

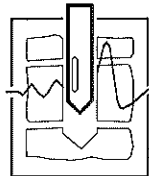
voornulige OVAM  
parking

---

# Verslag sondeerproeven

---

Resultaten van een  
grondonderzoek te Mechelen



---

Nummer: FS.037/546-3704  
Uitgevoerd: 25-02-09

## Ten geleide.

Voor u ligt het resultaat van het grondonderzoek dat u of uw cliënt bij ons bestelde. Dit onderzoek werd met de grootste zorg uitgevoerd en de metingen en afgeleide berekeningen, tezamen met kaartgegevens en terreinobservaties, werden zorgvuldig geïnterpreteerd met als doel een doordacht advies te formuleren voor een veilige fundering.

Na de administratieve gegevens in deel 1 wordt in deel 2 van dit verslag een beoordeling gemaakt van de gemeten en berekende cijfers hetgeen leidt tot een funderingsadvies. Dit advies, het uiteindelijke doel van de studie, wordt gegeven aan het eind van deel 2, onder de hoofding '**conclusies, aanbevelingen**'.

De metingen voor de stand van het grondwater vindt u in deel 3.

In deel 4, 5 en 6 staan de cijfers; respectievelijk de meetgegevens, de daarvan afgeleide berekeningen voor het draagvermogen van de grond en de theoretische zettingen van het gebouw. Indien van toepassing, werd een 7-de deel toegevoegd waarin de berekeningen voor een paalfundering werden opgenomen.

Wij hopen u op een voldoende wijze een inzicht te geven in de opbouw van de ondergrond en de argumentatie waarom er voor (een) bepaald(e) funderingstype(s) werd gekozen. Voor eventuele vragen of opmerkingen kan u steeds bij ons terecht.



## **Inhoudsopgave.**

<b>DEEL 1. ADMINISTRATIEVE GEGEVENS</b>	<b>1</b>
<b>DEEL 2. INTERPRETATIE / ADVIES</b>	<b>2</b>
GEOLOGISCH.	2
GRONDMECHANISCH, BEOORDELING DRAAGVERMOGEN EN ZETTINGEN.	2
CONCLUSIES, AANBEVELINGEN	4
<b>DEEL 3. GRONDWATER.</b>	<b>6</b>
<b>DEEL 4. SONDEERGEDEVENS</b>	<b>7</b>
SONDEERGEDEVENS MECHELEN FS.037/546-3704 – S1	8
SONDEERGEDEVENS MECHELEN FS.037/546-3704 – S2	9
SONDEERGEDEVENS MECHELEN FS.037/546-3704 – S3	10
SONDEERGEDEVENS MECHELEN FS.037/546-3704 – S4	11
SONDEERGEDEVENS MECHELEN FS.037/546-3704 – S5	12
SONDEERGEDEVENS MECHELEN FS.037/546-3704 – S6	13
<b>DEEL 5. DRAAGVERMOGEN</b>	<b>21</b>
DRAAGVERMOGEN MECHELEN FS.037/546-3704– S1	22
DRAAGVERMOGEN MECHELEN FS.037/546-3704– S2	23
DRAAGVERMOGEN MECHELEN FS.037/546-3704– S3	24
DRAAGVERMOGEN MECHELEN FS.037/546-3704– S4	25
DRAAGVERMOGEN MECHELEN FS.037/546-3704– S5	26
DRAAGVERMOGEN MECHELEN FS.037/546-3704– S6	27
<b>DEEL 6. ZETTINGEN</b>	<b>29</b>
6.1. ZETTINGEN MECHELEN FS.037/546-3704 – S1	30
6.2. ZETTINGEN MECHELEN FS.037/546-3704 – S2	31
6.3. ZETTINGEN MECHELEN FS.037/546-3704 – S3	33
6.4. ZETTINGEN MECHELEN FS.037/546-3704 – S4	35
6.5. ZETTINGEN MECHELEN FS.037/546-3704 – S5	37
6.6. ZETTINGEN MECHELEN FS.037/546-3704 – S6	39
<b>DEEL 7. BORING</b>	<b>42</b>

