

**Funderingsadvies  
t.b.v. nieuwbouw appartementen  
Aan de St. Rumoldusstraat  
In de gemeente Weert**

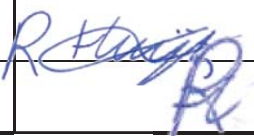
**Opdrachtnummer:** GA160364  
**Rapportage:** R01  
**Versie:** V1.0

**Datum rapport:** 19 juli 2016

**Opdrachtgever:** Harold Laenen Architectuur  
Onze Lieve Vrouwestraat 40  
60345 AR Ospel

**Architect:** Harold Laenen Architectuur  
Onze Lieve Vrouwestraat 40  
60345 AR Ospel

**Constructeur:** -

|                       |                        |                                                                                      |
|-----------------------|------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------|
| Functie:              | Naam:                  | Gezien en akkoord:                                                                   |
| geotechnisch adviseur | Ing. R.J.A. Huijts     |  |
| Controle              | Ir. N.P.A.W. Kelleners |                                                                                      |



**Geonius Geotechniek B.V.**  
Postbus 118  
6400 AC Heerlen

**GEONIUS**  
CIVIEL GEOTECHNIEK MILIEU



**Tel: 088-1300600**  
**Fax: 088-1300669**  
**Email: [info@geonius.eu](mailto:info@geonius.eu)**  
**Website: [www.geonius.eu](http://www.geonius.eu)**

## INHOUDSOPGAVE

|            |                                                         |           |
|------------|---------------------------------------------------------|-----------|
| <b>1.0</b> | <b>INLEIDING .....</b>                                  | <b>1</b>  |
| <b>2.0</b> | <b>PROJECTBESCHRIJVING.....</b>                         | <b>2</b>  |
| <b>3.0</b> | <b>GEOTECHNISCHE UITGANGSPUNTEN .....</b>               | <b>3</b>  |
| <b>4.0</b> | <b>GRONDONDERZOEK.....</b>                              | <b>4</b>  |
| 4.1        | Algemeen .....                                          | 4         |
| 4.2        | Diepsonderingen .....                                   | 4         |
| 4.3        | Boring.....                                             | 4         |
| 4.4        | Inmeting .....                                          | 4         |
| <b>5.0</b> | <b>TERREINGESTELDHEID EN BODEMOPBOUW .....</b>          | <b>5</b>  |
| 5.1        | Terreingesteldheid .....                                | 5         |
| 5.2        | Bodemopbouw .....                                       | 5         |
| <b>6.0</b> | <b>GRONDWATER / GEOHYDROLOGIE .....</b>                 | <b>6</b>  |
| 6.1        | Grondwater .....                                        | 6         |
| 6.2        | Doorlatendheid.....                                     | 6         |
| <b>7.0</b> | <b>Beoordeling mogelijkheden voor infiltratie .....</b> | <b>7</b>  |
| 7.1        | Algemeen .....                                          | 7         |
| 7.2        | Toetsing.....                                           | 7         |
| 7.3        | Conclusie .....                                         | 7         |
| <b>8.0</b> | <b>FUNDERINGSADVIES.....</b>                            | <b>8</b>  |
| 8.1        | Algemeen .....                                          | 8         |
| 8.2        | Fundering op staal .....                                | 8         |
| <b>9.0</b> | <b>UITVOERING .....</b>                                 | <b>10</b> |
| 9.1        | Ontgravingen .....                                      | 10        |

### Bijlagen:

|           |                         |
|-----------|-------------------------|
| Bijlage 1 | Situatietekening        |
| Bijlage 2 | Sondeergrafieken        |
| Bijlage 3 | Boorstaten              |
| Bijlage 4 | Doorlatendheidsmetingen |
| Bijlage 5 | Quicksan Flora en Fauna |
| Bijlage 6 | Richtlijnen uitvoering  |



## **1.0 INLEIDING**

Door Haanen Grondwerk BV werd namens Harold Laenen Architectuur aan Geonius Geotechniek BV opdracht gegeven om een geotechnisch, geohydrologisch grondonderzoek uit te voeren en een funderingsadvies op te stellen. Dit onderzoek was nodig voor de nieuwbouw van appartementen aan de St. Rumoldusstraat te Weert. Daarnaast omvatte de opdracht het uitvoeren van een Quickscan Flora en Fauna.

Voorliggend rapport bevat de resultaten van het grondonderzoek en het ontwerpadvies voor de fundering. Het ontwerpadvies is uitgewerkt conform NEN 9997 (Geotechnisch ontwerp Deel 1: Algemene regels) en NEN 9997 (Geotechnisch ontwerp Deel 2: Grondonderzoek en beproeving). Beide delen vormen de basis van Eurocode 7.

De resultaten van het infiltratieonderzoek zijn getoetst aan de eisen van Waterschap Roer en Overmaas. De QuickScan flora en fauna is in bijlage 5 toegevoegd.



## **2.0 PROJECTBESCHRIJVING**

Aan de St. Rumoldusstraat te weert is de nieuwbouw van appartementen gepland. Voor het funderingsadvies van de geplande nieuwbouw zijn door ons de onderstaande uitgangspunten gehanteerd:

- De nieuwbouw bestaat uit maximaal 2 bovengrondse bouwlagen. Daarnaast wordt deze deels voorzien van een kelder. Het niet onderkelderde deel wordt van kruipruimte voorzien;
- Het bouwpeil is door ons aangenomen op ca. NAP +34,20 m;
- Het aanlegniveau is door ons geschat op
  - o ca. 1,2 m- bouwpeil voor de niet onder kelderde delen, ofwel ca. NAP +33,00 m;
  - o ca. 3,0 m- bouwpeil voor de kelder, ofwel NAP +31,20 m;
- De maximale rekenwaarde voor de belastingen op de funderingen zijn door ons aangenomen op
  - o lijnlasten  $q_d$  van ca. 200 kN/m<sup>1</sup> voor de onderkelderde delen;
  - o lijnlasten  $q_d$  van ca. 160 kN/m<sup>1</sup> voor de niet onderkelderde delen;
- Eventuele beperkingen of randvoorwaarden als gevolg van milieukundige aspecten zijn buiten beschouwing gelaten.

**Indien wordt afgeweken van voornoemde uitgangspunten dan dient ons bureau te worden gecontacteerd daar dan het advies mogelijk moet worden aangepast.**

Voor het overige verwijzen wij naar de bestektekeningen van de architect.



### **3.0 GEOTECHNISCHE UITGANGSPUNTEN**

Gezien de belastingen als gevolg van de nieuwbouw en de te verwachten bodemopbouw is het project door ons bureau conform NEN 9997 ingedeeld in de geotechnische categorie 2 (GC2). Dit betekent dat het terrein- en bodemonderzoek moet worden uitgevoerd volgens hoofdstuk 3.2 van NEN 9997 en een onderzoeksrapport dient te worden overlegd conform hoofdstuk 3.4 van NEN 9997.

Het ontwerp van een funderingsconstructie op staal dient getoetst te worden aan de eisen, betreffende constructieve veiligheid en bruikbaarheid conform hoofdstuk 6 van NEN 9997-1.



## **4.0 GRONDONDERZOEK**

### **4.1 Algemeen**

Ten behoeve van het grondonderzoek zijn in juni 2016 vijf diepsonderingen en 2 handboringen uitgevoerd. Hierna is het uitgevoerde onderzoek verder beschreven.

### **4.2 Diepsonderingen**

De sonderingen zijn genummerd GA160364 SW01 t/m SW05. De diepsonderingen zijn gemaakt met een elektrische conus waarbij de conusweerstand continu wordt gemeten, elektrisch geregistreerd en digitaal vastgelegd. De sonderingen zijn uitgevoerd conform NEN-EN-ISO 22476-1.

Bij de sonderingen is tevens de lokale wrijving gemeten. 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 ongeroerde grondlagen.

De verhouding tussen de wrijvingsweerstand van de kleefmantel en de weerstand aan de conuspunt, het zogenaamde wrijvingsgetal, heeft voor iedere grondsoort een andere waarde. Voor een gladde elektrische conus gelden bij veel voorkomende gronden in Limburg ongeveer de navolgende relaties:

| <u>Wrijvingsgetal in %</u> | <u>Grondsoort</u>   |
|----------------------------|---------------------|
| 0.3 - 1.5                  | Zand, grof tot fijn |
| 1.5 - 2.5                  | Silt (leem/löss)    |
| 2.5 - 5.0                  | Klei                |
| > 5.0                      | Veen en bruinkool   |

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

In de elektrische conus bevindt zich een hellingmeter. Hierdoor is controle mogelijk op een eventueel afwijken van de verticaal. Bijzondere afwijkingen zijn niet vastgesteld.

