

# Stabiliteitsonderzoek

*ten behoeve van zandwinput Parkheem  
te Opende*

**OPDRACHTNUMMER** : VN-16067A

**OPDRACHTGEVER** : Firma Poelman

Scheiding 43/B

9865 VB Opende

|                 |   |                          |                          |
|-----------------|---|--------------------------|--------------------------|
| <b>BIJLAGEN</b> | : | situatietekening         | VN-16067A-1              |
|                 |   | sondeergrafieken         | VN-16067-DKP1 t/m DKM6   |
|                 |   |                          | VN-16067A-DKM7 t/m DKM8B |
|                 |   | boorstaten               | VN-16067A-B1 en B2       |
|                 |   | waterpasstaat            | VN-16067A-2              |
|                 |   | analyselijst             | VN-16067A-3              |
|                 |   | korrelverdelingen        | VN-16067A-4 t/m 6        |
|                 |   | handvinproeven           | VN-16067A-7              |
|                 |   | celproef                 | VN-16067A-8              |
|                 |   | stabiliteitsberekeningen | VN-16067A-9 t/m 11       |

**DATUM RAPPORT** : 12 januari 1998

**WIERTSEMA & PARTNERS BV**

Raadgevend ingenieurbureau

Postbus 27, 9356 ZG Tolbert

tel. 0594-516664 - fax. 0594-516470



▲ **INHOUDSOPGAVE**

|                              | Blz. |
|------------------------------|------|
| 1.0 INLEIDING                | 2    |
| 2.0 GRONDONDERZOEK           | 2    |
| 3.0 PROJECT                  | 3    |
| 4.0 GEOLOGIE                 | 4    |
| 5.0 BODEMOPBOUW              | 4    |
| 6.0 STABILITEITSBEREKENINGEN | 5    |
| 6.1 Berekeningsmethode       | 5    |
| 6.2 Rekenmodel               | 5    |
| 6.3 Berekeningsresultaten    | 7    |
| 7.0 ADVIES                   | 7    |
| 7.1 Advies taluds            | 7    |
| 7.2 Zettingsvloeiing         | 7    |
| 7.3 Wijze van winning        | 8    |

## ▲ 1.0 INLEIDING

Ten behoeve van een stabiliteitsonderzoek van de zandwinput Parkheem te Opende is door ons bureau een grondonderzoek uitgevoerd en zijn stabiliteitsberekeningen verricht overeenkomstig de richtlijnen hiertoe gegeven door Firma Poelman te Opende.

## ▲ 2.0 GRONDONDERZOEK

De veldwerkzaamheden zijn uitgevoerd op 4 september 1997 en op 27 oktober 1997 en hebben bestaan uit het verrichten van in totaal 8 sonderingen tot een diepte van circa 25 m- maaiveld. De sonderingen zijn verricht vanuit een rups-aangedreven 20-tons sondeerwagen met behulp van de elektrische kleefmantelconus volgens norm NEN 3680. In de bijlagen VN-16067-DKP1 t/m DKM6 en VN-16067A-DKM7 t/m DKM8B zijn de aldus verkregen sondeerresultaten grafisch gepresenteerd waarbij de conusweerstand uitgezet is tegen de diepte in meters ten opzichte van N.A.P. Het wrijvingsgetal (plaatselijke wrijvingsweerstand uitgedrukt in % van de conusweerstand) is kenmerkend voor de verschillende grondsoorten en geeft derhalve een gedetailleerd beeld van de bodemopbouw. Tijdens het sonderen is met behulp van een in de conus ingebouwde hellingmeter de afwijking van de conus ten opzichte van de verticaal gecontroleerd. Een aantal sonderingen zijn uitgevoerd met behulp van een elektrische waterspanningsconus welke, naast de punt- en wrijvingsweerstand, tevens de waterspanning (uitgedrukt in MPa) continu meet en registreert.

De sondeerpunten zijn door ons bureau in het terrein uitgezet en gewaterpast ten opzichte van N.A.P. Bij de waterpassing is uitgegaan van de N.A.P.-hoogte van het waterpeil; de plaats hiervan is aangegeven op de situatietekening bijlage VN-16067A-1. Alle gegevens van de inmetingen en waterpassingen genoemd in deze rapportage zijn alleen te gebruiken voor het grondonderzoek.

Om een beter inzicht te krijgen in de samenstelling van de verschillende grondlagen zijn er twee boringen tot een diepte van 18 m- maaiveld gemaakt. Het opgeboorde materiaal is in het veld geclassificeerd en aan de hand daarvan zijn de boorprofielen vastgelegd (zie de boorstaten in bijlagen VN-16067-B1 en B2).

Op de situatietekening in bijlage VN-16067A-1 is de plaats aangegeven waar de sonderingen zijn uitgevoerd.

Verder zijn een aantal geroerde en ongeroerde monsters genomen voor nadere analyse.

In ons laboratorium te Tolbert zijn de ongeroerde monsters aan een nadere analyse onderworpen, waarbij het nat- en droog volumegewicht, watergehalte, het poriënvolume en de verzadigingsgraad zijn bepaald, zie bijlage VN-16067A-3.

Daarnaast zijn er in totaal 6 korrelverdelingen bepaald. De resultaten hiervan zijn weergegeven op de bijlagen VN-16067A-4 t/m 6.

Tevens zijn 2 handvinproeven uitgevoerd, zie bijlage VN-16067A-7.

Op een representatief grondmonster is een celproef uitgevoerd ter bepaling van de hoek van inwendige wrijving en cohesie, zie bijlage VN-16067A-8.

### ▲ 3.0 PROJECT

Het stabiliteitsonderzoek heeft betrekking op de westelijke en zuidelijke oevers van de bestaande zandwinput Parkheem te Opende. Ten behoeve van de vergunning om tot een niveau van N.A.P. -18 m zand te winnen dient met behulp van een stabiliteitsonderzoek te worden aangetoond welke onderwatertaluds voldoende stabiliteit bezitten.



#### ▲ 4.0 GEOLOGIE

Geologisch gezien wordt vanaf het maaiveld de fijnzandige (vaak lemige zanden bevattende ) Formatie van Twente waargenomen welke is ontstaan onder periglaciaire omstandigheden in de laatste ijstijd (Weichselien).

Onder deze formatie worden fijne zanden met lokaal relatief dunne leemlagen van de Formatie van Eindhoven aangetroffen.

Vervolgens worden fijne zanden van de Formatie van Peelo waargenomen. Deze lagen zijn afgezet in het Elsterien en voorbelast met de ijsbedekking uit de Saale-periode. De onderzijde van deze afzettingen bevindt zich op een niveau van circa N.A.P. -30 m (globaal).

Nog dieper zal naar verwachting de hoofdzakelijk uit zand bestaande Formatie van Urk worden waargenomen.

#### ▲ 5.0 BODEMOPBOUW

De maaiveldhoogte ter plaatse van de sondeerpunten varieerde ten tijde van het grondonderzoek van N.A.P. +5,54 m tot +3,70 m (zie bijlage VN-16067 A-2).

Overwegend wordt een pakket zeer fijn zand aangetroffen waarin de conusweerstand kunnen oplopen tot meer dan 80 MPa in de bovenste 10 m. Dieper gelegen zanden tonen conusweerstand in de orde grootte van 20 à 30 MPa.

De sterke en scherpe teruggangen in conusweerstand wordt veroorzaakt door lemige bijbestanddelen en leemlagen (bijvoorbeeld tussen N.A.P. -5 en -11 m bij sondering DKM2A).

De teruggang in conusweerstand tot circa 2 MPa rond een niveau van N.A.P. +1 à -1 m bij sondering DKM7 wordt veroorzaakt door een losse pakking van het zand. Zowel sondering DKM2A en DKM7 bevindt zich in het westelijke deel van de zandput.

De maximaal verkende diepte bedraagt circa N.A.P. -20 m.

Het waterpeil in de zandput bedroeg ten tijde van het grondonderzoek ongeveer N.A.P. +1,4 m.

## ▲ 6.0 STABILITEITSBEREKENINGEN

### ▲ 6.1 Berekeningsmethode

De stabiliteitsberekeningen van het onderwatertalud zijn uitgevoerd met behulp van een computerprogramma gebaseerd op de zogenaamde methode van Bishop. Bij deze methode wordt uitgegaan van cirkelvormige glijvlakken waarbij het grondmassief voor de berekening in verticaal gescheiden lamellen wordt verdeeld. Het gewicht van de grond en de belastingen daarop aan de actieve zijde van het schuifvlak vormen de aandrijvende krachten. De tegenwerkende krachten bestaan uit het gewicht van de grond en de belastingen daarop aan passieve zijde en de schuifweerstand langs het gehele glijvlak. Globaal is de verhouding tussen de tegenwerkende en aandrijvende krachten een maat voor de veiligheid van het talud. Een voldoende veilig talud bezit een evenwichtsfactor van tenminste 1:3.

### ▲ 6.2 Rekenmodel

Het afwijkende bodemprofiel ter plaatse van de sonderingen DKM2A en DKM7 in het westelijke talud is aanleiding voor ons om voor dit talud twee bodemprofielen te beschouwen. Hierbij wordt mede op basis van onze ervaringen en de aanwezigheid van lemlagen en los gepakt zand (zie paragraaf 7.1 Zettingsvloeiing) uitgegaan van een onderwatertalud van 1:4 (verticaal:horizontaal).

In de onderstaande tabel zijn de grondparameters per profiel aangegeven. De profielen 1 en 2 hebben hierbij betrekking op het westelijke talud en profiel 3 op het zuidelijke talud.

| Profiel | niveau onderkant<br>grondlaag<br>t.o.v. N.A.P. [m] | $\gamma_d$           | $\gamma_m$           | $\varphi'$ | $c$                  |
|---------|----------------------------------------------------|----------------------|----------------------|------------|----------------------|
|         |                                                    | [kN/m <sup>3</sup> ] | [kN/m <sup>3</sup> ] | [°]        | [kN/m <sup>2</sup> ] |
| 1       | +2,5                                               | 14                   | 19                   | 25         | 2                    |
|         | -5,5                                               | 18                   | 20                   | 30         | 0                    |
|         | -10,5                                              | 14                   | 19                   | 27         | 2                    |
|         | -25,0                                              | 18                   | 20                   | 30         | 0                    |
| 2       | +2,0                                               | 18                   | 20                   | 30         | 0                    |
|         | -1,0                                               | 18                   | 20                   | 20         | 0                    |
|         | -8,5                                               | 18                   | 20                   | 30         | 0                    |
|         | -9,0                                               | 14                   | 19                   | 25         | 2                    |
|         | -25,0                                              | 18                   | 20                   | 30         | 0                    |
| 3       | +3,0                                               | 18                   | 20                   | 30         | 0                    |
|         | +2,5                                               | 15                   | 17                   | 25         | 1                    |
|         | -4,5                                               | 18                   | 20                   | 30         | 0                    |
|         | -5,0                                               | 14                   | 19                   | 25         | 2                    |
|         | -25,0                                              | 18                   | 20                   | 30         | 0                    |

Door de aanwezigheid van leemlagen waarvan de doorlatendheid ten opzichte van het zand geringer is, is gerekend met het optreden van wateroverspanningen in de leemlagen.

Deze wateroverspanningen kunnen worden veroorzaakt door een plotselinge waterstandverlaging in de put, een verstoring ter plaatse van de mond van de zuigbuis etc. In de berekeningen is daarom een wateroverspanning van 10 kN/m<sup>2</sup> meegenomen voor de leemlaag op circa N.A.P. -5 m bij profiel 1, de leemlaag op N.A.P. -4,5 m in profiel 3.

▲ 6.3 Berekeningsresultaten

Uit de berekeningen zijn voor de profielen 1 en 2, behorend tot het westelijke talud, veiligheidsfactoren van 1,3 en 1,4 bepaald, zie bijlagen VN-16067A-9 en 10.

Voor profiel 3, van het oostelijke talud, is een veiligheidsfactor van 1,9 berekend, bijlage VN 16067A 11.

▲ 7.0 **ADVIES**▲ 7.1 Advies taluds

Gezien de geringe vastheid van het fijne zand tussen N.A.P. +1 en -1 m ter plaatse van sondering DKM7 kan een geringe verstoring van de korrelspanning aanleiding geven tot het optreden van zettingsvloeiingen. Ook een belangrijke rol bij instabiliteit van het talud aan deze zijde van de put vormen de leemlagen waartussen bij geringe waterstroming (ten gevolge van het zuigproces) fijne delen zand de put instromen en zo een inleiding vormen tot een lokale afschuiving. Met andere woorden de natuurlijke microstabiliteit kan hierbij direct grote gevolgen hebben. Voorzichtigheid is daarom ook geboden, met name bij de afwerking van de westelijke oever. Wij adviseren dan ook langs het westelijke talud tussen de sonderingen DKP1 en DKM8 geen zand meer te winnen. Het uitgangspunt hierbij is een onderwatertalud van 1:4. Vanaf DKM8 richting DKM3 en ter plaatse van de gehele zuidwal kan een onderwatertalud van 1:3,5 worden aangehouden.

▲ 7.2 Zettingsvloeiing

De kans op het optreden van zettingsvloeiingen neemt vooral sterk toe bij los gepakte zeer fijne zanden. Dit materiaal is weinig waterdoorlatend zodat met name bij een daling van de waterstand in de put de korreldruk in de taluds afneemt door de dan ontstane hogere waterspanningen in de poriën.



