

## INHOUDSOPGAVE

<b>1</b>	<b>DOELSTELLING</b> .....	<b>2</b>
<b>2</b>	<b>TOEPASSINGSGEBIED</b> .....	<b>2</b>
<b>3</b>	<b>REFERENTIES</b> .....	<b>2</b>
<b>4</b>	<b>PROCEDURE</b> .....	<b>3</b>
4.1	Geschikte boortechnieken.....	3
4.2	Minder geschikte boortechnieken .....	3
4.2.1	Voor de droge boortechnieken .....	3
4.2.2	Voor de overige boortechnieken .....	4
4.3	Boringen ikv bodemonderzoek.....	4
4.3.1	Bodemstaalname .....	5
4.3.2	Grondwaterstaalname .....	6
4.4	Boringen in kader van bodemsaneringswerken .....	7
4.5	Algemene voorzorgsmaatregelen.....	8
4.6	Extra voorzorgsmaatregelen bij natte boringen .....	8
4.7	Aandachtspunten bij een drijfslag.....	9
4.8	Plaatsing van onttrekkings- en injectieputten .....	9
4.9	Schoonpompen van onttrekkingsputten .....	10
	<b>BIJLAGE</b> .....	<b>12</b>
	Bijlage 1. Geschikte boortechnieken.....	12

## FIGUREN

Figuur 1:	Staalname via single tube.....	4
Figuur 2:	Staalname via dual tube-techniek.....	6

## 1 DOELSTELLING

De doelstelling voor de uitvoering van mechanische boringen en het plaatsen van filters is verschillend bij bodemonderzoek en bodemsanering.

Bij milieu-bodemonderzoek is het doel om een representatief beeld te verkrijgen van de kwaliteit van de grond en van het grondwater. Daarnaast kan ook het nemen van een geschikt bodemluchtstaal in het kader van de risicoanalyse van belang zijn. Een goede opvolging bij de plaatsing van de boringen is hierbij vereist. Er moet worden vermeden dat de samenstelling van de milieukundige stalen wordt beïnvloed door de werkwijze bij het uitvoeren van de boring.

De doelstelling bij bodemsaneringswerken is om een zo goed mogelijk rendement te verkrijgen van de geplaatste onttrekkingsputten. Hieronder verstaan we zowel putten in het kader van bouwputbemalingen en van pilootproeven, als bij een in situ-sanering.

## 2 TOEPASSINGSGBIED

Voor de uitvoering van bodemonderzoeken, in situ-pilootproeven en in situ-bodemsaneringen wordt in vele gevallen gebruik gemaakt van boringen, meestal gevolgd door de plaatsing van putten en peilbuizen. Mogelijke toepassingsgebieden of een combinatie ervan zijn:

1. Bepalen van de bodemopbouw;
2. Kwaliteitsparameters van grond bepalen en opvolgen;
3. Kwaliteitsparameters van grondwater bepalen en opvolgen;
4. Kwaliteitsparameters van bodemlucht bepalen en opvolgen;
5. Opmeten van grondwaterpeilen en bepalen van de grondwaterstroming;
6. Opmeten van onderdrukken of overdrukken voor het bepalen van de invloedstraal bij bodemluchtextractie (BLE)/persluchtinjectie (PLI);
7. Onttrekking van water, product of bodemlucht;
8. Injectie van lucht, nutriënten of chemicaliën;

## 3 REFERENTIES

- Achilles Veiligheid, gezondheid en milieuzorgsysteem voor on-site bodemsaneringswerken; OVAM dd. Februari 2017
- VLAREM Bijlage 5.53.1 CGP voor boringen en voor exploiteren en afsluiten van boorputten
- CMA, DEEL 1, Monsternemingstechnieken
- CWEA, Prélèvements et mesures de terrain (partie P)
- Leefmilieu Brussel, code van goede praktijk voor boringen, staalnames en analyses (n° 1-2-3)
- ISO18400-102:2017 (B) & ISO 18400-204 (BL)

## 4 PROCEDURE

### 4.1 Geschikte boortechnieken

In bijlage 1 is een tabel opgenomen met de geschikte boortechniek(en) voor de verschillende toepassingsgebieden (zie hierboven). Deze tabel is informatief en vormt een hulpmiddel bij de opmaak van de staalnamestrategie en de realisatie van de bodemsanering. De tabel is opgesplitst in droge boortechnieken en overige boortechnieken (spoelboring, pulsing, hamerboringen, ...).

