



# Standaardprocedures voor geotechnisch onderzoek:

## **SONDERINGEN**

### **Deel 1: planning, uitvoering en rapportering**

14 juli 2016

# Introductiepagina

De opzet van deze site *Standaardprocedures voor geotechnisch onderzoek* kadert in de algemene visie van de Belgische Groepering voor Grondmechanica en Geotechniek (BGGG) om de kwaliteit van het geotechnisch onderzoek in België op een hoger peil te brengen. Daartoe werd op initiatief van Flor De Cock, voorzitter BGGG, de Task Force “Kwaliteit geotechnisch onderzoek” opgericht. Deze Task Force werd geleid door Gauthier Van Alboom.

Deze standaardprocedures maken deel uit van een set van procedures die zullen omvatten:

- **Standaardprocedures voor geotechnisch onderzoek: algemene bepalingen**
- **Standaardprocedures voor geotechnisch onderzoek: sonderingen**
- **Standaardprocedures voor geotechnisch onderzoek: boringen en monsternamen**
- **Standaardprocedures voor geotechnisch onderzoek: laboratoriumonderzoek**

De “Standaardprocedures voor geotechnisch onderzoek: sonderingen” bestaat uit 2 delen:

- Deel 1: Planning, uitvoering en rapportering
- Deel 2: Geotechnisch advies bij het ontwerp

In dit eerste deel wordt de planning, uitvoering en rapportering van sondeeropdrachten behandeld.

De type opdrachten die aan sondeerfirma's kunnen worden gegeven, en de omvang van het grondonderzoek wordt besproken in “*Standaardprocedures voor geotechnisch onderzoek: algemene bepalingen*”

Dit document werd opgesteld door de werkgroep sonderingen binnen de Task Force 2, waarin actief waren:

- Ilse Claessens (Sondex NV)
- Stefaan D'hoore (Adinco BVBA)
- Erwin Dupont (Fundex NV)
- Noël Huybrechts (Wetenschappelijk en Technisch Centrum voor het Bouwbedrijf – WTCB)
- Jean Nuyens (Orex NV)
- Gauthier Van Alboom - voorzitter - (afdeling Geotechniek - MOW- Vlaamse overheid)
- Hannelore Van Kriekingen (SGS Belgium NV)
- Luc Verhelst (SGS Belgium NV)
- Géraldine Welvaert (GMA NV)

De werkgroep heeft ook dankbaar gebruik gemaakt van de gewaardeerde opmerkingen en suggesties van Flor De Cock (Geo.be BVBA) en Jan Maertens (Jan Maertens BVBA en KUL).

# Onderwerp en toepassingsgebied

## Sonderingen: basisproef binnen het globale geotechnische onderzoek

Sonderingen vormen een van de basisproeven van geotechnische onderzoeksprogramma's in België.

Een goed uitgewerkt proevenprogramma is essentieel om een degelijk geotechnisch ontwerp te kunnen maken. Dit grondonderzoek is functie van de aard van het project en van de grondgesteldheid, en omvat standaard:

- *De kwaliteitsvolle uitvoering van sonderingen voor een funderingsontwerp; indien sonderingen praktisch niet uitvoerbaar zijn (bv. in rotsbodem) wordt een alternatief proevenprogramma uitgewerkt (bv. pressiometerproeven)*
- *De kwaliteitsvolle uitvoering van sonderingen en boringen, aangevuld met laboratoriumonderzoek en/of andere specifieke proeven voor de studie van grondkerende constructies, de stabiliteit van taluds, de kans op schade ten gevolge van grondwaterverlagingen ...*

In dit document vind je een leidraad voor het plannen en uitvoeren van sonderingen, met duiding over specifieke begrippen en aspecten.

Bovendien is een type bestelbon resp. typebestek toegevoegd voor het uitschrijven van een sondeeropdracht.

Het document richt zich zowel tot de opdrachtgevers van sonderingen (architecten, studiebureaus, aannemers ...) als tot sondeerbedrijven.

## Normatieve eisen

In de Europese normalisatie context worden strikte eisen gesteld aan het opzetten van onderzoeksprogramma's van geotechnische proeven, in casu sonderingen.

In het bijzonder wordt in NBN EN 1997-2 gesteld dat organisaties die geotechnisch onderzoek uitvoeren moeten werken volgens een kwaliteitssysteem *“An appropriate quality assurance system shall be in place in the laboratory, in the field and in the engineering office, and quality control shall be exercised competently in all phases of the investigations and their evaluation.”*

Bovendien zijn er specifieke Europese en ISO-normen uitgewerkt voor het uitvoeren van elektrische en mechanische sonderingen.

Belangrijk bij deze nieuwe normen is de introductie van het begrip toepassingsklassen sonderingen. De toepassingsklassen worden gedefinieerd in functie van het gebruik van de resultaten van de sonderingen naar interpretatie toe.

Afhankelijk van de keuze van de toepassingsklasse worden een type sondering, vereiste meetnauwkeurigheden en meetstap opgelegd.

## **Globale context**

Dit document bevat procedures voor het plannen, uitvoeren en rapporteren van proevenprogramma's met sonderingen, aangevuld met duiding en info.

Bedoeling is de kwaliteit van geotechnisch onderzoek (in dit geval sonderingen) globaal op een hoger peil te brengen. Sondeerfirma's die zich engageren om te werken volgens deze standaardprocedure dienen ook uitdrukkelijk te voldoen aan de inherente kwaliteitseisen. Het werken volgens een kwaliteitssysteem (eigen systeem, of beter nog volgens een Belac ISO 17025 geaccrediteerd kwaliteitssysteem) is een noodzaak.

In een tweede document wordt het aspect "geotechnisch advies bij het ontwerp" behandeld.

Het rapporteren van proefresultaten en de interpretatie ervan, gekoppeld aan adviezen, dienen in elk geval duidelijk gescheiden delen van het rapport te vormen.

## Opbouw van het document

Dit document behandelt enkel de *“Planning, uitvoering en rapportering”* van sondeeropdrachten

In het tweede deel wordt *“geotechnisch advies bij het ontwerp behandeld”*.

Het document is in overeenstemming met “Standaardprocedures voor geotechnisch onderzoek: algemene bepalingen” terug te vinden op de site van de Belgische Groepering voor Grondmechanica en Geotechniek (BGGG): <http://www.bggg-gbms.be>

Dit document is opgebouwd rond 3 hoofdblokken:

**A. Projecten geotechnische categorie GC2A: Eengezinswoningen en gebouwen van beperkte omvang en/of belasting (gebouwen met maximum 3 bouwlagen - inclusief kelderverdieping – een maximale uitgravingsdiepte van 2,80m en een bebouwde oppervlakte van < 250m<sup>2</sup>).**

1. Beknopte leidraad voor plannen en uitvoeren sonderingen
2. Bestelbon sonderingen

**B. Projecten geotechnische categorie GC2B: Projecten van gemiddelde en grote omvang en/of grote belasting**

1. Beknopte leidraad voor plannen en uitvoeren sonderingen
2. Typebestek sonderingen

**C. Duiding**

Begrippen die wat meer uitleg vragen worden hier uitgelegd en waar nodig uitgebreider verduidelijkt.

**A . Projecten geotechnische categorie GC2A**  
**Eengezinswoningen en gebouwen met beperkte omvang en/of**  
**belasting**

(gebouwen met maximum 3 bouwlagen - inclusief kelderverdieping-, een maximale uitgravingsdiepte van 2,80m en een oppervlakte < 250 m<sup>2</sup>)

**1. Beknopte leidraad voor plannen en uitvoeren sonderingen**

**2. Bestelbon sonderingen**

# 1. Beknopte leidraad voor plannen en uitvoeren sonderingen

## 1.1. Gegevens te verstrekken door de opdrachtgever

### 1.1.1. Algemene gegevens sondeeropdracht

De opdrachtgever deelt volgende gegevens mee:

- Optioneel: Omschrijving van de aard van de op te richten constructie
- Toegankelijkheid en bereikbaarheid van de onderzoekspunten (vrachtwagen / rupsvoertuig / in te dragen apparaat)
- Eventuele noodzakelijke toelatingen om het terrein te betreden
- Historiek van de site, die impact heeft op de uitvoering van de proeven, zoals:
  - Voorkomen van ondergrondse nutsleidingen op de proefsite indien privé terrein
  - Voorkomen van aanvullingen, stortmaterialen
  - Voorkomen van oude funderingen, resten van kelderconstructies of van andere obstakels in de ondergrond
  - Voorkomen en aard van verontreinigingen.
- Coördinaten van de contactpersoon die tijdens de uitvoering van de proeven bereikbaar is

### 1.1.2 Specifieke gegevens sondeeropdracht

De opdrachtgever bezorgt de specifieke gegevens/plannen voor de sondeeropdracht:

- **Aantal sonderingen**  
*Noot: Voor het vastleggen van het aantal sonderingen gelden de bepalingen van het document “Standaardprocedures voor geotechnisch onderzoek: algemene bepalingen”.*
- **Ligging van de sonderingen**  
De opdrachtgever duidt de uitvoeringsplaatsen van de proeven aan op een liggingsplan op schaal, (indien de Lambertcoördinaten van de onderzoekspunten gekend zijn worden die ook meegedeeld). Het plan geeft zowel de huidige en bij voorkeur ook de toekomstige situatie weer en is ook voorzien van een lijnschaal en aanduiding van afmetingen.  
  
Op dit plan is een referentiepunt aangeduid ten opzichte waarvan de peilen van de onderzoekspunten worden ingemeten. Dit referentiepunt wordt bij voorkeur ook gerefereerd t.o.v. het referentiepeil van het gebouw (indien mogelijk gerefereerd naar TAW, een relatief peil kan evenwel volstaan).
- **Te bereiken diepte en te voorziene indringingscapaciteit sonderingen**  
Indien geen specifieke gegevens beschikbaar zijn worden de sonderingen tot een minimale capaciteit van 100 kN uitgevoerd of tot een diepte van minimaal 10m indien niet eerder een totale indringingskracht van 100 kN wordt bereikt.

Indien uit geologische informatie of resultaten van proeven uitgevoerd in de omgeving (DOV, geologische kaarten) blijkt dat vermoedelijk tot op grotere diepte weinig weerstandbiedende

lagen voorkomen en mogelijk een paalfundering zal nodig zijn, zal een grotere sondeerdiepte en/of een grotere indringingscapaciteit (200 kN) worden opgelegd. Een grotere indringingscapaciteit zal ook worden voorzien indien er aanwijzingen zijn dat in het af te sonderen diepte-interval zeer dichtgepakte lagen voorkomen.

- **Type sonderingen en toepassingsklasse**

De sonderingen kunnen elektrisch (CPTE) of mechanisch (CPTM) worden uitgevoerd. Tenzij er aanwijzingen zijn dat over het af te sonderen diepte-interval zeer dichtgepakte lagen voorkomen kan 100 kN volstaan voor de indringingscapaciteit.

*Noot: Elektrische sonderingen zijn te verkiezen (klasse 4 of beter), maar mechanische sonderingen, discontinu of continu uitgevoerd (klasse 5 t.e.m. 7), zijn ook aanvaardbaar. Elektrische sonderingen bieden het voordeel van een grotere meetfrequentie, nauwkeuriger metingen, en maken een nauwkeuriger grondidentificatie mogelijk.*

Projecten	Capaciteit sondering	Type sondering	Toepassingsklasse	
			CPTE	CPTM
Beperkte omvang en/of belasting	100 kN	CPTE/CPTM	Klasse 4 of beter	Klasse 5 t.e.m. 7

- **Gebruik kleefbreker (al dan niet opgelegd voor een aantal of alle sonderingen)**

Bij elektrische sonderingen wordt van bij de aanvang van de sondering de kleefbreker voorzien.

Algemeen zal voor mechanische sonderingen geen gebruik van kleefbreker worden opgelegd voor dit type constructies. Indien de bereikte diepte < 10 m is en op geen harde insluitels werd gestoten, en uit beschikbare info evenwel is gebleken dat mogelijk een paalfundering zal moeten worden voorzien, zal ten minste 1 sondering met kleefbreker worden uitgevoerd (tenzij expliciet anders vermeld door de opdrachtgever).

Als alternatief voor het gebruik van de kleefbreker kan een sondeerapparaat met grotere indringingscapaciteit (200 kN) worden ingezet

- **Eventueel voorkomen nutsleidingen op privéterrein die het maken van voorputten noodzaakt**
- Eventuele noodzaak doorboren verharding, voorzien van specifieke signalisatie ...



## 1.2. Uitvoeren sonderingen en voorbereidende taken te verrichten door de sondeerfirma

### 1.2.1. Voorbereidende taken

- **Ondergrondse kabels en nutsleidingen**

De sondeerfirma vraagt de ligging van ondergrondse kabels en nutsleidingen aan. Voor proeven op openbare terreinen gebeurt dit altijd, voor proeven op privéterrein in zoverre relevant. Hierbij wordt een onderscheid gemaakt tussen proeven uitgevoerd op terreinen behorend tot het Vlaams, Brussels of Waals Gewest:

- Vlaams Gewest

De sondeerfirma vraagt de ligging van de ondergrondse nutsleidingen op via het KLIP-portaal ([www.klip.be](http://www.klip.be)). De KLIP-aanvraag dient uiterlijk 20 werkdagen en niet meer dan 40 werkdagen vóór de effectieve uitvoering van de proeven door de uitvoerder te gebeuren (een KLIP-aanvraag duurt 20 werkdagen, en is 2 maand geldig).

- Brussels Gewest

De sondeerfirma vraagt de ligging van de ondergrondse nutsleidingen op via het KLIP-portaal ([www.klip.be](http://www.klip.be)). De KLIP-aanvraag dient uiterlijk 20 werkdagen en niet meer dan 40 werkdagen vóór de effectieve uitvoering van de proeven door de uitvoerder te gebeuren (een KLIP-aanvraag duurt 20 werkdagen, en is 2 maand geldig). Het KLIP-decreet is echter enkel geldig in het Vlaamse Gewest, en de leiding- en kabelbeheerders zijn daarom niet verplicht hun ondergrondse kabels en nutsleidingen via KLIP te registreren. De KLIP-aanvraag wordt wel automatisch doorgestuurd naar klim-cicc ([www.klim-cicc.be](http://www.klim-cicc.be)).

De sondeerfirma contacteert dan de betrokken gemeenten om een lijst met leidingen- en kabelbeheerders te verkrijgen. Aansluitend worden alle betreffende beheerders aangetekend aangeschreven om informatie over de gewenste locaties te bekomen.

- Waals Gewest

De sondeerfirma vraagt de gegevens betreffende ondergrondse nutsleidingen en kabels op via <http://impetrants.met.wallonie.be> voor leidingen beheerd door de Service Public de Wallonie en via klim-cicc ([www.klim-cicc.be](http://www.klim-cicc.be) voor andere leidingen).

De sondeerfirma contacteert dan de betrokken gemeenten om een lijst met leidingen- en kabelbeheerders te verkrijgen. Aansluitend worden alle betreffende beheerders aangetekend aangeschreven om informatie over de gewenste locaties te bekomen.

- **Optioneel**

De sondeerfirma raadpleegt DOV <http://dov.vlaanderen.be> (Vlaanderen) of <http://cartographie.wallonie.be/NewPortailCarto/> (Wallonië) en andere geologische en geotechnische info

- **Planning en opstart**

De planning en het opstarten van de sonderingen worden voorafgaandelijk aan de opdrachtgever meegedeeld.

## 1.2.2. Uitvoeren van de sonderingen

- **Voorziene locaties en toegestane afwijkingen**

De sonderingen worden uitgevoerd op de door de opdrachtgever voorziene locaties; een afwijking tot maximaal 5 m is toegestaan. Indien tengevolge ontoegankelijkheid of onbereikbaarheid niet aan deze eis kan worden voldaan, wordt dit aan de opdrachtgever gemeld.

- **Normen**

De sonderingen worden uitgevoerd conform de Europese (ontwerp)normen naar uitvoering, apparatuur, kalibratie-eisen en rapportering, meer bepaald:

- NBN EN ISO 22476-1:2012 “Electrical cone and piezocone penetration tests” voor elektrische sonderingen
- NBN EN ISO 22476-12:2009 “Geotechnisch onderzoek en beproeving – Veldproeven – deel 12: Mechanische sondering (CPTM)” voor mechanische sonderingen

- **Steunbuizen**

Het gebruik van steunbuizen kan in bijzondere gevallen aangewezen zijn indien men vermoedt dat een paalfundering zal nodig zijn, en onder weinig weerstandbiedende bovenlagen diep in sterk weerstandbiedende lagen dient gesondeerd.

Het voorzien van steunbuizen vermindert de kans op uitknikken van de sondeerbuizen en op die manier kan er met geringere kans op breuk tot grotere diepte in de draagkrachtige lagen worden gesondeerd.

- **Hernemen sonderingen**

Indien een sondering op beperkte diepte (< 5m) moet worden stopgezet, dan wordt die op korte afstand hernomen. De herneming gebeurt 1 maal, tenzij anders opgedragen door de opdrachtgever.

Een herneming is niet noodzakelijk indien niet-gekende obstakels in de ondergrond (oude funderingsresten, allerlei harde obstakels in aanvullingsgrond ...) en/of harde lagen in geologische eenheden (zandsteenbanken ...) voorkomen die niet penetreerbaar zijn met een 100 kN-sondeerapparaat.

- **Kalibratiecertificaten**

Kalibratiecertificaten van meetapparatuur en conussen moeten op de sondeerwagen beschikbaar zijn.

- **Opmeten waterpeil**

Na het uittrekken van de sondeerbuizen wordt het waterpeil in het sondeergat of het peil waarop het sondeergat is dichtgevallen opgemeten.