Bij het grove zand is de waterdoorlatendheid van het materiaal zodanig groot dat de wateroverspanning in de poriën bij een dalende waterstand zich zeer snel aanpast tot het hydrostatische verloop. Hierdoor blijven de korrelspanningen intact.

Het optreden van zettingsvloeiingen en inbressingen kan onder andere zijn oorzaak vinden in het ontstaan van te steile taluds door de inbresmethode bij de mond van de zuigbuis van de zandzuiger. Indien langere tijd wordt gezogen met de zuigbuis op een diepte van bijvoorbeeld N.A.P. -15 m binnen een afstand van bijvoorbeeld 60 m van de insteek ontstaan taluds onder water die steiler zijn dan 1:1. Door verlaging van de waterstand in de put, sterke golfslag, externe trillingen e.d. kan plotseling het onderwatertalud zijn evenwicht terug zoeken in de richting van 1:8 tot wel 1:15, veroorzaakt door het fijne tot zeer fijne zand. Hierbij verplaatst de insteek naar achteren (van de put af).

### ▲ 7.3 Wijze van winning

Wij stellen voor bij de zandwinning met de zuigbuis met vrije toeloop te beperken tot overal 130 m uit de toekomstige oeverlijn. Na voltooiing van de zandwinning volgens de methode van de vrije toeloop op een afstand van 130 m uit de oeverlijn, dient men vanaf het zogenaamde strandtalud in slagen het talud af te werken onder een helling van 1:3,5 (verticaal:horizontaal) voor het zuidelijke talud. Voor elke slag geldt een insteekdiepte van de zuigbuis van maximaal 2 m in de ongeroerde laag, waarna vervolgens naar het midden van de put toewerkend bij een onderwatertalud van 1:3,5 circa 7 m brede terrassen ontstaan.



Het strandtalud ligt vanaf het onaangetaste maaiveld over een breedte van ongeveer 10 m onder een zeer flauwe helling van 1:10 teneinde ontgrondingen en instabiliteiten ten gevolge van de golfaanval te voorkomen.

Tot

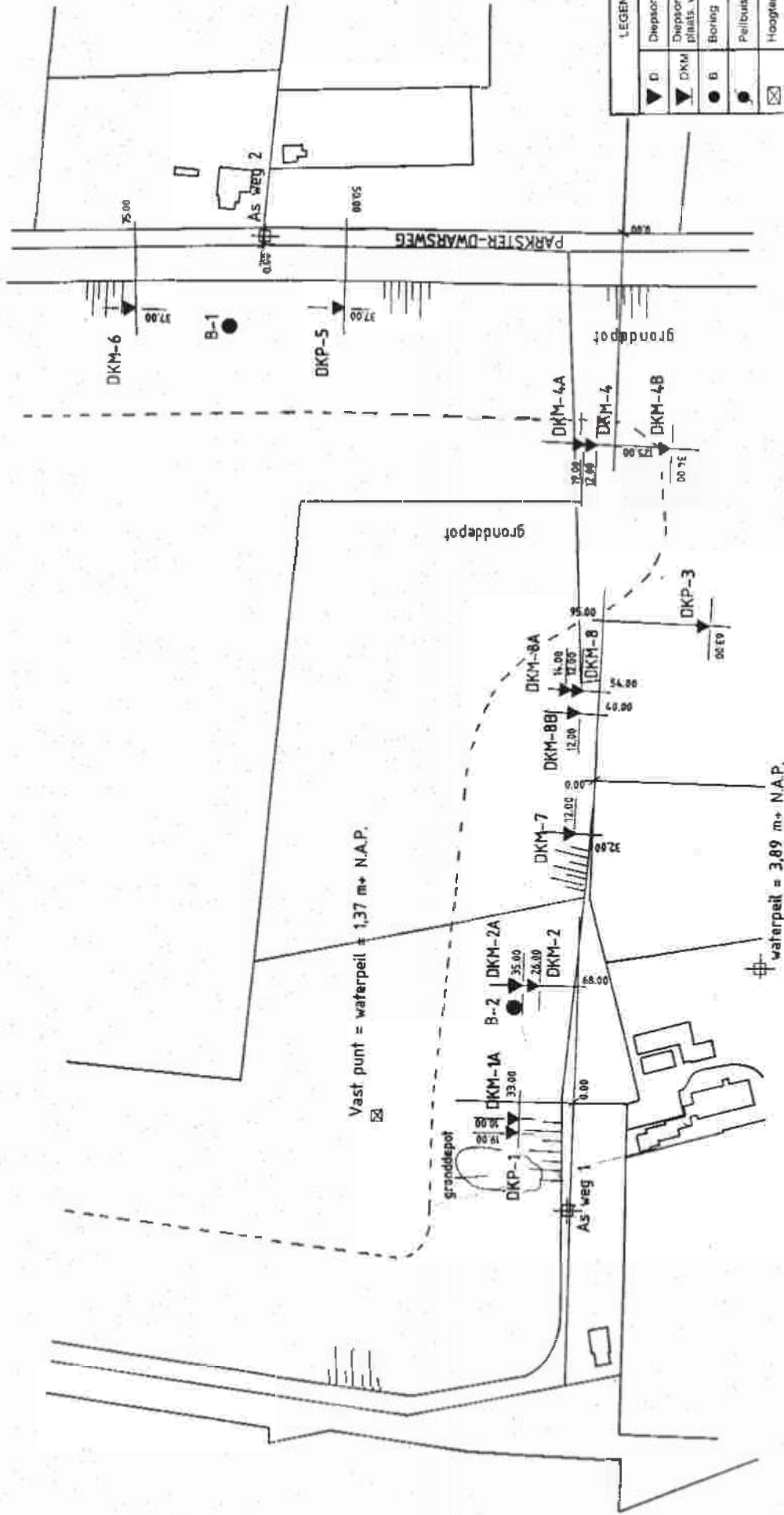
1998



Rapport opgesteld door:



BC/LK



| LEGENDA            |                                  |
|--------------------|----------------------------------|
| ▼ D                | Diepsondering                    |
| ▼ DKM              | Diepsondering met plaats. wiring |
| ● B                | Boring                           |
| ●                  | Pellbuis                         |
| ☒                  | Hoogtereflexie                   |
| Schaal 1 : 2500    |                                  |
| Opdracht VN-16067A |                                  |
| Bijlage 1          |                                  |
| Get. RE            | Dat. 02.12.97                    |



Project: Stabiltetsonderzoek zandwinput Parkheem te Opende

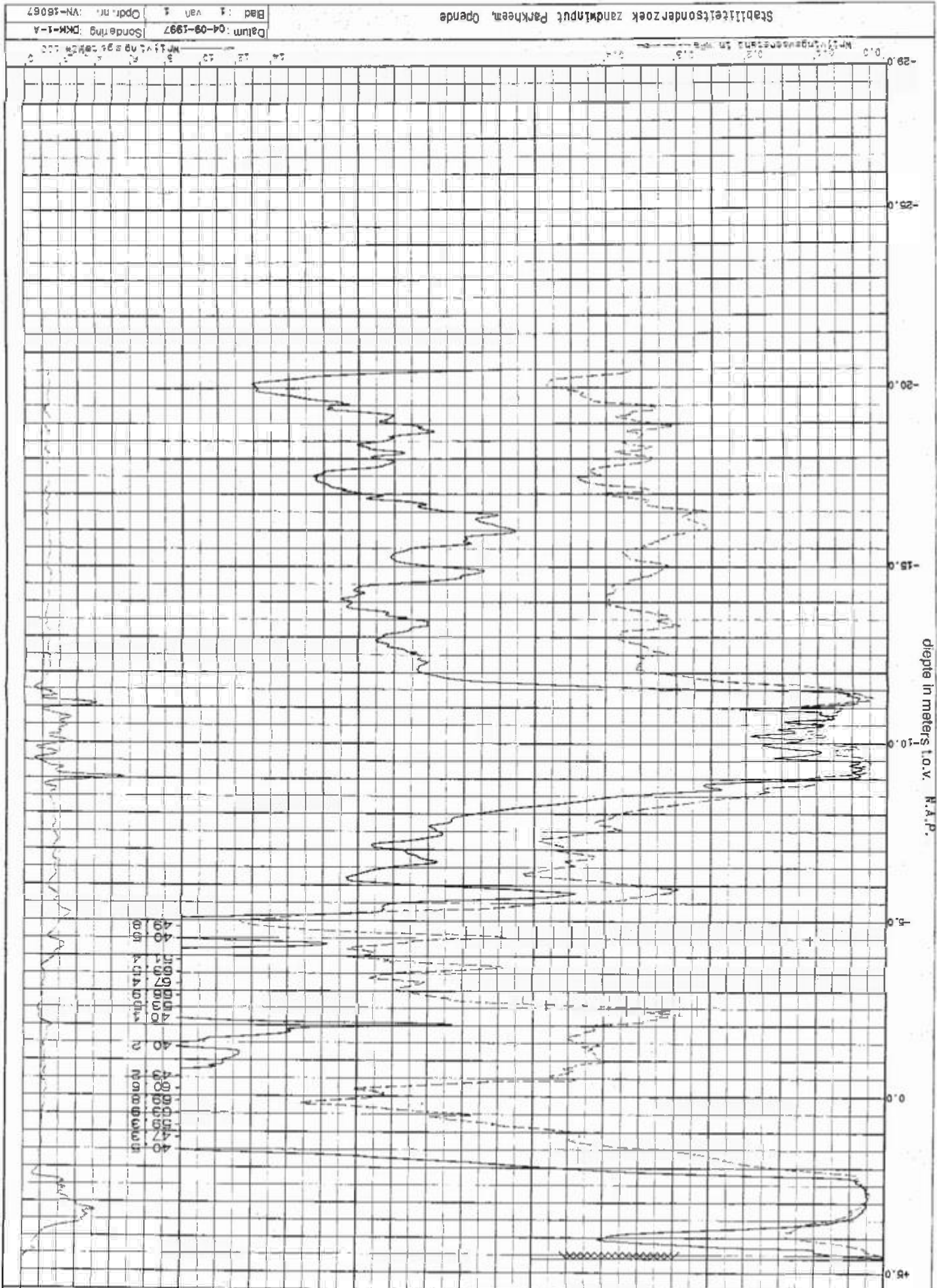
SITUATIE

Maten in meters



Boring volgens norm NEN 3680  
 conus: cyclusisch elektrisch  
 meetwaaier  
 afwijking van de vertikaliteit

maatveld = 4,61 meter + N.A.P.  
 30 20 10 0



Stabiliteitsonderzoek zandinput Parkheem, Opde

Datum: 04-09-1997  
 Blad: 1 van 1  
 Opdr. nr.: VN-18067  
 Sodering: PKM-1-A





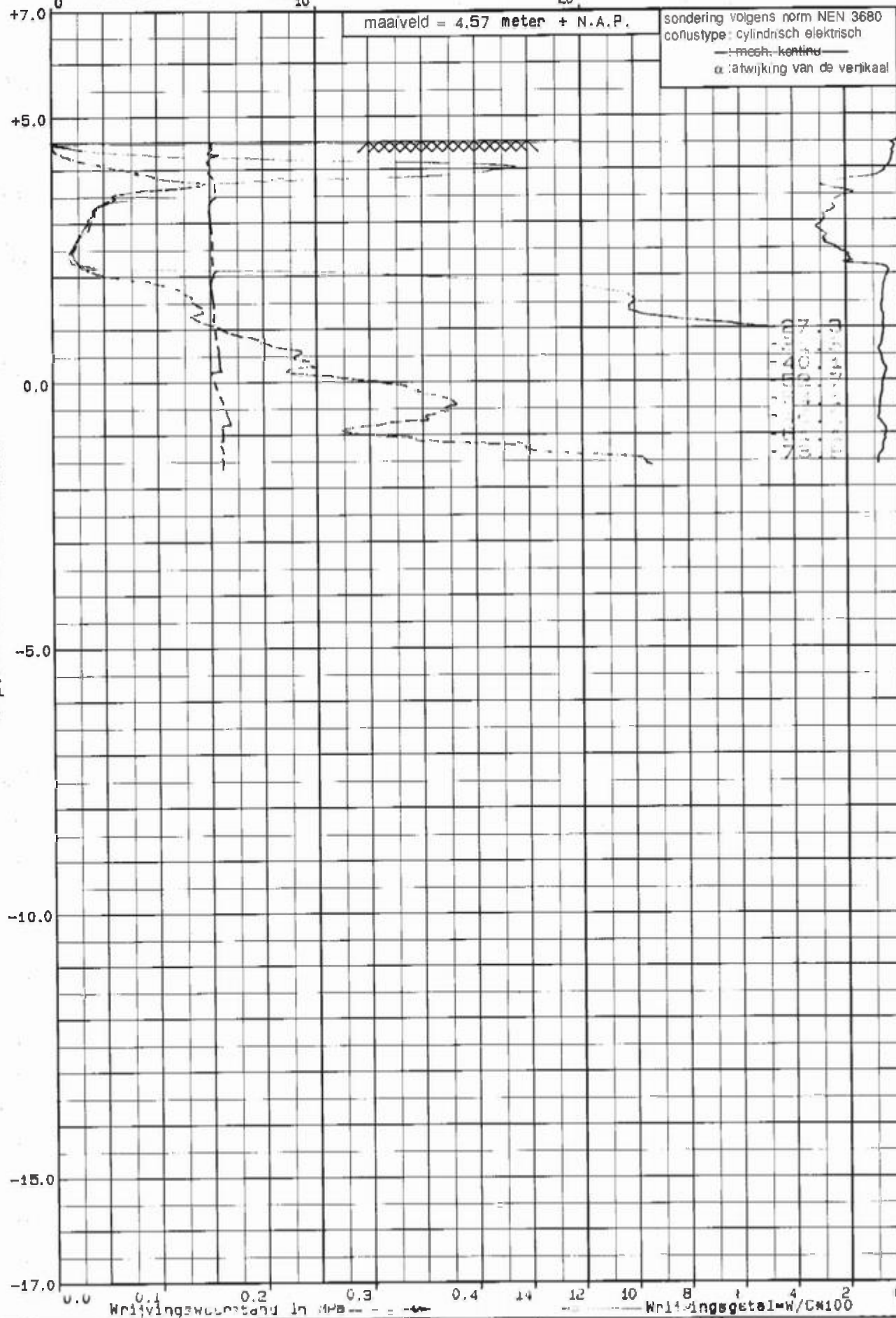
Waterspanning in MPa → 0.2 0.4 0.6 0.8  
 Consuswaerstand in MPa → 10 20

maaiveld = 4.57 meter + N.A.P.

