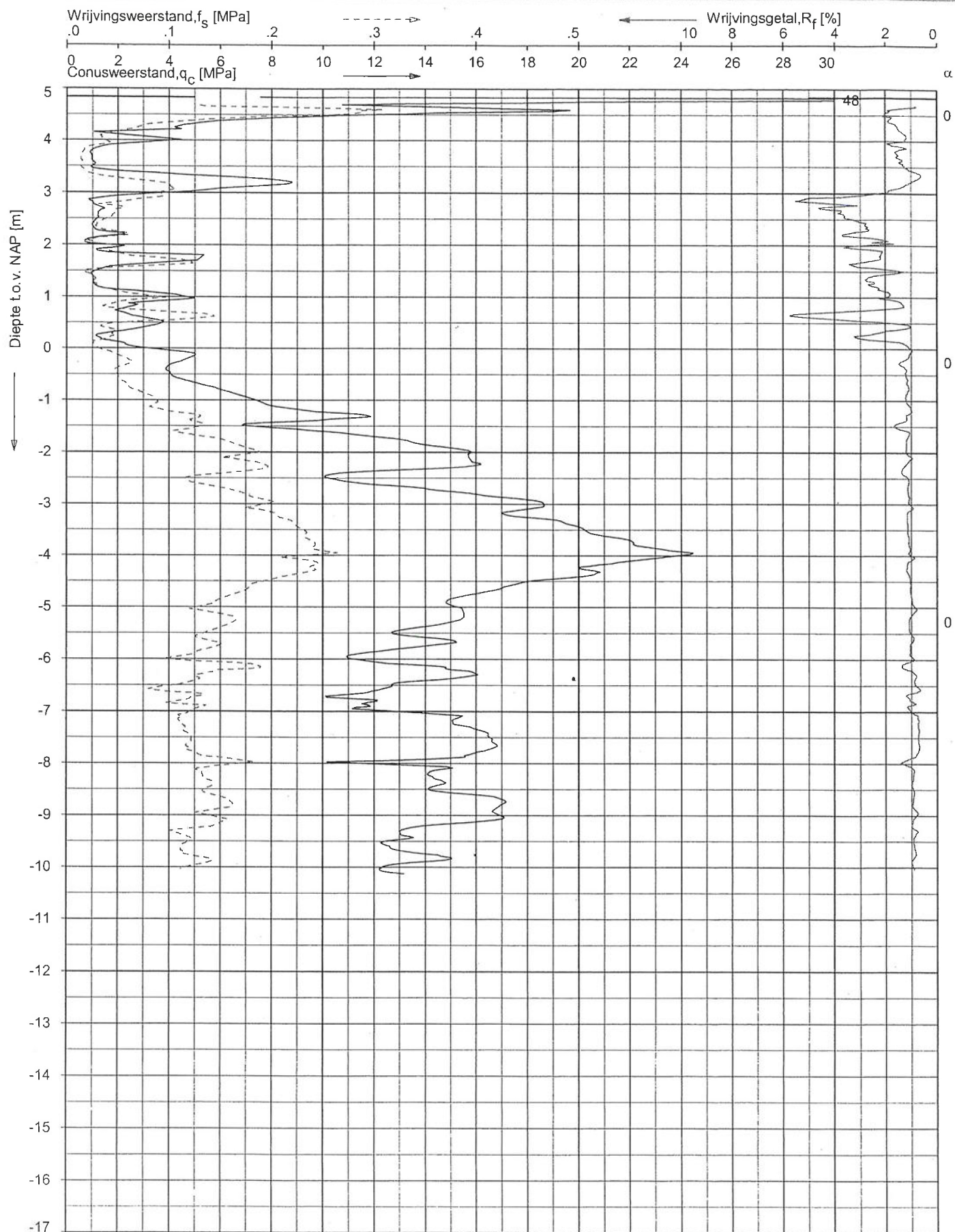
X =
 Y =

Sondering volgens norm NEN 5140
 conustype cilindrisch elektrisch
 α afwijking van de vertikaal

