



GEO- EN MILIEUTECHNIEK b.v.

geo- en milieutechnisch adviesbureau
Strijkviertel 30, Postbus 29
3454 ZG De Meern
Tel. 030 - 666 17 46, Fax 030 - 666 48 54
E-mail: advies@vandijktech.nl

Strijkviertel 30
Postbus 29
3454 ZG De Meern
tel. 030 - 6661746
fax. 030 - 6664854
e-mail: advies@vandijktech.nl
milieu@vandijktech.nl



GEO- EN MILIEUTECHNIEK b.v.

geo- en milieutechnisch
adviesbureau

ABN-AMRO 61.32.88.602
Postbank 1025172
KvK Utrecht 30128364
BTW nr: NL 803844451B01

De Meern: 15-10-2004

Opdrachtnr.: 532.04

Betreft:
Project:

4073
FUNDERINGSADVIES
Nieuwbouw woningen aan de Keulshof
te **UTRECHT**

Opdrachtgever: Van der Vorm Engineering Delft b.v.
t.a.v. dhr. A. Kalloe
Delftechpark 19
2628 XJ DELFT

Constructeur: Van der Vorm Engineering Delft b.v.
t.a.v. dhr. A. Kalloe
Delftechpark 19
2628 XJ DELFT

RV 2042676 / 2

Grondonderzoek uitgevoerd: 29-09-2004

01 DEC. 2004

Rapport opgesteld door: ir. A.L. Radersma

INHOUDSOPGAVE

| | |
|--|---|
| 1. INLEIDING..... | 3 |
| 2. GRONDBESCHRIJVING..... | 4 |
| 3. BOUWPLAN..... | 4 |
| 4. ADVIES | 5 |
| 4.1 Paalsysteem | 5 |
| 4.2 Negatieve kleeft..... | 6 |
| 5. RICHTLIJNEN UITVOERING SCHROEFBOORPALEN TYPE AVEGAAR..... | 7 |

BIJLAGEN

- tabellen paalpuntniveaus en rekenwaarden draagkracht
- berekening van de negatieve kleeft volgens NEN 6743
- berekening rekenwaarde netto draagkracht volgens NEN 6743
- 6 sonderingen (S1 t/m S6)
- 1 kleeftmeting (S4)
- 1 waterpasstaat
- 1 situatietekening (A3; schaal 1:500)
- 1 elektrisch sonderen
- 1 verklaring der tekens

1. INLEIDING

Naar aanleiding van de op 21 juni 2004 verstrekte opdracht, op basis van offerte OG.04.481/RV/lg d.d. 17-06-2004, werd door ons bureau voor de nieuwbouw woningen aan de Keulsehof te UTRECHT een geotechnisch onderzoek ingesteld.

Op 29 september 2004 zijn op het betreffende terrein 6 sonderingen (S1 t/m S6) conform NEN 5140, klasse 3, uitgevoerd. De locaties van de sonderingen zijn op de bijgevoegde situatietekening aangegeven.

Naast de conusweerstand is bij sondering S4 tevens de mantelwrijving gemeten. In de grafiek is het wrijvingsgetal R_f , zijnde het quotiënt van de plaatselijke wrijving en de

conusweerstand ($R_f = \frac{f_s}{q_c} \cdot 100\%$), weergegeven.

Het uitzetten en waterpassen ten opzichte van NAP van de sondeerlocaties werd door onze landmeetkundige dienst verzorgd. De gemeten maaiveldhoogtes ter plaatse van de sonderingen zijn op de waterpasstaat weergegeven.

Tevens werd ons verzocht om aan de hand van de sonderingen een schriftelijk funderingsadvies op te stellen. Hierbij dient uitgegaan te worden van de rekenmethodieken zoals in NEN 6740-NEN 6743 beschreven.

2. GRONDBESCHRIJVING

Aan de hand van de resultaten van het grondonderzoek kan de opbouw van de ondergrond globaal als volgt worden beschreven:

Vanaf het maaiveld, dat op NAP+1,67 m à NAP+1,57 m is gelegen, tot ca. NAP+1,0 m is een toplaag van zand, matig tot vast gepakt, aanwezig.

Vanaf ca. NAP+1,0 m tot ca. NAP+0,5 à ca. NAP+0,0 m is een klei- en veenformatie aanwezig.

Vanaf ca. NAP+0,5 à ca. NAP+0,0 m tot ca. NAP-6,0 à 11,5 m volgt een zandformatie, waarin vaste conusweerstand werden geregistreerd. Bij de sonderingen S1, S2, S4 en S5 werd een kleilaagje aangetroffen.

Vanaf ca. NAP-6,0 à 11,5 m tot de verkende diepte is een zandpakket aanwezig met een vaste pakkingsdichtheid. De teruggangen in conusweerstand in de zandformatie zijn vermoedelijk het gevolg van klei- en/of silthoudend, dan wel losgepakt zand.

De variatie in hoogte van het maaiveld ten tijde van de uitvoering van de sonderingen bedraagt 0,1 m (S2: NAP+1,67 m ↔ S6: NAP+1,57 m). De gemiddelde maaiveldhoogte bedraagt ca. NAP+1,60 m.

De grondwaterstand werd door ons éénmalig bepaald op NAP+0,55 m en is indicatief. De put is ingemeten op NAP+2,20 m. De dorpel lag op NAP+2,36 m.

3. BOUWPLAN

Op het door ons onderzochte terrein, gelegen aan de Keulsehof te Utrecht, is de nieuwbouw woningen geprojecteerd (zie bijgevoegde situatietekening).

De dorpel is op ca. NAP+2,40 m aangehouden. Het maaiveld zal op ca. NAP+2,2 m worden afgewerkt.

Deze aannames dienen door de constructeur te worden geverifieerd.

Gezien de bodemopbouw volgens de sonderingen en in overleg met de constructeur is een fundering op schroefboorpalen type avegaar beschouwd.

De rekenwaarde van de belasting op de geotechnische constructie $F_{s,d}$ is in overleg met de constructeur uitgegaan van een waarde $F_{s,d} = 500-900$ kN per paal.

4. ADVIES

4.1 Paalsysteem

Gezien de bodemopbouw volgens de sonderingen en in overleg met de constructeur is voor de fundering uitgegaan van schroefboorpalen type avegaar teneinde een nagenoeg zettingsvrije funderingsconstructie te verkrijgen.

Opgemerkt wordt dat dit paalsysteem als nagenoeg trillingsvrij te beschouwing is.

In de bijlagen 1 en 2 hebben wij per sondering op de ons in ziens meest in aanmerking komende paalpuntniveaus en de rekenwaarde van de beschikbare (netto) draagkracht vermeld. Opgemerkt wordt dat de schroefboorpalen type avegaar op één niveau dienen te worden toegepast.

Onder paalpuntniveau wordt verstaan het niveau met de onderste volle paaldoorsnede.

Bij schroefboorpalen type avegaar bevindt deze zich in de regel 0,25 m boven het indraainiveau van de avegaar.

De paalpuntspanning is berekend volgens de 4d/8d methode van Koppejan. Daarbij dient opgemerkt te worden dat voor schroefboorpalen type avegaar de conusweerstand boven de punt gelimiteerd werd tot 2 MPa.

De waarde van positieve kleef is gerelateerd aan de gemeten conusweerstand in het zand en correspondeert met ca. 0,6 % voor mortelschroefpalen ($\alpha_s = 0,006$) van de gemiddelde conusweerstand in een bepaald traject. In geval van teruggangen in conusweerstand is enige reductie in het bovenliggende zandpakket toegepast.

De representatieve waarden zijn bepaald volgens NEN 6743.

Als factoren voor mortelschroefpalen zijn aangehouden:

| | |
|------------------------------|------------------|
| Paalklasse | $\alpha_p = 0,8$ |
| Paalvoet | $\beta = 1,0$ |
| vorm dwarsdoorsnede paalvoet | $S = 1,0$ |

In de laatste kolommen is de beschikbare (netto) draagkracht $F_{r, netto; d}$ bepaald voor palen met verschillende schachtafmetingen.

$$F_{r, netto; d} = F_{r, max; d} - F_{s, nk; d}$$

$F_{r, max; d}$ = rekenwaarde van de maximale draagkracht van een enkele paal

$F_{s, nk; d}$ = rekenwaarde van de maximaal optredende negatieve schacht wrijving voor een alleen staande paal

$F_{r, netto; d}$ = rekenwaarde van de maximaal beschikbare (netto) draagkracht

4.2 Negatieve kleeft

Als gevolg van de aanwezigheid van samen drukbare lagen tot ca. NAP+0,0 m kan door her consolidatie enige verticale deformatie in het bovenpakket ontstaan. Hierdoor zal zich neerwaarts gerichte schachtwrijving langs de paal schacht gaan ontwikkelen.

Voor de berekening van deze negatieve kleeft $F_{s, nk; d}$ hebben wij de situatie beschouwd waarbij het samendrukbaar pakket tot ca. NAP+0,0 m wezenlijk zal bijdragen tot de ontwikkeling van de negatieve schachtwrijving. Opgemerkt dient te worden dat de berekeningsmethode zoals in NEN 6743:7.1 is gehanteerd. Als partiële belastingsfactor $\gamma_{n;kl}$ is aangehouden $\gamma_{n;kl} = 1,0$. De grootte hebben wij geprognoseerd op ca. 14,4 kN voor een schroefboorpaal type avegaar Ø 500 mm (zie bijlage 3).

Toets ingaan uiterste grens toestand 1B moet voldoen aan:

$$F_{s, d} + F_{s, nk; d} < F_{r, d} \quad (1B)$$

of

$$F_{s, d} < F_{r, netto, d}$$

Dit kan door de constructeur worden gecontroleerd zodra $F_{s, d}$ bekend is.

De berekening van de rekenwaarde van de netto draagkracht volgens NEN 6743 is in de bijlagen 4 en 5 opgenomen.

5. RICHTLIJNEN UITVOERING SCHROEFBOORPALEN TYPE AVEGAAR

De uitvoering verwijzen wij u naar KIWA beoordelingsrichtlijn BRL-K237/01 en NVN 6724.

Voor de toepassing van de schroefboorpalen dient een hierin gespecialiseerd en gerenommeerd aannemingsbedrijf te worden ingeschakeld. Wij adviseren de eerste paal zo dicht mogelijk bij een sondering te installeren. Het waargenomen installatiegedrag voor wat betreft draaimoment, morteldruk en verbruikte hoeveelheid specie kan in combinatie met het sondeerbeeld een indicatie vormen voor de controle van tussen de sonderingen te installeren palen.

Tijdens het boren dient de boorsnelheid van de avegaar afgestemd te zijn op de snelheid van inbrengen (streven naar een schraapfactor van 1). Bovendien is een voldoende capaciteit van het boormoment noodzakelijk, teneinde de ontspanning van de grond tijdens het inboren te beperken. Wanneer de avegaar op diepte is geboord, moet de hoeveelheid opgeboorde grond minimaal zijn.

Zodra de avegaar op diepte is, dient gestopt te worden met het indraaien. Nadat de slangen en de holle buis van de avegaar gevuld zijn met mortel en het systeem onder voldoende druk is gezet, kan de afsluiting worden geopend. Vervolgens kan de avegaar stilstaand worden getrokken.

Tijdens het trekken van de avegaar dient erop te worden toegezien dat continue druk op de mortel blijft gehandhaafd, zodat een regelmatige opbouw van de paalschacht wordt verkregen.

Het betonverbruik moet in overeenstemming zijn met de paallengte en diameter. Indien er in de ondergrond minder weerstand biedende lagen (bv klei en/of veen) aanwezig zijn, dan dient er rekening gehouden te worden met een groter betonverbruik.

De snelheid van trekken van de avegaar en het opvullen van het boorgat dient in overeenstemming te zijn met de capaciteit van de betonpomp.

De minimale hart-op-hart afstand van onverharde schroefboorpalen dient ca. 3 à 4 maal de paaldiameter te bedragen

Van iedere paal dienen tenminste de bovengenoemde gegevens te worden genoteerd, te weten: het draaimoment, de morteldruk, de verbruikte hoeveelheid mortel, het bereikte paalpuntniveau, alsmede een omschrijving van de uitkomende grond. Deskundig toezicht tijdens het gehele installatieproces is een vereiste.

De kwaliteit van de palen kan worden gecontroleerd met behulp van akoestische metingen. Eventuele discontinuïteiten in de betondoorsnede kunnen hiermee worden vastgesteld.

De afstandhouders voor de wapeningskorf moeten worden toegepast. Wapening in de vorm van een korf of een centrale staaf dient tot in de lagen met conusweerstand van $q_c \leq 1$ MPa te worden doorgezet. Daarbij dient voldoende betondekking gewaarborgd te zijn. Dit kan

inhouden dat de wapening in de buis wordt aangebracht. De plasticiteit van de betonspecie dient hierop te worden aangepast.

In het vertrouwen u hiermede van dienst te zijn geweest,

hoogachtend,

van Dijk geo- en
milieutechniek b.v.



ing. R. Vermeer

(directeur)

ir. A.L. Radersma

(projectadviseur)

Uitgangspunten

- paaltype : Avegaarpaal
- paalklassefactor punt α_p : 0,80
- paalfactor wrijving α_s : 0,0060
- Xi-factor : 0,81

| | | | Rekenwaarden draagkracht $F_{r, netto; d}$ | | |
|---------------|-------------------|--------------------|--|----------|----------|
| Sondering no. | mv-niveau tov NAP | puntniveau tov NAP | 300 (mm) | 400 (mm) | 500 (mm) |
| 1 | +1,64 | -8,00 | 496 | 765 | 1086 |
| 1 | +1,64 | -8,50 | 496 | 752 | 1053 |
| 1 | +1,64 | -9,00 | 508 | 764 | 1064 |
| 2 | +1,67 | -8,00 | 291 | 484 | 724 |
| 2 | +1,67 | -8,50 | 278 | 448 | 657 |
| 2 | +1,67 | -9,00 | 326 | 526 | 771 |
| 2 | +1,67 | -9,50 | 339 | 539 | 783 |
| 2 | +1,67 | -10,00 | 361 | 571 | 824 |
| 2 | +1,67 | -10,50 | 383 | 601 | 864 |
| 2 | +1,67 | -11,00 | 449 | 710 | 1027 |
| 3 | +1,58 | -8,00 | 476 | 720 | 1007 |
| 3 | +1,58 | -8,50 | 510 | 772 | 1080 |
| 3 | +1,58 | -9,00 | 526 | 790 | 1100 |
| 4 | +1,62 | -9,00 | 507 | 761 | 1059 |
| 4 | +1,67 | -9,50 | 522 | 781 | 1081 |

Uitgangspunten

- paaltype : Avegaarpaal
- paalklassefactor punt α_p : 0,80
- paalfactor wrijving α_s : 0,0060
- Xi-factor : 0,81

| | | | Rekenwaarden draagkracht Fr; netto; d | | |
|---------------|-------------------|--------------------|---------------------------------------|----------|----------|
| Sondering no. | mv-niveau tov NAP | puntniveau tov NAP | 300 (mm) | 400 (mm) | 500 (mm) |
| 4 | +1,67 | -10,00 | 543 | 809 | 1119 |
| 5 | +1,57 | -8,00 | 465 | 698 | 970 |
| 5 | +1,57 | -8,50 | 475 | 709 | 981 |
| 5 | +1,57 | -9,00 | 486 | 722 | 995 |
| 6 | +1,57 | -8,00 | 415 | 626 | 872 |
| 6 | +1,57 | -8,50 | 411 | 611 | 842 |
| 6 | +1,57 | -9,00 | 397 | 581 | 791 |
| | | | | | 763 KN |

Uitgangspunten

- gehanteerde sondering : 4
- paaltype : Avegaarpaal
- schachtafmeting : 500 mm

Bij de berekening is uitgegaan van samendrukbare lagen tot NAP+0,0 meter. De zakking van de dieper gelegen lagen zijn dusdanig klein dat ze buiten beschouwing kunnen worden gelaten. De bodemopbouw is geschematiseerd in 3 lagen; een toplaag, een samendrukbare laag en een onsamendrukbare laag.

Berekening negatieve kleeft

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

$$\begin{aligned} F_{s,nk;rep} &= (h_1 \cdot K_{0;1} \cdot \tan \delta_1 \cdot \sigma'_{v;1} + h_2 \cdot K_{0;2} \cdot \tan \delta_2 \cdot \sigma'_{v;2}) \cdot O_s \\ &= 14,4 \text{ kN} \end{aligned}$$

waarin:

in dit geval :

| | | |
|-------------------------------|--|------------------------|
| h_1 | = dikte toplaag | 1,2 m |
| h_2 | = dikte van de samendrukbare lagen | 1,0 m |
| $K_{0;1} \cdot \tan \delta_1$ | = produkt van de representatieve waarde van de neutrale gronddrukfactor met de tangens van de wrijvingshoek tussen paal en grond voor de toplaag | 0,25 - |
| $K_{0;2} \cdot \tan \delta_2$ | = idem voor de samendrukbare lagen | 0,25 - |
| $\sigma'_{v;1}$ | = representatieve waarde van de gemiddelde effectieve korrelspanning in de toplaag | 10,8 kN/m ² |
| $\sigma'_{v;2}$ | = idem voor de samendrukbare lagen | 23,6 kN/m ² |
| O_s | = omtrek van de paalschacht | 1,571 m |

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

$$\begin{aligned} F_{s,nk;d} &= F_{s,nk;rep} \cdot \gamma_{f,nk} \\ &= 14,4 \text{ kN} \end{aligned}$$

waarin :

in dit geval :

| | | |
|-----------------|---|-------|
| $\gamma_{f,nk}$ | = belastingsfactor voor de negatieve kleeft (art. 11.5.1 uit NEN 6740) | 1,0 - |
|-----------------|---|-------|

Uitgangspunten

- gehanteerde sondering : 6
- paaltype : Avegaarpaal
- paalpuntniveau : NAP -9,00 meter
- schachtafmeting : 500 mm

Maximale draagkracht van de paalpunt

De maximale puntweerstand volgens art. 5.3.3.1 bedraagt :

$$P_{r;\max;punt} = \frac{1}{2} \cdot \alpha_p \cdot \beta \cdot s \cdot \{ (q_{c;I;\text{gem}} + q_{c;II;\text{gem}}) / 2 + q_{c;III;\text{gem}} \}$$
$$= 2,540 \text{ MPa}$$

waarin:

in dit geval :

$q_{c;I;\text{gem}}$ = de gemiddelde waarde van de conusweerstand over een traject van 0,7 à 4,0 maal de equivalente diameter beneden de paalvoet (art. 5.3.3.1) 5,7 MPa

$q_{c;II;\text{gem}}$ = de minimum gemiddelde waarde van de conusweerstand over dit traject (art. 5.3.3.1) 3,0 MPa

$q_{c;III;\text{gem}}$ = de minimum gemiddelde waarde van de conusweerstand over een traject van 8,0 maal de equivalente diameter boven de paalvoet (art. 5.3.3.1) 2,0 MPa

α_p = paalklassefactor (art. 5.3.3.1.1) 0,8 -

β = factor voor de paalvoetvorm (art. 5.3.3.1.2) 1,0 -

s = factor voor de vorm van de dwarsdoorsnede van paalvoet (art. 5.3.3.1.3) 1,0 -

Voor een uitgebreide beschrijving van de verschillende factoren wordt verwezen naar het normblad NEN 6743.

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

$$F_{r;\max;punt} = A_{\text{punt}} \cdot P_{r;\max;punt}$$
$$= 499 \text{ kN}$$

$$\pi/4 \times 250000 \times \left\{ \frac{(5,7+3)}{2} + 2 \right\} = 623 \text{ N}$$
$$\times 0,8 = 499 \text{ kN}$$

waarin :

in dit geval :

A_{punt} = oppervlakte van de paalvoet

0,1963 m²

BLAD 1 VAN 2

Maximale paalschachtwrijving

De maximale paalschachtwrijving volgens art. 5.3.3.2 bedraagt :

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

$$= 0,050 \text{ MPa}$$

waarin :

α_s = factor afhankelijk van de uitvoering
en het paaltype

in dit geval

$$0,006$$

$q_{c;z;a}$ = de gemiddelde waarde van de conusweerstand
over het traject waarover schachtwrijving
wordt berekend

$$8,4 \text{ MPa}$$

De maximale schachtwrijvingskracht volgens art. 5.3.3 bedraagt : *N.A.P. - 9,00 m N.A.P.*

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

$$= 744 \text{ kN}$$

waarin :

O_p = omtrek van de paalschacht

in dit geval

$$1,571 \text{ m}$$

ΔL = traject voor berekening schachtwrijving : N.A.P 0,4 m
tot N.A.P -9,0 m

Maximale draagkracht

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

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

$$= 1243 \text{ kN}$$

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

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

$$= 1007 \text{ kN}$$

waarin :

$\xi_{1,N}$ = factor volgens tabel 1 van NEN 6743

in dit geval

$$0,81$$

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

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

$$= 805 \text{ kN}$$

waarin :

$\gamma_{m;b}$ = $\gamma_{m;b;4}$

in dit geval

= partiële materiaalfactor volgens tabel 3
van NEN 6740

$$1,25$$

1

0,0
0

0,1

0,2

0,3

0,4

0,5

plaatselijke wrijving in MN/m² (→)

20

conusweerstand in MN/m² (→)

30

hoek
in grad

m.v. = NAP+ 1.64 m

Sondering : 1

Opdracht nr: 532.04

Plaats : UTRECHT

Datum uitvoering: 29-09-2004

getekend : 30-09-2004

Diepte in meters t.o.v. NAP

NAP

-5

-10

-15

-20

cilindrische elektrische conus, continu sondering
uitgevoerd volgens NEN 5140, klasse 310 8 6 4 2 0
wrijvingsgetal in % (←)

GEO-EN MILIEUTECHNIEK B.V.

