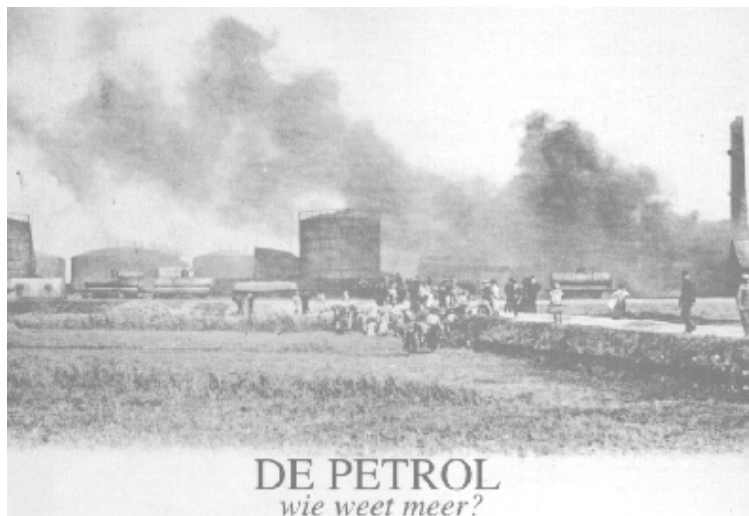


# GEDETAILLEERD BODEMONDERZOEK

## Investeringszone Petroleum Zuid

### Antwerpen

in opdracht van GO IPZ nv



Projectnr: 11/003993  
Versie: B  
Datum: 13 juni 2008  
Opgesteld door: Ellen Groom

#### **ARCADIS Belgium NV**

Contactpersoon: Ellen Groom

Roderveldlaan 3, 2060 Berchem

Tel.: 03 360 83 00 - Fax: 03 360 83 01

E-mail: [e.groom@arcadisbelgium.be](mailto:e.groom@arcadisbelgium.be) / website: [www.arcadisbelgium.be](http://www.arcadisbelgium.be)

BTW: BE - 0426.682.709 – RPR Antwerpen – ING 320-0687053-72



# ARCADIS

*Infrastructuur, milieu, gebouwen*



ISO 9001 gecertificeerd voor:

Adviesverlening, studie en ontwerp van gebouwen, infrastructuur, milieu en ruimtelijke ordening

**Revisiestatus:**

Versie	Datum	Opmerking
A	30/05/08	Draft versie 1
B	13/06/08	Definitieve versie

**Opgesteld:**

Afd. / Discipline	Functie	Naam	Handtekening	Datum
Milieu	Projectingenieur	Nele De Groof		
Milieu	Projectingenieur	Katrien Deman		
Milieu	Projectingenieur	Inge Fastenaekels		
Milieu	Risico Specialist	Karen Van Geert		
Milieu	Water expert	Olivier Sels		
Milieu	Veldwerkcoördinator	Jurgen Van Deuren		
Milieu	Tekenaar	Kevin Verbeke		
Milieu	Projectverantwoordelijke	Dirk Van Look		
Milieu	Projectverantwoordelijke	Ellen Groom		

**Geverifieerd:**

Afd. / Discipline	Functie	Naam	Handtekening	Datum
Milieu	Manager	Hilde De Lembre		
Milieu	Manager	Karen Van Geert		
Milieu	Directeur	Wouter Gevaerts		



## NIET-TECHNISCHE SAMENVATTING

Het industrieterrein "Petroleum Zuid" ligt ten zuiden van de Stad Antwerpen. Het betreft een gebied van ca 75 ha. Het gebied is opgebouwd uit verschillende deelgebieden, met elk hun karakteristieke activiteiten en geschiedenis.

Uit historische informatie en al uitgevoerde bodemonderzoeken blijkt dat de site ernstig vervuild is met olie, polycyclische aromatische koolwaterstoffen (PAK), aromaten en zware metalen.

Het projectgebied omvat de terreinen aan de D'Herbouvillekaai, de Olieweg, de Mazoutweg, de Naftaweg, de Kopalweg, de Lakweg en de Lysolweg en de oostelijke spoorwegbundel.

De volledige onderzoekslokatie wordt ingedeeld in 3 zones:

- Zone "Petroleum Groen": deze zone is gelegen aan de Olieweg, de Mazoutweg, de Naftaweg, de Kopalweg, de Lakweg en de Lysolweg. Ten westen van deze zone bevindt zich de Hobokense Polder;
- Zone "Scheldekaaien": dit gebied bevat nog in exploitatie zijnde terreinen langs weerszijden van de D'Herbouvillekaai. Dit gedeelte strekt zich uit van ATAB tot Mexiconatie;
- Zone "FSI": dit gebied omvat de sporenbundel ten oosten van "Petroleum Groen".

Voor de herontwikkeling van Petroleum Zuid dient een businessplan te worden opgesteld waarin o.m. de financiële structuur wordt vastgelegd om de economische ontwikkeling van de verlaten en verontreinigde terreinen op IPZ te realiseren.

Om tot een businessplan voor deze zone te komen, werden aan ARCADIS Belgium NV verschillende deelstudies uitbesteed. Om de verontreiniging op deze terreinen in kaart te brengen is gestart met een gedetailleerd bodemonderzoek.

De resultaten van dit bodemonderzoek worden weergegeven in voorliggend rapport.

Nagenoeg gelijktijdig met het bodemonderzoek zijn nog volgende deelstudies lopende:

- kostenraming voor de bodemsanering gebaseerd op de resultaten van het gedetailleerd onderzoek en de potentiële herbestemming van het terrein;
- haalbaarheidsstudies m.b.t. de drijfvaagsanering en de daarop volgende bioremediatie van de nog resterende verontreiniging die tot doel hebben de finale saneringstechniek(en) met bijbehorende saneringskost maximaal te onderbouwen;
- oppervlaktewaterstudie om een beeld te krijgen van het huidige watersysteem en de te nemen maatregelen betreffende de waterhuishouding na herontwikkeling.

Naast deze deelstudies zijn ook nog andere onderzoeken lopende op het vlak van ruimtelijke ordening, vastgoed, mobiliteit, marktanalyse.... Rekening



houdend met de multifunctionele aspecten zijn in de loop van de studies ook interactiemomenten georganiseerd die afstemming van de verschillende deelstudies toelieten.

Om een beeld te krijgen van de aanwezige grond- en grondwaterverontreiniging werd in een eerste fase geopteerd om de verontreinigingstoestand in kaart te brengen aan de hand van een raster 50 x 50. In een 2<sup>e</sup> en aansluitende fase wordt aan de hand van een geostatistische interpolatie het raster verfijnd (25 x 25) om te komen tot een afdoende horizontale en verticale afperking van de verontreiniging in lijn met de standaardprocedure beschrijvend bodemonderzoek.

Gezien tijdens het terreinbezoek bleek dat er verontreiniging aanwezig was ter hoogte van de Leigracht en 's Heerensgracht werd het slib van deze grachten eveneens bemonsterd.

Samenvattend kan voor de onderzoekslokatie volgende verontreinigingssituatie beschreven worden:

“Petroleum Groen”: Ter hoogte van deze zone werd een grond- en grondwaterverontreiniging vastgesteld met minerale olie. Er zijn drijfslagzones met minerale olie aanwezig. In het grondwater werd eveneens een verontreiniging met aromaten (benzeen, toluen, xyleen) vastgesteld. De aangetroffen verontreinigingen zijn een gevolg van de voormalige petroleumactiviteiten en worden als historisch beschouwd.

“Scheldekaaien”: In de zone langs D'Herbouvillekaai is een grondverontreiniging met zware metalen en PAK's aanwezig. Deze verontreiniging kan gelinkt worden aan de aanvullaag die in het verleden werd aangebracht voor de ophoging van de “Scheldekaaien”. Bijgevolg wordt de verontreiniging als historisch beschouwd.

“FSI”: Ter hoogte van de sporenbundel is er ook een verontreiniging met PAK's en zware metalen aanwezig. De verontreiniging is een gevolg van de aanwezigheid van de stabilisatielaag die werd aangelegd voor de aanleg van de sporen en wordt als historisch beschouwd.

Slib: Zowel het slib van de Leigracht als van de 's Heerensgracht is verontreinigd met minerale olie en PAK's.

Op basis van de deze analyseresultaten werd een risico evaluatie uitgevoerd om na te gaan welke humane-, ecologische en verspreidingsrisico's uitgaan van de aanwezige grond- en grondwaterverontreiniging. Volgende conclusies kunnen getrokken worden:

- een ecologisch risico kan niet uitgesloten worden;
- een verspreidingsrisico kan niet uitgesloten worden voor de verontreiniging met minerale olie in grond en grondwater en aromaten in grondwater;
- een humaan risico wordt vastgesteld voor benzo(a)pyreen, lood, minerale olie in grond en voor minerale olie en aromaten in het grondwater.



Samenvattend kan gesteld worden dat er sanerende maatregelen noodzakelijk zijn voor:

- grondverontreiniging met minerale olie, benzo(a)pyreen, lood;
- grondwaterverontreiniging met minerale olie en aromaten;
- slibverontreiniging met minerale olie en PAK's.



## LIJST AFKORTINGEN

B	Bodemsaneringsnorm
SW	Streefwaarde
FSI	Fonds voor Spoorweginfrastructuur
IPZ	Investeringszone Petroleum Zuid
PMV	ParticipatieMaatschappij Vlaanderen
AG Vespa	Autonom Gemeentebedrijf voor Vastgoed- En StadsProjecten Antwerpen
TAW	Tweede Algemene Waterpassing
PAK	Polycyclische aromatische koolwaterstoffen



## INHOUDSOPGAVE

<b>1.</b>	<b>INLEIDING</b> .....	<b>10</b>
<b>2.</b>	<b>DOEL VAN HET ONDERZOEK</b> .....	<b>11</b>
<b>3.</b>	<b>BESCHRIJVING VAN DE ONDERZOEKSLOKATIE</b> .....	<b>12</b>
3.1.	Kadastrale gegevens .....	12
3.2.	Situering van het onderzoeksgebied .....	12
3.3.	Beschrijving van de huidige activiteiten .....	14
3.4.	Samenvatting uitgevoerde bodemonderzoeken .....	14
<b>4.</b>	<b>VOORSTUDIE</b> .....	<b>16</b>
4.1.	Historisch onderzoek .....	16
4.1.1.	Bronnen .....	16
4.1.2.	Doel historisch onderzoek.....	16
4.1.3.	Algemene historiek.....	16
4.1.4.	Besluiten.....	18
4.2.	Bodemopbouw en hydro(geo)logie .....	19
4.2.1.	Bronnen .....	19
4.2.2.	Geologie ter hoogte van Petroleum Zuid door de jaren heen .....	19
4.2.3.	Hydrogeologie .....	22
4.2.4.	Oppervlaktewater .....	23
4.3.	Topografie.....	31
4.4.	Interactie grondwater-oppervlaktewater .....	34
4.4.1.	Grondwaterstromingspatroon .....	34
4.4.2.	Getijdeninvloed van de Schelde .....	39
4.4.3.	Meetcampagne oppervlaktewatersysteem .....	40
4.4.4.	Volumebalans.....	43
4.4.5.	Relatie met divermetingen .....	43
4.4.6.	Conclusie Oppervlaktewatersysteem en aandachtspunten bij sanering en herontwikkeling.....	43
<b>5.</b>	<b>ONDERZOEKSHYPOTHESE EN BEPALING VAN DE BEMONSTERINGSSTRATEGIE</b> .....	<b>47</b>
5.1.	Inleiding .....	47
5.2.	Globale visie .....	47
5.3.	Onderzoeksfilosofie .....	47
5.4.	Bemonsteringsstrategie .....	48
<b>6.</b>	<b>TERREIN- EN LABORATORIUMONDERZOEK</b> .....	<b>50</b>
6.1.	Overzicht terreinonderzoek.....	50
6.1.1.	Boringen en peilbuizen.....	50
6.1.2.	Opmeting boringen en infrastructuur .....	51
6.1.3.	Waterpassing en peilronde .....	51
6.1.4.	Grondwaterstaalname.....	51
6.1.5.	Veldwaarnemingen.....	51
6.1.6.	Metingen in functie van de risico-evaluatie.....	52
6.2.	Laboratoriumonderzoek.....	55



<b>7.</b>	<b>BESPREKING VAN DE ANALYSERESULTATEN .....</b>	<b>56</b>
7.1.	Toetsingskader .....	56
7.2.	Overzicht van de analyseresultaten.....	57
7.3.	Evaluatie van de analyseresultaten .....	57
7.3.1.	Vaste deel van de aarde .....	57
7.3.2.	Grondwater.....	61
7.3.3.	Drijfslagen .....	66
7.3.4.	Slib.....	67
7.3.5.	Grondverzet.....	68
7.3.6.	Karakteristatie van de verontreiniging .....	68
7.3.7.	PID metingen.....	68
7.4.	Metingen in functie van de risico-evaluatie .....	68
7.4.1.	Natuurlijke biodegradatie van minerale olie.....	68
7.4.2.	Bepaling verspreidingsnelheid grondwater .....	71
<b>8.</b>	<b>BRON EN AARD VAN DE VERONTREINIGING.....</b>	<b>76</b>
8.1.	Vastgestelde verontreinigingsbronnen .....	76
8.2.	Aard van de verontreiniging.....	76
<b>9.</b>	<b>RISICO-EVALUATIE.....</b>	<b>77</b>
9.1.	Keuze van de gidsstoffen .....	77
9.2.	Conceptuele sitemodellen .....	77
9.3.	Bepaling risicogrenswaarden.....	77
9.4.	Potentieel humaan risico .....	79
9.5.	Ecologisch risico .....	79
9.6.	Verspreidingsrisico .....	79
<b>10.</b>	<b>BESLUIT.....</b>	<b>81</b>
BIJLAGE 1	VOORSTEL BESCHRIJVEND BODEMONDERZOEK.....	82
BIJLAGE 2	KADASTRALE GEGEVENS .....	83
BIJLAGE 3	SITUERING ONDERZOEKSGBIED.....	84
BIJLAGE 4	FOTO'S.....	85
BIJLAGE 5	SAMENVATTING AL UITGEVOERDE BODEMONDERZOEKEN .....	86
BIJLAGE 6	HISTORISCH ONDERZOEK .....	87
BIJLAGE 7	BOORPROFIELEN .....	88
BIJLAGE 8	DWARSDOORSNEDES .....	89
BIJLAGE 9	BODEMOPBOUW EN GEOLOGIE.....	90
BIJLAGE 10	WATERSYSTEEM.....	91
BIJLAGE 11	GRONDWATERSTROMING .....	92
BIJLAGE 12	DIVERMETINGEN .....	93
BIJLAGE 13	LOKATIE BORINGEN, PEILBUIZEN EN SONDERINGEN .....	94
BIJLAGE 14	VELDWAARNEMINGEN.....	95
BIJLAGE 15	ZINTUIGLIJKE WAARNEMINGEN BIJZONDERE BESTANDELEN .....	96
BIJLAGE 16	REDOXPARAMETERS .....	97
BIJLAGE 17	RECOVERYTESTEN.....	98





---

BIJLAGE 18	ANALYSECERTIFICATEN .....	99
BIJLAGE 19	TOETSINGTABELLEN .....	100
BIJLAGE 20	OVERZICHTSKAARTEN VERONTREINIGINGEN .....	101
BIJLAGE 21	RISICO-EVALUATIE.....	102
BIJLAGE 22	GRONDVERZET .....	103
BIJLAGE 23	KAPVERGUNNING .....	104



## 1. INLEIDING

Het industrieterrein "Petroleum Zuid" ligt ten zuiden van de Stad Antwerpen. Uit historische informatie en al uitgevoerde bodemonderzoeken blijkt dat de site ernstig vervuild is met olie, polycyclische aromatische koolwaterstoffen (PAK), aromaten en zware metalen.

Op 12 april 2006 hebben de stad Antwerpen, haar vastgoedbedrijf AG Vespa, Waterwegen en Zeekanaal NV en de PMV een intentieverklaring ondertekend. De partijen willen de verlaten en verontreinigde terreinen op IPZ herbestemmen voor economische ontwikkeling.

Voor de herontwikkeling van "Petroleum Zuid" dient een businessplan te worden opgesteld waarin o.m. de financiële structuur wordt vastgelegd om de economische ontwikkeling van de verlaten en verontreinigde terreinen op IPZ te realiseren.

Om tot een businessplan voor deze zone te komen, werden aan ARCADIS Belgium NV verschillende deelstudies uitbesteed. Om de verontreiniging op deze terreinen in kaart te brengen is gestart met een gedetailleerd bodemonderzoek.

Nagenoeg gelijktijdig met het bodemonderzoek zijn nog volgende deelstudies lopende:

- kostenraming voor de bodemsanering gebaseerd op de resultaten van het gedetailleerd onderzoek en de potentiële herbestemming van het terrein;
- haalbaarheidsstudies m.b.t. de drijfbaagsanering en de daarop volgende bioremediatie van de nog resterende verontreiniging die tot doel hebben de finale saneringstechniek(en) met bijbehorende saneringskost maximaal te onderbouwen;
- oppervlaktewaterstudie om een beeld te krijgen van het huidige watersysteem en de te nemen maatregelen betreffende de waterhuishouding na herontwikkeling.

Naast deze deelstudies zijn ook nog andere onderzoeken lopende op het vlak van ruimtelijke ordening, vastgoed, mobiliteit, marktanalyse... . Rekening houdend met de multifunctionele aspecten zijn in de loop van de studies ook interactiemomenten georganiseerd die afstemming van de verschillende deelstudies toelieten.

In voorliggend rapport wordt naast het luik bodem ook het deel oppervlaktewaterstudie behandeld.



## 2. DOEL VAN HET ONDERZOEK

Huidig rapport rapporteert de onderzoeksverrichtingen van het gedetailleerd bodemonderzoek. Dit rapport vormt de basis van het in te dienen beschrijvend bodemonderzoek en omvat dan ook alle elementen om hieraan te voldoen.

Het doel van het BBO bestaat erin om de ernst van de bodemverontreiniging vast te stellen. In het Decreet van 27 oktober 2006 betreffende de bodemsanering en de bodembescherming (kortweg het bodemdecreet) wordt dit verduidelijkt onder artikel 38. Een beschrijvend bodemonderzoek heeft tot doel een beschrijving te geven van:

- de soort, de aard, de hoeveelheid, de concentratie, de oorsprong en de omvang van de verontreinigende stoffen of organismen;
- de mogelijkheid op verspreiding ervan;
- het gevaar op blootstelling voor mensen, planten, dieren en grond- en oppervlaktewater voor de huidige bestemming van het terrein;
- het gevaar op blootstelling voor mensen, planten, dieren en grond- en oppervlaktewater voor een potentiële andere bestemming van het terrein.

Voorliggend rapport is gebaseerd op de 'Ontwerpversie Standaardprocedure beschrijvend bodemonderzoek' uitgegeven door OVAM, d.d. januari 2008. Bijkomend wordt rekening gehouden met:

- Decreet betreffende de bodemsanering en de bodembescherming van 27 oktober 2006 (B.S. 22 januari 2007);
- Besluit van de Vlaamse Regering houdende vaststelling van het Vlaams reglement betreffende de bodemsanering en de bodembescherming (VLAREBO) van 14 december 2007 (B.S. 22 april 2008);
- Compendium voor Monsternamen en Analyse ter uitvoering van het afvalstoffendecreet en bodemsaneringsdecreet (CMA);
- 'Code van goede praktijk'.

De aanleiding van dit onderzoek is de aangetroffen verontreiniging in het projectgebied:

- Ter hoogte van "Petroleum Groen" betreft het in hoofdzaak een verontreiniging met minerale olie die zowel aanwezig is in het vaste deel van de bodem als in het grondwater. In de zogenaamde kernzone zijn drijflagen aanwezig evenals sterk verhoogde concentraties aan monoaromatische koolwaterstoffen, in het bijzonder benzeen en xylenen;
- Op de terreinen van "FSI" komt in hoofdzaak een verontreiniging met zware metalen en PAK in het vaste deel van de bodem voor. De grondwaterkwaliteit kan lokaal door deze verontreiniging beïnvloed zijn. Naast zware metalen en PAK zijn tevens beperkte kernen met minerale olie in de grond aanwezig;
- Ter hoogte van de "Scheldekaaien" is er een verontreiniging met zware metalen en PAK's aanwezig in het vaste deel van de bodem.



### 3. BESCHRIJVING VAN DE ONDERZOEKSLOKATIE

#### 3.1. KADASTRALE GEGEVENS

De kadastrale gegevens van het te onderzoeken terrein zijn gekend als Provincie Antwerpen, Afdeling 1, Sectie I. Een overzicht van de perceelsnummers wordt weergegeven in onderstaande tabel.

De totale oppervlakte van de onderzoekslokatie bedraagt ca. 73 ha.

**Tabel 3-1 Perceelsnummers**

2875C	2890T2	2831D	2847N	2820A	2811D	2816/03
2876/02	2890S2	2850/02	2842R	2818B	2657E	2797A
2869C	2907E	2850M	2843T	2815B	2810C	2797B
2876B	2890C2	2850L	2843S	2815C	2657F	2797/02 A
2890/02	2899C	2833R	2821/02 H	2814C	2809C	2666H
2889L	2891E	2833S	2834/03 B	2800C	2825C	2666K
2897/02	2851M	2833T	2821/02 K	2813	2798A	2666L
2898/02	2891G	2848F	2834C	2821B	2816E	2665B
2889P	2851S	2833/02 E	2834D	2801C	2816D	2666/03
2889N	2832/02 C	2835D	2903D	2812C	2818/03	2666/02 B
2898C	2891F	2848S	2903C	2812B	2818/04	2816/02 B
2900/02 C	2832K	2848T	2838D	2822A	2817/02 C	2689/02 E
2890X2	2892D	2848M	2837A	2802A	2817/03 A	2690B
2890V2	2831/02	2847F	2819C	2811C	2816/04	2689E

De kadastrale gegevens zijn toegevoegd in Bijlage 2.

#### 3.2. SITUERING VAN HET ONDERZOEKSGBIED

Een luchtfoto met de afbakening van het projectgebied en een kaart met de eigendomsstructuur zijn opgenomen in Bijlage 3. De ligging van het terrein en de relevante omgevingskenmerken worden weergegeven op het liggingsplan in Bijlage 3.

Het projectgebied omvat terreinen aan de D'Herbouvillekaai, de Olieweg, de Mazoutweg, de Naftaweg, de Kopalweg, de Lakweg en de Lysolweg en de oostelijke spoorwegbundel.

De volledige onderzoekslokatie kan ingedeeld worden in 3 zones:

- Zone "Petroleum Groen": deze zone is gelegen aan de Olieweg, de Mazoutweg, de Naftaweg, de Kopalweg, de Lakweg en de Lysolweg. Ten westen van deze zone bevindt zich de Hobokense Polder;
- Zone "Scheldekaaien": dit gebied bevat nog in exploitatie zijnde terreinen langs weerszijden van de D'Herbouvillekaai. Dit gedeelte strekt zich uit van ATAB tot Mexiconatie;
- Zone "FSI": dit gebied omvat de sporenbundel ten oosten van "Petroleum Groen".

“Petroleum Groen” grenst in noordelijke en noordwestelijke richting aan de huidige petroleum cluster. Deze omvat volgende bedrijven: Alca Petroleum (noordelijke grens), Castrol en Kuwait (noordwestelijke richting langs de Schelde, niet aangrenzend aan “Petroleum Groen”).

