

**Pilootproject alternatieve
onderzoekstechnieken
gassites –
elektromagnetisme
en resistiviteit**



**SAMEN MAKEN WE
MORGEN MODIËR**



**Pilootproject innovatieve
onderzoekstechnieken
gassites -
elektromagnetisme en
resistiviteit**



Documentbeschrijving

1. *Titel publicatie*
Pilootproject innovatieve onderzoekstechnieken gassites - elektromagnetisme en resistiviteit

2. *Verantwoordelijke Uitgever*
Danny Wille, OVAM, Stationsstraat 110, 2800 Mechelen

3. *Wettelijk Depot nummer*

4. *Aantal bladzijden*
67

5. *Aantal tabellen en figuren*

6. *Prijs**

7. *Datum Publicatie*
1 juni 2014

8. *Trefwoorden*

9. *Samenvatting*
Op het terrein van een gasfabriek in Gent zijn alternatieve onderzoeksmethodes toegepast voor het opsporen van verontreiniging gerelateerd aan de productie van gas. De resultaten van de alternatieve methodes zijn getoetst aan resultaten van klassieke metingen. In dit rapport wordt de toepassing van metingen van elektromagnetisme en resistiviteit geëvalueerd.

10. *Begeleidingsgroep en/of auteur*
Peter Van den bossche, Lize Tegenbos (Witteveen+Bos Belgium nv), Gert Moermans (GroundXplorer bvba), Joris Tallon, Tim Lieben, Solfie Geuens, Bert Van Goidsenhoven (OVAM)

11. *Contactperso(n)en*
Bert Van Goidsenhoven

12. *Andere titels over dit onderwerp*

Gegevens uit dit document mag u overnemen mits duidelijke bronvermelding.

De meeste OVAM-publicaties kunt u raadplegen en/of downloaden op de OVAM-website: <http://www.ovam.be>

Inhoudstafel

1	Inleiding	7
1.1	Gasfabrieken en bodemverontreiniging	7
1.2	Alternatieve onderzoekstechnieken	7
2	Plan van aanpak	9
2.1	Inleiding	9
2.2	Locatiegegevens	9
2.2.1	Algemeen	9
2.2.2	Bodemopbouw en geohydrologie	10
2.3	Verontreinigingssituatie	11
2.3.1	Algemeen	11
2.3.2	Vaste deel van de aarde	12
2.3.3	Grondwater zware metalen	12
2.3.4	Grondwater - BTEX	13
2.3.5	Grondwater - naftaleen	13
2.3.6	Grondwater - gechloreerde solventen	14
2.3.7	Grondwater - cyaniden	14
2.3.8	Grondwater - fenolen	14
2.3.9	Grondwater – sulfaten	14
2.3.10	Grondwater - ammonium	14
3	Innovatieve technieken: elektromagnetisme en resistiviteitsmeting	15
3.1	Inleiding	15
3.2	Theoretische achtergrond	15
3.2.1	Elektromagnetisme	15
3.2.2	Resistiviteitsmeting	16
4	Uitgevoerde werkzaamheden	19
4.1	Fase 1 - Klassiek onderzoek: actualisatie	19
4.2	Fase 2 - Geofysisch onderzoek	20
4.2.1	Resistiviteitsmeting	20
4.3	Fase 3 - Onderzoeksopzet klassiek onderzoek - Geoprobe met liners	21
5	Resultaten en bespreking	23
5.1	Fase 1 – klassiek onderzoek en actualisatie	23
5.2	Fase 2 - Geofysisch onderzoek	25
5.2.1	Elektromagnetische metingen	25
5.2.2	Geo-elektriciteit	27
5.2.3	3D Beeld	34
5.2.4	Samenvatting locaties anomalieën	36
5.2.5	Relatie anomalieën met puur product	38
5.3	Fase 3 – Onderzoeksopzet klassiek onderzoek - Geoprobe met liners	40
5.3.1	Zone lijn 1 en 2	41
5.3.2	Zone lijn 2 en 3	42
5.3.3	Zone lijn 5	42
5.3.4	Zone lijn 6	43
5.3.5	Zone lijn 7 en 8	43
5.4	Toetsing resultaten BBO	49
5.4.1	Zone CL8A	49
5.4.3	Zone PP8R	51
6	Conclusies	53
Bijlage 1:	Lijst van tabellen	55
Bijlage 2:	Lijst van figuren	57
Bijlage 3:	Bibliografie	59

Bijlage 4:	Fotoreportage	61
Bijlage 5:	Boorprofielen	63
Bijlage 6:	Analyse- en meetresultaten	65

1 Inleiding

1.1 Gasfabrieken en bodemverontreiniging

Eind 18de eeuw werd ontdekt dat er door droge destillatie een gas uit steenkool kon worden gewonnen dat kon worden gebruikt voor verlichting. De industrialisatie maakte dat er een grote nood ontstond aan verlichting voor straten en fabrieken. Bijna 200 jaar geleden bouwde men de eerste gasfabriek in België. Omdat het gas werd gebruikt in straten en in de industrie stonden de gasfabrieken meestal in de buurt van stadskernen, aan spoorlijnen, naast waterlopen of nabij grote bedrijven. Het geproduceerde 'stadsgas' werd opgeslagen in grote cilindervormige opslagtanks. Deze gashouders waren een typisch kenmerk van de gasfabrieken.

Door de opkomst van de elektrische verlichting raakte het stadsgas begin 20ste eeuw in onbruik. Tot de opkomst van aardgas werd het gas nog gebruikt voor verwarming. De laatste fabrieken werden midden vorige eeuw gesloten en gesloopt. Bij de afbraak van de gasfabrieken spreidde men soms het puin van de gebouwen gewoon uit over het terrein. Het ondergrondse deel van de gasfabriek en de gashouders of teerputten bleven vaak in de grond zitten. Sommige gassites werden tijdens de wereldoorlogen gebombardeerd, waardoor de verontreiniging zich verspreidde. De karakteristieke verontreiniging van een gassite bestaat uit teer en cyaniden.

Het geproduceerde ruwe gas bevatte nog een heel aantal schadelijke stoffen. Na de productie werd het gezuiverd waarbij schadelijke (rest)stoffen ontstonden. Door de exploitatie van deze gasfabrieken zijn hierdoor soms zware bodem- en grondwater-verontreinigingen ontstaan.

Teer zoals die tijdens de stadsgasproductie is ontstaan, bestaat vooral uit enkelvoudige en polycyclische aromaten. Daarnaast zijn fenolen aanwezig en diverse heterocyclische verbindingen (NSO-verbindingen) als benzofuranen, benzothiofenen, quinolinen, acridinen, indolen en carbazolen. Teer bevat weinig verzadigde koolwaterstoffen.

Bij het meest bekende zuiveringsprocedé voor cyanide werd stadsgas door ijzeraarde geleid. In de ijzeraarde vormde het cyanide Berlijns blauw, met karakteristieke blauwkleuringen tot gevolg. Uit literatuuronderzoek blijkt evenwel at cyaniden niet alleen op deze 'traditioneel bekende' wijze werden verwijderd. Er kon ook gebruik worden gemaakt van een droge zuivering met ijzervitriool en kalk (Mengsel van Laming) en van natte zuiveringen op basis van concepten volgens Bueb en Rutten. Bij de droge zuivering met het mengsel van Laming en bij de natte zuivering volgens Rutten kwam kalk vrij en ontstond geen blauwkleuring.

De OVAM inventariseerde 122 gassites in Vlaanderen. Dit zijn plaatsen waar vroeger gasfabrieken, gashouders en bedrijven die als nevenactiviteit gasproductie hadden, gelegen waren.

1.2 Alternatieve onderzoekstechnieken

De karakteristieke verontreiniging op gassites bestaat uit teer en cyaniden. In veel gevallen kan de juiste ligging van de risicolocaties op het terrein niet meer worden vastgesteld aangezien de infrastructuur verwijderd is. Vaak is de ondergrond bovendien sterk puinhoudend. Dit bemoeilijkt het 'klassiek' onderzoek op gassites

Er bestaan verschillende innovatieve onderzoekstechnieken die hun waarde op het terrein reeds hebben bewezen en ook in Vlaanderen reeds werd toegepast. Het ontbreken van richtlijnen en de omschrijving als 'alternatieve' techniek zorgt ervoor dat deskundigen, opdrachtgevers en

overheden soms weigerachtig staan om deze technieken in te zetten. Het doel van de opdracht is het uitvoeren van een pilootproject dat fungeert als demonstratieproject.

Na een offertevraag werden twee voorstellen weerhouden. Door Haskoning Belgium DHV werd de TarGOST toegepast. Witteveen+Bos Belgium stelde de toepassing voor van de geofysische technieken met metingen van elektromagnetisme en resistiviteit. Voorliggend rapport is het eindrapport van de toepassing van metingen van elektromagnetisme en resistiviteit.

2 Plan van aanpak

2.1 Inleiding

In dit hoofdstuk wordt het plan van aanpak van Witteveen+Bos weergegeven. Hierbij is in eerste instantie een samenvatting gegeven van de locatiegegevens en verontreinigingssituatie gebaseerd op de gegevens uit voorgaand Beschrijvend bodemonderzoek 'Voormalig gasfabrieksterrein Henri Flamantstraat - Singel te Gent, kenmerk 11/003101, d.d. maart 2010' opgesteld door Arcadis Belgium NV.

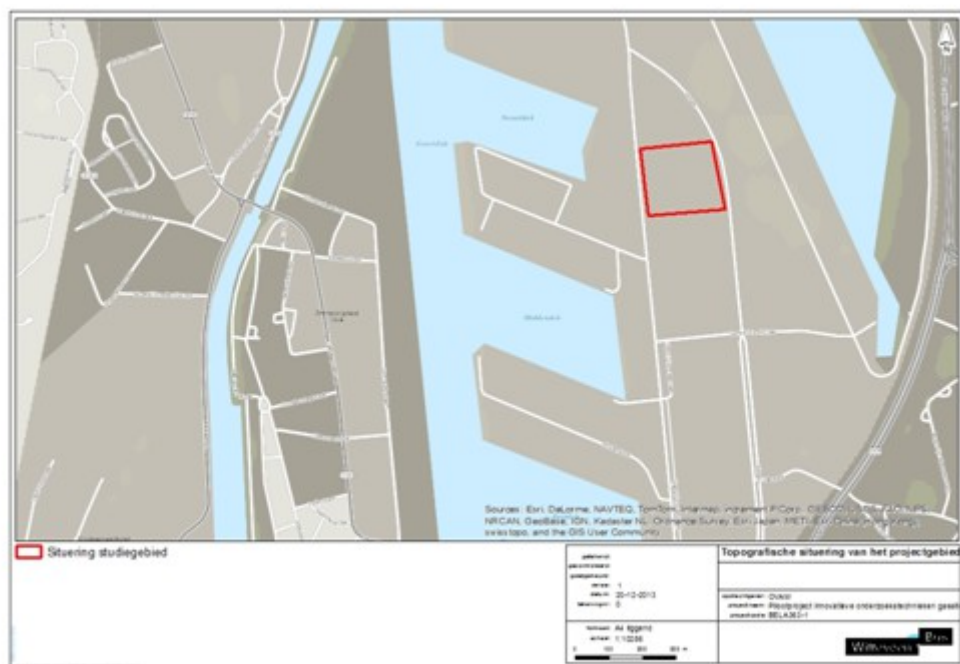
Op basis van deze informatie is gekozen om de geofysische technieken elektromagnetisme en resistiviteitsmetingen te hanteren als innovatieve onderzoekstechniek. Immers komt uit het BBO 'Voormalig gasfabrieksterrein Henri Flamantstraat - Singel te Gent' naar voor dat nog hiaten aanwezig zijn met betrekking tot ligging van de teerputten en aanwezigheid van de puur productlagen.

Tot slot is in dit hoofdstuk de onderzoeksopzet opgenomen voor de uitvoering van de geofysische technieken en de klassieke onderzoekstechnieken. Hierbij is ook aandacht besteed aan de uitvoering van het veldwerk en data-interpretatie.

2.2 Locatiegegevens

2.2.1 Algemeen

De onderzoekslocatie is gelegen aan de Singel 31 in het Gentse havengebied (Vlarebo bestemmingstype V) en betreft een voormalige gasfabriek en cokesfabriek. Momenteel is het terrein eigendom van het Havenbedrijf Gent en is grotendeels braakliggend in afwachting tot herontwikkeling. De totale oppervlakte van de onderzoekslocatie is circa 5,4 ha.



Figuur 1: Topografische situering van het studiegebied

2.2.2 Bodemopbouw en geohydrologie

De beschrijving van de regionale geologie en de bodemopbouw is gebaseerd op de gegevens opgenomen in het BBO 'Voormalig gasfabrieksterrein Henri Flamantstraat - Singel te Gent'. De bodemopbouw is weergegeven in Tabel 1.

Diepte (m-mv)	Geologische eenheid	Textuur	Doorlatendheid
0-13	KZ2	Grijs-geel fijn zand	Goed doorlatend
13-14	KL	Fijne zandige kalkhoudende leem	Minder doorlatend
14-19	KZ1	Fijn tot grof zand	Goed doorlatend
19-38	Tertair: Formatie van Gent	Zand met glauconietkorrels en schelpen	Doorlatend

Tabel 1: Bodemopbouw en geohydrologie

De grondwater tafel wordt gemiddeld aangetroffen op circa 3,5 m-mv. De freatische aquifer bevindt zich in het goed doorlatende KZ2 zandpakket. Op een diepte van ca. 13 m-mv wordt de minder doorlatende semiafscheidende kwartaire KL leemlaag aangetroffen met een dikte van ongeveer 1 m. Het onderliggend watervoerend pakket heeft een dikte van bijna 25 m en bevindt zich in het goed doorlatende KZ1 zandpakket en de onderliggende zanden van de Formatie van Gent.

De grondwaterstromingsrichting is oostelijk tot noordoostelijk waarbij het diepere grondwater in noordelijke richting stroomt. Het grondwater is zeer kwetsbaar (index Ca1).

2.3 Verontreinigingssituatie

2.3.1 Algemeen

De verontreinigingssituatie is gebaseerd op de resultaten die zijn opgenomen in het BBO 'Voormalig gasfabrieksterrein Henri Flamantstraat - Singel te Gent'.

Door de voormalige bedrijfsactiviteiten (1940 tot ca. 1980) is het vaste deel van de aarde en het grondwater verontreinigd met de typische gasfabrieksparameters: teer, PAKs, zware metalen, cyaniden, fenolen, BTEXN en minerale olie. De verontreiniging is historisch.

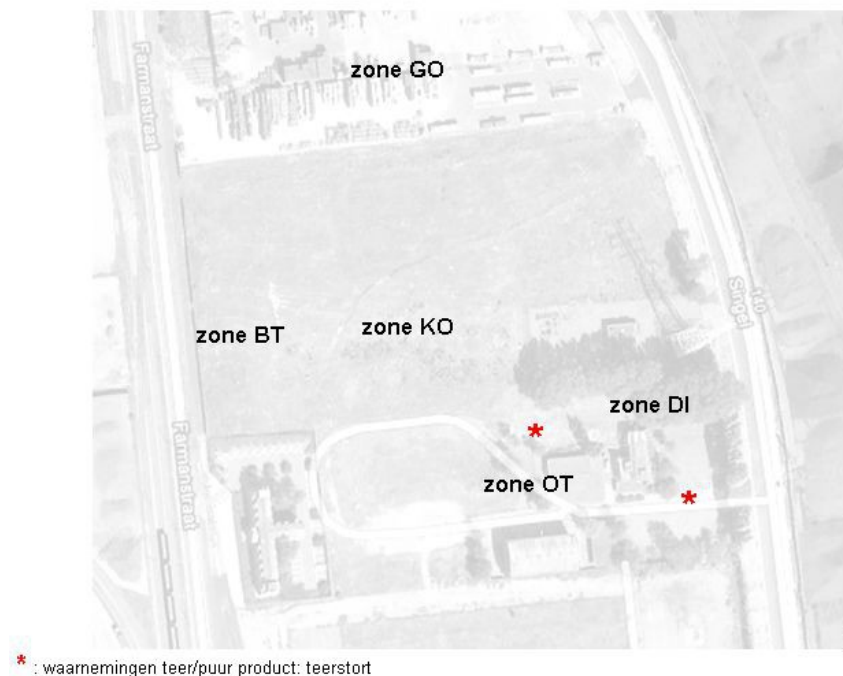
De locatie kan ingedeeld worden in verschillende zone op basis van de voormalige bedrijfsactiviteiten. In Tabel 2 is een overzicht weergegeven van de zones en de verontreinigingssituatie in het vaste deel van de aarde en het grondwater.

Nr.	Zone	Verontreiniging	
		Vaste deel van de aarde	Grondwater
1	Gehele terrein: kolen- en puinopslag	Diffuse verontreiniging in de toplaag (ophooglaag) met PAK, zware metalen en minerale olie	–
2	Plaatselijk: stortmaterialen (huisvuil, teer, bouwpuin, ijzerslakken, kalkopslag, etc.)	Plaatselijke: minerale olie, BTEX, zware metalen, PAKs en cyaniden	
3	Voormalige gasopslag (zone GO)	PAKs en zware metalen	cyaniden, ammonium, sulfaten en zware metalen
4	Distillatiegebouw en -bakken (zone DI) (later: onderhoudsgarage, olieopslag en sulfaatmagazijn)	PAKs, cyaniden, zware metalen	cyaniden, zware metalen, minerale olie, fenolen en BTEX
5	Kamerovens (zone KO)	Minerale olie, PAKs, zware metalen	Zware metalen, ammonium, cyaniden en minerale olie
6	Voormalige opslag voor brandstoffen (benzine en diesel (zone OT))	–	cyaniden, fenolen, nitraten en sulfaten (geen BTEX en minerale olie)
7	Voormalige blustoren (zone BT)	PAK	Benzeen

Tabel 2: Algemeen overzicht zonering terrein en verontreinigingssituatie

Naast bovengenoemde zones, is tijdens het veldwerk is plaatselijk teer-, creosoot- en koolwaterstofgeur waargenomen wat doet vermoeden dat zich in het verleden een teerput of teerstort bevond.

Zone DI



Figuur 2: Ligging zones

2.3.2 Vaste deel van de aarde

In Tabel 3 is een overzicht weergegeven van de maximale gehalten aan verontreiniging in het vaste deel van de aarde en op welke diepte de afperking is.

Parameter	Diepte (m-mv)	Maximale concentratie (mg/kg ds)	Verticale afperking (m-mv)
Zware metalen	Toplaag (0,0-2,5)	Cr (2000), Pb (3800)	2,5
PAKs	Toplaag (0,0-2,5)	o.a. naftaleen (900), benzo(a)pyreen 77,2	2,5
Cyaniden	Toplaag (0,0-2,5)	1100	2,5
Cyaniden (vrij)	Geen overschrijdingen	NVT	NVT
Minerale olie	Geen overschrijdingen	NVT	NVT

Tabel 3: Maximale gehalten in vaste deel van de aarde en afperking

2.3.3 Grondwater zware metalen

In Tabel 4 is een overzicht weergegeven van de maximale gehalten aan verontreiniging van zware metalen in het grondwater en op welke diepte de afperking is.

Zone	Diepte (m-mv)	Maximale concentratie (µg/l)	Verticale afperking (m-mv)
Zone GO	1,5-4,5	As (25), Cd (4,4), Cu (544), Ni (66) en Zn (2180)	6,0-7,0 (Ni: 9-10 m-mv)
Zone KO	1,5-4,5	As (43), Cu (86), Ni (101) en Zn (400), Pb (476)	6,0-7,0
Zone DI	1,5-4,5	As (581), Cd (87), Hg (1,8)	6,0-7,0
Zone DI / teerput	1,5-4,5	As (23), Cd (20), Cu (359), Ni (184) en Zn (9920), Hg (24)	6,0-7,0

Tabel 4: Maximale gehalten in grondwater en afperking - zware metalen

Het is niet duidelijk uit welke stof de drijf laag bestaat: naast minerale olie zijn ook gehalten aan benzeen, xylene en naftaleen boven de bodemsaneringsnorm gemeten. Door de samenstelling kon de dikte van de drijf laag niet gemeten worden.

De minerale olie verontreiniging is vermoedelijk afkomstig van twee verschillende bronnen. Op een diepte van 10,6-11,6 m-mv is nog verontreiniging aan minerale olie vastgesteld. Door het uitvoeren van ROST wordt geen gehalten aan minerale olie gemeten op 13 m-mv.

2.3.4 Grondwater - BTEX

In Tabel 5 is een overzicht weergegeven van de maximale gehalten aan verontreiniging van vluchtige aromaten in het grondwater en op welke diepte de afperking is.

Zone	Diepte (m-mv)	Maximale concentratie (µg/l)	Verticale afperking (m-mv)
Zone KO	1,5-4,5	720*	6,0-7,0
Zone DI / nabij PPSR (teerput)	Drijf laag en 10,6-11,6	Drijf laag (tpv PP8R)	13,0

Tabel 5: Maximale gehalten in grondwater en afperking - minerale olie

**lokaal verhoogde gehalten, horizontaal slechts gedeeltelijk afgeperkt*

2.3.5 Grondwater - naftaleen

In Tabel 6 is een overzicht weergegeven van de maximale gehalten aan verontreiniging van naftaleen in het grondwater en op welke diepte de afperking is.

Zone	Diepte (m-mv)	Maximale concentratie (µg/l)	Verticale afperking (m-mv)
Zone DI	2,1-4,1	2.500	6,0-7,0
Teerput/teerstort (pb PP8R)	1,5-4,5 en 10,6-11,6	Laag pure teer (1,8-3,5 m-mv) 1.600	13,0
Teerput/teerstort (pb CL8)	Tot 7,5	6.800	19-20 m-mv (via ROST)

Tabel 6: Maximale gehalten in grondwater en afperking – naftaleen

2.3.6 Grondwater - gechloreerde solventen

In Tabel 7 is een overzicht weergegeven van de maximale gehalten aan verontreiniging van gechloreerde solventen in het grondwater en op welke diepte de afperking is.

Zone	Diepte (m-mv)	Maximale concentratie (µg/L)	Verticale afperking (m-mv)
Zone OT	1,5-4,5	61 (TCE)	6,0-7,0

Tabel 7: Maximale gehalten in grondwater en afperking - gechloreerde solventen

2.3.7 Grondwater - cyaniden

Bijna alle ondiepe grondwaterstalen op de onderzoekslocatie (< 8 m-mv) vertonen gehalten aan cyaniden totaal boven de BSN (hoogste gehalte: 6960 µg/L). De verontreiniging met cyaniden totaal zet zich door tot in het diepe grondwater in zone GO (18-20 m-mv), in zone KO (18-20 m-mv), in zone DI (18-20 m-mv) en langsheen de oostelijke perceelsgrens (25-26 m-mv). Op basis van de geologie en de verontreinigingsgraad wordt verondersteld dat de grondwaterverontreiniging met cyaniden totaal verticaal afgeperkt is op een diepte van 30 m-mv.

2.3.8 Grondwater - fenolen

Algemeen kan geconcludeerd worden dat er geen verhoogde gehalten aan specifieke afzonderlijke fenolen werden gedetecteerd. De fenolindex ligt onder de Nederlandse interventiewaarde (2000 µg/l) in het ondiepe en het diepe grondwater.