2

0,0
0

0,1

0,2

0,3

0,4

0,5

plaatselijke wrijving in MN/m² (→)

20

conusweerstand in MN/m² (→)

30

hoek
in grad

m.v. = NAP+ 1.67 m

Sondering : 2

Opdracht nr: 532.04

Plaats : UTRECHT

Datum uitvoering: 29-09-2004

getekend : 30-09-2004

Diepte in meters t.o.v. NAP

5

0

-5

-10

-15

-20

NAP

6,5 m

cilindrische elektrische conus, continu sondering
uitgevoerd volgens NEN 5140, klasse 310 8 6 4 2 0
wrijvingsgetal in % (←)

GEO- EN MILIEUTECHNIEK b.v.

3

Diepte in meters t.o.v. NAP

0,0
0

0,1

0,2

10

0,3

0,4

0,5

plaatselijke wrijving in MN/m² (→)

20

conusweerstand in MN/m² (→)

30

hoek
in grad

m.v. = NAP+ 1.58 m

Sondering : 3

Opdracht nr: 532.04

Plaats : UTRECHT

Datum uitvoering: 29-09-2004

getekend : 30-09-2004

NAP

-5

-10

-15

-20

cilindrische elektrische conus, continu sondering
uitgevoerd volgens NEN 5140, klasse 310 8 6 4 2 0
wrijvingsgetal in % (←)

GEO- EN MILIEUTECHNIEK b.v.

4

0,0
0

0,1

0,2

0,3

0,4

0,5

plaatselijke wrijving in MN/m² (→)

20

conusweerstand in MN/m² (→)

30

hoek
in grad

m.v. = NAP+ 1.62 m

Sondering : 4

Opdracht nr: 532.04

Plaats : UTRECHT

Datum uitvoering: 29-09-2004

getekend : 30-09-2004

Diepte in meters t.o.v. NAP

5

0

-5

-10

-15

-20

NAP

cilindrische elektrische conus, continu sondering
uitgevoerd volgens NEN 5140, klasse 310 8 6 4 2 0
wrijvingsgetal in % (←)

GEO- EN MILIEUTECHNIEK B.V.

5

Diepte in meters t.o.v. NAP

0,0
0

0,1

0,2

0,3

0,4

0,5

plaatselijke wrijving in MN/m² (→)

20

conusweerstand in MN/m² (→)

30

hoek
in grad

m.v. = NAP+ 1.57 m

Sondering : 5

Opdracht nr: 532.04

Plaats : UTRECHT

Datum uitvoering: 29-09-2004

getekend : 30-09-2004

NAP

9,1

$$P = \frac{7,2 + 1,0}{2} = 4,1 \text{ } \left. \begin{array}{l} p = 4,55 \text{ N/m}^2 \\ b = 2 \end{array} \right\} = 450 \text{ KN}$$

$$u = \pi \times 400 \times 0,000 \times 0,006 \times 10 = \frac{600}{1050} \text{ KN}$$

Drie 6

$$\frac{0,81 \times 1050}{1,250} = 680 \text{ KW}$$

680 KN

6

0,0
0

0,1

0,2

10

0,3

0,4

0,5

plaatselijke wrijving in MN/m² (→)

20

conusweerstand in MN/m² (→)

30

hoek
in grad

m.v. = NAP+ 1.57 m

Sondering : 6

Opdracht nr: 532.04

Plaats : UTRECHT

Datum uitvoering: 29-09-2004

getekend : 30-09-2004

Diepte in meters t.o.v. NAP

0

NAP

-5

-10

-15

-20

$$0.00 \div$$

$$0 = \frac{7+6}{2} = 6.75$$

$$0 = \frac{+2}{2}$$

$$p = \frac{\pi}{4} \times 400^2 \times 4.375$$

$$\times 0.8 = 440 \times 10^3 \text{ N}$$

$$wzj: \pi \times 400 \times 8000 \times 0.006 \times 8 = 402 \times 10^3 \text{ N}$$

$$0.01 \times 922$$

$$\frac{1.25}{1.25} \approx 600 \text{ kN (598)}$$

$$\rightarrow 626 \text{ kN}$$

φ 500

cilindrische elektrische conus, continu sondering
uitgevoerd volgens NEN 5140, klasse 310 8 6 4 2 0
wrijvingsgetal in % (←)

6

0,0
0

0,1

0,2

10

0,3

0,4

0,5

plaatselijke wrijving in MN/m² (→)

20

conusweerstand in MN/m² (→)

30

hoek
in grad

vervolg

Diepte in meters t.o.v. NAP

Sondering : 6 vervolg

Opdracht nr: 532.04

Plaats : UTRECHT

Datum uitvoering: 29-09-2004

getekend : 30-09-2004

-20

-25

-30

-35

-40

cilindrische elektrische conus, continu sondering
uitgevoerd volgens NEN 5140, klasse 3

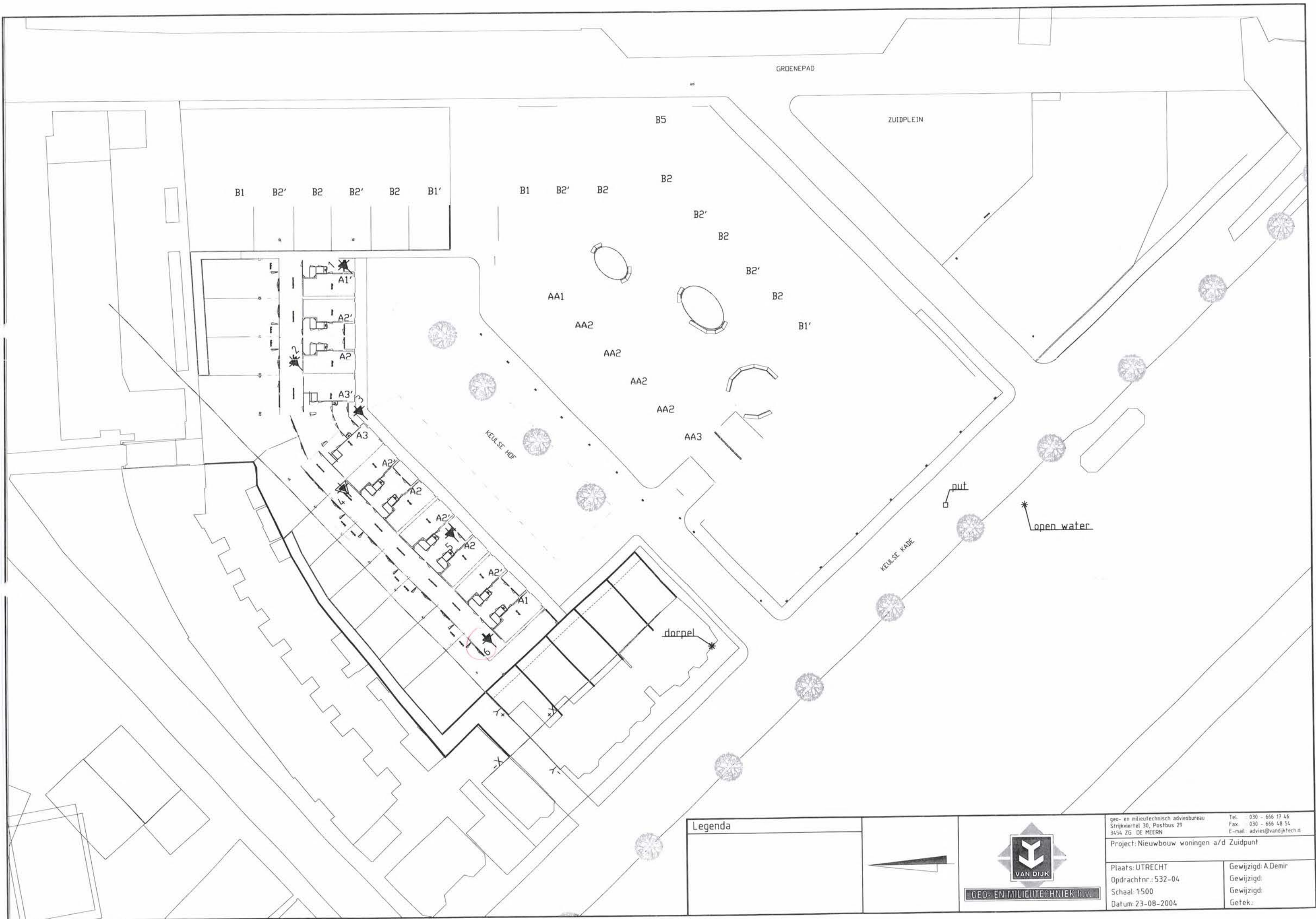
10 8 6 4 2 0

wrijvingsgetal in % (←)

WATERPASSTAAT

| OPDRACHTNR.: 532.04 | | PLAATS: | UTRECHT |
|---------------------|------------------------------------|-----------------------------|-----------------------------|
| sondering/boring nr | hoogte maaiveld in m t.o.v. NAP | locale X-coördinaat in m | locale Y-coördinaat in m |
| S1 | 1,64 | 30,00 | 73,00 |
| S2 | 1,67 | 14,00 | 67,50 |
| S3 | 1,58 | 16,00 | 55,00 |
| S4 | 1,62 | 6,00 | 48,00 |
| S5 | 1,57 | 13,00 | 31,50 |
| S6 | 1,57 | 6,00 | 15,50 |
| Dorpel | 2,36 | | |
| Put | 2,20 | | |
| Open water | 0,55 | | |

| | | |
|-------------------------|--------------------------------------|--------------|
| Hoogte vast punt: | 0,55 | m t.o.v. NAP |
| Omschrijving vast punt: | Peilschaal open water | |
| Opgegeven door: | | |
| Gewaterpast door: | van DIJK geo- en milieutechniek b.v. | |
| Datum waterpassing: | 28 september 2004 | |
| Datum verwerking: | 30 september 2004 | |



| | | | | |
|--|--|---------------------------------|--|--|
| Legenda | | GEO- EN MILIEUTECHNIEK B.V. | geo- en milieutechnisch adviesbureau Strijkviertel 30, Postbus 29 3454 ZG DE MEERN | Tel.: 030 - 666 17 46 Fax: 030 - 666 48 54 E-mail: advies@vandijktech.nl |
| | | | Project: Nieuwbouw woningen a/d Zuidpunt | |
| Plaats: UTRECHT Opdrachtnr.: 532-04 Schaal: 1:500 Datum: 23-08-2004 | | | Gewijzigd: A.Demir Gewijzigd: Gewijzigd: Gefek: | |

elektrisch sonderen



Bij sonderen met een elektrische conus (volgens NEN 3680, NEN 5140 en BRL 2364) wordt de weerstand, die een conus met een tophoek van 60° en een basisoppervlak van 1000 mm² ondervindt, continu gemeten bij een penetratiesnelheid van 20 mm/s.

Deze conusweerstand wordt door middel van rekstrookjes in de conus continu gemeten en via een kabel door een meeteenheid visueel gemaakt en digitaal vastgelegd.

Alle elektrische conussen van "van Dijk geotechniek" kunnen voorzien worden van een hellingmeter.

Tijdens het sonderen wordt hiermee de afwijking ten opzichte van de verticaal van de conus continu geregistreerd en elke meter weergegeven.

Simultane meting van de plaatselijke wrijving maakt het mogelijk het zogenaamde wrijvingsgetal te bepalen.

Het wrijvingsgetal wordt gedefinieerd als het quotiënt (in %) van de plaatselijke wrijving en de conusweerstand op die diepte ($R_f = f_s / q_c \cdot 100 \%$).

Alle geregistreerde waarden worden zowel analoog, door middel van een recorder, als digitaal op een geheugenkaart vastgelegd.

Op de tekenkamer worden de gegevens van het geheugenkaartje met behulp van een computer en plotter uitgewerkt en vervolgens getoetst aan de grafiek uit de recorder.

Het wrijvingsgetal geeft samen met de conusweerstand een goed beeld van de bodemopbouw onder de freatische grondwaterstand.

Vooraf de aard van holocene pakketten, alsmede stoorlagen in zandformaties kunnen op deze wijze worden bepaald.

Globaal kunnen met behulp van de wrijvingsgetallen de volgende hoofdgrondsoorten worden herkend:

| (hoofd) grondsoort | wrijvingsgetal ($R_f = f_s / q_c \cdot 100 \%$) |
|--------------------|---|
| grof zand | 0,2 - 0,6 |
| zand | 0,6 - 1,2 |
| silt/leem/löss | 1,2 - 4,0 |
| klei | 3,0 - 5,0 |
| potklei | 5,0 - 7,0 |
| veen | 5,0 - 10,0 |

Boven de grondwaterstand kunnen aanzienlijke afwijkingen (veelal hogere dan genoemde percentages) voorkomen.

Overigens geven wrijvingsgetallen slechts een indicatie van de samenstelling van de ondergrond.

Voor meer exacte gegevens omtrent samenstelling en mechanische eigenschappen dienen boringen, zo mogelijk met ongeroerde monsternamen, te worden uitgevoerd.

verklaring der tekens



GEO- EN MILIEUTECHNIEK b.v.

BOORSTAAT



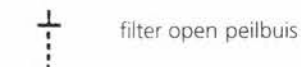
ackermann- of continuboring
cq gestoken monster



geroerde monsters

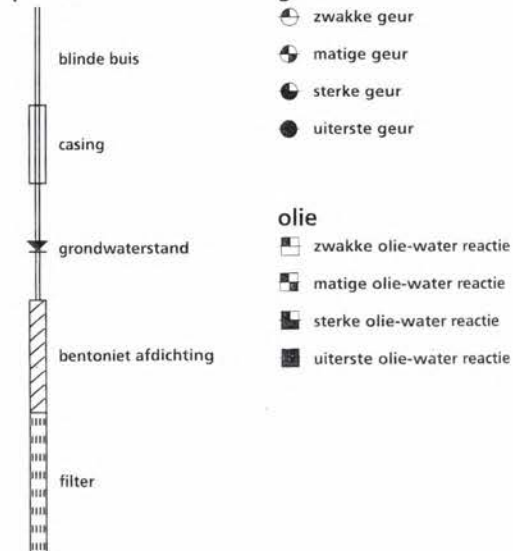


grondwaterstand



filter open peilbuis

peilbuis



SITUATIETEKENING

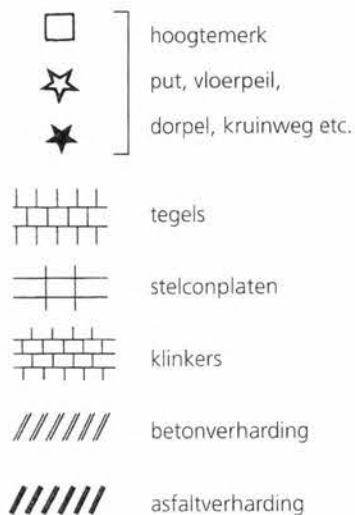
sonderingen

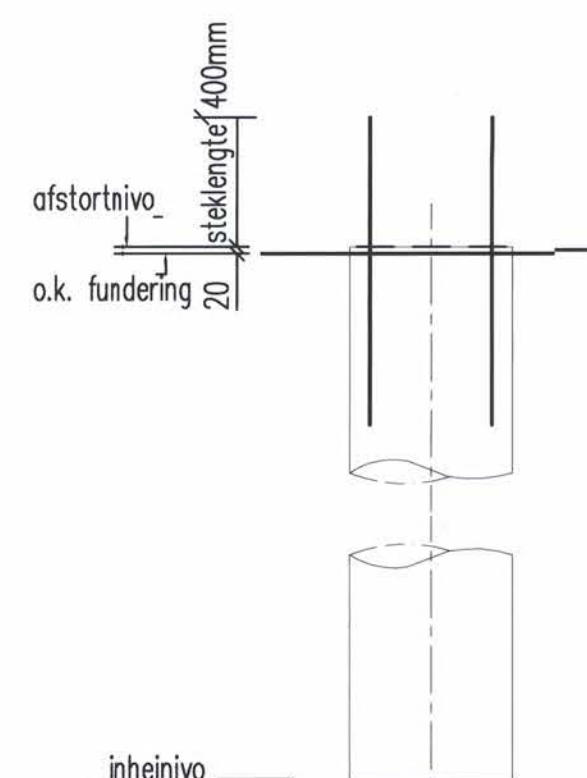
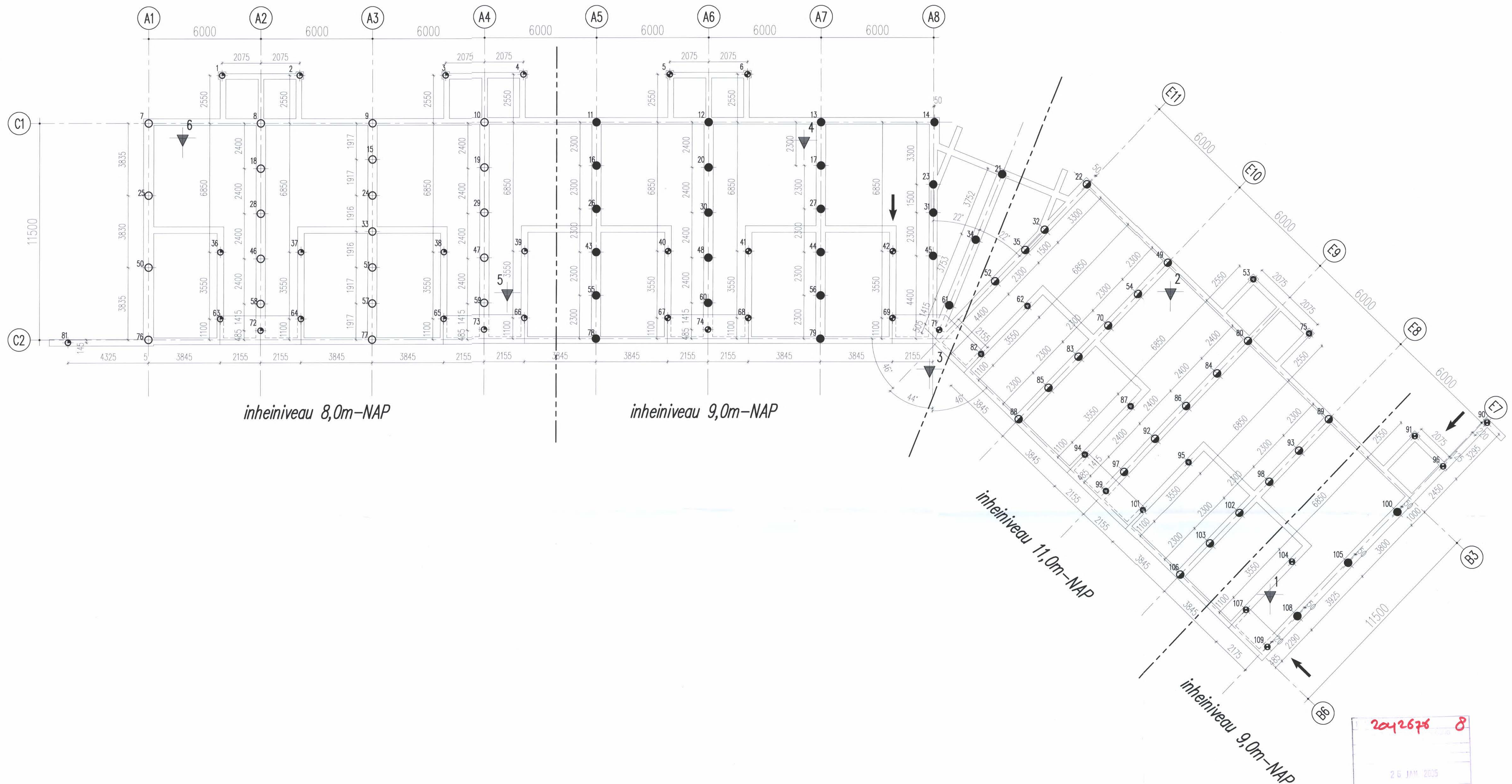