### 4.2 Minder geschikte boortechnieken

Een aantal boortechnieken zijn minder aangewezen voor de toepassingsgebieden van BOFAS en zijn daarom niet opgenomen in de tabel. Deze boortechnieken zijn voor BOFAS-sites slechts in zeer specifieke gevallen toepasbaar. Meestal bestaat er een meer geschikte techniek.

Het gaat hierbij onder andere om de volgende technieken met, niet limitatief, enkele opmerkingen.

#### 4.2.1 Voor de droge boortechnieken

##### **Kernboringen**

Kernboringen (rotskern) laten toe om nagenoeg volmaakte rotsmonsters te nemen, maar het is een zeer dure boortechniek die slechts in uitzonderlijke gevallen zal aangewend worden.

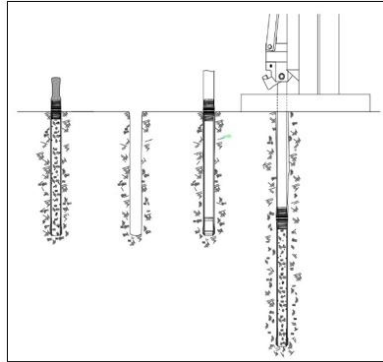
##### **Sonic drilling in combinatie met een voerbuis en bodemstaalname via steekbus en aqualock**

Het gebruik van werkwater voor de onverzadigde zone vormt een conflict met de regionale codes (CMA, CGP Leefmilieu Brussel, CWEA). De (meeste) boortorens van dit type vereisen bovendien een redelijk grote werkruimte en vrije werkhoogte. De techniek is vooral een meerwaarde om snel op grote dieptes boringen en staalnames uit te voeren.

##### **Percussie in combinatie met:**

- (1) Bodemstaalname via single tube: De “single-tube”-technieken gebruiken een enkele boorstang of voerbuis om de staalhouder, met liner erin, in de bodem te brengen. De bodemstalen worden opeenvolgend genomen terwijl de boring in de diepte wordt verdergezekt. De liner met het bodemstaal wordt telkens uit het boorgat verwijderd zonder dat een voerbuis achterblijft, waardoor er een risico bestaat dat het boorgat invalt of dat er kruiscontaminatie optreedt. De techniek kent vooral zijn meerwaarde in een beperkte (discrete) bodemstaalname op grote diepte. De

techniek kent vaak problemen in niet-geconsolideerde gronden en bij staalnames onder grondwaterniveau.



Figuur 1: Staalname via single tube

- (2) Een tijdelijke peilput: het niet-permanent karakter van het staalnamepunt vormt vaak een beletsel bij toepassing op BOFAS-sites
- (3) Tijdelijke bodemluchtstaalname of BL-implantaten: zie opmerking onder (2). De techniek kent vooral een meerwaarde voor zeer diepe bodemluchtstaalnames of verticale staalnametrajecten wat minder relevant is op BOFAS-sites
- (4) Direct imaging (MIP/OIP/MIHPT/EnISSA, ...): de techniek is semi-kwantitatief en omvat niet-repetitieve metingen, ze is eerder geschikt voor complexe diepe verontreinigingssites.

#### 4.2.2 Voor de overige boortechnieken

##### Air Lift (spoelboring)

Deze techniek wordt in principe in de bovenste tientallen meters voorafgegaan door een klassieke spoelboring en is daardoor weinig relevant voor BOFAS-sites die vaak gekenmerkt zijn door relatief ondiepe verontreinigingspluimen.

### 4.3 Boringen ikv bodemonderzoek

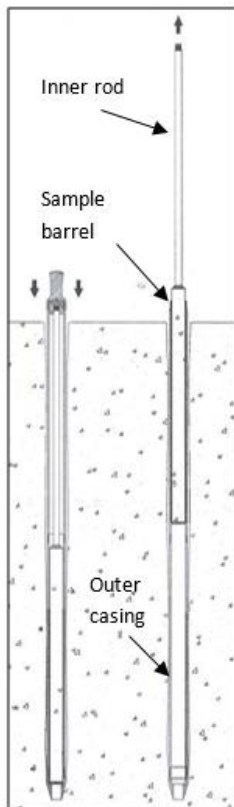
Voor het uitvoeren van milieuboringen in het kader van bodemonderzoek en milieukundige opvolging wordt in eerste instantie verwezen naar de gewestelijke codes opgenomen in CMA, CWEA en naar de code van goede praktijk n° 1-2-3 van Leefmilieu Brussel met betrekking tot staalnames.

