



Standaardprocedures voor geotechnisch onderzoek: **ALGEMENE BEPALINGEN**

14 juli 2016

Inleiding

De opzet van deze *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, toenmalig voorzitter BGGG, de Task Force “Kwaliteit geotechnisch onderzoek” opgericht. Dit initiatief werd verder gezet door Maurice Bottiau, de huidige voorzitter van de BGGG. Deze Task Force wordt 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**

Dit document werd opgesteld door de werkgroep “geotechnisch onderzoek: algemene bepalingen” binnen de Task Force 2, waarin actief waren:

- Gauthier Van Alboom - voorzitter - (afdeling Geotechniek - MOW- Vlaamse overheid)
- Maurice Bottiau (Franki Foundations Belgium)
- Ilse Claessens (Sondex NV)
- Stefaan D’hoore (Adinco BVBA)
- Erwin Dupont (Fundex NV)
- Hilde Dupont (TUC Rail)
- Noël Huybrechts (Wetenschappelijk en Technisch Centrum voor het Bouwbedrijf – WTCB)
- Stijn Huyghe (Antea Group)
- Hughes Legrain (INISMa - EMRA)
- Jan Maertens (Jan Maertens BVBA)
- Patrick Mengé (DEME)
- Mikaël Ramos da Silva (Fugro GeoConsulting)
- Kudret Sahin (Besix)
- Diederik Snoeck (Group Verbeke)
- Christian Trève (CFE)
- Van Den Broeck Marc (DEME)
- William Van Impe (AGE)
- Hannelore Van Krieking (SGS Belgium NV)
- Luc Verhelst (SGS Belgium NV)
- Anneleen Verhaegen (Advison bvba)
- Philippe Welter (Direction de la Géotechnique – Service Public de Wallonie)
- Géraldine Welvaert (GMA NV)

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

Opbouw van het document

Dit document is opgebouwd rond 3 hoofdblokken en een set bijlagen:

- *Onderwerp en toepassingsgebied*
- *Type opdrachten en bijhorende rapporten + checklist*
- *Algemene principes voor plannen grondonderzoek*
- *Bijlagen*

1. Geotechnische categorieën

2. Omvang grondonderzoek voor type projecten

- *GC2A*
 - *gebouwen*
- *GC2B*
 - *gebouwen*
 - *lineaire structuren*
 - ophogingen*
 - uitgravingen onder talud*
 - collectoren en leidingen*
 - onderdoorgangen*
 - gestuurde boringen*
 - tunnels*
 - kaaimuren*
 - *beschoeiingen*
 - *bruggen*
 - *bemalingen*

3. Duiding

Onderwerp en toepassingsgebied

Globale context

Dit document bevat algemene principes voor het plannen, uitvoeren en rapporteren van geotechnische proevenprogramma's, aangevuld met richtlijnen voor type onderzoeken met duiding en info.

Het geven van adviezen (ook algemene kwalitatieve adviezen) en geotechnische berekeningen wordt vermeld in de type opdrachten, maar wordt verder niet behandeld in dit document.

Algemene principes voor het vastleggen van een geotechnische onderzoek

Om minimumeisen voor de omvang en het soort grondonderzoek vast te leggen, moeten de complexiteit van ieder geotechnisch ontwerp inclusief de bijbehorende risico's zijn onderkend.

Basis hiervoor is de geotechnische categorie (GC1 tem GC3) van het project waarvoor het grondonderzoek wordt uitgevoerd (hiervoor verwijzen we naar de bijlage Geotechnische Categorieën). De uitvoeringswijze (zoals bvb het voorzien van een bemaling) kan ook de geotechnische categorie van een project beïnvloeden.

Voor zeer eenvoudige en lichte bouw- en grondconstructies met verwaarloosbaar risico, behorend tot GC1, kan volstaan worden met het raadplegen van beschikbare informatiebronnen. Dergelijke constructies vallen dan ook buiten het bestek van deze procedure.

Voor conventionele type constructies en funderingen zonder buitengewone risico's en/of complexe grondgesteldheid en sollicitaties, behorend tot GC2, wordt een geotechnisch onderzoeksprogramma vastgelegd dat steunt op:

- De beschikbare geotechnische, geologische en geohydrologische info
- De te verwachten grondgesteldheid, invloed op de omgeving, bepalende constructieve parameters van de constructie (zoals bv. de hoogte van ophogingsmassieven) ...
- Kwalitatieve richtlijnen voor diepte en aantal proeven

De opdrachtgever heeft de mogelijkheid om een type opdracht voor geotechnisch onderzoek vast te leggen, met de daaraan gekoppelde rapportering (zie tabel 1)

De mogelijkheid bestaat ook om een type opdracht voor geotechnisch onderzoek bijkomend te koppelen aan een opdracht voor geotechnisch ontwerp (zie tabel 2). Dit is bv. het geval bij het grondonderzoek voor de bouw van een woning: hier kan de opdrachtgever kiezen voor grondonderzoek type G2 en geotechnisch ontwerp type D1.1.

Voor elk type opdracht is tevens de nodige kwalificatie van de auteur van het rapport opgegeven: geotechnicus of geotechnisch deskundige. De kwalificaties van geotechnicus en geotechnisch deskundige zullen worden gekoppeld aan een registratie bij de Belgische Groepering voor Grondmechanica en Geotechniek (BGGG), en zullen terug te vinden zijn op de website <http://www.bggg-gbms.be>

Normatieve eisen

In de Europese normalisatie context worden strikte eisen gesteld aan het opzetten en uitvoeren van onderzoeksprogramma's van geotechnische proeven.

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.”*

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

Bovendien zijn er specifieke Europese en ISO-normen uitgewerkt en/of in fase van uitwerking voor het uitvoeren van specifieke geotechnische terrein- en laboratoriumproeven.

Type opdrachten en bijhorende rapporten

Tabel 1: Type opdrachten geotechnisch onderzoek

Type opdracht	Inhoud opdracht	Inhoud rapport	Kwalificatie
G1	Uitvoeren geotechnisch onderzoek + rapporteren proefresultaten	Verslag met proefresultaten en rechtstreeks afgeleide waarden (bvb wrijvingsgetal uit sonderingen)	Geotechnicus*
G2	Uitvoeren geotechnisch onderzoek + rapporteren proefresultaten + uitvoeren deskstudie + evalueren proefresultaten in functie van nood verder onderzoek	<ul style="list-style-type: none"> • Proefverslag met proefresultaten en rechtstreeks afgeleide waarden • Resultaten geconsulteerde informatiebronnen (proeven, geologie, hydrogeologie) • Aanbevelingen voor verder onderzoek 	Geotechnicus*
G3	Globale geotechnische onderzoeksopdracht <ul style="list-style-type: none"> • Deskstudie • Plannen en uitvoeren grondonderzoek • Rapporteren proefresultaten • Evaluatie grondonderzoek • Vastleggen baseline parameters ** 	<ul style="list-style-type: none"> • Proefverslag met proefresultaten en rechtstreeks afgeleide waarden • Resultaten geconsulteerde informatiebronnen (proeven, geologie, hydrogeologie) • Aanbevelingen voor verder onderzoek • Samenvattende evaluatie uitgevoerd grondonderzoek • Voorstel baseline parameters voor project 	Geotechnisch deskundige*
G4	Geotechnische controleproeven/monitoring: <ul style="list-style-type: none"> • Plannen en uitvoeren controleproeven • Plannen en uitvoeren monitoring 	<ul style="list-style-type: none"> • Resultaten controleproeven • Resultaten monitoring 	Geotechnicus*

