



**Gemeente Rotterdam**

**Gemeentewerken**

Ingenieursbureau

## **Rozenburg**

# **Uitbreiding begraafplaats Welgelegen Geotechnisch advies**

**Projectcode**

GR11 MPRB

**Datum**

17-05-2011

**Rapportnummer**

2011-044/A

**Versie**

Definitief

**Opdrachtgever**

IGWR

afd. begraafplaatsen en Crematorium

**Opsteller**

D. Beijer

**Paraaf Opsteller:**

**Begeleider**

Ir. R.J. Andringa

**Paraaf begeleider**

24-5-2011



## **Inhoudsopgave**

|           |                                                   |           |
|-----------|---------------------------------------------------|-----------|
| <b>1.</b> | <b>Inleiding en projectomschrijving</b>           | <b>3</b>  |
| <b>2.</b> | <b>Uitgangspunten</b>                             | <b>5</b>  |
| 2.1       | Gegevens van opdrachtgever                        | 5         |
| 2.2       | Eerder uitgevoerd onderzoek                       | 5         |
| 2.3       | Vigerende voorschriften en normen                 | 5         |
| 2.4       | Geometriegegevens                                 | 5         |
| 2.5       | Belastingen en vervormingen                       | 6         |
| <b>3.</b> | <b>Grond en grondwater</b>                        | <b>7</b>  |
| 3.1       | Grondonderzoek                                    | 7         |
| 3.2       | Grondopbouw                                       | 8         |
| 3.3       | Grondwaterstand                                   | 8         |
| <b>4.</b> | <b>Zettingen</b>                                  | <b>9</b>  |
| 4.1       | Uitgangspunten                                    | 9         |
| 4.2       | Berekeningsresultaten exclusief voorbelasting     | 10        |
| 4.3       | Berekeningsresultaten inclusief voorbelasting     | 10        |
| 4.4       | Zetting omgeving                                  | 10        |
| <b>5.</b> | <b>Uitvoeringsaspecten</b>                        | <b>11</b> |
| <b>6.</b> | <b>Conclusies en aanbevelingen</b>                | <b>12</b> |
|           | <b>Bijlage 1: Situatietekening grondonderzoek</b> | <b>13</b> |
|           | <b>Bijlage 2: Sondering</b>                       | <b>15</b> |
|           | <b>Bijlage 3: Boringen</b>                        | <b>18</b> |
|           | <b>Bijlage 4: Zettingsverloop</b>                 | <b>20</b> |

## 1. Inleiding en projectomschrijving

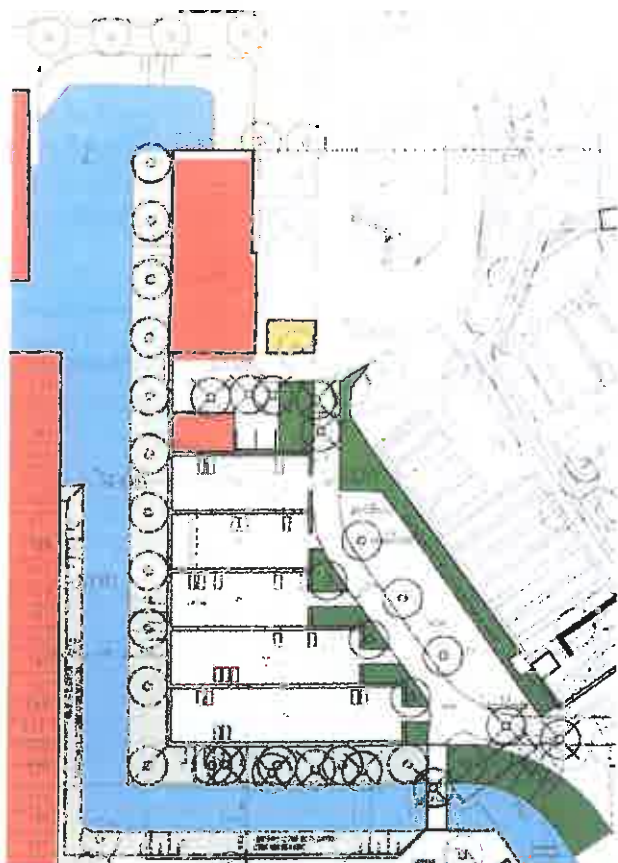
Afdeling Begraafplaatsen en Crematorium van het Ingenieursbureau Gemeentewerken Rotterdam verleende opdracht voor het uitvoeren van grondonderzoek en het leveren van geotechnisch advies in het kader van het bouwrijp maken voor de uitbreiding van de begraafplaats Welgelegen in Rozenburg te Rotterdam.