Voor milieuboringen zal het gezien de specifieke hydrogeologische bodemopbouw en verontreinigingssituatie soms nodig zijn om gemotiveerd af te wijken van bovenstaande codes.

Als de boringen worden uitgevoerd voor de toepassingsgebieden 1 t/m 4 is het rendement van de geplaatste putten of peilbuizen meestal van ondergeschikt belang. Omdat bij een spoelboorteknik of hamerboorteknik een sterke verstoring van de grond- en grondwaterkwaliteitsparameters door het rondcircularende werkwater of opgestuwde grondwater in een boorgat optreedt, kan beter een droge boorteknik worden aangewend. In de verzadigde zone kan een pulsbooring de aangewezen boorteknik zijn.

#### 4.3.1 Bodemstaalname

Met uitzondering van de manuele boring gebeurt de bodemstaalname voor analyses in het kader van de milieukundige toepassingen bij voorkeur via een "Dual tube"-teknik in combinatie met percussieboringen. In bepaalde gevallen zoals bij diepe boringen (circa 12 m, in functie van bodemtype ...) of in combinatie met de plaatsing van een peilbuis, kan het zinvol zijn om andere boortekniken te gebruiken (bv. steekbussen met holle avegaar). De "dual tube"-tekniken gebruiken concentrische voerbuisen (minstens de buitenste) om de boring gradueel verder te zetten in de diepte. De buitenste voerbuis blijft in de grond terwijl de binnenste gebruikt wordt om het staalrecipiënt (met de liner) naar boven te halen of neer te laten voor een volgende staalname. De buitenste casing vermijdt dat het boorgat kan invallen en beperkt het risico op kruiscontaminatie. In bepaalde gevallen (bv. verzadigde sterk ongeconsolideerde gronden) is het aangewezen om gebruik te maken van een corecatcher aan de basis van de liner of van een "closed piston"-teknik. De (vaak) PVC-liner op zich geldt niet als voerbuis, maar zit binnenin de binnenste voerbuis.



Figuur 2: Staalname via dual tube-techniek

#### 4.3.2 Grondwaterstaalname

Conform het CMA moet de annulaire ruimte bij plaatsing van de peilbuis minstens 1,5 cm bedragen, conform het CWEA bedraagt de annulaire ruimte minstens 50% van de boorgatdiameter.

Als de omstorting van de filter en de stijgbuis in het boorgat niet kan opgemeten worden, wordt gewerkt met prepackfilters en kleistoppen voorzien van een zandmanchet.

Rekening houdend met de huidige marktsituatie bij het gebruik van PE-filters en stijgbuizen met ID/OD van 25/32 mm (prepackfilter 60 mm, prepack-klei 60 of 70 mm), moet de percussieboring (of casing in geval van andere technieken) gebeuren met boorbuisen met een interne diameter van minstens 3,75 inch. De prepacks zijn voorzien van een zandkering. Het verder opvullen van het boorgat boven de kleistop wordt NIET uitgevoerd binnenin de casing of boorbuis. Voor grotere diameters (PE-filter ID/OD van 51/63 mm met prepackfilter 88 mm, prepack-klei 100 mm) moet gewerkt worden met boorbuisen met een interne diameter van minstens 5,25 inch. Er kan voor geadviseerd worden om de vooropgestelde boring uit te voeren aan de hand van enerzijds een boring met kleinere diameter (<3,75 inch) voor bodemstaalname en anderzijds de peilbuis te plaatsen met een tweede boring naast de eerste via de verloren punt-techniek met de minimaal vereiste interne diameter.

Het is niet toegelaten om de peilbuis na plaatsing dieper in de grond te duwen (bv. door het omhoogkomen van de peilbuis tijdens de verwijdering van de boorbuizen of de casing).

#### 4.4 Boringen in kader van bodemsaneringswerken

Als de boringen worden uitgevoerd voor de toepassingsgebieden 7 en 8 moeten de geplaatste putten een zo hoog mogelijk rendement behalen. Naar gelang de bodemopbouw zal de voorkeur worden gegeven aan de volgende boortechnieken.

