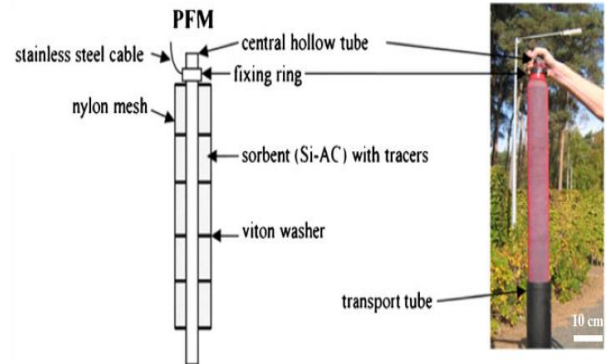


**CODE VAN GOEDE PRAKTIJK VOOR HET GEBRUIK VAN
ALTERNATIEVE BODEMONDERZOEKSTECHNIEKEN**

PFM

(Passive Flux Meter)


Beschrijving van de techniek

De Passive Flux Meter (PFM) is een permeabele eenheid, gevuld met een mengsel van absorptiemiddel en merkstof (tracer), die in een peilbuis wordt geïnstalleerd met als doel pollut- en waterfluxen in grondwater te meten. Het grondwater kan passief in het apparaat circuleren. Bij grondwaterstroming door de PFM, worden pollutanten geadsorbeerd door het absorptiemiddel waardoor een inschatting kan gemaakt worden van de pollutantenflux. Tegelijkertijd wordt door de grondwaterstroming ook tracer materiaal opgelost, wat toelaat de totale waterflux te bepalen tijdens dezelfde periode.

Een 'polluentflux' wordt gedefinieerd als de hoeveelheid pollutant, in massa uitgedrukt, die per tijdseenheid en per oppervlakte-eenheid door een meetvlak heen stroomt, doorgaans loodrecht op de grondwaterstromingsrichting. De hoeveelheid pollutant die per tijdseenheid door het hele meetvlak stroomt, wordt omschreven als de 'polluentvracht'.

ALGEMENE INFORMATIE
A. Bodemcomponenten

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

Bodemfase		Opmerkingen
Bodemmatrix	-	
Grondwater	X	
Bodemlucht	-	

B. Geanalyseerde verontreinigingsparameters

Met de techniek kunnen volgende verontreinigingsparameters onderzocht worden:

Verontreinigingsparameter	Bodemmatrix	Grondwater	Bodemlucht	Opmerkingen
Aromaten(BTEX)	-	X	-	
Gechloroerde solventen (VOCL, Cl-ethen, Cl-ethaan, gechloroerde aromaten)	-	X	-	
PAK	-	-	-	
Vluchtige KWS (C5-C10)	-	-	-	
Minerale Olie (C10-C40)	-	-	-	
Zware Metalen (+Kobalt)	-	-	-	
Cyaniden	-	-	-	

Verontreinigingsparameter	Bodemmatrix	Grondwater	Bodemlucht	Opmerkingen
LNAPL	-	-	-	
DNAPL	-	-	-	
Andere	-	X	-	MTBE, ETBE, TAME, decaan, naftaleen

C. Terreinkenmerken toepassingsgebied

De alternatieve bodemonderzoekstechniek is toepasbaar bij volgende omgevingskenmerken:

Bodemtype		Opmerkingen
Puin	X	Alle types bodem indien er grondwater aanwezig is (eigenschappen watervoerende laag /aquitard)
Zand	X	
Leem	X	
Grind	X	
Veen	X	
Klei	X	
Zandsteen	X	
Andere... (leisteen, metamorf gesteente, krijt)	X	
Hydrogeologische karakteristieken		
Heterogeen en doorlatend	X	Watervoerende laag met grondwatercirculatie
Heterogeen en matig doorlatend	X	
Heterogeen en ondoorlatend		
Diepte		
Oppervlakkig	X	Alle mogelijke diepten, meerdere PFM kunnen aan elkaar vastgemaakt worden.
1-5 m-mv	X	
5-10 m-mv	X	
10-15 m-mv	X	
>15 m-mv	X	
Bodembedekking		
Geen bodembedekking	X	Alle mogelijke bodembedekkingen indien een peilbuis kan geïnstalleerd worden
Klinkers	X	
Kasseistenen	X	
Tegels	X	
Asfalt	X	
Beton	X	
Andere	-	
Minimale werkdimensie		
Dimensies l x b x h		Werkruimte nodig voor de installatie in een peilbuis
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	-	-	-	
Andere	-	X	-	Grondwaterflux