### *Korte omschrijving van het project*

De begraafplaats Welgelegen te Rozenburg zal worden uitgebreid aan de noordwestelijke punt ten noorden van een bestaand parkeerterrein. Hierbij zal de singel worden omgelegd langs de garages aan de Rembrandsingel en langs voornoemde parkeerplaats. De bestaande singel mag pas gedempt worden als de nieuwe singel gereed is, eventueel met een tijdelijke dam en duiker. Over de nieuwe singel zal een brug worden aangelegd. De locatie is thans een bebost terrein. In figuur 1 is de bestaande situatie weergegeven en in figuur 2 de toekomstige situatie.



*Figuur 1: bestaande situatie (luchtfoto)*



*Figuur 2: toekomstige situatie*

#### *Geotechnisch onderzoek*

In dit rapport worden de geotechnische werkzaamheden omschreven. Het geotechnisch onderzoek bestaat uit:

- Veldonderzoek (boringen en sondering);
- Zettingsberekeningen;
- Geotechnisch advies.

Gevraagd wordt, een geotechnisch advies voor het bouwrijp maken van het bebost gebied en het dempen van de singel. Tevens moet het grondonderzoek gehanteerd worden voor een funderingsadvies van de te realiseren brug. Het funderingsadvies van de brug wordt niet in deze rapportage behandeld.

Ook wordt geen advies geleverd over de naastgelegen bestaande garagepartij waarlangs de singel wordt gerealiseerd.

Dit advies omvat de te verwachten zettingen van het bouwrijp maken op locatie.



## **2. Uitgangspunten**

De gehanteerde uitgangspunten voor de berekeningen en het advies zijn beschreven in paragraaf 2.1 t/m 2.5.

### **2.1 Gegevens van opdrachtgever**

De volgende gegevens zijn door de opdrachtgever ter beschikking gesteld:

- 2 Schetsen van de dwarsprofielen in zowel de bestaande situatie als de toekomstige situatie;
- Kopie's van tekeningen van de bestaande en toekomstige situatie;
- 2 Tekeningen Rozenburg, algemene begraafplaats, d.d. 14-02-2011 op A2 formaat;
- Notitie "Drainageadvies Begraafplaats Rozenburg"; d.d. 20-05-2011.

### **2.2 Eerder uitgevoerd onderzoek**

Ter plaatse van de locatie is geen eerder geotechnisch advies in het archief gevonden.

### **2.3 Vigerende voorschriften en normen**

Als basis voor de berekeningen dienen:

- NEN 6740 "TGB 1990 Geotechniek Basiseisen en belastingen", september 2006;
- CUR 162 "Construeren met grond", 1992.

### **2.4 Geometriegegevens**

#### **Huidige geometriegegevens**

De bestaande hoogtes zijn aan de hand van de uitgevoerde sondering en boringen bepaald. Het maaiveld varieert van NAP +0,85 m tot NAP +1,28 m. voor de te dempen singel is een bodempeil van NAP-1,6 m (1,5m -singelpeil) aangehouden.

#### **Toekomstige geometriegegevens**

De situatie van de nieuwe plannen zijn verstrekt door de opdrachtgever. Het ontwerppeil van het terrein ligt op circa NAP + 2,6 m.

#### **Kabels en leidingen**

Uit de informatie van het computerprogramma GISWEB blijkt dat rondom het project geen kabels en leidingen aanwezig zijn.



## **2.5 Belastingen en vervormingen**

### **Grondbelastingen**

De locatie wordt met zand opgehoogd. Het volumegewicht van ophoogzand droog ( $\gamma_{dr}$ ) en nat ( $\gamma_{nat}$ ) is respectievelijk  $18 \text{ kN/m}^3$  en  $20 \text{ kN/m}^3$ .

De af te graven kleigrond kan hergebruikt worden voor de te dempen singel.

### **Vervormingen en zettingen**

Voor dit soort projecten wordt een ontwerp-restzettingseis van  $0,20 \text{ m} / 20 \text{ jaar}$  gehanteerd. De maximale toelaatbare restzetting na oplevering van het project bedraagt  $0,30 \text{ m} / 20 \text{ jaar}$ .

Er wordt op gewezen, dat in de praktijk een afwijking van  $\pm 30\%$  op de berekende gemiddelde zettingen kan voorkomen.

De eventuele achtergrondzettingen zijn niet meegenomen; deze zijn goed vergelijkbaar met de in dit rapport berekende zetting.



### 3. Grond en grondwater

#### 3.1 Grondonderzoek

Voor het bepalen van de grondopbouw zijn door de veldmeetdienst van het Ingenieursbureau van Gemeentewerken Rotterdam ter plaatse 1 sondering en 2 handboringen uitgevoerd. In tabel 3.1 is het uitgevoerde grondonderzoek weergegeven.

