

RAPPORT
betreffende

PROEFPROJECT SONDERINGEN

Opdrachtnummer: 1914-0037-000

Opdrachtgever : Gemeente Alphen aan den Rijn
Ruimtelijke & Economische Ontwikkeling
Postbus 13
2400 AA Alphen aan den Rijn

Datum grondonderzoek : 17 september 2014

Projectleider : Dr. Eugen Martac/P. van Diest

VERSIE	DATUM	OMSCHRIJVING WIJZIGING	PARAAF PROJECTLEIDER
1	20 oktober 2014		
2	12 november 2014		

FILE: 1914-0037-000v2.docx Op deze rapportage zijn de algemene leveringsvoorwaarden ALV 2012 van toepassing die een aansprakelijkheidsbeperking bevatten

Kantoor: Veurse Achterweg 10, 2264 SG Leidschendam, Tel.: 070 – 363 29 29, Email: www.fugro.nl
Onderdeel van de Fugro Groep met vestigingen over de hele wereld.

<u>INHOUDSOPGAVE</u>	<u>Blz.</u>
1. INLEIDING	2
2. UITVOERING	3
2.1. Uitgevoerde werkzaamheden	3
2.2. Bodemopbouw	3
2.3. MIP en Hapsite	4
2.4. Geleidbaarheidsconus	4
2.5. Piëzoconus	5
3. CONCLUSIE	6
<u>BIJLAGEN</u>	<u>Nr.</u>
- Situatietekening met sondeerlocaties	1
- Resultaten MIP-detectoren naast kleefmantelsonderingen	2
- Resultaten Hapsite	3
- Beschrijving MIP-sondering	4
- Beschrijving Hapsite	5
- ALV	

1. INLEIDING

In augustus 2014 heeft Fugro Geoservices en Fugro Consult GmbH de opdracht ontvangen voor het uitvoeren van een proefproject milieusonderingen ter plaatse van de Coupé polder te Alphen aan den Rijn. Doel van het proefproject is het inventariseren van de mogelijkheden van de sondeertechniek om inzicht te verkrijgen in de kwaliteit van het stortmateriaal. De locatie betreft een voormalige stort voorzien van horizontale en verticale isolatie en een beheers systeem.

Fugro heeft sonderingen uitgevoerd met behulp van de MIP conus. Met behulp van het screeningsonderzoek wordt de verdeling van eventuele verontreinigingen in verticale richting in beeld gebracht. Tegelijkertijd is de bodemopbouw vastgelegd door middel van meting van de conusweerstand en plaatselijke wrijving en is de formatie weerstand en waterspanning gemeten (deze parameters kunnen integraal met de MIP sonderingen gemeten worden). Het MIP onderzoek is gecombineerd met de Hapsite veld GC/MS, waarmee kwalitatieve en kwantitatieve metingen worden verricht.

Deze Fugro rapportage is een weergave van de uitgevoerde werkzaamheden, de presentatie en interpretatie van de verkregen resultaten.

De technische specificatie van de MIP sonderingen en de Hapsite worden in de bijlages 4 en 5 besproken.

2. UITVOERING

2.1. Uitgevoerde werkzaamheden

Door Fugro zijn op 17 en 18 september 2014 drie milieusonderingen uitgevoerd met behulp van de Membrane Interface Probe in combinatie met de geleidbaarheidsconus en Piëzoconus tot een diepte van circa MV -20 m. Op verschillende dieptes zijn Hapsite metingen verricht. De sondeergaten zijn volledig afgedicht met behulp grout, ingebracht met de sondeerwagen.

De MIP-sonderingen zijn uitgevoerd op door de gemeente Alphen geselecteerde locaties. De sonderingen zijn ingemeten ten opzichte van een vast punt, zoals aangegeven op bijlage 1. In tabel 1 worden de details van de uitvoering weergegeven.

Tabel 1: specificatie van MIP Hapsite onderzoek

Sondering	Maaiveld in m NAP	Einde sondering m -mv	Aantal Hapsite metingen
MIP1	3,23	20,54	2
MIP2	5,41	11,60	4
MIP3	11,58	13,02	3

2.2. Bodemopbouw

Sonderingen zijn bijzonder geschikt om de bodemopbouw te onderzoeken. Sonderen houdt in dat er een sonde of meetlichaam de grond wordt ingedrukt. Bij deze werkzaamheden wordt de weerstand die de punt tijdens het indrukken ondervindt gemeten: de punt- of conusweerstand, een maat voor de vastheid van de bodem. Verder wordt met een boven de conuspunt geplaatste mantel, tijdens het indrukken ook de plaatselijke wrijvingsweerstand gemeten. Met deze conusweerstand en plaatselijke wrijving kan bepaald worden welke grondsoorten op de meetlocatie aanwezig zijn. Uit de sonderingen kan de volgende bodemopbouw worden afgeleid:

MIP1:

m - mv	Beschrijving	Opmerking
0,0 – 0,5	ZAND, vast, kleiig	
0,5 – 3,2	KLEI, siltig/LEEM	Deklaag
3,2 – 16,0	ZAND, zwak siltig tot siltig, los gepakt	Stortmateriaal?
16,0 – 20,5	ZAND, zwak siltig tot siltig matig vast gepakt	

MIP2:

m - mv	Beschrijving	Opmerking
0,0 – 0,5	ZAND, vast, kleiig	
0,5 – 3,5	KLEI, siltig/LEEM	Deklaag
3,5 – 10,0	ZAND, zwak siltig tot siltig, los gepakt	Stortmateriaal?
10,0 – 11,6	ZAND, zwak siltig tot siltig matig vast gepakt	

MIP3:

m - mv	Beschrijving	Opmerking
0,0 – 0,3	ZAND, vast, kleiig	
0,3 – 1,8	KLEI, siltig/LEEM	Deklaag
1,8 – 13,0	ZAND, zwak siltig tot siltig, los gepakt	Stortmateriaal?
13,0	Sondering gestuit	Brok steen, beton?

2.3. MIP en Hapsite

De MIP data is verwerkt met onze software (UNIPLLOT, BLC, GEODin) . De gecorrigeerde detector responses zijn naast de conusweerstand en het wrijvingsgetal tegen de diepte weergegeven in bijlage 2.

Daarnaast is een interpretatie gemaakt van de bodemopbouw gebruikmakende van de Robertsen CPT Soil classification (grafiek linksonder op de bijlage 2) en is een inschatting gemaakt van de bodemdichtheid en consistentie (middels grafiek in het midden).

De resultaten laten de individuele responses zien van de DELCD (gevoelig voor chlooratomen) PID (gevoelig voor dubbele bindingen) en de FID (totaal koolstof) in millivolt. De Hapsite metingen zijn weergegeven in bijlage 3.

