

Notitie

Datum: 19 november 2014
Betreft: Sonderingen vuilfront Coupépolder Alphen a/d Rijn
Kenmerk: BC85A, NOT20141111
Bestemd voor: Gemeente Alphen aan den Rijn
Ter attentie van: de heer A. Bosselaar
Opgesteld door: ir. C.M.J. Kwakernaak/ir. N. Borreman

1. Achtergrondinformatie

In de gemeente Alphen aan den Rijn is voormalige vuilstort "De Coupépolder" gelegen. De voormalige vuilstort heeft een oppervlakte van circa 22 hectare en is momenteel in gebruik als golfbaan. De vuilstort is van 1959 tot 1985 in bedrijf geweest. Op de stortplaats is huisvuil, bouw- en slooafval, agrarisch en chemisch afval gestort. De dikte van de stortlaag varieert en is naar verwachting 5 tot 10 meter. In het verleden is besloten de stortlocatie te saneren via het principe van Isoleren, Beheersen en Controleren. Hiertoe is na sluiting van de stort een beheersysteem aangelegd en wordt er gemonitord.

Het beheersysteem is gericht op het voorkomen van verspreiding van verontreinigde stoffen naar de omgeving. Het beheersysteem bestaat uit een afdeklaag met grond (0,5 tot 1,5 meter dik) aan de bovenzijde en damwanden en bentoniet aan de zijkanten van het stortmateriaal. Onder het stortmateriaal bevindt zich de holocene deklaag bestaande uit veen- en kleilagen. Plaatselijk zou deze laag meer zandig zijn ontwikkeld door geulafzettingen. De holocene deklaag heeft een dikte van naar verwachting 5 tot 10 meter en fungeert als afsluitende laag die verspreiding naar het onderliggende eerste watervoerend pakket moet voorkomen.

Alhoewel verspreiding en emissie van stoffen uit de stort al jaren worden gemonitord, zijn er weinig meetgegevens bekend van de kwaliteit en de omvang van het stortmateriaal. Tot nu toe is de stort beschouwd als "black box". De opbouw van de stort (dikte afdeklaag, stortlaag, holocene deklaag), de mate van verontreiniging in de stort en de optredende processen in de stort zijn nog niet eerder onderzocht. Daarnaast is onbekend tot hoe diep verontreinigingen zijn doorgedrongen in de onderliggende slechtdoorlatende holocene deklaag.

2. Doelstelling sonderingen

In opdracht van gemeente Alphen aan den Rijn heeft een commissie van externe deskundigen in 2012 de aanpak en nazorg van de Coupépolder onderzocht. De bevindingen en aanbevelingen zijn vastgelegd in het rapport "Verslag van onafhankelijk onderzoek naar de aanpak van de nazorg van de Coupépolder in Alphen aan den Rijn, d.d. 6 december 2012".

De externe deskundigen hebben als overkoepelende aanbeveling om de black box benadering te verlaten en via een jaarlijks te doorlopen cyclus van "besluiten, bedenken, berekenen en bewijzen" meer grip op de situatie te krijgen (van black box → grey box). Door de bevindingen samen te vatten in een alomvattend conceptueel model kan gekomen worden tot een aangepaste (kosteneffectievere en doelgerichtere) wijze van controleren.

De gemeente Alphen aan den Rijn wil op kostenefficiënte wijze, zonder opboren van grond, meer inzicht verkrijgen in opbouw en kwaliteit van de stort. Daarnaast is inzicht gewenst in de mate waarin verontreinigingen naar diepere bodemlagen zijn verspreid (Aanbeveling 10 van de Commissie van Externe Deskundige). In opdracht van gemeente Alphen aan den Rijn heeft Wareco Ingenieurs een onderzoek gecoördineerd waarmee is onderzocht of met MIP-sonderingen antwoord kan worden verkregen op deze vraag.

Om de hoofdvraag te kunnen beantwoorden zijn onderstaande subvragen gedefinieerd:

1. Is het mogelijk om met sondes (sonderingen) de omvang en de kwaliteit van het stortmateriaal voldoende nauwkeurig vast te stellen?
2. Kunnen met deze technieken tijdens het inbrengen van sondes continu metingen worden verricht, waardoor de fluctuatie van verontreiniging in de diepte kan worden vastgesteld?
3. Kan het uitvoeren van de metingen cq het inbrengen van de sondes worden uitgevoerd zonder dat hierdoor mobiele verontreinigingen verticaal verspreiden?
4. Is het mogelijk om met sondes de verspreiding van verontreinigingen, de diepte van het vuilfront, in de onderliggende bodem onder het stortmateriaal vast te stellen?
5. Is de nauwkeurigheid waarmee het vuilfront met sondes kan worden vastgesteld voldoende om toekomstige verspreiding naar watervoerende bodemlagen te kunnen voorspellen?
6. Als bovenstaande vragen positief kunnen worden beantwoord: welke investeringen zijn nodig om een voldoende dekkend beeld van sonderingen over de stort uit te voeren om uitspraken voor de hele locatie te doen?

3. Onderzoeksopzet

Om de vragen te beantwoorden zijn de volgende bedrijven uitgenodigd hun visie en plan van aanpak met betrekking tot milieusonderingen te geven:

1. Fugro Geoservices B.V uit Leidschendam.
2. EnISSA Enhanced in-situ Soil Analysis uit Steenokkerzeel, België.
3. Geosan uit Izegem, België.
4. Verbeke uit Sint-Eloois-Winkel, België.
5. Geosonda Evironment uit Gent België.

Alleen Fugro en EnISSA hebben een plan van aanpak en offerte uitgebracht. Besloten is beide bedrijven uit te nodigen om gedurende een dag, op vooraf vastgestelde locaties op de Coupépolder, sonderingen uit te voeren. In tabel 1 zijn de door beide bedrijven aangegeven te halen detectiegrenzen weergegeven in relatie tot de streef- en interventiewaarde voor grondwater uit de Circulaire bodemsanering (2009, van juli 2013)

Tabel 1: Detectiegrenzen* in relatie tot streef- en interventiewaarde grondwater

Parameter	Detectiegrens MIP Fugro (µg/l)	Detectiegrens EnISSA (µg/l)	S-waarde (µg/l)	I-waarde (µg/l)
Screening 54 meest voorkomende (semi) vluchtige componenten		200-500		
Benzeen	50-100	10-20	0,2	30
Ethylbenzeen	50-100	10-20	4	150
Tolueen	50-100	10-20	7	1000
Xyleen	50-100	10-20	0.2	70
Monochloorbenzeen	1-10 ppb	10-20	7	180
Dichloorbenzenen (som)	1-10 ppb	10-20	3	50
Tetrachlooretheen (PER)	100	10-20	0.01	40
Trichlooretheen (TRI)	150	10-20	24	500
(c/t)1,2 dichlooretheen	250	10-20	0.01	20
Vinylchloride	400	10-20	0.01	5

*Detectiegrenzen worden beïnvloed door externe factoren en zijn niet eenduidig vast te stellen

Fugro

Op 17 september 2014 heeft Fugro drie MIP-sonderingen uitgevoerd, aangevuld met Hapsite GC/MS metingen, zie foto 1. De locaties van de sonderingen zijn weergegeven op tekening in bijlage 1. Fugro heeft sonderingen uitgevoerd op het noordoostelijke, hoger gelegen, terreindeel.

Bij deze MIP-sonderingen zijn de klassieke metingen waarmee de bodemopbouw wordt vastgesteld (conusweerstand en wrijvingsgetal) aangevuld met een screening op gechlororeerde koolwaterstoffen (DELCD-meting voor chlooratomen, PID voor dubbele bindingen en FID voor totaal koolstof) over het gehele sondeertraject. Op basis van de meetresultaten op deze drie detectoren is op sommige diepten besloten een Hapsite GC/MS-veldmeting uit te voeren. Hiermee wordt de gedetecteerde verontreiniging nader gespecificeerd in stof en gehalte. De Hapsit GC/MS meting heeft een lagere detectiegrens (parts per million tot parts per trillion).



EnISSA

Op 17 september 2014 heeft EnISSA drie MIP-sonderingen uitgevoerd, aangevuld met GC/MS-metingen om de 30 centimeter. De locaties van de sonderingen zijn weergegeven op tekening in [bijlage 1](#). EnISSA heeft sonderingen uitgevoerd op het lager gelegen zuidwestelijke deel van de stortlocatie.

De bodemopbouw is bepaald met conductiviteitsmetingen met de Wenner dipool. Over het gehele sondeertraject is de bodem gescreend met drie detectoren DELCD, PID en FID. Daarnaast is om de 30 centimeter een gassample geanalyseerd op de GC/MS. De gassamples zijn geanalyseerd op BTEX en VOCl (tetrachlooretheen, trichlooretheen, CIS 1,2 dichlooretheen, vinylchloride trichloormethaan en dichloorethaan). Daarnaast is op de diepten waarbij de drie detectoren DELCD, PID en FID een verontreiniging hebben vastgesteld en uit de eerste GC/MS meting geen verontreiniging met de geselecteerde parameters bleek, een bredere meting uitgevoerd op 54 veelvoorkomende (semi) vluchtige componenten. De meting op 54 parameters leidt wel tot een hogere detectiegrens (250-500 µg) De sonderingen zijn uitgevoerd met een MIP-conus op een Geoprobe.



4. Meetresultaten

In bijlagen 2 en 3 zijn de op basis van de sonderingen vastgestelde bodemopbouw gevisualiseerd. De bevindingen omtrent de opbouw van de stort zijn samengevat in tabel 2.

Tabel 2: Opbouw stortplaats Coupépolder

Omschrijving	Fugro			EnISSA		
	MIP 1	MIP 2	MIP 3	MIP 1	MIP 2	MIP 3
Maaiveldhoogte (m t.o.v. NAP)	3,23	5,41	11,58	2,3	2,3	2,4
Dikte afdeklaag (m)	3	4	2	2,7	1,8	1,8
Dikte stortmateriaal (m)	9,5	6	>11	1,5	2,7	3,2
Diepte onderkant stort (NAP)	-9,27	-4,59	?	-1,9	-2,2	-2,6
Dikte holocene deklaag	0	0	?	8,1	6	7,4
Top 1 ^e watervoerend pakket (NAP)	-9,27	-4,59	?	-10	-8,2	-10

De derde MIP-sondering van Fugro is gestuit op een brokstuk, waardoor de dikte van het stortmateriaal en de bodemgesteldheid onder de stort niet kon worden vastgesteld.

Op het lager gelegen zuidwestelijke deel is het originele maaiveld (holocene deklaag) aangetroffen op circa NAP -2 m. Het stortpakket heeft een dikte van 2 tot 3 meter. Onder de stortlaag is het holocene pakket aangetroffen met een dikte variërend van 6 tot 8 meter. Het eerste watervoerend pakket begint op circa NAP-10 m.

Op het hoger gelegen noordoostelijke terreindeel is het originele maaiveld (holocene deklaag) niet aangetroffen. De dikte van de stortlaag varieert hier sterker, van 6 tot 9,5 meter. Direct onder de stortlaag is een zandpakket aangetroffen. Onduidelijk is of dit het eerste watervoerend pakket of het holocene geulenstelsel betreft.

De resultaten van de Fugro MIP-sonderingen zijn samengevat in tabel 3. De resultaten van EnISSA zijn samengevat in tabel 4. De volledige meetrapportages zijn opgenomen in bijlagen 4 en 5.

Bij de sonderingen op het hoger gelegen noordwestelijke deel is in het stortmateriaal toluen, xyleen en chloorbenzeen aangetroffen in gehalten binnen de range 1-10 ppm. Deze gehalten liggen onder de interventiewaarde. Bij de sonderingen op het lager gelegen zuidwestelijke deel zijn sterkere verontreinigingen aangetroffen (tolueen 50 µg/l, ethylbenzeen 250 µg/l, benzeen 500 µg/l), met benzeen en ethylbenzeen tot boven de interventiewaarden. Er zijn nergens chloorethenen gedetecteerd.

Tabel 3: Resultaten Fugro (diepten ten opzichte van NAP)

MIP 1		MIP 2	
Bodemopbouw (NAP)	MIP-GC/MS	Bodemopbouw	MIP-GC/MS*
3.2 tot 0.2: klei (afdeklaag)	<detectiegrens	5,4 tot 1,4: klei (afdeklaag)	NAP + 2,4: verontreiniging boven detectiegrens
0,2 tot -9,3: stortmateriaal	-4,3 NAP: uitslag op DELCD, geen detectie op GC/MS*	1,4 tot -4,6: stortmateriaal	-3,4 tot -4,6: chloorbenzeen en xyleen 1-10 ppm.
-9,3 tot -17,3: zand	-17,3 < detectiegrens	-4,9 tot -6,2 : zand	-5,6: < detectiegrens

Vervolg tabel 3: Resultaten Fugro

MIP 3	
Bodemopbouw	MIP-GC/MS*
11,6 tot 9,6: klei (afdeklaag)	<detectiegrens
-9,6 tot -1,5: stortmateriaal (gestuit op brokstuk)	6,6 tot -1,4: uitslag op DELCD, PID en FID. 5,6: Tolueen 1-10 ppm 3,3: SO ₂ 1,4: SO ₂

Tabel 4: Resultaten EnISSA

MIP 1		MIP 2	
Bodemopbouw	MIP-GC/MS*	Bodemopbouw	MIP-GC/MS*
2,3 tot -0,4: leem (afdeklaag)	<	2,3 tot 0,5: klei (afdeklaag)	<
-0,4 tot -1,9: stortmateriaal	-1,3 tot -2,2: benzeen en toluen <50 µg/l en ethylbenzeenxylenen 250 µg/l.	0,5 tot -2,2: stortmateriaal	
-1,9 tot -10: leem/klei	enkele kleine pieken, < detectiegrens GC/MS	-2,2 tot -8,2: klei/leem	-2,5 tot -3,1: benzeen <20 µg/l -1,8 tot -4: toluen <50 µg/l

*GC/MS-meting op BTEX, alkylbenzenen, chloorbenzeen en dichloorbenzeen. Onbekend of ook is geanalyseerd op VOCI

Vervolg tabel 4: Resultaten EnISSA

MIP 3	
Bodemopbouw	MIP-GC/MS
2,4 tot 0,6: klei (afdeklaag)	-
0,6 tot -2,6: stortmateriaal	-2,4 tot -5,4: Benzeen 500 µg/l
-2,6 tot -10.1: klei/leem	-3.0 tot -4,2: Tolueen 25 µg/l -3,0: Ethylbenzeen 25 µg/l -3,0: 3-chloropropen

5. Permeatie van verontreiniging in de onderafdichtende kleilaag

De sonderingen op het hoger gelegen noordwestelijke deel van de stort laten geen sterke verontreinigingen zien in het zandig ontwikkelde stortmateriaal en de zandige laag eronder. Onder het stortmateriaal is geen afsluitende holocene deklaag (klei/veen) aangetroffen.

MIP 1 van EnISSA toont een onderafdichtende kleilaag van 8,1 meter dikte. Benzeen, toluen en ethylbenzeen zijn tot 0,3 m in de kleilaag gedrongen, zie rode lijn in [bijlage 3](#).

Mip 2 van EnISSA laat een 6 meter dikke onderafdichtende kleilaag zien. De verontreiniging met benzeen en toluen is maximaal 1,8 meter in de kleilaag gedrongen.

MIP 3 toont een 7,4 meter dikke onderafdichtende kleilaag. Tot 2,8 meter in deze kleilaag zijn benzeenconcentraties tot 500 µg/l gemeten. Benzeen is gemeten tot de onderzijde van de kleilaag op 12,4 m –mv, in gehalten tot circa 25 µg/l. Geconcludeerd wordt dat ter plaatse van MIP 3 verontreiniging is verspreid tot in het eerste watervoerend pakket.