De terreinen ten noorden van de D’Herbouvillekaai zijn eigendom van het Vlaams Gewest beheerd door Waterwegen en Zeekanaal nv. De overige terreinen in het studiegebied zijn eigendom van de Stad Antwerpen. De spoorwegenbundel is eigendom van FSI.

Het projectgebied is op het gewestplan verschillend ingekleurd. Volgende bestemmingstypes komen voor:

- industriegebied (bestemmingstype V);
- oeverstrook met bijzondere bestemming (Antwerpse kaaien) (bestemmingstype I);
- gebied voor gemeenschapsvoorzieningen en algemeen nut (bestemmingstype V);
- parkgebied (bestemmingstype IV);
- pleisterplaats voor woonwagenbewoners, nomaden of zigeuners (bestemmingstype III).

**Figuur 1      Uittreksel gewestplan**



Legende:

- |                       |   |
|-----------------------|---|
| Groen:                | parkgebied (bestemmingstype IV)   |
| Groen in blauwe zone: | pleisterplaats voor woonwagenbewoners, nomaden of zigeuners (bestemmingstype III) |
| Paars:                | industriegebied (bestemmingstype V)   |
| Licht groen:          | oeverstrook met bijzondere bestemming (Antwerpse kaaien) (bestemmingstype I)      |
| Blauw:                | gebied voor gemeenschapsvoorzieningen en algemeen nut (bestemmingstype V)         |
| N:                    | Natuurgebied (bestemmingstype I)  |



Grenzend aan het projectgebied komen voor:

- in noordelijke richting de Schelde;
- in oostelijke richting, naast de terreinen van "FSI", de sporenbundel van FSI;
- in zuidelijke richting een spoorweg en de Krugerbrug die de grens vormt met Hoboken;
- in westelijke richting het natuurgebied "Hobokense polder".

### **3.3. BESCHRIJVING VAN DE HUIDIGE ACTIVITEITEN**

De terreinen gelegen aan de Olieweg, de Mazoutweg, de Naftaweg, de Kopalweg, de Lakweg en de Lysolweg, in voorliggend document "Petroleum Groen" genoemd, zijn braakliggend. Alle bovengrondse installaties (met uitzondering van het bedrijventerrein van International Oil) werden verwijderd. Het terrein is dichtbegroeid met struiken, grassen en bomen.

International Oil werd failliet verklaard op 28/06/2005 (BS 5/07/2005). De installaties zijn nog wel aanwezig maar er is geen exploitatie meer.

De terreinen van "Petroleum Groen" worden occasioneel gebruikt voor de tijdelijke opslag van gronden afkomstig van nabijgelegen infrastructuurwerken en voor het storten van groen afval (info Joke Van Haecke Stad Antwerpen).

De terreinen van "FSI" zijn braakliggend en niet meer in gebruik. Een gedeelte van het terrein is begroeid met struiken en bomen.

Ter hoogte van de "Scheldekaaien" zijn langs beide zijden van de D'Herbouvillekaai nog in exploitatie zijnde terreinen aanwezig. Grenzend aan de Schelde bevindt zich in het onderzoeksgebied van west naar oost: Opslagterrein stad, LVT, opslagterrein stad Antwerpen en Mexiconatie.

Langs de overzijde van D'Herbouvillekaai bevindt zich van oost naar west: onderstation Elia, Petrol, opslagloodsen stad Antwerpen, jeugdhuis, woonwagenvak, kantoren stad Antwerpen en parking ATAB.

Foto's van de onderzoekslokatie zijn toegevoegd in Bijlage 4.

### **3.4. SAMENVATTING UITGEVOERDE BODEMONDERZOEKEN**

Arcadis heeft in 2003, in opdracht van het Stedelijke Ontwikkelingsbedrijf van de Stad Antwerpen, een samenvattende studie uitgevoerd waarbij alle tot dan toe uitgevoerde bodemonderzoeken werden gebundeld.

De resultaten van dit bodemonderzoek worden weergegeven op de overzichtstekeningen van de verontreinigingstoestand Bijlage 5. Tevens wordt een lijst toegevoegd met de al uitgevoerde bodemonderzoeken op de onderzoekslokatie en in de onmiddellijke omgeving. De resultaten van het onderzoek van 2003 worden in het huidige onderzoek bevestigd voor wat betreft de grondverontreiniging met minerale olie (zone Petroleum Groen) en PAK's en zware metalen in de grond (zone FSI en Scheldekaaien). Er worden echter geen PAK's meer aangetroffen in het noordelijk deel van "Petroleum Groen". De oppervlakte van de drijfvlagen en de grondwaterverontreiniging met minerale olie



is toegenomen. Een mogelijke verklaring hiervoor zijn de wisselende grondwaterstanden afhankelijk van de neerslaghoeveelheden.

Het voorliggende dossier is bij de OVAM bekend onder dossiernummer 93.

Een overzicht van de bij OVAM beschikbare al uitgevoerde onderzoeken op en rond het onderzoeksgebied werd toegevoegd in Bijlage 5.



## 4. VOORSTUDIE

### 4.1. HISTORISCH ONDERZOEK

#### 4.1.1. Bronnen

Voor het opstellen van het historisch onderzoek werden volgende bronnen geraadpleegd:

- de archieven van AMSAB: Het Amsab-Instituut voor Sociale Geschiedenis is zowel een archief, een bibliotheek als een onderzoekscentrum. Het verzamelt bronnen over progressieve sociale bewegingen. Niet alleen de 'klassieke' bewegingen zoals de socialistische arbeidersbeweging en de kleinlinkse partijen komen in beeld. Ook de nieuwe sociale bewegingen rond thema's als vrede, milieu, vrouwenemancipatie, migranten en derde wereld vinden de weg naar Amsab-ISG. Verder verzamelt Amsab-ISG materiaal van personen met een engagement in één van die bewegingen. Het voert hierbij een wetenschappelijke, onafhankelijke koers;
- kadastrale gegevens bij het Kadaster van Antwerpen;
- afgeleverde milieuvergunningen voor het onderzoeksgebied bij het provinciaal archief Antwerpen;
- thesis: Lokalisatie van potentiële historische bodemverontreiniging op microschaal\_Casus\_Petroleum Zuid (november 2003);
- al uitgevoerde bodemonderzoeken op de onderzoekslokatie (bron OVAM);
- technische dienst Gemeentelijk Havenbedrijf;
- Stadsarchief;
- Buck studie 2004;
- Luchtfoto's.

#### 4.1.2. Doel historisch onderzoek

Het doel van het historisch onderzoek is als volgt:

- een idee krijgen van de voormalige activiteiten en de geschiedenis van de onderzoekslokatie;
- een overzicht bekomen van de gebruikte produkten;
- een overzicht bekomen van de calamiteiten en potentiële verdachte lokaties op gebiedsniveau (niet op perceelniveau);
- een idee krijgen van de aanwezige ondergrondse leidingen;
- een idee krijgen van de uitgevoerde ophogingen en saneringswerken.

#### 4.1.3. Algemene historiek

- Op basis van de verzamelde gegevens werd een uitgebreid historisch onderzoek opgesteld.

Het uitgebreid historisch onderzoek is in Bijlage 6 terug te vinden.

Gestart wordt met een algemeen overzicht van de geschiedenis van de onderzoekslokaties. Volgende perioden worden onderscheiden:





- periode voor de komst van de petroleuminstallaties;
- opstart van de petroleum activiteiten (2<sup>de</sup> helft 19<sup>de</sup> eeuw);
- eerste fase van uitbreiding (begin 20<sup>ste</sup> eeuw);
- invloed van de 1<sup>ste</sup> Wereldoorlog;
- tweede fase van uitbreiding (vanaf 1920);
- derde fase van uitbreiding (vanaf 1934);
- invloed van de 2<sup>de</sup> Wereldoorlog;
- einde van de activiteiten (jaren 1940-1950).

Het optreden van calamiteiten is belangrijk bij het in kaart brengen van potentieel verontreinigde lokaties. Het projectgebied kende wat dit betreft een bewogen geschiedenis. In het historisch onderzoek wordt specifiek aandacht besteed aan:

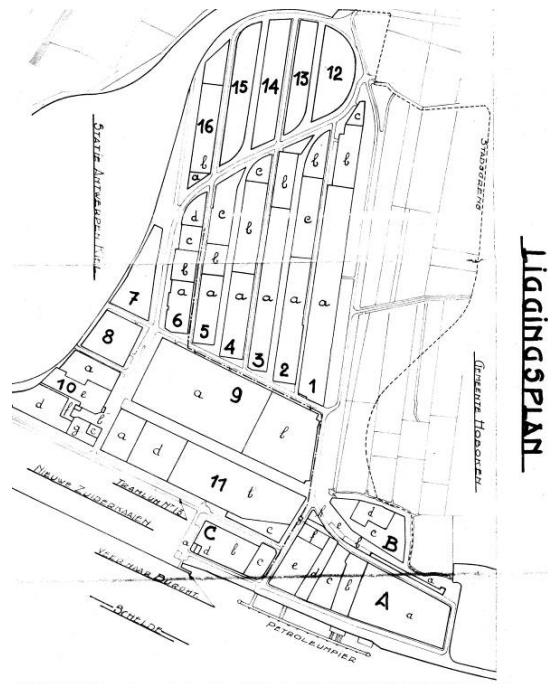
- petroleumbrand van 1904;
- impact van de wereldoorlogen;
- het productverlies uit pijpleidingen.

Aandacht wordt besteed aan de productieprocessen in het algemeen waarbij de risico-activiteiten worden geïdentificeerd. Deze risicoactiviteiten kunnen in verschillende categorieën opgesplitst worden:

- afvoer van afvalwater waarbij ook de verontreiniging van de grachten wordt bekeken;
- op- en overslag van producten;
- transport via het overwegend ondergronds pijpleidingen netwerk;
- de nevenactiviteiten waaronder aanwezigheid van smederijen, vatenslagerijen, ververijen en garages.

Finaal is er ook een beschrijving gegeven van de risicoactiviteiten per lot.

In onderstaande figuur wordt een overzicht gegeven van de lokatie van de verschillende loten.

**Figuur 2 Situering loten**

#### 4.1.4. Besluiten

Uit het historisch onderzoek kunnen volgende conclusies getrokken worden:

- Ter hoogte van "Petroleum Groen" kan op basis van de historische info en de uitgevoerde processen gesteld worden dat de voornaamste verontreinigingsparameters terug te brengen zijn tot minerale olie, BTEX en zware metalen. Bijkomende verontreinigingsparameters zijn fenolen, aniline (werd gebruikt sinds 1950), creosolen en tetraethyllood (vanaf 1922 gebruikt als antiklop middel bij benzines). De opslag van benzine en tetraethyllood gebeurde voornamelijk op lot 6 en 5 (zone d). Het toevoegen van tetraethyllood gebeurde voornamelijk op lot 5 (zone d en lot 7).
- Voor aanleg van de sporen ter hoogte van "FSI" werd een stabilisatielaag aangelegd op basis van verbrandingsassen van steenkoolverbranding. De aanwezigheid van zware metalen en PAK in de aanwezige assenlaag alsook uitloging van zware metalen en PAK uit de assenlaag kan niet worden uitgesloten. PAK en zware metalen kunnen zodoende worden weerhouden als verdachte parameters. De homogene verspreiding van de assenlagen kan aanleiding geven tot relatief homogene concentraties aan zware metalen en PAK.
- Ter hoogte van D'Herbouvillekaai (zone "Scheldekaaien") zijn de verdachte parameters terug te brengen tot minerale olie (afhankelijk van de bedrijfsactiviteiten) en zware metalen en PAK's (ophooglaag).

Tekening 10 uit Bijlage 6 geeft een overzicht van de risicolokaties met aanduiding van de mogelijke verontreinigingsparameters.



## 4.2. BODEMOPBOUW EN HYDRO(GEO)LOGIE

### 4.2.1. Bronnen

Voorliggend hoofdstuk werd uitgewerkt op basis van:

- grondwaterkwetsbaarheidskaart van de provincie Antwerpen (1987; Ministerie van de Vlaamse Gemeenschap);
- geologische kaart van Antwerpen: (schaal 1/50.000) (1996, Belgische Geologische Dienst);
- Databank Ondergrond Vlaanderen ([dov.vlaanderen.be](http://dov.vlaanderen.be));
- geo-vlaanderen/agiv;
- uitgevoerde boringen en sonderingen in het kader van het bodemonderzoek.

### 4.2.2. Geologie ter hoogte van Petroleum Zuid door de jaren heen

#### 4.2.2.1. Algemene situering

De onderzoekslokatie was oorspronkelijk een polderlandschap; een vlak en laag gebied gelegen onder het gemiddelde vloedniveau van de Schelde. Het microreliëf werd door uitstroming en uitvening bepaald. De ontwatering gebeurde kunstmatig door poldersloten, sluizen en bemaling.

De diepste en dus oudste laag die van belang is voor de levensprocessen en – vormen die op Petroleum-Zuid voorkomen, is de klei van Boom (Rupeliaan). Deze klei werd in het Oligoceen (ca. 26 tot 38 miljoen jaar geleden) afgezet. De kleilaag is hier meerdere tientallen meters dik.

Bovenop de klei bevinden zich kwartaire zandlagen die relatief goed waterdoorlatend zijn. Hierop bevinden zich de alluviale Schelde-afzettingen bestaande uit klei en veen. Gedurende de laatste tienduizend jaar werd door de Schelde klei afgezet, een proces dat in de buitendijkse slikken- en schorregebieden nog steeds verder gaat.

Op plaatsen waar het constant nat was, rotte het afgestorven plantenmateriaal niet weg, waardoor veen ontstond. De alluviale klei/veenlaag is plaatselijk afwezig. Dit kan ondermeer verklaard worden doordat in de vorige eeuw het veen op sommige plaatsen werd ontgonnen als brandstof. Op basis van eerder uitgevoerde bodemonderzoeken kan geconcludeerd worden dat de veenwinning plaatsvond tot aan de huidige Olieweg. Hierbij kan de alluviale laag plaatselijk volledig afgegraven zijn. Daarnaast heeft de Leigracht zich plaatselijk tot in de kwartaire zanden ingesneden.

In de recentere geschiedenis werd de Schelde ingedijkt en ontstond een polder die gedurende eeuwen een landbouwbestemming kende. In 1900 werd het gehele gebied onteigend en tussen mei en september 1902 werd het gebied opgehoogd en de oude loop van de Leigracht gedempt. Hierdoor kwam bovenop de alluviale afzettingen een zandige opvullaag te liggen van 1 tot 2 m dikte.

#### 4.2.2.2. Aanvulling

Zoals vermeld in punt 4.2.2.1 werd het terrein van “Petroleum Groen” opgehoogd bij de aanleg van het bedrijventerrein (begin 20 ste eeuw). De oorspronkelijke loop van de Leigracht werd gedempt en kreeg een nieuwe bedding in dit nieuwe



opgehoogde materiaal. Het betreft een zandige ophooglaag van 1 tot 2 m dikte, afhankelijk van de topografie van het terrein. De herkomst van het ophoogmateriaal is niet gekend. Uit de boorstaten en dwarsdoorsnedes (toegevoegd in Bijlage 7 en Bijlage 8) blijkt dat er ook puin aanwezig is dat waarschijnlijk eveneens gebruikt is als ophoogmateriaal. De maaiveldhoogte op "Petroleum Groen" varieert van 2,5 tot 3,5 TAW.

De zone "Scheldekaaien" werd opgehoogd met materiaal gewonnen bij het uitbaggeren van de Schelde en met puin. Mogelijks bedekt de ophooglaag ook vroegere bouwconstructies. Deze zone bevindt zich op een maaiveldhoogte van ca 6,5 tot 7,5 m TAW.

Voor de aanleg van de sporen werd ter hoogte van "FSI" een stabilisatielaag aangelegd op basis van verbrandingsassen van steenkoolverbranding. Tijdens het uitvoeren van de boringen werd deze ophooglaag (bestaande uit asfalt, kolengruis, sintels, slakken, zinkassen) vastgesteld.

Op basis van de diepe boringen kan gesteld worden dat de ophoging zich tot op een diepte van ca 4 m-mv bevindt. Het "FSI" terrein heeft een maaiveldhoogte variërend van 3 tot 6,5 m TAW.

#### **4.2.2.3. Alluvium/Polderklei**

De Polderklei bestaat uit een mix van klei, veen, zandlaagjes en vormt, op de plaatsen waar hij continu aanwezig is, een ondoorlaatbare afscherming van de tweede watervoerende laag.

In Bijlage 9 wordt de diepte en de dikte van de Polderklei in de 3 zones weergegeven.

Ter hoogte van "Petroleum Groen" was de Polderklei in het verleden continu aanwezig.

Door de jaren heen is deze vermoedelijk op sommige plaatsen verdwenen door het winnen van veen (noordelijk gedeelte) en aanleggen van infrastructuur (bouwen van tanks, ...). Ook de Leigracht snijdt de alluviale kleilaag.

- Op "Petroleum Groen" komt de Polderklei voor op een diepte van 1,5 tot 2,5 m-mv. Op sommige lokaties ontbreekt deze echter. De dikte varieert van 1 tot 3 m.
- In de zone ter hoogte van de "Scheldekaaien" is de Polderklei aanwezig op een diepte van 6 tot 8 m-mv en heeft deze een dikte van ca 2 m.
- Op het terrein van "FSI" varieert de Polderklei van 2 tot ca 5 m-mv en heeft deze eerder een geringe dikte (< 1 m).

#### **4.2.2.4. Kwartaire zanden**

Deze zanden uit het Pleistoceen bestaan uit grijs siltig tot middelgrof zand met plaatselijke aanwezigheid van schelpen. Die kwartaire zanden bevinden zich bovenop de Boomse Klei maar zijn niet overal aanwezig. De dikte van deze zanden varieert van 0,5 tot 3,5 m.



#### 4.2.2.5. Boomse Klei

De Formatie van Boom bestaat uit grijze, zware klei en is ter hoogte van de onderzoekslokatie enkele tientallen meters dik. De formatie wordt gekenmerkt door de aanwezigheid van kalksteenconcreties en banden rijk aan organisch materiaal en wordt als ondoorlatend beschouwd.

Boven op de Boomse klei bevindt zich een grindhoudend zandlaagje met een dikte van 0,5 tot 1,0 m. Deze laag kan als een erosiehorizont beschouwd worden.

- Ter hoogte van "Petroleum Groen" is de Boomse Klei aanwezig op een diepte van ca 5 m-mv.
- Op het terreingedeelte van "Scheldekaaien" neemt de diepte van deze kleilaag snel toe van D'Herbouvillekaai naar de Schelde toe (diepte meer dan 10 m-mv).
- Ter hoogte van "FSI" wordt de Boomse Klei aangetroffen op ca 7,5 m-mv.

#### 4.2.2.6. Bodemprofiel

In onderstaande tabel wordt op basis van de uitgevoerde boringen en de geologische opbouw voor elke zone een bodemprofiel opgesteld.

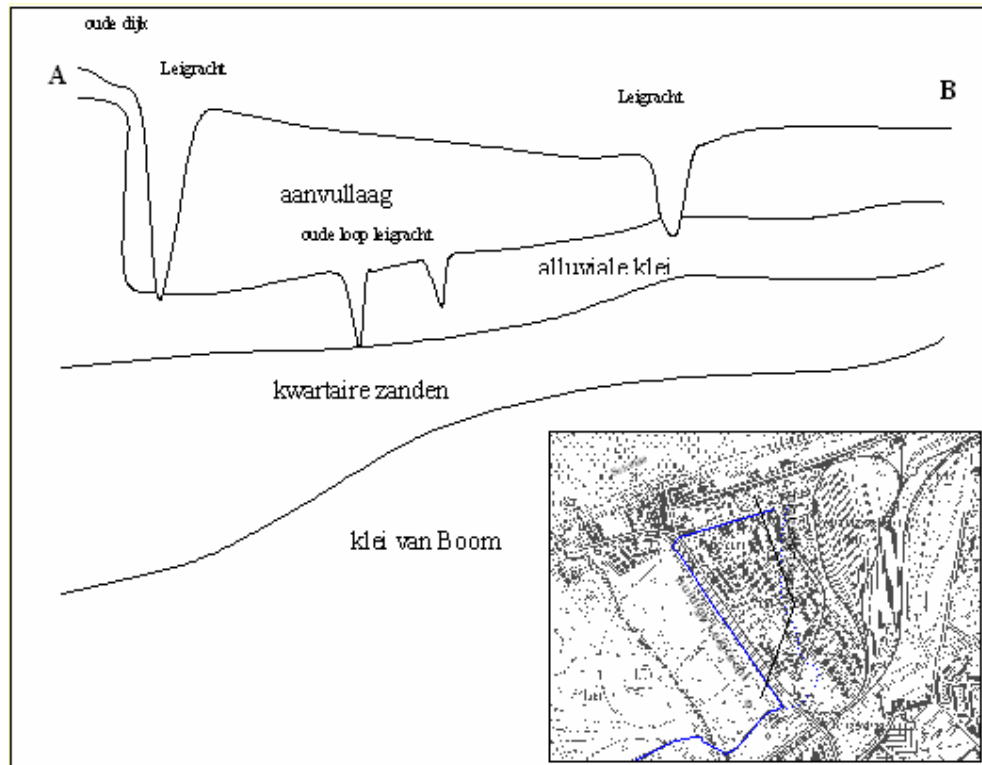
**Tabel 4-1 Bodemprofiel**

diepte in m-mv	Beschrijving	Formatie
<b>Petroleum Groen</b>		
0,0-2,0	Zandige aanvullaag	Aanvulling
2,0-3,0	Alluviale klei	Alluvium
3,0-5,0	Zand	Kwartaire zanden
Vanaf 5,0	Boomse klei	Formatie van Boom
<b>Scheldekaaien</b>		
0-6,0	Zand en puin	Aanvulling
6,0-8,0	Alluviale klei	Alluvium
8,0-10,0	Zand	Kwartaire zanden
Vanaf 10	Boomse Klei	Formatie van Boom
<b>FSI</b>		
0,0-4,0	Ophooglaag (puin, sintels, assen)	Aanvulling
4,0-5,0	Alluviale klei	Alluvium
5,0-9,0	Zand	Kwartaire zanden
Vanaf 9,0	Boomse Klei	Formatie van Boom

Voor bijkomende informatie met betrekking tot de bodemopbouw wordt verwezen naar de boorprofielen in Bijlage 7 en de dwarsdoorsnedes in Bijlage 8.

Onderstaande figuur toont een vereenvoudigd geologisch profiel van de site "Petroleum zuid".

**Figuur 3 Vereenvoudigd geologisch profiel van de site "Petroleum zuid"**



**Opmerking:**

De boorprofielen en lithologische omschrijvingen die in dit rapport vermeld worden, zijn - tenzij anders expliciet vermeld - enkel gebaseerd op visuele waarnemingen. Zij dienen dus met de nodige omzichtigheid gehanteerd te worden. ARCADIS Belgium nv aanvaardt geen enkele aansprakelijkheid voor het gebruik van deze boorprofielen/omschrijvingen buiten de context van deze studie.