Over het algemeen blijven de MIP responses laag bij de drie sondeerpunten over het gehele profiel.

Bij **MIP1** worden geen aanwijzingen gevonden voor de aanwezigheid van verontreinigende stoffen. Dit wordt bevestigd door de Hapsite metingen op MV -7,0 en -20 m.

MIP2 geeft rond MV -3 m en tussen MV -8,5 en 10 m een aanwijzing voor de aanwezigheid van verontreiniging boven de detectiegrens van het systeem. Er is een positieve respons op zowel drie detectoren. De Hapsite analyses bevestigen de MIP indicatie voor gechloreerde koolwaterstoffen, Chloorbenzeen wordt aangetoond en de indicatie voor BTEX, Xyleen wordt aangetoond in een lage concentratie (1-10 ppm). De volgende Hapsite analyse, op MV -10m toonde een mengsel van chloorbenzeen en dichloorbenzeen in een concentratie range van 1 – 10 ppm. Dieper dan 10 meter geeft de MIP geen respons, bevestigd door de Hapsite analyse op MV -11 m.

MIP3 laat vanaf MV -5 m tot einde sondering een respons zien op de drie detectoren, dit wijst op gechloreerde componenten. De uitgevoerde Hapsite analyses laten echter zwavelverbindingen (SO₂, CS₂) en in mindere mate BTEX (toluen in een concentratie rond 1 – 10 ppm). Er worden geen gechloreerde verbindingen aangetoond.

2.4. Geleidbaarheidsconus

De geleidbaarheidsconus meet de elektrische geleidbaarheid van een grondpakket met de daarin aanwezige poriënvloeistof; de formatiegeleidbaarheid. Deze wordt o.a. beïnvloed door:

- De geleidbaarheid van de bodemdeeltjes
- Het poriënvolume
- De turtuositeit
- De geleidbaarheid van de poriënvloeistof.

De meetgegevens zijn opgenomen in bijlage 2. Deze worden zonder bewerking gepresenteerd in mS/m in de vorm van als functie van de diepte. Als achtergrond voor deze

grafieken worden conusweerstand en de wrijvingsweerstand gegeven (donkerblauwe lijn in kolom 2, bijlage 2)

In **MIP1** wordt een wat hogere geleidbaarheid gemeten vanaf MV -2 m tot MV -9,5 m, dit zou overeen komen met de laag stort materiaal. De typische variatie van de geleidbaarheid, vaak gezien in stort profielen, is herkenbaar tot MV -6 m.

In **MIP2** worden hogere geleidbaarheden gemeten tot MV -10 m.

MIP 3 laat een verband zien tussen de MIP respons en de geleidbaarheid. De geleidbaarheid wisselt sterk over het gehele profiel.

2.5. Piëzoconus

De piëzoconus meet de waterspanning die ontstaat door het wegdrukken van de grond bij het sonderen. Het meten van de waterspanning geeft informatie over goed en minder goed waterdoorlatende grondlagen. Aanwezige silthoudende lagen en dunne kleilagen die aanwezig zijn in een zandige formatie worden eveneens vastgesteld.

Bij bodemverontreiniging kan de detaillering belangrijk zijn in verband met de aanwezigheid van mogelijke stoorlagen dan wel preferente stroombanen. De meetgegevens worden zonder bewerking gepresenteerd in de vorm van grafieken met de detector respons als functie van de diepte, de licht blauwe lijn in kolom 1, bijlage 2-1.

In **MIP1** volgt de waterspanning de lithologie.

Uit het verloop van de waterspanning in **MIP2** mag worden afgeleid dat tussen MV -8 en -10 m een laag met beperkte doorlatendheid aanwezig is.

In **MIP3** wisselt de waterspanning vrij grillig, mogelijk veroorzaakt door het stortmateriaal.

3. CONCLUSIE

De gemeente Alphen aan de Rijn heeft een proefproject laten uitvoeren naar bepaalde onderzoekstechnieken toepasbaar op een stortlocatie.

Gebaseerd op de veldresultaten kan gesteld worden dat de combinatie MIP/geleidbaarheid/waterspanning sonderingen met de in situ analyses (Hapsite) tot goede resultaten kan leiden.

Op voorhand kunnen wij een aantal van de onderzoeksvragen beantwoorden:

1. *Is het mogelijk om met sondes (sonderingen) de omvang en de kwaliteit van het stortmateriaal voldoende nauwkeurig vast te stellen?*

Nee. Sonderingen en boringen zijn aselechte steekproeven. Sonderingen, zeker aangevuld met stof specifieke sensoren, en in situ analyses kunnen echter wel bijdragen aan een veel beter inzicht in de omvang en kwaliteit van het stortmateriaal.

2. *Kunnen met deze technieken tijdens het inbrengen van de sondes continu metingen worden verricht, waardoor de fluctuaties van de verontreiniging in de diepte kan worden vastgesteld?*

Ja, met behulp van de MIP- Hapsite sonderingen kunnen vluchtige stoffen kwalitatief en kwantitatief worden gemeten, onder voorwaarde dat het mogelijk is de sonde in de bodem te brengen.

3. *Kan het uitvoeren van de metingen c.q. het inbrengen van de sondes worden uitgevoerd zonder dat hierdoor mobiele verontreinigingen verticaal verspreiden?*

In een normale bodem zijn mogelijkheden om af te dichten met grout. Uit de sondeergrafieken, en waterspanningsmetingen blijkt dat in de meeste gevallen (alleen in stijve klei/leem kan het sondeergat open blijven) de sondering de verspreidingsmogelijkheden niet hebben vergroot. Het grouten heeft de kans op verspreiding verminderd.

4. *Is het mogelijk om met de sondes de verspreiding van verontreinigingen, de diepte van het vuilfront, in de onderliggende bodem onder het stortmateriaal vast te stellen?*

Ja. Verspreiding van verontreiniging tegen de grondwaterstroming in is zwaartekracht gerelateerd, hierbij wordt gedacht aan uitzakkend vaste stoffen, als puin, beton, vaten chemicaliën, of plassen puur product zwaarder dan water (bijvoorbeeld creosootolie, gechlloreerde koolwaterstoffen). Dit zijn lokale verschijnselen, gerelateerd aan stortregime en bodemopbouw. Onderzoek in de veen/kleilagen vergt een dicht meetnet. In de onderliggende aquifer kan verspreiding met een geringere onderzoeksinspanning worden vastgesteld.