6. Conclusies en aanbevelingen

Op 17 september zijn MIP-sonderingen uitgevoerd om na te gaan of met MIP-sonderingen meer inzicht kan worden verkregen over de opbouw van de stort en of kan worden vastgesteld hoever verontreiniging vanuit de stort in de onderafdichtende kleilaag zijn doorgedrongen. Op basis van de resultaten worden de volgende conclusies getrokken:

- MIP-sonderingen zijn geschikt om meer inzicht te krijgen in de opbouw van de stort.
- De dikte van de bovenste afdeklaag varieert van 1,8 tot 4 meter dikte.
- De dikte van het stortpakket varieert van 1,5 tot meer dan 11 meter.
- Onder het hoger gelegen noordoostelijke deel van de stort is geen holocene slecht doorlatende laag aangetroffen onder het stortmateriaal.
- Onder het lager gelegen zuidwestelijke deel van de stort is de holocene deklaag wel onder het stortmateriaal aangetroffen. De holocene deklaag heeft hier een dikte variërend van 6-8 meter.
- Op het noordoostelijke terreindeel zijn lichte verontreinigingen met toluen, xyleen en chloorbenzeen aangetroffen. Mogelijk dat dit verband houdt met de opbouw van de stort. Ter plaatse van de metingen is mogelijk geen chemisch afval gestort.
- Op het zuidwestelijke lager gelegen gedeelte zijn sterke verontreinigingen met ethylbenzeen en benzeen aangetroffen. Ook hier duiden de metingen niet direct op gestort chemisch afval. In dat geval zouden veel hogere gehalten zijn gemeten.
- Nergens zijn vluchtige gechloreerde ethenen (PER, TRI, CIS en VC) aangetroffen, terwijl juist deze stoffen zich relatief eenvoudig verspreiden naar de diepte.
- In één van de MIP-sonderingen is benzeen aangetroffen tot de onderzijde van de holocene deklaag en heeft verspreiding tot het eerste watervoerend pakket plaatsgevonden. Deze meting is gedaan bij de MIP-sondering waar tevens de hoogste concentraties aan benzeen zijn gemeten in het ondiepere pakket. Naar verwachting bevindt zich hier een plaatselijke hotspot.

Op basis van de resultaten wordt verwacht dat op meerdere locaties verontreiniging is doorgeslagen naar het eerste watervoerend pakket. De gemeten gehalten zijn voornamelijk relatief laag, waardoor vanwege verdunning in het eerste watervoerend pakket voornamelijk alleen lichte verontreinigingen zijn gemeten in het eerste watervoerend pakket aan de randen van de Coupépolder.

Onderstaand wordt antwoord gegeven op de gedefinieerde subvragen:

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

Met sonderingen kan meer inzicht worden verkregen over de opbouw van de stortlocatie. Om de omvang en kwaliteit nauwkeurig vast te stellen is een hoge onderzoeksintensiteit nodig. Daarnaast speelt de detectielimiet een rol. De sondeeraanpak van Fugro (eerst meten met DELCD/PID en FID en pas bij uitslag op de drie meters een GC/MS-meting) gaat sneller dan die van EnISSA. De detectiegrenzen liggen echter substantieel hoger dan bij de methode van EnISSA. De methode van EnISSA gaat uit van een GC/MS-meting om de 30 centimeter, waardoor een nauwkeuriger beeld verkregen wordt van de verontreinigingsgraad (detectiegrens op 10-20 µg/l).

Mede met het oog op het gebruik als golfbaan zullen de sonderingen van EnISSA, met de relatief lichte Geoprobe, tot minder schade leiden dan sonderingen met de veel zwaardere sondeertruck van Fugro. De metingen zijn weinig belemmerd door in de stort aanwezige obstakels.

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

Met behulp van MIP-sonderingen aangevuld met GC/MS metingen is het goed mogelijk het gehele sondeertraject te screenen op gechloreerde koolwaterstoffen. Andere verontreinigingen, zoals zware metalen, PAK's, cyanide etc. worden niet met de MIP-sonde gedetecteerd.

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

Ja, door de sonderingen af te dichten met bentoniet of grout wordt verticale verspreiding zo veel mogelijk voorkomen. Desondanks wordt het op grote schaal "doorprikken" van de onderafdichtende kleilaag niet wenselijk geacht. Voorgesteld wordt om de sonderingen alleen in te zetten om de kwaliteit van het stortmateriaal te onderzoeken en de sondering te stoppen zodra de holocene deklaag wordt bereikt.

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

Ja, met het proefproject is reeds aangetoond dat het mogelijk is het vuilfront in de diepte in beeld te brengen.

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

De detectielimiet van de metingen is afhankelijk van het aantal parameters waarop wordt gescreend. In onderhavig proefproject is een selectie gemaakt van stoffen die verwacht werden. Hiermee is door EnISSA een relatief lage detectiegrens behaald (10-20 µg/l). De meetmethode van EnISSA leidt tot lagere detectiegrenzen dan de aanpak van Fugro.

6. *Als bovenstaande vragen positief kunnen worden beantwoord: welke investeringen zijn nodig om een voldoende dekkend beeld van sonderingen over de stort uit te voeren om uitspraken voor de hele locatie te doen?*

De inzet van sonderingen is zinvol om meer inzicht te krijgen in de opbouw van de stort en de kwaliteit van het stortmateriaal. Op basis van de resultaten van de uitgevoerde sonderingen lijkt de mate van verontreiniging namelijk vooralsnog mee te vallen. Er wordt afgeraden de sonderingen op grote schaal door te zetten tot het eerste watervoerend pakket.

Geadviseerd wordt de resultaten van onderhavige en toekomstige sonderingen te verwerken in het conceptuele model, om conform de aanbevelingen van de commissie van Externe Deskundige te gaan van black box → grey box.




Bijlagen:

1. Locatietekening
2. Visualisatie sonderingen Fugro
3. Visualisatie sonderingen EnISSA
4. Meetrapportage Fugro "Proefproject sonderingen, opdrachtnummer 1914-0037-000, d.d. 12 november 2014.
5. Meetrapportage EnISSA "Onderzoekslocatie Coupépolder, projectnummer 14/698, d.d. 17 november 2014

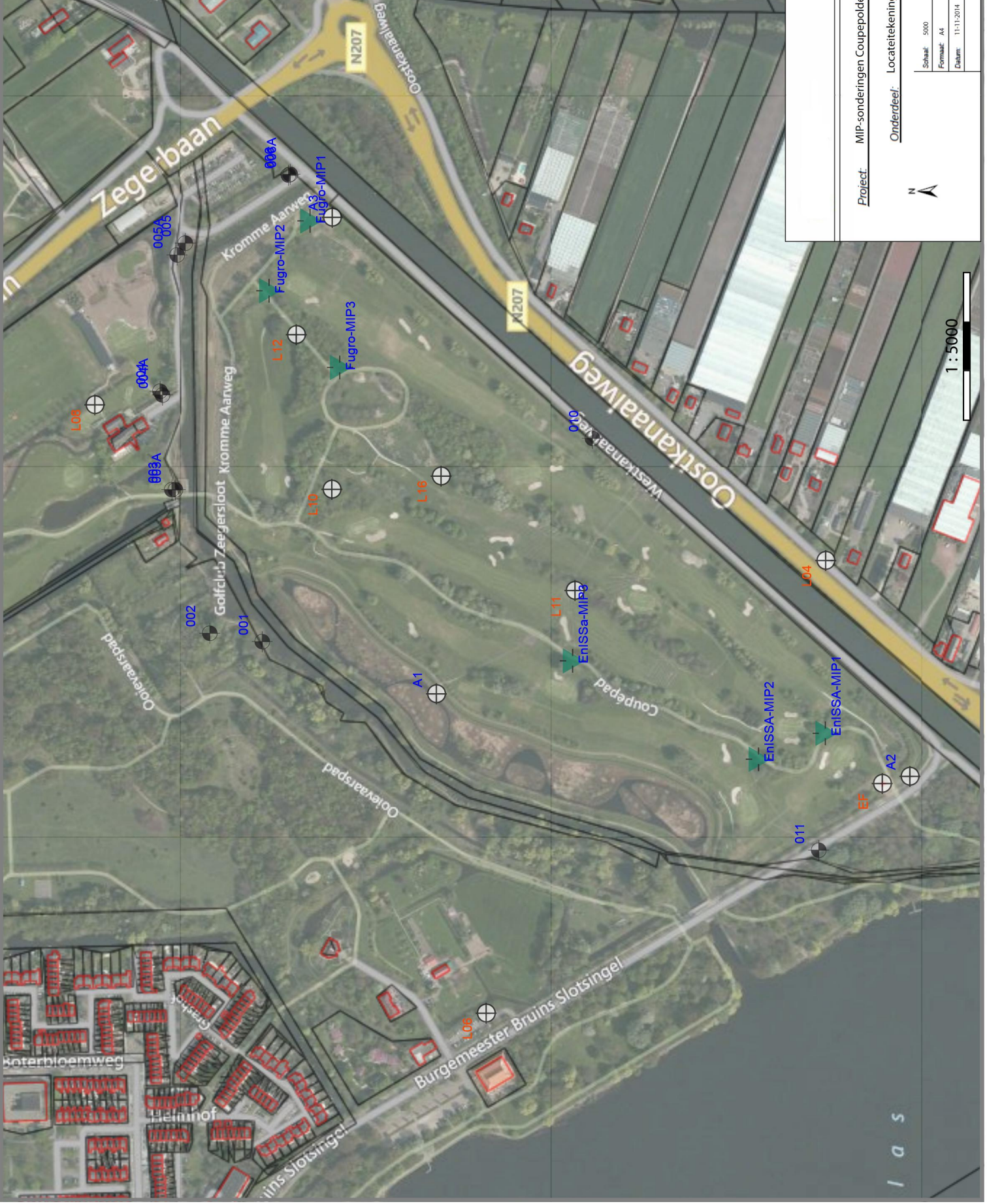
BIJLAGE 1

Locatietekening

monsterpunt

-  monsterpunt
-  Boring
-  Sondering
-  L
-  Peilbuis

Bronnen
 Bing Maps: <http://www.bing.com/maps/>



wareco
 ING ENIEU RS

Project: MIP-sonderingen Coupepolder te Alphen aan den Rijn

Onderdeel: Locatietekening

Schaal: 5000
 Formaat: A4
 Datum: 11-11-2014

Tekening nr.: _____
 Bladz. nr.: _____

l a s

BIJLAGE 2

Visualisatie sonderingen Fugro

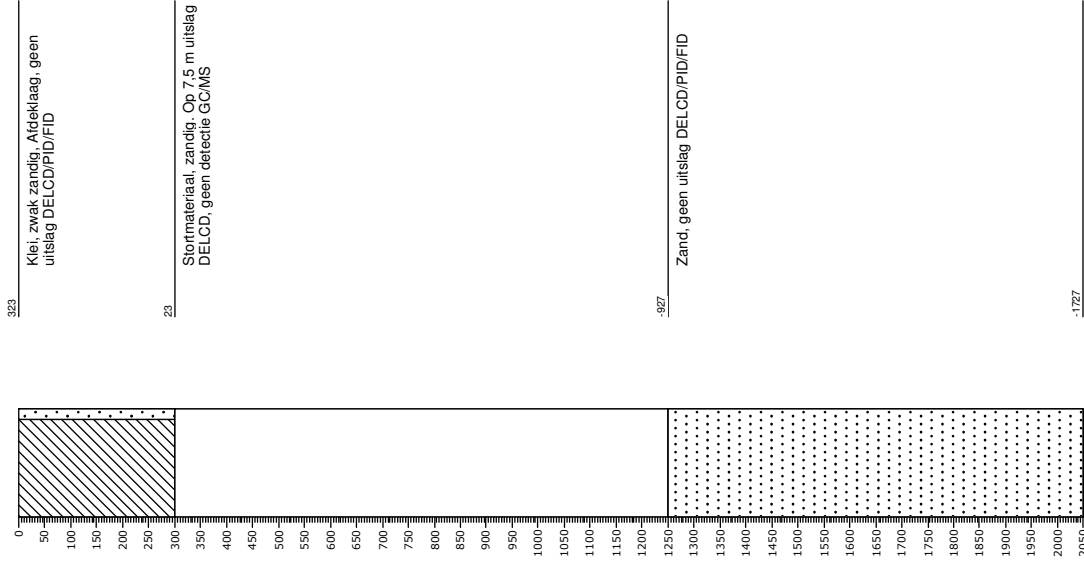
Boring: Fugro-MIP1

datum: 17-09-2014

opmerking:

X/Y-coördinaat: 107976,9 / 461801,4

N.A.P.



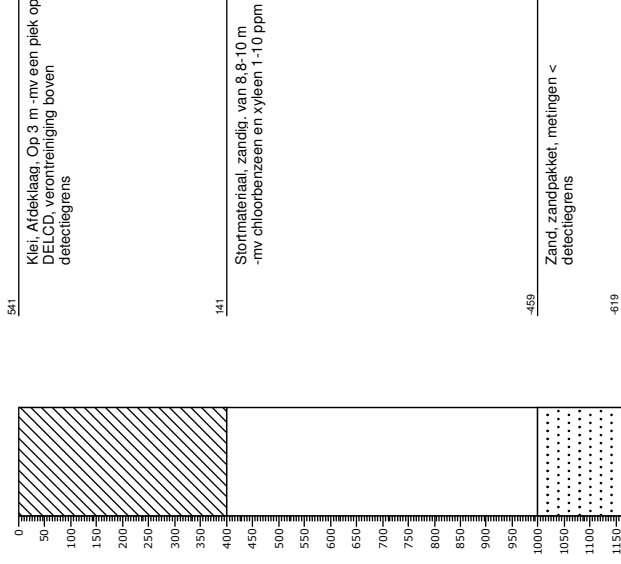
Boring: Fugro-MIP2

datum: 17-09-2014

opmerking:

X/Y-coördinaat: 107906,4 / 461843,6

N.A.P.



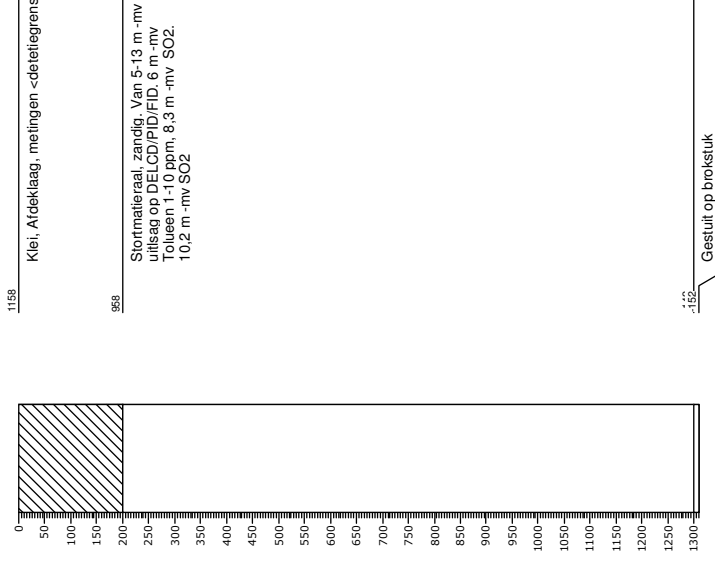
Boring: Fugro-MIP3

datum: 17-09-2014

opmerking:

X/Y-coördinaat: 107827,9 / 461772,8

N.A.P.

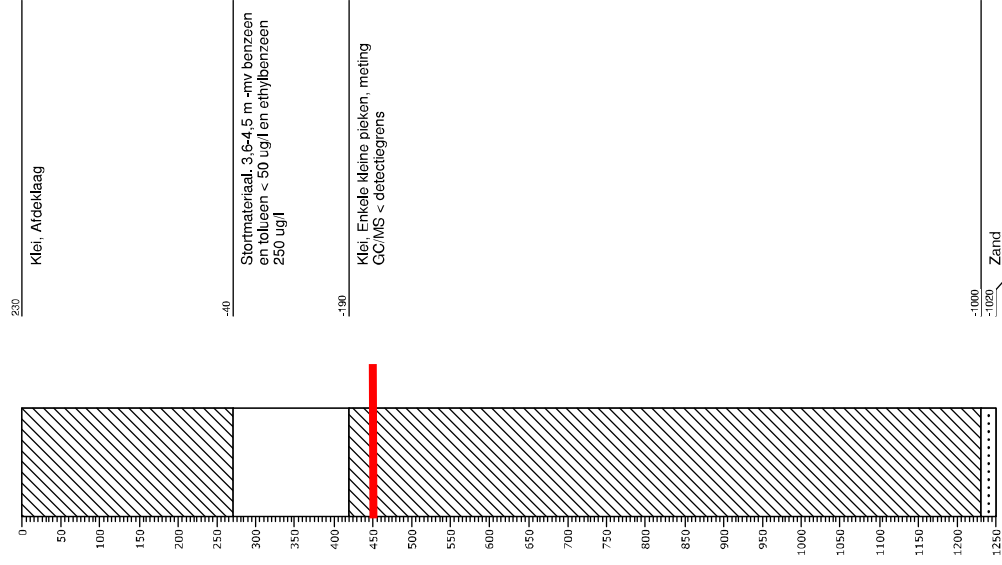


BIJLAGE 3

Visualisering sonderingen EnISSA

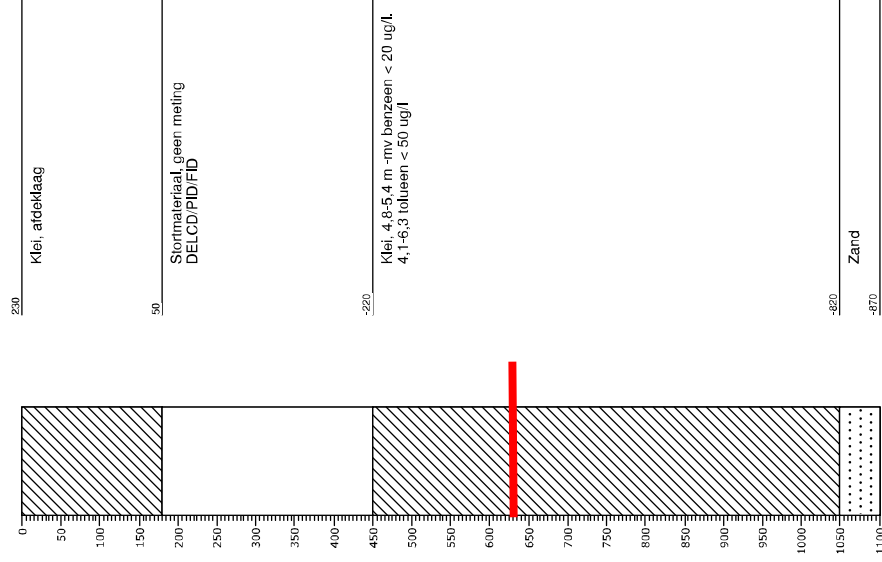
Boring: EnISSA-MIP1

datum: 17-09-2014
opmerking:
X/Y-coördinaat: 107452 / 461285
N.A.P.