**tabel 3.1: overzicht grondonderzoek**

| Sondering | Boring | Maaiveld<br>[m NAP] | Diepte<br>onderzoek<br>[m NAP] |
|-----------|--------|---------------------|--------------------------------|
| IX45      |        | +0,85               | -30,0                          |
|           | B/1    | +0,96               | +2,04                          |
|           | B/2    | +1,28               | +1,72                          |

De situatietekening van het grondonderzoek is als Bijlage 1 bij dit rapport gevoegd. De resultaten van de sondering als Bijlage 2 en de boringen als Bijlage 3 bij dit rapport gevoegd.



### 3.2 Grondopbouw

De schematisatie van de grondopbouw, zoals aangehouden bij de zettingsberekeningen, is afgeleid van de maatgevend geachte sondering IX45 opgenomen in tabel 3.2.

Bij de bepaling van de rekenwaarden van de grondeigenschappen in de voornoemde tabel is gebruik gemaakt van de proevenverzameling uit het Rotterdams Bodemarchief en NEN 6740. In de onderstaande tabellen zijn de volgende grondparameters (representatieve waarden) opgenomen:

$\gamma_{dr}$  : volumiek gewicht van droge grond [in kN/m<sup>3</sup>];

$\gamma_{sat}$  : volumiek gewicht van verzadigde grond [in kN/m<sup>3</sup>];

$C_{10000}$  : samendrukkingsconstante onder de grensspanning [-];

$C'_{10000}$  : samendrukkingsconstante boven de grensspanning [-];

**tabel 3.2: grondopbouw met representatieve waarden van de grondparameters op basis van sondering IX45**

| Bovenkant grondlaag [m NAP] | Grondsoort                     | $\gamma_{dr}$<br>[kN/m <sup>3</sup> ] | $\gamma_{sat}$<br>[kN/m <sup>3</sup> ] | $C_{10000}$<br>[-] | $C'_{10000}$<br>[-] |
|-----------------------------|--------------------------------|---------------------------------------|----------------------------------------|--------------------|---------------------|
| +0,85                       | Zand                           | 17,0                                  | 19,0                                   | 100                | 50                  |
| +0,30                       | Klei matig siltig zwak humeus  | 14,0                                  | 14,6                                   | 20,8               | 6,5                 |
| -0,45                       | Zand                           | 18,0                                  | 20,0                                   | 200                | 100                 |
| -1,7 <sup>1)</sup>          | Zand                           | 18,0                                  | 20,0                                   | 200                | 100                 |
| -3,4                        | Klei zwak zandig               | 14,5                                  | 15,5                                   | 28,7               | 9,5                 |
| -5,3                        | Zand                           | 18,0                                  | 20,0                                   | 200                | 100                 |
| +7,0                        | Zand                           | 18,0                                  | 20,0                                   | 300                | 150                 |
| -8,0 <sup>2)</sup>          | Klei zwak zandig               | 16,4                                  | 16,4                                   | 33,4               | 13,5                |
| -12,8                       | Zand                           |                                       |                                        |                    |                     |
| -14,7                       | Zand                           | 18,0                                  | 20,0                                   | 300                | 150                 |
| -15,6                       | Klei matig siltig matig humeus | 15,5                                  | 15,5                                   | 16,2               | 8,9                 |
| -16,2                       | Klei matig zandig              | 16,0                                  | 17,6                                   | 54,5               | 15,0                |
| -16,8                       | Zand                           | 18                                    | 20                                     | $\infty$           | $\infty$            |
| -19,3                       | zand met kleilagen             | 18,0                                  | 20,0                                   | 300                | 150                 |
| -28,2                       | vaste zandlaag                 | 18                                    | 20                                     | $\infty$           | $\infty$            |

<sup>1)</sup> Voor de zettingsberekening is de grondlaag 'wadzandformatie' tussen NAP -1,7 m en NAP -7,0 m opgesplitst in 2 zandlagen en 1 kleilaag.

<sup>2)</sup> Voor de zettingsberekening is de grondlaag 'klei met zandlagen' tussen NAP -8,0 m en NAP -14,7 m opgesplitst in 1 kleilaag en 1 zandlaag.

In verband met fluctuaties van de grondwaterstand is de toegepaste grensspanning circa 9 kPa.

### 3.3 Grondwaterstand

De gemiddelde laagste grondwaterstand (GLG) van het gebied ter plaatse is aangehouden op NAP -0,10 m. Dit is eveneens het singelpeil op locatie, die op de ontvangen schetsen van de dwarsprofielen is weergegeven.