### **4.3 Boring**

Om de toplagen nader te verkennen is op de locatie tevens een handboring (genummerd GA160364 DB01 t/m DB02) tot ca. 3,5 m- maaiveld uitgevoerd. Tijdens de boorwerkzaamheden is het bodemmateriaal lithologisch onderzocht. Bij het lithologisch onderzoek worden de grondsoorten geclassificeerd volgens NEN 5104. De boorstaat is uitgetekend ten opzichte van maaiveld en NAP en opgenomen in de bijlagen.

### **4.4 Inmeting**

De ligging van de onderzoekspunten is op situatietekening GA160364.T01 weergegeven. De resultaten van het grondonderzoek zijn in de bijlagen toegevoegd. De onderzoekspunten zijn met behulp van 06-gps ingemeten tov het Rijksdriehoekstelsel en NAP (nauwkeurigheid ca. 0,05 m). Alle gegevens van de inmetingen zijn een momentopname en zijn alleen te gebruiken voor voorliggend onderzoek.



## **5.0 TERREINGESTELDHEID EN BODEMOPBOUW**

### **5.1 Terreingesteldheid**

Het terrein is momenteel nog deels bebouwd. Ten behoeve van de nieuwbouw zal de bestaande bebouwing gesloopt moeten worden. Ten tijde van het grondonderzoek lag het maaiveld ter plaatse van de sondeerpunten op een niveau van ca. NAP +33,9 m tot NAP +34,1 m. Het terrein kent hiermee een gering hoogteverschil van ca. 0,2 m.

### **5.2 Bodemopbouw**

De bodemopbouw kan op basis van de sonderingen en boringen door middel van het volgende lagensysteem worden beschreven:

#### *Toplaag*

Vanaf maaiveld wordt tot ca. NAP +29,5 m een zeer sterk wisselende grondslag aangetroffen. Bij sondering SW01 worden weke en zettingsgevoelige lagen aangetroffen, terwijl bij sondering SW02 zeer vaste lagen aangetroffen worden. Bij de overige sonderingen worden matig vaste lagen aangetroffen. De conusweerstand variëren van ca. 0,5 MPa voor de weke lagen en lopen op tot meer dan 30 MPa voor de zeer vaste zandlagen

#### *Onderlaag*

Tot de maximaal verkende diepte van NAP +25,0 m worden vaste zandlagen aangetroffen met op verschillende niveaus leemhoudende tussenlagen. De conusweerstand variëren van ca. 2,0 Mpa voor de lemige tussenlagen en lopen op tot meer dan 30 MPa in de vaste zandlagen.



## **6.0 GRONDWATER / GEOHYDROLOGIE**

### **6.1 Grondwater**

Tijdens het grondonderzoek is in de sondeergaten naar de actuele grondwaterstand gepeild. Deze werd aangetroffen op een diepte van ca. 1,9 m- maaiveld. Dit komt overeen met ca. NAP +31,9 m. Het betreft hierbij slechts een eenmalige meting, waardoor deze waarneming slechts als indicatie kan gelden. Daarnaast kan als gevolg van spanningswater, lagenopbouw en lokale omstandigheden een afwijkende waarde worden aangetroffen.

Wij wijzen erop dat de grondwaterstand van seizoen tot seizoen kan verschillen en in nattere jaargetijden mogelijk hoger wordt aangetroffen dan thans het geval is. Exacte grondwaterstanden kunnen alleen middels peilbuismetingen worden verkregen.

### **6.2 Doorlatendheid**

Omdat de proeven boven het grondwaterniveau zijn uitgevoerd, is volgens de omgekeerde open-boorgatmethode (Porchet) gemeten. Om de meting te kunnen uitvoeren, wordt allereerst een gat geboord tot de onderkant van de te beproeven laag. In het boorgat is de apparatuur geplaatst voor de bepaling van de waterdoorlatendheid.

Bij de omgekeerde open-boorgatmethode wordt onder gestandaardiseerde omstandigheden de daling van de waterspiegel gemeten per tijdsinterval. Daarna kan met de verkregen veldgegevens de doorlatendheid van de laag worden berekend.

Bij de doorlatendheidsmetingen worden drie metingen uitgevoerd de eerste meting geeft meestal een hogere doorlatendheid omdat de aanwezige grond dan nog niet verzadigd is. Bij de volgende twee metingen raakt de grond langzaam verzadigd. De derde meting is meestal maatgevend voor de doorlatendheid. De range van gemeten doorlatendheden is opgenomen in tabel 6.2.1.

**Tabel 6.2.1. de doorlatendheid van de bodem**

| Meting | Traject<br>(m- maaiveld) | Grondsoort       | Doorlatendheid<br>(m/d) |
|--------|--------------------------|------------------|-------------------------|
| DM01   | 1,0 – 1,5                | Zand, matig fijn | 0,68 – 0,79             |
| DM02   | 1,0 – 1,5                | Zand, matig fijn | 1,9 – 2,1               |



## 7.0 Beoordeling mogelijkheden voor infiltratie

### 7.1 Algemeen

Door het waterschap wordt gesteld dat infiltratie van neerslagwater interessant is indien:

- de doorlatendheid groter is dan ca. 0,3 m/d\*;
- de grondwaterstand dieper dan 0,5 à 0,7 m minus maaiveld aanwezig is;
- het in te leiden neerslagwater niet is verontreinigd.

\* Infiltratie van neerslagwater behoort bij lagere doorlatendheden ook tot de mogelijkheden mits hiervoor voldoende ruimte gereserveerd wordt om de geringe doorlatendheid te compenseren. Bij lagere doorlatendheden zal een voorziening voornamelijk als buffer functioneren.

### 7.2 Toetsing

In tabel 7.2.1 zijn de maatgevende doorlatendheden weergegeven ter plaats van de boringen. De bodem is geclassificeerd en tevens is weergegeven of de doorlatendheid aan de 1ste eis voldoet.

**Tabel 7.2.1: toetsing doorlatendheid**

| Meting | Traject<br>(m- maaiveld) | Maatgevende<br>Doorlatendheid<br>[m/d] | Classificatie<br>doorlatendheid<br>bodem | Gunstige<br>mogelijkheden<br>voor infiltratie |
|--------|--------------------------|----------------------------------------|------------------------------------------|-----------------------------------------------|
| DM01   | 1,0 – 1,5                | 0,68                                   | Vrij goed                                | JA                                            |
| DM02   | 1,0 – 1,5                | 1,9                                    | goed                                     | JA                                            |

Aan de tweede eis wordt voldaan aangezien het grondwater niet is aangetroffen tot op een diepte van ca. 1,9 m- maaiveld ofwel NAP +31,9 m.

Aan de derde eis kan worden voldaan door alleen het schone regenwater te infiltreren. Voor infiltratie van het water zal een zand- en slibvangsysteem moeten worden aangebracht.

De mogelijkheden voor infiltratie zijn als volgt:

1. Oppervlakkige infiltratie via doorlatende verharde oppervlakten. Dit behoort tot de mogelijkheden. Wel zal rekening gehouden moeten worden met de geroerde toplaag. Deze zal moeten worden verwijderd en vervangen door goed doorlatend materiaal.
2. Infiltratie in de ondiepe ondergrond. Hierbij valt te denken aan infiltratie via een greppel, infiltratiekoffers, putten en of infiltratieriool. Dit behoort eveneens tot de mogelijkheden de doorlatendheid van de ondiepe ondergrond is voldoende. Bij het verdere ontwerp dient wel rekening te worden gehouden met de hoge grondwaterstand en de ligging van de infiltratie elementen i.r.t. de kelder.
3. Infiltratie naar de diepere ondergrond. Dit kan middels grindpalen, etc. naar de diepere zand/grindlagen. Dit behoort gezien de hoge grondwaterstand niet tot de mogelijkheden.