### 4.2.3. Hydrogeologie

#### 4.2.3.1. Watervoerende lagen

Hydrogeologisch kunnen twee watervoerende lagen onderscheiden worden:

- een freatisch watervoerende laag van geringe dikte in de ophooglaag, de Polderklei vormt de eerste afsluitende laag;
- een tweede, enigszins gespannen, watervoerende laag in het kwartaire zandcomplex, onderaan begrensd door de Boomse Klei en bovenaan door de Polderklei.

Gezien de Polderklei op verschillende plaatsen afwezig is (veenwinning, bouwen van constructies, Leigracht) staan de 2 watervoerende lagen vermoedelijk met elkaar in contact.



Met behulp van divermetingen werd de invloed van de Scheldegetijden op de 2 watervoerende lagen onderzocht. De resultaten van de divermetingen worden besproken onder punt 4.4.2.

#### **4.2.3.2. Grondwaterkwetsbaarheid**

De gegevens werden opgezocht op de grondwaterkwetsbaarheidskaart van de provincie Antwerpen.

Ter hoogte van de "Scheldekaaien" bevindt zich een smalle strook met zeer kwetsbaar grondwater (index Ca1: een zandige watervoerende laag met een dunne (<5 m) of zandige deklaag, de onverzadigde zone heeft een dikte kleiner dan 10 m). Het grondwater ter hoogte van deze strook is verzilt.

Het overige deel van de onderzoekslokatie bevindt zich in een gebied met weinig kwetsbaar grondwater (index Dc: kleihoudende zandige watervoerende laag met een kleiige deklaag, de onverzadigde zone heeft een dikte kleiner dan 10 m).

#### **4.2.3.3. Vergunde grondwaterwinningen**

Binnen een straal van 1 kilometer van de onderzoekslokatie bevinden er zich geen door AMINAL vergunde grondwaterwinningen.

#### **4.2.3.4. Beschermingszones**

De onderzoekslokatie bevindt zich niet in een beschermingszone van een waterwingebied.

### **4.2.4. Oppervlaktewater**

#### **4.2.4.1. Beschrijving oppervlaktewatersysteem**

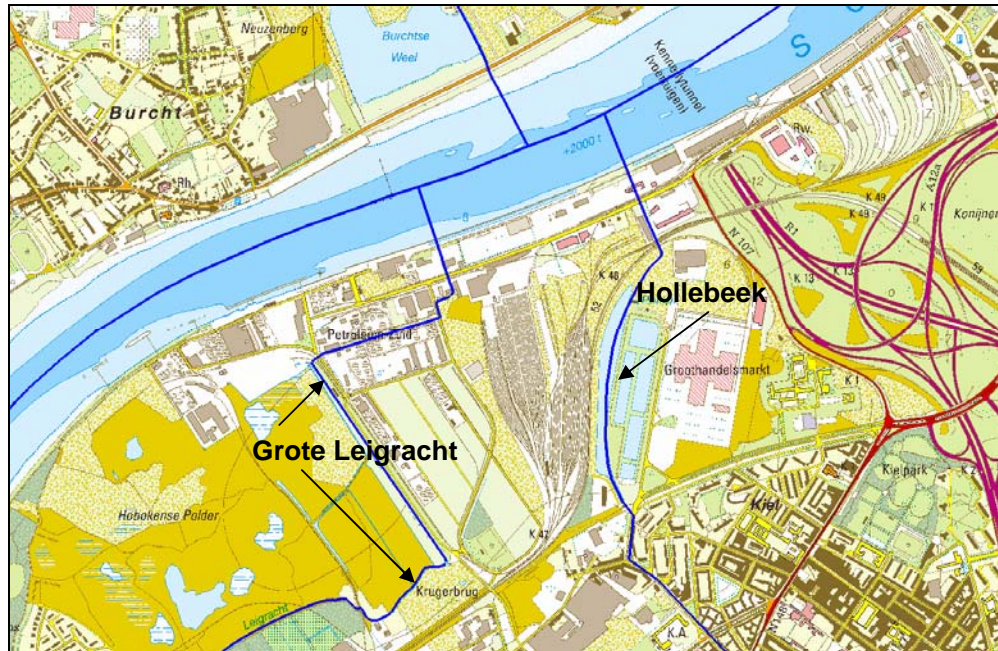
##### **Situering studiegebied**

IPZ is gelegen in het deelbekken Beneden Vliet. Dit deelbekken maakt deel uit van het Waterschap Beneden Vliet en ligt in het Benedenschelde bekken, dat op zijn beurt deel uitmaakt van het stroomgebied van de Schelde.

In Bijlage 10 wordt een situering van het deelbekken Beneden Vliet weergegeven. IPZ is gelegen in het noordelijke uiterste van dit deelbekken. Zoals op de kaart te zien is stromen de Hollebeek en de Grote Leigracht doorheen het studiegebied. Ten westen van de het studiegebied ligt de Hobokense polder en ten Noorden ligt de Schelde.

De site van IPZ is gelegen naast de Hobokense polder. Dit natuurgebied heeft zijn naam te danken aan het vroegere poldergebied dat zich hier langs de oever van de Schelde uitstrekte: laaggelegen land dat geregeld overstromd raakte en in cultuur werd gebracht. Sinds de ophogingen is een nieuw landschap ontstaan dat door snelle evolutie van flora en fauna voortdurend verandert.

Het is belangrijk om hiermee rekening te houden. Enerzijds om te zorgen dat vanuit de site van IPZ geen verdere negatieve invloeden uitgaan naar dit natuurgebied zoals vervuiling via grond- of oppervlakte water. Anderzijds is de nabijheid van een natuurgebied een extra troef voor deze site.

**Figuur 4 Situering site op topoplan met aanduiding waterlopen****Waterlichamen**

Grofweg kan gesteld worden dat het studiegebied wordt begrensd door de Schelde, het stuk van de Grote Leigracht langsheen de Naftaweg en de Hollebeek langsheen de sporenbundels.

In Bijlage 10 wordt een overzicht gegeven van het oppervlaktewater aanwezig in het studiegebied en onmiddellijke omgeving.

**- Schelde**

Aan de noordzijde wordt het terrein begrensd door de Schelde, een getijdegevoelige rivier van categorie 0 (bevaarbaar);

**- Grote Leigracht**

De Grote Leigracht is ter hoogte van de Krugerbrug in twee gesplitst door een dam. Het deel ten zuidwesten van de Krugerbrug loopt doorheen het natuureservaat Hobokense Polder en stroomt in de richting van Polderstad.

Het deel van de Leigracht dat door de polder stroomt, is een waterloop van 2<sup>e</sup> categorie en wordt beheerd door de provincie Antwerpen. Stroomafwaarts van de Hobokense Polder wordt de Leigracht een niet geklasseerde waterloop.

Het deel van de Leigracht ten noorden van de Krugerbrug stroomt in de andere richting langsheen het natuurgebied. Het vormt de grens tussen Petroleum-Zuid en de Hobokense Polder. Verder naar het noorden ontvangt deze gracht de lozing van gezuiverd afvalwater van enkele petrochemische bedrijven. Ter hoogte van de Naftaweg gaat de Leigracht ondergronds op het bedrijfsterrein van Alca Petroleum. Het water wordt via een pompstation in de Schelde geloosd. De laatste jaren wordt het waterpeil erg hoog gehouden. Hierdoor stroomt water via een bypass in het andere deel van de Grote





Leigracht, langsheen de Hobokense polder, dat een veel lager peil kent en in andere grachten in het natuurgebied.

- **Hollebeek (ook gekend als Houwer)**

De Hollebeek loopt ten westen van de sporenbundels in het projectgebied. Ze mondt ook via een pompstation in de Schelde uit. De Hollebeek is op een aantal stukken ingebuisd. De Hollebeek doet eveneens dienst als bufferbekken voor de rioolwaterzuiveringsinstallatie van Aquafin.

De Hollebeek is ook een waterloop van 2<sup>e</sup> categorie die beheerd wordt door de provincie Antwerpen.

- **'s Heerensgracht**

Aan de oostzijde van de Olieweg loopt een tweede gracht ('s Heerensgracht - niet gecategoriseerd). Aan de westzijde van de Olieweg is deze gedempt. De 's Heerensgracht water in zuidwestelijke richting af in de Leigracht.

- **Zijgrachten**

Doorheen het gebied zijn een aantal zijgrachten aanwezig die de afwatering van het gebied moeten verzekeren.

Een deel van het gebied watert af naar de Grote Leigracht en een ander deel naar de Hollebeek.

Ter hoogte van de "Scheldekaai" loopt over een grote afstand een gracht parallel met de Schelde (niet gecategoriseerd). Deze gracht heeft momenteel de functie om water tijdelijk te bufferen bij hoogwater op de Schelde. Bij laagwater kan het water uit deze gracht gravitair naar de Schelde lozen doorheen oude sluissystemen. Via Waterwegen en Zeekanaal NV vernamen we dat deze gracht tussen 1970 en 1980 ontgraven werd omdat de kaaimuur begon te 'wandelen'. Het ontgraven van de grond achter deze kaaimuur zorgde ervoor dat de druk van het grondwater en de grond afnam waardoor de kaaimuur zijn stabiliteit kon behouden.

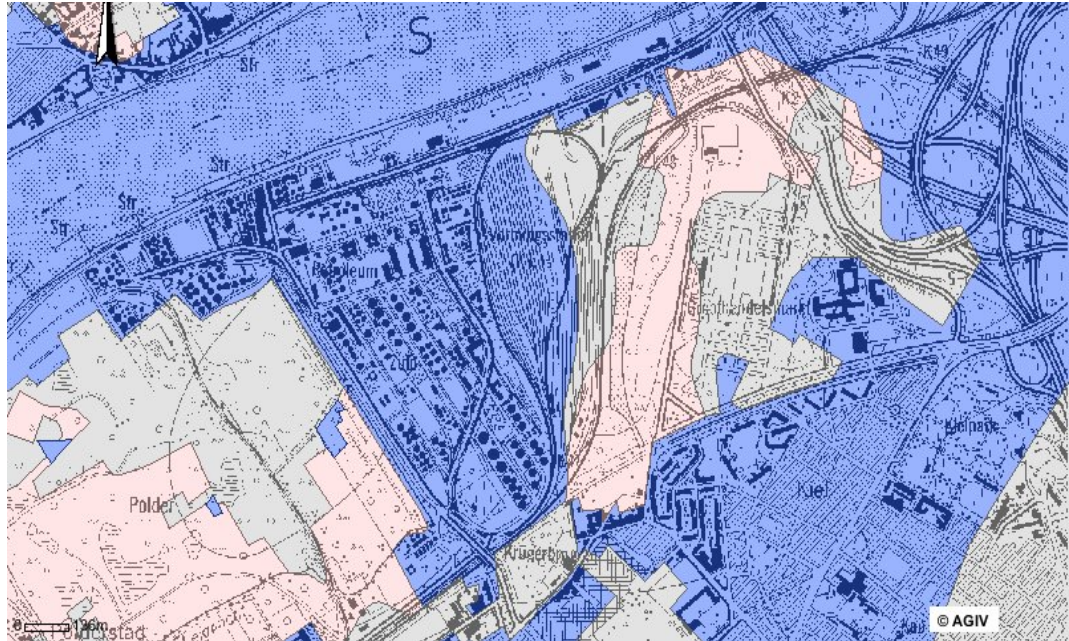
- **Lozingspunten**

Vanuit de bestaande industrie in IPZ wordt gezuiverd afvalwater geloosd in de Grote Leigracht.

#### 4.2.4.2. **Waterrijk/waterziek**

Volgens de geoloketten van het AGIV (Agentschap voor Geografische Informatie Vlaanderen) is de onderzoekslokatie van nature overstroombaar.

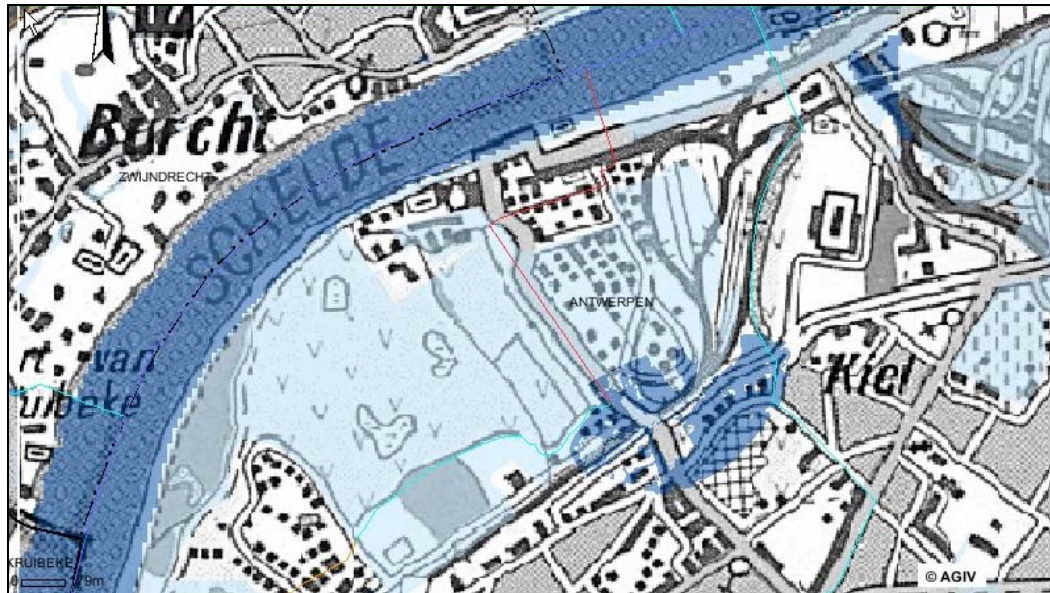
**Figuur 5 Situering overstromingsgebieden (AGIV)**



In het deelbekkenbeheersplan van de Beneden Vliet worden geen problemen gemeld van wateroverlast in dit gebied. De grondwatertafel staat zeer hoog in "Petroleum Groen" en volgens de watertoetskaart is het hele gebied mogelijk overstromingsgevoelig en het zuidelijke deel effectief overstromingsgevoelig. Het overstroomt hier wel maar gezien dit in braakliggend terrein is wordt dit niet als een probleem ervaren.

Bij een herinrichting van de terreinen dient hier uiteraard wel de nodige aandacht aan geschonken te worden. Zowel in functie van beveiliging tegen overstromingen op de terreinen zelf, als in functie van eventuele compensatie van natuurlijk buffervolume dat zou verdwijnen bij een ophoging van de terreinen.

**Figuur 6** Watertoets (Donkerblauw: Effectief overstromingsgevoelig; Lichtblauw: Mogelijk overstromingsgevoelig; Grijs: Niet overstromingsgevoelig)



#### 4.2.4.3. *Waterkwaliteit*

##### *Algemeen*

Algemeen kan gesteld worden dat de kwaliteit van het oppervlaktewater in het hele deelbekken van de Beneden Vliet slecht is, zowel biologisch als fysisch-chemisch. Dit wordt veroorzaakt door de aanwezigheid van industrie (waarvan sommige nog ongezuiverd afvalwater lozen) en de grote verstedelijkingsgraad. Momenteel leeft er bijna geen vis in het deelbekken.

Meer specifiek voor de site van IPZ kan gesteld worden dat de Grote Leigracht en de Hollebeek verontreinigd zijn. Door de petrochemische industrie die jarenlang hier actief geweest is, is de bodem en grondwaterlaag vervuild met onder andere polycyclische aromatische koolwaterstoffen en minerale oliën. Doordat dit grondwater naar de Leigracht draineert, is deze ook vervuild. Enkel de Leigracht saneren zou dus geen afdoende maatregel zijn gezien de bron van de vervuiling daarmee niet weggenomen is.

De drainage gebeurt naar het bovenste stuk van de Leigracht, dat afwatert naar de Schelde. Men zou dus kunnen stellen dat de Hobokense polder gevrijwaard blijft van deze bron van vervuiling. Dit is echter niet helemaal waar. Zoals eerder gezegd wordt het peil in het noordelijke deel van de Leigracht de laatste jaren hoog gehouden. Hierdoor stroomt het water soms over de dam naar het westelijke deel, dat in contact staat met de polder.

##### *Metingen*

De laatste waterkwaliteitsmetingen uitgevoerd door de VMM op de site zelf dateren van 1997. Recente metingen zijn niet beschikbaar. Deze metingen geven algemeen een slechte waterkwaliteit weer. Er waren twee meetpunten op de site. Het eerste bevindt zich op de Hollebeek net opwaarts de monding in de



Schelde en het tweede op de Grote Leigracht ter hoogte van de scheidingsdam bij de Krugerbrug.

De Prati Index volgens zuurstof werd ter hoogte van deze sites opgemeten tussen 1989 en 1997. De waarden worden weergegeven in Tabel 4-2. Over deze tijdsspanne was enige verbetering merkbaar. De Prati Index daalde maar bleef in de categorie "verontreinigd".

**Tabel 4-2 Waterkwaliteit, Prati Index volgens zuurstof**

Meetpunt	1989		1997	
	Prati Index volgens zuurstof	Categorie	Prati Index volgens zuurstof	Categorie
Hollebeek	9,4	Zwaar verontreinigd	4,2	Verontreinigd
Grote Leigracht	7,7	Verontreinigd	6,5	Verontreinigd

De Belgische Biotische index werd op beide plaatsen drie keer opgemeten. De waarden staan in Tabel 4-3 en wijzen op een zeer slechte biologische waterkwaliteit.

**Tabel 4-3 Waterkwaliteit, Belgische Biotische Index**

Meetpunt	1991		1993		1995	
	BBI	Categorie	BBI	Categorie	BBI	Categorie
Hollebeek	2	Zeër slechte kwaliteit	2	Zeër slechte kwaliteit	2	Zeër slechte kwaliteit
Grote Leigracht	0	Zeër slechte kwaliteit	1	Uiterst slechte kwaliteit	0	Zeër slechte kwaliteit

Ook ter hoogte van de Hobokense polder is een meetpunt op de Grote Leigracht. Dit meetpunt werd nog recenter opgemeten.

De Belgische Biotische index evolueerde tussen 1997 en 2005 van een waarde 4, slechte kwaliteit, naar een waarde 7, goede kwaliteit. De Prati Index volgens zuurstof bleef echter verontreinigd water aangeven met een waarde van 5,1 in 1998 en 6,7 in 2005.

#### **4.2.4.4. Structuurkwaliteit waterlopen**

De waterlopen in heel het deelbekken Beneden Vliet kennen over het algemeen een lage structuurkwaliteit. Op vele plaatsen zijn de waterlopen rechtgetrokken of ingebuisd.

Dit geldt ook voor de waterlopen ter hoogte van de site van IPZ. Door de ophogingen van het terrein zijn de Grote Leigracht en de Hollebeek van hun oorspronkelijke, lager gelegen, loop verlegd en mee opgehoogd. Ze zijn omheen de site gelegd en volledig rechtgetrokken. De Hollebeek is over grote stukken ingebuisd. Beide grachten lozen niet gravitair naar de Schelde maar worden verpompt.



#### **4.2.4.5. Geplande acties in het kader van het deelbeken beheerplan**

Op de kaart in Bijlage 10 wordt de lokatie van de verschillende acties die opgenomen zijn in het deelbekken beheersplan Beneden Vliet aangeduid. Hier worden enkele de acties aangehaald die relevant zijn voor IPZ.

#### **4.2.4.6. Saneren Grote Leigracht en peilverhoging in Hobokense Polder**

Deze actie heeft betrekking op het deel van de Grote Leigracht dat afloopt naar Polderstad langsheen de Hobokense polder. Deze actie werd aangehaald door Natuurpunt. Het beoogde resultaat is een verbeterde waterkwaliteit in de Grote Leigracht en een verhoogd waterpeil in de Hobokense polder. Dit is wenselijk vanuit ecologisch oogpunt.

Gezien de waterhuishouding en de waterkwaliteit van de Grote Leigracht en de Hobokense polder samenhangen met deze van de site IPZ, werd beslist om geen actie te plannen in het kader van het deelbekkenbeheersplan. Deze informatie werd doorgegeven aan het project voor de ontwikkeling van IPZ. De nodige aanpassingen in de waterhuishouding van het gebied moeten mee opgenomen worden in de ontwikkeling van IPZ.

#### **4.2.4.7. Herinrichting van de bovenloop van de Hollebeek**

Deze actie heeft betrekking op de bovenloop van de Hollebeek tussen de Moerelei en de Klaverbladdreef en de gracht naast de Moerelei.

De gracht langsheen de Moerelei krijgt veel oppervlaktewater te verwerken. Doordat deze gracht niet in verbinding staat met de Hollebeek kan het water hier moeilijk weg. De bovenloop van de Hollebeek zelf loopt geregeld over, maar gezien dit in extensief agrarisch gebied gebeurt, is dit niet echt een probleem. Iets verder stroomafwaarts zijn verkavelingsplannen langsheen de beek. Hier zal dus genoeg aandacht moeten uitgaan naar buffering.

De bovenloop van de Hollebeek is een van de weinige waterlopen op het zuidelijke grondgebied van Antwerpen waar potentie bestaat tot herstel van een natuurlijke situatie. De herinrichting van deze beek in functie van natuurontwikkeling wordt gezien als een prioritaire actie die ook als voorbeeldproject kan dienen van integraal waterbeheer.

Het beoogde resultaat van deze actie is het vermijden van wateroverlast langsheen de gracht en de waterloop. De initiatiefnemer van dit project is de stad Antwerpen. Er zijn nog geen concrete acties ondernomen voor de uitvoering van deze actie. De uitvoering hiervan zou slecht in beperkte mate invloed hebben op de waterhuishouding ter hoogte van IPZ.

#### **4.2.4.8. Verlegging Hollebeek ter hoogte van de Sint-Bernardse steenweg**

Ten zuiden van de site van IPZ ligt de bovenloop van de Hollebeek. Ter hoogte van de Sint-Bernardse steenweg gaat de beek ondergronds en is aangesloten op de riolering. Het plan om de Hollebeek af te koppelen van de riolering en door een verlegging beter bereikbaar te maken voor onderhoud is al lopende. Hieraan gekoppeld zou ook een groene zone tussen de Hollebeekstraat en Daniel Herreynlaan aangekocht worden. Deze zone doet momenteel dienst als overstromingszone maar is bestemd als woongebied. De aankoop zou het behoudt als overstromingszone, gekoppeld aan de inrichting als groengebied, kunnen garanderen.



Momenteel loopt een BPA in de Hollebeekvallei. Het initiatief voor dit project werd genomen door de Stad Antwerpen en de Provincie Antwerpen. Het project is lopende maar er is nog geen einddatum voorzien.

Deze actie zal geen veranderingen brengen aan de waterhuishouding ter hoogte van het projectgebied IPZ.

#### **4.2.4.9. Kwaliteit en kwantitatief beheer van de Fortgracht**

Ten zuiden van de site IPZ ligt Fort 7 met rondom de Fortgracht. Deze gracht wordt gevoed door kwelwater. Momenteel wordt het overtollige water via een overstort rechtstreeks geloosd in de riolering. In het deelbekkenbeheersplan wordt als actiepunt aangehaald om dit water via het grachtenstelsel van het Schoonselhof naar de Hollebeek af te voeren. Dan kan het water zo verder afgevoerd worden naar de Schelde. Dit zal zorgen voor een verhoogd debiet in de Hollebeek, ook ter hoogte van IPZ, en het zou voor problemen van opstuwning kunnen zorgen ter hoogte van de inbuizing van de Hollebeek.