* de kwalificaties van geotechnicus worden verder nog gedifferentieerd per type proef (zie <http://www.bggg-gbms.be>)

** Baseline parameters

Baseline parameters zijn ondergrenswaarden van de geotechnische karakteristieken, die kaderen in een veilige benadering van het ontwerp. Deze parameters houden rekening met de eventuele beperkingen (type en aantal proeven) van het grondonderzoek, en mogelijk het niet voorzien van een adequate monitoring. Het zijn daarom enkel richtwaarden die bij de volledige ontwerpstudie behouden of verfijnd kunnen worden.

De wrijvingskarakteristieken op basis van sondeerresultaten zoals gegeven in de ANB-tabel zijn voorbeelden van baseline parameters

Tabel 2: Type opdrachten geotechnisch ontwerp

Type opdracht	Inhoud opdracht	Inhoud rapport	Kwalificatie
D1	geotechnisch advies bij het ontwerp		
D1-1	Algemeen kwalitatief advies voor GC2A	Kwalitatief advies over mogelijke funderingswijzen, haalbaarheid, aandachtspunten	Geotechnicus
D1-1	Algemeen kwalitatief advies voor GC2B en GC3	Kwalitatief advies over mogelijke funderingswijzen, haalbaarheid, aandachtspunten	Geotechnisch deskundige
D1-2	Algemeen kwalitatief en kwantitatief ontwerpadvies	D1-1 + oriënterende berekeningen voor ondersteuning van het kwalitatief advies, haalbaarheid	Geotechnisch deskundige
D2	Geotechnisch ontwerp van de constructie		Geotechnisch deskundige ^o
D2-1		dimensionering van de geotechnische structuren	
D2-2		opmaak/ondersteuning van de uitvoeringsplannen, het lastenboek	
D2-3		formuleren van voorstellen voor controles en/of monitoring bij uitvoering	
D3	Geotechnische ondersteuning bij uitvoering project		Geotechnisch deskundige ^o
D3-1		beoordeling van voorgestelde uitvoeringswijzen en rekennota's	
D3-2		opvolgen van de uitvoering (werkbezoeken en –besprekingen)	
D4	Opzetten en opvolgen monitoring programma	Resultaten monitoring en evaluatie in functie van uit te voeren project	Geotechnisch deskundige ^o
D4-1	Passieve monitoring	Monitoring om het gedrag van constructies in contact met grond op te volgen	
D4-2	Actieve monitoring	Monitoring om tijdens de uitvoering het gedrag van constructies in contact met grond op te volgen, en de uitvoering bij te sturen	

Tabel 3: Checklist vastleggen en uitvoeren geotechnisch onderzoek/ontwerp

Taak	Toepasselijk voor	Opdracht gever*	Opdracht nemer	Nader te bepalen
Algemene info opdracht				
Type opdracht	alle	X		
Algemene info over op te richten constructie	D1, D2 en D3	X		
Raadplegen en rapporteren beschikbare geotechnische, geologische, geohydrologische en historische info (desk studie)	G2 en G3		X	
Info over historiek aanpalende constructies	D1, D2, D3 en D4	X		
Locatie (gemeente, site) waar proeven worden uitgevoerd	G1 tem G4	X		
Plan met uitvoeringsplaatsen proeven met bij voorkeur Lambertcoördinaten en hoogtepeilen in TAW	G1 tem G4			X
Toegankelijkheid en bereikbaarheid van de onderzoekspunten	G1 tem G4	X		
Voorkomen ondergrondse nutsleidingen op openbaar terrein	G1 tem G4		X	
Voorkomen ondergrondse nutsleidingen op privéterrein, huisaansluiting riolering	G1 tem G4	X		
Historiek van de site (voorkomen obstakels, aard verontreinigingen, stortmateriaal ...)	G1 tem G4	X		
Coördinaten van de contactpersoon voor uitvoering	G1 tem G4	X		
Specifieke info proeven				
Type proeven	G1 tem G4	X		
Diepte terreinproeven	G1 tem G4	X		
Specifieke gegevens laboproeven	G1 tem G4	X		
Aantal proeven	G1 tem G4	X		
Specifieke info uitvoering proeven				
Uitvoeringsplaatsen proeven	G1 tem G4		X	
Opstart datum en planning	G1 tem G4			X
Uitzetten terreinproeven	G1 tem G4			X
Inmeten onderzoekspunten	G1 tem G4			X
Rapporteren profresultaten	G1 tem G4		X	
Rapporteren noodzaak aanvullend onderzoek	G2, G3		X	
Rapporteren deskstudie	G2, G3		X	
Vastleggen baseline parameters	G3		X	

***De opdrachtgever (bouwheer, architect) kan bepaalde taken ook delegeren naar een studiebureau of een algemene aannemer**

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 en historiek van de site, ...
- 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

De deskstudie omvat het raadplegen van de beschikbare geologische en geotechnische informatie; In de informatieve bijlage is aangegeven welke info kan worden geraadpleegd.

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, Weelstraat...).

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

Indicatieve richtlijnen voor plannen grondonderzoek (type proeven en aantal proeven)

In bijlage zijn indicatieve richtlijnen opgenomen voor het plannen van een grondonderzoek. Deze richtlijnen zijn een hulpmiddel en in die zin niet absoluut maar richtinggevend; de opdrachtgever dient steeds de hierboven vermelde algemene principes in acht te nemen. Het uitvoeren van een deskstudie is hierbij essentieel.

Bijlagen

TE RAADPLEGEN INFO VOOR DESKSTUDIE (informatieve bijlage)

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 & 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>

Geotechnische categorieën

Algemene principes

Om minimumeisen voor de omvang en het soort grondonderzoek, berekeningen en constructieve controles vast te stellen, moet de complexiteit van ieder geotechnisch ontwerp inclusief de bijbehorende risico's worden onderkend. Dit is de verantwoordelijkheid van de opdrachtgever.

Om geotechnische ontwerpeisen vast te stellen, werden in EC7 drie geotechnische categorieën GC nrs. 1, 2 en 3, geïntroduceerd (zie voor verder info paragraaf duiding "geotechnische categorieën volgens Eurocode 7"). Deze bijlage geeft de invulling van de geotechnische categorieën in de Belgische context (zie ook ANB EC7).

Een constructie wordt voorafgaand aan het grondonderzoek voorlopig ingedeeld in een geotechnische categorie. Deze categorie wordt getoetst en zo nodig aangepast in iedere stap van het ontwerp en de uitvoering van het project. Zo kan ook op basis van de resultaten van het grondonderzoek blijken dat de gekozen categorie dient aangepast.

