

Protocol 5201

Protocol geotechnisch grondonderzoek bij sleufloze technieken

Beperken risico's bij aanleg kabels en leidingen

Introduction in English (informative)

Purpose of the protocol

This protocol applies to the geotechnical investigation in preparation of a project with trenchless technology (Horizontal Drilling, Microtunneling, etc.), with the purpose to reduce the risks emanating from the subsurface installation of cables and pipes. This protocol serves the consultant, the competent public permitting authority, the client, and the drilling contractor. Standards for the geotechnical investigation and the trenchless technology itself exist in the Netherlands in the NEN 3650-series, including NEN 3651. These standards are mandatory in the installation of pipes for the transport of dangerous substances, i.e. projects with an elevated risk profile. Those standards are considered too thorough and therefore less practical for projects with a lower risk profile. This protocol intends to fill that gap by providing practical guidance for the geotechnical investigation for all trenchless technology projects. Application of the requirements in this protocol is not mandatory by law. The requirements in this protocol can in part deviate from those in other existing standards and guidance documents.

Content

This protocol contains the technical requirements for the geotechnical investigation in preparation of a project with trenchless technology.

Colofon

Status

Deze versie van dit protocol is, op voorspraak van de begeleidingscommissie en het bestuur van de NSTT, op 28 maart 2019 vastgesteld door het Centraal College van Deskundigen Bodembeheer (CCvD), ondergebracht bij de Stichting Infrastructuur Kwaliteitsborging Bodembeheer (SIKB) te Gouda. Dit protocol treedt in werking op 1 september 2019.

Eigendomsrecht

Dit protocol is opgesteld in opdracht van en uitgegeven door de Stichting Infrastructuur Kwaliteitsborging Bodembeheer (SIKB), met ondersteuning van en in samenwerking met de Kennisagenda van het Uitvoeringsprogramma Convenant Bodem en Ondergrond (Rijkswaterstaat Leefomgeving), de Nederlandse vereniging voor Sleufloze Technieken en Toepassingen (NSTT), het Hoogheemraadschap van Rijnland en Oasen. Het Centraal College van Deskundigen (CCvD), ondergebracht bij SIKB, beheert dit protocol inhoudelijk. De actuele versie van dit protocol staat op de website van SIKB (www.sikb.nl) en is op elektronische wijze tegen ongewenste aanpassingen beschermd. Het is niet toegestaan om wijzigingen aan te brengen in de originele en door het CCvD goedgekeurde en vastgestelde teksten met het doel hieraan rechten te (kunnen) ontlenuen.

Vrijwaring

SIKB is behoudens in geval van opzet of grove schuld niet aansprakelijk voor schade die bij de gebruiker of derden ontstaat door het toepassen van dit document.

© Copyright 2019 SIKB

Overname van tekstdelen en beeld is toegestaan met bronvermelding. Alle rechten berusten bij SIKB.

Bestelwijze

Dit document is in digitale vorm kosteloos te verkrijgen bij SIKB. Een ingebonden versie kunt u bestellen tegen kosten, op te vragen bij SIKB.

Updateservice

Door het CCvD vastgestelde mutaties in dit document zijn te verkrijgen bij SIKB. Via www.sikb.nl kunt u zich aanmelden voor automatische toezending van mutaties. U kunt u via www.sikb.nl ook opgeven voor de gratis digitale nieuwsbrief.

Helpdesk/gebruiksaanwijzing

Voor vragen over inhoud en toepassing van dit document kunt u terecht bij SIKB.

Inhoud

1	Inleiding	4
1.1	Doel en doelgroep	4
1.2	Reikwijdte	4
1.3	Plaats ten opzichte van andere documenten	5
1.4	Verantwoordelijkheden van de opdrachtgever	6
1.5	Verklaring van gebruikte definities en afkortingen	7
1.6	Leeswijzer.....	8
2	Procesbeschrijving geotechnisch grondonderzoek	9
2.1	Van planfase tot realisatie	9
2.2	Plaats binnen het kwaliteitssysteem.....	12
2.3	Planning.....	13
3	Benodigd bureauonderzoek	14
3.1	Algemeen bureauonderzoek	14
3.2	Verzamelen omgevingsfactoren	14
3.3	Verzamelen vigerende eisen	15
3.4	Bepalen risicoprofiel	15
3.5	Bepalen voorlopige aanlegtechniek en voorlopige boorlijn	16
4	Benodigd geotechnisch grondonderzoek per techniek.....	17
4.1	Inleiding	17
4.2	Horizontaal gestuurde boring (HDD)	19
4.3	Open front techniek (OFT)	22
4.4	Gesloten front techniek (GFT).....	24
4.5	Pneumatische boortechniek (PBT).....	26
5	Beheersen geotechnische risico's	28
	Bijlage 1. Beschrijving sleufloze technieken en categorie indeling.....	29
	Bijlage 2. Controle volledigheid geotechnisch grondonderzoek	37
	Bijlage 3. Toelichting terreinonderzoek	39
	Bijlage 4. Toelichting laboratoriumonderzoek.....	45
	Bijlage 5. Praktijkcases (informatief).....	48
	Bijlage 6. Referenties	53

1 Inleiding

1.1 Doel en doelgroep

Inleiding

Steeds meer worden sleufloze technieken gebruikt bij het aanleggen van kabels en leidingen. Deze werkwijze heeft minder impact op de omgeving dan open ontgravingen. Beschadiging van bestaande infrastructuur is minimaal, stagnatie van weg- en spoorverkeer kan worden voorkomen, verspreiding van vervuilde grond is beperkt en snelheid van uitvoering is doorgaans hoog.

Soms te zware normen

De normen voor het geotechnisch grondonderzoek en het sleufloos boren worden beschreven in onder andere de NEN3650-serie, waaronder NEN3651. Deze zijn wettelijk voorgeschreven voor bijvoorbeeld buisleidingen voor het transport van gevaarlijke stoffen. Werken met een verhoogd risicoprofiel dus. Voor kleinere boringen, in situaties met een minder hoog risicoprofiel, zijn ze zwaarder dan nodig en daarom is toepassing op die boringen niet praktisch. Er is echter geen alternatief voor het geotechnisch onderzoek voor die boringen. Met als gevolg dat er meningsverschillen kunnen ontstaan, doordat een adviseur minder grondonderzoek nodig acht terwijl de vergunningverlener vasthoudt aan de eerdergenoemde normen.

Nieuw protocol

Voor de NSTT is dit reden om criteria te ontwikkelen die in meerdere situaties beter zijn toe te passen. Deze criteria zijn niet wettelijk voorgeschreven. Het is daarom het meest praktisch om deze in een apart document, een protocol, vast te leggen. SIKB is gevraagd dit op te stellen.

Met dit protocol kunnen de risico's van aanleg van kabels en leidingen in de ondergrond door middel van een sleufloze techniek tot een minimum worden beperkt.

Het protocol legt daartoe de criteria vast voor een geotechnisch onderzoek. Dit ten dienste van de adviseur, de vergunningverlener, de netbeheerder en de uitvoerende booraannemer. En het geeft geharmoniseerde (eenduidige) basisafspraken voor zowel de risicovolle boringen als de minder risicovolle boringen.

Daarmee vult dit protocol de al bestaande normen en richtlijnen, met name gericht op kruisingen met belangrijke (lees: risicovolle) objecten, aan. Het gat dat is ontstaan door het ontbreken van duidelijke afspraken over het geotechnisch onderzoek voor zowel de risicovolle als minder risicovolle boringen is gedicht. De in dit protocol opgenomen omvang van uit te voeren geotechnisch onderzoek kan op punten afwijken van de vigerende normen en richtlijnen.

Meerwaarde voor betrokkenen

Dit protocol is allereerst bedoeld voor adviseurs, ontwerpers, netbeheerders en overheden die betrokken zijn bij het ontwerp van de meest gebruikte sleufloze technieken (HDD, OFT, GFT en PBT). Het geeft door de erin vastgelegde heldere afspraken houvast op de vraag welk geotechnisch onderzoek noodzakelijk is voor sleufloos aangebrachte kabels en leidingen. Overheden kunnen dit protocol gebruiken bij de toetsing van vergunningaanvragen voor sleufloos aan te leggen kabels of leidingen. Voor dit doel komt overigens ook een specifiek kennisdocument ter beschikking. Ook voor de uitvoerende booraannemer is dit protocol goed. Hij heeft bij de aanvang van het werk voldoende geotechnische onderzoeksresultaten om de boring met een beheerst risicoprofiel te realiseren en om het in te zetten materieel af te stemmen op de ondergrond.

In dit protocol is ook aangegeven waarom bepaald geotechnisch onderzoek specifiek noodzakelijk is. De omvang en het type geotechnisch onderzoek is daarbij risico-gestuurd.

1.2 Reikwijdte

Het protocol geeft handvatten voor hoeveel en welk geotechnisch grondonderzoek noodzakelijk is. De gebruiker van dit protocol moet nagaan of meer geotechnisch grondonderzoek is vereist vanwege de specifieke omstandigheden. Minder geotechnisch grondonderzoek is mogelijk, maar dit

moet wel onderbouwd zijn. Dit protocol vervangt niet de vigerende normen en richtlijnen waarin mogelijk afwijkende eisen zijn opgenomen, maar is hierop een praktijkgerichte aanvulling.

Dit protocol is toepasbaar voor sleufloos aangebrachte kabels en leidingen (inclusief mantelbuizen en duikers) onder:

- Waterkeringen,
- Wegen,
- Waterwegen en watergangen,
- Spoorwegen,
- Overige objecten, zoals landbouwpercelen, archeologie, natuur en bestaande leidingen.

Dit protocol is toepasbaar voor de volgende sleufloze technieken:

- Horizontaal gestuurde boring (HDD), inclusief afgeleide techniek:
 - Horizontaal gestuurde boring (HDD) met voorgebogen mediumvoerende buizen,
 - Boog boring methode (BBM),
 - Boog zinker methode (BZM),
 - Direct gestuurde boring waarbij gebruik wordt gemaakt van een HDD-boorkop (DGB-H)(zoals Direct Drill Techniek “DDT”).
- Open front techniek (OFT), inclusief afgeleide techniek:
 - Avegaar methode met waterslot,
 - Pilot gestuurde avegaar methode.
- Gesloten front techniek (GFT), inclusief afgeleide DGB techniek (DGB-G) (zoals Direct Pipe Techniek “DPT”).
- Pneumatische boortechniek (PBT).

De technieken zijn in het kort beschreven in bijlage 1. Een nagenoeg volledig overzicht van alle sleufloze technieken is gegeven op de website van de NSTT (www.nstt.nl). Vanwege innovaties binnen de branche is dit schema slechts een momentopname.

Dit protocol geeft geen specifieke eisen ten aanzien van onderstaande items. Hiervoor moeten overige vigerende normen en richtlijnen worden geraadpleegd:

- Uitvoeringswijze sleufloze technieken.
- Uitvoeringswijze van het geotechnisch onderzoek.
- Kwaliteitsmanagement en competentieprofielen ten behoeve van geotechnisch grondonderzoek.
- Specifiek onderzoek in relatie tot aardbevingen.
- Specifiek onderzoek naar type stenen in de ondergrond.
- Overige onderzoeken (bijvoorbeeld naar niet gesprongen explosieven = NGE, onderzoek in relatie tot de natuurwet, archeologie, verontreinigingen, grondwaterbescherming, etc.).
- Benodigd geotechnisch grondonderzoek voor kabels en leidingen die zijn gelegd in een open sleuf (open ontgraving) en semi open sleuf (zie www.nstt.nl voor een beschrijving van deze techniek).
- Benodigd geotechnisch grondonderzoek voor sleufloze renovatie- en vervangingstechnieken (zie www.nstt.nl voor een beschrijving van deze technieken).

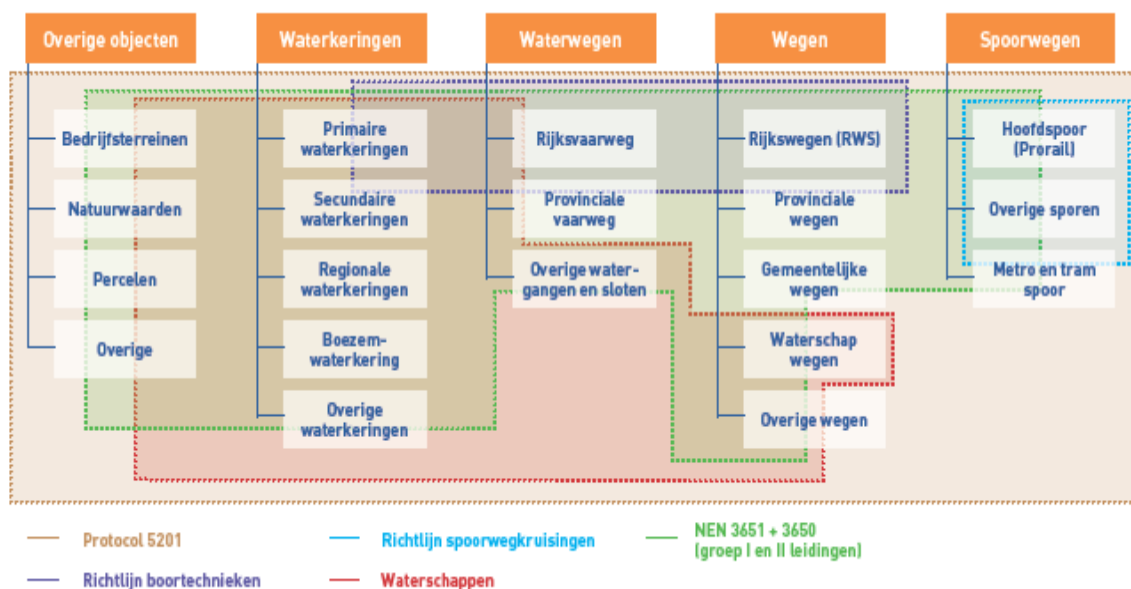
Vooralsnog is dit protocol een op zichzelf staand document.

1.3 Plaats ten opzichte van andere documenten

Dit protocol geeft richting aan uit te voeren geotechnisch grondonderzoek voor de meest gangbare sleufloze technieken. Dit protocol is aanvullend op de reeds vigerende normen en richtlijnen, waarin de focus vooral ligt op kruisingen met belangrijke objecten. *Dit protocol vervangt echter niet de vigerende normen, zoals de NEN3650-serie (waaronder NEN3651) en overige richtlijnen en gemeenschappelijke regelingen van Rijkswaterstaat (Richtlijn Boortechnieken), netbeheerders (bijvoorbeeld technische standaarden van de Gasunie en waterbedrijven), ProRail, waterschappen, provincies, gemeenten en andere organisaties.*

De omvang van het benodigde grondonderzoek in bijvoorbeeld de NEN3650 en NEN3651 is met name gericht op risicovolle objecten. De opgenomen eisen in de overige richtlijnen (Rijkswaterstaat, Prorail of waterschap, etc.) hebben enkel betrekking op hun eigen beheersgebied. Het protocol 5201 daarentegen is toepasbaar voor alle typen te kruisen objecten (risicovol of niet-risicovol) en alle typen leidingen (onafhankelijk van te transporteren medium en materiaal).

In Figuur 1.1 is schematisch aangegeven wat de relatie van dit protocol is ten opzichte van enkele andere vigerende normen en richtlijnen.



Figuur 1.1 Schematische weergave relatie met andere vigerende normatieve documenten

Toelichting:

In deze figuur is met de gestippelde lijnen aangegeven in hoeverre een norm of richtlijn voor een specifiek object (oranje omkaderde blokken) van toepassing is. Als een gestippelde lijn een object niet volledig omvat maar kruist dan is deze norm of richtlijn niet zonder meer van toepassing. De eisen van netbeheerders zijn altijd van toepassing en zijn daarom niet in deze figuur aangegeven.

- **Protocol 5201:** Dit protocol bevat eisen die toepasbaar zijn voor alle typen te kruisen objecten.
- **Richtlijn boortechnieken:** Deze richtlijn geeft eisen met betrekking tot rijkswegen en rijksvaarwegen van Rijkswaterstaat. Daarnaast kan deze richtlijn vigerend zijn voor provinciale vaarwegen en wegen en waterkeringen.
- **Richtlijn spoorwegkruisingen:** Deze richtlijn bevat eisen voor het areaal aan spoorwegen van ProRail (voorheen "witte boekje").
- **Waterschappen:** Het beleid van het waterschap is met name van toepassing op waterkeringen, overige watergangen en sloten.
- **NEN3650 en NEN3651:** Deze normen geven eisen voor groep I leidingen. Daarnaast zijn eisen opgenomen voor zowel groep I als groep II leidingen die in de nabijheid van een belangrijk waterstaatswerk of in een grondwaterbeschermingsgebied liggen.

1.4 Verantwoordelijkheden van de opdrachtgever

Richting gebruikers van het gebied

De opdrachtgever is vaak niet de eigenaar of de beheerder van het gebied waarop het geotechnisch grondonderzoek wordt uitgevoerd. Het geotechnisch grondonderzoek moet zo uitgevoerd worden, dat de belangen van de gebruikers en eigenaren gewaarborgd zijn. Het kennen van deze belangen en het kennen van de invloeden die deze belangen kunnen benadelen, bepalen mede de focus van het uit te voeren onderzoek.

Richting opdrachtnemers

Om het geotechnisch grondonderzoek effectief en efficiënt te laten uitvoeren, moet duidelijk zijn wat de wensen zijn ten aanzien van het uit te voeren geotechnisch grondonderzoek en waarom de uitvoering van het grondonderzoek nodig is. Denk hierbij aan de mate van betrouwbaarheid en nauwkeurigheid van het uit te voeren geotechnisch grondonderzoek. Daarmee kan een techniekaanbieder (grondonderzoeksbureau) een geschikt grondonderzoekplan uitwerken.

1.5 Verklaring van gebruikte definities en afkortingen

Voor termen en definities met betrekking tot het geotechnisch grondonderzoek verwijst dit protocol vooral naar NEN EN 9997-1 en NEN-EN 1997-2.

Voor termen en definities met betrekking tot de sleufloze boortechnieken verwijst dit protocol vooral naar NEN3650-1 en NEN3651, de richtlijn boortechnieken van Rijkswaterstaat, het handboek van de NSTT en de Technical Guidelines van DCA.

Daar waar deze documenten geen eenduidige definitie geven gelden onderstaande aanvullende eigen definities.

De belangrijkste definities in het kader van dit protocol zijn:

<i>Opdrachtgever</i>	Normaliter de eigenaar van de aan te leggen kabel of leiding
<i>Netbeheerder</i>	Eigenaar kabel of leiding
<i>Vergunningverlener</i>	Bestuursorgaan dat bevoegd is vergunning te verlenen (veelal overheid)
<i>Overheid</i>	Rijk, provincies, gemeenten en waterschappen
<i>Booraannemer</i>	Partij die de realisatie van de sleufloze techniek uitvoert
<i>Ontwerper</i>	Degene die het uitvoeringsontwerp van de booraannemer of het voor- en definitief ontwerp voor de opdrachtgever verzorgt
<i>Adviseur</i>	Adviseur van de opdrachtgever
<i>Grondonderzoeksbureau</i>	Bedrijf dat het daadwerkelijke geotechnisch grondonderzoek uitvoert
<i>Boring</i>	Sleufloos aangelegde kabel of leiding
<i>Mechanische boring</i>	Vorm van grondmechanisch onderzoek
<i>Geotechnisch grondonderzoek</i>	Grondmechanisch of geotechnisch onderzoek
<i>Mantelbuis</i>	Beschermbuis om de mediumvoerende buis of kabel
<i>Duiker</i>	Een kokervormige constructie (met variabele vorm), gelegen in een weg of toegangsdam, die is bedoeld om wateren met elkaar te verbinden. Ook kan een duiker worden aangelegd indien een watergang een andere watergang kruist, binnen waterschappen wordt hiervoor ook wel de term sifon gebruikt. Duikers komen ook wel voor als kruising met waterkeringen. Binnen waterschappen wordt hiervoor ook wel de term heul of kunstwerk gebruikt.

<i>Groep I leiding</i>	Overeenkomstig de NEN3650 zijn groep I buisleidingsystemen bedoeld voor het transport van intrinsiek gevaarlijke stoffen.
<i>Groep II leiding</i>	Overeenkomstig de NEN3650 zijn groep II buisleidingsystemen bedoeld voor het transport voor andere stoffen dan bedoeld onder groep I leidingen.