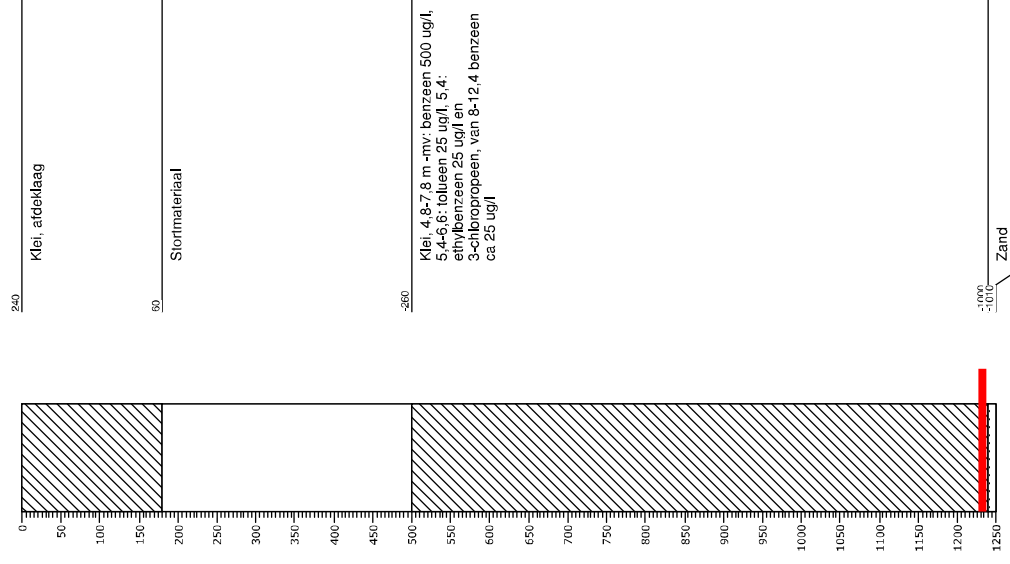
Boring: EnISSA-MIP2

datum: 17-09-2014
opmerking:
X/Y-coördinaat: 107426,29 / 461352,89
N.A.P.



Boring: EnISSa-MIP3

datum: 17-09-2014
opmerking:
X/Y-coördinaat: 107528 / 461540
N.A.P.



BIJLAGE 4

Meetrapportage Fugro "Proefproject sonderingen, opdrachtnummer 1914-0037-000, d.d. 12 november 2014

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 kleefmantelonderingen	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.

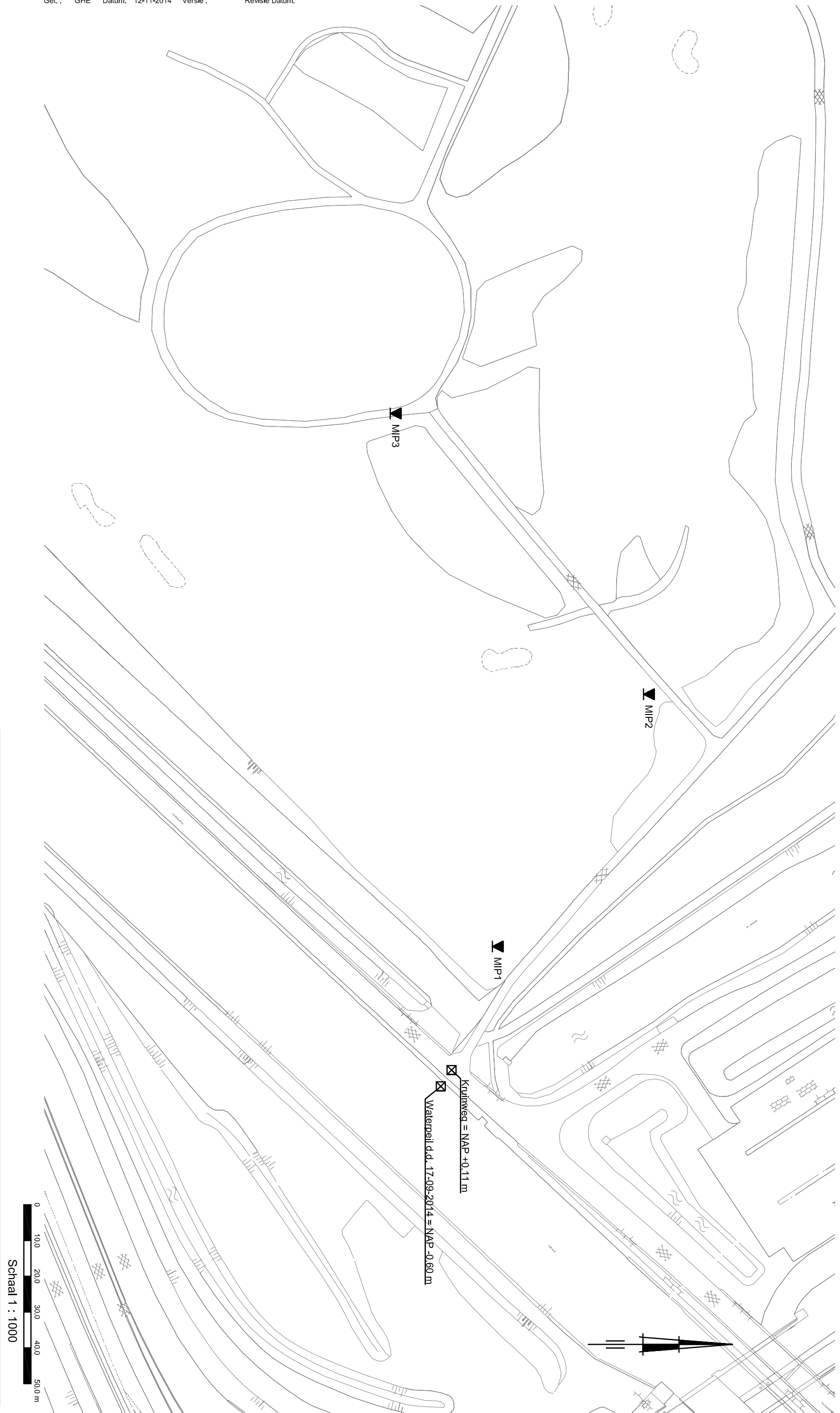
De kracht van de in situ metingen met de Hapsite is de bevestiging, en kwalitatieve en kwantitatieve aanvulling van de MIP screening over het gehele sondeer profiel. De werkelijke waarde van de Hapsite komt naar voren indien deze specifiek kan worden geijkt op stoffen die mogelijk kunnen worden aangetroffen,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

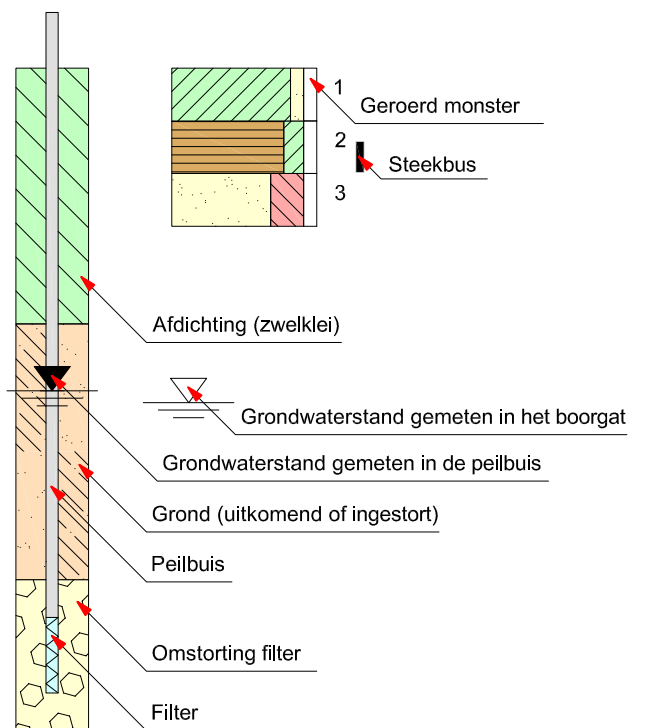
Toegevoegde metingen

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

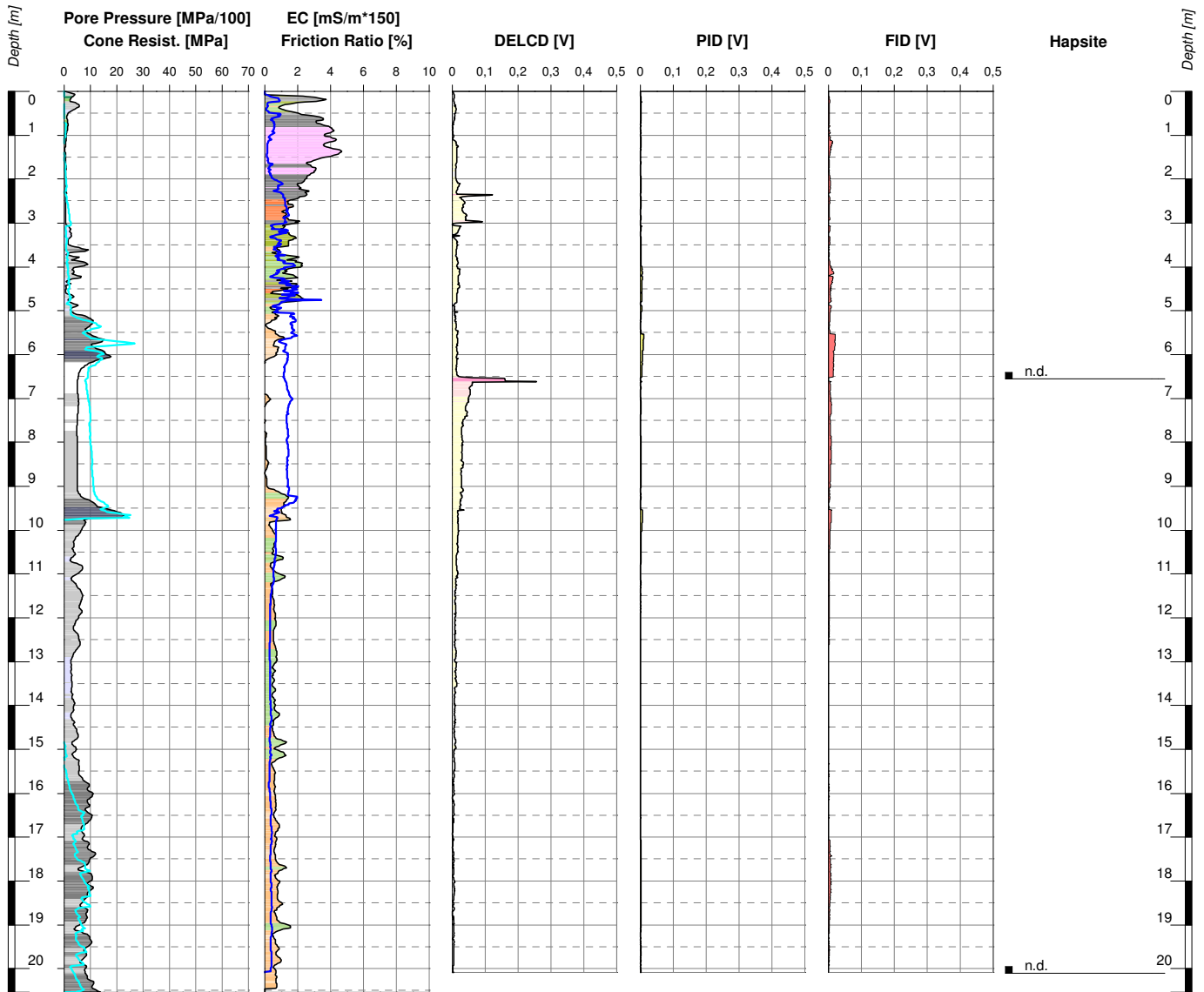
Grind	Klei
Zand	
	Overige toevoegingen
Veen	

Peilbuis

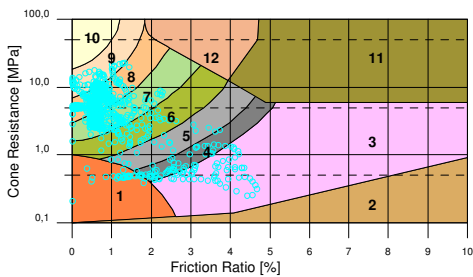


RESULTATEN MIP-DETECTOREN NAAST KLEEFMANTELSONDERINGEN

MIP 1



Robertson CPT Soil Classification (modified)

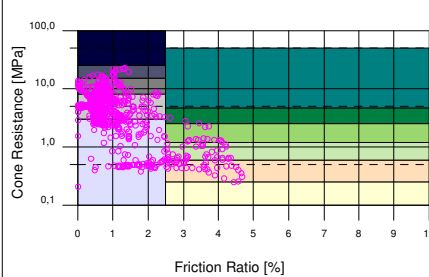


Legend (Colors in Friction Ratio Profile):

- 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.