- **Plan/schets**

De daadwerkelijke uitvoeringsplaatsen van de sonderingen met de juiste nummering worden op het door de opdrachtgever bezorgde plan aangeduid. Indien een dergelijk plan niet beschikbaar is maakt de sondeerbaas een schets van de uitvoeringslocaties van de proeven.

- **Inmeten uitvoeringsplaatsen**

De uitvoeringslocaties en de aanvangspeilen van de sonderingen worden ingemeten. De minimale meetnauwkeurigheid bedraagt 0.5 m voor x-y-coördinaten en 5 cm voor de z-coördinaat.

### 1.2.3. Rapporteren van de sondeerresultaten

- **Het rapporteren van de proefresultaten**  
Conform de bepalingen van het document “Standaardprocedures voor geotechnisch onderzoek: algemene bepalingen” dient het rapport opgemaakt te worden door een geotechnicus. De kwalificaties voor geotechnicus zijn terug te vinden op de site van de Belgische Groepering voor Grondmechanica en Geotechniek (BGGG): <http://www.bggg-gbms.be>
- **Doorsturen sondeerresultaten**  
De sondeerdiagrammen (SD) worden binnen de 5 werkdagen aan de opdrachtgever bezorgd, tenzij anders overeengekomen
- **Opmaken proefverslag**  
Na afwerking van de volledige opdracht wordt een proefverslag (PV) opgemaakt. Naast dit proefverslag worden ook interne terreinrapporten (TR) opgemaakt door het sondeerbedrijf; deze rapporten (met de ruwe meetdata) worden door het sondeerbedrijf minimaal 10 jaar bijgehouden en moeten op vraag van de opdrachtgever kunnen worden voorgelegd. Het doorsturen van sondeerresultaten en/of –rapporten aan derden kan enkel mits schriftelijke toestemming van de opdrachtgever.
- **Afgeleide waarden/ interpretaties/ adviezen**  
Het proefverslag omvat enkel de proefresultaten. Afgeleide waarden en/of interpretaties en adviezen kunnen in een apart deel worden opgenomen.
- **Sondeerdiagrammen**  
Omdat de sondeerdiagrammen ook als afzonderlijke documenten worden beoordeeld, worden minimale eisen opgelegd aan de info die op deze diagrammen moet worden gegeven.  
  
De aandacht wordt gevestigd op het feit dat bij de sondeerfirma eveneens de ruwe databestanden uit de sondeerunit digitaal beschikbaar dienen te zijn, en op vraag van de opdrachtgever moeten kunnen worden bezorgd. Het formaat hiervan dient GEF te zijn.
- **Inhoud van de rapportering**  
De rapportering omvat de gegevens vervat in volgende tabel.

Tabel - Rapportering-sondeerresultaten

<b>Algemene info</b>	<b>PV</b>	<b>SD</b>	<b>TR</b>
Referentienummer opdracht	X	X	X
Naam sondeerb企业 + volledige gegevens	X	X	X
Naam en handtekening verantwoordelijke sondeerb企业 voor het project	X		
Naam en handtekening uitvoerder proef			X
Naam opdrachtgever + volledige gegevens	X		
<b>Info opdracht</b>			
<i>Info over op te richten constructie (optioneel)</i>	X		
Locatie (gemeente, site) waar proeven werden uitgevoerd	X	X	X
Plan met uitvoeringsplaatsen proeven met bij voorkeur Lambertcoördinaten en hoogtepeilen in TAW	X		
Gebruikt systeem van coördinaten (Lambert, TAW of lokale referenties)	X		
<b>Algemene technische info proeven</b>			
Referentie naar en conformiteit met EN/ISO norm uitvoering sonderingen	X	X	
Toepassingsklasse sondering	X	X	X
Afwijkingen van de norm bij uitvoering sonderingen	X		
Beschrijving gebruikte apparatuur	X		
Type uitgevoerde proef (capaciteit, apparatuur, conus, continu of discontinu)	X	X	X
Eventuele diepte voorputten en/of voorboringen (met opgave grondsoort indien mogelijk)	X	X	X
Waarnemingen tijdens uitvoering sonderingen (krakingen, afbreken sondeerbuizen, uitzonderlijke slijtage ...)	X	X	X
<b>Specifieke technische info proeven</b>			
Datum uitvoering proef		X	X
<i>X,Y coördinaten proef (optioneel)</i>		X	
Hoogtepeil proef (relatief peil of TAW)		X	
Opgemeten waterpeil in sondeergat of sondeergat dichtgevallen	(X)*	(X)*	X
Gebruik steunbuizen		X	X
Gebruik kleefbreker		X	X
Optrekken sondeerbuizen		X	X
Type conus		X	X
Cijferwaarden volgens meetinterval (in tabelvorm of digitaal)	X		X
Identificatie conus en gebruikte meetapparatuur		X	X
Kalibratiedata gebruikte conussen en sensoren			X
Ruwe sondeerdata			X
Tijdsregistratie tijdens proef			X
Nulpunten conus voor en na proef			X
Eventuele correcties voor nulpunt drift		X	X
Eventuele correcties voor gewicht binnenstangen (CPTM)	X		

\* Gegevens betreffende waterpeil worden in het proefverslag en/of op het sondeerdiagram vermeld; in het proefverslag wordt in elk geval gewezen op het louter indicatieve karakter van deze meting.

- **Opmaak sondeerdiagrammen**

De sondeerdiagrammen geven de meetwaarden aan in functie van de diepte.

- Voor elektrische sonderingen zijn dit:
  - Conusweerstand  $q_c$  in MPa
  - Plaatselijke kleef  $f_s$  in MPa
  - Wrijvingsgetal  $R_f$  in %
  - Helling  $i$  (optioneel) in °
- Voor mechanische sonderingen zijn dit:
  - Conusweerstand  $q_c$  in MPa
  - Totale wrijvingsweerstand  $Q_{st}$  in kN
  - Eventueel plaatselijke kleef (bij gebruik M2 conus)  $f_s$  in MPa
  - Eventueel wrijvingsgetal (bij gebruik M2 conus)  $R_f$  in %

Op de sondeerdiagrammen is eveneens met een lettermarkering aangegeven op welke diepte:

- Steunbuizen zijn geplaatst V
- Sondeerbuizen zijn op- en neergehaald E
- Kleefbreker is gebruikt K
- Sondering is stopgezet (en later hernomen) S
- Harde lagen zijn gepenetreerd door boring of een andere techniek B

Teneinde een correcte visuele beoordeling en vergelijking van sondeerdiagrammen mogelijk te maken is het van essentieel belang dat de sondeerdiagrammen worden opgemaakt volgens een uniforme schaalverhouding; zoals normatief vastgelegd.

Volgende opgelegde schaalverhoudingen **die niet mogen worden gewijzigd**, gelden voor de sondeerdiagrammen (hierbij wordt de eenheidslengte gelijk genomen aan een interval van 1 m op de diepteschaal; deze eenheidslengte wordt bij voorkeur gelijk genomen aan 1 cm):

- Diepteschaal: 1 m/eenheidslengte
- Conusweerstand  $q_c$ : 2 MPa/eenheidslengte
- Plaatselijke kleef  $f_s$ : 0,05 MPa/eenheidslengte
- Wrijvingsgetal  $R_f$ : 2 %/eenheidslengte
- Totale wrijvingsweerstand  $Q_{st}$ : 5 kN/eenheidslengte\*
- Eventueel helling  $i$  (kan ook in tabelvorm) geen schaalverhouding opgelegd

\* Eventueel kan een bijkomend diagram met een grotere schaal (bv. 10 kN/eenheidslengte) worden gebruikt.

## 2. Bestelbon sonderingen

Voor de sondeeropdracht gelden de bepalingen van:

- *Standaardprocedures voor geotechnisch onderzoek: algemene bepalingen*
- *Standaardprocedures voor geotechnisch onderzoek: sonderingen – Deel 1: Planning, uitvoering en rapportering proefresultaten (type opdracht G1)*
- *Standaardprocedures voor geotechnisch onderzoek: sonderingen – Deel 2: Geotechnisch advies bij het ontwerp*

Deze documenten zijn gratis te downloaden op de website van BGGG

**Deze opdracht omvat:**

Aankruisen	Type opdracht zonder advies	Bijkomend terreinbezoek
	sonderingen - type G1	
	sonderingen - type G2	
	Sonderingen –type G3	
	Sonderingen –type G4	

Aankruisen	Type sondeeropdracht met advies	Type adviesopdracht	Bijkomend terreinbezoek
	sonderingen G2	D1.1	
	Sonderingen G3	D1.1	
	sonderingen G3	D1.2	
	Sonderingen –type G4	D4/1	

Voor sondeeropdrachten met advies voegt de opdrachtgever relevante gegevens betreffende de toekomstige bebouwing/inrichting van het terrein bij deze bestelbon.

Voor de sondeeropdracht gelden de bepalingen van de “Beknopte leidraad voor plannen en uitvoeren sonderingen”, terug te vinden op de website van de **Belgische Groepering voor Grondmechanica en Geotechniek (BGGG)**: <http://www.bggg-gbms.be>

Dit houdt in het bijzonder in dat de sonderingen worden uitgevoerd conform de normen NBN EN ISO 22476-12 voor mechanisch sonderen en NBN EN ISO 22476-1 voor elektrisch sonderen.

Het onderzoek omvat:

1	Aanvraag plannen nutsleidingen conform KLIP-decreet	FH	st	
2	Uitzetten onderzoekslocaties	VH	st	
3	Manuele voorboring tot 1,5 m	VH	st	
4	Doorboren oppervlakteverharding			
4.1	Tot 20 cm	VH	st	
4.2	Per bijkomende cm	VH	st	
5	Optioneel: blootleggen nutsleidingen	VH	st	
6	Aan/afvoer sondeerapparatuur	FH	st	
7	Opstelkost per sondering	VH	st	
8	Elektrische sondering 100 kN < 10 m	VH	st	
9	Elektrische sondering 100 kN > 10 m	VH	m	
10	Elektrische sondering 200 kN < 20 m	VH	st	
11	Elektrische sondering 200 kN > 20 m	VH	m	

De sonderingen worden uitgevoerd volgens toepassingsklasse ...

Optioneel bijkomende prestaties

12	Perforeren harde insluitsels met sondeerapparatuur	VH	10 cm	
13	Optioneel : mechanisch doorboren ondergrondse harde lagen of perforeren harde insluitsels met boorapparatuur			
13.1	Aan- en afvoer boorapparatuur	VH	st	
13.2	Doorboren harde lagen	VH	10 cm	
13.3	Standby boorapparatuur	VH	uur	
14	Wacht- en verletijd niet te wijten aan sondeerfirma	VH	uur	
15	Rapport	FH	st	

Optioneel mechanische sonderingen

16	Mechanische discontinue sondering 100 kN < 10 m	VH	st	
17	Mechanische continue sondering 100 kN < 10 m	VH	st	
18	Mechanische discontinue sondering 100 kN > 10 m	VH	m	
19	Mechanische continue sondering 100 kN > 10 m	VH	m	
20	Mechanische discontinue sondering 200 kN < 20 m	VH	st	
21	Mechanische continue sondering 200 kN < 20 m	VH	st	
22	Mechanische discontinue sondering 200 kN > 20 m	VH	m	
23	Mechanische continue sondering 200 kN > 20 m	VH	m	
24	Vervangen eindbuis door kleefbreker	VH	st	

De sonderingen worden uitgevoerd volgens toepassingsklasse ...

## TERREINGEGEVENS

o Huidige terreintoestand:

- |  |                                      |
|--|--------------------------------------|
| <input type="checkbox"/> Vlak terrein  | <input type="checkbox"/> Drassig     |
| <input type="checkbox"/> Hellend terrein   | <input type="checkbox"/> Struikgewas |
| <input type="checkbox"/> Terrein met talud/gracht  | <input type="checkbox"/> Bebest      |
| <input type="checkbox"/> Verharding beton/asfalt/klinkers/grind                          |                                      |
| <input type="checkbox"/> Aanvulling grond/afbraakpuin/aangevulde kelders/funderingen ... |                                      |
| <input type="checkbox"/> Bebouwd   |                                      |

o Toegang tot het terrein:

- |  |                                  |
|--|----------------------------------|
| <input type="checkbox"/> Vrachtwagen                           | <input type="checkbox"/> Talud   |
| <input type="checkbox"/> Rupsvoertuig                          | <input type="checkbox"/> Gracht  |
| <input type="checkbox"/> Los apparaat                          | <input type="checkbox"/> Helling |
| <input type="checkbox"/> Afsluiting draad/muur                 |                                  |
| <input type="checkbox"/> Smalle straten                        |                                  |
| <input type="checkbox"/> Smalle doorgang (b: ..... x h: .....) |                                  |

## **B. Projecten geotechnische categorie 2B**

### **Projecten van gemiddelde en grote omvang en/of grote belasting**

- Gebouwen die niet onder GC2A vallen
- Lineaire structuren: ophogingen
- Lineaire structuren: uitgravingen onder talud
- Lineaire structuren: collectoren en leidingen
- Lineaire structuren: onderdoorgangen
- Lineaire structuren: gestuurde boringen
- Lineaire structuren: tunnels
- Lineaire structuren: kaaimuren
- Beschoeiingen
- Bruggen
- Bemalingen

#### **1. Beknopte leidraad voor plannen en uitvoeren sonderingen**

#### **2. Typebestek sonderingen**



# 1. Beknopte leidraad voor plannen en uitvoeren sonderingen

## 1.1. Gegevens te verstrekken door de opdrachtgever

### 1.1.1. Algemene gegevens sondeeropdracht

De opdrachtgever deelt volgende gegevens mee:

- het type opdracht voor geotechnisch onderzoek

Type opdracht zonder advies
Sonderingen - type G1
Sonderingen - type G2
Sonderingen -type G3
Sonderingen -type G4

Type sondeeropdracht met advies	Type adviesopdracht
Sonderingen G2	D1.1
Sonderingen G3	D1.1
Sonderingen G3	D1.2
Sonderingen -type G4	D4/1

Voor sondeeropdrachten met advies voegt de opdrachtgever relevante gegevens betreffende de toekomstige bebouwing/inrichting van het terrein bij deze bestelbon.

- Voor type opdrachten zonder advies is de omschrijving van de aard van de op te richten constructie optioneel
- Toegankelijkheid en bereikbaarheid van de onderzoekspunten (vrachtwagen / rupsvoertuig / in te dragen apparaat)
- Eventuele noodzakelijke toelatingen om het terrein te betreden
- Historiek van de site, die impact heeft op de uitvoering van de proeven, zoals:
  - Voorkomen van ondergrondse nutsleidingen op de proefsite indien privé terrein
  - Voorkomen van aanvullingen, stortmaterialen
  - Voorkomen van oude funderingen, resten van kelderconstructies, of van andere obstakels in
    - de ondergrond
    - Voorkomen en aard van verontreiniging.
- Coördinaten van de contactpersoon die tijdens de uitvoering van de proeven bereikbaar is.

## 1.1.2. Specifieke gegevens sondeeropdracht

De opdrachtgever bezorgt de specifieke gegevens/plannen voor de sondeeropdracht:

- **Aantal sonderingen**

Bij het uitwerken van het proevenprogramma dient alle reeds beschikbare informatie met betrekking tot de ondergrond (sonderingen en boringen uit de omgeving, geologische en grondmechanische kaarten ...) geraadpleegd te worden om het aantal en de plaats van de proeven nog nauwkeuriger te kunnen bepalen (bv. plaats van een vroegere geul).

Indicatieve richtlijnen voor het type proeven en aantal proeven zijn terug te vinden in het document “Standaardprocedures voor geotechnisch onderzoek: algemene bepalingen”.

- **Inplanting sonderingen**

De opdrachtgever duidt de uitvoeringsplaatsen van de proeven aan op een (bij voorkeur digitaal) liggingsplan op schaal, met opgave van de Lambertcoördinaten. Het plan geeft de huidige en bij voorkeur ook de toekomstige situatie weer en is ook voorzien van een lijnschaal en aanduiding van afmetingen.

Op dit plan worden ook eventueel eerder voor het project uitgevoerde sonderingen aangeduid; de nummering van de nieuw gevraagde proeven sluit aan bij deze van de reeds uitgevoerde proeven.

Op dit plan is een referentiepunt aangeduid, gerefereerd naar TAW (voor gebouwen, indien gekend, ook de nulpas van het gebouw gerefereerd naar TAW).

- **Te bereiken diepte sonderingen**

Voor wat betreft de diepte van de proeven kan gesteld worden dat deze bepaald wordt door de plaatselijke grondgesteldheid en de aard van de constructie en de diepte die relevant is voor het bepalen van het vervormingsgedrag van de constructie. Nuttige informatie hierbij zijn de resultaten van proeven uitgevoerd in de omgeving. Deze kunnen een beeld geven van de te verwachten opbouw van de ondergrond waaruit een eerste schatting van de diepte kan worden gemaakt.

Algemeen zijn minimale waarden voor het dieptebereik van sonderingen vermeld in het deel “Algemene bepalingen” van de “Standaardprocedures grondonderzoek”.

Indien geen specifieke gegevens beschikbaar zijn worden de sonderingen tot de maximaal te bereiken diepte voor een capaciteit van 200 kN uitgevoerd en minimaal tot een diepte die overeenstemt met 1,5 x de breedte van de constructie.