De berekeningen zijn uitgevoerd op basis van de GLG.



## 4. Zettingen

### 4.1 Uitgangspunten

Voor het bepalen van de zettingen zijn de uitgangspunten aangehouden, die in tabel 4.1 zijn weergegeven.

**Tabel 4.1: uitgangspunten**

| T.p.v.<br>Sondering/boring    | Huidig<br>MV niveau<br>[m NAP] | Uitgiftepeil<br>[m NAP] | Ophoging<br>[m] |
|-------------------------------|--------------------------------|-------------------------|-----------------|
| sondering IX45                | +0,85                          | +2,60                   | 1,75            |
| boring B/1                    | +0,96                          | +2,60                   | 1,64            |
| boring B/2                    | +1,28                          | +2,60                   | 1,32            |
| sondering IX45 demping singel | -1,60                          | +2,60                   | 4,20            |
| boring B/1 demping singel     | -1,60                          | +2,60                   | 4,20            |
| boring B/2 demping singel     | -1,60                          | +2,60                   | 4,20            |

De berekeningen zijn uitgevoerd voor integraal bouwrijp maken.

#### Ontgraving

Als uitgangspunt geldt, dat ter plaatse van de toekomstige begraafplaats een minimaal zandpakket van 2,4 m moet liggen. Hieruit volgt, dat ter plaatse van de huidige beboste locatie moet worden ontgraven tot NAP +0,2 m. De uitkomende grond kan worden hergebruikt in de te dempen singel tot NAP+0,2 m en eventueel in groenstroken of bermen. Ook bij de te dempen singel geldt een minimale zandpakket van 2,4 m dik.

Tevens is uitgegaan, dat de singel in het verleden is ontgraven, dus een voorbelasting heeft gehad. Aangenomen is, dat ter plaatse van de singel in het verleden het maaiveld op NAP+0,5 m lag.



## 4.2 Berekeningsresultaten exclusief voorbelasting

De berekeningsresultaten van de totale zettingen die optreden is weergegeven in tabel 4.2.

**tabel 4.2: Berekeningsresultaten na 20 jaar, excl. voorbelasting en onderhoudsofhoging**

| Sondering/<br>Boring<br>[-]   | ophoging<br>[m] | Zonder onderhoud             |
|-------------------------------|-----------------|------------------------------|
|                               |                 | Zettingtotaal<br>[m/20 jaar] |
| sondering IX45                | 1,75            | 0,35                         |
| boring B/1                    | 1,64            | 0,33                         |
| boring B/2                    | 1,32            | 0,26                         |
| sondering IX45 demping singel | 4,20            | 0,44                         |
| boring B/1 demping singel     | 4,20            | 0,51                         |
| boring B/2 demping singel     | 4,20            | 0,43                         |

Uit de berekeningsresultaten van tabel 4.2 wordt geconcludeerd, dat er niet wordt voldaan aan de restzettingseis van 0,2 m / 20 jaar. Geadviseerd wordt een voorbelasting toe te passen.

Het verloop van de zetting in de tijd is gegeven in Bijlage 4.

Op grond van de verwachte zetting kan de singel extra met 0,20 m grond worden opgehoogd ter compensatie van zetting en klink (indien voldoende grond beschikbaar).

## 4.3 Berekeningsresultaten inclusief voorbelasting

Uit de berekeningsresultaten wordt geconcludeerd, dat bij een totale zandophoging, inclusief overhoogte, van 3 m (NAP +3,2 m) gedurende 60 dagen, wordt voldaan aan de restzettingseis van 0,2 m / 20 jaar.

Het verloop van de zetting in de tijd is gegeven in Bijlage 4.

## 4.4 Zetting omgeving

Aangezien de zettingen gering zijn, zullen de zettingen van de nabije Aula en de bestaande graven nagenoeg nihil zijn.

Ter plaatse van de naburige garages treedt een ontgraving (is ontlasting) op, waardoor hier geen extra zetting wordt verwacht.



## 5. Uitvoeringsaspecten

Geadviseerd wordt vooraf het slib uit de singel te verwijderen en af te voeren

Vrijkomende (klei)grond ter plaatse van het huidig beboste gebied, ten behoeve van de uitbreiding van de begraafplaats kan voor het dempen van de singel tot NAP+0,4 m worden toegepast, mits milieuhygiënisch verantwoord. Hierop moet zand worden aangevuld om een minimaal vereiste dikte te bereiken van 2,4 m (NAP+2,6 m).

Geadviseerd wordt het aanvullen met zand in lagen van  $\leq 0,5$  m aan te brengen en te verdichten volgens de eisen van het RAW. Al het zand kan in 1 fase in lagen van 0,5 m worden aangebracht.