SONDERING

PROJECT AAN DE AMERIKA STRAAT / HOOFD STRAAT TE KAATSHEUVEL

Opdr. 7006-0362-000
 Sond. D11



Opg.: CMWDH d.d. 08-Nov-2006
 Gel.: BELJAARS d.d. 10-nov-2006

conus: F7.5CKE/B
 MV = NAP +4.84 m

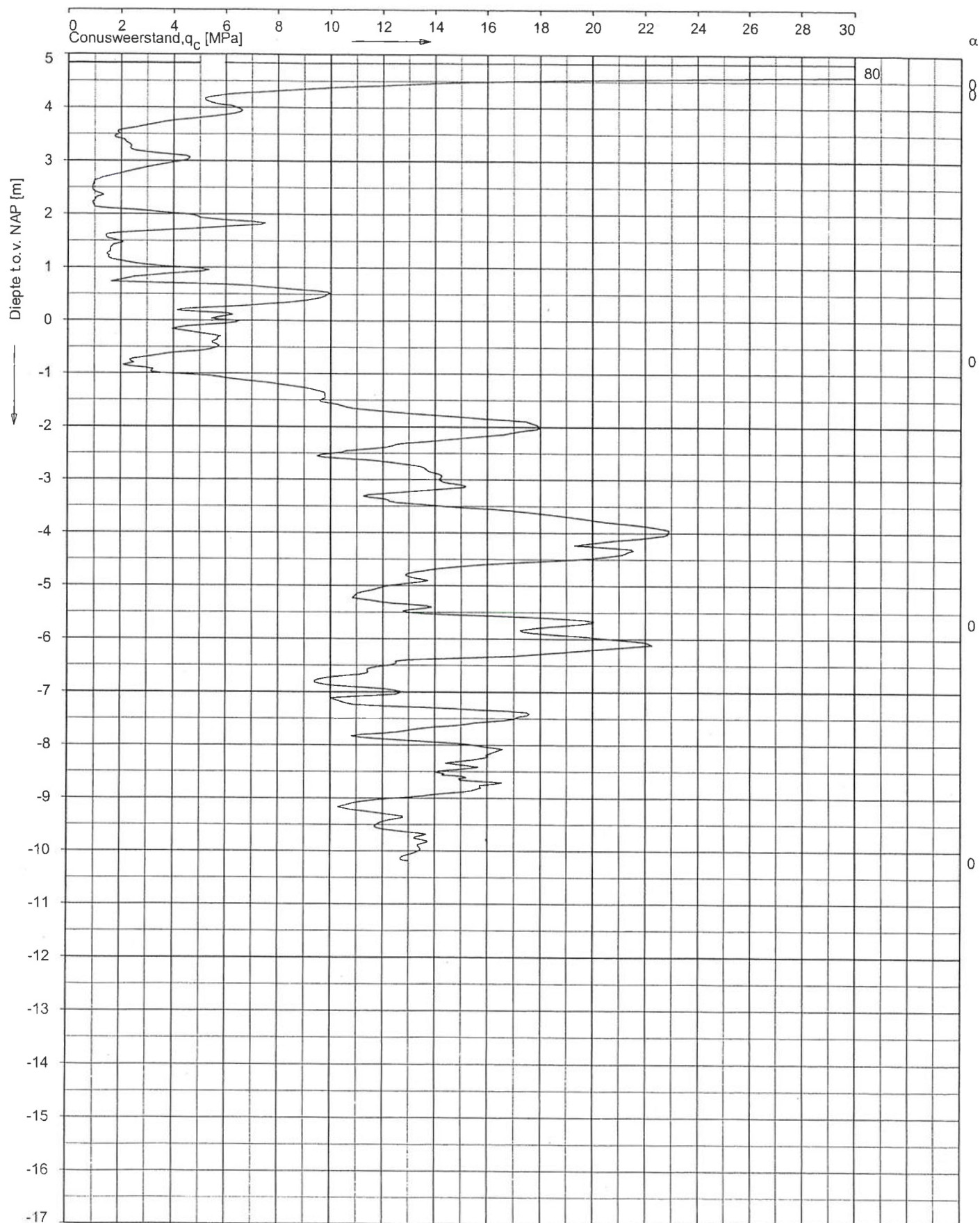
X =
 Y =

Sondering volgens norm NEN 5140
 conustype cilindrisch elektrisch
 α afwijking van de vertikaal

