Bezoekadres
Weesperstraat 430
1018 DN Amsterdam

Postbus 12693
1100 AR Amsterdam
Telefoon 020 251 1111
Fax 020 251 1199
www.lba.amsterdam.nl



Gemeente Amsterdam
Ingenieursbure
Land en Water

bylage D

# Bruggen 34, 37 en 75 in de Utrechtsestraat

## Funderingsadvies

**Auteur**
[redacted]

**Opdrachtgever**
dienst Infrastructuur Verkeer en Vervoer
T.a.v. [redacted]

**Projectnummer**
25045300

| Documentnummer: 20144 | | | |
|---|---|---|---|
| autorisatie | naam | paraaf | datum |
| opstelling | [redacted] | [redacted] | 23-10-2007 |
| controle | | | 23-10-2007 |
| vrijgave | | | 23-10-2007 |

# Inhoudsopgave

## Bruggen 34, 37 en 75 in de Utrechtsestraat


| | | |
|---|---|---|
| **1** | **Inleiding** | **1** |
| **2** | **Uitgangspunten** | **1** |
| **3** | **Geotechnische informatie** | **1** |
| 3.1. | Grondonderzoek | 1 |
| 3.2. | Grondgesteldheid en grondwaterstanden | 2 |
| **4** | **Grondparameters** | **3** |
| 4.1. | Algemeen | 3 |
| 4.2. | Horizontale beddingsconstanten paalfundering | 3 |
| **5** | **Paalfunderingsadvies** | **6** |
| 5.1. | Algemeen | 6 |
| 5.2. | Berekeningsprincipe op druk belaste palen | 6 |
| 5.3. | Uitgangspunten | 7 |
| 5.4. | Resultaten paaldraagvermogen | 7 |
| **6** | **Uitvoeringsaspecten** | **10** |
| **7** | **Bijlagen** | **11** |

# 1 Inleiding

De bruggen 34, 37 en 75, gelegen in de Utrechtsestraat, zijn gesitueerd over respectievelijk de Herengracht, de Keizersgracht en de Prinsengracht. De bovenbouw van deze bruggen is omstreeks 1903 gebouwd en heeft een theoretische levensduur van circa 100 jaar.
Naar werd mede gedeeld door de dienst Infrastructuur Verkeer en Vervoer (dIVV) staan deze drie bruggen op de vernieuwingslijst, waarbij de levensduur van de bruggen met circa 25 jaar verlengd dient te worden. Voor de betrokken drie bruggen geldt dat, naast de vernieuwing van het brugdek en de onderbouw, tevens de fundering vervangen dient te worden.

Binnen het kader van bovengenoemde vernieuwing heeft dIVV het Ingenieursbureau Amsterdam (IBA) verzocht om een geotechnisch onderzoek te verrichten voor deze bruggen. Het in deze notitie vermelde funderingsadvies is van toepassing voor alle drie betrokken bruggen, waarvan de fundering zal worden vernieuwd.
In deze notitie komen onder meer de volgende (advies)aspecten aan de orde.

- De gehanteerde uitgangspunten (hoofdstuk 2).
- Het verrichte geotechnisch onderzoek, alsmede een globale beschrijving van de bodemopbouw (hoofdstuk 3).
- Een grondparameterset ten behoeve van de te verrichten paalberekeningen (hoofdstuk 4).
- Het verstrekken van een paalfunderingsadvies voor de op druk belaste palen (hoofdstuk 5).
- Het verstrekken van relevante informatie met betrekking tot de uitvoering (hoofdstuk 6).

# 2 Uitgangspunten

Voor het onderhavige project zijn door Ingenieursbureau Amsterdam de volgende uitgangspunten gehanteerd.

- De locatie van de bruggen 34, 37 en 75 in de Utrechtsestraat, alsmede van de 9 uitgevoerde sonderingen (1, 4 t/m 9, 11 en 12) is weergegeven in bijlage 1.
- Voor de te vervangen paalfundering van de drie bruggen wordt de toepassing van stalen buispalen, voorzien van een stalen voetplaat, overwogen. Hierbij komen de volgende paalafmetingen in aanmerking.
  - diameter paalschacht / voetplaat: 0,356 m / 0,370 m;
  - diameter paalschacht / voetplaat: 0,406 m / 0,420 m.
- De palen zullen, doormiddel van voorboren, door de bestaande funderingsconstructie worden aangebracht.
- De aanlegdiepte van de bruggen 34 en 37 is ontworpen op NAP + 0,43 m en voor brug 75 op NAP + 1,3 m.
- De rekenwaarde van de paalkopbelasting (Fs;max;d / UGT) bedraagt 890 kN.

# 3 Geotechnische informatie

## 3.1. Grondonderzoek

Voor het onderhavige project zijn door derden (MOS) totaal 9 sonderingen verricht.

- Brug 34: sonderingen 1 en 4
- Brug 37: sonderingen 5 t/m 8
- Brug 75: sonderingen 9, 11 en 12

Tengevolge van een slechte toegankelijkheid konden ter plaatse van brug 34 de twee geplande sonderingen 2 en 3 niet worden uitgevoerd, terwijl ter plaatse van brug 75 de geplande sondering 10 niet kon worden verricht.
Ter plaatse van alle sonderingen is, gelet op de mogelijke aanwezigheid van kabels en leidingen, tot een diepte van circa 1,5 m onder maaiveld voorgeboord.
Deze conform NEN 5140 en 6740 verrichte sonderingen zijn inclusief het meten van de plaatselijke wrijving, alsmede het bepalen van het wrijvingsgetal. De locaties van de sondeerpunten zijn weergegeven in bijlage 1, terwijl de grafieken van deze sonderingen in bijlage 2 zijn opgenomen.

## 3.2. Grondgesteldheid en grondwaterstanden

Op basis van de onder paragraaf 3.1 vermelde sonderingen, alsmede op basis van overige beschikbare archiefgegevens van boringen, kan voor de grondgesteldheid ter plaatse van de bruggen 34, 37 en 75 onder meer het volgende beeld worden geschetst.
Tot een gemiddelde diepte van circa NAP -0,5 m wordt ophoogzand, veelvuldig vermengd met puinlaagjes aangetroffen. Onder het ophoogzand worden tot een diepte van respectievelijk circa NAP -2,4 m à -4,0 m (brug 34), circa NAP -3,2 m (brug 37) en circa NAP -4,3 m (brug 75) met puin en zand vermengde klei- en veenlaagjes aangetroffen. Onder bovengenoemde antropogene ophooglagen komen de gebruikelijke lagen van het Holocene grondpakket voor, achtereenvolgens bestaande uit een veenlaag tot circa NAP -5,2 m à -5,5 m, een matig slappe kleilaag tot circa NAP -6,8 m à -7,0 m, kleihoudende zandlaag tot circa NAP -9,5 m à -10,0 m, een licht veenhoudende kleilaag tot circa NAP -11,5 m à -12,1 m, alsmede het laagje basisveen tot circa NAP -11,8 m à -12,4 m. Onder dit Holocene grondlagenpakket bevindt zich vervolgens van circa NAP -11,8 m à -12,4 m tot circa NAP -14,0 m à -15,0 m, de eerste zandlaag (behorend tot het Pleistoceen), waarin de gemeten conusweerstanden variëren van circa 6 tot 30 MPa (bruggen 34 en 37) en van circa 15 tot 30 MPa (brug 75).
Tussen de eerste en de tweede zandlaag komen ter plaatse van de bruggen 34 en 37 tot een gemiddelde diepte van circa NAP -17,0 m à -18,0 m, voornamelijk (weinig) zandhoudende kleilagen voor. Ter plaatse van brug 75 komen tussen de eerste en tweede zandlaag afwisselend (weinig) zandhoudende kleilagen en/of (weinig) kleihoudende zandlagen voor. Ter plaatse van deze brug wordt met name tussen circa NAP -15,7 m à -17,2 m een vaste zandlaag (met conusweerstanden tot 30 MPa) aangetroffen. De aanzet van de tweede zandlaag wordt op een gemiddeld niveau van circa NAP -17,0 m à -18,0 m, aangetroffen. Ter plaatse van brug 34 nemen de gemeten conusweerstanden vrij snel met de diepte toe tot meer dan 20 à 30 MPa. Echter tussen circa NAP -19,0 m à -21,0 m komen (plaatselijke) verstoringen voor, waarbij de gemeten conusweerstanden sterk teruglopen tot circa 5 à 8 MPa.
Ter plaatse van brug 37 variëren de gemeten conusweerstanden in deze zandlaag tot een diepte van circa NAP -20,0 m tussen circa 8 MPa en 19 MPa, waarna deze waarden vrij snel toenemen tot circa 20 MPa (of hoger). Ter plaatse van brug 75 nemen de gemeten conusweerstanden in de tweede zandlaag vrij snel met de diepte toe tot meer dan 30 MPa.