Om dit te kunnen uitvoeren is het nodig om de knelpunten en mogelijke oplossingen kwantitatief en kwalitatief te bestuderen. Dit actiepunt wordt niet aangeduid als dringend en is nog niet opgestart. De initiatiefnemer is de stad Antwerpen.

#### **4.2.4.10. Relatie met Sigma plan**

Het Sigmaplan werd uitgewerkt om de laaggelegen gebieden in de valleien van de Zeeschelde en van haar tijgebonden zijrivieren te beschermen tegen overstromingen. Met het oog op o.a. eventuele klimaatsveranderingen werd het Sigmaplan de laatste jaren geactualiseerd. In het geactualiseerde Sigmaplan wordt de verhoging van de dijken langsheen deze rivieren, de aanleg van gecontroleerde overstromingsgebieden en de ontpoldering van een aantal bestaande polders voorzien.

Ter hoogte van IPZ zijn er in het kader van het Sigma plan geen specifieke maatregelen gepland zoals een overstromingsgebied of een ontpoldering. Wel zullen de dijken van de Schelde op Sigma-hoogte gebracht worden (9,25 m TAW voor het deel van de Schelde tussen Oosterweel en Temse). Gezien de afwatering van het gebied naar de Schelde nu toch al niet gravitair gebeurt, zal dit geen verandering brengen aan de waterhuishouding van de site IPZ. Wel is het zo dat er een opportuniteit bestaat om de inrichting van het gebied langsheen de "Scheldekaaien" af te stemmen op de realisatie van het Sigmaplan. Er kan gebruik gemaakt worden van de subsidieregeling voor de aanleg van kaaimuren op basis van een PPS constructie (samenwerking privé en overheid), en ook de realisatie van een pompgemaal in het verlengde van de grens tussen de Hobokense polder en IPZ (om het water na herontwikkeling van de site te kunnen lozen naar de Schelde) kan gecombineerd worden met de ophoging van de Scheldedijk.

#### **4.2.4.11. Opmeting Grote Leigracht en 's Heerensgracht**

Met het oog op de sanering van de Grote Leigracht en de waterhuishouding in de omgeving werden een aantal dwarssecties gemeten op de Grote Leigracht en de Hollebeek. Er werden 4 profielen gemeten op de Grote Leigracht en 5 op de Hollebeek.

Het bodempeil van de Grote Leigracht varieert van 0,06 tot 0,60 m TAW. Het slibpeil varieert van 0,25 m TAW tot 0,90 m TAW. De hoeveelheid slib varieert



tussen de 10 en 40 cm. Het waterpeil nam op het moment van de metingen toe van het meest zuidelijke punt ter hoogte van de Krugerbrug (1,71 m TAW) tot aan het punt net voor de plaats waar de waterloop onder de grond gaat in het noorden van de site (2,00 m TAW). Dit hoogteverschil is vermoedelijk te verklaren doordat de metingen op de verschillende dwarsprofielen op verschillende momenten gebeurden en niet gelijktijdig (wel op dezelfde dag). Tengevolge van het getij en het niet kunnen lozen, namen de peilen waarschijnlijk tijdens de metingen toe.

Het bodempeil van de Houwer (Hollebeek) varieert tussen de 0,30 m TAW in het noorden van de Houwer tot -1,39 m TAW meer naar het zuiden van het bufferbekken. De dikte van het slib bedraagt 30 tot 50 cm over de hele lengte van de Houwer.

### 4.3. TOPOGRAFIE

In Figuur 7 en Figuur 8 wordt de topografie van het onderzoeksgebied weergegeven. De hoogtes in de legende worden weergegeven in TAW. De hoogteligging varieert tussen 1,57 en 7,65 m TAW.

Hieruit blijkt dat de zone "Petroleum Groen" lager gelegen is dan "FSI" en "Scheldekaaien". De heuvels die aangeduid zijn op "Petroleum Groen" zijn tijdelijke grondhopen.

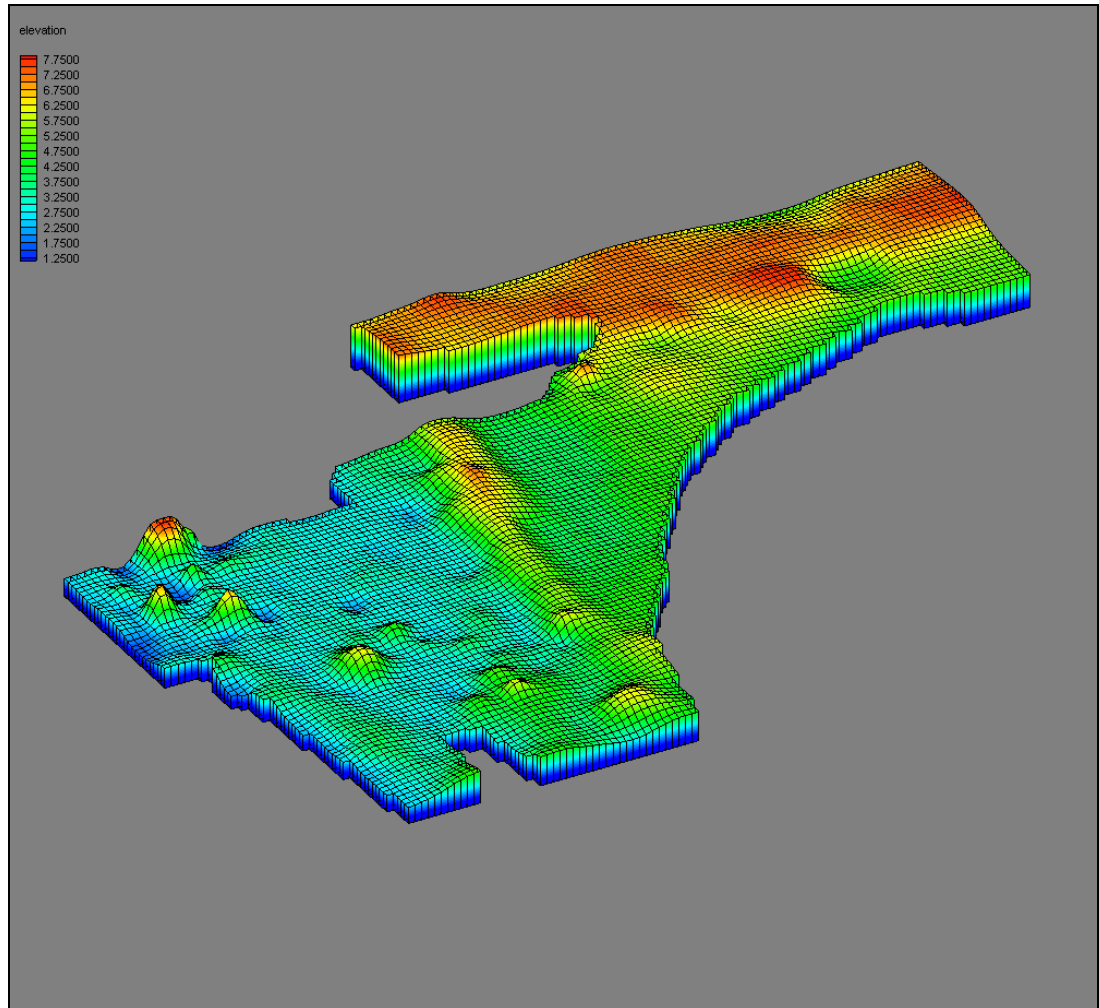
Tijdens de verschillende veldwerkfasen werd duidelijk dat het terrein zeer nat was en dat het grondwater zich op de meeste plaatsen gelijk met het maaiveld bevindt.

In dit lager gelegen gebied zijn putten en ophogingen aanwezig wat resulteert in een oneffen, geaccidenteerd terrein.

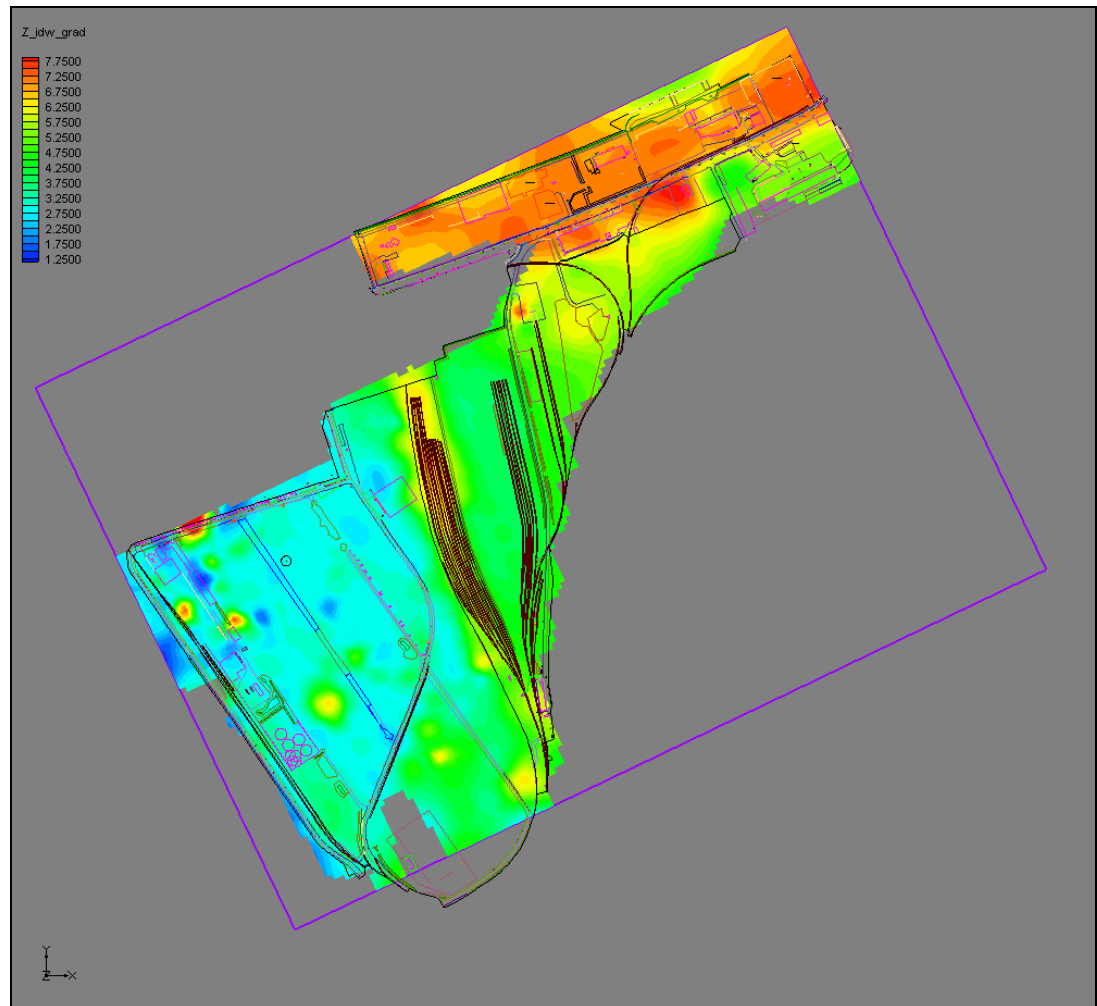
Het systeem reageert snel op weersveranderingen. Tijdens de uitvoering van het veldwerk werd vastgesteld dat een droge periode van enkele weken al snel een grondwaterdaling van 0,5 m tot gevolg heeft.

Tussen "Petroleum Groen" en "FSI" bevindt zich een heuvel om vervolgens op het terrein van "FSI" over te gaan tot een lager gelegen gebied (hetzij hoger gelegen dan "Petroleum Groen") met een grondwaterstand van ca 0,5 m-mv. Verder weg van deze heuvel wordt het terrein geleidelijk hoger.

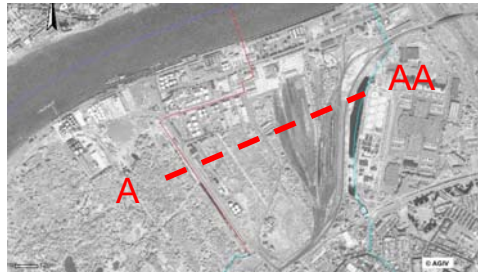
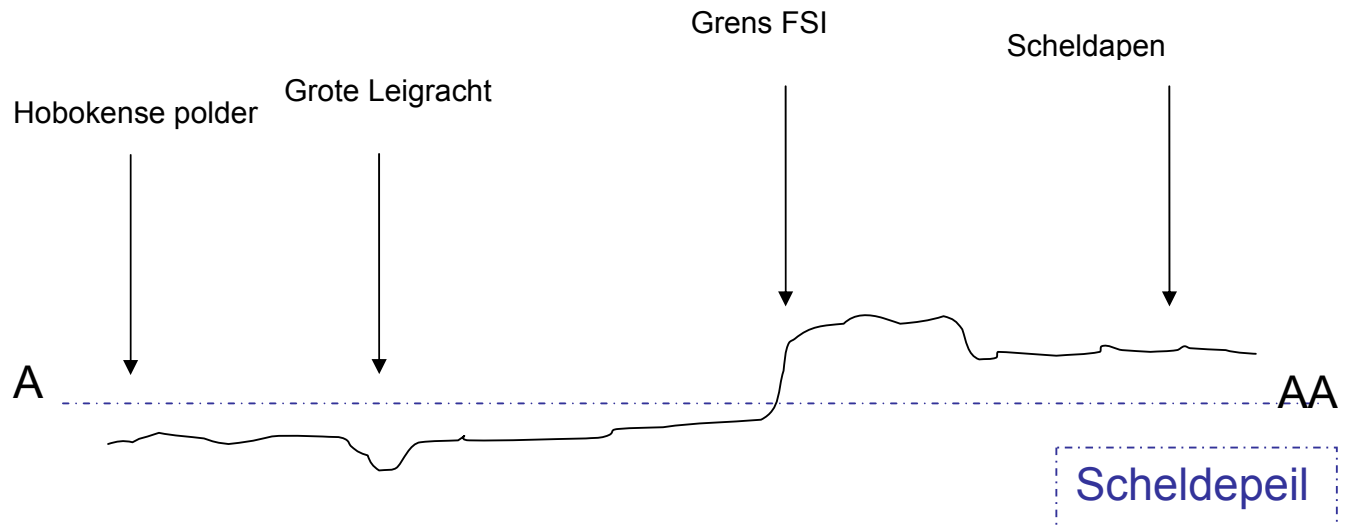
De "Scheldekaaien" zijn van gans het onderzoeksgebied het hoogst gelegen. Het grondwater bevindt zich tussen 1 en 3 m-mv.

**Figuur 7 Topografie site IPZ op basis van 3D beeld**



**Figuur 8 Topografie met aanduiding van de bestaande infrastructuur**

Uit bovenstaande figuren kan indicatief volgend dwarsprofiel getekend worden:



#### 4.4. INTERACTIE GRONDWATER-OPPERVLAKTEWATER

##### 4.4.1. Grondwaterstromingspatroon

Zoals hoger al beschreven, wordt op “Petroleum Groen” het grondwater van de bovenste watervoerende laag (boven de Polderklei), gedraineerd door de in het gebied aanwezige waterlopen. Het betreft hier in het bijzonder de Grote Leigracht, de 's Heerensgracht en de Hollebeek. Dit blijkt duidelijk op basis van Figuur 9, Figuur 10 en Figuur 11 die de grondwaterstroming en de diepte van het grondwater weergeven. De stijghoogtegegevens en de peilmetingen zijn opgenomen in Bijlage 11.

De grondwaterstroming in de aanvullaag blijkt naar het noordwesten te verlopen. Het grootste deel van dit grondwater komt in de Leigracht terecht en wordt langs daar naar de Schelde getransporteerd. Het grondwater op de Boomse klei stroomt naar het westen in de richting van de Hobokense Polder.

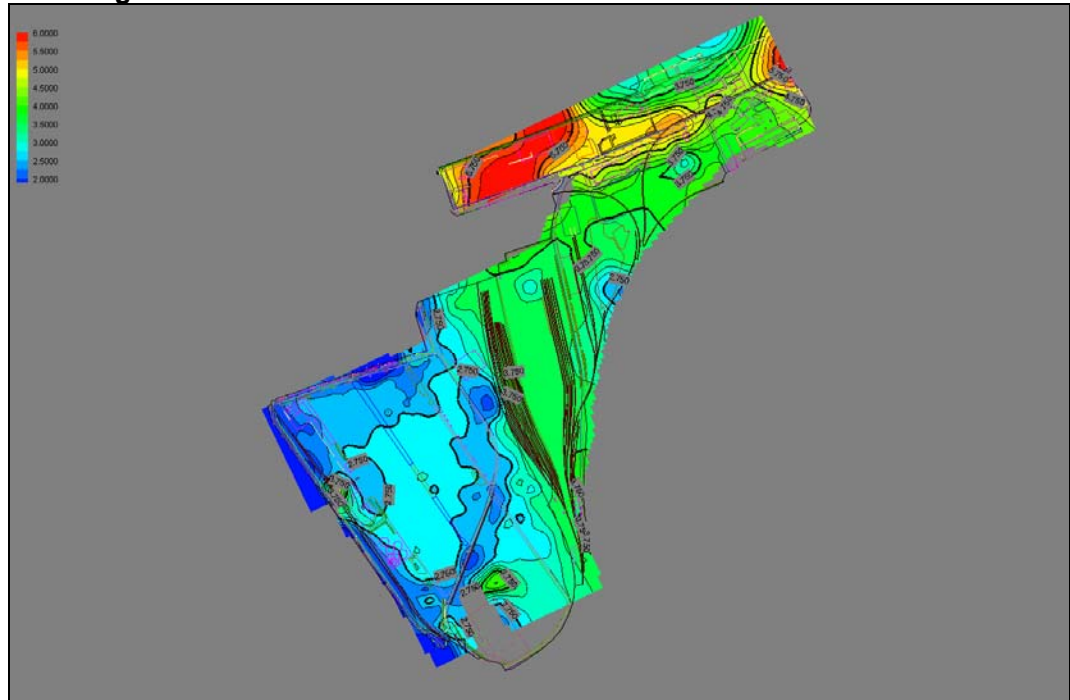
Uit de peilmetingen, opgenomen in Bijlage 11, blijkt dat de stijghoogtes in beide aquifers verschillend zijn. Op plaatsen waar de Polderklei continu is zijn de 2 aquifers duidelijk van elkaar te onderscheiden. Uit de peilgegevens kan



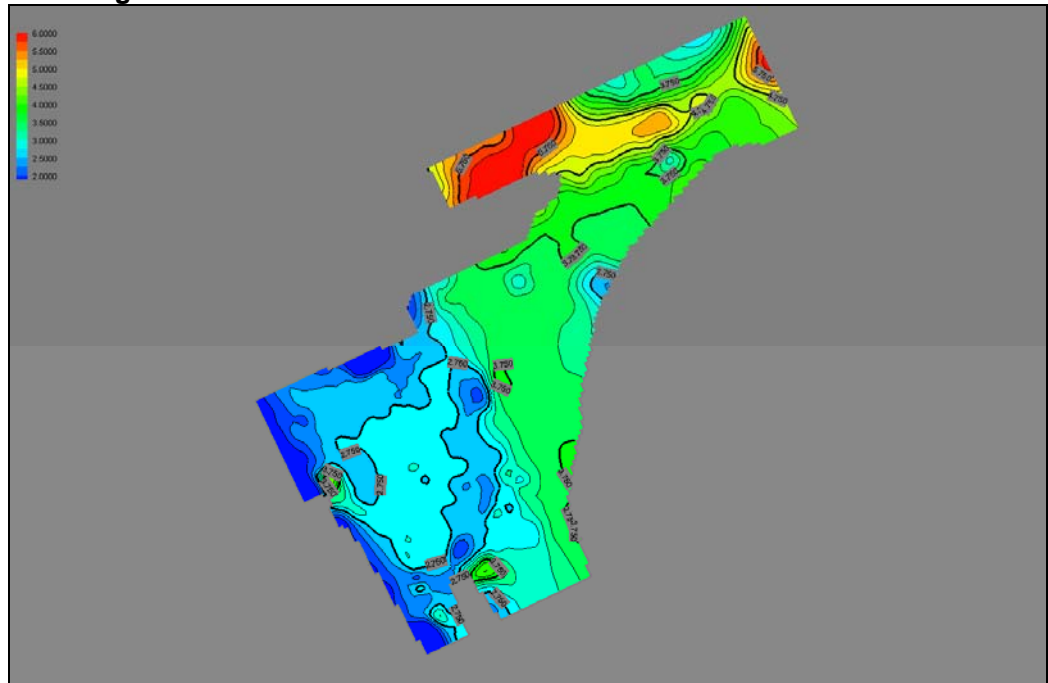
eveneens besloten worden dat de stijghoogtes onder de Polderklei op de meeste plaatsen onder druk staan (er worden iets hogere waarden gemeten). Dit is de zogenaamde spanningslaag.