2.3.9 Grondwater – sulfaten

De MTC-waarde voor sulfaten worden zeer lokaal en beperkt overschreden.

2.3.10 Grondwater - ammonium

In bijna alle peilbuizen op en rond het terrein werden verhoogde gehalten aan ammonium gemeten.

3 Innovatieve technieken: elektromagnetisme en resistiviteitsmeting

3.1 Inleiding

Op basis van de in Hoofdstuk 3 beschreven onderzoeksresultaten kan er besloten worden dat de verontreinigingssituatie ter plaatse van de voormalige gassite aan de Singel te Gent zowel horizontaal als verticaal goed in kaart is gebracht.

Echter bestaat er een vermoeden dat ter plaatse van het distillatiegebouw (zone DI) en de voormalige opslag voor brandstoffen (zone OT) een teerput of teerstort aanwezig is waarbij ook puur product is waargenomen.

Op basis van deze informatie is ervoor gekozen om geofysische onderzoekstechnieken (elektromagnetisme en resistiviteit) te hanteren met als doel deze hiaten in kaart te brengen.

3.2 Theoretische achtergrond

3.2.1 Elektromagnetisme

Elektromagnetisme is een snelle scanning methode en geeft dus een zeer snelle indruk van de plaats van de anomalieën. De elektromagnetische metingen worden uitgevoerd met een toestel type EM34 of analoog, bestaande uit twee hoepels, namelijk één zenderhoepel en één ontvangerhoepel. De ontvangerhoepel maakt dan het verschil van het totale signaal dat hij ontvangt met het rechtstreekse signaal van de zenderhoepel en bepaalt zo de geleidbaarheid van de ondergrond. Het toestel is hierna afgebeeld (Figuur 3).



Figuur 3: Elektromagnetisch meettoestel EM34

Bij de meting kunnen er slechts twee parameters aangepast worden, namelijk de tussenafstand en de oriëntatie van de hoepels. Voor dit onderzoek werd een tussenafstand van 10 meter gebruikt en een verticale opstelling van de hoepels. Hierdoor wordt er tot een diepte van 7,5-8 m-mv gemeten.

Naast het toestel EM34 werd ook gebruik gemaakt van het toestel EM31 (Figuur 4). Het werkingsprincipe is gelijk, maar de tussenafstand tussen de hoepels is constant, nl. 3,6 meter. Hierdoor kan er tot een diepte van 3-6 meter gemeten worden afhankelijk van de oriëntatie van de hoepels.



Figuur 4: Elektromagnetisch meettoestel EM31

3.2.2 Resistiviteitsmeting

Om een inzicht te krijgen in de ondergrond zijn er nu een aantal destructieve methodes beschikbaar zoals boringen, sonderingen, etc. Deze zijn echter beperkt vanwege de eendimensionale informatie. In andere industrieën (olie en gas) worden reeds langer niet-destructieve methodes gebruikt om de ondergrond in kaart te brengen. Deze kunnen dan worden ingezet ter vervanging en aanvulling van de hierboven vermelde destructieve methodes. Het nadeel is dat deze technologie vaak erg duur is en een beperkte resolutie heeft die weliswaar genoeg is voor het beoogde doel: het karakteriseren van een reservoir op grote diepte.

Deze niet destructieve methodes (geofysisch) waren tot nu vaak te weinig gedetailleerd voor ondiepe toepassingen en konden geen voldoende antwoord geven op de vraag uit de industrieën in België: bouw, wegenbouw, milieu,... Bijkomend zijn ze vaak te duur om in te zetten.

De beschikbare toestellen zijn vaak traag in gebruik en zijn ontworpen om grote oppervlakten ruwweg te scannen aan een lage resolutie. Het toestel op zich is compact en kan vrijwel in elke omstandigheid ingezet worden (Figuur 5).



Figuur 5: Toestel met alle bijbehorende randapparatuur

De opstelling van het huidige toestel is zoals geïllustreerd in Figuur 6. De elektroden (roestvrijstalen pinnen) worden met de ondergrond verbonden. In reeksen van 16 elektroden kunnen er bijkomende elektroden geplaatst worden. De maximale afstand tussen de elektroden is 5 meter. De lengte van de opstelling bepaalt de diepte van de metingen, hierbij is de diepte ongeveer 1/3 van de lengte. Op zijn maximale opstelling (met 4x16 elektroden) is de opstelling dus 315 meter lang en wordt er dus tot meer dan 100 meter diep gemeten. In de traditionele opstelling worden hierbij resoluties van enkele meters gehaald.



Figuur 6: Opstelling van het toestel op het terrein

Door GroundXplorer werd echter een nieuw protocol ontwikkeld waarbij er beduidend hogere resoluties worden gehaald dan bij de standaard methodologie. Om geo-elektrische metingen te doen bestaan er een aantal standaard opstellingen waarvan de belangrijkste: Schlumberger, Wenner, Pole-Pole, etc. In onderstaande Tabel 8 is een opsomming gemaakt van het aantal meetpunten dat er gemeten wordt voor een standaardopstelling van 64 elektroden. Het protocol van groundXplorer is state-of-the-art omwille van volgende redenen:

- er wordt opgemeten met een resolutie die 2,5 keer beter is;
- er wordt tot op grote diepte gemeten;
- in de verwerking van de gegevens zit een extra veiligheid om correcties van foutgemeten punten door te voeren;
- er wordt steeds gewerkt met een ijkpunt in 1D om het model op te hangen. Hierdoor worden grenzen tussen objecten of lagen beter afgelijnd.

	Schlumberger	Wenner	Pole-Pole	GroundXplorer
Aantal meetpunten	2068	651	2016	4568
Diepte (m)	50.00	32.50	100.00	100.00

Tabel 8: Aantal meetpunten en dieptes voor de verschillende protocollen die beschikbaar zijn

4 Uitgevoerde werkzaamheden

De bemonsteringsstrategie en aansluitend ook de uitvoering van het veldwerk is uit drie fasen opgebouwd.

In een **eerste fase** wordt een actualisatieonderzoek uitgevoerd met als doel de resultaten van het BBO (Arcadis) te actualiseren. Aansluitend worden de resultaten van het actualisatieonderzoek gebruikt om de resultaten van de innovatieve onderzoekstechniek te toetsen.

In een **tweede fase** wordt de innovatieve onderzoekstechniek uitgevoerd die uit twee fasen bestaat nl. a. een eerste snelle en globale screening van het terrein aan de hand van elektromagnetisme en b. een lokaal onderzoek aan de hand van resistiviteit.

Op basis van de resultaten van het innovatief onderzoek worden in een **derde fase** klassiek onderzoek uitgevoerd door het plaatsen van boringen met een Geoprobe. Voor een ongeroerde monsternamen worden hiervoor liners gehanteerd in de zone waar de puur productlaag zich bevindt. De resultaten van de derde fase worden ook gebruikt om de resultaten van de innovatieve onderzoekstechniek te toetsen.

4.1 Fase 1 - Klassiek onderzoek: actualisatie

In Tabel 9 is een voorstel van de onderzoeksstrategie voor fase 1 opgenomen waarbij de werkzaamheden gemotiveerd zijn. Voor het actualisatie-onderzoek wordt in de eerste plaats de verontreinigingssituatie in het grondwater ter plaatse van zone OT en DI in kaart gebracht.

Aantal machinale boringen met liners	Analyses	Motivatie/doelstelling
Bemonstering van reeds bestaande peilbuizen nabij zone OT en DI (verificatie pb P109, PP8R, P, CL8, PP8K, G, PP8P en PP8Q)	8x minerale olie, 8x BTEXN	— Actualisatie resultaten BBO — Verificatie resultaten innovatieve onderzoekstechniek.
Bemonstering van reeds bestaande peilbuizen nabij zone OT en DI (verificatie pb P109, PP8R, P, CL8)	4x opmeting aanwezigheid drijfslag	— Actualisatie resultaten BBO — Verificatie resultaten innovatieve onderzoekstechniek
Bemonstering van reeds bestaande peilbuizen nabij zone OT en DI (verificatie pb P109, PP8R, P, CL8, PP8K, G, PP8P en PP8Q)	8x CN-totaal 8x CN-vrij 8x niet-chlooroxydeerbare CN	— Actualisatie resultaten BBO

Tabel 9: Onderzoeksstrategie fase 1

Tijdens het schoonpompen van de peilbuizen op d.d. 23/07/2013 konden enkel peilbuizen PP8P en G worden teruggevonden en schoongepompt. De overige peilbuizen waren ofwel verdwenen (omwille van heraanleg van de parking en sloop van gebouwen) ofwel zaten ze vol zand en brokstukken omdat de doppen in de loop van de tijd beschadigd zijn geraakt.

Ter vervanging van deze peilbuizen, kon één extra peilbuis in de betreffende zone worden schoongepompt, tussen PP8R en PP8J. Deze peilbuis werd peilbuis A genoemd.

In overleg met de OVAM zijn geen nieuwe peilbuizen geplaatst.



4.2 Fase 2 - Geofysisch onderzoek

Een 2D opstelling wordt gebruikt om de dimensies van de verontreiniging te bepalen (afbeelding 3, 4 en 5 in fotoreportage Bijlage 4). De tussenafstand tussen de elektroden bepaalt de diepte, en lengte van de meting. Er werden 8 2D lijnen opgesteld:

- Vervolgens worden er kleine stroomimpulsen gegeven op de verschillende elektroden en wordt de reststroom opgemeten aan de andere elektroden. Hieruit kan de schijnbare weerstand opgemeten worden van de ondergrond.

Deze schijnbare gegevens (schijnbare weerstandswaarden en schijnbare dieptes) worden nadien softwarematig verwerkt. Hieruit kan dan de exacte lengte, breedte en diepte bepaald worden van de verontreiniging.

De elektrische weerstand van zandgronden ter hoogte van de onderzoekslocatie heeft typische weerstandswaarden van ordegrootte 10 tot 1000 ohm.m. Voor bijvoorbeeld teer is dat 100 Gohm.m. Indien er dus een vervuiling aanwezig is met teer dan zal de weerstandswaarde gevoelig moeten verhogen.

4.3 Fase 3 - Onderzoekopzet klassiek onderzoek - Geoprobe met liners

Eenmaal de resultaten van fase 2 bekend zijn worden in fase 3 gericht boringen geplaatst met Geoprobies. Op basis van de resultaten van fase 2 kan de exacte locatie bepaald worden voor de machinale boring, maar kan ook de exacte diepte van boring en de exacte diepte van staalname bepaald worden.

In de cilindrische boorbuisen kan een binnenbuis of liner (zie Figuur 8) bestaande uit PVC, Teflon, RVS of een ander inert materiaal worden aangebracht. Deze liner maakt het mogelijk om op elke diepte en desgewenst continu ongeroerde monsters te nemen. Doordat geen gebruik wordt gemaakt van werkwater is geen sprake van verspoeling of verdunning, zodat deze monsters zeer representatief zijn voor de bodemlaag waaruit ze zijn genomen.



Figuur 8: Liner met ongeroerd monster

Boring GP3 (resultaten elektromagnetische en geo-elektrische metingen: lijn 7 en lijn 8; afbeelding 8 in fotoreportage bijlage 4) wordt uitgevoerd tot ca. 8 m-mv. De boring wordt afgewerkt met een snijdende filterstelling. Ter hoogte van de diepte die zintuiglijk het meest verontreinigd is wordt een liner genomen. Dit staal wordt geanalyseerd op minerale olie, BTEXN, PAKs en het structuurpakket. Ter verificatie van de resultaten van de innovatieve onderzoekstechniek of ter horizontale of verticale afperking van de teerlaag wordt een bodemstaal geanalyseerd op minerale olie en BTEXN. Minimaal 1 week na plaatsing wordt een drijfslagmeting uitgevoerd ter hoogte van peilbuis GP3.

Boringen GP4 en GP5 (resultaten elektromagnetische en geo-elektrische metingen: lijn 1,2 en 3; afbeelding 6 in fotoreportage 4) worden uitgevoerd tot ca. 8 m-mv (of tot kleilaag). De boring wordt afgewerkt met een filterstelling ter hoogte van de puur product laag (zaklaag). Ter hoogte van de diepte die zintuiglijk het meest verontreinigd is wordt per boring een liner genomen. Dit staal wordt geanalyseerd op minerale olie, BTEXN, PAKs en het structuurpakket. Ter verificatie van de resultaten van de innovatieve onderzoekstechniek of ter horizontale of verticale afperking

De zone PP8R, ter hoogte van lijn 6, werd verder onderzocht door Royal Haskoning DHV (RHDHV) en de analyseresultaten werden uitgewisseld. Bijgevolg dienden GP1 en GP2 niet uitgevoerd te worden. RHDHV plaatste in deze zone H1 en H2. De locatie van de peilbuizen in fase 3 wordt weergegeven in Figuur 9.



5 Resultaten en bespreking

5.1 Fase 1 – klassiek onderzoek en actualisatie

De analysecertificaten zijn terug te vinden in Bijlage 6. De analyseresultaten werden getoetst aan de referentiewaarden zoals opgenomen in het besluit van de Vlaamse Regering houdende vaststelling van het Vlaams reglement betreffende de bodemsanering en de bodembescherming d.d. 14/12/2007 (Vlarebo). In het Vlarebo wordt een onderscheid gemaakt tussen streefwaarden, richtwaarden en bodemsaneringsnormen.

De getoetste analyseresultaten voor de grondwaterstalen worden weergegeven in Tabel 10.

Kadastraal perceel	289W4		289V4		289T4					
Verdachte zone	voormalig gasfabrieksterrein		nabijheid voormalige teerput		nabijheid voormalige teerput					
Nummer meetlocatie	PP8P		G		A					
Datum analyse	19/08/2013		19/08/2013		19/08/2013					
Diepte filter (m-mv)	ca. 2-4		ca. 2-4		ca. 2-4					
Diepte grondwater (m-mv)	3,3		3,5		3,2					
Zintuiglijk waarneembare verontreiniging	-		-		-					
Aanwezigheid puur product + dikte	-		-		-					
Veldresultaten										
pH	6,58		6,84		6,9					
Temperatuur (°C)	14,3		13,6		14,1					
Geleidbaarheid (µS/cm)	813		503		758					
Analyseresultaten										
	conc.	OF	conc.	OF	conc.	OF	SW	RW	BSN	
<i>Vluchtige Aromatische Koolwaterstoffen</i>										
Benzeen (µg/l)	<0,2	-	40	4	530	53	0,5	2	10	
Tolueen (µg/l)	1,2	-	7,4	-	<u>83</u>	-	0,5	20	700	
Ethylbenzeen (µg/l)	<0,2	-	2,3	-	<u>22</u>	-	0,5	20	300	
o-Xyleen (µg/l)	<0,2	-	13	-	17	-				
m,p-Xyleen (µg/l)	<0,2	-	13	-	42	-				
xylenen (som) (µg/l)	<0,2	-	<u>26</u>	-	<u>59</u>	-	0,5	20	500	
BTEX (som) (µg/l)	1,2	-	76	-	700	-				
Naftaleen (µg/l)	<0,2	-	240	4	460	8	0,02	20	60	
<i>Minerale olie</i>										
Minerale olie (C10-C12) (µg/l)	<5	-	250	-	710	-				
Minerale olie (C12-C20) (µg/l)	<15	-	29	-	120	-				
Minerale olie (C20-C30) (µg/l)	<15	-	<15	-	66	-				
Minerale olie (C30-C40) (µg/l)	<15	-	<15	-	180	-				
Minerale olie (C10-C40) (µg/l)	<50	-	280	-	1100	2	100	300	500	

<i>Cyanide</i>									
Cyanide-totaal (µg/l)	1300	19	1900	27	<u>66</u>	-	5	40	70
Cyanide Niet Chloor Afbreekbaar (µg/l)	1300	-	1900	-	65	-			
Cyanide-vrij (µg/l)	13	-	5,7	-	<1,0	-			

Tabel 10: Resultaten

Legende

conc. = gemeten concentratie, OF = overschrijdingsfactor bodemsaneringsnorm, SW = streefwaarde, RW = richtwaarde, BSN = bodemsaneringsnorm, *overschrijding SW*, *overschrijding RW*, overschrijding BSN

De bodemsaneringsnormen werden overschreden voor benzeen en naftaleen ter hoogte van peilbuis G en peilbuis A. Voor minerale olie werd de bodemsaneringsnorm overschreden ter hoogte van peilbuis A. Ter hoogte van peilbuis PP8P en peilbuis G werd de bodemsaneringsnorm overschreden voor cyaniden.

Op basis van de resultaten van het actualisatieonderzoek, zijn voornamelijk de zones rondom peilbuis A en rondom peilbuis G interessant voor verder onderzoek naar het voorkomen van teer in de ondergrond.

5.2 Fase 2 - Geofysisch onderzoek

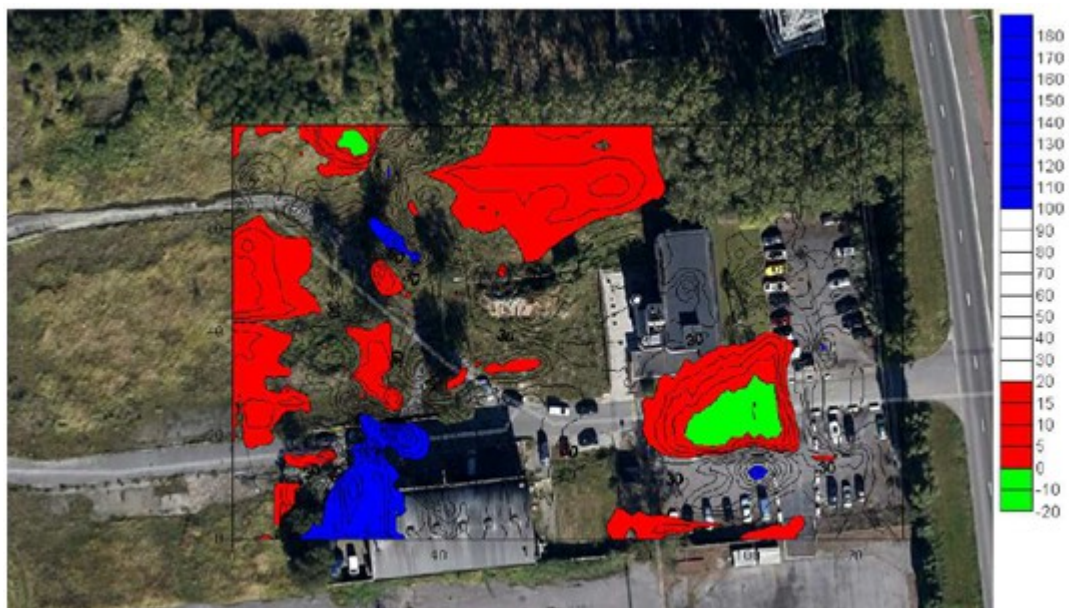
5.2.1 Elektromagnetische metingen

De metingen werden uitgevoerd met een EM31 en een EM34 toestel zoals beschreven in paragraaf 3.2.1. Bij het scannen van de ondergrond moet er voornamelijk uitgekeken worden naar verlaagde waardes. Deze kunnen duiden op het voorkomen van teer in de ondergrond.

Beide toestellen gaven op ongeveer dezelfde locaties anomalieën aan, deze werden samengevoegd en afgebeeld in Figuur 10.. Op deze figuur komt het punt (0,0) overeen met de (106310, 197771) in Lambertcoördinaten.

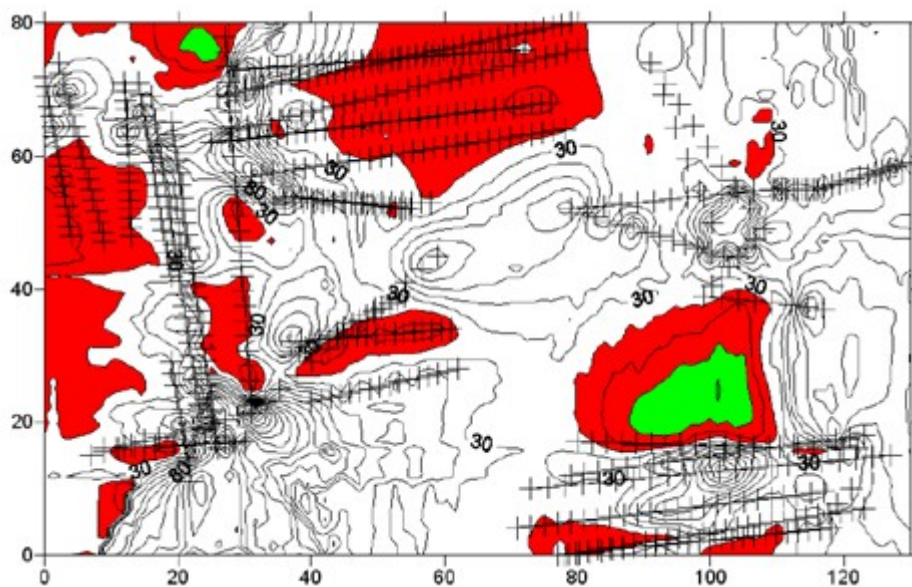
In Figuur 10 zijn verschillende anomalieën te zien. Vooreerst zijn de zones op te merken met hoge waardes (blauw), deze zones kunnen wijzen op het voorkomen van metalen in de ondergrond. In dit geval zijn ze echter eerder het resultaat van de interpolatie.

Verder valt ook op dat er zones zijn waar waardes werden opgemeten kleiner dan 0 mS/m. Fysisch betekent dit dat er stroom bij geïnjecteerd wordt in de ondergrond. Ook hier is dat vaak het resultaat van een interpolatie van de waardes.



Figuur 10: Anomalieën op het terrein

Voor de duidelijkheid werden in Figuur 11 alle punten die werden opgemeten afgebeeld. Hieruit kan gemakkelijk worden afgeleid dat de meeste extreme waarden het resultaat zijn van interpolatie en niet zo zeer van direct meetwaarden.

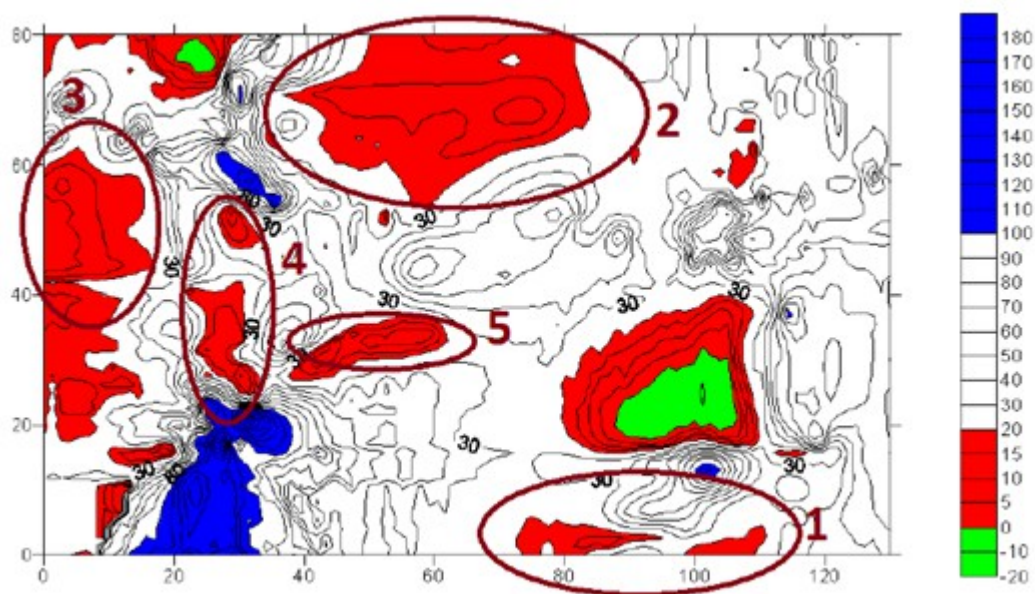


Figuur 11: Samenvatting van de opgemeten punten

Na analyse van de meetresultaten en de geïnterpoleerde oppervlaktekaart werden er uiteindelijk 5 zones aangeduid die mogelijk kunnen wijzen op een aanwezigheid van een teervervuiling Figuur 12.