boringen - peilbuizen



diversen





RENVOOI

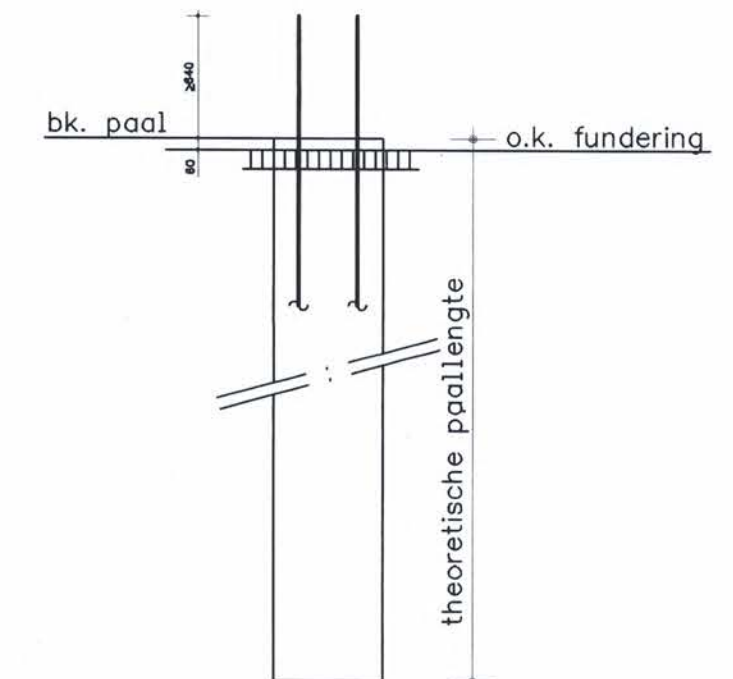
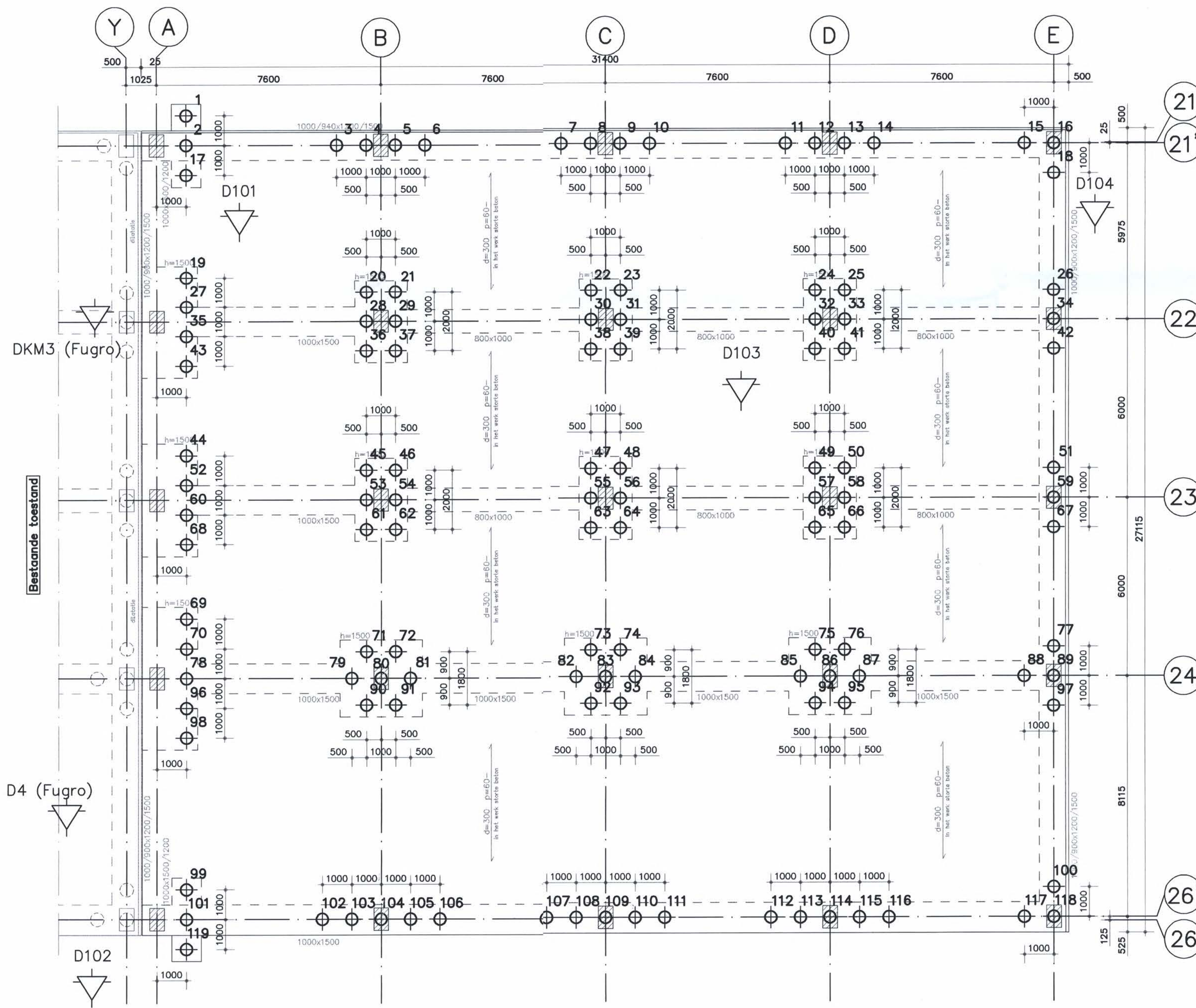
PEIL = 2,50m+ N.A.P.

—▲— = SONDERING ● = PAALMERK

- BIJ H.O.H. AFSTAND VAN 4D OF MINDER, MOET DE GESTORTE PAAL MINIMAAL 4 UUR UITHARDEN
- PAALWAPENING DOOR LEVERANCIER TE BEPALEN, IN OVERLEG MET CONSTRUCTEUR
- SCHROEVEN VAN DIEP NAAR ONDIEP
- ALLE PALEN DOORMETEN
- MAXIMALE PAALLAST VOOR Ø300 (450 kN)
- MAXIMALE PAALLAST VOOR Ø400 (700 kN)

| PALENSTAAT: MORTELSCHROEFPALEN | | | | | |
|--------------------------------|-----------------|----------------------------------|----------------------------------|------------------|--------|
| type | afmeting in mm. | afstorthoogte in mm. t.o.v. PEIL | paalpuntnivo in m. t.o.v. N.A.P. | paallengte in m. | aantal |
| ● | Ø300 | -880 | -8,00 | 9.60 | 15 |
| ○ | Ø400 | -880 | -8,00 | 9.60 | 21 |
| ● | Ø300 | -880 | -9,00 | 10.60 | 16 |
| ● | Ø400 | -880 | -9,00 | 10.60 | 27 |
| ● | Ø300 | -880 | -1100 | 12.60 | 9 |
| ● | Ø400 | -880 | -1100 | 12.60 | 21 |
| TOTAAL | | | | | 109 |

| | | | | | | | |
|--|-----------------|----------------------|------------|--------------------------------|-----|---|--|
| Project: Woningen Zuidpunt te Utrecht | | Onderdeel: Palenplan | | Opdrachtg: CV Zuidpunt / Hocam | | Architect: UNO Architecten & Ingenieurs | |
| getek: J. Cornelis | cont: P. Copier | schaal: 1:100 | werk: J409 | blad: P1 | A B | C D | |
| datum: 26-10-'04 | gez: : | format: 841x594 | | | | | |
| VAN DER VORM ENGINEERING ingenieursbureau voor civiele technieken planenbou 67 3006 AK moerssen telefoon 0346-560024 telefax 0346-563248 moerssen@vandervorm.nl delft delftspark 19 2628 XJ delft telefoon 015-3617353 telefax 015-3617711 delft@vandervorm.nl 's-hertogenbosch krommedijk 3 5237 LV 's-hertogenbosch telefoon 0173-6444031 telefax 0173-6442331 denbosch@vandervorm.nl | | | | | | | |



D4 (Fugro)

Sondering volgens grondonderzoek van Fugro ingenieursbureau bv.
opdr.nr. I-6230 dd. 1 maart 2002

D101

Sondering volgens grondonderzoek van Geomet B.V.
rapport nr. AC08579-04 dd. 26 mei 2004

Peil = bk. afgewerkte begane grondvloer (FU-27) = NAP +1,95 m

In de grond gevormde betonnen schroefpaal
met grondverdringing (DPA-paal)

| afmetingen (mm) | type | aantal | lengte (mm) | bk. paal in mm. tov. PEIL / NAP. | paalpuntniveau (m t.o.v. NAP) |
|--------------------|------|--------|----------------|-------------------------------------|----------------------------------|
| ø 460 | ⊕ | 119 | 16170 | 1530- 420+ | -/- 15,75* |

* = palen niet dieper aanbrengen dan het aangegeven niveau.

Maximale paalbelasting $F_d = 1600 \text{ kN}$.

4073

BV 2041583
DIENST STADSONTWIKKELING
UTRECHT
AFDELING BOUW- EN WATERBUWKUNDE
01 JUNI 2004

IMd
Postbus 4386 • 3006 AJ Rotterdam
Tel. 010 - 2012 360 • Fax 010 - 2800 800

| Wijz. | Omschrijving | Naam | Datum |
|-------|--|------|------------|
| A | Wijziging naar aanleiding van grondonderzoek Geomet. | DJK | 26-05-2004 |
| B | | | |
| C | | | |
| D | | | |

RAADGEVENDE INGENIEURS VOOR BOUW- EN WATERBUWKUNDE
IMd
Postbus 4386 • 3006 AJ Rotterdam • Vijverweg 14 • 3062 JP Rotterdam
Tel. 010 - 2012 360 • Fax 010 - 2800 800 • E-mail: imd@imdbv.nl

| | | | |
|---------------|---------------------------|---------------|------------|
| project | FU-27 Uitbreiding fase IV | schaal 1: | 100 |
| opdrachtgever | Douwe Egberts Bouwburo | datum | 29-04-2004 |
| architect | | getekend | DK |
| | | gecontroleerd | |
| | | werknnummer | 2663 |
| onderdeel | Palenplan | tekening | type wijz |
| | | 1 | B A |

DJ Kortman

Formaat : 804 x 420

K: \ACAD\2663\2663-1B.DWG

Rapport betreffende
fundering uitbreiding FU27 Douwe Egberts
aan de Keulse Kade
te Utrecht

Opdracht nr. AC08579-4
Datum rapport 26 mei 2004

I M d
CENTURUSBURO
Postbus 4386 3006 AJ Rotterdam
Tel. 010 - 2012360 Fax 010 - 2800800

| | | |
|---------------------------------------|---------|------|
| BV | 2041583 | 11 |
| DIENST STADSCHUTWERKDIENST UTRECHT | | |
| AFDELING BOUWBOUW | | |
| 11 JUNI 2004 | | |
| Voor behandeling door unit | | 0000 |
| Inzake / Zaken | | |
| Gezondheids- West | | |



GEOMET B.V.

16/8 11/2

**Rapport betreffende
fundering uitbreiding FU27 Douwe Egberts
aan de Keulse Kade
te Utrecht**

| | |
|---------------|--|
| Opdracht nr. | AC08579-4 |
| Datum rapport | 26 mei 2004 |
| Opdrachtgever | Douwe Egberts Bouwbureau Postbus 2 3500 CA Utrecht |
| Constructeur | Ingenieursbureau IMD Postbus 4386 3006 AJ Rotterdam 010 - 2012360 |

Bijlagen

- | | |
|----------------------------|---------------|
| - tabel paalpuntniveaus | 1 |
| - bepaling negatieve kleef | 2 |
| - berekening draagvermogen | 3.1 en 3.2 |
| - bepaling paalkopzakking | 4.1 t/m 4.4 |
| - situatie sondeerpunten | T01a |
| - sondeergrafieken | 101 t/m 105 |
| met kleefmeting | 101 en 105 |
| - handboorstaten | S101 t/m S105 |

rapportcontrole: J. de Vos

γ dd. 27/5/04

opgesteld door: J.J.A. Geertse

GEOMET B.V.

0172 44 98 22



INLEIDING

Op 29 april 2004 ontving Geomet van Ingenieursbureau IMD, namens Douwe Egberts Bouwbureau, de opdracht voor het uitvoeren van een grondonderzoek en het uitbrengen van een funderingsadvies betreffende de uitbreiding van FU27 van Douwe Egberts aan de Keulse Kade te Utrecht.

In aansluiting op de reeds verstrekte gegevens bevat dit rapport de resultaten van het grondonderzoek alsmede het funderingsadvies. Het grondonderzoek en funderingsadvies voor andere uitbreidingen van bestaande gebouwen is reeds gepresenteerd in het rapport AA08579-1 dd 22 september 2003.

GRONDONDERZOEK

Uitgevoerd werden 5 diepsonderingen met een elektrische conus. Het resultaat van de sonderingen is gepresenteerd op de sondeergrafieken 101 t/m 105. In verband met de mogelijke aanwezigheid van kabels en leidingen zijn alle sonderingen voorgeboord. De aangetroffen bodemopbouw is gepresenteerd op de gelijknamige handboorstaten. Bij 2 sonderingen is tevens de plaatselijke mantelwrijving gemeten. De diepte op de sondeergrafieken is gegeven in meters ten opzichte van NAP.

De sonderingen zijn uitgevoerd met een elektrische conus conform NEN 5140. Met de elektrische conus vindt een directe en continue meting plaats van zowel de weerstand aan de conuspunt als van de wrijving langs de kleefmantel. De continue registratie van de ondervonden bodemweerstand verzekert een gedetailleerd beeld van de bodemopbouw. Dit niet alleen voor wat betreft de sterkte van de bodem, maar tevens met betrekking tot de aard van de aanwezige grondlagen.

De verhouding tussen wrijvingsweerstand en conusweerstand, het zogenaamde wrijvingsgetal, heeft namelijk voor iedere grondsoort een andere waarde. Als indicatie gelden voor de gladde elektrische conus bij normaal geconsolideerde gronden onder de grondwaterstand de navolgende relaties:

| <u>wrijvingsgetal in %</u> | <u>grondsoort</u> |
|----------------------------|---------------------|
| 0.3 - 1.2 | zand, grof tot fijn |
| 1.5 - 2.0 | silt |
| 2.5 - 5.0 | klei |
| > 5.0 | veen |

Tussen de verschillende grondsoorten komen overgangsvormen voor waardoor de aangegeven grenzen niet als hard zijn te beschouwen.

In de conus bevindt zich een hellingmeter waardoor een controle mogelijk is op een eventueel afwijken van de verticaal. De gemeten afwijkingen zijn gepresenteerd op de sondeergrafieken. Bijzondere afwijkingen zijn in het algemeen niet vastgesteld.



De uitzetgegevens zijn vermeld op de bijgevoegde situatie, die is gebaseerd op een door de constructeur verstrekte tekening.

BODEMGESTELDHEID

De locatie van Douwe Egberts ligt aan de Keulse Kade, waarbij de uitbreiding van FU27 zich bevindt aan de zijde van de Rondweg te Utrecht. Het maaiveldpeil ter plaatse van de sonderingen varieerde tijdens het onderzoek van 1.58 m+ NAP tot 1.79 m+ NAP.

De grondwaterstand werd tijdens de uitvoering van het grondonderzoek in mei 2004 aangetroffen op ca 0.3 à 0.6 m+ NAP. In september 2003 werd het grondwater ingemeten op ca 0.05 m- NAP. Opgemerkt wordt dat dit series van éénmalige waarnemingen betreft. De freatische grondwaterstand varieert en is afhankelijk van neerslagoverschot, bodemopbouw en afstand tot open water.

Uit de resultaten van het grondonderzoek kan de navolgende bodemopbouw worden afgeleid:

| <u>Diepte in m- NAP</u> | | <u>Bodembeschrijving</u> |
|-------------------------|-------------|---|
| m.v. | - ca 0.0 | <u>ZAND</u> , silt-, klei- en puinhoudend, deels opgebracht, lokaal kleilagen |
| ca 0.0 | - 2.0 à 2.5 | <u>VEEN</u> , slap, lokaal kleihoudend |
| 2.0 à 2.5 | - ca 21.5 | <u>ZAND</u> , matig vast tot zeer vast gepakt, grillige opbouw |
| ca 21.5 | | maximaal verkende diepte |



FUNDERINGSADVIES

Gelet op de aangetroffen bodemopbouw komt alleen een fundering op palen in aanmerking. In overleg met de constructeur is besloten een fundering op trillingsvrij te installeren DPA-palen nader uit te werken. DPA-palen zijn in de grond gevormde geschroefde palen, welke worden gemaakt met behulp van een speciale grondverdringende boorbuis.

De uit de constructie bepaalde rekenwaarden van de optredende belastingen volgens het Bouwbesluit (NEN 6700 en NEN 6702) en aan te houden paalafmetingen zijn in principe als volgt:

| <u>paalafmeting</u> | <u>rekenwaarde belasting $F_{s,d}$</u> |
|---------------------|---|
| ø410 mm of ø460 mm | 1600 kN |

Opgemerkt wordt dat in verband met mogelijke toekomstige aanpassingen van het gebouw de paalbelasting toe kan nemen ten opzichte van de thans opgegeven maximale paalbelasting. In de overzichtstabel paal draagvermogen op bijlage 1 is in overleg met de constructeur derhalve ook het benodigde paalpuntniveau gegeven bij een paalbelasting van 1900 tot 2000 kN.

De uitbreiding van FU27 komt direct naast het huidige gebouw te liggen. Door de constructeur is een hart-op-hart-afstand tussen bestaande en nieuw in te brengen palen aangehouden van ruim 2 meter, hetgeen voldoende is om wederzijdse beïnvloeding van paal draagvermogen en vervormingsgedrag te minimaliseren. De bestaande DPA-palen ø460 mm zijn conform het advies van Fugro ingebracht naar een paalpuntniveau van 15.75 m- NAP. Dit niveau is conform het overleg met de constructeur tevens het uitgangspunt voor de nieuw in te brengen palen, alhoewel een iets dieper niveau zonder meer toegestaan is (sondering 101).

berekeningen

De maximale draagkracht van de paalfundering is conform NEN 6740 en NEN 6743 berekend. De constructie is als een niet-stijf bouwwerk beschouwd.

Ten aanzien van het grondonderzoek wordt gesteld dat voor ieder deelgebied tenminste 3 representatieve sonderingen zijn uitgevoerd, hetgeen een indicatie geeft van de statistische variatie in het gebied. Bij bepaling van de rekenwaarde van de maximale draagkracht is op basis van de bovengenoemde randvoorwaarden een ξ -waarde van 0.79 vastgesteld.

Iedere sondering is voorts als een afzonderlijk rekenelement te beschouwen en niet als een gemiddelde waarde van de grond, zodat in afwijking van NEN 6743 niet met een gemiddeld draagvermogen is gerekend vanuit een aantal sonderingen. Het aantal sonderingen in een gebied bepaalt wel het inzicht in de kans op mogelijke afwijkingen, hetgeen verwerkt is in het aantal representatieve sonderingen.



Bij het bepalen van de benodigde paalpuntniveaus is rekening gehouden met het ontstaan van negatieve kleeft langs de paalschacht ten gevolge van het gewicht van de bovenlaag. De samendrukbare lagen boven de vaste zandlaag kunnen hierdoor een zetting ondergaan die groter is dan de paalverplaatsing nodig voor het ontwikkelen van het draagvermogen van de palen. Een uitgewerkte berekening van de negatieve kleeftbelasting volgens NEN 6743 is gegeven op bijlage 2.

De maximale draagkracht van de paalpunt is berekend met de 4D/8D methode van Koppejan. De draagkrachtfactoren voor DPA-palen zijn afgeleid uit het resultaat van meerdere proefbelastingen in het land. Voor berekening van het puntdraagvermogen geldt een paalklassefactor α_p van 0.8 zonder verdere reducties op de conusweerstand. Voorts zijn β en s gelijk aan 1.0.

De maximale schachtwrijvingskracht is bepaald aan de hand van een percentage van de gemiddelde conusweerstand. De aan te houden paalklassefactor α_s is 0.010. De constructie valt onder de geotechnische categorie GC2.

De berekeningsresultaten zijn op bijlage 3.1 en 3.2 gepresenteerd. Voor de tabellen geldt dat de berekening plaatsvindt op basis van de door de adviseur geïnterpreteerde waarden vanuit de sonderingen. De waarden worden ingevoerd in een spreadsheetprogramma. De berekening van paalpuntsparing, puntdraagvermogen en schachtwrijving vindt automatisch plaats met de ingevoerde randvoorwaarden van paalafmeting en draagkrachtfactoren.

De keuze van de paalpuntniveaus geschiedt op basis van onderling vergelijk van sonderingen waarbij ook praktische aspecten van uitvoering worden meegenomen.

vervormingen

De maximaal optredende zakking welke nodig is voor het ontwikkelen van het grondmechanisch draagvermogen, is bepaald op ca 9 mm voor een paalafmeting $\varnothing 460$ mm. Het betreft hier de paalkopzakking $W_{1;d}$ van een alleenstaande paal in de bruikbaarheidsgrenstoestand 2 volgens NEN 6743. De maximale waarde van de representatieve paalkopbelasting is hierbij bepaald op $F_{s;rep} = 1600$ kN, uitgaande van een aangenomen gemiddelde belastingsfactor $\gamma_f = 1.25$ uit de constructieve berekening. Voorts is bij de berekening een paalpuntniveau van 15.75 m- NAP en een negatieve kleeft $F_{s;nk;rep}$ van 40 kN gehanteerd. De berekende zakking is inclusief de elastische verkorting van de paal, waarbij een E-modulus van 20 000 N/mm² is aangehouden. Voor de paalafmeting $\varnothing 410$ mm met een representatieve belasting van 1280 kN is een paalkopzakking bepaald van ca 8 mm.

Op bijlage 4.3 respectievelijk 4.1 is op basis van bovengenoemde uitgangspunten de relatie tussen de representatieve waarde van de paalbelasting en de paalpuntzakking $W_{punt;d}$ gegeven. De grafiek geeft de mogelijk optredende waarde van de paalpuntzakking, rekening houdend met enige variatie in de vastheid van het zandpakket. Hiervoor is een ξ -waarde van 0.79 gehanteerd.

Voor paalgroepen kan een geringe toename van de maximale paalzakking optreden ten gevolge van samendrukking in dieper gelegen lagen. Bij de onderhavige bodemopbouw en paalopzet is de invloed van deze zetting niet significant.