Voor de stand van het freatisch water kan het peil van de Stadsboezem (= NAP -0,4 m) worden aangehouden.
Voor de stijghoogte van het spanningswater in het eerste watervoerend pakket kan, op basis van archiefgegevens, worden uitgegaan van een niveau van circa NAP -1,8 m à NAP -2,0 m.

# 4 Grondparameters

## 4.1. Algemeen

Voor de schematisering van de grondgesteldheid is voor brug 34 onderscheid gemaakt in sondering 1 (maatgevend gesteld voor de noordzijde van de brug) en in sondering 4 (maatgevend gesteld voor de zuidzijde van de brug). Voor de bruggen 37 en 75 is, gelet op de onderlinge overeenkomst van de diverse grondlagen ter plaatse van de beschikbare sonderingen, onderscheid gemaakt in de sonderingen 5 t/m 8 ter plaatse van brug 37 en in de sonderingen 9, 11 en 12 ter plaatse van brug 75. Voor de te verrichten paalberekeningen zijn onder paragraaf 4.2 de horizontale beddingsconstanten vermeld.

## 4.2. Horizontale beddingsconstanten paalfundering

In de tabellen 4.1 en 4.2 zijn voor de geschematiseerde (en gemiddelde) grondlagen, de horizontale beddingsconstanten ($K_h$ -waarde) vermeld die kunnen worden aangehouden ten behoeve van de te verrichten paalberekeningen. Hierbij is voor de bepaling van de horizontale beddingsconstanten voor palen uitgegaan van de volgende uitgangspunten.

- zand: $$k_h = \frac{3.q_c}{D}$$
- cohesieve grond: $$k_h = \frac{67.f_{undr}}{D}$$

- Voor de stalen buispalen is uitgegaan van een schachtdiameter van 0,406 m.

**Tabel 4.1A: Brug 34 / Representatieve waarden horizontale beddingsconstante**

| Grondsoort | Diepte t.o.v. NAP [ m ] | $K_h$ –waarde [1) 2) 3)] [ kN/m$^3$ ] |
|---|---|---|
| **Brug 34 over de Herengracht (noordzijde) / sondering 1** | | |
| Ophoogzand (met puin) | m.v. tot -0,5 | 12.000 |
| Klei, zandhoudend met veenlaagjes (+ puin) | -0,5 tot -4,0 | 6.500 |
| Veen | -4,0 tot -5,4 | 3.000 |
| Klei met veensporen | -5,4 tot -6,8 | 8.000 |
| Wadzandafzettingen | -6,8 tot -9,7 | 12.000 |
| Hydrobiaklei | -9,7 tot -11,6 | 8.500 |
| Basisveen | -11,6 tot -12,0 | 3.500 |
| 1$^e$ zandlaag | -12,0 tot -15,5 | 100.000 |
| Klei, zandhoudend | -15,5 tot -16,0 | 10.000 |
| Zand, kleihoudend | -16,0 tot -16,8 | 15.000 |
| Klei, zandhoudend | -16,8 tot -18,1 | 10.000 |
| 2$^e$ zandlaag | -18,1 tot -20,1 | 130.000 |
| Zand, licht kleihoudend | -20,1 tot -20,7 | 30.000 |
| 2$^e$ zandlaag | vanaf NAP-20,7 m | 150.000 |

**Tabel 4.1B: Brug 34 / Representatieve waarden horizontale beddingsconstante**

| Grondsoort | Diepte t.o.v. NAP [ m ] | $K_h$ -waarde [1) 2) 3)] [ kN/m$^3$ ] |
|---|---|---|
| **Brug 34 over de Herengracht (zuidzijde) / sondering 4** | | |
| Ophoogzand (met puin) | m.v. tot -0,8 | 12.000 |
| Klei, zandhoudend met veenlaagjes (+ puin) | -0,8 tot -2,4 | 6.500 |
| Veen | -2,4 tot -5,2 | 3.000 |
| Klei met veensporen | -5,2 tot -6,8 | 8.000 |
| Wadzandafzettingen | -6,8 tot -9,5 | 12.000 |
| Hydrobiaklei | -9,5 tot -12,0 | 8.500 |
| Basisveen | -12,0 tot -12,2 | 3.500 |
| 1$^e$ zandlaag | -12,2 tot -14,0 | 80.000 |
| Klei, zandhoudend | -14,0 tot -17,0 | 10.000 |
| 2$^e$ zandlaag | -17,0 tot -19,2 | 130.000 |
| Klei, zandhoudend | -19,2 tot -19,4 | 10.000 |
| 2$^e$ zandlaag | vanaf NAP-19,4 m | 150.000 |