De vrijkomende grond door het graven van de nieuwe singel kan als buffer worden opgeslagen op het beboste terrein op circa 10 m afstand van de singeloever met een taludhelling van 1:3.

In de te graven singel moet een tijdelijke dam blijven liggen, om de bereikbaarheid van het werkverkeer naar het beboste terrein via de huidige parkeerplaats te behouden. In deze tijdelijke dam moet een duiker worden gerealiseerd, om de waterdoorstroming van de singel(s) niet te belemmeren.

Geadviseerd wordt om na de uitvoeringsfase van de voorbelasting, ter plaatse van het toekomstig voetpad een cunet te graven van ten minste 0,6 m - MV. Het cunet moeten worden aangevuld met uitkomende zand en te verdichten in lagen van maximaal 0,3 m.

Er hoeft geen horizontale drainage te worden toegepast.

Tevens wordt geadviseerd op locatie de zettingen te monitoren met behulp van zakbaken.



## **6. Conclusies en aanbevelingen**

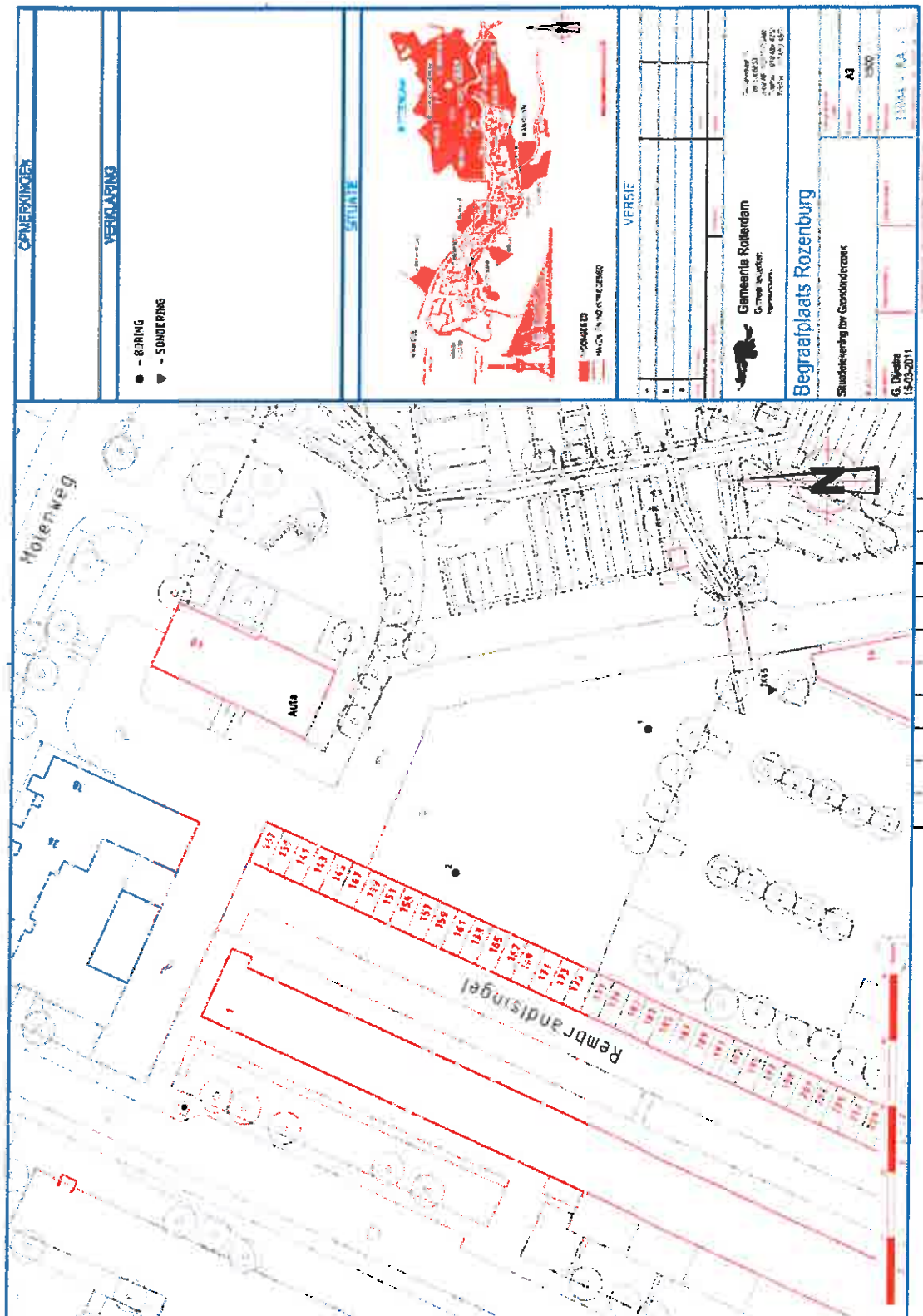
Op basis van indicatieve berekeningen kunnen de volgende conclusies worden getrokken.