De procedures horend bij hogere categorieën mogen worden toegepast om een economischer ontwerp te rechtvaardigen, of indien de ontwerper deze meer geschikt acht.

De verschillende ontwerpaspecten van een project kunnen noodzaken dat verschillende geotechnische categorieën worden toegepast. Het is niet vereist dat het gehele project volgens de hoogste van deze categorieën wordt behandeld.

Geotechnische categorieën GC1

Onder GC1 worden enkel kleine en relatief eenvoudige constructies, met verwaarloosbaar risico gerekend. Voor alle duidelijkheid eengezinswoningen worden gerekend tot GC2A (zie verder).

Voor GC1 kan het grondonderzoek worden beperkt tot een inspectie van het terrein, consulteren van kwalitatieve info over grondgesteldheid, en waar van toepassing beschrijving van de grond bij ontgravingen.

GC1 valt hier buiten beschouwing.

Geotechnische categorieën GC2

Tot geotechnische categorie 2 behoren conventionele typen constructies en funderingen zonder buitengewone risico's en/of complexe grondgesteldheid en sollicitaties.

Voor constructies in geotechnische categorie 2 mogen routinematige procedures voor terrein- en laboratoriumonderzoek en voor ontwerp en uitvoering worden gebruikt.

Voor de Belgische praktijk delen we GC2 op in 2 deelcategorieën GC2A en GC2B.

Deze opdeling werd gemaakt omdat ook relatief eenvoudige constructies zoals eengezinswoningen onder GC2 worden ingedeeld (met dus inherent de verplichting om een - zij het beperkt- grondonderzoek uit te voeren). De eisen die aan een dergelijk beperkt onderzoek dienen worden

gesteld zijn echter niet van dezelfde orde van het onderzoek voor courante constructies van gemiddelde omvang (zoals bvb. beschoeiingen)

Onderscheid tussen geotechnische categorie GC2A en GC2B

GC2A: Eengezinswoningen en gebouwen met beperkte omvang en/of belasting.

- Gebouwen met maximum 3 bouwlagen (exclusief kelderverdieping), een maximale uitgravingdiepte van 2,8m, en een bebouwde oppervlakte < 250 m²,

Het grondonderzoek omvat standaard enkel sonderingen

GC2B: Projecten van gemiddelde en grote omvang en/of grote belasting

In bijlage zijn conventionele constructies die overeenkomen met geotechnische categorie 2B opgenomen (met vermelding van de daaraan gekoppelde beperkingen):

- 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

Geotechnische categorieën GC3

GC3 omvat alle geotechnische constructies die niet behoren tot GC1 of GC2.

Tot geotechnische categorie 3 behoren bijvoorbeeld:

- grote of ongewone constructies;
- constructies met abnormale risico's of ongebruikelijke of buitengewoon moeilijke grondgesteldheid of belastingen;
- constructies in sterk aardbevingsgevoelige gebieden;
- constructies in gebieden met onstabiele ondergrond of met continue bodembewegingen en waarvoor afzonderlijk onderzoek of speciale maatregelen nodig zijn.
- Near shore constructies

Het grondonderzoek omvat het standaard grondonderzoek voor GC2 uitgebreid met specifiek project gebonden onderzoeken (bv. uitgebreide monitoring, onderzoek seismiciteit, ...) + aanvullende metingen in iedere fase van het project.

GC2A: gebouwen

Type proeven: sonderingen (bij voorkeur elektrisch), in functie van grondgesteldheid eventueel te vervangen door of aan te vullen met boringen.

Diepte proeven: 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.

Indien op beperkte diepte harde formaties voorkomen (bv. rots) kan het grondonderzoek dmv sonderingen aangevuld of vervangen worden door boringen, pressiometerproeven.

Aantal proeven:

Minimaal 3 sonderingen per bouweenheid; voor aaneensluitend bouwprojecten kan hiervan afgeweken worden met een minimum van 1 sondering per 100m²

GC2B: gebouwen

Type proeven: elektrische sonderingen, in functie van grondgesteldheid eventueel te vervangen door of aan te vullen met boringen.

Diepte proeven: Indien geen specifieke gegevens beschikbaar zijn worden de sonderingen tot een minimale capaciteit van 200 kN uitgevoerd of tot een diepte van minimaal 10m indien niet eerder een totale indringingskracht van 200 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 worden opgelegd.

Speciale technieken zullen ook worden voorzien indien er aanwijzingen zijn dat in het af te sonderen diepte-interval zeer dichtgepakte lagen voorkomen.

Indien op beperkte diepte harde formaties voorkomen (bv. rots) kan het grondonderzoek dmv sonderingen aangevuld of vervangen worden door boringen, pressiometerproeven ...

Aantal proeven:

Voor constructies wordt standaard 1 sondering per 300 m² voorzien, met een minimum van 3. Voor sterk heterogene gronden (bv. quartaire afzettingen tot grote diepte) kan het aangewezen zijn om de sondeerdensiteit te verhogen tot 1 per 150 m².

Voor zeer homogene gronden (bv. gedocumenteerde tertiaire lagen zonder anomalieën, discontinuïteiten) en constructies met verspreide funderingselementen (bv. loodsen met wijd verspreide kolommen) of grote monovolume gebouwen kan de sondeerdensiteit, mits gefundeerde motivering, gereduceerd worden tot 1 per 1000 m², maar steeds met een minimum van 3 sonderingen.

GC2B: lineaire structuren - ophogingen

Type proeven: vast te leggen aan de hand van de bekomen score volgens criteria in tabellen hieronder

Hoogte ophoging	Score
2 - 5m	1
Tussen 5 en 10m	2

Opmerking: ophogingen groter dan 10m behoren tot GC3 en kleiner dan 2m tot GC1

Grondlagenopbouw op basis van desk studie	Score
Homogene laagopbouw zonder vermoeden van voorkomen van veen, slappe lagen en aanvullingen	1
Heterogene laagopbouw zonder vermoeden van voorkomen van veen, slappe lagen en aanvullingen	2
Heterogene laagopbouw met vermoeden van voorkomen van slappe kleilagen, veen of aanvullingen / of lagenopbouw niet gekend	3

Zettingsgevoeligheid* ophoging	Score
Niet zettingsgevoelig	0
zettingsgevoelig	2

*De beoordeling van de zettingsgevoeligheid gebeurt op basis van de eisen opgelegd door de opdrachtgever

Afstand tot zettingsgevoelige constructies*	Score
<5m	3
5-10m	2
10-20m	1
>20m	0

* De beoordeling van de zettingsgevoeligheid gebeurt op basis van de eisen opgelegd door de opdrachtgever

Categorie	score	Type proeven
Categorie 1	< 4 punten	Sonderingen/dynamische sonderingen
Categorie 2	≥ 4 punten en < 8 punten	sonderingen + boringen
Categorie 3	≥ 8 punten	sonderingen + boringen + labo (onderkenningsproeven, samendrukkingsproeven, triaxiaalproeven ...)