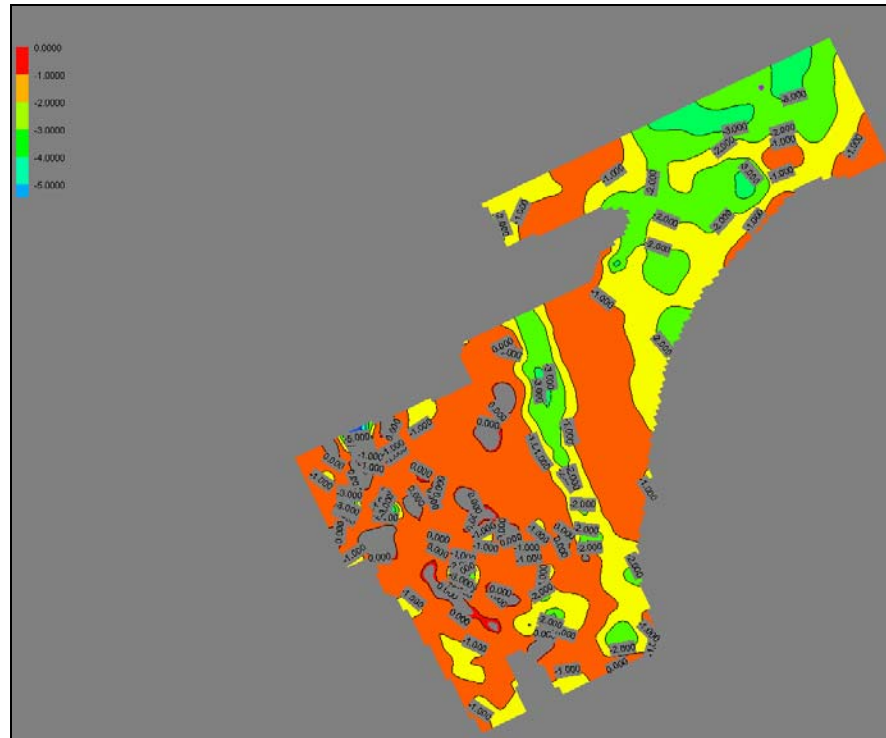
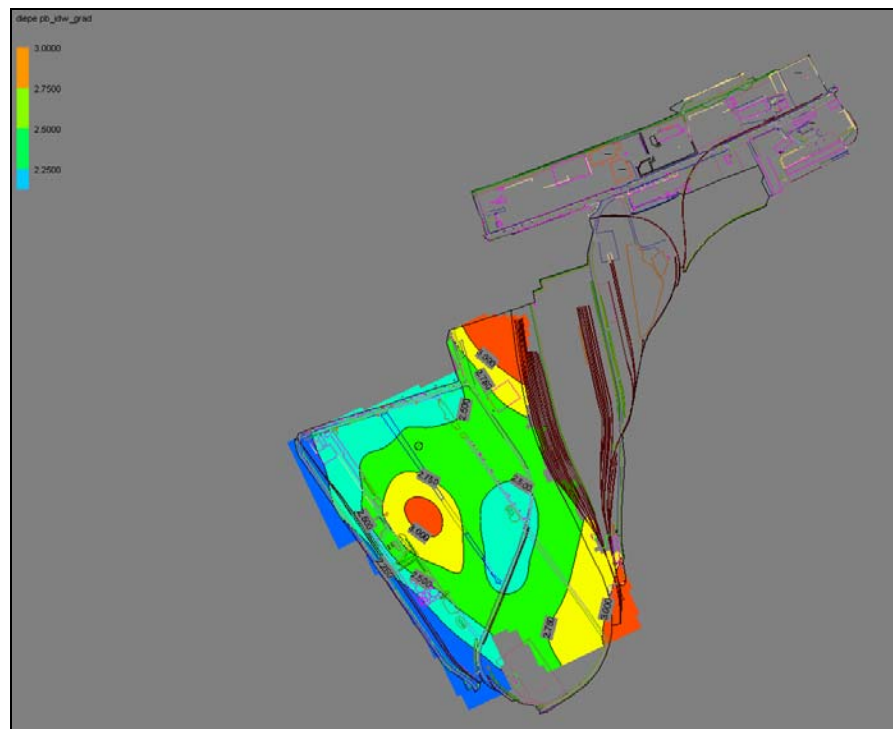
De grondwaterstijghoogtekaart van het diepe grondwater wordt in Bijlage 11 weergegeven. Ten oosten (FSI terreinen) en ten Noorden (Scheldekaaian) van Petroleum Groen zijn hogergelegen gebieden met een hogere grondwaterstand gelegen. Indien in deze hogergelegen zones de polderklei verdwenen is (bv. aangevulde en vergraven gronden zoals waargenomen op het terrein van ATAB, zie aanvullende kostenraming, dd 11 juni 2008), dan kan het grondwater onder de alluviale polderklei in de lageregelegen zones onder spanning komen. Dit verklaart het isohypsen patroon van het diepe grondwater die nagenoeg evenwijdig loopt met de hoger gelegen terreinen van FSI, maar ook afwijkt ter hoogte van ATAB. Het diepe grondwater wordt niet alleen gedraineerd naar het ondiepe grondwater van Petroleum Groen (zie hogere toelichting over spanningswater), maar ook in de richting van de Leigracht ter hoogte van Alca Petroleum en de Hobokense Polder.

**Figuur 9 Grondwaterstand boven Polderklei 6 mei 2008 met kaart aanwezige infrastructuur**



**Figuur 10 Grondwaterstand boven Polderklei 6 mei 2008 zonder kaart aanwezige infrastructuur**



**Figuur 11 Diepte grondwater boven Polderklei op 6 mei 2008****Figuur 12: Grondwaterstand onder Polderklei 5 juni 2008 met kaart aanwezige infrastructuur**

Op Figuur 9 en Figuur 10 is duidelijk de drainerende werking van de Grote Leigracht en de s' Heerensgracht te zien. Vanuit "Petroleum Groen" stroomt het grondwater in de richting van deze waterlopen. Ook vanuit "FSI" is er een globale stroming in de richting van "Petroleum Groen". D' Herbouvillekaai vormt min of meer de scheidingslijn tussen grondwater dat enerzijds in noordwestelijke richting naar de gracht langsheen de Schelde stroomt, en anderzijds grondwater dat in zuidoostelijke richting naar de Hollebeek en "FSI" stroomt.

Op Figuur 11 is te zien dat in "Petroleum Groen" het grondwater op een aantal plaatsen zeer ondiep of zelfs boven maaiveld staat (niet ingekleurde vlekken). Globaal staat het water hier op minder dan 0,50 m-mv. In de zone "FSI" is er eveneens een lagere zone waar het grondwater op minder dan 1,00 m-mv staat.

Verder staat de onderste grondwatertafel in de quartaire zanden op een aantal plaatsen in contact met de bovenste freatische watertafel. Dit blijkt uit een nagenoeg gelijkaardig isohypsen patroon in de beide watervoerende pakketten. Op één plaats (Peilbuis P1132) was een verontreiniging in het diepe grondwater vastgesteld.

In onderstaande tabel wordt de stijghoogteverschillen (dd. 6 mei 2008) boven en onder de polderklei weergegeven. Hieruit blijkt dat ten oosten van de Kopalweg (noord zuid gerichte weg in het centrale terreingedeelte van IPZ) een neerwaartse gerichte stijghoogteverschil. In deze zone kan onder invloed van de neerwaartse hydraulische gradient de verontreiniging tot onder polderklei verspreiden.

Grosso modo ten westen van de Kopalweg is het stijghoogteverschil naar boven gericht. Onder deze hydrologische omstandigheden zal de verontreiniging niet tot onder polderklei verspreiden. Dit biedt een bescherming tegen de verticale verspreiding van de verontreiniging.

**Tabel 4-4 Grondwaterstand in mTAW op 6 mei 2008**

*Grondwaterstand in mTAW op 6 mei 2008*

Ten opzichte van de polderklei	Peilbuis	m TAW	Peilbuis	m TAW	Peilbuis	m TAW	Peilbuis	m TAW	Peilbuis	m TAW	Peilbuis	m TAW
boven	P1841	2,46	P1151	2,27	P1131	2,47	P1051	3,13	P1171	2,52	P2341	2,66
onder	P1849	2,61	P1152	2,39	P1132	2,56	P1057	3,26	P1172	2,5	P2342	2,15
verschil in m		-0,15		-0,12		-0,09		-0,13		0,02		0,51
	<i>Ten westen van de Kopalweg</i>						<i>ten oosten van de Kopalweg</i>					

In het centrale gedeelte ter hoogte van Petroleum Groen (ten westen van Kopalweg) is het grondwater onder de alluviale polderklei onder spanning. Ter hoogte van meer doorlatende zone in de alluviale polderlaag is de stromingsrichting van het grondwater opwaarts gericht.

De scheidingslijn waar het grondwater onder spanning staat kan variëren in functie van seizoensgebonden omstandigheden. Dit zou kunnen verklaren waarom er een verontreiniging in het diepe grondwater (locatie P 1132) ten westen van de Kopalweg aanwezig is. De grondwaterstandsmeting van 6 mei 2008 dient ook als moment opname beschouwd te worden.



Indien de stijghoogte in het diepe grondwater wordt geëvalueerd, dan is er een westwaartse gerichte grondwaterstroming (richting Hobokense Polder). Eventuele verontreiniging in het diepe grondwater kan in westwaartse richting migreren. Met uitzondering van peilbuis P1132) is er echter geen verontreiniging in het diepe grondwater vastgesteld, ook niet westwaarts van hogergenoemde peilbuis of drijfslagzones. Deze resultaten geven aan dat eventuele verontreiniging onder de alluviale polderklei niet significant in de richting van de Hobokense polder migreert.

#### **4.4.2. Getijdeninvloed van de Schelde**

Ter hoogte van de "Scheldekaai" werden van 6 mei 2008 tot 13 mei 2008 verschillende waterdrukmetingen uitgevoerd. Met behulp van dataloggers (d-Diver, Van Essen Instruments), die met een frequentie van 1 meting per 15 minuten de dikte van het bovenliggende waterpakket opmeten, werd het waterpeil van P2851, P2841 en P2711 (ter hoogte van de Scheldekaaien) continu opgevolgd. Hierdoor krijgt men een bijna continu beeld van de peilveranderingen van de grondwaterspiegel. Ook de luchtdruk werd continu gemeten teneinde de gegevens hiervoor te corrigeren. Een overzicht van de resultaten zijn gegeven in de figuren van Bijlage 11.

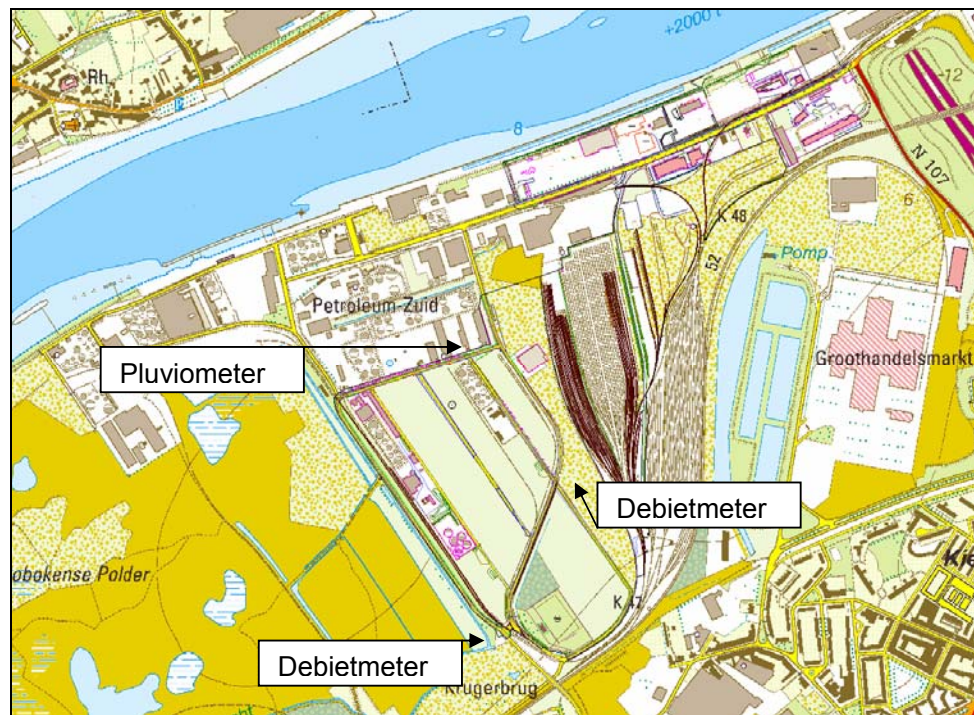
Voor P2851 en P2841, gelegen op de kaai vlak naast de schelde, is er een kleine invloed van het getijde van de schelde op het waterpeil. Het gaat hier slechts over een schommeling van 5 tot 10 centimeter. In peilbuis P2711, die 50m verder van de Schelde ligt, is er geen invloed van het Scheldegetijde op het waterpeil. De lokatie van de divermetingen ter hoogte van de Scheldekaai wordt toegevoegd in Figuur 13.

Naast deze drie peilbuizen werden in nog enkele andere peilbuizen divermetingen uitgevoerd; P1151, P1152, P1361, P1362 en P1982. Deze peilbuizen zijn in het gebied "Petroleum Groen" aanwezig. Uit de resultaten blijkt dat de watervoerende lagen boven (P1151, P1361) en onder (P1152, P1362, P1982) het alluvium niet onderhevig zijn aan de invloed van het getijde. De resultaten van de divermetingen worden toegevoegd in Bijlage 12.

**Figuur 13 Lokatie van de divermetingen ter hoogte van de Scheldekaai**

#### 4.4.3. Meetcampagne oppervlaktewatersysteem

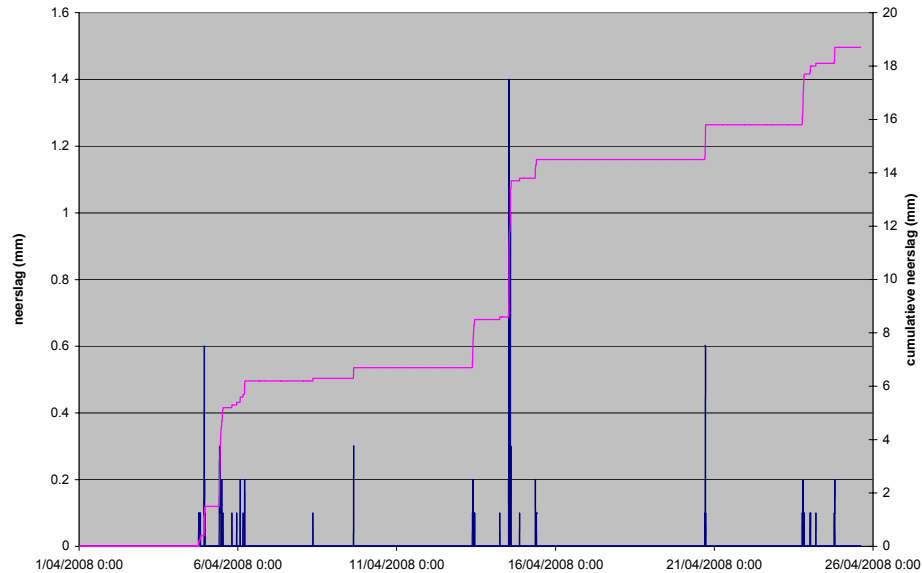
Om een beter idee te verkrijgen van de evolutie van de waterpeilen in de 's Heerensgracht en de Grote Leigracht, werd een oppervlaktewatermeetcampagne georganiseerd waarbij gedurende een maand de neerslag werd gemeten alsook het waterpeil en de snelheid van het waterpeil op deze twee waterlopen (zie Figuur 14).

**Figuur 14 Lokatie meettoestellen meetcampagne**



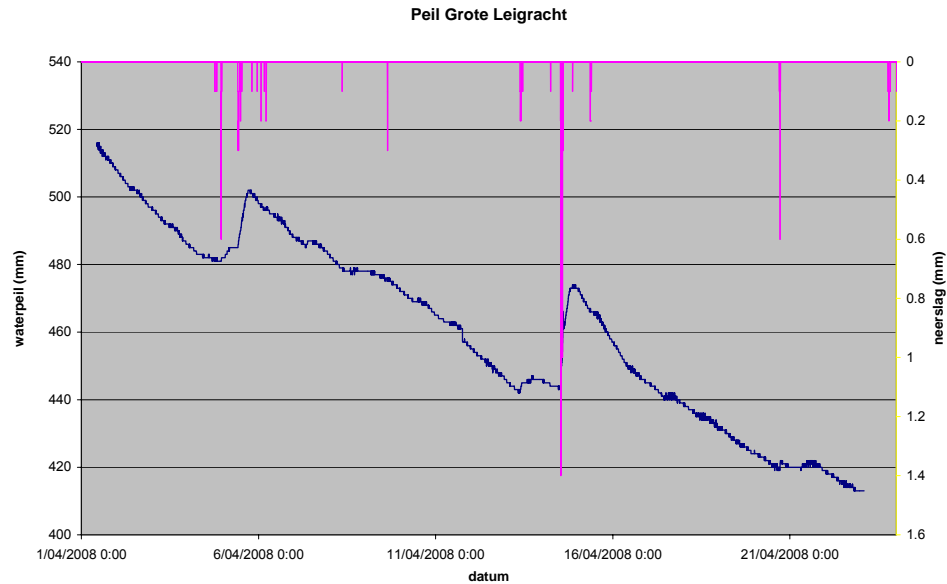
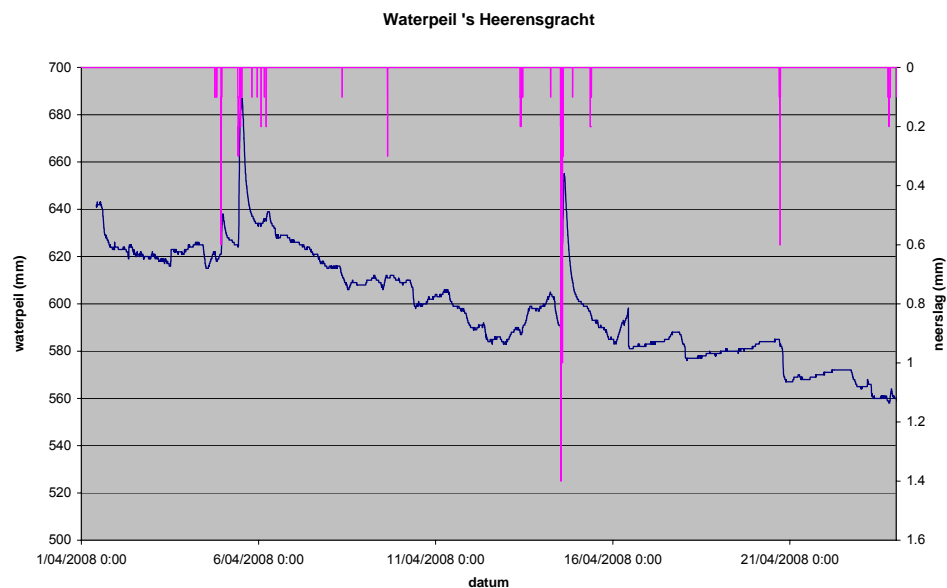
Onderstaande Figuur 15 geeft de grafiek van de gemeten neerslag en de cumulatieve neerslag in april op de site van IPZ.

**Figuur 15 Grafiek gemeten neerslag in april 2008 te IPZ**



In totaal werd 18,70 mm neerslag geregisteerd tijdens de meetcampagne. In Loenhout (dichtstbijzijnde pluviograaf van VMM, Operationeel Waterbeheer) werd in dezelfde periode 18,22 mm neerslag geregisteerd zodat de metingen als betrouwbaar beschouwd kunnen worden.

Onderstaande grafieken tonen de waterpeilen in de Grote Leigracht en 's Heerensgracht als gevolg van deze neerslag.

**Figuur 16 Waterpeil in Grote Leigracht tijdens meetcampagne****Figuur 17 Waterpeil in 's Heerensgracht tijdens meetcampagne**

In beide waterlopen zien we een daling van het waterpeil doorheen de meetcampagne en een snelle reactie (stijging van de waterstanden) op neerslag. De maand maart was een zeer natte maand (natste maand maart sinds het begin van de waarnemingen), wat de globale daling van de waterstanden in de waterlopen verklaart. Het grondwater werd gedurende de meetcampagne immers continu gedraineerd door de waterlopen. Na een bui stijgen de waterpeilen zeer snel, doch de stijging is relatief beperkt.

Voor de meest intense bui geregistreerd tijdens de meetcampagne (14 april) stijgen de waterpeilen respectievelijk 3 tot 6 cm voor de Grote Leigracht en de 's Heerensgracht. De 's Heerensgracht stijgt binnen de 2,5 uur tot zijn maximum waterpeil wat er op wijst dat de oppervlakte die toestroomt naar de 's Heerensgracht eerder beperkt is. De Grote Leigracht bereikt na 7 u ongeveer zijn maximum waterpeil. Het stroomgebied dat afwatert naar deze Grote Leigracht is bijgevolg ook groter. Beide waterlopen hebben een zeer korte reactietijd en beginnen meteen na de eerste neerslag te stijgen.

De gebruikte toestellen registreerden ook automatisch de watersnelheid met hetzelfde tijdsinterval als de peilmetingen. Aangezien de snelheden echter zeer laag zijn (<0,01 m/s), konden deze door de snelheidssensoren niet of slecht geregistreerd worden. Op de Grote Leigracht worden af en toe registraties gedaan van een snelheid tussen de 0,20 en -0,20 m/s, wat wijst op tijdelijke stromingen in twee richtingen.

#### **4.4.4. Volumebalans**

Voor de bui van 14 april werd een inschatting gemaakt van de volumebalans. Tijdens deze bui viel er 5,9 mm neerslag. Van de veronderstelling uitgaande dat de afwaterende oppervlakte naar de Grote Leigracht en de 's Heerensgracht ongeveer 40,0 ha is levert dit een totaal volume van 2.360 m<sup>3</sup>. Het volume water dat oppervlakkig afgevoerd wordt door de waterlopen kan berekend worden door de integraal te nemen van de golf in het hydrogram. Voor de twee waterlopen samen komt dit op 99 m<sup>3</sup>. Dit wil dus zeggen dat ongeveer 4 % van de neerslag via snelle oppervlakkige afvoer wordt afgevoerd. Dit is een aannemelijke waarde op basis van literatuurwaarden voor een terrein met deze kenmerken. Het overige deel van de neerslag wordt verdeeld over evaporatie en grondwatervoeding.

#### **4.4.5. Relatie met divermetingen**

Op basis van de divermetingen die uitgevoerd werden in het kader van de pilootproef kan besloten worden dat fluctuaties van het grondwater als gevolg van fluctuaties van het oppervlaktewaterpeil beperkt zijn, zelfs in de onmiddellijke nabijheid van de waterloop.

#### **4.4.6. Conclusie Oppervlaktewatersysteem en aandachtspunten bij sanering en herontwikkeling**

Het oppervlaktewatersysteem kan een belangrijke rol spelen bij de bioremediatie van de terreinen. De Grote Leigracht en 's Heerensgracht draineren het gebied en kunnen in combinatie met een slim saneringsconcept gebruikt worden om het gezuiverde water af te voeren. Gelet op het feit dat het water afkomstig van het projectgebied afgevoerd wordt naar de Schelde, waar de getijden het niet steeds mogelijk maken om gravitair water af te voeren, dient bij een herontwikkeling van het gebied een pompstation gebouwd te worden zodat ook bij zware neerslag en hoogwater op de Schelde garanties geboden kunnen worden dat er geen wateroverlast optreedt.

Bij de herontwikkeling van het terrein dient met een aantal zaken rekening gehouden te worden wat betreft het watersysteem, onder andere om te voldoen aan de principes van integraal waterbeheer en de gewestelijke stedenbouwkundige verordening hemelwater. Als gevolg van de aanzienlijke toename van verharde oppervlakte bij de herontwikkeling van de site, dient



voldoende ruimte voorzien te worden om water te laten infiltreren, te bufferen en vertraagd te lozen. Daarenboven dient het watersysteem zo ontworpen te worden dat veiligheid gegarandeerd is, ook bij een eventuele toename van neerslagintensiteiten als gevolg van klimaatveranderingen.

#### 4.4.6.1. Buffering van hemelwater

Het *decreet op het Integraal Waterbeheer* en de *gewestelijke stedenbouwkundige verordening hemelwater* leggen eisen op aan de hoeveelheid te bufferen volume van afstromend hemelwater, en aan de hoeveelheid water die per tijdseenheid geloosd mag worden. Dit wordt ook vaak in samenspraak met de waterbeheerder (voor de Grote Leigracht is dit de Stad Antwerpen) vastgelegd. Typische waarden voor het opgelegde buffervolume variëren van 200 tot 400 m<sup>3</sup>/ha verharde oppervlakte. Voor de toegestane hoeveelheid te lozen water worden waarden van 5 à 40 l/s.ha verharde oppervlakte gehanteerd. Toegepast op de twee varianten voor de ruimtelijke ontwikkeling levert dit volgende getallen.

- **Model Vallei**

Er wordt 52,82 ha ontwikkeld als verharde oppervlakten en 4,8 ha verharde infrastructuur aangelegd. Indien een verhardingscoëfficiënt (percentage van de oppervlakte die effectief verhard wordt) wordt toegepast van 0,8, dan bekomen we een totale verharde oppervlakte van 46,09 ha. Aangezien het de doelstelling is om een duurzame site te ontwikkelen, gaan we uit van strenge voorwaarden voor wat betreft de buffering en vertraagde afvoer van water. Bij een opgelegd buffervolume van 400 m<sup>3</sup>/ha verharde oppervlakte zouden we dus 18.437 m<sup>3</sup> moeten bufferen. Indien we uitgaan van een beperkte lozing van 10 l/s.ha verharde oppervlakte kan per seconde 460,9 liter geloosd worden richting de Schelde. Om een idee te verkrijgen of dit buffervolume de nodige garanties biedt op een veilig en duurzaam systeem hebben we een aantal buien geselecteerd met een bepaalde terugkeerperiode.