Zone 5 werd echter nadien geëlimineerd omwille van de aard van de detectie. Zone 5 detecteerde voornamelijk de restanten van een oud gebouw (bouwpuin) en de weg. Zone 4 werd gedeeltelijk verder onderzocht, de anomalie in zone 4 werd voornamelijk beïnvloed door de aanwezigheid van een weg op het terrein.

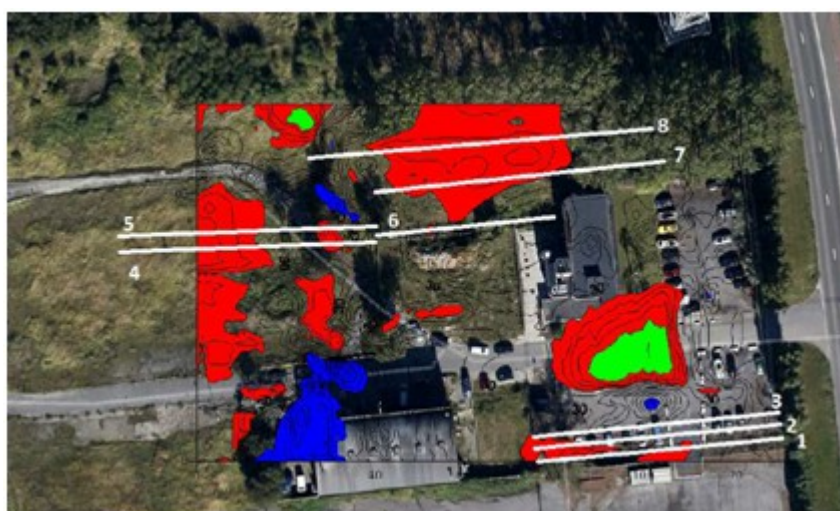
Uiteindelijk werden zones 1,2 en 3 verder onderzocht met de geo-elektrische metingen.



Figuur 12: Mogelijk vervuilde zones

5.2.2 Geo-elektriciteit

Op basis van de voorgaande elektromagnetische meting werd er beslist om de zones 1,2 en 3 te onderzoeken met behulp van 8 2D lijnen zoals beschreven in paragraaf 2.2.2 (Figuur 13).

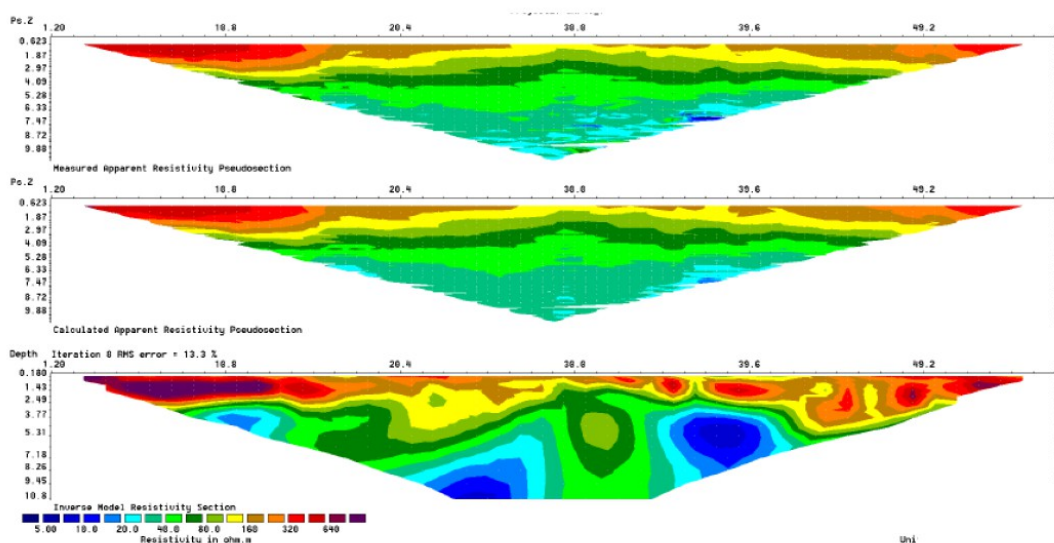


Figuur 13: Locaties van de ingemeten 2D lijnen met behulp van de resistiviteitsmethode

Lijn 1

Bij het analyseren van de 2D lijnen wordt er op zoek gegaan naar hoge waarden. Deze duiden op een verhoogde elektrische weerstand, wat een aanwijzing kan zijn voor de aanwezigheid van teer in de ondergrond.

In Figuur 14 is een standaard output te zien uit de software RES2DINV: het bovenste beeld is de schijnbare weerstand zoals die gemeten werd op het terrein. Het onderste beeld is het uiteindelijke 2D beeld met correcte weerstandswaarden en correcte dieptes. Het middelste beeld is de berekende schijnbare weerstand op basis van het 2D model.



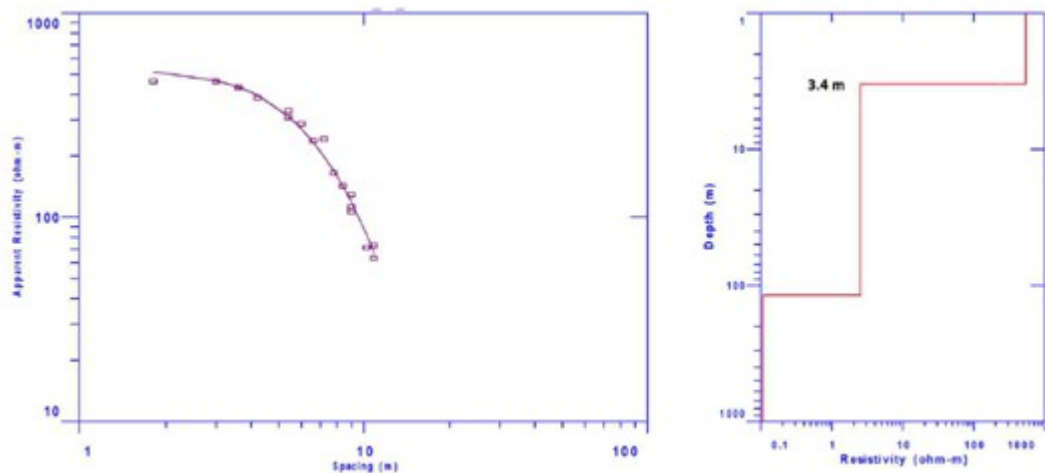
Figuur 14: Resistiviteitsprofiel van lijn 1

Op Figuur 14 is te zien dat er aan de oppervlakte een aantal zones te herkennen zijn met verhoogde weerstandswaarden. De zone helemaal links is een zone van ongeveer 13 meter breed en de invloed gaat tot een diepte van 3.4 meter. Deze diepte is af te lezen op Figuur 14, maar werd in detail bepaald aan de hand van een elektrische virtuele sondering, zoals geïllustreerd in Figuur 15. Door een fitting van de curve kan de juiste diepte bepaald worden van de invloedszones.

Uit de simulaties blijken er een aantal anomalieën voor te komen (Tabel 11).

Zones met verhoogde weerstand (afstand t.o.v. begin meting in m)	diepte (m)
0-13	3.4
35	1.5
39	2
45	2.5
49	2.5

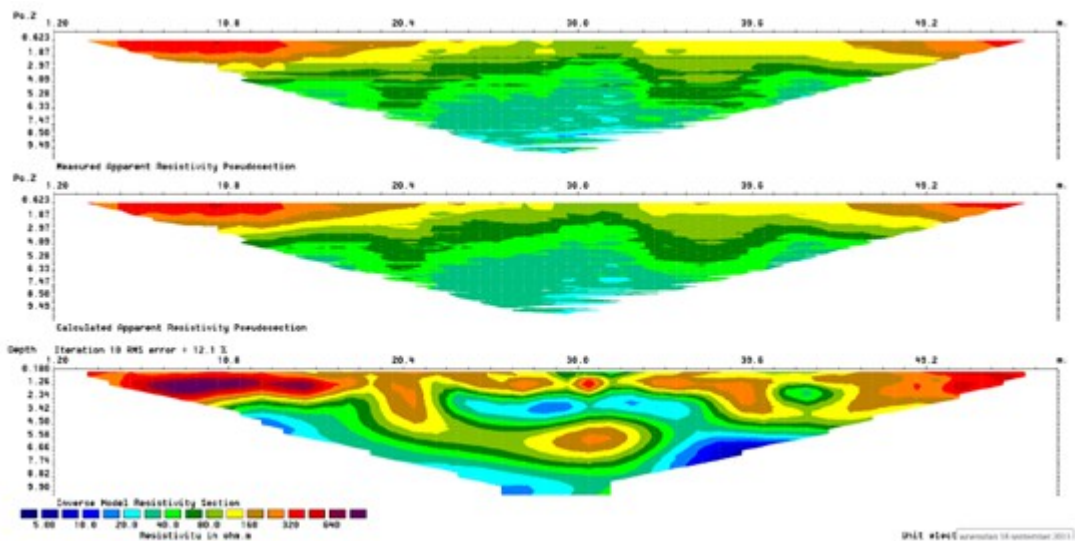
Tabel 11: Anomalieën lijn 1



Figuur 15: Virtuele elektrische sondering

Lijn 2

Analoog aan de analyse voor lijn 1 werden de analyses uitgevoerd voor de andere lijnen. Op lijn 2 (Figuur 16) werden een aantal anomalieën teruggevonden. De verhoogde weerstand in het begin van het profiel is ook hier duidelijk aanwezig. Centraal op het profiel is er ook een locatie met verhoogde waarden.



Figuur 16: Resistiviteitsprofiel van lijn 2

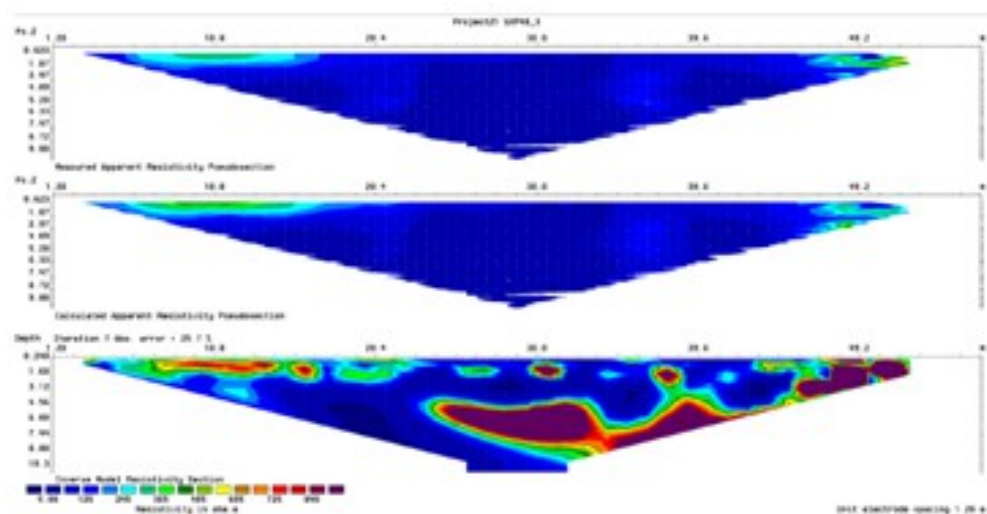
Uit de simulaties blijken er een aantal anomalieën voor te komen Tabel 12.

Zones met verhoogde weerstand (afstand t.o.v. begin meting in m)	Diepte (m)
0-15	3
28-32	7.5

Tabel 12: Anomalieën lijn 2

Lijn 3

De resultaten voor lijn 3 worden weergegeven in Figuur 17.



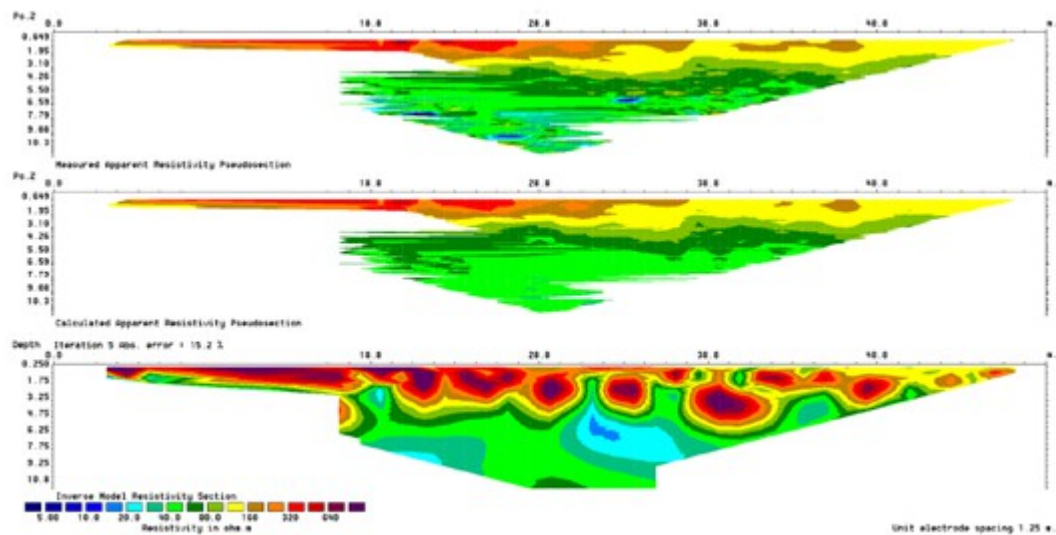
Figuur 17: Resistiviteitsprofiel van lijn 3

Zones met verhoogde weerstand (afstand t.o.v. begin meting in m)	Diepte (m)
5-15	1.5
31	1.5
37	2.7
24-40	7.8

Tabel 13: Anomalieën lijn 3

Lijn 4

De resultaten voor lijn 4 worden weergegeven in Figuur 18.



Figuur 18: Resistiviteitsprofiel van lijn 4

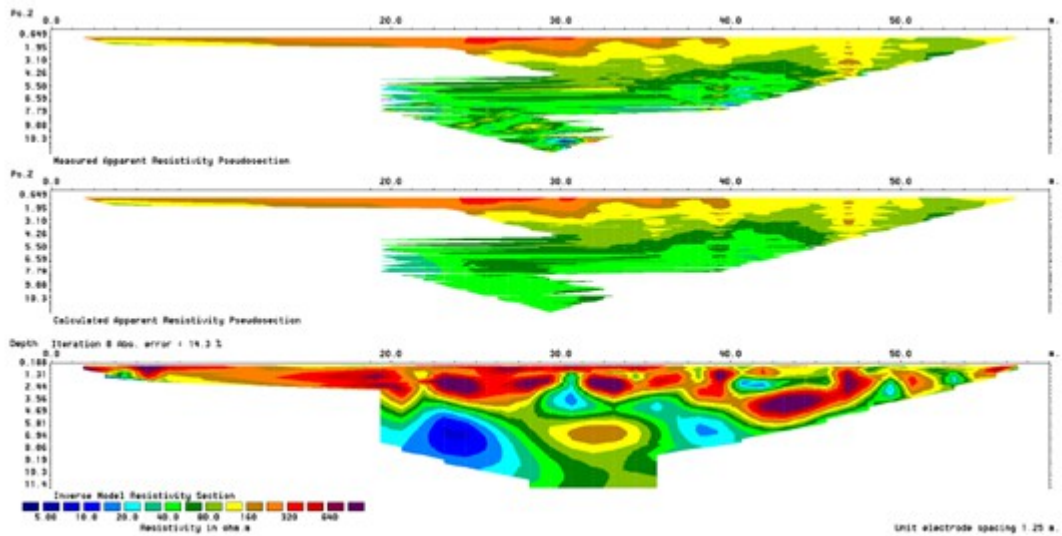
De anomalieën die op lijn 4 werden vastgesteld zijn voornamelijk oppervlaktefenomenen te wijten aan de slechte connecteerbaarheid met de ondergrond. De ondergrond was duidelijk in de toplaag aangevuld en verhard. Er was ook een betonnen weg aangelegd op het terrein die in het begin van dit profiel zichtbaar is. Dieper gelegen worden er geen anomalieën vastgesteld.

Zones met verhoogde weerstand (afstand t.o.v. begin meting in m)	Diepte (m)
39-42	4.2

Tabel 14: Anomalieën lijn 4

Lijn 5

De resultaten voor lijn 5 worden weergegeven in Figuur 19.



Figuur 19: Resistiviteitsprofiel van lijn 5

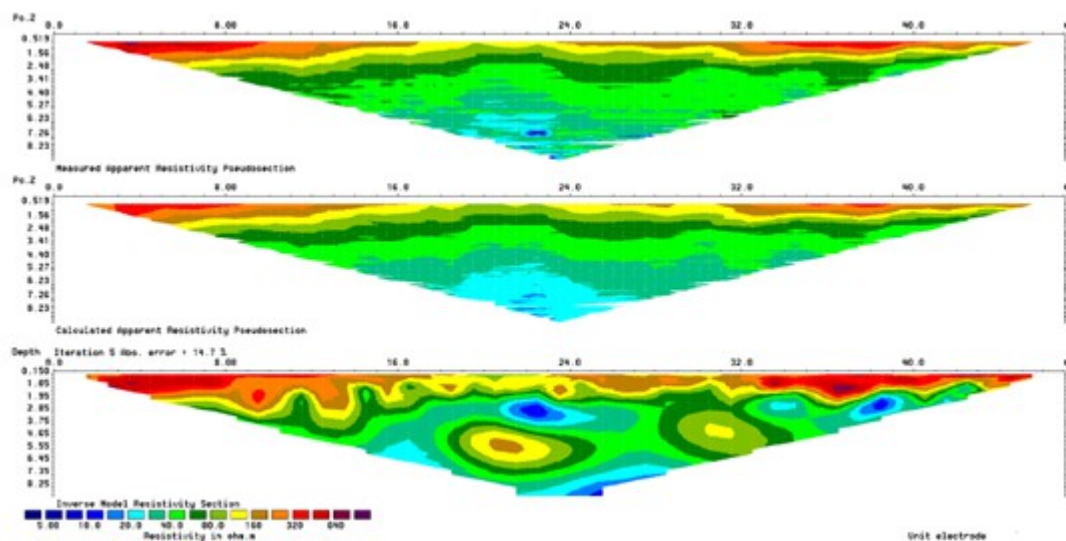
De anomalieën die op lijn 5 werden vastgesteld zijn voornamelijk oppervlaktefenomenen te wijten aan de slechte connecteerbaarheid met de ondergrond. De ondergrond was duidelijk in de toplaag aangevuld en verhard. Er was ook een betonnen weg aangelegd op het terrein die in het begin van dit profiel zichtbaar is. Dieper gelegen worden er geen anomalieën vastgesteld.

Zones met verhoogde weerstand (afstand t.o.v. begin meting in m)	Diepte (m)
42-48	4.2

Tabel 15: Anomalieën lijn 5

Lijn 6

De resultaten voor lijn 6 worden weergegeven in Figuur 20.



Figuur 20: Resistiviteitsprofiel van lijn 6

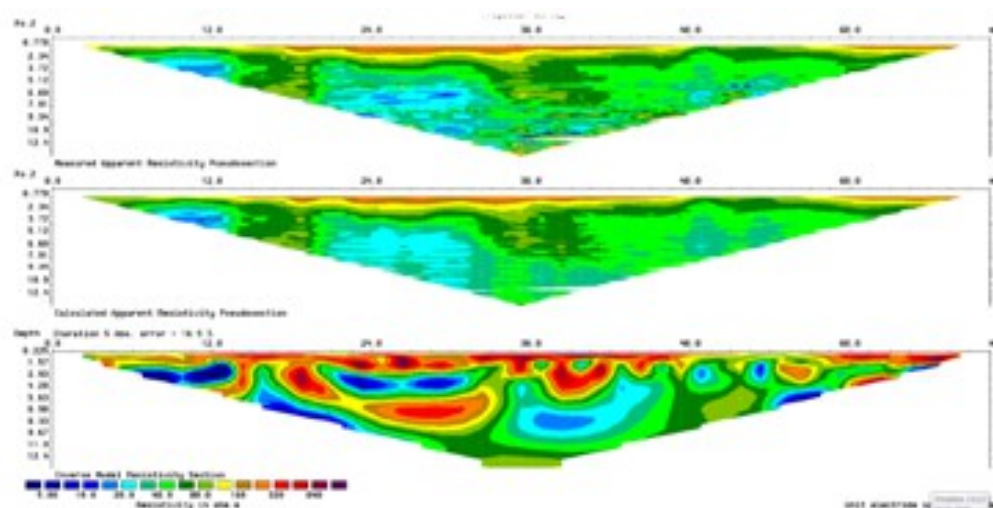
Uit de simulaties blijken er een aantal anomalieën voor te komen (Tabel 16).

Zones met verhoogde weerstand (afstand t.o.v. begin meting in m)	Diepte (m)
21	5.5
31	4.5

Tabel 16: Anomalieën lijn 6

Lijn 7

De resultaten voor lijn 7 worden weergegeven in Figuur 21.



Figuur 21: Resistiviteitsprofiel van lijn 7

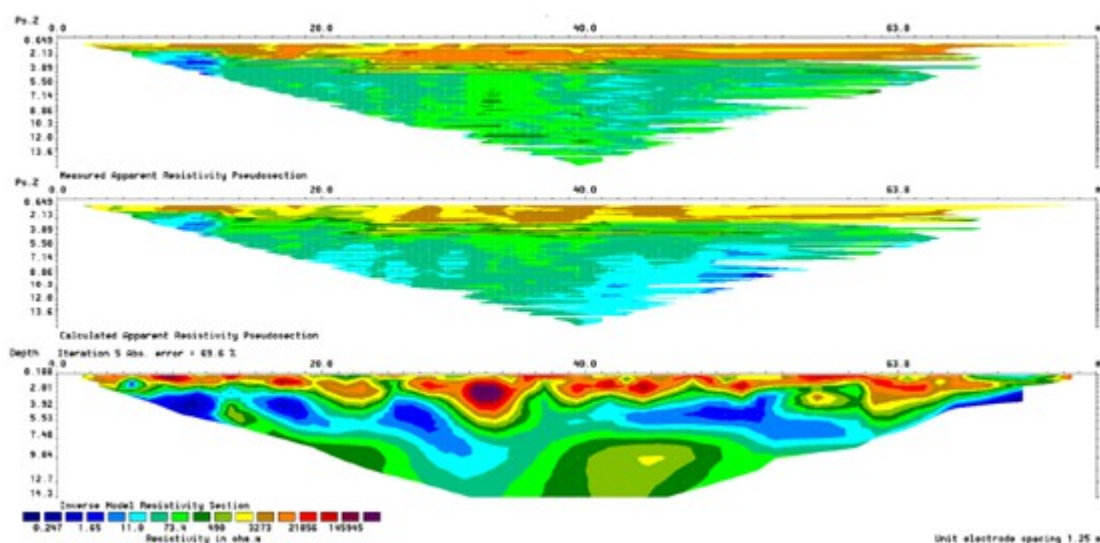
Uit de simulaties blijken er een aantal anomalieën voor te komen (Tabel 17).