## Deel 1. Administratieve gegevens

**Datum verslag;** 21-03-2009  
**Opdrachtgever;** Stad Mechelen, Dienst Stadsvernieuwing  
 Befferstraat 25  
 2800 Mechelen  
**Architect;**  
**Plaats van uitvoering;** Kan. De Deckerstraat – Sint Katelijnestraat  
 2800 Mechelen  
**Datum van uitvoering;** 25-02 en 17-03-2009  
**Identificatie sondering;** FS.037/546-3704  
**Type sondering;**

Volgnummer	S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7
5, 10, 20 Ton (50,100,200 kN)	20	20	20	20	20	20	
Mantelconus/Kleefmantelconus	M	M	M	M	M	M	
Continu / Discontinuu	C	C	C	C	C	C	
Elektrisch / Mechanisch	M	M	M	M	M	M	
Kleefbreker, kleefvang Ja / Nee	N	N	N	N	N	N	

### Referentieniveau.

Als **referentieniveau of nulpas** kozen we het rioolrooster in de Sint-Katelijnestraat ter hoogte van Sondering S5 – zie schets op de volgende bladzijden. Dit punt gaven we arbitrair het niveau 0.00m. Ten opzichte van dit niveau ligt het maaiveld bij S1 tot en met S6 op;

S1: -0.05m  
 S2: -0.16m  
 S3: -0.28m

S4: -0.07 m  
 S5: +0.18m  
 S6: +0.16m

Deze niveaus werden bepaald met behulp van het waterpasinstrument. In de tekst en in de tabellen wordt de diepte aangeduid in meter **onder maaiveld (o.m.v.)** of in meter **onder het referentieniveau (o.r.n.)** of beide.



## Deel 2. Interpretatie / advies

### geologisch.

De diepere ondergrond bestaat volgens de geologische kaart uit Tertiair, grijsbruin fijn zand of silt, glauconiethoudend en met enkele kleiniveaus. Soms zijn grote oesterschelpen aanwezig. Dit zand 'van Ruisbroek' behoort tot de Formatie van Zelzate uit het Onder-Oligoceen dat wordt gedateerd rond  $\pm 35$  miljoen jaar. Tijdens het Quartair-Recent werd daar bovenop een pakket leemhoudend dekzand afgezet waarop zich de humusbodem ontwikkelde.

Uit de sonderingen leiden we af dat er enkele tientallen centimeter (S1) tot 1m (S5) verdicht puin aanwezig is. Daaronder volgt tot een diepte van 3.4 tot 4.4m o.m.v. alluviale, slappe klei. Hierin liggen onregelmatige lenzen of nesten zandiger of leemrijk sediment. Daaronder vinden we het quartaire zand; middelgrof oker zand met glauconiet. Op een diepte van  $\pm 6.5$ -7m werd vervolgens het fijne, vaste, tertiaire zand van Ruisbroek aangeboord. Dit bevat soms meer kleihoudende niveaus en werd gevolgd tot meer dan 15m diep.

### Grondmechanisch, beoordeling draagvermogen en zettingen.

Om misverstanden te vermijden: wanneer we stellen dat een funderingsmassief wordt belast met X Ton, dan wordt bedoeld dat de som van het eigengewicht van dit massief en de nuttige belasting gelijk is aan X Ton.

Een grond die bebouwd wordt zal aan ten minste twee voorwaarden moeten voldoen; 1) voldoende draagvermogen hebben opdat geen grondbreuk optreedt onder de aangebrachte funderingsdruk en 2) de zetting zal binnen (de voor dat gebouw) redelijke grenzen blijven. De resultaten van de berekeningen voor beide condities worden hieronder samengevat en beoordeeld.

- De variatie tussen de 6 sonderingen van het **grensdraagvermogen** of de toelaatbare funderingsdruk is de volgende (résumé deel 5);

GRENSDRAAGVERMOGEN Aanzetdiepte onder referentieniveau	Grensdraagvermogen Strookfundering MN/m <sup>2</sup> *	Grensdraagvermogen Alleenstaande zool Plaat of put** MN/m <sup>2</sup> *
-0.60 m	0.11-0.38	0.14-0.49
-0.80 m	0.14-0.20	0.18-0.26
-1.00 m	0.09-0.17	0.12-0.22
-1.20 m	0.08-0.18	0.10-0.23
-1.40 m	0.07-0.23	0.09-0.30
-1.60 m	0.05-0.15	0.06-0.19
-1.80 m	0.06-0.10	0.08-0.13
-2.00 m	0.07-0.22	0.09-0.29
-2.20 m	0.07-0.38	0.09-0.49
-2.60 m	0.08-0.22	0.10-0.29