De belangrijkste afkortingen in het kader van dit protocol zijn:

HDD	Horizontaal gestuurde boring
OFT	Open front techniek
GFT	Gesloten front techniek
PBT	Pneumatische boortechniek
DGB	Direct gestuurde boring
DGB-H	Direct gestuurde boring met gebruik van een HDD-boorkop
DGB-G	Direct gestuurde boring met gebruik van een gesloten front boorkop
BBM	Boog boring methode
BZM	Boog zinker methode
NGO	Niet gesprongen explosieven onderzoek
NGE	Niet gesprongen explosieven
SIKB	Stichting Infrastructuur Kwaliteitsborging Bodembeheer
CCvD	Centraal College van Deskundigen
NSTT	Nederlandse vereniging voor sleufloze technieken en toepassingen
DCA	Drilling Contractors Association (DCA-Europe)
D _{boorgat}	Diameter van het boorgat dat wordt aangehouden om de kabel of leiding (of bundel) sleufloos aan te brengen
L	Lengte van de boring (sleufloze techniek)
BRO	Basis Registratie Ondergrond

1.6 Leeswijzer

Hoofdstuk 1 bevat algemene gegevens over dit protocol. Hoofdstuk 2 geeft een beknopte beschrijving van de processtappen in relatie tot het uit te voeren geotechnisch grondonderzoek. In hoofdstuk 0 is een toelichting gegeven op het benodigde bureauonderzoek. In hoofdstuk 4 is per techniek en categorie een "praktische" invulling gegeven van het uit te voeren geotechnische grondonderzoek, waarbij onderscheid is gemaakt tussen objecten met een hoog risicoprofiel en een laag risicoprofiel. In hoofdstuk 5 is een overzicht gegeven van te beheersen geotechnische risico's in relatie tot het geotechnisch grondonderzoek.

In bijlage 1 is een beschrijving gegeven van de sleufloze technieken, inclusief categorie indeling. In bijlage 2 is een controlelijst opgenomen ter beoordeling van de volledigheid van het geotechnisch grondonderzoek in relatie tot de uitvoerbaarheid van de sleufloze techniek. Bijlage 3 en 4 bevat meer uitgebreide toelichtingen op het terrein- en laboratoriumonderzoek. In bijlage 5 zijn enkele praktijkcases ter informatie gegeven. In bijlage 6 zijn de gebruikte referenties gegeven.

2 Procesbeschrijving geotechnisch grondonderzoek

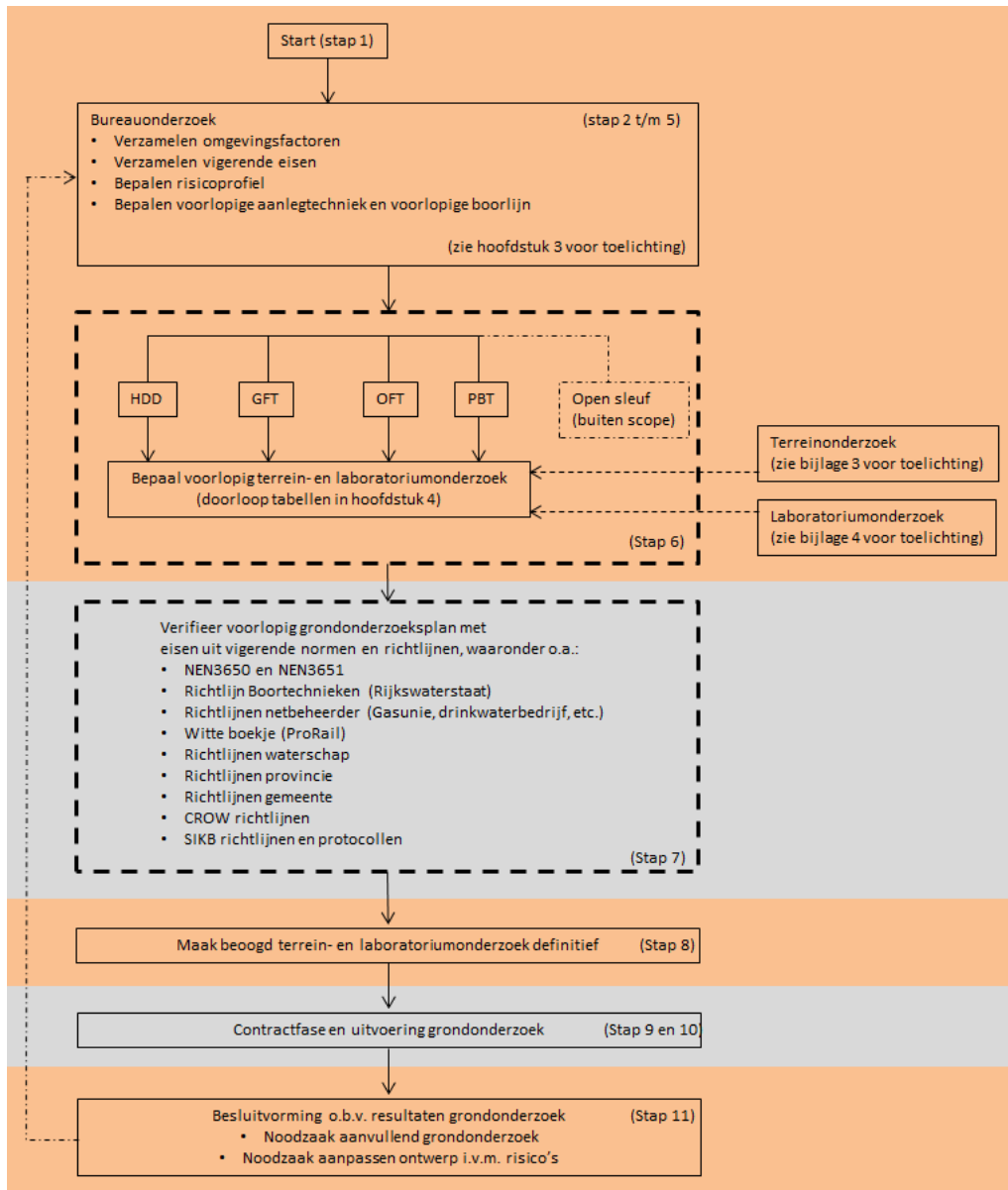
2.1 Van planfase tot realisatie

Vanaf de start van een project tot het moment dat de kabel of leiding daadwerkelijk wordt aangebracht zijn meerdere processtappen te onderscheiden. Hierbij speelt de voorbereiding en uitvoering van het geotechnisch grondonderzoek een belangrijke rol. Dit geldt eveneens voor de interpretatie van het geotechnisch grondonderzoek. Het geotechnisch grondonderzoek dient voldoende informatie op te leveren zodat weloverwogen de meest geschikte sleufloze techniek definitief kan worden gekozen. Tevens moet het inzage geven welke mitigerende maatregelen noodzakelijk zijn om risico's tijdens de uitvoering van de boring te beheersen. Tot slot moeten de verkregen resultaten voldoende inzage geven of de risico's tijdens de uitvoerings- en gebruiksfase acceptabel zijn.

De volgende stappen zijn in dit protocol uitgewerkt.

- Gestart wordt met het bureauonderzoek met betrekking tot het voorgenomen tracé op basis waarvan de voorlopige aanlegtechniek en voorlopige boorlijn worden vastgesteld. In hoofdstuk 0 zijn de werkzaamheden binnen de bureau onderzoeksfase beschreven.
- Na deze fase kan het benodigde terrein- en laboratoriumonderzoek worden bepaald. In hoofdstuk 4 is per sleufloze techniek aan de hand van tabellen aangegeven wat voor geotechnisch grondonderzoek specifiek uitgevoerd moet worden. In bijlage 3 en 4 is een nadere toelichting gegeven van de verschillende typen terrein- en laboratoriumonderzoek.
- Op basis van de vigerende normen of richtlijnen moet worden beoordeeld of het voorlopige terrein- en laboratoriumonderzoek bijgesteld moet worden. Te raadplegen vigerende normen en richtlijnen zijn onder andere (zie tevens Figuur 2.1):
 - NEN3650-serie, waaronder NEN3651
 - Richtlijn boortechnieken (Rijkswaterstaat)
 - Richtlijnen netbeheerder (Gasunie, drinkwaterbedrijf, etc.).
 - Witte boekje (ProRail)
 - Richtlijnen waterschap
 - Richtlijnen provincie
 - Richtlijnen gemeente
 - CROW-richtlijnen
 - SIKB-richtlijnen en protocollen
- Tot slot kan het definitieve geotechnisch grondonderzoek worden vastgesteld en uitgevoerd.
- Op basis van de geotechnisch grondonderzoeksresultaten kunnen de vervolgstappen ten behoeve van het ontwerp en uitvoering van de te realiseren kruising worden ondernomen. Deze vervolgstappen zijn niet in dit protocol behandeld.

In Figuur 2.1 zijn schematisch de te doorlopen stappen gegeven voor de totstandkoming van het definitieve grondonderzoeksplan. In deze figuur zijn verwijzingen naar de specifieke secties in dit protocol opgenomen. De nummering van de stappen in [Figuur 2.1](#) corresponderen met [Tabel 2.1](#). Het processchema in [Tabel 2.1](#) geeft de stappen van het geotechnisch grondonderzoek inclusief de rol van de verschillende actoren weer. In [Figuur 2.1](#) en [Tabel 2.1](#) is aan de hand van een arcering (grijze en oranje arcering) aangegeven welke stappen binnen of buiten de scope van dit protocol liggen.



Figuur 2.1 *Stappenplan “van planfase tot realisatie sleufloze techniek”*

Toelichting:

Grijze arcering = buiten scope protocol 5201

Oranje arcering = binnen scope protocol 5201

Tabel 2.1 Stappenplan “van planfase tot realisatie sleufloze techniek” inclusief rolverdeling

Processtap	Rol opdrachtgever	Rol adviseur / adviseur van aannemer	Rol overheid (waterschap, provincie, rijk, gemeente)	Rol grond onderzoeksbureau
1 Voornemen om kabel of leiding aan te leggen	Planvorming			
2 Verzamelen omgevingsfactoren	Aandragen omgevingsfactoren	Verzamelen en analyseren omgevingsfactoren	Aanleveren informatie	
3 Verzamelen vigerende eisen	Als eigenaar van kabel of leiding aanleveren specifieke eisen	Vaststellen wat vigerende eisen zijn en raadplegen betrokken stakeholders	Aanleveren visie op mogelijke tracés en uitvoeringstechnieken ⁽²⁾	
4 Bepalen risicoprofiel		Vaststellen risicoprofiel en raadplegen betrokken stakeholders	Aanleveren visie ten aanzien van te hanteren risicoprofiel ⁽²⁾	
5 Bepalen voorlopige aanlegtechniek en voorlopige boorlijn		Keuze maken voorlopige aanlegtechniek en voorlopige boorlijn.		
6 Bepalen voorlopig terrein- en laboratorium onderzoek		Op basis van gekozen voorlopige aanlegtechniek en voorlopige boortracé geotechnisch grondonderzoeksplan opstellen en overige terreinonderzoeken bepalen ⁽⁵⁾ Indien noodzakelijk met grondonderzoeksbureau mogelijkheden en beperkingen doorspreken		In vooroverleg mogelijkheden en beperkingen kenbaar maken
7 Verifieer voorlopig geotechnisch grondonderzoeksplan met vigerende normen en richtlijnen	Eisen onderzoek strategie kenbaar maken	Indien noodzakelijk bijstellen voorlopig geotechnisch grondonderzoeksplan	Eisen onderzoek strategie kenbaar maken ⁽²⁾	
8 Definitief maken geotechnisch grondonderzoeksplan	Acceptatie geotechnisch grondonderzoeksplan ⁽⁷⁾	Indien geotechnisch grondonderzoeksplan afwijkt van vigerende normen en richtlijnen vergunningverlener informeren en onderbouwd vragen om akkoord ⁽³⁾	Beoordelen en zo mogelijk acceptatie geotechnisch grondonderzoeksplan ⁽²⁾	
9 Contractfase	Opdrachtverlening aan grondonderzoek bureau ⁽¹⁾	Begeleiding en voorbereiding		Controle haalbaarheid onderzoek en aanbidding doen. Kenbaar maken in hoeverre met beoogde grondonderzoek een representatief beeld wordt verkregen voor het werk
10 Uitvoering onderzoek ⁽⁶⁾		Begeleiding onderzoek en interpretatie resultaten. Indien noodzakelijk tussentijds bijstellen plan		Uitvoeren geotechnisch grondonderzoek en tussentijds afstemmen
11 Besluitvorming	Acceptatie besluit	Besluit nemen of aanvullend geotechnisch grondonderzoek is benodigd. Voorlopig ontwerp		

Processtap	Rol opdrachtgever	Rol adviseur / adviseur van aannemer	Rol overheid (waterschap, provincie, rijk, gemeente)	Rol grond onderzoeksbureau
		aanpassen of gerichte maatregelen treffen om risico's te minimaliseren. ⁽⁴⁾ Definitief maken ontwerp op basis van verkregen resultaten.		

Toelichting:

Grijze arcering = buiten scope protocol 5201

Oranje arcering = binnen scope protocol 5201

(1) Voorkomen moet worden dat onnodige risico's worden genomen door te bezuinigen op de omvang van het geotechnisch grondonderzoek. Het grondonderzoek heeft immers tot doel de risico's tijdens de uitvoering en gebruiksfase beheersbaar te maken. Het advies is om de kosten van het geotechnisch grondonderzoek rechtstreeks bij de opdrachtgever van de te realiseren kruising te leggen.

(2) De aanbeveling is om in een vooroverleg genoemde acties te bespreken en vast te leggen.

(3) Eveneens vergunningverlener raadplegen indien het geotechnisch grondonderzoekplan niet afwijkt van de vigerende normen en richtlijnen.

(4) Indien noodzakelijk voorgaande processtappen opnieuw doorlopen en verzoeken om acceptatie.

(5) Overige terreinonderzoeken zoals onderzoek lokaliseren objecten en graven proefsleuven

(6) Grondonderzoeksresultaten aanleveren bij het dinoloket overeenkomstig de afspraken in het BRO. Waar nodig dient afstemming plaats te vinden wie deze actie uitvoert.

(7) De opdrachtgever kan op technisch inhoudelijk niveau een beroep doen op de deskundigheid van de ingehuurde adviseur van het adviesbureau of de aannemer die als doel heeft om een representatief beeld van de ondergrond te verkrijgen.

2.2 Plaats binnen het kwaliteitssysteem

De wijze van toetsing van de onder het regime van dit protocol uitgevoerde werkzaamheden is vastgelegd in het contract van de netbeheerder van de aan te brengen kabel of leiding. Of in de voorwaarden van eigenaren / beheerders van een te kruisen object. De eigenaar van de aan te leggen kabel of leiding vult de plaats van dit protocol in het kwaliteitssysteem nader in.

Bijlage 2 bevat controle lijsten die gebruikt kunnen worden om aan te geven in hoeverre het geotechnische grondonderzoek in overeenstemming is met dit protocol. Op deze lijsten kan tevens worden onderbouwd waarom meer of minder geotechnisch grondonderzoek is uitgevoerd. Deze formulieren kunnen worden gebruikt voor de kwaliteitscontrole.

2.3 Planning

In Tabel 2.2 is aangegeven in welke fase van het project de resultaten van het betreffende grondonderzoek beschikbaar moeten zijn. Indien deze onverhoopt toch op een later tijdstip beschikbaar komen dient toestemming te worden verkregen bij de vergunningverlener en opdrachtgever. Eventuele risico's die met het later beschikbaar komen van de onderzoeksresultaten worden genomen moeten worden afgewogen.

Tabel 2.2 Tijdstip uitvoeren onderzoek

Projectfase	Bureau onderzoek	Terrein onderzoek					Laboratorium onderzoek	
		Sonderingen	Boringen en monsternamen	Peilbuizen	Geofysisch onderzoek	Lokaliseren objecten	Graven proefsleuven	Eigenschappen grond (grondparameters)
Initiatiefase								
VO Ontwerpfase								
DO Ontwerpfase								
Vergunningaanvraag								
Contractfase uitvoerende aannemer								
Uitvoeringsfase								
Onderzoek kan op een later moment								
Wenselijk als onderzoek beschikbaar is								
Onderzoek moet beschikbaar zijn								

3 Benodigd bureauonderzoek

3.1 Algemeen bureauonderzoek

Voorafgaand aan het fysieke geotechnische grondonderzoek, is het noodzakelijk een bureaustudie uit te voeren. De bureaustudie is tweeledig en bestaat in eerste instantie uit het verzamelen van omgevingsfactoren met betrekking tot het voorgenomen tracé. De kenmerkende factoren van de projectlocatie die van invloed zijn op de keuze van de aanlegtechniek moeten bekend zijn. In tweede instantie dienen de vigerende eisen te worden geraadpleegd. Op basis hiervan dient de voorlopige aanlegtechniek en boorlijn te worden gekozen.

Genoemde aspecten vormen onder andere de basis voor het uit te voeren geotechnisch grondonderzoek. In dit hoofdstuk zijn deze onderstaande aspecten beknopt beschreven:

- Verzamelen omgevingsfactoren
- Verzamelen vigerende eisen
- Bepalen risicoprofiel
- Bepalen voorlopige aanlegtechniek en voorlopige boorlijn

Voor uitgebreidere beschrijvingen hiervan dienen nadere documenten te worden geraadpleegd, waaronder bijlage I van de NEN3650-1 voor het onderzoek ten behoeve van ontwerp en uitvoering.

3.2 Verzamelen omgevingsfactoren

Omgevingsfactoren van het voorgenomen tracé die van invloed kunnen zijn op de uiteindelijke aanlegtechniek maar ook het uit te voeren geotechnisch grondonderzoek zijn hierna aangestipt. Deze opsomming heeft niet tot doel om volledig te zijn.

- Algemeen geologisch beeld (verwachting van geologie)
 - Via het Dinoloket (of basisregistratie ondergrond, BRO) kan de geologische opbouw van de ondergrond en sonderingen en boringen worden geraadpleegd (www.dinoloket.nl). Tevens kan informatie worden geraadpleegd ten aanzien van grondwaterstanden en stijghoogten.
 - Chemische samenstelling van de ondergrond via geochemische bodematlas van Nederland en Dinoloket.
 - Specifieke geologische aspecten:
 - Aanwezigheid stenen (zwerfkeien). Aan de hand van geologische kaarten en bijbehorende beschrijvingen van de aanwezige grondlagen kan een indicatie worden verkregen over de aanwezigheid van stenen in de ondergrond (zie referentie [9]).
 - Grind
 - Overgeconsolideerde kleisoorten (bijvoorbeeld Potklei, Eemklei, Boomse klei)
 - Losgepakte zandlagen
 - Aanwezigheid van holtes in de ondergrond
 - Aanwezigheid van geulen
 - Informatie aanwezige zout – brak – en zout water scheidingen
 - Opgedane kennis / ervaring van een specifiek gebied (uitvoerbaarheid)
- In het document “1-2-3 geologie voor ingenieurs, d.d. maart 2015, KIVI, afdeling geotechniek” [9] zijn achtergronden gegeven omtrent de geologie van Nederland. Dit document bevat tevens kaartmateriaal.
- Bijkomende onderzoeken (historische informatie):
 - In het verleden opgetreden bressen in de dijk (dijkbreuk)
 - Niet gesprongen explosieven
 - Archeologisch onderzoek
 - Milieutechnisch onderzoek, aanwezigheid mogelijke vervuilingen in de ondergrond (informatie te verkrijgen via het Bodemloket)
 - Oude stortplaatsen
 - Scheepswrakken en vliegtuigwrakken
 - Oude fundaties

- Oude mijnschachten
- Kabels en leidingen (informatie te verkrijgen via een Klic-melding)(in en buiten bedrijf zijnde kabels en leidingen)
- In het verleden aangebrachte grond, drainage, grondverbeteringen (bijvoorbeeld lichtgewicht materialen, zandpalen, geotextielen, paal-matrassystemen)
- Huidige functie / gebruik terrein:
 - Natuurgebied (bv. Natura 2000)
 - Grondwaterbeschermingsgebied
 - Perceeleigenaren (www.kadaster.nl)
 - Zoning waterstaatswerk
 - Flora & fauna onderzoek
 - Cultuurtechnisch onderzoek
 - Geohydrologisch onderzoek
- Toekomstige functie / gebruik terrein en ondergrond, waaronder: eerder afgegeven vergunningen, bestemmingsplannen en Profiel van Vrije Ruimte (PVVR) waterstaatswerk.