- De maximaal berekende zetting na 20 jaar is 0,51 m bij een zandophoging. Dit voldoet niet aan de zettingseis van 0,20 m na 20 jaar;
- Om aan de zettingseis te voldoen wordt, na een ontgraving tot NAP +0,2 m, geadviseerd gedurende 60 dagen een voorbelasting, inclusief overhoogte met zand van 3 m (NAP +3,2 m) toe te passen.
- Er is geen verticale en horizontale drainage nodig.



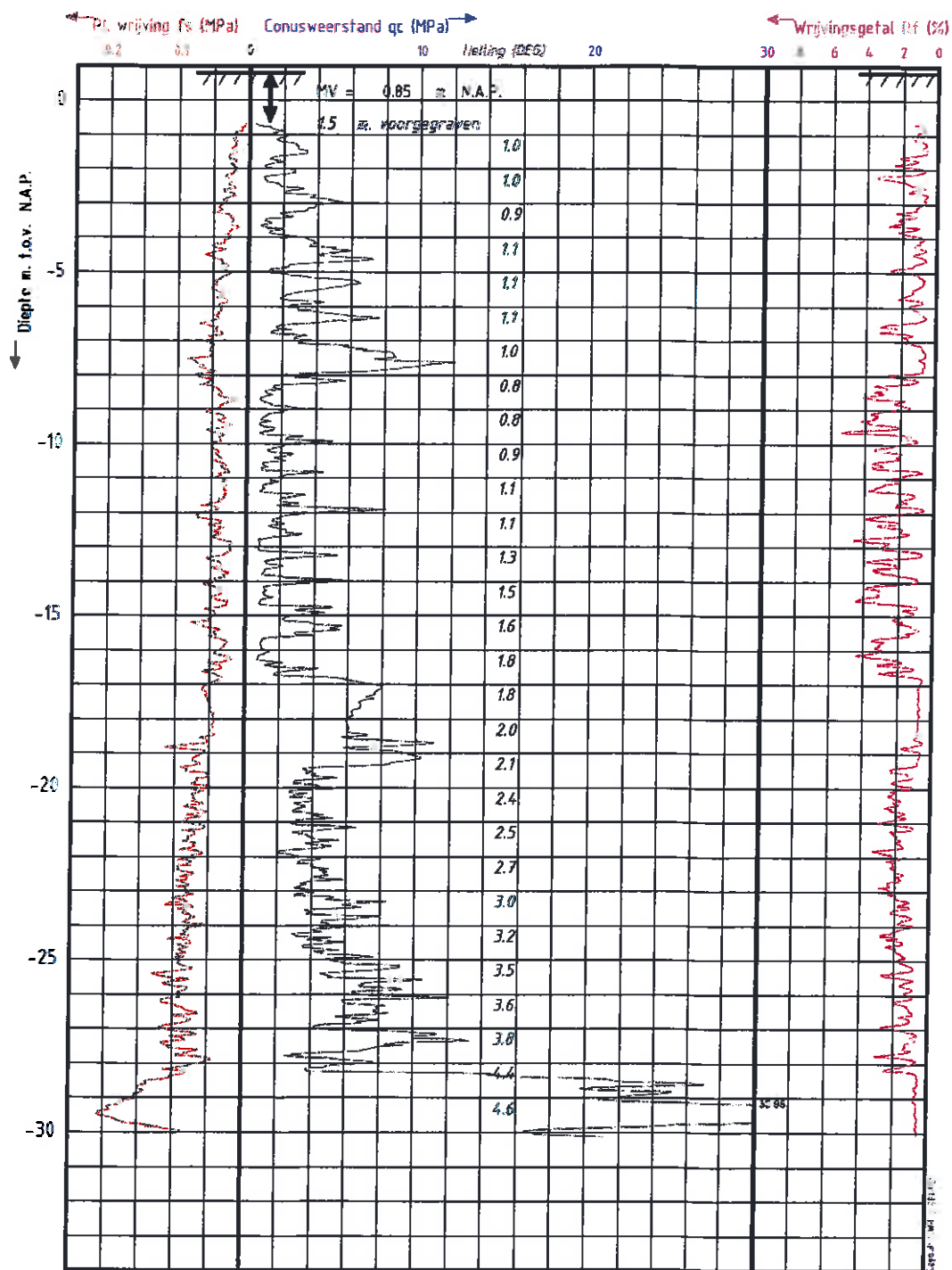
## **Bijlage 1: Situatietekening grondonderzoek**