**Tabel 4-5 Neerslagvolumes (mm) bij verschillende neerslaguren en terugkeerperiodes (T in jaar)**

	T25	T50	T100
1 uur	30,6	34,7	38,9
6 uur	44,7	50,2	55,7
1 dag	59,2	65,7	72,2
2 dagen	71,2	78,5	85,9

Indien deze buien zouden neervallen boven de herontwikkelde site van IPZ zouden de buffervolumes uit onderstaande tabel noodzakelijk zijn.

**Tabel 4-6** Volumes afstromend hemelwater (m<sup>3</sup>) als gevolg van buien met een bepaalde buiduur en terugkeerperiode (T in jaar) bij Valleimodel

	T25	T50	T100
1 uur	12445	14335	16271
6 uur	10648	13183	15718
1 dag	-12537	-9541	-6545
2 dagen	-46831	-43466	-40055

Bovenstaande tabel leert ons dat de 18.437 m<sup>3</sup> buffering die hoger berekend werd voldoende is om de gewenste veiligheid te garanderen in het gebied. Het maximaal te bufferen volume wordt verwacht bij een bui met een duur van 1 uur en een terugkeerperiode van 100 jaar. Op dat moment zou 16.271 m<sup>3</sup> water gebufferd moeten kunnen worden. In Tabel 4-7 staan ook negatieve getallen. Dit wil zeggen dat er meer geloosd kan worden dan dat er buffervolume noodzakelijk is.

- **Model Kamers**

Voor het kamersmodel werden dezelfde berekeningen uitgevoerd. In dit model wordt 54,19 ha ontwikkeld als verharde oppervlakte en 5,20 ha als wegenis. Bij een verhardingscoëfficiënt van 0.8 levert dit een totale effectief verharde oppervlakte van 47,51 ha. Bij een opgelegd buffervolume van 400 m<sup>3</sup>/ha verharde oppervlakte zou 19.005,7 m<sup>3</sup> buffervolume voorzien moeten worden. Bij een opgelegd lozingsdebiet van 10 l/s.ha kan 475,1 l per seconde geloosd worden naar de Schelde. Indien de buien uit Tabel 4-6 zouden neervallen op de herontwikkelde site van IPZ volgens dit model zouden onderstaande buffervolumes voorzien moeten worden.

**Tabel 4-7** Volumes afstromend hemelwater (m<sup>3</sup>) als gevolg van buien met een bepaalde buiduur en terugkeerperiode (T in jaar) bij Model Kamers

	T25	T50	T100
1 uur	12829	14777	16773
6 uur	10976	13589	16202
1 dag	-12924	-9835	-6747
2 dagen	-48275	-44806	-41290

Ook voor dit model geldt dat het hoger berekende buffervolume van 19.005,7 m<sup>3</sup> voldoende zijn om een veilig systeem te garanderen.

#### **4.4.6.2. Keuze van buffering**

De buffervolumes berekend in bovenstaande paragraaf kunnen op verschillende manieren voorzien worden:

- Via ondergrondse infiltratiesystemen (onder gebouwen in functie van bioremediatie)
- Via infiltrerende grachten (in functie van bioremediatie)



- Via niet-infiltrerende grachten (op sommige plaatsen kan het aangewezen zijn juist niet te infiltreren om het vooropgestelde grondwaterstromingspatroon voor de bioremediatie niet te verstoren)
- Via open vijvers (in de niet-bebouwde ruimte)

Afhankelijk van het uiteindelijke ontwikkelingsscenario voor de ruimtelijke inrichting, en de uiteindelijk gekozen saneringsvariant, zal een verdeling gebeuren tussen deze verschillende systemen.

#### **4.4.6.3. Aanpassen grachtenstelsel**

Bij de effectieve herontwikkeling van het gebied zullen nieuwe grachten aangelegd worden en dient het ontwerp zo gemaakt te worden dat het water via de Grote Leigracht geloosd kan worden naar de Schelde. Delen van de 's Heerensgracht zullen verdwijnen of ingebuisd worden, en de grachten die het gebied nu doorkruisen zullen vervangen worden door grachten die gelegen zijn langsheen de nieuw aan te leggen wegen en op perceelsgrenzen waar ze geen belemmering vormen voor bedrijfsactiviteiten. Ook in functie van de sanering zullen een aantal al dan niet infiltrerende grachten op welbepaalde plaatsen voorzien worden. Deze grachten zullen in contact staan met de open vijvers en met de Grote Leigracht, zodat na zware neerslag al het niet geïnfiltreerde water gravitair naar de Schelde geloosd kan worden of via het nieuw te bouwen pompstation om ook bij hoge waterstanden op de Schelde te kunnen lozen.

In functie van de bioremediatie kan het ook nuttig zijn het waterpeil van de Grote Leigracht te verlagen zodat in de grachten aangesloten op de Leigracht ook een lager waterpeil gehandhaafd kan worden. Op die manier kan de gradiënt van het grondwater dat gedraineerd wordt vergroot worden.

#### **4.4.6.4. Pompstation**

Bij de herontwikkeling van de site van IPZ zal de kaaimuur vernieuwd en opgehoogd worden in het kader van het Sigmaplan. De lozingsconstructie van de Grote Leigracht naar de Schelde toe zal dan verdwijnen. Met het oog op de herontwikkeling en de aanpassing van het afwateringsstelsel stellen wij voor om een nieuwe lozingsconstructie en pompstation te bouwen in het verlengde van de Grote Leigracht en de Naftaweg. Het gebufferde hemelwater zal via deze constructie in normale omstandigheden gravitair geloosd kunnen worden naar de Schelde tijdens eb. Indien er toch zeer zware neerslag zou zijn op een moment dat de Schelde hoog staat en de voorziene buffering niet volstaat, moet er echter ook een mogelijkheid zijn om het water te kunnen verpompen naar de Schelde. Een pompstation moet dus voorzien worden om op alle momenten de veiligheid tegen overstromingen te kunnen garanderen.



## **5. ONDERZOEKSHYPOTHESE EN BEPALING VAN DE BEMONSTERINGSSTRATEGIE**

### **5.1. INLEIDING**

Aan de hand van de voorstudie, de analyseresultaten en de reeds uitgevoerde bodemonderzoeken werd een bemonsteringsstrategie voor dit beschrijvend bodemonderzoek opgesteld.

De strategie wijkt af van de onderzoeksstrategieën, zoals beschreven in de 'Ontwerpversie Standaardprocedure Beschrijvend bodemonderzoek, OVAM, dd. Januari 2008'.

Het terrein- en laboratoriumonderzoek wordt uitgevoerd in overeenstemming met de methoden die zijn opgelegd in het VLAREBO van 14 december 2007 (B.S. 22 april 2008) en in het Compendium voor monsterneming en analyse.

### **5.2. GLOBALE VISIE**

Binnen de deelstudie 'gedetailleerd bodemonderzoek' heeft de onderzoeksstrategie niet alleen als doel de verontreiniging horizontaal en verticaal af te perken. De verontreiniging in de grond en het grondwater van de deelzones dient gekarakteriseerd te worden met het oog op het bepalen van

- de hergebruiksmogelijkheden van de ontgraven bodem;
- de herontwikkelingsmogelijkheden rekening houdend met bodemkwaliteit;
- de saneringsmogelijkheden van de sterk verontreinigde kernzones.

Het globale concept is om tot een financieel economisch haalbaar herontwikkelingsplan te komen. Hoeksteen daarbij is een accurate inschatting van de mogelijke saneringskosten en van de financiële implicaties ten gevolge van de grondverzetsregelgeving op de herontwikkeling van het gebied.

De herontwikkeling van de studiezone is risico gebaseerd. Risico evaluatie van actuele en toekomstige bodemgebruiktypes van de verschillende delen van het terrein worden in beschouwing genomen.

### **5.3. ONDERZOEKSFILOSOFIE**

Op basis van bovenstaande visie dient het onderzoek zich toe te spitsen op:

- opmaak van een gedetailleerd opmetingsplan met inbegrip van de aanwezige constructies (beton, asfalt, ...);
- opmaak van een gedetailleerd historisch onderzoek met aandacht voor mogelijke historische preferentiële verspreidingspaden (grachten, sloten, ...);
- een horizontale en verticale afperking van de verontreiniging, conform de geldende wetgeving en richtlijnen, om zo te komen tot een conform verklaarbaar Beschrijvend Bodemonderzoek, met
  - een afbakening van de bron- en kernzones;
  - een karakterisatie van de pluimzones (bv. in welke mate treedt er al/nog biodegradatie op);



- een inschatting van de humaan-toxicologische, ecotoxicologische en verspreidingsrisico's van de aanwezige verontreiniging in functie van verschillende (her)gebruikscenario's;
- een inschatting van de mogelijke (financiële) impact van de aanwezige verontreiniging in de onverzadigde zone in functie van de grondverzetregelgeving;
- een inschatting van de mogelijke toepassing van de weerhouden saneringstechnieken, via het uitvoeren van pilootproeven.

#### 5.4. BEMONSTERINGSSTRATEGIE

Op 8 februari 2008 werd door ARCADIS een voorstel beschrijvend bodemonderzoek ingediend bij de OVAM. In dit voorstel werd het plan van aanpak m.b.t. het beschrijvend bodemonderzoek op Petroleum Zuid beschreven. Dit voorstel werd door de OVAM conform verklaard op 21 februari 2008 (brief met ref BB-O-WS-08/402-066-93). OVAM maakte hierbij volgende opmerking:

*"In het kader van de risico-analyse zal er voor het inschatten van de risico's gebruik gemaakt worden van gidsstoffen. Deze gidsstoffen worden al in het voorstel beschrijvend bodemonderzoek voorgesteld. De OVAM is van mening dat de keuze van de gidsstoffen pas correct kan worden bepaald nadat geweten is welke stoffen in welke mate aanwezig zijn op het terrein. De OVAM vraagt dan ook om tijdens het beschrijvend bodemonderzoek deze gidsstoffen opnieuw te bekijken op basis van de verkregen analysesresultaten."*

Het voorstel van het beschrijvend bodemonderzoek en de conformverklaring van de OVAM worden in Bijlage 1 gegeven.

De hoofdlijnen van het plan van aanpak zijn hierna samengevat weergegeven.

##### **Bodem (grond en grondwater)**

In een eerste fase is geopteerd om de verontreinigingstoestand in kaart te brengen aan de hand van een raster 50 x 50. In een 2<sup>e</sup> en aansluitende fase wordt aan de hand van een geostatistische interpolatie het raster verfijnd (25 x 25) om te komen tot een afdoende horizontale en verticale afperking van de verontreiniging in lijn met de standaardprocedure beschrijvend bodemonderzoek.

De opzet van het onderzoeksvoorstel is om in fase 1 en 2 tesamen voldoende boringen uit te voeren om een voldoende gedetailleerd en representatief beeld te bekomen van de aanwezige verontreiniging in functie van de mogelijke risico's alsook in functie van een eventueel later grondverzet.

Wanneer de verontreiniging voldoende in kaart is gebracht, wordt een risico-evaluatie uitgevoerd.

##### **Grondverzet**

Om een eerste idee te krijgen van de kwaliteit van de afgegraven grond, in het kader van de grondverzetregeling, werden eveneens mengmonsters geanalyseerd. De samenstelling van de mengmonsters is gebaseerd op de "Codes van goede praktijk mbt uitgraven bodem".





Het aantal analyses is echter een heel stuk lager dan de voorgeschreven aantallen gezien de exacte diepte en uit te graven hoeveelheid nog niet gekend zijn. In deze fase van het onderzoek is het eerder de bedoeling om een algemeen beeld te krijgen van de milieuhygiënische kwaliteit van de aanwezige grond.

De monsters worden geanalyseerd op een standaardanalysepakket (minerale olie, zware metalen, PAK's, EOX, ds).

### ***Bemonstering slib***

De bemonstering van de Leigracht en s'Heerensgracht is gebaseerd op de ontwerpprocedure van de OVAM m.b.t. waterbodems, gecombineerd met de aanwezigheid van risicoentiteiten (voormalige olieseparatoren). Tevens wordt rekening gehouden met de 250 m bemonsteringsregel. De bemonsteringsprocedure werd besproken tijdens het terreinbezoek met Jiska Verhulst (OVAM).

Ter hoogte van elke olieseparator wordt in een zone van 50 m een mengmonster samengesteld op basis van 15 tot 20 deelmonsters. De deelmonsters worden over de ganse lengte van 50 m genomen, zigzaggend van stroomafwaarts naar stroomopwaarts. Net voor elke olieseparator wordt een diepere boring tot 50 cm uitgevoerd.

De monsters worden geanalyseerd op standaardanalyse pakket waterbodem zijnde: zware metalen, minerale olie, PAK's, PCB's, organochloor-bestrijdingsmiddelen, organisch stof, lutum, droge stof.



## 6. TERREIN- EN LABORATORIUMONDERZOEK

### 6.1. OVERZICHT TERREINONDERZOEK

#### 6.1.1. Boringen en peilbuizen

##### 6.1.1.1. *Vorbereidende werken*

Voorafgaand aan het veldwerk werd door Teccon een raster uitgezet van 50 m x 50 m. Er werd tevens een opmetingsplan opgemaakt van alle zichtbare bovengrondse infrastructuur (sporenbundels, gebouwen, leidingen, grondhopen,...) en wegenis.

Gezien het "Petroleum Groen" dicht begroeid is diende de begroeiing ter hoogte van de rasterlijnen verwijderd te worden. In overleg met Stad Antwerpen (Jan Goolaerts) werd een kapvergunning aangevraagd. Een kopie van deze vergunning en de goedkeuring werd toegevoegd in Bijlage 23.

##### 6.1.1.2. *Eerste fase*

De eerste fase van het terreinonderzoek werd uitgevoerd van januari 2008 tot maart 2008 onder leiding van ARCADIS. Hierbij werd de verontreiniging in kaart gebracht door middel van het plaatsen van boringen en peilbuizen in een raster van 50 m x 50 m.

In fase 1 werd per rastervak een peilbuis geplaatst waarbij alle peilbuizen snijdend werden afgewerkt. Indien er al een peilbuis aanwezig was en indien deze herbemonsterd kon worden, werd in het betreffende vak enkel een boring geplaatst. De boringen zijn standaard doorgezet tot 2 m-mv.

Het manuele veldwerk werd uitgevoerd door Delo bvba, Allterra bvba. De diepe boringen en peilbuizen werden machinaal uitgevoerd door Geolab bvba. De boringen werden uitgevoerd met een verbuizing om versmering van de verontreiniging naar onderliggende lagen te voorkomen. Een overzicht van de boringen en peilbuizen uit de eerste fase is toegevoegd in Bijlage 7.

Om een nauwkeuriger beeld te krijgen van de geologie werden geomechanische sonderingen uitgevoerd door Verbeke bvba. Een overzicht hiervan is weergegeven in Bijlage 7.

##### 6.1.1.3. *Tweede fase*

In een tweede en aansluitende fase wordt aan de hand van een geostatistische interpolatie het raster verfijnd (25x25) om te komen tot een afdoende horizontale en verticale afperking van de verontreiniging in lijn met de standaardprocedure beschrijvend bodemonderzoek. Deze fase werd uitgevoerd van maart tot mei 2008 en werd eveneens gecoördineerd door ARCADIS.

In deze fase werden zowel bijkomende snijdende peilbuizen en ondiepe boringen geplaatst om te verontreiniging horizontaal af te perken, als diepe boringen en peilbuizen (tot op de Boomse Klei) in het kader van de verticale afperking.

De boringen en peilbuizen werden geplaatst door Delo bvba, ASA bvba en Geolab bvba. Een overzicht van het verrichte terreinonderzoek van de tweede fase is eveneens in Bijlage 7 te vinden.



## **6.1.2. Opmeting boringen en infrastructuur**

Alle geplaatste boringen en peilbuizen werden opgemeten in X, Y en Z (TAW) coördinaten door Teccon bvba.

In Bijlage 7 worden de Lambertcoördinaten per boring weergegeven. De situering van de boringen en de peilbuizen is weergegeven op de tekeningen in Bijlage 13.

## **6.1.3. Waterpassing en peilronde**

### **6.1.3.1. Eerste fase**

Door Teccon bvba werd een waterpassing uitgevoerd op alle aanwezige peilbuizen. De peilbuizen werden opgemeten t.o.v. TAW.

Op 25 februari 2008 werd door Allterra bvba en ARCADIS op alle aanwezige peilbuizen een volledige peilronde uitgevoerd. Op die manier wordt een beeld gekregen van de stromingsrichting van het grondwater ter hoogte van de onderzoekslokatie.

Op basis van de stijghoogtegegevens en de peilmetingen, opgenomen in Bijlage 11, is de grondwaterstroming in kaart gebracht. In deze bijlage is eveneens een grondwaterstromingskaart toegevoegd.

### **6.1.3.2. Tweede fase**

Op 26 maart 2008 werd door Teccon bvba een bijkomende waterpassing uitgevoerd. Een volledige peilronde werd door Delo bvba en ARCADIS uitgevoerd op 6 mei 2008 om bijkomende informatie te verkrijgen over de stromingsrichting. De resultaten van deze metingen en de stromingskaart van het grondwater zijn opgenomen in Bijlage 11.

## **6.1.4. Grondwaterstaalname**

Het grondwater werd bemonsterd in maart 2008 in de eerste fase en mei 2008 in de tweede fase. De bemonstering gebeurde in eigen beheer en door Delo bvba en ASA bvba

Tijdens de bemonstering van het grondwater werden op het terrein metingen betreffende zuurtegraad (pH), elektrische conductiviteit (EC), grondwaterstand, temperatuur, zuurstofgehalte, redox, geur en drijfslag uitgevoerd.

## **6.1.5. Veldwaarnemingen**

### **6.1.5.1. Vaste deel van de bodem**

Voor het vaste deel van de bodem is een samenvatting van de zintuiglijk waarneembare verontreiniging gegeven in Bijlage 8.

Tijdens het veldwerk gebeurden ook PID-waarnemingen. De metingen gebeuren mbv een Photo Ionisation Detector (PID). Deze zorgt voor de detectie van vluchtige componenten bij het plaatsen van boringen en peilbuizen op meer klassieke dieptes. Hierbij wordt per halve meter een staal genomen, dat gestandaardiseerd bewaard wordt (bv. een halfuur bij een redelijk constante temperatuur), en waarvan vervolgens een luchtstaal genomen wordt dat over de PID wordt geleid. De vaststellingen zijn gerapporteerd in Bijlage 14. Er werden PID metingen uitgevoerd op alle genomen stalen.



Het staal dat op basis van visuele waarnemingen en PID meting het sterkst verontreinigd was, werd ter analyse aangeboden in het labo. Ter hoogte van "Petroleum Groen" werden de hoogste metingen gedaan op een diepte van 1 tot 2 m-mv.

#### **6.1.5.2. Grondwater**

In Bijlage 14 worden de veldmetingen van de bemonsterde peilbuizen weergegeven.

#### **6.1.5.3. Ophooglaag**

Tijdens het veldwerk werd ter hoogte van het terrein van "FSI" een ophooglaag vastgesteld.

Deze ophooglaag bestaat uit: asfalt, kolengruis, sintels, slakken, zinkassen.

Op basis van de diepe boringen kan gesteld worden dat de ophoging zich tot op een diepte van ca 4 m-mv bevindt. Onder deze laag komt de polderklei voor.

De "Scheldekaaien" werden in het verleden eveneens opgehoogd met allerlei puinhoudende materialen (ca. 6 m).

Er werden kaarten opgenomen in Bijlage 15 met de aanwezigheid van:

- Koolas, kolengruis, sintels, slakken, zinkassen;
- Asfalt;
- Baksteen, beton, grind, puin, steen;
- Schelpen.

#### **6.1.6. Metingen in functie van de risico-evaluatie**

Om de risico's op verspreiding en de biodegradatiemogelijkheden beter te kunnen inschatten, werden een aantal veldwerkzaamheden uitgevoerd. De resultaten van deze metingen zullen eveneens bijdragen in de keuze van een gepaste saneringstechniek.

##### **6.1.6.1. Redoxparameters**

Op alle peilbuizen ter hoogte van "Petroleum Groen" werden analyses uitgevoerd om het potentieel voor biologische afbraak te kunnen inschatten. De grondwaterstalen werden onderzocht op volgende parameters: ijzer (II), mangaan, nitraten en sulfaten. Bijlage 16 geeft een overzicht van de meetresultaten.

Op het terrein werden eveneens de redoxpotentiaal en het zuurstofgehalte gemeten. Ook deze metingen zijn opgenomen in Bijlage 14.

Peilbuizen die te verontreinigd waren of waar een drijfslag aanwezig was werden niet geanalyseerd op redoxparameters. Op deze stalen werd ook geen redoxpotentiaal en zuurstofgehalte gemeten gezien op sterk verontreinigde stalen geen uitspraak kan gedaan worden over al dan niet aanwezig zijn van biologische activiteit.



### 6.1.6.2. Organisch stof- en kleigehalte

Voor een aantal boringen werden de grondstalen geanalyseerd op organisch stof- en kleigehalte. De resultaten van deze analyses zijn weergegeven in Tabel 6-1.

**Tabel 6-1 : Gehalte organische stof en klei**

Meetpunt	% org stof	% klei	Meetpunt	% org stof	% klei
P1241-3	1,2	5,6	P2711-2	1,6	5,9
P1631-2	1,6	5,2	P2841-4	0,5	5,7
P1651-3	1,6	28,0	P2981-2	2,3	8,2
P1951-2	1,4	2,5	P3011-2	1,8	4,9
P2151-3	2,8	12,0	P2331-2	3,8	5,8
P1661-4	2,7	31,0	P2691-3	1,2	4,2
P1291-3	1,4	3,9	P2691-4	0,6	3,6
P1751-3	2,5	6,9	P2821-3	0,5	<1,0
P1271-2	3,2	2,3	P3481-2	0,4	<1,0
P1921-2	0,7	10,0	B2092-2	1,2	1,6
P2281-2	1,6	3,8	P2001-2	1,7	1,4
P1061-2	0,4	4,4	P3211-3	6,1	10,0
P1091-3	5,6	22,0	P3551-3	1,0	1,5
P2551-2	<0,1	2,1	P3671-3	0,8	1,5
P2521-3	2,5	18,0	P3921-2	32,5	<1,0
P2641-3	1,6	7,7	P3411-3	2,9	10,0
P2681-2	2,4	5,3	P3651-2	15,6	7,6
P2721-3	1,6	3,1	P3711-2	6,3	<1,0
P2781-3	0,5	4,8	P3741-2	1,6	6,1
P2881-2	2,8	6,2	P3751-3	2,5	9,9
P2921-3	2,2	1,7	P3871-4	1,0	17,0
P2961-2	3,0	1,5			

Aan de hand van de boorprofielen werden de geanalyseerde monsters ingedeeld in twee categorieën, nl zand en klei.