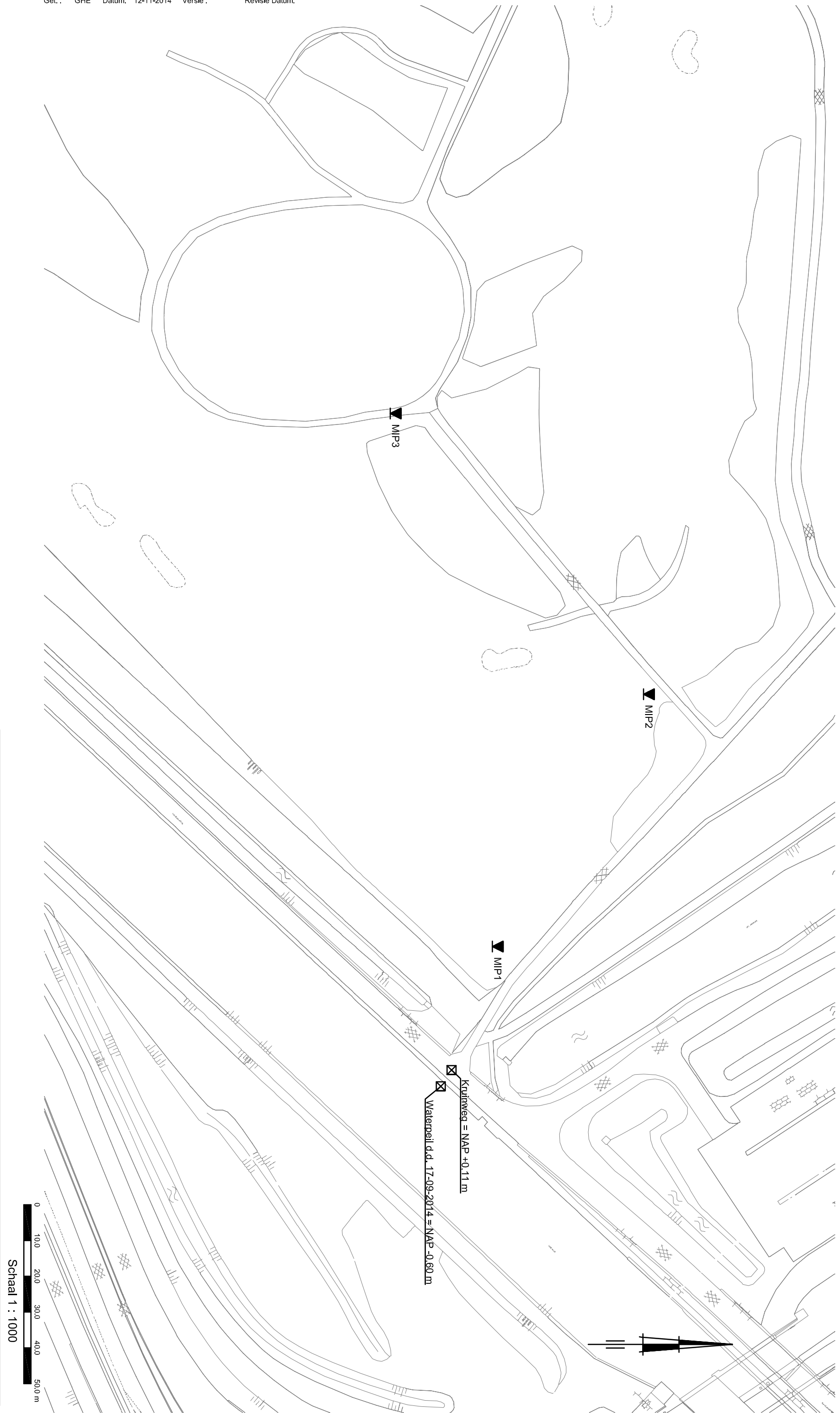
De kracht van de in situ metingen met de Hapsite is de bevestiging, en kwalitatieve en kwantitatieve aanvulling van de MIP screening over het gehele sondeer profiel. De werkelijke waarde van de Hapsite komt naar voren indien deze specifiek kan worden geijkt op stoffen die mogelijk kunnen worden aangetroffen, of lopende het onderzoek, wordt geijkt op nieuw aangetroffen stoffen.

5. *Is de nauwkeurigheid waarmee het vuilfront met sondes kan worden vastgesteld voldoende om toekomstige verspreiding naar watervoerende bodemlagen te kunnen voorspellen.*

De toekomstige verspreiding kan veel nauwkeuriger worden berekend aan de hand van faal scenario's gebaseerd op model berekeningen dan met behulp van in situ metingen. In situ metingen kunnen de faal scenario's ondersteunen, bijvoorbeeld met informatie over de bodemopbouw, consistentie, mogelijk aanwezige stoffen en concentratierange.

Met de MIP-Hapsite kan betrouwbare informatie worden verzameld over de bodemopbouw (conusweerstand en wrijving), hydrologie (Piëzoconus), grondwaterstroom patronen (geleidbaarheid) verspreiding van verontreinigende stoffen (MIP en geleidbaarheid) en determinatie van vluchtige stoffen en hun concentratie (Hapsite).













SITUATIETEKENING MET SONDEERLOCATIES



SITUATIE
PROEFPROJECT SONDERINGEN

LEGENDA TERREINPROEVEN EN GRONDSOORTEN



Boringen / Peilbuizen

-  Handboring nog niet uitgevoerd
-  Handboring uitgevoerd
-  Handboring uitgevoerd met 1 peilbuis
-  Handboring uitgevoerd met 2 peilbuizen
-  Mechanische boring nog niet uitgevoerd
-  Mechanische boring uitgevoerd
-  Mechanische boring uitgevoerd met 1 peilbuis
-  Mechanische boring uitgevoerd met 2 peilbuizen
-  Mechanische boring uitgevoerd met 3 peilbuizen
-  Boring uitgevoerd door derden
-  Boring uitgevoerd met peilbuis door derden
-  Gedrukte peilbuis (PB) / minifilter (MF) nog niet uitgevoerd
-  Gedrukte peilbuis (PB) / minifilter (MF) uitgevoerd

Sonderingen

-  Sondering met plaatselijke kleefmeting nog niet uitgevoerd
-  Sondering met plaatselijke kleefmeting uitgevoerd
-  Sondering zonder plaatselijke kleefmeting nog niet uitgevoerd
-  Sondering zonder plaatselijke kleefmeting uitgevoerd
-  Slagsondering uitgevoerd
-  Handsondering uitgevoerd
-  Multigrondwatersondering nog niet uitgevoerd
-  Multigrondwatersondering uitgevoerd
-  Sondering met bolconus nog niet uitgevoerd
-  Sondering met bolconus uitgevoerd
-  Waterspanningsmeter nog niet uitgevoerd
-  Waterspanningsmeter uitgevoerd
-  Sondering uitgevoerd door derden
-  Sondering met plaatselijke kleefmeting uitgevoerd door derden
-  Hellingmeterbuis nog niet uitgevoerd
-  Hellingmeterbuis uitgevoerd