### 7.3 Conclusie

Uit de gemeten doorlatendheden en grondwaterstand blijkt dat infiltratie van neerslagwater tot de mogelijkheden behoort. De doorlatendheid van de ondiepe ondergrond is voldoende. Wij adviseren een infiltratievoorziening in de ondiepe ondergrond bijvoorbeeld middels kratten en/of grindkoffers. Ongeacht het type infiltratievoorziening zal rekening gehouden moeten worden met de hoge grondwaterstand en de omliggende kelders. Indien gewenst kan een infiltratievoorziening in het kader van een vervolgopdracht voor u worden uitgewerkt.



## 8.0 FUNDERINGSADVIES

### 8.1 Algemeen

Gezien de aard van het project en de aangetroffen bodemopbouw komt voor de geplande nieuwbouw een fundering op staal in aanmerking. In verband met de sterk wisselende grondslag adviseren wij om voor de volledige nieuwbouw een fundering op een stijve gewapende plaat op kelderniveau toe te passen. Bij de fundering op staal zijn tevens nog grondverbeteringen noodzakelijk zijn om de zettingen en zettingsverschillen te beperken. Daarnaast is voor de aanleg van een bemaling noodzakelijk.

Met name bij sondering SW01 is een sterk afwijkende en zettingsgevoelige grondslag aangetroffen. Hoe groot het gebied is, waarbinnen deze afwijkende grondslag aanwezig is, kan op basis van het huidige onderzoek niet aangegeven worden. Wij adviseren om vanaf sondering SW01 te starten met graven en dan de vastere grondslag te volgen.

### 8.2 Fundering op staal

In aanmerking komt een fundering op een stijve gewapende plaat. De funderingen zijn aan te leggen op een minimale vorstvrije diepte van ca. 0,8 m- toekomstig maaiveld. De minimale funderingsbreedte bedraagt 0,3 m. De vorstvrije ligging van de funderingsplaat dient gewaarborgd te zijn. Daar waar dit niet het geval is, zal de plaat van een vorstrand voorzien moeten worden.

De betonplaat dient eventueel te worden voorzien van uitgediepte stroken ter plaatse van de bouwmuren, indien dit uit de constructieberekening mocht blijken.

Bij de berekening van de funderingsconstructie als een elastisch ondersteunde plaat, kan gebruik gemaakt worden van een beddingsconstante van ca.  $7,5 \text{ MN/m}^3$ . Deze beddingsconstante geldt ter plaatse van de belaste stroken. Wij zijn bij de berekening uitgegaan van een spreiding van de belastingen over een strookbreedte van minimaal 1,0 meter.

In tabel 8.2.1 zijn de te hanteren niveaus sec ter plaatse van de sonderingen ten opzichte van NAP. gegeven. Indien de door ons gehanteerde uitgangspunten sterk mochten afwijken van de werkelijke, dan gelieve ons te contacteren.

**Tabel 8.2.1: te hanteren niveaus voor de fundering**

| Sondering nr. | Maaiveldhoogte [m t.o.v. NAP] | Bouwpeilhoogte [m t.o.v. NAP] | Aanlegniveau [m t.o.v. NAP] | Minimaal ontgravingsniveau [m t.o.v. NAP] |
|---------------|-------------------------------|-------------------------------|-----------------------------|-------------------------------------------|
| SW01          | 34,06                         | 34,20                         | 31,20                       | 29,75                                     |
| SW02          | 34,05                         | 34,20                         | 31,20                       | 31,20                                     |
| SW03          | 33,99                         | 34,20                         | 31,20                       | 31,00                                     |
| SW04          | 33,86                         | 34,20                         | 31,20                       | 30,75                                     |
| SW05          | 34,02                         | 34,20                         | 31,20                       | 31,20                                     |

In ieder geval zal, indien plaatselijk op de in de tabel aangegeven ontgravingsniveaus nog zeer sterk samendrukbare, humushoudende lagen en/of losse geroerde gedeelten worden aangetroffen, dieper moeten worden ontgraven tot de redelijk schone en vastere materiaal wordt gevonden. Bij twijfels of afwijkingen gelieve ons kantoor te waarschuwen.



Waar hoger wordt aangelegd dan het minimale ontgravingsvlak zal een grondverbetering moeten worden aangebracht. Richtlijnen betreffende het aanbrengen van grondverbeteringen worden gegeven in de bijlagen. Het toepassen van een verdiepte aanzet middels schrale beton is **NIET** toegestaan.

Bij bovenstaande wijze van is de maximale rekenwaarde voor de draagkracht loodrecht op het funderingsoppervlak  $200 \text{ kN/m}^2$ . Hierbij is gerekend met een gedraineerde, homogene ondergrond en rekening gehouden met de hoge grondwaterstand.

Teneinde een idee te verkrijgen van de orde van grootte van de zettingen, zijn berekeningen uitgevoerd met behulp van geschatte parameters. De optredende maximale zettingen schatten wij omtrent 5 à 15 mm. De zettingsverschillen bedragen ca. 50%.

De rekenwaarde van de totale funderingsbelasting dient lager te zijn dan de door ons opgegeven rekenwaarden. Hiermede is aan de uiterste grenstoestand 1A (bezwijken van de funderingsgrondslag) voldaan.

Door de constructeur zal het uiteindelijke funderingsontwerp, op basis van de door ons opgegeven parameters, nog getoetst moeten worden aan de uiterste grenstoestand 1B (maximaal toelaatbare vervormingen in de funderingsconstructie).



## **9.0 UITVOERING**

### **9.1 Ontgravingen**

Voor een juiste uitvoering van de funderingswerkzaamheden is het noodzakelijk dat de grondwaterstand tenminste 0,5 meter-het ontgravingsvlak staat. Aangezien er grondwater aangetroffen wordt op ca. NAP +32,0 m, verwachten wij dat er een bemaling nodig zal zijn om de waterstand tot ca. NAP +29,2, m te verlagen.

Alvorens met de bouwwerkzaamheden wordt begonnen dient de grondwaterstand te worden geverifieerd. Dit kan middels het plaatsen van peilbuizen. Indien gewenst kunnen wij dit voor u verzorgen.

Vanwege de hoge grondwaterstand zullen de wanden van de kelder waterdicht moeten worden afgewerkt teneinde vochtproblemen in de kelder tegen te gaan.

Bij de constructieberekeningen zal rekening moeten worden gehouden met een mogelijk opdrijvend effect, als gevolg van een tijdelijk hogere grondwaterstand, dan nu wordt verwacht. De kelder moet, met in acht name van de partiele veiligheidsfactoren, veilig te zijn tegen opdrijven. Ten aanzien van de dimensionering van de vloeren zal rekening moeten worden gehouden met de opwaartse waterdruk.

Bij het ontgraven en het aanbrengen van de grondverbetering dient rekening gehouden te worden met de stabiliteit van de fundering van de belendende bebouwing. Het is aanbevelenswaardig om vooraf de aard van de bestaande funderingen (op palen/op staal, aanlegdiepte) vast te stellen middels het graven van enkele (kleine) proefgaten vlak naast deze funderingen. In geen geval mag de fundering over de gehele lengte worden vrij gegraven. Desgewenst kan ons bureau in dat stadium nader adviseren omtrent de uitvoeringswijze van de nieuwe fundering om stabiliteitsverlies van de bestaande te voorkomen.

Bij het loodrecht uitgraven van de sleuven en/of de bouwput moet rekening worden gehouden met het inkalven van de wanden als gevolg van de weke en plaatselijk geroerde bovengrond.

Waar de ontgravingsniveaus bestaan uit sterk verweekte gedeelten, dan kan alvorens het grondverbeteringspakket aan te brengen, een vlijlaag worden gemaakt middels het inbedden van grove puin, silex of grof grind. Intrillen hiervan moet worden vermeden.

Het verdient aanbeveling om het ontgravingsvlak, indien dit althans niet te veel leem- en/of klei bevat, zorgvuldig en in droge toestand af te trillen. Zodoende worden ontgravingsverstoringen teniet gedaan en wordt een zo optimaal mogelijke funderingsgrondslag verkregen.

Bij de ontgravingswerkzaamheden ten behoeve van de funderingen zal het vrijkomend materiaal uit puin, leem, zand, etc. bestaan. Bij eventuele afvoer van de grond van de bouwlocatie zal er rekening moeten worden gehouden dat de benodigde milieukundige verklaringen (b.v. AP04) aanwezig zijn. Indien gewenst kunnen wij dit voor u verzorgen.