**Tabel 4.2: Bruggen 37 en 75 / Representatieve waarden horizontale beddingsconstante**

| Grondsoort | Diepte t.o.v. NAP [ m ] | $K_h$ -waarde [1) 2) 3)] [ kN/m$^3$ ] |
|---|---|---|
| **Brug 37 over de Keizersgracht / sonderingen 5 t/m 8** | | |
| Ophoogzand (met puin) | m.v. tot -0,3 | 12.000 |
| Klei, weinig zandhoudend met veenlaagjes (+ puin) | -0,3 tot -1,7 | 4.000 |
| Klei, zandhoudend met veenlaagjes (+ puin) | -1,7 tot -3,2 | 6.500 |
| Veen | -3,2 tot -5,5 | 3.000 |
| Klei met veensporen | -5,5 tot -6,8 | 8.000 |
| Wadzandafzettingen | -6,8 tot -10,0 | 15.000 |
| Hydrobiaklei | -10,0 tot -12,1 | 8.500 |
| Basisveen | -12,1 tot -12,4 | 3.500 |
| 1$^e$ zandlaag | -12,4 tot -15,1 | 80.000 |
| Klei, zandhoudend | -15,1 tot -17,7 | 10.000 |
| 2$^e$ zandlaag | vanaf NAP-17,7 m | 100.000 |
| **Brug 75 over de Prinsengracht / sonderingen 9, 11 en 12** | | |
| Ophoogzand (met puin) | m.v. tot -0,5 | 12.000 |
| Klei, weinig zandhoudend met veenlaagjes (+ puin) | -0,5 tot -1,7 | 4.000 |
| Klei, zandhoudend met veenlaagjes (+ puin) | -1,7 tot -4,3 | 6.500 |
| Veen | -4,3 tot -5,5 | 3.000 |
| Klei met veensporen | -5,5 tot -7,0 | 8.000 |
| Wadzandafzettingen | -7,0 tot -9,5 | 12.000 |
| Hydrobiaklei | -9,5 tot -11,5 | 8.500 |
| Basisveen | -11,5 tot -11,8 | 3.500 |
| 1$^e$ zandlaag | -11,8 tot -15,0 | 110.000 |
| Klei, zandhoudend | -15,0 tot -15,7 | 10.000 |
| Zand | -15,7 tot -17,2 | 90.000 |
| Zand, kleihoudend | -17,2 tot -17,8 | 12.000 |
| 2$^e$ zandlaag | vanaf NAP-17,8 m | 150.000 |

1) De schelpwerking is al verdisconteerd in de waarde voor de horizontale beddingsconstante. In PAAL_F moet de oplegbreedte daarom gelijk worden gehouden aan de equivalente paaldiameter (D).

2) De vermelde waarden voor de horizontale beddingsconstante gelden voor stalen buispalen ,met een diameter van 0,406 m. Voor stalen buispalen met een schachtdiameter van 0,356 m dienen deze waarden met een factor 1,14 te worden verhoogd.

3) Voorgesteld wordt om de representatieve waarden voor de horizontale beddingsconstante voor palen te reduceren met partiële factoren volgens CUR-166 voor damwanden ($\gamma_k$ = 1,3).

Met betrekking tot de in de bovenstaande tabellen vermelde representatieve waarden voor de horizontale beddingsconstante wordt opgemerkt dat hierbij nog geen rekening is gehouden met het zogenaamde groepseffect.
De interactie via de grond, de zogenaamde paal-grond-paal interactie, is een belangrijk aspect bij paalgroepen. Door de vervorming van de achterste palenrij zal in de grond achter deze rij een spanningsverhoging ontstaan. Afhankelijk van het palenplan zal deze spanningsverhoging in meer of mindere mate effect hebben op de tweede palenrij. De palen in de tweede rij ondervinden dus een additionele belasting. In het algemeen geldt dat de opnamecapaciteit van een horizontale belasting van een paalgroep hierdoor wordt gereduceerd.
Hieronder worden een tweetal methoden genoemd voor de bepaling van de reductiefactor tengevolge van het groepseffect.

Reductiefactor volgens Prakash
Bij een h.o.h. afstand van 8D parallel aan de belasting (a) en een h.o.h. afstand van 2,5 D daar loodrecht op (b) beïnvloeden de palen elkaar niet. Als a < 3D dan moet voor de reductiefactor F een waarde van 0,25 worden aangehouden. Voor andere tussenafstanden kan F worden bepaald door interpolatie tussen 3D en 8D. Deze bevindingen zijn gebaseerd op modelproeven in zand.

Reductiefactor volgens Jampell
Jampell heeft relaties afgeleid tussen de horizontale beddingsconstante en de elasticiteitsmodulus voor een enkele paal en een paalgroep. Op basis van deze relaties zijn, geldend voor normale paalafstanden (circa 3D), de volgende reductiefactoren (F) afgeleid.
a. 2 palen : F = 0,50
b. 3 à 4 palen: F = 0,33
c. 5 of meer palen: F = 0,25

# 5 Paalfunderingsadvies

## 5.1. Algemeen

Voor de nieuwe paalfundering van de bruggen 34, 37 en 75 wordt uitgegaan van de toepassing van stalen buispalen voorzien van een stalen voetplaat. Deze funderingspalen dienen door de bestaande fundering van de brug (doormiddel van voorboren door het metselwerk) te worden aangebracht. Onder paragraaf 5.2 is het berekeningsprincipe van de op druk belaste palen vermeld. Onder paragraaf 5.3 zijn de uitgangspunten vermeld, terwijl onder paragraaf 5.4 de berekeningsresultaten zijn vermeld.

## 5.2. Berekeningsprincipe op druk belaste palen

Voor de berekening van de op druk belaste funderingspalen zijn de volgende normen van toepassing:

- NEN 6740, Geotechniek, Basiseisen en Belastingen (september 1993);
- NEN 6743, Geotechniek, Berekeningsmethode voor funderingen op palen; drukpalen (september 1993).

Hierbij wordt voor de uiterste grenstoestand 1 uitgegaan van een materiaalfactor $\gamma_{m;b} = 1{,}25$, terwijl voor grenstoestand 2 rekening is gehouden met een materiaalfactor $\gamma_{m;b} = 1{,}00$.

Bij de bepaling van de OCR-waarde is gesteld dat ter plaatse geen sprake is geweest van een voorbelasting. Derhalve is gerekend met een OCR-waarde van 1,00.

In deze notitie staat de maximale draagkracht aangegeven met $F_{r;net;d}$, zijnde de maximale netto draagkracht per paal die als volgt is gedefinieerd:

$$F_{r;net;d} = F_{r;max;d} - F_{s;nk;d} \quad (\geq F_{s;max;d})$$

Hierin is:

$F_{r;max;d}$ = de rekenwaarde voor de maximale draagkracht van de paal, welke wordt bepaald door de geotechnisch adviseur;

$F_{s;nk;d}$ = de rekenwaarde voor de (eventueel) optredende negatieve kleef, welke wordt bepaald door de geotechnisch adviseur;

$F_{r;net;d}$ = de rekenwaarde van de maximale netto draagkracht waarin de negatieve kleef is verdisconteerd, welke eveneens wordt bepaald door de geotechnisch adviseur;

$F_{s;max;d}$ = de rekenwaarde voor de maximaal optredende paalbelasting (voor de uiterste grenstoestand 1, vervolgens grenstoestand UGT genoemd), welke wordt bepaald door de constructeur.

Wanneer de maximale paalbelasting $F_{s;max;d}$ (geldend voor grenstoestand UGT) kleiner is dan de aangegeven rekenwaarde van de netto paaldraagkracht $F_{r;net;d}$, wordt aan de NEN-normen voldaan.

De eis is: $F_{s;max;d} \leq F_{r;net;d}$

## 5.3. Uitgangspunten

Voor de berekening van de op druk belaste funderingspalen gelden de volgende uitgangspunten.
De berekeningen betreffende het verticaal draagvermogen zijn verricht met inachtneming van het onder paragraaf 5.2 vermelde berekeningsprincipe.

- Voor elke sondering afzonderlijk is een geschematiseerd grondprofiel samengesteld. Hierbij voor de toekenning van de representatieve waarden van de grondeigenschappen uitgegaan van de in de tabellen 4.1 en 4.2 vermelde schematisering van de grondlagen. In de betrokken profielen is voor de stand van het freatisch water NAP -0,40 m aangehouden.
- Voor de paalfundering onder de drie bruggen is uitgegaan van de toepassing van stalen buispalen. Hierbij komen de volgende paalafmetingen in aanmerking.
  - diameter paalschacht / voetplaat: 0,356 m / 0,370 m;
  - diameter paalschacht / voetplaat: 0,406 m / 0,420 m.