Overige symbolen

-  Meetpunt
-  Hoogtemaat

Type sonderingen

- D Diepsondering
- HS Handsondering
- S Slagsondering

Toegevoegde metingen

- KM Meting van de plaatselijke kleef
- P Meting van de waterspanning
- M Meting van de magnetische veldsterkte
- G Meting van de geleidbaarheid
- S Meting van de schuifgolfsnelheid (seismische meting)
- T Meting van de temperatuur

Legenda / Terminologie

Grind

-  Grind, siltig
-  Grind, zwak zandig
-  Grind, matig zandig
-  Grind, sterk zandig
-  Grind, uiterst zandig

Zand

-  Zand, kleilig
-  Zand, zwak siltig
-  Zand, matig siltig
-  Zand, sterk siltig
-  Zand, uiterst siltig



Veen

-  Veen, mineraalarm
-  Veen, zwak kleilig
-  Veen, sterk kleilig
-  Veen, zwak zandig
-  Veen, sterk zandig



Klei

-  Klei, zwak siltig
-  Klei, matig siltig
-  Klei, sterk siltig
-  Klei, uiterst siltig
-  Klei, zwak zandig
-  Klei, matig zandig
-  Klei, sterk zandig

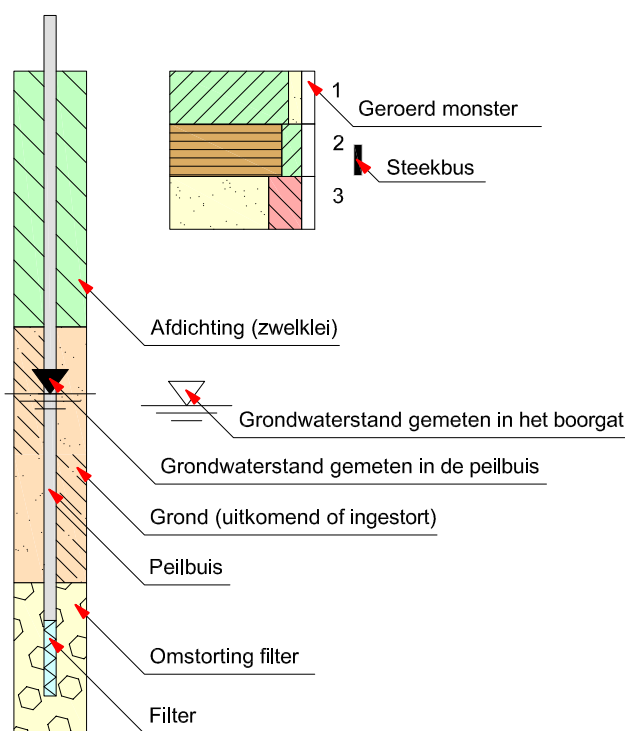
Leem

-  Leem, zwak zandig
-  Leem, sterk zandig

Overige toevoegingen

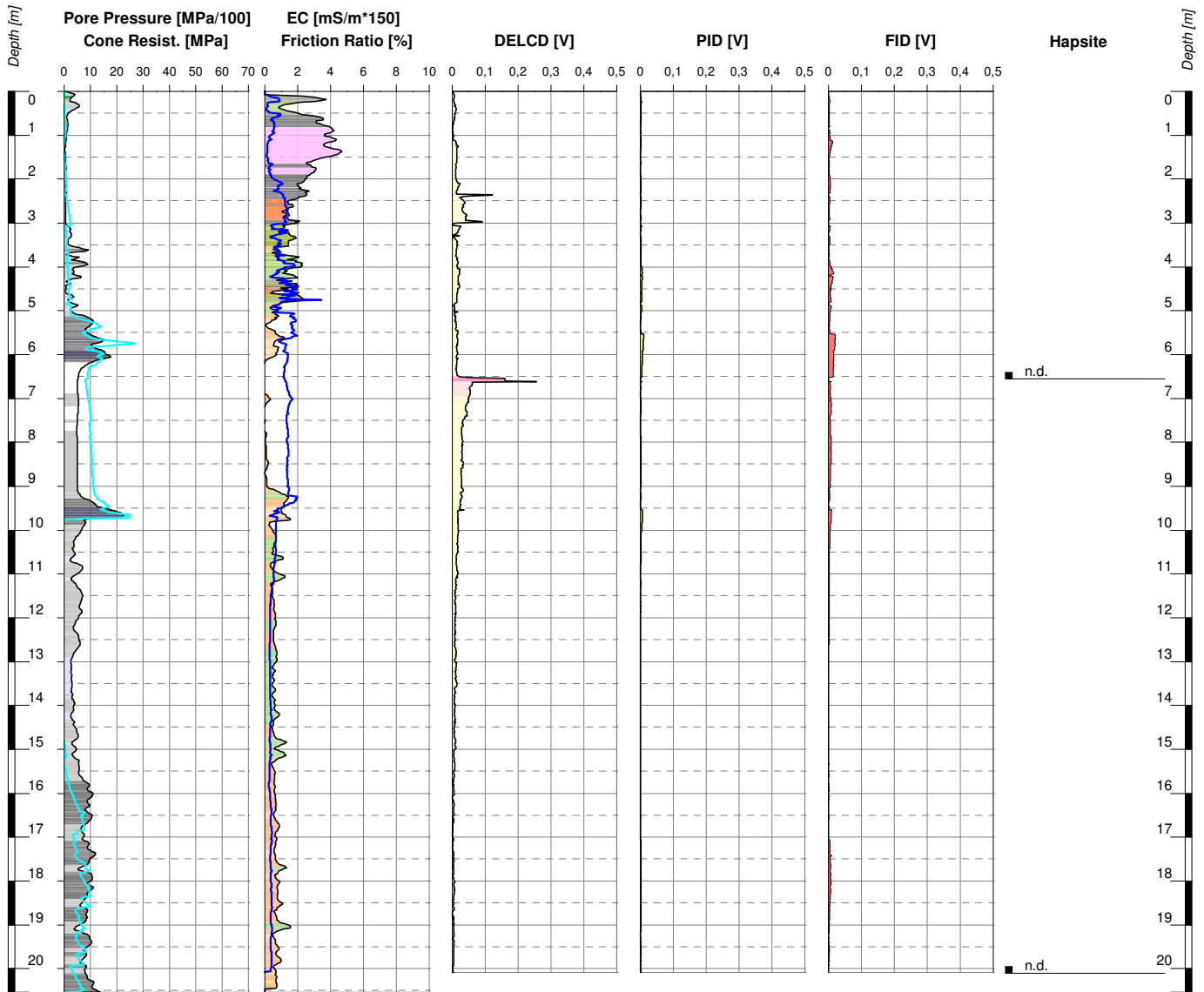
-  Zwak humeus
-  Matig humeus
-  Sterk humeus
-  Zwak grindig
-  Matig grindig
-  Sterk grindig
-  Puin