- **Type sonderingen en toepassingsklasse**

<b>Projecten</b>	<b>Capaciteit sondering</b>	<b>Type sondering</b>	<b>Toepassingsklasse</b>
Gemiddelde omvang en/of belasting	200 kN	CPTE*	Klasse 4 tot 1**
Belangrijke omvang en/of belasting	200 kN	CPTE/CPTU*	Klasse 3 tot 1**

\* *Indien er indicaties zijn van voorkomen van stenen of andere obstakels in de ondergrond die de elektrische conus kunnen beschadigen, kan overgegaan worden naar continu of discontinu mechanisch sonderen (klasse 5 tot 7); hierbij dient wel rekening gehouden met de beperkingen van het gebruik van sondeerresultaten met lagere toepassingsklasse (ook voor wat betreft continu versus discontinu mechanisch sonderen)*

\*\* *Toepassingsklasse 1 vereist een zeer hoge meetnauwkeurigheid die enkel voor zeer speciale toepassingen een meerwaarde geeft; klasse 1 is derhalve niet toepasselijk voor de gangbare Belgische praktijk*

- **Gebruik kleefbreker al dan niet opgelegd voor een aantal of alle mechanische sonderingen**

Indien hieromtrent geen specificaties zijn gegeven, worden 1 op de 3 sonderingen met kleefbreker uitgevoerd, opdat de sondeerdiepte minimaal 2 x de breedte van de constructie bedraagt.

- **Eventuele noodzaak tot machinaal voorboren om een grote sondeerdiepte te bereiken, of om harde lagen te doorboren.**
- **Resultaten van beschikbare geotechnische data in de omgeving of verwijzing naar een databank (bv. DOV)**
- **Eventueel voorkomen nutsleidingen op privéterrein**
- **Eventuele noodzaak tot het maken van voorputten, voorzien van specifieke signalisatie ...**

## 1.2. Uitvoeren sonderingen en voorbereidende taken te verrichten door de sondeerfirma

### 1.2.1. Voorbereidende taken

- **Ondergrondse kabels en nutsleidingen**

De sondeerfirma vraagt de ligging van ondergrondse kabels en nutsleidingen aan. Voor proeven op openbare terreinen gebeurt dit altijd, voor proeven op privéterrein in zoverre relevant. Hierbij wordt een onderscheid gemaakt tussen proeven uitgevoerd op terreinen behorend tot het Vlaams, Brussels of Waals Gewest:

- Vlaams Gewest

De sondeerfirma vraagt de ligging van de ondergrondse nutsleidingen op via het KLIP-portaal ([www.klip.be](http://www.klip.be)). De KLIP-aanvraag dient uiterlijk 20 werkdagen en niet meer dan 40 werkdagen vóór de effectieve uitvoering van de proeven door de uitvoerder te gebeuren (een KLIP-aanvraag duurt 20 werkdagen, en is 2 maand geldig).

- Brussels Gewest

De sondeerfirma vraagt de ligging van de ondergrondse nutsleidingen op via het KLIP-portaal ([www.klip.be](http://www.klip.be)). De KLIP-aanvraag dient uiterlijk 20 werkdagen en niet meer dan 40 werkdagen vóór de effectieve uitvoering van de proeven door de uitvoerder te gebeuren (een KLIP-aanvraag duurt 20 werkdagen, en is 2 maand geldig). Het KLIP-decreet is echter enkel geldig in het Vlaamse Gewest, en de leiding- en kabelbeheerders zijn daarom niet verplicht hun ondergrondse kabels en nutsleidingen via KLIP te registreren. De KLIP-aanvraag wordt wel automatisch doorgestuurd naar klim-cicc ([www.klim-cicc.be](http://www.klim-cicc.be)).

De sondeerfirma contacteert dan de betrokken gemeenten om een lijst met leidingen- en kabelbeheerders te verkrijgen. Aansluitend worden alle betreffende beheerders aangetekend aangeschreven om informatie over de gewenste locaties te bekomen.

- Waals Gewest

De sondeerfirma vraagt de gegevens betreffende ondergrondse nutsleidingen en kabels op via <http://impetrants.met.wallonie.be> voor leidingen beheerd door de Service Public de Wallonie en via klim-cicc ([www.klim-cicc.be](http://www.klim-cicc.be) voor andere leidingen).

De sondeerfirma contacteert dan de betrokken gemeenten om een lijst met leidingen- en kabelbeheerders te verkrijgen. Aansluitend worden alle betreffende beheerders aangetekend aangeschreven om informatie over de gewenste locaties te bekomen.

- De sondeerfirma raadpleegt DOV <http://dov.vlaanderen.be> (Vlaanderen) of <http://cartographie.wallonie.be/NewPortailCarto/> (Wallonië) en andere geologische en geotechnische info, voor het vastleggen van de passende sondeerapparatuur en -technieken om de gewenste sondeerdiepte te bereiken.
- De planning en het opstarten van de sonderingen worden voorafgaandelijk aan de opdrachtgever meegedeeld.

## 1.2.2. Uitvoeren van de sonderingen

- **Voorziene locaties en toegestane afwijkingen**

De sonderingen worden uitgevoerd op de door de opdrachtgever voorziene locaties; een afwijking tot maximaal 5 m is toegestaan. Indien ten gevolge ontoegankelijkheid of onbereikbaarheid niet aan deze eis kan worden voldaan, wordt dit aan de opdrachtgever gemeld.
- **Voorputten signalisatie**

Indien nodig worden vóór het uitvoeren van de sonderingen voorputten gemaakt en/of gepaste signalisatie geplaatst.
- **Europese normen**

De sonderingen worden uitgevoerd conform de Europese (ontwerp)normen naar uitvoering, apparatuur, kalibratie-eisen en rapportering, meer bepaald:

  - NBN EN ISO 22476-1:2012 “Electrical cone and piezocone penetration tests” voor elektrische sonderingen
  - NBN EN ISO 22476-12:2009 “Geotechnisch onderzoek en beproeving – Veldproeven – deel 12: Mechanische sondering (CPTM)” voor mechanische sonderingen
- **Steunbuizen**

Het gebruik van steunbuizen kan aangewezen zijn indien onder weinig weerstandbiedende bovenlagen diep in sterk weerstandbiedende lagen dient gesondeerd. Het voorzien van steunbuizen vermindert de kans op uitknikken van de sondeerbuizen en op die manier kan er met geringere kans op breuk tot grotere diepte worden gesondeerd.
- **Hernemen sonderingen**

Indien een sondering op beperkte diepte (< 5m) moest worden stopgezet, dan wordt die op korte afstand hernomen. De herneming gebeurt 1 maal, tenzij anders opgedragen door de opdrachtgever. Een herneming is niet noodzakelijk indien niet-gekende obstakels in de ondergrond (oude funderingsresten, allerlei harde obstakels in aanvullingsgrond ...) en/of harde lagen in geologische eenheden (zandsteenbanken ...) voorkomen die niet penetreerbaar zijn met een 200 kN-sondeerapparaat (met inbegrip van ophalen sondeerbuizen).
- **Kalibratiecertificaten**

Kalibratiecertificaten van meetapparatuur en conussen moeten op de sondeerwagen beschikbaar zijn.
- **Opmeten waterpeil**

Na het uittrekken van de sondeerbuizen wordt het waterpeil in het sondeergat of het peil waarop het sondeergat is dichtgevallen opgemeten.
- **Plan/Schets uitvoeringsplaatsen**

De daadwerkelijke uitvoeringsplaatsen van de sonderingen met de juiste nummering worden op het door de opdrachtgever bezorgde plan aangeduid. Indien een dergelijk plan niet beschikbaar is maakt de sondeerbaas een schets van de uitvoeringslocaties van de proeven.
- **Inmeten uitvoeringsplaatsen**

De uitvoeringslocaties en de aanvangspeilen worden ingemeten. De minimale meetnauwkeurigheid bedraagt 0.5 m voor de x-y-coördinaten en 5 cm voor de z-coördinaat.

### 1.2.3. Rapporteren van de sondeerresultaten

De gewenste rapportering hangt af van het type opdracht dat gegeven is. Hieronder wordt de rapportering voor type opdracht G1 gegeven.

- **Doorsturen sondeerdiagrammen**

De sondeerdiagrammen (SD) worden binnen de 5 werkdagen aan de opdrachtgever bezorgd, tenzij anders overeengekomen.

- **Opmaken proefverslag**

Na afwerking van de volledige opdracht wordt een proefverslag (PV) opgemaakt. Naast dit proefverslag worden ook interne terreinrapporten (TR) opgemaakt door het sondeerbedrijf; deze rapporten (met de ruwe meetdata) worden door het sondeerbedrijf minimaal 10 jaar bijgehouden en moeten op vraag van de opdrachtgever kunnen worden voorgelegd. Het doorsturen van sondeerresultaten en/of –rapporten aan derden kan enkel mits schriftelijke toestemming van de opdrachtgever.

- **Sondeerdiagrammen**

Omdat de sondeerdiagrammen ook als afzonderlijke documenten worden beoordeeld, worden minimale eisen opgelegd aan de info die op deze diagrammen moet worden gegeven.

De aandacht wordt gevestigd op het feit dat bij de sondeerfirma eveneens de ruwe databestanden uit de sondeerunit digitaal beschikbaar dienen te zijn, en op vraag van de opdrachtgever moeten kunnen worden bezorgd. Het formaat hiervan dient GEF te zijn.

- **Inhoud van de rapportering**

De rapportering omvat de gegevens vervat in volgende tabel.

Tabel: Rapportering sondeerresultaten

<b>Algemene info</b>	<b>PV</b>	<b>SD</b>	<b>TR</b>
Referentienummer opdracht	X	X	X
Naam sondeerb企业 + volledige gegevens	X	X	X
Naam en handtekening verantwoordelijke sondeerb企业 voor het project	X		
Naam en handtekening uitvoerder proef			X
Naam opdrachtgever + volledige gegevens	X		
<b>Info opdracht</b>			
Info over op te richten constructie (optioneel)	X		
Locatie (gemeente, site) waar proeven worden uitgevoerd	X	X	X
Plan met uitvoeringsplaatsen proeven met bij voorkeur Lambertcoördinaten en hoogtepeilen in TAW	X		
Gebruikt systeem van coördinaten (Lambert, TAW of lokale referenties)	X		
<b>Algemene technische info proeven</b>			
Referentie naar en conformiteit met EN ISO-norm uitvoering sonderingen	X	X	
Toepassingsklasse sondering	X	X	X
Afwijkingen van de norm bij uitvoering sonderingen	X		
Beschrijving gebruikte apparatuur	X		
Type uitgevoerde proef (capaciteit, apparatuur, conus)	X	X	X
Eventuele diepte voorputten en/of voorboringen (met opgave grondsoort indien mogelijk)	X	X	X
Waarnemingen tijdens uitvoering sonderingen (krakingen, afbreken sondeerbuizen, uitzonderlijke slijtage ...)	X	X	X
Speciale opstellingen (sonderingen vanaf ponton, hefeiland ...)	X	X	X
<b>Specifieke technische info proeven</b>			
Datum uitvoering proef		X	X
X,Y coördinaten proef		X	
Hoogtepeil proef met opgave TAW		X	
Opgemeten waterpeil in sondeergat of sondeergat dichtgevallen	(X)*	(X)*	X
Gebruik steunbuizen		X	X
Gebruik kleefbreker		X	X
Optrekken sondeerbuizen		X	X
Type conus		X	X
Cijferwaarden volgens meetinterval (in tabelvorm of digitaal)	X		X
Identificatie conus en gebruikte meetapparatuur			X
Kalibratiedata gebruikte conussen en sensoren			X
Ruwe sondeerdata			X
Tijdsregistratie tijdens proef			X
Nulpunten conus voor en na proef			X
Eventuele correcties voor nulpunt drift		X	X
Filterlocatie piëzoconus	X	X	X
Methode verzadiging piëzoconus	X		

\* Gegevens betreffende waterpeil worden in het proefverslag en/of op het sondeerdiagram vermeld; in het proefverslag wordt in elk geval gewezen op het louter indicatieve karakter van deze meting

- **Opmaak sondeerdiagrammen**

De sondeerdiagrammen geven de meetwaarden aan in functie van de diepte.

- Voor elektrische sonderingen zijn dit:
  - Conusweerstand  $q_c$  in MPa
  - Plaatselijke kleef  $f_s$  in MPa
  - Wrijvingsgetal  $R_f$  in %
  - Helling  $i$  (optioneel) in °
- Voor mechanische sonderingen zijn dit:
  - Conusweerstand  $q_c$  in MPa
  - Totale wrijvingsweerstand  $Q_{st}$  in kN
  - Eventueel plaatselijke kleef (bij gebruik M2 conus)  $f_s$  in MPa
  - Eventueel wrijvingsgetal (bij gebruik M2 conus)  $R_f$  in %

Op de sondeerdiagrammen is eveneens met een lettermarkering aangegeven op welke diepte:

- Steunbuizen zijn geplaatst V
- Sondeerbuizen zijn op- en neergehaald E
- Kleefbreker is gebruikt K
- Sondering is stopgezet (en later hernomen) S
- Harde lagen zijn gepenetreerd door boring of een andere techniek B

Teneinde een correcte visuele beoordeling en vergelijking van sondeerdiagrammen mogelijk te maken is het van essentieel belang dat de sondeerdiagrammen worden opgemaakt volgens een uniforme schaalverhouding; zoals normatief vastgelegd.

Volgende opgelegde schaalverhoudingen **die niet mogen worden gewijzigd**, gelden voor de sondeerdiagrammen (hierbij wordt de eenheidslengte gelijk genomen aan een interval van 1 m op de diepteschaal; deze eenheidslengte wordt bij voorkeur gelijk genomen aan 1 cm):

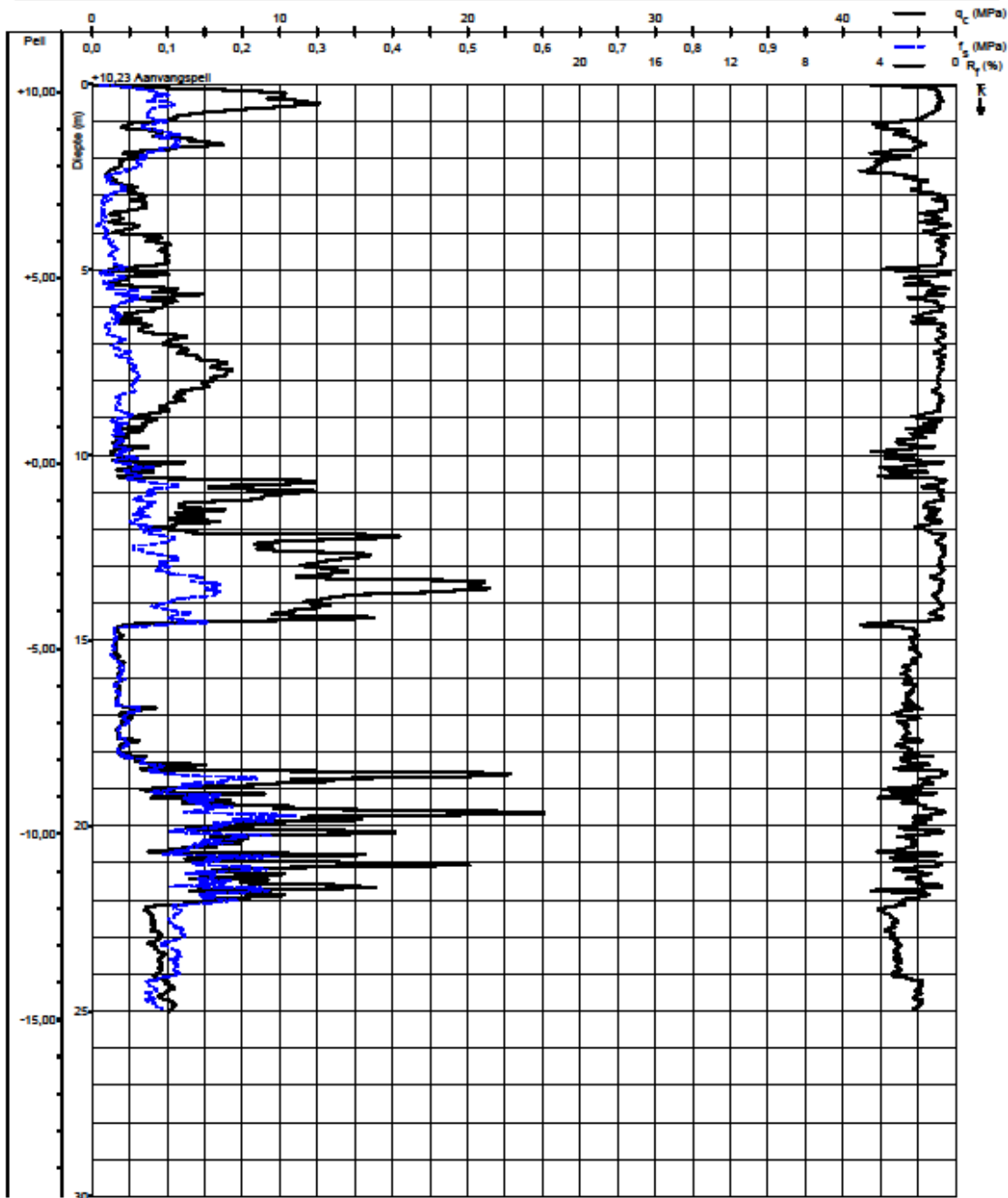
- Diepteschaal: 1 m/eenheidslengte
- Conusweerstand  $q_c$ : 2 MPa/eenheidslengte
- Plaatselijke kleef  $f_s$ : 0,05 MPa/eenheidslengte
- Wrijvingsgetal  $R_f$ : 2 %/eenheidslengte
- Totale wrijvingsweerstand  $Q_{st}$ : 5 kN/eenheidslengte\*
- Eventueel helling  $i$  (kan ook in tabelvorm) geen schaalverhouding opgelegd

\* Eventueel kan een bijkomend diagram met een grotere schaal (bv. 10 kN/eenheidslengte) worden gebruikt.