sondering volgens norm NEN 3680  
 sonustype: cilindrisch elektrisch  
 — mech. — kontinu —  
 α : afwijking van de vertikaal

α  
in°

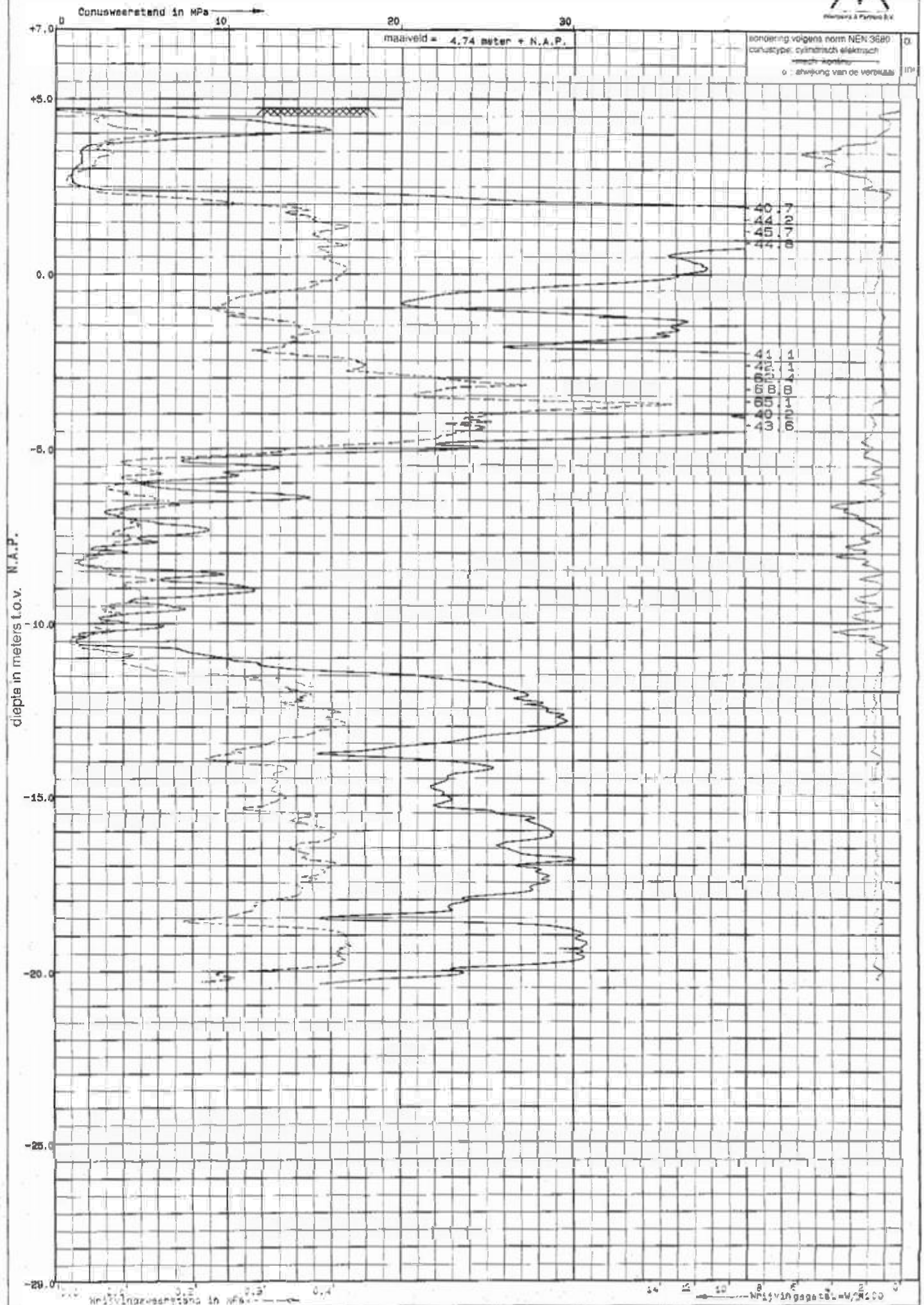
diepte in meters t.o.v. N.A.P.