  De rekenwaarde van de optredende paalbelasting $F_{s;max;d}$ bedraagt 890 kN.
  Voor dit paaltype zijn de volgende factoren aangehouden:
  - paalklassefactor: $\alpha_p$ = 1,0
  - paalschachtwrijvingsfactor: $\alpha_s$ = 0,010
  - paalvoetvormfactor: $\beta$ = 0,9
  - factor dwarsdoorsnede paalvoet: s = 1,0
  - partiële materiaalfactor: $\gamma_{m;b}$ = 1,25 (UGT)
  - onzekerheidscoëfficiënt: $\xi$ = 0,78 / 0,80 / 0,79 (bruggen 34 / 37 / 75)
- Voor de beide bruggen hoeft, gelet op de historische voorgeschiedenis, alsmede gelet op de instandhouding van de bestaande (houten) funderingsvloeren, geen rekening te worden gehouden met het optreden van negatieve kleef ($z \leq 0,02$ m). Voor de rekenwaarde van de negatieve kleefbelasting ($F_{s;nk;d}$) kan derhalve een waarde van 0 worden aangehouden.
- Voor de bruggen 34 en 37 wordt uitgegaan van de toepassing van een paalfundering in de tweede zandlaag (beneden circa NAP -18,5 m). De (eventuele) toepassing van een paalfundering in de eerste zandlaag wordt, gelet op de relatief geringe draagkracht van deze zandlaag in combinatie met de gewenste rekenwaarde van de paalkopbelasting ($F_{s;max;d}$ = 890 kN), niet haalbaar geacht.
- Voor brug 75 wordt uitgegaan van de toepassing van een paalfundering in de eerste zandlaag (beneden circa NAP -12,0 m). De (eventuele) toepassing van een paalfundering in de tweede zandlaag wordt, gelet op de hoge conusweerstanden (tot 30 MPa) in zowel de te passeren eerste zandlaag (van circa NAP -11,8 m tot NAP -15,0 m) als in de tussen zandlaag (van circa NAP -15,7 m tot NAP -17,2 m), alsmede gelet op de te verwachten zeer zware heiwerkzaamheden, sterk ontraden.

## 5.4. Resultaten paaldraagvermogen

Conform het onder paragraaf 5.2 vermelde berekeningsprincipe en de onder paragraaf 5.3 vermelde uitgangspunten zijn vervolgens met behulp van het computerprogramma MFoundation (versie 4.7 van GeoDelft) berekeningen uitgevoerd ter bepaling van het draagvermogen van de op druk belaste funderingspalen. In onderstaande tabellen 5.1 t/m 5.3 zijn voor de betrokken sonderingen ter plaatse van de twee bruggen de berekeningsresultaten betreffende het paaldraagvermogen voor de stalen buispalen vermeld. In deze tabellen zijn de volgende aanduidingen gebruikt:

Sondering = maatgevend gestelde sondering(en) voor de constructie;
Paalpuntniveau = paalpuntniveau in de betrokken funderingszandlaag;
$F_{r;max;punt}$ = maximale draagkracht van de paalpunt;
$F_{r;max;schacht}$ = maximale paalschachtwrijving;
$F_{r;max}$ = maximale draagkracht van een alleenstaande paal;
$F_{r;max;d}$ = rekenwaarde van de maximale draagkracht;
$F_{s;nk;d}$ = rekenwaarde van de negatieve kleef;
$F_{r;net;d}$ = rekenwaarde van de maximale draagkracht, inclusief negatieve kleef;
$F_{s;max;d}$ = de opgegeven rekenwaarde van de maximaal optredende paalbelasting.

**Tabel 5.1: Brug 34 / Draagkracht voor stalen buispalen / $F_{s;max;d}$ = 890 kN**

| Sondering | Paalpuntniveau [1] [m t.o.v. NAP] | $F_{r;max;punt}$ [kN] | $F_{r;max;schacht}$ [kN] | $F_{r;max}$ [kN] | $F_{r;max;d}$ [kN] | $F_{s;nk;d}$ [kN] | $F_{r;net;d}$ [kN] |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **Stalen buispalen met een diameter paalschacht / voetplaat: 0,356 m / 0,370 m** | | | | | | | |
| 1 | - 21,50 | 1586 | 498 | 2084 | 1300 | 0 | 1300 |
| 4 | -20,00 | 1613 | 453 | 2066 | 1289 | 0 | 1289 |
| **Stalen buispalen met een diameter paalschacht / voetplaat: 0,406 m / 0,420 m** | | | | | | | |
| 1 | - 21,00 | 1626 | 473 | 2099 | 1310 | 0 | 1310 |
| 4 | -20,00 | 2078 | 516 | 2594 | 1619 | 0 | 1619 |

[1] Voor het paalpuntniveau dient voor de noordzijde (sondering 1) en de zuidzijde (sondering 4) rekening te worden gehouden met een afwijkend paalpuntniveau. Gelet op dit verloop dient bij het bestellen van de palen rekening te worden gehouden met voldoende overlengte.

**Tabel 5.2: Brug 37 / Draagkracht voor stalen buispalen / $F_{s;max;d}$ = 890 kN**

| Sondering | Paalpuntniveau [1] [m t.o.v. NAP] | $F_{r;max;punt}$ [kN] | $F_{r;max;schacht}$ [kN] | $F_{r;max}$ [kN] | $F_{r;max;d}$ [kN] | $F_{s;nk;d}$ [kN] | $F_{r;net;d}$ [kN] |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **Stalen buispalen met een diameter paalschacht / voetplaat: 0,356 m / 0,370 m** | | | | | | | |
| 5 | - 20,50 | 1613 | 240 | 1853 | 1186 | 0 | 1186 |
| 6 | -20,50 | 1613 | 300 | 1913 | 1224 | 0 | 1224 |
| 7 | -20,50 | 1378 | 349 | 1727 | 1105 | 0 | 1105 |
| 8 | -20,50 | 1613 | 439 | 2052 | 1313 | 0 | 1313 |
| **Stalen buispalen met een diameter paalschacht / voetplaat: 0,406 m / 0,420 m** | | | | | | | |
| 5 | -20,00 | 1479 | 178 | 1657 | 1060 | 0 | 1060 |
| 6 | -20,00 | 1580 | 250 | 1830 | 1171 | 0 | 1171 |
| 7 | -20,00 | 1239 | 319 | 1558 | 997 | 0 | 997 |
| 8 | -20,00 | 1895 | 405 | 2300 | 1472 | 0 | 1472 |

[1] Voor het aan te houden paalpuntniveau is uitgegaan van een uniform paalpuntniveau.