Peilbuis

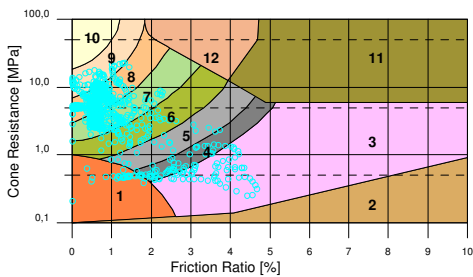


RESULTATEN MIP-DETECTOREN NAAST KLEEFMANTELSONDERINGEN

MIP 1



Robertson CPT Soil Classification (modified)

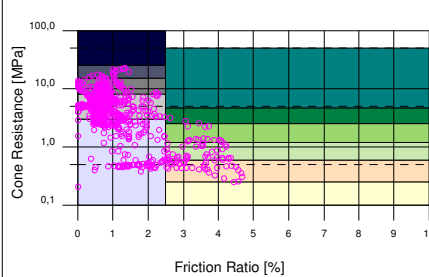


Legend (Colors in Friction Ratio Profile):

- 1 Sensitive, fine grained
- 2 Organic soils, peat
- 3 Clay
- 4 Clay to silty clay
- 5 Clayey silt to silty clay
- 6 Sandy silt to clayey silt
- 7 Silty sand to sandy silt
- 8 Sand to silty sand
- 9 Coarse to medium sand
- 10 Gravel to gravelly sand
- 11 Very stiff, fine grained
- 12 Very stiff sand to clayey sand

Soil types 11 and 12 are heavily overconsolidated or cemented.

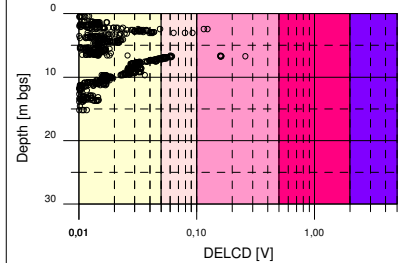
Soil Density and Consistency (interpreted)



Legend (Colors in Cone Resistance Profile)

- very loose
- loose
- medium dense
- dense
- very dense
- very soft
- soft
- firm
- stiff
- very stiff
- hard

Estimated VOCL-Concentration in TCE-Equivalents



Legend (Colors in DELCD-Profile):

- 0,3 - 1,0 mg/l
- 1 - 10 mg/l
- 10 - 50 mg/l
- 50 - 100 mg/l
- > 100 mg/l

Project: 510-14-611 Alphen aan den Rijn

Test Location: MIP 1

Client:

Contractor: Fugro Consult GmbH

Processed by: ST

Test Date: 17.09.2014

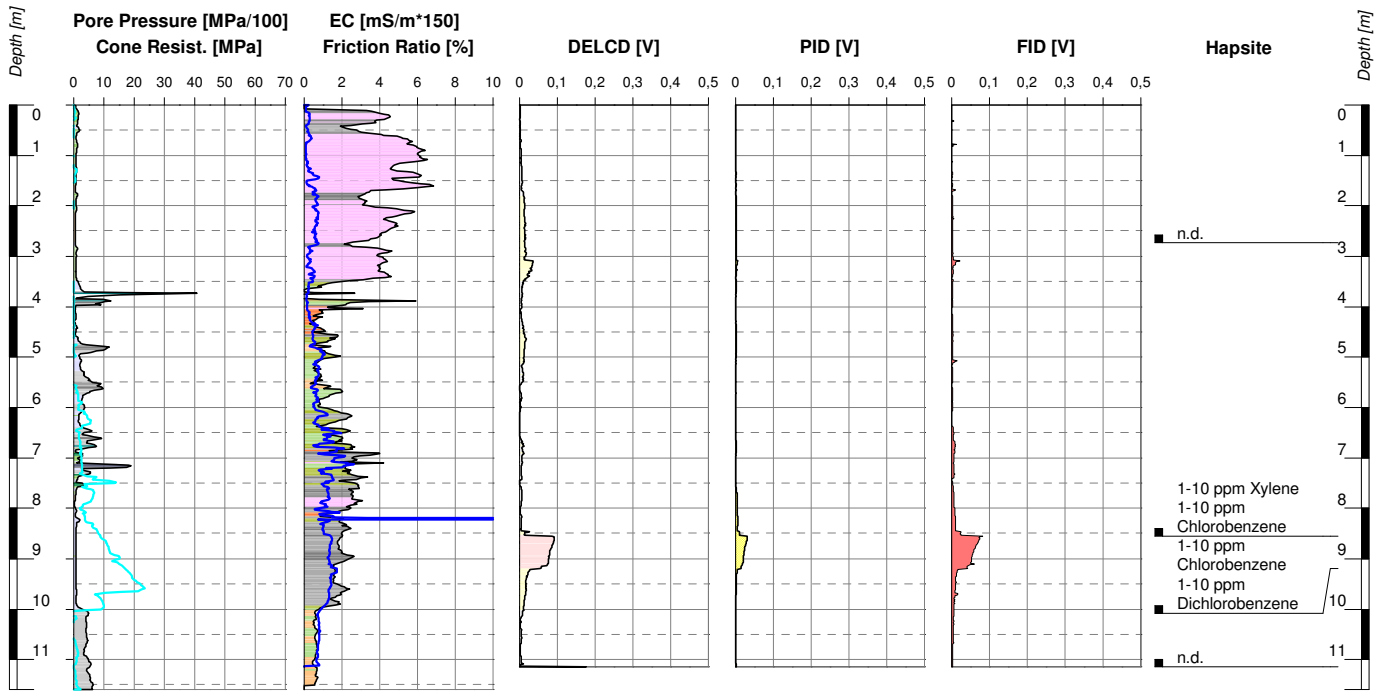
Depth (CPT): 20,54 m bgs



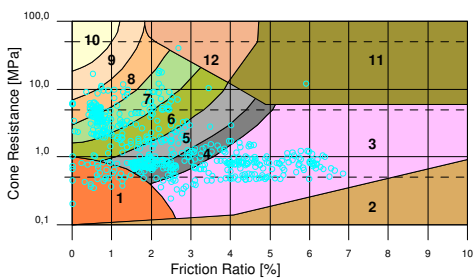
Fugro Consult GmbH
In-Situ Technologies

Burgwedel | Braunschweig | Mössingen

MIP 2



Robertson CPT Soil Classification (modified)

