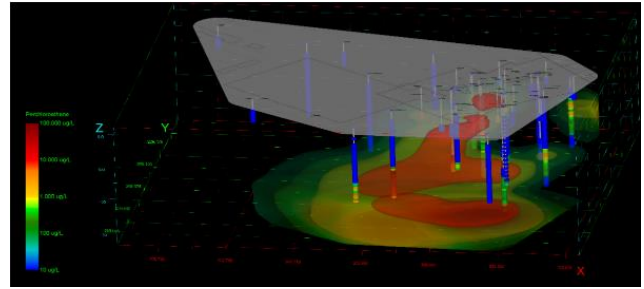


**CODE VAN GOEDE PRAKTIJK VOOR HET GEBRUIK VAN
ALTERNATIEVE BODEMONDERZOEKSTECHNIEKEN**

EnISSA MIP

Enhanced In Situ Soil Analysis


Beschrijving van de techniek

Het EnISSA MIP systeem combineert de standaard MIP configuratie met de verbeterde detectie mogelijkheden van een snelle GC/MS methode. De voordelen van een dergelijke GCMS detector zijn de lage detectielimieten die kunnen behaald worden en de mogelijkheid om individuele componenten te meten. Het GCMS systeem is zodanig aangepast dat heel korte analysetijden mogelijk worden (1 minuut) waarbij lage detectielimieten kunnen behaald worden (10 à 20 µg/l). Eén meting per 30cm diepte-interval is mogelijk bij een sondeersnelheid van 30 cm/minuut. Er kunnen bij deze sondeersnelheid tot 12 individuele componenten simultaan gemeten worden. Er kan ook een breder spectrum aan componenten gemeten worden tot 54 (semi-vluchtige) onbekende componenten. In dat geval bedraagt de snelheid van analyse 3 à 4 minuten (ipv 1 minuut). De detectielimiet bedraagt dan nog 200 tot 500 µg/l.

Gecombineerde metingen EnISSA MIP-CPT of EniSSA MIP-HPT zijn eveneens mogelijk en kunnen aangevuld worden met EC-metingen. Op basis van de EC-resultaten kan de bodemtextuur worden beschreven evenals met de CPT sonde. Met de HPT sonde kan ook de hydraulische conductiviteit van een bodemlaag gemeten worden.

ALGEMENE INFORMATIE
A. Bodemcomponenten

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

Bodemfase		Opmerkingen
Bodemmatrix	X	Kan toegepast worden in de verschillende fases van de bodem (vaste deel, grondwater, bodemlucht)
Grondwater	X	
Bodemlucht	X	

B. Geanalyseerde verontreinigingsparameters

Met de techniek kunnen volgende verontreinigingsparameters onderzocht worden:

Verontreinigingsparameter	Bodemmatrix	Grondwater	Bodemlucht	Opmerkingen
Aromaten(BTEX) en MTBE	X	X	X	
Gechloreerde solventen (VOCL, CL-ethen, Cl-ethaan, gechloreerde aromaten)	X	X	X	
PAK	X	X	X	Beperkt tot dubbele ringen (Naftaleen)
Vluchtige KWS (C5-C10)	X	X	X	
Minerale Olie (C10-C40)	-	-	-	
Zware Metalen (+Kobalt)	-	-	-	
Cyaniden	-	-	-	
Overige VOC's	X	X	X	

C. Terreinkenmerken toepassingsgebied

De alternatieve bodemonderzoekstechniek is toepasbaar bij volgende omgevingskenmerken:

Bodemtype		Opmerkingen
Puin	X	Harde lagen kunnen de sondeerkop beschadigen. Vanaf een sondeersnelheid lager dan 10cm/minuut of lager dan 25 cm/min over gans een meter bij maximale drukkracht worden de sonderingen gestopt.
Zand	X	
Leem	X	
Grind	X	
Veen	X	
Klei	X	
Zandsteen	X	
Andere... (leisteen, metamorf gesteente, krijt)	-	
Hydrogeologische karakteristieken		
Heterogeen en doorlatend	X	
Heterogeen en matig doorlatend	X	
Heterogeen en ondoorlatend	X	
Diepte		
Oppervlakkig	-	
1-5 m-mv	X	bij beperkte diepte niet altijd meest kosten efficiënte benadering
5-10 m-mv	X	
10-15 m-mv	X	
>15 m-mv	X	Afhankelijk van bodemopbouw. Hoge weerstanden door compactere bodems o.a. compacte zand(steen)lagen, stenen, grind zijn beperkend.
Bodembedekking		
Geen bodembedekking	X	
Klinkers	X	Bodembedekking dient te worden verwijderd. Minimale diameter betonkernboring 120mm
Kasseistenen	X	
Tegels	X	
Asfalt	X	
Beton	X	
Andere...		
Minimale werkdimensie		
Dimensies l x b x h (m)	Van 2,44mX1,52mX2,26m tot 4,8mX2,5mX3,45m	Van 2,44mX1,52mX2,26m (Geoprobe met direct push en werkhoopte 3,85 m) tot 4,8mX2,5mX3,45m (sondeertruck 20 ton met werkhoopte 3,45 m) + Labowagen 5,3mX2,3mX2,4m
Techniek toepasbaar voor verontreinigde zone met:		

Kleine oppervlakte (1-5 m ²)	-	Gegeven de werkruimte die nodig is voor Geoprobe of sondeertruck
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	X	X	-	Bodemeigenschappen kunnen gemeten worden aan de hand van EC-metingen. Met de Wenner dipool wordt de EC van de bodem gemeten en kan een uitspraak gedaan worden over de bodemtextuur van de verschillende bodemlagen.
Temperatuur	-	-	-	
Hydraulische conductiviteit	X	X	-	Mits gebruik van de HPT sonde

E. Werkingsprincipe

Door aanpassingen aan het MIP- systeem kunnen lagere detectielimieten gemeten worden met EnISSA. Het EnISSA MIP systeem verschilt van het klassieke MIP-systeem in de gebruikte detector. Naast gebruik van een PID detector wordt er ook gebruik gemaakt van een GCMS. Per diepte-interval van 30 cm kan een GCMS-meting worden uitgevoerd. Dit diepte-interval wordt over een tijdsperiode van 30 seconden opgewarmd tot 120°C. Deze wachttijd is noodzakelijk om een evenwicht te creëren tussen de vluchtige componenten in de bodem en de MIP-probe. Met de GCMS meting kunnen tot 12 individuele componenten simultaan worden gemeten met de analysesnelheid van 1 minuut. In principe kunnen tot 54 componenten gemeten. De analysesnelheid neemt dan toe tot 3 à 4 minuten. Een uitvoering van een haalbaarheidstest en een kalibratie wordt aangeraden in geval minder courante componenten worden geanalyseerd.

De detectielimiet ligt in de orde van ca. 10-20 µg/L. In geval 54 componenten gemeten worden, stijgt de detectielimiet tot 200 à 500 µg/l.

De EnISSA MIP kan gecombineerd worden met een EC-detector, CPT sonde en HPT sonde.

De additionele sensoren hebben volgend werkingsprincipes:

- Een conductiviteitsmeting met behulp van de Wenner-dipool wordt uitgevoerd om de opbouw van de bodem te bepalen op basis van de Elektrische Conductiviteit (EC). De EC is onder meer afhankelijk van de korrelgrootte van de bodempartikels. Over het algemeen kan gesteld worden dat klei een relatief hoge elektrische conductiviteit bezit terwijl zand een lage conductiviteit vertoont. De waarde voor silt en leem ligt hier tussen. Een verandering van de conductiviteit van de bodem betekent steeds een variatie in de bodemkarakteristieken. De conductiviteit wordt beïnvloed door 1) de korrelgrootte, 2) de mineralogie van de bodemdeeltjes, 3) de eigenschappen van de poriënvloeistof.
- Wanneer de sondering wordt uitgevoerd door hydraulisch drukken (zonder hamer) kan met behulp van een CPT sondeerconus onder de MIP module de bodem geclassificeerd worden op basis van de plaatselijke kleef en punt weerstand.
- Met behulp van de hydraulic profiling tool (HPT) kan de bodemdoorlaatbaarheid gescreend worden. Deze methode maakt gebruik van een pomp die met constant debiet via een bijkomend membraan een kleine hoeveelheid water (typisch 100-300 ml/min) in de bodem injecteert. De druk hiervoor nodig wordt geregistreerd en is een maat voor de doorlaatbaarheid. Via een empirisch model kan verder een inschatting naar doorlaatbaarheid in m/dag worden bepaald voor bodems met doorlaatbaarheden tussen ca. 0,03 en 25 m/dag.