Op bijlage 4.4 en 4.2 is de gemiddelde relatie gegeven tussen de rekenwaarde van de paalbelasting en de paalpuntzakking $W_{\text{punt;d}}$ in de uiterste grenstoestand 1B volgens NEN 6743. Hierbij is uitgegaan van een maximale rekenwaarde van de paalkopbelasting $F_{\text{s;d}} = 2000 \text{ kN}$ respectievelijk 1600 kN . De rekenwaarde van paalpuntzakking voor grenstoestand 1B is een theoretische rekengrootheid welke aanzienlijk groter is dan $W_{\text{punt;d}}$ in grenstoestand 2.

INSTALLATIE DPA-PALEN

De DPA-palen dienen te worden geïnstalleerd door een hierin gespecialiseerd en gerenommeerd bedrijf. Op de Nederlandse markt worden DPA-palen onder licentie toegepast door Vroom DPA BV.

De keuze van het boormoment is bij het DPA-systeem erg belangrijk. Het horizontaal verdringen van de grond ter plaatse van en onder het verdikte deel van de boorbuis zorgt voor een toenemende grondweerstand. Door toepassing van een voldoende zwaar boormoment wordt voorkomen dat de maximale capaciteit wordt bereikt en de boorbuis vastslaat, voordat de noodzakelijk diepte is gehaald.

Als het basisniveau is bereikt, vindt een controle plaats op waterindringing in de boorbuis. De boorbuis dient vervolgens minimaal tot aan het maaiveld te worden gevuld met plastische beton, alvorens de deksel te lossen en de boorbuis te trekken. Tijdens het trekken maakt de boorbuis een langzame rechtsomdraaiende beweging, in dezelfde richting als tijdens het inboren. Het is van belang dat de treksnelheid is afgestemd op de pompcapaciteit en toevoer van de beton, teneinde de kans op het ontstaan van insnoeringen te beperken.

Bij het lossen van de deksel en het trekken van de buis mogen geen stagnaties optreden in de betondoorstroming. De controle hierop wordt uitgevoerd door middel van het waarnemen van het betonniveau en de wapening in de boorbuis. In het geval dat het betonniveau of de wapening mee omhoog komt zal het noodzakelijk zijn de paal op dezelfde locatie opnieuw te maken, waarbij een dieper paalpuntniveau wordt gehanteerd.

Als referentie voor de controle van het draagvermogen van de paal geldt het optredende boormoment voor het bereiken van het basisniveau. De grond wordt bij iedere paal op dezelfde wijze horizontaal verdrongen, zodat het boormoment een functie vormt van de conusweerstand naast en onder het verdikte deel van de boorbuis. De gegevens verkregen op de sondering(en) vormen de leidraad voor de beoordeling van het draagvermogen van de tussen de sonderingen geïnstalleerde palen. In gebieden met overgangen in paalpuntniveau kan het inboren op het hogere niveau worden gestopt, indien een voldoende hoog boormoment wordt bereikt dat correspondeert met de gunstige sondering. Indien de oploop van het boormoment duidelijk afwijkt van het sondeerbeeld, kan een controle van de grondslag door middel van sonderingen noodzakelijk zijn.



De hoeveelheid gebruikte beton dient voor iedere paal te worden bijgehouden. Afwijkingen hierin kunnen optreden als gevolg van het ontstaan van insnoeringen en verdikkingen tijdens danwel na het trekken van de boorbuis. In verband hiermee verdient het aanbeveling de kwaliteit van de palen na de verhardingstijd te controleren. De betonsamenstelling dient zodanig gekozen te worden dat rekening wordt gehouden met de specifieke bodemomstandigheden alsook de paalconfiguratie wat betreft diameter en wapening.

Een deskundig toezicht tijdens de uitvoering is een vereiste, teneinde de kwaliteit van de fundering en de uiteindelijke bebouwing te waarborgen.

Alphen aan den Rijn, 26 mei 2004

GEOMET B.V.

Opgesteld door:

ir. J.J.A. Geertse
Projectleider Geotechniek



ing. J. de Vos
Adjunct Directeur



OVERZICHTSTABEL PAALDRAAGVERMOGEN

Paalpuntniveau in m- NAP
DPA-palen

| sond nr. | maaiveld in m+ NAP | ----- | | |
|-------------|-----------------------|--------------------------------------|--------------------------------------|--------------------------------------|
| | | ø460 mm $F_{s;d}=1600 \text{ kN}$ | ø410 mm $F_{s;d}=1600 \text{ kN}$ | ø460 mm $F_{s;d}=2000 \text{ kN}$ |
| 101 | 1.74 | 11.0-12.0 | 15.75 | 16.0 (15.75 $F=1965 \text{ kN}$) |
| 102 | 1.79 | 11.0-12.0 | 15.75 | 15.75-16.0 |
| 103 | 1.65 | 11.0-12.0 | 15.0-15.75 | 15.75 |
| 104 | 1.66 | 12.0 | 15.0-15.75 | 15.75 |
| 105 | 1.58 | 12.0 | 15.0-15.75 | 15.75 |

11.0-12.0 = mogelijk traject van paalpuntniveaus (ten behoeve van gelijktrekken van benodigde paalpuntniveaus tussen de sonderingen)



BEREKENING VAN DE NEGATIEVE KLEEF

- Basis : Berekening wrijving tussen paal en grond uit verticale korrelspanning volgens NEN 6743. De verhouding tussen verticale korrelspanning en schuifsterkte bedraagt 0.25.
- Grondopbouw : Bovenlaag met een gemiddelde dikte van 1.75 m op een samendrukbaar lagenpakket van klei en veen tot een diepte van 2.5 m- NAP. Als gemiddeld maaiveldniveau is 1.75 m+ NAP aangehouden. De grondwaterspiegel is gesteld op 0.0 m- NAP.

Bepaling maximale negatieve kleeft van een alleenstaande paal

Eenheden:

| | | | | | |
|-----------------|---|--------------------------|---|-----------|-------------------|
| d | = | dikte van de bovenlaag | = | 1.75 | m |
| P _o | = | bovenbelasting 1.75x17.0 | = | 29.75 | kN/m ² |
| h | = | dikte samendrukbare laag | = | 2.5 | m |
| γ' _g | = | effectief gewicht grond | = | 3.0 | kN/m ³ |
| D | = | paalschachtafmeting | = | diversen | mm |
| O | = | paalomtrek | = | variërend | m |

Paaltype: DPA-paal

De samendrukbare laag is meegerekend tot ca 2.5 m- NAP. De dieper liggende lagen zijn niet zettingsgevoelig. De verplaatsingen van de paal nodig voor het ontwikkelen van het draagvermogen zijn groter dan de mogelijke vervormingen in de grond, zodat zich hierin geen negatieve kleeft zal ontwikkelen. De representatieve waarde van de maximale negatieve kleeftbelasting bedraagt:

$$F_{s,nk;rep} = \left\{ \left(\frac{1}{2} \times P_o \times d \right) + \left(P_o + \frac{1}{2} \times h \times \gamma'_g \right) \times h \right\} \times 0.25 \times O =$$

| | | |
|----------|----------|-------|
| DPA-paal | ø410 mm: | 35 kN |
| | ø460 mm: | 40 kN |

Bepaling rekenwaarde maximale negatieve kleeftbelasting F_{s,nk;d}

Volgens artikel 11.5.1 van NEN 6740 kan de partiële belastingsfactor voor negatieve kleeft γ_{f,nk} gelijk aan 1.0 worden gesteld. De rekenwaarde wordt dan:

$$F_{s,nk;d} = F_{s,nk;rep} \times 1.0 =$$

| | | |
|----------|----------|-------|
| DPA-paal | ø410 mm: | 35 kN |
| | ø460 mm: | 40 kN |



BEPALING REKENWAARDE MAXIMALE DRAAGKRACHT

Rekenmethode volgens NEN 6740 en NEN 6743 REF is referentieniveau waarmee sondering is uitgetekend

Netto rekenwaarde maximale draagkracht

Rekenwaarde maximale draagkracht

Maximale draagkracht alleenstaande paal

Maximale draagkracht paalpunt

Maximale schachtwrijvingskracht

Maximale puntweerstand

$$F_{s,d,i} = F_{r,d,i} - F_{s,nk,d}$$

$$F_{r,d,i} = F_{r,max,i} \cdot \xi / \gamma_{m,b}$$

$$F_{r,max,i} = F_{r,p,i} + F_{r,s,i}$$

$$F_{r,p,i} = A_p \cdot p_{r,p,i}$$

$$F_{r,s,i} = O_{p,gem} \cdot \Delta L \cdot \alpha_s \cdot q_{c,z,a}$$

$$p_{r,p,i} = \frac{1}{2} \cdot \alpha_p \cdot \beta \cdot s \cdot (\frac{1}{2}(q_{c,l,gem} + q_{c,ll,gem}) + q_{c,III,gem})$$

Paaltype : DPA paal
Schachtafmeting d_s : Ø 460 mm
Puntafmeting D_o : Ø 460 mm

Paalklassefactor punt α_p : 0,8
Paalklassefactor schacht α_s : 0,010
Paalvoetvormfactor β : 1,0
Vormfactor paalvoetdwarsdoorsnede s : 1,0

grondsoort : zand
 H_{voet} : 0 mm
 D'_{eq} / d'_{eq} : 1,0
 H_v / D_{eq} : 0,0

Reductiefactor ontgraving $P_{r,p}$: 1,00

Aantal palen M : 1

Reductiefactor ontgraving $q_{c,z,a}$: 1,00

Aantal sonderingen N : 3

Negatieve Kleef $F_{s,nk,d}$ Waarde 1 : 27 kN/m¹

Variatiefactor ξ : 0,79

Waarde 2 : 0 kN/m¹

Materiaalfactor $\gamma_{m,b}$: 1,25

| sond nr | punt m Ref | $q_{c,l,gem}$ | $q_{c,ll,gem}$ MPa | $q_{c,III,gem}$ | ΔL m | $q_{c,z,a}$ MPa | $P_{r,p}$ MPa | $F_{r,p}$ kN | $F_{r,s}$ | $F_{r,d}$ kN | $F_{s,nk,d}$ kN | $F_{s,d}$ kN |
|---------|------------|---------------|--------------------|-----------------|--------------|-----------------|---------------|--------------|-----------|--------------|-----------------|--------------|
| 101 | -11,00 | 15,0 | 8,0 | 8,0 | 8,5 | 12,0 | 7,8 | 1296 | 1474 | 1751 | 40 | 1711 |
| | -11,50 | 13,0 | 8,0 | 8,0 | 9,0 | 12,0 | 7,4 | 1230 | 1561 | 1764 | 40 | 1724 |
| | -12,00 | 11,5 | 8,0 | 8,0 | 9,5 | 12,0 | 7,1 | 1180 | 1647 | 1787 | 40 | 1747 |
| | -15,00 | 9,0 | 6,5 | 6,5 | 12,5 | 12,0 | 5,7 | 947 | 2168 | 1969 | 40 | 1929 |
| | -15,75 | 7,0 | 6,5 | 6,5 | 13,3 | 12,0 | 5,3 | 881 | 2298 | 2009 | 40 | 1969 |
| 102 | -10,00 | 17,0 | 10,5 | 10,0 | 7,5 | 10,0 | 9,5 | 1579 | 1084 | 1683 | 40 | 1643 |
| | -11,00 | 14,5 | 10,5 | 10,5 | 8,5 | 11,0 | 9,2 | 1529 | 1351 | 1820 | 40 | 1781 |
| | -11,50 | 12,0 | 10,0 | 10,0 | 9,0 | 11,0 | 8,4 | 1396 | 1431 | 1786 | 40 | 1747 |
| | -12,00 | 12,0 | 10,0 | 10,0 | 9,5 | 11,0 | 8,4 | 1396 | 1510 | 1837 | 40 | 1797 |
| | -15,75 | 10,0 | 10,0 | 7,0 | 13,3 | 11,0 | 6,8 | 1130 | 2106 | 2045 | 40 | 2006 |
| 103 | -10,00 | 20,0 | 11,5 | 7,4 | 8,0 | 10,5 | 9,3 | 1539 | 1214 | 1740 | 40 | 1700 |
| | -11,00 | 14,0 | 10,0 | 8,3 | 9,0 | 11,0 | 8,1 | 1349 | 1431 | 1757 | 40 | 1717 |
| | -12,00 | 12,0 | 10,5 | 9,5 | 10,0 | 11,0 | 8,3 | 1379 | 1590 | 1876 | 40 | 1837 |
| | -15,75 | 12,0 | 10,5 | 8,5 | 13,8 | 11,5 | 7,9 | 1313 | 2285 | 2274 | 40 | 2234 |
| 104 | -11,50 | 10,5 | 9,5 | 6,5 | 9,5 | 11,0 | 6,6 | 1097 | 1510 | 1648 | 40 | 1608 |
| | -12,00 | 9,5 | 9,5 | 7,0 | 10,0 | 11,0 | 6,6 | 1097 | 1590 | 1698 | 40 | 1658 |
| | -15,00 | 9,0 | 8,0 | 7,0 | 13,0 | 11,0 | 6,2 | 1030 | 2067 | 1957 | 40 | 1918 |
| | -15,75 | 12,0 | 9,0 | 7,5 | 13,8 | 11,0 | 7,2 | 1197 | 2186 | 2138 | 40 | 2098 |
| 105 | -11,50 | 12,0 | 10,0 | 5,7 | 9,0 | 10,5 | 6,7 | 1110 | 1366 | 1565 | 40 | 1525 |
| | -12,00 | 11,0 | 9,0 | 6,5 | 9,5 | 11,0 | 6,6 | 1097 | 1510 | 1648 | 40 | 1608 |
| | -15,00 | 11,5 | 10,0 | 7,5 | 12,5 | 11,0 | 7,3 | 1213 | 1987 | 2023 | 40 | 1983 |
| | -15,75 | 14,0 | 11,5 | 7,9 | 13,3 | 11,0 | 8,3 | 1373 | 2106 | 2199 | 40 | 2159 |

1600 kN

BEPALING REKENWAARDE MAXIMALE DRAAGKRACHT

Rekenmethode volgens NEN 6740 en NEN 6743 REF is referentieniveau waarmee sondering is uitgetekend

Netto rekenwaarde maximale draagkracht

$$F_{s,d,i} = F_{r,d,i} - F_{s,nk,d}$$

Rekenwaarde maximale draagkracht

$$F_{r,d,i} = F_{r,max,i} \cdot \xi / \gamma_{m,b}$$

Maximale draagkracht alleenstaande paal

$$F_{r,max,i} = F_{r,p,i} + F_{r,s,i}$$

Maximale draagkracht paalpunt

$$F_{r,p,i} = A_p \cdot p_{r,p,i}$$

Maximale schachtwrijvingskracht

$$F_{r,s,i} = O_{p,gem} \cdot \Delta L \cdot \alpha_s \cdot q_{c,z;a}$$

Maximale puntweerstand

$$p_{r,p,i} = \frac{1}{2} \cdot \alpha_p \cdot \beta \cdot s \cdot (\frac{1}{2}(q_{c,l,gem} + q_{c,ll,gem}) + q_{c,lll,gem})$$

Paaltype : DPA paal

Schachtafmeting d_s : Ø 410 mm

Puntafmeting D_o : Ø 410 mm

Paalklassefactor punt α_o : 0,8

grondsoort : zand

Paalklassefactor schacht α_s : 0,010

H_{voet} : 0 mm

Paalvoetvormfactor β : 1,0

D'_{en} / d'_{en} : 1,0

Vormfactor paalvoetdwarsdoorsnede s : 1,0

H_v/D_{eq} : 0,0

Reductiefactor ontgraving $P_{r,p}$: 1,00

Aantal palen M : 1

Reductiefactor ontgraving $q_{c,z;a}$: 1,00

Aantal sonderingen N : 3

Negatieve Kleef $F_{s,nk,d}$ Waarde 1 : 27 kN/m¹

Variatiefactor ξ : 0,79

Waarde 2 : 0 kN/m¹

Materiaalfactor $\gamma_{m,b}$: 1,25

| sond nr | punt m Ref | $q_{c,l,gem}$ | $q_{c,ll,gem}$ MPa | $q_{c,lll,gem}$ | ΔL m | $q_{c,z;a}$ MPa | $P_{r,p}$ MPa | $F_{r,p}$ kN | $F_{r,s}$ kN | $F_{r,d}$ kN | $F_{s,nk,d}$ kN | $F_{s,d}$ kN |
|------------|---------------|---------------|-----------------------|-----------------|-----------------|--------------------|------------------|-----------------|-----------------|-----------------|--------------------|-----------------|
| 101 | -11,00 | 15,0 | 8,0 | 8,0 | 8,5 | 12,0 | 7,8 | 1030 | 1314 | 1481 | 35 | 1446 |
| | -11,50 | 13,0 | 8,0 | 8,0 | 9,0 | 12,0 | 7,4 | 977 | 1391 | 1497 | 35 | 1461 |
| | -12,00 | 11,5 | 8,0 | 8,0 | 9,5 | 12,0 | 7,1 | 937 | 1468 | 1520 | 35 | 1485 |
| | -15,00 | 9,0 | 6,5 | 6,5 | 12,5 | 12,0 | 5,7 | 753 | 1932 | 1697 | 35 | 1661 |
| | -15,75 | 7,0 | 6,5 | 6,5 | 13,3 | 12,0 | 5,3 | 700 | 2048 | 1737 | 35 | 1701 |
| 102 | -10,00 | 17,0 | 10,5 | 10,0 | 7,5 | 10,0 | 9,5 | 1254 | 966 | 1403 | 35 | 1368 |
| | -11,00 | 14,5 | 10,5 | 10,5 | 8,5 | 11,0 | 9,2 | 1215 | 1204 | 1529 | 35 | 1493 |
| | -11,50 | 12,0 | 10,0 | 10,0 | 9,0 | 11,0 | 8,4 | 1109 | 1275 | 1507 | 35 | 1471 |
| | -12,00 | 12,0 | 10,0 | 10,0 | 9,5 | 11,0 | 8,4 | 1109 | 1346 | 1552 | 35 | 1516 |
| | -15,75 | 10,0 | 10,0 | 7,0 | 13,3 | 11,0 | 6,8 | 898 | 1877 | 1754 | 35 | 1719 |
| 103 | -10,00 | 20,0 | 11,5 | 7,4 | 8,0 | 10,5 | 9,3 | 1223 | 1082 | 1456 | 35 | 1421 |
| | -11,00 | 14,0 | 10,0 | 8,3 | 9,0 | 11,0 | 8,1 | 1072 | 1275 | 1483 | 35 | 1448 |
| | -12,00 | 12,0 | 10,5 | 9,5 | 10,0 | 11,0 | 8,3 | 1096 | 1417 | 1588 | 35 | 1553 |
| | -15,75 | 12,0 | 10,5 | 8,5 | 13,8 | 11,5 | 7,9 | 1043 | 2037 | 1946 | 35 | 1911 |
| | -11,50 | 10,5 | 9,5 | 6,5 | 9,5 | 11,0 | 6,6 | 871 | 1346 | 1401 | 35 | 1366 |
| 104 | -12,00 | 9,5 | 9,5 | 7,0 | 10,0 | 11,0 | 6,6 | 871 | 1417 | 1446 | 35 | 1411 |
| | -15,00 | 9,0 | 8,0 | 7,0 | 13,0 | 11,0 | 6,2 | 819 | 1842 | 1681 | 35 | 1646 |
| | -15,75 | 12,0 | 9,0 | 7,5 | 13,8 | 11,0 | 7,2 | 951 | 1948 | 1832 | 35 | 1797 |
| | -11,50 | 12,0 | 10,0 | 5,7 | 9,0 | 10,5 | 6,7 | 882 | 1217 | 1327 | 35 | 1291 |
| | -12,00 | 11,0 | 9,0 | 6,5 | 9,5 | 11,0 | 6,6 | 871 | 1346 | 1401 | 35 | 1366 |
| 105 | -15,00 | 11,5 | 10,0 | 7,5 | 12,5 | 11,0 | 7,3 | 964 | 1771 | 1728 | 35 | 1693 |
| | -15,75 | 14,0 | 11,5 | 7,9 | 13,3 | 11,0 | 8,3 | 1091 | 1877 | 1876 | 35 | 1840 |