##### Bij zachte gronden:

- Voor **lemige samendrukbare en versmeerbare gronden** zal voornamelijk een spoelboortechniek worden aangewend;
  - De voordelen zijn dat er slechts een geringe samendrukking van de grond rond het boorgat en geringe versmering van de fijne sedimenten op de wand van het boorgat plaatsvinden;
  - Het nadeel is dat, bij een sterke verontreiniging, door het rondcirculeren van het werkwater het gehele boorgat verontreinigd kan worden. Ook wordt het verontreinigde werkwater opgevangen en verwerkt (gezuiverd) vooraleer dit geloosd kan worden.
- Voor **mooie zuivere en onsamendrukbare zanden** kan, naast de spoelboortechniek, overwogen worden om een (holle)avegaar techniek te gebruiken. Deze laatste techniek heeft de bovengenoemde nadelen niet, maar ervaring toont aan dat avegaarboringen heel gevoelig zijn voor de concentraties aan versmeerbare componenten (klei, leem, glauconiet) en snel kunnen leiden tot putten met een armzalig rendement vergeleken met spoelboringen op dezelfde plaats;
- een derde boortechniek, die in mindere mate de nadelen vertoont van avegaarboringen en van spoelboringen en als een soort compromis kan beschouwd worden tussen beide technieken, is de puls boring. Maar het is een trage en bijgevolg dure techniek.

##### Bij rotsbodem:

- Meestal zal de boortechniek met pneumatische hamer in het boorgat (hamerboringen) aangewend worden. De voordelen zijn vooral de snelle uitvoering en de relatief geringe kostprijs. De nadelen zijn sterk vergelijkbaar met die van de spoel boring. Als een belangrijke zachte deklaag aanwezig is, zal doorgaans eerst geboord worden met een andere, aan zachte gronden aangepaste, techniek tot op de rots. Voor er verder geboord wordt in de rots, zal een metalen voerbuis geplaatst worden doorheen de deklaag. Deze voerbuis wordt met cement vastgemaakt. Dit is noodzakelijk om het boorgat doorheen de deklaag te stabiliseren. Zo niet wordt het boorgat blootgesteld aan het opspuitende water met lucht en stenen waardoor dit boorgat dreigt in te storten;
- de spoelboortechniek met toepassing van een “rollerbit”-boorkop. Deze techniek heeft identieke voor- en nadelen als de gewone spoelboringen. Een voordeel is dat dezelfde boortechniek kan gebruikt worden, zowel doorheen de deklaag als in de rots. Alleen de boorkop moet verwisseld worden. Nadelen zijn de trage vordering in de rots, en het gebruik en het verslijten van rollerbits (met diamant) wat deze rotspoelboortechniek relatief duur maakt.

De boortechnieken voor het uitvoeren van boringen in kader van toepassingsgebieden 5 en 6 zijn minder kritisch. Meestal wordt gekozen om deze boringen uit te voeren in combinatie met boringen voor een ander toepassingsgebied.

#### 4.5 Algemene voorzorgsmaatregelen

Voor het starten van de machinale boring moet manueel tot op een diepte van minstens 1 m-mv voorgeboord of gegraven worden met een diameter die groter is dan de diameter van de machinale boring. Dit dient om het beschadigen van leidingen of andere structuren te voorkomen.

Bij (vermoeden van) aanwezigheid van een drijfslag moeten voldoende voorzorgen genomen worden zodat de drijfslag niet naar beneden uitzakt. Voorzorgen kunnen zijn: het gebruik van een voerbuis, bentonietstop, ... (zie verder).

Alle opgeboorde verontreinigde grond of rots moet worden opgevangen in een geschikte container voor afvoer en verwerking.

Verlies van gelijk welke vorm van oliecomponenten (diesel, hydraulische olie, ...) uit de apparatuur of de voertuigen moet altijd voorkomen worden. Lekken moeten onmiddellijk gedicht worden. Zo niet moeten de boorwerkzaamheden gestaakt worden en de nodige remediërende acties ondernomen worden. De boorder is verantwoordelijk voor de door hem veroorzaakte bijkomende verontreiniging.

#### 4.6 Extra voorzorgsmaatregelen bij natte boringen

Een bovengronds opvangsysteem voor water en opgeboorde grond of rots wordt voorzien (sommige spoelboor- of hamerboortechnieken maken gebruik van een zeefsysteem om water en grond of stenen (cuttings) te scheiden waardoor de opgeboorde grond of stenen in een afzonderlijke container terecht komen). Het deels of volledig laten herinfiltreren van spoelwater in de bodem is niet aanvaardbaar. Indien geen kans bestaat op crosscontaminatie en netheid minder een probleem vormt, kan mits toestemming van BOFAS van bovenstaande werkwijze afgeweken worden (bv. boring in propere zone op een braakliggend terrein).