**Bijlage 1:**

**Situatietekening**

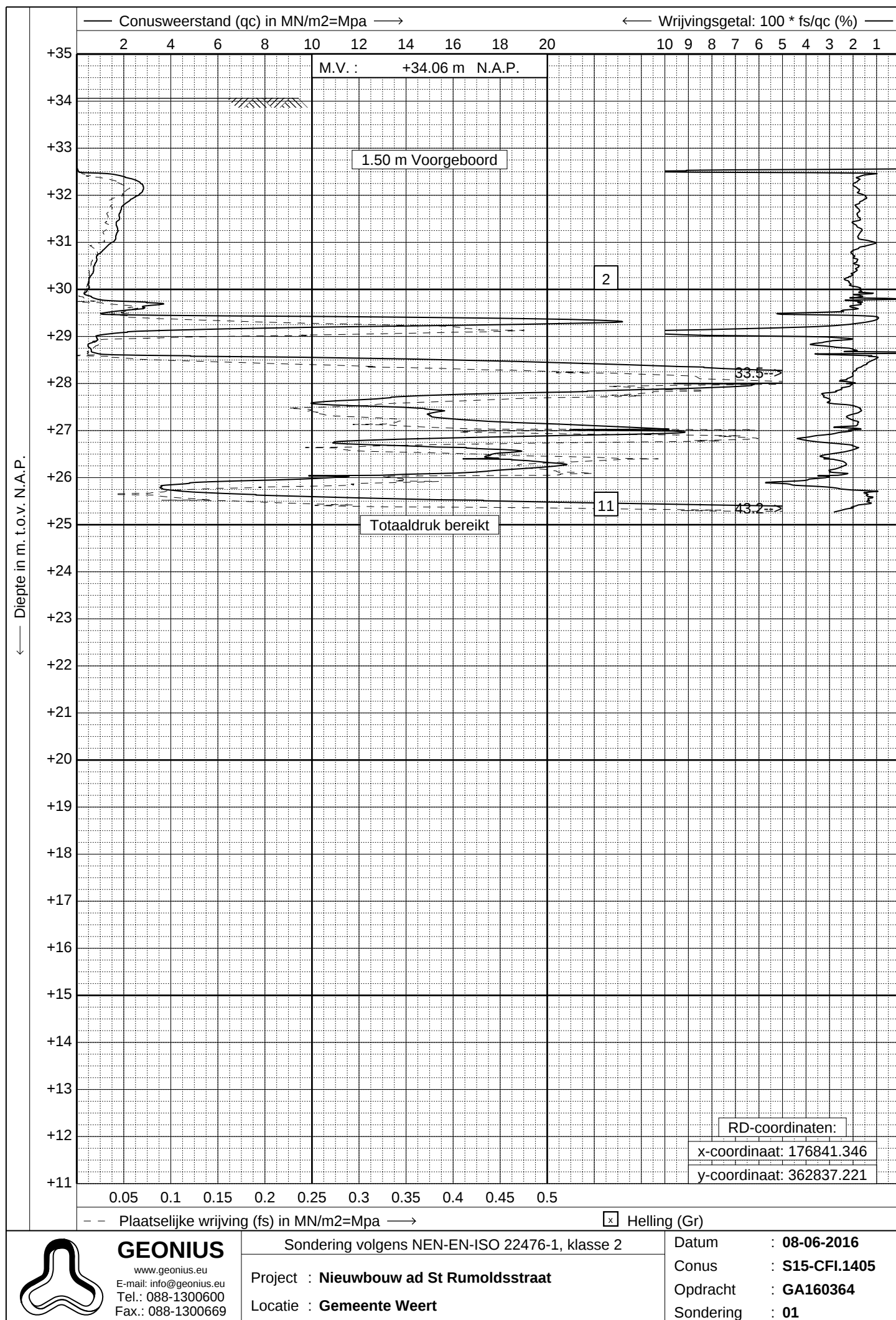
**GA160364.T01**

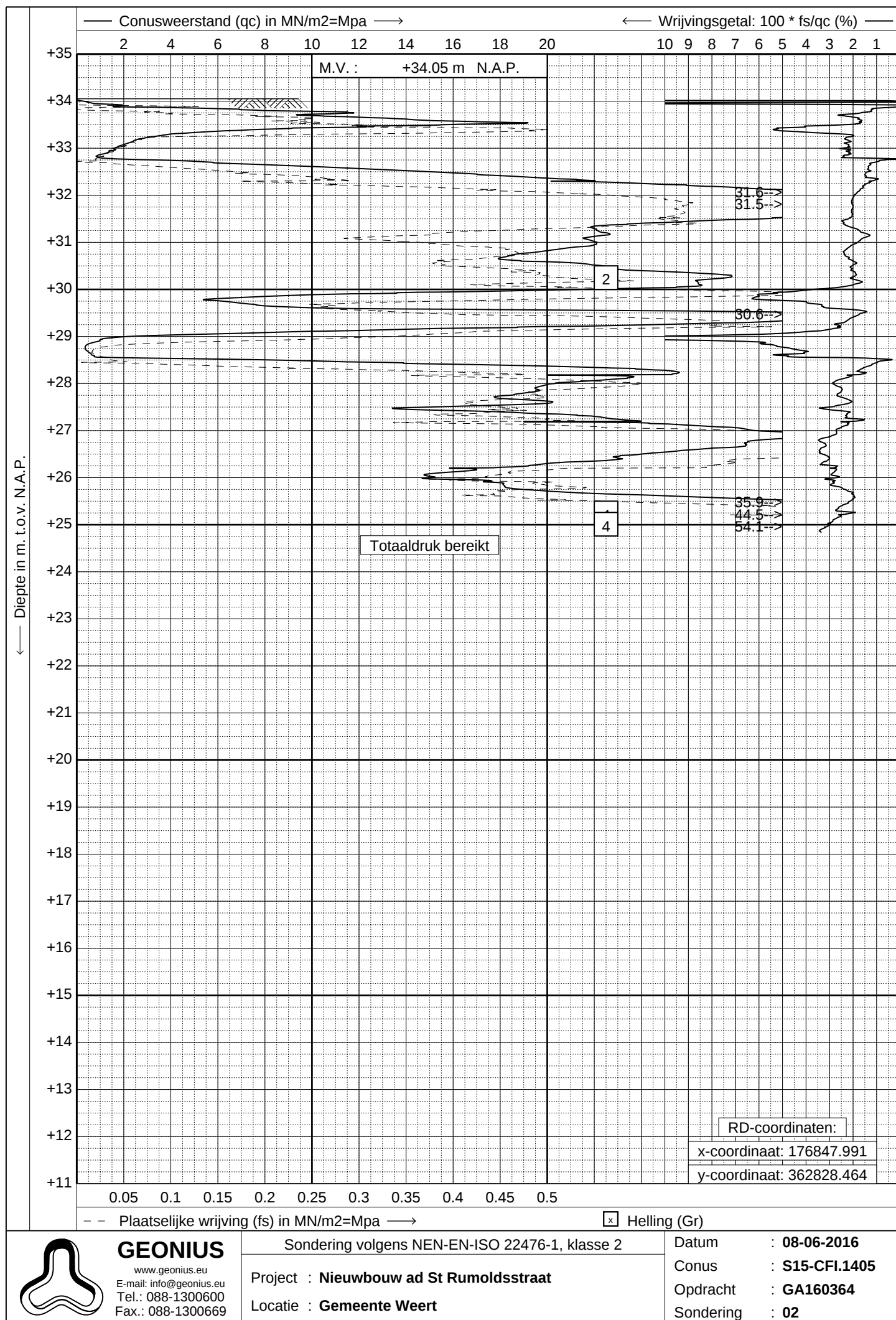


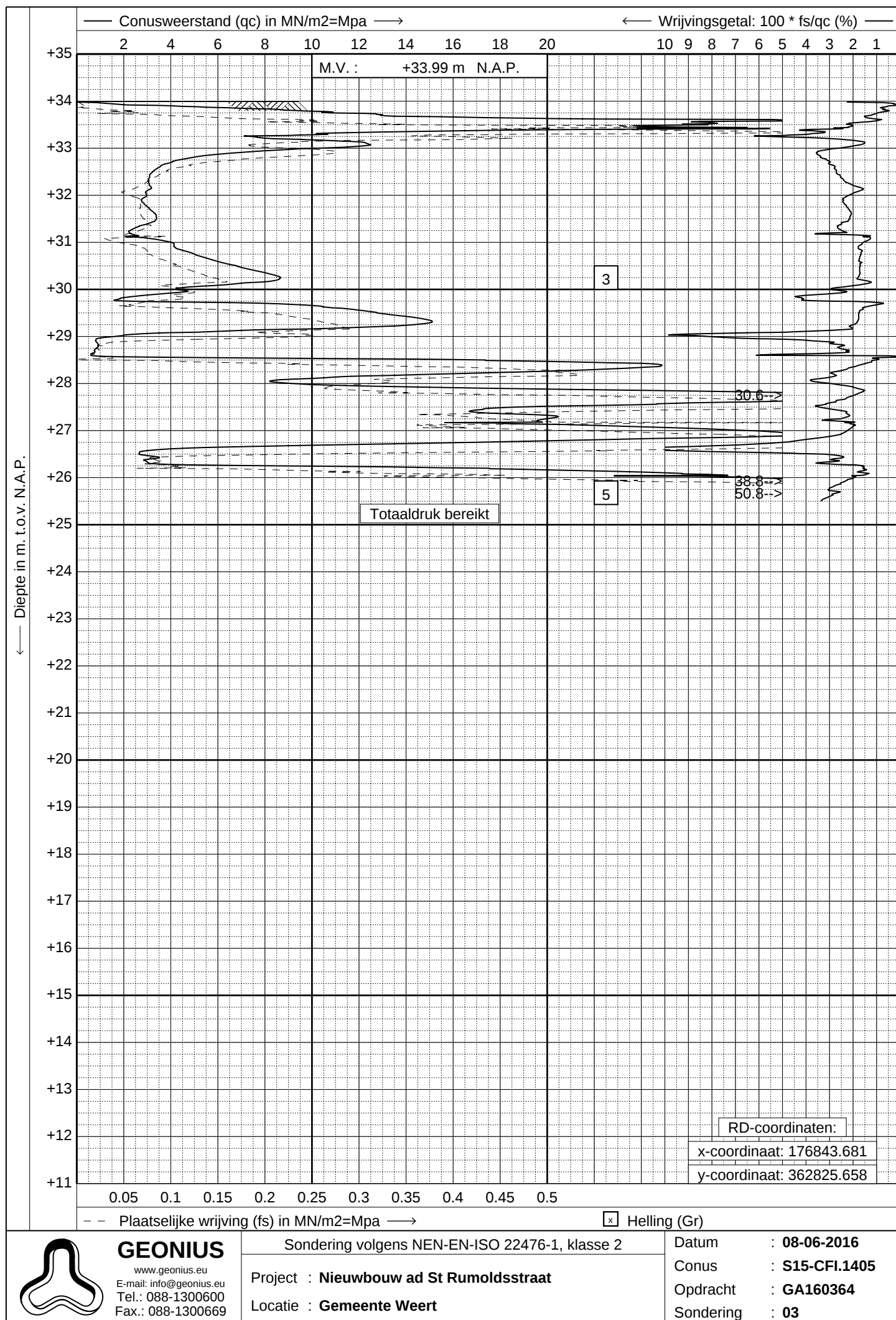
**Bijlage 2**

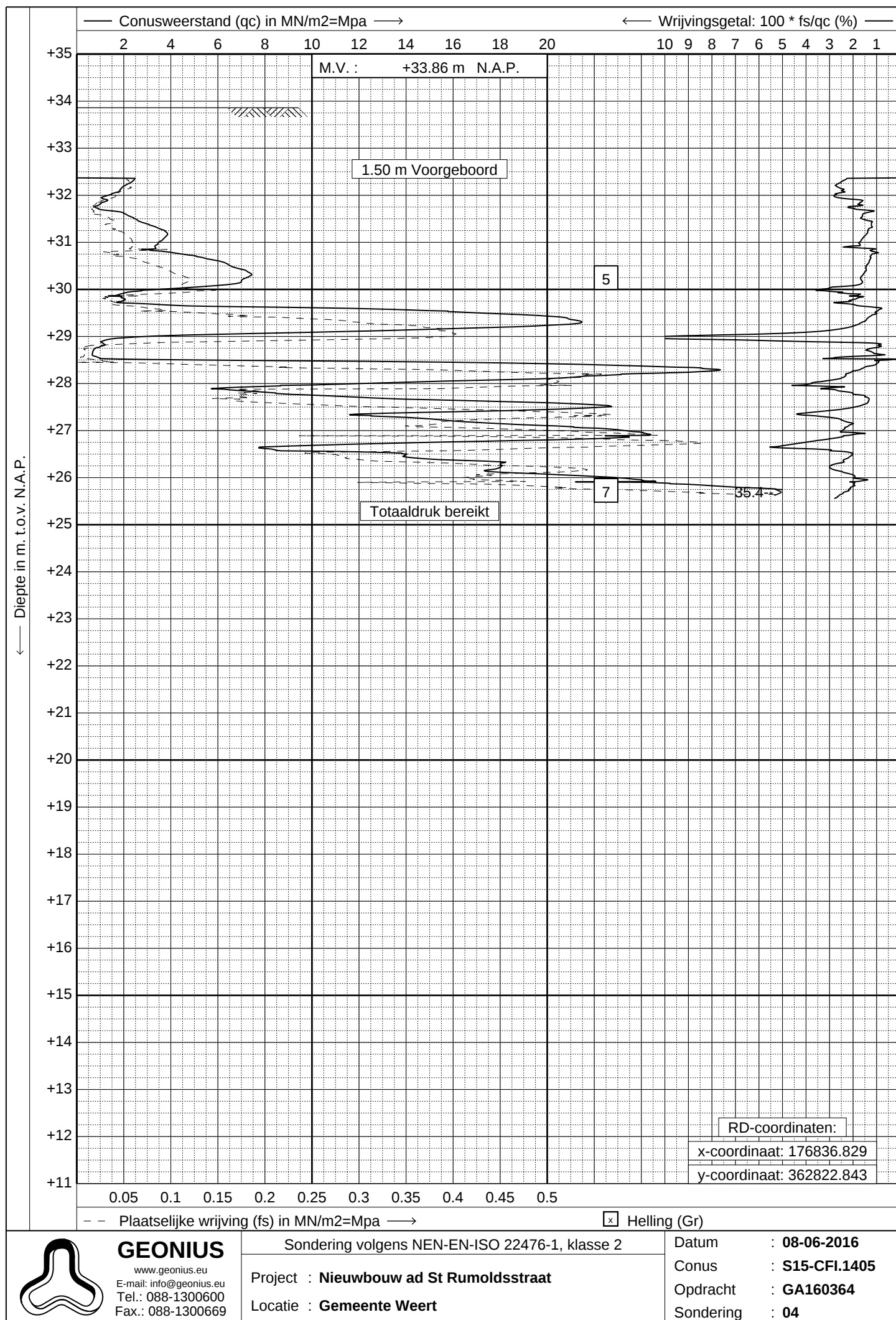
**Sondeergrafieken**

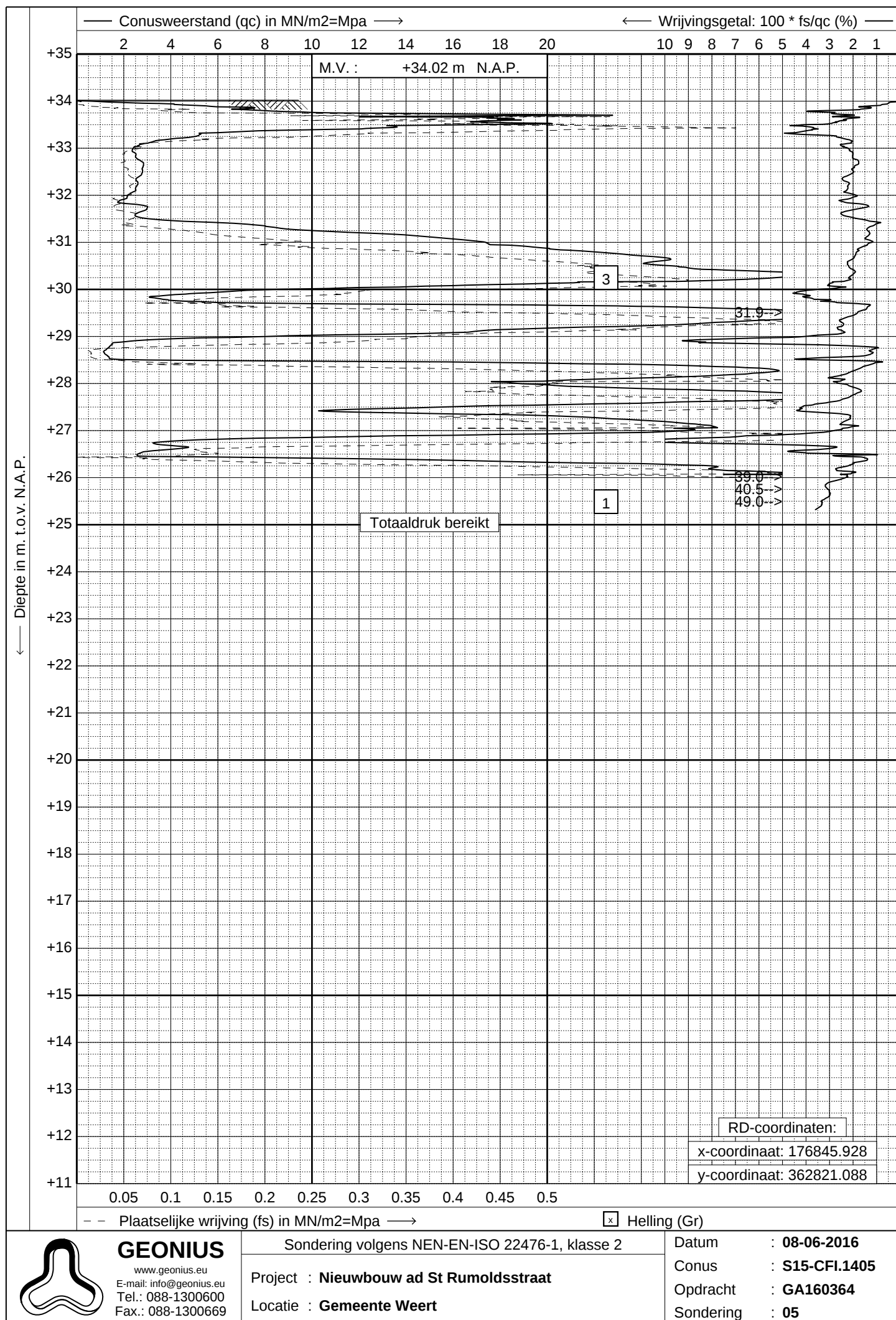
**GA160364 SW01 t/m SW05**









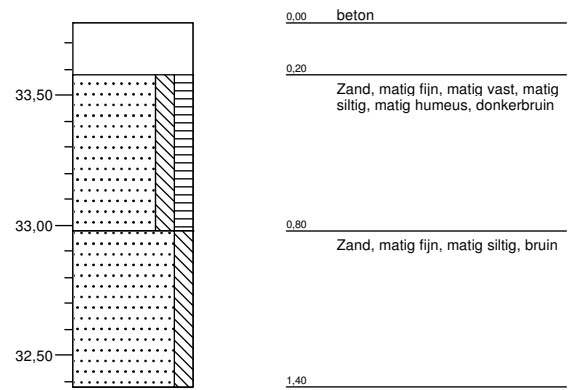