BEPALING PAALKOPZAKKING GRENSTOESTAND 2

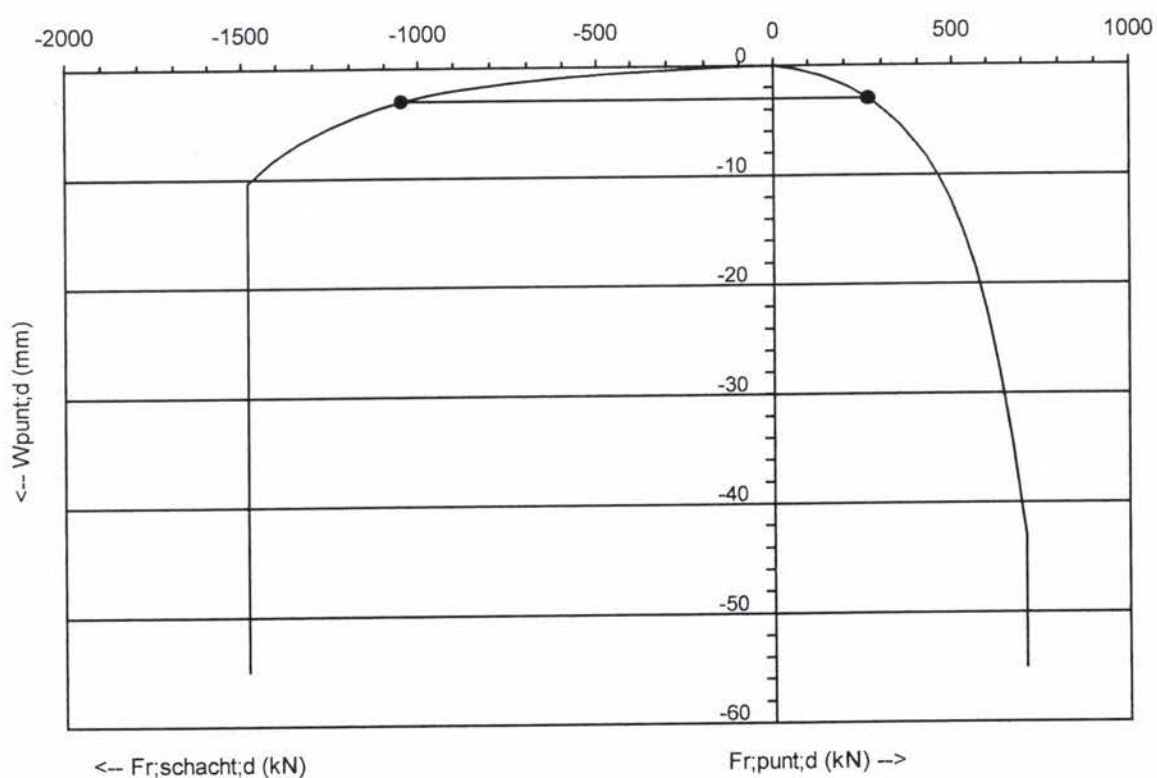
Rekenmethode volgens NEN 6743

Paalkopzакking alleenstaande paal

$$W_{1;d} = W_{\text{punt};d} + W_{\text{el};d}$$

| | | | |
|---|----------------------------|------------------------------------|--|
| Paaltype | : DPA paal | | |
| Schachtafmeting | d_s : Ø 410 mm | d_{ea} : 410 mm | |
| Puntafmeting | D_o : Ø 410 mm | D_{ea} : 410 mm | |
| Schachtdoorsnede | : 0,132 m ² | | |
| E-modulus paalschacht | : 20.000 N/mm ² | | |
| Sondering | : 102 | | |
| Paalkopniveau | : 0,50 m Ref | | |
| Paalpuntniveau | : -15,75 m Ref | | |
| Begin Positieve kleeф | : -2,50 m Ref | | |
| Representatieve waarde paalkopbelasting | : 1280 kN | | |
| Representatieve waarde negatieve kleeф | : 35 kN | | |
| Maximale draagkracht paalpunt | $F_{r;d}$: 898 kN | Variatiefactor ξ : 0,79 | |
| Maximale schachtwrijvingskracht | $F_{r;s}$: 1877 kN | Materiaalfactor $\gamma_{m;b}$: 1 | |

rekenwaarde paalpuntzakking



| | |
|------------------------------|----------------|
| $F_{r;\text{max;punt};d}$ | : 709 kN |
| $F_{r;\text{max;schacht};d}$ | : 1483 kN |
| $F_{r;\text{punt};d}$ | : 266 kN |
| $F_{r;\text{schacht};d}$ | : 1050 kN |
| $W_{\text{punt};d}$ | : -3,0 mm |
| $W_{\text{el};d}$ | : -5,4 mm |
| $W_{1;d}$ | : -8,4 mm |
| veerstijfheid paalkop: | : 152.000 kN/m |



BEPALING PAALKOPZAKKING GRENSTOESTAND 1B

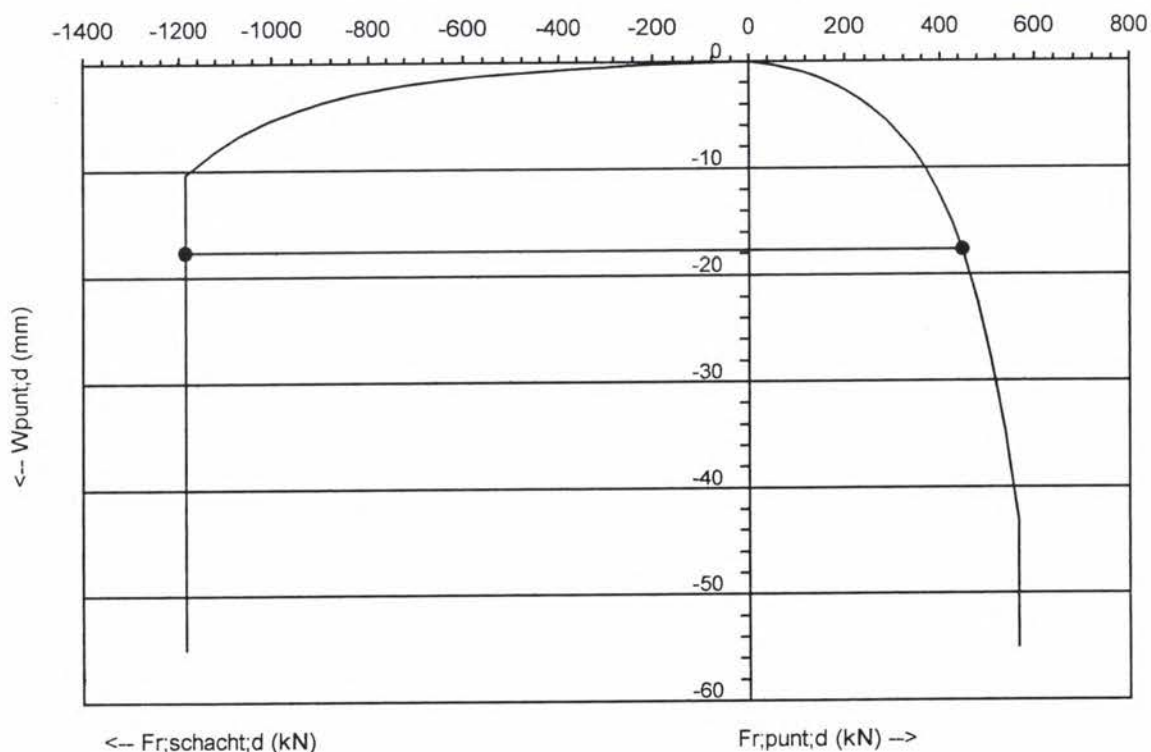
Rekenmethode volgens NEN 6743

Paalkopzакking alleenstaande paal

$$W_{1;d} = W_{\text{punt};d} + W_{\text{el};d}$$

| | | | |
|---------------------------------|----------------------------|---------------------------------------|--|
| Paaltype | : DPA paal | | |
| Schachtafmeting | d_s : Ø 410 mm | d_{ea} : 410 mm | |
| Puntafmeting | D_o : Ø 410 mm | D_{ea} : 410 mm | |
| Schachtdoorsnede | : 0,132 m ² | | |
| E-modulus paalschacht | : 20.000 N/mm ² | | |
| Sondering | : 102 | | |
| Paalkopniveau | : 0,50 m Ref | | |
| Paalpuntniveau | : -15,75 m Ref | | |
| Begin Positieve kleeф | : -2,50 m Ref | | |
| Rekenwaarde paalkopbelasting | : 1600 kN | | |
| Rekenwaarde negatieve kleeф | : 35 kN | | |
| Maximale draagkracht paalpunt | $F_{r;d}$: 898 kN | Variatiefactor ξ : 0,79 | |
| Maximale schachtwrijvingskracht | $F_{r;s}$: 1877 kN | Materiaalfactor $\gamma_{m;b}$: 1,25 | |

rekenwaarde paalpuntzакking



| | |
|------------------------------|------------|
| $F_{r;\text{max;punt};d}$ | : 568 kN |
| $F_{r;\text{max;schacht};d}$ | : 1186 kN |
| $F_{r;\text{punt};d}$ | : 449 kN |
| $F_{r;\text{schacht};d}$ | : 1186 kN |
| $W_{\text{punt};d}$ | : -17,7 mm |
| $W_{\text{el};d}$ | : -7,0 mm |
| $W_{1;d}$ | : -24,7 mm |



BEPALING PAALKOPZAKKING GRENSTOESTAND 2

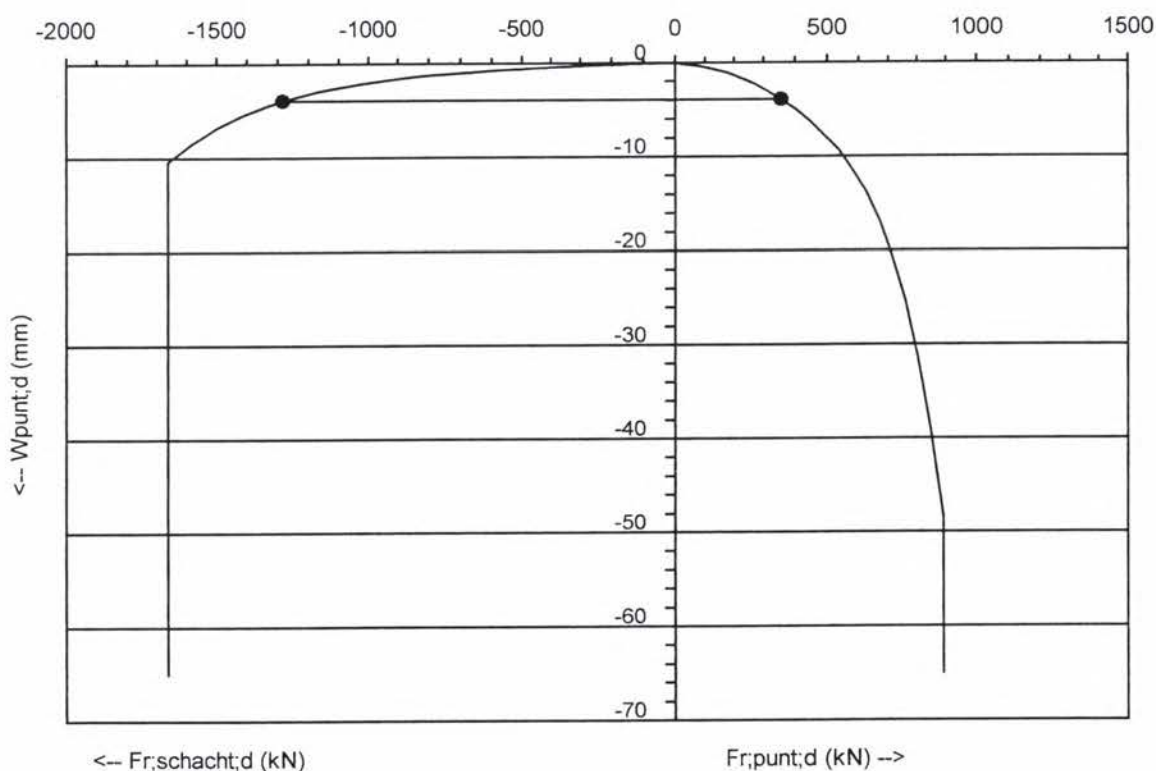
Rekenmethode volgens NEN 6743

Paalkopzакking alleenstaande paal

$$W_{1;d} = W_{\text{punt};d} + W_{\text{el};d}$$

| | | | |
|---|----------------------------|------------------------------------|--|
| Paaltype | : DPA paal | | |
| Schachtafmeting | d_s : Ø 460 mm | d_{eo} : 460 mm | |
| Puntafmeting | D_o : Ø 460 mm | D_{eo} : 460 mm | |
| Schachtdoorsnede | : 0,1662 m ² | | |
| E-modulus paalschacht | : 20.000 N/mm ² | | |
| Sondering | : 102 | | |
| Paalkopniveau | : 0,50 m Ref | | |
| Paalpuntniveau | : -15,75 m Ref | | |
| Begin Positieve kleeф | : -2,50 m Ref | | |
| Representatieve waarde paalkopbelasting | : 1600 kN | | |
| Representatieve waarde negatieve kleeф | : 40 kN | | |
| Maximale draagkracht paalpunt | $F_{r;d}$: 1130 kN | Variatiefactor ξ : 0,79 | |
| Maximale schachtwrijvingskracht | $F_{r,s}$: 2106 kN | Materiaalfactor $\gamma_{m;b}$: 1 | |

rekenwaarde paalpuntzакking



| | |
|-------------------------------------|----------------|
| $F_{r;\text{max};\text{punt};d}$ | : 893 kN |
| $F_{r;\text{max};\text{schacht};d}$ | : 1664 kN |
| $F_{r;\text{punt};d}$ | : 358 kN |
| $F_{r;\text{schacht};d}$ | : 1283 kN |
| $W_{\text{punt};d}$ | : -3,9 mm |
| $W_{\text{el};d}$ | : -5,4 mm |
| $W_{1;d}$ | : -9,3 mm |
| veerstijfheid paalkop: | : 171.900 kN/m |



BEPALING PAALKOPZAKKING GRENSTOESTAND 1B

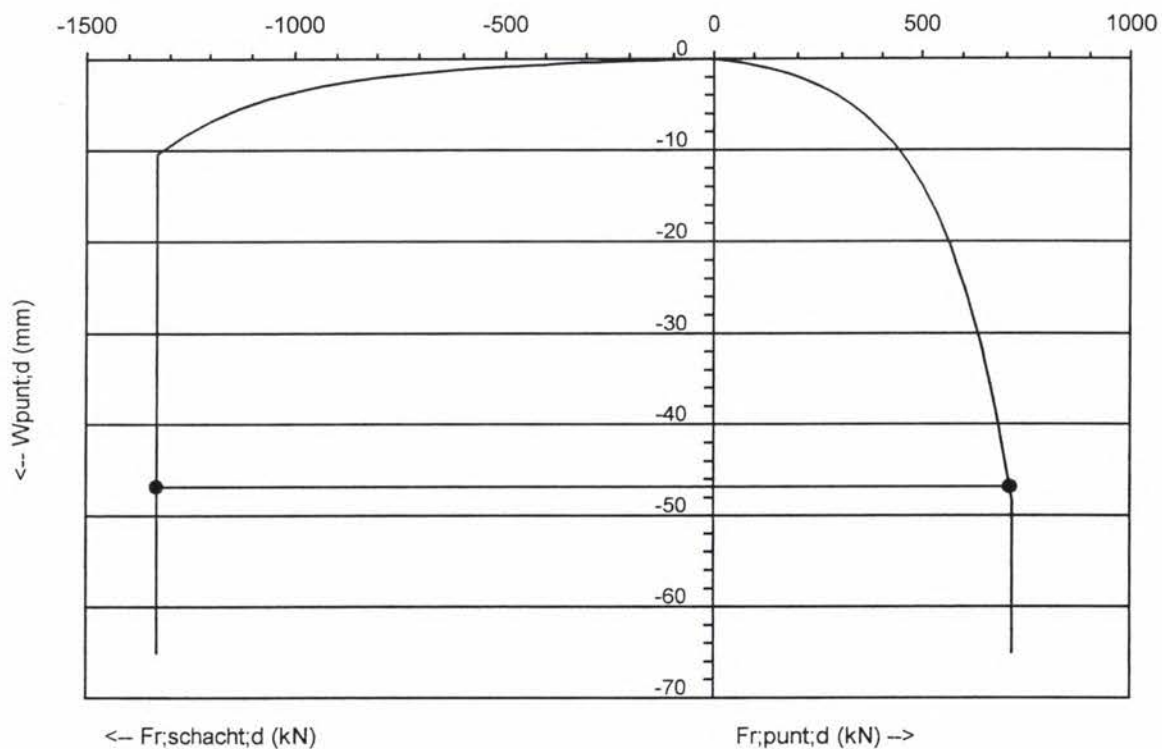
Rekenmethode volgens NEN 6743

Paalkopzакking alleenstaande paal

$$w_{1;d} = w_{\text{punt};d} + w_{\text{el};d}$$

| | | | |
|---------------------------------|----------------------------|---------------------------------------|--|
| Paaltype | : DPA paal | | |
| Schachtafmeting | d_s : Ø 460 mm | d_{eo} : 460 mm | |
| Puntafmeting | D_o : Ø 460 mm | D_{eo} : 460 mm | |
| Schachtdoorsnede | : 0,1662 m ² | | |
| E-modulus paalschacht | : 20.000 N/mm ² | | |
| Sondering | : 102 | | |
| Paalkopniveau | : 0,50 m Ref | | |
| Paalpuntniveau | : -15,75 m Ref | | |
| Begin Positieve kleeф | : -2,50 m Ref | | |
| Rekenwaarde paalkopbelasting | : 2000 kN | | |
| Rekenwaarde negatieve kleeф | : 40 kN | | |
| Maximale draagkracht paalpunt | $F_{r,o}$: 1130 kN | Variatiefactor ξ : 0,79 | |
| Maximale schachtwrijvingskracht | $F_{r,s}$: 2106 kN | Materiaalfactor $\gamma_{m,b}$: 1,25 | |

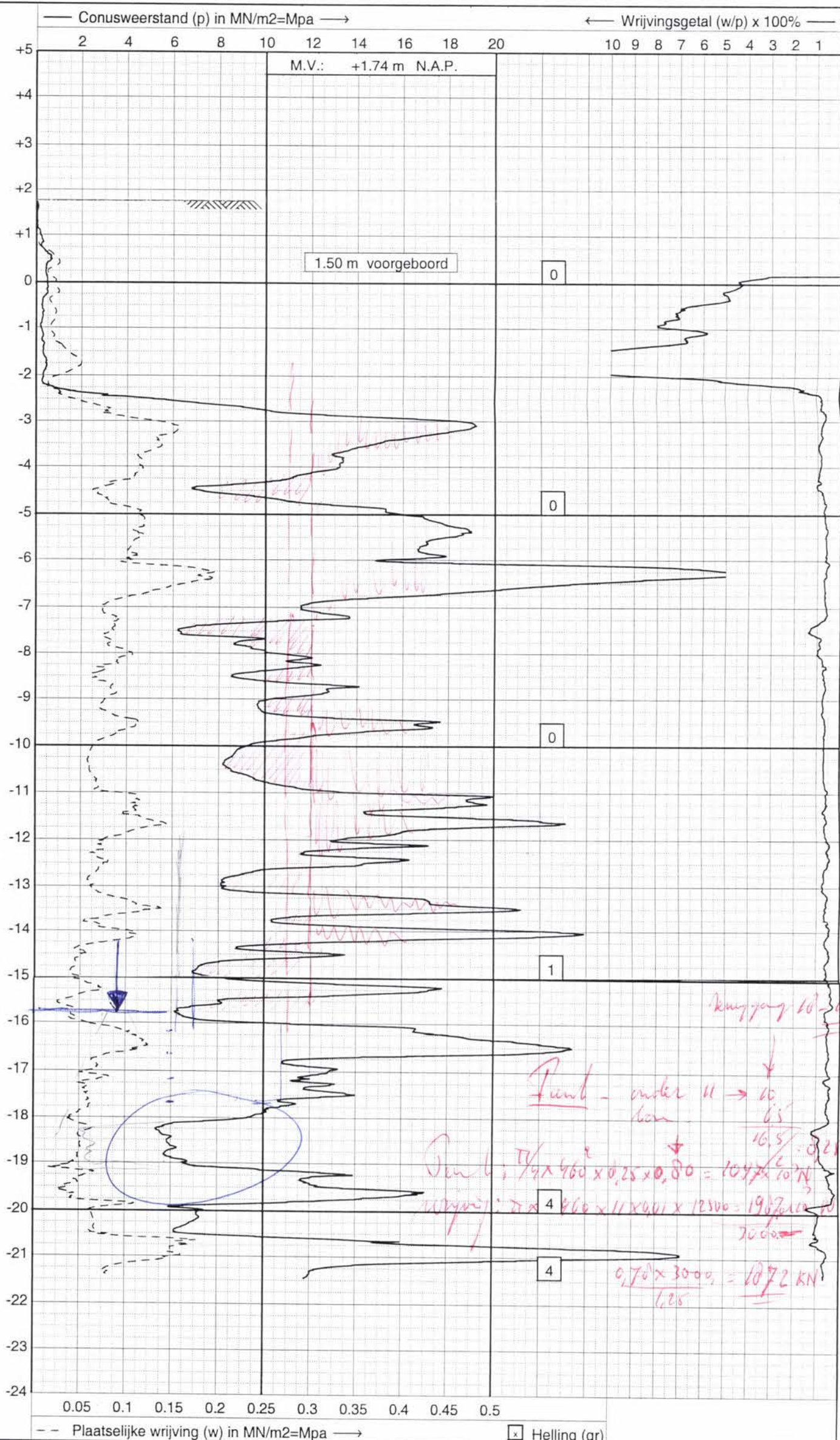
rekenwaarde paalpuntzakking



| | |
|------------------------------|------------|
| $F_{r,\text{max;punt};d}$ | : 714 kN |
| $F_{r,\text{max;schacht};d}$ | : 1331 kN |
| $F_{r,\text{punt};d}$ | : 709 kN |
| $F_{r,\text{schacht};d}$ | : 1331 kN |
| $w_{\text{punt};d}$ | : -46,8 mm |
| $w_{\text{el};d}$ | : -7,2 mm |
| $w_{1;d}$ | : -54,0 mm |



← Diepte in m t.o.v. N.A.P.