E. Werkingsprincipe

De interne samenstelling van de PFM bestaat uit een matrix van hydrofobe en hydrofiele absorptiematerialen die organische en / of anorganische verontreinigingen opgelost in vloeistoffen onderschept. De matrix is ook geïmpregneerd met een gekende hoeveelheid van één of meerdere oplosbare merkstoffen ("resident tracers"). Deze tracers logen uit de matrix aan snelheden evenredig met de grondwaterstromingssnelheid. De gemeten polluenten en achtergebleven tracers op de matrix zijn een maat voor de respectievelijke grondwater- en polluentfluxen.

Na een bepaalde periode van blootstelling aan het grondwater, wordt de PFM opgehaald uit de peilbuis. Vervolgens dient het absorptiemiddel met voorzichtigheid uit het permeabele omhulsel te worden gehaald om de massa van de aangehechte verontreiniging en de massa van de achtergebleven tracer te kwantificeren.

De aangehechte massa wordt gebruikt om de cumulatieve en gemiddelde pollutantenflux over een tijdsperiode te berekenen. De overgebleven massa aan tracers wordt gebruikt om de cumulatieve en gemiddelde grondwaterflux over dezelfde periode te berekenen.

De verschillen in verontreiniging in functie van de diepte kunnen tegelijk gemeten worden door in één PFM verticaal het absorptiemateriaal te segmenteren. Zo kan op elke diepte, op basis van de extractie van het absorptiemateriaal op die diepte, de grondwater- en pollutantenflux gemeten worden.

Tracers met een verschillende verdelingscoëfficiënt (verschillende grootteordes) worden toegepast om het verschil in grondwaterstromingssnelheid in functie van de diepte te bepalen. De grondwaterstromingssnelheid kan immers meerdere grootteordes verschillen naargelang de diepte.

F. Aanvullende informatie

Aanvullende informatie is opgenomen in onderstaande tabel:

Aanvullende informatie	Opmerkingen
Aard van de techniek	Fysisch (staalname door aanhechting massa) / Chemisch (gebruik van vloeistof tracers)
Meetfrequentie / meetsnelheid	Eén meetcampagne duurt 3 tot 11 weken. Tijd van blootstelling wordt berekend in functie van de stromingssnelheid van het grondwater.
Tijd nodig om de meetresultaten te bekomen	4 weken na ontvangst van de PFM in het laboratorium
Presentatie / visualisatie resultaten	Grafisch, concentraties, flux. De gegevens worden gemeten in functie van de diepte
Ervaringsniveau veldwerker	Medium
Aard van het meetresultaat	Kwantitatief: de alternatieve onderzoekstechniek resulteert in rechtstreeks gemeten concentraties die de actuele verontreinigingstoestand kwantificeren, vergelijkbaar met conventionele bodemonderzoekstechnieken en – analyses.
Nauwkeurigheid / Detectielimiet / Meeteenheid	Massaflux : mg/m ² /d ; Darcy stroomsnelheid : cm/d
Kostprijs aankoop	+ 1500 € (excl. BTW) voor een PFM van 1,5 meter en van 5 cm diameter. Deze prijs is inclusief het maken en het versturen van de PFM vanuit de USA, de analyses in het laboratorium en het elektronisch rapport (PDF). De gebruiker is verantwoordelijk voor de installatie, de staalname en het opsturen van de PFM naar het laboratorium voor analyse (USA)