3.3 Verzamelen vigerende eisen

Vigerende normen en richtlijnen dienen te worden geraadpleegd ter bepaling van de eisen waaraan voldaan dient te worden. Bepalende aspecten zijn hieronder gegeven. Deze opsomming heeft niet tot doel volledig te zijn.

- Vereiste gronddekking.
- Afstanden tot te kruisen object met betrekking tot in- en uitredpunt en pers- en ontvangstuip.
- Toelaatbare aanlegtechniek.
- Eisen ten aanzien van uit te voeren geotechnisch grondonderzoek.
- Eisen in relatie tot grondwaterbeschermingsgebieden (b.v. afdichten boorgat en gebruik drinkwater).
- Specifieke eisen in relatie tot waterkeringen.
- Specifieke eisen in relatie tot werken in en met verontreinigde grond (CROW 400 en SIKB-richtlijnen en protocollen zoals bijvoorbeeld BRL 2100 “mechanisch boren”).
- Specifieke eisen in relatie tot voorkomen graafschade aan kabels en leidingen (CROW 500).

3.4 Bepalen risicoprofiel

Op basis van het type te kruisen object en de situatie ter plaatse dient te worden beoordeeld of het een boring met een “laag risicoprofiel” of een “hoog risicoprofiel” betreft. In hoofdstuk 4 is voor beide risicoprofielen in tabellen aangegeven welk grondonderzoek noodzakelijk wordt geacht.

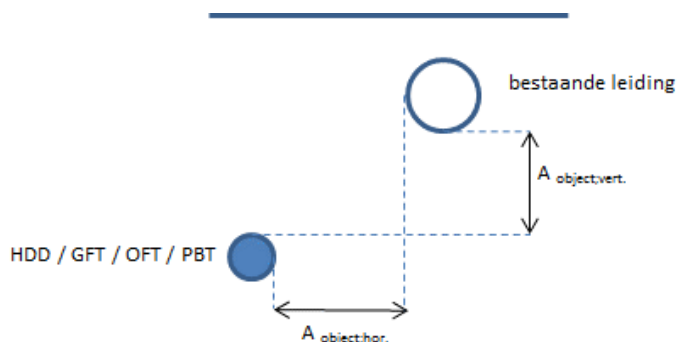
Voor te kruisen objecten met een “hoog risicoprofiel” is aansluiting gezocht bij de NEN3651 die van toepassing is voor “belangrijke waterstaatswerken”. Een indicatie van de voornaamste objecten met een “hoog risicoprofiel” zijn in *Figuur 3.1* gegeven. Het betreft hier objecten waarbij de gevolgen bij falen van de boring voor de omgeving / maatschappij groot zijn. Waar nodig dient de gebruiker van dit protocol in overleg te treden met bevoegd gezag (bijvoorbeeld vergunningverlener) omtrent het te hanteren risicoprofiel. De gebruiker van dit protocol behoudt de verplichting om na te gaan of het grondonderzoek overeenkomstig het “hoog risicoprofiel” of “laag risicoprofiel” toereikend is.

Indien de boring zowel objecten kruist met een “hoog risicoprofiel” als een “laag risicoprofiel” dient voor de gehele boring het grondonderzoek overeenkomstig het “hoog risicoprofiel” te worden uitgevoerd.

(Indicatie) objecten met hoog risicoprofiel:

- Aanleg binnen de veiligheidszones van belangrijke waterstaatswerken (overeenkomstig NEN3651)
 - Primaire waterkering
 - Boezemwaterkering
 - Secundaire waterkering
 - Primaire weg (stroomwegen b.v. autosnelwegen, snelwegen)
 - Secundaire weg (gebiedsontsluitingswegen)
 - Rijks- of provinciale vaarweg
- Leidingstraat
- Constructieve objecten (b.v. gebouwen, brughoofden, etc.)
- Spoorwegen (hoofdspoor, overige sporen, metro & tramspoor)
- Leidingen waarbij de gevolgschade groot is bij bezwijken (zie figuur 3.2):
 - $A_{\text{object,hor.}} < 5 \text{ m}$ of $A_{\text{object,vert.}} < 20 \text{ m}$ bij HDD
 - $A_{\text{object,hor.}} < 10 \text{ m}$ of $A_{\text{object,vert.}} < 5 \text{ m}$ bij GFT en OFT
 - $A_{\text{object,hor.}} < 5 \text{ m}$ of $A_{\text{object,vert.}} < 5 \text{ m}$ bij PBT

Figuur 3.1 Indicatie “hoog risicoprofiel” objecten



Figuur 3.2 Afstanden tot leidingen met hoog risicoprofiel

3.5 Bepalen voorlopige aanlegtechniek en voorlopige boorlijn

Hiervoor genoemde aspecten kunnen worden gebruikt voor de bepaling van de voorlopige aanlegtechniek en voorlopige boorlijn. Impliciet wordt hierbij tevens het tracé vastgesteld. Voor de bepaling van de voorlopige boorlijn geeft naast de vigerende normen en richtlijnen de Technical Guideline van DCA eveneens bruikbare informatie met betrekking tot HDD's.

Voorkomen moet worden dat bij een beperkte aanpassing van bijvoorbeeld de boorlijn de geotechnisch grondonderzoeksresultaten ontoereikend worden. Denk bijvoorbeeld aan: te ondiep uitgevoerde sonderingen wanneer de boorlijn dieper komt te liggen.

4 Benodigd geotechnisch grondonderzoek per techniek

4.1 Inleiding

In onderstaande tabellen is per techniek aangegeven welk geotechnisch grondonderzoek noodzakelijk geacht wordt uit te voeren. Er is hierbij onderscheid gemaakt tussen objecten met een “hoog risicoprofiel” en een “laag risicoprofiel” (zie voor een toelichting paragraaf 3.4). De onderzoeksresultaten dienen de grondopbouw met de variatie van de grondlagen inclusief eigenschappen van deze grondlagen inzichtelijk te maken. Op het moment dat de variatie in de ondergrond (complexe geologische situatie) groot is dient beoordeeld te worden in hoeverre aanvullend geotechnisch grondonderzoek is benodigd. Indien vanwege de beperkte variabiliteit minder geotechnisch grondonderzoek is gewenst dan dienen dergelijke afwijkingen helder onderbouwd te worden. Daarnaast moet het geotechnisch grondonderzoek voldoende inzage geven over bijvoorbeeld eventuele objecten in de ondergrond. Degene die de daadwerkelijke boring (opdrachtnemer van uit te voeren sleufloze techniek) uitvoert is verantwoordelijk in hoeverre het uitgevoerde geotechnisch grondonderzoek toereikend is. Afhankelijk van de ervaring en inzichten van de opdrachtnemer kan dit betekenen dat na gunning nog aanvullend grondonderzoek wordt uitgevoerd.

Het daadwerkelijke geotechnisch grondonderzoek dient zodanig te zijn uitgevoerd dat de risico's tijdens en na de boring tot een minimum worden beperkt.

De gebruiker van dit protocol moet nagaan in hoeverre het geotechnisch grondonderzoek de risico's behorende bij de desbetreffende projectfase voldoende afdekt. In specifieke gevallen is maatwerk vereist (bijvoorbeeld bij complexe geologische situaties, te kruisen objecten met een verhoogd risico, zoals brede rivieren). Tevens dient de gebruiker te verifiëren in hoeverre de omvang van het geotechnisch grondonderzoek zoals gegeven in onderstaande tabellen in overeenstemming is met de thans vigerende normen en richtlijnen. Dit protocol vervangt de vigerende normen en richtlijnen namelijk niet. Voor bijvoorbeeld het ontwerp van de pers- en ontvangstuipen kan de vigerende NEN9997-1 extra grondonderzoek vereisen. Ook de NEN3650-serie en NEN3651 kunnen extra grondonderzoek vereisen. De eisen van het bevoegde gezag kunnen daarnaast nog zwaarder zijn.

Bij het vaststellen van het uiteindelijke geotechnisch grondonderzoeksplan dienen de resultaten uit de bureauonderzoek fase worden meegenomen.

In bijlage 1 is een korte beschrijving gegeven van de sleufloze technieken inclusief afgeleide technieken. Tevens is per sleufloze techniek de categorie indeling gegeven. Per categorie is in hiernavolgende tabellen aangegeven welk geotechnisch grondonderzoek noodzakelijk is.

De categorie indeling is onder meer gebaseerd op de boorgat diameter en de lengte van de boring. De uiteindelijke keuze van de aan te houden categorie dient te zijn gebaseerd op de maatgevende van deze twee genoemde aspecten. Bijvoorbeeld voor een DN300 boring met een lengte van 50 m moet categorie 3 worden aangehouden (zie case 2, bijlage 5).

In bijlage 5 zijn ter informatie een aantal praktijkcases gegeven van verschillende HDD-boringen. Hierin is schematisch weergegeven hoe onderstaande tabellen gebruikt kunnen worden en wat het resultaat daaruit kan zijn. Bijlage 3 en 4 bevat uitgebreidere toelichtingen ten aanzien van het terrein- en laboratoriumonderzoek dat is aangegeven in hiernavolgende tabellen.

Algemene uitgangspunten bij de uitvoering van het terreinonderzoek zijn onder meer (zie tevens bijlage 3):

- De afstand van sonderingen en boringen tot de geplande boorlijn dient niet geringer te zijn dan 5 m (als de beoogde lengte van de boorlijn ≤ 250 m bedraagt), resp. 10 m (als de beoogde lengte van de boorlijn > 250 m bedraagt) en niet groter dan 25 m aan weerszijden van de boorlijn (haaks gemeten op de boorlijn / leidingtracé). Bij met name lange boringen en boringen met een grote diameter dient rekening te worden gehouden met eventuele muduitbraken via sondeer- en

boorgaten. De minimaal te hanteren afstand van sonderingen en boringen tot de geplande boorlijn dient hierop te worden afgestemd.

- Sonderingen en boringen doorzetten tot tenminste 5 m onder het laagste punt van het boortracé, dit staat het verlagen van de boorlijn in een latere fase toe. Oftewel alle sonderingen en boringen dienen tot eenzelfde niveau worden doorgezet.
- Voor boringen in West-Nederland en nabij objecten met een hoog risicoprofiel dienen sonderingen en mechanische boringen ten minste tot de bovenzijde van het pleistoceen te worden doorgezet.
- Handboringen doorzetten tot tenminste 2 m onder het laagste punt van het boortracé.
- Mechanische boringen uitvoeren nadat sonderingen zijn uitgevoerd ten behoeve van de correlatie van de grondlagen in de sondering.
- Niveaus uiteindelijk te beproeven en te steken monsters baseren op sondeerresultaten.
- Mechanische boringen op korte afstand (circa 2 m) van reeds uitgevoerde sondering uitvoeren.
- Sondeer- en boorgaten dienen over voldoende hoogte ten opzichte van maaiveld met zwelklei (bijvoorbeeld drillgrout of bentonietkorrels) afgedicht te worden. In en nabij waterkeringen dienen aanvullende maatregelen worden getroffen in relatie tot het afdichten van de onderzoeksgaten. Bijvoorbeeld afdichting onderzoeksgaten over volledige hoogte cohesieve deklaag. Voorkomen moet worden, dat onderzoeksgaten negatieve invloed geven op de kwelweg en of bijdragen aan een blow-out bij uitvoering van de boortechniek.

4.2 Horizontaal gestuurde boring (HDD)

Tabel 4.1 Benodigd geotechnisch grondonderzoek HDD-boring en afgeleide technieken (HOOG RISICOPROFIEL)

Categorieën HDD-boring Geotechnisch grondonderzoek		1 ⁽¹⁾ L < 60 m D _{boorgat} < 250 mm	2 L < 250 m D _{boorgat} < 250 mm	3 L < 250 m D _{boorgat} < 500 mm	4 L < 500 m D _{boorgat} < 500 mm	5 L < 500 m D _{boorgat} > 500 mm	6 ⁽²⁾ L < 5000 m ΔH _{mv} ≥ 10 m		
Laagopbouw	Handboring	T.p.v. in- en uitredepunt		T.p.v. in- of uitredepunt	-				
	Sondering	T.p.v. in- en uitredepunt							
		-	Tenminste 2 extra sonderingen toevoegen					Aanvullend h.o.h. 100 m sonderingen toevoegen	
		-	Tenminste aan weerszijde te kruisen object						
	Mechanische boring	In plaats van handboringen is het eveneens mogelijk om aan weerszijde van het te kruisen object mechanische boringen uit te voeren.		Tenminste 1 mechanische boring	T.p.v. in- en uitredepunt				
		-					Tenminste 1 bij te kruisen object	Tenminste aan weerszijde te kruisen object	
		-			Aanvullend h.o.h. 200 m boringen toevoegen				
-			In complexe geologische gebieden moeten kleinere h.o.h. afstanden van de boringen worden aangehouden (maatwerk)						
Geofysisch onderzoek	-	Afhankelijk van bijvoorbeeld de betreedbaarheid van het terrein dan wel de geologische situatie kan geofysisch onderzoek in combinatie met sonderingen en boringen worden uitgevoerd.							
Monstername grond	-			Geroerde en ongeroerde monsters ⁽⁵⁾					
Waterstanden	Peilbuis	Freatische grondwaterstand en stijghoogte in het 1 ^{ste} watervoerende pakket afleiden uit databases ⁽³⁾				Indien beschikbaar gegevens omtrent freatische grondwaterstand en stijghoogte in het 1 ^{ste} watervoerende pakket aanvullen met gegevens uit databases ⁽³⁾			
		- Indien gegevens niet beschikbaar tenminste 1 peilbuis plaatsen. - Indien freatische grondwaterstand of stijghoogte in het 1 ^{ste} watervoerende pakket hoger staat dan het maaiveld t.p.v. het in- en of uitredepunt, dan controle uitvoeren of databases voldoende detailinformatie geeft. Indien detail informatie ontoereikend is tenminste 1 peilbuis plaatsen.	- Tenminste 1 peilbuis - In situaties waar de grondwaterstand en / of stijghoogte aan weerszijde van het te kruisen object afwijkt, aan weerszijde van te kruisen object een peilbuis plaatsen. - Indien freatische grondwaterstand of stijghoogte in het 1 ^{ste} watervoerende pakket hoger staat dan het maaiveld t.p.v. het in- en of uitredepunt, dan controle uitvoeren of databases voldoende detailinformatie geeft. Indien detail informatie ontoereikend is tenminste 1 peilbuis plaatsen.	- Tenminste 1 peilbuis - In situaties waar de grondwaterstand en / of stijghoogte aan weerszijde van het te kruisen object afwijkt, aan weerszijde van te kruisen object een peilbuis plaatsen. - Indien freatische grondwaterstand of stijghoogte in het 1 ^{ste} watervoerende pakket hoger staat dan het maaiveld t.p.v. het in- en of uitredepunt, tenminste 2 peilbuizen plaatsen.	- Tenminste 2 peilbuizen - In situaties waar de grondwaterstand en / of stijghoogte aan weerszijde van het te kruisen object afwijkt, aan weerszijde van te kruisen object een peilbuis plaatsen. - Indien freatische grondwaterstand of stijghoogte in het 1 ^{ste} watervoerende pakket hoger staat dan het maaiveld t.p.v. het in- en of uitredepunt, tenminste 2 peilbuizen plaatsen.				
Indien het 1 ^{ste} watervoerende pakket wordt doorboord en in verband met opbarsten, zowel peilbuis in freatische als 1 ^{ste} watervoerende pakket plaatsen.									
Grondparameters	Classificatie en sterkte eigenschappen	O.b.v. tabel B.1 uit NEN3650-1 incl. sondeer- en boorresultaten							
		-				Volumieke gewichten: aantal mechanische boringen maal 6 ⁽⁴⁾			
		O.b.v. specifiek geologische informatie (b.v. grindlagen) uit bureaustudie of beschikbare mechanische boringen, korrelverdelingen bepalen			Korrelverdelingen: aantal mechanische boringen maal 4 ⁽⁴⁾				
		-			Voor grondlagen met afwijkende eigenschappen zoals overgeconsolideerde kleilagen (b.v. potklei, boomse klei, eemklei) of gecementeerde lagen (b.v. kalksteen) dienen specifieke proeven te worden uitgevoerd				
		-			Ongedraineerde schuifsterkte (c _u): aantal mechanische boringen maal 6 ⁽⁴⁾				
-					T.b.v. boorder: bepaling abrasieve eigenschappen in te doorboren lagen				
Kwaliteit	Monstername water in peilbuis	Kwaliteit grondwater. Zowel bepaling van het freatische als het water in het 1 ^{ste} watervoerende pakket							
		Zoutgehalte en pH-waarde: o.b.v. databases ⁽³⁾				Zoutgehalte en pH-waarde: o.b.v. watermonsters. Zowel bepaling van het freatische als het water in het 1 ^{ste} watervoerende pakket			

(1) De afgeleide technieken BZM en BBM zijn ingedeeld in categorie 1

(2) De afgeleide techniek DGB (waaronder DGB-H en DGB-G) zijn ingedeeld in categorie 6. Zie bijlage 1 voor een nadere toelichting waarom de DGB-G techniek hier is opgenomen.

(3) Hiervoor kan bijvoorbeeld de Dino database worden geraadpleegd

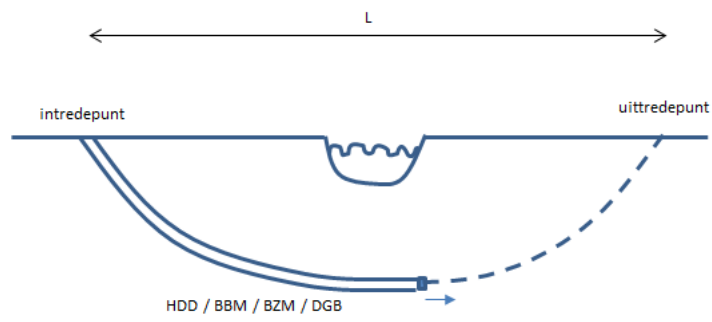
(4) Het aantal te beproeven grondmonsters, voor de bepaling van de volumieke gewichten, de korrelverdelingen en ongedraineerde schuifsterktes, zijn tenminste gebaseerd op het aantal mechanische boringen maal de gegeven waarde in de tabel. De ongedraineerde sterktes moeten worden bepaald op cohesieve grondlagen en de korrelverdelingen op niet cohesieve grondlagen.

(5) Aantal te nemen grondmonsters baseren op het aantal proeven ten behoeve van de classificatie en sterkte-eigenschappen bepalingen.

Toelichting:

ΔH_{mv} = hoogteverschil tussen in- en uittredepunt

$D_{boorgat}$ uitwendige diameter boorgat in [mm], L in [m] (zie [Figuur 4.1](#) voor een schematische weergave).