Zones met verhoogde weerstand (afstand t.o.v. begin meting in m)	Diepte (m)
16-33	7
37-42	4,3

Tabel 17: Anomalieën lijn 7

Lijn 8

De resultaten voor lijn 8 worden weergegeven in Figuur 22.



Figuur 22: Resistiviteitsprofiel van lijn 8

Analoog met lijnen 4 en 5 zijn ook hier voornamelijk oppervlaktefenomenen waar te nemen, er is echter één duidelijkere anomalie aanwezig.

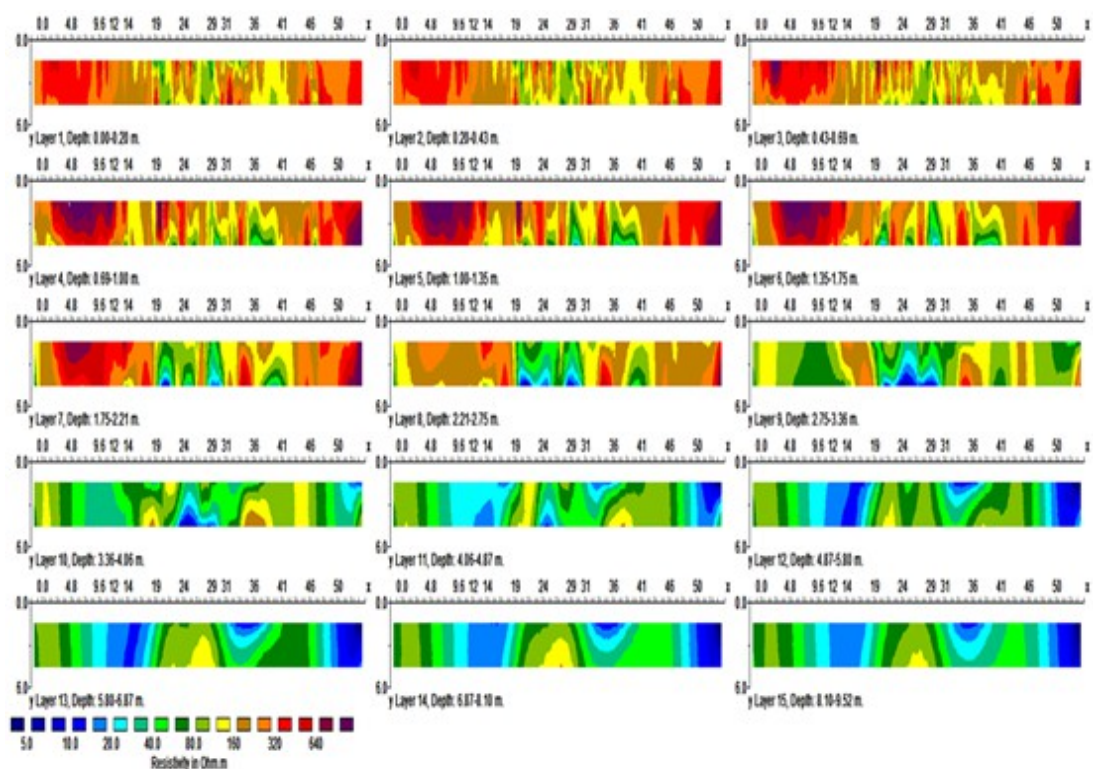
Zones met verhoogde weerstand (afstand t.o.v. begin meting in m)	Diepte (m)
30-33	3

Tabel 18: Anomalieën lijn 8

5.2.3 3D Beeld

Van lijnen 1, 2 en 3 werd ook een 3D beeld gemaakt. Om dit 3D beeld af te beelden werden horizontale doorsneden gemaakt (Figuur 23). Hierbij ligt lijn 1 helemaal links en lijn 3 helemaal rechts op de figuren.

Wat opvalt is de terugkerende hoge resistiviteit onderaan de eerste 7 snedes (tot ongeveer 1.75 m diepte) en twee anomalieën die dieper voorkomen op ongeveer 19 meter en 36 meter van het begin van de profielen.



Figuur 23: Horizontale snedes uit het 3D beeld

5.2.4 Samenvatting locaties anomalieën

In onderstaande tabel worden de locaties aangeduid waar er anomalieën werden vastgesteld. Deze worden afgebeeld in Tabel 19. De aanduiding van de lijn wordt telkens weergegeven aan het begin van de betreffende lijn.

	zones met verhoogde weerstand (afstand t.o.v. begin meting in m)	diepte (m)	beginpunt anomalie	eindpunt anomalie		
lijn 1	0-13	3.4	106394	197775	106407.1064	197776.9
	35	1.5	106428.6	197779.9		
	39	2	106432.1	197780.4		
	45	2.5	106438.1	197781.3		
	49	2.5	106442.9	197782		
lijn 2	0-15	3	106392	197778	106406.2979	197780
	28-32	7.5	106419.4	197781.9	106424.2	197782.6
lijn 3	5-15	1.5	106396.8	197781.7	106406.2979	197783
	31	1.5	106423	197785.4		
	37	2.7	106428.9	197786.3		
	24-40	7.8	106415.8	197784.4	106432.5106	197786.8
lijn 5	42-48	4.2	106315	197827	106310	1977826
lijn 6	21	5.5	106379	197826.7		
	31	4.5	106369	197826		
lijn 7	16-33	7	106407.4	197734.8	106390.8	197834.1
	37-42	4.3	106386.4	197833.9	106381.7	197833.7
lijn 8	30-33	3	106387.9	197841.9	106384.1	197841.7

Tabel 19: Samenvatting locaties anomalieën



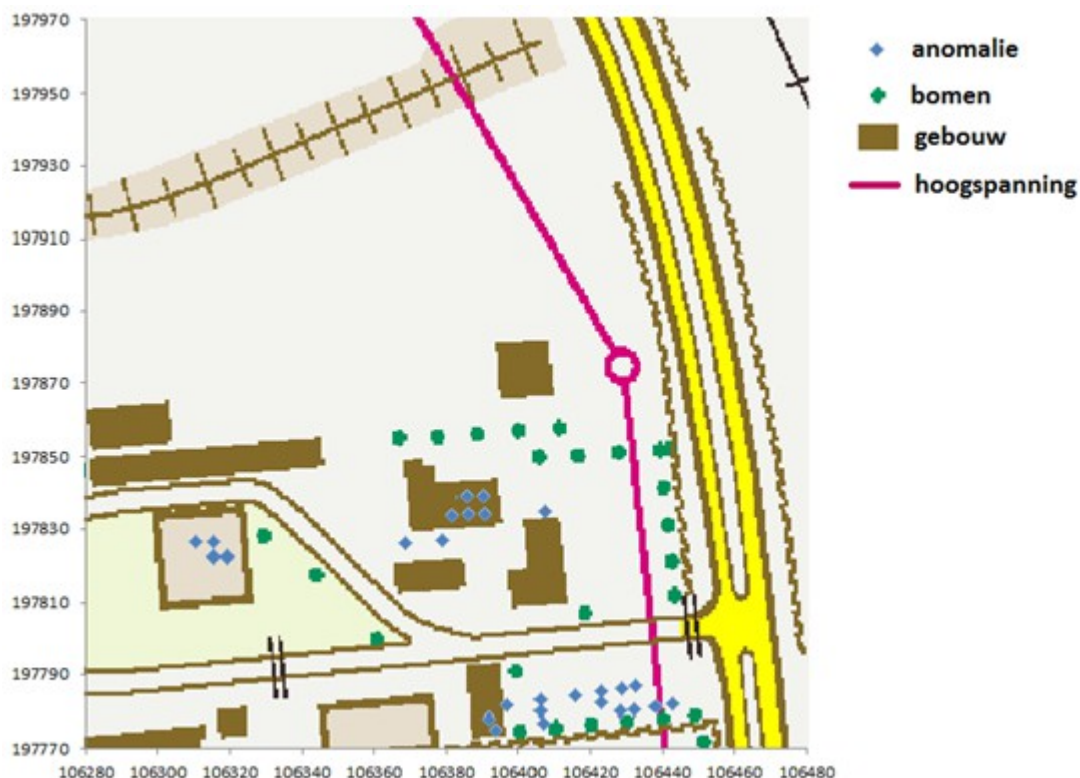
Figuur 24: Locaties anomalieën

Uit de kaarten van de vroegere indeling van de site blijkt dat er anomalieën werden vastgesteld op de locaties waar er vroeger gebouwen stonden, dit werd aangeduid in Figuur 25 en Figuur 26. Voor deze kaarten werd als ondergrond de kaarten uit DOV (Databank Ondergrond Vlaanderen) gebruikt.

Uit de figuren blijkt dat er zeker een aantal anomalieën veroorzaakt zijn door de restanten van de vroegere installaties/gebouwen, deze worden duidelijk afgebeeld in Figuur 26.



Figuur 25: Locaties van de profielen ten opzichte van de oude indeling van de site



Figuur 26: Locaties van de anomalieën (blauwe ruiten) ten opzichte van de oude indeling van de site

5.2.5 Relatie anomalieën met puur product

De anomalieën die werden geregistreerd zijn aanwijzingen voor een abnormale samenstellingen van de ondergrond. Deze kunnen verscheiden van aard zijn. De geofysische methodes geven de 'interessante' locaties weer, zonder daarbij kwantitatief de concentraties van mogelijke vervuilingen te bepalen.

Afhankelijk van de producten naar waar men op zoek is, kan uit de meetwaarden afgeleid worden waar deze voorkomen in de ondergrond. Indien men op zoek gaat naar metalen in de ondergrond dan zal men moeten zoeken naar lage weerstandswaarden en hoge geleidingswaarden. Indien men, zoals bij deze studie, op zoek gaat naar teer etc. Dan moet men op zoek gaan naar hoge weerstandswaarden en lage geleidingswaarden. De elektrische weerstand van zandgronden van dit type heeft typisch weerstandswaarden van orde grootte 10 tot 1000 ohm.m. Voor bijvoorbeeld teer is dat 100 Gohm.m. Indien er dus een vervuiling aanwezig is met teer dan zal de weerstandswaarde gevoelig moeten verhogen. Hoe hoger de weerstandswaarde hoe groter de aanwijzing voor puur product.

De geofysische methodes duiden een aantal interessante plaatsen aan waar eventueel puur product terug te vinden is. Op de geo-elektrische profielen zijn een aantal oppervlaktefenomenen (<2.5m) te zien, de verhoogde resistiviteit in deze zones is voornamelijk te wijten aan de aanwezigheid van grof dekmateriaal, puin en een verschil in densiteiten.

De interessante locaties zijn deze met heel hoge waardes en op een zekere diepte. Uit de tabel met anomalieën (Tabel 20) werden deze uitgefilterd in onderstaande tabel.

	zones met verhoogde weerstand (afstand t.o.v. begin meting in m)	diepte (m)	beginpunt anom alie		eindpunt anom alie	
lijn 1	0-13 ^(*)	3.4	106394	197775	106407.1064	197776.9
lijn 2	0-15 ^(*)	3	106392	197778	106406.2979	197780
	28-32	5-7.5	106419.4	197781.9	106424.2	197782.6
lijn 3	24-40	4.5-7.8	106415.8	197784.4	106432.5108	197786.8
lijn 5	42-48 ^(*)	4.2	106315	197827	106310	197826
lijn 6	21	5.5	106379	197826.7		
	31	4.5	106369	197826		
lijn 7	16-33	7	106407.4	197734.8	106390.8	197834.1
lijn 8	30-33	3	106387.9	197841.9	106384.1	197841.7

Tabel 20: Interessante locaties gerelateerd aan voorkomen puur product

(*) anomalie wellicht te wijten aan de aanwezigheid van restanten van vroegere gebouwen.

De interessante locaties met heel hoge waardes en op zekere diepte worden weergegeven op Figuur 27 De aanduiding van de lijn wordt telkens weergegeven aan het begin van de betreffende lijn.



Figuur 27: Interessante locaties anomalieën

5.3 Fase 3 – Onderzoeksopzet klassiek onderzoek - Geoprobe met liners

De resultaten van fase 2 geven de locaties van het voorkomen van anomalieën in de bodem weer. Deze anomalieën kunnen duiden op puur product in de bodem.

In Figuur 27 worden de locaties weergegeven van de anomalieën die interessant zijn voor verder onderzoek. In Tabel 21 wordt weergegeven welke data gebruikt wordt om deze anomalieën te toetsen.

	zones met verhoogde weerstand (afstand t.o.v. begin meting in m)	diepte (m)	beginpunt		eindpunt		verificatie
			anomalie		anom alie		
lijn 1	0-13 ^(*)	3.4	106394	197775	106407	197777	GP4
lijn 2	0-15 ^(*)	3	106392	197778	106406	197780	GP4
	28-32	5-7.5	106419	197782	106424	197783	GP5
lijn 3	24-40	4.5-7.8	106416	197784	106433	197787	GP5
lijn 5	42-48 ^(*)	4.2	106315	197827	106310	197826	-
lijn 6	21	5.5	106379	197827			zone PP8R ^(**)
	31	4.5	106369	197826			zone PP8R ^(**)
lijn 7	16-33	7	106407	197735	106391	197834	GP3
lijn 8	30-33	3	106388	197842	106384	197842	GP3

Tabel 21: Verificatie anomalieën gerelateerd aan voorkomen puur product

(*) anomalie wellicht te wijten aan de aanwezigheid van restanten van vroegere gebouwen.

(**) Deze zone werd nader onderzocht door RHDHV.

Hieruit blijkt dat met name de locaties ten westen van CL8 (lijnen 1, 2 en 3), in de buurt van PP8R (lijn 6) en in de buurt van PP8J (lijn 7 en lijn 8) en interessant zijn voor verder onderzoek naar puur product in de ondergrond. De locatie in de buurt van PP8R werd verder onderzocht door RHDHV.

De meest interessante anomalieën voor verder onderzoek en de locatie van de geplaatste peilbuizen in fase 3 worden weergegeven in Figuur 28.



Figuur 28: Locatie peilbuizen fase 3

5.3.1 Zone lijn 1 en 2

De anomalieën ter hoogte van lijn 1 (0-13 m) en lijn 2 (0-15 m) tot een diepte van ca. 3,5 m-mv zijn, zoals weergegeven in Figuur 26, mogelijk te wijten aan de aanwezigheid van restanten van vroegere gebouwen. Deze werden alsnog geverifieerd aan de hand van GP4.

Boring GP4 werd uitgevoerd tot 7 m-mv. De boring werd afgewerkt met een filterstelling tot net boven de kleilaag. Op d.d. 10/12/2013 werd een zaklaagmeting uitgevoerd ter hoogte van peilbuis GP4. Er werd geen zaklaag vastgesteld.

De boorbeschrijvingen worden weergegeven in bijlage II. Gezien er zintuiglijk geen verontreiniging werd aangetroffen, werd een liner genomen ter hoogte van de grondwatertafel, op een diepte van 2,30-2,50 m-mv. Dit staal werd geanalyseerd op minerale olie, BTEXN, PAKS en het structuurpakket. Ter verificatie van de resultaten van de innovatieve onderzoekstechniek werd een bodemstaal op een diepte van 1-1,5 m-mv geanalyseerd op minerale olie en BTEXN.

De analysecertificaten zijn terug te vinden in bijlage III. De analyseresultaten werden getoetst aan de referentiewaarden zoals opgenomen in het besluit van de Vlaamse Regering houdende vaststelling van het Vlaams reglement betreffende de bodemsanering en de bodembescherming d.d. 14/12/2007 (Vlarebo). In het Vlarebo wordt een onderscheid gemaakt tussen streefwaarden, richtwaarden en bodemsaneringsnormen.

De streefwaarden, richtwaarden en bodemsaneringsnormen worden weergegeven voor bestemmingstype V (gebied voor zeehaven- en watergebonden bedrijven), een gemiddeld kleigehalte van 4,8%, een gemiddeld organische stof gehalte van 1,1% en een gemiddelde pH-KCl van 7.

De analyseresultaten worden weergegeven in Tabel 22. Ter hoogte van GP4 werden voor de geanalyseerde parameters geen overschrijdingen van de bodemsaneringsnormen vastgesteld.

Wellicht was de vastgestelde hoge resistiviteit een gevolg van restanten, puin, van vroegere gebouwen.

5.3.2 Zone lijn 2 en 3

Ter hoogte van lijn 2 (28-32 m) en lijn 3 (24-40 m) werd een anomalie vastgesteld op een diepte van ca. 4.5-7.8 m-mv. Mogelijk gaat het hier om een zaklaag.

Boring GP5 werd uitgevoerd tot de kleilaag op een diepte van 5,5 m-mv. De boring werd afgewerkt met een filterstelling tot net boven de kleilaag. De boorbeschrijvingen worden weergegeven in Bijlage 5. Net boven de kleilaag was de bodem zintuiglijk het meest verontreinigd. Bijgevolg werd een liner genomen op een diepte van 5-5,5 m-mv voor analyse op minerale olie, BTEXN, PAKs en het structuurpakket. Ter verificatie van de resultaten van de innovatieve onderzoekstechniek werd een bodemstaal op een diepte van 3,5-4 m-mv geanalyseerd op minerale olie en BTEXN. Op d.d. 10/12/2013 werd door RHDHV een zaklaagmeting uitgevoerd ter hoogte van peilbuis GP5. Hoewel er puur product aanwezig leek in de peilbuis, was er geen zaklaag meetbaar. Via de pipetmethode was er circa 2 cm teerrest aan de PE-buis (Figuur 29).



Figuur 29: Teerrest aan PE-buis

Op een diepte van 5-5,5 m-mv werden ter hoogte van GP5 overschrijdingen van de bodemsaneringsnorm vastgesteld voor minerale olie, naftaleen, acenaftyleen, acenaftteen, benzo(a)antracene, benzo(b)fluoranteen, benzo(a)pyreen en dibenzo(a,h)antracene vastgesteld. Op een diepte van 3,5-4 m-mv werden geen overschrijdingen van de bodemsaneringsnormen vastgesteld.

Gezien de vermoedelijke aanwezigheid van puur product bij de uitvoering van het veldwerk, en gezien de hoge concentratie aan naftaleen (26 keer de bodemsaneringsnorm) die werd vastgesteld, kan aangenomen worden dat er zich ter hoogte van GP5 een zaklaag bevindt. De diepte van de anomalie werd op dezelfde diepte als het voorkomen van deze zaklaag berekend. De zaklaag ter hoogte van GP5 kon bijgevolg worden vastgesteld aan de hand van geofysische onderzoekstechnieken.

5.3.3 Zone lijn 5

De anomalie ter hoogte van lijn 5 werd niet geverifieerd, aangezien aangenomen kan worden dat deze anomalie te wijten is aan de aanwezigheid van restanten van vroegere gebouwen, zoals weergegeven in Figuur 26.

5.3.4 Zone lijn 6

De anomalie ter hoogte van lijn 6 werd geverifieerd aan de hand van H1 en H2. Beide peilbuizen werden geplaatst en bemonsterd door RHDHV. De grondwatertafel bevindt zich op een diepte van ca. 3 m-mv. Ter hoogte van H2 werd op een diepte van 1,2-4,1 m-mv en op een diepte van 5-5,3 m-mv een sterke olie-waterreactie vastgesteld. Op een diepte van 4,4-4,7 m-mv en 6-6,8 m-mv werd een eerder matige olie-waterreactie vastgesteld. Op d.d. 10/12/2013 werden door RHDHV drijfslagmetingen uitgevoerd ter hoogte van peilbuis H1 en peilbuis H2. Er werden geen drijfslagen vastgesteld.

De analyseresultaten werden verkregen van RHDVH en worden weergegeven in Tabel 23. Op een diepte van 1.6-2 m-mv werden ter hoogte van H2 overschrijdingen van de bodemsaneringsnormen vastgesteld voor minerale olie en PAKs, met concentraties die de aanwezigheid van puur product doen vermoeden. Ter hoogte van de overige bemonsterde dieptes (i.e. 3,6-4,1 m-mv en 6,8-7,2 m-mv) en ter hoogte van H1 (2,4-2,9 m-mv) werden geen overschrijdingen van de bodemsaneringsnormen vastgesteld.

De 2D simulatie duidt ter hoogte van lijn 6 een anomalie aan op 4.5 à 5.5 m. Op basis van bovenstaande analyseresultaten, kan besloten worden dat het puur product in de ondergrond ter hoogte van deze zone duidelijk werd aangenomen aan de hand van geofysische technieken. Echter werd deze anomalie te diep ingeschat. Het puur product bevindt zich eerder boven de grondwatertafel op een diepte van 1,5-3 m-mv.

5.3.5 Zone lijn 7 en 8

De anomalie ter hoogte van lijn 7 en lijn 8 werd geverifieerd aan de hand van GP3. Op de 2D doorsnede wordt op lijn 7 een anomalie waargenomen tussen 5 en 7 m diepte. Boring GP3 werd uitgevoerd tot 7,5 m-mv. De boring werd afgewerkt met een snijdende filterstelling. De boorbeschrijvingen worden weergegeven in Bijlage 5. Ter hoogte van de diepte die zintuiglijk het meest verontreinigd is werd een liner genomen, i.e. 5-6 m-mv. Dit staal werd geanalyseerd op minerale olie, BTEXN, PAKs en het structuurpakket. Ter verificatie van de resultaten van de innovatieve onderzoekstechniek en ter verticale afperking van de anomalie en eventuele teerlaag werd een bodemstaal op een diepte van 7-7,5 m-mv geanalyseerd op minerale olie en BTEXN. Op d.d. 10/12/2013 werd een drijfslagmeting uitgevoerd door RHDHV ter hoogte van peilbuis GP3. Er werd geen drijfslag vastgesteld.

De analyseresultaten worden weergegeven in Tabel 22. Op een diepte van 5-5,5 m-mv werden ter hoogte van GP3 overschrijdingen van de bodemsaneringsnorm vastgesteld voor benzeen, minerale olie, naftaleen en acenafteen. Met name de sterk verhoogde concentratie aan benzeen (overschrijdingsfactor 53) bevestigt de vermoedelijke aanwezigheid van puur product ter hoogte van deze zone. Op een diepte van 7-7,5 m-mv werd de bodemsaneringsnorm nog overschreden voor benzeen.