TECHNISCHE VOORSCHRIFTEN

A. Richtlijnen vóór gebruik op terrein

1. Respons test en/of kwaliteitsvoorwaarden: tijdens de installatie en het ophalen van de PFM, kan een deel van de verontreinigingen opgenomen worden en een deel van de tracers uitgelooft worden door het contact met het grondwater. Dit zelfs alvorens de gewenste diepte te hebben bereikt. Om dit te kwantificeren, kan een test-PFM worden geïnstalleerd die onmiddellijk weer wordt opgehaald. De waarden die worden gemeten door de PFM kunnen gecorrigeerd worden met de verliezen en aanhechtingen van de test PFM, zodat de foutenmarge, gelinkt aan installatie en ophaling kan geëlimineerd worden.
2. Kalibratie: n.v.t.
3. Intensiteit van gebruik van de alternatieve techniek
 - i. In Brussel en België: Op basis van het uitgevoerd onderzoek bij bodemexperten in Brussel, is de alternatieve onderzoekstechniek "PFM" nog nooit in België gebruikt in officiële rapportages.
 - ii. Wetgeving in andere regio's, landen? Niet gekend.

B. Beschrijving werkwijze terrein

Installatie

1. Transport van de PFM op site in PVC transportbuizen.
2. Op de site, organisatie van de PFM voor installatie.
3. Inrichten van een werkruimte op de plaats van installatie door de PFM tussen twee schragen te bevestigen.
4. Verwijder de afsluitingen van de PVC transportbuis.
5. Open de toegang tot de peilbuis.
6. Bevestig de recuperatie- kabel aan de bovenkant van elke PFM.
7. Plaats de PFM met transportbuis bovenaan de peilbuis en gebruik een staaf om de PFM in de peilbuis te duwen, uit de transportbuis.
8. Duw de PFM tot de gewenste positie zonder de spanning op de recuperatie-kabel te verliezen.
9. Herhaal de stappen 6 tot 8 voor elke PFM die geïnstalleerd wordt in de peilbuis.
10. Sluit de toegang tot de peilbuis (De recuperatie-kabels worden afgesneden, zodanig dat er nog 60 cm van elke kabel buiten de peilbuis aanwezig is.)
11. Herhaal de stappen 2 tot 10 voor elke peilbuis.

Ophaling en staalname

1. Haal de PFM terug op uit de peilbuis via de kabel
2. De PFM wordt direct uit de peilbuis in een PVC buis van dezelfde diameter opgehaald.
3. Plaats de buis op een tafel en haal het eerste segment onderaan uit de PFM.
4. Gebruik een schaar om het nylonnet door te knippen dat het eerste segment bedekt en laat het sorptiemiddel in de kom lopen.
5. Meng het sorptiemiddel om het mengsel te homogeniseren.
6. Plaats 40 ml van het mengsel in het monstername recipiënt (volatile organic analysis (VOA)) van 40 ml met Isobutyl alcohol.
7. Meet de lengte van het bemonsterde segment.
8. Herhaal de stappen 4 tot 7 voor de overige segmenten van de PFM.
9. Nadat alle PFM's bemonsterd zijn, plaats de monstername recipiënten van 40 ml in een koelbox en stuur ze op voor analyse.

C. Richtlijnen na verwerving resultaten

Valideer de resultaten

Kwantitatief: studies (zie bibliografie) tonen aan dat de concentraties gemeten door de PFM van dezelfde grootteorde zijn als concentraties gemeten op basis van klassieke staalname. Deze studies kunnen als argument dienen voor de rechtvaardiging van het gebruik van de PFM tijdens bodemonderzoeken in Brussel.

Ter verificatie van de grootteorde van de gemeten concentratieflux wordt aangeraden de metingen te vergelijken met resultaten op basis van andere (klassieke) technieken.

VEILIGHEIDSVOORSCHRIFTEN SPECIFIEK VOOR DE TECHNIEK

Tijdens de ophaling van het absorbens uit de PFM, kan het mogelijk zijn dat er sorptiemateriaal gemorst wordt op de grond. Men moet dus een beschermend zeildoek voorzien onder de werkzone.

Om de PFM niet te verontreinigen tijdens de installatie, is het dragen van propere handschoenen noodzakelijk.

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)

- Wereldwijd
 - Enviroflux (USA)

B. Bibliografie – Literatuur

- Enviroflux – Published articles
- Field demonstration and evaluation of the Passive Flux Meter on a CAH groundwater plume. Verreydt et al. 2013.