Diepte proeven:

- Elektrische sonderingen CPT
Sonderingen tot een diepte van $1,5 \times H$ (hoogte ophoging), met een minimum van 10m. Indien op beperkte diepte harde formaties voorkomen (bv. rots) kan het grondonderzoek dmv sonderingen aangevuld of vervangen worden door boringen, pressiometerproeven. 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, zal een grotere sondeerdiepte worden opgelegd.
- Dynamische sonderingen
Dynamische sonderingen worden uitgevoerd tot een minimale diepte van 5m.
- Boringen
De diepte van de boringen wordt vastgelegd aan de hand van de resultaten van de corresponderende sondering, uitgevoerd op een afstand begrepen tussen 2 en 5m. Voor algemene duiding over het uit te voeren grondonderzoek verwijzen we naar Eurocode7.

Aantal proeven:

Algemeen gelden volgende bepalingen:

Standaard sonderingen om de 50m; Voor zeer homogene gronden (bv. gedocumenteerde tertiaire lagen zonder anomalieën, discontinuïteiten) kan de sondeerdensiteit mits gefundeerde motivering gereduceerd worden tot 1 per 100 m.

Voor dynamische sonderingen wordt de maximale tussenafstand van 50m steeds aangehouden. Het aantal boringen wordt vastgelegd aan de hand van de resultaten van de sonderingen uitgevoerd langs het tracé; minimaal wordt 1 boring per kenmerkend grondprofiel voorzien om de 300m.

GC2B: lineaire structuren – uitgravingen onder talud

Type proeven: vast te leggen aan de hand van de bekomen score volgens criteria in tabellen hieronder

Diepte uitgraving	Score
<2m	0
<=5m	1
Tussen 5 en 10m	2

Opmerking: uitgravingen groter dan 10m behoren tot GC3 en kleiner dan 2m **boven grondwater** tot GC1. Indien de uitgraving nabij een bestaande fundering dient uitgevoerd gelden bijkomend volgende principes: om tot GC1 te behoren dient de uitgravingsdiepte kleiner of gelijk te zijn aan de afstand tot de nabije fundering.

Grondlagenopbouw op basis van deskstudie	Score
Homogene laagopbouw zonder vermoeden van voorkomen van veen, slappe lagen en aanvullingen	1
Heterogene laagopbouw zonder vermoeden van voorkomen van veen, slappe lagen en aanvullingen	2
Heterogene laagopbouw met vermoeden van voorkomen van slappe kleilagen, veen of aanvullingen / of geen lagenopbouw gekend	3

Afstand tot zettingsgevoelige* constructies	Score
<5m	3
5-10m	2
10-20m	1
>20m	0

* De beoordeling van de zettingsgevoeligheid gebeurt op basis van de eisen opgelegd door de opdrachtgever

	Score	Type proeven
Categorie 1	< 4 punten	Sonderingen + boringen + peilbuis/piëzometer
Categorie 2	≥ 4 punten	sonderingen + boringen + peilbuis/piëzometer + labo (onderkenningsproeven, samendrukkingsproeven,

		triaxiaalproeven)
--	--	-------------------

Indien een bemaling is voorzien gelden voor het plaatsten van de peilbuizen/piëzometers bijkomend de aanbevelingen die opgenomen zijn onder het item “bemalingen”

Diepte proeven:

- Elektrische sonderingen CPT
Sonderingen tot een diepte van $2 \times H$ (diepte uitgraving), met een minimum van 10m.
Indien op beperkte diepte harde formaties voorkomen (bv. rots) kan het grondonderzoek dmv sonderingen aangevuld of vervangen worden door boringen, pressiometerproeven.
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, zal een grotere sonderdiepte worden opgelegd.
- Boringen
De diepte van de boringen wordt vastgelegd aan de hand van de corresponderende sondering, uitgevoerd op een afstand begrepen tussen 2 en 5m.

Voor algemene duiding over het uit te voeren grondonderzoek verwijzen we naar Eurocode7

Aantal proeven:

Standaard sonderingen om de 50m;

Indien het grondwater niet of slecht zeer beperkt moet verlaagd worden en wanneer er bij grondwaterverlaging geen gebouwen binnen de invloedzone van de bemaling zijn gelegen kunnen deze hierboven aangegeven afstanden eventueel worden verdubbeld.

Voor zeer homogene gronden (bv. gedocumenteerde tertiaire lagen zonder anomalieën, discontinuïteiten) kan de sonderdensiteit mits gefundeerde motivering gereduceerd worden tot 1 per 100 m.

Het aantal boringen wordt vastgelegd aan de hand van de resultaten van de sonderingen uitgevoerd langs het tracé; minimaal wordt 1 boring per kenmerkend grondprofiel voorzien om de 300m.

Per boring, overeenstemmend met deze minimum voorschriften, wordt een peilbuis/piëzometer voorzien.

GC2B: lineaire structuren - collectoren en leidingen

Type proeven: elektrische sonderingen, boringen met monsternamen en plaatsing peilbuizen; laboratoriumonderzoek op ontnomen grondmonsters (onderkenningsproeven)

Diepte proeven:

- Elektrische sonderingen CPT
Sonderingen tot een diepte van $2 \times H$ (H is diepte collector, leiding), met een minimum van 10m.

Indien op beperkte diepte harde formaties voorkomen (bvb rots) kan het grondonderzoek dmv sonderingen aangevuld of vervangen worden door boringen, pressiometerproeven.

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, zal een grotere sonderdiepte worden opgelegd.

- Boringen
De diepte van de boringen wordt vastgelegd aan de hand van de corresponderende sondering, uitgevoerd op een afstand begrepen tussen 2 en 5m.

Voor algemene duiding over het uit te voeren grondonderzoek verwijzen we naar Eurocode7

Aantal proeven:

Standaard worden sonderingen om de 100m voorzien.

Bij voorkomen van sterk samendrukbare gronden of gebouwen op minder dan $2x$ sleufdiepte: worden deze afstanden gehalveerd.

Bij zeer homogene gronden (bv. gedocumenteerde tertiaire lagen zonder anomalieën, discontinuïteiten) en aanzet op minder dan 2m beneden grondwater kunnen voor lange trajecten in eerste fase de standaard afstanden verdubbeld worden.

Wanneer blijkt dat plaatselijk of over de volledige lengte van het traject beschoeiingen of bemalingen nodig zijn wordt het grondonderzoek aangepast/verfijnd volgens de corresponderende richtlijnen

Het aantal boringen wordt vastgelegd aan de hand van de resultaten van de sonderingen uitgevoerd langs het tracé; minimaal wordt 1 boring per kenmerkend grondprofiel voorzien om de 300m.

Per 2 boringen, overeenstemmend met deze minimum voorschriften, wordt een peilbuis/piëzometer voorzien

GC2B: lineaire structuren - onderdoorgangen

Type proeven: elektrische sonderingen, boringen

Diepte proeven:

- Elektrische sonderingen CPT
Sonderingen tot een diepte van $2 \times D$ (diepte onderdoorgang), met een minimum van 10m.

Indien op beperkte diepte harde formaties voorkomen (bvb rots) kan het grondonderzoek dmv sonderingen aangevuld of vervangen worden door boringen, pressiometerproeven.