# Voorbeeld sondeerdiagram: elektrische sondering

SONDERING (CPT-E)			
Opdracht <b>SON-12/036</b>	Datum <b>05/07/2012</b>	WIELSBEKE (SINT-BAAFS-VIJVE) x = 82410,47 y = 178313,76 z = +10,23	
Apparaat : 200kN - TRACK-TRUCK - TE1		Conus : E	Uitgevoerd door : Naam Sondeerfirma
Uitgevoerd conform ISO - FDIS 22478-1 : 2012			

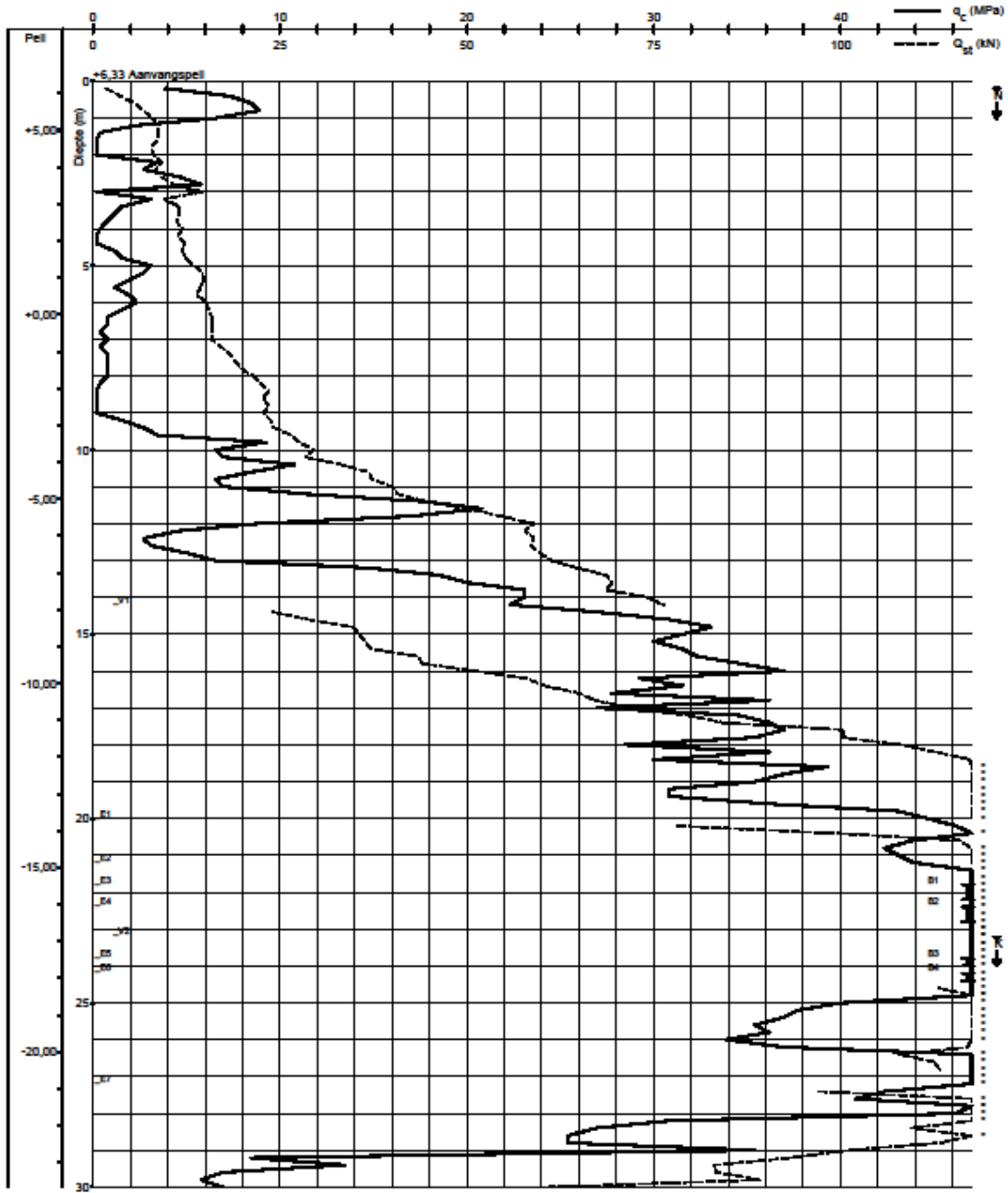


Naam Sondeerfirma

SON-12/036  
Bijlage :

# Voorbeeld sondeerdiagram: mechanische sondering

SONDERING (CPT-M)			
Opdracht <b>SON-12/110</b>	Datum <b>14/07/2012</b>	DOEL <b>x = 142095,13 y = 219264,93 z = +6,33</b>	Proef <b>S1</b>
Apparaat : 200kN - MAN2 - T1		Conus : M1	Uitgevoerd door : Naam sondeerfirma
Uitgevoerd conform NBN EN ISO 22476-12 : 2009			
Grond aan de conus : grijze klei			



Naam Sondeerfirma

SON-12/110  
Bijlage :

# 1. Typebestek sonderingen opdracht type G1

## Algemeen

Voor de sondeeropdracht gelden de bepalingen van de “Beknopte leidraad voor plannen en uitvoeren sonderingen”, terug te vinden op de website van de Belgische Groepering Grondmechanica en Geotechniek (BGGG): <http://www.bggg-gbms.be>

Dit houdt in het bijzonder in dat de sonderingen worden uitgevoerd conform de normen NBN EN ISO 22476-12 voor mechanisch sonderen en NBN EN ISO 22476-1 voor elektrisch sonderen.

## 2.1. Uitzetten en inmeten van de onderzoekspunten

### 2.1.1. Uitzetten onderzoekspunten

- De ligging van de onderzoekspunten is aangegeven op het situatieplan bijgevoegd bij dit bestek. De ligging is opgegeven in Lambert-72-coördinaten.
- De sondeerfirma vraagt de ligging van ondergrondse kabels en nutsleidingen aan. Voor proeven op openbare terreinen gebeurt dit altijd, voor proeven op privéterrein in zoverre relevant. Hierbij wordt een onderscheid gemaakt tussen proeven uitgevoerd op terreinen behorend tot het Vlaams, Brussels of Waals Gewest:
  - Vlaams Gewest  
De sondeerfirma vraagt de ligging van de ondergrondse nutsleidingen op via het KLIP-portaal ([www.klip.be](http://www.klip.be)). De KLIP-aanvraag dient uiterlijk 20 werkdagen en niet meer dan 40 werkdagen vóór de effectieve uitvoering van de proeven door de uitvoerder te gebeuren (een KLIP-aanvraag duurt 20 werkdagen, en is 2 maand geldig).
  - Brussels Gewest  
De sondeerfirma vraagt de ligging van de ondergrondse nutsleidingen op via het KLIP-portaal ([www.klip.be](http://www.klip.be)). De KLIP-aanvraag dient uiterlijk 20 werkdagen en niet meer dan 40 werkdagen vóór de effectieve uitvoering van de proeven door de uitvoerder te gebeuren (een KLIP-aanvraag duurt 20 werkdagen, en is 2 maand geldig). Het KLIP-decreet is echter enkel geldig in het Vlaamse Gewest, en de leiding- en kabelbeheerders zijn daarom niet verplicht hun ondergrondse kabels en nutsleidingen via KLIP te registreren. De KLIP-aanvraag wordt wel automatisch doorgestuurd naar klim-cicc ([www.klim-cicc.be](http://www.klim-cicc.be)).  
De sondeerfirma contacteert dan de betrokken gemeenten om een lijst met leidingen- en kabelbeheerders te verkrijgen. Aansluitend worden alle betreffende beheerders aangetekend aangeschreven om informatie over de gewenste locaties te bekomen.
  - Waals Gewest  
De sondeerfirma vraagt de gegevens betreffende ondergrondse nutsleidingen en kabels op via <http://impetrants.met.wallonie.be> voor leidingen beheerd door de Service Public de Wallonie en via klim-cicc ([www.klim-cicc.be](http://www.klim-cicc.be) voor andere leidingen).  
De sondeerfirma contacteert dan de betrokken gemeenten om een lijst met leidingen- en kabelbeheerders te verkrijgen. Aansluitend worden alle betreffende beheerders aangetekend aangeschreven om informatie over de gewenste locaties te bekomen.
- Voor aanvang van de sondeercampagne worden de sondeerlocaties door de dienstverlener uitgezet op basis van de aangeleverde plannen en/of Lambert-72-coördinaten.

## **2.1.2. Inmeten onderzoekspunten**

- Na uitvoering van de sonderingen worden de sondeerlocaties aangeduid op een duidelijk situatieplan met bruikbare referenties.
- De Lambert-72-coördinaten en de hoogtepeilen uitgedrukt in TAW van de verschillende sondeerlocaties worden opgemeten en verwerkt in de rapportage.
- De nauwkeurigheid van de hoogte meting (z-coördinaat) bedraagt minimaal 5 cm.
- De sonderingen worden genummerd zoals aangegeven op het situatieplan.
- Indien door de opdrachtgever geen nummering werd doorgegeven wordt een eigen nummering toegekend, met een duidelijke referentie naar de sondeerplaatsen door de nummering te noteren op de situatieplannen. Indien op de site eerder sonderingen werden uitgevoerd zal de nummering van de nieuwe sonderingen daarop aansluiten.

## **2.1.3. Aard van de overeenkomst**

Deze post wordt uitgedrukt in VH st.

## **2.2. Het maken van voorputten**

### **2.2.1. Algemene omschrijving**

### **2.2.2. Het uitvoeren van voorbereidingen voor het opsporen van leidingen**

Dit omhelst het uitvoeren van voorbereidingen, manueel, tot minimaal 1.50 m en maximaal 2 m diepte op de plaats van de onderzoekspunten voor het opsporen van eventuele kabels, leidingen, e.a.

Indien op ondergrondse constructies of hindernissen gestoten wordt die een manuele uitvoering van het voorbereiden verhinderen, kan overgegaan worden tot het uitvoeren van een mechanische boring met gebruik van een steenboorkop tot een diepte waarop geen hindernissen meer worden aangetroffen en de sondering bijgevolg kan aangevat worden. Deze operaties worden enkel uitgevoerd na overleg met de opdrachtgever. Deze bijkomende post wordt uitgedrukt in meter en wordt gerekend vanaf de diepte waarop men met de hand is vastgelopen tot de totale voorgeboorde diepte.

Indien de sondering niet aansluitend op de voorbereiding gebeurt, wordt een pvc-wachtbuis geplaatst die aangeeft waar kan gesondeerd worden. De wachtbuis wordt verticaal geplaatst en voorzien van afneembaar deksel. Vervolgens wordt de put rond de wachtbuis opgevuld.

### **2.2.3. Heraanvulling en nivellering**

De put van de voorbereiding wordt zorgvuldig heraangevuld en genivelleerd

### **2.2.4. Aard van de overeenkomst**

Er wordt een vaste kostprijs berekend per voorput tot maximaal 2 m-mv inclusief herstel in oorspronkelijke staat; er worden 3 typen voorputten onderscheiden:

- Voorputten in onverharde grond
- Voorputten doorheen verharde niet-wegenis (parking, oprit ...)
- Voorputten doorheen verharde wegenis en betonverharding (openbare rijweg, fietspad, kaaiplateau ...).

De eenheidsprijs voor de voorputten omvat alle voorbereidende werkzaamheden, het manueel of machinaal uitvoeren van de voorputten, de levering van alle benodigde materialen en aan- en/of afvoer van alle benodigde materialen en materieel.

Het blootleggen van leidingen, wordt in een afzonderlijke post verrekend. De eenheidsprijs voor het blootleggen van de leidingen omvat alle werkzaamheden die daartoe specifiek noodzakelijk zijn.

Deze posten worden uitgedrukt in VH st.

De eenheidsprijs voor het uitvoeren van mechanische voorboringen met gebruik van een steenboorkop ten behoeve van het doorboren van ondergrondse constructies en/of hindernissen die gezamenlijk over een diepte-interval van meer dan 0.3 m worden onderkend, wordt afzonderlijk gerekend en bestaat uit een post voor de aan- en afvoer van het benodigde materiaal en een post voor het uitvoeren van de mechanische voorboringen per meter.

## **2.3. Aan- en afvoer van apparatuur voor sonderingen**

### **2.3.1. Algemene omschrijving**

Dit betreft de aan- en afvoer van de apparatuur die nodig is voor het uitvoeren van sonderingen.

### **2.3.2. Aard van de overeenkomst**

Deze post wordt uitgedrukt als een globale prijs.

## **2.4. Opstellen van sondeerapparatuur**

### **2.4.1. Gewenste uitvoeringsplaatsen en toegestane afwijkingen**

De sonderingen worden uitgevoerd op de plaatsen voorzien door de opdrachtgever.

De dienstverlener wordt geacht zich ter plaatse van de toegankelijkheid van het terrein waar de proeven zijn voorzien, te hebben vergewist. Hij zet voor de sonderingen de gepaste sondeerapparatuur in.

Als het opgegeven onderzoekspunt met meer dan 1m dient verplaatst te worden, noteert de dienstverlener de reden daarvoor in het sondeerrapport. Indien het onderzoekspunt met meer dan 5 m wordt verplaatst, dan wordt daarover met de opdrachtgever overlegd.

Indien de proefpunten door de beperkte draagkracht van de ondergrond ook niet met rupsvoertuigen bereikbaar zijn, worden door de sondeerfirma rijplaten gelegd.

### **Aard van de overeenkomst**

Deze post wordt uitgedrukt in VH st.

## 2.5. Uitvoeren sonderingen en rapportering

### 2.5.1. Uitvoering

De sonderingen worden uitgevoerd conform de normen NBN EN ISO 22476-12 voor mechanisch sonderen en NBN EN ISO 22476-1 voor elektrisch sonderen.

De benodigde totale indrukcapaciteit van de sondeerapparatuur bedraagt 100 kN/200 kN (*schrappen wat niet past*).

Voor een aantal onderzoekspunten worden gelet op de moeilijke bereikbaarheid sonderingen met een indringingscapaciteit < 100 kN (bv. 25 kN of 50 kN) voorzien.

De diepte van de sonderingen bedraagt .....m, binnen de beperkingen van de in te zetten sondeerapparatuur (maximale indringingskracht).

De sondering dient uitgevoerd te worden als

- *continue sondering met elektrische conus (CPTe)*
- *continue sondering met elektrische piëzoconus (CPTU)*
- *discontinue sondering met mechanische conus (CPTM)*
- *continue sondering met mechanische conus (CPTM)*

(*schrappen wat niet past*)

De toepassingsklasse van de sonderingen is 2/3/4/5/6/7 (*schrappen wat niet past*)

Het werken volgens een eigen kwaliteitssysteem, of beter nog volgens een Belac ISO 17025 geaccrediteerd kwaliteitssysteem, is een noodzaak.

Het sondeerapparaat dient zodanig te zijn uitgerust dat indien vereist, of op vraag van de opdrachtgever, onmiddellijk van elektrisch sonderen op discontinu of continu mechanisch sonderen kan worden overgegaan.

Bij het sonderen wordt gebruik gemaakt van de conus met doorsnede 10 cm<sup>2</sup>. Het gebruik van een grotere of kleinere diameter conus kan alleen gebeuren mits kennisgeving en akkoord van de opdrachtgever.

De inschrijver zal zich in de mate van het mogelijke vergewissen van de lagenopbouw ter plaatse van de uitvoeringslocaties door beroep te doen op gekende geotechnische gegevens (zie bv. <http://dov.vlaanderen.be> voor Vlaanderen en <http://cartographie.wallonie.be/NewPortailCarto/> voor Wallonië).

Indien een sondering op beperkte diepte (< 5m) moest worden stopgezet, dan wordt die op korte afstand hernomen. De herneming gebeurt 1 maal, tenzij anders opgedragen door de opdrachtgever. Een herneming is niet noodzakelijk indien niet-gekende obstakels in de ondergrond (oude funderingsresten, allerlei harde obstakels in aanvullingsgrond ...) en/of harde lagen in geologische eenheden (zandsteenbanken ...) voorkomen die niet penetreerbaar zijn met een 200 kN sondeerapparaat (met inbegrip van ophalen sondeerbuizen).

## Elektrische sonderingen

De sonderingen worden uitgevoerd met:

- *een standaard elektrische conus*
- *een piëzoconus*
- *een piëzoconus met voorziening van dissipatieproeven*

*(schrappen wat niet past)*

In geval van dissipatieproeven dienen de dieptes te worden opgegeven waarop deze moeten worden uitgevoerd.

## Mechanische sonderingen

De sonderingen worden uitgevoerd met:

- *M1 conus*
- *M2 conus*

*(Schrappen wat niet past)*

Het gebruik van de kleefbreker is

- *niet nodig*
- *nodig voor alle sonderingen*
- *nodig voor een aantal sonderingen : .....*

*(schrappen wat niet past)*

### 2.5.2. Rapportering

Na afwerking van de volledige opdracht wordt een proefverslag opgemaakt. Naast dit proefverslag worden ook interne terreinrapporten opgemaakt door het sondeerbedrijf. Deze terreinrapporten (met de ruwe meetdata) worden door het sondeerbedrijf bijgehouden en moeten op vraag van de opdrachtgever kunnen worden voorgelegd. Het doorsturen van sondeerresultaten en/of –rapporten aan derden kan enkel mits schriftelijke toestemming van de opdrachtgever.

Het proefverslag omvat enkel de proefresultaten. Afgeleide waarden en/of interpretaties en adviezen kunnen in een apart deel worden opgenomen.

Omdat de sondeerdiagrammen ook als afzonderlijke documenten worden beoordeeld, zijn minimale eisen opgelegd aan de info die op deze diagrammen moet worden gegeven.