GEOMET B.V.

Alphen a/d Rijn
0172 - 449822

Sondering volgens NEN 5140, conus: cilindrisch elektrisch

Project : **NIEUWBOUW A/D KEULSE KADE**

Locatie : **UTRECHT**

Datum : **18-5-2004**

Conus nr. : **S10CFI.135**

Opdracht : **AC08579**

Sond. nr. : **101**

Conusweerstand (p) in MN/m²=Mpa →

2 4 6 8 10 12 14 16 18 20 22 24 26 28 30 32 34

+5
+4
+3
+2
+1
0
-1
-2
-3
-4
-5
-6
-7
-8
-9
-10
-11
-12
-13
-14
-15
-16
-17
-18
-19
-20
-21
-22
-23
-24

M.V.: +1.79 m N.A.P.

1.50 m voorgeboord

0

0

0

0

2

3

☒ Helling (gr)



GEOMET B.V.

Alphen a/d Rijn
0172 - 449822

Sondering volgens NEN 5140, conus: cilindrisch elektrisch

Project : **NIEUWBOUW A/D KEULSE KADE**
Locatie : **UTRECHT**

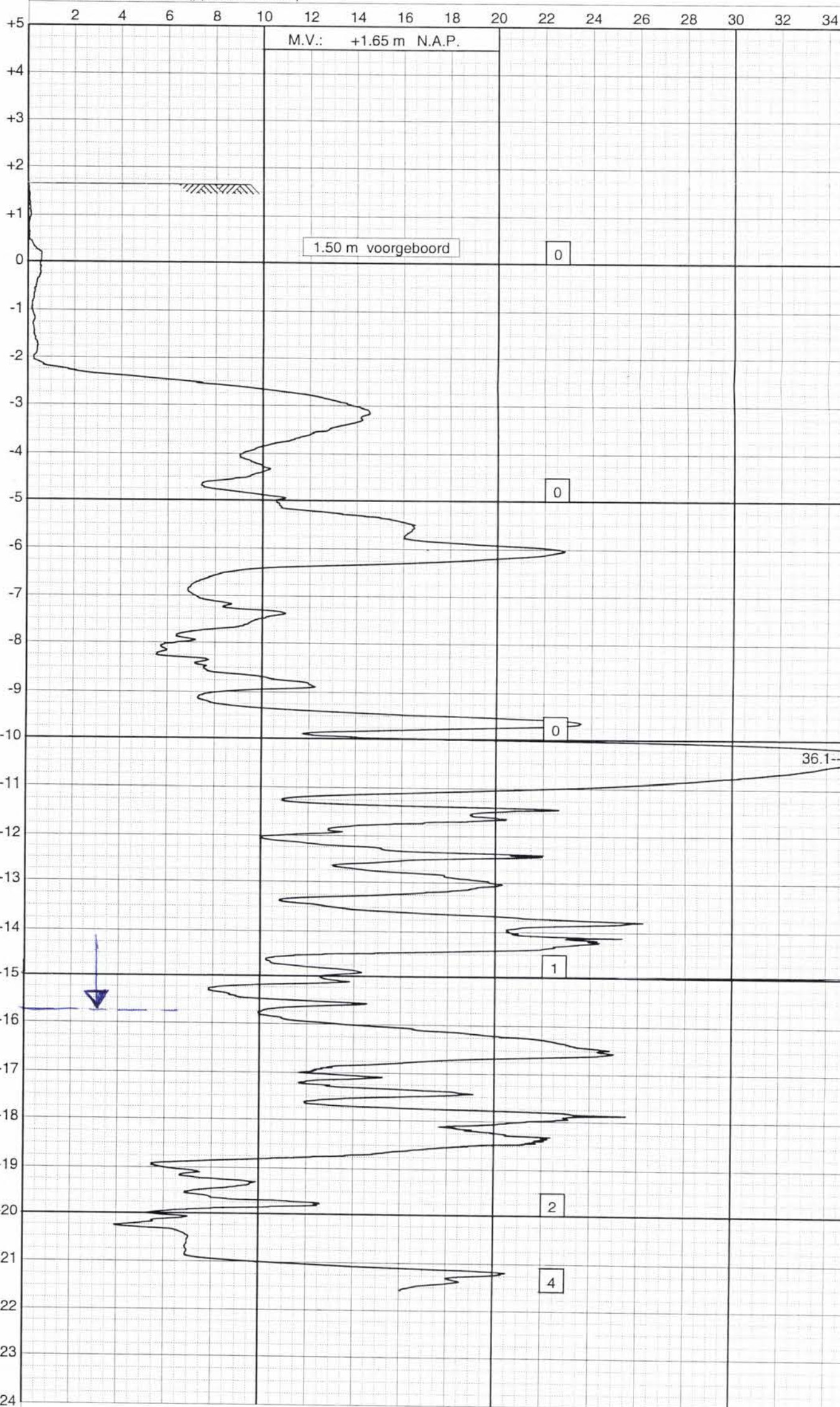
Datum : **18-5-2004**

Conus nr. : **S10CFI.135**

Opdracht : **AC08579**

Sond. nr. : **102**

Conusweerstand (p) in MN/m²=Mpa →



☒ Helling (gr)



GEOMET B.V.

Alphen a/d Rijn
0172 - 449822

Sondering volgens NEN 5140, conus: cilindrisch elektrisch

Project : **NIEUWBOUW A/D KEULSE KADE**

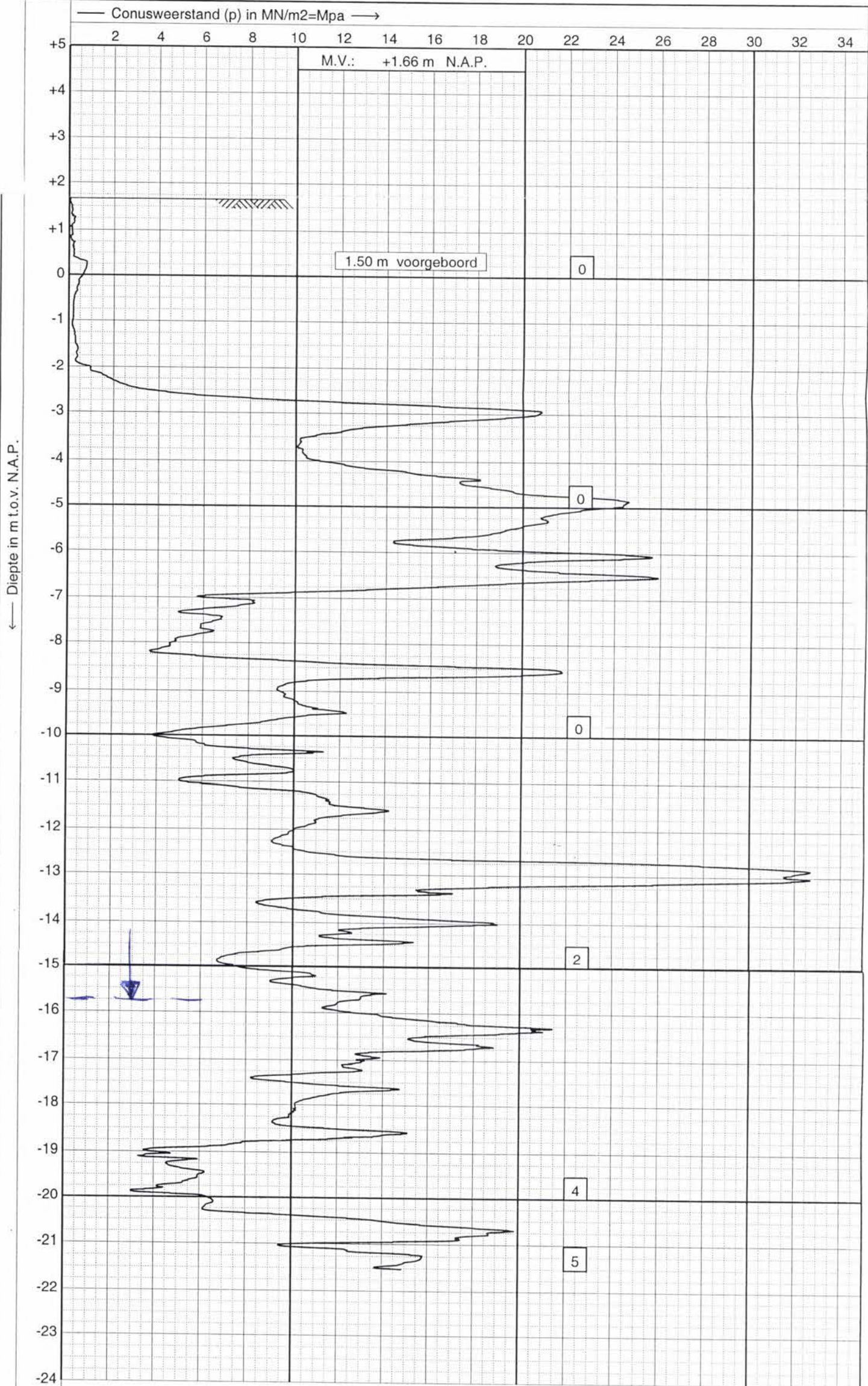
Locatie : **UTRECHT**

Datum : **18-5-2004**

Conus nr. : **S10CFI.135**

Opdracht : **AC08579**

Sond. nr. : **103**



☒ Helling (gr)



GEOMET B.V.

Alphen a/d Rijn
0172 - 449822

Sondering volgens NEN 5140, conus: cilindrisch elektrisch

Project : NIEUWBOUW A/D KEULSE KADE

Locatie : UTRECHT

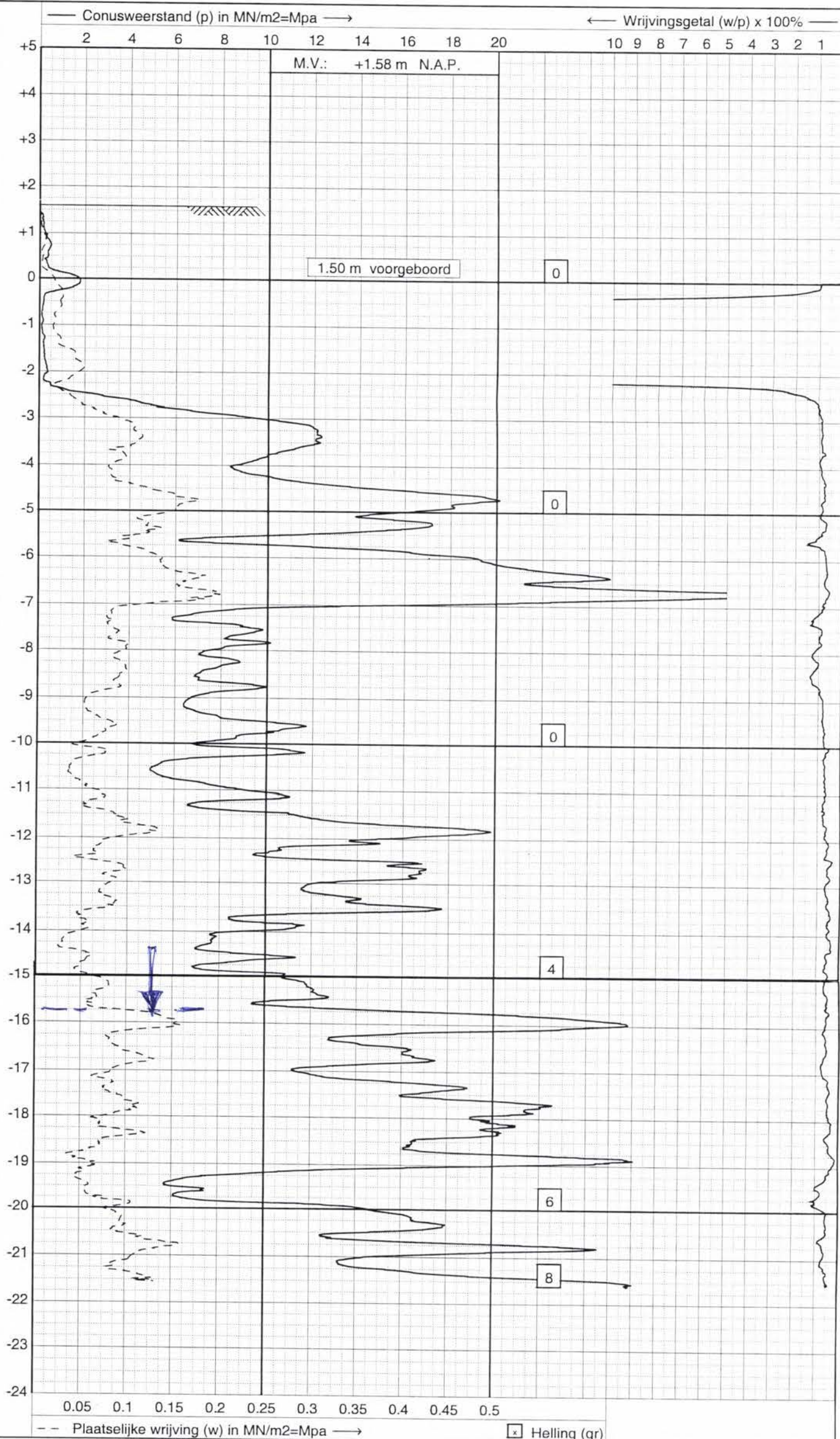
Datum : 18-5-2004

Conus nr. : S10CFI.135

Opdracht : AC08579

Sond. nr. : 104

← Diepte in m t.o.v. N.A.P.



GEOMET B.V.

Alphen a/d Rijn
0172 - 449822

Sondering volgens NEN 5140, conus: cilindrisch elektrisch

Project : **NIEUWBOUW A/D KEULSE KADE**


Locatie : **UTRECHT**

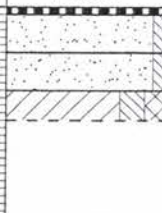
Datum : **18-5-2004**

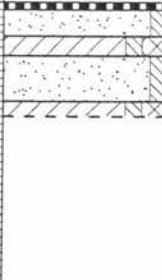
Conus nr. : **S10CFI.135**

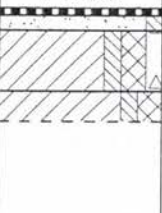
Opdracht : **AC08579**

Sond. nr. : **105**

| | | | | | | | |
|--------------------|------|---|--|---|---|--|--------------------|
| S101 Handboring | | | Maaiveldhoogte: 1.74 t.o.v. NAP Grondwaterniveau: 0.34 t.o.v. NAP | | | | Coordinaten: |
| NAP | MV | Profiel | M | G | P | Omschrijving bodemprofiel | Opmerkingen |
| +1.0 | -1.0 |  | | | | 0.00m Verharding, (straatstenen). 0.10m Zand, matig fijn, bruin, zwak silthoudend. 0.40m Klei, donkergrijs, zwak silthoudend, matig humushoudend, matig puinhoudend. 0.60m Zand, matig fijn, donker grijsbruin, zwak silthoudend, zwak humushoudend, laagje kleihoudend. 1.20m Klei, donkergrijs, zwak silthoudend, matig humushoudend. 1.50m Einde boring. | sterk puinhoudend. |

| S102 Handboring | | | Maaiveldhoogte: 1.79 t.o.v. NAP Grondwaterniveau: -- t.o.v. | | | | Coordinaten: | |
|--------------------|------|---|--|---|---|--|--------------|--|
| NAP | MV | Profiel | M | G | P | Omschrijving bodemprofiel | Opmerkingen | |
| +1.0 | -1.0 |  | | | | 0.00m Verharding, (straatstenen). | | |
| | | | | | | 0.10m Zand, matig fijn, bruin, zwak silthoudend. | | |
| +0.0 | -2.0 | | | | | 0.60m Zand, matig fijn, bruin, zwak silthoudend, laagje kleihoudend. | | |
| -1.0 | -3.0 | | | | | 1.10m Klei, donkergrijs, matig silthoudend, matig humushoudend, sporen oerhoudend. | | |
| | | | | | | 1.50m Einde boring. | | |

| | | | | | | | |
|--------------------|----|---|--|---|---|--|--------------|
| S103 Handboring | | | Maaiveldhoogte: 1.65 t.o.v. NAP Grondwaterniveau: -.-- t.o.v. | | | | Coordinaten: |
| NAP | MV | Profiel | M | G | P | Omschrijving bodemprofiel | Opmerkingen |
| +1.0 | |  | | | | 0.00m Verharding, (straatstenen). | |
| -1.0 | | | | | | 0.10m Zand, matig fijn, bruin, zwak silthoudend. | |
| | | | | | | 0.45m Klei, donkergrijs, zwak silthoudend, matig humushoudend. | |
| +0.0 | | | | | | 0.70m Zand, matig fijn, bruin, zwak silthoudend, laagje kleihoudend. | |
| -2.0 | | | | | | 1.30m Klei, donkergrijs, zwak silthoudend, matig humushoudend. | |
| -1.0 | | | | | | 1.50m Einde boring. | |
| -3.0 | | | | | | | |
| -2.0 | | | | | | | |
| -4.0 | | | | | | | |

| | | | | | | | |
|--------------------|----|---|--|---|---|--|--------------|
| S104 Handboring | | | Maaiveldhoogte: 1.66 t.o.v. NAP Grondwaterniveau: -.-- t.o.v. | | | | Coordinaten: |
| NAP | MV | Profiel | M | G | P | Omschrijving bodemprofiel | Opmerkingen |
| | |  | | | | 0.00m Verharding, (straatstenen). 0.10m Zand, matig fijn, bruin, zwak silthoudend. 0.30m Klei, donkergrijs, zwak silthoudend, matig humushoudend, zwak puinhoudend. 1.10m Klei, donkergrijs, zwak silthoudend, matig humushoudend, sporen puinhoudend. 1.50m Einde boring. | |



GEOMET B.V.
Alphen a/d Rijn
0172-449822

Project: **NIEUWBOUW A/D KEULSE KADE**

Locatie: **UTRECHT**

Rapportnr: **AC08579**

Proj. datum: **18-05-2004**

| | | | | | | | |
|-------------------|----|---------|---|---|---|---|--------------|
| S105 | | | Maaiveldhoogte: 1.58 t.o.v. NAP | | | | Coordinaten: |
| Handboring | | | Grondwaterniveau: 0.58 t.o.v. NAP | | | | |
| NAP | MV | Profiel | M | G | P | Omschrijving bodemprofiel | Opmerkingen |
| +1.0 | | | | | | 0.00m Verharding, (straatstenen). | |
| -1.0 | | | | | | 0.10m Zand, matig fijn, bruin, zwak silthoudend, zwak grindhoudend. | |
| +0.0 | | | | | | 1.50m Einde boring. | |
| -2.0 | | | | | | | |



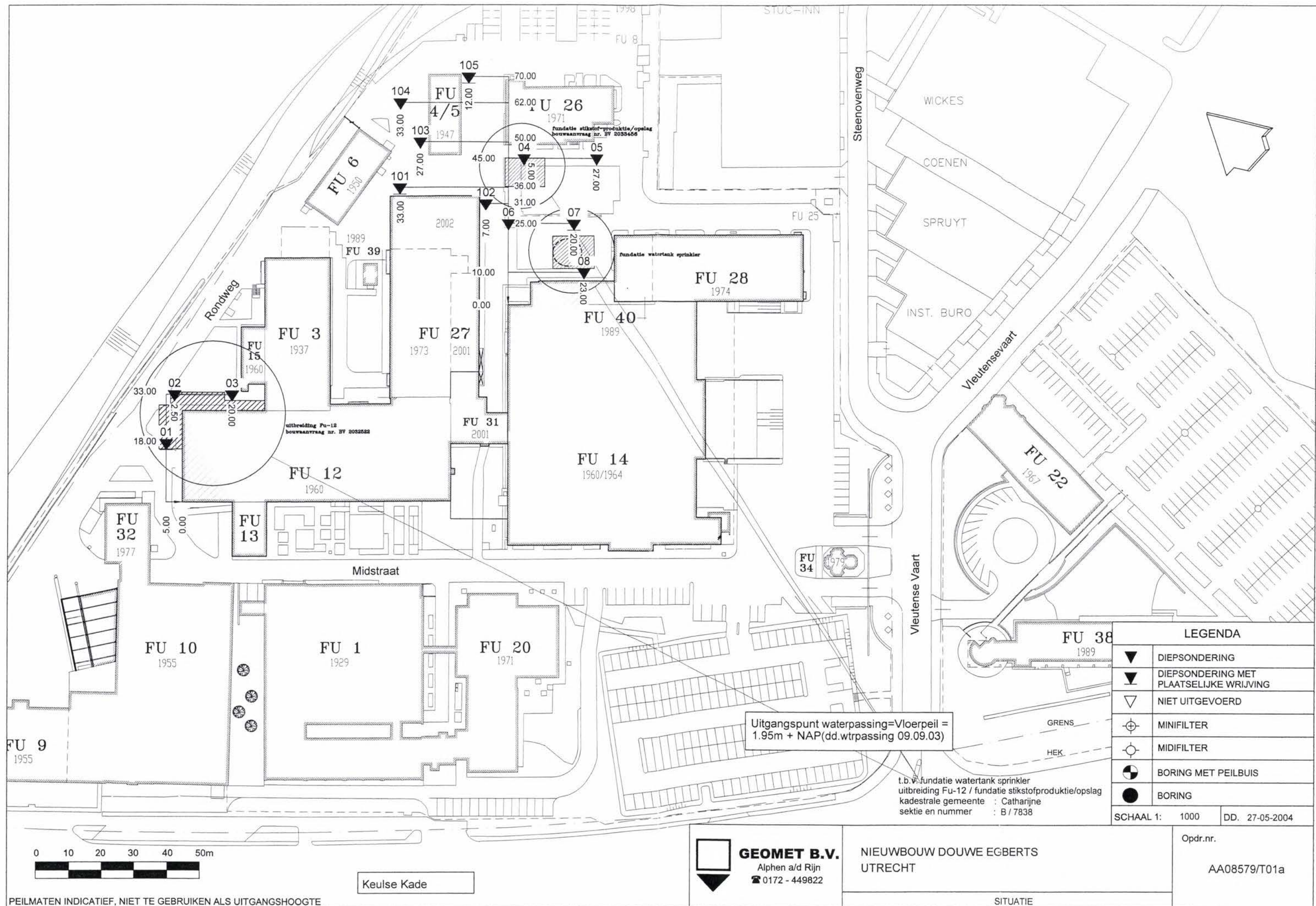
GEOMET B.V.
Alphen a/d Rijn
0172-449822

Project: **NIEUWBOUW A/D KEULSE KADE**

Locatie: **UTRECHT**

Rapportnr: **AC08579**

Proj. datum: **18-05-2004**





GEOMET B.V.