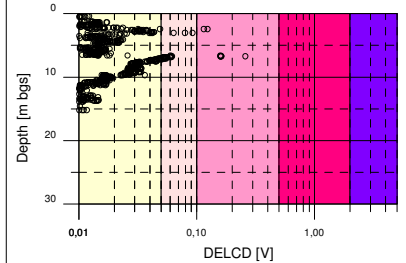
Soil Density and Consistency (interpreted)



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

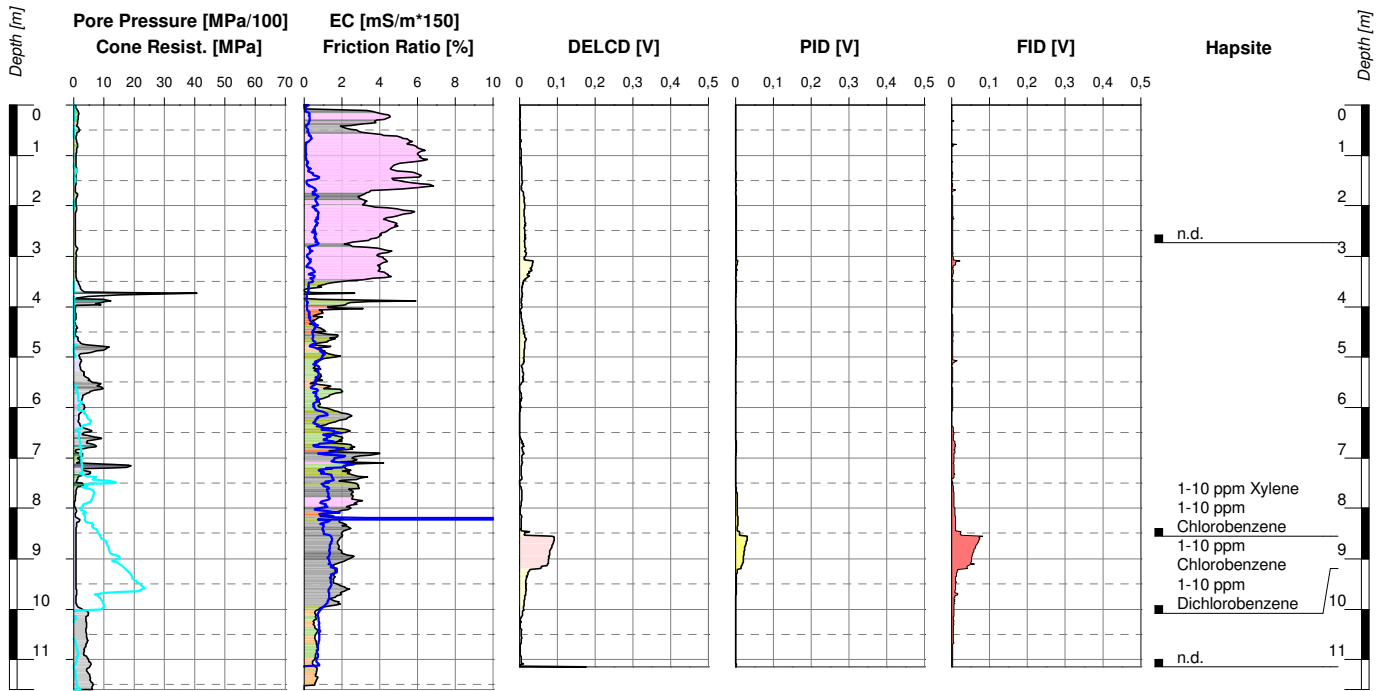
Depth (CPT): 20,54 m bgs



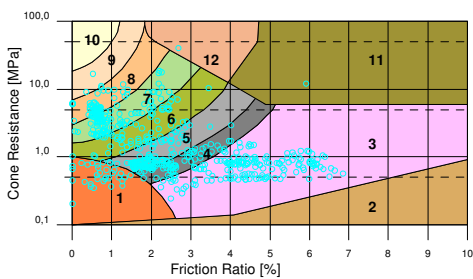
Fugro Consult GmbH
In-Situ Technologies

Burgwedel | Braunschweig | Mössingen

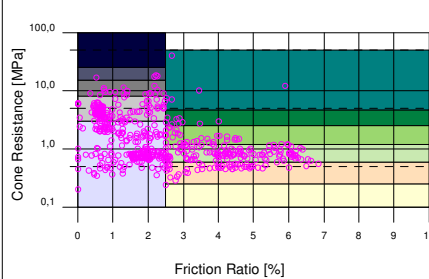
MIP 2



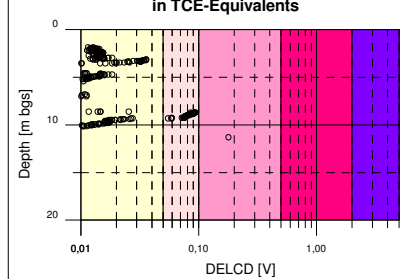
Robertson CPT Soil Classification (modified)



Soil Density and Consistency (interpreted)



Estimated VOCL-Concentration in TCE-Equivalents



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.

Legend (Colors in Cone Resistance Profile)

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

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

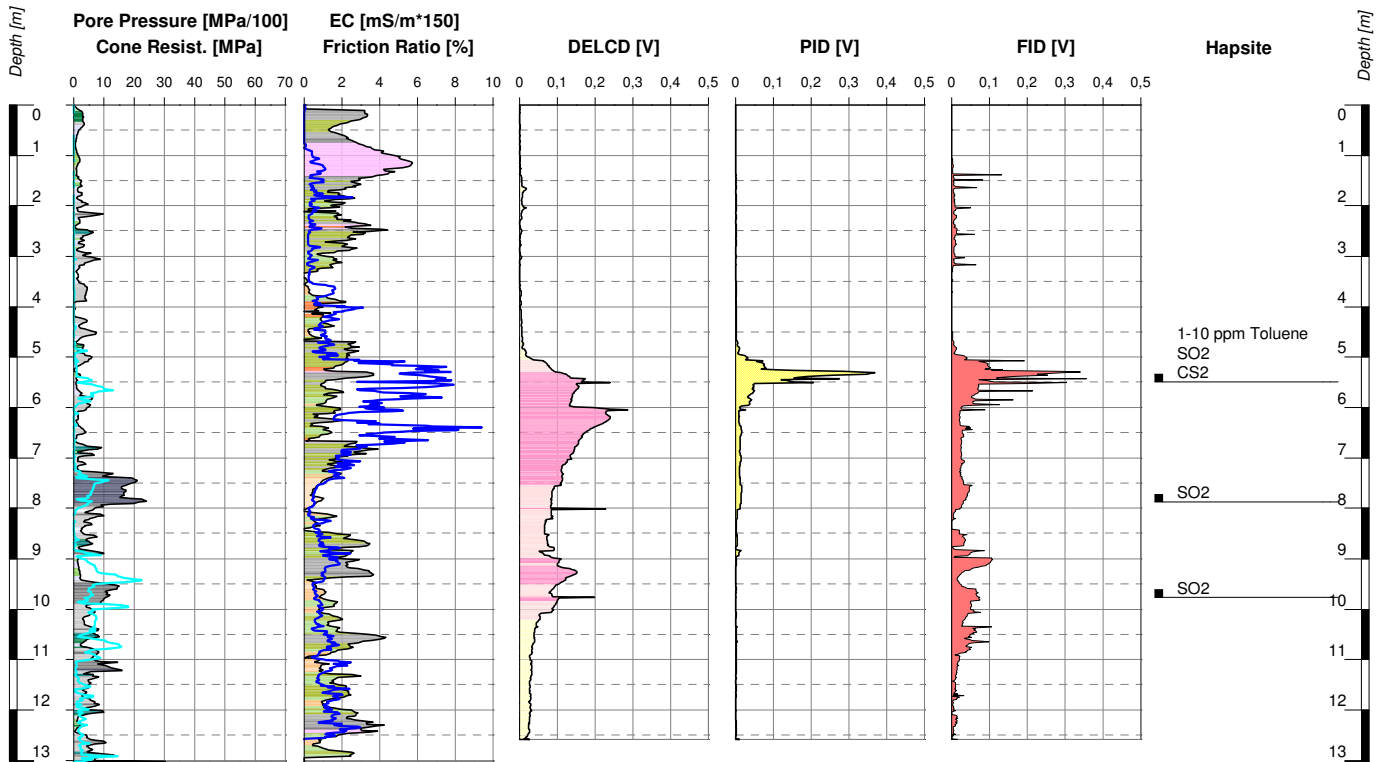
Depth (CPT): 11,60 m bgs



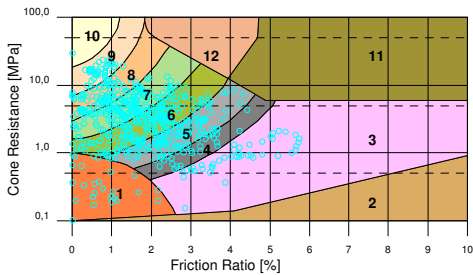
Fugro Consult GmbH
In-Situ Technologies

Burgwedel | Braunschweig | Mössingen

MIP 3



Robertson CPT Soil Classification (modified)

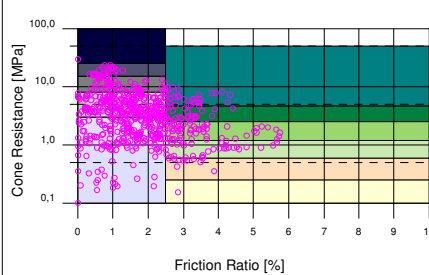


Legend (Colors in Friction Ratio Profile):

- 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.

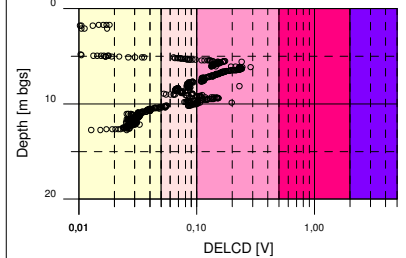
Soil Density and Consistency (interpreted)



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		System		Heino Gockemeyer/Thorsten Steinberg		MIP / HAPSITE BL411					
Project	Date	Alphen/NL	17.09.2014										
Sample	Result	Aromatic Hydrocarbons						Sulfur containing components			Remarks		
		Benzene	Toluene	Ethylbenzene	Xylenes	Chlorobenzene	Dichlorobenzene	Sulfur Dioxide SO ₂	Propanethiol* / Carbon Disulfide *	2-Butanethiol			
		Alkylbenzenes		other									
MIP 1													
7.0 m	clear	< 1 ppm	< 1 ppm	< 1 ppm	< 1 ppm	< 1 ppm	< 1 ppm	< 1 ppm	< 1 ppm	< 1 ppm			
20.55 m	clear	< 1 ppm	< 1 ppm	< 1 ppm	< 1 ppm	Σ < 5 ppm	Σ < 5 ppm	< 1 ppm	< 1 ppm	< 1 ppm			
MIP 2													
3.18 m	clear	< 1 ppm	< 1 ppm	< 1 ppm	< 1 ppm	Σ < 5 ppm	Σ < 5 ppm	< 1 ppm	< 1 ppm	< 1 ppm			
9.0 m	aromat. + chlor. HC	< 1 ppm	< 1 ppm	< 1 ppm	< 1 ppm	Σ < 5 ppm	Σ < 5 ppm	1-10 ppm	< 1 ppm	< 1 ppm			
9.65 m	aromat. + chlor. HC	< 1 ppm	< 1 ppm	< 1 ppm	< 1 ppm	Σ < 5 ppm	Σ < 5 ppm	1-10 ppm	< 1 ppm	< 1 ppm			
11.6 m	clear / memory	< 1 ppm	< 1 ppm	< 1 ppm	< 1 ppm	Σ < 5 ppm	Σ < 5 ppm	< 1 ppm	< 1 ppm	< 1 ppm			probably memory
MIP 3													
5.94 m	Toluene / SO ₂ / CS ₂	< 1 ppm	1-10 ppm	< 1 ppm	< 1 ppm	Σ < 5 ppm	Σ < 5 ppm	< 1 ppm	< 1 ppm	< 1 ppm	x	x*	
8.33 m	SO ₂	< 1 ppm	< 1 ppm	< 1 ppm	< 1 ppm	Σ < 5 ppm	Σ < 5 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	Σ < 5 ppm	Σ < 5 ppm	< 1 ppm	< 1 ppm	< 1 ppm	x		
		x = identified by MSD											
								*: Identification not unique, Propanthiol most probable					

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.

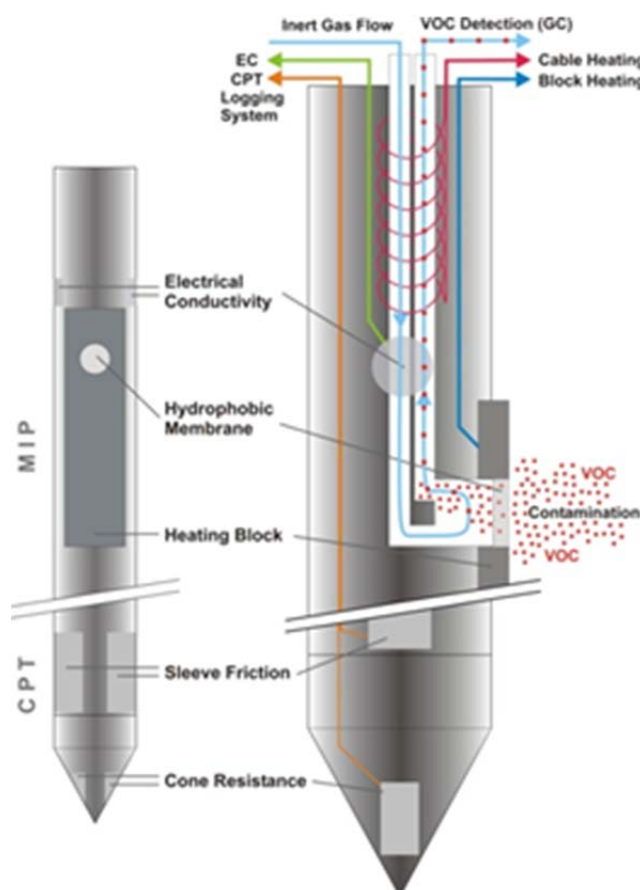


Figure 1: Fugro's MIP-CPT-probe

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).

BIJLAGE 5

Meetrapportage EnISSA "Onderzoekslocatie Coupépolder, projectnummer 14/698,
d.d. 17 november 2014

EnISSA meetcampagne Gemeente Alphen aan den Rijn

**Onderzoekslocatie
Coupépolder
Alphen aan den Rijn - Nederland**

Projectnr: 14/698

EnISSA meetcampagne Gemeente Alphen aan den Rijn.

Onderzoekslocatie
Coupépolder
Alphen aan den Rijn - Nederland

Projectnr: 14/698

17/11/2014

Opgemaakt door :	Pieter Buffel
Functie :	Project Engineer
Datum :	17/11/2014

Revisie door :	Samuel Vanherreweghe
Functie :	Teammanager
Datum :	17/11/2014

INHOUDSOPGAVE

1	Inleiding	7
2	EnISSA MIP sondering	7
	2.1 Bodemopbouw met behulp van conductiviteitsmeting (Wenner-Dipool)	7
	2.2 EnISSA MIP methode	8
3	Veldwerk	9
4	Resultaten	10
	4.1 EnISSA MIP resultaten.....	10
	4.2 Kalibratie.....	10
	4.3 Kwaliteitscontrole – Responstest	10
	4.4 Korte bespreking resultaten	11
	Bijlage 1: EnISSA MIP-logs	13
	Bijlage 2: Liggingsplan EnISSA MIP-logs	15

1 INLEIDING

In opdracht van de gemeente Alphen aan den Rijn, contactpersoon Ad Bosselaar is een bodem- en grondwateronderzoek op de Coupépolder met behulp van de EnISSA MIP methode uitgevoerd.

Het terrein (circa 22 hectare) betreft een voormalige stortplaats waar tot 1985 huisvuil, bouw- en sloopafval, agrarisch en chemisch afval werd gestort. De dikte van de stortlaag bedraagt vermoedelijk 5-10m. De chemische kwaliteit van het stortmateriaal en de mate waarin verontreiniging in de onderliggende veen- en kleilagen is doorgedrongen is onbekend.

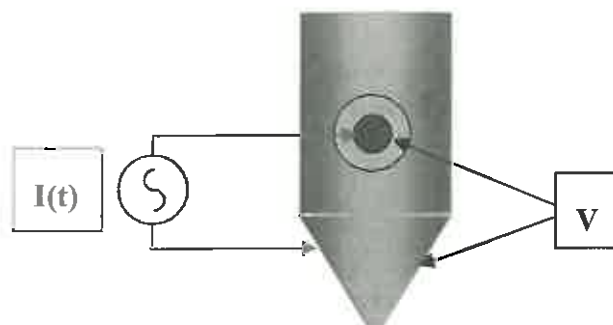
Dit onderzoek is uitgevoerd in het kader van in een proefproject van de gemeente waarin onderzocht wordt of meer inzicht in de kwaliteit van het stortmateriaal en de mogelijke verspreiding van verontreiniging op een kosten efficiënte manier te verkrijgen is door toepassing van sondeertechnieken.

2 ENISSA MIP SONDERING

2.1 Bodemopbouw met behulp van conductiviteitsmeting (Wenner-Dipool)

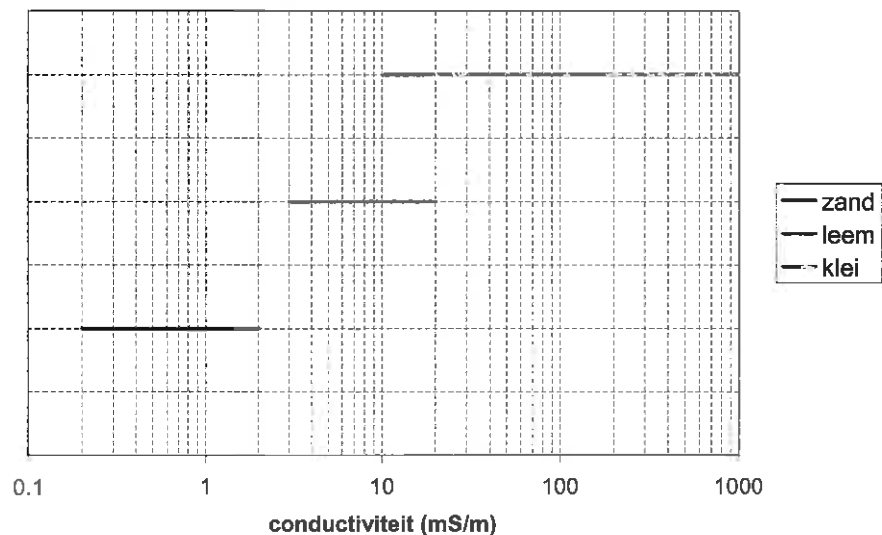
De opbouw van de bodem wordt vastgesteld aan de hand van een conductiviteitsmeting met behulp van de Wenner-dipool.