**Bijlage 3**

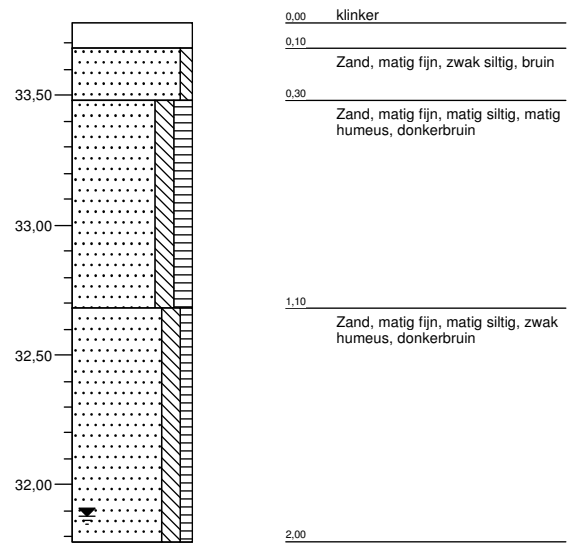
**Boringen**

**GA160364 DB01 t/m DB02**

**boring: DB01**  
Maaiveldhoogte : 33,78 m. t.o.v. N.A.P.  
cm. - mv.  
Datum : 28-06-2016



**boring: DB02**  
Maaiveldhoogte : 33,78 m. t.o.v. N.A.P.  
GWS : 190 cm. - mv.  
Datum : 28-06-2016