De anomalie die op de 2D doorsnede op lijn 7 werd waargenomen tussen 5 en 7 m diepte, werd bijgevolg bevestigd aan de hand van analyses van GP3. Op lijn 8 werd op dezelfde hoogte ook een anomalie waargenomen, wel hoger aan de oppervlakte. Gezien de nabijheid van de lijnen, is dit waarschijnlijk te wijten aan de invloed van de anomalie uit lijn 7.

Veld- en analyseresultaten grond													
Kastraal perceel	289T4	289T4	289W 4	289W 4	289W 4	289W 4	289W 4						
Verdachte zone	nabijheid	nabijheid	nabijheid	nabijheid	nabijheid	nabijheid	nabijheid						
	voormalige	voormalige	voormalig	voormalig	voormalig	voormalig	voormalig						
	teerput	teerput	teerstort	teerstort	teerstort	teerstort	teerstort						
Nummer + diepte staal (m-mv)	GP3 (5-5,5)	GP3 (7-7,5)	GP4 (1-1,5)	GP4 (2,3-2,5)	GP5 (3,5-4)	GP5 (5-5,5)	GP5 (5-5,5)						
Datum staalname	29/11/2013	29/11/2013	29/11/2013	29/11/2013	29/11/2013	29/11/2013	29/11/2013						
Diepte boring (m-mv)	7,5	7,5	7	7	5,5	5,5	5,5						
Zintuiglijk waarneembare verontreiniging	carbolineum- geur, olie-water reactie	carbolineum- geur, olie-water reactie	-	-	carbolineum- geur	carbolineum- geur, olie-water reactie							
Analyseresultaten	conc.	OF	conc.	OF	conc.	OF	conc.	OF	conc.	OF	SW	RW	80%BSN
<i>Bodemkundige analyses</i>													
Droge stof (%)	82,9		80,3		86,6		84,0		83,6				
Organisch koolstof (g C/kg ds)	6						<1		13				
Organische stof (chem. oxid.) (% ds)	1,0						<0,1		2,2				
Klei <2 µm (%)	4,0						8,6		1,7				
<i>Vluchtige Aromatische Koolwaterstoffen</i>													
Benzeen (mg/kg ds)	<u>29</u>	53	<u>0,87</u>	2	<0,05	-	<0,05	-	<0,05	-	0,10	0,30	0,44
Tolueen (mg/kg ds)	<u>20</u>	-	<u>0,15</u>	-	<0,05	-	<0,05	-	<0,05	-	0,10	1,60	35,20
Ethylbenzeen (mg/kg ds)	<u>1,6</u>	-	<0,05	-	<0,05	-	<0,05	-	<0,05	-	0,10	0,80	33,88
o-Xyleen (mg/kg ds)	5,2		0,16		<0,05		<0,05		<0,05				
m,p-Xyleen (mg/kg ds)	20		0,43		<0,05		<0,05		<0,05				
Xylenen (som) (mg/kg ds)	<u>25</u>	-	<u>0,59</u>	-	<0,10	-	<0,10	-	<0,10	-	0,10	1,20	72,60
BTEX (som) (mg/kg ds)	76		1,6		<0,25		<0,25		<0,25				90,75
<i>Minerale olie</i>													
Minerale olie (C10-C12) (mg/kg ds)	390		10		<4		<4		<4				
Minerale olie (C12-C20) (mg/kg ds)	3400		45		<15		<15		<15				
Minerale olie (C20-C30) (mg/kg ds)	78		<15		<15		<15		<15				

Veld- en analyseresultaten grond													
Minerale olie (C30-C40) (mg/kg ds)	22		<16		<16		<16		<16		28		
Minerale olie (C10-C40) (mg/kg ds)	3900	5	61	-	<50	-	<50	-	<50	-	12000	15	50 300 660 825
<i>Polycyclische Aromatische Koolwaterstoffen (PAK)</i>													
Naftaleen (mg/kg ds)	380	4	33	-	<0,01	-	<0,01	-	4,4	-	2300	26	0,10 0,80 71,55 89,44
Acenaftyleen (mg/kg ds)	19	-			<0,01	-	<0,01	-			96	3	0,20 0,60 26,27 32,84
Acenafteen (mg/kg ds)	540	4			<0,01	-	<0,01	-			1400	10	0,20 4,60 113,74 142,17
Fluoreen (mg/kg ds)	550	-			<0,01	-	<0,01	-			1400	-	0,10 19,0 3752,0 4690,0
Fenanthreen (mg/kg ds)	670	-			0,023	-	0,023	-			830	-	0,08 30,0 1320,0 1650,0
Anthraceen (mg/kg ds)	120	-			<0,01	-	<0,01	-			160	-	0,10 1,50 3752,0 4690,0
Fluorantheen (mg/kg ds)	78	-			0,019	-	0,019	-			180	-	0,20 10,1 214,53 268,16
Pyreen (mg/kg ds)	35	-			0,012	-	0,012	-			110	-	0,10 62,0 2520,0 3150,0
Benzo(a)anthraceen (mg/kg ds)	7,4	-			0,011	-	0,011	-			69	2	0,06 2,5 24,0 30,0
Chryseen (mg/kg ds)	7,2	-			<0,01	-	<0,01	-			59	-	0,15 5,1 256,0 320,0
Benzo(b)fluorantheen (mg/kg ds)	2,4	-			<0,02	-	<0,02	-			41	1	0,20 1,1 24,0 30,0
Benzo(k)fluorantheen (mg/kg ds)	1,2	-			<0,02	-	<0,02	-			20	-	0,20 0,6 24,0 30,0
Benzo(a)pyreen (mg/kg ds)	1,7	-			<0,01	-	<0,01	-			32	4	0,10 0,3 5,76 7,20
Dibenzo(ah)antraceen (mg/kg ds)	<0,50	-			<0,01	-	<0,01	-			6,2	2	0,10 0,3 2,88 3,60
Benzo(ghi)peryleen (mg/kg ds)	0,89	-			<0,01	-	<0,01	-			19	-	0,10 35 3752,0 4690,0
Indeno(123-cd)pyreen (mg/kg ds)	<0,50	-			<0,01	-	<0,01	-			26	-	0,10 0,55 24,0 30,0
<i>Fysisch-chemische analyses</i>													
Meettemperatuur (°C)	18						19				18		
Zuurgraad (pH-KCl)	7,9						7,0				8,3		

Legende

conc. = gemeten concentratie, OF = overschrijdingsfactor bodemsaneringsnorm, SW = streefwaarde, RW = richtwaarde, BSN = bodemsaneringsnorm, overschrijding SW, overschrijding RW, overschrijding 80%BSN, overschrijding BSN

Tabel 22: Samenvatting veld- en analyseresultaten grond - fase 3

Kastraal perceel	289T4		289T4		289T4		289T4					
Verdachte zone	Vermoedelijke locatie teerput		Vermoedelijke locatie teerput		Vermoedelijke locatie teerput		Vermoedelijke locatie teerput					
Nummer + diepte staal (m-mv)	H1 (2,4-2,9)		H2 (1,6-2)		H2 (3,6-4,1)		H2 (6,8-7,2)					
Datum analyse	20/11/2013		20/11/2013		20/11/2013		20/11/2013					
Analyseresultaten	conc.	OF	conc.	OF	conc.	OF	conc.	OF	SW	RW	80%BSN	BSN
<i>Bodemkundige analyses</i>												
Droge stof (%)	86,1		92,2		82,4		82,4					
<i>Minerale olie</i>												
Minerale olie (C10-C12) (mg/kg ds)												
Minerale olie (C12-C20) (mg/kg ds)												
Minerale olie (C20-C30) (mg/kg ds)												
Minerale olie (C30-C40) (mg/kg ds)												
Minerale olie (C10-C40) (mg/kg ds)	<20	-	<u>310000</u>	376	<20	-	<20	-	50	300	660	825
<i>Polycyclische Aromatische Koolwaterstoffen (PAK)</i>												
Naftaleen (mg/kg ds)	<0,05	-	<u>10000</u>	112	<u>5,1</u>	-	<u>0,44</u>	-	0,10	0,80	71,55	89,44
Acenaftyleen (mg/kg ds)	<0,05	-	<u>1900</u>	58	<u>0,31</u>	-	<0,05	-	0,20	0,60	26,27	32,84
Acenafteen (mg/kg ds)	<0,05	-	<u>1200</u>	8	<u>0,23</u>	-	<0,05	-	0,20	4,60	113,74	142,17
Fluoreen (mg/kg ds)	<0,05	-	<u>3900</u>	-	<u>0,61</u>	-	<u>0,39</u>	-	0,10	19,0	3752,0	4690,0
Fenanthreen (mg/kg ds)	<0,05	-	<u>8200</u>	5	<u>1,2</u>	-	<u>0,26</u>	-	0,08	30,0	1320,0	1650,0
Anthraceen (mg/kg ds)	<0,05	-	<u>2900</u>	-	<u>0,34</u>	-	<0,05	-	0,10	1,50	3752,0	4690,0
Fluorantheen (mg/kg ds)	<0,05	-	<u>4500</u>	17	<u>0,47</u>	-	<0,05	-	0,20	10,1	214,53	268,16
Pyreen (mg/kg ds)	<0,05	-	<u>2800</u>	1	<u>0,29</u>	-	<0,05	-	0,10	62,0	2520,0	3150,0
Benzo(a)anthraceen (mg/kg ds)	<0,05	-	<u>1500</u>	50	<u>0,17</u>	-	<0,05	-	0,06	2,5	24,0	30,0
Chryseen (mg/kg ds)	<0,05	-	<u>1200</u>	4	<u>0,15</u>	-	<0,05	-	0,15	5,1	256,0	320,0
Benzo(b)fluorantheen (mg/kg ds)	<0,05	-	<u>680</u>	23	<u>0,09</u>	-	<0,05	-	0,20	1,1	24,0	30,0
Benzo(k)fluorantheen (mg/kg ds)	<0,05	-	<u>340</u>	11	<0,05	-	<0,05	-	0,20	0,6	24,0	30,0
Benzo(a)pyreen (mg/kg ds)	<0,03	-	<u>750</u>	104	<u>0,11</u>	-	<0,03	-	0,10	0,3	5,76	7,20

Dibenzo(ah)antraceen (mg/kg ds)	<0,03	-	<u>89</u>	25	<0,03	-	<0,03	-	0,10	0,3	2,88	3,60
Benzo(ghi)peryleen (mg/kg ds)	<0,05	-	<u>220</u>	-	<0,05	-	<0,05	-	0,10	35	3752,0	4690,0
Indeno(123-cd)pyreen (mg/kg ds)	<0,05	-	<u>290</u>	10	0,05	-	<0,05	-	0,10	0,55	24,0	30,0

Legende

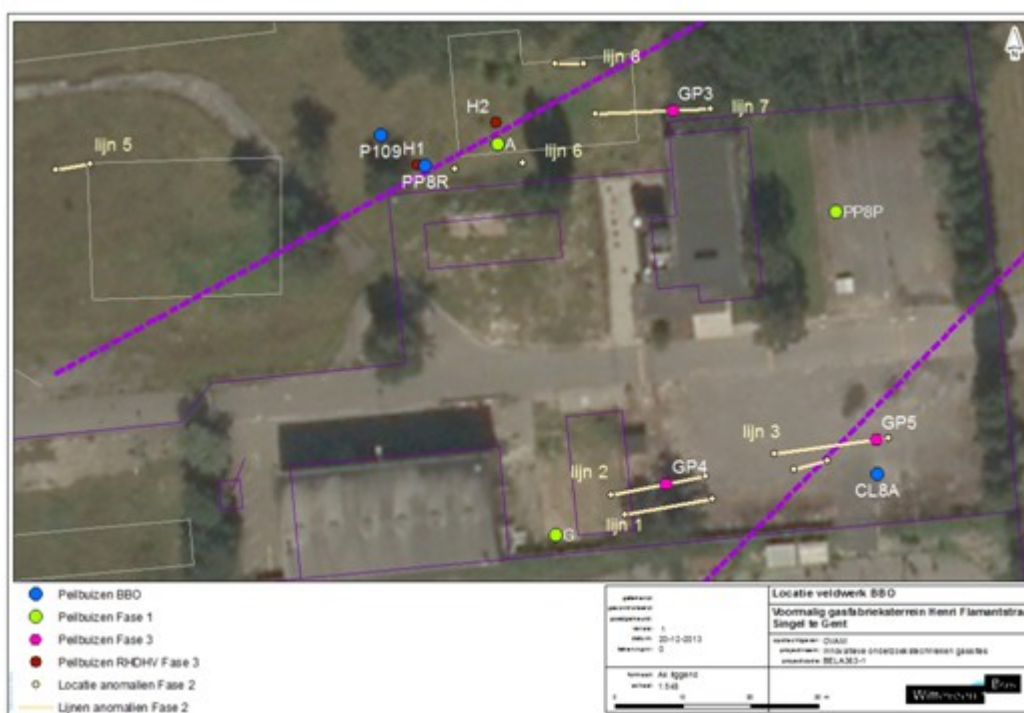
conc. = gemeten concentratie, OF = overschrijdingsfactor bodemsaneringsnorm, SW = streefwaarde, RW = richtwaarde, BSN = bodemsaneringsnorm, *overschrijding SW*, *overschrijding RW*, *overschrijding 80%BSN*, *overschrijding BSN*

Tabel 23: Samenvatting veld- en analyseresultaten grond - fase 3 - peilbuizen RHDHV

5.4 Toetsing resultaten BBO

Tijdens de uitvoering van het Beschrijvend bodemonderzoek 'Voormalig gasfabrieksterrein Henri Flamantstraat - Singel te Gent' werd een drijf laag vastgesteld ter hoogte van PP8R, en een zaklaag ter hoogte van CL8A. Vermoedelijk bevond er zich plaatselijk ter hoogte van PP8R een teerput. Ter hoogte van CL8A bevond zich wellicht een teerstort.

In Figuur 30 worden de relevante locaties van het uitgevoerd veldwerk in kader van het BBO weergegeven, alsook de locaties van het uitgevoerd veldwerk in kader van voorliggend onderzoek. In onderstaande paragrafen worden de resultaten voor de puur product-zones die vastgesteld werden in het beschrijvend bodemonderzoek, getoetst aan de resultaten van voorliggend onderzoek.



Figuur 30: Veldwerk BBO

5.4.1 Zone CL8A

Zone CL8A werd in fase 1 onderzocht aan de hand van een bemonstering van PBG, in fase 2 aan de hand van de lijnen 1,2 en 3 en in fase 3 aan de hand van de plaatsing van de peilbuizen GP4 en GP5.

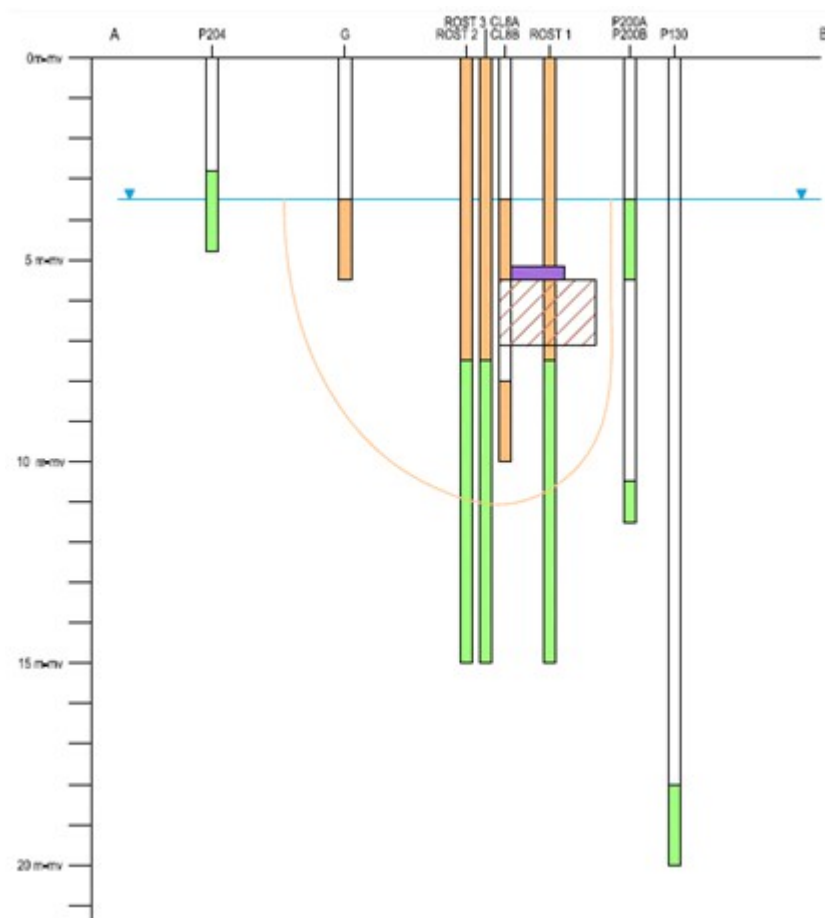
Ter hoogte van peilbuis G werd de bodemsaneringsnorm overschreden voor benzeen (overschrijdingsfactor 4), naftaleen (overschrijdingsfactor 4) en cyaniden (overschrijdingsfactor 27). Bijgevolg bleek deze zone interessant voor verder onderzoek in fase 2.

In fase 2 werd ter hoogte van lijn 2 (28-32 m) en lijn 3 (24-40 m) puur product vastgesteld op ongeveer 5 meter diepte. De anomalie die zowel op lijn 2 als op lijn 3 werd waargenomen is op dezelfde diepte berekend. Bij de verificatie in fase 3 werden geen zaklagen vastgesteld ter hoogte van GP4 en GP5. Ter hoogte van GP5 werd tijdens de uitvoering van het veldwerk wel

de aanwezigheid van puur product vermoed. Bovendien werd ter hoogte van GP5 op een diepte van 5-5,5 m-mv verhoogde concentraties aan minerale olie en PAK's vastgesteld.

In het beschrijvend bodemonderzoek werd in de zuidoostelijke hoek van de onderzoekslocatie ter hoogte van CL8A op een diepte van 3,5-5,5 m-mv de bodemsaneringsnorm voor naftaleen overschreden. In CL8A werd bovendien een zaklaag van 33 cm aangetroffen (vermoedelijk naftaleen) bij de bemonstering van de peilbuis. De dwarsdoorsnede van de puur product zone (Figuur 30) ter hoogte van peilbuis CL8A wordt weergegeven in Figuur 31. De drijf laag is weergegeven in paars.

5.4.2



Figuur 31: Dwarsdoorsnede puur product zone CL8A

Ter hoogte van GP4 werd geen puur product vastgesteld. De overige vastgestelde anomalieën ter hoogte van lijnen 1, 2 en 3 zijn wellicht te wijten aan de restanten van vroegere gebouwen.

De zaklaag ter hoogte van peilbuis CL8A werd vastgesteld tijdens de uitvoering van de elektromagnetische en geo-elektrische metingen. Bij de uitvoering van de geo-elektrische metingen werd een anomalie vastgesteld op een diepte van ongeveer 5 m-mv. Op basis van deze resultaten blijken elektromagnetisme en resistiviteitsmetingen effectieve methodes bij het onderzoek naar puur product lagen in de bodem.

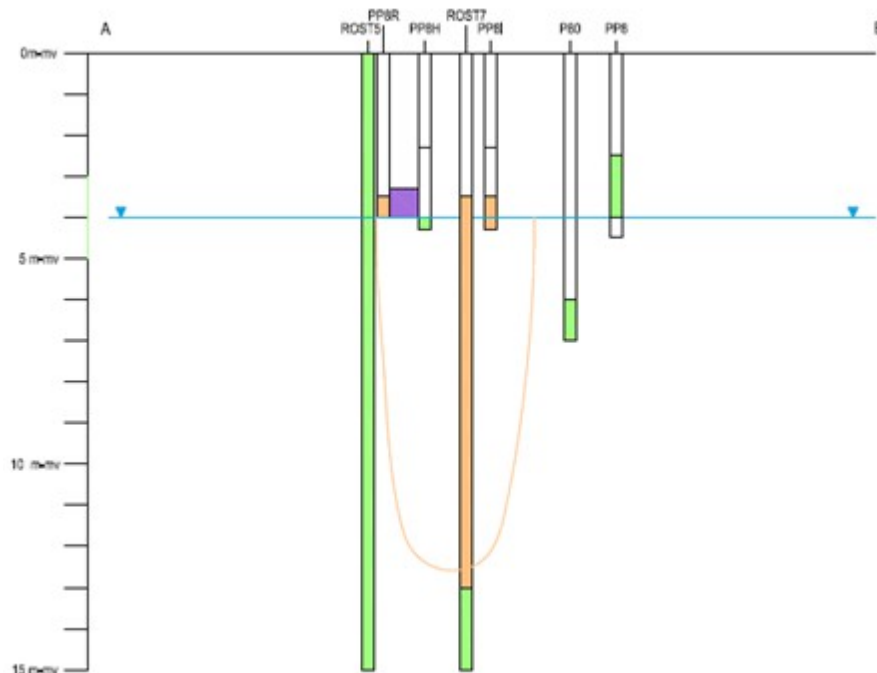
5.4.3 Zone PP8R

Zone PP8R werd in fase 1 onderzocht aan de hand van een bemonstering van peilbuis A, in fase 2 aan de hand van lijn 6 en in fase 3 aan de hand van de plaatsing van de peilbuizen H1 en H2 door RHDHV.

Ter hoogte van peilbuis A werd de bodemsaneringsnorm overschreden voor benzeen (overschrijdingsfactor 53), naftaleen (overschrijdingsfactor 8) en minerale olie (overschrijdingsfactor 2). Hoewel er geen drijfslag werd vastgesteld ter hoogte van de peilbuis, kunnen de vastgestelde verontreinigingen als puur product aanwezig zijn. Deze zone bleek dan ook interessant voor verder onderzoek in fase 2.

In fase 2 werd ter hoogte van lijn 6 puur product vastgesteld op een diepte van 4,5 à 5,5 m-mv. Bij de verificatie in fase 3 werden geen drijfslagen vastgesteld ter hoogte van H1 en H2 maar werd ter hoogte van H2 op een diepte van 1,6-2 m-mv hoge concentraties aan minerale olie en PAK's vastgesteld.

In het beschrijvend bodemonderzoek werd een drijfslag vastgesteld ter hoogte van PP8R. Bovendien werd bij het plaatsen van boring P109, nabij PP8R op een diepte van 1,8 tot 3,5 m-mv puur product vastgesteld. Dit ging gepaard met een zeer sterke koolwaterstofgeur. Vermoedelijk gaat het hier om een laag teer waarbij naftaleen als gidsparameter kan beschouwd worden. De werkelijke hoeveelheid puur product kon niet ingeschat worden daar de dikte van de drijfslag niet kon opgemeten worden. Deze drijfslag bestaat uit een viskeuze teerachtige laag waardoor de drijfslagdetectiemeter geen specifieke drijfslagmeting kon uitvoeren. De dwarsdoorsnede van de puur product zone (Figuur 30) ter hoogte van peilbuis CP8R wordt weergegeven in Figuur 32. De drijfslag is weergegeven in paars.