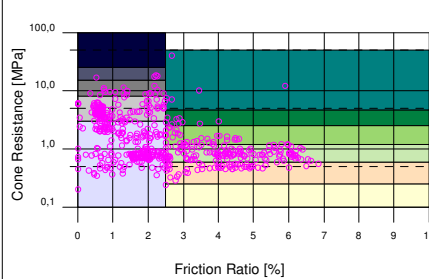


Legend (Colors in Friction Ratio Profile):

- 1 Sensitive, fine grained
- 2 Organic soils, peat
- 3 Clay
- 4 Clay to silty clay
- 5 Clayey silt to silty clay
- 6 Sandy silt to clayey silt
- 7 Silty sand to sandy silt
- 8 Sand to silty sand
- 9 Coarse to medium sand
- 10 Gravel to gravelly sand
- 11 Very stiff, fine grained
- 12 Very stiff sand to clayey sand

Soil types 11 and 12 are heavily overconsolidated or cemented.

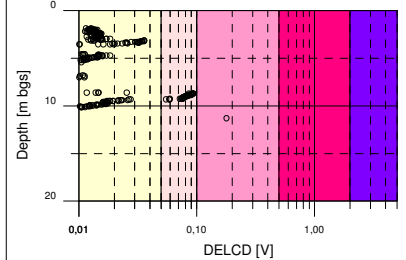
Soil Density and Consistency (interpreted)



Legend (Colors in Cone Resistance Profile)

- very loose
- loose
- medium dense
- dense
- very dense
- very soft
- soft
- firm
- stiff
- very stiff
- hard

Estimated VOCL-Concentration in TCE-Equivalents



Legend (Colors in DELCD-Profile):

- 0,3 - 1,0 mg/l
- 1 - 10 mg/l
- 10 - 50 mg/l
- 50 - 100 mg/l
- > 100 mg/l

Project: 510-14-611 Alphen aan den Rijn

Test Location: MIP 2

Client:

Contractor: Fugro Consult GmbH

Processed by: ST

Test Date: 17.09.2014

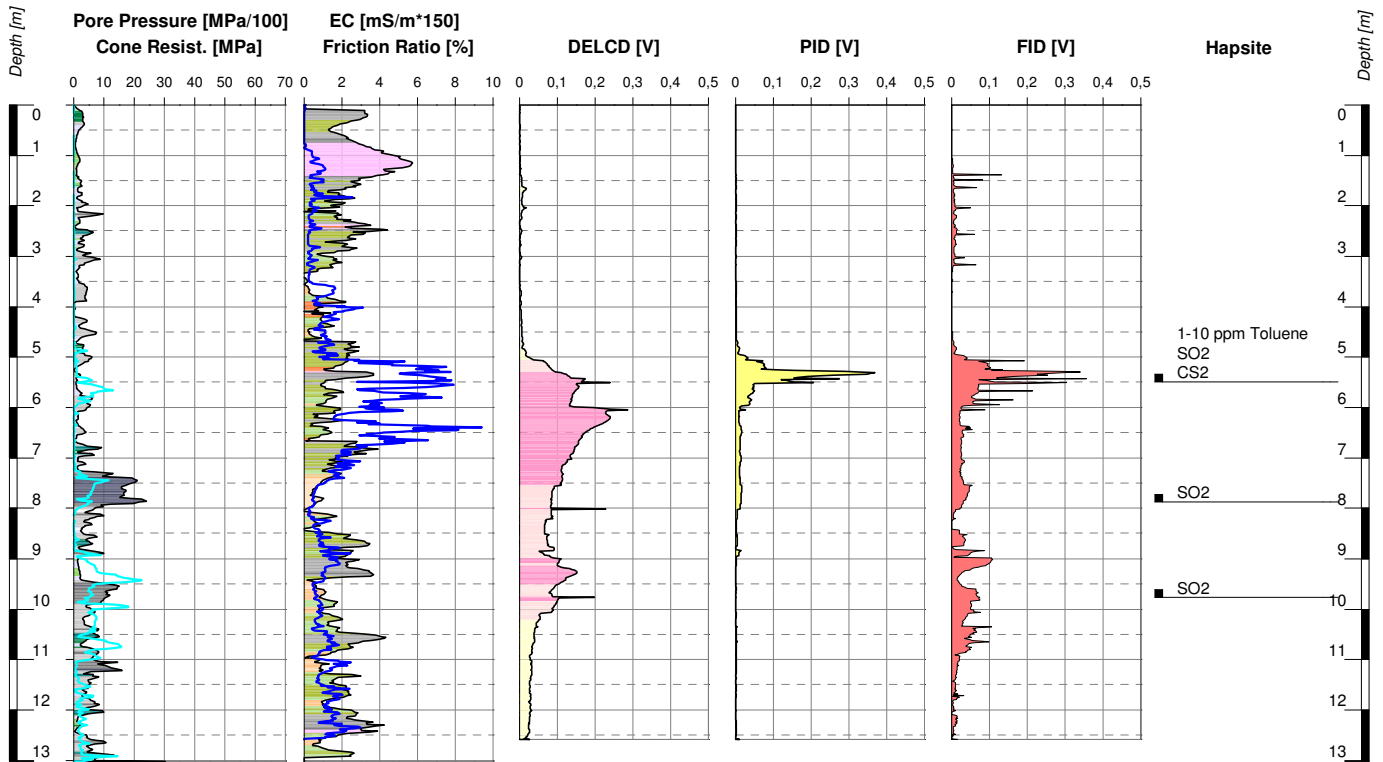
Depth (CPT): 11,60 m bgs



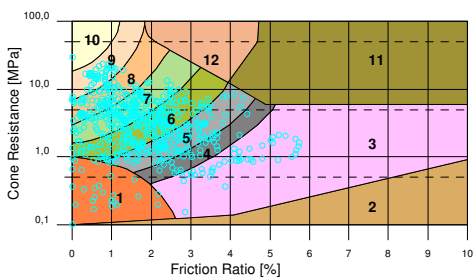
Fugro Consult GmbH
In-Situ Technologies

Burgwedel | Braunschweig | Mössingen

MIP 3



Robertson CPT Soil Classification (modified)

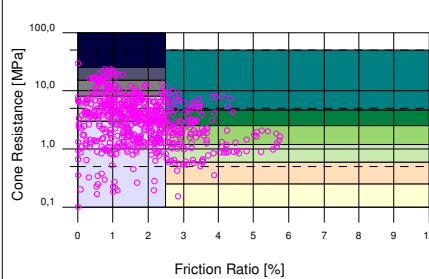


Legend (Colors in Friction Ratio Profile):

- 1 Sensitive, fine grained
- 2 Organic soils, peat
- 3 Clay
- 4 Clay to silty clay
- 5 Clayey silt to silty clay
- 6 Sandy silt to clayey silt
- 7 Silty sand to sandy silt
- 8 Sand to silty sand
- 9 Coarse to medium sand
- 10 Gravel to gravelly sand
- 11 Very stiff, fine grained
- 12 Very stiff sand to clayey sand

Soil types 11 and 12 are heavily overconsolidated or cemented.