**Bijlage 4**

**Doorlatendheidsmetingen**

Formule om de doorlatendheid volgens Porchet te bepalen :

$$k_f = 1,15 * r * (\log(h_0+r/2) - \log(h_1+r/2)) / dt \text{ [cm/s]}$$

Hierbij is :

$h_0$  = waterhoogte in boorgat op tijdstip  $t = t_0$

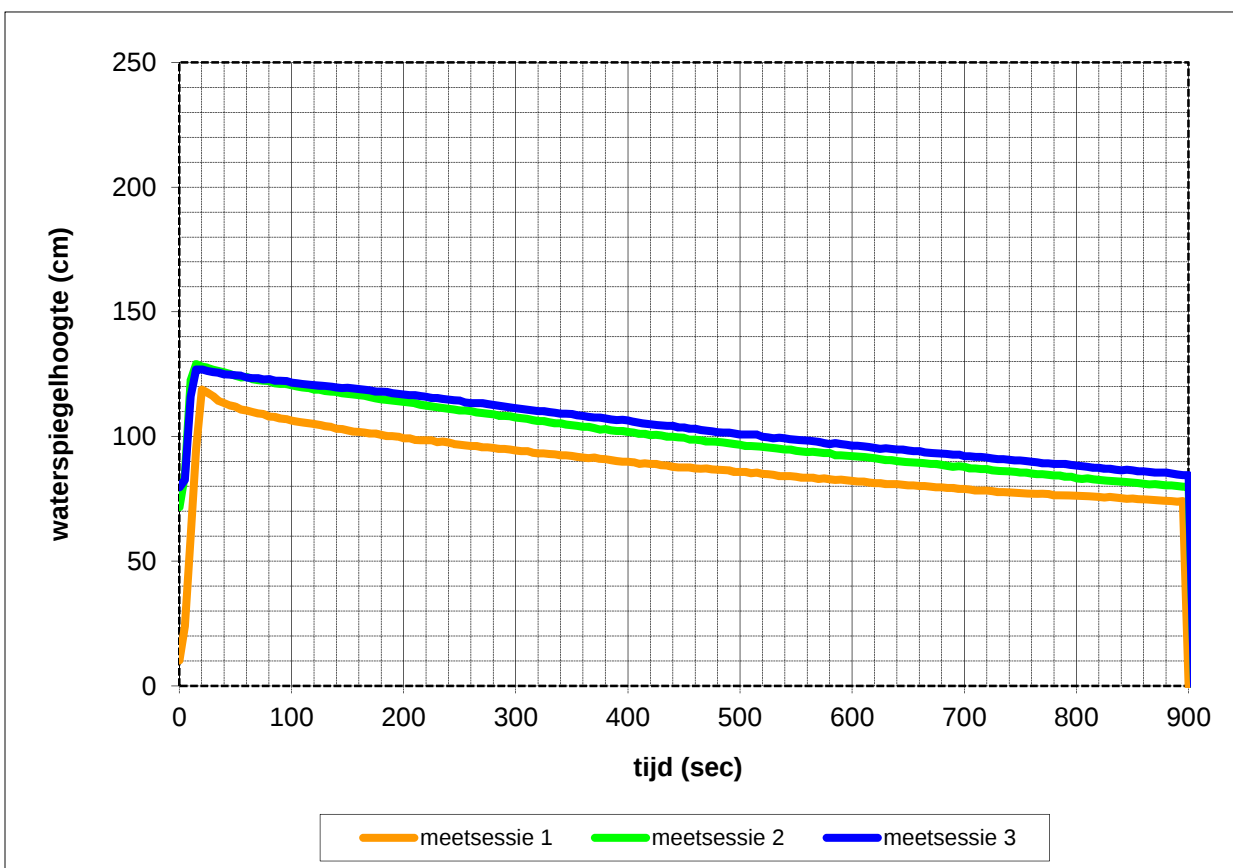
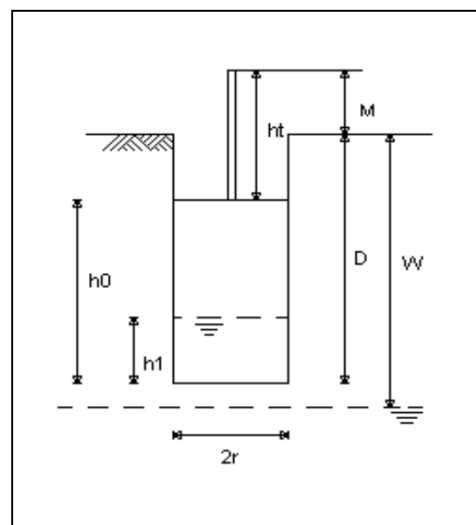
$h_1$  = waterhoogte in boorgat op tijdstip  $t = t_1$