- “Photo Ionisation Detector” (PID): het meetprincipe van de PID-detector is gebaseerd op ionisatie van de moleculen door middel van UV-licht. De ionen welke tijdens de ionisatie van de koolwaterstoffen gevormd worden veroorzaken een elektrische stroom welke opgemeten kan worden met elektroden.

F. Aanvullende informatie

Aanvullende informatie is opgenomen in onderstaande tabel:

Aanvullende informatie	Opmerkingen
Aard van de techniek	in situ metingen mbv GCMS sonde
Meetfrequentie / meetsnelheid	1 meting per 30 cm per minuut/ 60 tot 70 m/dag
Moment resultaten	Na 1 minuut voor 12 verschillende componenten; 3 tot 4 minuten in geval tot 54 componenten worden gemeten.
Presentatie / visualisatie resultaten	EnISSA logs en 3D visualisatie van de verontreiniging via transversale coupes
Ervaringsniveau veldwerker	Expert
Aard van het meetresultaat	Semi-kwantitatief /kwalitatief
Nauwkeurigheid / Detectielimiet / Meeteenheid	afhankelijk van component: EnISSA-MIP: ca 10 à 20 µg/l. In geval meer dan 12 componenten tegelijkertijd gemeten worden, ligt de detectielimiet hoger tot 200 à 500 µg/l.
Kostprijs gebruik	Ca 130 € per lopende meter (excl BTW).

TECHNISCHE VOORSCHRIFTEN

A. Richtlijnen vóór gebruik op terrein

1. Kalibratie

Vooraf aan de meetcampagne wordt het volledige meetsysteem gekalibreerd. De kalibratie van de EnISSA MIP wordt uitgevoerd met verschillende standaardoplossingen. Per te meten component wordt een ijklijn opgemaakt. Aangezien kalibratie gebeurt met een waterige oplossing van een te meten component is de ijklijn van toepassing op de verzadigde zone. Deze werkwijze laat toe om het concentratieniveau van de verontreiniging in te schatten. Merk op dat deze werkwijze enkel een semi-kwantitatief resultaat geeft en niet toelaat absolute concentraties weer te geven.

Blancotest / responstest

Vooraf aan de sonderingen wordt telkens een blancotest uitgevoerd. Afhankelijk van de te meten componenten wordt een responstest uitgevoerd met een standaardoplossing van gedeutereerd toluen. Het uitvoeren van de blancotest en de responstest gebeurt volgens de MIP standard operating procedure.

2. Intensiteit van gebruik van de alternatieve techniek

- i. in Brussel en België : Regelmatig.
- ii. in Europa: Regelmatig in Nederland

B. Beschrijving algemene werkwijze

EnISSA laat toe de verontreiniging op te meten aan de hand van twee methoden:

- Targetmethode: deze methode laat toe een max. van 8-12 componenten op te meten waarbij de analysetijd 1 min bedraagt. Detectielimieten zijn afhankelijk van de componenten maar bevinden zich rond 10-20 µg/l.
- Screeningsmethode: deze methode laat toe een volledige karakterisatie van de verontreiniging uit te voeren waarbij de analysetijd 4-5 min bedraagt. Tot 54 onbekende vluchtige componenten kunnen hierbij gemeten worden.

Tijdens de EnISSA-campagne wordt gesondeerd aan een gemiddelde snelheid van 30 cm/min. Hierbij wordt per 30 cm de bodem gedurende 30 sec opgewarmd tot 120°C. Deze wachttijd is noodzakelijk om een evenwicht te creëren tussen de vluchtige componenten in de bodem en de MIP-probe.