De rapportering dient verder volledig conform te zijn met de “Standaardprocedure voor geotechnisch onderzoek; sonderingen – Deel 1: Planning, uitvoering en rapportering” van de Belgische Groepering Grondmechanica en Geotechniek (BGGG): <http://www.bggg-gbms.be>

Kalibratiedata van het gebruikte meetlichaam en van de gebruikte conus dienen beschikbaar te zijn en op vraag van de opdrachtgever te worden doorgestuurd.

### 2.5.3. Opmeting en verrekening

In de prijs van de sonderingen is de volledige verslaggeving van alle opgemeten parameters inbegrepen. Die parameters moeten in overeenkomst zijn met de bepalingen van de referentiedocumenten.

Tenzij er operaties werden uitgevoerd op uitdrukkelijke vraag van de opdrachtgever die rechtstreeks de breuk hebben veroorzaakt, kunnen eventuele beschadigingen aan conus, kleefbreker, sondeerbuizen, sondeerapparaat, enz., wat ook de oorzaak ervan moge zijn, niet op de opdrachtgever verhaald worden en moeten als een last van de aanneming beschouwd worden.

In geen geval zal de dienstverlener wachttijd of “stand-by” kunnen invoeren voor de periodes van inactiviteit, die veroorzaakt werden door ongeschikt of slecht onderhouden materieel en/of door verkeerd gebruik ervan en/of opgelopen beschadigingen aan de apparatuur die niet veroorzaakt werden door de uitvoering van specifieke operaties op vraag van de opdrachtgever.

Als bij het uitvoeren van een sondering de maximale indringingsweerstand op minder dan 3 m (voor sondering met capaciteit < 100 kN) of 5 m (voor sonderingen met capaciteit  $\geq$  100 kN) diepte onder het aanvangspeil van de sondering ligt ten gevolge van de ondergrondse aanwezigheid van verhard gesteente of een hard insluitel, dan kan de dienstverlener de “opstelkosten” van die vroegtijdig gestopte sondering vorderen.

#### **2.5.4. Aard van de overeenkomst**

Deze post wordt verrekend in VH st. voor sonderingen met een indringingscapaciteit van 100 kN reikend tot 10 m diepte; voor sonderingen dieper dan 10 m worden de extra meters in supplement verrekend.

Deze post wordt verrekend in VH st. voor sonderingen met een indringingscapaciteit van 200 kN reikend tot 20m; voor sonderingen dieper dan 20m worden de extra meters in supplement verrekend.

Als de opdrachtgever tijdens de uitvoering van de sondeercampagne beslist om over te schakelen op discontinue mechanische sonderingen, dan zal dezelfde eenheidsprijs per sondering worden aangehouden.

#### **2.5.5. Vervangen van een gewone eindbuis door een eindbuis met kleefbreker**

- **Moment van uitvoering**  
Tijdens de uitvoering van de sondering, als de maximale capaciteit werd bereikt en de sondering niet meer door het op en neer bewegen van de sondeerbuizen kan worden verdiept.
- **Uitvoering**  
Het vervangen van de gewone eindbuis door een eindbuis met kleefbreker, met inbegrip van alle leveringen, behandelingen, bewerkingen en moeilijkheden.
- **Aard van de overeenkomst**  
Deze post wordt uitgedrukt in VH st.
- **Opmeting en verrekening**  
Als de opdrachtgever de dienstverlener vóór het begin van de sondering verzoekt om van bij de aanvang een eindbuis met kleefbreker te gebruiken, wordt die meerprijs niet toegekend.

#### **2.5.6. Toepassen van speciale technieken om harde steenlagen te penetreren**

- **Machinaal voorboren**  
Wanneer sonderingen voor het bereiken van de gevraagde einddiepte vastlopen op harde steenlagen kan de opdrachtgever de techniek van machinaal voorboren om de harde laag te penetreren opleggen. Nadat de steenlaag werd geperforeerd, wordt de sondering verdergezet.



- **Aard van de overeenkomst**  
Deze post wordt uitgedrukt:
  - voor wat betreft de aanvoer en afvoer van de boorinstallatie in VH st.
  - voor wat betreft het boren in VH per laagdikte van 10cm
  
- **Pneumatisch hameren**  
Wanneer sonderingen voor het bereiken van de gevraagde einddiepte vastlopen op harde steenlagen kan de opdrachtgever de techniek van pneumatisch hameren opleggen om de harde laag te penetreren. Nadat de steenlaag werd gepenetreerd wordt de sondering verdergezet.
  
- **Aard van de overeenkomst**  
Deze post wordt uitgedrukt:
  - voor wat betreft de aanvoer en afvoer van de pneumatische hamerinstallatie in VH st.
  - voor wat betreft het hameren in VH per laagdikte van 10 cm

### **2.5.7. Het opmeten van de poriënwaterspanning bij continue elektrische sonderingen**

- **Uitvoering**  
Naast het opmeten van conusweerstand en plaatselijke kleef, wordt ook nog de volgende parameter opgemeten:
  - poriënwaterspanning u.

Bijzondere aandacht moet worden besteed aan het verzadigen en het verzadigd houden van de conus; eventueel dient er daarvoor te worden voorgeboord tot op grondwaterpeil alvorens te sonderen. Na elke sondering zal een nieuw, volledig verzadigd filterelement worden geplaatst. Daartoe moeten de nodige voorzieningen in de sondeerwagen aanwezig zijn.

De procedure voor de verzadiging van de piëzoconus is vastgelegd in de voorschriften van de fabrikant of leverancier van de elektrische piëzoconus. Vóór het aanvangen van de reeks sonderingen met de piëzoconus wordt in overleg met een afgevaardigde van de opdrachtgever deze procedure nagekeken en goedgekeurd. Indien deze procedure niet voldoet worden door de uitvoerder de nodige voorzieningen getroffen om de proef op een correcte en goede manier uit te voeren.

- **Aard van de overeenkomst**  
Deze post wordt uitgedrukt in VH st. Eén stuk komt overeen met één sondering.
  
- **Opmeting en verrekening**  
In deze post wordt enkel het supplement op de elektrische sondering voor het opmeten van de poriënwaterspanning verrekend.

### **2.5.8. Uitvoeren van dissipatieproeven bij continue elektrische sonderingen met opmeting van de poriënwaterspanning**

- **Lokalisatie**  
De dieptes waarop een dissipatieproef dient te gebeuren worden vastgelegd door de opdrachtgever.

- **Uitvoering**

Tijdens het sonderen, na het bereiken van de diepte voor een dissipatieproef, worden de sondeerbuizen ontlast en wordt de opmeting van de poriënwaterspanning onmiddellijk gestart. De poriënwaterspanningen worden voldoende regelmatig opgemeten. De vooropgestelde procedure wordt ter goedkeuring aan de opdrachtgever voorgelegd. In elk geval dienen gedurende de eerste minuut minimaal metingen om de 5 seconden te worden voorzien; verder tot 30 minuten metingen om de 30 seconden, en vervolgens metingen om de 5 minuten opdat het verloop van de spanningen voldoende duidelijk bepaald zou kunnen worden. Daardoor is het aangewezen aanvankelijk met zeer kleine tijdsintervallen te meten; naarmate de tijd vordert, kunnen de tijdsintervallen (volgens een logaritmisch verloop) vergroot worden.

De duur tijdens welke de dissipatie moet worden opgemeten, is afhankelijk van de grondsoort. Er wordt voorafgaandelijk met de opdrachtgever overlegd hoelang de proef maximaal zal worden aangehouden. In principe wordt de proef minimaal aangehouden tot de poriënwaterspanning is afgenomen tot de helft van de poriënwaterspanning bij het stopzetten van de sondering. Standaard wordt een tijdsduur van 30 minuten aangehouden.

- **Aard van de overeenkomst**

Deze post wordt uitgedrukt in VH st. Eén stuk komt overeen met 1 dissipatieproef.

*Optioneel*

## **TYPE-CONTRACT GEOTECHNISCH ONDERZOEK**

### **DIEPSONDERINGEN**

---

#### **BIJZONDER BESTEK nr**

---

De ondergetekende (Naam en voornaam):

Hoedanigheid of beroep:

Nationaliteit:

Woonplaats (Land, Gemeente, Straat, Nummer):

*Ofwel (1)*

De vennootschap (Handelsnaam of benaming, rechtsvorm, nationaliteit, zetel):

Vertegenwoordigd door de onder(n):

*Ofwel (1)*

De ondergetekende(n) en/of de vennootschap(pen) die optreden als vereniging zonder rechtspersoonlijkheid (voor elk van hen dezelfde gegevens als hierboven):

Vereniging die tegenover het bestuur wordt vertegenwoordigd door één van hen, met name:

---

(1 ) Doorhalen wat niet van toepassing is.

verbindt of verbinden zich op hun roerende en onroerende goederen tot de uitvoering, overeenkomstig de bepalingen en voorwaarden van bovenvermeld bestek, van de in dat bestek beschreven opdracht.

Tegen de som van:

in cijfers: (btw inbegrepen):

in letters: (btw inbegrepen):

#### **ALGEMENE INLICHTINGEN**

- Inschrijving bij de RSZ: nr.
  - Btw (alleen in België): nr.
- 

#### **ONDERAANNEMERS**

Er zullen geen onderaannemers worden aangewend.

*Ofwel (1)*

De onderaannemers die zullen worden aangewend, hebben als nationaliteit:

#### **PERSONEEL**

Het personeel dat zal worden aangewend, heeft als nationaliteit:

## **BETALINGEN**

De betalingen zullen geldig gebeuren door overschrijving op rekeningnummer van de financiële instelling geopend op naam van:

---

(1) Doorhalen wat niet van toepassing is.

## **RSZ-ATTEST**

(voor de Belgische inschrijver)

Bij deze offerte wordt een attest gevoegd van de Rijksdienst voor Sociale Zekerheid waarin de stand van de rekening bij deze instelling wordt opgegeven, overeenkomstig art. 90 §3 van het KB van 8 januari 1996 (1).

*Ofwel (2)*

(voor de buitenlandse inschrijver)

Bij deze offerte wordt een attest gevoegd overeenkomstig art. 90 §3 van het KB van 8 januari 1996.

## **BIJLAGEN**

Bij deze offerte zijn eveneens gevoegd (2):

- de gedateerde en ondertekende documenten, die het bestek verplicht over te leggen;
- de modellen, monsters en andere inlichtingen, die het bestek verplicht over te leggen.

De eigenlijke sonderingen kunnen uitgevoerd worden op : ..... (datum).

Het afleveren van het verslag kan gebeuren op : ..... (datum).

Gedaan te ....., de .....

De inschrijver(s).

(1) Als de bijdrageschuld meer dan 2.500 euro bedraagt dient de inschrijver bij zijn offerte alle inlichtingen te voegen betreffende de eventuele schuldvorderingen bedoeld in art. 43 bis § 1 of 69 bis § 1 van het KB van 8 januari 1996.

(2) Doorhalen wat niet van toepassing is

**GEOTECHNISCH ONDERZOEK SONDERINGEN**  
**OFFERTE**

Door de inschrijver in te vullen, te dag- en ondertekenen en bij zijn inschrijving te voegen.  
 VH = vermoedelijke hoeveelheid, FH = forfaitaire hoeveelheid

Post	Omschrijving	Prijs- vorming	Eenheid	Hoeveel- heid	Eenheid s-prijs	Totaal
1	Aanvraag plannen nutsleidingen conform KLIP decreet	FH	st			
2	Uitzetten onderzoekslocaties	VH	st			
3	Manuele voorboring tot 1,5 m	VH	st			
4	Doorboren oppervlakteverharding					
4.1	Tot 20 cm	VH	st			
4.2	Per bijkomende cm	VH	cm			
5	Optioneel: blootleggen nutsleidingen	VH	st			
6	Optioneel: mechanisch doorboren ondergrondse harde lagen of perforeren harde insluitsels met boorapparatuur					
6.1	Aan- en afvoer boorapparatuur	VH	st			
6.2	Doorboren harde lagen	VH	10 cm			
6.3	Standby boorapparatuur	VH	uur			
7	Plaatsen signalisatie	VH	st			
8	Plaatsen rijplaten	VH	m			
9	Aan/afvoer sondeerapparatuur	FH	st			
10	Opstelkost per sondering	VH	st			
11	Elektrische sondering 100 kN < 10 m	VH	st			
12	Elektrische sondering 100 kN > 10 m	VH	m			
13	Elektrische sondering 200 kN < 20 m	VH	st			
14	Elektrische sondering 200 kN > 20 m	VH	m			
15	Meerkost voor toepassing grotere diameter conus	VH	st			
16	Perforeren harde insluitsels met sondeerapparatuur	VH	10cm			
17	Opmeten poriënwaterspanning bij elektrische sondering	VH	st			
18	Dissipatieproef met opmeting van poriënwaterspanning	VH	st			
19	Wacht- en verletijd niet te wijten aan sondeerfirma	VH	uur			
20	Rapport	FH	st			
	<b>TOTAAL</b>					
	<b>btw 21 %</b>					
	<b>ALGEMEEN TOTAAL</b>					

Optioneel voor mechanisch sonderen

Post	Omschrijving	Prijs- vorming	Eenheid	Hoeveel- heid	Eenheids- prijs	Totaal
21	Mechanische discontinue sondering 100 kN < 10 m	VH	st			
22	Mechanische continue sondering 100 kN < 10 m	VH	st			
23	Mechanische discontinue sondering 100 kN > 10 m	VH	m			
24	Mechanische continue sondering 100 kN > 10 m	VH	m			
25	Mechanische discontinue sondering 200 kN < 20 m	VH	st			
26	Mechanische continue sondering 200 kN < 20 m	VH	st			
27	Mechanische discontinue sondering 200 kN > 20 m	VH	m			
28	Mechanische continue sondering 200 kN > 20 m	VH	m			
29	Vervangen eindbuis door kleefbreker	VH	st			

Gezien, onderzocht en aangevuld met de aanduidingen der eenheidsprijzen, de gedeeltelijke en totale sommen, welke gediend hebben tot het vaststellen van het bedrag van mijn inschrijving van heden, en om bij deze gevoegd te worden.

Gedaan te

De inschrijver(s)

## **C Duiding**

- Algemene principes voor planning grondonderzoek
- Kwalificaties geotechnicus en geotechnisch deskundige
- Europese normalisatie context
- (Diep)sondering CPT
- Elektrische sondering
- Elektrische conus
- Piëzoconus sondering
- Mechanische sondering
- Discontinue mechanische sondering
- Continue mechanische sondering
- M1 conus
- M2 conus
- Kleefbreker
- Toepassingsklassen sonderingen
- Technieken om de sondeerdiepte te vergroten
- Grondwaterpeil opgemeten in het sondeergat
- Ondergrondse leidingen

## Algemene principes voor plannen grondonderzoek (desk studie, type proeven en aantal proeven)

Voor het vastleggen van het grondonderzoek zijn volgende acties nodig:

- Vastleggen van de geotechnische categorie van de constructie
- Desk studie: raadplegen info bronnen: geotechnische data, geologische data (ook quartair), bodem data, grondwaterdata, historische data ...
- Keuze van het type proeven: is gelinkt aan het/de relevante bezwijkmechanisme(n) van de constructie en het type belasting; voor standaardprojecten met beperkte risicograad kan het geotechnisch onderzoek bv. beperkt worden tot een desk studie en sonderingen;
- Vastleggen van het aantal proeven is gelinkt aan enerzijds de heterogeniteit/homogeniteit van de ondergrond en anderzijds aan de risicograad van het project

In de tabel hieronder zijn informatief de te raadplegen informatiebronnen weergegeven.

Tabel. Raadplegen van de beschikbare geologische en geotechnische informatie; (in cursief verplicht te raadplegen info)

Vlaanderen	<i>Databank Ondergrond Vlaanderen DOV (Vlaams grondgebied en Brussel)</i>	<i>Een selectie van relevante beschikbare sonderingen, boringen en peilbuizen in de omgeving van de project site</i>	
	<i>Geologische kaarten</i>	<i>Beschikbaar via DOV</i>	
	<i>Hydrogeologische kaarten</i>	<i>Beschikbaar via DOV (grondwaterkwetsbaarheidskaarten)</i>	
	<i>Bodemkaarten</i>	<i>Beschikbaar via DOV</i>	
	<i>Grondmechanische kaarten (agglomeraties Gent, Antwerpen)</i>	<i>Geotechnische zonerings, beschrijving geologische eenheden, dikte vergraven gronden/quartair lagenpakket, grondwaterpeilen, geologische doorsneden, info i.v.m. historische constructies zoals omwallingen, gedempte grachten, ... Beschikbaar via DOV als pdf</i>	
	<i>Geopunt (Vlaams grondgebied)</i>	<i>Luchtfoto's &amp; topografische kaarten</i>	
		<i>Historiek van de site</i>	
<i>Reliëf van projectzone</i> <i>historische kaarten (bv. Ferrariskaarten en oude stadskarten)</i>			
Wallonië	<i>Géoportail de Wallonie</i>	<i>Een selectie van relevante beschikbare sonderingen, boringen en peilbuizen in de omgeving van de project site</i>	
	<i>Geologische kaarten</i>	<i>Géoportail de Wallonie</i>	
	<i>Thematische kaarten</i>	<i>Géoportail de Wallonie</i>	
	<i>bodemkaarten</i>	<i>Géoportail de Wallonie</i>	
	<i>Grondmechanische kaarten (Liège, Mons)</i>	<i>Geotechnische zonerings, beschrijving geologische eenheden, dikte vergraven gronden/quartair lagenpakket, grondwaterpeilen, geologische doorsneden, info i.v.m. historische constructies zoals omwallingen, gedempte grachten ...</i>	

Een deskstudie wordt best ook aangevuld met een terreinverkenning.