De meting steunt op een wisselstroom welke gaat van de centrale, geïsoleerde electrode van de Wenner-dipool naar het sondelichaam. De spanning welke optreedt als een gevolg van de aangelegde wisselstroom wordt gemeten. Deze spanning staat in relatie met de bodem-resistiviteit of de bodemconductiviteit.



Figuur 1: Principe Wenner-dipool

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 zoals blijkt uit Figuur 2.

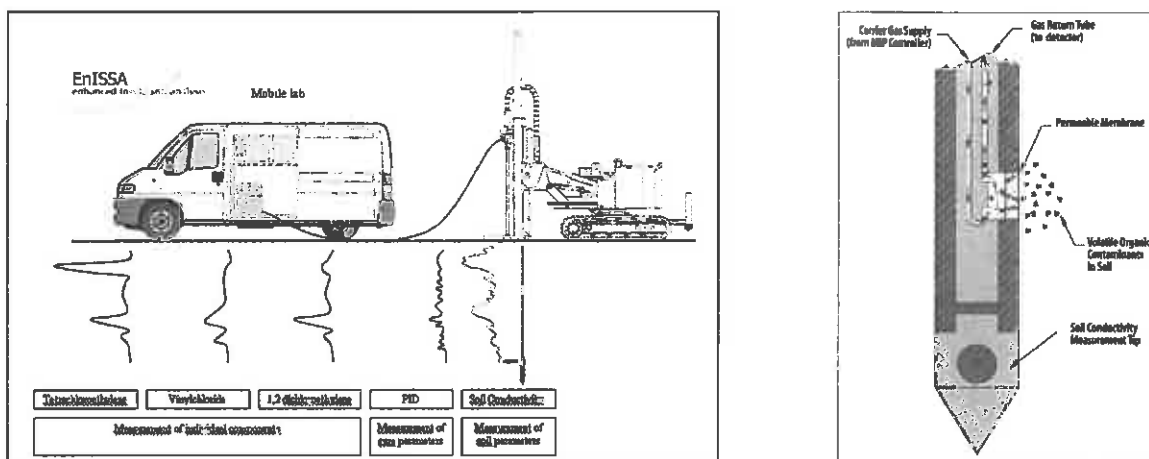


Figuur 2: Geleidbaarheid voor zand, leem en klei

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. Merk op dat het aanwezige stortmateriaal/percolaat ook een sterke invloed op de geleidbaarheid kan hebben.

2.2 EnISSA MIP methode

De MIP-sonde bestaat uit een hydrofoob, semi-permeabel membraan dat ingebouwd is in een verwarmingsblok (Figuur 3). Tijdens het sonderen wordt de bodem lokaal verwarmd tot $\pm 120\text{ }^{\circ}\text{C}$ door middel van het verwarmingsblok. Hierdoor vervluchten de vluchtige organische componenten (VOC's) in de omgeving van de sonde. Het gasvormig worden van de VOC's creëert een drukgradiënt over het membraan waardoor de VOC's door het membraan diffunderen naar een inert draaggas. Het draaggas transporteert de VOC's door de transferlijn naar een bovengrondse detector.



Figuur 3: Overzicht MIP-probe

Traditionele MIP maakt gebruik van een combinatie van drie detectoren: DELCD, PID en FID. Echter de detectielimieten van deze drie detectoren liggen doorgaans hoger dan de bodemsaneringsnormen. Bijgevolg kan het traditionele MIP-systeem enkel gebruikt worden voor het afperken van bronverontreinigingen. De kwantitatieve bepaling van pluimconcentraties en de juiste afperking van de pluim is niet mogelijk.

De EnISSA MIP maakt gebruik van een innovatief gas sampling systeem waardoor de MIP probe gekoppeld kan worden aan een GCMS systeem. Door een doorgedreven verbetering van het GCMS systeem en de analysemethode bedraagt de analysetijd minder dan 1 min.

De EnISSA MIP techniek maakt naast een continue PID detectie gebruik van een GCMS detector welke toelaat **elke** 30 cm individuele componenten op te meten met detectielimieten tot circa 10-20 µg/l. Deze lage detectielimieten maken het mogelijk om zowel bron als pluim karakterisatie uit te voeren waarbij per individuele component een bodemprofiel wordt opgesteld. Aangezien de analysetijd 1 min bedraagt, blijft de MIP-sondeersnelheid de tijdsbepalende factor en is de meting geen vertragende factor.

3 VELDWERK

De sonderingen werden uitgevoerd door middel van een Geoprobe direct push machine op 17 September 2014 door Matthias Vanderheijden en Dirk Dierickx onder begeleiding van Pieter Buffel. Er werd telkens manueel voorgeboord tot 1,8 m-mv. In tabel 1 wordt een overzicht gegeven van de uitgevoerde sonderingen. De ligging van deze punten, zoals ter plaatse aangeduid door de opdrachtgever en opgemeten met een GPS toestel na de sonderingen, is terug te vinden in bijlage 2.

De diepte van de sonderingen werd in onderling overleg met de opdrachtgever bepaald.

Tabel 1: Overzicht EnISSA MIP sonderingen

EnISSA MIP	Diepte EnISSA MIP-sondering (m-mv)	x	y
EnISSA-MIP 1	13.8	107452	461285
EnISSA-MIP 2	10.5	107424	461350
EnISSA-MIP 3	12.6	107528	461540

Zals beschreven in de *Standard operation procedure* (Geoprobe) en ASTM D7352 (*Standard Practice for Direct Push Technology for Volatile Contaminant Logging with the Membrane Interface Probe*) moet om een goede, reproduceerbare detectie te verzekeren de sondeersnelheid en wachttijd gecontroleerd en gerespecteerd worden (30cm/min) zodat de bodem voldoende kan opwarmen en de verontreiniging in evenwicht kan komen met het membraan.

In overleg met de klant werd elke 30 cm een **target GC/MS analyse** toegepast met volgende componenten: BTEX, perchlooretheen, trichlooretheen, cis-1,2-dichlooretheen, vinylchloride, trichloormethaan en dichloormethaan. Vervolgens werd in elke sondering een bredere **screeningsmethode** uitgevoerd op de diepte waar verontreiniging werd vastgesteld in de targetmethode of een PID signaal werd gedetecteerd. Hierbij wordt een screening uitgevoerd naar (semi-)vluchtige componenten. De detectiegrens bedraagt dan circa 200-500 µg/l.

4 RESULTATEN

4.1 EnISSA MIP resultaten

De gegevens met betrekking tot de EnISSA MIP logs worden weergegeven in bijlage 1. Per MIP log worden de bodemgeleidbaarheid, membraan temperatuur, sondeersnelheid en de individuele componenten weergegeven.

- **Individuele componenten:** Per gemeten component wordt het boorprofiel weergegeven met indicatie van de concentratie. De concentratie werd berekend op basis van een calibratie uitgevoerd in het laboratorium. Merk op dat de weergegeven concentraties enkel een indicatie vormen van de hoeveelheid verontreiniging aanwezig in de ondergrond. Detectielimiet in het laboratorium bedraagt ongeveer 10 ug/l, afhankelijk van de te meten component.

- **Photo Ionization Detector (PID):** Somparameter: Componenten, zoals BTEX en sommige gechlorideerde koolwaterstoffen (onverzadigde), zoals chloorethenen, met een ionisatie potentiaal kleiner dan 10,2 eV worden gedetecteerd door de PID. Detectielimiet: 2-10 ppm afhankelijk van de te meten component.

- **Bodemgeleidbaarheid:** De grenswaarden voor de bodemtypes zand, leem en klei worden weergegeven in Figuur 2. Merk op dat in de verzadigde zone de bodemgeleidbaarheid verhoogd is ten opzichte van de onverzadigde zone.

- **Membraan temperatuur:** De membraan temperatuur wordt zo constant mogelijk gehouden. Deze dient tussen de 110°C en 130°C te liggen. De wachttijd maakt dat per meting de membraan temperatuur nagenoeg gelijk is aan 120°C.

4.2 Kalibratie

Vooraf aan de meetcampagne is het volledige meetsysteem gekalibreerd.

De kalibratie van de EnISSA MIP methode 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.

Een nauwkeurige kalibratie voor de onverzadigde zone is moeilijk uitvoerbaar. Op basis van de ijklijn voor de verzadigde zone is het wel mogelijk om een inschatting te maken van de concentratieniveaus welke aanwezig zijn in de onverzadigde zone.

4.3 Kwaliteitscontrole – Responstest

Vooraf aan de sonderingen wordt telkens een blanco-test uitgevoerd.

Ook wordt er een responstest uitgevoerd met een standaardoplossing van gedeutereerd toluen. Tijdens de responstest wordt een druppel van de standaardoplossing aangebracht op het membraan. Deze test laat toe te evalueren of de MIP apparatuur naar behoren functioneert.

4.4 Bespreking resultaten

4.4.1 EnISSA-MIP 1

- Geologie* Tot 2.7 m-mv wordt een matig hoge geleidbaarheid gemeten (leem). Hieronder bevindt zich een dun laagje zand gevolgd door een pakket tot circa 4.2 m-mv met sterk wisselende zeer hoge geleidbaarheid (vermoedelijk stortmateriaal). Tot 12.3 m-mv wordt vervolgens een hoge geleidbaarheid gemeten (leem/klei) met tussen 11 en 11.5 m-mv enkele dunne zandlaagjes. Vanaf 12.3 m-mv wordt een duidelijk nieuw bodempakket met lagere geleidbaarheid bereikt.
- Verontreiniging* **Benzeen (< 50µg/L)** werd vastgesteld tussen 3.6 en 4.5 m-mv.
Tolueen (< 50µg/L) werd vastgesteld tussen 3.6 en 4.5 m-mv.
Ethylbenzeen/xylenen (+-250µg/L) werd vastgesteld tussen 3.6 en 3.9 m-mv.
- Opmerking* De sondering werd uitgevoerd tot circa 1.5 m in het zandpakket op 13.8 m-mv. Het sondeergat werd opgevuld met bentoniet.
- Er werden bij de metingen (target methode) tussen 4.2 en 4.8 m-mv kleine pieken vastgesteld die niet overeenkwamen met de geselecteerde componenten. Deze vaststelling werd gedaan op m/z fragment 117 waarbij de retentietijd niet constant was. Dit betekent dat het waarschijnlijk om een minder vluchtige component gaat met een hogere retentietijd die in de volgende meting pas uit de kolom eludeert. Er werd een screeningsmethode uitgevoerd (diepte 4.5 m-mv) om deze component te identificeren. Hierin werd echter geen piek waargenomen. Dit betekent dat de component in lage concentraties aanwezig is of slechts beperkt vluchtig is.

4.4.2 EnISSA-MIP 2

- Geologie* Van 1.8 tot 4.5 m-mv wordt een afwisselende geleidbaarheid gemeten (vermoedelijk stortmateriaal). Tussen 4.5 en 5.5 wordt een laag met hoge geleidbaarheid gemeten (klei). Hieronder wordt een leem/klei pakket vastgesteld.
- Verontreiniging* **Benzeen (< 20µg/L)** werd vastgesteld tussen 4.8 en 5.4 m-mv.
Tolueen (< 50µg/L) werd vastgesteld tussen 4.1 en 6.3 m-mv
- Er werden geen pieken gedetecteerd in de screeningsmethode op 4.5 m-mv
- Opmerking* De sondering werd uitgevoerd tot 10.5 m-mv. Het sondeergat werd opgevuld met bentoniet.

4.4.3 EnISSA-MIP 3

Geologie Tussen 1.8 en 5 m-mv wordt een sterk wisselende geleidbaarheid vastgesteld (vermoedelijk stortmateriaal. Hieronder duidt een dunne laag met lage geleidbaarheid op eerder zand gevolgd door een homogene, matig tot hoge geleidbaarheid gemeten (leem/klei). Vanaf 12.4 m-mv wordt opnieuw een duidelijk eerder zandig pakket vastgesteld

Verontreiniging **Benzeen** werd vastgesteld vanaf 4.8 m-mv. De maximale concentratie (circa 500 µg /L) werd gemeten op 5.4 en 7.8 m-mv.

Tolueen (circa 25 µg/L) werd vastgesteld tussen 5.4 en 6.6 m-mv.

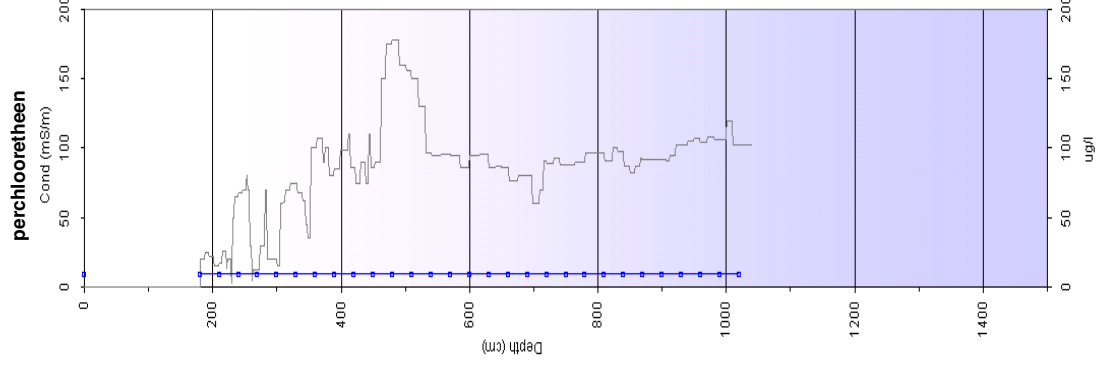
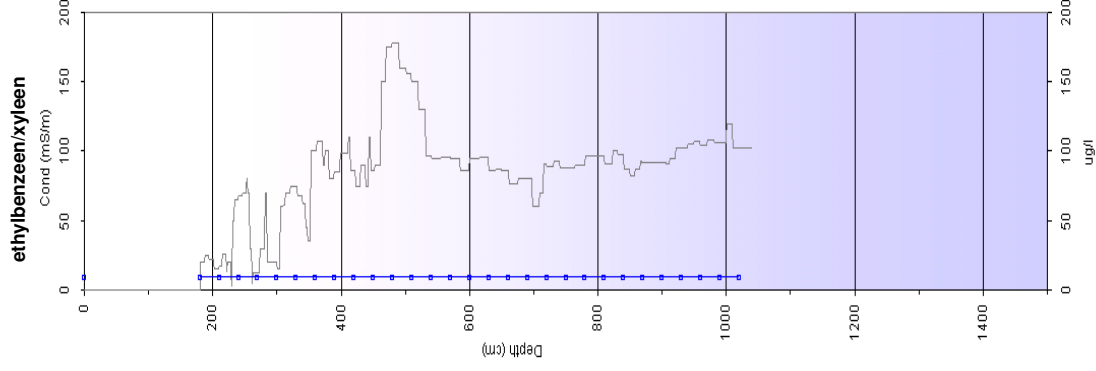
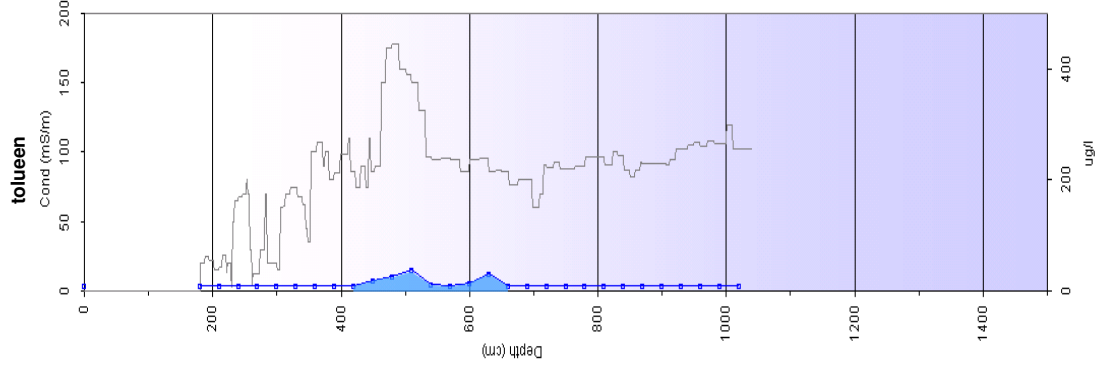
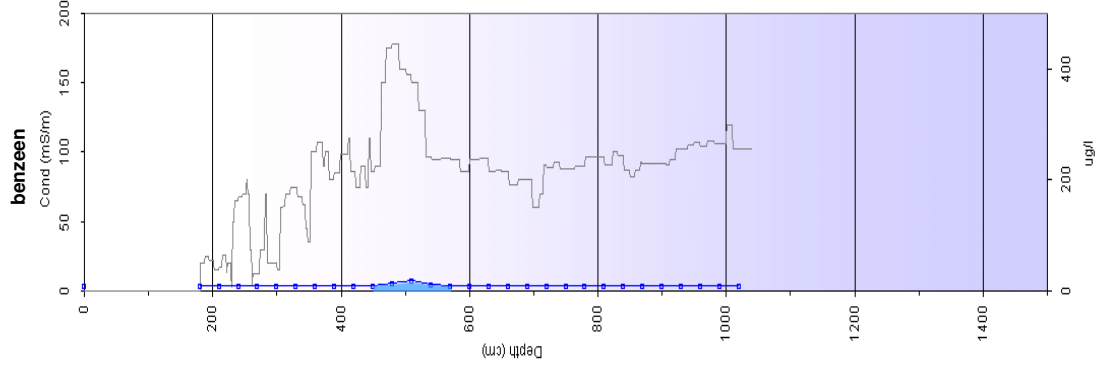
Ethylenbenzeen (25µg/L) werd vastgesteld op 5.4 m-mv.