Figuur 32: Dwarsdoorsnede puur product zone PP8R

Op basis van de waarnemingen in voorliggend onderzoek en op basis van de resultaten uit het beschrijvend bodemonderzoek, kan besloten worden dat het puur product in de ondergrond ter hoogte van zone PP8R duidelijk werd waargenomen aan de hand geofysische technieken. Echter werd de diepte van de vastgestelde anomalie te diep berekend.

6 Conclusies

In het BBO 'Voormalig gasfabrieksterrein Henri Flamantstraat - Singel te Gent' bleken nog hiaten aanwezig te zijn met betrekking tot de ligging van de teerputten en de aanwezigheid van de puur productlagen. Er werd gekozen om de geofysische technieken elektromagnetisme en resistiviteitsmetingen te hanteren als innovatieve onderzoekstechniek bij het onderzoek naar het voorkomen van puur product lagen.

In het beschrijvend bodemonderzoek werden twee puur product zones vastgesteld, i.e. zone CL8A en zone PP8R. Aan de hand van geofysische technieken kon de locatie en de diepte van de zaklaag ter hoogte van zone CL8A worden vastgesteld (lijnen 2 en 3). De locatie van de drijfslag ter hoogte van de zone PP8R werd eveneens vastgesteld aan de hand van geofysische technieken (lijn 6). Echter werd de diepte van de drijfslag in deze zone te diep berekend.

De geofysische technieken bleken bovendien effectief in het screenen van een terrein op de aanwezigheid van puur product. Ter hoogte van lijn 7 werd een anomalie waargenomen tussen 5 en 7 m diepte. De analyseresultaten van GP3 bevestigen de aanwezigheid van puur product in deze zone, daar op een diepte van 5-5,5 m-mv de bodemsaneringsnorm voor benzeen 53 keer wordt overschreden. Op lijn 8 werd op dezelfde hoogte ook een anomalie waargenomen, wel hoger aan de oppervlakte. Gezien de nabijheid van de lijnen, is dit waarschijnlijk te wijten aan de invloed van de anomalie uit lijn 7.

De overige interessante locaties ter hoogte van lijnen 1, 2 en 5 zijn vermoedelijk te wijten aan restanten van vroegere gebouwen in de ondergrond.

Conclusie hierbij is dat de geofysische methode een goede indicator is om de locaties van de puur product zones aan te duiden. Om in de diepte een exacte bepaling te hebben is er echter nog een bijkomend traditioneel onderzoek nodig zodat de 2D of 3D beelden gekalibreerd kunnen worden en er nauwkeuriger dieptes kunnen bepaald worden. Door kalibratie kan er nog een veel grotere nauwkeurigheid gehaald worden.

De geofysische methodes geven niet zozeer de identiteit weer van de anomalie (type vervuiling) met de gemeten waarden, maar geven de locatie aan waar er iets 'abnormaals' in de ondergrond zit.

Ten opzichte van 'traditionele bemonsteringen' heeft geofysica volgende voordelen:

- niet destructieve methodes;
- geen 1D metingen, maar 2D en 3D;
- duidt de 'interessante' locaties aan zonder te bemonsteren;
- bijna geen beperkingen in toegankelijkheid van de meetplaats;
- geen zwaar materiaal op het terrein;
- aflijnen van de omvang van de vervuiling;
- bijkomend kunnen leidingen, putten, etc. geïdentificeerd worden.

Ten opzichte van 'traditionele bemonsteringen' heeft geofysica volgende nadelen:

- niet kwantitatief, de graad van vervuiling wordt niet rechtstreeks gemeten;
- geen eenduidige identificatie van de vervuiling;
- kalibratie nodig met traditionele metingen voor identificatie van vervuiling;
- invloed van externe factoren zoals een hoogspanningsleiding. Door een kalibratie uit te voeren met een traditionele meting op één plaats kan een volledige site in kaart worden gebracht.

De geofysische technieken elektromagnetisme en resitiviteitsmetingen blijken veelbelovende technieken in het onderzoek naar puur product zones ter hoogte van gassites.

Bijlage 1: Lijst van tabellen

Tabel 1: Bodemopbouw en geohydrologie	10
Tabel 2: Algemeen overzicht zonering terrein en verontreinigingssituatie	11
Tabel 3: Maximale gehalten in vaste deel van de aarde en afperking	12
Tabel 4: Maximale gehalten in grondwater en afperking - zware metalen	13
Tabel 5: Maximale gehalten in grondwater en afperking - minerale olie	13
Tabel 6: Maximale gehalten in grondwater en afperking – naftaleen	13
Tabel 7: Maximale gehalten in grondwater en afperking - gechloreerde solventen	14
Tabel 8: Aantal meetpunten en dieptes voor de verschillende protocollen die beschikbaar zijn	18
Tabel 9: Onderzoeksstrategie fase 1	19
Tabel 10: Resultaten	25
Tabel 11: Anomalieën lijn 1	29
Tabel 12: Anomalieën lijn 2	30
Tabel 13: Anomalieën lijn 3	31
Tabel 14: Anomalieën lijn 4	31
Tabel 15: Anomalieën lijn 5	32
Tabel 16: Anomalieën lijn 6	33
Tabel 17: Anomalieën lijn 7	34
Tabel 18: Anomalieën lijn 8	34
Tabel 19: Samenvatting locaties anomalieën	36
Tabel 20: Interessante locaties gerelateerd aan voorkomen puur product	39
Tabel 21: Verificatie anomalieën gerelateerd aan voorkomen puur product	40
Tabel 22: Samenvatting veld- en analyseresultaten grond - fase 3	46
Tabel 23: Samenvatting veld- en analyseresultaten grond - fase 3 - peilbuizen RHDHV	49

Bijlage 2: Lijst van figuren

Figuur 1: Topografische situering van het studiegebied	10
Figuur 2: Ligging zones	12
Figuur 3: Elektromagnetisch meettoestel EM34	15
Figuur 4: Elektromagnetisch meettoestel EM31	16
Figuur 5: Toestel met alle bijbehorende randapparatuur	17
Figuur 6: Opstelling van het toestel op het terrein	17
Figuur 7: Locatie peilbuizen fase 1	20
Figuur 8: Liner met ongeroerd monster	21
Figuur 9: Locatie peilbuizen fase 3	22
Figuur 10: Anomalieën op het terrein	26
Figuur 11: Samenvatting van de opgemeten punten	26
Figuur 12: Mogelijk vervuilde zones	27
Figuur 13: Locaties van de ingemeten 2D lijnen met behulp van de resistiviteitsmethode	27
Figuur 14: Resistiviteitsprofiel van lijn 1	28
Figuur 15: Virtuele elektrische sondering	29
Figuur 16: Resistiviteitsprofiel van lijn 2	30
Figuur 17: Resistiviteitsprofiel van lijn 3	30
Figuur 18: Resistiviteitsprofiel van lijn 4	31
Figuur 19: Resistiviteitsprofiel van lijn 5	32
Figuur 20: Resistiviteitsprofiel van lijn 6	33
Figuur 21: Resistiviteitsprofiel van lijn 7	33
Figuur 22: Resistiviteitsprofiel van lijn 8	34
Figuur 23: Horizontale snedes uit het 3D beeld	35
Figuur 24: Locaties anomalieën	37
Figuur 25: Locaties van de profielen ten opzichte van de oude indeling van de site	37
Figuur 26: Locaties van de anomalieën (blauwe ruiten) ten opzichte van de oude indeling van de site	38
Figuur 27: Interessante locaties anomalieën	39
Figuur 28: Locatie peilbuizen fase 3	41
Figuur 29: Teerrest aan PE-buis	42
Figuur 30: Veldwerk BBO	49
Figuur 31: Dwarsdoorsnede puur product zone CL8A	50
Figuur 32: Dwarsdoorsnede puur product zone PP8R	51

Bijlage 3: Bibliografie

Bijlage 4: Fotoreportage

project Innovatieve onderzoekstechnieken gassites
opdrachtgever OVAM
projectcode BELA363-1
datum fotoreportage 8 januari 2014

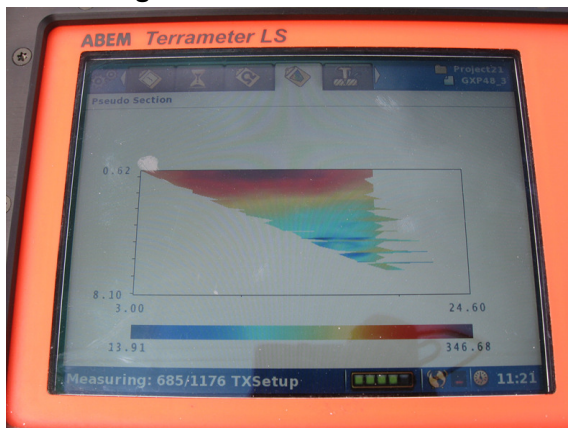
Afbeelding 1.



Afbeelding 2.



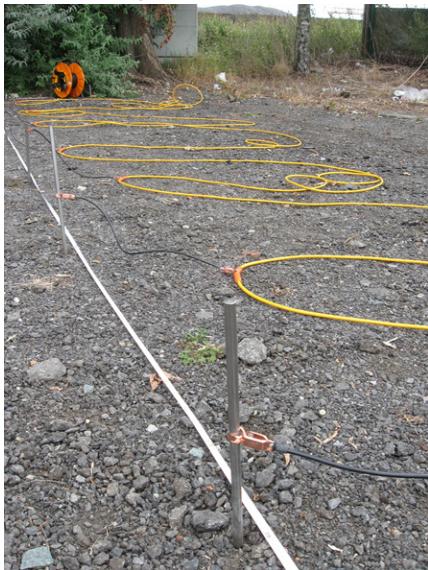
Afbeelding 3.



Afbeelding 4.



Afbeelding 5.



Afbeelding 6.



Afbeelding 7.



Afbeelding 8.

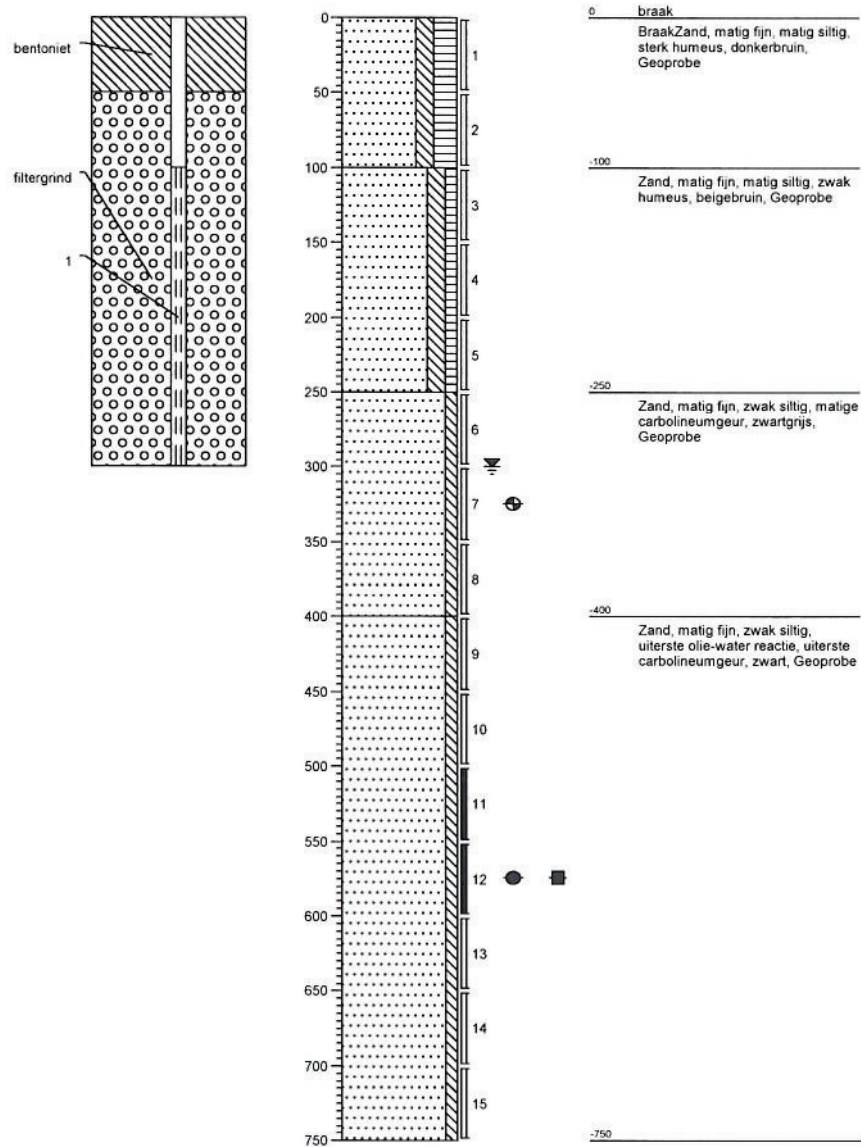


Bijlage 5: Boorprofielen

Boring: GP3

Datum: 29-11-2013
GWS: 300

NAP



Projectnaam: Singel 31 te Gent

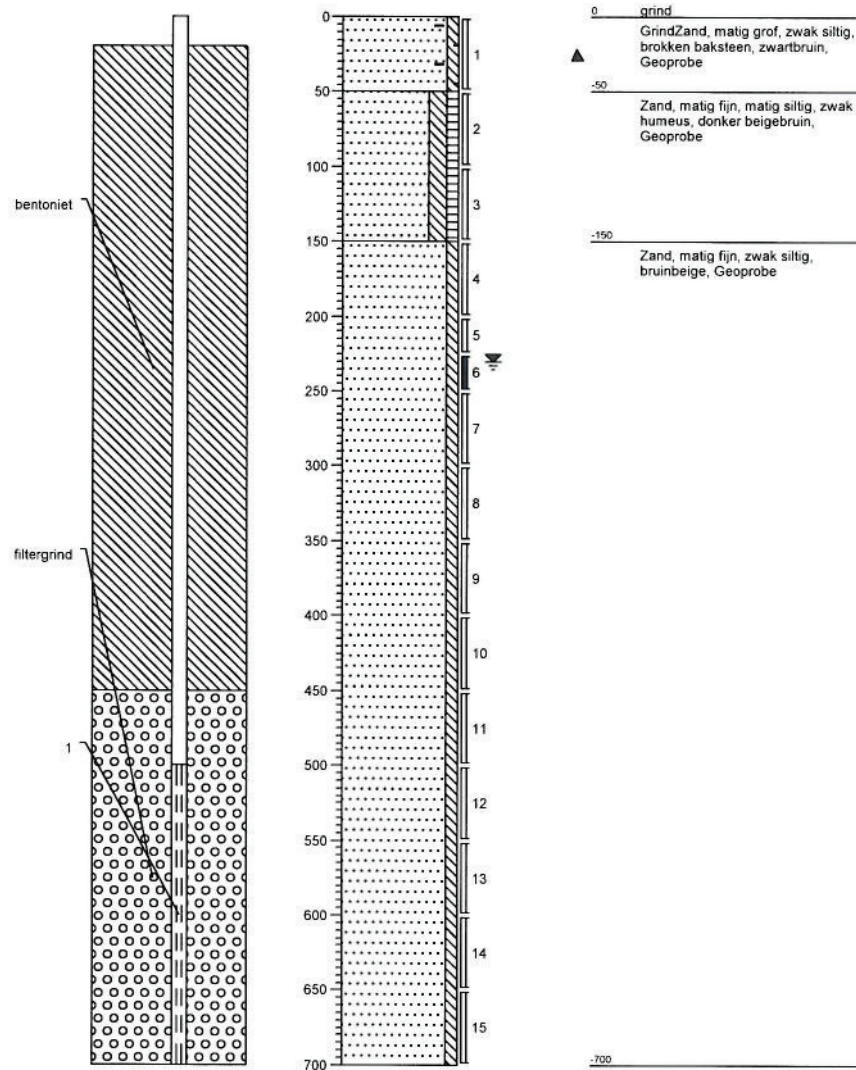
Projectcode: BELA363

Opdrachtgever: Witteveen + Bos

Boring: GP4

Datum: 29-11-2013
GWS: 230

NAP



Projectnaam: Singel 31 te Gent

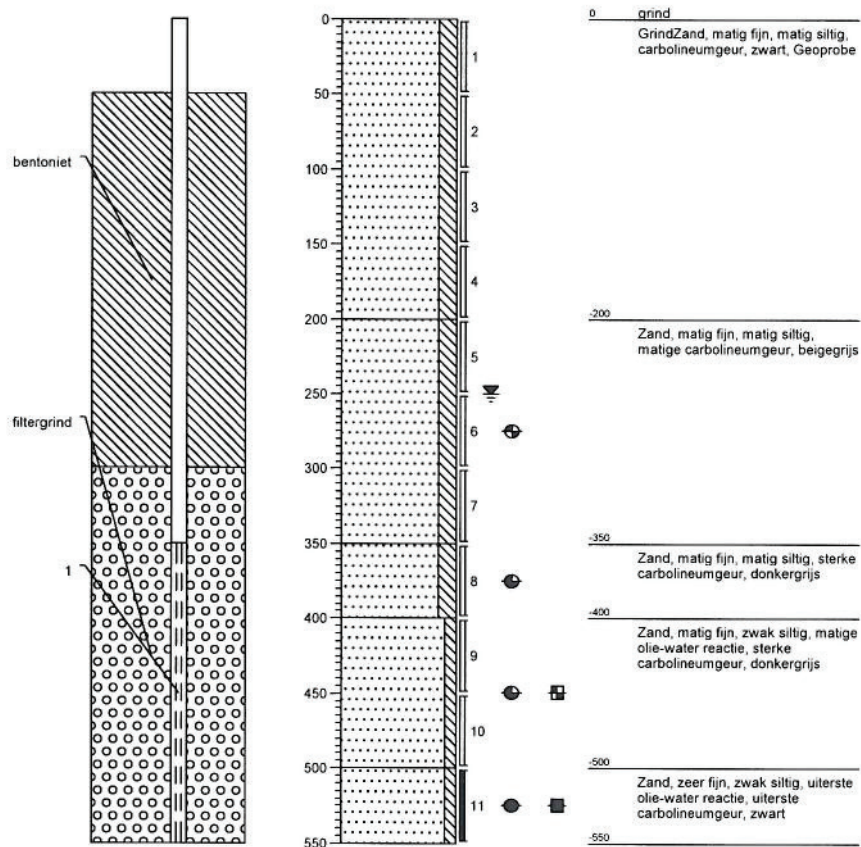
Projectcode: BELA363

Opdrachtgever: Witteveen + Bos

Boring: GP5

Datum: 29-11-2013
GWS: 250

NAP



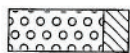
Projectnaam: Singel 31 te Gent

Projectcode: BELA363

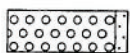
Opdrachtgever: Witteveen + Bos

Legenda (conform NEN 5104)

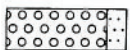
grind



Grind, siltig



Grind, zwak zandig



Grind, matig zandig



Grind, sterk zandig



Grind, uiterst zandig

zand



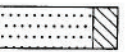
Zand, kleiig



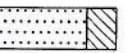
Zand, zwak siltig



Zand, matig siltig



Zand, sterk siltig



Zand, uiterst siltig

veen



Veen, mineraalarm



Veen, zwak kleiig



Veen, sterk kleiig



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

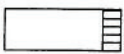


Leem, sterk zandig

overige toevoegingen



zwak humeus



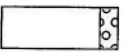
matig humeus



sterk humeus



zwak grindig



matig grindig



sterk grindig

geur

- geen geur
- zwakke geur
- matige geur
- sterke geur
- uiterste geur

olie

- geen olie-water reactie
- zwakke olie-water reactie
- matige olie-water reactie
- sterke olie-water reactie
- uiterste olie-water reactie

p.i.d.-waarde

- >0
- >1
- >10
- >100
- >1000
- >10000

monsters

- geroerd monster
- ongeroerd monster

overig

- bijzonder bestanddeel
- Gemiddeld hoogste grondwaterstand
- grondwaterstand
- Gemiddeld laagste grondwaterstand

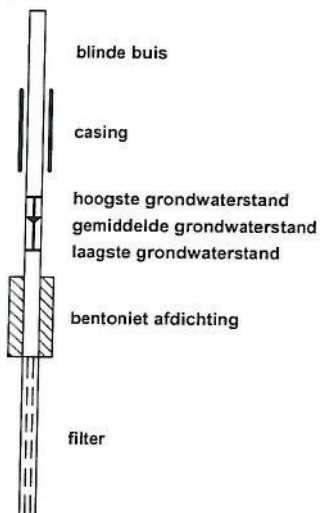


slib



water

peilbuis



Bijlage 6: Analyse- en meetresultaten

Peilbuizen, watermonsters en flessen

Projectcode Opdrachtgever: **BELA363-1**

Meetpunt PP8P

Peilbuis	F.Van		F.Tot		T.o.v.		BOPB		Maaivld		T.o.v		Lengte		WWV		Diameter		Materiaal		
1					MA						MA						0				
Waterm.	Datum	GWS	Vr.P.	Typ. P.	Opbr.	Drijfvl	Kleur	Geur	PID	Helderh	Min Ec	Ec	Eh	pH	Spoelsn./Tijd	Temp					
PP8P-1-1	23-7-2013	336	20		G		NE			G					0,5 /						
Waterm.	Datum	GWS	Vr.P.	Typ. P.	Opbr.	Drijfvl	Kleur	Geur	PID	Helderh	Min Ec	Ec	Eh	pH	Spoelsn./Tijd	Temp					
PP8P-1-2	12-8-2013	330	10		G		NE			G		813		6,58	0,5 /		14,3				
Fles		Barcode		Opmerking							Type		Gefiltreerd		Conservering						
1		0810210683									FL				NA						
2		0680034242									FL				SO						
3		0680034263									FL				SO						

Meetpunt G

Peilbuis	F.Van		F.Tot		T.o.v.		BOPB		Maaivld		T.o.v		Lengte		WWV		Diameter		Materiaal		
1					MA						MA						0				
Waterm.	Datum	GWS	Vr.P.	Typ. P.	Opbr.	Drijfvl	Kleur	Geur	PID	Helderh	Min Ec	Ec	Eh	pH	Spoelsn./Tijd	Temp					
G-1-1	23-7-2013	340	20		G		NE			G					0,5 /						
Waterm.	Datum	GWS	Vr.P.	Typ. P.	Opbr.	Drijfvl	Kleur	Geur	PID	Helderh	Min Ec	Ec	Eh	pH	Spoelsn./Tijd	Temp					
G-1-2	12-8-2013	350	10		G		NE			G		503		6,84	0,5 /		13,6				
	Fles		Barcode		Opmerking						Type		Gefiltreerd		Conservering						
	1		0810210684								FL				NA						
	2		0680034257								FL				SO						
	3		0680034262								FL				SO						

Meetpunt A

Peilbuis	F.Van		F.Tot		T.o.v.		BOPB		Maaivld		T.o.v		Lengte		WWV		Diameter		Materiaal	
1					MA						MA						0			
Waterm.	Datum	GWS	Vr.P.	Typ. P.	Opbr.	Drijfvl	Kleur	Geur	PID	Helderh	Min Ec	Ec	Eh	pH	Spoelsn./Tijd	Temp				
A-1-1	12-8-2013	320	10		G		NE	CM1		S		758		6,9	0,5 /	14,1				
	Fles		Barcode		Opmerking						Type		Gefiltreerd		Conservering					
	1		0810210711								FL				NA					
	2		0680034239								FL				SO					
	3		0680034258-								FL				SO					

Peilbuizen, watermonsters en flessen

Projectcode Opdrachtgever: 9y1708

Meetpunt GP5

Peilbuis	F.Van		F.Tot		T.o.v.		BOPB		Maaivld		T.o.v		Lengte		WWV		Diameter		Materiaal		
1																	0				
Waterm.	Datum	GWS	Vr.P.	Typ. P.	Opbr.	Drijfvl	Kleur	Geur	PID	Helderh	Min Ec	Ec	Eh	pH	Spoelsn./Tijd	Temp					
GP5-1-1	10-12-2013	308						CA3							/						

Meetpunt GP3

Peilbuis	F.Van		F.Tot		T.o.v.		BOPB		Maaivld		T.o.v		Lengte		WWV		Diameter		Materiaal	
1																	0			
Waterm.	Datum	GWS	Vr.P.	Typ. P.	Opbr.	Drijfvl	Kleur	Geur	PID	Helderh	Min Ec	Ec	Eh	pH	Spoelsn./Tijd	Temp				
GP3-1-1	10-12-2013	314													/					

Meetpunt H1

Peilbuis	F.Van	F.Tot	T.o.v.	BOPB	Maaivld	T.o.v	Lengte	WWV	Diameter	Materiaal						
1	230	430							0							
Waterm.	Datum	GWS	Vr.P.	Typ. P.	Opbr.	Drijfvl	Kleur	Geur	PID	Helderh	Min Ec	Ec	Eh	pH	Spoelsn./Tijd	Temp
H1-1-1	10-12-2013	297													/	

Meetpunt H2

Peilbuis	F.Van	F.Tot	T.o.v.	BOPB	Maaivld	T.o.v	Lengte	WWV	Diameter	Materiaal						
1	230	430							0							
Waterm.	Datum	GWS	Vr.P.	Typ. P.	Opbr.	Drijfvl	Kleur	Geur	PID	Helderh	Min Ec	Ec	Eh	pH	Spoelsn./Tijd	Temp
H2-1-1	10-12-2013	292													/	

Meetpunt GP4

Peilbuis	F.Van		F.Tot		T.o.v.		BOPB		Maaivld		T.o.v		Lengte		WWV		Diameter		Materiaal	
1																	0			
Waterm.	Datum	GWS	Vr.P.	Typ. P.	Opbr.	Drijfvl	Kleur	Geur	PID	Helderh	Min Ec	Ec	Eh	pH	Spoelsn./Tijd	Temp				
GP4-1-1	10-12-2013	316						CA3							/					

Witteveen+Bos Belgium NV
T.a.v. Lize Tegenbos
Posthoflei 5 bus 1
2600 ANTWERPEN
BELGIË

Analysecertificaat

Datum: 19-08-2013

Hierbij ontvangt u de resultaten van het navolgende laboratoriumonderzoek.