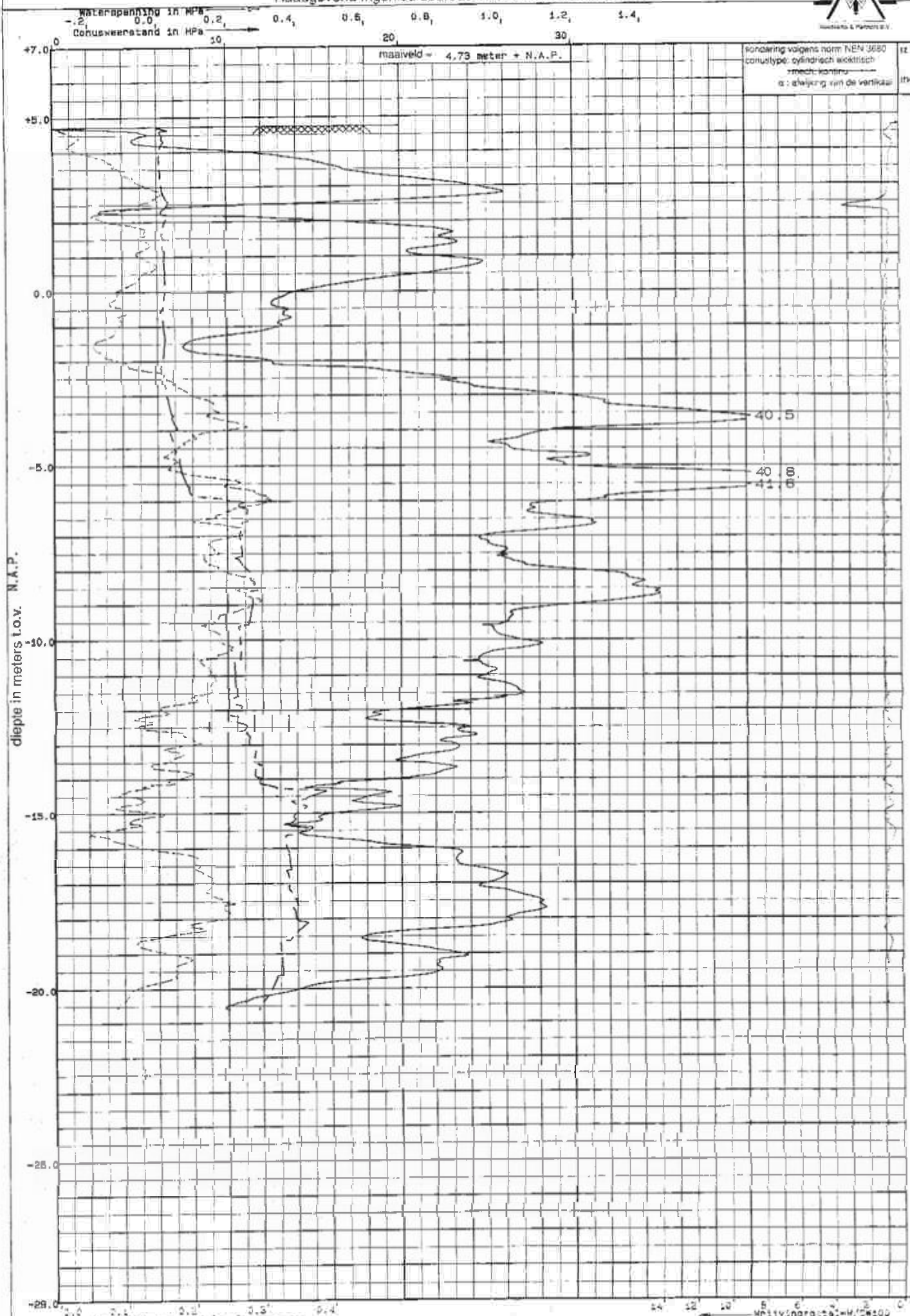


Opdr. nr. : VN-16067





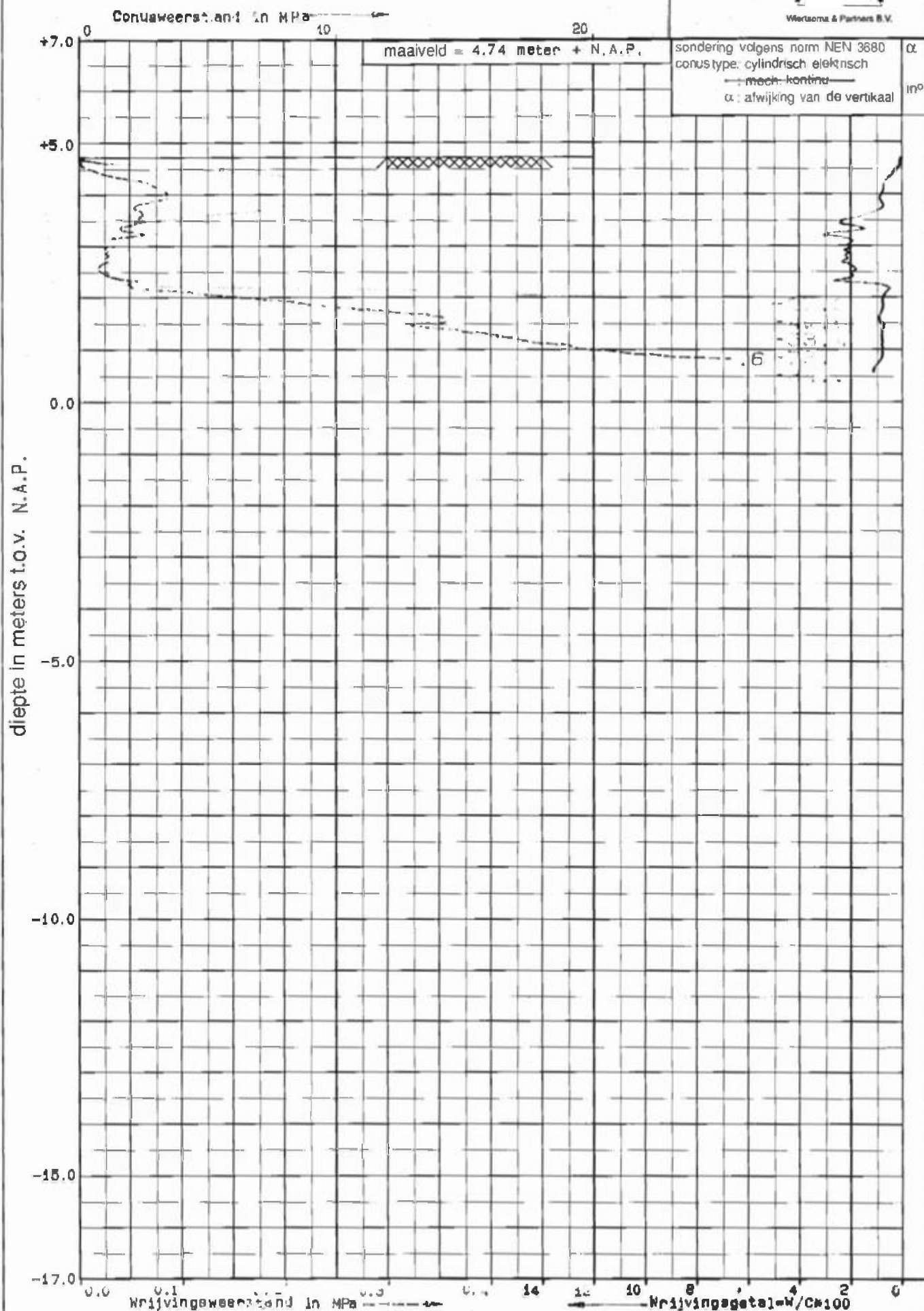




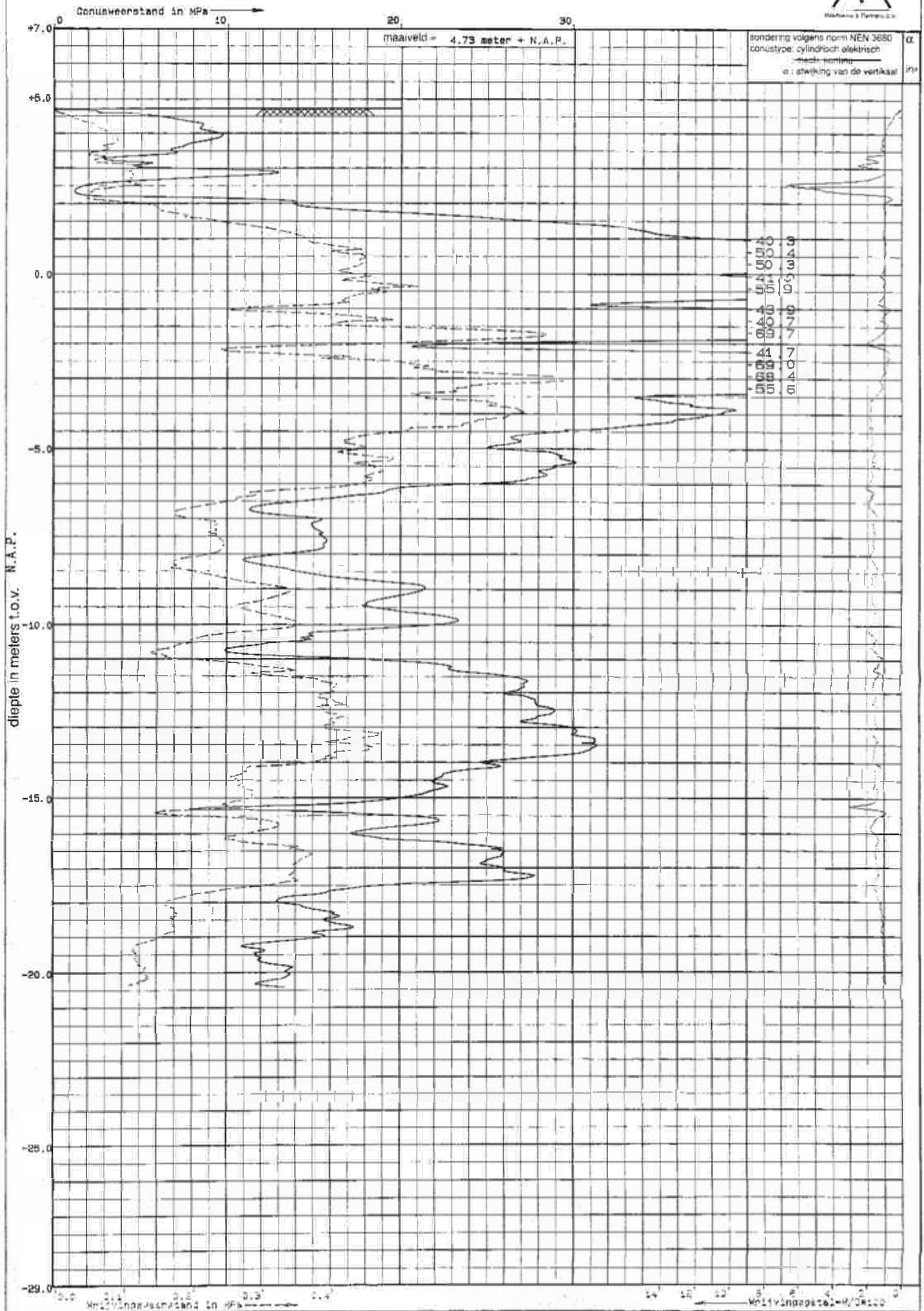
sondering volgens norm NEN 3650  
sondertype: cilindrisch elektisch  
meet: continu  
a: afwijking van de verticale



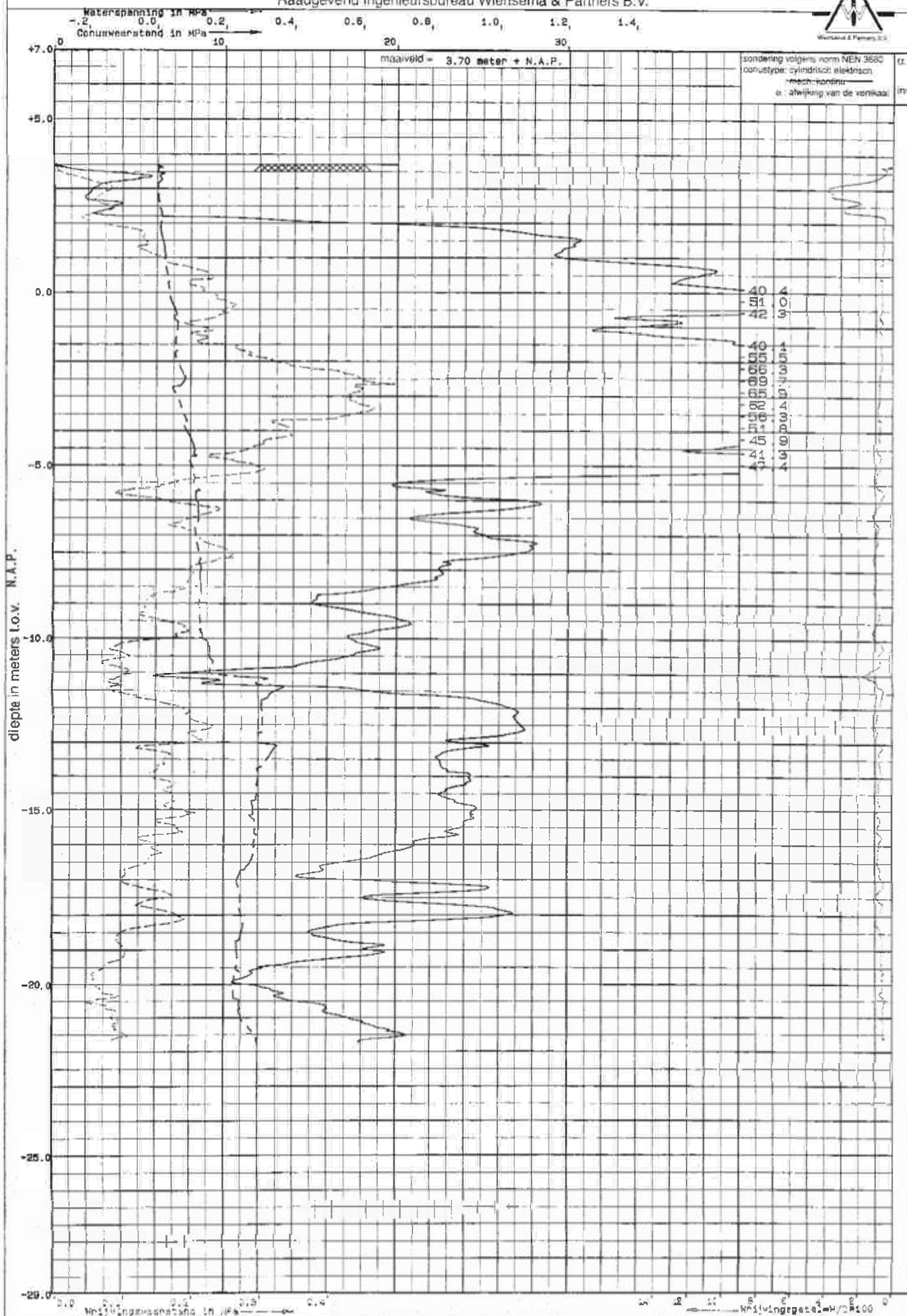
Wiertsema & Partners B.V.