Als er puur product aanwezig is in het werkwater of als het werkwater sterk verontreinigd is, moet het werkwater worden opgevangen in een geschikte container voor afvoer en verwerking.

Het aangewende werkwater mag niet sterker verontreinigd zijn dan het grondwater ter plaatse van de boring.



Bij twijfel over de waterdichtheid van de bovenste onverzadigde grondlaag, moet een voldoende lange voerbuis geplaatst worden. In dat geval wordt de ruimte tussen de voerbuis en het boorgat opgevuld met een geschikte waterdichtende stof zoals bentoniet. Dit om te vermijden dat er een doorslag zou optreden tussen de voerbuis en de boorgatwand waarlangs werkwater zou ontsnappen.

De nodige maatregelen worden genomen zodat de omgeving (inclusief de gebouwen) gevrijwaard blijft van vuil (boorspecie, water, modder, gesteentefragmenten). Dit geldt in het bijzonder bij hamerboringen.

#### **4.7 Aandachtspunten bij een drijfslag**

Gebruik indien mogelijk een verloren casing (voerbuis) van minimum 1 m boven tot minimum 1 m onder de drijfslag, rekening houdend met de amplitude van de schommelingen van het grondwaterpeil.

De kleistop dient met hoge precisie en met de correcte type klei geplaatst te worden (zie verder bij plaatsing van de filter).

Nadat doorheen de drijfslag en voordat verder wordt geboord, dient het boorgat leeggepompt en met proper nieuw werkwater gespoeld te worden evenals alle leidingen, pompen, ... die in contact zijn geweest met het product.

Alle opgeboorde, opwellend of opgepompt product en verontreinigd grondwater en/of werkwater dient opgevangen in geschikte containers, gevolgd door zuivering ter plaatse of afvoer en verwerking hiervan.

Voorzie voldoende geschikt opslorpingsmateriaal (bv. zagemeel, absorberende korrels) om, bij accidenteel morsen, de verspreiding van de verontreiniging onmiddellijk te kunnen indijken.

Voorzie een brandblusser “standby” om snel te kunnen tussenkomen als er brand uitbreekt aan de oppervlakte (bv. ten gevolge van vonkvorming door een accidentele inslag van de puls op de voerbuizen).

#### **4.8 Plaatsing van onttrekkings- en injectieputten**

De filterbuis wordt door middel van centreerstukken zo centraal mogelijk geplaatst in het boorgat.

Bij de plaatsing van het grindmassief rond de filterbuis zal voldoende aandacht worden besteed aan het inpeilen van de diepte van dit grindmassief om zo een correcte plaatsing ervan te kunnen waarborgen.

Kleistoppen moeten altijd uitgevoerd worden met zwellende kleisoorten **in korrelvorm** en **niet in poedervorm**. Onder grondwaterniveau mogen, om de plaatsing te vergemakkelijken, weinig klevende en trager zwellende kleisoorten gebruikt worden (bv. type Mikoliet 300 of gelijkwaardig). Boven grondwaterniveau zullen de kleistoppen uitgevoerd worden in zuivere bentoniet (bv. type Cebogel of gelijkwaardig). Nauwelijks of niet zwellende kleisoorten (bv. type Mikoliet 00 of gelijkwaardig) zijn niet toegelaten. Kleistoppen met dit type klei hebben, wanneer de korrels uiteenvallen, de neiging om te krimpen waardoor holtes ontstaan en latere instortingen niet uitgesloten zijn.

Voor injectieputten lucht, in het kader van persluchtinjectie, wordt de kleistop vervangen door een grouting bestaande uit een bentoniet/cement/watermengsel in een verhouding van 5/100/75 kg. Voor Bentoniet is dat Cebogel Premium in poedervorm of gelijkwaardig en voor cement is dat Portlandcement P30 of gelijkwaardig. Eerst wordt het Portlandcement gemengd met water en pas nadien wordt het bentoniet toegevoegd nadat dit ook eerst werd opgelost in een beetje water. Ook wordt aanbevolen om het cement-bentonietmengsel te injecteren door middel van een lans of haalbuis. De grouting wordt pas aangebracht nadat eerst een klassieke kleistop van ca. 1 m bestaande uit Cebogel QSE-kleikorrels werd aangebracht boven het filtergrind.