\*  $1\text{MN/m}^2 \approx 10\text{kg/cm}^2 = 100\text{ Ton/m}^2$

\*\* Wanneer de zolen of putten ver uit mekaar staan, anders is het grensdraagvermogen hetzelfde als voor een strookfundering

Onder de verharding en verdichte puinlaag volgt het slappe alluvium. Het grensdraagvermogen neemt dan ook af van meer dan 10 Ton/m<sup>2</sup> rond -0.60m - -0.80m o.r.n. naar een zwakke 5-9



Ton/m<sup>2</sup> in het interval -1.00m - -3.60m o.r.n. Pas daaronder wordt weer een grensdragvermogen boven 10 Ton/m<sup>2</sup> berekend en dit meer vanwege de toenemende bovenbelasting dan wel dat het om steviger grond zou gaan. 15 Ton/m<sup>2</sup> wordt maar bereikt vanaf -4.40m o.r.n.

Voor een alleenstaande zool geldt hetzelfde grensdragvermogen als voor een strookfundering maar dit mag worden verhoogd met 30% wanneer de zolen ver uit mekaar staan.

- In onderstaande tabel worden de **zettingen** in millimeters samengevat voor de volgende voorbeelden<sup>1</sup> (résumé deel 6);
- 1) Een alleenstaande vierkante zool van 1m<sup>2</sup> die de grond belast met 15 Ton/m<sup>2</sup>.
- 2) Een 10\*15m<sup>2</sup> plaatfundering belast met 4 Ton/m<sup>2</sup>.
- 3) Een strookfundering van 0.60m breed die de grond belast met 10 Ton/m<sup>2</sup> (of 6 Ton per strekkende meter).

ZETTINGEN	Vierkante zool	Rechthoekige plaat	Strookfundering
Aanzetdiepte onder referentieniveau	mm	mm	mm
-0.80 m	/-61*	46-90	/-62
-1.00 m	33-68*	41-84	33-68*
-1.20 m	35-74*	35-75	33-71*
-1.40 m	34-77*	29-65	33-72*
-1.60 m	32-79*	23-52	31-71*
-1.80 m	31-79*	14-40	27-68*
-2.00 m	29-78*	6-27	24-64*
-2.20 m	28-77*	0-15	25-60*
-2.60 m	27-74*	0-0	20-54*

\* De gekozen belasting is groter dan het grensdragvermogen op deze diepte

Het grensdragvermogen voor een strookfundering die de grond belast met 10 Ton/m<sup>2</sup> volstaat pas op een diepte vanaf -3.80m o.r.n., diep in het water, en dan nog maar nipt. Voor een strookfundering van 0.60m breed, aangezet op bijv. -1.80m o.r.n. en die de grond (over)belast met 10 Ton/m<sup>2</sup> verwachten we trouwens een totaalzetting van 68mm. Het verschil in zetting tussen de zes sonderingen - een maat voor de differentiële zettingen tussen gelijk belaste punten - bedraagt 41mm. Deze zettingen liggen ver boven de maximumlimiet<sup>2</sup> zodat deze fundering als niet veilig moet worden gezien. Bij een diepere aanzet nemen de zettingen langzaam af maar ze blijven overdreven hoog.

Analoge conclusies gelden voor een fundering op alleenstaande zolen. Een matig of stevig grensdragvermogen kan maar worden gegarandeerd op grote diepte. Bij een aanzet op een normale, bereikbare diepte worden overigens zettingen verwacht die een heel eind boven de maximum toelaatbare zetting liggen.

Het grensdragvermogen voor een plaatfundering volstaat op elke diepte onder de humuslaag-teelaarde. Bij een aanzet op bijv. -1.20 o.r.n., een belasting van 4 Ton/m<sup>2</sup> en een oppervlakte van 10\*15m<sup>2</sup>, verwachten we voor een funderingsplaat een totaalzetting van 75mm en een differentiële zetting van 40mm tussen gelijk belaste punten. Ook dit is een overdreven zetting<sup>2</sup>. Men kan de zetting theoretisch doen afnemen door ofwel de last

<sup>1</sup> Vermits we noch de belasting noch de spreiding ervan kennen, beperken we ons tot deze benadering.