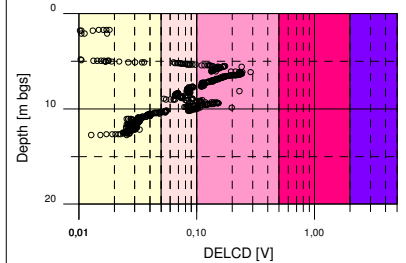
Soil Density and Consistency (interpreted)



Legend (Colors in Cone Resistance Profile)

- very loose
- loose
- medium dense
- dense
- very dense
- very soft
- soft
- firm
- stiff
- very stiff
- hard

Estimated VOCL-Concentration in TCE-Equivalents



Legend (Colors in DELCD-Profile):

- 0,3 - 1,0 mg/l
- 1 - 10 mg/l
- 10 - 50 mg/l
- 50 - 100 mg/l
- > 100 mg/l

Project: 510-14-611 Alphen aan den Rijn

Test Location: MIP 3

Client:

Contractor: Fugro Consult GmbH

Processed by: ST

Test Date: 17.09.2014

Depth (CPT): 13,02 m bgs



Fugro Consult GmbH
In-Situ Technologies

Burgwedel | Braunschweig | Mössingen

RESULTATEN HAPSITE

HAPSITE		Operator		Aromatic Hydrocarbons										Sulfur containing components			Remarks				
Project		System		Chlorobenzene										Sulfur Dioxide	Propanethiol*	Carbon Disulfide*	2-Butanethiol	Remarks			
Date		HEINO GÖCKEMEYER/THORSTEN STEINBERG		Benzene			Toluene		Ethylbenzene		Xylenes		Alkylbenzenes		other		Dichlorobenzene	SO ₂	/	/	Remarks
Sample		Result		Benzene	Toluene	Ethylbenzene	Xylenes	Alkylbenzenes	other	Dichlorobenzene	SO ₂	/	/	Remarks							
Alphen/NL		Heino Gockemeyer/Thorsten Steinberg		< 1 ppm			< 1 ppm		< 1 ppm		< 1 ppm		< 1 ppm		< 1 ppm						
17.09.2014		MIP / HAPSITE BL411		< 1 ppm			< 1 ppm		< 1 ppm		< 1 ppm		< 1 ppm		< 1 ppm						
MIP 1		clear		< 1 ppm			< 1 ppm		< 1 ppm		< 1 ppm		< 1 ppm		< 1 ppm						
7.0 m		clear		< 1 ppm			< 1 ppm		< 1 ppm		< 1 ppm		< 1 ppm		< 1 ppm						
20.55 m				< 1 ppm			< 1 ppm		< 1 ppm		< 1 ppm		< 1 ppm		< 1 ppm						
MIP 2				< 1 ppm			< 1 ppm		< 1 ppm		< 1 ppm		< 1 ppm		< 1 ppm						
3.18 m		clear		< 1 ppm			< 1 ppm		< 1 ppm		< 1 ppm		< 1 ppm		< 1 ppm						
9.0 m		aromat. + chlor. HC		< 1 ppm			< 1 ppm		< 1 ppm		< 1 ppm		< 1 ppm		< 1 ppm						
9.65 m		aromat. + chlor. HC		< 1 ppm			< 1 ppm		< 1 ppm		< 1 ppm		< 1 ppm		< 1 ppm						
11.6 m		clear / memory		< 1 ppm			< 1 ppm		< 1 ppm		< 1 ppm		< 1 ppm		< 1 ppm					probably memory	
MIP 3				< 1 ppm			< 1 ppm		< 1 ppm		< 1 ppm		< 1 ppm		< 1 ppm						
5.94 m		Toluene / SO ₂ / CS ₂		< 1 ppm			< 1 ppm		< 1 ppm		< 1 ppm		< 1 ppm		< 1 ppm	x	x*				
8.33 m		SO ₂		< 1 ppm			< 1 ppm		< 1 ppm		< 1 ppm		< 1 ppm		< 1 ppm	x				while withdrawing the rods, a redish viscous fluid was found at the rod joints (maybe paint??)	
10.21 m		SO ₂		< 1 ppm			< 1 ppm		< 1 ppm		< 1 ppm		< 1 ppm		< 1 ppm	x					

BESCHRIJVING MIP-SONDERING

Technical Description and Test Procedure MIP-CPT Probe

Cone Penetrometer Testing (CPT) is a worldwide known geotechnical investigation method to determine soil and porewater characteristics. Fugro has developed a variety of penetrometers, probes and samplers which are hydraulically pushed into the subsurface soil to obtain physical and chemical data.

By interpreting cone resistance and friction ratio, CPT data give detailed information about the subsurface soil behaviour and strata. In addition, dynamic and static pore pressure measurements using piëzoconus testing (CPTU) provide soil permeability and improved stratigraphic information.

CPT based Membrane Interface Probing (MIP) is able to identify the spatial expansion of soil contamination caused by Chlorinated Hydrocarbons (CHC) and other Volatile Organic Compounds (VOC) including dense and light Non-Aqueous Phase Liquids (D/L-NAPL). The Membrane Interface Probe (MIP) is used for in-situ screening of VOCs (Volatile Organic Compounds) in both the saturated and unsaturated zones. The MIP cone mobilizes a fraction of the VOCs with heat applied from the heating block of the cone (Figure 1). When heated to 120 – 135°C, these compounds are thermo-desorbed and diffused across the membrane. They are then transported by a carrier gas stream through capillaries in the MIP cable up to the truck where they are continuously detected with a gas chromatograph equipped with a PID (Photo Ionisation Detector), an FID (Flame Ionisation Detector) and a DELCD (Dry Electrolytic Conductivity Detector). This detector combination allows for selective specification of the contaminant type. The MIP unit was equipped with a heated trunk-line to increase sensitivity and to reduce detector tailing effects caused by condensation or retardation.