**tekeningnummer 011044-AA-1 versie a, d.d. 15-03-2011;**





## **Bijlage 2: Sondering**



Project : Begraafplaats  
Dossier : 2011-044  
Locatie : Rozenburg

Paraaf :

Datum test : 21-3-2011  
MV hoogte : 0.85 m. t.o.v. N.A.P.  
coördinaten in RD-stelsel  
X : 76819.78 Y : 435546.84  
Opmerking :

SONDERING:

IX45

Pagina 1/1

Conus type CFP10-10

Nummer: 071117

Sondering volgens NEN 5140 Klasse 2



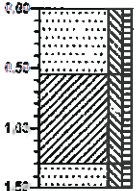
Gemeente Rotterdam  
Gemeentewerken  
Laboratorium



|                                             |                                                                                                           |
|---------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Dossiernummer:</b> MVJ11124              |  <b>Gemeentewerken</b> |
| <b>Projectnaam:</b> Begraafplaats Rozenburg | Gemeente Rotterdam<br>Ingenieursbureau                                                                    |
| <b>Boormeester:</b> A. Godijn               | Veld- en Laboratieruimtegroep                                                                             |

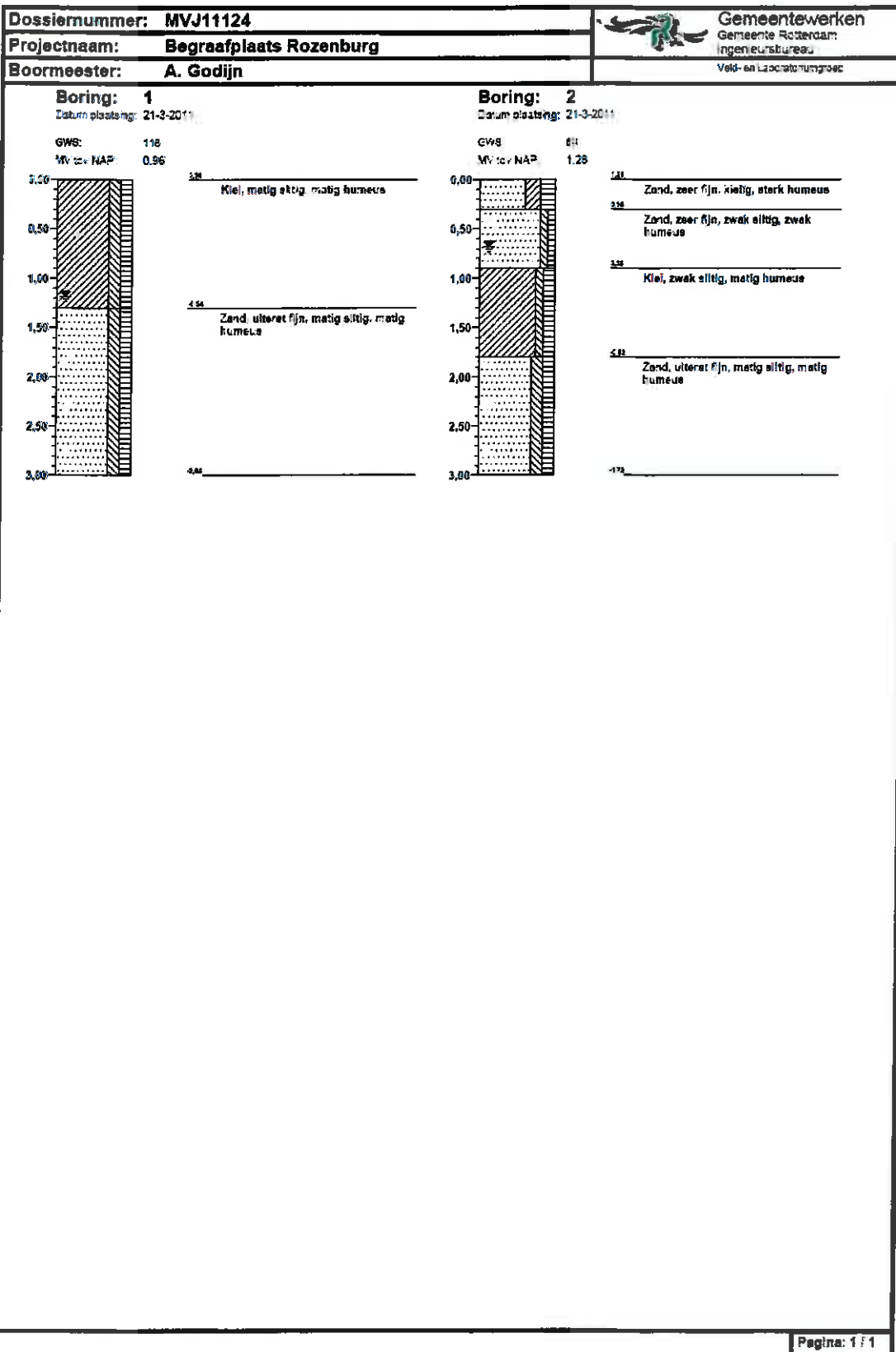
  

**Boring: IX45**  
Datum plaatsing: 21-3-2011

|                                                                                   |                                                 |                                                                                                                                                  |
|-----------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|  | <p>0.00</p> <p>0.50</p> <p>1.00</p> <p>1.50</p> | <p>0.00</p> <p>0.50</p> <p>1.00</p> <p>1.50</p>                                                                                                  |
|                                                                                   |                                                 | <p>Zand, uiterst fijn, matig siltig, zwak humeus</p> <p>Klei, matig siltig, zwak humeus</p> <p>Zand, uiterst fijn, matig siltig, zwak humeus</p> |



## **Bijlage 3: Boringen**





## **Bijlage 4: Zettingsverloop**



Project **Begraafplaats Welgelegen Rozenburg**  
Dossiernr. **2011-044**  
Onderdeel **Bouwwijk maken**

Deelgebied **Begraafplaats Welgelegen Rozenburg**

### Samenvatting

Ref. UI S versie 3.0-7a

Datum: **18-5-2011**  
Tijd: **14:13**

Breedte ophoging 100,00 m, Taludhellingen 1:1,0 li en 1:1,0 re, Afstand 0,00 m uit as ophoging.  
Aandeei secuur 40,0 %.

Geen drainage

Geen potentieelverlaging of vacuümversnelling.

Minimum dikte ophoging 1,00 m; maximum overhoogte 1,00 m.

Bouwwijk maken in 60 d met restzetting 0,20 m.

Maximale cunelidpte = 99,00 m.

| Locatie        | Grondprofiel | X     | Y      | Uligite-<br>peil | Maaiveld<br>[m+NAP] | Cunet-<br>peil<br>[m+NAP] | Netto<br>ophoging<br>[m] | Eindzetting<br>[m] | Eindzetting<br>voorbelasting<br>[m] | Grondsoort<br>ophoging<br>[m] | Bruto<br>ophoging<br>[m] | Extra<br>overhoogte<br>[m] | Klink<br>ophoging<br>[m] | Totaal<br>ophoging | Tijd<br>[d] | Verticale drains |        |