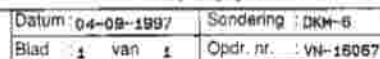




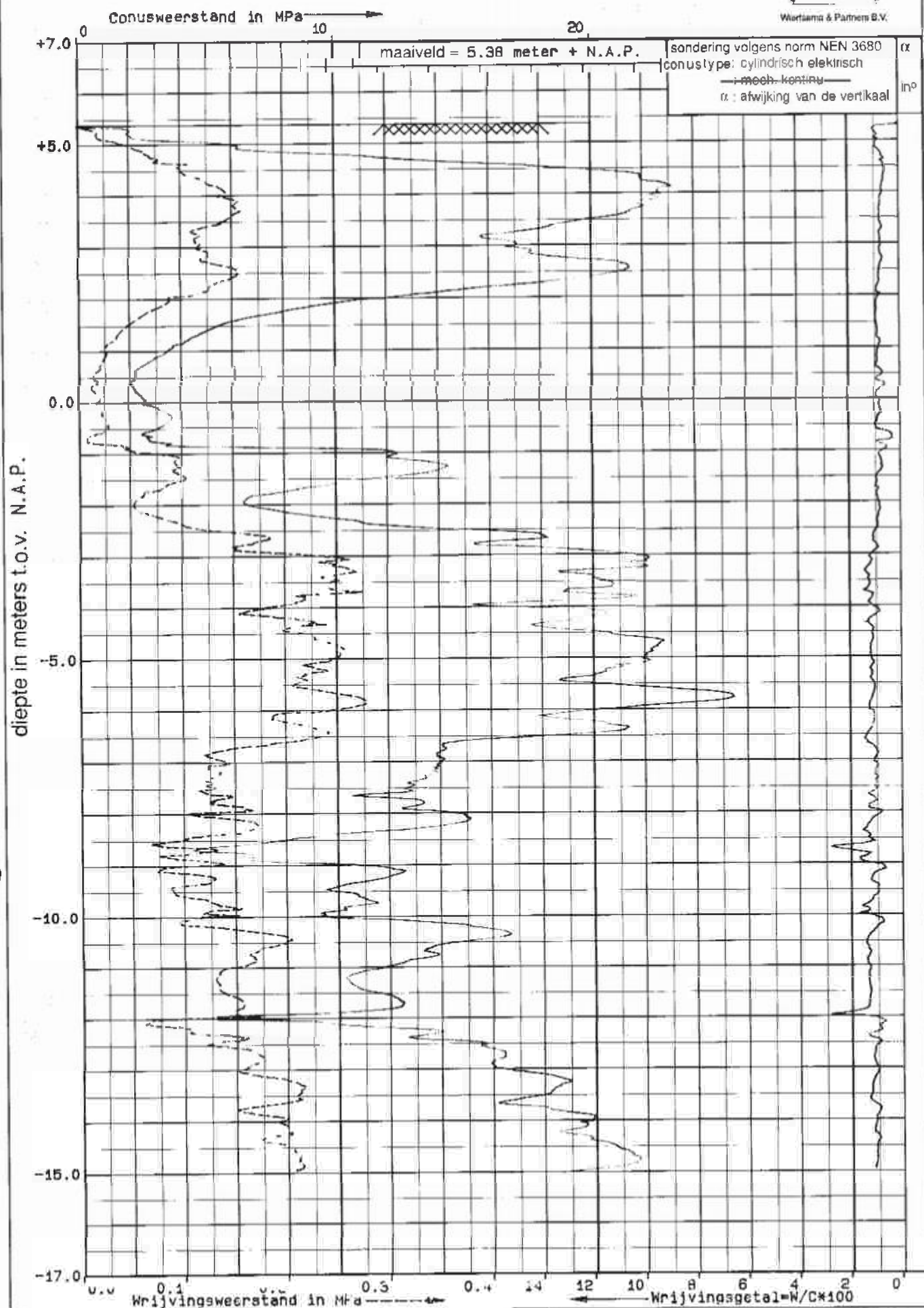




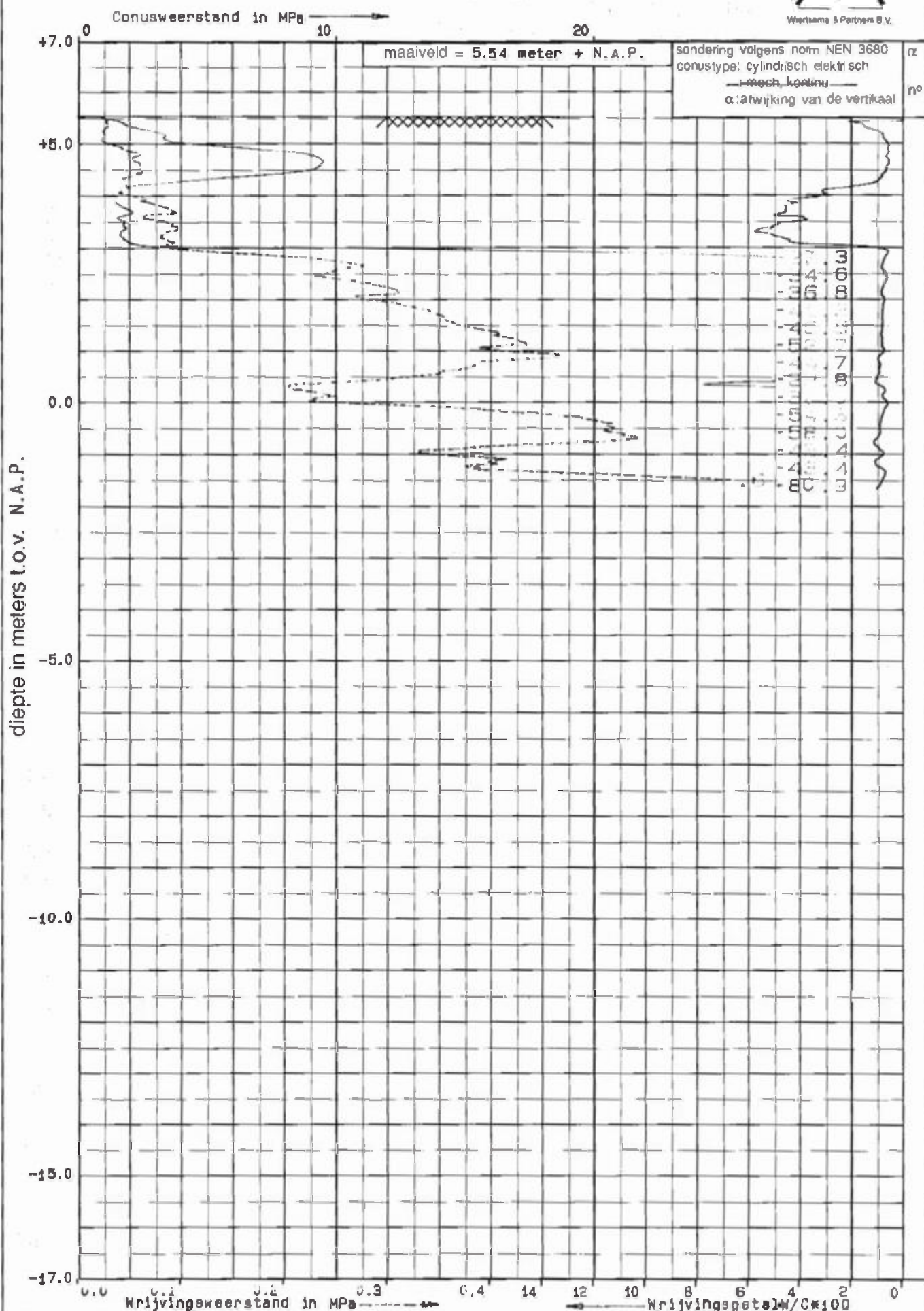








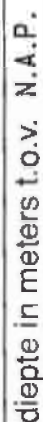






Opdr. nr. : VN-16067-A



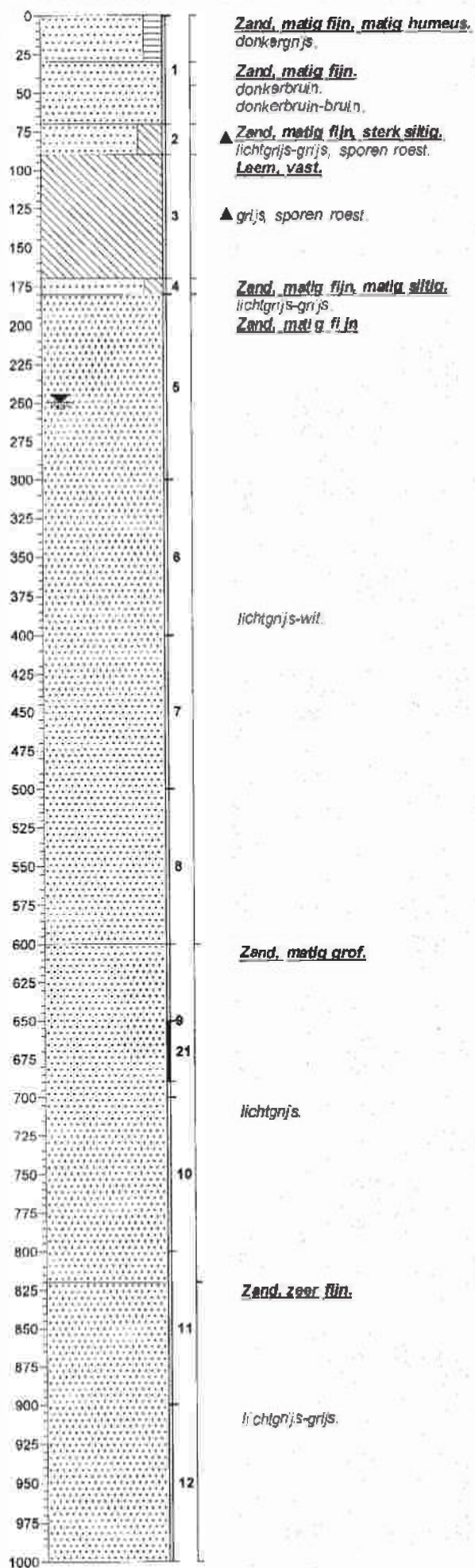


Opdr. nr. : VN-16067-A

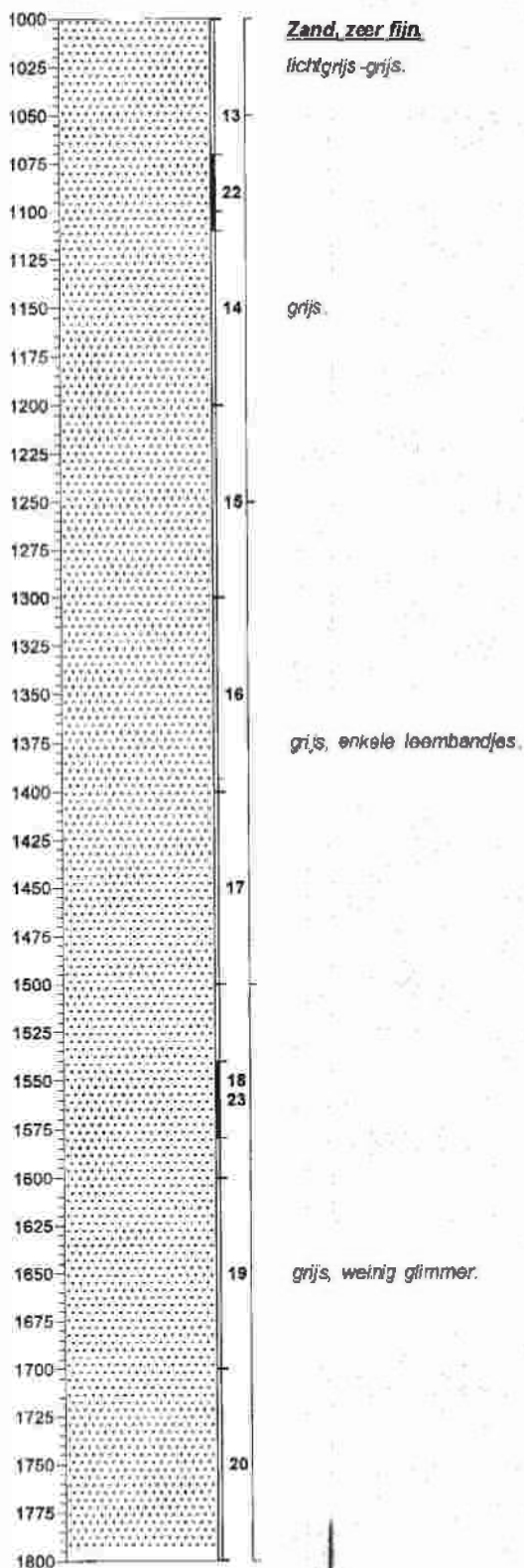


**Boring: 1-1**

Diepte: 1800 cm.

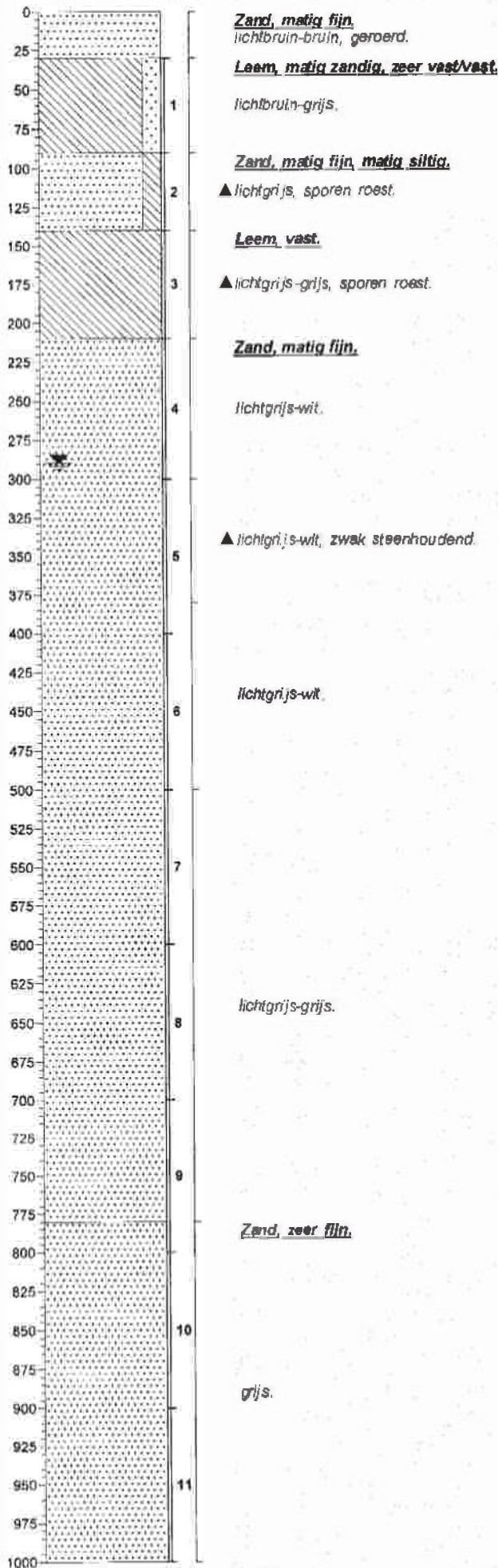
**Boring: 1-2**

Diepte: 1800 cm.

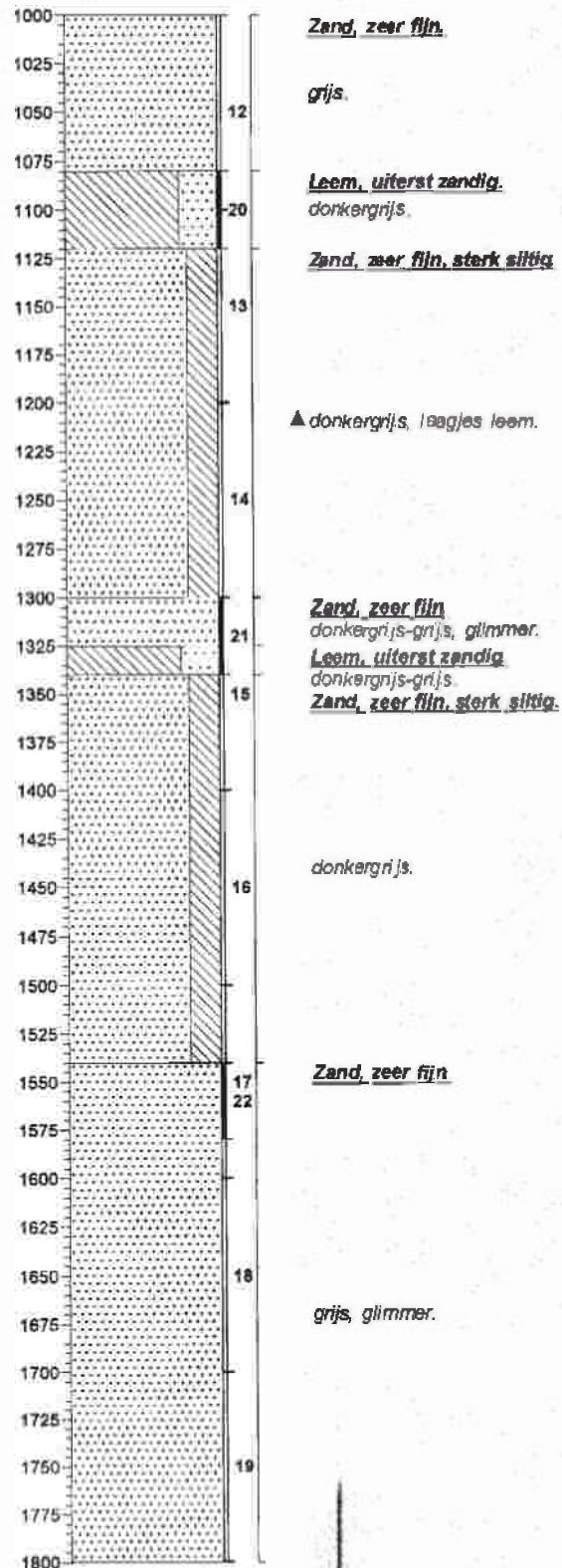


**Boring: 2-1**

Diepte: 1800 cm.

**Boring: 2-2**

Diepte: 1800 cm.