MIP sensitivity to different compounds strongly depends on the detector/membrane conditions, the length of the cable and the membrane temperature, but also on the vapour pressure and other physical/chemical properties of the relevant compounds.

Table 1 provides information on the sensitivity of MIP detectors to common contaminants and average detection limits.

Table 1: Sensitivity of MIP Components to Selected VOCs

Compound	PID	FID	DELCD	Average Detection Limits in Ground Water ppm
tetrachloroethene	+++	+	+++	0.3
trichloroethene	+++	+	+++	0.2
trichloroethane	-	+	+++	
dichloroethene (1,2) cis and trans	++	+	++	0.4
monochloroethane (vinyl chloride)	+	+	+	0.5
benzene	+++	+++	-	0.4
toluene	+++	+++	-	0.3
xylene	+++	+++	-	0.2

no sensitivity; + low sensitivity, ++ medium sensitivity, +++ high sensitivity

PID is able to detect the most aromatic compounds (Benzene, Toluene, Xylene, etc.) and numerous other compounds (H₂S, Hexane, Ethanol, CHC) with ionisation potentials below the lamp current of 10.6 eV. Methanol and water, for example, have an ionisation potential

above 10.6 eV and are not detected and, therefore, not falsely reported. FID detects molecules having C-H bonds. However, compounds such as H₂S, CCl₄ or NH₃ are not, or only to a limited extent, detected. DELCD detects halogenated compounds and, therefore, permits a reliable interpretation as to whether the hydrocarbon signals detected by the FID or PID are halogenated compounds such as CHC. It is also possible to establish whether there is a mixed contamination of mineral oil hydrocarbons and CHC.

In addition to the detection of subsurface VOC's, the MIP tool is equipped with an electrical conductivity (EC) dipole array at the leading edge of the tool. The EC-Sensor is used for measuring the electrical conductivity of the surrounding soil and the soil pore water and therefore to infer the lithology of the soil in contact with the probe.

Thus depth-continuous contaminant profiles are obtained together with simultaneous cone resistance and friction ratio logs, which allow for accurate mapping of contaminant plumes.

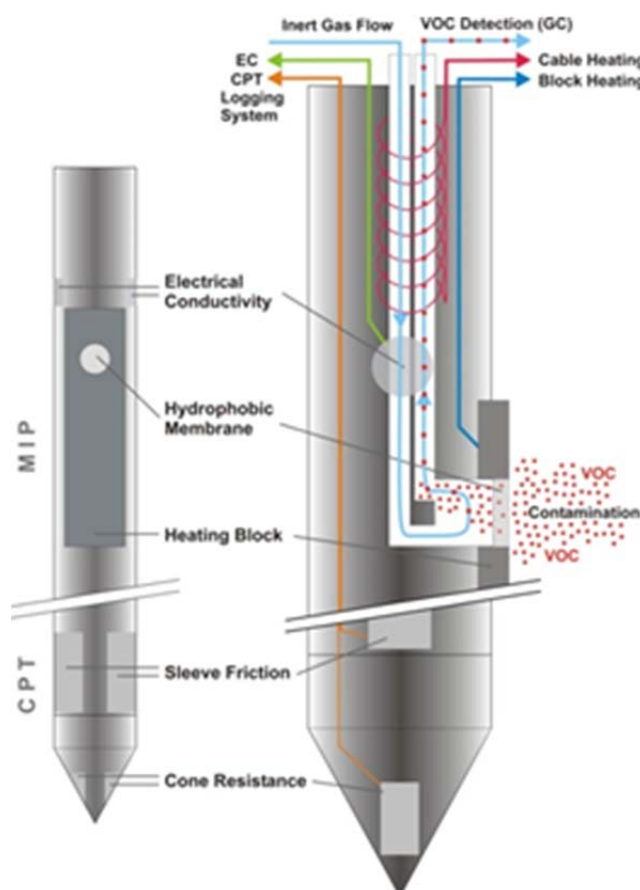


Figure 1: Fugro's MIP-CPT-probe

The MIP-CPT probe for on-shore investigations can be deployed with standard CPT technology down to total penetration depths above 50 m below ground level (bgl). Results are immediately available on site and can serve to adjust the investigation strategy in order to fully map contaminant bearing zones in a single mobilization.

The MIP technique is effective in both the saturated and unsaturated zones, and provides data even in clays and silts, which typically make water samples very difficult to collect. An excellent screening tool for use in rapid-adaptive investigations, the MIP can very quickly generate a large volume of data, locating source areas and plume bodies in three

dimensions. It is capable to cover large areas within short working time and the data are immediately available to the site investigator (real-time information) for decision making.

BESCHRIJVING HAPSITE

In Situ identification of organic compounds using GC-MS detection (Hapsite)

MIP-CPT combined with on-site analytics provide besides valuable MIP-type information additional compound and concentration specific product identification. So far only additional soil or groundwater sampling followed by time and cost intensive laboratory analysis could deliver equivalent results. Combining the standard MIP-CPT with an ultra-compact gas-chromatograph/ mass-spectrometer unit (GC/MS) provides an innovative alternative which allows exact and fast in-situ analysis of volatile organic compounds next to a MIP-CPT-log (Fig.2).

The portable GC/MS system (Figure 2) assures qualitative and quantitative chromatography results in laboratory quality within 10 minutes while delivering detection limits of ppm (parts per million) to ppt (parts per trillion). The GC/MS operation can be conducted during the progressing MIP-CPT investigation and doesn't extend the field operations.

An adaptive headspace sampling system adds the ability of on-site analysis of soil- and groundwater samples collected with separate technologies.



Figure 2: MIP-system next to GC/MS (HAPSITE)

Generally, HAPSITE (Hazardous Air Pollution on Site) method allows for identifying and quantifying volatile organic compounds (VOCs), toxic industrial chemicals (TICs), toxic industrial materials (TIMs), chemical warfare agents (CWAs), and selected semi-volatile organic compounds (SVOCs) applying on-site GC/MS detection..

HAPSITE applications differ from the in-situ direct sensing methods described above in several aspects:

- It identifies and quantifies organic compounds present in the soil, while MIP delivers only signals of varying intensity and is not designed to provide exact identification of compounds.
- The method is designed to measure organic contaminants at discrete locations rather than to conduct continuous observations over certain intervals of depth (this is why HAPSITE was combined with MIP).

- The test results are presented in the form of chromatograms and tables displaying identified individual organic compounds and their concentration (quite similar to the reporting of laboratory test results).