Figuur 4.1 Schematische weergave HDD en afgeleide BBM, BZM en DGB

Tabel 4.2 Benodigd geotechnisch grondonderzoek HDD-boring en afgeleide technieken (LAAG RISICOPROFIEL)

Categorieën HDD-boring Geotechnisch grondonderzoek		1 ⁽¹⁾ L < 60 m D _{boorgat} < 250 mm	2 L < 250 m D _{boorgat} < 250 mm	3 L < 250 m D _{boorgat} < 500 mm	4 L < 500 m D _{boorgat} < 500 mm	5 L < 500 m D _{boorgat} > 500 mm	6 ⁽²⁾ L < 5000 m ΔH _{mv} ≥ 10 m	
Laagopbouw	Handboring	T.p.v. in- en uitredepunt			-			
	Sondering	-	Tenminste 1 extra sondering toevoegen			Tenminste 3 extra sonderingen toevoegen	Aanvullend h.o.h. 150 m sonderingen toevoegen	
		-	Tenminste 1 bij te kruisen object					
	Mechanische boring	In plaats van handboringen is het eveneens mogelijk om aan weerszijde van het te kruisen object mechanische boringen uit te voeren of een combinatie van sonderingen en mechanische boringen.			T.p.v. in- en uitredepunt			
		-						Aanvullend h.o.h. 300 m boringen toevoegen
		-			In complexe geologische gebieden moeten kleinere h.o.h. afstanden van de boringen worden aangehouden (maatwerk)			
Geofysisch onderzoek	-	Afhankelijk van bijvoorbeeld de betreedbaarheid van het terrein dan wel de geologische situatie kan geofysisch onderzoek in combinatie met sonderingen en boringen worden uitgevoerd.						
Monstername grond	-			Geroerde en ongeroerde monsters ⁽⁵⁾				
Waterstanden	Peilbuis	Freatische grondwaterstand en stijghoogte in het 1 ^{ste} watervoerende pakket afleiden uit databases ⁽³⁾					Indien beschikbaar gegevens omtrent freatische grondwaterstand en stijghoogte in het 1 ^{ste} watervoerende pakket aanvullen met gegevens uit databases ⁽³⁾	
		- Indien gegevens niet beschikbaar tenminste 1 peilbuis plaatsen. - Indien freatische grondwaterstand of stijghoogte in het 1 ^{ste} watervoerende pakket hoger staat dan het maaiveld t.p.v. het in- en of uitredepunt, dan controle uitvoeren of databases voldoende detailinformatie geeft. Indien detail informatie ontoereikend is tenminste 1 peilbuis plaatsen.	- Indien gegevens niet beschikbaar tenminste 1 peilbuis plaatsen. - In situaties waar de grondwaterstand en / of stijghoogte aan weerszijde van het te kruisen object afwijkt, aan weerszijde van te kruisen object een peilbuis plaatsen. - Indien freatische grondwaterstand of stijghoogte in het 1 ^{ste} watervoerende pakket hoger staat dan het maaiveld t.p.v. het in- en of uitredepunt, dan controle uitvoeren of databases voldoende detailinformatie geeft. Indien detail informatie ontoereikend is tenminste 1 peilbuis plaatsen.	- Indien gegevens niet beschikbaar tenminste 1 peilbuis plaatsen. - In situaties waar de grondwaterstand en / of stijghoogte aan weerszijde van het te kruisen object afwijkt, aan weerszijde van te kruisen object een peilbuis plaatsen. - Indien freatische grondwaterstand of stijghoogte in het 1 ^{ste} watervoerende pakket hoger staat dan het maaiveld t.p.v. het in- en of uitredepunt, tenminste 1 peilbuis plaatsen.	- Tenminste 1 peilbuis - In situaties waar de grondwaterstand en / of stijghoogte aan weerszijde van het te kruisen object afwijkt, aan weerszijde van te kruisen object een peilbuis plaatsen. - Indien freatische grondwaterstand of stijghoogte in het 1 ^{ste} watervoerende pakket hoger staat dan het maaiveld t.p.v. het in- en of uitredepunt, tenminste 1 peilbuis plaatsen.	- Tenminste 1 peilbuis - In situaties waar de grondwaterstand en / of stijghoogte aan weerszijde van het te kruisen object afwijkt, aan weerszijde van te kruisen object een peilbuis plaatsen. - Indien freatische grondwaterstand of stijghoogte in het 1 ^{ste} watervoerende pakket hoger staat dan het maaiveld t.p.v. het in- en of uitredepunt, tenminste 1 peilbuis plaatsen.		
	Indien het 1 ^{ste} watervoerende pakket wordt doorboord en in verband met opbarsten, zowel peilbuis in freatische als 1 ^{ste} watervoerende pakket plaatsen.							
Grondparameters	Classificatie en sterkte eigenschappen	O.b.v. tabel B.1 uit NEN3650-1 incl. sondeer- en boorresultaten						
		-			Volumieke gewichten: aantal mechanische boringen maal 4 ⁽⁴⁾			
		O.b.v. specifiek geologische informatie (b.v. grindlagen) uit bureaustudie of beschikbare mechanische boringen, korrelverdelingen bepalen			Korrelverdelingen: aantal mechanische boringen maal 3 ⁽⁴⁾			
		-			Voor grondlagen met afwijkende eigenschappen zoals overgeconsolideerde kleilagen (b.v. potklei, boomse klei, eemklei) of gecementeerde lagen (b.v. kalksteen) dienen specifieke proeven te worden uitgevoerd			
		-			Ongedraineerde schuifsterkte (c _u): aantal mechanische boringen maal 4 ⁽⁴⁾			
Kwaliteit	Monstername water in peilbuis	Kwaliteit grondwater. Zowel bepaling van het freatische als het water in het 1 ^{ste} watervoerende pakket						
		Zoutgehalte en pH-waarde: o.b.v. databases ⁽³⁾					Zoutgehalte en pH-waarde: o.b.v. watermonsters. Zowel bepaling van het freatische als het water in het 1 ^{ste} watervoerende pakket	

Toelichting:

De toelichting onder Tabel 4.1 is eveneens van toepassing voor deze tabel.

4.3 Open front techniek (OFT)

Tabel 4.3 Benodigd geotechnisch grondonderzoek OFT-boring (HOOG RISICOPROFIEL)

Categorieën OFT-boring Geotechnisch grondonderzoek		1 L < 60 m D _{boorgat} < 600 mm	2 L < 60 m D _{boorgat} < 1600 mm	3 L < 60 m D _{boorgat} ≥ 1600 mm
Laagopbouw	Handboring	-		
	Sondering	- T.p.v. pers- en ontvangstuip		
		- Indien perskuip lengte > 30 m dan 1 extra sondering t.p.v. achterwand perskuip		
	Mechanische boring	Tenminste aan weerszijde te kruisen object		
		T.p.v. pers- en ontvangstuip		
Geofysisch onderzoek	Afhankelijk van bijvoorbeeld de betreedbaarheid van het terrein dan wel de geologische situatie kan geofysisch onderzoek in combinatie met sonderingen en boringen worden uitgevoerd.			
Monstername grond	Geroerde en ongeroerde monsters ⁽³⁾			
Waterstanden	Peilbuis	Freatische grondwaterstand en stijghoogte in het 1 ^{ste} watervoerende pakket afleiden uit databases ⁽¹⁾	Indien beschikbaar gegevens omtrent freatische grondwaterstand en stijghoogte in het 1 ^{ste} watervoerende pakket aanvullen met gegevens uit databases ⁽¹⁾	
		- Tenminste 1 peilbuis - Wanneer de freatische grondwaterstand en stijghoogte in het 1ste watervoerende pakket diep staan en geen impact hebben op de boring (incl. bijkomende werkzaamheden) kan peilbuis achterwege blijven	- T.p.v. pers- en ontvangstuip een peilbuis plaatsen - Wanneer de freatische grondwaterstand en stijghoogte in het 1ste watervoerende pakket diep staan en geen impact hebben op de boring (incl. bijkomende werkzaamheden) kunnen peilbuizen achterwege blijven	
		In verband met opbarsten, zowel peilbuis in freatische als 1 ^{ste} watervoerende pakket plaatsen.		
Grondparameters	Classificatie en sterkte eigenschappen	O.b.v. tabel B.1 uit NEN3650-1 incl. sondeer- en boorresultaten		
		Volumieke gewichten: aantal mechanische boringen maal 4 ⁽²⁾		
		Korrelverdelingen: aantal mechanische boringen maal 3 ⁽²⁾		
		Voor grondlagen met afwijkende eigenschappen zoals overgeconsolideerde kleilagen (b.v. potklei, boomse klei, eemklei) of gecementeerde lagen (b.v. kalksteen) dienen specifieke proeven te worden uitgevoerd		
		Ongedraineerde schuifsterkte (c _u): aantal mechanische boringen maal 4 ⁽²⁾		
Kwaliteit	Monstername water in peilbuis	Kwaliteit grondwater. Zowel bepaling van het freatische als het water in het 1 ^{ste} watervoerende pakket		
		Zoutgehalte en pH-waarde: o.b.v. databases ⁽¹⁾	Zoutgehalte en pH-waarde: o.b.v. watermonsters. Zowel bepaling van het freatische als het water in het 1 ^{ste} watervoerende pakket	

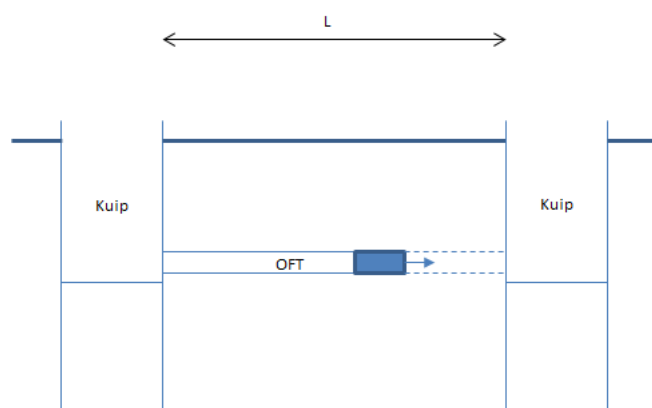
(1) Hiervoor kan bijvoorbeeld de Dino database worden geraadpleegd

(2) Het aantal te beproeven grondmonsters, voor de bepaling van de volumieke gewichten, de korrelverdelingen en ongedraineerde schuifsterktes, zijn tenminste gebaseerd op het aantal mechanische boringen maal de gegeven waarde in de tabel. De ongedraineerde sterktes moeten worden bepaald op cohesieve grondlagen en de korrelverdelingen op niet cohesieve grondlagen.

(3) Aantal te nemen grondmonsters baseren op het aantal proeven ten behoeve van de classificatie en sterkte-eigenschappen bepalingen.

Toelichting:

D_{boorgat} uitwendige diameter boorgat in [mm], L in [m] (zie Figuur 4.2 voor een schematische weergave).



Figuur 4.2 Schematische weergave OFT

Tabel 4.4 Benodigd geotechnisch grondonderzoek OFT-boring (LAAG RISICOPROFIEL)

Categorieën OFT-boring Geotechnisch grondonderzoek		1 L < 60 m D _{boorgat} < 600 mm	2 L < 60 m D _{boorgat} < 1600 mm	3 L < 60 m D _{boorgat} ≥ 1600 mm
Laagopbouw	Handboring	-		
	Sondering	- T.p.v. pers- en ontvangstuip - Indien perskuip lengte > 30 m dan 1 extra sondering t.p.v. achterwand perskuip		
		Tenminste 1 bij te kruisen object	Tenminste aan weerszijde te kruisen object	
	Mechanische boring	-	Tenminste 1	T.p.v. pers- en ontvangstuip
	Geofysisch onderzoek	Afhankelijk van bijvoorbeeld de betreedbaarheid van het terrein dan wel de geologische situatie kan geofysisch onderzoek in combinatie met sonderingen en boringen worden uitgevoerd.		
Monstername grond	-	Geroerde en ongeroerde monsters ⁽³⁾		
Waterstanden	Peilbuis	Freatische grondwaterstand en stijghoogte in het 1 ^{ste} watervoerende pakket afleiden uit databases ⁽¹⁾	Indien beschikbaar gegevens omtrent freatische grondwaterstand en stijghoogte in het 1 ^{ste} watervoerende pakket aanvullen met gegevens uit databases ⁽¹⁾	
		- Indien gegevens niet beschikbaar tenminste 1 peilbuis plaatsen. - Wanneer de freatische grondwaterstand en stijghoogte in het 1ste watervoerende pakket diep staan en geen impact hebben op de boring (incl. bijkomende werkzaamheden) kan peilbuis achterwege blijven	- Tenminste 1 peilbuis - Wanneer de freatische grondwaterstand en stijghoogte in het 1ste watervoerende pakket diep staan en geen impact hebben op de boring (incl. bijkomende werkzaamheden) kan peilbuis achterwege blijven	
		In verband met opbarsten, zowel peilbuis in freatische als 1 ^{ste} watervoerende pakket plaatsen.		
Grondparameters	Classificatie en sterkte eigenschappen	O.b.v. tabel B.1 uit NEN3650-1 incl. sondeer- en boorresultaten		
		-	Volumieke gewichten: aantal mechanische boringen maal 4 ⁽²⁾	
		O.b.v. specifiek geologische informatie (b.v. grindlagen) uit bureaustudie of beschikbare mechanische boringen, korrelverdelingen bepalen	Korrelverdelingen: aantal mechanische boringen maal 3 ⁽²⁾	
		-	Voor grondlagen met afwijkende eigenschappen zoals overgeconsolideerde kleilagen (b.v. potklei, boomse klei, eemklei) of gecementeerde lagen (b.v. kalksteen) dienen specifieke proeven te worden uitgevoerd	
	-	Ongedraineerde schuifsterkte (c _u): aantal mechanische boringen maal 4 ⁽²⁾		
Kwaliteit	Monstername water in peilbuis	Kwaliteit grondwater. Zowel bepaling van het freatische als het water in het 1 ^{ste} watervoerende pakket		
		Zoutgehalte en pH-waarde: o.b.v. databases ⁽¹⁾	Zoutgehalte en pH-waarde: o.b.v. watermonsters. Zowel bepaling van het freatische als het water in het 1 ^{ste} watervoerende pakket	

Toelichting:

De toelichting onder Tabel 4.3 is eveneens van toepassing voor deze tabel.

4.4 Gesloten front techniek (GFT)

Tabel 4.5 Benodigd geotechnisch grondonderzoek GFT-boring (HOOG RISICOPROFIEL)

Categorieën GFT-boring Geotechnisch grondonderzoek		1 L < 60 m D _{boorgat} < 600 mm	2 L < 60 m D _{boorgat} < 1600 mm	3 L < 60 m D _{boorgat} ≥ 1600 mm	4 L > 60 m D _{boorgat} < 600 mm	5 L > 60 m D _{boorgat} < 1600 mm	6 L > 60 m D _{boorgat} ≥ 1600 mm
Laagopbouw	Handboring	-					
	Sondering	- T.p.v. pers- en ontvangstuip - Indien perskuip lengte > 30 m dan 1 extra sondering t.p.v. achterwand perskuip					
		Tenminste aan weerszijde te kruisen object					
		-	-	-	Aanvullend h.o.h. 75 m sonderingen toevoegen	Aanvullend h.o.h. 50 m sonderingen toevoegen	Aanvullend h.o.h. 25 m sonderingen toevoegen
	Mechanische boring	- In complexe geologische gebieden moeten kleinere h.o.h. afstanden van de sonderingen worden aangehouden (maatwerk)					
		T.p.v. pers- en ontvangstuip					
		-	-	Tenminste aan weerszijde te kruisen object	Tenminste 1 bij te kruisen object	Tenminste aan weerszijde te kruisen object	
Geofysisch onderzoek	Afhankelijk van bijvoorbeeld de betreedbaarheid van het terrein dan wel de geologische situatie kan geofysisch onderzoek in combinatie met sonderingen en boringen worden uitgevoerd.						
	Monstername grond	Geroerde en ongeroerde monsters ⁽³⁾					
Waterstanden	Peilbuis	Freatische grondwaterstand en stijghoogte in het 1 ^{ste} watervoerende pakket afleiden uit databases ⁽¹⁾		Indien beschikbaar gegevens omtrent freatische grondwaterstand en stijghoogte in het 1 ^{ste} watervoerende pakket aanvullen met gegevens uit databases ⁽¹⁾			
		- Tenminste 1 peilbuis - Indien freatische grondwaterstand of stijghoogte in het 1 ^{ste} watervoerende pakket hoger staat dan het maaiveld t.p.v. het in- en of uitredepunt, dan controle uitvoeren of databases voldoende detailinformatie geeft. Indien detail informatie ontoereikend is tenminste 1 peilbuis plaatsen.		- T.p.v. pers- en ontvangstuip peilbuis plaatsen - In situaties waar de grondwaterstand en / of stijghoogte aan weerszijde van het te kruisen object afwijkt, aan weerszijde van te kruisen object een peilbuis plaatsen.			
		-		-		Aanvullend h.o.h. 200 m peilbuizen toevoegen	Aanvullend h.o.h. 150 m peilbuizen toevoegen
		In verband met opbarsten, zowel peilbuis in freatische als 1 ^{ste} watervoerende pakket plaatsen.					
Grondparameters	Classificatie en sterkte eigenschappen	O.b.v. tabel B.1 uit NEN3650-1 incl. sondeer- en boorresultaten					
		Volumieke gewichten: aantal mechanische boringen maal 8 ⁽²⁾					
		Korrelverdelingen: aantal mechanische boringen maal 6 ⁽²⁾					
		Voor grondlagen met afwijkende eigenschappen zoals overgeconsolideerde kleilagen (b.v. potklei, boomse klei, eemklei) of gecementeerde lagen (b.v. kalksteen) dienen specifieke proeven te worden uitgevoerd					
		Ongedraineerde schuifsterkte (c _u): aantal mechanische boringen maal 8 ⁽²⁾				T.b.v. boorder: bepaling abrasieve eigenschappen in te doorboren lagen	
Kwaliteit	Monstername water in peilbuis	Kwaliteit grondwater. Zowel bepaling van het freatische als het water in het 1 ^{ste} watervoerende pakket					
		Zoutgehalte en pH-waarde: o.b.v. databases ⁽¹⁾		Zoutgehalte en pH-waarde: o.b.v. watermonsters. Zowel bepaling van het freatische als het water in het 1 ^{ste} watervoerende pakket			

(1) Hiervoor kan bijvoorbeeld de Dino database worden geraadpleegd

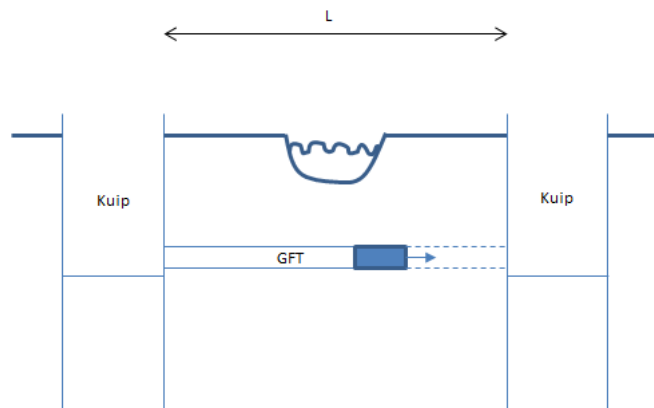
(2) Het aantal te beproeven grondmonsters, voor de bepaling van de volumieke gewichten, de korrelverdelingen en ongedraineerde schuifsterktes, zijn tenminste gebaseerd op het aantal mechanische boringen maal de gegeven waarde in de tabel. De ongedraineerde sterktes moeten worden bepaald op cohesieve grondlagen en de korrelverdelingen op niet cohesieve grondlagen.

(3) Aantal te nemen grondmonsters baseren op het aantal proeven ten behoeve van de classificatie en sterkte-eigenschappen bepalingen.

Toelichting:

D_{boorgat} uitwendige diameter boorgat in [mm], L in [m] (zie Figuur 4.3 voor een schematische weergave).

Voor de direct gestuurde boortechniek DGB-G kan het benodigde grondonderzoek worden ontleend uit Tabel 4.1 en Tabel 4.2. Een toelichting waarom de DGB-G techniek in genoemde tabellen is opgenomen, is gegeven in bijlage 1.