Bij elke sondering zal een afwisseling van de targetmethode en de screeningsmethode toegepast worden. Zoals gesteld laat de targetmethode toe om vooraf gekozen componenten met een detectielimiet van 10-20 µg/l op te meten binnen 1 min analysetijd. De screeningsmethode laat toe onbekende componenten op te meten met een analysetijd van 3 –4 min. Tijdens het sonderen wordt elke 30 cm de targetmethode toegepast. De screeningsmethode kan tussentijds toegepast worden op basis van de meetresultaten (bijv. wanneer de hoge concentraties worden gemeten).

Op deze wijze wordt voor elke component die opgenomen werd in de targetmethode een individueel diepteprofiel opgesteld. Eveneens wordt op strategische locaties (zoals in een DNAPL) een volledige karakterisatie uitgevoerd door middel van de screeningsmethode.

De EnISSA MIP maakt gebruik van een Geoprobe direct push machine of een sondeertruck 20 ton. De meetmethodiek van EnISSA – metingen om de 30 cm diepte en een snelle meetprocedure binnen 1 min– maakt het mogelijk om 60-70 m/dag te meten. Deze dagproductie is echter ook afhankelijk van hoe de verontreiniging zich in de bodem en/of het grondwater manifesteert. Zo kan de verontreiniging in lage concentraties slechts over een zeer beperkte diepte voorkomen, wat maakt dat met een grotere diepteresolutie dan 30 cm dient te worden gemeten (bv 10 cm) en/of een gevoeliger detectiemethodiek. Dit betekent dat on-site eventueel overgegaan moet worden naar een langere (tragere) methode om de gewenste gevoeligheid te bereiken.

C. Richtlijnen na verwerving resultaten

1. Validatie van de resultaten

- a. Semi-kwantitatief : De resultaten worden verkregen onder de vorm van een µV signaal met eventueel een grootteorde van te verwachten grondwaterconcentraties (na omrekening). Deze resultaten dienen bevestigd te worden aan de hand van meer klassieke methodes. Typische validatie met behulp van boringen en peilbuizen.
- b. Bij EnISSA MIP sonderingen wordt per component een diepte-concentratieprofiel opgemaakt. Deze concentratie wordt bekomen door de GCMS resultaten te vergelijken met een kalibratiereeks van oplossingen van de analyten met gekende concentraties voorafgaand in het labo. Bij veldmetingen wordt niet enkel grondwater verwarmd maar worden ook de contaminanten geadsorbeerd aan de bodem, in bodemlucht of als vrije fase aangesproken. Door deze bijdrage kunnen in sterker verontreinigde zones de EnISSA MIP resultaten hoger uitvallen dan de gemeten concentraties peilbuizen. In bodems met fijnere textuur kan dit effect sterker zijn. Concentraties boven de specifieke oplosbaarheid van elke contaminant liggen voorbij het lineaire bereik van de EnISSA MIP kalibratie. Voor deze hoge concentraties zijn de resultaten eerder kwalitatief dan semi-kwantitatief. Zulke hoge concentraties zijn meestal toe te schrijven aan de aanwezigheid van een (residuele) pure fase.

VEILIGHEIDSVOORSCHRIFTEN SPECIFIEK VOOR DE TECHNIEK

Om de veiligheid van de veldwerkers te kunnen garanderen zijn standaard persoonlijke beschermingsmiddelen voor het uitvoeren van machinale boringen noodzakelijk.

A. Leveranciers van de alternatieve bodemonderzoekstechniek

- België
 - EnISSA
- Europa
 - EnISSA

B. Bibliografie - Literatuur

- T.M. Christy, 1996, A driveable permeable membrane sensor for the detection of volatile compounds in soil, In Proceedings of the 1996 National Outdoor Action Conference, Las Vegas, Nevada. NGWA, Columbus Ohio.
- W. Vandeputte, On-site component specific detection of volatile organic components with the EnISSA-MIP, Batelle , 2012