Opmerking De sondering werd uitgevoerd tot in het diepere zandpakket op 12.6 m-mv. Het sondeergat werd van onderuit dichtgegrout met een injectieconus.

Er werd in de targetmetingen op m/z 78 (benzeen) vanaf een diepte van 5.1 m-mv ook een tweede ongekende piek waargenomen met retentietijd korter dan benzeen (vluchtiger). De screeningsmethode (full scan) duidt aan dat het een component betreft met als grootste fragment m/z 76 die niet eerder werd vastgesteld of gecallibreerd. Vergelijking met spectra in de NIST library geven allyl chloride (3-chloropropene), carbon disulfide en 2-chloropropene als meest waarschijnlijke component aan. (Respectievelijk 44 %, 11 % en 5%)

Bijlage 1: EnISSA MIP-logs

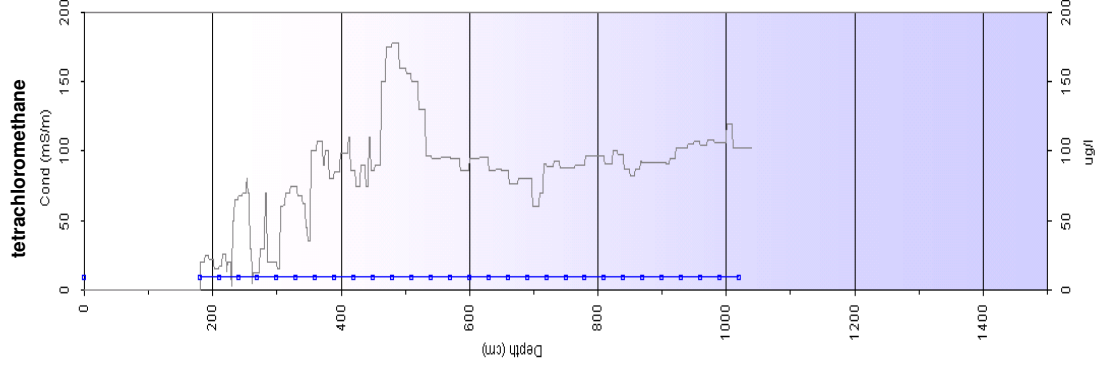
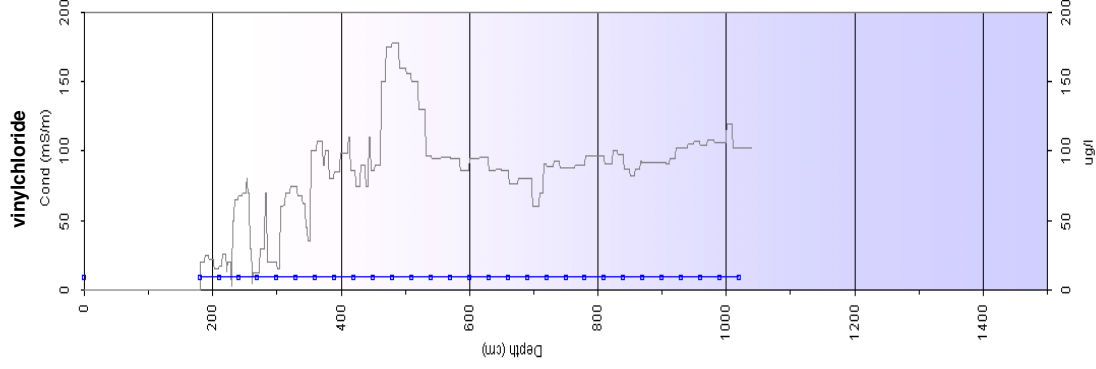
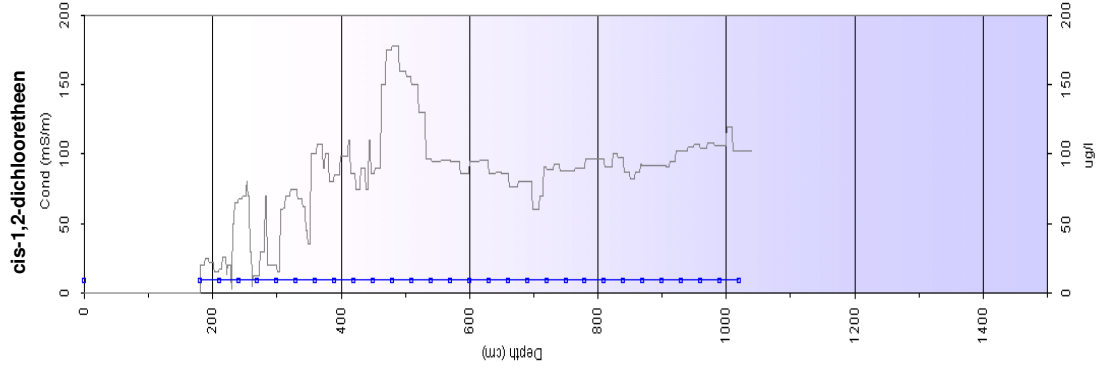
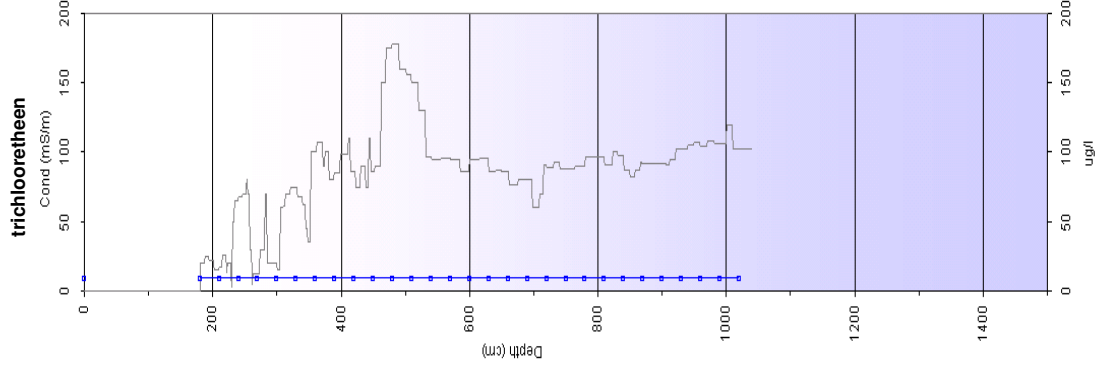
MIP 2

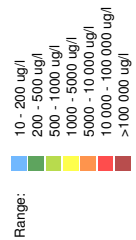
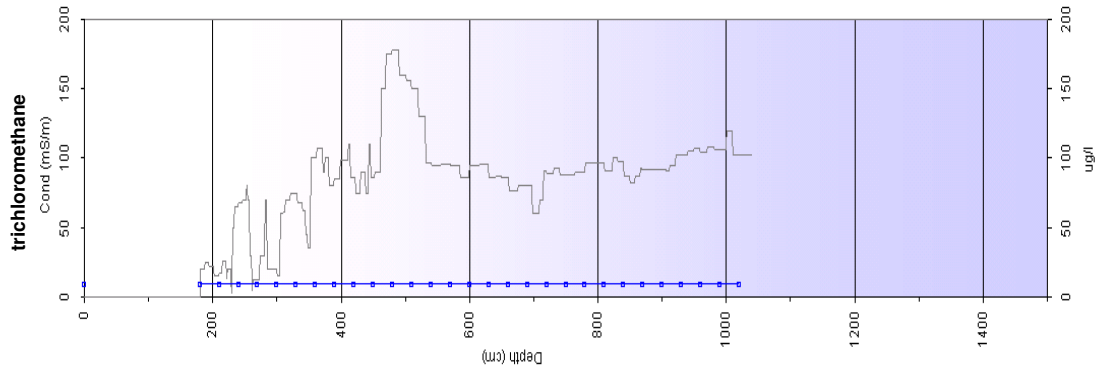


Range:

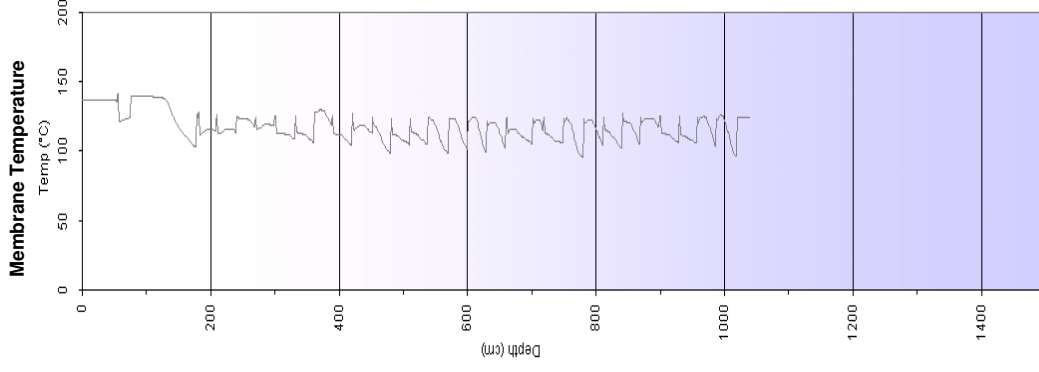
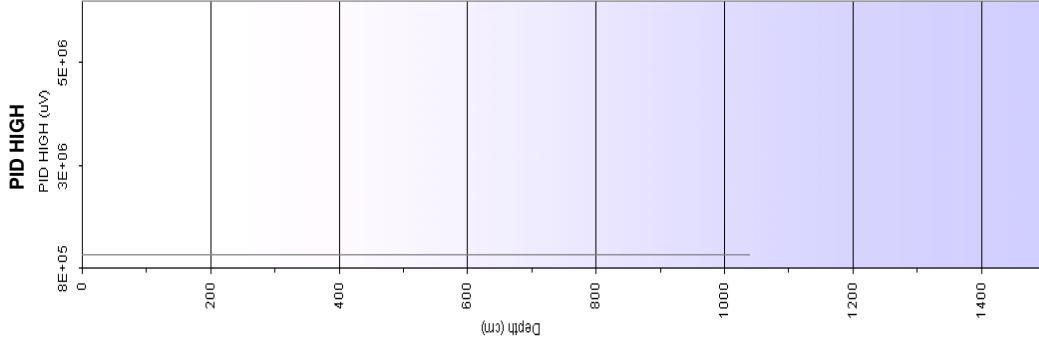
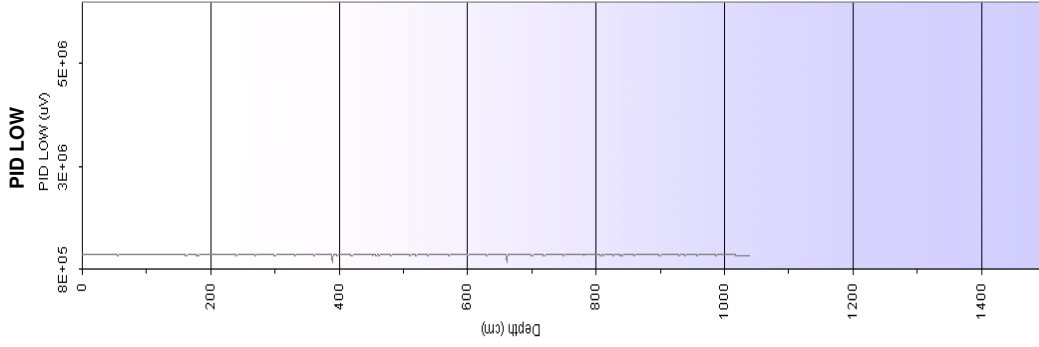
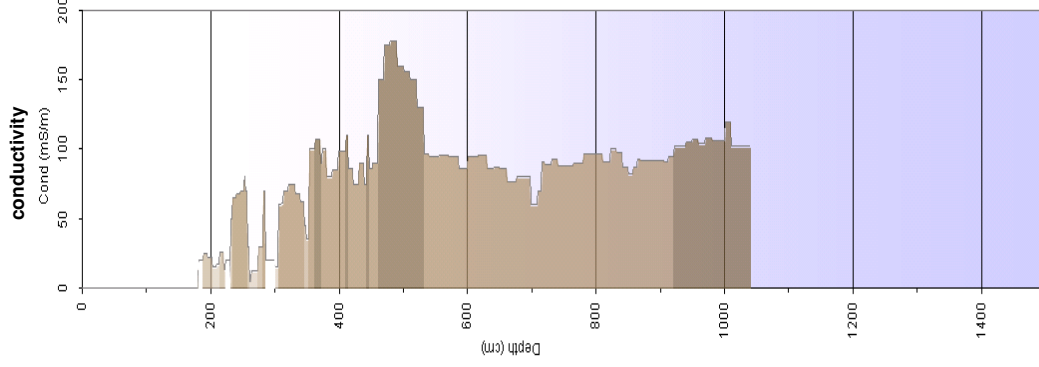
- 10 - 200 ug/l
- 200 - 500 ug/l
- 500 - 1000 ug/l
- 1000 - 5000 ug/l
- 5000 - 10 000 ug/l
- 10 000 - 100 000 ug/l
- >100 000 ug/l

MIP 2



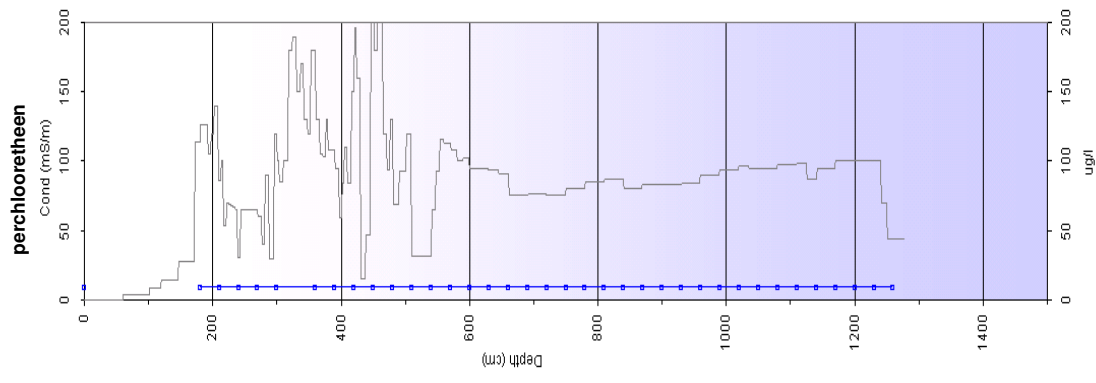
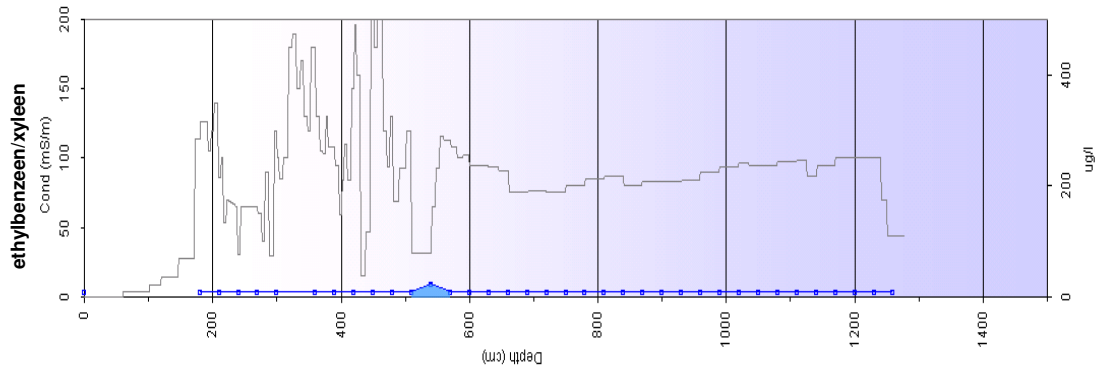
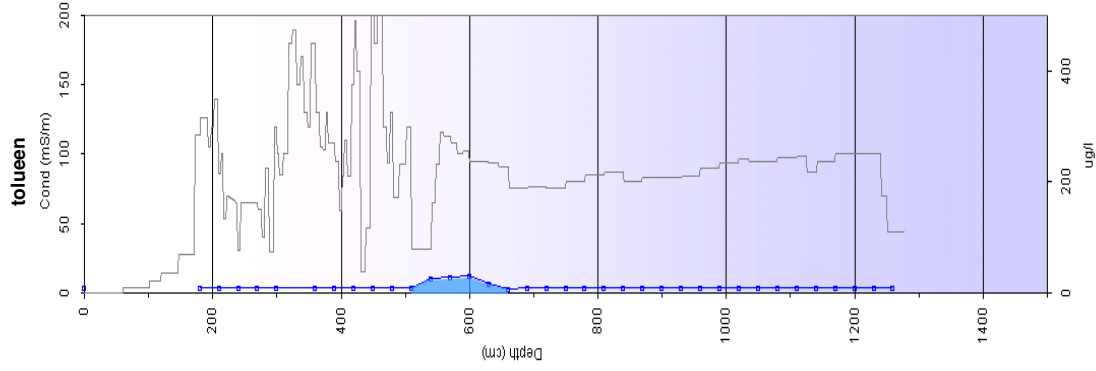
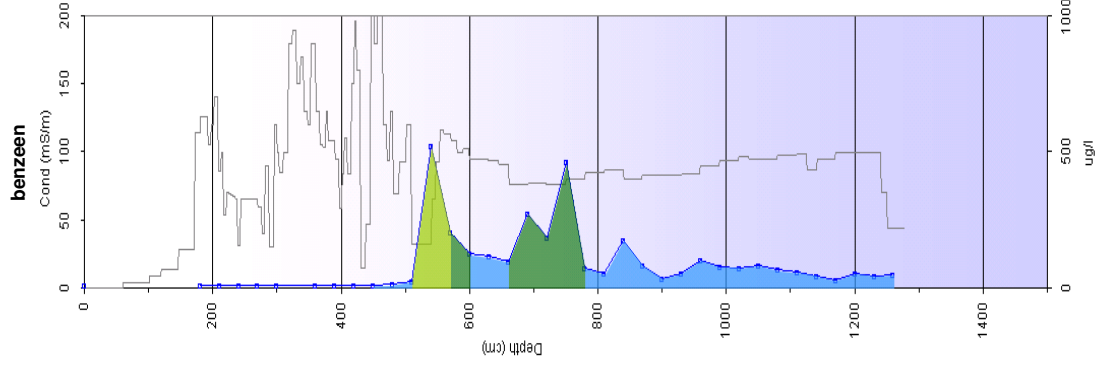