<sup>2</sup> Als maximum toelaatbare zetting hanteren wij de volgende richtwaarden: stroken of zolen; 20mm en funderingsplaat; 50mm. Het behoort echter tot het vakgebied van de ingenieur stabiliteit om de toelaatbare zetting voor de beoogde constructie te bepalen.





te verminderen, ofwel de aanzet dieper te kiezen ofwel beide. Voor dezelfde plaat, maar nu aangezet op bijv. -2.60m o.r.n. verwachten we geen noemenswaardige zettingen meer<sup>3</sup>. De plaat 'drijft'.

## Conclusies, aanbevelingen

Het perceel bevindt zich op de rand van de alluviale vlakte van de Dijle. Het gevolg is dat, onder de verharding en de puinlaag zwakke alluviale sedimenten zoals slib, veen, losgepakt zand... aanwezig zijn tot een diepte van 4-5m onder maaiveld. Daaronder volgt redelijk stevig quartair en tertiair zand.

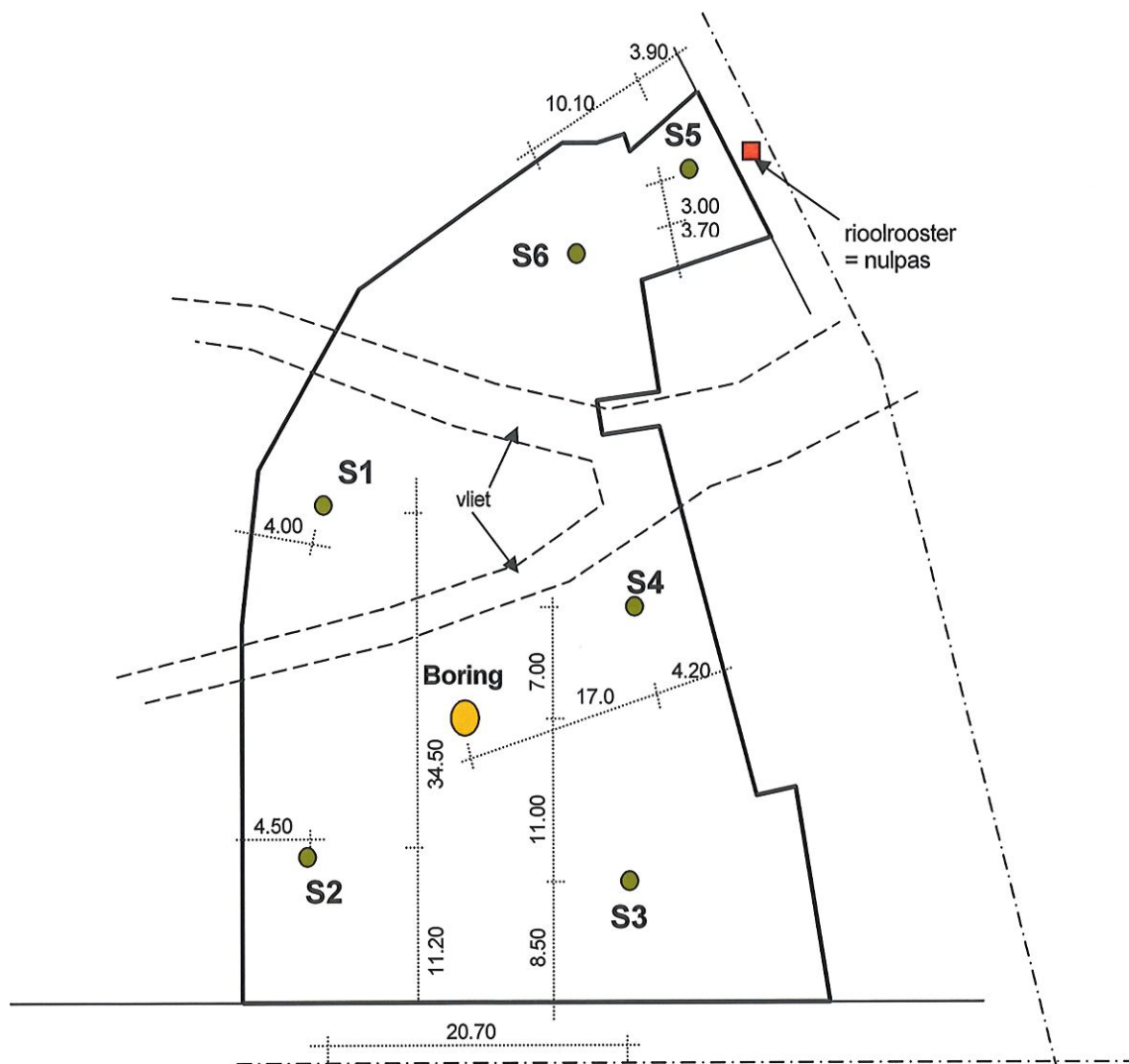
Het grensdragvermogen blijft ondermaats tot -3.60m o.r.n. met waarden onder 10 Ton/m<sup>2</sup>, meestal nog een stuk minder. Vermits voor zolen een grensdragvermogen van 15 Ton/m<sup>2</sup> dikwijls als minimum wordt gevraagd, schieten we tot een diepte van -4.20m o.r.n. tekort. Op die diepte zitten we ook diep in het water. Aan de eerste voorwaarde voor stabiliteit – voldoende draagvermogen van de grond om te weerstaan aan de funderingsdruk kan dan ook niet worden voldaan al kan men theoretisch de zolen zodanig breed maken dat de funderingsdruk onder het grensdragvermogen valt. Voor een niet te zwaar belaste algemene funderingsplaat volstaat het grensdragvermogen om dezelfde reden op eender welke diepte.