SONDERING MET PLAATSELIJKE KLEEFMETING

PROJECT AAN DE AMERIKA STRAAT / HOOFD STRAAT TE KAATSHEUVEL

Opdr. 7006-0362-000
 Sond. DKM12



Opg. : CMWDH d.d. 08-Nov-2006
 Get. : BELJAARS d.d. 10-nov-2006

conus : F7.5CKE/B
 MV = NAP +4.84 m

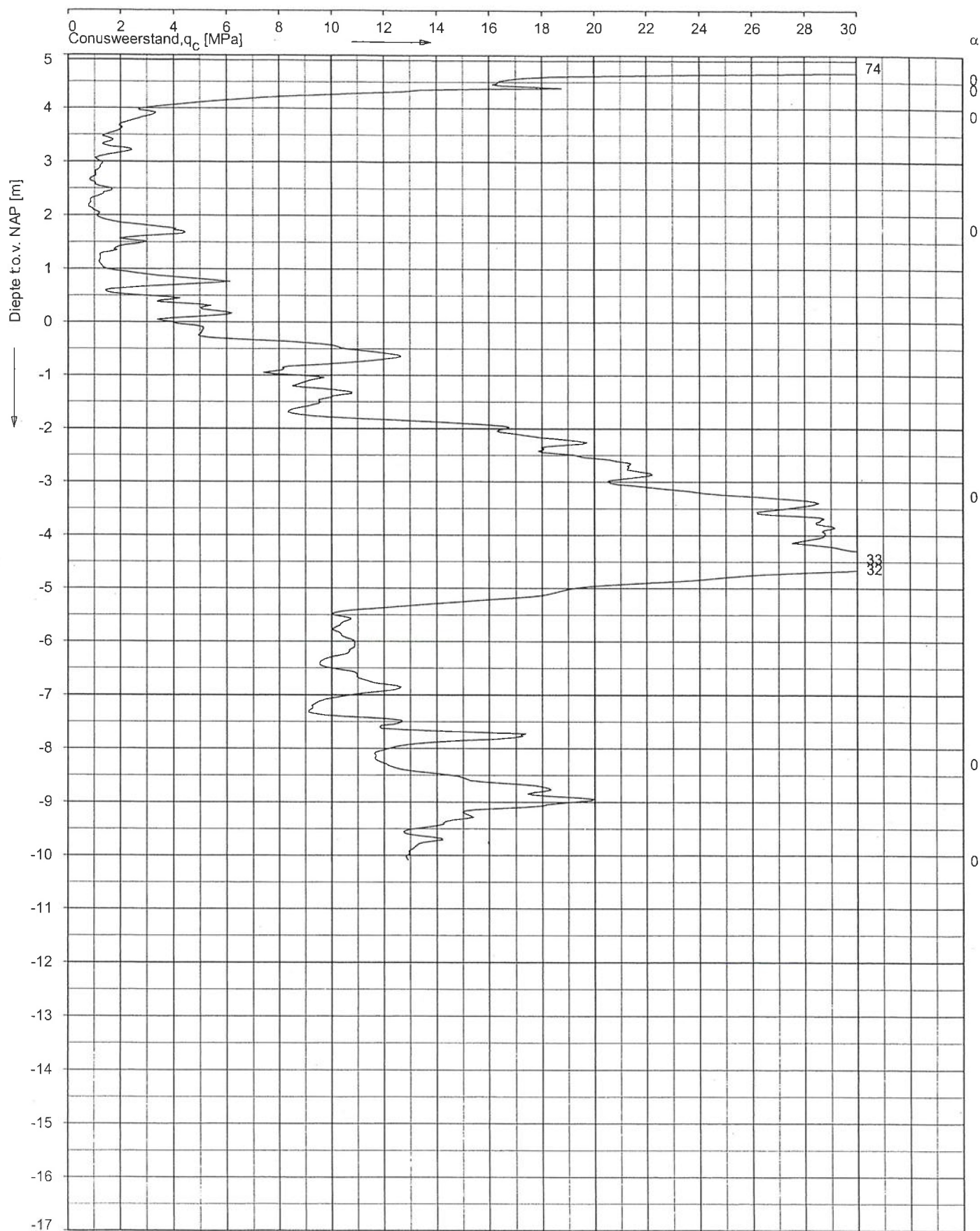
X =
 Y =

Sondering volgens norm NEN 5140
 conustype cilindrisch elektrisch
 α afwijking van de vertikaal