|----------------|--------------|-------|--------|------------------|---------------------|---------------------------|--------------------------|--------------------|-------------------------------------|-------------------------------|--------------------------|----------------------------|--------------------------|--------------------|-------------|------------------|--------|
|                |              |       |        |                  |                     |                           |                          |                    |                                     |                               |                          |                            |                          |                    |             | type             | diepte |
| IX45-S         |              | 76819 | 435547 | 2,60             | 0,85                | 0,20                      | 1,75                     | 0,35               | 0,35                                | zand                          | 2,55                     | 0,21                       | 0,01                     | 2,77               | 60          | K                | 99,00  |
| IX45-B1        |              | 76819 | 435548 | 2,60             | 0,96                | 0,20                      | 1,84                     | 0,33               | 0,33                                | zand                          | 2,53                     | 0,21                       | 0,01                     | 2,75               | 60          | K                | 99,00  |
| IX45-B2        |              | 76819 | 435549 | 2,60             | 1,28                | 0,20                      | 1,32                     | 0,26               | 0,26                                | zand                          | 2,46                     | 0,20                       | 0,01                     | 2,68               | 60          | K                | 99,00  |
| IX45-S-singel  |              | 76819 | 435547 | 2,60             | 0,50                | 0,20                      | 2,10                     | 0,44               | 0,44                                | zand                          | 2,94                     | 0,20                       | 0,01                     | 2,85               | 60          | K                | 99,00  |
| IX45-B1-singel |              | 76819 | 435548 | 2,60             | 0,50                | 0,20                      | 2,10                     | 0,51               | 0,51                                | zand                          | 2,71                     | 0,20                       | 0,01                     | 2,93               | 60          | K                | 99,00  |
| IX45-B2-singel |              | 76819 | 435549 | 2,60             | 0,50                | 0,20                      | 2,10                     | 0,43               | 0,43                                | zand                          | 2,63                     | 0,20                       | 0,01                     | 2,85               | 60          | K                | 99,00  |