Figuur 4.3 Schematische weergave GFT-boring

Tabel 4.6 Benodigd geotechnisch grondonderzoek GFT-boring (LAAG RISICOPROFIEL)

Categorieën GFT-boring Geotechnisch grondonderzoek	1 L < 60 m D _{boorgat} < 600 mm	2 L < 60 m D _{boorgat} < 1600 mm	3 L < 60 m D _{boorgat} ≥ 1600 mm	4 L > 60 m D _{boorgat} < 600 mm	5 L > 60 m D _{boorgat} < 1600 mm	6 L > 60 m D _{boorgat} ≥ 1600 mm		
Laagopbouw	Handboring	-					-	
	Sondering	- T.p.v. pers- en ontvangstuip - Indien perskuip lengte > 30 m dan 1 extra sondering t.p.v. achterwand perskuip						
		Tenminste 1 bij te kruisen object		Tenminste aan weerszijde te kruisen object		-		
		-			Aanvullend h.o.h. 100 m sonderingen toevoegen	Aanvullend h.o.h. 75 m sonderingen toevoegen	Aanvullend h.o.h. 50 m sonderingen toevoegen	
		-			In complexe geologische gebieden moeten kleinere h.o.h. afstanden van de sonderingen worden aangehouden (maatwerk)			
	Mechanische boring	-		T.p.v. pers- en ontvangstuip				
		Indien geen gegevens m.b.t. korrelverdelingen beschikbaar zijn, tenminste 1 mechanische boring uitvoeren		Tenminste 1		-		Tenminste 1 bij te kruisen object
		-			Aanvullend h.o.h. 200 m boringen toevoegen	Aanvullend h.o.h. 150 m boringen toevoegen	Aanvullend h.o.h. 100 m boringen toevoegen	
	-			In complexe geologische gebieden moeten kleinere h.o.h. afstanden van de boringen worden aangehouden (maatwerk)				
	Geofysisch onderzoek	Afhankelijk van bijvoorbeeld de betreedbaarheid van het terrein dan wel de geologische situatie kan geofysisch onderzoek in combinatie met sonderingen en boringen worden uitgevoerd.						
Monstername grond	-		Geroerde en ongeroerde monsters ⁽³⁾					
Waterstanden	Freatische grondwaterstand en stijghoogte in het 1 ^{ste} watervoerende pakket afleiden uit databases ⁽¹⁾		Indien beschikbaar gegevens omtrent freatische grondwaterstand en stijghoogte in het 1 ^{ste} watervoerende pakket aanvullen met gegevens uit databases ⁽¹⁾					
	- Indien gegevens niet beschikbaar tenminste 1 peilbuis plaatsen. - Indien freatische grondwaterstand of stijghoogte in het 1 ^{ste} watervoerende pakket hoger staat dan het maaiveld t.p.v. het in- en of uittredepunt, dan controle uitvoeren of databases voldoende detailinformatie geeft. Indien detail informatie ontoereikend is tenminste 1 peilbuis plaatsen.		- Tenminste 1 peilbuis - In situaties waar de grondwaterstand en / of stijghoogte aan weerszijde van het te kruisen object afwijkt, aan weerszijde van te kruisen object een peilbuis plaatsen.		-			
	-			Aanvullend h.o.h. 400 m peilbuizen toevoegen	Aanvullend h.o.h. 300 m peilbuizen toevoegen			
	In verband met opbarsten, zowel peilbuis in freatische als 1 ^{ste} watervoerende pakket plaatsen.							
Grondparameters	O.b.v. tabel B.1 uit NEN3650-1 incl. sondeer- en boorresultaten							
	-		Volumieke gewichten: aantal mechanische boringen maal 6 ⁽²⁾					
	O.b.v. specifiek geologische informatie (b.v. grindlagen) uit bureau studie of beschikbare mechanische boringen, korrelverdelingen bepalen		Korrelverdelingen: aantal mechanische boringen maal 4 ⁽²⁾					
	-		Voor grondlagen met afwijkende eigenschappen zoals overgeconsolideerde kleilagen (b.v. potklei, boomse klei, eemklei) of gecementeerde lagen (b.v. kalksteen) dienen specifieke proeven te worden uitgevoerd					
	-		Ongedraineerde schuifsterkte (c _v): aantal mechanische boringen maal 4 ⁽²⁾					
-			T.b.v. boorder: bepaling abrasieve eigenschappen in te doorboren lagen					
Kwaliteit	Monstername water in peilbuis	Kwaliteit grondwater. Zowel bepaling van het freatische als het water in het 1 ^{ste} watervoerende pakket						
	Zoutgehalte en pH-waarde: o.b.v. databases ⁽¹⁾	Zoutgehalte en pH-waarde: o.b.v. watermonsters. Zowel bepaling van het freatische als het water in het 1 ^{ste} watervoerende pakket						

Toelichting:

De toelichting onder Tabel 4.5 is eveneens van toepassing voor deze tabel.

4.5 Pneumatische boortechiek (PBT)

Tabel 4.7 Benodigd geotechnisch grondonderzoek PBT-boring (HOOG RISICOPROFIEL)

Categorieën PBT-boring Geotechnisch grondonderzoek		1 L < 15 m D _{boorgat} < 200 mm	2 D _{boorgat} < 600 mm	3 D _{boorgat} ≥ 600 mm
Laagopbouw	Handboring	T.p.v. pers- en ontvangstuip	-	
	Sondering	In plaats van handboringen is het eveneens mogelijk om aan weerszijde van het te kruisen object sonderingen uit te voeren of een combinatie van sonderingen en mechanische boringen.	T.p.v. pers- en ontvangstuip	
		-	Tenminste aan weerszijde te kruisen object	
		-	Aanvullend h.o.h. 25 m sonderingen toevoegen	Aanvullend h.o.h. 15 m sonderingen toevoegen
	Mechanische boring	-	Tenminste 1 bij te kruisen object	Tenminste 2 bij te kruisen object
	Geofysisch onderzoek	-		
Monstername grond	-	Geroerde en ongeroerde monsters ⁽³⁾		
Waterstanden	Peilbuis	Freatische grondwaterstand en stijghoogte in het 1 ^{ste} watervoerende pakket afleiden uit databases ⁽¹⁾	Indien beschikbaar gegevens omtrent freatische grondwaterstand en stijghoogte in het 1 ^{ste} watervoerende pakket aanvullen met gegevens uit databases ⁽¹⁾	
		- Indien gegevens niet beschikbaar tenminste 1 peilbuis plaatsen - Wanneer de freatische grondwaterstand en stijghoogte in het 1 ^{ste} watervoerende pakket diep staan en geen impact hebben op de boring (incl. bijkomende werkzaamheden) kan peilbuis achterwege blijven	- T.p.v. pers- en ontvangstuip een peilbuis plaatsen - Wanneer de freatische grondwaterstand en stijghoogte in het 1 ^{ste} watervoerende pakket diep staan en geen impact hebben op de boring (incl. bijkomende werkzaamheden) kunnen peilbuizen achterwege blijven	
		In verband met opbarsten, zowel peilbuis in freatische als 1 ^{ste} watervoerende pakket plaatsen.		
Grondparameters	Classificatie en sterkte eigenschappen	O.b.v. tabel B.1 uit NEN3650-1 incl. sondeer- en boorresultaten		
		-	Volumieke gewichten: aantal mechanische boringen maal 4 ⁽²⁾	
		O.b.v. specifiek geologische informatie (b.v. grindlagen) uit bureaustudie of beschikbare mechanische boringen, korrelverdelingen bepalen	Korrelverdelingen: aantal mechanische boringen maal 4 ⁽²⁾	
		-	Voor grondlagen met afwijkende eigenschappen zoals overgeconsolideerde kleilagen (b.v. potklei, boomse klei, eemklei) of gecementeerde lagen (b.v. kalksteen) dienen specifieke proeven te worden uitgevoerd	
-	Ongedraineerde schuifsterkte (c _u): aantal mechanische boringen maal 4 ⁽²⁾			
Kwaliteit	Monstername water in peilbuis	Kwaliteit grondwater o.b.v. databases ⁽¹⁾		

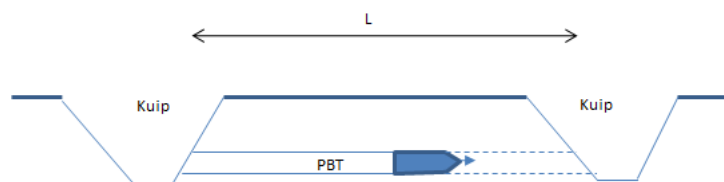
(1) Hiervoor kan bijvoorbeeld de Dino database worden geraadpleegd

(2) Het aantal te beproeven grondmonsters, voor de bepaling van de volumieke gewichten, de korrelverdelingen en ongedraineerde schuifsterktes, zijn tenminste gebaseerd op het aantal mechanische boringen maal de gegeven waarde in de tabel. De ongedraineerde sterktes moeten worden bepaald op cohesieve grondlagen en de korrelverdelingen op niet cohesieve grondlagen.

(3) Aantal te nemen grondmonsters baseren op het aantal proeven ten behoeve van de classificatie en sterkte-eigenschappen bepalingen.

Toelichting:

D_{boorgat} uitwendige diameter boorgat in [mm], L in [m] (zie Figuur 4.4 voor een schematische weergave).



Figuur 4.4 Schematische weergave PBT-boring

Tabel 4.8 Benodigd geotechnisch grondonderzoek PBT-boring (LAAG RISICOPROFIEL)

Categorieën PBT-boring Geotechnisch grondonderzoek		1 L < 15 m D _{boorgat} < 200 mm	2 D _{boorgat} < 600 mm	3 D _{boorgat} ≥ 600 mm
Laagopbouw	Handboring	Tenminste 1 handboring	T.p.v. pers- en ontvangstuip	-
	Sondering	In plaats van handboringen is het eveneens mogelijk om aan weerszijde van het te kruisen object sonderingen uit te voeren of een combinatie van sonderingen en mechanische boringen.	Tenminste 1 bij te kruisen object	T.p.v. pers- en ontvangstuip
		-	Aanvullend h.o.h. 50 m sonderingen toevoegen	Aanvullend h.o.h. 25 m sonderingen toevoegen
	Mechanische boring	-	-	Tenminste 1 bij te kruisen object
	Geofysisch onderzoek	-		
	Monstername grond	-	Geroerde en ongeroerde monsters ⁽³⁾	
Waterstanden	Peilbuis	Freatische grondwaterstand en stijghoogte in het 1ste watervoerende pakket afleiden uit databases ⁽¹⁾	Indien beschikbaar gegevens omtrent freatische grondwaterstand en stijghoogte in het 1 ^{ste} watervoerende pakket aanvullen met gegevens uit databases ⁽¹⁾	
		- Indien gegevens niet beschikbaar tenminste 1 peilbuis plaatsen - Wanneer de freatische grondwaterstand en stijghoogte in het 1 ^{ste} watervoerende pakket diep staan en geen impact hebben op de boring (incl. bijkomende werkzaamheden) kan peilbuis achterwege blijven	- Tenminste 1 peilbuis plaatsen - Wanneer de freatische grondwaterstand en stijghoogte in het 1 ^{ste} watervoerende pakket diep staan en geen impact hebben op de boring (incl. bijkomende werkzaamheden) kan peilbuis achterwege blijven	
		In verband met opbarsten, zowel peilbuis in freatische als 1 ^{ste} watervoerende pakket plaatsen.		
Grondparameters	Classificatie en sterkte eigenschappen	O.b.v. tabel B.1 uit NEN3650-1 incl. sondeer- en boorresultaten		
		-	Volumieke gewichten: aantal mechanische boringen maal 4 ⁽²⁾	
		O.b.v. specifiek geologische informatie (b.v. grindlagen) uit bureaustudie of beschikbare mechanische boringen, korrelverdelingen bepalen	Korrelverdelingen: aantal mechanische boringen maal 4 ⁽²⁾	
		-	Voor grondlagen met afwijkende eigenschappen zoals overgeconsolideerde kleilagen (b.v. potklei, boomse klei, eemklei) of gecementeerde lagen (b.v. kalksteen) dienen specifieke proeven te worden uitgevoerd	
-	Ongedraineerde schuifsterkte (c _u): aantal mechanische boringen maal 4 ⁽²⁾			
Kwaliteit	Monstername water in peilbuis	Kwaliteit grondwater o.b.v. databases ⁽¹⁾		

Toelichting:
De toelichting onder Tabel 4.7 is eveneens van toepassing voor deze tabel.

5 Beheersen geotechnische risico's

In Tabel 5.1 zijn de geotechnische risico's per boortechniek opgenomen. Daarbij is aangegeven door middel van welk geotechnisch grondonderzoek het risico kan worden beperkt en/of beheerst.

Tabel 5.1 Faalmechanismen per boortechniek

Techniek								Oorzaak	Risico's	Bureau studie	Terrein onderzoek						Laboratorium onderzoek				
HDD	BBM	BZM	OFT	GFT	DGB-G	DGB-H	PBT				Handboringen	Sonderingen	Mechanische boringen	Grondwaterstanden	Specifiek onderzoek	Volumieke gewichten	Atterbergse grenzen	Korrelverdelingen	Zoutgehalte en pH waarde	Overige onderzoeken	
			o	o	o	o		Boorfrontdruk niet afgestemd op grondsoort	Instabiliteit boorfront			x	x			x					
o	o	o			o	o		Te hoge muddruk	Instabiliteit boorgang, blow out			x	x			x	x	x			
o	o	o	o	o	o	o	o	Onvoorziene objecten in boortracé	Vastlopen boring	x			x		x ⁽¹⁾						
o	o	o	o	o	o	o	o	Doorlatendheid grond	Instabiliteit boorfront	x		x	x			x	x	x			
o					o	o		Fijn zand (homogeen)	Zettingsvloeiing	x		x	x						x		
			o	o	o	o		Vastgepakte geologische grondlagen	Overschrijding toelaatbare perskracht	x		x	x			x	x				
o			o	o	o	o		Vastgepakte geologische grondlagen (vaste klei)	Afvoeren cuttings faalt	x		x	x			x	x				
o				o	o	o		Schelpenlagen	Instabiliteit boorgang door slecht werkende bentoniet	x			x			x					
o			o	o	o	o		Grindlagen	Instabiliteit boorgang, muddruk niet stabiel	x		x	x						x		
o	o	o	o	o	o	o	o	Verontreinigingen	Staken boren	x					x ⁽²⁾						
o				o	o	o		Zoutgehalte in ondergrond hoog	Problemen bentonietspoeling					x						x	
o				o	o	o		Ph waarde in ondergrond afwijkend	Problemen bentonietspoeling					x						x	
o	o	o	o	o	o	o	o	Zoutgehalte in ondergrond hoog	Risico op kwel door aantasting afdichtingsmiddel sondeeren boorgaten					x						x	
o	o	o	o	o	o	o	o	Ph waarde in ondergrond afwijkend	Risico op kwel door aantasting afdichtingsmiddel sondeeren boorgaten					x						x	
o					o	o		Los gepakte (homogene) zandlagen boven boorlijn	Sinkholes	x		x	x						x		
o	o	o	o	o	o	o	o	Grondwaterdrukken	Stabiliteit verlies kuipen of risico op kwel					x							
				o				Grote stijghoogte	Stabiliteit verlies kuipen of risico op kwel					x							
o	o	o	o	o	o	o	o	Belasting toename in ondergrond (ophoging of grondwaterstand verlaging)(zettingen in boortracé)	Spanningen in geboorde leiding t.g.v. verschilzakkingen t.p.v. laagovergangen			x	x	x	x		x				x ⁽³⁾
o	o	o			o	o		Bodemdaling (ondiep)	Spanningen in geboorde leiding t.g.v. verschilzakkingen t.p.v. laagovergangen	x		x	x								x ⁽³⁾

(1) Specifiek onderzoek kan bijvoorbeeld bestaan uit geofysisch onderzoek of sonderingen die zodanig zijn uitgevoerd dat ferro-metalen kunnen worden gedetecteerd.

(2) Specifiek onderzoek kan bijvoorbeeld bestaan uit milieutechnisch onderzoek.

(3) Overige onderzoeken zoals bijvoorbeeld bepaling samendrukkingsparameters.

Bijlage 1. Beschrijving sleufloze technieken en categorie indeling

Deze bijlage hoort bij hoofdstuk 4 en geeft een korte beschrijving van de sleufloze technieken. Voor bepaalde sleufloze technieken worden meerdere boortechnieken gecombineerd. Voor deze situaties dient de gebruiker na te gaan welke sleufloze techniek het best de lading dekt ten aanzien van het uit te voeren geotechnisch grondonderzoek.

Tevens is per sleufloze techniek de categorie indeling gegeven. De categorie indeling is onder meer gebaseerd op de boorgat diameter en de lengte van de boring. De uiteindelijke keuze van de aan te houden categorie dient te zijn gebaseerd op de maatgevende van deze twee genoemde aspecten. Bijvoorbeeld voor een DN300 boring met een lengte van 50 m moet categorie 3 worden aangehouden. Per categorie is in de tabellen in hoofdstuk 4 aangegeven welk geotechnisch grondonderzoek noodzakelijk is.

1. Horizontaal gestuurde boring (HDD)

1.1 Beschrijving techniek

Het kenmerk van dit boorsysteem is dat de boring vanaf het maaiveld plaatsvindt. Bij deze boortechniek zijn in het algemeen geen bouwkuipen en grondwaterstandsverlagingen nodig. Een minimale gronddekking is noodzakelijk om de invloed op de omgeving te beperken en om voldoende boorspoeldruk op te bouwen om te kunnen boren.

Voor het uitvoeren van een HDD-boring zijn o.a. een boorunit, een meng- en scheidings unit voor de boorspoeling benodigd. De afmetingen van het benodigde equipment hangen onder meer af van de grondsoort, de diameter en de lengte van de leiding of mantelbuis. Het type rig is onder andere gebaseerd op de maximale benodigde trekkracht voor het intrekken van de leiding. Alle boorstellingen werken volgens hetzelfde principe. Met een hydraulische boorunit worden boorstangen, met een duwende beweging, één voor één de grond ingebracht. De boorstangen zijn met een schroefkoppeling onderling verbonden tot een boorstreng. Het boortracé wordt (verticaal en eventueel horizontaal) gebogen uitgevoerd. Het boorproces gebeurt in twee of drie fasen. Als eerste vindt de pilotboring plaats, eventueel gevolgd door één of meerdere ruimeroperaties. Daarna wordt de medium voerende leiding geïnstalleerd. Het intrekken van de medium voerende leiding / mantelbuis / bundel kan in bepaalde situaties gelijktijdig plaatsvinden met de laatste ruimeroperatie.

Afgeleide techniek met voorgebogen buizen

Deze techniek is identiek aan een HDD boring echter wordt ter reductie van de boogstraal van de boring gebruik gemaakt van voorgebogen medium voerende buizen. Oftewel de te installeren medium voerende buis of mantelbuis wordt voorafgaand aan het intrekken gebogen. De boorstangen zijn niet gebogen.

Afgeleide techniek boogboormethode (BBM)

De BBM heeft technisch veel overeenkomsten met een HDD en is op veel punten nagenoeg gelijk. Bij een BBM wordt gebruik gemaakt van voorgevormde (voorgebogen) boorstangen. Aan de voorkant van de boorstang zit een snijkop (vergelijkbaar met een appelboor). Het systeem is niet bestuurbaar. Voor het in stand houden van het boorgat en het transport van de losgeboorde grond wordt bentoniet toegepast. Na het aanbrengen van de kabels of leidingen in het boorgat wordt de annulus over de gehele lengte gevuld met een afdichtend en krimprij materiaal.

Afgeleide techniek boogzinkermethode (BZM)

Het kenmerk van de boogzinkertechniek is een voorgevormde spuitlans die een verbinding spuit onder een te kruisen obstakel. De richting die de spuitlans volgt, wordt bepaald door de vorm van de spuitlans (voorgebogen boorstang). Meestal ontstaat een cirkelvormig boortracé met een bepaalde straal. Deze kan variëren van drie tot vijf meter.

Het systeem is niet bestuurbaar. De stalen spuitlans heeft een diameter van ca 50 mm en is aan de

voorzijde voorzien van een spuitkop. Aan de intredezijde wordt een slang bevestigd, waardoor onder hoge druk water wordt gepompt. Door het bewegen van de spuitlans in de richting van de spuitkop wordt een gat gespoten waardoor een verbinding wordt gemaakt met de overzijde van het te kruisen obstakel. Door aan de uittredezijde een koppeling te maken met de te installeren kabels(s) en of leiding(en) kan – door het terugtrekken van de spuitlans – een verbinding worden gemaakt.

De toepasbaarheid van boogzinkers en boogboringen ligt vooral bij kleinere kruisingen, zoals bij het maken van huisaansluitingen voor nutsvoorzieningen of mantelbuizen voor telecomkabels. De diameters en lengten hangen sterk af van de geleidconstructie van de spuitlans. Standaard moet worden gedacht aan lengten van 6 tot 10 meter en een diameter van de te installeren kunststofleiding tot maximaal 160 mm.

Afgeleide techniek direct gestuurde boring (DGB)

Binnen de direct gestuurde boringen zijn meerdere boortechnieken te onderscheiden.

Direct gestuurde boring met gebruik van een gesloten front boorkop (DGB-G):

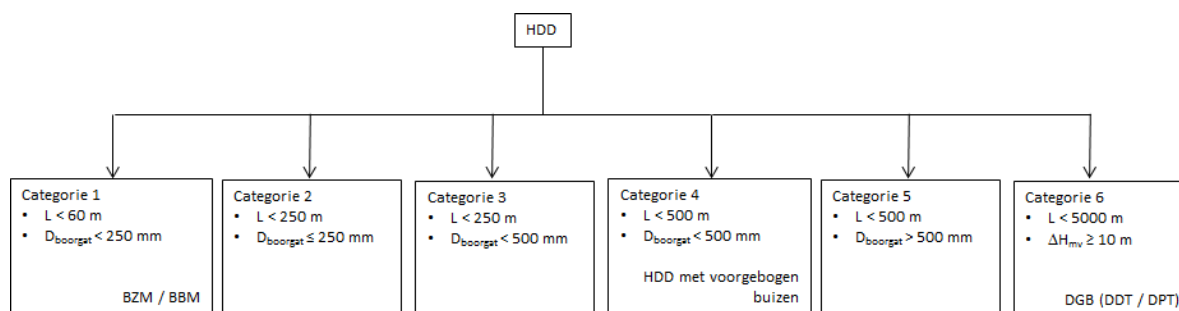
Voor een beschrijving van de direct gestuurde boring met gebruik van een gesloten front boorkop wordt verwezen naar hoofdstuk 3 van deze bijlage. Het betreft hier feitelijk een GFT techniek. Aangezien het benodigde grondonderzoek in lijn ligt met de HDD techniek is in paragraaf 4.2 de DGB-G techniek opgenomen.

