

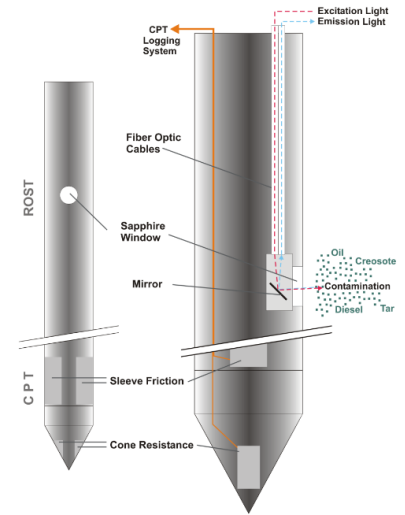
CODE VAN GOEDE PRAKTIJK VOOR HET GEBRUIK VAN  
ALTERNIEVE BODEMONDERZOEKSTECHNIKEN

# ROST™, TarGOST™, Uvost™

(Laser Induced Fluorescence (LIF))

## Beschrijving van de techniek

De LIF sensoren (ROST™, TarGOST™, Uvost™) laten toe een real time screening uit te voeren van de fysische eigenschappen van de bodem en de chemische eigenschappen van de koolwaterstofverontreinigingen op vervuilde sites. De LIF sensoren kunnen in combinatie met 'Cone penetrating testing' (CPT) worden uitgevoerd: met behulp van sondeerapparatuur, bevestigd op een vrachtwagen, wordt een CPT-conus in de bodem gedrukt. Laserlicht wordt door een glasvezel, via een saffierenvenster in de sondeerconus, in de bodem gebracht. De LIF sensoren maken gebruik van een UV-detector om de fluorescentie in de bodem te meten via optische filters. De CPT en de Standard Penetration Test (SPT) zijn bewezen in-situ technieken in de geotechnische industrie om de bodemweerstand en het bodemtype te bepalen, op basis van weerstandsmetingen en de geregistreerde wrijvingen ter hoogte van de sondepunt. De LIF sensoren leveren aanvullend ook gegevens aan over de in-situ verspreiding van petroleum koolwaterstoffen resulterend uit de fluorescentierespons van polycyclische aromatische koolwaterstoffen (PAK), als verbinding aanwezig in petroleum koolwaterstoffen. De methode levert een screening van de relatieve concentratie aan petroleum koolwaterstoffen aanwezig in de bodem.



De verschillende types LIF sensoren zijn:

- ROST™ (Rapid Optical Screening Tool) : Excitation -> 290 nm/ Emission Wavelengths -> 340-390-440-490 nm
- TarGOST™ (Tar-Specific Green Optical Screening Tool) : Green laser especially and solely designed for Tar DNAPL
- UVOST™ (UltraViolet Optical Screening Tool) : Excitation -> 308 nm/ Emission Wavelengths -> 350-400-450-500 nm

## ALGEMENE INFORMATIE

### A. Bodemcomponenten

Met de techniek kunnen volgende verontreinigingsparameters onderzocht worden:

Bodemfase		Opmerkingen
Bodemmatrix	X	In de verzadigde en onverzadigde zone
Grondwater	X	
Bodemlucht	-	

### B. Geanalyseerde verontreinigingsparameters

Met de techniek kunnen volgende verontreinigingsparameters onderzocht worden:

Verontreinigingsparameter	Bodemmatrix	Grondwater	Bodemlucht	Opmerkingen
Aromaten(BTEX)	-	-	-	
Gechloreerde solventen (VOCL, Cl-ethen, Cl-ethaan, gechloreerde aromaten)	-	-	-	
PAK		X	-	Enkel als puur product
Vluchtige KWS (C5-C10)	-	-	-	
Minerale Olie (C10-C40)		X	-	Enkel als puur product
Zware Metalen (+Kobalt)	-	-	-	
Cyaniden	-	-	-	
LNAPL	X	X	-	
DNAPL	X	X	-	
Andere	X	X	-	Creosoot en fenolen

**Opmerkingen:** LIF kan eveneens benzine, diesel, kerosine, motorolie, hydraulische -en snijvloeistoffen, ruwe aardolie, teer, creosoot en fenolen opsporen, maar niet VOCL's en opgeloste PAK's. Organische verbindingen die enkel bestaan uit koolstof- en waterstofverbindingen in poly aromatische verbindingen. CHC, PCB, BTEX en andere mono-aromatische verbindingen kunnen niet gedetecteerd worden tenzij ze zich in een koolwaterstof-matrix bevinden. De alifatische –en monoaromatische verbindingen worden niet opgespoord met een golflengte van 290 nm.