Er dient ook te worden voldaan aan een tweede voorwaarde; de zettingen moeten beneden vooropgestelde limieten blijven. Alluviale klei is dermate samendrukbaar dat de zettingen die we verwachten voor eender welke fundering ruim overdreven zijn. Er kan dan ook niet aan beide voorwaarden voor stabiliteit worden voldaan voor stroken, zolen of een funderingsplaat. Voor een diep ingegraven plaat suggereren de cijfers dat dit veilig is omdat men de plaat a.h.w. drijft. Bij zware trillingen, veranderingen in grondwaterstand of droogvallen van het alluvium kan echter verdichting of krimp van de grond optreden met onvoorspelbare zettingen tot gevolg. Bovendien kan de grond gaan 'leven' bij graafwerken en valt er te vrezen voor het zijdelings wegpersen van slappe, jonge klei onder druk ('squeezing').

We besluiten dat de exacte ligging van de gedempte vliet er eigenlijk niet toe doet omdat de grond overal slecht is tot 4-5m. Er kan slechts veilig gewerkt worden met een diepfundering, eventueel een ondiepe fundering na een grondverbetering. Vanaf ongeveer -4.40m o.r.n. vangen de Tertiaire afzettingen aan. Deze zijn vanaf dat niveau redelijk draagkrachtig en dit betert nog met de diepte en stevig zand wordt aangetroffen tot tenminste 15m o.m.v. Deze laag is dan ook geschikt voor het ophouden van een paalfundering of een putfundering. Deze laatste kan worden aangezet op bijv. -5.50m o.r.n. Ook een paalfundering is veilig en de palen kunnen op een diepte van bijv. (benaderend) -12m o.r.n. worden geplaatst. De gespecialiseerde firma's zullen de berekeningen voor de draagkracht van palen uitvoeren. Indien gewenst kan men eveneens een grondverbetering doorvoeren door het intrillen van een reeks grindkernen waarop dan een oppervlakkige fundering kan worden gerealiseerd. Of dit haalbaar is en veilig voor de bestaande constructies (trillingen, verdichten van grond) wordt uitgemaakt door de gespecialiseerde firma's.