Direct gestuurde boring met gebruik van een HDD-boorkop (DGB-H):

Een direct gestuurde boring met gebruik van een HDD-boorkop is een combinatie van een HDD en in mindere mate een GFT. Bij een DGB-H wordt gebruik gemaakt van een pipe pusher. De pipe pusher heeft een speciale buisklem waarmee hij de buis omklemt. Daarmee duwt de machine de buis langzaam de grond in. Aan de voorzijde van de buis is een boorkop voorzien. Bentoniet wordt door middel van slangen in de buis naar het intredepunt gevoerd. De te boren buismaat ranges bij de DGB-H techniek ligt tussen de 200 mm en 400 mm.

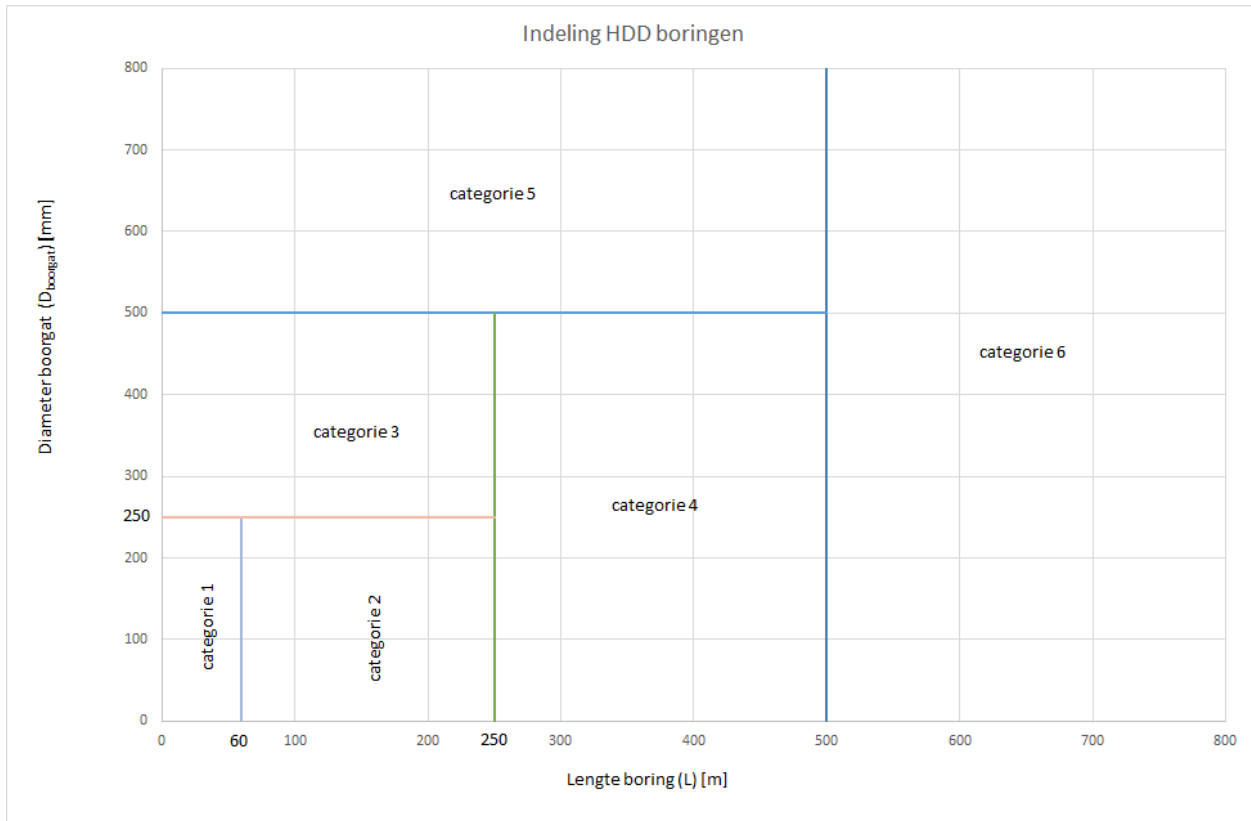
1.2 Categorie indeling HDD

Figuur 0.1 en *Figuur 0.2* geven de te hanteren onderverdeling in categorieën.



Figuur 0.1 Schema categorie indeling HDD-boring

Voor de afgeleide technieken zijn geen afzonderlijke categorieën onderscheiden. De BZM- en BBM-techniek vallen binnen categorie 1. De HDD met voorgebogen buizen zal hoofdzakelijk binnen categorie 4 liggen. De DGB-technieken zijn ingedeeld in categorie 6.



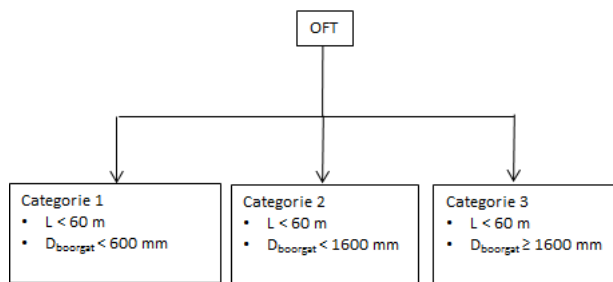
Figuur 0.2 Visualisatie categorie indeling HDD-boring

2. Open front techniek (OFT)

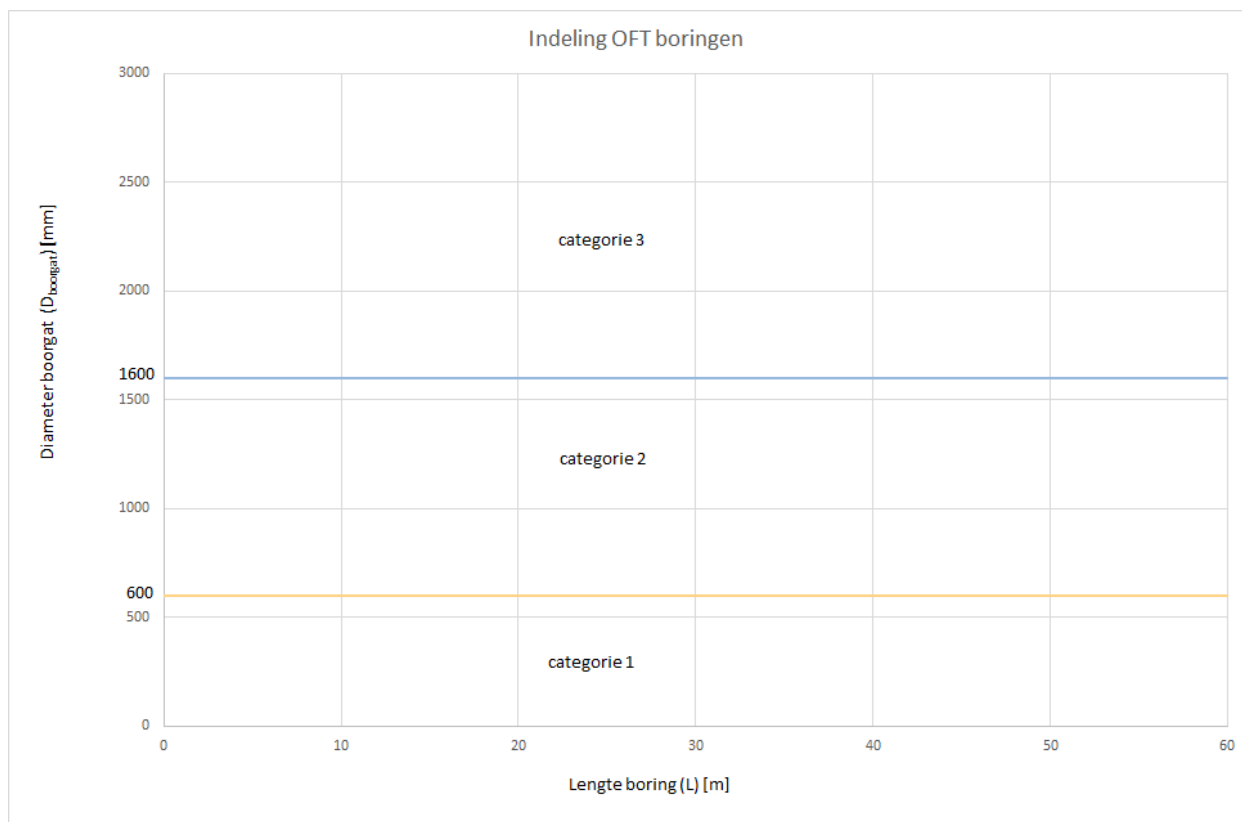
2.1 Beschrijving techniek

Het kenmerk van de open front boortechniek is de open voorzijde van de buis en het door middel van de hydraulische vijzels in de grond drukken van de buis. Aan de voorzijde van de eerste buis bevindt zich een snijkop. De open front techniek is zonder maatregelen niet geschikt voor het boren onder de grondwaterstand, tenzij met behulp van een bemaling de grondwaterstand ter plaatse van de persing verlaagd kan worden over het gehele tracé. Bij toepassing van avegaar boring met een waterslot is het mogelijk om onder geringe waterstand te boren. Vanuit een perskuip wordt een buiselement met vijzels in de grond gedrukt. Wanneer een buiselement is weggedrukt worden de vijzels teruggetrokken en kan een nieuw element worden aangekoppeld en weggedrukt. Bij de open front techniek kunnen tijdens het drukken afwijkingen ontstaan omdat de snijkop de weg van de minste weerstand zoekt. Naar de wijze van ontgraven kan de open front techniek in twee methoden worden ingedeeld, namelijk de handontgraving en de avegaarmethode. Bij beide methoden wordt het boortracé recht uitgevoerd, horizontaal of onder een hoek, al dan niet op- of aflopend. Het uitvoeren van handontgravingen komt nauwelijks meer voor. De avegaar techniek kan piloot gestuurd worden uitgevoerd.

2.2 Categorie indeling OFT



Figuur 0.3 Schema categorie OFT-boring



Figuur 0.4 Visualisatie categorie indeling OFT-boring

3. Gesloten front techniek (GFT)

3.1 Beschrijving techniek

Het kenmerk van de gesloten front boortechniek is de afgesloten voorzijde van het eerste buiselement door middel van een boormachine met boorschild. De gesloten front boortechniek is geschikt voor het boren onder de grondwaterstand en grote diameters. Vanuit de perskuip wordt een buiselement in de grond gedrukt. Wanneer een buiselement is weggedrukt, worden de vijzels teruggetrokken en kan een nieuw element worden aangekoppeld en weggedrukt. Als de wrijvingsweerstand op de leiding te groot wordt, waardoor de perscapaciteit wordt overschreden, kunnen eventueel tussenstations worden geplaatst. De tussenstations worden aangebracht tussen twee buiselementen. Om de wrijvingsweerstand tussen het buiselement en de grond te verminderen wordt tijdens het boren een mengsel van water en bentoniet langs de buitenomtrek van de leiding geïnjecteerd.

Tijdens het wegdrukken wordt de grond afgereesd met een hydraulisch of elektrisch aangedreven snijrad. In de boorkamer, of een aparte mengkamer, wordt de grond gemengd en vervolgens naar de perskuip afgevoerd. Rondom de boorkop zijn stuurvijzels geplaatst, waardoor besturing in alle richtingen mogelijk is. De gesloten front boortechniek is goed bestuurbaar. De positie van de boorkop kan door middel van een plaatsbepalingssysteem (laser) continu worden bepaald. De meetgegevens worden doorgegeven aan een computer op het werkterrein. Bij bochten in het boortracé geschiedt de plaatsbepaling meestal discontinu met behulp van driehoeksmetingen.

Onderscheid kan worden gemaakt tussen diverse boorschilden. Ze berusten allemaal op hetzelfde principe maar hebben een aantal belangrijke verschillen. Elk systeem vereist een watervrije pers- en ontvangstuip met een speciale waterdichte buisdoorvoering. De gesloten front boortechniek is uitermate geschikt voor het boren onder de grondwaterstand omdat de boormachine is voorzien van een waterdicht boorschild. Bij alle systemen kan het boortracé recht en/of (verticaal/horizontaal) gebogen worden uitgevoerd, waarbij een bepaalde minimum radius in acht dient te worden genomen.

De minimaal te boren buismaat bij de GFT-techniek is 400 mm.

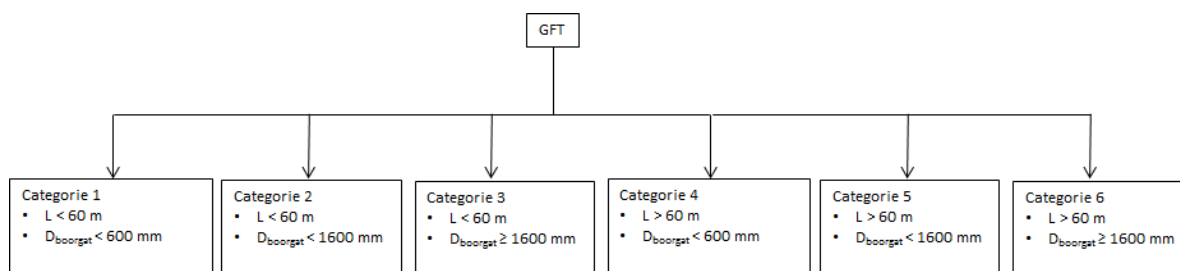
Afgeleide techniek direct gestuurde boring (DGB)

Bij de direct gestuurde boortechniek met gebruik van een gesloten front boorkop (DGB-G) wordt een speciale tunnelboormachine (TBM) voor de productbuis geplaatst. Deze circa 20 meter lange TBM heeft een boormes, meetsystemen, stuurcilinders en bentoniet-injectiepunten die op de lokale bodem zijn afgestemd. Het betreft hier feitelijk een GFT. Omdat het benodigde grondonderzoek op hoofdlijnen in lijn ligt met de HDD techniek is de DGB-G techniek in dit protocol onder de hoofdtechniek HDD geplaatst.

Bij een DGB-G wordt gebruik gemaakt van een pipe thruster. De pipe thruster heeft een speciale buisklem waarmee hij de buis omklemt. Daarmee duwt de machine de buis langzaam de grond in. De buis wordt niet roterend in de grond gebracht tijdens het inbrengen. Bentoniet wordt door middel van slangen in de buis naar het intredepunt gevoerd. De minimaal te boren buismaat bij de DGB-G techniek is circa 1000 mm.

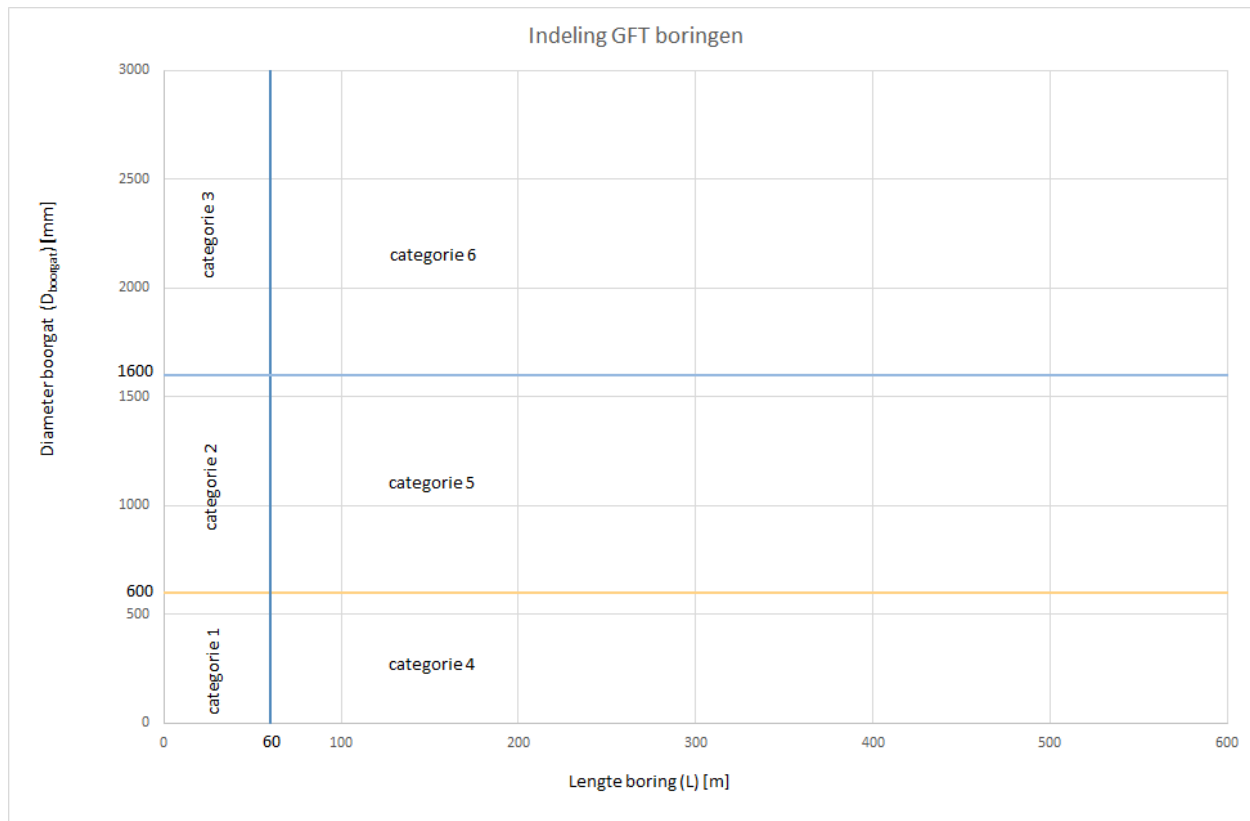
3.2 Categorie indeling GFT

Figuur 0.5 en *Figuur 0.6* geven de te hanteren onderverdeling in categorieën.



***Figuur 0.5* Schema categorie GFT-boring**

Voor de direct gestuurde boortechniek DGB-G wordt verwezen naar *Figuur 0.1*.