**Tabel 5.3: Brug 75 / Draagkracht voor stalen buispalen / $F_{s;max;d}$ = 890 kN**

| Sondering | Paalpuntniveau [1] [m t.o.v. NAP] | $F_{r;max;punt}$ [kN] | $F_{r;max;schacht}$ [kN] | $F_{r;max}$ [kN] | $F_{r;max;d}$ [kN] | $F_{s;nk;d}$ [kN] | $F_{r;net;d}$ [kN] |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **Stalen buispalen met een diameter paalschacht / voetplaat: 0,356 m / 0,370 m** | | | | | | | |
| 9 | -12,75 | 1414 | 135 | 1549 | 979 | 0 | 979 |
| 11 [2] | -12,75 | 1170 | 131 | 1301 | 822 | 0 | 822 [2] |
| 12 | -12,75 | 1271 | 117 | 1388 | 877 | 0 | 877 [2] |
| **Stalen buispalen met een diameter paalschacht / voetplaat: 0,406 m / 0,420 m** | | | | | | | |
| 9 | -12,50 | 1546 | 107 | 1653 | 1045 | 0 | 1045 |
| 11 | -12,50 | 1411 | 102 | 1513 | 956 | 0 | 956 |
| 12 | -12,50 | 1335 | 86 | 1421 | 898 | 0 | 898 |

[1] Voor het aan te houden paalpuntniveau is uitgegaan van een uniform paalpuntniveau. Veiligheidshalve dient voor de palen van deze brug, in verband met mogelijke afwijkingen in de aanzet van de eerste zandlaag, rekening te worden gehouden met voldoende overlengte.

[2] Voor deze sondering wordt, gebaseerd op stalen buispalen met een diameter paalschacht/voetplaat van 0,356 m / 0,370 m, niet voldaan aan de eis: $F_{s;max;d}$ (= 890 kN) ≤ $F_{r;net;d}$. Bij de (eventuele) toepassing van deze palen geldt een maximale waarde voor $F_{s;max;d}$ van respectievelijk 822 kN (sondering 11) en 877 kN (sondering 12) in plaats van de benodigde 890 kN.

Uit bovenstaande resultaten kan de conclusie worden getrokken dat in alle gevallen, met uitzondering van de toepassing van stalen buispalen Ø 0,356 m / 0,370 m voor brug 75, wordt voldaan aan de eis $F_{s;max;d}$ (= 890 kN) ≤ $F_{r;net;d}$.
Bovenstaande houdt in dat voor de bruggen 34 en 37 de toepassing van stalen buispalen palen Ø 0,356 m / 0,370 m, gefundeerd in de tweede zandlaag, in aanmerking komen.
Voor brug 75 komen stalen buispalen Ø 0,406 m / 0,420 m, gefundeerd in de eerste zandlaag, in aanmerking.

# 6 Uitvoeringsaspecten

Voor wat betreft het installeren van de stalen buispalen, waarbij door de bestaande funderingen voorgeboord dient te worden, geldt dat dit in onderling overleg met de betrokken palenleverancier, dan wel de firma die de palen installeert, dient te geschieden. Hierbij dient de zwaarte en/of de valhoogte van het toe te passen valblok (waarbij de palen in principe d.m.v. inwendig heien op diepte worden gebracht) te worden afgestemd op de gewenste paalpuntniveaus.
Opgemerkt wordt dat met name voor de palen van de bruggen 34 en 75, in verband met mogelijke afwijkingen in de aanzet van de funderingszandlaag, rekening gehouden dient te worden met voldoende overlengte.

Het is voorts raadzaam dat tijdens het heien van de palen de funderingsgrondslag wordt gecontroleerd door te kalenderen, waarbij met name ter hoogte van de funderingszandlaag (zo mogelijk) een vaste valhoogte dient te worden aangehouden.