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, zal een grotere sondeerdiepte worden opgelegd.

- Boringen
De diepte van de boringen wordt vastgelegd aan de hand van de corresponderende sondering, uitgevoerd op een afstand begrepen tussen 2 en 5m.

Voor algemene duiding over het uit te voeren grondonderzoek verwijzen we naar Eurocode7.

Aantal proeven:

Standaard sonderingen om de 50m, met een minimum van 2.

Ter hoogte van de pompkelder wordt een extra sondering voorzien

Het aantal boringen wordt vastgelegd aan de hand van de resultaten van de sonderingen uitgevoerd langs het tracé; minimaal wordt 1 boring per kenmerkend grondprofiel voorzien om de 200m.

Minimaal worden 2 boringen voorzien: 1 ter hoogte van een van de in/uitritten en 1 in ter hoogte van het diepste punt van de onderdoorgang

Per boring, overeenstemmend met deze minimum voorschriften, wordt een peilbuis/piëzometer voorzien

GC2B: lineaire structuren – gestuurde boringen

Type proeven: elektrische sonderingen, boringen eventueel aangevuld met laboratoriumonderzoek

Diepte proeven:

- Elektrische sonderingen CPT
Sonderingen tot een diepte van minimaal 5m beneden het diepste punt van de gestuurde boring, met een minimum van 10m.

Indien op beperkte diepte harde formaties voorkomen (bv. rots) kan het grondonderzoek dmv sonderingen aangevuld of vervangen worden door boringen, pressiometerproeven.

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, zal een grotere sondeerdiepte worden opgelegd.

De terreinproeven dienen te worden uitgevoerd op een afstand van 5 tot 10m uit het geplande tracé van de gestuurde boring, dit om te vermijden dat boorvloeistof zich via de sondeer- of boorgaten een weg naar buiten zoekt. Indien de minimale afstand van 5m niet kan worden aangehouden zullen de betreffende boorgaten met zwelklei worden afgedicht.

- Boringen
De diepte van de boringen wordt vastgelegd aan de hand van de corresponderende sondering, uitgevoerd op een afstand begrepen tussen 2 en 5m.

Voor algemene duiding over het uit te voeren grondonderzoek verwijzen we naar Eurocode7

Aantal proeven:

Minimaal worden 2 sonderingen uitgevoerd (ter hoogte van intrede- en uittredepunt van de gestuurde boring).

Indien de sondeerresultaten aan intrede- en uittredepunt sterk verschillen, of bij boorlengten groter dan 60 meter of bij een leidingdiameter en/of een omhullende diameter van een bundel groter dan 600 mm dient de geotechnisch deskundige van de opdrachtgever te beoordelen of extra grondonderzoek vereist is.

Door het uitvoeren van een uitgebreider onderzoek wordt meer informatie verkregen over de grondlagenopbouw (stoorlagen, obstakels en dergelijke) hetgeen de uitvoeringsrisico's vermindert.

Het bijkomend onderzoek kan ook boringen omvatten. Het aantal boringen wordt vastgelegd aan de hand van de resultaten van de sonderingen uitgevoerd langs het tracé.

Per boring wordt een peilbuis/piëzometer voorzien

GC2B: lineaire structuren – tunnels

Type proeven: vast te leggen aan de hand van de bekomen score volgens criteria in tabellen hieronder;

Diepte tunnel	Score
<2m	0
<=5m	1
Tussen 5 en 10m	2

Opmerking: tunnels dieper dan 10m worden gerekend tot GC3;

Grondlagenopbouw	Score
Homogene laagopbouw zonder vermoeden van voorkomen van veen, slappe lagen en aanvullingen	1
Heterogene laagopbouw zonder vermoeden van voorkomen van veen, slappe lagen en aanvullingen	2
Heterogene laagopbouw met vermoeden van voorkomen van slappe kleilagen, veen of aanvullingen / of lagenopbouw niet gekend	3

Zettingsgevoeligheid* tunnel	Score
Niet zettingsgevoelig	0
Zettingsgevoelig	2

* De beoordeling van de zettingsgevoeligheid gebeurt op basis van de eisen opgelegd door de opdrachtgever

Afstand tot zettingsgevoelige* constructies	Score
<5m	3
5-10m	2
10-20m	1
>20m	0

* De beoordeling van de zettingsgevoeligheid gebeurt op basis van de eisen opgelegd door de opdrachtgever

Categorie	Score	Type proeven
Categorie 1	< 4 punten	sonderingen
Categorie 2	≥ 4 punten en < 8 punten	Sonderingen + boringen + peilbuis/piëzometer
Categorie 3	≥ 8 punten	Sonderingen + boringen + peilbuis/piëzometer + labo (onderkennings-samendrukkings- en triaxiaalproeven)

Indien een bemaling is voorzien gelden voor het plaatsten van de peilbuizen/piëzometers bijkomend de aanbevelingen die opgenomen zijn onder het item “bemalingen”

Diepte proeven:

- Elektrische sonderingen CPT
Sonderingen tot een diepte van $2 \times D$ (diepte tunnel), met een minimum van 10m.

Indien op beperkte diepte harde formaties voorkomen (bvb rots) kan het grondonderzoek dmv sonderingen aangevuld of vervangen worden door boringen, pressiometerproeven.

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, zal een grotere sondeerdiepte worden opgelegd.

- Boringen
De diepte van de boringen wordt vastgelegd aan de hand van de corresponderende sondering, uitgevoerd op een afstand begrepen tussen 2 en 5m.

Voor algemene duiding over het uit te voeren grondonderzoek verwijzen we naar Eurocode7

Aantal proeven:

Standaard sonderingen om de 50m;

Indien het grondwater niet of slecht zeer beperkt moet verlaagd worden en wanneer er bij grondwaterverlaging geen gebouwen binnen de invloedszone van de bemaling zijn gelegen kunnen deze hierboven aangegeven afstanden eventueel worden verdubbeld.

Voor zeer homogene gronden (bv. gedocumenteerde tertiaire lagen zonder anomalieën, discontinuïteiten) kan de sondeerdensiteit mits gefundeerde motivering gereduceerd worden tot 1 per 100 m.

Ter hoogte van de pompkelder wordt een extra sondering voorzien

Het aantal boringen wordt vastgelegd aan de hand van de resultaten van de sonderingen uitgevoerd langs het tracé. Minimaal worden 2 boringen voorzien: 1 ter hoogte van een van de in/uitritten en 1 in ter hoogte van het diepste punt van de tunnel.

GC2B: lineaire structuren - kaaimuren

Type proeven: elektrische sonderingen, boringen, laboratoriumonderzoek

Opmerking: kaaimuren met te keren hoogte groter dan 15m behoren tot GC3

Diepte proeven:

- Elektrische sonderingen CPT
Sonderingen tot een diepte van $2 \times H$ (te keren hoogte), met een minimum van 20m.

Indien op beperkte diepte harde formaties voorkomen (bvb rots) kan het grondonderzoek dmv sonderingen aangevuld of vervangen worden door boringen, pressiometerproeven.