SONDERING

PROJECT AAN DE AMERIKA STRAAT / HOOFD STRAAT TE KAATSHEUVEL

Opdr. 7006-0362-000
 Sond. D14



Opg.: CMWDH d.d. 08-Nov-2006
 Gel.: BELJAARS d.d. 10-nov-2006

conus: F7.5CKE/B
 MV = NAP +4.91 m

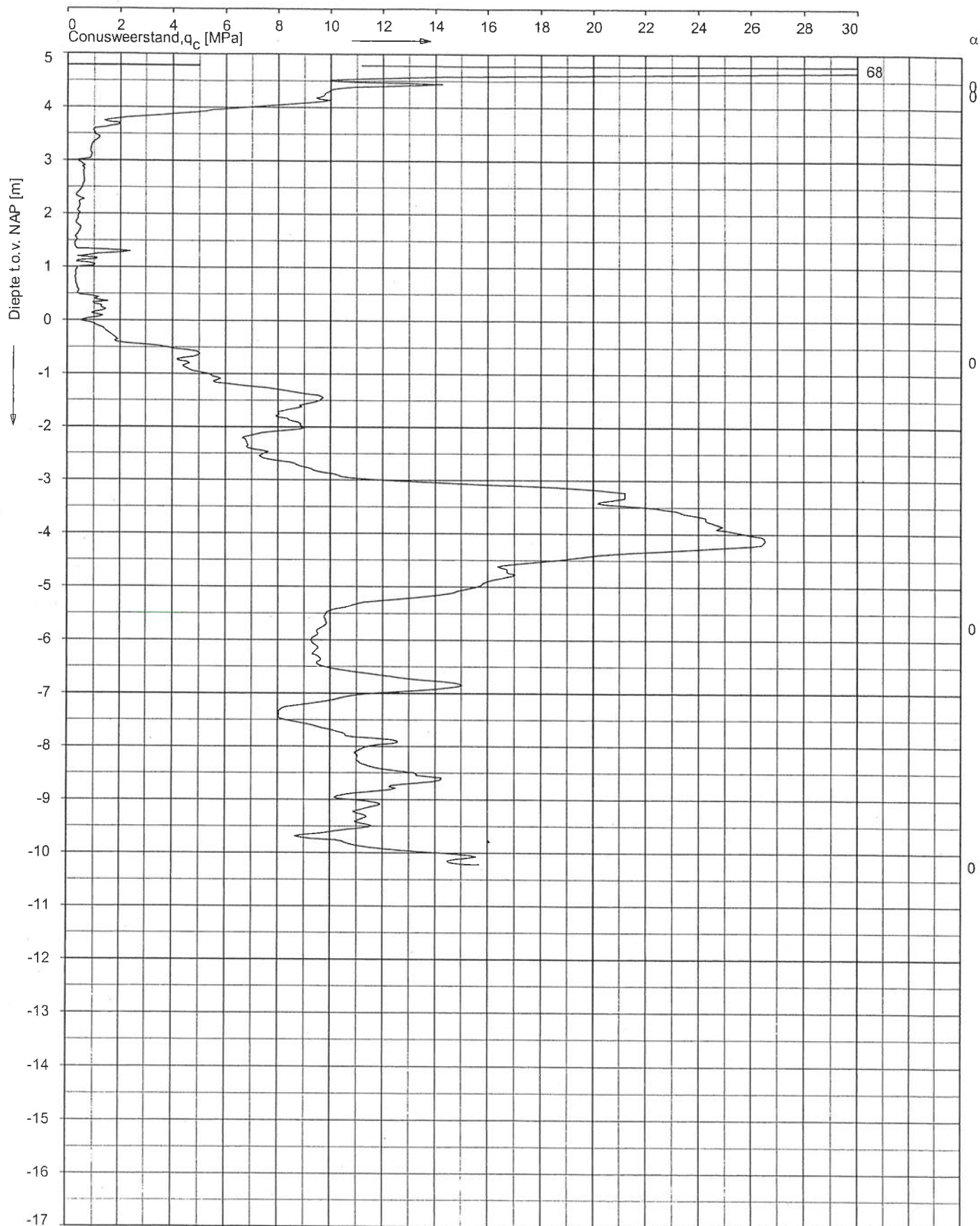
X =
 Y =

Sondering volgens norm NEN 5140
 conus type cilindrisch elektrisch
 α afwijking van de vertikaal