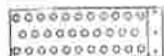


# Legenda (conform NEN 5104)

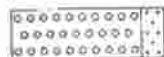
## grind



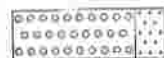
Grind, siltig



Grind, zwak zandig



Grind, matig zandig



Grind, sterk zandig



Grind, uiterst zandig

## zand



Zand, kleefig



Zand, zwak siltig



Zand, matig siltig



Zand, sterk siltig



Zand, uiterst siltig

## veen



Veen, mineraalarm



Veen, zwak kleefig



Veen, sterk kleefig



Veen, zwak zandig



Veen, sterk zandig

## klei



Klei, zwak siltig



Klei, matig siltig



Klei, sterk siltig



Klei, uiterst siltig



Klei, zwak zandig



Klei, matig zandig



Klei, sterk zandig

## leem



Leem, zwak zandig



Leem, sterk zandig

## overige toevoegingen



zwak humeus



matig humeus



sterk humeus



zwak grindig



matig grindig



sterk grindig

## peilbuis



blinde buis

casing

grondwaterstand

bentoniet afdekking

filter

## monsters



geroerd monster



ongeroidmonster

## overig

▲ bijzonder bestanddeel

grondwaterstand tijdens boren



maaiveldtype c.q. textuur afwezig



Slib

## geur



zwakke geur



matige geur



sterke geur



uiterste geur

## olie



zwakke olie-water reactie



matige olie-water reactie



sterke olie-water reactie



uiterste olie-water reactie



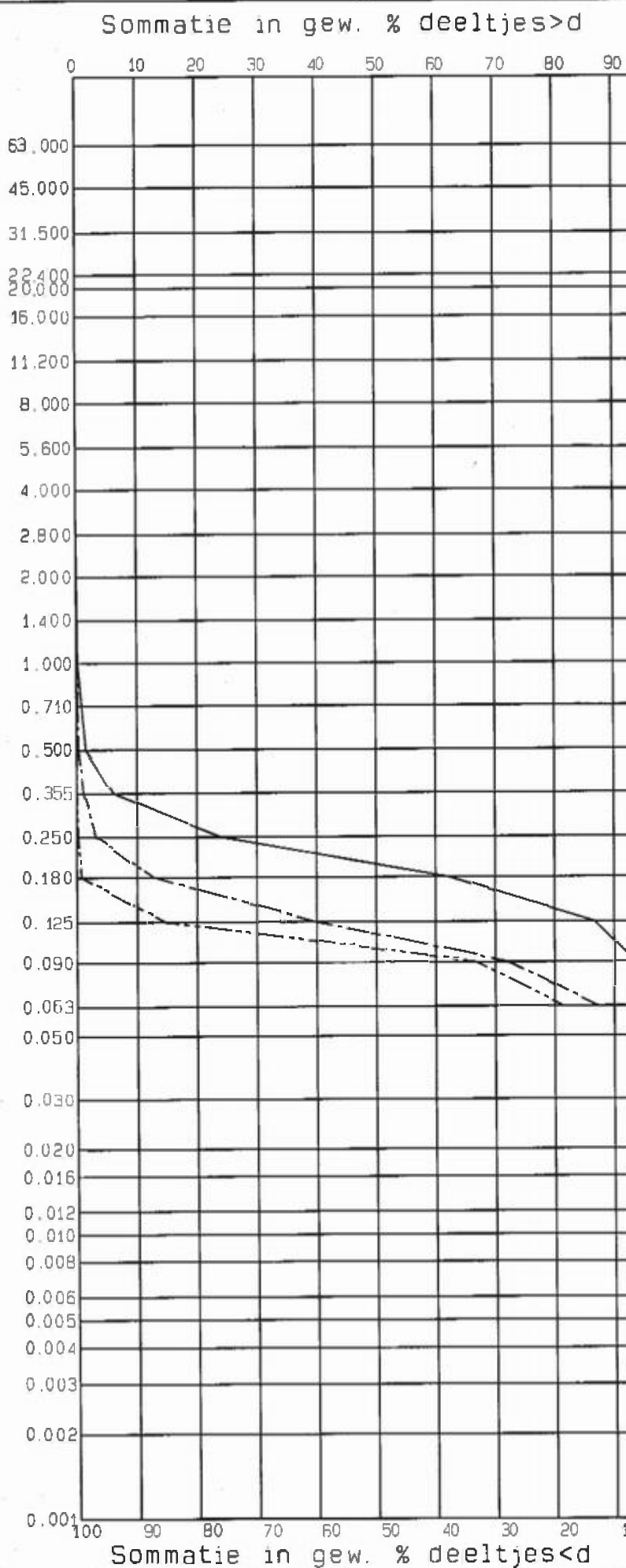
## ▲ WATERPASSTAAT

Bij de waterpassing is uitgegaan van het waterpeil in de zandput met een N.A.P.-hoogte van 1,37 m+ N.A.P.

|           |   |                |
|-----------|---|----------------|
| DKP1      | = | 4,57 m+ N.A.P. |
| DKM1A     | = | 4,61 m+ N.A.P. |
| DKM2      | = | 4,83 m+ N.A.P. |
| DKM2A     | = | 4,74 m+ N.A.P. |
| DKP3      | = | 4,73 m+ N.A.P. |
| DKM4      | = | 4,74 m+ N.A.P. |
| DKM4A     | = | 4,73 m+ N.A.P. |
| DKM4B     | = | 4,73 m+ N.A.P. |
| DKP5      | = | 3,70 m+ N.A.P. |
| DKM6      | = | 4,28 m+ N.A.P. |
| DKM7      | = | 5,38 m+ N.A.P. |
| DKM8      | = | 5,54 m+ N.A.P. |
| DKM8A     | = | 5,54 m+ N.A.P. |
| DKM8B     | = | 5,54 m+ N.A.P. |
| as weg 1  | = | 5,02 m+ N.A.P. |
| as weg 2  | = | 4,90 m+ N.A.P. |
| waterpeil | = | 3,89 m+ N.A.P. |

| Monster<br>nummer | Diepte in<br>m- m.v. | Nat<br>volume<br>gewicht<br>(kN/m <sup>3</sup> ) | Droog<br>volume<br>gewicht<br>(kN/m <sup>3</sup> ) | Water-<br>gehalte<br>in ge-<br>wicht<br>(%) | Porien-<br>getal | Porien-<br>volume<br>(%) | Water-<br>gehalte<br>in<br>volume<br>(%) | Verz.<br>graad<br>(%) |
|-------------------|----------------------|--------------------------------------------------|----------------------------------------------------|---------------------------------------------|------------------|--------------------------|------------------------------------------|-----------------------|
| B-1/1             | 6.70                 | 19.6                                             | 16.6                                               | 17.7                                        | 0.60             | 37.4                     | 29.5                                     | 78.9                  |
| B-1/2             | 10.90                | 19.6                                             | 15.8                                               | 23.7                                        | 0.68             | 40.4                     | 37.5                                     | 92.8                  |
| B-1/3             | 15.60                | 19.6                                             | 16.1                                               | 21.5                                        | 0.64             | 39.2                     | 34.7                                     | 88.5                  |
| B-2/1             | 10.90                | 18.7                                             | 14.4                                               | 29.8                                        | 0.84             | 45.7                     | 42.8                                     | 93.7                  |
| B-2/2             | 13.05                | 19.3                                             | 14.6                                               | 32.1                                        | 0.81             | 44.9                     | 46.9                                     | 100.0                 |
| B-2/2             | 13.35                | 19.0                                             | 15.5                                               | 22.3                                        | 0.71             | 41.5                     | 34.6                                     | 83.4                  |
| B-2/3             | 15.60                | 19.3                                             | 15.6                                               | 23.8                                        | 0.70             | 41.1                     | 37.1                                     | 90.3                  |

## Diam (mm)



STENEN

## GRIND

prof

ମାଧବୀ

200

ZAND

Grandsort

Curve

Diante

constituted

300 mg per

10

1

10

1

1

Opdracht nr. VN-16067A

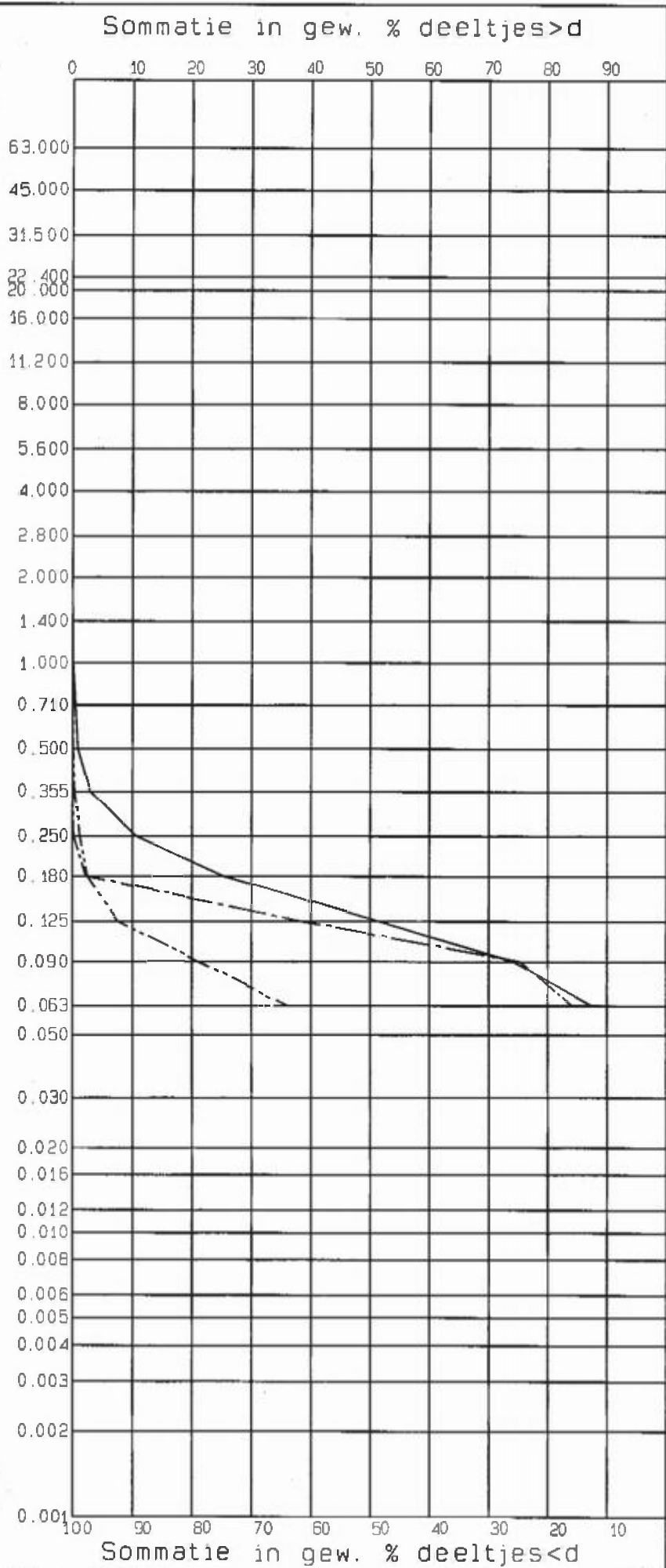
Bijlage 4

Raddeverd Ingenieursbureau Wiersma & Partners



# KORRELVERDELINGS DIAGRAM

Diam (mm)



| LUTUM                                            |             |               | SILT  |        |      | STENEN                 |  |  |
|--------------------------------------------------|-------------|---------------|-------|--------|------|------------------------|--|--|
|                                                  |             |               | fijn  | middel | grof | GRIND                  |  |  |
|                                                  |             |               | ZAND  |        |      |                        |  |  |
| Boring nr.                                       | Monster nr. | Diepte        | Curve |        |      | Grondsaart             |  |  |
| B-2                                              |             | 8.00-10.00 m  | —     | —      | —    | Zand                   |  |  |
| B-2                                              |             | 11.00-13.00 m | ---   | ---    | ---  | Zand                   |  |  |
| B-2                                              |             | 16.00-18.00 m | ---   | ---    | ---  | Zand                   |  |  |
| Raadgevend Ingenieursbureau Kiertsema & Partners |             |               |       |        |      | Opdracht nr. VN-16067A |  |  |
|                                                  |             |               |       |        |      | Bijlage 5              |  |  |

Opdrachtnummer: VN-16067A

## ZEEF ANALYSES

| Boring | Monster | Diepte (m)  | ZEEFRACHTIES<br>(in mm, cumulatieve percentages) |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       | Mz<br>(mm) | Fijnheids |      | D60/D10 |
|--------|---------|-------------|--------------------------------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|------------|-----------|------|---------|
|        |         |             | 8.000                                            | 4.000 | 2.000 | 1.000 | 0.500 | 0.355 | 0.250 | 0.180 | 0.125 | 0.090 | 0.063 | 0.000 |            | getal     |      |         |
| B-1    |         | 1.80-5.00   | 0.0                                              | 0.0   | 0.1   | 0.2   | 1.5   | 6.2   | 23.9  | 62.1  | 86.7  | 93.5  | 95.5  | 100.0 | 0.21       | 1.12      | 1.77 |         |
| B-1    |         | 11.00-12.00 | 0.0                                              | 0.0   | 0.0   | 0.0   | 0.0   | 0.1   | 0.3   | 0.8   | 14.8  | 66.8  | 81.4  | 100.0 | 0.11       | 0.15      | 1.45 |         |
| B-1    |         | 15.00-18.00 | 0.0                                              | 0.0   | 0.1   | 0.1   | 0.3   | 1.1   | 3.2   | 12.9  | 39.8  | 72.1  | 87.1  | 100.0 | 0.12       | 0.43      | 1.72 |         |
| B-2    |         | 8.00-10.00  | 0.0                                              | 0.0   | 0.0   | 0.1   | 0.9   | 3.0   | 10.6  | 25.3  | 51.5  | 74.2  | 87.4  | 100.0 | 0.14       | 0.63      | 1.97 |         |
| B-2    |         | 11.00-13.00 | 0.0                                              | 0.0   | 0.0   | 0.0   | 0.1   | 0.4   | 1.2   | 2.5   | 7.5   | 21.0  | 36.0  | 100.0 | 0.10       | 0.09      | 1.54 |         |
| B-2    |         | 16.00-18.00 | 0.0                                              | 0.0   | 0.0   | 0.0   | 0.0   | 0.1   | 0.2   | 2.3   | 38.3  | 75.3  | 84.1  | 100.0 | 0.12       | 0.39      | 1.49 |         |