Voor elke categorie werd een gemiddelde gemaakt van zowel het organisch stof gehalte als het kleigehalte. Gemeten waarden kleiner dan 1 werd voor deze berekening gelijk gesteld aan 1.

Voor elk meetpunt werd op basis van het boorprofiel een gemiddelde toegekend. De gehanteerde gemiddelden zijn weergegeven in Tabel 6-2.

**Tabel 6-2 : Gemiddelde organische stof en klei**

	% org stof	% klei
Gemiddelde voor de kleiige afzettingen	3,3	27,0
Gemiddelde voor de zandige afzettingen	3,1	5,4



### 6.1.6.3. *Recoverytesten*

#### *Principe*

Een pompproef bestaat eruit gedurende een bepaalde tijd een bepaald debiet op te pompen uit een aquifer, waarbij de verlaging in functie van de tijd in omringende peilbuizen gemeten wordt.

Bij een 'recovery' test wordt het omgekeerde gedaan, nl. na het afpompen bij gekend debiet gedurende een bepaalde tijd wordt de pomp stopgezet. Vervolgens wordt het stijgen van de watertafel naar de evenwichtssituatie opgevolgd. Met behulp van waterdrukmetingen en metingen van de grondwaterstanden kan de toestromingsnelheid van het grondwater bepaald worden.

Dit gebeurt met behulp van divers die werden opgehangen in de peilbuizen, het grondwater werd onttrokken en de grondwaterstanden werden manueel mee opgevolgd. Tijdens het afpompen werd het debiet gecontroleerd.

Uit deze gegevens kan aan de hand van analytische methoden de permeabiliteit van de aquifer berekend worden. Deze permeabiliteit of hydraulische conductiviteit is een maat voor de doorlatendheid van de aquifer.

In functie van de risico-evaluatie werden op 29 en 30 april 2008 op peilbuizen P2252, P2891, P1445 en P1551 recoverytesten uitgevoerd.

De filterdiepte van de peilbuizen die geselecteerd werden voor de uitvoering van deze recoverytesten wordt in onderstaande tabel gegeven.

**Tabel 6-3 : Recoverytesten**

Peilbuis	Filterdiepte (m-mv)
P2252	0,4 - 2,4
P2891	2,10 - 5,10
P1445	0,5 - 2,5
P1551	0 - 2

De resultaten van de recoverytesten zijn opgenomen in Bijlage 17.

Voor peilbuizen P3621, P3611, P3541 en P1313 kon het grondwater tijdens het pompen onvoldoende verlaagd worden vanwege de sterke toestroming. Hierdoor zijn er voor deze peilbuizen geen resultaten beschikbaar.

### 6.1.6.4. *Oliekarakterisatie*

Door de beperkt drijfslagvorming in de gegraven grachten (cfr. Saneringsonderzoek), peilbuizen of tijdens de wasttest bij de VITO kon onvoldoende drijfslagstaal verzameld worden om de analyses op viscositeit, densiteit etc. uit te voeren. De drijfslagstalen zullen bij lagere grondwaterstand genomen worden. Analyses op verschillende drijfslagstalen worden voorzien in het verdere saneringsonderzoek.



## 6.2. LABORATORIUMONDERZOEK

De grond- en grondwaterstalen zijn geanalyseerd door het door OVAM erkend milieulaboratorium Eurofins te Barneveld (NL).

De originele analysecertificaten zijn opgenomen in Bijlage 18. Een gedetailleerd overzicht van de geanalyseerde monsters en de analyses wordt weergegeven in de tabellen van Bijlage 19.



## 7. BESPREKING VAN DE ANALYSERESULTATEN

### 7.1. TOETSINGSKADER

Om de analyseresultaten van de VLAREBO-genormeerde parameters te beoordelen worden de resultaten getoetst aan de richtwaarden, de streefwaarden en de bodemsaneringsnormen, welke opgenomen zijn in respectievelijk bijlage II, III en IV van het VLAREBO (goedgekeurd op 14 december 2007):

- **Streefwaarde:**  
Streefwaarden beantwoorden aan het gehalte aan verontreinigende stoffen of organismen op of in de bodem, dat als normale achtergrond in niet verontreinigde bodems met vergelijkbare bodemkenmerken wordt teruggevonden.
- **Richtwaarde:**  
Richtwaarden beantwoorden aan de waarde waaronder de bodem al zijn functies kan vervullen zonder dat enige beperking moet worden opgelegd; hierdoor wordt de bodemkwaliteit gevrijwaard voor de volgende generaties.
- **Bodemsaneringsnorm (B):**  
Bodemsaneringsnormen beantwoorden aan een niveau van bodemverontreiniging dat een aanmerkelijk risico inhoudt van negatieve effecten voor de mens of het milieu, gelet op de kenmerken van de bodem en de functies, die deze vervult. De bodemsaneringsnormen zijn afhankelijk van de functie van het terrein ("bestemmingstype").

De streefwaarden, de richtwaarden en de bodemsaneringsnormen voor grond zijn afhankelijk van de bodemsamenstelling (gehalte aan organische stof, gehalte aan klei, pH-KCl). De normen werden dan ook herrekend naar het werkelijke gehalte aan klei / organisch materiaal / pH-KCl (punt 6.1.6.2). Verder werd ook rekening gehouden met het VLAREBO-bestemmingstype van het terrein.

Het studieterrein is op het gewestplan ingekleurd als:

- industriegebied (bestemmingstype V);
- oeverstrook met bijzondere bestemming (Antwerpse kaaien) (bestemmingstype I);
- gebied voor gemeenschapsvoorzieningen en algemeen nut (bestemmingstype V);
- parkgebied (bestemmingstype IV);
- pleisterplaats voor woonwagengewoners, nomaden of zigeuners (bestemmingstype III).

Per boring wordt nagegaan in welk bestemmingstype deze zich bevindt. Bij twijfel wordt steeds uitgegaan van het strengste geldende bestemmingstype.





## 7.2. OVERZICHT VAN DE ANALYSERESULTATEN

De resultaten van het vaste deel van de aarde en het grondwater, inclusief toetsing, worden weergegeven in Bijlage 19.

In voorliggend onderzoek wordt op de contourtekeningen enkel rekening gehouden met de concentraties boven de bodemsaneringsnorm van het betreffende bestemmingstype. In de contouren van de grondverontreiniging wordt eveneens de aangetroffen drijfslag mee in rekening gebracht.

De contouren beperken zich tot de grenzen van de onderzoekslokatie, gezien een deel van de verontreiniging mogelijk afkomstig is van onderstroming (zone Lakweg).

Deze tekeningen zijn te vinden in Bijlage 20.

## 7.3. EVALUATIE VAN DE ANALYSERESULTATEN

### 7.3.1. Vaste deel van de aarde

#### 7.3.1.1. Minerale olie

De grondverontreiniging met minerale olie situeert zich voornamelijk ter hoogte van de voormalige petroleumcluster "Petroleum Groen".

Ter hoogte van "FSI" zijn nog 3 spots aanwezig. De oorzaak van deze spots is vermoedelijk de aanwezigheid van opslagtanks in het verleden of het storten van afval.

Ter hoogte van de "Scheldekaaien" is er één spot aanwezig waarvan de oorzaak onbekend is.

De sterkst verontreinigde zones bevinden zich ten noorden van de Olieweg (historische loten 1, 2, 3, 4, 5, 6). Het is ook dit gedeelte dat het langst geëxploiteerd is geweest tijdens de voormalige petroleumactiviteiten. Verder wordt dit gedeelte gekenmerkt door een aantal calamiteiten (branden, bombardementen, lekkende pijpleidingen,...).

De verontreiniging ten zuiden van de Olieweg is veel beperkter. Dit is ter verklaren door het feit dat er, in zuidelijke richting, enkel op loten 14, 15 en 16 exploitatie was, en dit pas in de allerlaatste uitbreidingsfase.

Bijkomend wordt verontreiniging aangetroffen aan de oostelijke zijde van de Olieweg. Hier was in het verleden een raffinaderij aanwezig (lot 8).

Voor de ligging van de verschillende loten wordt verwezen naar Figuur 2 in punt 4.1.2.

Organoleptisch en met behulp van de PID meter werd er verontreiniging vastgesteld van 0 tot 2 m-mv met de hoogste verontreinigingsgraad op een diepte van 1 tot 1,5 m-mv. Vermoedelijk komt dit overeen met een smeerzone ten gevolge van wisselende grondwaterstanden.

Op basis van de diepe boringen kan gesteld worden dat de verontreiniging zich uitstrekt tot op de Polderklei (variërend tussen 2,0 en 2,5 m-mv). Worst case wordt voor de volumebepaling uitgegaan van een maximale diepte van 2,25 m-mv (concentratie boven de bodemsaneringsnorm).

Voor wat betreft de verontreinigingssspots in de zone "FSI" is de diepte van de verontreiniging afhankelijk van de lokatie.

**Oppervlakte- en volumeberekening**

Onderstaande tabel geeft een overzicht van de oppervlakte en het volume grond verontreinigd met minerale olie.

**Tabel 7-1 Raming volume met minerale olie verontreinigde grond**

Grondverontreiniging met minerale olie (concentratie > B-norm)	Oppervlakte (m <sup>2</sup> )	Volume (m <sup>3</sup> )
<b>FSI</b>		
Oostelijk deel	880	1.320
	1.319	3.957
	886	1.329
<b>Scheldekaaien</b>		
	3.699	7.398
<b>Petroleum Groen</b>		
Lot 1,2,3	35.992	89.980
	11.718	29.295
	1.707	4.267,5
Lot 4,5	28.232	70.580
	1.155	2.888
Lot 8	3.463	8.658
	2.461	6.153
Lot 14,15	2.485	6.213
	1.337	3.343

De verontreiniging met minerale olie in het vaste deel van de aarde wordt weergegeven in de tekeningen in Bijlage 20.

**7.3.1.2. PAK's**

De verontreiniging met PAK's in de grond situeert zich enkel ter hoogte van de terreinen "FSI" en "Scheldekaaien". Ter hoogte van "Petroleum Groen" worden geen concentraties boven de bodemsaneringsnorm vastgesteld.

De verontreiniging met PAK's beperkt zich tot de parameters benzo(a)pyreen en naftaleen en is gelinkt aan de ophoging van de terreinen met allerhande puin, slakken, sintels.

Ter hoogte van "FSI" wordt de diepte van de verontreiniging gerelateerd aan de diepte van de ophooglaag (ca 4 m-mv).

Ter hoogte van de "Scheldekaaien" wordt de diepte van de verontreiniging eveneens gerelateerd aan de diepte van de aanvulling (ca 6 m-mv).

De PAK verontreiniging die in het onderzoek van 2003 werd vastgesteld in het noordelijk deel van "Petroleum Groen" werd niet bevestigd.

**Oppervlakte- en volumeberekening**

Onderstaande tabel geeft een overzicht van de oppervlakte en het volume grond verontreinigd met PAK's (naftaleen en benzo(a)pyreen).

**Tabel 7-2 Raming volume met PAK's verontreinigde grond**

Grondverontreiniging met PAK's (concentratie > B-norm)	Oppervlakte (m <sup>2</sup> )	Volume (m <sup>3</sup> )
<b>FSI</b>		
Benzo(a)pyreen	23.255	93.020
	13.473	53.892
	7.079	28.316
	2.115	8.460
	2.074	8.296
Naftaleen	1.810	7.240
	833	3.332
<b>Scheldekaaien</b>		
Benzo(a)pyreen	39.149	234.894
	8.962	53.772
	5.060	30.360
	2.612	15.672
	1.930	11.580
Naftaleen	1.066	6.396

De verontreiniging met PAK's in het vaste deel van de aarde wordt weergegeven in de tekeningen in Bijlage 20.

### **7.3.1.3. Zware metalen**

De verontreiniging met zware metalen in de grond situeert zich enkel ter hoogte van de terreinen "FSI" en "Scheldekaaien". Ter hoogte van "Petroleum Groen" worden geen concentraties boven de bodemsaneringsnorm vastgesteld.

De verontreiniging met zware metalen beperkt zich tot de parameters lood, koper, zink en kwik. Net zoals de verontreiniging met PAK's is deze gelinkt aan de ophoging van het terrein met allerhande puin, slakken, sintels...

Ter hoogte van "FSI" wordt de diepte van de verontreiniging gerelateerd aan de diepte van de ophooglaag (ca 4 m-mv).

Ter hoogte van de "Scheldekaaien" wordt de diepte van de verontreiniging gerelateerd aan de diepte van de aanvulling (ca 6 m-mv).

#### **Oppervlakte- en volumeberekening**

Onderstaande tabel geeft een overzicht van de oppervlakte en het volume grond verontreinigd met zware metalen (lood, koper, zink en kwik).

**Tabel 7-3 Raming volume met zware metalen verontreinigde grond**

Grondverontreiniging met zware metalen (concentratie > B-norm)	Oppervlakte (m <sup>2</sup> )	Volume (m <sup>3</sup> )
<b>Petroleum Groen</b>		
Zink	2.776	6.940
Lood	3.742	9.355
	3.337	8.343
<b>FSI</b>		
Lood	62.002	248.008
	6.327	25.308
	4.480	17.920
	3.678	14.712
	3.327	8.318
Koper	27.109	108.436
	2368	9472
	1.953	7.812
	949	3.796
Zink	8.391	33.564
	9.175	35.700
	4.788	19.152
	3.677	14.708
	3.391	13.564
	3.263	13.052
Kwik	851	3.404
<b>Scheldekaaien</b>		
Lood	9.858	59.148
	6.648	39.888
	5.271	31.626
	2.815	16.890
Koper	5689	34.134
	3530	21.180
	3118	18.708
	2020	12.120
Zink	5.689	34.134
	4.123	24.738
	2.411	14.466

De verontreiniging met zware metalen in het vaste deel van de aarde wordt weergegeven in de tekeningen in Bijlage 20.

#### **7.3.1.4. Ophooglaag**

Uit de analyseresultaten (zie punt 7.3.1) blijkt dat er ter hoogte van de aangetroffen ophooglaag op FSI in de grond een verontreiniging met PAK's en zware metalen aanwezig is.



De aangetroffen verontreiniging kan niet gelinkt worden aan het soort ophoogmateriaal dat aanwezig is.

Algemeen kan gesteld worden dat de volledige ophooglaag verontreinigd is met zware metalen (koper, lood, kwik, zink) en PAK's (benzo(a)pyreen en naftaleen) maar dat de verontreinigingen niet in homogene concentraties aanwezig zijn.

Voor de opgehoogde "Scheldekaaien" kan eveneens gesteld worden dat de volledige ophooglaag verontreinigd is met zware metalen (koper, lood, kwik, zink) en PAK's (benzo(a)pyreen en naftaleen) (zie punt 7.3.1). De verontreinigingen zijn echter niet in homogene concentraties aanwezig.

### **7.3.2. Grondwater**

Voor de volumeberekeningen is voor "Petroleum Groen" gerekend met een grondwaterstand van 0,5 m-mv. Voor het rechtse gedeelte van "FSI" wordt rekening gehouden met een grondwaterstand van 0,75 m-mv. Voor het overige gedeelte van "FSI" en de "Scheldekaaien" werd een grondwaterstand van ca 2,5 m gehanteerd.

#### **7.3.2.1. Minerale olie**

De grondwaterverontreiniging met minerale olie beperkt zich tot het gebied "Petroleum Groen".

Samenvattend kan gesteld worden dat heel het noordelijk deel van dit gebied verontreinigd is met minerale olie (loten 1, 2, 3, 4, 5, 6). De oorzaak is terug te vinden in de talrijke calamiteiten die op dit gedeelte van het terrein hebben plaatsgevonden.

Bijkomend bevindt zich nog een verontreinigingsvlek ter hoogte van lot 8 (voormalige raffinaderij) en onderaan lot 1 (deel c) (garage activiteiten en op- en overslag petroleum producten).

Verder zijn er nog enkele kleinere verontreinigingsvlekken aanwezig ten noorden en ten zuiden van de Olieweg.

Vertikaal strekt de verontreiniging met minerale olie zich uit tot op de Boomse Klei (ca 4,5 m-mv). In de diepe peilbuizen (filter van 4,5 tot 5,5 m-mv) wordt de 80 % waarde van de bodemsaneringsnorm niet overschreden.

Het grondwater ter hoogte van "Petroleum Groen" bevindt zich op een diepte van ca 0,5 m-mv.

Bij de berekening van de volumes is rekening gehouden met een porositeit van 30 %.

**Tabel 7-4 Raming volume met minerale olie verontreinigd grondwater**

Grondwaterverontreiniging met minerale olie (concentratie > B-norm)	Oppervlakte (m <sup>2</sup> )	Volume (m <sup>3</sup> )
<b>Petroleum Groen</b>		
Lot 1, 2, 3, 4, 5, 6	86.316	103.580
	11.683	14.020
	1.300	1560
	8.421	10.105
	2.375	2850
Lot 8	2.566	3079
Lot 14,15	2.062	2475
	2.597	3117

De verontreiniging met minerale olie in het grondwater wordt weergegeven in de tekeningen in Bijlage 20.

### 7.3.2.2. Aromaten

Enkel ter hoogte van "Petroleum Groen" is in het grondwater een verontreiniging met aromaten (benzeen, xyleen en toluen) aanwezig.

De verontreiniging met benzeen komt op dezelfde lokaties voor als de verontreiniging met minerale olie. De omvang is echter veel kleiner.

De hoogste benzeenconcentraties bevinden zich ten noorden van de Olieweg (Loten 1, 2, 3, 4, 5, 6). Het is ook dit gedeelte dat het langst geëxploiteerd is geweest in de voormalige petroleumcluster. Verder wordt dit gedeelte gekenmerkt door een aantal calamiteiten (branden, bombardementen, lekkende pijpleidingen, ...).

Ten zuiden van de Olieweg is er enkel een zeer beperkte spot aanwezig.

Dit is te verklaren door het feit dat er, in zuidelijke richting, enkel op loten 14, 15 en 16 exploitatie was, en dit pas in de allerlaatste uitbreidingsfase.

Bijkomend wordt verontreiniging aangetroffen aan de oostelijke zijde van de Olieweg. Hier was in het verleden een raffinaderij aanwezig (lot 8).

Ten zuiden van de Olieweg is een beperkte verontreinigingsvlek met toluen aanwezig.

Ten noorden van de Olieweg zich 2 verontreinigingsvlekken met xyleen.

Vertikaal strekt de verontreiniging met aromaten zich uit tot op de Boomse Klei (ca 4,5 m-mv). Enkel ter hoogte van lot 6 (P1132) wordt voor benzeen nog een concentratie tot 10 x de bodemsaneringsnorm gemeten. Gezien echter de ondoorlatendheid van de Boomse Klei en het afsluitend karakter van deze laag kan door extrapolatie gesteld worden dat de verontreiniging in deze zone zich maximaal uitstrekt tot op een diepte van ca 6 m-mv. De aangetroffen concentraties liggen beneden de risicogrenswaarden (zie bijlage 21). Er is eveneens geen verspreidingsrisico aanwezig.

Ter hoogte van de Olieweg wordt voor benzeen in de diepte een waarde rond de bodemsaneringsnorm vastgesteld. Bijgevolg wordt hier de Boomse Klei eveneens als afsluitende laag beschouwd.



Voor de parameters xyleen en toluen worden in de diepe peilbuizen geen overschrijding boven de 80 % waarde van de bodemsaneringsnorm vastgesteld. Het grondwater ter hoogte van "Petroleum Groen" bevindt zich op een diepte van ca 0,5 m-mv.

Bij de berekening van de volumes is rekening gehouden met een porositeit van 30%.

**Tabel 7-5 Raming volume met aromaten verontreinigd grondwater**

Grondwaterverontreiniging met aromaten (concentratie > B-norm)	Oppervlakte (m <sup>2</sup> )	Volume (m <sup>3</sup> )
<b>Petroleum Groen</b>		
<i>Benzeen</i>		
Lot 1, 2, 3, 4, 5, 6	24.676	32.901
	2.198	2.930
	4.257	8.514
	3.807	5.076
	1.384	1.845
Lot 1 (deel c)	1.361	1.815
	1.068	1.424
Lot 7	420	560
Lot 8	1.893	2.524
Lot 16	732	976
<i>Xyleen</i>		
Ten noorden van de Olieweg	537	716
	279	372
<i>Toluene</i>		
Lot 16	1.285	1.713

De verontreiniging met aromaten in het grondwater wordt weergegeven in de tekeningen in Bijlage 20.

### 7.3.2.3. **Zware metalen**

Op de onderzoekslocatie worden in het grondwater 2 zware metalen aangetroffen boven de bodemsaneringsnorm nl. lood en zink. De loodverontreiniging bevindt zich zowel op het terrein van "Petroleum Groen", als op "FSI" en de "Scheldekaaien". Het gaat in al de zones om beperkte spots.

Voor de verticale afperking van de grondwaterverontreiniging met zware metalen werd uitgegaan van het gegeven dat deze verontreiniging zich enkel in het freatisch grondwater zou kunnen bevinden. Immers dit watervoerende pakket boven de alluviale polderklei is enkele meters dik. Verder zijn er geen aanwijzingen dat de Polderklei in de verontreinigde zone met zware metalen discontinue zou zijn. Hierdoor is de afbakening in het ondiepe grondwater voldoende en dient het diepe grondwater niet verder onderzocht te worden.

Bij de berekening van de volumes is rekening gehouden met een porositeit van 30%.

**Tabel 7-6 Raming volume met zware metalen verontreinigd grondwater**

Grondwaterverontreiniging met zware metalen (concentratie > B-norm)	Oppervlakte (m <sup>2</sup> )	Volume (m <sup>3</sup> )
<b>FSI</b>		
Lood	843	
Zink	4.199	2.800
	5.252	3.501
	2.869	1.913
	8.789	5.859
	2.715	1.810
	3.243	2.162
<b>Scheldekaaien</b>		
Lood	843	562
<b>Petroleum Groen</b>		
Lood	1.411	940

De verontreiniging met zware metalen in het grondwater wordt weergegeven in de tekeningen in Bijlage 20.

#### 7.3.2.4. VOCL's

Er worden op "Petroleum Groen" sporen VOCL's aangetroffen, de bodemsaneringsnorm wordt echter op geen enkele lokatie overschreden.

#### 7.3.2.5. GCMS-multicomponenten analyse

Ter hoogte van de 5 meest verontreinigde zones (ter hoogte van peilbuizen P1131, P1401, P1411, P1451, P1601, P1781, P1851, P1971, P2161, P2341) werd per verontreinigingskern op een 2 tal grondwatermonsters een GCMS multicomponenten analyse uitgevoerd.

Voor volgende componenten werden verhoogde concentraties vastgesteld:

- n-propylbenzeen;
- isopropylbenzeen (cumeen);
- sec-butylbenzeen;
- n-butylbenzeen;
- o-cresol;
- isopropyltolueen.

Bovenvermelde parameters zijn niet genormeerd in het Vlarebo.

Voor deze niet-genormeerde parameters werden toetsingswaarden vooropgesteld. Deze waarden hebben in eerste instantie tot doel een grenswaarde om de noodzaak voor verdere afperking te evalueren.