$r$  = boorgatradius

$dt$  = verlopen tijd van  $t = t_0$  tot  $t = t_1$

Onderzoekswaarden

|                 |     |     |    |
|-----------------|-----|-----|----|
| Diepte boorgat  | D : | 150 | cm |
| Standaardhoogte | M : | 50  | cm |
| Radiusboorgat   | R : | 3,5 | cm |
| Grondwater      | W : | 0   | cm |



#### Meetsessie 1

|         |             |       |
|---------|-------------|-------|
| $t_0$ = | 50          | sec   |
| $h_0$ = | 111,942     | cm    |
| $t_1$ = | 800         | sec   |
| $h_1$ = | 76,1        | cm    |
| $k_f$ = | 8,83E-06    | m/s   |
| $k_f$ = | 0,762620475 | m/dag |
| $rc$ =  | -0,00047789 | m/s   |

#### Meetsessie 2

|         |             |       |
|---------|-------------|-------|
| $t_0$ = | 50          | sec   |
| $h_0$ = | 124,225     | cm    |
| $t_1$ = | 800         | sec   |
| $h_1$ = | 83,25       | cm    |
| $k_f$ = | 9,17E-06    | m/s   |
| $k_f$ = | 0,792268878 | m/dag |
| $rc$ =  | -0,00054633 | m/s   |

#### Meetsessie 3

|         |              |       |
|---------|--------------|-------|
| $t_0$ = | 50           | sec   |
| $h_0$ = | 124,592      | cm    |
| $t_1$ = | 800          | sec   |
| $h_1$ = | 88,383       | cm    |
| $k_f$ = | 7,87E-06     | m/s   |
| $k_f$ = | 0,680051269  | m/dag |
| $rc$ =  | -0,000482787 | m/s   |

Formule om de doorlatendheid volgens Porchet te bepalen :

$$k_f = 1,15 * r * (\log(h_0+r/2) - \log(h_1+r/2)) / dt \text{ [cm/s]}$$

Hierbij is :

$h_0$  = waterhoogte in boorgat op tijdstip  $t = t_0$

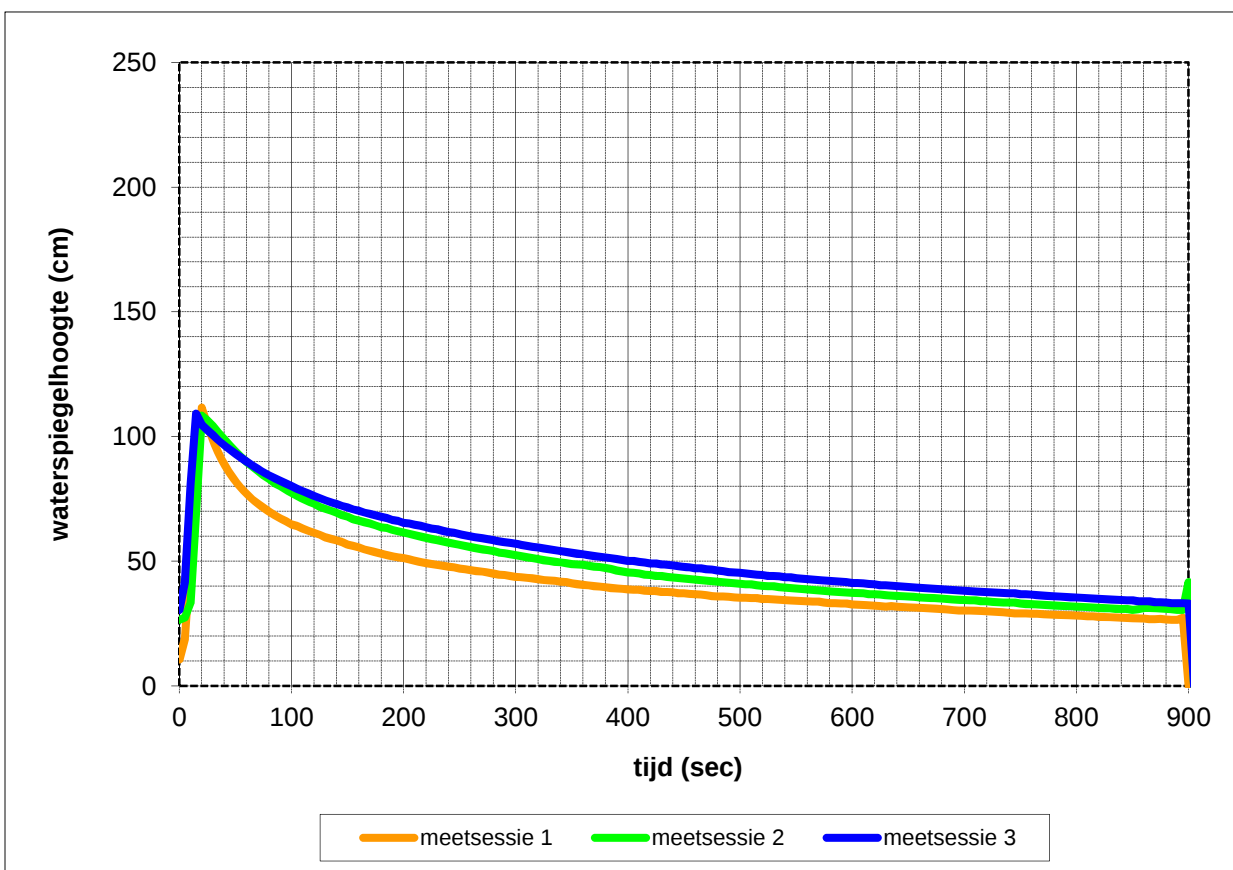
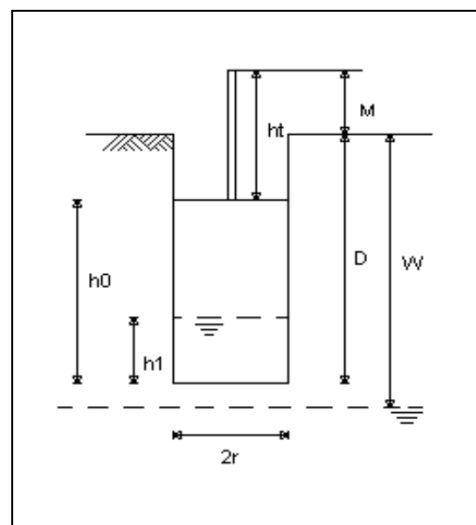
$h_1$  = waterhoogte in boorgat op tijdstip  $t = t_1$

$r$  = boorgatradius

$dt$  = verlopen tijd van  $t = t_0$  tot  $t = t_1$

Onderzoekswaarden

|                 |     |     |    |
|-----------------|-----|-----|----|
| Diepte boorgat  | D : | 150 | cm |
| Standaardhoogte | M : | 50  | cm |
| Radius boorgat  | R : | 3,5 | cm |
| Grondwater      | W : | 0   | cm |



#### Meetsessie 1

|         |             |       |
|---------|-------------|-------|
| $t_0$ = | 50          | sec   |
| $h_0$ = | 82,225      | cm    |
| $t_1$ = | 800         | sec   |
| $h_1$ = | 28,208      | cm    |
| $k_f$ = | 2,40E-05    | m/s   |
| $k_f$ = | 2,075604151 | m/dag |
| $rc$ =  | -0,00072023 | m/s   |