Certificaatnummer/Versie	2013103440/2
Uw project/verslagnummer	BELA363-1
Uw projectnaam	Pilootproject gassites OVAM
Uw ordernummer	BELA363-1
Monster(s) ontvangen	13-08-2013

Dit certificaat mag uitsluitend in zijn geheel worden gereproduceerd.
Aanvullende informatie behorend bij dit analysecertificaat kunt U vinden in het overzicht "Specificaties Analysemethoden". Extra exemplaren zijn verkrijgbaar bij de afdeling Verkoop en Advies.

De grondmonsters worden tot 6 weken na datum ontvangst bewaard en watermonsters tot 2 weken na datum ontvangst. Zonder tegenbericht worden de monsters nadien afgevoerd.
Indien de monsters langer bewaard dienen te blijven verzoeken wij U dit exemplaar uiterlijk 1 week voor afloop van de standaardbewaarperiode ondertekend aan ons te retourneren. Voor de kosten van het langer bewaren van monsters verwijzen wij naar de prijslijst.

Bewaren tot:

Datum:

Naam:

Handtekening:

Wij vertrouwen erop uw opdracht hiermee naar verwachting te hebben uitgevoerd, mocht U naar aanleiding van dit analysecertificaat nog vragen hebben verzoeken wij U contact op te nemen met de afdeling Verkoop en Advies.

Met vriendelijke groet,

Eurofins Analytico B.V.



Ing. A. Veldhuizen
Technical Manager

Eurofins Analytico B.V.

Gildeweg 44-46
3771 NB Barneveld
P.O. Box 459
3770 AL Barneveld NL

Tel. +31 (0)34 242 63 00
Fax +31 (0)34 242 63 99
E-mail info-env@eurofins.nl
Site www.eurofins.nl

BNP Paribas S.A. 227 9245 25
VAT/BTW No. NL 8043.14.883.B01
KvK No. 09088623
IBAN: NL71BNPA0227924525
BIC: BNPNL2A

Eurofins Analytico B.V. is erkend door het Vlaamse Gewest (OVAM en Dep. LNE), het Brusselse Gewest (BIM), het Waalse Gewest (DGRNE-OWD) en door de overheden van Frankrijk en Luxemburg (MEV).

Analysecertificaat

Uw project/verslagnummer	BELA363-1	Certificaatnummer/Versie	2013103440/2
Uw projectnaam	Pilootproject gassites OVAM	Startdatum	13-08-2013
Uw ordernummer	BELA363-1	Rapportagedatum	19-08-2013/11:59
Datum monstername	13-08-2013	Bijlage	A.V
Monsternemer	Lize Tegenbos	Pagina	1/1
Monstermatrix	Water; Grondwater		
Projectcode			

Analyse	Eenheid	1	2	3
Vluchtige Aromatische Koolwaterstoffen				
Q Benzeen	µg/L	<0.20	40	530
Q Toluene	µg/L	1.2	7.4	83
Q Ethylbenzeen	µg/L	<0.20	2.3	22
Q o-Xyleen	µg/L	<0.20	13	17
Q m,p-Xyleen	µg/L	<0.20	13	42
Q Xylenen (som)	µg/L	<0.40	26	59
Q BTEX (som)	µg/L	1.2	76	700
Q Naftaleen	µg/L	<0.20	240	460
Minerale olie				
Minerale olie (C10-C12)	µg/L	<5.0	250	710
Minerale olie (C12-C20)	µg/L	<15	29	120
Minerale olie (C20-C30)	µg/L	<15	<15	66
Minerale olie (C30-C40)	µg/L	<15	<15	180
Minerale olie (C10-C40)	µg/L	<50	280	1100
Chromatogram			Zie bijl.	Zie bijl.
Cyanide				
Cyanide-totaal	µg/L	1300	1900	66
Cyanide Niet Chloor Afbreekbaar	µg/L	1300	1900	65
Q Cyanide-vrij	µg/L	13	5.7	<1.0

Nr. Monsteromschrijving

- 1 PP8P
- 2 G
- 3 A

Analytico-nr.

- 7715914
- 7715916
- 7715917

Q: door RVA geaccrediteerde verrichting
A: AP04 erkende verrichting
S: AS 3000 erkende verrichting

Dit certificaat mag uitsluitend in zijn geheel worden gereproduceerd.

Akkoord
Pr.coörd.

MG

Eurofins Analytico B.V.

Gildeweg 44-46
3771 NB Barneveld
P.O. Box 459
3770 AL Barneveld NL
Tel. +31 (0)34 242 63 00
Fax +31 (0)34 242 63 99
E-mail info-env@eurofins.nl
Site www.eurofins.nl

BNP Paribas S.A. 227 9245 25
VAT/BTW No. NL 8043.14.883.B01
KvK No. 09088623
IBAN: NL71BNPA0227924525
BIC: BNPNL2A

Eurofins Analytico B.V. is erkend door het Vlaamse Gewest (OVAM en Dep. LNE), het Brusselse Gewest (BIM), het Waalse Gewest (DGRNE-OWD) en door de overheden van Frankrijk en Luxemburg (MEV).

TESTEN
RvA L010

Bijlage (A) met deelmonsterinformatie behorende bij analysecertificaat 2013103440/2

Pagina 1/1

Analytico-nr. Boornr	Omschrijving	Van	Tot	Barcode	Monsteromschrijving
7715914				0810210683	PP8P
7715914				0680034242	
7715914				0680034263	
7715916				0680034257	G
7715916				0810210684	
7715916				0680034262	
7715917				0680034258	A
7715917				0680034239	
7715917				0810210711	

**Eurofins Analytico B.V.**

Gildeweg 44-46
3771 NB Barneveld
P.O. Box 459
3770 AL Barneveld NL

Tel. +31 (0)34 242 63 00
Fax +31 (0)34 242 63 99
E-mail info-env@eurofins.nl
Site www.eurofins.nl

BNP Paribas S.A. 227 9245 25
VAT/BTW No. NL 8043.14.883.B01
KvK No. 09088623
IBAN: NL71BNPA0227924525
BIC: BNPNL2A

Eurofins Analytico B.V. is erkend door het Vlaamse Gewest (OVAM en Dep. LNE), het Brusselse Gewest (BIM), het Waalse Gewest (DGRNE-OWD) en door de overheden van Frankrijk en Luxemburg (MEV).

Bijlage (V) met methodeverwijzingen behorende bij analysecertificaat 2013103440/2

Pagina 1/1

Analyse	Methode	Techniek	Referentiemethode
Aromaten (BTEXN)	W0254	HS-GC-MS	CMA 3/E
Minerale Olie (GC) OVAM	W0215	LVI-GC-FID	CMA 3/R.1
Chromatogram olie (GC)	W0215	LVI-GC-FID	
Cyanide totaal en niet chloor afbreekbaar	W0517	Spectrometrie (CFA)	CMA2/I/C2.2&3
Cyanide vrij	W0517	Spectrometrie (CFA)	

Nadere informatie over de toegepaste onderzoeksmethoden alsmede een classificatie van de meetonzekerheid staan vermeld in ons overzicht "Specificaties analysemethoden", versie 2011.



Eurofins Analytico B.V.

Gildeweg 44-46
3771 NB Barneveld
P.O. Box 459
3770 AL Barneveld NL

Tel. +31 (0)34 242 63 00
Fax +31 (0)34 242 63 99
E-mail info-env@eurofins.nl
Site www.eurofins.nl

BNP Paribas S.A. 227 9245 25
VAT/BTW No. NL 8043.14.883.B01
KvK No. 09088623
IBAN: NL71BNPA0227924525
BIC: BNPANL2A

Eurofins Analytico B.V. is erkend door het Vlaamse Gewest (OVAM en Dep. LNE), het Brusselse Gewest (BIM), het Waalse Gewest (DGRNE-OWD) en door de overheden van Frankrijk en Luxemburg (MEV).

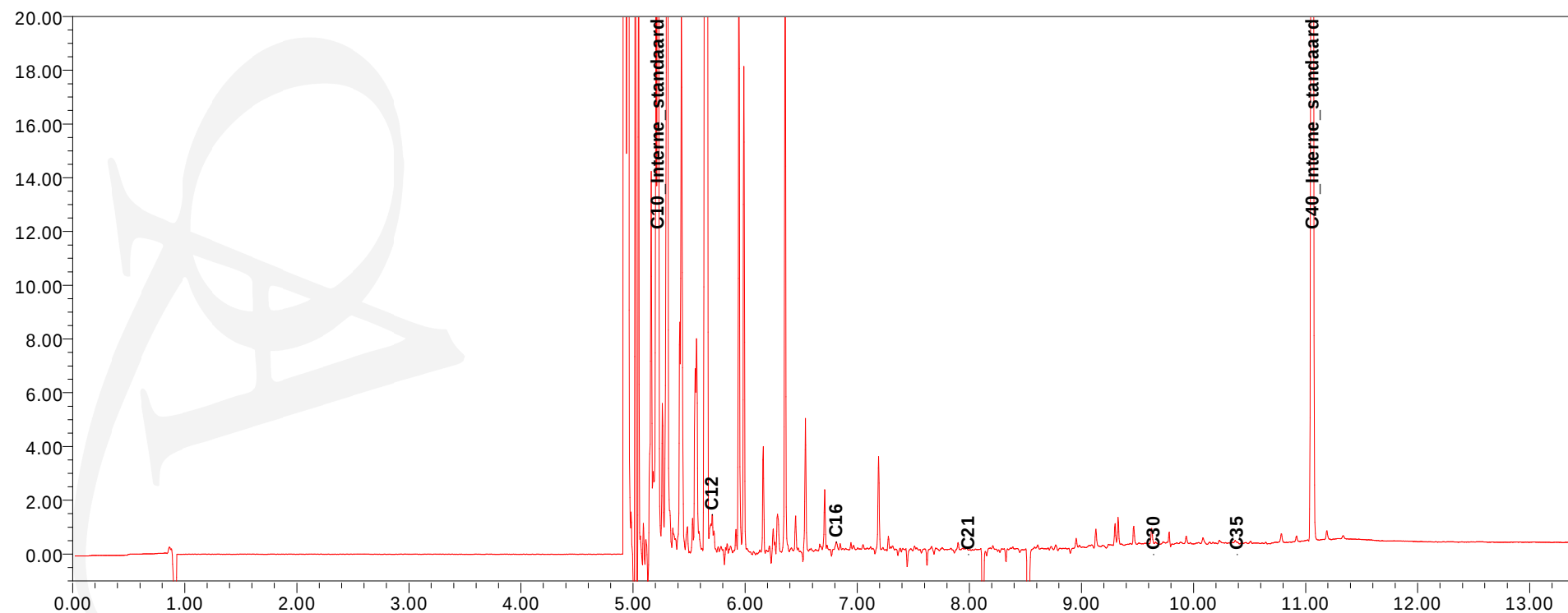
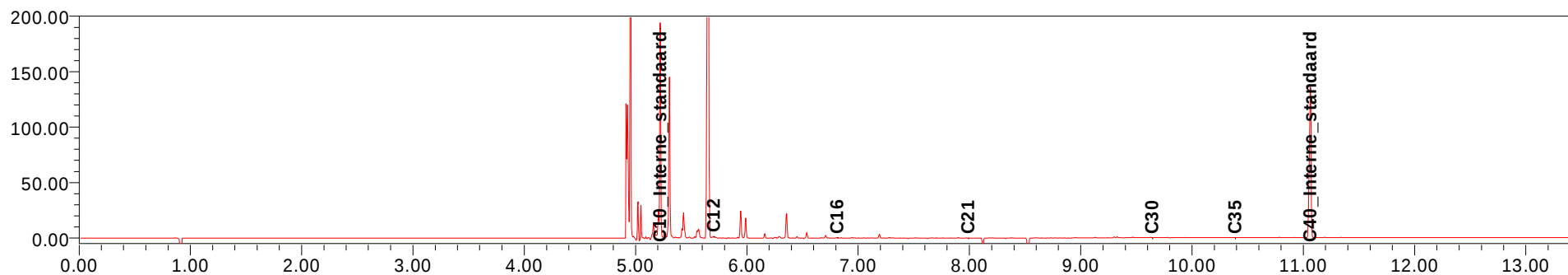
Chromatogram TPH/Mineral Oil

Sample id.: 7715916

Certificate no.: 2013103440

Sample description.: G

Processing Method MO_23_FullRange





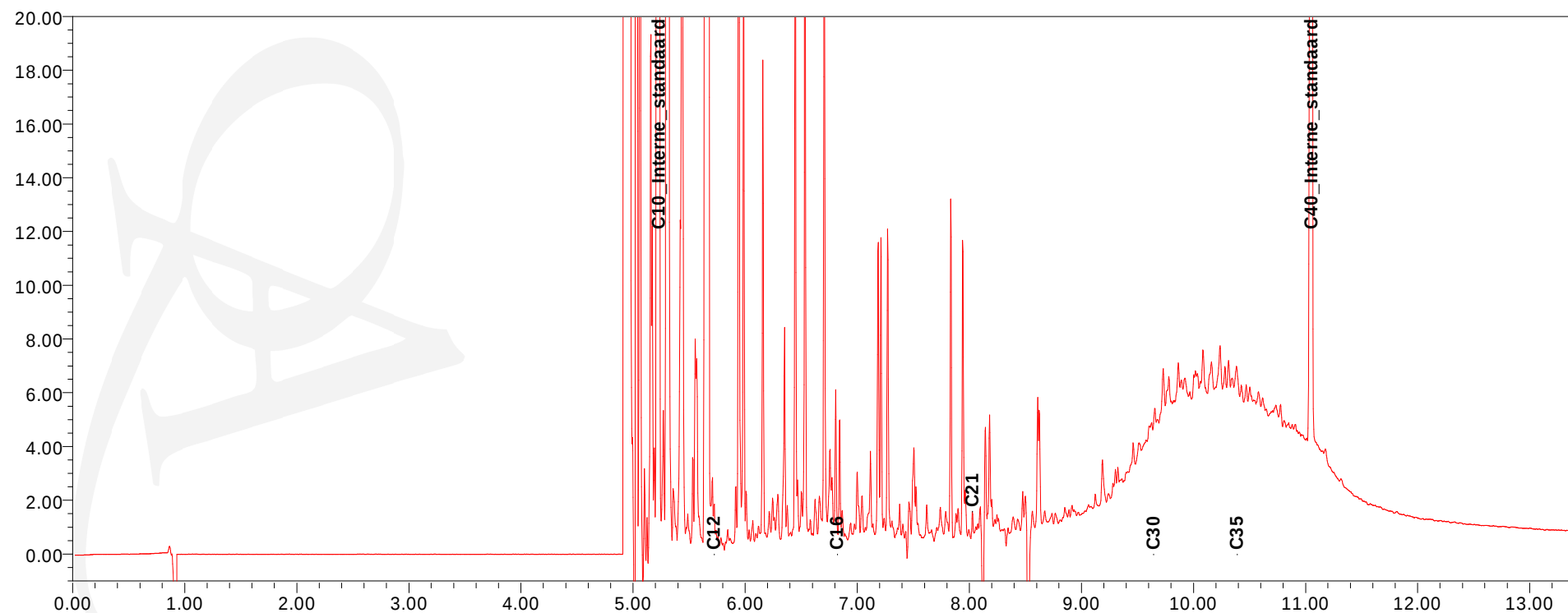
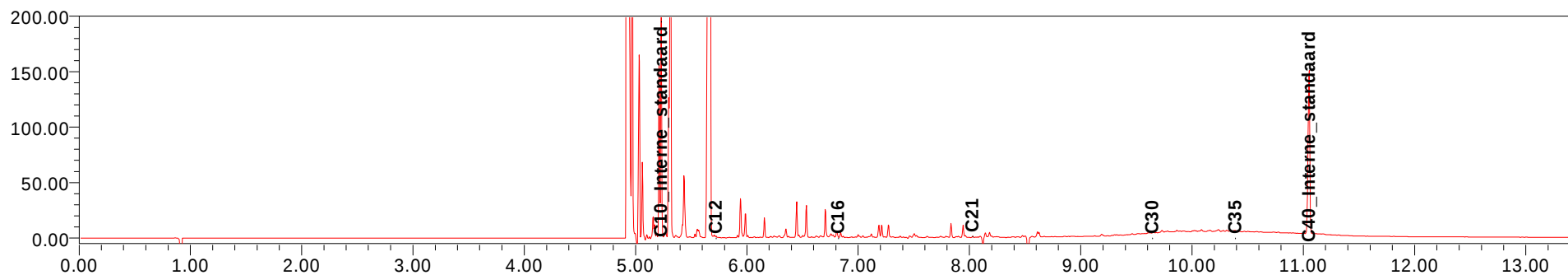
Chromatogram TPH/Mineral Oil

Sample id.: 7715917

Certificate no.: 2013103440

Sample description.: A

Processing Method MO_23_FullRange





Witteveen+Bos Belgium NV
T.a.v. Lize Tegenbos
Posthoflei 5 bus 1
2600 ANTWERPEN
BELGIË

Analysecertificaat

Datum: 06-12-2013

Hierbij ontvangt u de resultaten van het navolgende laboratoriumonderzoek.

Certificaatnummer/Versie	2013153937/1
Uw project/verslagnummer	BELA363-1
Uw projectnaam	Pilootproject gassites OVAM
Uw ordernummer	BELA363-1
Monster(s) ontvangen	02-12-2013

Dit certificaat mag uitsluitend in zijn geheel worden gereproduceerd.

De grondmonsters worden tot 6 weken na datum ontvangst bewaard en watermonsters tot 2 weken na datum ontvangst. Zonder tegenbericht worden de monsters nadien afgevoerd.

Indien de monsters langer bewaard dienen te blijven verzoeken wij U dit exemplaar uiterlijk 1 week voor afloop van de standaardbewaarperiode ondertekend aan ons te retourneren. Voor de kosten van het langer bewaren van monsters verwijzen wij naar de prijslijst.

Bewaren tot:

Datum:

Naam:

Handtekening:

Wij vertrouwen erop uw opdracht hiermee naar verwachting te hebben uitgevoerd, mocht U naar aanleiding van dit analysecertificaat nog vragen hebben verzoeken wij U contact op te nemen met de afdeling Verkoop en Advies.

Met vriendelijke groet,

Eurofins Analytico B.V.



Ing. A. Veldhuizen
Technical Manager

Eurofins Analytico B.V.

Gildeweg 44-46
3771 NB Barneveld
P.O. Box 459
3770 AL Barneveld NL

Tel. +31 (0)34 242 63 00
Fax +31 (0)34 242 63 99
E-mail info-env@eurofins.nl
Site www.eurofins.nl

BNP Paribas S.A. 227 9245 25
VAT/BTW No. NL 8043.14.883.B01
KvK No. 09088623
IBAN: NL71BNPA0227924525
BIC: BNPANL2A

Eurofins Analytico B.V. is ISO 14001: 2004 gecertificeerd door TÜV en erkend door het Vlaamse Gewest (OVAM en Dep. LNE), het Brusselse Gewest (BIM), het Waalse Gewest (DGRNE-OWD) en door de overheden van Frankrijk en Luxemburg (MEV).