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, zal een grotere sondeerdiepte worden opgelegd.

- Boringen
De diepte van de boringen wordt vastgelegd aan de hand van de corresponderende sondering, uitgevoerd op een afstand begrepen tussen 2 en 5m.

Voor algemene duiding over het uit te voeren grondonderzoek verwijzen we naar Eurocode7

Aantal proeven:

Standaard sonderingen om de 50m, met een minimum van 2;

Het aantal boringen wordt vastgelegd aan de hand van de resultaten van de sonderingen uitgevoerd langs het tracé; minimaal wordt 1 boring per kenmerkend grondprofiel voorzien om de 200m.

Per boring, overeenstemmend met deze minimum voorschriften, wordt een peilbuis/piëzometer voorzien

GC2B: beschoeiingen

Te keren hoogte	Score
<2m	0
<=5m	1
Tussen 5 en 10/15m*	2

* Opmerking: beschoeiingen boven grondwaterpeil met te keren hoogte groter dan 15m behoren tot GC3; voor beschoeiingen reikend tot beneden grondwaterpeil wordt deze te keren hoogte beperkt tot 10m

Een beschoeiing valt binnen GC 1 indien aan alle volgende voorwaarden voldaan is:

- Maximale hoogte van de beschoeiing niet meer dan 2 m
- Uitgraving niet onder het grondwaterpeil in rust
- Afstand tot naburige constructies en eigendomsgrens > 5 m
- Horizontaal grondoppervlak

Grondlagenopbouw	Score
Homogene laagopbouw zonder vermoeden van voorkomen van veen, slappe lagen en aanvullingen	1
Heterogene laagopbouw zonder vermoeden van voorkomen van veen, slappe lagen en aanvullingen	2
Heterogene laagopbouw met vermoeden van voorkomen van slappe kleilagen, veen of aanvullingen / of geen lagenopbouw gekend	3

Afstand tot zettingsgevoelige constructies	Score
<5m	3
5-10m	2
10-20m	1
>20m	0

Categorie	Score	Type proeven
Categorie 1	< 4 punten	Sonderingen
Categorie 2	≥ 4 punten en < 6 punten	Sonderingen + boringen + peilbuis/piëzometer
Categorie 3	≥ 6 punten	Sonderingen + boringen + peilbuis/piëzometer + labo (onderkennings- samendrukkings- en triaxiaalproeven)

Diepte proeven:

- Elektrische sonderingen CPT
Sonderingen tot een diepte van $2 \times H$, met een minimum van 10m.

Indien op beperkte diepte harde formaties voorkomen (bvb rots) kan het grondonderzoek dmv sonderingen aangevuld of vervangen worden door boringen, pressiometerproeven.

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, zal een grotere sondeerdiepte worden opgelegd.

- Boringen
De diepte van de boringen wordt vastgelegd aan de hand van de corresponderende sondering, uitgevoerd op 2 tot 5 meter afstand.

Voor algemene duiding over het uit te voeren grondonderzoek verwijzen we naar Eurocode7.

Aantal proeven:

Voor lineaire beschoeiingen worden standaard sonderingen om de 50m voorzien; voor zeer homogene gronden (bv. gedocumenteerde tertiaire lagen zonder anomalieën, discontinuïteiten) kan de sondeersiteit mits gefundeerde motivering gereduceerd worden tot 1 per 100 m.

Voor bouwputten worden sonderingen volgens een 25x25m raster voorzien.

Het aantal boringen wordt vastgelegd aan de hand van de resultaten van de sonderingen uitgevoerd langs het tracé; minimaal wordt 1 boring per kenmerkend grondprofiel voorzien om de 200m

Per boring, overeenstemmend met deze minimum voorschriften, wordt een peilbuis/piëzometer voorzien

GC2B: bruggen

Type proeven: elektrische sonderingen, eventueel aangevuld met boringen

Diepte proeven:

- Elektrische sonderingen CPT

Voor wat betreft de diepte van de proeven kan gesteld worden dat deze bepaald wordt door de plaatselijke grondgesteldheid en de aard van de brugconstructie en de diepte die relevant is voor het bepalen van het vervormingsgedrag van de brug. 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 schatting van de vereiste diepte kan worden gemaakt.

Indien op beperkte diepte harde formaties voorkomen (bv. rots) kan het grondonderzoek dmv sonderingen aangevuld of vervangen worden door boringen, pressiometerproeven.

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, zal een grotere sondeerdiepte worden opgelegd.

- Boringen

De diepte van de boringen wordt vastgelegd aan de hand van de corresponderende sondering, uitgevoerd op een afstand begrepen tussen 2 en 5m.

Voor algemene duiding over het uit te voeren grondonderzoek verwijzen we naar Eurocode7.

Aantal proeven:

Per brugsteunpunt worden er bij voorkeur 2 en wordt minstens 1 sondering uitgevoerd,

Voor het geheel van de brugconstructie worden minimaal 4 sonderingen voorzien.

Standaard worden voor vaste bruggen geen boringen voorzien, enkel bij extreme sollicitaties en/of grondgesteldheid.

Voor beweegbare bruggen wordt telkens een boring voorzien ter hoogte van het kelderlandhoofd. Bij de boring(en), overeenstemmend met deze minimum voorschriften, wordt een peilbuis/piëzometer voorzien.

GC2B: bemalingen

Indien een bemaling is voorzien gelden bijkomende eisen, specifiek naar het aantal peilbuizen.

Er worden aan een bemaling verschillende scores toegekend volgens de grondlagenopbouw, de bemaalbaarheid, de afmalingshoogte, de aanwezigheid van constructies in de nabijheid en de bemalingsduur. De som van deze punten bepaalt tot welke categorie een bemaling behoort. Per categorie is vastgelegd welke en hoeveel proeven minimaal uitgevoerd moeten worden.

- Grondlagenopbouw (zettingsgevoeligheid) : puntenschaal van 0 (minste risico) tot 4 (meeste risico). Het risico wordt bepaald door de aanwezigheid (of het vermoeden van de aanwezigheid) van veen, slappe klei, aanvullingen, gespannen of semi-gespannen water.

0 = geen van deze factoren aanwezig

1 = aanwezigheid of het vermoeden van de aanwezigheid van slappe klei OF aanvullingen

2 = aanwezigheid of het vermoeden van de aanwezigheid van slappe klei EN aanvullingen

3 = aanwezigheid of het vermoeden van de aanwezigheid van gespannen of semi-gespannen water, al dan niet samen met andere factoren

4 = aanwezigheid of het vermoeden van de aanwezigheid van veen

- Bemaalbaarheid van de ondergrond: puntenschaal van 1 (minste risico) tot 3 (meeste risico).

1 = watervoerende grondlaag met hoge doorlatendheid

2 = watervoerende grondlaag met lage doorlatendheid

3 = afwisseling van watervoerende grondlagen met hoge en lage doorlatendheid

NOTA: In feite is het de transmissiviteit die bepalend is voor de hoeveelheid water die afgevoerd kan worden. De transmissiviteit ($l/s \cdot m$) is het product van de doorlatendheid met de dikte van een laag. Bv.: een dunne laag met hoge doorlatendheid en een dikkere laag met lagere doorlatendheid kunnen dezelfde transmissiviteit hebben.