### C. Geanalyseerde verontreinigingsparameters

De alternatieve bodemonderzoekstechniek is toepasbaar bij volgende omgevingskenmerken:

Bodemtype	Opmerkingen	
Puin	-	
Zand	X	
Leem	X	
Grind	X	
Veen	X	
Klei	X	
Zandsteen	X	(afhankelijk van de dikte van de zandsteenbank)
Andere... (leisteel, metamorf gesteente, krijt)	-	
<b>Hydrogeologische karakteristieken</b>		
Heterogeen en doorlatend	X	
Heterogeen en matig doorlatend	X	
Heterogeen en ondoorlatend	-	
<b>Diepte</b>		
Oppervlakkig	X	
1-5 m-mv	X	
5-10 m-mv	X	
10-15 m-mv	X	
>15 m-mv	X	
<b>Bodembedekking</b>		
Geen bodembedekking	X	
Klinkers	X	
Kasseistenen	X	
Tegels	X	
Asfalt	X	
Beton	X	
Andere...	X	
<b>Minimale werkdimensie</b>		
Dimensies l x b x h	Minimale dimensie standalone 1m x 1m x hoogte stang	Er zijn verschillende machines beschikbaar, van de minimale dimensies voor een standalone applicatie tot sondeertrucks
<b>Techniek toepasbaar voor verontreinigde zone met:</b>		
Kleine oppervlakte (1-5 m <sup>2</sup> )	X	
Medium oppervlakte (5 – 200 m <sup>2</sup> )	X	
Grote oppervlakte (>200 m <sup>2</sup> )	X	

**Opmerkingen** : Het kan moeilijk zijn om de sondes door bepaalde bodemlagen te drukken zoals geconsolideerde zand- en kleilagen, puinlagen, grind, kiezelstenen, rotsen en ondiepe stenen. De gevoeligheid van de LIF sensor voor petroleum koolwaterstoffen in de bodem is omgekeerd evenredig aan de beschikbare oppervlakte van het bodemsubstraat. Zandige bodems hebben over het algemeen een veel kleinere totale beschikbare oppervlakte dan kleibodems. Koolwaterstofverbindingen geven in een zandige bodems over het algemeen een hogere fluorescentie dan kleirijke bodems.

#### D. Fysicochemische parameters

Fysicochemische parameters	Bodemmatrix	Grondwater	Bodemlucht	Opmerkingen
pH	-	-	-	
EC	X	X	-	Met EC dipool wordt de EC van de bodem gemeten om een bodemopbouw na te gaan. Er is uiteraard een bijdrage van de EC van grondwater maar totale EC valt doorgaans veel lager uit.
Temperatuur	-	-	-	
Hydraulische conductiviteit	X	X	-	Mits gebruik van de HPT sonde (meestal in sediment of ongeconsolideerde gronden)
Andere	X	-	-	Mits gebruik van een CPT sonde kan ook de conusweerstand en het wrijvingsgetal worden weergegeven hetgeen informatie geeft over de bodemtextuur

#### E. Werkingsprincipe

De polycyclische aromatische koolwaterstoffen (PAK) zijn fluorescerend als hun moleculen aangeslagen worden door lichtstralen met een welbepaalde golflengte. Deze aangeslagen toestand veroorzaakt een lichtemissie van een zekere golflengte die "fluorescentie" genoemd wordt. Rost, TarGOST en UVOST zijn gebaseerd op de LIF technologie (Laser Induced Fluorescence) en zijn allemaal laser types die verschillende aangeslagen lichtstralen uitzenden.

- ROST™ (Rapid Optical Screening Tool) : Excitation -> 290 nm/ Emission Wavelengths -> 340-390-440-490 nm
- TarGOST™ (Tar-Specific Green Optical Screening Tool) : Green laser especially and solely designed for Tar DNAPL
- UVOST™ (UltraViolet Optical Screening Tool) : Excitation -> 308 nm/ Emission Wavelengths -> 350-400-450-500 nm

Omdat in de meeste petroleumderivaten, PAK's aanwezig zijn, zijn de LIF-sensoren in staat om de verontreiniging op te sporen. De lasers stralen een bepaalde lichtemissie uit met een specifieke golflengte. De totale intensiteit van fluorescentie is gelijk aan de som van 4 verschillende lichtemissies die een specifieke golflengte hebben en deze, afhankelijk van de keuze van de laser. Bijgevolg, de intensiteit van fluorescentie is ook afhankelijk van de type verontreiniging die aangeslagen wordt omdat elke verontreiniging zijn eigen type golflengte heeft. Er is een duidelijk verschil tussen lichtere koolwaterstof-mengsels, zoals benzine, kerosine en diesel, waar langere, onderste golflengtes domineren, en zwaardere koolwaterstof mengsels, waar bovenste golflengtes domineren.

Deze golflengte-verschillen kunnen eveneens weergegeven worden in een profiel dat gelinkt is aan de totale fluorescentie van een bepaalde testplaats. De overgang naar bovenste golflengtes worden in het rood aangeduid, de overgang naar onderste golflengtes worden in het blauw aangeduid. Deze laat toe om te interpreteren als er verschillende types verontreinigingen zijn, of als de vervuiling eerder homogeen is. Lage concentraties en componenten die zwakkere fluorescerende eigenschappen hebben en die signalen uitzendt in de onderste golflengte bereik, kunnen eveneens geïdentificeerd worden.