VN-16067A

Bijl. 7

### HANDVINPROEVEN

| Monster-<br>nummer | Diepte m- m.v. | Ongedraineerde<br>schuifweerstand<br>in kN/m <sup>2</sup> |
|--------------------|----------------|-----------------------------------------------------------|
| B-2/1              | 11,15          | 38                                                        |
| B-2/2              | 13,30          | 23                                                        |



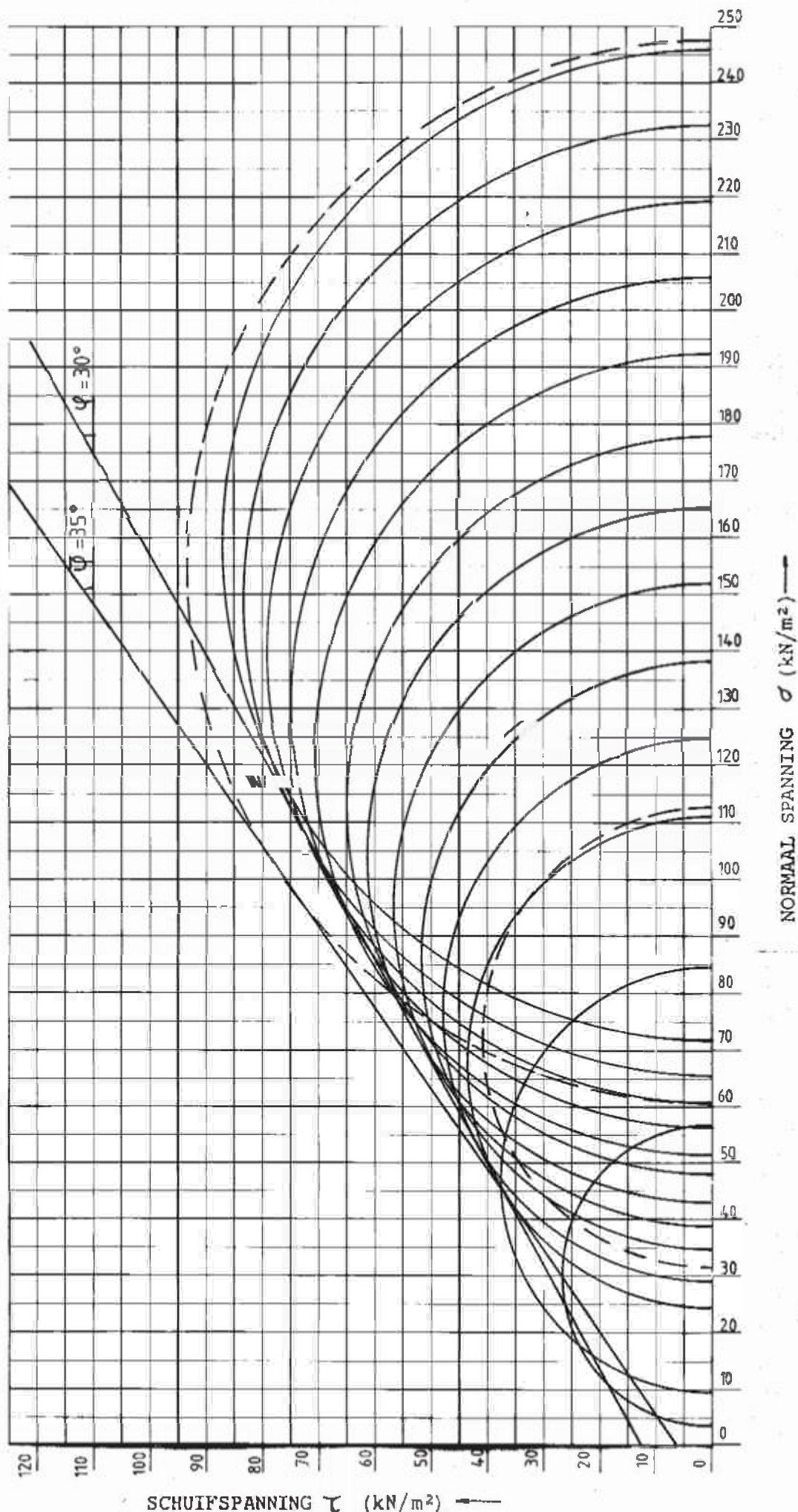
# Boring : B-2 Type proef: Gedraineerd

Monster nr. : 1

Diepte m- m.v. : 10.80-11.20

Grondsoort : Leem, donkergrijs, zeer sterk zandhoudend

Volumegewicht droog : 14.4 kN/m<sup>3</sup>  $\bar{\varphi} = 35^\circ$   $\bar{c} = 6$  kN/m<sup>2</sup>  
 Volumegewicht nat : 18.7 kN/m<sup>3</sup>  $\varphi = 30^\circ$   $c = 13$  kN/m<sup>2</sup>



Opdracht nr.: VN-16067A

Bijlage : 8

▲ STABILITEITSBEREKENINGEN

|                                     |   |       |
|-------------------------------------|---|-------|
| Aantal hoekpunten v.h. grondlichaam | - | 6     |
| Aantal waterdruklijnen              | - | 4     |
| Aantal grondlagen                   | - | 4     |
| Aantal verschillende G.V.B.-lasten  | - | 1     |
| Aantal dwanglijnen                  | - | 0     |
| Maximum lamelbreedte                | - | .50 m |
| Minimum aantal lamellen             | - | 25    |
| Aantal te onderzoeken glycircels    | - | 1331  |

|                                         |   |                         |
|-----------------------------------------|---|-------------------------|
| Op het vrije water horizontaal          | : | .000                    |
| vertikaal                               | : | .000                    |
| Op de grond (nat en droog) horizontaal: |   | .000                    |
| vertikaal                               | : | .000                    |
| Versnelling van de zwaartekracht (g)    | : | 10.000 m/s <sup>2</sup> |

|        |         |         |        |         |         |        |         |         |        |         |         |        |     |
|--------|---------|---------|--------|---------|---------|--------|---------|---------|--------|---------|---------|--------|-----|
| Puntno | ---X--- | ---Y--- | Puntno | ---X--- | ---Y--- | Puntno | ---X--- | ---Y--- | Puntno | ---X--- | ---Y--- | Puntno | --- |
|        | m       | m       |        | m       | m       |        | m       | m       |        | m       | m       |        |     |
| <hr/>  |         |         |        |         |         |        |         |         |        |         |         |        |     |
| 1      | .00     | 4.00    | 2      | 2.00    | 4.00    | 3      | 12.00   | 2.00    | 4      | 22.00   | 1.00    | 5      | 9   |
| 6      | 100.00  | -18.00  |        |         |         |        |         |         |        |         |         |        |     |



Invoer omschrijving : 16067 Opende west; leem

08-01-98 17:22

Grondlaag no 1

Hoek van inwendige wrijving . . . = 25.0 graden

Volumegewicht (droog) . . . = 14.00 kN/m3

Volumegewicht (nat ) . . . = 19.00 kN/m3

Cohesie . . . = 2.00 kN/m2

Aantal hoekpunten onderbegrenzing = 2

Coördinaten v.d. hoekpunten van de onderzijde van die laag:

| Puntno | ---X--- | ---Y--- | Puntno | ---X--- | ---Y--- |
|--------|---------|---------|--------|---------|---------|
|        | m       | m       |        | m       | m       |
| 1      | .00     | 2.50    | 2      | 9.50    | 2.50    |

Grondlaag no 2

Hoek van inwendige wrijving . . . = 30.0 graden

Volumegewicht (droog) . . . = 18.00 kN/m3

Volumegewicht (nat ) . . . = 20.00 kN/m3

Cohesie . . . = .00 kN/m2

Aantal hoekpunten onderbegrenzing = 2

Coördinaten v.d. hoekpunten van de onderzijde van die laag:

| Puntno | ---X--- | ---Y--- | Puntno | ---X--- | ---Y--- |
|--------|---------|---------|--------|---------|---------|
|        | m       | m       |        | m       | m       |
| 1      | .00     | -5.50   | 2      | 48.00   | -5.50   |

Grondlaag no 3

Hoek van inwendige wrijving . . . = 27.0 graden

Volumegewicht (droog) . . . = 14.00 kN/m3

Volumegewicht (nat ) . . . = 19.00 kN/m3

Cohesie . . . = 2.00 kN/m2

Aantal hoekpunten onderbegrenzing = 2

Coördinaten v.d. hoekpunten van de onderzijde van die laag:

| Puntno | ---X--- | ---Y--- | Puntno | ---X--- | ---Y--- |
|--------|---------|---------|--------|---------|---------|
|        | m       | m       |        | m       | m       |
| 1      | .00     | -10.50  | 2      | 68.00   | -10.50  |

Invoer omschrijving : 16067 Opende west, leem

08-01-98 17:22

Grondlaag no . . . . . = 4  
-----  
Hoek van inwendige wrijving . . . = 30.0 graden  
Volumegewicht (droog) . . . . . = 18.00 kN/m3  
Volumegewicht (nat ) . . . . . = 20.00 kN/m3  
Cohesie . . . . . = .00 kN/m2  
Aantal hoekpunten onderbegrenzing = 2  
Coördinaten v.d. hoekpunten van de onderzijde van die laag:  
Puntno ---X--- ---Y--- Puntno ---X--- ---Y---  
                  m          m                  m          m  
-----  
1          .00     -50.00          2     100.00     -50.00

GLYVLAK versie 4.05

4

8- 1-199

17:22

Invoer omschrijving : 16067 Opende west; leem

08-01-98 17:22

Waterdruklijn no. = 1

Waterdruk . . . . = .0 kN/m2

Aantal hoekpunten = 2

Coördinaten v.d. hoekpunten van die waterlijn:

| Puntno | ---X--- | ---Y--- | Puntno | ---X--- | Y--- |
|--------|---------|---------|--------|---------|------|
|        | m       | m       |        | m       | m    |
| 1      | .00     | 1.50    | 2      | 100.00  | 1.50 |

Waterdruklijn no. = 2

Waterdruk . . . . = 70.0 kN/m2

Aantal hoekpunten = 2

Coördinaten v.d. hoekpunten van die waterlijn:

| Puntno | ---X--- | ---Y--- | Puntno | ---X--- | ---Y--- |
|--------|---------|---------|--------|---------|---------|
|        | m       | m       |        | m       | m       |
| 1      | .00     | -5.50   | 2      | 100.00  | -5.50   |

Waterdruklijn no. = 3

Waterdruk . . . . = 80.0 kN/m2

Aantal hoekpunten = 2

Coördinaten v.d. hoekpunten van die waterlijn:

| Puntno | ---X--- | ---Y--- | Puntno | ---X--- | ---Y--- |
|--------|---------|---------|--------|---------|---------|
|        | m       | m       |        | m       | m       |
| 1      | .00     | -5.60   | 2      | 100.00  | -5.60   |

Waterdruklijn no. = 4

Waterdruk . . . . = 515.0 kN/m2

Aantal hoekpunten = 2

Coördinaten v.d. hoekpunten van die waterlijn:

| Puntno | ---X--- | ---Y--- | Puntno | ---X--- | ---Y--- |
|--------|---------|---------|--------|---------|---------|
|        | m       | m       |        | m       | m       |
| 1      | .00     | -50.00  | 2      | 100.00  | -50.00  |



GLYVLAK versie 4.05

5  
8- 1-199  
17:22

Invoer omschrijving : 16067 Opende west, leem

08-01-98 17:22

Gelijkmatig verdeelde belastingen op bovenzijde grondlichaam:

| Volgno | Grootte v.d. G.V.B.<br>kN/m2 | Coord.begin<br>m | Coord.eind<br>m |
|--------|------------------------------|------------------|-----------------|
| 1      | 10.000                       | .00              | 2.00            |

Gegevens van de te onderzoeken glijcirkels:

|                                  |   |         |
|----------------------------------|---|---------|
| Straal v.d. cirkel (startwaarde) | = | 5.00 m  |
| " " (eindwaarde)                 | = | 40.00 m |
| " " (stapgrootte)                | = | 3.50 m  |
| " " aantal stappen               | = | 10      |
| Middelpunt coördinaat: X-start   | = | 50.00 m |
| " " X-eind                       | = | 60.00 m |
| " " (stapgrootte)                | = | 1.00 m  |
| " " aantal stappen               | = | 10      |
| Middelpunt coördinaat: Y-start   | = | .00 m   |
| " " Y-eind                       | = | 10.00 m |
| " " (stapgrootte)                | = | 1.00 m  |
| " " aantal stappen               | = | 10      |