SONDERING

PROJECT AAN DE AMERIKA STRAAT / HOOFD STRAAT TE KAATSHEUVEL

Opdr. 7006-0362-000
 Sond. D15



Opg.: CMWDH d.d. 08-Nov-2006
Gel.: BELJAARS d.d. 10-nov-2006

conus: F7.5CKE/B
MV = NAP +4.79 m

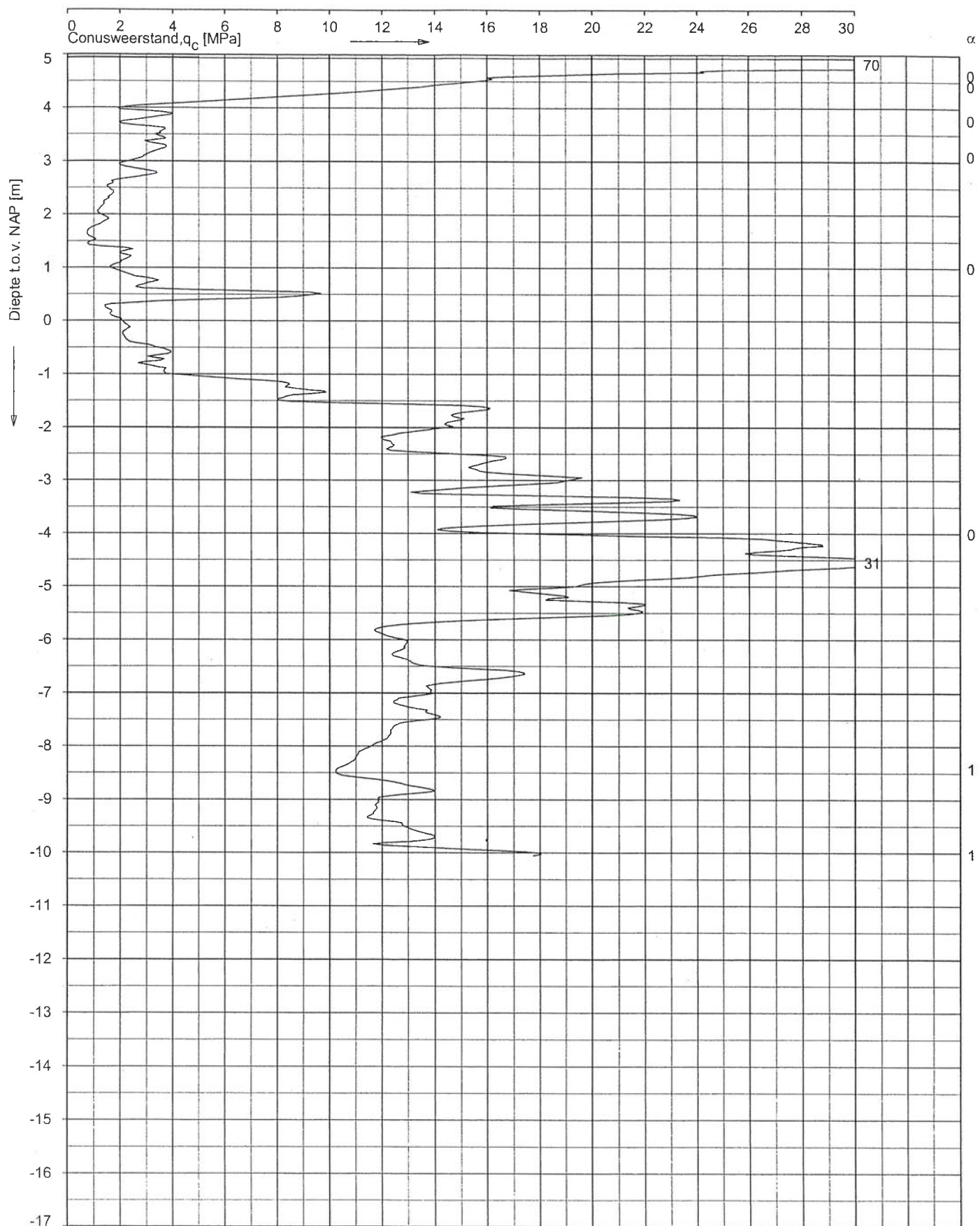
X =
Y =

Sondering volgens norm NEN 5140
conustype cilindrisch elektrisch
 α afwijking van de vertikaal