Aanvullingen, stortmaterialen, natte waterzieke gronden, mogelijk voorkomen van steenachtige insluitsels kunnen bij deze terreinverkenning worden gedetecteerd. Hierbij dient ook aandacht besteed aan de structurele toestand van constructies (voorkomen scheuren) en kunnen ook de straatnamen al een aanwijzing vormen voor de te verwachten grondgesteldheid (Broekstraat, Meersstraat, Veenputtenstraat, ...).

### **Terreinproeven**

Voor wat betreft het type en de diepte van de proeven kan gesteld worden dat deze bepaald wordt door de plaatselijke grondgesteldheid en de aard van de constructie en de diepte die relevant is voor het bepalen van het vervormingsgedrag van de constructie. Nuttige informatie hierbij zijn de resultaten van proeven uitgevoerd in de omgeving. Deze kunnen een beeld geven van de te verwachten opbouw van de ondergrond waaruit een eerste schatting van de diepte kan worden gemaakt.

Standaard terreinproeven zijn sonderingen en boringen (eventueel met plaatsing peilbuizen); in functie van de grondgesteldheid en/of de gestelde problematiek kunnen andere proeven worden voorzien (pressiometerproeven, vinproeven, geofysische proeven voor karstgebieden, ...).

Voor algemene duiding over aantal en dieptebereik proeven wordt verwezen naar Eurocode 7 deel 2.

### **Laboproeven**

Voor wat betreft het type van de proeven kan gesteld worden dat deze bepaald wordt door de plaatselijke grondgesteldheid en de aard van de constructie en het bezwijkmechanisme-  
vervormingsgedrag dat bepalend is voor de constructie. Nuttige informatie hierbij zijn de resultaten van de deskstudie (o.a. proeven, observaties uitgevoerd in de omgeving). Deze kunnen een beeld geven van de te verwachten opbouw van de ondergrond waaruit een inschatting van vereiste geotechnische parameters kan worden gemaakt.

Standaard laboratoriumproeven zijn onderkenningsproeven, triaxiaalproeven, samendrukkingsproeven...; in functie van de grondgesteldheid en/of de gestelde problematiek kunnen andere of aanvullende proeven worden voorzien.

Voor algemene duiding over uit te voeren laboproeven wordt verwezen naar Eurocode 7 deel 2

## Duiding

# Kwalificaties geotechnicus en geotechnisch deskundige

*De kwalificaties voor geotechnicus en geotechnisch deskundige worden vastgelegd in de schoot van de BGGG, en zullen op de site van de de Belgische Groepering Grondmechanica en Geotechniek (BGGG): <http://www.bggg-gbms.be> ter beschikking worden gesteld.*

## **Geotechnicus**

*Staat in voor het opmaken van het geotechnisch onderzoek; de daartoe vereiste kwalificaties gedifferentieerd per type geotechnisch onderzoek (sonderingen, boringen, laboratoriumonderzoek, geofysisch onderzoek) zullen terug te vinden zijn op <http://www.bggg-gbms.be>*

## **Geotechnisch deskundige**

*Staat in voor geotechnische advisering en studies; de daartoe vereiste kwalificaties gedifferentieerd per geotechnische categorie (GC2A, GC2B en GC3) zullen terug te vinden zijn op <http://www.bggg-gbms.be>*

## Duiding

# Europese normalisatie context

Internationaal zijn op het gebied van de bouwkunde een aantal Europese normen van kracht geworden.

Het betreft hier de ontwerpnorm Eurocode 0 (Grondslagen van het constructief ontwerp) en de Eurocodes 1 t/m 9. Onderdeel hiervan is Eurocode 7 waarin het “geotechnisch ontwerp” van bouwconstructies wordt beschreven. In de overige normen komen basiseisen, belastingen, ontwerp van betonconstructies of constructies uit andere materialen aan bod.

Eurocode 7 “Geotechnisch ontwerp” omvat 2 delen:

- deel 1 – NBN-EN 1997-1:2005 – Algemene regels, waarbij ook enkele hoofdstukken (3.2 t.e.m. 3.4) zijn gewijd aan “Planning of ground investigations”
- deel 2 – NBN-EN-1997-2:2007 – Grondonderzoek en beproeving, dat het geotechnisch ontwerp ondersteund door respectievelijk laboratorium- en veldonderzoek beschrijft.

In dit kader is de Europese technische commissie CEN/TC341 bezig met opstellen van Europese normen voor het uitvoeren van geotechnische onderzoek en metingen, waaronder grondonderzoek. De status van de normen over resp. elektrisch en mechanisch sonderen is al volgt:

- “Electrical cone and piezocone penetration tests” is verschenen als prenorm NBN EN ISO 22476-1-2012
- “Mechanical cone penetration test (CPTM)” is verschenen als international standard NBN EN ISO 22476-12:2009

## Duiding

# (Diep)sondering CPT

Een statische diepsondering of kortweg sondering (internationaal aangeduid met CPT – cone penetration test) is een gestandaardiseerde proef waarbij met hydraulische vijzels stalen buizen met standaard diameter 36 mm en onderaan voorzien van een conusvormige punt met een opgelegde gestandaardiseerde snelheid in de grond worden gedrukt.

Gebruik van conussen met een grotere of kleinere diameter (begrepen tussen 25 en 50 mm zijn) is toegestaan.

Bij het indrukken wordt de weerstand van de grond op het puntoppervlak en de wrijving langs de buizen of een speciaal daartoe voorzien meetelement (kleefmantel) opgemeten in functie van de diepte. Dit gebeurt volgens een vastgelegd meetinterval (2 cm tot 20 cm), afhankelijk van het type sondering en de daaraan verbonden toepassingsklasse van de sondering.

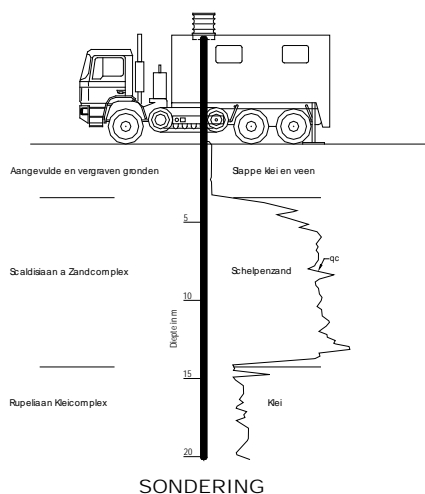
Sonderingen worden in hoofdzaak uitgevoerd om informatie te bekomen over:

- Plaatselijke lagenopbouw en homogeniteit/ heterogeniteit ervan
- Lokalisatie van eventuele discontinuïteit en holten
- Eerste identificatie van de grondsoort.

Met sondeerresultaten kunnen ook indicatieve gegevens bekomen worden over:

- Schuifweerstandskarakteristieken van de grond
- Vervormings- en consolidatiekarakteristieken.

Het voordeel van de CPT-proef, naast de snelheid van uitvoering en beperkte kostprijs, is dat men een sterk gedetailleerde informatiestroom over de volledige sonderdiepte verkrijgt. Dunne grondlaagjes met afwijkende samenstelling of gedrag kunnen op die manier ook worden onderkend. Daarenboven gebeurt de meting van de parameters ter plekke, waarbij de verstoring van de heersende spanningstoestand in de grond minder ingrijpend is.



**Duiding****Elektrische sondering**

Bij een elektrische sondering worden de krachten op de conus door drukcellen in de conus zelf opgemeten; de signalen worden dan elektrisch, optisch, akoestisch of via radiosignalen gestuurd naar het registratiesysteem, opgesteld in de sondeerwagen. Een dergelijke conus noemt men een elektrische conus.

Bij elektrische sonderingen worden buizen en conus steeds tezamen en continu in de grond gedrukt; men heeft dan te maken met *continu* sonderen. Op het ogenblik dat de conusweerstand wordt gemeten, hebben de buizen dezelfde indringingssnelheid als de conus. Men kan bij de elektrische sondering de sondeerbuizen met lengte 1 m ook in één slag van de vijzel continu in de grond drukken.

**Duiding****Elektrische conus**

De elektrische conussen omvatten naast de conuspunt ook een kleefmantel. In de conuspunt, met standaard oppervlakte 10cm<sup>2</sup>, wordt dmv sensoren de conusweerstand gemeten. De kleefmantel heeft een oppervlak van 150 cm<sup>2</sup> en een diameter die niet kleiner en zoveel mogelijk gelijk aan deze van de conus is. De kleefmantel is voorzien van sensoren waarmee elektrisch de zijdelingse wrijvingsweerstand die op de kleefmantel bij het indrukken wordt uitgeoefend, kan worden gemeten. Uit deze meting kan dan de lokale kleef per eenheidsoppervlak  $f_s$  worden afgeleid

Uit de conusweerstand  $q_c$  en de plaatselijke kleef  $f_s$  kan het wrijvingsgetal  $R_f$  worden afgeleid:  $R_f$  is de verhouding in % van de plaatselijke kleef  $f_s$  tot de conusweerstand  $q_c$ , gemeten op dezelfde diepte. Deze verhouding is typisch voor een bepaalde grondsoort, zodat men uit de waarde  $R_f$  de natuur van de grond kan afleiden. Voor zanden is bv.  $R_f$  van de orde van 1 %, voor klei bv.  $R_f$  van de orde van 2 à 5 %.

In de conus is bovendien een hellingsmeter ingebouwd, die toelaat de helling van de conus op te meten. Door integratie kan men dan de afwijking t.o.v. de verticale bepalen en zo nodig de dieptemeting corrigeren.

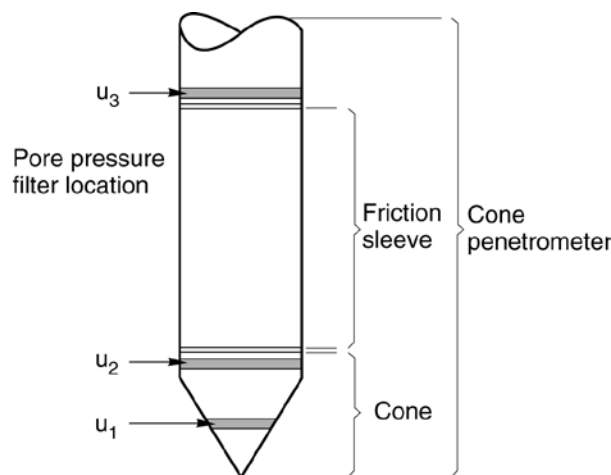
Elektrische conussen met grotere diameter (waaronder de 15cm<sup>2</sup> conus) kunnen ook worden gebruikt; door hun robustheid kunnen grotere sondeerdiepten worden bereikt.

## Piëzoconus sondering (CPTU)

Aan de elektrische sondeerconus kunnen diverse speciale sensoren worden gekoppeld om nog meer informatie over de grond te verzamelen. Een van de interessante mogelijkheden is de elektrische sondering met opmeting van de poriënwaterdruk. Dit zijn de piëzoconus sonderingen, internationaal aangeduid door de afkorting CPTU. De belangrijkste voordelen van de CPTU-metingen t.o.v. de conventionele CPT kunnen we als volgt samenvatten:

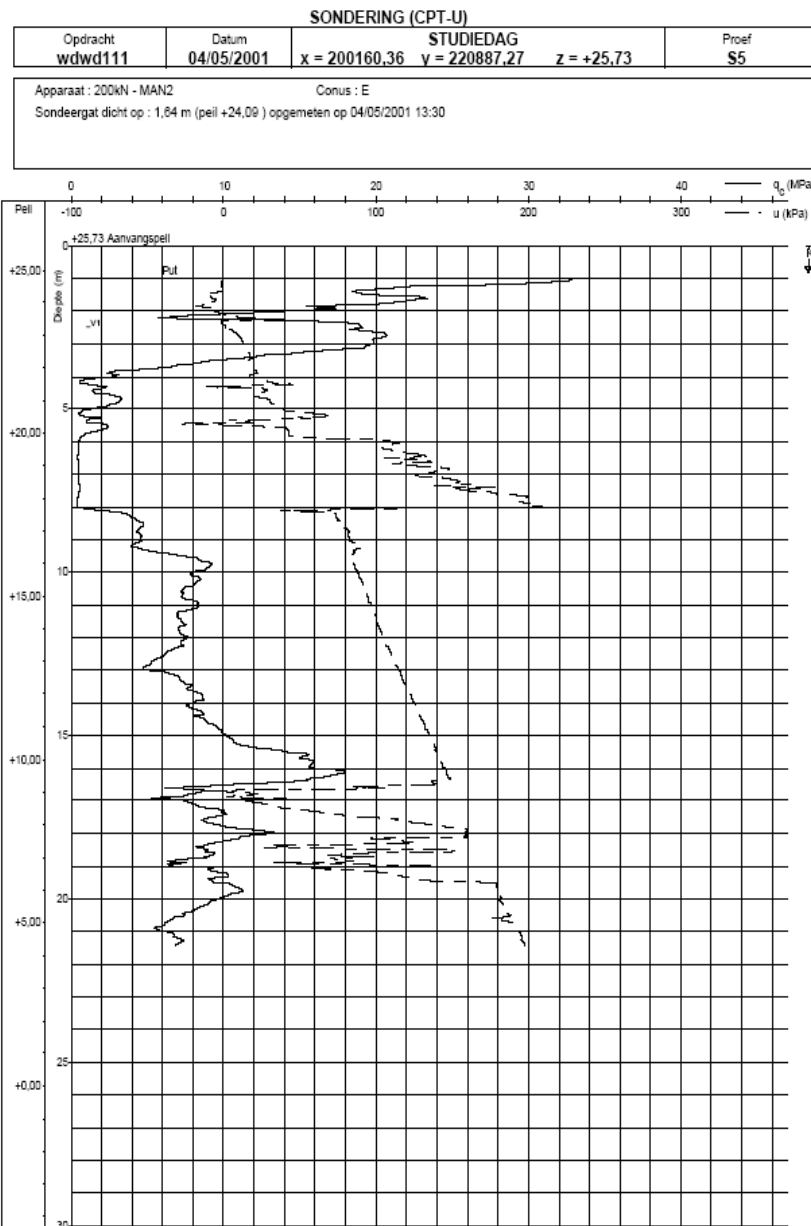
1. Mogelijkheid om een onderscheid te maken tussen volledige gedraineerde, gedeeltelijk gedraineerde en ongedraineerde indringing waaruit heel wat geleerd wordt omtrent de aard van de grond
2. Mogelijkheid tot het bepalen van de grondconsolidatiekarakteristieken
3. Mogelijkheid om de evenwichtsgrondwaterspanningen te evalueren
4. Verbeterde grondprofilering en identificatie.

De variaties in de verschillende types piëzoconus zijn voornamelijk te wijten aan de locatie van deze filter in de conus zelf (figuur 1); bv. de piëzoconus met filter in de tip van de conus, de piëzoconus met filter in het cilindrisch gedeelte vlak achter het kegelvlak van de conus en de piëzoconus met filter onmiddellijk achter de kleefmantel.



Figuur 1: filterlocaties bij piëzoconus

Figuur 2 geeft een typisch resultaat weer van een CPTU. Poriënwaterstressen worden opgemeten gebruik makend van een volledig verzadigde filter in contact met de grond en inwendig verbonden met een druktransducer.

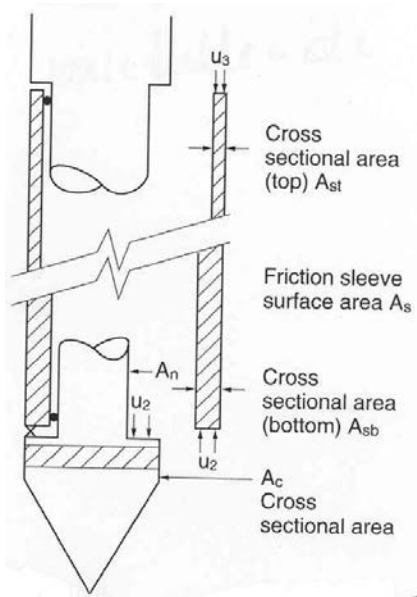


Figuur 2: sondeerdiagram piëzoconus sondering

De locatie  $u_2$  is de standaarduitvoering. Van essentieel belang bij de uitvoering van een CPTU proef zijn de voorafgaandelijke volledige verzadiging van de filtersteen en het respecteren van de vaste indringingssnelheid van 20 mm/s. Een onverzadigde filtersteen kan vooral in slappe weinig doorlatende gronden aanleiding geven tot incorrecte poriënwaterstressmetingen. In goed doorlatende gronden verdwijnt de poriënwateroverspanning of poriënwateronderdruk (in dilaterende zanden) t.g.v. het indringen van de conus bijna even snel als de opbouw ervan. Deze CPTU geschiedt dus in ‘gedraineerde’ omstandigheden. Bij samenhangende gronden zoals klei en leem zullen echter belangrijke poriënwateroverspanningen of –onderdrukken opgewekt worden. De conusweerstand kan gecorrigeerd worden voor de poriënwaterstressseffecten (gecorrigeerde conusweerstand  $q_t$ ).