<sup>3</sup> Bij de berekening van zettingen wordt de belasting van de nieuw aan te brengen constructie verminderd met de som van 1) het gewicht van het volume uitgegraven grond en 2) de opwaartse waterdruk. In het geval van een plaatfundering en vooral bij hoge grondwaterstand, leidt dit tot een vermindering of zelfs complete compensatie van de residuele belasting, zodat de zettingen snel afnemen, zelfs tot nul wanneer de aanzet maar voldoende diep wordt gekozen. Men houdt hierbij echter geen rekening met het terug 'uitzwellen' van de grond bij ontgraving en opnieuw 'zetten' bij nieuwe belasting. Ook het niet droog krijgen of houden van een kelder kan daarom gevolgen hebben naar zettingen toe.



**INPLANTING  
sonderingen**





### Deel 3. Grondwater.

Na een stabilisatieperiode van ongeveer een halfuur voor de laatste sondering en van een uur of meer voor de overige, werd in de sondeerputjes naar water gepeild. Er werden de volgende vaststellingen gedaan;

Nummer sondering	S1	S2	S3	S4	S5	S6
Diepte observatie (m onder maaiveld)	1.80	1.80	0.80	0.85	1.80	1.78
Code observatie	W	W	D	D	W	W

Gebruikte codes:

- **W:** grondwater in een open sondeergat.
- **V:** dichtgeslibd op die diepte met aanwezigheid van vochtig sediment of een bodempje water.
- **D:** dichtgeslibd op die diepte zonder dat water werd aangetroffen
- **P:** dichtgevallen met puin.
- **0:** sondeergat gevolgen met oppervlaktewater.
- **B:** droog tot op de bodem van het sondeergat
- **T:** Er werd gepeild tot deze diepte; geen water

Deze metingen geven meestal een redelijk juiste schatting van de werkelijke grondwaterstand maar toch moet men er voorzichtig mee zijn. Zij gebeuren immers in een smal sondeergat dat niet beschermd wordt door een verbuizing waardoor het kan vernauwen of dichtvallen met eventueel opstuwen van water. Tijdens het trekken van de sondeerstangen wordt een onderdruk gecreëerd zodat ook hierdoor een vernauwing kan optreden met een abnormale stijghoogte van water als gevolg. In cohesieve gronden zoals klei en leem vloeit het water zeer traag het sondeergat in zodat het meerdere dagen of nog langer kan duren vooraleer een evenwichtstoestand is bereikt. Hier wordt de diepte van de grondwatertafel door de metingen vlak na de sonderingen dan mogelijk overschat. In zandgrond wordt het evenwicht veel sneller bereikt en zijn de metingen meer betrouwbaar. Dikwijls vallen of slibben de sondeergaten dicht met droog of vochtig sediment, al dan niet in aanwezigheid van wat water. Het dichtslibben van de sondeergaten vindt dikwijls plaats in de zone met capillair water, iets boven de grondwatertafel, maar ook dit is geen algemene regel en zal ook weer meer betrouwbaar zijn in zandgronden

Een betrouwbare meting van de grondwaterstand kan enkel gebeuren in een speciaal daartoe aangemaakte **peilbuis**. Dit is een met grind omstort filter dat in een geboord gat tot onder de grondwatertafel wordt geplaatst en dat tot aan het maaiveld wordt verlengd met blinde buizen. Bovenaan wordt het afgewerkt met zwelklei, een afsluitdop en eventueel een straatpot of beschermkoker. De metingen in dergelijke peilbuis gebeuren na verloop van meerdere dagen. Deze permanente buizen kunnen ook dienen om de schommelingen van de grondwatertafel met de seizoenen te volgen of om het effect van een droogzuiging na te gaan.

Men mag uiteraard ook niet de seizoensgebonden schommeling van de grondwatertafel uit het oog verliezen. De diepste grondwaterstand wordt gewoonlijk bereikt in de nazomer terwijl de hoogste grondwaterstand genoteerd wordt rond maart-april. Het niveauverschil bedraagt gemakkelijk meerdere tientallen centimeters en blijft gewoonlijk onder 1m. Grotere verschillen zijn mogelijk. Andere factoren kunnen de grondwaterstand sterk beïnvloeden; een nabije droogzuiging, drainage, waterwinning, irrigatie...



## Deel 4. Sondeergegevens

De gegevens worden bekomen met behulp van de mechanische kleefmantelconus of de mantelconus die met een snelheid van 2cm/sec wordt weggedrukt. Metingen worden om de 20cm uitgevoerd. Wanneer de mantelconus werd gebruikt wordt geen lokale kleef gemeten en ontbreken de kolommen 'lokale kleef' en 'kleefgetal'.