Analysecertificaat

Uw project/verslagnummer	BELA363-1	Certificaatnummer/Versie	2013153937/1
Uw projectnaam	Pilootproject gassites OVAM	Startdatum	02-12-2013
Uw ordernummer	BELA363-1	Rapportagedatum	06-12-2013/17:12
Datum monstername	29-11-2013	Bijlage	A,B,V
Monsternemer	Lize Tegenbos	Pagina	1/4
Monstermatrix	Grond; Grond Vlaanderen/BHG		
Projectcode			

Analyse	Eenheid	1	2	3	4	5
Bodemkundige analyses						
Q Droge stof	% (m/m)	82.9	80.3	86.6	84.0	83.6
Organisch koolstof	g C/kg ds	6			<1	
Organisch materiaal (chemische oxidatie)	% (m/m) ds	1.0			<0.1	
Klei <2 µm	%	4.0			8.6	
Vluchtige Aromatische Koolwaterstoffen						
Q Benzeen	mg/kg ds	29	0.87	<0.050	<0.050	<0.050
Q Toluene	mg/kg ds	20	0.15	<0.050	<0.050	<0.050
Q Ethylbenzeen	mg/kg ds	1.6	<0.050	<0.050	<0.050	<0.050
Q o-Xyleen	mg/kg ds	5.2	0.16	<0.050	<0.050	<0.050
Q m,p-Xyleen	mg/kg ds	20	0.43	<0.050	<0.050	<0.050
Q Xylenen (som)	mg/kg ds	25	0.59	<0.10	<0.10	<0.10
Q BTEX (som)	mg/kg ds	76	1.6	<0.25	<0.25	<0.25
Q Naftaleen	mg/kg ds		33	<0.010		4.4
Minerale olie						
Minerale olie (C10-C12)	mg/kg ds	390	10	<4.0	<4.0	<4.0
Minerale olie (C12-C20)	mg/kg ds	3400	45	<15	<15	<15
Minerale olie (C20-C30)	mg/kg ds	78	<15	<15	<15	<15
Minerale olie (C30-C40)	mg/kg ds	22	<16	<16	<16	<16
Minerale olie (C10-C40)	mg/kg ds	3900	61	<50	<50	<50
Chromatogram olie (GC)		Zie bijl.	Zie bijl.			
Polycyclische Aromatische Koolwaterstoffen, PAK						
Naftaleen	mg/kg ds	380			<0.010	
Acenafteleen	mg/kg ds	19			<0.010	
Acenafteen	mg/kg ds	540			<0.010	
Fluoreen	mg/kg ds	550			<0.010	
Fenanthreen	mg/kg ds	670			0.023	
Anthraceen	mg/kg ds	120			<0.010	
Fluorantheen	mg/kg ds	78			0.019	
Pyreen	mg/kg ds	35			0.012	

Nr. Monsteromschrijving

1	GP3-11
2	GP3-15
3	GP4-3
4	GP4-6
5	GP5-8

Analytico-nr.

7889016
7889017
7889018
7889019
7889020

Q: door RvA geaccrediteerde verrichting
A: AP04 erkende verrichting
S: AS 3000 erkende verrichting

Eurofins Analytico B.V.

Dit certificaat mag uitsluitend in zijn geheel worden gereproduceerd.

Analysecertificaat

Uw project/verslagnummer	BELA363-1	Certificaatnummer/Versie	2013153937/1
Uw projectnaam	Pilootproject gassites OVAM	Startdatum	02-12-2013
Uw ordernummer	BELA363-1	Rapportagedatum	06-12-2013/17:12
Datum monstername	29-11-2013	Bijlage	A,B,V
Monsternemer	Lize Tegenbos	Pagina	2/4
Monstermatrix	Grond; Grond Vlaanderen/BHG		
Projectcode			

Analyse	Eenheid	1	2	3	4	5
Benzo(a)anthraceen	mg/kg ds	7.4			0.011	
Chryseen	mg/kg ds	7.2			<0.010	
Benzo(b)fluorantheen	mg/kg ds	2.4			<0.020	
Benzo(k)fluorantheen	mg/kg ds	1.2			<0.020	
Benzo(a)pyreen	mg/kg ds	1.7			<0.010	
Dibenzo(ah)antracene	mg/kg ds	<0.50			<0.010	
Benzo(ghi)peryleen	mg/kg ds	0.89			<0.010	
Indeno(123-cd)pyreen	mg/kg ds	<0.50			<0.010	
PAK Totaal OVAM (10)	mg/kg ds	1100			<0.12	
PAK totaal EPA (16)	mg/kg ds	2400			<0.18	
Fysisch-chemische analyses						
Meettemperatuur (pH-KCl)	°C	18			19	
Q Zuurgraad (pH-KCl)		7.9			7.0 ¹⁾	

Nr. Monsteromschrijving

- 1 GP3-11
- 2 GP3-15
- 3 GP4-3
- 4 GP4-6
- 5 GP5-8

Analytico-nr.

7889016
7889017
7889018
7889019
7889020

Q: door RVA geaccrediteerde verrichting
A: AP04 erkende verrichting
S: AS 3000 erkende verrichting

Eurofins Analytico B.V.

Dit certificaat mag uitsluitend in zijn geheel worden gereproduceerd.

Gildeweg 44-46
3771 NB Barneveld
P.O. Box 459
3770 AL Barneveld NL
Tel. +31 (0)34 242 63 00
Fax +31 (0)34 242 63 99
E-mail info-env@eurofins.nl
Site www.eurofins.nl

BNP Paribas S.A. 227 9245 25
VAT/BTW No. NL 8043.14.883.B01
KvK No. 09088623
IBAN: NL71BNP00227924525
BIC: BNPNL2A

Eurofins Analytico B.V. is ISO 14001: 2004 gecertificeerd door TÜV en erkend door het Vlaamse Gewest (OVAM en Dep. LNE), het Brusselse Gewest (BIM), het Waalse Gewest (DGRNE-OWD) en door de overheden van Frankrijk en Luxemburg (MEV).



Analysecertificaat

Uw project/verslagnummer	BELA363-1	Certificaatnummer/Versie	2013153937/1
Uw projectnaam	Pilootproject gassites OVAM	Startdatum	02-12-2013
Uw ordernummer	BELA363-1	Rapportagedatum	06-12-2013/17:12
Datum monstername	29-11-2013	Bijlage	A,B,V
Monsternemer	Lize Tegenbos	Pagina	3/4
Monstermatrix	Grond; Grond Vlaanderen/BHG		
Projectcode			

Analyse	Eenheid	6
Bodemkundige analyses		
Q Droge stof	% (m/m)	84.6
Organisch koolstof	g C/kg ds	13
Organisch materiaal (chemische oxidatie)	% (m/m) ds	2.2
Klei <2 µm	%	1.7
Vluchtige Aromatische Koolwaterstoffen		
Q Benzeen	mg/kg ds	<5.0
Q Toluene	mg/kg ds	<5.0
Q Ethylbenzeen	mg/kg ds	<5.0
Q o-Xyleen	mg/kg ds	6.9
Q m,p-Xyleen	mg/kg ds	17
Q Xylenen (som)	mg/kg ds	24
Q BTEX (som)	mg/kg ds	<25
Minerale olie		
Minerale olie (C10-C12)	mg/kg ds	2400
Minerale olie (C12-C20)	mg/kg ds	9500
Minerale olie (C20-C30)	mg/kg ds	280
Minerale olie (C30-C40)	mg/kg ds	28
Minerale olie (C10-C40)	mg/kg ds	12000
Chromatogram olie (GC)		Zie bijl.
Polycyclische Aromatische Koolwaterstoffen, PAK		
Naftaleen	mg/kg ds	2300
Acenafteleen	mg/kg ds	96
Acenafteen	mg/kg ds	1400
Fluoreen	mg/kg ds	1400
Fenanthreen	mg/kg ds	830
Anthraceen	mg/kg ds	160
Fluorantheen	mg/kg ds	180
Pyreen	mg/kg ds	110
Benzo(a)anthraceen	mg/kg ds	69

Nr. Monsteromschrijving
6 GP5-11

Analytico-nr.
7889021

Q: door RvA geaccrediteerde verrichting
A: AP04 erkende verrichting
S: AS 3000 erkende verrichting

Dit certificaat mag uitsluitend in zijn geheel worden gereproduceerd.

Eurofins Analytico B.V.

Gildeweg 44-46
3771 NB Barneveld
P.O. Box 459
3770 AL Barneveld NL
Tel. +31 (0)34 242 63 00
Fax +31 (0)34 242 63 99
E-mail info-env@eurofins.nl
Site www.eurofins.nl

BNP Paribas S.A. 227 9245 25
VAT/BTW No. NL 8043.14.883.B01
KvK No. 09088623
IBAN: NL71BNP00227924525
BIC: BNPNL2A

Eurofins Analytico B.V. is ISO 14001: 2004 gecertificeerd door TÜV en erkend door het Vlaamse Gewest (OVAM en Dep. LNE), het Brusselse Gewest (BIM), het Waalse Gewest (DGRNE-OWD) en door de overheden van Frankrijk en Luxemburg (MEV).


TESTEN
RvA L010

Analysecertificaat

Uw project/verslagnummer	BELA363-1	Certificaatnummer/Versie	2013153937/1
Uw projectnaam	Pilootproject gassites OVAM	Startdatum	02-12-2013
Uw ordernummer	BELA363-1	Rapportagedatum	06-12-2013/17:12
Datum monstername	29-11-2013	Bijlage	A,B,V
Monsternemer	Lize Tegenbos	Pagina	4/4
Monstermatrix	Grond; Grond Vlaanderen/BHG		
Projectcode			

Analyse	Eenheid	6
Chryseen	mg/kg ds	59
Benzo(b)fluorantheen	mg/kg ds	41
Benzo(k)fluorantheen	mg/kg ds	20
Benzo(a)pyreen	mg/kg ds	32
Dibenzo(ah)antraceen	mg/kg ds	6.2
Benzo(ghi)peryleen	mg/kg ds	19
Indeno(123-cd)pyreen	mg/kg ds	26
PAK Totaal OVAM (10)	mg/kg ds	3600
PAK totaal EPA (16)	mg/kg ds	6700

Fysisch-chemische analyses

Meettemperatuur (pH-KCl)	°C	18
Q Zuurgraad (pH-KCl)		8.3

Nr. **Monsteromschrijving**
6 GP5-11

Analytico-nr.
7889021

Eurofins Analytico B.V.

Q: door RVA geaccrediteerde verrichting
A: AP04 erkende verrichting
S: AS 3000 erkende verrichting

Dit certificaat mag uitsluitend in zijn geheel worden gereproduceerd.

Akkoord
Pr.coörd.

LB

Gildeweg 44-46
3771 NB Barneveld
P.O. Box 459
3770 AL Barneveld NL
Tel. +31 (0)34 242 63 00
Fax +31 (0)34 242 63 99
E-mail info-env@eurofins.nl
Site www.eurofins.nl

BNP Paribas S.A. 227 9245 25
VAT/BTW No. NL 8043.14.883.B01
KvK No. 09088623
IBAN: NL71BNP0227924525
BIC: BNPNL2A

Eurofins Analytico B.V. is ISO 14001: 2004 gecertificeerd door TÜV en erkend door het Vlaamse Gewest (OVAM en Dep. LNE), het Brusselse Gewest (BIM), het Waalse Gewest (DGRNE-OWD) en door de overheden van Frankrijk en Luxemburg (MEV).

 TESTEN
RvA L010

Bijlage (A) met deelmonsterinformatie behorende bij analysecertificaat 2013153937/1

Pagina 1/1

Analytico-nr. Boornr	Omschrijving	Van	Tot	Barcode	Monsteromschrijving
7889016	GP3-11			TL9023657\$	GP3-11
7889017	GP3-15			0530862669	GP3-15
7889018	GP4-3			0530687196	GP4-3
7889019	GP4-6			TL9023655	GP4-6
7889020	GP5-8			0531038833	GP5-8
7889021	GP5-11			TL9023653Z	GP5-11

**Eurofins Analytico B.V.**

Gildeweg 44-46
3771 NB Barneveld
P.O. Box 459
3770 AL Barneveld NL

Tel. +31 (0)34 242 63 00
Fax +31 (0)34 242 63 99
E-mail info-env@eurofins.nl
Site www.eurofins.nl

BNP Paribas S.A. 227 9245 25
VAT/BTW No. NL 8043.14.883.B01
KvK No. 09088623
IBAN: NL71BNPA0227924525
BIC: BNPNL2A

Eurofins Analytico B.V. is ISO 14001: 2004 gecertificeerd door TÜV en erkend door het Vlaamse Gewest (OVAM en Dep. LNE), het Brusselse Gewest (BIM), het Waalse Gewest (DGRNE-OWD) en door de overheden van Frankrijk en Luxemburg (MEV).

Bijlage (B) met opmerkingen behorende bij analysecertificaat 2013153937/1

Pagina 1/1

Opmerking 1)

Meetwaarde niet stabiel (pH/EC/Redox)



Eurofins Analytico B.V.

Gildeweg 44-46 Tel. +31 (0)34 242 63 00
3771 NB Barneveld Fax +31 (0)34 242 63 99
P.O. Box 459 E-mail info-env@eurofins.nl
3770 AL Barneveld NL Site www.eurofins.nl

BNP Paribas S.A. 227 9245 25
VAT/BTW No. NL 8043.14.883.B01
KvK No. 09088623
IBAN: NL71BNPA0227924525
BIC: BNPANL2A

Eurofins Analytico B.V. is ISO 14001: 2004 gecertificeerd door TÜV en erkend door het Vlaamse Gewest (OVAM en Dep. LNE), het Brusselse Gewest (BIM), het Waalse Gewest (DGRNE-OWD) en door de overheden van Frankrijk en Luxemburg (MEV).

Bijlage (V) met methodeverwijzingen behorende bij analysecertificaat 2013153937/1

Pagina 1/1

Analyse	Methode	Techniek	Referentiemethode
Droge Stof	W0104	Gravimetrie	CMA 2/II/A.1(g)
Organisch-stofgehalte (oxidimetrisch)	W2111	Spectrometrie	CMA 2/II/A.10
Klei volgens OVAM	W2175	Sedimentatie	CMA/2/II/A.6
Aromaten (BTEXN)	W0254	HS-GC-MS	CMA 3/E
Minerale Olie (GC) OVAM	W0202	GC-FID	CMA 3/R
Chromatogram M0 (GC)	W0202	GC-FID	
PAK (OVAM/Vlarebo)	W0271	GC-MS	CMA 3/B
Zuurgraad (pH-KCl) OVAM	W0524	Potentiometrie	CMA/2/II/A.20



Eurofins Analytico B.V.

Gildeweg 44-46
3771 NB Barneveld
P.O. Box 459
3770 AL Barneveld NL

Tel. +31 (0)34 242 63 00
Fax +31 (0)34 242 63 99
E-mail info-env@eurofins.nl
Site www.eurofins.nl

BNP Paribas S.A. 227 9245 25
VAT/BTW No. NL 8043.14.883.B01
KvK No. 09088623
IBAN: NL71BNPA0227924525
BIC: BNPANL2A

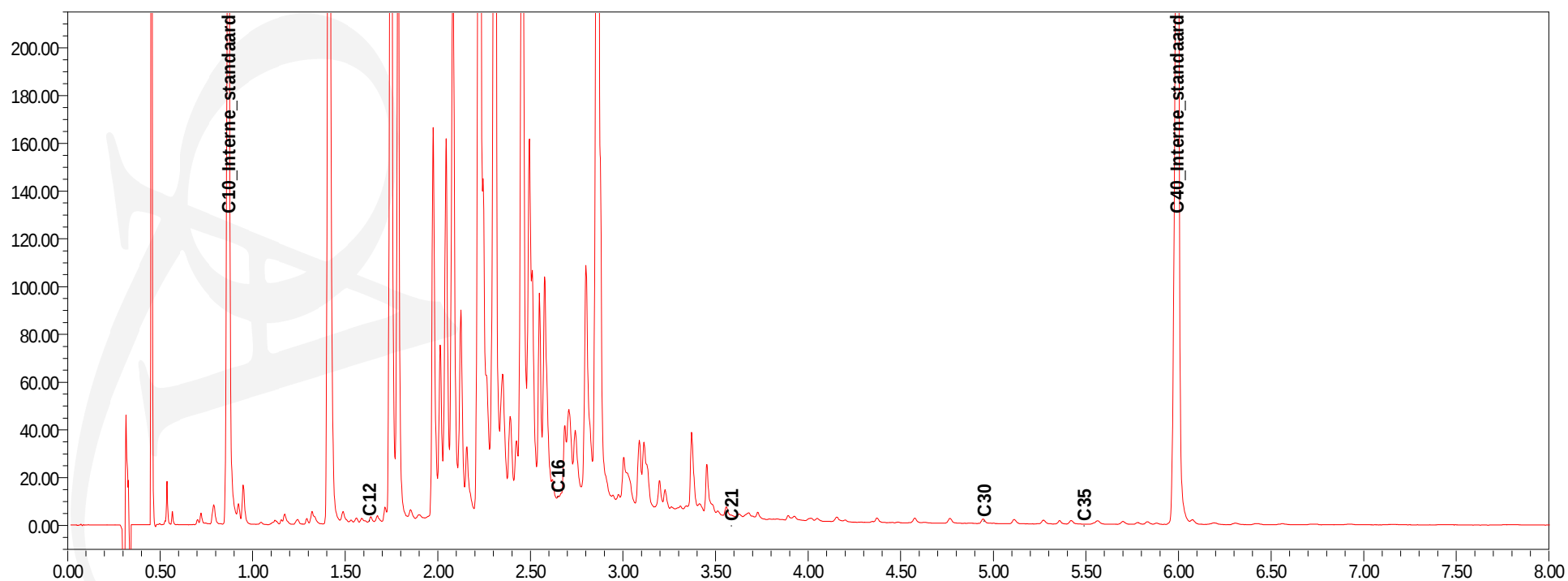
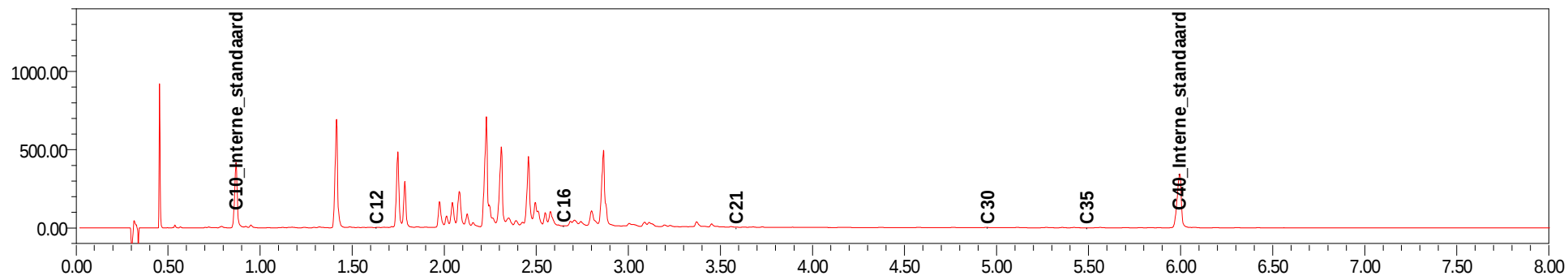
Eurofins Analytico B.V. is ISO 14001: 2004 gecertificeerd door TÜV en erkend door het Vlaamse Gewest (OVAM en Dep. LNE), het Brusselse Gewest (BIM), het Waalse Gewest (DGRNE-OWD) en door de overheden van Frankrijk en Luxemburg (MEV).

Chromatogram TPH/Mineral Oil

Sample id.: 7889016

Certificate no.: 2013153937

Sample description.: GP3-11



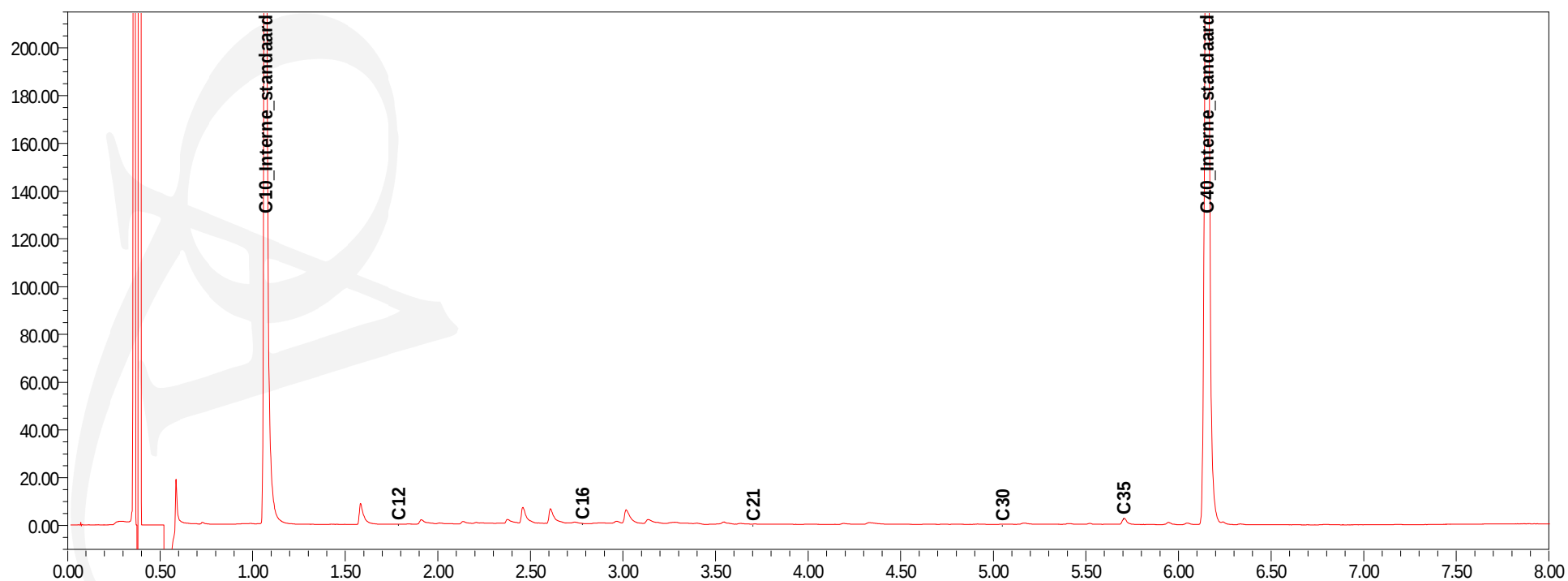
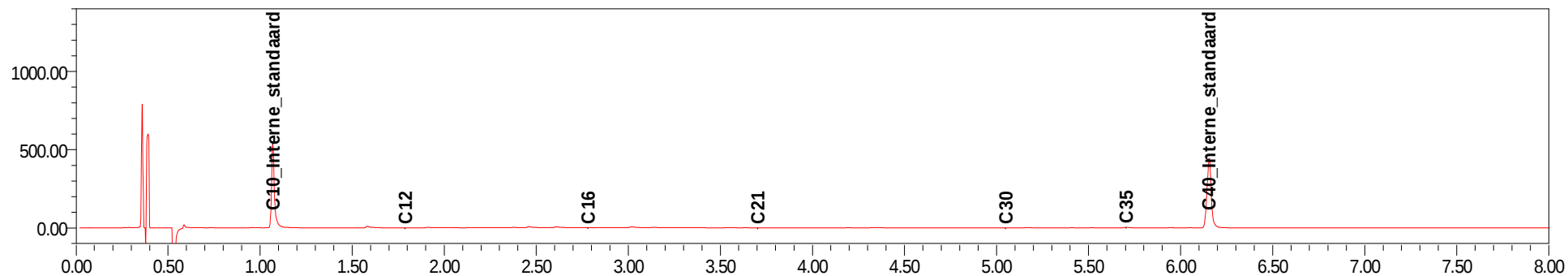


Chromatogram TPH/Mineral Oil

Sample id.: 7889017

Certificate no.: 2013153937

Sample description.: GP3-15





Chromatogram TPH/Mineral Oil

Sample id.: 7889021

Certificate no.: 2013153937

Sample description.: GP5-11