$q_t = q_c + (1 - a) u_2$   
 met  $a$  de oppervlakteverhouding

$$a = \frac{A_n}{A_c} \text{ (zie figuur 3)}$$

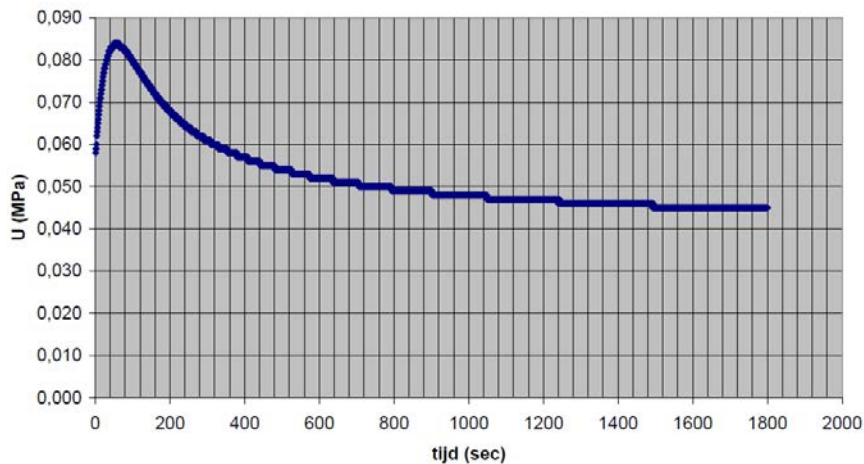


Figuur 3: correctie van  $q_c$  voor het poriënwateroverspanningseffect

Een veel gebruikte parameter bij grondsoortidentificatie is het waterspanningsgetal  $B_q$

$$B_q = \Delta u_2 / (q_t - \sigma_{v0}) \quad \text{met } \Delta u_2 = u_2 - u_0$$

Een sondering uitgevoerd in verzadigde kleien veroorzaakt ongedraineerde afschuiving in de grond en bijgevolg een hoge poriënwateroverspanning. Wanneer de sondering op een bepaalde diepte wordt gestopt, kan de wateroverspanning dissiperen en bereikt uiteindelijk de hydrostatische waterspanning. Figuur 4 geeft een voorbeeld van een dissipatiecurve opgemeten met de piëzoconus. Via een theoretische modellering van deze dissipatiecurven opgemeten tijdens een CPTU is het mogelijk de consolidatie-coëfficiënt in horizontale richting  $c_h$  en de doorlatendheidscoëfficiënt  $k_h$  te begroten.



Figuur 4: voorbeeld dissipatiecurve

**Duiding****Mechanische sondering**

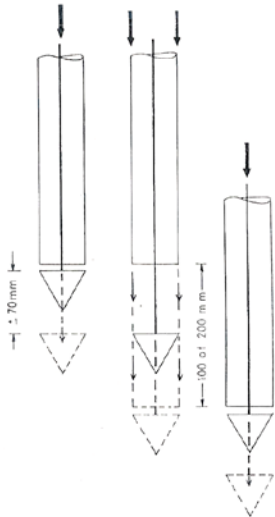
Bij dit type sondering wordt de conus door middel van stalen buizen met binnenstangen in de grond gedrukt. De krachten die hiervoor nodig zijn worden bovenaan de buizen gemeten d.m.v. manometers (oliedruk in een vijzel) of elektronische krachtmeters.

**Duiding****Discontinue mechanische sondering**

Bij dit type sondering wordt de conus door middel van stalen buizen met binnenstangen in de grond gedrukt. De krachten die hiervoor nodig zijn worden bovenaan de buizen gemeten d.m.v. manometers (oliedruk in een vijzel) of elektronische krachtmeters.

Kenmerkend voor het discontinue mechanische sonderen is dat de conus tijdens het meten een relatieve beweging ondergaat t.o.v. de sondeerbuizen.

De werkwijze voor het uitvoeren van een discontinue mechanische sondering verloopt als volgt (zie figuur): meting 1 conusweerstand - meting 2 totale weerstand = conusweerstand + zijdelingse wrijvingsweerstand):



*Figuur 5: uitvoering discontinue mechanische sondering*

1. Bij mechanische discontinue sonderingen kunnen de conussen bewegingen t.o.v. de buizen uitvoeren. Ze worden mechanisch aangedreven door middel van stangen. Deze stangen met een diameter van 15 mm kunnen vrij glijden in buizen van getrokken staal, die dezelfde uitwendige diameter hebben als de conus. Naarmate het induwen van de conus vordert, wordt het nodig aantal buizen op de eindbuis geschroefd.
2. Boven de grond bevindt zich een verbindingsstuk waarmee men de drukkracht hetzij op de buizen, hetzij op de stangen kan uitoefenen. Door middel van een oliekamer voorzien met



manometer of door middel van elektronische krachtopnemers kan men op elk ogenblik de op de buizen, enerzijds, en op de stangen, anderzijds, uitgeoefende kracht opmeten.

3. Men gaat dan als volgt te werk: wanneer buizen en stangen ingedrukt zijn tot een diepte, waarop men een aflezing wenst te verrichten, wordt de kracht op de stangen overgebracht en verhoogd tot wanneer de conus langzaam in de grond indringt.

Wanneer de conus zijn onderste stand t.o.v. de buis heeft bereikt, wordt de druk terug op de buizen overgedragen. De onderkant van de buizen komt weldra terug in contact met de conus; vanaf dit ogenblik wordt de conus meegetrokken door de buizen en kan de totale indringingsweerstand worden bepaald; op de nieuw bereikte diepte, kan terug de conusweerstand afzonderlijk worden bepaald. Voor de conusweerstand zelf wordt de maximale waarde van de weerstand gedurende de vrije loop genoteerd.

## Duiding

# Continue mechanische sondering

Bij dit type sondering wordt de conus door middel van stalen buizen met binnenstangen in de grond gedrukt. De krachten die hiervoor nodig zijn worden bovenaan de buizen en binnenstangen gemeten d.m.v. elektronische krachtmeters.

Kenmerkend voor de continue mechanische sondering is dat de conus tijdens het meten in dezelfde, uitgedrukte positie blijft en buizen en binnenstangen samen in 1 continue beweging worden weggedrukt tegen een constante snelheid van 2 cm/sec.

Voor aanvang van de sondering wordt de conus enkele centimeters uitgedrukt (zie uitgedrukte positie bij figuur discontinu mechanische sondering). Deze afstand moet voldoende groot zijn om de elastische samendrukking van de binnenstangen te compenseren zodat de kracht die uitgeoefend wordt op de conus volledig overgedragen wordt door de binnenstangen. Deze afstand mag ook niet te groot zijn zodat er geen drukkracht meer zou uitgeoefend worden op de buizen (deze afstand is afhankelijk van de gebruikte apparatuur).

Tijdens het sonderen worden de krachten op een continue wijze bovenaan de buizen en binnenstangen gemeten via 2 krachtopnemers: de puntweerstand wordt gemeten door kracht uitgeoefend op de binnenstangen en de totale zijdelingse wrijvingsweerstand door de kracht die er uitgeoefend wordt op de buizen. De som van deze twee krachten geeft de totale weerstand weer.

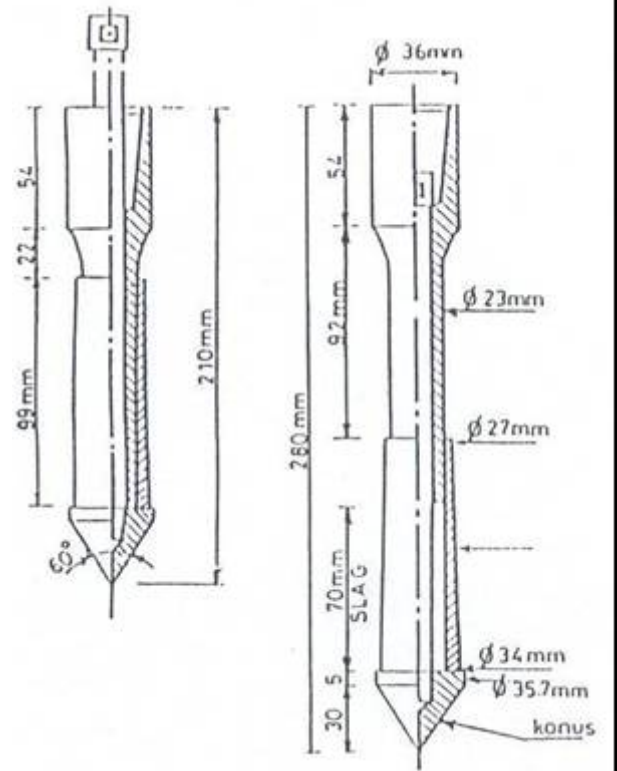
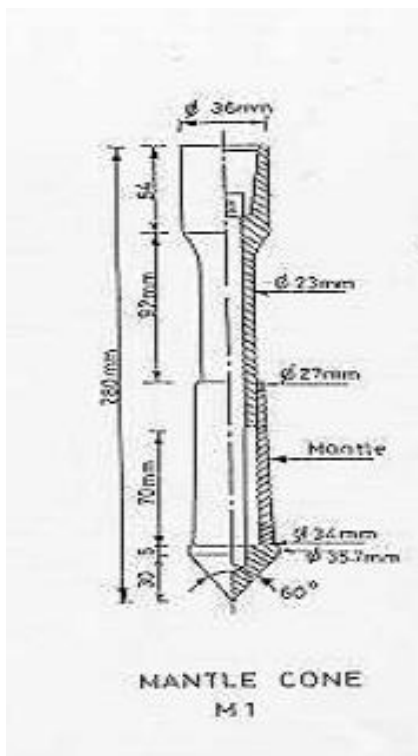
Indien er harde insluitsels aangetroffen worden kan er overwogen worden om de conus te sluiten om materiaalbreuk te vermijden. Hierbij wordt er een binnenstang verwijderd waardoor er geen kracht meer op de conuspunt kan overgebracht worden maar enkel druk uitgeoefend wordt op de buizen. De conus zal op deze wijze ingedrukt worden waardoor er meer stevigheid bekomen wordt. Indien de insluitsels geperforeerd werden, kan de binnenstang opnieuw in de buizen gebracht worden en kan er opnieuw kracht uitgeoefend worden op de conuspunt en zal deze terug uitgedrukt worden. Tijdens deze actie wordt er enkel druk uitgeoefend op de buizen en zal in plaats van de totale zijdelingse wrijvingsweerstand de totale weerstand opgemeten worden. Alle informatie met betrekking tot de puntweerstand gaat hierdoor verloren.

## Duiding

# M1 conus

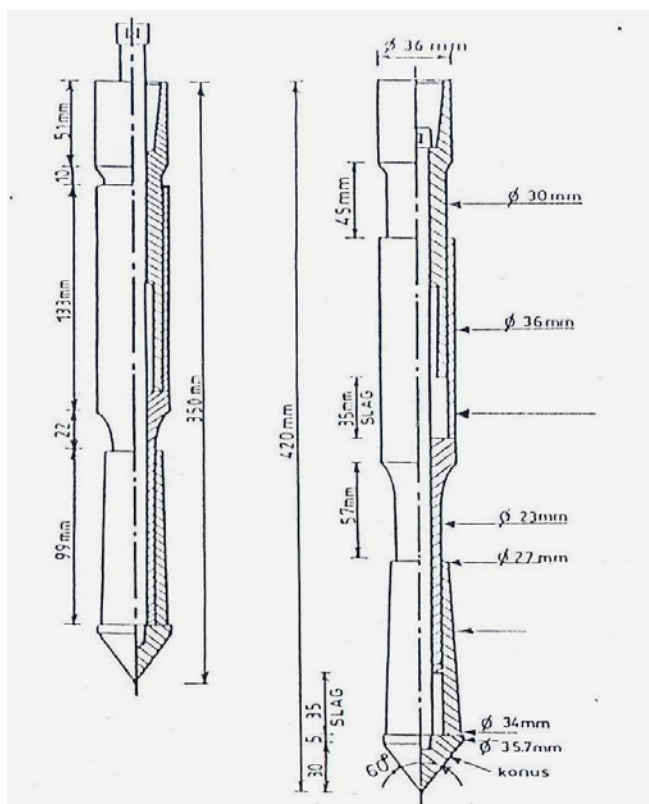
Bij de M1 conus of mantelconus is de conuspunt verlengd met een conische extensie (de mantel).

Bij het opmeten van de conusweerstand wordt in uitgesproken cohesieve kleilagen wrijving gegenereerd langs de mantel. Deze parasitaire wrijving wordt mee als conusweerstand opgemeten en kan leiden tot conusweerstand die tot 30 % hoger zijn dan bij elektrische sonderingen.



## M2 conus

Met de M2 conus of kleefmantelconus kan men aanvullend ook de plaatselijke kleef meten op een mantel die zich boven de conus bevindt. Door een systeem van nokken die zich op de stang in de conus bevinden kan men over een slag van circa 3.5 cm de conus alleen uitdrukken en daarna wordt de kleefmantel meegetrokken. Uit het verschil van beide metingen kan men de (wrijvings)kracht op de kleefmantel bepalen (kN). Het oppervlak van de kleefmantel bedraagt 150 cm<sup>2</sup>. De eenheidsspanning op deze mantel noemt men de plaatselijke kleef  $f_s$  en wordt uitgedrukt in kN/m<sup>2</sup> of kPa. De meetprocedure verloopt hier ook zo dat men meetwaarden van de verschillende parameters verkrijgt om de 20 cm.



## Kleefbreker

Het gebruik van een **kleefbreker** vermindert de wrijving op de sondeerbuizen en laat op die manier toe om met de beschikbare sondeercapaciteit mogelijk een grotere sondeerdiepte te bereiken, althans indien de diepte niet wordt beperkt door een te grote conusweerstand.

De kleefbreker bestaat uit een ringvormige of met nokken uitgevoerde verbreding van de sondeerbuis op enige afstand achter de sondeerpunt.

Om de opmeting van de conusweerstand en de plaatselijke kleef niet te beïnvloeden, wordt in de normen vooropgesteld dat de kleefbreker op minimaal 400 mm achter de sondeerpunt dient te worden aangebracht.



## Toepassingsklassen sonderingen

### Elektrische sonderingen

Het genoemde verschil in aanpak uit zich vooral bij de keuze van meetapparatuur (conus) en de daaraan verbonden meetnauwkeurigheid. In de normtekst zijn in dit verband 2 tabellen opgenomen.

Tabel 1 geeft de 2 types van CPT aan die hier worden beschouwd, nl. elektrisch sonderen al dan niet met opmeting van de poriënwaterspanning

**Tabel 1 - Types sonderingen**

Type sondering	Gemeten parameter
TE1	Conusweerstand en plaatselijke kleef
TE2	Conusweerstand, plaatselijke kleef en waterspanning

Tabel 2 geeft voor de gekozen toepassingsklasse het testtype, de vereiste nauwkeurigheid en meetstap. De tabel 'Toepassingsklassen' gaat vooral over te meten parameters met de daarbij gevraagde meetnauwkeurigheid en over mogelijke toepassingen van sonderingen.

Voor de meetnauwkeurigheid van toepassingsklasse 1 is groter geworden op uitdrukkelijk verzoek van de Scandinavische landen. In Scandinavië worden sonderingen vooral gebruikt als specialistische meting om, door middel van correlaties, ontwerp parameters te bepalen. Voor de overige landen, waaronder België, wordt de sondering veelal gebruikt als eerste onderzoeksmethode om een globaal ondergrondmodel te kunnen opstellen.

Bij het vastleggen van de nauwkeurigheden per klasse is dit tot uiting gekomen. Toepassingsklasse 1 heeft een zeer grote nauwkeurigheid en zal derhalve voor de gangbare Belgische praktijk alleen voor bijzondere toepassingen worden gebruikt. De huidige adviespraktijk leert dat voor Belgische omstandigheden vooral klasse 2 en 3 sonderingen van toepassing zijn.

Een belangrijk nieuw aspect is de kolom 'gebruik' die het kiezen van een sondeerklasse beoogt te vereenvoudigen. Op basis van de verwachte grondsoort op locatie en de gewenste interpretatie kan een keuze worden gemaakt van de benodigde sondeerklasse.

In de huidige adviespraktijk wordt eenzelfde sondering vaak voor alle mogelijke doeleinden ingezet, van bijvoorbeeld paal draagvermogen-berekeningen in vaste zandlagen tot correlaties in slappe holocene lagen. Voor beide toepassingen is het verstandig om sonderingen uit te voeren van verschillende toepassingsklassen. Een meetnauwkeurigheid van bv. 200 kPa van de conusweerstand bij klasse 3 maakt niet zo veel verschil bij het berekenen van het paal draagvermogen in zandlagen met conusweerstand van 10 MPa of meer; correlaties uit de conusweerstand in slappe lagen bij dezelfde meetnauwkeurigheid worden daarentegen wel in significante mate beïnvloed.

Verder worden de metingen en meetnauwkeurigheden ook beïnvloed door niet te compenseren temperatuursinvloeden tijdens de meting, die het gevolg zijn van ongelijkmatige warmteontwikkeling in de conus door penetratie in vaste tot zeer vaste grondlagen.

De nauwkeurigheid van de plaatselijke wrijvingsmeting wordt naast de eigenschappen van de meetinstrumentatie ook door toegestane toleranties op de afmetingen en de oppervlakteruwheid van

de kleefmantel bepaald. De in de norm gespecificeerde oppervlakteruwheid geldt bij fabricage van de conus. Staal, inclusief gehard staal, is altijd onderhevig aan slijtage met name in zanden, waarbij de kleefmantel zijn "eigen ruwheid" ontwikkelt, afhankelijk van het gebruik.

**Tabel 2 - Toepassingsklassen**

Toepassings-klasse	Test type	Gemeten parameter	Toelaatbare minimum nauwkeurigheid <sup>a</sup>	Maximum interval tussen de metingen	Gebruik	
					Grondsoort <sup>b</sup>	Interpretatie <sup>c</sup>
1	TE2	Conusweerstand Plaatselijke kleef Waterspanning Helling Sondeerlengte	35 kPa of 5 % 5 kPa of 10 % 10kPa of 2 % 2° 0,1 m of 1%	20 mm	A	G, H
2	TE1 TE2	Conusweerstand Plaatselijke kleef Waterspanning <sup>d</sup> Helling Sondeerlengte	100 kPa of 5 % 15 kPa of 15 % 25 kPa of 3 % 2° 0,1 m of 1 %	20 mm	A B C D	G, H* G, H G, H G, H
3	TE1 TE2	Conusweerstand Plaatselijke kleef Waterspanning <sup>d</sup> Helling Sondeerlengte	200 kPa of 5 % 25 kPa of 15 % 50 kPa of 5 % 5° 0,2 m of 2 %	50 mm	A B C D	G G, H* G, H G, H
4	TE1	Conusweerstand Plaatselijke kleef Sondeerlengte	500 kPa of 5 % 50 kPa of 20 % 0,2 m of 2 %	50 mm	A B C D	G* G* G* G*

OPMERKING Uiterst slappe gronden maken soms nog hogere nauwkeurigheden noodzakelijk.