Figuur 0.6 Visualisatie categorie indeling GFT-boring

4. Pneumatische boortechniek (PBT)

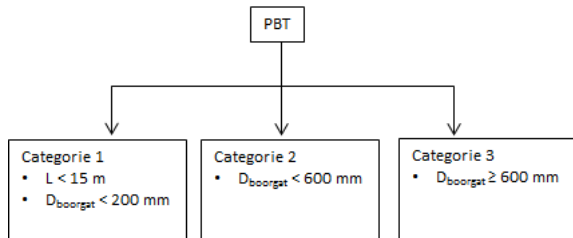
4.1 Beschrijving techniek

Het kenmerk van de pneumatische boortechniek is dat de leiding door middel van een horizontaal "heiblok" wordt doorgevoerd. Hierbij wordt gebruik gemaakt van een bodempersraket. De raket kan de leiding voor zich uit in de grond heien of achter zich aan trekken. De raket bestaat uit een stalen cilinder in de vorm van een torpedo waarin een pneumatisch beweegbare zuiger past. De zuiger slaat met kracht tegen een aambeeld voorin de cilinder. Door de stootkracht van de zuiger tegen de cilinder schiet de raket een stukje naar voren. De zuiger wordt vervolgens weer naar achteren bewogen en het proces herhaalt zich. Tijdens de achterwaartse beweging van de zuiger blijft de raket op zijn plaats door de wrijving tussen de grond en de cilinder. De pneumatische boortechniek is een niet-bestuurbare methode en tamelijk gevoelig voor afwijkingen. Er zijn twee soorten pneumatische boortechnieken, namelijk:

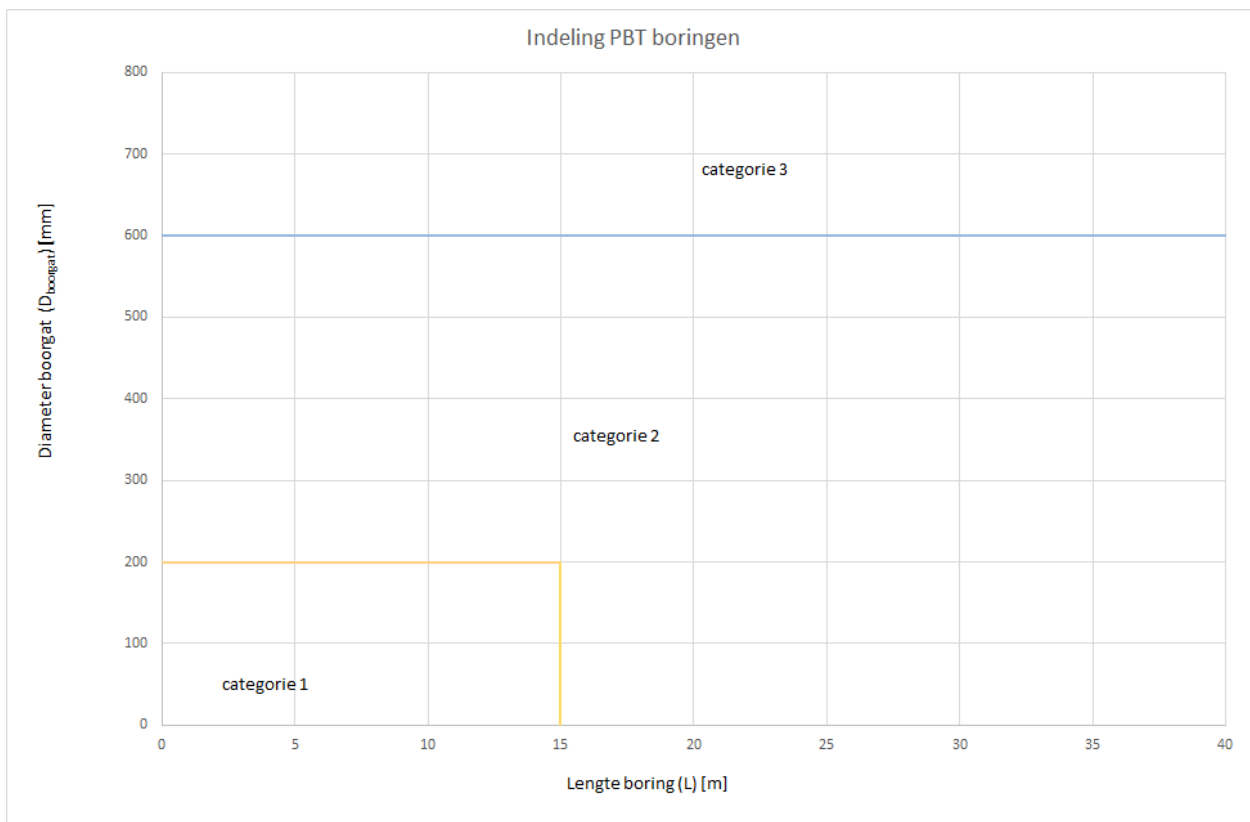
- Impact Ramming (raket achter de buis)
- Impact Moling (raket voor de buis).

4.2 Categorie indeling PBT

Figuur 0.7 en *Figuur 0.8* geven de te hanteren onderverdeling in categorieën.



Figuur 0.7 Schema categorie PBT-boring



Figuur 0.8 Visualisatie categorie indeling PBT-boring

Bijlage 2. Controle volledigheid geotechnisch grondonderzoek

Deze bijlage hoort bij hoofdstuk 2.2 en bevat een beknopte opsomming van aspecten om aan te geven in hoeverre het geotechnische grondonderzoek compleet en in overeenstemming is met dit protocol. Deze opsomming moet gezien worden als controle lijst. Naar gelang de situatie dient de gebruiker te bepalen of deze lijst moet worden uitgebreid.

Het geotechnisch grondonderzoek dient onder meer de volgende aspecten te bevatten:

- Beschrijving van de resultaten uit het bureauonderzoek, waaronder:
 - Beknopte beschrijving omgevingsfactoren.
 - Belangrijkste vigerende eisen in relatie tot het geotechnisch grondonderzoek.
 - Beschrijving (voorlopige) aanlegtechniek en (voorlopige) boorlijn inclusief hoofdafmetingen te boren kabel of leiding.
- Beschrijving categorie waaronder de sleufloze techniek is ingedeeld.
- Resultaten uit het terreinonderzoek, zoals: handboringen, sonderingen, mechanische boringen, geofysisch onderzoek, monsternamen grond, gegevens grondwaterstanden uit peilbuizen (freatisch en in 1^{ste} watervoerende pakket), etc.
- Resultaten uit het laboratoriumonderzoek, zoals: volumieke gewichten, korrelverdelingen, kwaliteit grondwater, etc.
- Situatietekening met onderzoek locaties.
- Onderbouwing van eventuele afwijkingen (meer en minder geotechnisch grondonderzoek) ten opzichte van dit protocol.
- Beschouwing eventuele potentiële risico's in relatie tot de uit te voeren sleufloze techniek.

Bijlage 3. Toelichting terreinonderzoek

Deze bijlage hoort bij hoofdstuk 4 en bevat uitgebreidere toelichtingen ten aanzien van het terreinonderzoek.

1. Algemeen terreinonderzoek

Nadat op basis van het bureau onderzoek de voorlopige aanlegtechniek en de voorlopige boorlijn zijn bepaald (overeenkomstig hoofdstuk 0) kan worden vastgesteld welk aanvullende geotechnisch grondonderzoek benodigd is. Hiervoor kan gebruik worden gemaakt van de tabellen uit hoofdstuk 4. In hoofdstuk 2 is aangegeven wanneer de activiteiten binnen het totale proces moeten zijn doorlopen.

In navolgende paragrafen is een toelichting gegeven van de meest gangbare typen terreinonderzoek voor de sleufloze aanleg van kabels en leidingen. De gegeven opsomming is niet volledig.

Het terreinonderzoek en de presentatie van de resultaten dienen overeenkomstig de vigerende normen te worden uitgevoerd. Hiervoor wordt onder meer verwezen naar:

- NEN9997-1 Geotechnisch ontwerp van constructies – deel 1: algemene regels
- NEN-EN 1997-2:2007 Eurocode 7: Geotechnisch ontwerp – Deel 2: Grondonderzoek en beproeving
- NEN-EN 1997-2:2007/C1:2010 Correctieblad

Voor uitgebreidere beschrijvingen van de terreinproeven dienen nadere documenten te worden geraadpleegd. In referentie [10] is een heldere uiteenzetting gegeven van de proeven.

Van alle onderzoek punten dienen de maaiveldhoogte en dieptes ten opzichte van NAP te worden vastgesteld. De locaties dienen ten opzichte van de boorlijn te worden verwerkt met vermelding van de x,y,z-coördinaten op een tekening. De sonderingen en boringen dienen op tekening in een lengteprofiel te zijn verwerkt ten opzichte van de te boren kabel of leiding.

2. Parameters voor ontwerp

Tabel 0.1 geeft een indicatie van het betreffende onderzoek voor de specifieke grondparameters. Deze grondparameters worden gebruikt voor het ontwerp van de boring van de leiding. In Tabel 0.1 zijn enkel de meest gangbare grondparameters vermeld en heeft niet tot doel volledig te zijn.

Tabel 0.1 Parameters per onderzoek

Onderzoek Parameter	Terreinonderzoek				Laboratorium onderzoek		
	Sonderingen	Mechanische boringen	NEN	Peilbuis	Grondmonster (ongeroerd / geroerd)	Watermonster	NEN
Grondopbouw	+	+	-	-	0	-	-
Freatische grondwaterstand	0	0	-	+	-	-	-
Stijghoogte in 1 ^{ste} watervoerende pakket	0	0	-	+	-	-	-

Onderzoek Parameter	Terreinonderzoek				Laboratorium onderzoek		
	Sonderingen	Mechanische boringen	NEN	Peilbuis	Grondmonster (ongeroerd / geroerd)	Watermonster	NEN
Volumieke gewichten (γ, γ_{nat})	+	+	T	-	+	-	P
Hoek van inwendige wrijving (φ')	+	+	T	-	+	-	P
Cohesie (c')	+	+	T	-	+	-	P
Ongedraineerde schuifsterkte (C_u)	+	+	T	-	+	-	P
Zoutgehalte	-	-	-	-	-	+	-
Zuurgraad (pH)	-	-	-	-	-	+	-
Elasticiteitsmodulus grond (E)	+	+	T	-	+	-	P
Verticale beddingsconstante ondergrond (k)	+	+	Q	-	+	-	Q

+ = is geschikt hiervoor

0 = is mogelijk, maar niet ideaal

- = is niet geschikt hiervoor

T = aan de hand van de sondeer- en boorresultaten kan op basis van Tabel B.1 uit de NEN3650-1 een inschatting worden gemaakt van de desbetreffende grondparameter.

P = op basis van de verkregen laboratorium-, sondeer- en boorresultaten kan de aan te houden waarde per parameter worden vastgesteld. Tabel B.1 uit de NEN3650-1 dient hierbij als achtergrond document.

Q = bedding constante kan worden gekozen op basis van de tabellen uit de NEN3650-1.

3. Sonderingen

Bij de uitvoering van sonderingen wordt een sondeerconus met behulp van een sondeerwagen met continue snelheid op diepte gebracht. De toe te passen sondeerconus voor de sonderingen kan met vele fijngevoelige opnemers zijn uitgerust. De volgende metingen worden onder meer onderscheiden:

- Punt- en kleefmeting: Sonderingen met uitsluitend meting van de puntweerstand kunnen informatie geven over de vastheid van bijvoorbeeld aanwezige zandlagen. Van de pakking en de korrelgrootte van het zandpakket kan echter slechts een beeld worden verkregen indien een sondeerconus wordt toegepast welke naast puntweerstand ook de schachtwrijving registreert. De verhouding tussen de geregistreeerde puntdruk en de wrijving, het wrijvingsgetal, geeft een nauwkeurig beeld van de bodemopbouw.
- Waterspanning: onder andere ter bepaling van waterover- of onderspanningen. Bedoelde niet-hydrostatische drukverlopen geven informatie over de waterremmende werking van bodemlagen.
- Geleidbaarheid: De geleidbaarheid wordt beïnvloed door zowel het elektrisch geleidingsvermogen van het grondwater als dat van de bodem. Dit type metingen wordt onder meer gebruikt voor het bepalen van het grensvlak van zoet/brak/zout grondwater voor geohydrologisch onderzoek in kustgebieden. De metingen kunnen ook toegepast worden bij milieutechnisch onderzoek voor het lokaliseren van grondwaterverontreinigingen.
- Seismische sonderingen: Om de in-situ snelheden van schuifgolven te bepalen van verschillende lagen in de ondergrond. Deze informatie wordt gebruikt bij berekeningen waarbij het dynamisch grondgedrag een rol speelt, zoals bij machinefundaties.

- Magnetometer sonderingen: De informatie over het magnetisch veld kan gebruikt worden om metalen objecten in de bodem te modelleren. Magnetometer sonderingen worden onder andere gebruikt in civieltechnische projecten om de lengten van bestaande damwanden te bepalen, stalen leidingen te lokaliseren en de positie van ankerstangen te bepalen. De metingen kunnen echter ook worden gebruikt om bijvoorbeeld vliegtuigbommen te lokaliseren.

Algemene uitgangspunten bij de uitvoering van sonderingen zijn onder meer:

- Sonderingen dienen zowel digitaal als analoog te worden aangeleverd.
- Naast de conusweerstand dienen sonderingen worden uitgevoerd met kleefmeting.
- Ter bepaling van waterover- en wateronderspanningen kan worden overwogen om naast de conus- en kleefmeting tevens de waterspanningen te meten.

4. Mechanische boringen en monsternamen

Mechanische boringen worden veelal uitgevoerd nadat middels de uitvoering van sonderingen een eerste indruk van de heersende bodemopbouw is verkregen. Een van de belangrijkste redenen voor de uitvoering van mechanische boringen is veelal nauwkeurige bodemclassificatie. De bodem wordt bij mechanische boringen per laag nauwkeurig omschreven. Hierin wordt o.a. de grondsoort, de textuur en de kleur beschreven. Daarnaast worden mechanische boringen verricht voor het verkrijgen van grondmonsters voor laboratoriumonderzoek. Onderscheid wordt gemaakt tussen geroerde en ongeroerde monsters.

Door middel van het plaatsen van peilfilters in het boorgat of het uitvoeren van diverse in-situ testen kan een veelheid aan aanvullende eigenschappen aan de bodem worden ontleend.

Daarnaast kunnen geohydrologische of milieukundige aspecten ten grondslag liggen voor de uitvoering van boringen.

Afhankelijk van welke informatie over de heersende grondslag wordt gewenst kan worden gekozen uit verschillende soorten boringen. De meest gangbare boor- en monsternamen technieken die worden toegepast zijn:

- Handboringen. Met een handbediende lepelboor of edelmanboor worden oppervlaktelagen verkend. Onder het grondwaterniveau is de methode meestal niet toe te passen. Op deze manier verkregen boorgaten kunnen worden gebruikt voor het steken van ongeroerde monsters. De maximale boordiepte is circa 6 m beneden maaiveld.
- Pulsboren. Door het herhaaldelijk laten vallen van een puls in het door een boorbuis gesteunde boorgat wordt de puls gevuld. Een klep in de bodem van de puls zorgt ervoor dat de grond in de puls wordt vastgehouden.
- Avegaarboren. De toepassing van avegaarboringen kan voldoen in alle grondsoorten boven de grondwaterspiegel. Onder het grondwaterniveau kan dit boortype slechts voldoen in cohesieve gronden zoals klei en veen. Zandige lagen onder het grondwater worden namelijk zodanig vloeibaar dat ze uit de avegaar lopen. Doordat de opgeboorde grond niet zoals bij pulsboringen als vloeibaar mengsel naar boven komt is nauwkeuriger classificatie mogelijk.
- Begemann continue monsternamen, voor grondmonsters van hoge kwaliteit. Bij de "Begemann-boring" (mechanische boring) wordt een continue kern grond verkregen. De Begemann-boring kent twee uitvoeringen, namelijk:
 - de 29 mm boring, die hoofdzakelijk dient voor de verkenning van de grondslag,
 - en de 66 mm boring, die een kern oplevert waaruit monsters kunnen worden verkregen voor triaxiaalproeven en samendrukkingsproeven.

De genoemde boormethoden zijn geschikt voor de plaatsing van peilfilters in het boorgat. Enkele aandachtspunten zijn:

- In verband met de kosten is het veelal efficiënt een veel groter aantal sonderingen dan boringen uit te voeren. Daar echter het resultaat van de boringen en het bijbehorende laboratoriumonderzoek vaak wel zeer bepalend zijn voor de uiteindelijke parameterset, is het van belang de beschikbare meters boring optimaal te gebruiken.

- Van alle uitgevoerde monsters dienen de hoogtes ten opzichte van NAP te worden gegeven.
- In Tabel 0.2 is aangegeven in hoeverre de verschillende laboratoriumproeven kunnen worden uitgevoerd op een ongeroerd dan wel licht geroerd monster. Een toelichting van deze laboratoriumproeven is gegeven in bijlage 4.

Tabel 0.2 Toepasbaarheid laboratoriumproeven op monsters

Laboratoriumproef	Ongeroerd monster	Geroerd monster
Volumegewicht (γ , γ_{nat}) en watergehalte	+	+
Atterbergse grenzen (consistentie, PI)	+	-
Korrelgrootteverdeling (PSD)	+	+
Handvinproef (c_u)	+	-
Triaxiaalproef (φ' , c' , E, E50, Ψ , ν)	+	-

+ = geschikt hiervoor, - = niet geschikt hiervoor

5. Peilbuizen

Voor het uitvoeren van grondwatermetingen en het monitoren van het grondwater (kwantiteit en kwaliteit) worden peilbuizen geplaatst. In deze peilbuizen kunnen grondwaterstandsmetingen (bepaling van freatische grondwaterstand en stijghoogte in het 1^{ste} watervoerende pakket) en grondwaterbemonsteringen (bepaling van bijvoorbeeld zoutgehalte, eventuele verontreinigingen, etc.) worden uitgevoerd. Op basis van de grondopbouw dienen de niveaus van de filterstellingen te worden gekozen.

Afhankelijk van het seizoen kan de grondwaterstand fluctueren. Geadviseerd wordt nabij de boorlocatie een peilbuis te plaatsen zodat tijdens de uitvoering de actuele grondwaterstand bekend is. Opgemerkt dient te worden dat lokaal de waterstand in het cunet onder de verharding af kan wijken van de naastgelegen polderpeilen. Overwogen kan worden om divers in peilbuizen te plaatsen om over een langere periode de grondwaterstanden te monitoren.

6. Geofysisch onderzoek

Met het onderzoek door sonderingen en boringen zijn op een beperkt aantal (tracé)punten gegevens van de grond bekend. Indien meer kennis nodig is over het verloop van de grondlagen tussen de onderzoekpunten, kan gebruik worden gemaakt van geofysische grondonderzoekmethoden, bijvoorbeeld:

- elektromagnetisch reflectie onderzoek (EMR of georadar)
- geo-elektrisch onderzoek
- of seismisch onderzoek.

Met deze methoden kan in combinatie met sonderingen en boringen een continu beeld van de ondergrond worden verkregen. Het geofysisch onderzoek moet gepaard gaan met sonderingen en boringen.

Het type en de omvang van het geofysisch onderzoek hangen onder meer af van de geologische condities maar tevens ook van de lokale condities die van invloed kunnen zijn op de onderzoeksmethode. Aandacht moet daarbij worden besteed aan condities op maaiveld, gebruik van de ondergrond en beïnvloeding vanuit de omgeving.

Het geofysisch onderzoek kan zowel op het land als op het water worden uitgevoerd.

Referentie [7] geeft een uitgebreidere beschrijving van hiervoor genoemde onderzoeksmethoden.

7. Onderzoek lokaliseren objecten

Bij toepassing van sleufloze technieken is de boorbaarheid van de grondlagen een belangrijk aspect bij ontwerp. Indien er veel obstakels in de ondergrond aanwezig zijn, zoals bijvoorbeeld grind, stenen of keien of funderingselementen kan tijdig voor een diepere aanleg van de leiding worden gekozen.

Er zijn diverse technieken beschikbaar om objecten in de ondergrond te lokaliseren. Gedacht wordt aan:

- Grondradar en radiodetectie voor het lokaliseren van kabels & leidingen.
- Sonderingen uitgevoerd met magneto meter om stalen objecten zoals damwanden en ankers te detecteren.
- UXOScope (elektro magnetisch) voor de detectie van niet gesprongen explosieven tijdens de pilot fase van een HDD.
- Grondradar metingen voor het detecteren van stenen.

De mogelijkheden om grind en stenen goed te kunnen detecteren zijn vooralsnog beperkt.

8. Graven proefsleuven

Bij het graven van proefsleuven dient onder meer informatie verkregen te worden over:

- Aanwezige kabels en leidingen (type materiaal, diepte in NAP, locatie (RD-coördinaten), foto's, moffen type, legrichting, tekst op buizen, fundatiewijze, aanwezige hoekverdraaiing in verbindingen, etc.).
- Grondwaterstand.
- Grondsoort.
- Fundering (breedte en diepte wegfundering, funderingsresten, afmetingen funderingspalen, schoorstand van funderingspalen, geometrie paaljuk met kespens).
- Localiseren damwanden of beschoeiingen (type planken, verankering, lengte planken – beproeving-).

De lengte van funderingspalen en damwanden kan aan de hand van beproeving worden bepaald.

Mede op basis van de verkregen informatie uit proefsleuven kan het definitieve tracé en het leidingontwerp definitief worden vastgesteld.

9. Overige aspecten

In uitzonderlijke situaties kan informatie over de bodem worden verkregen door het uitvoeren van een pilotboring.

Bijlage 4. Toelichting laboratoriumonderzoek

Deze bijlage hoort bij hoofdstuk 4 en bevat uitgebreidere toelichtingen ten aanzien van het laboratoriumonderzoek.

1. Algemeen laboratoriumonderzoek

In navolgende paragrafen zijn de meest gangbare typen laboratoriumonderzoek gegeven die naar voren komen bij sleufloze aanleg van kabels en leidingen. De gegeven opsomming is niet volledig. Eisen dienen te zijn ontleend aan de vigerende normen.

- Van alle uitgevoerde laboratoriumproeven dienen de hoogtes, waarop de monsters zijn genomen, ten opzichte van NAP te worden gegeven.
- Het laboratoriumonderzoek en de presentatie van de resultaten dienen overeenkomstig de vigerende normen te worden uitgevoerd.

Voor uitgebreidere beschrijvingen van de laboratoriumproeven dienen nadere documenten te worden geraadpleegd.

2. Volumegewicht en watergehalte

Voor diverse geotechnische en -hydrologische berekeningen is het van groot belang het juiste volumegewicht van de locatie specifieke grondlagen te kennen. Door uit een grondmonster met een volumering een bepaalde hoeveelheid grond te steken en te wegen, kan het natte volumegewicht worden berekend. Vervolgens wordt het monster gedurende 24 uur bij een temperatuur van 105° Celsius gedroogd en opnieuw gewogen. Hierdoor kan het droge volumegewicht worden bepaald.