- Afmalingshoogte (definitie zie achteraan) : puntenschaal van 1 (minste risico) tot 3 (meeste risico).

1 = afmalingshoogte < 3 m

2 = afmalingshoogte 3 tot 6 m

3 = afmalingshoogte > 6 m

- Risico op schade aan constructies: puntenschaal van 0 (minste risico) tot 3 (meeste risico).

Voor normale gebouwen geldt:

0 = geen gebouwen binnen een afstand van 1 km

1 = gebouwen binnen een afstand van 50 m tot 1 km

2 = gebouwen binnen een afstand van 20 tot 50 m

3 = gebouwen binnen een afstand < 20 m

In functie van het type gebouw (appartementengebouw, oud gebouw, ...) kan een hogere quotering gehanteerd worden. Ook kan, voor kleine gebouwen met gering risico of diep gefundeerde constructies eventueel een lagere of zelfs een nulquotering gehanteerd worden.

NOTA: Ten behoeve van de quotering kan men zich bijvoorbeeld inspireren op de SBR Meet- en beoordelingsrichtlijn 1 « Trillingen – Schade aan gebouwen » [10] welke constructies in verschillende klassen opdeelt.

- Bemalingsduur: puntenschaal van 1 (minste risico) tot 3 (meeste risico).

1 = bemalingsduur \leq 2 maanden

2 = bemalingsduur 2 à 6 maanden

3 = bemalingsduur > 6 maanden

Algemene opmerkingen:

De waarde van de factoren kan zowel verhoogd als verlaagd worden, indien dit verantwoord kan worden, bijvoorbeeld:

- indien het vooraf vaststaat dat een waterkerend scherm voorzien zal worden of dat een retourbemaling zal toegepast worden, mogen de waarden van de factoren verlaagd worden, rekening houdende met de effectiviteit van deze maatregelen,
- bij sterk heterogene gronden is het aangewezen om verhoogde waarden toe te kennen.

Bij (een vermoeden van) aanwezigheid van verontreinigingen kan uitgebreider grondonderzoek aangewezen of noodzakelijk zijn.

De categorie van de bemaling wordt dan bepaald door de som van de 5 waarden:

categorie 0: \leq 5 punten

categorie 1: 6 tot 9 punten

categorie 2: 10 tot 12 punten

categorie 3: 13 tot 16 punten

Minimum aantal peilbuizen afhankelijk van de categorie van het werk

Afhankelijk van de categorie van de bemaling zal het hoger voorziene grondonderzoek aangepast worden

- Bemaling categorie 0:

Voor een werk met bemaling categorie 0 zal minstens 1 peilbuis/piëzometer per watervoerende laag worden voorzien.

- Bemaling categorie 1:

Het aantal peilbuizen is functie van de omvang van de te bemalen oppervlakte: voor lineaire bemalingen wordt min. 1 peilbuis/piëzometer om de 200 m voorzien ; voor tweedimensionele uitgestrekte bemalingen wordt 1 peilbuis/piëzometer per 2000 m² voorzien, steeds in iedere watervoerende laag. Het aantal bedraagt echter nooit minder dan dat van het minimum minimum (i.e. 1 per watervoerende laag).

- Bemaling categorie 2:

Het aantal peilbuizen zal bepaald worden door de ontwerper op basis van de resultaten van de voorstudie, maar zal nooit minder bedragen dan de aantallen, geldig voor categorie 1.

- Bemaling categorie 3:

Het aantal peilbuizen zal bepaald worden door de ontwerper op basis van de resultaten van de voorstudie, maar zal nooit minder bedragen dan de aantallen, geldig voor categorie 2.

Begrippen en definities

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

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>.

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 internationale norm NBN EN ISO 22476-12:2009
- “Sampling methods and groundwater measurements” is verschenen als internationale norm NBN EN ISO 22475-1:2006

De meest recente status van deze en andere geotechnische beproevingsnormen zal raadpleegbaar zijn via de website van de Normen-antenne geotechniek van het WTCB.

Enkele uittreksels uit NBN EN 1997-1

Hoofdstuk 2 Grondslagen van het geotechnisch ontwerp

2.1. Ontwerpeisen

(8) Om minimumeisen voor de omvang en het soort grondonderzoek, berekeningen en constructieve controles vast te stellen, moet de complexiteit van ieder geotechnisch ontwerp inclusief de bijbehorende risico's zijn onderkend. In het bijzonder moet onderscheid zijn gemaakt tussen:

- lichte en eenvoudige bouw- en grondconstructies waarvan uit ervaring en door kwalitatief grondonderzoek kan worden verzekerd, dat zal zijn voldaan aan minimumeisen met verwaarloosbaar risico;
- andere geotechnische constructies.

OPMERKING De wijze waarop aan de minimumeisen kan worden voldaan, kan in de nationale bijlage zijn gegeven.

- (9) Voor bouw- en grondconstructies met lage geotechnische complexiteit en risico, zoals hierboven gedefinieerd, mogen eenvoudige ontwerpmethoden zijn toegepast.
- (10) Om geotechnische ontwerpeisen vast te stellen, mogen drie geotechnische categorieën nrs 1, 2 en 3, worden geïntroduceerd.
- (11) Een constructie behoort, normaal gesproken, voorlopig te zijn ingedeeld in een geotechnische categorie, voorafgaand aan de uitvoering van het grondonderzoek. De categorie behoort te zijn getoetst en zo nodig te zijn aangepast in iedere stap van het ontwerp en de uitvoering.
- (12) De procedures horend bij hogere categorieën mogen zijn gebruikt om een economischer ontwerp te rechtvaardigen, of indien de ontwerper deze meer geschikt acht.
- (13) De verschillende ontwerpaspecten van een project kunnen vereisen dat verschillende geotechnische categorieën zijn toegepast. Het is niet vereist dat het gehele project volgens de hoogste van deze categorieën wordt behandeld.
- (14) In geotechnische categorie **1** behoren slechts kleine en relatief eenvoudige constructies te zijn begrepen:
- waarvoor kan zijn verzekerd dat op basis van ervaring en kwalitatief geotechnisch onderzoek zal zijn voldaan aan de fundamentele eisen;
 - met verwaarloosbaar risico.
- (15) De procedures van geotechnische categorie 1 behoren alleen te zijn gebruikt indien een verwaarloosbaar risico bestaat met betrekking tot de algehele stabiliteit of gronddeformaties en een ondergrondgesteldheid waarvan op grond van andere lokale ervaring bekend is dat

deze voldoende ongecompliceerd is. In deze gevallen mogen de procedures bestaan uit routinematige methoden voor ontwerp en uitvoering van de fundering.