SONDERING

PROJECT AAN DE AMERIKA STRAAT / HOOFD STRAAT TE KAATSHEUVEL

Opdr. 7006-0362-000
Sond. D16



Opg.: CMWDH d.d. 08-Nov-2006
 Gel.: BELJAARS d.d. 10-nov-2006

conus: F7.5CKE/B
 MV = NAP +4.94 m

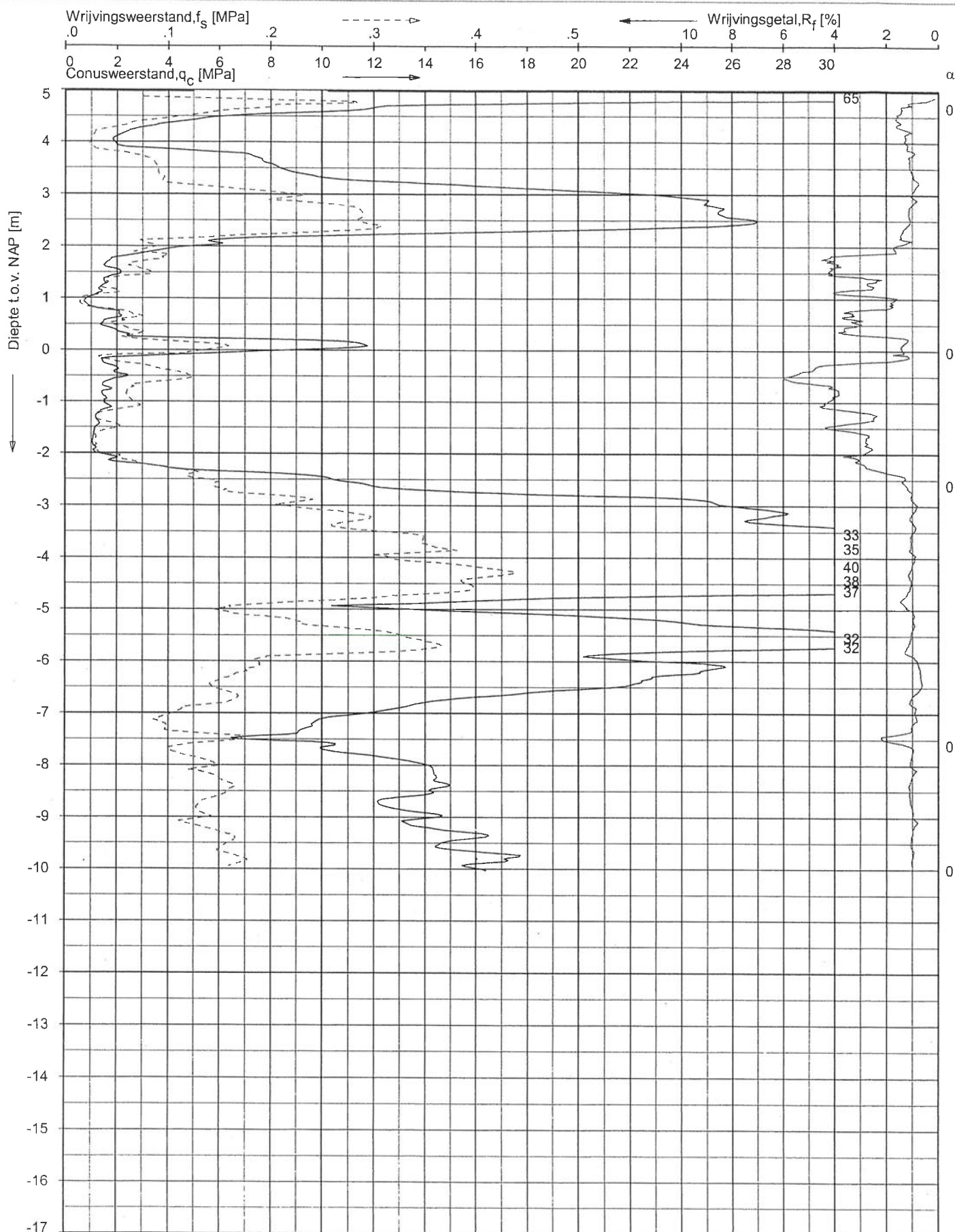
X =
 Y =

Sondering volgens norm NEN 5140
 conustype cilindrisch elektrisch
 α afwijking van de vertikaal

SONDERING

PROJECT AAN DE AMERIKA STRAAT / HOOFD STRAAT TE KAATSHEUVEL

Opdr. 7006-0362-000
 Sond. D17



Opg.: CM/WDH d.d. 08-Nov-2006 conus: F7.5CKE/B X =
 Gel.: BELJAARS d.d. 10-nov-2006 MV = NAP +4.98 m Y =

Sondering volgens norm NEN 5140
 conus type cilindrisch elektrisch
 α afwijking van de vertikaal

SONDERING MET PLAATSELIJKE KLEEFMETING

PROJECT AAN DE AMERIKA STRAAT / HOOFD STRAAT TE KAATSHEUVEL

Opdr. 7006-0362-000
 Sond. DKM18

Uitgangspunten

- gehanteerde sondering : DKM 8
- paaltype : Prefab betonpaal
- schachtdiameter : $\varnothing$ 250 mm

Berekening negatieve kleef

De *representatieve waarde* van de maximale negatieve kleefbelasting op een alleenstaande paal volgens art. 7.2 NEN 6743 bedraagt:

$$F_{s,nk;rep} = \sum (h_i K_{o,i} \tan \delta_i \sigma'_{v,gem,i}) \cdot O_s$$

$$= 39 \text{ kN}$$

waarin:		in dit geval:
h_i	= dikte van de betreffende laag	zie tabel
$K_{o,i} \cdot \tan \delta_i$	= product van de representatieve waarde van de neutrale gronddruk factor en de tangens van de wrijvingshoek tussen paal en grond voor de betreffende laag	0,25
$\sigma'_{v,gem,i}$	= representatieve waarde van de gemiddelde effectieve verticale spanning in de betreffende laag i	zie tabel
O_s	= omtrek van de paalschacht	zie tabel

laag	van / tot [m NAP]	dikte h [m]	$\gamma'_{i,rep}$ [kN/m ³]	$\sigma'_{v,i,gem}$ [kN/m ²]	$K_{o,i} \cdot \tan \delta_i$ [-]	O_s [m]	$F_{s,nk;rep,i}$ [kN]
1	4,5 / 3,0	1,5	17,0	12,75	0,25	1,0	4,8
2	3,0 / 2,5	0,5	10,0	28,0	0,25	1,0	3,5
3	2,5 / 1,5	1,0	5,0	33,0	0,25	1,0	8,3
4	1,5 / 0,5	1,0	9,0	40,0	0,25	1,0	10,0
5	0,5 / -0,5	1,0	5,0	47,0	0,25	1,0	11,8
						Totaal	38,4

De *rekenwaarde* van de maximale negatieve kleefbelasting op een alleenstaande paal bedraagt:

$$F_{s,nk;d} = F_{s,nk;rep} \cdot \gamma_{f,nk}$$

$$= 39 \text{ kN.}$$

waarin:		in dit geval:
$\gamma_{f,nk}$	= partiële belastingsfactor voor de negatieve kleef (art. 11.5.1 uit NEN 6740)	1,0