# 7 Bijlagen

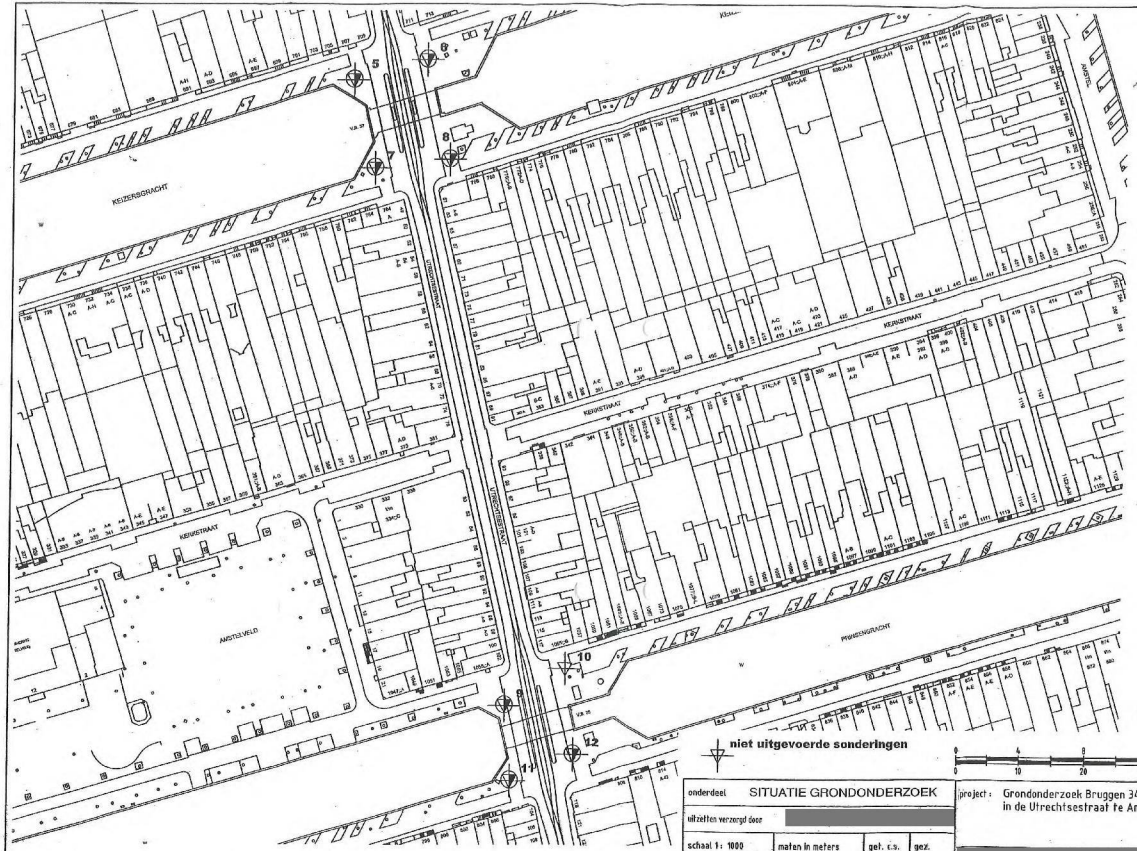
1 Situatietekeningen sonderingen

2 Sonderingen
- Brug 34: sonderingen 1 en 4
- Brug 37: sonderingen 5 t/m 8
- Brug 75: sonderingen 9, 11 en 12

**BIJLAGE 1**

- Situatietekeningen sonderingen

(Ingenieursbureau Amsterdam)
Oktober 2007

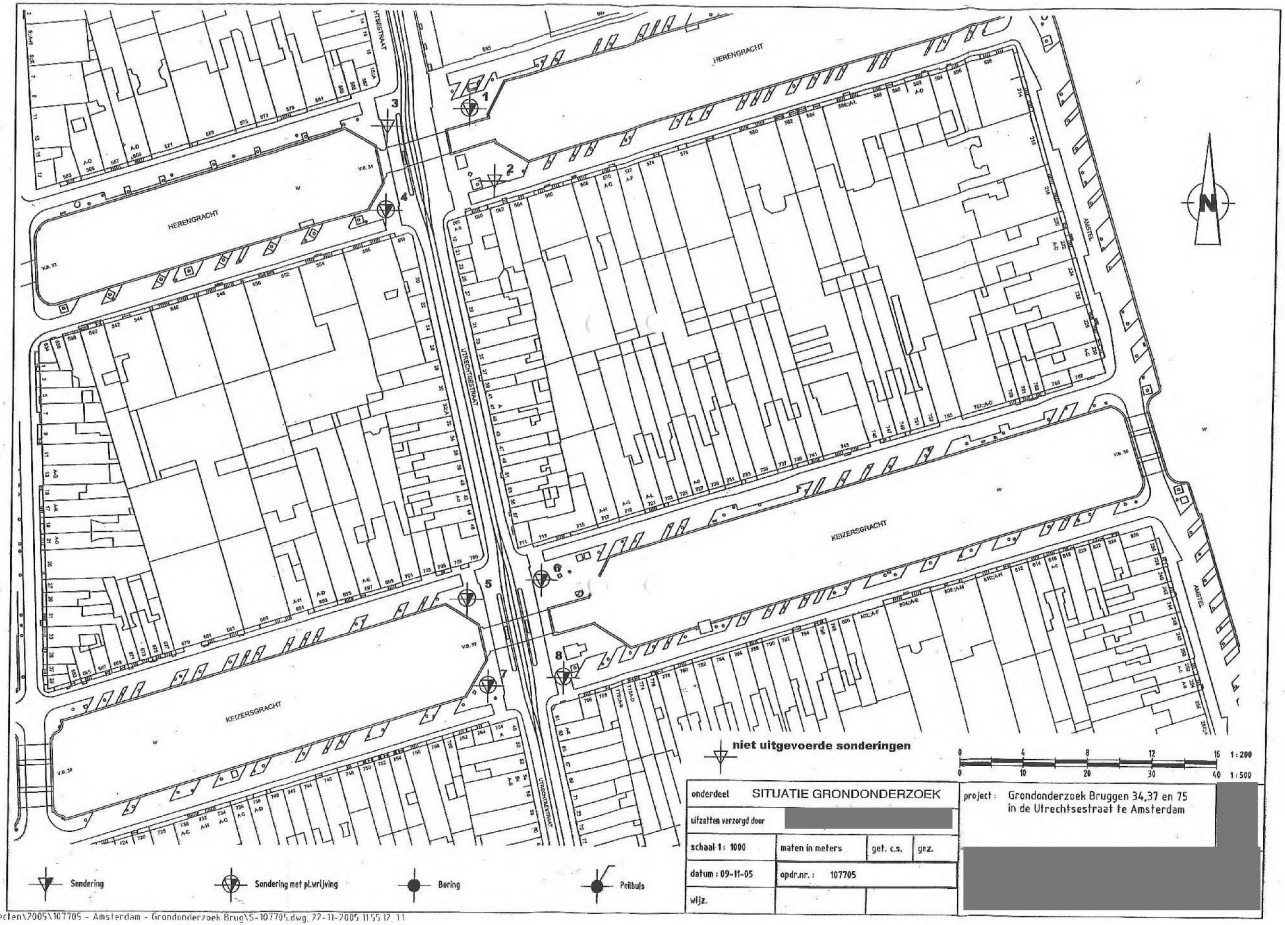



| | | | |
|---|---|---|---|
| onderdeel: SITUATIE GRONDONDERZOEK | | | |
| uitgezet verzorgd door: | | | |
| schaal 1: 1000 | meten in meters | get. c.s. | gez. |
| datum: 09-11-05 | opdr.nr.: 107705 | | |
| wijz. | | | |

project: Grondonderzoek Bruggen 34,37 en 75 in de Utrechtsestraat te Amsterdam

0 4 8 12 16 1:200
0 10 20 30 40 1:500

H:\Projecten\2005\107705 - Amsterdam - Grondonderzoek Brug\S_107705.dwg, 22-11-2005 11:55:40, 1:1




| | | | |
|---|---|---|---|
| onderdeel | SITUATIE GRONDONDERZOEK | project: | Grondonderzoek Bruggen 34,37 en 75 in de Utrechtsestraat te Amsterdam |
| uitzetten verzorgd door | [redacted] | | |
| schaal 1: 1000 | maten in meters | get. c.s. | grz. |
| datum : 09-11-05 | opdr.nr.: 107705 | | |
| wijz. | | | |

H:\Projecten\2005\107705 - Amsterdam - Grondonderzoek Brug\S-107705.dwg, 22-11-2005 11:55:12, 1:1

**BIJLAGE 2**

- Brug 34: sonderingen 1 en 4
- Brug 37: sonderingen 5 t/m 8
- Brug 75: sonderingen 9, 11 en 12

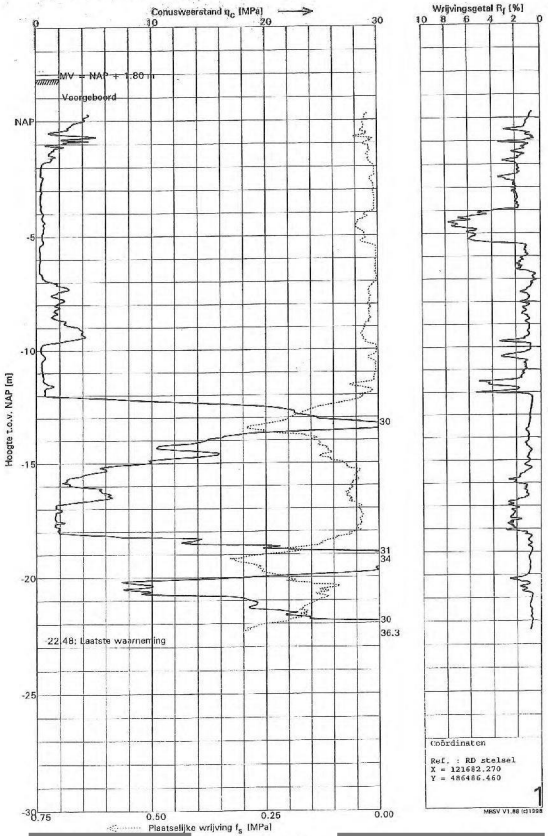
(Ingenieursbureau Amsterdam)
Oktober 2007

# Sondering 1

Opdracht : 107705
Plaats : Amsterdam
Datum : 05-10-31
Project : Bruggen 34, 37 en 75