Ingenieursbureau voor Geotechniek en Milieukunde

TERREINONDERZOEK

- gecertificeerde sonderingen met elektrische conus
- bijzondere conusmetingen
- grondboringen met monsternamen
- laboratoriumonderzoek
- uitzetten en waterpassen
- inmeten terreinen

FUNDERINGSCONTROLE

- akoestisch doormeten van palen
- statische en dynamische proefbelastingen

BOUWBEGELEIDING

- trillingsmetingen
- scheurmetingen
- heitoezicht
- begeleiding ontgravingen

IN-SITU MONITORING

- waterspanningsmeting
- hellingmeting
- vastpuntmetingen
- instrumentatie

ADVIEZEN EN FUNDERINGSONTWERP

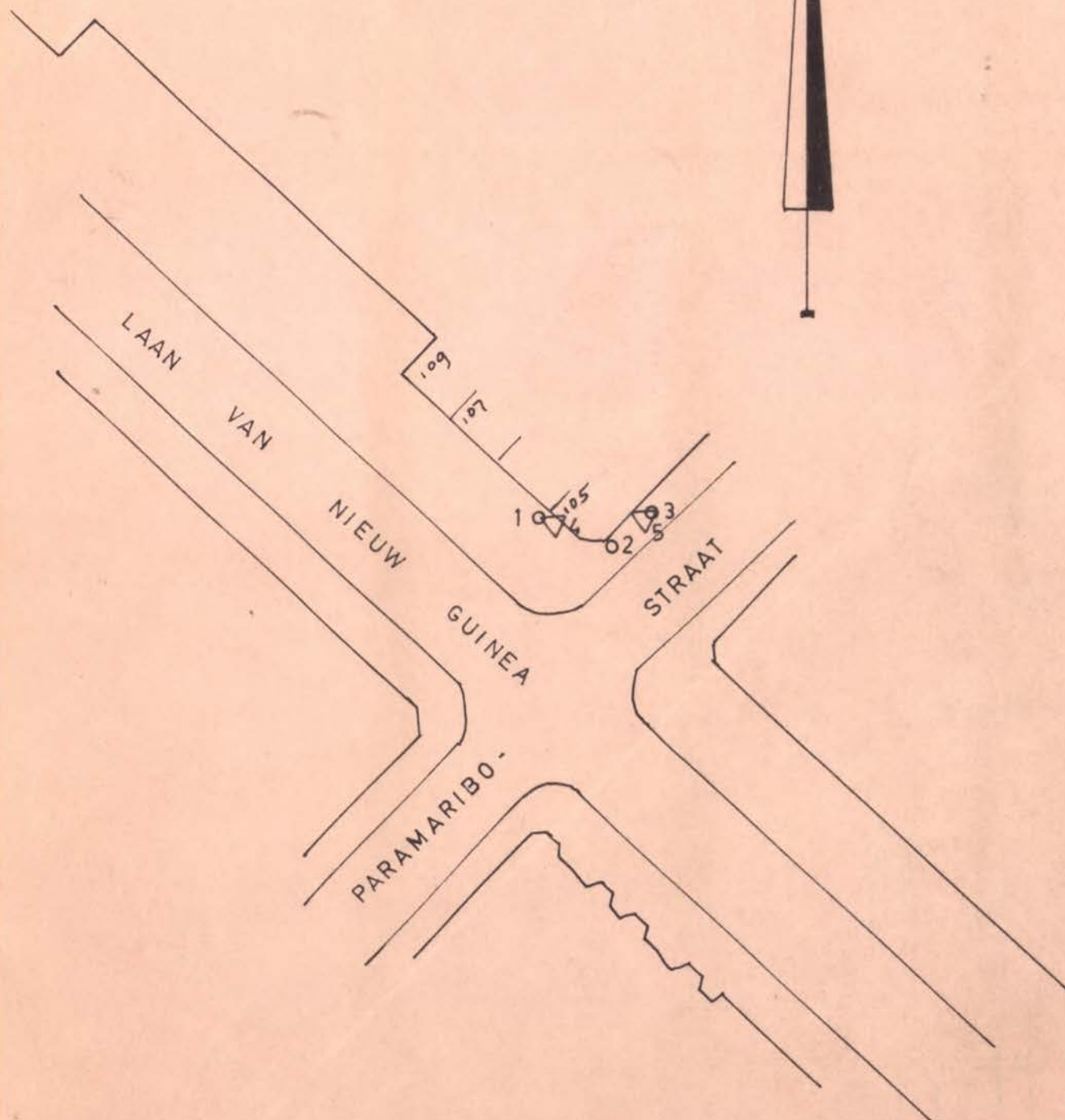
- bouwopname en schade expertise
- renovatie- en funderingsonderzoek
- gecertificeerd milieu-onderzoek

LEVERING EN BESCHIKBAARSTELLEN

- elektrische conussen
- elektrische waterspanningsmeters
- registratie-apparatuur
- sondeerequipment

4073

4073



DIENST VAN OPENBARE WERKEN - UTRECHT

AFDELING BODEMTECHNIEK

SCHAAL: 1: 500

SITUATIE BORINGEN

OPDRACHT: 16.15.31-1

GET:

WONING

CODE No.: 533.00.00

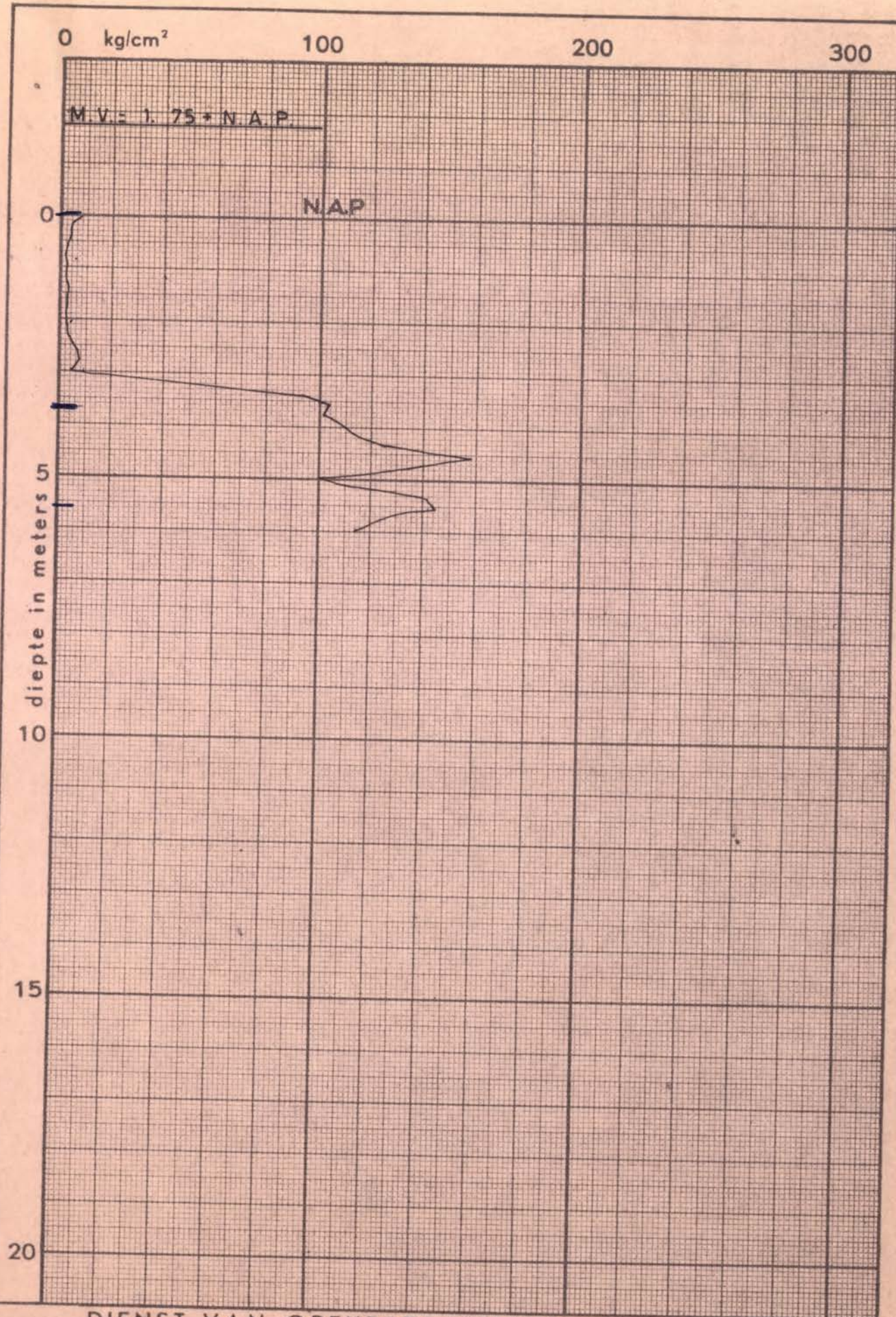
GEC:

LAAN VAN NIEUW GUINEA

DATUM: 29 - 10 - '65

| | | |
|----------------------------|-----|---------------|
| B. en W. d. 29 MAART 1966 | | |
| Pag. nr. P 18357 | | |
| Klasse nr. - 1.270.511 | | |
| zoeken op: | dd. | permet |
| Mr. H.A. H.V.B. | | |
| BEN O | | |
| | | |
| WARRAN | | |
| | | |
| Opnemen Archief | dd. | permet: 10/78 |

3
1
0
7



DIENT VAN OPENBARE WERKEN

UTRECHT

AFDELING BODEMONDERZOEK

SCHAAL:

SONDERING 4

OPDR. 16. 15. 31 - 3

GET. *[Handwritten signature]*

WONING

CODE N°.533. 00. 00

GEC. *[Handwritten signature]*

LAAN VAN NIEUW GUINEA

DATUM: 22 - 3 - '66

0 kg/cm²

100

200

300

M.V. = 1.75 + N.A.P.

N.A.P.

0

5

diepte in meters

10

15

20

DIENST VAN OPENBARE WERKEN

UTRECHT

AFDELING BODEMONDERZOEK

SCHAAL:

SONDERING 5

OPDR. 16. 15. 31 - 4

GET.

WONING

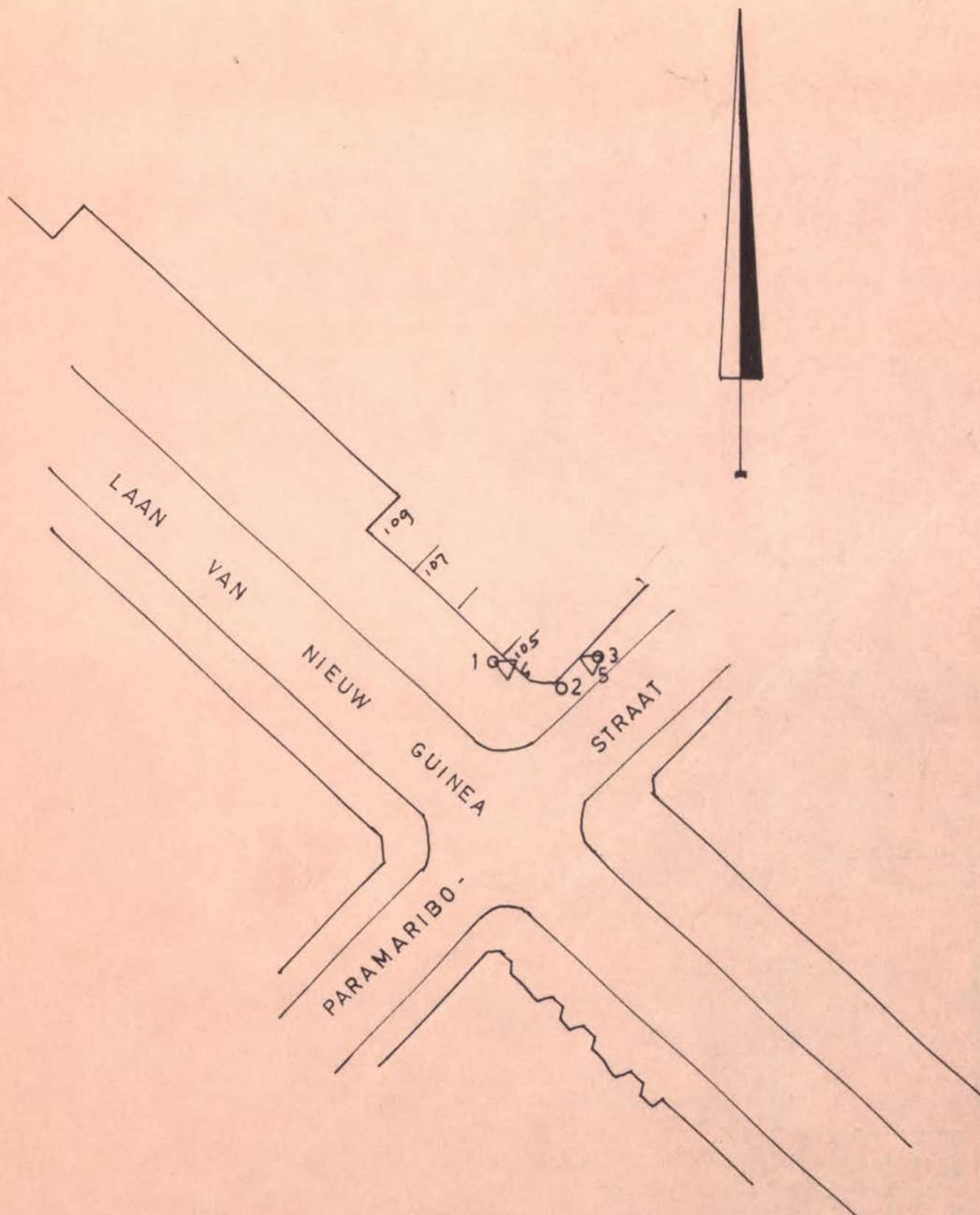
CODE No. 533.00.00

GEC.

LAAN VAN NIEUW GUINEA

DATUM: 22 - 3 - '66

4073



D I E N S T V A N O P E N B A R E W E R K E N - U T R E C H T

A F D E L I N G B O D E M T E C H N I E K

SCHAAL: 1: 500

SITUATIE BORINGEN

OPDRACHT: 16.15.31.1

GET:

WONING

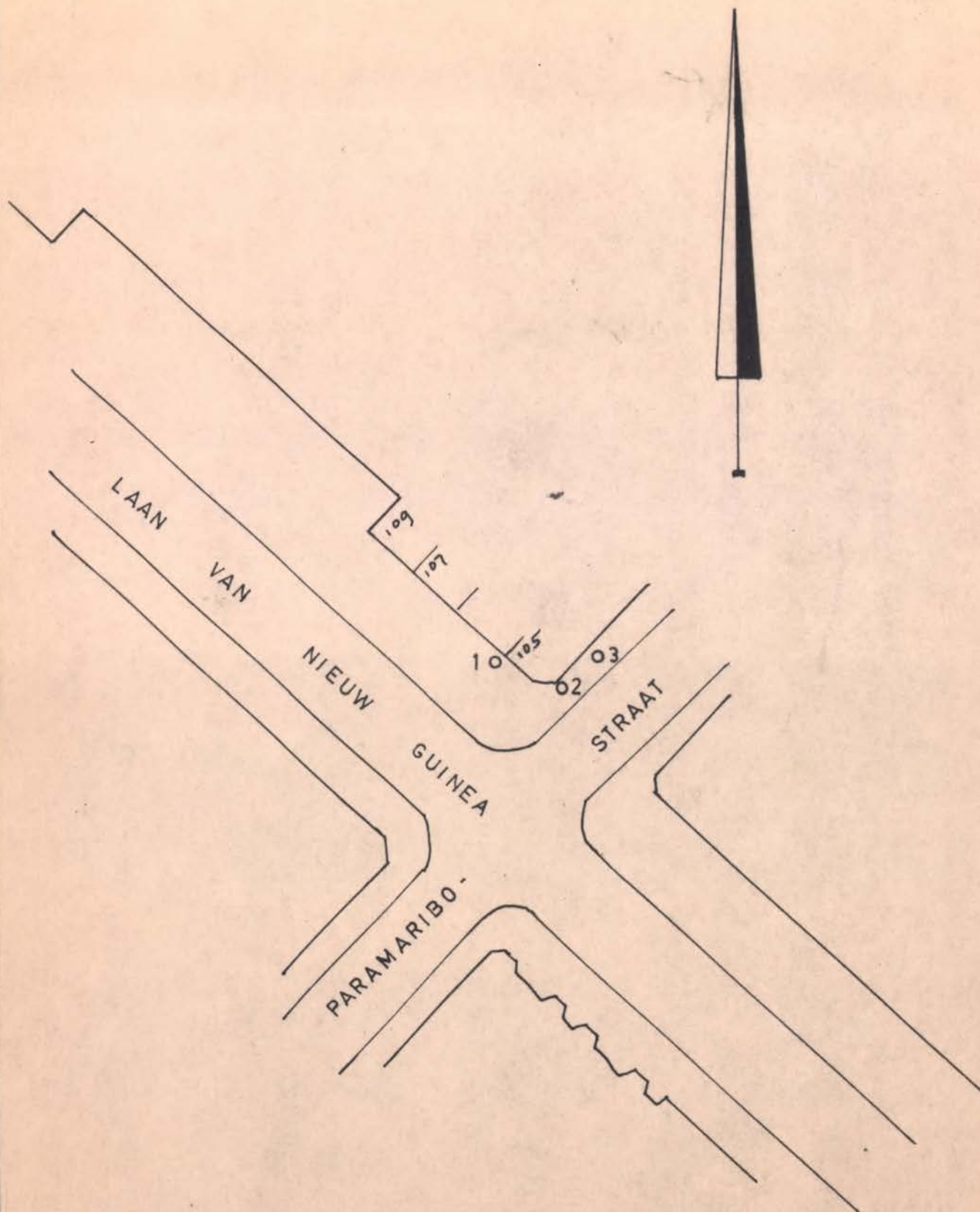
CODE No.: 533.00.00

GEC:

LAAN VAN NIEUW GUINEA

DATUM: 29 - 10 - '65

| | | |
|--------------------------------|------|-------|
| A. en W. dest. d 29 MAART 1906 | | |
| Reg. nr. P 18558 | | |
| Klasse nr. - 778.511 | | |
| Zaak als volgt opgedaan: | | |
| reden van: | d.d. | aan: |
| Mr. S. H. A. Dijk | | |
| B E N O | | |
| | | |
| MR. KRAAN | | |
| | | |
| Opnemen Archief | d.d. | wo 78 |



DIENST VAN OPENBARE WERKEN - UTRECHT

AFDELING BODEMTECHNIEK

SCHAAL: 1: 500

SITUATIE BORINGEN

OPDRACHT: 16.15.31.1

GET:

WONING

CODE No.: 533.00.00

GEC:

LAAN VAN NIEUW GUINEA

DATUM: 29 - 10 - '65

Das 40203.

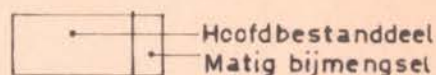
SCHEMA



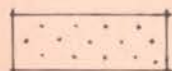
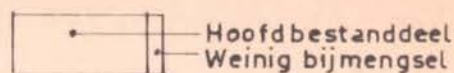
ZAND. fijn.
0,016-0,083 mm $U > 120$



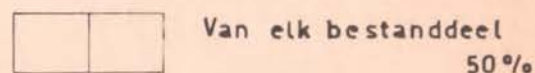
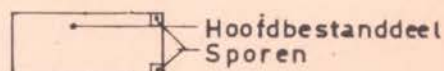
" matig fijn.
0,083-0,200 mm $U 120-50$



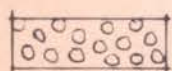
" matig grof
0,200-0,500 mm $U 50-20$



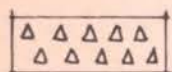
" grof
0,500-2,000 mm $U 20-5$



GRIND. fijn.



" grof.



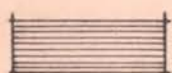
STENEN of PUIN. groter dan 6,4 cm.