- <sup>a</sup> De toegestane minimum nauwkeurigheid van de gemeten parameters is de grootste van de twee genoemde. De relatieve nauwkeurigheid geldt voor de gemeten waarde en niet voor het meetbereik.
- <sup>b</sup> Volgens ISO 14688-2
- A Homogene grondlagen met zeer slappe tot vaste klei en leem/silt (representatieve waarde  $q_c < 3$  MPa)
  - B Gemengde grondlagen met slappe tot vaste klei (representatieve waarde  $q_c \leq 3$  MPa) en vrij dicht gepakte zanden (representatieve waarden  $5 \text{ MPa} \leq q_c < 10 \text{ MPa}$ )
  - C Gemengde grondlagen met vaste klei (representatieve waarden  $1,5 \text{ MPa} \leq q_c < 3 \text{ MPa}$ ) en zeer dicht gepakte zanden (representatieve waarden  $q_c > 20 \text{ MPa}$ )
  - D Vaste tot zeer vaste kleien klei (representatieve waarden  $q_c \geq 3 \text{ MPa}$ ) en zeer dicht gepakte grofkorrelige gronden (representatieve waarden  $q_c \geq 20 \text{ MPa}$ )
- <sup>c</sup> G Onderkenning lagenopbouw en bepaling van grondsoort met een laag niveau van onzekerheid  
G\* Indicatieve onderkenning lagenopbouw en bepaling van grondsoort met een hoog niveau van onzekerheid  
H Interpretatie met betrekking tot ontwerpparameters met een laag niveau van onzekerheid  
H\* Indicatieve interpretatie met betrekking tot ontwerpparameters met een hoog niveau van onzekerheid
- <sup>d</sup> Waterspanning kan alleen worden gemeten als TE2 wordt toegepast.

## Mechanische sonderingen

Bij deze normtekst werd dezelfde filosofie gevolgd als voor de elektrische sonderingen. Er zijn hier ook 2 tabellen opgenomen met respectievelijk testtype (tabel 3) en toepassingsklassen (tabel 4)

Tabel 3 is in die zin verschillend t.o.v. de analoge tabel bij elektrisch sonderen dat het onderscheid tussen verschillende testtypes niet alleen steunt op de gemeten parameters, maar vooral ook op de gebruikte meettechniek en meetprocedure.

Voor wat de toegepaste meettechniek betreft, kunnen we bv. wijzen op het verschil tussen het aflezen van manometerwaarden en de registratie van elektrische sensoren, waarbij afleesfouten worden vermeden.

Hetzelfde geldt voor de toegepaste meetprocedure waarbij het continu mechanisch sonderen een grotere onzekerheid inhoudt naar correcte toepassing dan het discontinu mechanisch sonderen.

Daar het niet mogelijk was deze meetonzekerheden te vertalen in meetnauwkeurigheden, is de optie genomen om de toepassingsklasse te koppelen aan het testtype (zie tabel 3)

Voor de gebruikte meettechniek wordt onderscheid gemaakt tussen 3 types :

- *type a*: manometers die de hydraulische drukken meten gegenereerd door de kracht aan de top van de binnenstangen en, indien van toepassing, de plaatselijke kleef en de totale indringingsweerstand;
- *type b*: elektrische sensoren, die de hydraulische drukken meten gegenereerd door de kracht aan de top van de binnenstangen, en indien van toepassing de plaatselijke kleef en de totale indringingsweerstand;
- *type c*: elektrische sensoren die rechtstreeks de krachten meten gegenereerd door de conusweerstand, en indien van toepassing de plaatselijke kleef en de totale indringingsweerstand.

Verder wordt voor wat de meetprocedure betreft, een onderscheid gemaakt tussen het continu en discontinu mechanisch sonderen

**Tabel 3 - Types sonderingen**

Type sondering	Gemeten parameters	Meettechniek
TM1	Conusweerstand en totale indringingsweerstand of conusweerstand en plaatselijke kleef	Elektrische sensoren (type c) – discontinu sonderen
TM2	Conusweerstand en totale indringingsweerstand of conusweerstand en plaatselijke kleef	Manometers of elektrische sensoren die hydraulische drukken meten (types a en b) – discontinu sonderen
TM3	Conusweerstand	Manometers of elektrische sensoren die hydraulische drukken meten (types a en b) – discontinu sonderen
TM4	Conusweerstand	Manometers of elektrische sensoren die hydraulische drukken meten (types a en b) – continu sonderen

Tabel 4 geeft voor de gekozen toepassingsklasse het testtype, de vereiste nauwkeurigheid en meetinterval; de nummering van de toepassingsklassen sluit aan bij de nummering van de analoge tabel voor elektrische sonderingen. Mechanische sonderingen zijn immers op zich minder nauwkeurig dan elektrische sonderingen, die de referentieproef zijn voor het sonderen. In bepaalde gevallen (voorkomen van stenen in de ondergrond die de elektrische conus kunnen beschadigen) zal men echter overstappen naar mechanische sonderingen.

Daar het niet mogelijk is een verschil in meetnauwkeurigheid vast te leggen voor de verschillende meettechnieken, zijn voor de gedefinieerde toepassingsklassen dezelfde meetnauwkeurigheden opgelegd. Het verschil tussen de verschillende testtypes situeert zich op het vlak van de meetonzekerheid die de meettechniek en de meetprocedure (bv. continu t.o.v. discontinu mechanisch sonderen) met zich meebrengt.

**Tabel 4 - Toepassingsklassen**

Toepassings- klasse	Test type	Toelaatbare minimum nauwkeurigheid <sup>a</sup>				Gebruik	
						grondsoort <sup>b</sup>	interpretatie <sup>c</sup>
5	TM1	$q_c$	500 kPa	of	5 %	A	F
		$Q_t$	1 kN	of	5 %	B	G, H*
		$f_s$	50 kPa	of	20 %	C	G, H*
		l	0,2 m	of	2 %	D	G, H*
6	TM2	$q_c$	500 kPa	of	5 %	B	G, H*
		$Q_t$	1 kN	of	5 %	C	G, H*
		$f_s$	50 kPa	of	20 %	D	G, H*
		l	0,2 m	of	2 %		G, H*
7	TM3	$q_c$	500 kPa	of	5 %	B	F*
		$Q_t$	1 kN	of	5 %	C	F*
	TM4	$f_s$	50 kPa	of	20 %	D	F*
		l	0,2 m	of	2 %		F*



Toepassings- klasse	Test type	Toelaatbare minimum nauwkeurigheid <sup>a</sup>	Gebruik	
			grondsoort <sup>b</sup>	interpretatie <sup>c</sup>
<p>Toepassingsklassen 5 tot 7 gelden voor mechanische sonderingen en 1 tot 4 voor elektrische sonderingen.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Klasse 5</b> is bedoeld voor de onderkenning van gemengde grondlagen, types A tot D. Voor grondtypes B tot D is bepaling van de lagenopbouw, grondsoort en indicatieve interpretatie van ontwerp parameters mogelijk. Voor zeer slappe lagen (grond type A) is enkel bepaling van de lagenopbouw mogelijk. Grondsoort bepaling en interpretatie van ontwerp parameters is, in het bijzonder voor zeer slappe lagen, enkel mogelijk indien bijkomende relevante geologische en geotechnische informatie beschikbaar is. Sonderingen moeten worden uitgevoerd met sondeerapparatuur type TM1.</li> </ul> <p>Opmerking: gelaagde grondprofielen hebben betrekking op een lagenopbouw met hoofdzakelijk dichtgepakte en vaste gronden, maar met mogelijk ook slappe lagen.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Klasse 6</b> is bedoeld voor de onderkenning van gemengde grondlagen, met grond types B tot D, voor bepaling van lagenopbouw en grondsoort. De beoordeling van zeer slappe lagen is beperkt tot de onderkenning ervan. Sonderingen moeten worden uitgevoerd met sondeerapparatuur type TM2.</li> <li>• <b>Klasse 7</b> is enkel bedoeld voor de indicatieve onderkenning van gemengde grondlagen, met grond types B tot D. Op basis van deze proefresultaten alleen kan geen beoordeling van grondsoort en interpretatie naar ontwerp parameters worden gegeven. Sonderingen moeten worden uitgevoerd met sondeerapparatuur type TM3 of TM4.</li> </ul> <p>Alhoewel elektrische sonderingen verkozen worden boven mechanische sonderingen, kan men toch overgaan tot mechanische sonderingen, bij gevaar voor beschadiging van de conuspunt door bv. stortmateriaal, stenen of rots.</p> <p>De bereikbare meetnauwkeurigheid wordt ook beïnvloed door de wrijving tussen binnenstangen en sondeerbuisen. De grootte van de daardoor geïnduceerde fout hangt o.a. af van de sondeerlengte, de kracht uitgeoefend op de binnenstangen en de helling van de conus.</p>				
<p><sup>a</sup> De toelaatbare minimum nauwkeurigheid van de gemeten parameters is de grootste van de twee genoemde. De relatieve nauwkeurigheid geldt voor de gemeten waarde en niet voor het meetbereik.</p> <p><sup>b</sup></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>A Homogene grondlagen (representatieve waarde <math>q_c &lt; 2 \text{ MPa}</math>)</li> <li>B Kleien, leem/silt-gronden en zanden (representatieve waarden <math>2 \text{ MPa} \leq q_c &lt; 4 \text{ MPa}</math>)</li> <li>C Kleien, leem/silt-gronden, zanden en grind (representatieve waarden <math>4 \text{ MPa} \leq q_c \leq 10 \text{ MPa}</math>)</li> <li>D Kleien, leem/silt-gronden, zanden en grind (representatieve waarden <math>q_c &gt; 10 \text{ MPa}</math>)</li> </ul> <p><sup>c</sup></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>F Onderkenning lagenopbouw</li> <li>F* Onderkenning lagenopbouw mogelijk indien bijkomende informatie beschikbaar is</li> <li>G Onderkenning lagenopbouw en bepaling grondsoort</li> <li>G* Indicatieve onderkenning lagenopbouw en grondsoort</li> <li>H Interpretatie met betrekking tot ontwerpparameters</li> <li>H* Indicatieve interpretatie met betrekking tot ontwerpparameters</li> </ul>				

**Duiding****Technieken om de sondeerdiepte te vergroten**

Wanneer onder weinig weerstandbiedende lagen verder dient gesondeerd in weerstandbiedende lagen, zal men voerbuizen plaatsen om uitbuigen van de sondeerbuizen in de bovenlagen te vermijden.

De diepte waarop voerbuizen werden geplaatst wordt op het sondeerdiagram aangeduid met de letter V.

Wanneer de totale indrukcapaciteit van het sondeerapparaat wordt overschreden ten gevolge van een belangrijke wrijving op de sondeerbuizen, kan men een kleefbreker voorzien op voldoende afstand (min. 400 mm) achter de conus. De kleefbreker bestaat uit een lokale verzwaring van de sondeerbuis, zodat de wrijving op de daaropvolgende buizentrein wordt verminderd. De totale zijdelingse wrijvingsweerstand opgemeten na het plaatsen van de kleefbreker is niet voor interpretatie vatbaar.

Om in sterk weerstandbiedende lagen de sondeerdiepte nog te vergroten, wordt de techniek van het ophalen van de sondeerbuizen (aangeduid met de letter E op de sondeerdiagrammen) toegepast.

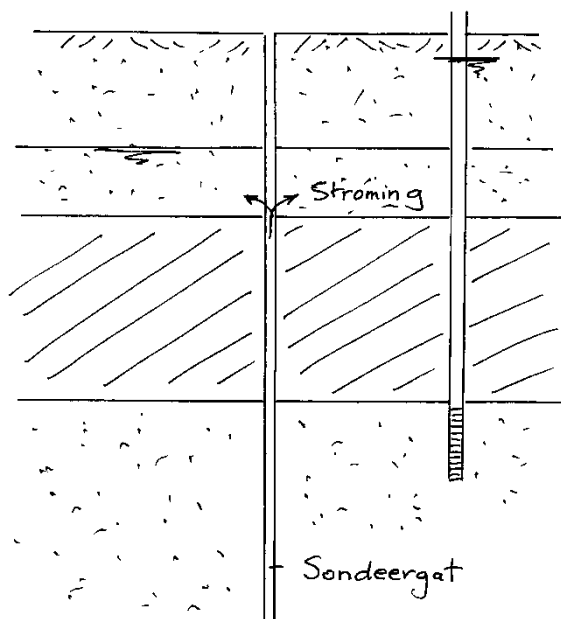
Om doorheen zeer weerstandbiedende niveaus (bv. zandsteenbanken) te sonderen, kunnen verder nog speciale technieken zoals het pneumatisch hameren of het doorboren van de laag worden toegepast (aangeduid met de letter B op de sondeerdiagrammen).

**Duiding****Grondwaterpeil opgemeten in sondeergat**

Het is gebruikelijk om na de uitvoering van een diepsondering het waterpeil in het sondeergat op te meten of het peil waarop het sondeergat is dichtgevallen.

De aandacht wordt er op gevestigd dat de aldus verkregen informatie betreffende de grondwaterstand alleen indicatief is, en dit om volgende redenen:

- Wanneer er in de ondergrond meerdere watervoerende lagen voorkomen, kan alleen informatie worden verkregen betreffende de grondwaterstand in het bovenste watervoerend pakket. Indien er op een zekere diepte watervoerend lagen voorkomen met een andere grondwaterstand of stijghoogte, dan kan daaromtrent geen informatie verkregen worden. Via het sondeergat wordt wel een verbinding gemaakt tussen beide watervoerende lagen maar het in het sondeergat opgemeten waterpeil zal steeds nagenoeg overeenstemmen met het waterpeil in het bovenste watervoerend pakket (cf. fig. ...). Via het sondeergat zal wel een beperkte stroming plaats vinden maar die kan nooit van die aard zijn dat de grondwaterstand in het bovenste watervoerend pakket erdoor in een aanzienlijke mate beïnvloed wordt.



- Het in het sondeergat opgemeten waterpeil is altijd een punctuele waarneming. Informatie betreffende de mogelijke schommelingen van het grondwaterpeil met de seizoenen kan uit deze waarneming niet worden afgeleid. Van deze punctuele waarneming kan ook niet worden afgeleid of het grondwaterpeil onderhevig is aan getijdenwerking of in de omgeving in dienst zijnde grondwaterverlagingen.

Voor het ontwerpen van een grondwaterverlaging of het dimensioneren van ondergrondse constructies mag dan ook nooit zonder meer gesteund worden op het waterpeil opgemeten na het uitvoeren van diepsonderingen. Om nauwkeurige informatie te verkrijgen betreffende de grondwaterstand is het altijd noodzakelijk om peilfilters aan te brengen in alle watervoerende lagen die door de grondwaterverlaging of constructie kunnen beïnvloed worden en om deze gedurende een voldoende lange periode regelmatig op te meten, zoals duidelijk is aangegeven in de Richtlijn bemalingen.

## Ondergrondse leidingen

Vooraleer sonderingen aan te vangen dienen eventuele ondergrondse leidingen ter hoogte van de uitvoeringsplaats te worden gelokaliseerd.

Daarvoor is het sondeerbedrijf verplicht bij elke nieuwe opdracht voor de betreffende site alle liggingsplannen van de mogelijk aanwezige nutsleidingen op te vragen d.m.v. het KLIP-portaal ([www.klip.be](http://www.klip.be)). Deze wettelijke verplichting is beschreven in het **KLIP-DECREET** dat verscheen in het **Belgisch Staatsblad op 6 mei 2008**.

### **Het raken of doorboren van elektriciteit- of gasleidingen kan immers leiden tot ernstige calamiteiten.**

Vooraleer de voorbereidende werkzaamheden m.b.t. de opdracht op te starten dient door het sondeerbedrijf in overleg met de opdrachtgever de mogelijkheid tot het inschakelen van een aannemer voor het maken van de voorputten onderzocht, teneinde de eventuele nutsleidingen op te sporen en waar nodig bloot te leggen.

Wanneer sonderingen dienen te worden uitgevoerd in de omgeving van gasleidingen en dienstleidingen moeten de nodige veiligheidsmaatregelen getroffen worden vermeld in het KB van 28 juli 1971, artikel 51: *“Wanneer derden werken in de omgeving van gasleidingen en dienstleidingen uitvoeren dan moeten zij, bij aangetekend schrijven, de betrokken gasverdelers daarvan ten minste achtenveertig uur van tevoren kennis geven en de nodig veiligheidsmaatregelen treffen teneinde de veiligheid en de goede staat van de gasinstallaties te verzekeren. Deze verplichte kennisgeving mag door een bestendige overeenkomst vervangen worden. De werken worden na overleg met de betrokken overheden en gasverdelers begonnen. Bescheiden met de verschillende tussenkomsten worden opgemaakt.”*

Het sondeerbedrijf neemt, in de context van bovenstaande wettelijke vereisten, voorafgaandelijk contact op met de verantwoordelijken van de gasmaatschappijen en maakt een afspraak voor een gezamenlijk plaatsbezoek.

Bovenstaande acties, nl. een uittreksel van de planaanvraag KLIP, de contacten met de nutsmaatschappijen en de rapportage van de plaatsbezoeken met nutsmaatschappijen worden opgenomen in de verslaggeving aan de opdrachtgever.