Op basis van de verkregen volumegewichten kunnen onder andere het watergehalte, poriëngehalte, poriëngetal en verzadigingsgraad worden berekend.

3. Atterbergse grenzen (Casagrande)

Door middel van de bepaling van de Atterbergse grenzen kan de mate van verwerkbaarheid (plasticiteit) van cohesieve monsters worden bepaald. In feite worden de 2 uiterste grenzen (plastisch gedrag en uitdroging) van een monster bepaald. De uitrolgrens wordt op één manier bepaald. Er wordt naar een vochtpercentage gezocht, waarbij nog net draden van 3 mm met de hand kunnen worden uitgerold.

Bij de Casagrande methode wordt gebruik gemaakt van het toestel van Casagrande. Een monster wordt bij verschillende vochtpercentages beproefd. Hierbij wordt elke keer nagegaan bij hoeveel op- en neergaande bewegingen (slagen) een vooraf aangebrachte groef dichtvloeit over een lengte van 1 cm. Het vochtpercentage waarbij een monster dichtvloeit bij 25 slagen is bepalend voor de vloeigrens.

Bij de bepaling van de Atterbergse grenzen worden de volgende parameters bepaald: vloeigrens, uitrolgrens, plasticiteits-index, consistentie-index en natuurlijk watergehalte.

4. Korrelgrootteverdeling

Bij een korrelverdeling wordt de fractieverdeling van de korrels van de verschillende grondsoorten bepaald. Er zijn twee mogelijkheden van beproeving voor het vaststellen van de korrelverdeling. De korrelverdeling kan in een diagram worden gepresenteerd ten opzichte van de droge stof (totaal monster) of ten opzichte van het mineraal deel.

Bij de toepassing van een korrelverdeling droog / nat worden de delen groter dan 63 micron gescheiden. Voor het bepalen van de korrelverdeling wordt het monster gedroogd en wordt een bepaalde hoeveelheid overgebracht in een bekerglas. Daarna wordt aan dit monster een peptisator-oplossing toegevoegd om uitlokking te voorkomen. Dit mengsel blijft 16 uur in de week staan en vervolgens op een 63 micron zeef met water uitgespoeld (gewassen). Het materiaal dat op de zeef achterblijft, wordt gedroogd en mechanisch gezeefd op een zevenreeks. Het materiaal dat na schudden op elke zeef achterblijft, wordt terug gewogen en cumulatief verwerkt in een uitwerkingsprogramma zodat de korrelverdeling in kaart gebracht wordt.

Indien bij een korrelverdeling de fractie kleiner dan 63 micron ook bepaald dient te worden, wordt gebruik gemaakt van een sedigraaf. Het fijne materiaal wat bij een korrelverdeling nat verloren gaat door uitspoeling, wordt opgevangen in een bekerglas en een deel ervan wordt gebruikt voor bepaling van de korrelverdeling kleiner dan 63 micron. De korrelverdeling wordt bepaald door gebruik te maken van röntgenstraling. Door de intensiteit van de doorgelaten röntgenstraling op verschillende plaatsen en op verschillende tijdstippen te meten, wordt een beeld verkregen van de korrelverdeling. De kleinste korreldiameter welke op deze manier kan worden gemeten is 0,1 micrometer.

5. Handvinproef

Met behulp van de handvinproef (torvane proef) kan de ongedraineerde schuifsterkte van ongeroerde grondmonsters worden bepaald in het laboratorium. Deze proef kan eveneens in-situ in het terrein (vane proef) worden uitgevoerd.

De bepaling bestaat uit het plaatsen van een vierbladige vin in ongeroerde grond en het roteren hiervan. Het benodigde wringende moment om de vin zodanig te verschuiven dat de grond aan de buitenzijde van de grondmoot bezwijkt wordt gemeten. Vervolgens kan dit wringende moment worden omgerekend naar een bezwijkspanning van de grond aan de buitenzijde van de cilindrische grondmoot welke gelijk is aan de ongedraineerde schuifsterkte van de grond.

De handvinproef kan worden aanbevolen voor de bepaling van de ongedraineerde schuifsterkte van sterk overgeconsolideerde kleilagen (stijve kleilagen).

6. Bepaling zoutgehalte en PH-waarde

Op basis van verkregen watermonsters uit bijvoorbeeld een peilbuis kan het zoutgehalte worden bepaald. Van zowel het oppervlaktewater en freatische grondwater als ook het water in het eerste watervoerende pakket dient het zoutgehalte (chloride gehalte) te worden bepaald. Zout water kan resulteren in flocculatie van bentoniet. Tevens kan het effect hebben op het indikken van de boorvloeistof. Voor het aanmaken van het bentoniet – watermengsel wordt normaliter uitgegaan van zoet water (niet zout).

Naast de bepaling van het chloride gehalte dient tevens de pH-waarde, het gehalte aan sulfaat en eventuele verontreinigingen te worden bepaald. Een afwijkende pH-waarde kan eveneens resulteren in een aantasting van het bentoniet. Hetgeen tevens van belang kan zijn in relatie tot kwel voor de keuze van het afdichtingsmiddel van sondeer- en boorgaten.

7. Triaxiaalproef

Het doel van de triaxiaalproef is het bepalen van de sterkte-eigenschappen van de grond. De triaxiaal proef kan worden aanbevolen voor de bepaling van de sterkte-eigenschappen van sterk overgeconsolideerde kleilagen (stijve kleilagen).

Bij een triaxiaalproef wordt een grondmonster geprepareerd in de verhouding 1:2 (hoogte 2 maal de diameter). Dit monster wordt met een rubbervlies omhuld en in een perspex cel geplaatst. De cel kan op druk worden gezet door water. Tijdens de triaxiaalproef worden alle drukveranderingen, welke plaatsvinden in en rondom het monster, vastgelegd. Het monster wordt tijdens de belasting met een constante snelheid axiaal vervormd totdat het bezwijkt.

Bijlage 5. Praktijkcases (informatief)

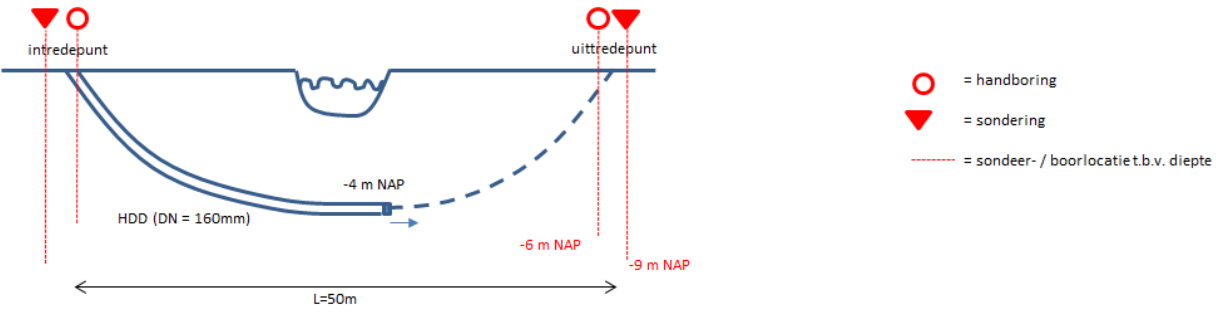
Deze bijlage geeft een schematische weergave hoe de tabellen uit hoofdstuk 4 gebruikt kunnen worden en wat het resultaat daaruit kan zijn. In deze bijlage zijn als voorbeeld praktijkcases opgenomen. Deze bijlage is informatief bijgevoegd en is gebaseerd op dit protocol. Overige vigerende normen zijn niet geraadpleegd. Het betreft hier een weergave van mogelijke situaties.

Case 1: korte HDD 50 m, DN160 mm

Een PE-drinkwaterleiding met een uitwendige diameter van 160 mm dient te worden aangelegd onder een watergang (sloot) met aan weerszijde een boezemwaterkering die beheerd wordt door het waterschap. Het betreft hier een groep II leiding.

Tabel 0.1 Case: korte HDD 50 m, DN160 mm

Aspect	Resultaat	Toelichting
Aanlegtechniek	HDD	Gebaseerd op voorlopige aanlegtechniek
Uitwendige diameter leiding (DN)	160 mm	-
Diameter boorgat (D_{boorgat})	208 mm	Omdat 160 mm x 1,3 is 208 mm
Lengte boring (L)	50 m	-
Hoogteverschil tussen in- en uittredepunt	<10 m	Maaiveld ter plaatse van in en uittredepunt ligt op een gelijk niveau.
Categorie	HDD Categorie 1	Op basis van de kenmerken L en D_{boorgat} valt deze HDD-boring binnen de genoemde categorie 1.
Risicoprofiel te kruisen object	Hoog risicoprofiel	Boezemwaterkeringen zijn aangemerkt als hoog risicoprofiel objecten
Diepste punt	-4 m	Gebaseerd op voorlopige boortracé
Aantal handboringen	2 (tot 6 m – maaiveld)	2 stuks zowel ter plaatse van in- als uittredepunt
Aantal sonderingen	2 (tot 9 m – maaiveld)	2 stuks zowel ter plaatse van in- als uittredepunt
Aantal mechanische boringen	-	In plaats van handboringen is het eveneens mogelijk om aan weerszijde van het te kruisen object mechanische boringen uit te voeren.
Geofysisch onderzoek	-	-
Aantal peilbuizen	-	De waterstand kan worden herleid uit de watergang indien er geen indicatie is van significante verhanglijnen. Het 1ste watervoerende pakket (stijghoogte) wordt niet doorboord door de HDD. De stijghoogte hoeft daarom niet te worden bepaald
Laboratorium onderzoek	-	Niet noodzakelijk. Op basis van tabel B.1 uit de NEN3650-1 kunnen de grondparameters worden vastgesteld.

<p>Kwaliteit water in peilbuis</p>	<p>Kwaliteit grondwater bepalen uit watermonster.</p>	<p>Grondwater in 1ste watervoerende pakket niet beproeven, zie toelichting peilbuis Op basis van databases kunnen overige eigenschappen worden bepaald.</p>
<p>NEN3650 en NEN3651</p>	<p>-</p>	<p>De NEN3651 en NEN3650-1 zijn van toepassing omdat een belangrijk waterstaatswerk wordt gekruist. Deze vigerende normen kunnen meer grondonderzoek vereisen.</p>
		

Case 2: korte HDD 50 m, DN300 mm

Een PE-drinkwaterleiding met een uitwendige diameter van 300 mm dient te worden aangelegd onder een watergang (sloot) met aan weerszijde een boezemwaterkering die beheerd wordt door het waterschap. Het betreft hier een groep II leiding.

Tabel 0.2 Case: korte HDD 50 m, DN300 mm

Aspect	Resultaat	Toelichting
Aanlegtechniek	HDD	Gebaseerd op voorlopige aanlegtechniek
Uitwendige diameter leiding (DN)	300 mm	-
Diameter boorgat (D_{boorgat})	390 mm	Omdat $300 \text{ mm} \times 1,3$ is 390 mm
Lengte boring (L)	50 m	-
Hoogteverschil tussen in- en uittredepunt	<10 m	Maaiveld ter plaatse van in en uittredepunt ligt op een gelijk niveau.
Categorie	HDD Categorie 3	Op basis van de kenmerken L en D_{boorgat} valt deze HDD-boring binnen de genoemde categorie 3. L = 50 m valt in categorie 1. Echter D_{boorgat} is 390 mm valt in categorie 3. Derhalve categorie 3 aanhouden omdat deze maatgevend is.
Risicoprofiel te kruisen object	Hoog risicoprofiel	Boezemwaterkeringen zijn aangemerkt als hoog risicoprofiel objecten
Overige aspecten in deze case niet nader beschouwd. Deze case is enkel ter informatie om te komen tot de juiste categorie		

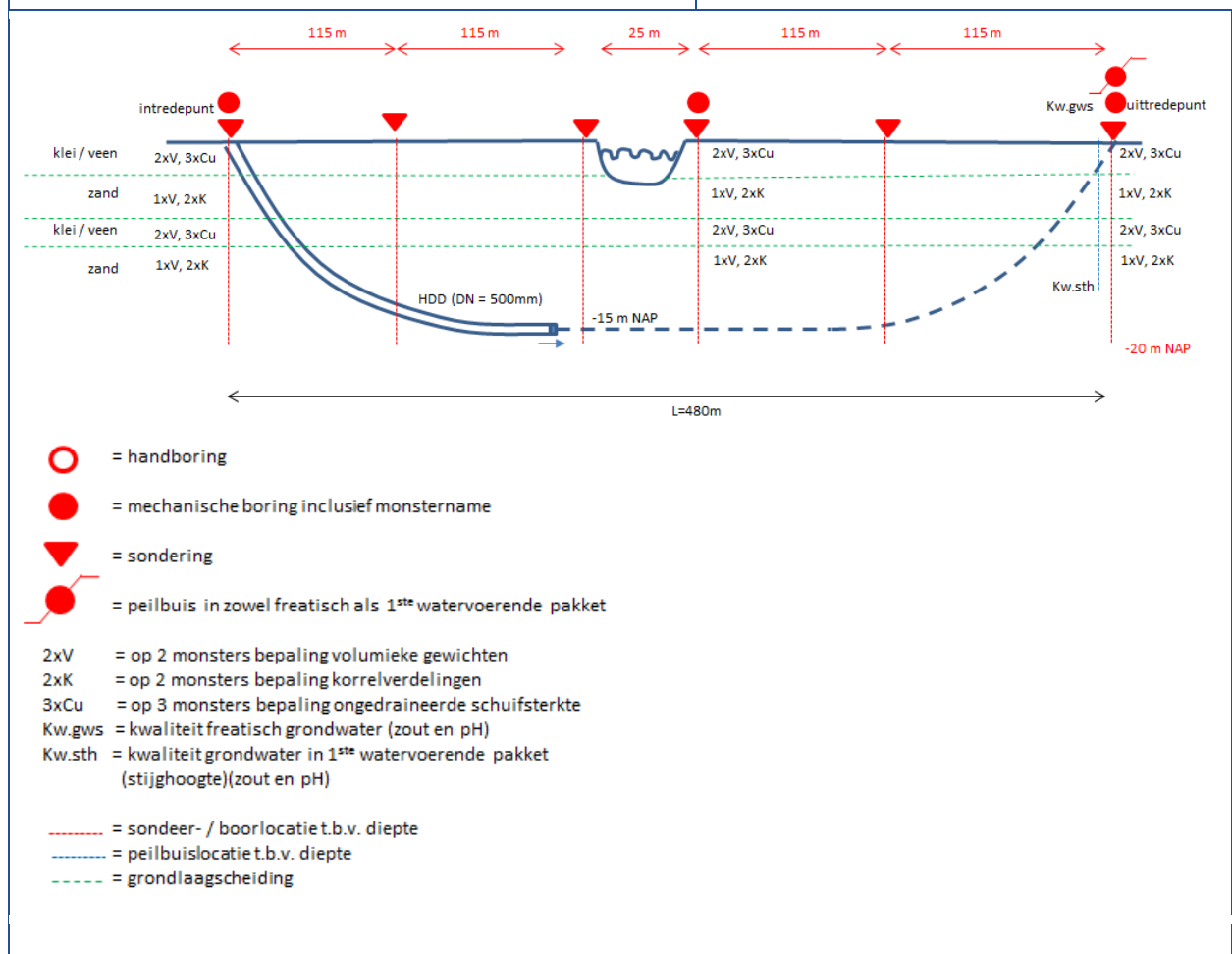
Case 3: middel lange HDD 480 m, DN500 mm

Een PE-drinkwaterleiding met een uitwendige diameter van 450 mm dient te worden aangelegd onder een boezem (watergang) met boezemkaden die beheerd wordt door het waterschap. Het betreft hier een groep II leiding.

Tabel 0.3 Case: middel lange HDD 480 m, DN500 mm

Aspect	Resultaat	Toelichting
Aanlegtechniek	HDD	Gebaseerd op voorlopige aanlegtechniek
Uitwendige diameter leiding (DN)	500 mm	-
Diameter boorgat (D_{boorgat})	650 mm	Omdat 500 mm x 1,3 is 650 mm
Lengte boring (L)	480 m	-
Hoogteverschil tussen in- en uittredepunt	<10 m	Maaiveld ter plaatse van in en uittredepunt ligt op een gelijk niveau.
Categorie	HDD Categorie 5	Op basis van de kenmerken L en D_{boorgat} valt deze HDD boring binnen de genoemde categorie 5.
Risicoprofiel te kruisen object	Hoog risicoprofiel	Boezemwaterkeringen zijn aangemerkt als hoog risicoprofiel objecten
Diepste punt	-15 m	Gebaseerd op voorlopige boortracé
Aantal handboringen	-	-
Aantal sonderingen	6 (tot 20 m – maaiveld)	<ul style="list-style-type: none"> - 2 stuks zowel ter plaatse van in- als uittredepunt - 2 extra sonderingen toevoegen - 2 stuks ter weerszijde van het te kruisen object - Geen complexe geologische situatie
Aantal mechanische boringen	3 (tot 20 m – maaiveld)	<ul style="list-style-type: none"> - 2 stuks zowel ter plaatse van in- als uittredepunt - 1 stuks ter plaatse van het te kruisen object - Geen complexe geologische situatie
Geofysisch onderzoek	-	Indien uit de sonderingen en boring afwijkingen worden geconstateerd (zoals het vermoeden van een geul) kan aanvullend geofysisch onderzoek worden overwogen. Dit is hier niet het geval.
Aantal peilbuizen	1 (tot 12 m – maaiveld)	De waterstand aan weerszijde van het object staat op een gelijk niveau en lager dan het maaiveld. Peilbuis ten behoeve van bepaling freatische waterstand en waterstand in 1ste watervoerende pakket.
Laboratorium onderzoek	18 maal bepaling volumieke gewichten	Proeven volumieke gewichten verdelen over de aanwezige grondlagen (3 mechanische boringen x 6 proeven)

Aspect	Resultaat	Toelichting
	12 maal bepaling korrelverdelingen 18 maal bepaling ongedraineerde schuifsterkte	Proeven korrelverdelingen verdelen over de aanwezige niet cohesieve grondlagen (3 mechanische boringen x 4 proeven) Proeven ongedraineerde schuifsterkte verdelen over de aanwezige cohesieve grondlagen (3 mechanische boringen x 6 proeven)
Kwaliteit water in peilbuis	Bepaling kwaliteit grondwater (zout en pH) zowel freatische als 1 ^{ste} watervoerende pakket)	-
NEN3650 en NEN3651	...	De NEN3651 en NEN3650-1 zijn van toepassing omdat een belangrijk waterstaatswerk wordt gekruist. Deze vigerende normen kunnen meer grondonderzoek vereisen.



Bijlage 6. Referenties

Voor het opstellen van dit protocol is vooral gebruik gemaakt van:

- [1] NEN9997-1 Geotechnisch ontwerp van constructies – deel 1: algemene regels
- [2] NEN-EN 1997-2:2007 Eurocode 7: Geotechnisch ontwerp – Deel 2: Grondonderzoek en beproeving
- [3] NEN-EN 1997-2:2007/C1:2010 Correctieblad
- [4] NEN3650-1+C1 Eisen voor buisleidingsysteem – deel 1: algemene eisen, april 2017
- [5] NEN3651 Aanvullende eisen voor buisleidingen in of nabij belangrijke waterstaatswerken, juni 2012
- [6] Richtlijn Boortechnieken, handleiding wegebouw ontwerp onderbouw, Rijkswaterstaat, Dienst Weg- en Waterbouwkunde, januari 2004
- [7] DCA Technical Guidelines, information and recommendations for the planning, construction and documentation of HDD projects, 4th edition 2015
- [8] Gasunie Technische Standaard (GTS), ontwerp specificatie grondzaken, OSK-02-N, Cultuurtechnisch, geohydrologisch, grondmechanisch en milieutechnisch rapport, versie 6 31-03-2014
- [9] 1-2-3 geologie voor ingenieurs, d.d. maart 2015, KIVI, afdeling geotechniek
- [10] CUR 247, CUR/Geo-Impuls-rapport 247, richtlijn risicogestuurd grondonderzoek - van planfase tot realisatie, Stichting SBRCURnet, Rotterdam 2013
- [11] Sleufloze Technieken voor de leidingeninfrastructuur, NSTT, d.d. 2003, (www.nstt.nl)