TEELARDE of HUMUS.



SLIB.



VEEN.



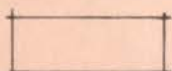
KLEI slap.



" vast.



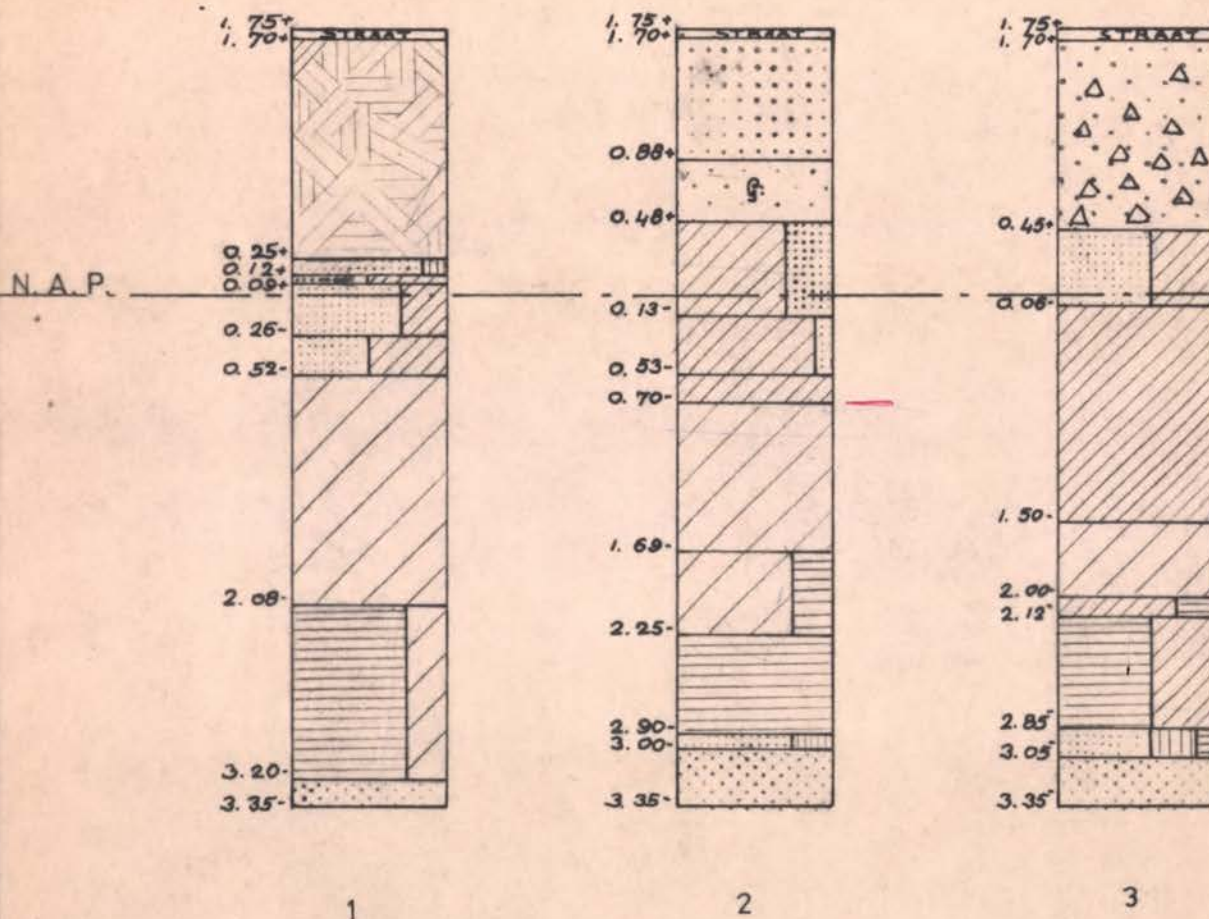
LEEM.



KLEUREN

Bruin = Br.
Blauw = Bl.
Grijs = Gr.
Geel = G.
Licht = L.
Donker = D.

| | | |
|--------------------------------|------------------------------|----------------------|
| DIENST OPENBARE WERKEN UTRECHT | | |
| AFDELING BODEMONDERZOEK | | |
| schaal: | AANDUIDING GRONDMONSTERS. | opdr: |
| get. <i>As</i> . | | code no. |
| gec. | | datum: 22 april 1958 |



DIENST VAN OPENBARE WERKEN - UTRECHT

AFDELING BODEMTECHNIEK

SCHAAL:

BORINGEN 1, 2 en 3

OPDRACHT: 16. 15. 31 - 2

GET:

WONING

CODE No.: 533. 00. 00

GEC:

LAAN VAN NIEUW GUINEA

DATUM: 5 - 11 - '65

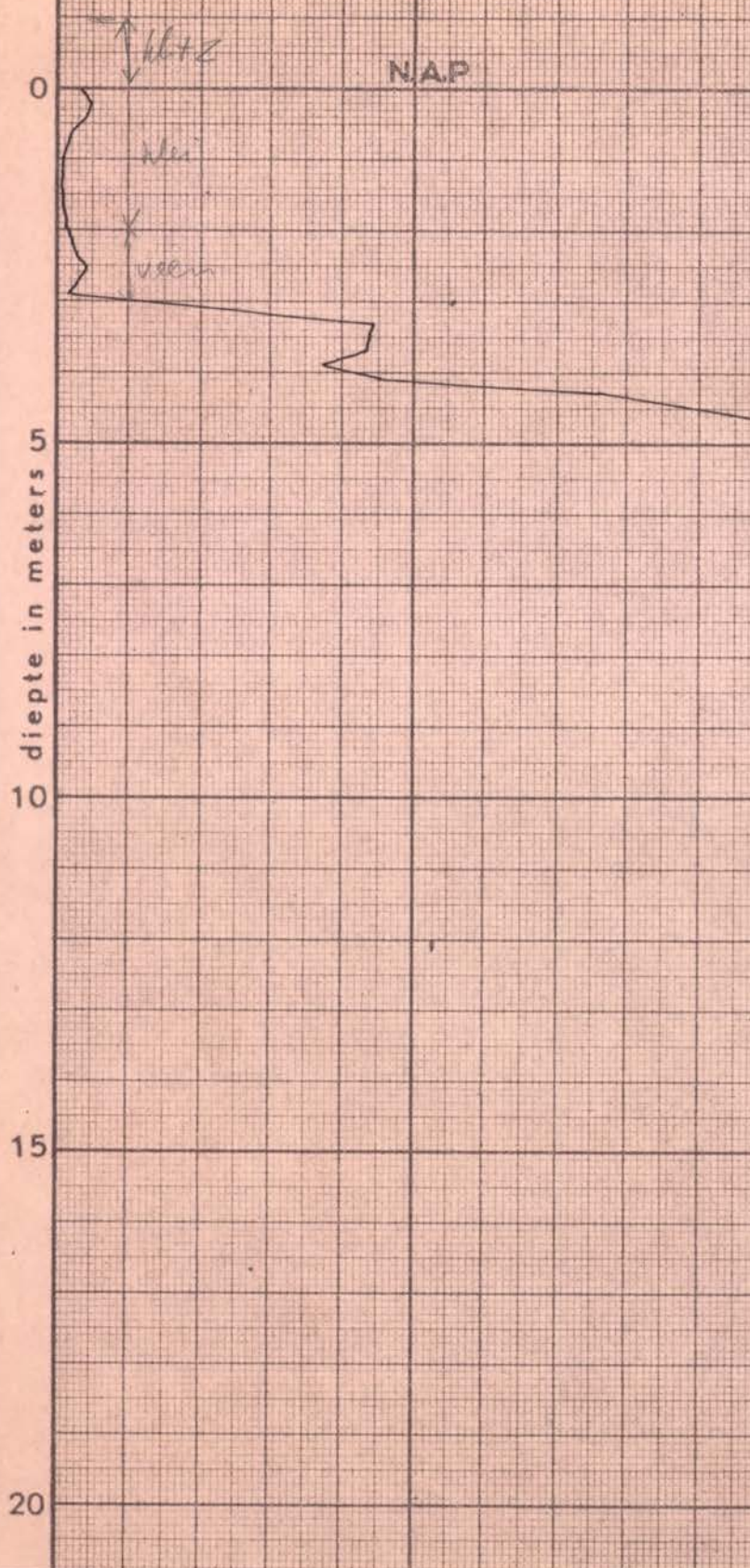
0 kg/cm²

100

200

300

M.V. = 1.75 * N.A.P.



DIENST VAN OPENBARE WERKEN

UTRECHT

AFDELING BODEMONDERZOEK

SCHAAL:

SONDERING 5

OPDR. 16. 15. 31 - 4

GET.

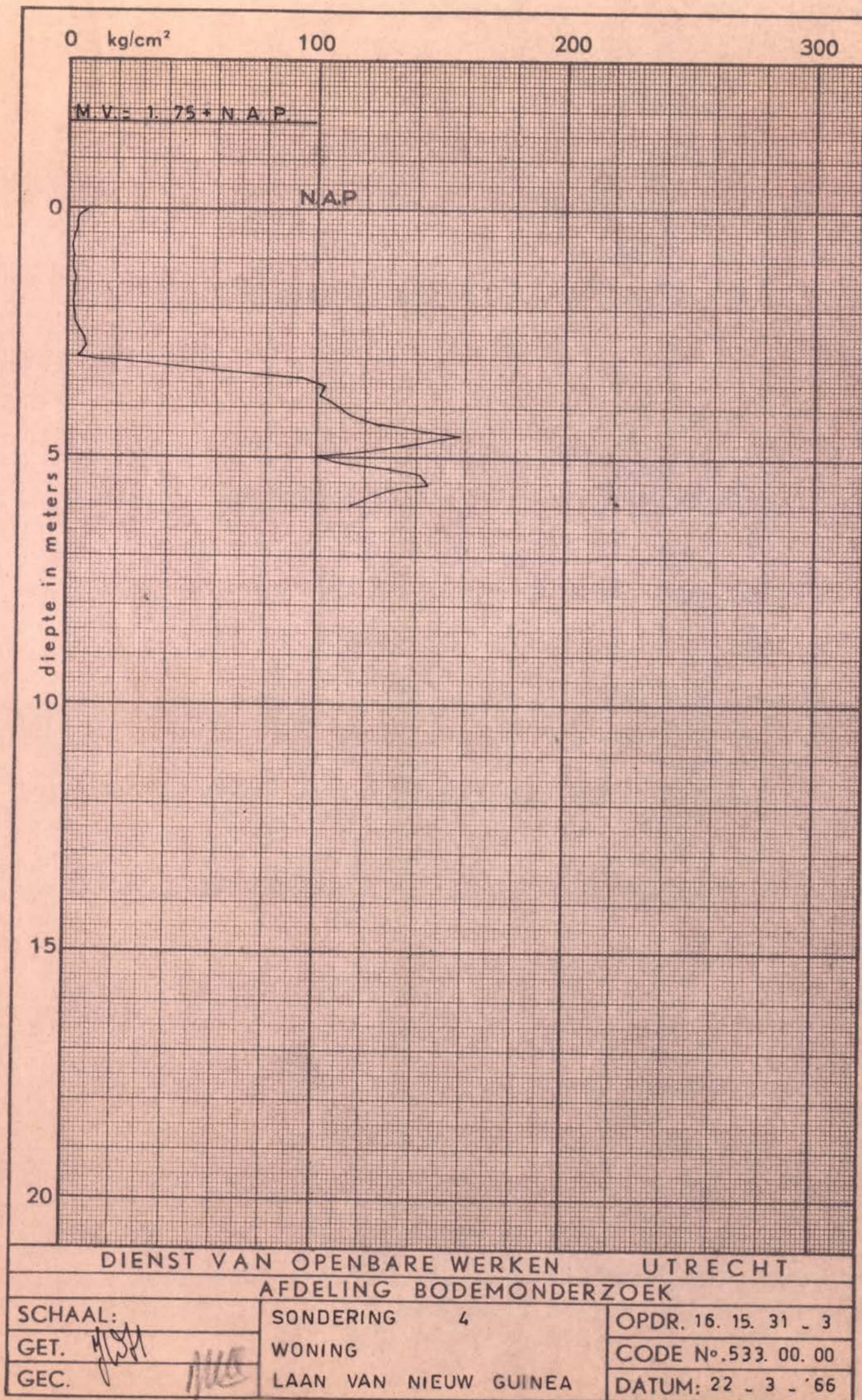
WONING

CODE N°. 533. 00. 00

GEC.

LAAN VAN NIEUW GUINEA

DATUM: 22 - 3 - '66



MERWEDEKANAAL.

MAKASSAR

STRAAT

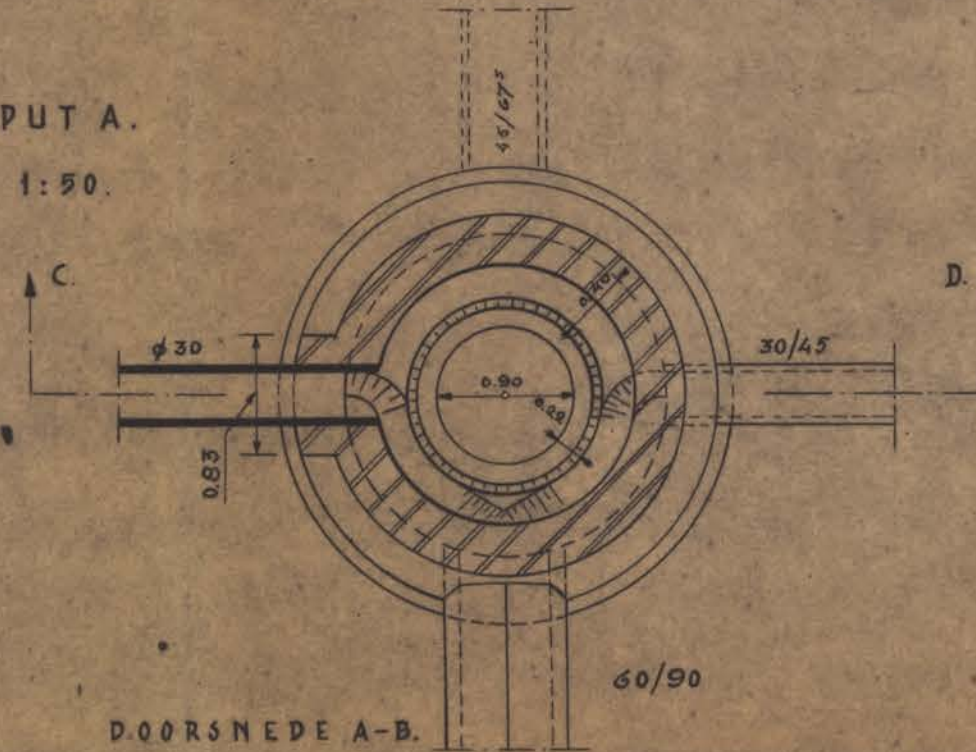
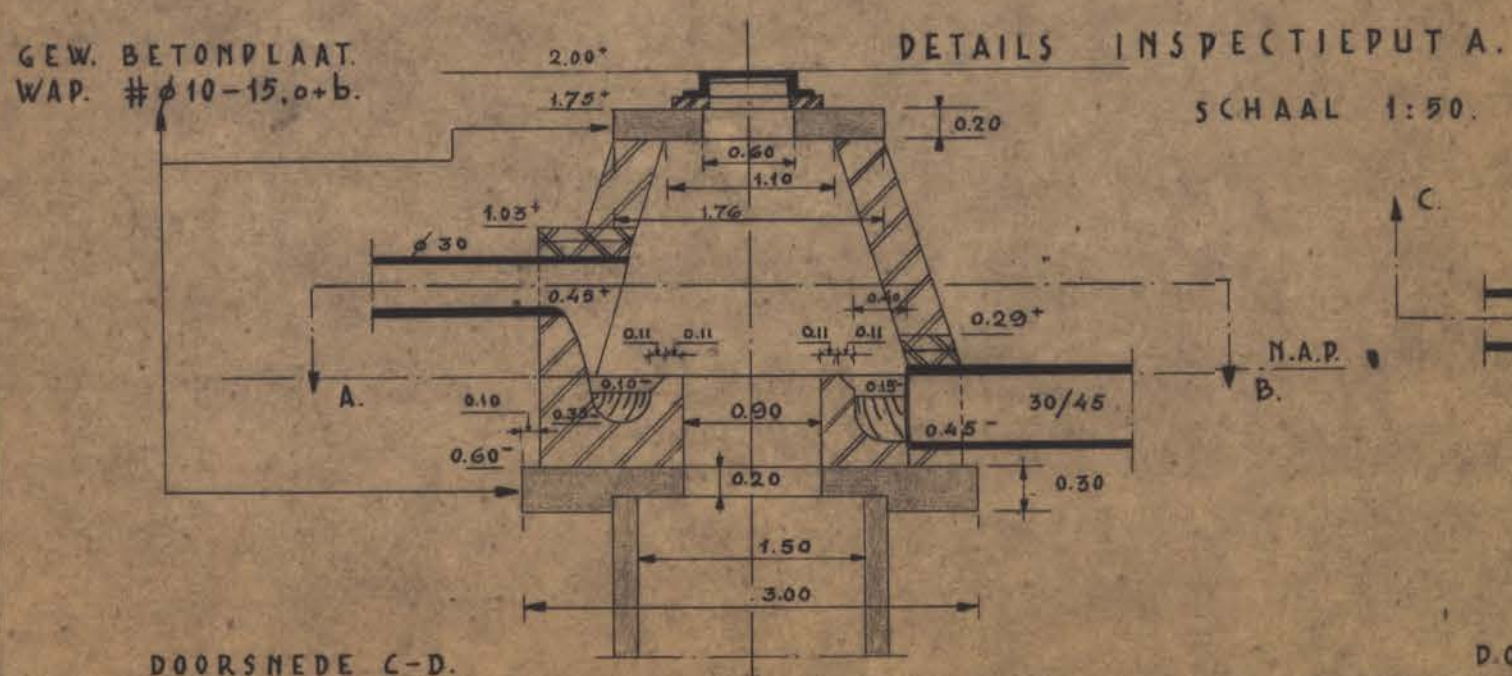
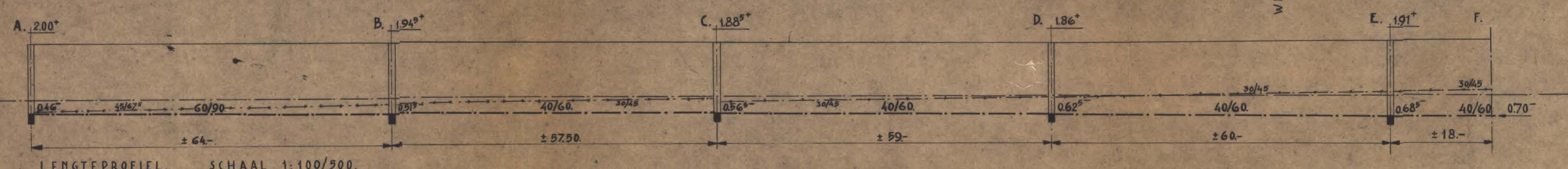
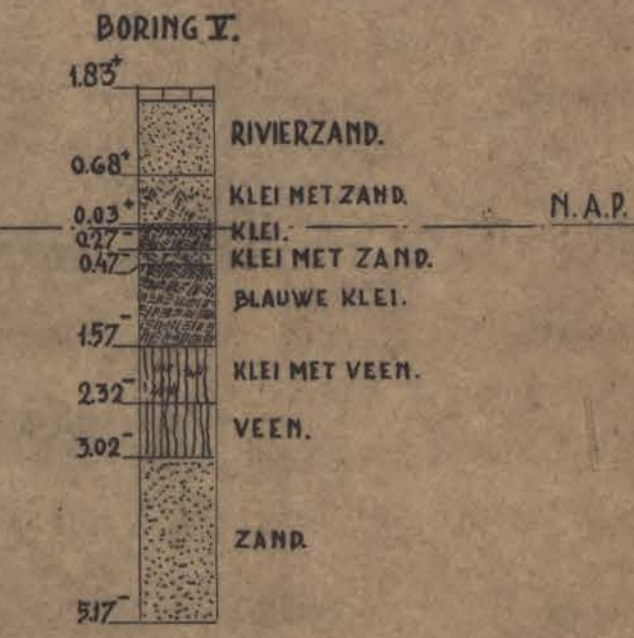
SURINAME

PARAMARIBO

VAN NIEUW GUINEA

WELTEVREDENSTR.

SPINOZAWEG



VERKLARING.

- BESTAADE RIOLERING.
- OP TE BREKEN RIOLERING.
- NIEUW TE MAKEN RIOLERING.
- BESTAADE WATERLEIDING 300 MM.
- " " 150 "
- " " 100 "
- " GASLEIDING 150 "
- KABELS.
- 50.000 VOLT KABEL.
- AFRASTERING.
- GRONDBORING.
- BRANDKRAAN.
- LANTAARN.

| GEMEENTEWERKEN-UTRECHT. | | TEK.NR 5735. |
|---|--|-----------------------------|
| HET MAKEN VAN EEN CENTRAAL RIOOL IN DE LAAN VAN NIEUW GUINEA. | | DIENT 1952 BESTEK NR 21. |
| SITUATIE, LENGTEPROFIEL, GRONDBORINGEN EN DETAILS VAN INSPECTIEPUT A. | | GEZIEN. |
| SCHAAL 1:500, 1:100/500, 1:50. | | |