- (16) De procedures van geotechnische categorie 1 behoren alleen te zijn gebruikt indien geen ontgraving beneden de grondwaterspiegel plaatsvindt of indien uit vergelijkbare lokale ervaring bekend is dat de voorgenomen ontgraving beneden de grondwaterspiegel zonder problemen kan worden uitgevoerd.
- (17) In geotechnische categorie 2 behoren te zijn begrepen conventionele typen constructies en funderingen zonder buitengewone risico's of complexe grond- of belastingsgesteldheid.
- (18) Het ontwerp van constructies in geotechnische categorie 2 behoort te zijn gebaseerd op **kwantitatieve** geotechnische gegevens en berekeningen om te verzekeren dat aan de fundamentele eisen wordt voldaan.
- (19) Voor constructies in geotechnische categorie 2 mogen routinematige procedures voor veld- en laboratoriumonderzoek en voor ontwerp en uitvoering zijn gebruikt.

OPMERKING Hierna zijn voorbeelden gegeven van conventionele constructies of onderdelen daarvan die overeenkomen met geotechnische categorie 2:

- funderingen op staal;
- plaatfunderingen;
- paalfunderingen;
- wanden en andere grond- of waterkerende constructies;
- ontgravingen;
- brugpijlers en landhoofden;
- ophogingen en grondconstructies;
- grondankers en andere verankeringssystemen;
- tunnels in hard, niet-gescheurd gesteente waaraan geen speciale eisen zijn gesteld aan waterdichtheid of andere eigenschappen.

- (20) In geotechnische categorie 3 behoren te zijn begrepen constructies of onderdelen daarvan, die buiten de grenzen van geotechnische categorieën 1 en 2 vallen.
- (21) Voor geotechnische categorie 3 behoren veelal andere voorzieningen en regels te zijn aangewend dan genoemd in deze norm.

OPMERKING Tot geotechnische categorie 3 behoren bijvoorbeeld:

- zeer grote of ongewone constructies;
- constructies met abnormale risico's of ongebruikelijke of buitengewoon moeilijke grondgesteldheid of belastingen;
- constructies in sterk aardbevingsgevoelige gebieden;
- constructies in gebieden met onstabiele ondergrond of met continue bodembewegingen en waarvoor afzonderlijk onderzoek of speciale maatregelen nodig zijn.

Hoofdstuk 3 Geotechnische gegevens

3.2. Geotechnisch onderzoek

3.2.1. Algemeen

- (2) De aard en de omvang van het geotechnisch onderzoek moeten worden afgestemd op de desbetreffende onderzoeksfase en de geotechnische categorie (zie EN 1997-2, hoofdstuk 2).
- (3) Voor zeer grote of ongewone constructies, constructies met abnormaal risico of met buitengewoon moeilijke ondergrondgesteldheden of belastingsomstandigheden, en voor constructies in sterk aardbevingsgevoelige gebieden [= constructies van geotechnische categorie 3] is de omvang van het onderzoek volgens EN 1997 mogelijk niet voldoende om te voldoen aan de ontwerpeisen.
- (4) Indien de aard en de omvang van het onderzoek afhankelijk zijn van de geotechnische categorie van de constructie, behoren de ondergrondgesteldheden die een invloed hebben op de keuze van de geotechnische categorie in een zo vroeg mogelijk stadium van het onderzoek te worden bepaald.

Hoofdstuk 4 Supervisie tijdens de uitvoering, monitoring en onderhoud

4.2. Supervisie

4.2.2. Inspectie en supervisie

- (2) Voor geotechnische categorie 1 mag de supervisie worden beperkt tot inspectie, eenvoudige kwaliteitscontroles en een kwalitatieve beoordeling van het gedrag van de constructie.
- (3) Voor geotechnische categorie 2 behoren over het algemeen metingen van de grondeigenschappen of het gedrag van de constructie te zijn vereist.
- (4) Voor geotechnische categorie 3 behoren aanvullende metingen te zijn vereist voor iedere significante fase van de bouw.

4.3. Controle van de grondgesteldheden

4.3.1. Grond en gesteente

- (2) Voor geotechnische categorie 1 behoren de beschrijvingen van de grond en het gesteente te zijn gecontroleerd door:
 - inspectie van het terrein;
 - het vaststellen van het type grond en gesteente in het invloedsgebied van de constructie;
 - het vastleggen van beschrijvingen van de grond en het gesteente bij ontgravingen.
- (3) Voor geotechnische categorie 2 behoren de geotechnische eigenschappen van de grond of het gesteente waarin of waarop de constructie is gefundeerd of gesitueerd, ook te zijn gecontroleerd. Aanvullend terreinonderzoek kan nodig zijn. Hiertoe behoren representatieve monsters te zijn genomen en beproefd voor bepaling van de kenmerkende eigenschappen, de sterkte en de stijfheid.

- (4) Voor **geotechnische categorie 3** gelden aanvullende eisen waaronder behoren te zijn begrepen nader onderzoek en bestudering van specifieke grond- of aanvulgrondgesteldheden, die belangrijke gevolgen voor het ontwerp kunnen hebben.

4.3.2. Grondwater

- (3) Voor geotechnische categorie 1 behoren de controles gewoonlijk te zijn gebaseerd op in het verleden beschreven ervaringen van het gebied of op indirect bewijs.
- (4) Voor geotechnische categorieën 2 en 3, behoorlijk gewoonlijk rechtstreekse waarnemingen te zijn gedaan van de grondwatergesteldheden indien deze van grote invloed zijn op de uitvoeringsmethode of het gedrag van de constructie.

4.4. Controle van de uitvoering

- (4) Voor geotechnische categorie 1 hoeft in het geotechnisch ontwerprapport over het algemeen geen formeel bouwschema te zijn opgenomen.

OPMERKING De uitvoeringsvolgorde wordt in de regel bepaald door de aannemer.

- (5) Voor geotechnische categorieën 2 en 3 mag in het geotechnisch ontwerprapport de uitvoeringsvolgorde zijn opgenomen waarvan in het ontwerp is uitgegaan.

OPMERKING Als alternatief kan in het geotechnisch ontwerprapport worden opgenomen dat de aannemer de uitvoeringsvolgorde bepaalt.

4.5. Monitoring

- (8) Voor geotechnische categorie 1, mag de evaluatie van het gedrag [van de constructie] eenvoudig en kwalitatief zijn en worden gebaseerd op visuele waarnemingen.
- (9) Voor geotechnische categorie 2 mag de evaluatie van het gedrag worden gebaseerd op metingen van de verplaatsingen van geselecteerde punten van de constructie.
- (10) Voor geotechnische categorie 3 behoort de evaluatie van het gedrag in de regel te worden gebaseerd op verplaatsingsmetingen en op analyses, waarin rekening is gehouden met de uitvoeringsvolgorde.

Hoofdstuk 5 Aanvulling, bemaling en drainage, grondverbetering en wapening van grond

5.3. Aanbrengen van een aanvulling

5.3.2. Keuze van het aanvulmateriaal

- (8) In geotechnische categorie 1 kan vaak worden volstaan met inspectie van het materiaal.

Ondergrondse leidingen

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

Daarvoor is de uitvoerder 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). 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 de uitvoerder 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 terreinproeven 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.”*

De uitvoerder van de proeven 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.