BEREKENING NEGATIEVE KLEEF

AMERIKA STRAAT EN DE HOOFD STRAAT TE
KAATSHEUVEL

Opdr. : 7006-0362-000
Bijl. : 2

Uitgangspunten

- gehanteerde sondering : DKM 8
- paaltype : Prefab betonpaal
- paalpuntniveau : NAP -5,5 m
- schachtdiameter : $\varnothing$ 250 mm

Maximale draagkracht van de paalpunt

De *maximale puntweerstand* volgens art. 5.3.3.1 bedraagt:

$$p_{r,max;punt} = \frac{1}{2} \cdot \alpha_p \cdot \beta \cdot s \cdot ((q_{c,I;gem} + q_{c,II;gem})/2 + q_{c,III;gem})$$

$$= 8,3 \text{ MPa. } (\leq 15 \text{ MPa, limietwaarde conform NEN 6743})$$

waarin:

		in dit geval:	
$q_{c,I;gem}$	= de gemiddelde waarde van de conusweerstand over traject I (0,7 à 4 x D_{eq} onder de punt)	13,8	MPa
$q_{c,II;gem}$	= de minimale waarde van de conusweerstand over traject II (0,7 à 4 x D_{eq} onder de punt)	7,9	MPa
$q_{c,III;gem}$	= de gemiddelde minimale waarde van de conusweerstand over traject III (8 x D_{eq} boven de punt)	5,7	MPa
α_p	= paalklassefactor (tabel 2, NEN 6743)	1,0	-
β	= factor voor de paalvoetvorm	1,0	-
s	= factor voor de vorm van de dwarsdoorsnede van de paalvoet	1,0	-

De *maximale draagkracht* van de paalpunt volgens art. 5.3.3 bedraagt:

$$F_{r,max;punt} = A_{punt} \cdot p_{r,max;punt} \cdot 1000$$

$$= 517 \text{ kN.}$$

waarin:

		in dit geval:	
A_{punt}	= oppervlak van de paalvoet	0,0625	m ²

Maximale paalschachtwrijving

De *maximale paalschachtwrijving* volgens art. 5.3.3.2 bedraagt:

$$p_{r,max;schacht} = \alpha_s \cdot q_{c;z;a}$$

$$= 0,072 \text{ MPa.}$$

waarin: in dit geval:

α_s	=	factor voor de invloed van de uitvoering en het paalttype (tabel 3, NEN 6743)	0,01	-
$q_{c;z;a}$	=	de gemiddelde waarde van de conusweerstand over het traject waarover schachtwrijving wordt berekend	7,2	MPa

De *maximale schachtwrijvingskracht* volgens art. 5.3.3 bedraagt:

$$F_{r,max;schacht} = O_p \cdot \Delta L \cdot p_{r,max;schacht} \cdot 1000$$

$$= 360 \text{ kN.}$$

waarin: in dit geval:

O_p	=	omtrek van de paalschacht	1,0	m
ΔL	=	traject voor berekening schachtwrijving	5,0	m

Maximale draagkracht

De *maximale draagkracht* van de paal volgens art. 5.3.3 bedraagt:

$$F_{r,max} = F_{r,max;punt} + F_{r,max;schacht}$$

$$= 877 \text{ kN.}$$

De *representatieve waarde* van de maximale draagkracht van de paal volgens art. 5.3.2.2 bedraagt:

$$F_{r,max;rep} = \xi_{1;N} \cdot F_{r,max}$$

$$= 701 \text{ kN.}$$

waarin: in dit geval:

$\xi_{1;N}$	=	factor volgens tabel 1 van NEN 6743	0,8	-
-------------	---	-------------------------------------	-----	---

Voor de *rekenwaarde* van de maximale draagkracht van de paal kan volgens art. 5.2 worden aangehouden:

$$F_{r,max;d} = F_{r,max;rep} / \gamma_{m;b}$$

$$= 561 \text{ kN.}$$

waarin: in dit geval:

$\gamma_{m;b}$	=	$\gamma_{m;b4}$		
	=	partiële materiaalfactor volgens tabel 3 van NEN 6740	1,25	-

Voor grenstoestand 1A geldt volgens art. 6.3.1 van NEN 6740:

$$F_{s;d} < F_{r;d}$$

Voor grenstoestand 1B kan het zakkingscriterium dat in art. 6.3.1 is gegeven, worden vervangen door:

$$F_{s;d} + F_{s;nk;d} < F_{r,max;d}$$

waarin:

in dit geval:

$F_{s;d}$	=	rekenwaarde van de belasting in kN		
$F_{s;nk;d}$	=	rekenwaarde van de negatieve kleeftbelasting	40	kN
$F_{r,max;d}$	=	rekenwaarde van de maximale draagkracht van de paal	561	kN

Voor de meeste paaltypen, zoals grondverdringende palen met relatief kleine diameter, is grenstoestand 1B maatgevend, zodat hiermee ook de andere grenstoestanden worden ondervangen.

