

**CODE VAN GOEDE PRAKTIJK VOOR HET GEBRUIK VAN
ALTERNATIEVE BODEMONDERZOEKSTECHNIKEN**

PID/FID

(fotoionisatie-detectie / vlamionisatie- detectie)

Beschrijving van de techniek

PID (foto-ionisatie detectie) en FID (vlam ionisatie detectie) zijn screeningsmethoden waarmee men de totale concentratie aan vluchtige organische verbindingen van een bodemmonster kan schatten, respectievelijk door foto-ionisatie en door vlamionisatie.


ALGEMENE INFORMATIE
A. Bodemcomponenten

De techniek kan toegepast worden voor het onderzoek naar de aanwezigheid van verontreinigingen in volgende bodemcomponenten:

| Bodemfase | | Opmerkingen |
|-------------|---|---|
| Bodemmatrix | X | |
| Grondwater | - | De aanwezigheid van pollutanten kan ook indicatief worden nagegaan d.m.v. headspace metingen in peilbuizen (eerder kwalitatief; wel of geen uitdamping; niet kwantitatief). |
| Bodemlucht | X | |

B. Geanalyseerde verontreinigingsparameters

Met de techniek kunnen volgende verontreinigingsparameters onderzocht worden:

| Verontreinigingsparameter | Bodemmatrix | Grondwater | Bodemlucht | Opmerkingen |
|---|-------------|------------|------------|---|
| Aromaten(BTEX) | X | - | X | PID: breed scala aan vluchtige organische componenten en enkele anorganische componenten (aldehyden, ketonen, alcoholen, chloor- en broomethanen, BTEX, vliegtuigbrandstoffen, CS ₂ , dieselbrandstof, chloorethenen, ethers, alifaten, benzine, ...). Opmerking: geen meting van methaan. FID: organische verbindingen met C-H-verbinding (inclusief methaan). |
| Gechloreerde solventen (VOCL, Cl-ethen, Cl-ethaan, gechloreerde aromaten) | X | - | X | |
| PAK (enkel naftaleen) | X | - | X | |
| Vluchtige KWS (C5-C10) | X | - | X | |
| Minerale Olie (C10-C40) | X | - | X | |
| Zware Metalen (+Kobalt) | - | - | - | |
| Cyaniden | X | - | X | |
| LNAPL | - | - | - | |
| DNAPL | - | - | - | |
| Andere | X | - | X | |

C. Terreinkenmerken toepassingsgebied

De alternatieve bodemonderzoekstechniek is toepasbaar bij volgende omgevingskenmerken:

| Bodemtype | | Opmerkingen |
|--|---|---|
| Puin | X | |
| Zand | X | |
| Leem | X | |
| Grind | X | |
| Veen | X | |
| Klei | X | |
| Zandsteen | X | |
| Andere... (leisteel, metamorf gesteente, krijt) | X | |
| Hydrogeologische karakteristieken | | |
| Heterogeen en doorlatend | X | |
| Heterogeen en matig doorlatend | X | |
| Heterogeen en ondoorlatend | X | |
| Diepte | | |
| Oppervlakkig | X | |
| 1-5 m-mv | X | |
| 5-10 m-mv | X | |
| 10-15 m-mv | X | |
| >15 m-mv | X | |
| Bodembedekking | | |
| Geen bodembedekking | X | De bodembedekking moet kunnen verwijderd worden voor de meting. |
| Klinkers | X | |
| Kasseistenen | X | |
| Tegels | X | |
| Asfalt | X | |
| Beton | X | |
| Andere | X | |
| Minimale werkdimensie | | |
| Dimensies l x b x h | - | PID / FID zijn draagbare instrumenten |
| Techniek toepasbaar voor verontreinigde zone met: | | |
| Kleine oppervlakte (1-5 m ²) | X | |
| Medium oppervlakte (5 – 200 m ²) | X | |
| Grote oppervlakte (>200 m ²) | X | |

D. Fysicochemische parameters

Met de techniek kunnen volgende fysicochemische parameters worden geanalyseerd:

| Fysicochemische parameters | Bodemmatrix | Grondwater | Bodemlucht | Opmerkingen |
|-----------------------------|-------------|------------|------------|-------------|
| pH | - | - | - | |
| EC | - | - | - | |
| Temperatuur | - | - | - | |
| Hydraulische conductiviteit | - | - | - | |