De LIF sensoren zijn op vrachtwagens gemonteerd die uitgerust zijn met CPT-systemen zodat er zoveel mogelijk informatie verkregen kan worden per meting: puntweerstand, wrijving, wrijvingscoëfficiënt, elektrische conductiviteit, inwendige druk en een fluorescentierespons en golflengteverdeling. Een golflengte diagram (combinatie van piekhoogte en fluorescentie) kan in het veld afgedrukt worden om het type verontreiniging (olie- of brandstoftype) aanwezig in de bodem te identificeren. LIF sensoren kunnen gecombineerd worden met andere direct sensing sensoren (MIP, CPT, HPT, XRF).

## F. Aanvullende informatie

Aanvullende informatie is opgenomen in onderstaande tabel:

Aanvullende informatie	Opmerkingen
Aard van de techniek	Sonde / sensor
Meetfrequentie / meetsnelheid	Continue metingen met een nauwkeurigheid van 2cm. Ongeveer 100m per dag
Moment resultaten	Direct op site
Presentatie / visualisatie resultaten	Grafiek / Concentratie Fluorescentierespons als de golflengteverdeling worden grafisch uitgezet tegen de diepte. Onderscheid in verontreinigingspluimen.
Ervaringsniveau veldwerker	Expert
Aard van het meetresultaat	Kwalitatief: een indicatieve alternatieve onderzoekstechniek die toelaat de onderzoeks- of analysestrategie verder te optimaliseren
Nauwkeurigheid / Detectielimiet / Meeteenheid	% fluorescentie
Kostprijs gebruik	+/- 45 euro per meter / 4500 euro per dag (excl BTW). Enkel de LIF technologie is in deze prijs inbegrepen. De verplaatsingskosten, de technici-kosten, enz. zijn in de prijs niet inbegrepen.

## TECHNISCHE VOORSCHRIFTEN

### A. Richtlijnen vóór gebruik op terrein

1. Responstest : Een kalibratiecurve kan worden opgesteld om de LIF sensor response vast te leggen. Op basis van deze curve wordt het meetbereik en de detectielimieten vastgelegd. De kalibratiecurve wordt opgesteld aan de hand van een referentievloeistof (benzine, diesel, teer,...) en het bodemtype die voor de te onderzoeken site het meest representatief zijn.
2. De kalibratie bij opstart omvat volgende punten:
  - a. Controle tijdsperiode tussen uitsturen van het lichtsignaal en ontvangst van het fluorescentiesignaal
  - b. Kalibratie van de golflengte van het uitgestuurde licht
  - c. Concentratiekalibratie aan de hand van sets met gekende concentraties. Deze standaardsets worden in triplo gemeten met berekening van gemiddelde en standaardafwijking voor elke set. Bij een standaardafwijking van meer dan 20% wordt de kalibratiemeting herhaald voor het staal waar deze afwijking werd vastgesteld. Indien de afwijking van 20% blijft bestaan wordt een volledige systeem check uitgevoerd met opsporing van het probleem in de software of in het systeem zelf.
  - d. Kalibratie tijdens de uitvoering: Een fluorescentie referentiemeting wordt uitgevoerd voor en na elke boring aan de hand van een standaard referentiemengsel van koolwaterstoffen (M1 referentie oplossing).
3. Intensiteit van gebruik van de alternatieve techniek
  - i. In Brussel en België: Op basis van een enquête, uitgevoerd bij bodemexperten in Brussel, werd de alternatieve onderzoekstechniek « On site analysis with UV fluorescence » zelden gebruikt.

- De technieken Rost en TarGOST weren wel al gebruikt in Vlaanderen.
- ii. Wetgeving in andere regio's, landen? - Niet gekend  
In Nederland wordt de techniek af en toe gebruikt.

## **B. Beschrijving werkwijze terrein**

Deze bodem onderzoekstechniek wordt uitgevoerd door gespecialiseerde technici van de leverancier.

## **C. Richtlijnen na de verwerving resultaten**

Validatie van de resultaten

Kwalitatief: Techniek voor een snelle screening van verontreinigende zones met koolwaterstoffen om vervolgens een klassieke onderzoekstechniek toe te passen zoals beschreven door Leefmilieu Brussel. De profielen laten toe een onderscheid te maken tussen de verschillende verontreinigingen en ze te situeren. Op basis van de waargenomen verontreinigingsspots kunnen doelgericht bodem –en grondwaterstalen genomen worden.

### 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.

### INFORMATIE VOOR DE GEBRUIKER

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

De LIF technologie (ROST™, TarGOST™, Uvost™) wordt geleverd door Fugro.

## **B. Bibliografie – Literatuur**

- Extra informatie betreffende de LIF technologie is te verkrijgen bij Fugro
- Pilotproject alternatieve onderzoekstechnieken gassites – TarGOST, OVAM, 2013
- Bodemrichtlijn Nederland – Onderzoekstechnieken – UV fluorescentiemeting.