MIP 2



MIP 3

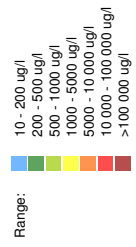
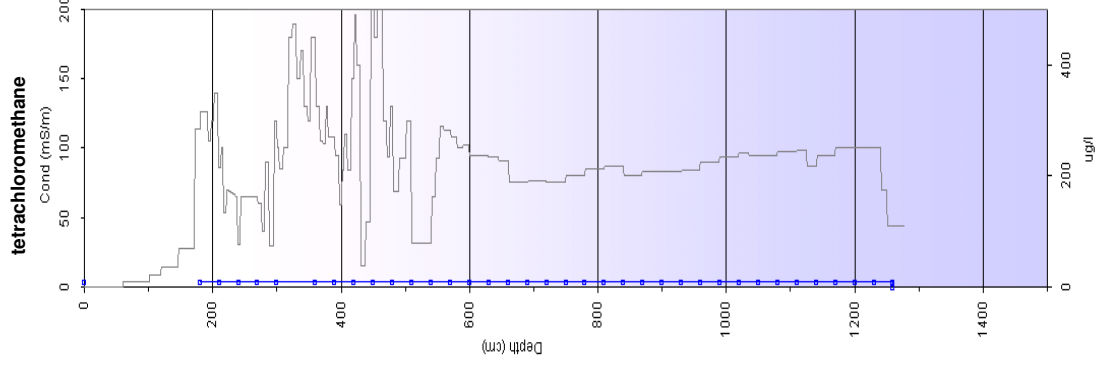
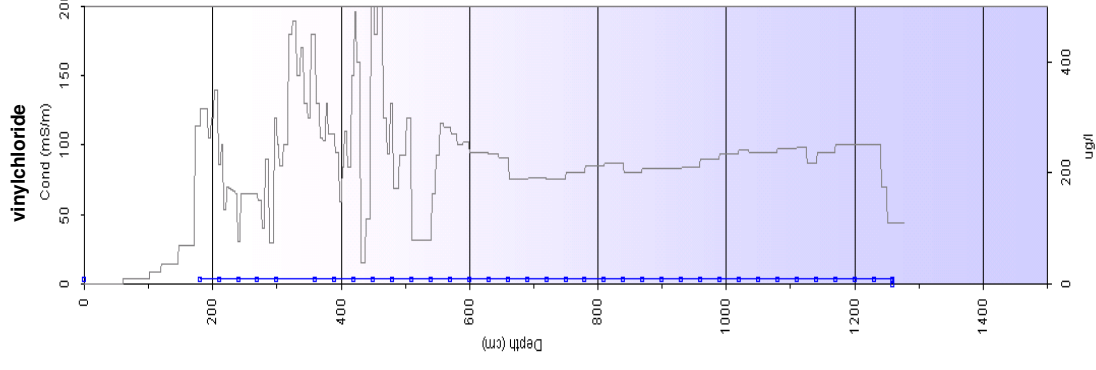
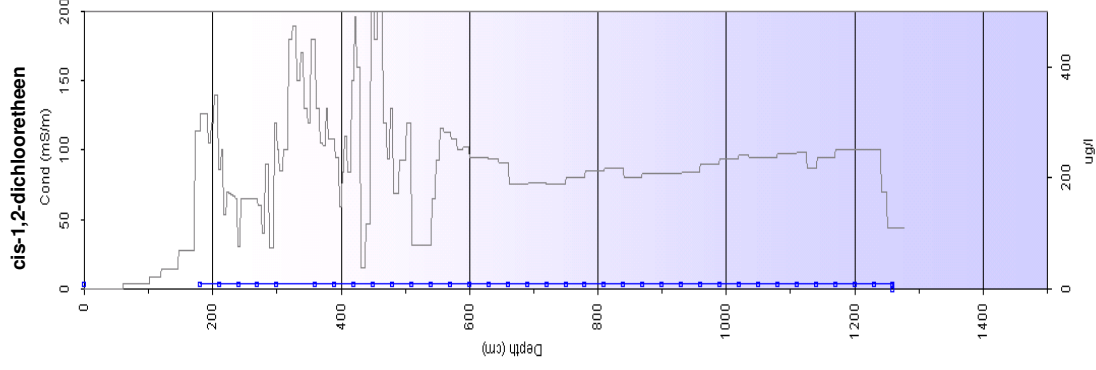
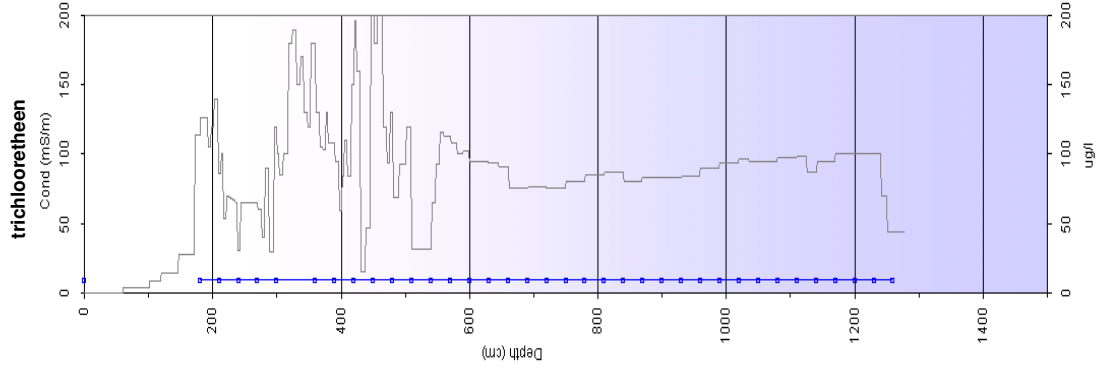
direct push rig:
 probing ended:



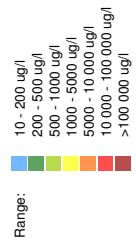
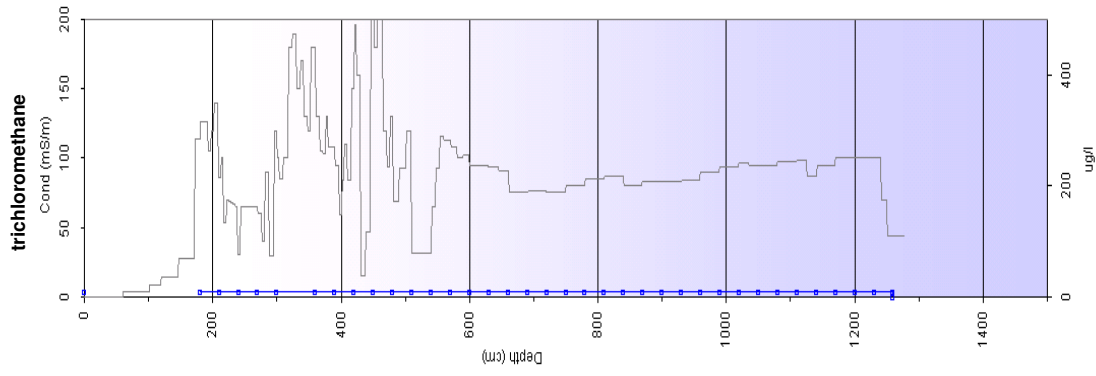
Range:

- 10 - 200 ug/l
- 200 - 500 ug/l
- 500 - 1000 ug/l
- 1000 - 5000 ug/l
- 5000 - 10 000 ug/l
- 10 000 - 100 000 ug/l
- >100 000 ug/l

MIP 3



MIP 3

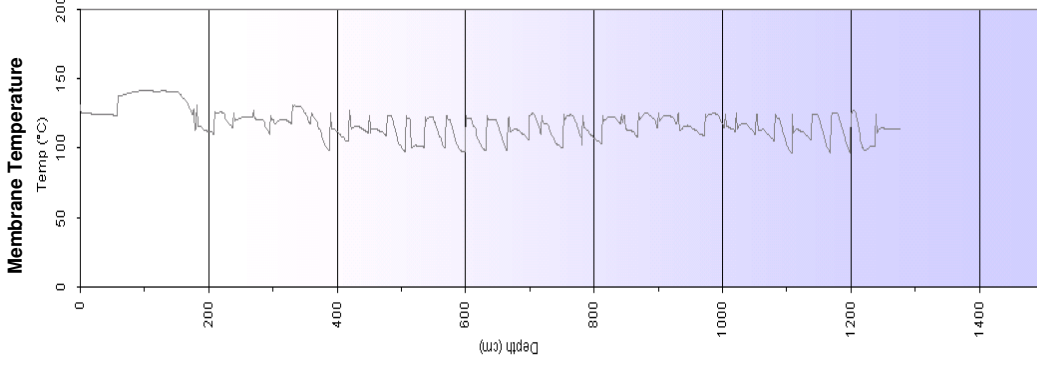
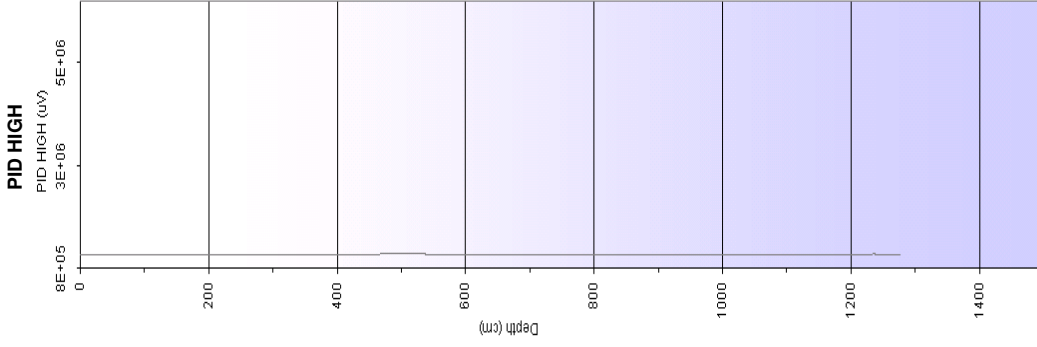
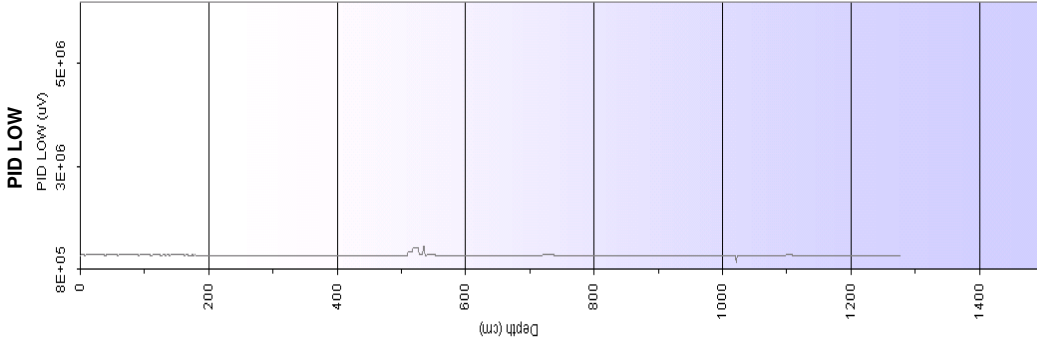
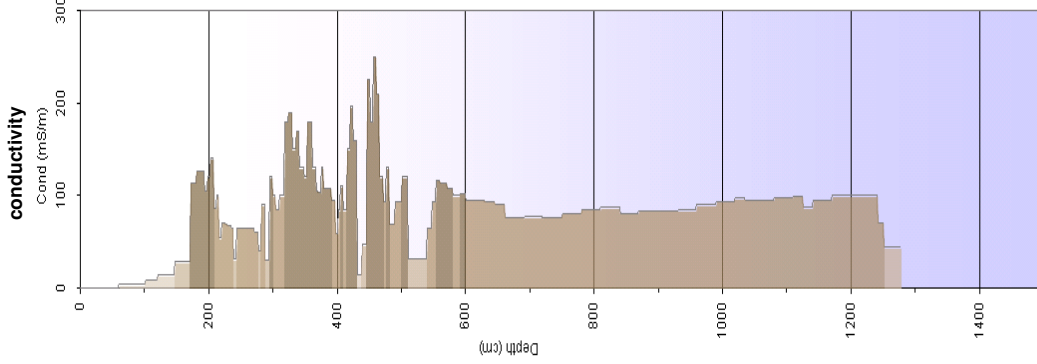


Project 141698
 Client Gemeente Alphen a/d Rijn
 Location Coupépolder
 Date 22/9/2014