Invoer omschrijving : 16067 Opende west: leem

GB-01-98 17:22

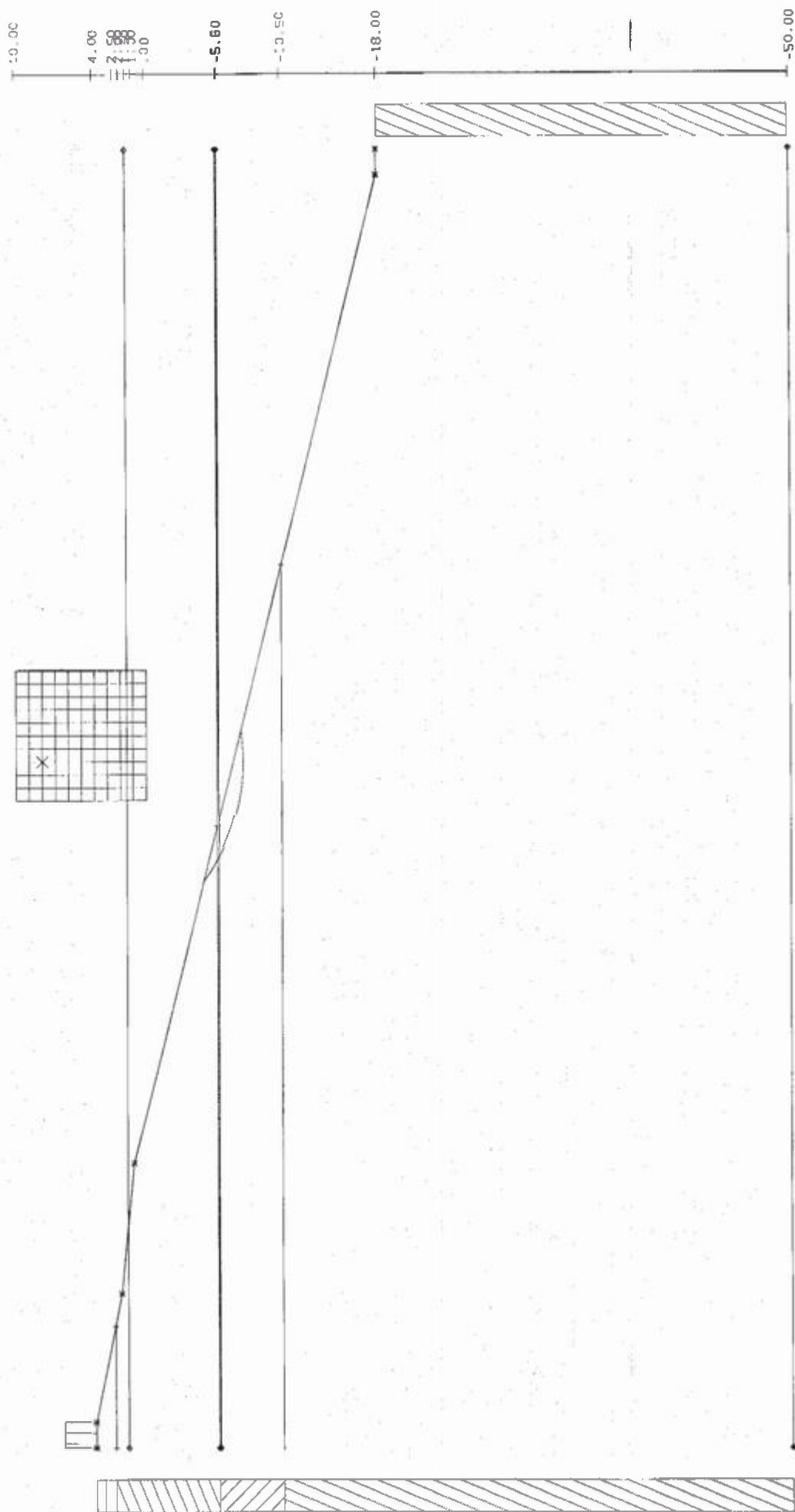
Weergave van de kleinste evenwichtsfactoren met de bijbehorende straal en coördinaten van het middelpunt van de glijcirk

|        | * X= (m) | X= (m) | X= (m) | X= (m) | X= (m) | X= (m) | X= (m) | X= (m) | X= (m) | X= (m) | X= (m) | X= (m) |
|--------|----------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
|        | 50.00    | 51.00  | 52.00  | 53.00  | 54.00  | 55.00  | 56.00  | 57.00  | 58.00  | 59.00  | 60.00  |        |
| Y= (m) | 1.954    | 1.908  | 1.854  | 1.785  | 1.732  | 1.656  | 1.559  | 1.473  | 1.405  | 1.369  | 1.357  |        |
| 10.00  | 19.00    | 19.00  | 19.00  | 19.00  | 19.00  | 19.00  | 19.00  | 19.00  | 19.00  | 19.00  | 19.00  |        |
| Y= (m) | 1.544    | 1.828  | 2.039  | 1.994  | 1.940  | 1.897  | 1.833  | 1.793  | 1.713  | 1.651  | 1.602  |        |
| 9.00   | 15.50    | 15.50  | 19.00  | 19.00  | 19.00  | 19.00  | 19.00  | 19.00  | 19.00  | 19.00  | 19.00  |        |
| Y= (m) | 1.638    | 1.535  | 1.433  | 1.305  | 1.317  | 1.824  | 2.018  | 1.966  | 1.888  | 1.819  | 1.737  |        |
| 8.00   | 15.50    | 15.50  | 15.50  | 15.50  | 15.50  | 15.50  | 19.00  | 19.00  | 19.00  | 19.00  | 19.00  |        |
| Y= (m) | 1.874    | 1.813  | 1.726  | 1.680  | 1.556  | 1.452  | 1.377  | 1.359  | 1.417  | 1.903  | 2.029  |        |
| 7.00   | 15.50    | 15.50  | 15.50  | 15.50  | 15.50  | 15.50  | 15.50  | 15.50  | 15.50  | 15.50  | 19.00  |        |
| Y= (m) | 2.094    | 2.037  | 1.985  | 1.933  | 1.864  | 1.781  | 1.721  | 1.648  | 1.592  | 1.519  | 1.444  |        |
| 6.00   | 15.50    | 15.50  | 15.50  | 15.50  | 15.50  | 15.50  | 15.50  | 15.50  | 15.50  | 15.50  | 15.50  |        |
| Y= (m) | 1.436    | 1.344  | 1.536  | 2.107  | 2.106  | 2.041  | 1.994  | 1.930  | 1.877  | 1.828  | 1.764  |        |
| 5.00   | 12.00    | 12.00  | 12.00  | 12.00  | 15.50  | 15.50  | 15.50  | 15.50  | 15.50  | 15.50  | 15.50  |        |
| Y= (m) | 1.769    | 1.670  | 1.571  | 1.440  | 1.375  | 1.374  | 1.608  | 2.167  | 2.088  | 2.025  | 1.949  |        |
| 4.00   | 12.00    | 12.00  | 12.00  | 12.00  | 12.00  | 12.00  | 12.00  | 15.50  | 15.50  | 15.50  | 15.50  |        |
| Y= (m) | 2.048    | 1.989  | 1.931  | 1.826  | 1.751  | 1.660  | 1.598  | 1.514  | 1.439  | 1.405  | 1.611  |        |
| 3.00   | 12.00    | 12.00  | 12.00  | 12.00  | 12.00  | 12.00  | 12.00  | 12.00  | 12.00  | 12.00  | 12.00  |        |
| Y= (m) | 1.709    | 2.281  | 2.201  | 2.143  | 2.091  | 1.998  | 1.934  | 1.872  | 1.794  | 1.714  | 1.632  |        |
| 2.00   | 8.50     | 12.00  | 12.00  | 12.00  | 12.00  | 12.00  | 12.00  | 12.00  | 12.00  | 12.00  | 12.00  |        |
| Y= (m) | 1.597    | 1.487  | 1.369  | 1.404  | 1.887  | 2.287  | 2.207  | 2.125  | 2.044  | 1.945  | 1.858  |        |
| 1.00   | 8.50     | 8.50   | 8.50   | 8.50   | 8.50   | 12.00  | 12.00  | 12.00  | 12.00  | 12.00  | 12.00  |        |
| Y= (m) | 2.027    | 1.937  | 1.808  | 1.713  | 1.637  | 1.540  | 1.461  | 1.475  | 1.892  | 2.338  | 2.236  |        |
| .00    | 8.50     | 8.50   | 8.50   | 8.50   | 8.50   | 8.50   | 8.50   | 8.50   | 8.50   | 12.00  | 12.00  |        |

# Raadgevers Ingenieursbureau Aertsema & Partners

16067 Opende best., Jaar

CS-01-98 17.22



0+00 12.00 22.00 50.00 80.00 100.00

MIN. EV.-FACTOR = 1.30  
STRAAL R = 15.50

MIDDELPUNT

X = 53.00  
Y = 8.00



▲ STABILITEITSBEREKENINGEN

1

9:10

09-01-98 09:10

en:

52

Invoer omschrijving : 16067 Opende west; los gepakt zand

09-01-98 09:10

Grondlaag no : 1

=====

Hoek van inwendige wrijving . . . = 30.0 graden

Volumegewicht (droog) . . . . . = 18.00 kN/m3

Volumegewicht (nat ) . . . . . = 20.00 kN/m3

Cohesie . . . . . = .00 kN/m2

Aantal hoekpunten onderbegrenzing = 2

Coördinaten v.d. hoekpunten van de onderzijde van die laag:

| Puntno | ---X--- | ---Y--- | Puntno | ---X--- | ---Y--- |
|--------|---------|---------|--------|---------|---------|
|        | m       | m       |        | m       | m       |
| 1      | .00     | 2.00    | 2      | 12.00   | 2.00    |

=====

Grondlaag no : 2

=====

Hoek van inwendige wrijving . . . = 20.0 graden

Volumegewicht (droog) . . . . . = 18.00 kN/m3

Volumegewicht (nat ) . . . . . = 20.00 kN/m3

Cohesie . . . . . = .00 kN/m2

Aantal hoekpunten onderbegrenzing = 2

Coördinaten v.d. hoekpunten van de onderzijde van die laag:

| Puntno | ---X--- | ---Y--- | Puntno | ---X--- | ---Y--- |
|--------|---------|---------|--------|---------|---------|
|        | m       | m       |        | m       | m       |
| 1      | .00     | -1.00   | 2      | 30.00   | -1.00   |

=====

Grondlaag no : 3

=====

Hoek van inwendige wrijving . . . = 30.0 graden

Volumegewicht (droog) . . . . . = 18.00 kN/m3

Volumegewicht (nat ) . . . . . = 20.00 kN/m3

Cohesie . . . . . = .00 kN/m2

Aantal hoekpunten onderbegrenzing = 2

Coördinaten v.d. hoekpunten van de onderzijde van die laag:

| Puntno | ---X--- | ---Y--- | Puntno | ---X--- | ---Y--- |
|--------|---------|---------|--------|---------|---------|
|        | m       | m       |        | m       | m       |
| 1      | .00     | -8.50   | 2      | 60.00   | -8.50   |

=====



GLYVLAK versie 4.05

3  
9- 1-199  
9:10

Invoer omschrijving : 16067 Opende west; los gepakt zand

09-01-98 09:10

Grondlaag no . . . . . = 4

```

=====
Hoek van inwendige wrijving . . . = 25.0 graden
Volumegewicht (droog) . . . . . = 14.00 kN/m3
Volumegewicht (nat ) . . . . . = 19.00 kN/m3
Cohesie . . . . . = 2.00 kN/m2
Aantal hoekpunten onderbegrenzing = 2
Coördinaten v.d. hoekpunten van de onderzijde van die laag:
Puntno ---X--- --Y--- Puntno ---X--- --Y---
      m      m      m      m
=====
1      .00    -9.00    2      62.00    -9.00
    
```

Grondlaag no . . . . . = 5

```

=====
Hoek van inwendige wrijving . . . = 30.0 graden
Volumegewicht (droog) . . . . . = 18.00 kN/m3
Volumegewicht (nat ) . . . . . = 20.00 kN/m3
Cohesie . . . . . = .00 kN/m2
Aantal hoekpunten onderbegrenzing = 2
Coördinaten v.d. hoekpunten van de onderzijde van die laag:
Puntno ---X--- --Y--- Puntno ---X--- --Y---
      m      m      m      m
=====
1      .00   -50.00    2     100.00   -50.00
    
```

# Raadgevend Ingenieursbureau Wiertsema & Partners

GLYVLAK versie 4.05

4  
9- 1-199  
9:10

Invoer omschrijving : 16067 Opende west: los gepakt zand

09-01-98 09:10

Waterdruklijn no. = 1

Waterdruk = .0 kN/m2

Aantal hoekpunten = 2

Coördinaten v.d. hoekpunten van de waterlijn:

| Puntno | X   | Y    | Puntno | X      | Y    |
|--------|-----|------|--------|--------|------|
|        | m   | m    |        | m      | m    |
| 1      | .00 | 1.50 | 2      | 100.00 | 1.50 |

GLYVLAK versie 4.05

5

9- 1-199

9:10

Invoer omschrijving : 16067 Opende west; los gepakt zand

09-01-98 09:10

Gelijkmatig verdeelde belastingen op bovenzijde grondlichaam:

| Volgno | Grootte v.d. G.V.B.<br>kN/m2 | Coord.begin<br>m | Coord.eind<br>m |
|--------|------------------------------|------------------|-----------------|
| 1      | 10.000                       | .00              | 2.00            |

Gegevens van de te onderzoeken glijcirkels:

|                                  |   |         |
|----------------------------------|---|---------|
| Straal v.d. cirkel (startwaarde) | = | 5.00 m  |
| " " " (eindwaarde)               | = | 40.00 m |
| " " " (stapgrootte)              | = | 3.50 m  |
| " " " aantal stappen             | = | 10      |
| Middelpunt Coördinaat: X-start   | = | 20.00 m |
| " " X-eind                       | = | 35.00 m |
| " " (stapgrootte)                | = | 1.50 m  |
| " " aantal stappen               | = | 10      |
| Middelpunt coördinaat: Y-start   | = | 4.00 m  |
| " " Y-eind                       | = | 14.00 m |
| " " (stapgrootte)                | = | 1.00 m  |
| " " aantal stappen               | = | 10      |