Wanneer een kleefbreker werd gebruikt werd geen 'totale kleef' gemeten en zijn de cijfers in de kolom 'totaalkleef' zinloos.

Standaarddimensies worden gebruikt. Meter (m), kilogram (kg), Newton (N) en MegaNewton (MN=10<sup>6</sup>N). Ter herinnering; 1N/m<sup>2</sup> = 10<sup>-5</sup> bar = 0.102 kgf/m<sup>2</sup> en 1MN/m<sup>2</sup> = 10.2 kg/cm<sup>2</sup> = 102 Ton/m<sup>2</sup>

- **Kolom; Diepte;** Diepte onder maaiveld in meter.
- **Kolom; Relatief peil;** Diepte onder referentieniveau in meter.
- **Kolom; Qc;** Gemeten conusweerstand in MN/m<sup>2</sup>. Deze waarde wordt gebruikt in de berekening van draagvermogen en zettingen (oppervlakte conus; 10 cm<sup>2</sup>).
- **Kolom; Qm;** gemeten mantelwrijving (lokale kleef) in MN/m<sup>2</sup>. Deze wordt in combinatie met Qc gebruikt om het kleefgetal te berekenen. Enkel van toepassing wanneer de kleefmantelconus of een daartoe uitgeruste elektrische conus wordt gebruikt. Voor een ander type conus ontbreekt deze kolom.
- **Kolom Wrijv.;** wrijvings- of kleefgetal dat wordt bekomen door 100\*Qm/Qc en dat dient om de grondsoort te bepalen (procent). Enkel van toepassing wanneer de kleefmantelconus of een daartoe uitgeruste elektrische conus wordt gebruikt. In het andere geval ontbreekt deze kolom.
- **Kolom tot.kleef;** totale wrijving in kN over het ganse stangenstelsel. Van belang bij paalfunderingen. Wanneer een kleefbreker of kleefvanger wordt gebruikt, dan heeft dit getal geen betekenis.
- **Kolom Tot. kracht;** totaalcracht in kN waarmee conus, mantel en stangenstelsel werd weggedrukt. Wanneer een kleefbreker of kleefvanger wordt gebruikt, dan heeft dit getal geen betekenis



## Deel 7. Boring

Er werd ons gevraagd in het centrale deel een boring uit te voeren tot een diepte van 8m. Om door de puinlaag te raken, om een weinig geroerde sedimentkolom boven te halen en om een gedetailleerde beschrijving te kunnen maken werd de boring uitgevoerd met de gemechaniseerde ramguts. De boorstaat wordt hieronder beschreven.

Diepte onder maaiveld (meter)	Beschrijving opgehaalde grond
0.00- 0.30	Asfaltering met daaronder grof puin waaronder een natuur-zandsteenblok.
0.30 - 1.55	Zwart, grijs zand, vermengd met kolengruis en fragmentjes baksteen, kalkcement etc...
1.55 - 1.75	Donkere, typisch, groenbruine organische, alluviale klei met plantendebries en kleine puinfragmentjes. Zwakke ongeconsolideerde plastische klei.
1.75- 3.50	Zelfde alluviale afzetting maar heterogeen, soms zandig. Rond 2.30m; vermenging met grof zand en leem. 2.50-3.15m Bleekoker, vette klei. Roestkleuring door ijzeroxyde-concreties. 3.15-3.50m: terug meer vermenging met beige, los zand met organische componenten rond 3.30m o.m.v. Waterverzadigd
3.50 - 6.90	Middelgrof, saccharoïd (quartair) kwartzand met ±2% geremanieerd glauconiet. Aanwezigheid van soms rijstkorrel-grote kwartskorrels en kleine zwarte silex-rolkefragmentjes. Rond 3.50-4.00m is dit zand helder bleekgroen, elders meer geoxydeerd en bleekoker. Geen mica. Waterverzadigd.
6.90 - 8.00	Fijn, muizengrijs tot bruinigrijs, kwartzand. Stevig en vast gepakt zand. Licht kleverig, siltig. Waterverzadigd