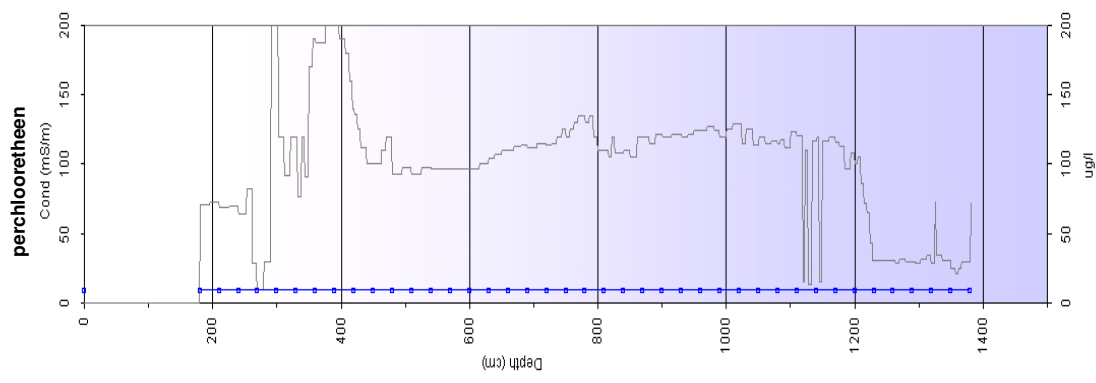
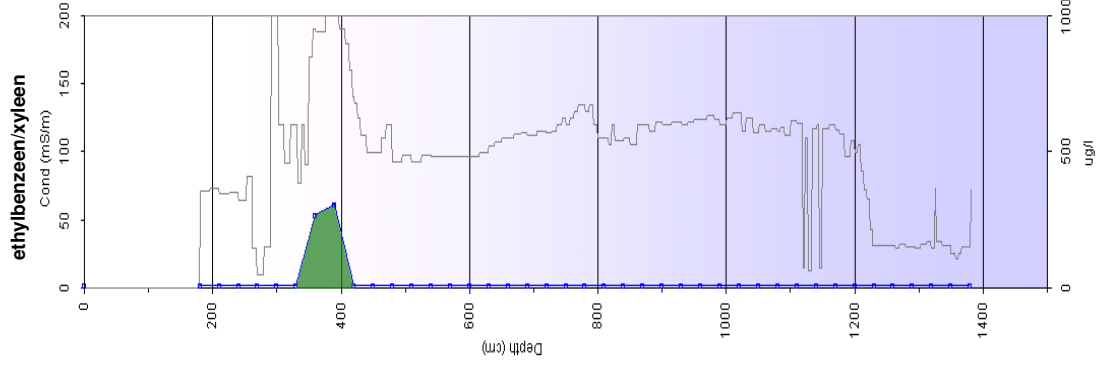
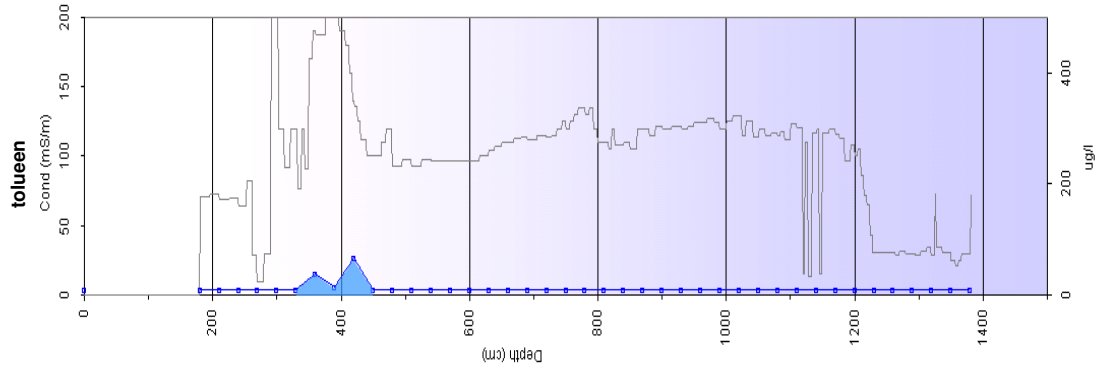
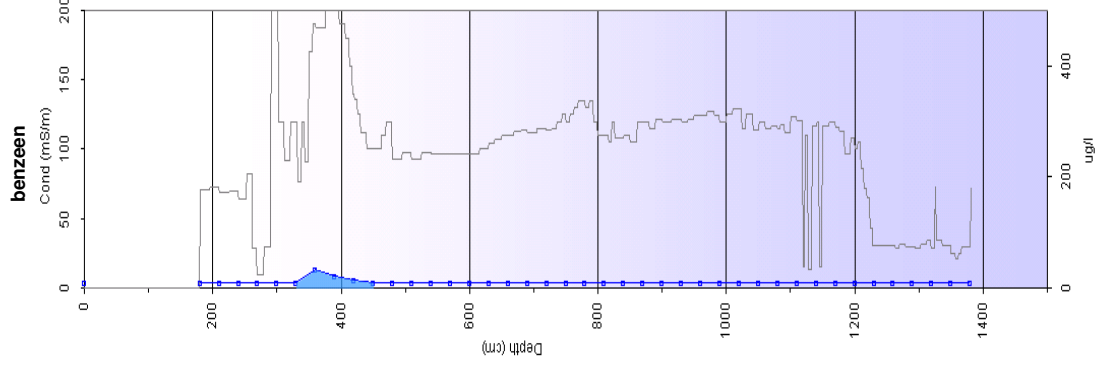
geoprobe
 Zandlaag bereikt

direct push rig:
 probing ended:

MIP 3



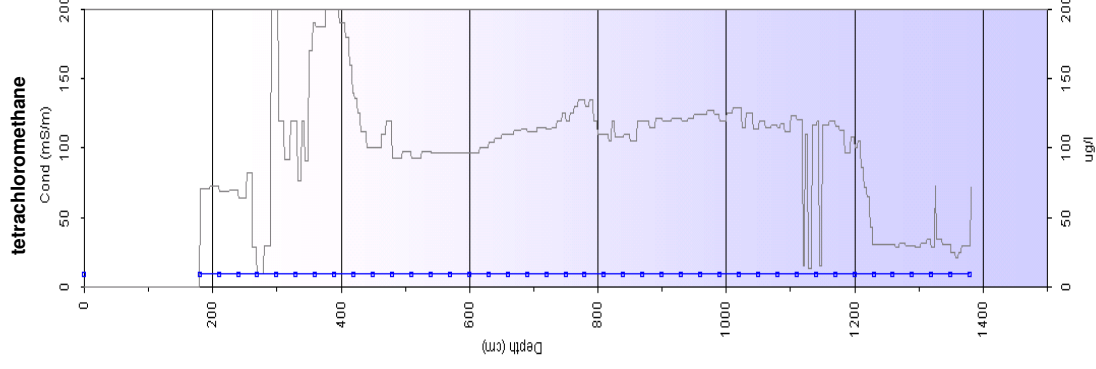
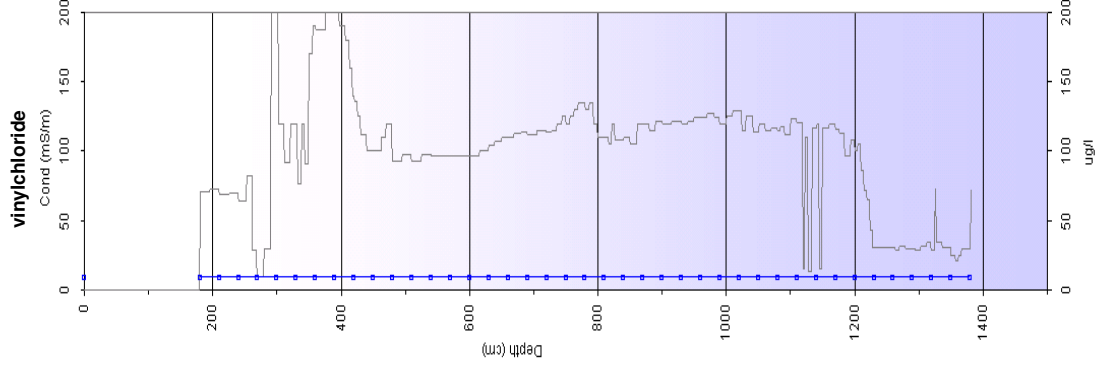
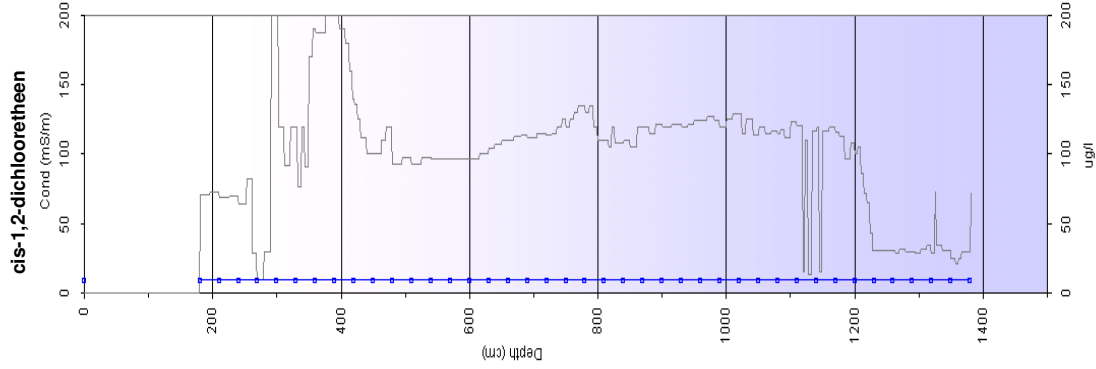
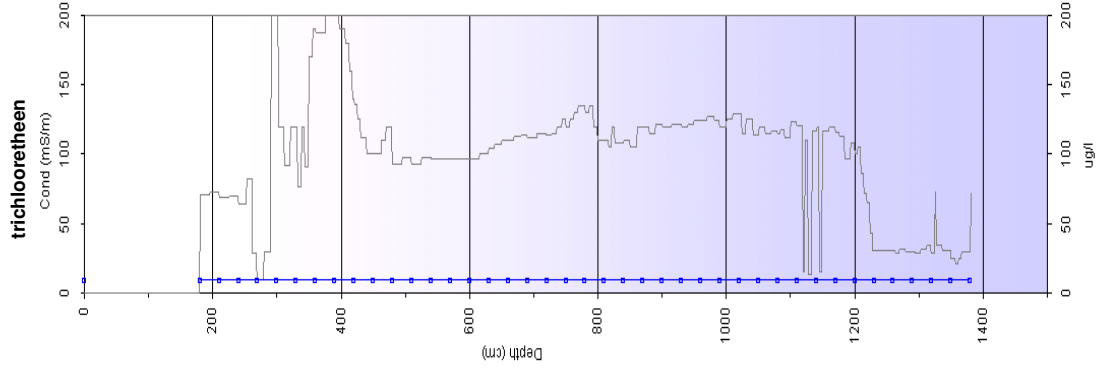
MIP 1



Range:

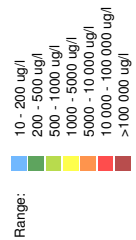
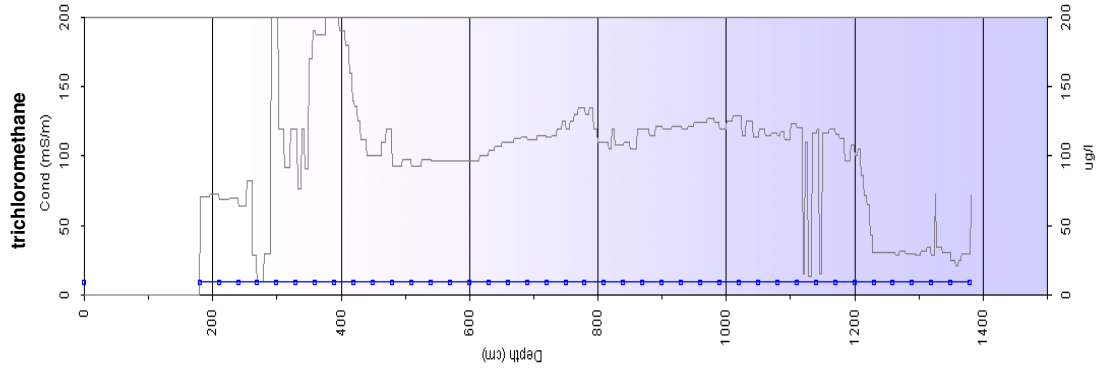
- 10 - 200 ug/l
- 200 - 500 ug/l
- 500 - 1000 ug/l
- 1000 - 5000 ug/l
- 5000 - 10 000 ug/l
- 10 000 - 100 000 ug/l
- >100 000 ug/l

MIP 1



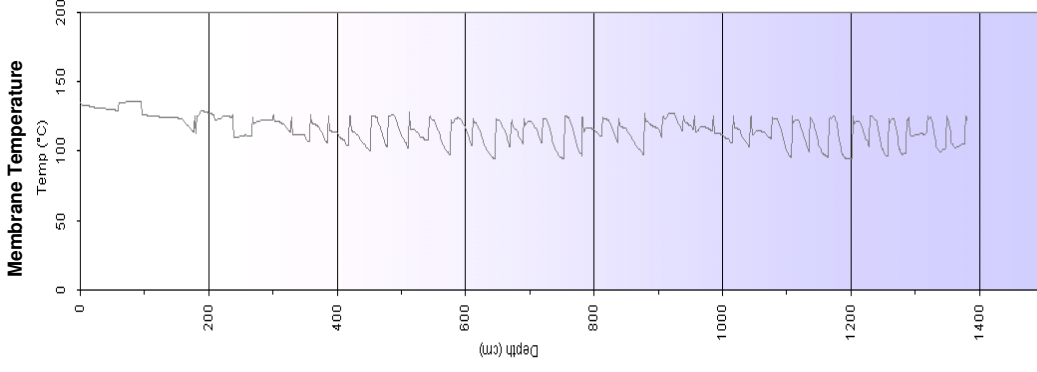
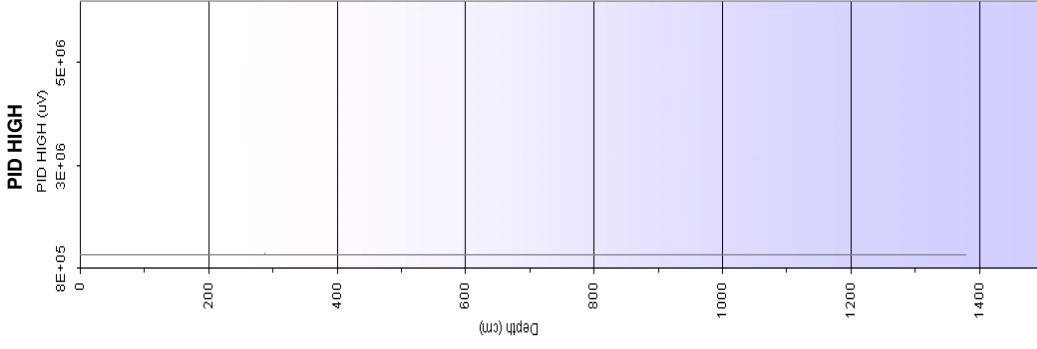
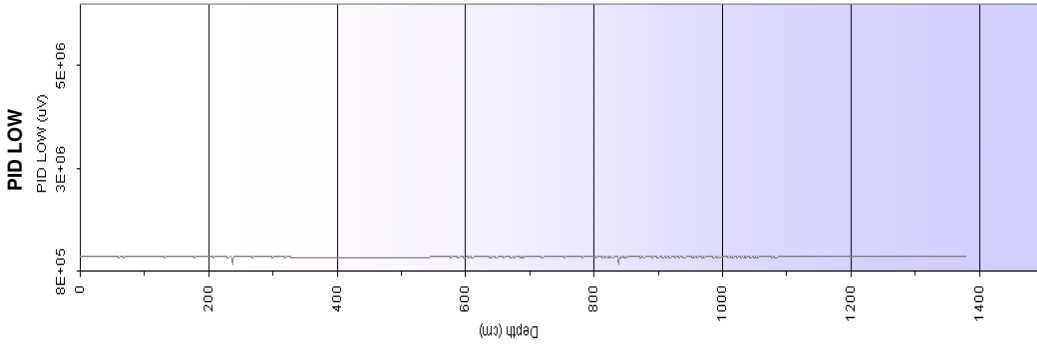
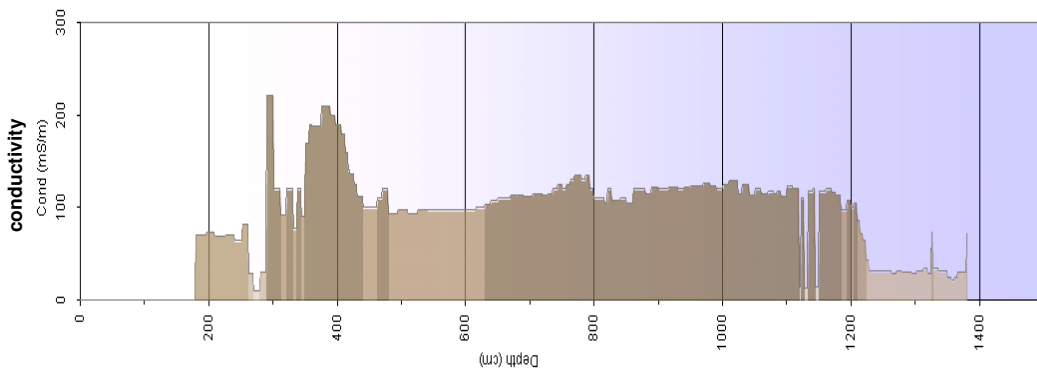
Range:

- 10 - 200 ug/l
- 200 - 500 ug/l
- 500 - 1000 ug/l
- 1000 - 5000 ug/l
- 5000 - 10 000 ug/l
- 10 000 - 100 000 ug/l
- >100 000 ug/l



MIP 1

direct push rig:
 probing ended:



Bijlage 2: Liggingsplan EnISSA MIP-logs



Google earth

voet
meter