Conus nummer : 981008
Soort conus : Elektrisch

NEN 5140
Wagen : 5
Pagina : 1 van 1







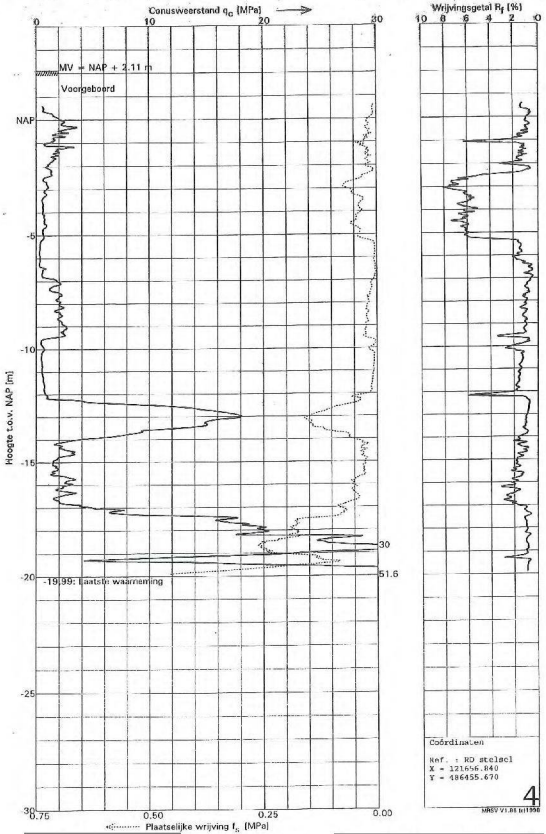
Postbus 801, 3160 AA Rhoon

# Sondering 4

Opdracht : 107705
Plaats : Amsterdam
Datum : 05-10-31
Project : Bruggen 34, 37 en 75

Conus nummer : 981008
Soort conus : Elektrisch

NEN 5140
Wagen : -99
Pagina : 1 van 1







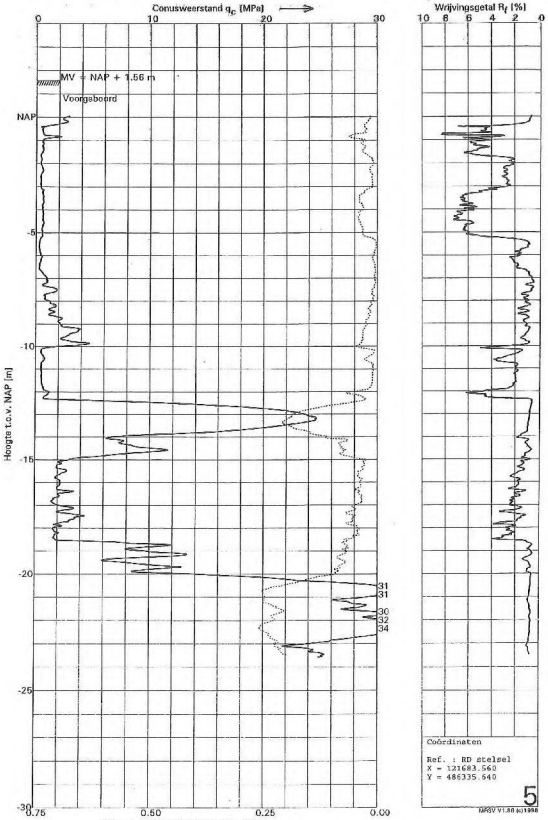
Postbus 801, 3160 AA Rhoon

## Sondering 5

Opdracht : 107705
Plaats : Amsterdam
Datum : 05-11-02
Project : Bruggen 34, 37 en 75

Conus nummer : 981008
Soort conus : Elektrisch

NEN 5140
Wagen : 5
Pagina : 1 van 1







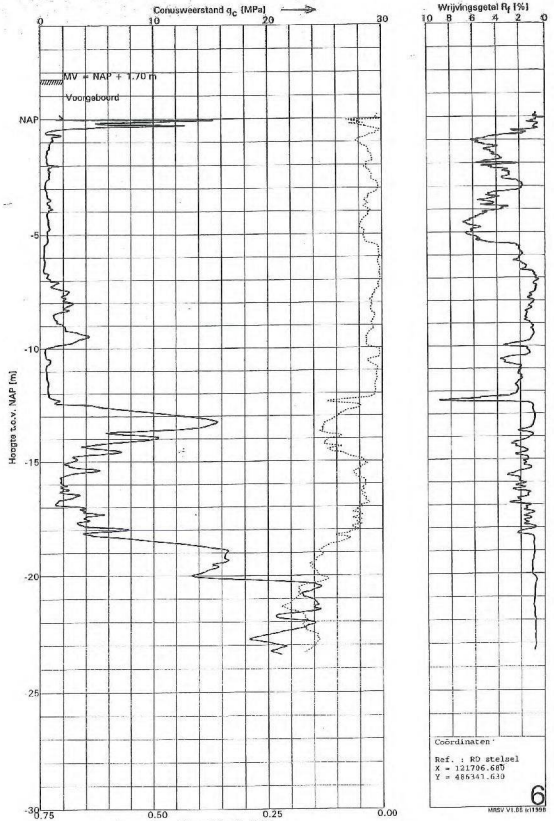
Postbus 801, 3160 AA Rhoon -

# Sondering 6

Opdracht : 107705
Plaats : Amsterdam
Datum : 05-11-01
Project : Bruggen 34, 37 en 75

Conus nummer : 981008
Soort conus : Elektrisch

NEN 5140
Wagen : 5
Pagina : 1 van 1







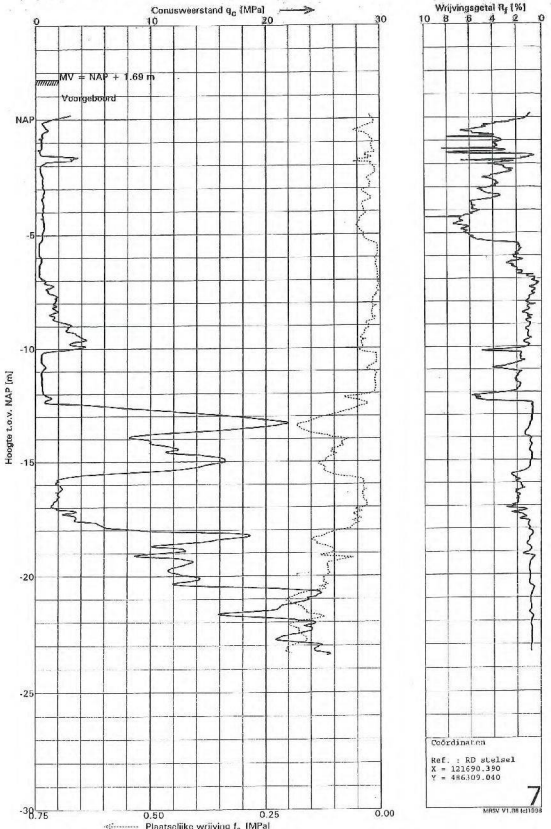
Posthus 801, 3160 AA Rhoon

# Sondering 7

Opdracht : 107705
Plaats : Amsterdam
Datum : 05-11-02
Project : Bruggen 34, 37 en 75