#### Meetsessie 2

|         |             |       |
|---------|-------------|-------|
| $t_0$ = | 50          | sec   |
| $h_0$ = | 94,067      | cm    |
| $t_1$ = | 800         | sec   |
| $h_1$ = | 31,767      | cm    |
| $k_f$ = | 2,45E-05    | m/s   |
| $k_f$ = | 2,115203506 | m/dag |
| $rc$ =  | -0,00083067 | m/s   |

#### Meetsessie 3

|         |             |       |
|---------|-------------|-------|
| $t_0$ = | 50          | sec   |
| $h_0$ = | 93,133      | cm    |
| $t_1$ = | 800         | sec   |
| $h_1$ = | 35,5        | cm    |
| $k_f$ = | 2,18E-05    | m/s   |
| $k_f$ = | 1,882828887 | m/dag |
| $rc$ =  | -0,00076844 | m/s   |

**Bijlage 6:**

**Richtlijnen uitvoering**

**Bijlage Grondverbeteringen**



## **RICHTLIJNEN VOOR HET UITVOEREN VAN GRONDVERBETERINGEN**

### **Het te gebruiken materiaal**

Onderstaand zijn de eisen omschreven waaraan het materiaal moet voldoen dat voor een grondverbetering wordt gebruikt. De genoemde percentages zijn gewichtspercentages.

- Het materiaal moet bestaan uit schoon en goed gegradeerd zand en/of grind. Verschillende korrelgroottes (fracties) moeten ieder in voldoende hoeveelheid aanwezig zijn.
- De uniformiteitscoëfficiënt  $U = D_{60} / D_{10}$  dient minimaal 2,0 te bedragen. Hierin is  $D_{10}$  de korreldiameter met een zeefdoorval van 10 % en  $D_{60}$  de korreldiameter met een zeefdoorval van 60 %.
- De korrelfractie kleiner dan 63  $\mu\text{m}$  (silt en klei) mag in het algemeen niet meer bedragen dan 5 %. Indien minder strenge eisen aan de grondverbetering worden gesteld is een percentage van 10 % < 63  $\mu\text{m}$  toelaatbaar.
- Het humusgehalte (gehalte organische stof) mag ten hoogste 2 % bedragen.
- De korrelvorm is bij voorkeur hoekig.
- De curve van de (verzwaarde) proctorproef van het watergehalte versus de maximaal te bereiken (droge) dichtheid dient bij voorkeur een flauw verloop te hebben rond het optimale watergehalte. Hierdoor kan een goede verdichting worden verkregen bij verschillende watergehalten.

### **Controle op het te gebruiken materiaal**

Voordat met de uitvoering wordt begonnen zal, afhankelijk van de te stellen eisen aan de grondverbetering, het te gebruiken materiaal moeten worden onderzocht op korrelgrootteverdeling, korrelvorm en verdichtbaarheid.

Dit geldt zowel voor het van nature aanwezige zand als voor eventueel aan te voeren zand. Na een eventuele visuele inspectie waarmee een eerste algehele indruk wordt verkregen, kan het onderzoek geschieden door middel van respectievelijk een zeefanalyse, microscopisch onderzoek en de (verzwaarde) proctorproef.

### **Het aanbrengen en verdichten**

- Voor het aanbrengen van de grondverbetering dient de grondwaterstand minimaal ca. **50 cm** onder het ontgravingsvlak te staan. Zonodig zal de grondwaterstand verlaagd moeten worden. Bij een hogere grondwaterstand kunnen, afhankelijk van de doorlatendheid van de ondergrond en het te gebruiken materiaal, alsmede van de tril-apparatuur, drijfzand-condities optreden (liquefaction).
- De aanlegbreedte van de grondverbetering zal zodanig moeten zijn dat een spreiding van de funderingsdrukken mogelijk is onder een hoek van  $45^0$  met de horizontaal vanaf de onderste randen van de fundering.
- Indien de grondslag uit niet-cohesief materiaal zoals zand of grind (met een laag leemgehalte) bestaat, dient het ontgravingsvlak met een lichte trilplaat te worden afgetrild, voordat de grondverbetering wordt aangebracht. Cohesief materiaal zoals leem/löss kan niet of nauwelijks worden verdicht.
- Middels een (verzwaarde) proctorproef kan het optimale watergehalte van het materiaal worden bepaald in relatie tot de hoogst verkregen dichtheid bij een constante hoeveelheid toegevoerde energie. Het watergehalte zal in de regel tijdens het verdichten tussen de ca. 8 en 15 % moeten bedragen. **Indien het materiaal óf te nat óf te droog is wordt zelden de vereiste verdichting verkregen !**



- De grondverbetering dient laagsgewijs te worden opgebouwd. De laagdikte moet in overeenstemming zijn met de verdichtingsapparatuur. In het volgend schema geeft een globale indicatie bij de toepassing van trilplaten :

| Centrifugaal-<br>kracht (kN) | Gewicht<br>(kg) | Laagdikte<br>(cm) |
|------------------------------|-----------------|-------------------|
| -----                        | -----           | -----             |
| 10 - 20                      | < 100           | 20                |
| 25 - 40                      | 150 - 300       | 30                |
| 50 - 80                      | 400 - 600       | 40                |
| > 100                        | > 650           | 50 - 60           |

Opgemerkt wordt dat de volgens fabrieksspecificatie opgegeven dieptewerking geen maatstaf is voor de toe te passen laagdikte.

- Elke laag moet zorgvuldig worden verdicht. Hiervoor zijn minimaal 4 gangen nodig, elkaar kruisend en overlappend. Aangezien de effectiviteit van de apparatuur zeer snel met de diepte afneemt, moet bij grotere laagdikte rekening worden gehouden met een forse toename van het aantal benodigde gangen. De effectiviteit en daarmee van het aantal benodigde gangen is ook afhankelijk van het onderhoud en de slijtage van de apparatuur.
- Wanneer zware trilapparatuur wordt gebruikt, dient het funderingsniveau nagetrild te worden met een lichte trilplaat, omdat een zware trilplaat of -wals de bovenste laag (ca. 15 cm) niet verdicht of losschudt.

### Controle op het aanbrengen en verdichten

Controle op de kwaliteit van de aangebrachte grondverbetering kan geschieden op onderstaande wijze :

- Verkenning met het visiteerijzer. Hiermee kan een indruk worden verkregen van de bovenste laag van het grondverbeteringspakket.
- Mechanische (lichte) slagsonderingen. Hierbij kan het volledige grondverbeteringspakket worden gecontroleerd.
- Hydraulische sonderingen. Indien de aangebrachte grondverbetering berijdbaar is voor een sondeertruck kan op deze wijze het volledige pakket worden doorgelicht.
- Handsonderingen. Vanwege de beperkte mogelijkheden met betrekking tot de te meten conusweerstand en de te bereiken diepte kan hiermee een pakket van maximaal ca. 50 cm dikte worden gecontroleerd.
- In-situ-dichtheidsbepalingen. Met behulp van volume-steekringen worden monsters genomen waarvan de dichtheid wordt bepaald. Ook nucleaire dichtheidsmetingen kunnen worden gebruikt.
- Plaatdrukproeven. Hiermee wordt een indruk verkregen van het zettingsgedrag van een grondverbeteringspakket en daarmee van de kwaliteit.

### Te stellen eisen aan de aangebrachte grondverbetering

Bij de controle van de kwaliteit van de aangebrachte grondverbetering worden de volgende kwalitatieve maatstaven gehanteerd:

- De indringing van een visiteerijzer met een doorsnede van 8 mm mag niet meer bedragen dan 10 à 15 cm.
- De conusweerstand moeten tot een diepte van 60 cm gelijkmatig oplopen tot ca. 6 MN/m<sup>2</sup> bij hydraulische of hand-sonderingen of 25 à 30 slagen per 20 cm bij lichte slagsonderingen (10 kg). Hieronder moeten de conusweerstand een waarde bereiken van minimaal ca. 10 MN/m<sup>2</sup> of 45 à 50 slagen per 20 cm bij lichte slagsonderingen.
- De dichtheid moet ca. 95 à 98 % bedragen van de maximale dichtheid, zoals bepaald met de proctorproef.