E. Werkingsprincipe

PID (foto-ionisatie-detectie): de foto-ionisatie detector maakt gebruik van ionisatie: de eigenschap van gasvormige moleculen om een elektrische stroom te genereren wanneer ze worden onderworpen aan UV-straling met voldoende energie. De UV lamp wordt gekozen naargelang de ionisatiepotentiaal van de verbindingen die men wenst te meten: de ionisatie-energie van de lamp moet groter zijn dan de ionisatiepotentiaal van de te onderzoeken molecule. Meestal wordt er gebruik gemaakt van een 10,6 elektronvolt (eV) lamp maar ook andere lampen worden toegepast. De meest courante lampen naast de 10,6 eV lamp zijn de 9,5 eV en 11,7 eV lampen. De meeste PID's worden gekalibreerd met het standaardgas isobutyleen. Een PID detecteert alle gassen die een lagere ionisatiepotentiaal hebben dan de toegepaste lamp. De uitgelezen waarde moet vermenigvuldigd worden met de correctiefactor of gedeeld worden door de responsfactor (responsfactor is de inverse van de correctiefactor). De correctiefactor wordt aangegeven in de tabellen die door de leverancier van het PID-apparaat worden verstrekt.

De PID meter is gevoelig voor hoge luchtvochtigheid. Waterdamp in de ionisatiekamer kan leiden tot een vals positief signaal omwille van een lekstroom. De laag van zoutkristallen aanwezig tussen de lamp en de ionisatiekamer kan eveneens aangetast worden door vocht wat de meting negatief beïnvloedt.

De respons van een PID daalt bij hogere temperatuur. De reden hiervoor is niet exact gekend maar verandering in dichtheid van gassen omwille van het temperatuureffect speelt hierin waarschijnlijk een rol.

De PID response varieert ook met drukverschillen. De correctiefactor neemt toe indien de meting wordt uitgevoerd op grotere hoogte.

PID metingen zijn waardevol als kwalitatieve screening. Omrekening naar kwantitatieve waarden voor specifieke componenten is niet eenvoudig en wordt niet aangeraden.

FID (Vlamionisatie-detectie): alle organische verbindingen met een koolstof-waterstofverbinding worden geïoniseerd wanneer ze worden ingebracht in een waterstofvlam. Door een elektrisch veld aan te leggen, worden de gevormde ionen verzameld en de bijbehorende stroom gemeten. Het gemeten signaal is, als een eerste benadering, evenredig met het aantal C-H-bindingen dat in de vlam wordt ingebracht (of met het aantal bijbehorende koolstofatomen).

Er zijn apparaten met "dubbele detectoren" die PID en FID combineren.

F. Aanvullende informatie

Aanvullende informatie is opgenomen in onderstaande tabel:

| Aanvullende informatie | Opmerkingen |
|---|---|
| Aard van de techniek | Detectie door ionisatie van verbindingen |
| Meetfrequentie / meetsnelheid | Continu |
| Tijd nodig om de meetresultaten te bekomen | Enkele seconden, onmiddellijk aflezen van de waarde |
| Presentatie / visualisatie resultaten | Concentraties aan totale vluchtige organische verbindingen |
| Ervaringsniveau veldwerker | Beperkt |
| Aard van het meetresultaat | Semi-kwantitatief: de alternatieve onderzoekstechniek resulteert in concentraties die verder moeten omgerekend worden (correctiefactor) of gecorreleerd worden met conventionele bodemonderzoekstechnieken en – analyses. |
| Nauwkeurigheid / Detectielimiet / Meeteenheid | PID: variabel naargelang de onderzochte molecule , algemene detectielimiet 50 ppb FID: 0,2 ppm |
| Kostprijs aankoop | PID : 2.000€ à 4.000€ (excl. BTW) FID : 2.000€ à 6.000€ (excl. BTW) |

TECHNISCHE VOORSCHRIFTEN

A. Richtlijnen vóór gebruik op terrein

- Respons test en/of kwaliteitsvoorwaarden:
 - Volg de aanwijzingen in de handleiding van de leverancier.
 - Alcoholstift-test: breng een alcoholstift in de nabijheid van de PID/FID-meter om de werking van het apparaat na te gaan.
- Kalibratie: ja, nodig (volg de handleiding van de leverancier)
- Intensiteit van gebruik van de alternatieve techniek
 - in Brussel en België: de techniek wordt vaak gebruikt.
 - PID en FID worden internationaal breed erkend en zijn onderwerp van de volgende standaarden:
 - Frankrijk : NF X 43-301, goedgekeurd in december 1991
 - Duitsland : VDI 3481 Blatt 1 en Blatt 3
 - Europa : EN 16995:2017

- VS : procedure 25 A van de EPA
- ISO 10381-7

B. Beschrijving werkwijze terrein

PID:

1. Plaats een vocht-/stoffilter op het PID-apparaat.
2. Een bodemonster wordt zorgvuldig genomen met minimale verstoring.
3. Het monster wordt onmiddellijk in een glazen fles, gevuld met water zonder organische stoffen, geplaatst. De fles wordt onmiddellijk afgesloten met aluminiumfolie en een stop.
4. De afgesloten fles met het monster wordt 10 tot 15 seconden met de hand geschud en het monster wordt visueel geïnspecteerd om een volledige dispersie van het monster in het water te waarborgen.
5. De inlaatbuis van de draagbare foto-ionisatie-detector (PID) wordt door de aanwezige opening in de stop door de aluminiumfolie in het monster / watermengsel gestoken.
6. Het PID-resultaat wordt 2 tot 3 seconden gemeten na het doorprikken van de beschermende film. Het resultaat wordt vergeleken met een standaard en is een schatting van de totale VOC-concentratie. De schatting van de totale VOC-concentratie wordt weergegeven op het meetinstrument.

FID:

1. Plaats een vocht-/stoffilter op het FID-apparaat.
2. Verwarm de unit voor gedurende ongeveer 30 minuten.
3. Neem een bodemonster van ongeveer 250 g in een pot.
4. Sluit het staal in de pot af door aluminiumfolie over de opening te plaatsen en het deksel erop te schroeven.
5. Schud de pot gedurende 30 seconden om het monster te mengen.
6. Het monster moet een temperatuur tussen 15 ° C en 25 ° C hebben.
7. Laat het monster ongeveer 15 minuten rusten.
8. Schud de pot nogmaals gedurende 30 seconden.
9. Steek de sonde in de pot doorheen de aluminiumfolie om de VOC-concentratie in de "Head Space" te meten.
10. Lees de concentratie af die op het apparaat wordt weergegeven.

Een alternatief voor bovenstaande methode is de **'zakjes'-methode**. Tijdens of direct na de uitvoering van de (edelman)boring wordt een bodemonster in een kunststof (boterham)zakje gebracht. Na sluiting met luchtinclusie en enige tijd schudden wordt door middel van een meting van de luchtfase met een PID/FID-meter een indicatie bekomen van de aanwezigheid van vluchtige organische componenten in het monster.

C. Richtlijnen na verwerving resultaten

Validatie van resultaten (Valideringsprocedure / aanbevelingen voor validatie)

Semi-kwantitatief: De meting zoals afgelezen op de PID meter moet gecorrigeerd worden met een correctiefactor (CF). Elke chemische stof heeft een eigen CF en is afhankelijk van de gebruikte lamp en het gebruikte calibratiegas. Een lijst van correctiefactoren wordt door de leverancier meegegeven. De CF worden berekend met volgende formule: $CF_{\text{verbinding}} = R_{\text{cal}} / R_{\text{verbinding}}$ waarbij R_{cal} en $R_{\text{verbinding}}$ de respectievelijke responsfactoren zijn voor het gebruikte calibratiegas en de onderzochte verbinding.

De concentratie van de verontreinigende stof in de bodem dient bevestigd te worden door middel van standaardanalysemethoden. Deze techniek is snel en efficiënt om een schatting te verkrijgen van de horizontale en verticale mate van vervuiling. Het maakt het eenvoudiger om de monsters te selecteren die op een conventionele manier geanalyseerd worden. Ook de positiebepaling van de peilbuis is eenvoudiger.

| |
|---|
| VEILIGHEIDSVOORSCHRIFTEN SPECIFIEK VOOR DE TECHNIEK |
|---|

Om de veiligheid van de veldwerkers te kunnen garanderen zijn standaard persoonlijke beschermingsmiddelen bij het gebruik van de alternatieve bodemonderzoekstechniek noodzakelijk.

A. Leveranciers van de alternatieve bodemonderzoekstechniek (apparaat, product, service, analyses)

- België
 - RAE Benelux
- Europa
 - COSMA
 - Horiba
 - Cleanair Europe
- Wereldwijd
 - Thermo Environmental Instruments
 - Siemens

B. Bibliografie - Literatuur

- Serge Collet. Méthodes de mesure des composés organiques volatils à l'émission. Conférence "Entreprise et C.O.V.", May 1994, Colmar, France.
- EPA : Methode 3815 : Screening van bodemstalen op vluchtige organische verbindingen.
- Valérie LAPERCHE, Daniel HUBE, Valérie GUERIN et Nicolas AUBERT. 2014. Outils de mesure sur site : quel besoin et quelles mesures pour quelle utilisation ? ADEME.
- Field screening of soil samples utilizing photoionization and Flame-ionization detectors, Departement of Environmental Protection,
- Ion Science facteur de réponse PID, Euro Index