## 4.9 Schoonpompen van onttrekkingsputten

Een pompput voor water moet, indien mogelijk, onmiddellijk na plaatsing van de filter en uiterlijk de dag van de boring zelf worden schoongepompt aan een voldoende hoog debiet en gedurende voldoende lange tijd. Het schoonpompen wordt uitgevoerd totdat het water voldoende helder en zandvrij is. De capaciteit (debiet) van de put, op basis van de info verzameld tijdens het schoonpompen, wordt hierbij ingeschat en geregistreerd. Als voldoende hoog debiet en voldoende lange tijd wordt gesteld dat de waterkolom in de pompput, gedefinieerd als het hoogteverschil tussen de natuurlijke waterstand en de basis van de pompput, minstens gehalveerd moet worden gedurende minstens 1 uur.

Als de hierboven gestelde verlaging wordt bekomen in de pompput zal de pomp gedurende het schoonpompen minimaal 1 maal kortstondig worden stilgelegd zodat de filter grotendeels terug kan vollopen. De bedoeling is om het drooggekomen filtermassief bijkomend te spoelen.

Als er, in verontreinigde zones, een drijfslag aanwezig is in de bodem moet het schoonpompdebiet beperkt worden om verticale versmering van het product in de bodem rond de pompput te voorkomen. In dat geval zal het debiet zodanig worden ingesteld dat de waterkolom in de pompput niet meer dan 1 meter beneden de natuurlijke grondwaterstand

---

daalt. Deze debietverlaging houdt in dat er verhoudingsgewijs langer zal moeten worden schoongepompt.

Als de waterkolom omwille van praktische redenen (bv. drijf laag in de bodem die niet mag uitgesmeerd worden of de pompput heeft een zeer hoog rendement zodat een onredelijk zware pomp met een debiet groter dan 5 m<sup>3</sup>/uur moet gebruikt worden) onvoldoende kan verlaagd worden, zal het aanzuigpunt op verschillende hoogtes geplaatst worden in de filter gedurende het schoonpompen, om zo het filtermassief over de gehele lengte voldoende te spoelen.

Als er zuiver product aanwezig is in de pompput en als het water sterk verontreinigd is, zal bij het schoonpompen het verontreinigde water worden opgevangen in een geschikte container voor afvoer en verwerking. Op sommige terreinen kan, indien deze aanwezig is en indien de aard van de verontreiniging het toelaat, overwogen worden om de koolwaterstofafscheider of de grondwaterzuiveringsinstallatie te gebruiken vóór lozing.

Pompputten voor bodemluchtonttrekking die geboord zijn met een natte techniek en met filterstelling boven de grondwatertafel, moeten na plaatsing van de filter worden gespoeld met helder water, na verwijdering van eventuele boormodder. Na het spoelen wordt de put leeggepompt. Het aangewende spoelwater mag niet sterker verontreinigd zijn dan het grondwater ter plaatse van de boring. Dezelfde richtlijnen zoals hierboven, over sterk verontreinigd water en boormodder, zijn hier van kracht.

---

## BIJLAGE

### Bijlage 1. Geschikte boortechnieken

Toepassings- gebied	Omschrijving	A. Droge boring				B. Overige boortechnieken					
		manueel  Edelman icm steekbus	mechanische boring			spoeiboring				pulsboring	hamer- boring
			rotatie principe		percussie- principe icm dual tube	direct	direct met voerbuis	zuigboring	zuigboring met voerbuis		
			volle avegaar	holle avegaar							
1	Bodemopbouw	xxx	x	x/xx <sup>(1)</sup>	xx	x	x	x	x/xx <sup>(1)</sup>	xx	x
2	Grondstaalname	xx <sup>(1)</sup>	x	x/xx <sup>(1)</sup>	xxx	-	-	-	-	xx <sup>(1)</sup>	-
3	Grondwaterstaalname	xx	x	xx	xx	x	xx	x	xx	xx	xx
4	Bodempluchstaalname	xx	x	xx	xx	x	x	x	x	-	xx
5	Piëzometrie	xx	x	xx	x	xx	xxx	xx	xxx	xxx	xx
6	Drukmeting ter bepaling van invloedstraal	xx	x	xx	xx	xx	xxx	xx	xxx	xxx	xx
7	Extractie bodemplucht, grondwater, product	x	x	x	x	xx	xxx	xx	xxx	xxx	xx
8	Injectie lucht, nutriënten, chemicaliën	x	x	x	x	xx	xxx	xx	xxx	xxx	xx
xxx	zeer geschikt										
xx	geschikt										
x	minder geschikt										
-	niet geschikt										
(1)	in combinatie met steekbus/liner										