Conus nummer : 981008
Soort conus : Elektrisch

NEN 5140
Wagen : 5
Pagina : 1 van 1







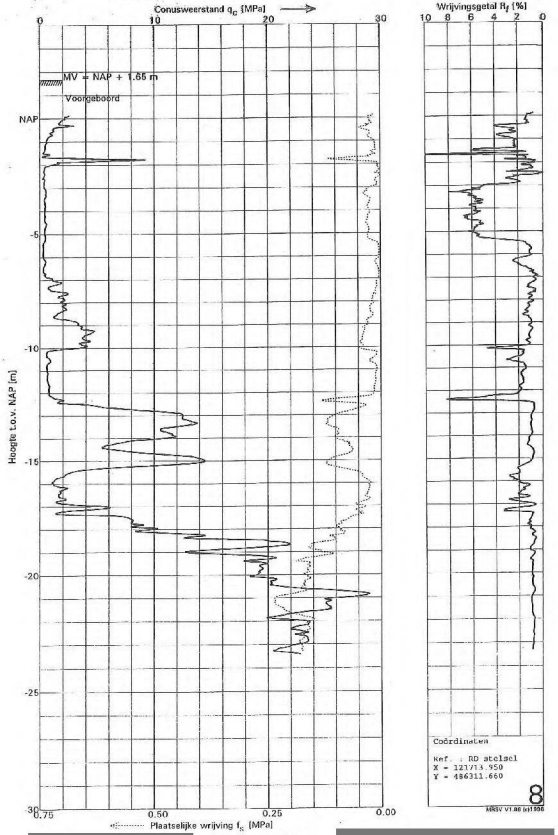
Postbus 801, 3160 AA Rhoon

# Sondering 8

Opdracht : 107705
Plaats : Amsterdam
Datum : 05-11-01
Project : Bruggen 34, 37 en 75

Conus nummer : 981008
Soort conus : Elektrisch

NEN 5140
Wagen : 5
Pagina : 1 van 1







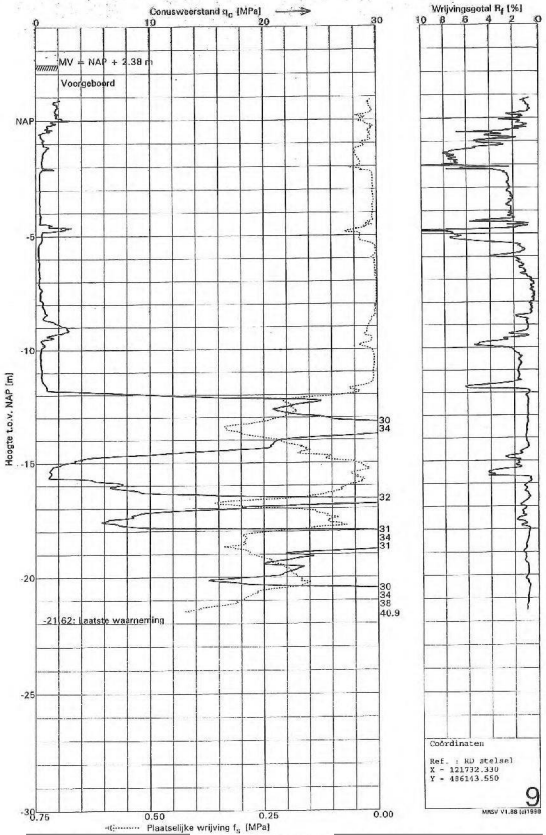
Posthus 801, 3160 AA Rhoon

## Sondering 9

Opdracht : 107705
Plaats : Amsterdam
Datum : 05-11-01
Project : Bruggen 34, 37 en 75

Conus nummer : 981008
Soort conus : Elektrisch

NEN 5140
Wagen : 5
Pagina : 1 van 1







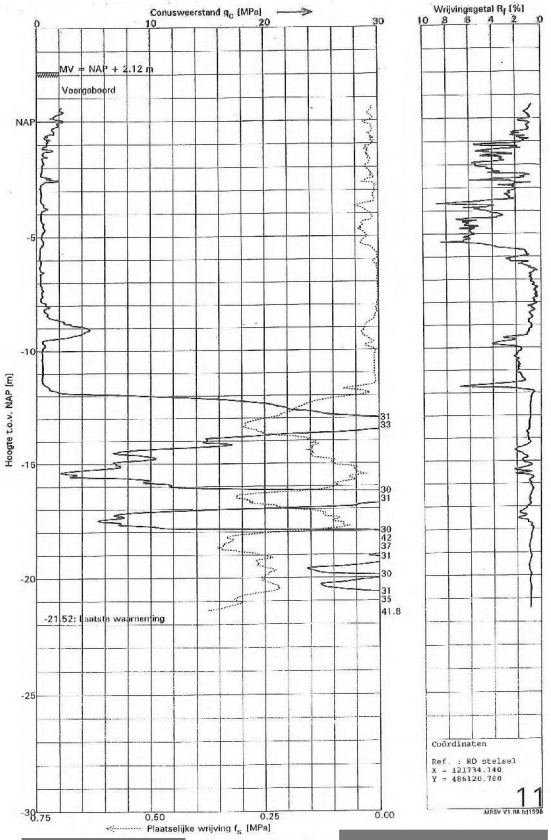
Postbus 801, 3160 AA Rhoon

# Sondering 11

Opdracht : 107705
Plaats : Amsterdam
Datum : 05-11-01
Project : Bruggen 34, 37 en 75

Conus nummer : 981008
Soort conus : Elektrisch

NEN 5140
Wagen : 5
Pagina : 1 van 1



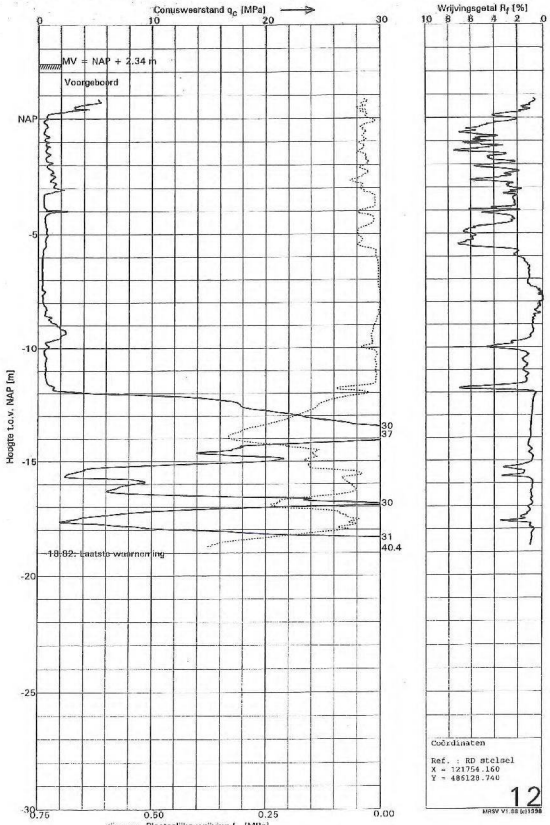

[redacted] Postbus 801, 3160 AA Rhoon - [redacted]

# Sondering 12

Opdracht : 107705
Plaats : Amsterdam
Datum : 05-11-01
Project : Bruggen 34, 37 en 75

Conus nummer : 981008
Soort conus : Elektrisch

NEN 5140
Wagen : 5
Pagina : 1 van 1







Postbus 801, 3160 AA Rhoon

## Colofon

Bruggen 34, 37 en 75 in de Utrechtsestraat

**Tekst**
Gemeente Amsterdam
Ingenieursbureau

**Medewerker**
[redacted]

Niets uit deze uitgave mag worden vermenigvuldigd, opgeslagen in een geautomatiseerd (gegevens)bestand, opgenomen in memo's/notities/rapporten of andere publicatievormen danwel openbaar gemaakt, in enige vorm of op enige wijze, hetzij elektronisch, mechanisch, door fotokopieën, opnamen of enig andere manier, zonder toestemming van Ingenieursbureau Amsterdam..

Ingenieursbureau Amsterdam
Weesperstraat 430
Postbus 12693
1100 AR Amsterdam