Bovenstaande formule kan worden bewerkt tot de volgende voorwaarde:

$$F_{s;d} < F_{r,net;d}$$

waarin:

in dit geval:

$F_{r,net;d}$	=	$F_{r,max;d} - F_{s;nk;d}$		
	=	de rekenwaarde van de netto draagkracht van de paal, rekening houdend met de negatieve kleeftbelasting	521	kN

Indien aan de bovenstaande voorwaarde wordt voldaan, dan bezwijkt de grond rondom de paal niet. De vervormingen van de paalkop zullen hierbij ook beperkt zijn.

In tabel 4-1 zijn de waarden gepresenteerd van $F_{r,net;d}$, de rekenwaarde van de netto draagkracht, rekening houdend met de negatieve kleeft.

De eerste paal van het project dient te worden geheild ter plaatse van een sondering aangezien het draagvermogen van de palen berekend is met behulp van sonderingen.

De relatie van het heigedrag met het sondeerbeeld kan worden vastgesteld door het aantal slagen per 0,25 m paalzakking te registreren (kalenderen). Het bij de eerste sondering gevonden kalenderbeeld wordt als maatstaf voor de overige palen genomen. Van iedere paal dient derhalve, over het traject in de draagkrachtige zandlaag, de kalender te worden opgenomen. Voor iedere volgende sondering is het noodzakelijk om het kalenderbeeld te controleren en zonodig de maatstaf bij te stellen.

Bij een verschil in inheinniveau tussen de sonderingen, verdient het aanbeveling het heiwerk aan te vangen bij het diepste niveau. Aangezien dan van "laag naar hoog" wordt geheid is een betere controle mogelijk op het benodigde inheinniveau voor de overige palen.

Bij het heien van grote groepen palen dient "van binnen naar buiten" te worden gewerkt. Door het verdichten van zandlagen, kan een andere volgorde onnodig zwaar heiwerk tot gevolg hebben.

Heiblok-paaldraagvermogen verhouding

Doorgaans wordt gezocht naar een verhouding heiblok-paal-draagvermogen die een eindkalender oplevert van 15 à 25 slagen per 0,25 m. Het in het advies aangegeven heiblok is bepaald met behulp van de heiformule van Sprenger-Potma, die over het algemeen een redelijk goede voorspelling geeft van de eindkalender van palen die hun draagvermogen hoofdzakelijk aan puntweerstand ontleen. Mede omdat de positieve kleef veelal een geringe invloed op de kalender heeft, maar wel een grote bijdrage in het draagvermogen kan hebben, dient de maatgevende kalender te worden bepaald aan de hand van het heigedrag ter plaatse van de sonderingen.

Afwijkende kalenderwaarden

Een afwijkende kalender kan worden veroorzaakt door de bodemopbouw of door paalbreuk.

Ook andere factoren kunnen van invloed zijn op de kalenderwaarde, waarbij niet altijd sprake hoeft te zijn van een afwijkend draagvermogen, zoals hieronder is aangegeven:

Factor	Kalender	
	hoger	lager
- natte of oude mutsvulling		x
- wisselende energieafgifte van het blok	x	x
- andere pompzetting	x	x
- wijziging in de weersomstandigheden waardoor koeling verandert; warmer weer:	x	
kouder weer:		x
- verdichting zandpakket	x	
- tijdelijke wateroverspanning tijdens het heien		x

Een in vastheid wisselende tussen- of bovenzandlaag kan eveneens tot afwijkende kalenderwaarden leiden. Bij houten palen met betonopzetter kan een vaste bovenzandlaag leiden tot een hoge kalender zonder dat sprake is van een hoger draagvermogen.

Bij een lage kalenderwaarde kan sprake zijn van een te laag draagvermogen. Bij twijfel is het noodzakelijk contact op te nemen met de constructeur en de grondmechanisch adviseur. In onderling overleg kan dan tot één of meer van de volgende maatregelen worden besloten:

- het na-heien van palen, waarbij over een traject van 0,25 m het aantal slagen per 0,05 m paalzakking wordt geregistreerd; op deze wijze kan worden onderzocht in hoeverre wateroverspanning de oorzaak is
- het uitvoeren van controlesonderingen, om te onderzoeken in hoeverre een afwijkende bodemopbouw de oorzaak is
- het akoestisch doormeten van de paal om eventuele paalbreuk op te sporen
- het uitvoeren van een dynamische en/of statische proefbelasting om het werkelijke draagvermogen van de paal vast te stellen.

Uitgebreide informatie over de uitvoering van paalfunderingen, het dynamisch proefbelasten en het akoestisch doormeten van palen is gegeven in onze brochures, welke op aanvraag beschikbaar zijn.