Voor volgende parameters werd een toetsingwaarde bepaald:

- Cumeen
- N-Butylbenzeen





- Sec-butylbenzeen
- Propylbenzeen
- Isopropyltolueen
- Cresolen

Voor de bepaling van een toetsingswaarde werden in volgorde volgende stappen doorlopen:

1. Nakijken van beschikbaarheid van normen voor deze parameters in het buitenland;
2. Afleiden van een grenswaarde op basis van beschikbare TDI (conform de methodiek zoals beschreven in "risico-evaluaties", OVAM, 2004);
3. Afleiden van een grenswaarde op basis van de bepalende blootstellingsroute. Voor de voorgestelde componenten is uitdamping de belangrijkste blootstellingsroute, waardoor de grenswaarde in grondwater bepaald wordt door de toegelaten concentratie in de binnenlucht.

In onderstaande tabel wordt een overzicht gegeven van de gehanteerde toetsingswaarden en de gebruikte bronnen voor afleiding van deze waarde.

**Tabel 7-7 Toetsingwaarden niet genormeerde parameters**

	<b>Gebruikte toetsingswaarde (µg/l)</b>	<b>Bron/uitgangspunten</b>
Cresolen	200	Nederlandse – waarde (1)
Cumeen	350	IRIS databank, EPA; orale Rfd 0,1 mg/kg.ds
n-butylbenzeen	260	toegelaten concentratie in de binnenlucht (140 µg/m <sup>3</sup> )
sec-butylbenzeen	250	toegelaten concentratie in de binnenlucht (140 µg/m <sup>3</sup> )
Propylbenzeen	320	toegelaten concentratie in de binnenlucht (140 µg/m <sup>3</sup> )
Isopropyltolueen	/	Geen toxicologische data beschikbaar, noch buitenlandse normering, noch toegelaten concentraties in lucht. Deze parameter komt echter voor in zones waar verhoogde gehalten minerale olie aanwezig zijn.

#### Referenties

- (1) derivation methods of soil screening values in Europe, review, EU, 2007
- (2) Guidance for evaluating vapor intrusion to indoor air pathway from groundwater and soils, EPA, 2003

Ter hoogte van P1851 werden deze toetsingswaarden overschreden voor de parameters n-propylbenzeen en isopropylbenzeen. Ter hoogte van P2161 werd er een overschrijding vastgesteld voor de parameters n-propylbenzeen, isopropylbenzeen, n-butylbenzeen en sec-butylbenzeen.

In een tweede fase werden 15 omringende peilbuizen geanalyseerd op de aangetroffen verontreinigingsparameters. In geen enkele peilbuis werd de toetsingswaarde overschreden. Bijgevolg betreft het hier zeer beperkte vlekken. Vertikaal wordt de Boomse Klei als afsluitende laag beschouwd.

Bij de berekening van de volumes is rekening gehouden met een porositeit van 30%.

**Tabel 7-8 Raming volume met propyl- en butylbenzeen verontreinigd grondwater**

Grondwaterverontreiniging met propyl- en butylbenzeen (concentratie > B-norm)	Oppervlakte (m <sup>2</sup> )	Volume (m <sup>3</sup> )
Ter hoogte van P1851		
n-propylbenzeen	955	1146
isopropylbenzeen		
Ter hoogte van P2161		
n-propylbenzeen	955	1146
isopropylbenzeen	955	1146
n-butylbenzeen	955	1146
Sec-butylbenzeen	955	1146

De verontreinigingscontour van n-propylbenzeen, isopropylbenzeen, n-butylbenzeen en sec-butylbenzeen wordt weergegeven in Bijlage 20.

### 7.3.2.6. *Tetraethyllood (TEL)*

Ter hoogte van de vroegere TEL additie eenheid op lot 5 C en ter hoogte van de opslagtanks voor TEL is er mogelijks een verontreiniging met TEL in het grondwater aanwezig.

Ter hoogte van deze zones werden 2 peilbuizen (P1751 en P1841) geanalyseerd op tetraethyllood. Er werden geen concentraties boven de detectielimiet vastgesteld.

### 7.3.3. *Drijfslagen*

Enkel op het terrein van "Petroleum Groen" zijn er drijfslagen aanwezig.

Op een 3 tal tijdstippen werden op deze zone drijfslagmetingen uitgevoerd op de aanwezige peilbuizen. Opvallend is dat na een droge periode meer drijfslagen werden vastgesteld dan in een natte periode. Verklaring ligt in het feit dat de ondergrond zeer snel reageert op neerslag wat resulteert in grondwaterschommelingen van ca 0,5 m. Bij droog weer daalt het grondwater en wordt de drijfslag zichtbaar. Dit in tegenstelling tot de natte periode waarbij het grondwater zodanig stijgt dat dit gelijk met het maaiveld staat en waarbij de drijfslag wordt versmeerd en zich ter hoogte van het maaiveld bevindt. Als gevolg daarvan werden tijdens de uitvoering van het veldwerk organoleptisch olievlekken waargenomen.

Op het terrein bevinden zich 6 drijfslagzones. De grootste zones bevinden zich ter hoogte van "International Oil" (loten 1, 2, 3), in het uiterste zuiden van lot 1 (deel c), in het noordelijk deel van de loten 4, 5 en ter hoogte van lot 8. Verder zijn er nog 2 kleinere drijfslagvlekken aanwezig in het zuiden van lot 2 en 3.

**Tabel 7-9 Raming oppervlaktes drijfzanden**

Drijfzandzones	Oppervlakte (m <sup>2</sup> )
Lot 1, 2, 3	11.318
Lot 1 (deel c)	11.158
Lot 8	2.988
Lot 4, 5 (noordelijk deel)	10.192
Lot 2, 3 (zuidelijk deel)	1.335
	1.190

De omvang van de drijfzandcontouren en de gemeten diktes worden weergegeven op de tekeningen in Bijlage 20.

### 7.3.4. Slib

Uit de analysesresultaten van de slibstalen ter hoogte van de Leigracht en de 's Heerensgracht kan besloten worden dat beide grachten sterk verontreinigd zijn met minerale olie en PAK's.

De hoogste PAK concentraties (benzo(a)anthraceen, fluorantheen en benzo(a)pyreen) bevinden zich in de Leigracht ter hoogte van de lokatie waar deze onder het bedrijventerrein van Alca Petroleum verdwijnt. Voor zowel benzo(a)anthraceen, benzo(a)pyreen en fluorantheen wordt er enkel in het oppervlakkige slibstaal een verhoogde concentratie gemeten.

Verder kan gesteld worden dat zowel de 's Heerensgracht als de Leigracht sterk verontreinigd zijn met minerale olie en dit zowel diep (ca. 50 cm) als oppervlakkig.

Samenvattend kan gesteld worden dat het slib van beide grachten verontreinigd is met minerale olie en PAK's.

In onderstaande tabel worden de volumes verontreinigd slib weergegeven. De hoeveelheden zijn gebaseerd op de opmeting van de grachtprofielen, de diepte van de verontreiniging vastgesteld door analyses en de lengte van de grachten. De verontreiniging werd analytisch tot op 1 m onder de top van sliblaag aangetroffen.

**Tabel 7-10 Raming volume verontreinigd slib**

	Sectie	Lengte (m)	Dikte – geraamde diepte (m)	Breedte (m)	Ontgraving – geraamd volume (m <sup>3</sup> )
Leigracht	Opwaarts	500	0,5	5,5	1.375
	Midden	500	1,0	4,5	2.250
	afwaarts	500	1,0	5,0	2.500
's Heerensgracht	Lengte gracht (m)		500	2	500
	Dikte gracht (m)		0,5		
Totaal (afgerond)					7.000

De slibconcentraties worden weergegeven op de tekeningen in Bijlage 20.



### 7.3.5. Grondverzet

Gezien de uit te graven volumes nog niet gekend zijn en deze fase enkel tot doel had een beeld te krijgen van de milieuhygiënische grondkwaliteit worden geen volumes toegekend aan de afzonderlijke codes. Er werden nog geen uitloogtesten of andere analyses uitgevoerd in het kader van het eventuele hergebruik van de uitgegraven bodem als bouwstof. Dergelijk onderzoek is in deze fase van het brownfieldproces nog niet aan de orde. Bijgevolg wordt dan ook geen uitspraak gedaan over het bouwkundig bodemgebruik van de betreffende bodem.

De tekeningen met de verschillende kwaliteiten en dieptes worden weergegeven in Bijlage 22.

### 7.3.6. Karakteristatie van de verontreiniging

De verontreiniging met minerale olie in grond en grondwater kan als volgt gekarakteriseerd worden:

- Fractie C10-C12: 20 %
- Fractie C12-C20: 40 %
- Fractie C20-C30: 40 %
- Fractie C30-C40: 20 %

Op basis van deze fractie-verdeling kan gesteld worden dat het grootste deel van de verontreiniging zich situeert in de fracties C12-C30.

Het betreft hier dus een "middelzware olie", waarbij de lichte fracties en zeer zware fracties aanzienlijk minder voorkomen.

De biodegradeerbaarheid van de verschillende koolwaterstoffracties wordt in volgende paragrafen toegelicht.

### 7.3.7. PID metingen

De verontreinigingsvlekken die op basis van de PID metingen werden vastgesteld worden analytisch bevestigd.

## 7.4. METINGEN IN FUNCTIE VAN DE RISICO-EVALUATIE

### 7.4.1. Natuurlijke biodegradatie van minerale olie

De natuurlijke biodegradatie is afhankelijk van de aard van de koolwaterstoffen aangetroffen in de bodem. Biodegradatie kan pas optreden indien de omstandigheden ideaal zijn, dwz bij aërobe en nutriëntrijke omstandigheden. Hieronder wordt de samenstelling van de koolwaterstoffen en de biodegradeerbaarheid geëvalueerd. Verder wordt ingegaan op de biochemische omstandigheden aanwezig in de bodem.

#### ***Aard van de koolwaterstoffen***

In de drijfslagzones is geen of slechts een beperkte biologische activiteit en biodegradatie te verwachten. De eventuele biologische afbraak die in bepaalde bodemzones zou kunnen optreden, hangt ook samen met de samenstelling van de drijfslagen en grondverontreinigingen. Zo zijn cycloalkanen en de zwaardere

aromaten moeilijker biodegradeerbaar dan alkanen, lichtere aromaten en alkenen.

De samenstelling van de koolwaterstoffracties hangt samen met de oorsprong van de verontreiniging en de uitgevoerde bedrijfsactiviteiten. Ter hoogte van P1251 (ter hoogte van het noordelijk deel van lot 5) werden lichtere koolwaterstoffen geraffineerd (zie historisch onderzoek). Dit zou het belangrijkste aandeel aan aromaten kunnen verklaren.

**Tabel 7-11 Samenstelling van de minerale olie in de grond (volgens GcxGC methode)**

Concentraties (mg/kg ds)	P1421	P1251	P1841	P2251	P2121
Zone	Drijf laag-west (ter hoogte van International Oil)	Drijf laag-noord (Te noorden hoogte van lot 5)	Kern	Kern	pluim
Alkanen	4.747	3.172	87	397	1.263
Cycloalkanen	15.609	5.002	5.018	1.353	1.905
Alkenen	1.393	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
Aromaten	3.556	3.436	1.749	607	912
% alkanen	20	27	1	17	31
% cycloalkanen	65	43	73	57	47
% aromaten	15	30	26	26	22
Monoaromaten (%)	1	10	0	1	4
Naftenische aromaten (%)	4	8	2	5	7
Diaromaten (%)	4	8	6	9	8
Naftenische diaromaten (%)	3	3	61	6	4
Triaromaten (%)	2	2	3	4	2
> ring polyaromaten (%)	1	0	0	2	0
<b>Totale grondconcentratie</b>	<b>23.912</b>	<b>11.610</b>	<b>6.854</b>	<b>2.357</b>	<b>4.080</b>
Wateroplosbare fractie (µg/l) (berekend, hfdz aromaten)	461	1.891	378	513	921

Aan de westelijke kant van "Petroleum Groen" is een drijf laag aanwezig die zich uitstrekt tot voorbij peilbuis P1421. In de grond is 23.912 mg/kg ds minerale olie aanwezig, met belangrijke fracties aan cycloalkanen (65%) en aromaten (15%). Enkel in dit grondstaal worden de meer biodegradeerbare alkenen aangetroffen. Dit zou erop kunnen wijzen dat in deze zone weinig biologische afbraak opgetreden is.

Aan de oostelijke kant van "Petroleum Groen" is eveneens een drijf laag in de omgeving van P1251 aanwezig. In de grond is 11.610 mg/kg ds minerale olie aanwezig, met belangrijke fracties aan cycloalkanen (43%) en aromaten (30%). In de grond zijn C12-C20 fracties aan (naftenische) monoaromaten en diaromaten sterk vertegenwoordigd. De aanwezigheid van deze koolwaterstoffracties in de grond zou ook op een gebrek aan biologische afbraak kunnen wijzen. Immers de bedrijfsactiviteiten zijn al ca 50 jaar stopgezet.

De lokatie van de drijlagen werd toegevoegd in bijlage 20.

In de grond van boring P1841 zijn de lichtere fracties (minder dan C16) aan aromaten en alkanen nauwelijks aanwezig (minder dan 15 %). Alkenen worden niet vastgesteld. Mogelijk betreft het hier een grondstaal waarin de gemakkelijk biodegradeerbare fracties in de loop der tijd zijn verdwenen. Dit grondstaal wijst op de aanwezigheid van biologische afbraak.

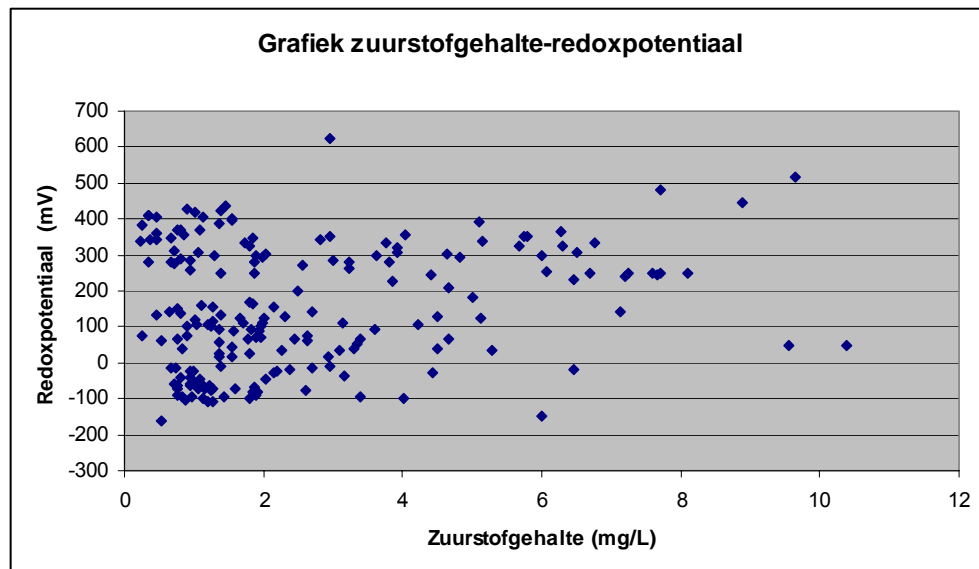
In de grond van boring P2251 zijn de lichtere fracties (minder dan C16) aan aromaten en alkanen nauwelijks aanwezig (minder dan 10 %). Alkenen worden niet vastgesteld. Mogelijk betreft het hier een grondstaal waarin de gemakkelijk biodegradeerbare fracties in de loop der tijd zijn verdwenen. Dit grondstaal wijst op de aanwezigheid van de biologische afbraak.

In de grond van boring P2121 zijn zowel zwaardere als lichtere fracties (minder dan C16) aan aromaten en alkanen aanwezig. Alkenen worden niet vastgesteld. Mogelijk betreft het hier een grondstaal waarin de gemakkelijk biodegradeerbare fracties in de loop der tijd deels zijn verdwenen. Dit grondstaal wijst op de aanwezigheid van de biologische afbraak.

### ***Biochemische omstandigheden in het grondwater***

Het gebied van "Petroleum Groen" is waterziek dwz dat het grondwater in de bovenste halve meter van de bodem aanwezig is en op sommige plaatsen zelfs boven het maaiveld uitkomt. Uit de grafiek toegevoegd in Figuur 18 blijkt dat zo goed als geen zuurstof in het grondwater aanwezig is. De redox potentiaal is overwegend lager dan 400 mV. Dit wijst op een overwegend anaëroob milieu, ongunstig om de biodegradatie te bevorderen. Rekening houdend met de hoger besproken resultaten kan gesteld worden dat er biodegradatie optreedt, maar deze in sterke mate wordt gelimiteerd door de anaërobe omstandigheden in de bodem.

**Figuur 18 Grafiek zuurstofgehalte - redoxpotentiaal**





## 7.4.2. Bepaling verspreidingsnelheid grondwater

### 7.4.2.1. Recovery testen

#### ***Uitgevoerde werkzaamheden***

De peilbuizen waarop de recoverytesten werden uitgevoerd bevinden zich verspreid over de 3 zones. Op 29 en 30 april 2008 werden 'recovery' testen uitgevoerd ter hoogte van peilbuizen P2252 (Petroleum Groen), P2891 (Scheldekaaien), P1445 (Petroleum Groen), en P1551 (Petroleum Groen). Naast deze vier peilbuizen werd eveneens getracht om 'recovery' testen uit te voeren op vier andere peilbuizen nl. P3621 (FSI), P3611 (FSI), P3541 (FSI), en P1313 (Petroleum Groen). Voor deze peilbuizen kon het grondwater tijdens het pompen onvoldoende verlaagd worden vanwege de sterke toestroming. Hierdoor zijn er voor deze peilbuizen geen resultaten beschikbaar.

Gedurende de uitvoering van de vier pomptesten werd het waterpeil in de vier putten continu opgevolgd door middel van dataloggers (d-Diver, Van Essen Instruments). De registratie van de waterdruk van het bovenliggende waterpakket gebeurde met een frequentie van 1 meting per 5 seconden. Hierdoor krijgt men een bijna continu beeld van de grondwaterstijghoogte in de peilbuis. De karakteristieken van de verschillende peilbuizen en de gemiddelde debieten die konden opgepompt worden, zijn weergegeven in Tabel 7-12.

**Tabel 7-12 Opgepompte debieten uit de peilbuizen**

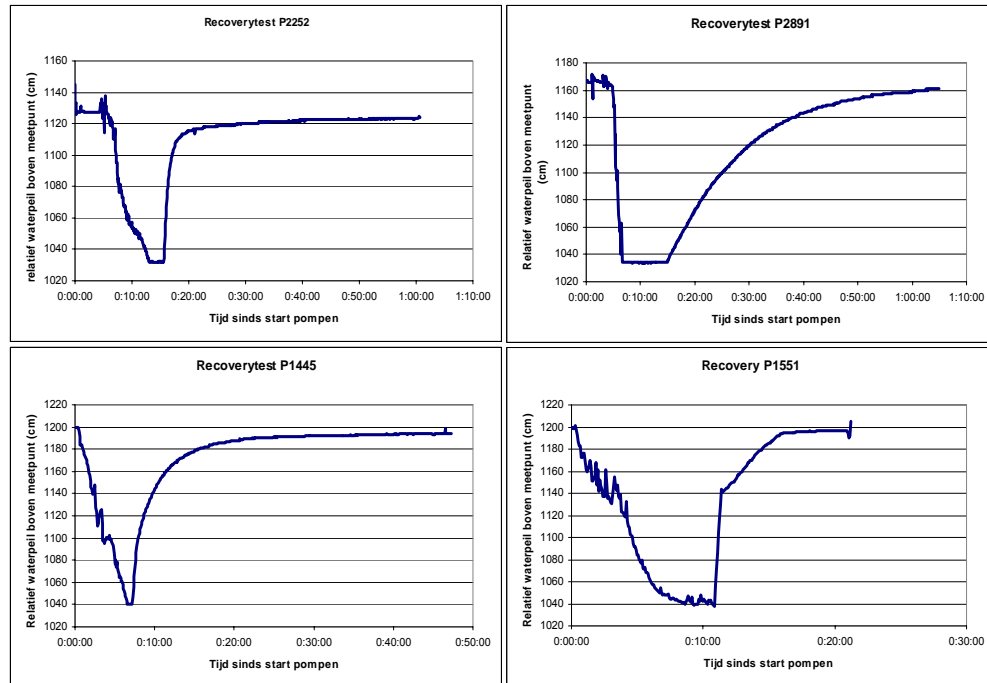
Peilbuis	Filterdiepte (m-mv)	Diameter (mm)	Debiet Q (l/min)	Debiet Q (m <sup>3</sup> /dag)
P2252	0,4 - 2,4	32	0,44	0,63
P2891	2,10 - 5,10	32	0,51	0,73
P1445	0,5 - 2,5	32	0,63	0,91
P1551	0 - 2	32	1	1,44

De tijdsintervallen waarover gepompt werd, worden per recovery test (per peilput) weergegeven in Tabel 7-13.

**Tabel 7-13 Start en stop tijdstip van het pompen**

Peilbuis		Filterdiepte (m-mv)	Tijdstip start	Tijdstip stop
P2252	Zand, matig fijn, zwak siltig	0,4 - 2,4	12:28	12:38
P2891	Zand, zeer fijn, zwak siltig	2,10 - 5,10	10:59	11:09
P1445	Zand, matig fijn, kleiig	0,5 - 2,5	8:40	8:47
P1551	Zand, matig fijn, zwak siltig	0 - 2	15:25	15:35

In de grafieken in onderstaande figuur wordt het verloop van het waterpeil in de verschillende peilbuizen in functie van de tijd weergegeven.

**Figuur 19 Verloop van het waterpeil in functie van de tijd**





### Resultaten

De gegevens van de afpomping werden geanalyseerd met de Theis en 'Cooper & Jacob' methodes, de data van de recovery met de Theis recovery methode.

De daling van de watertafel als gevolg van het pompen kan beschreven worden volgens (Cooper & Jacob, 1946):

$$s = \frac{2.3Q}{4\pi KD} \log\left(\frac{2.25KDt}{r^2 S}\right)$$

waarbij: s = verlaging van de watertafel bij tijdstip t (m),  
Q = debiet (m<sup>3</sup>/d),  
K = doorlatendheid (m/d),  
D = dikte van de aquifer (m),  
S = bergingscoëfficiënt,  
r = afstand tot de pompput.

Hierbij zijn Q, K, D en S constant, zodat men een lineaire relatie bekomt tussen s en log(t). Hieruit kan dan de permeabiliteit berekend worden.

De recovery data werden geanalyseerd volgens de Theis & Jacob recovery methode. Hierbij wordt de permeabiliteit berekend aan de hand van de formule:

$$K = \frac{2.3Q}{4\pi Ds} \log \frac{t}{t'}$$

waarbij K = hydraulische conductiviteit,  
Q = pompdebiet,  
D = dikte van de aquifer,  
s = dikte van de afpompkegel bij tijd t,  
t = tijd sinds het opstarten van de pomp,  
t' = tijd sinds het stopzetten van de pomp.

Op een plot van s versus log t/t' kan de richtingscoëfficiënt van de bekomen rechte bepaald worden, waarvoor geldt:

$$\Delta s = \frac{2.3Q}{4\pi KD}$$

waarbij  $\Delta s$  = verschil in dikte van de afpompkegel over een log cyclus van t/t'. Hieruit kan de hydraulische conductiviteit berekend worden.

**Tabel 7-14 Hydraulische conductiviteit op basis van recovery testen**

Peilbuis	Hydraulische conductiviteit (m/s)	Hydraulische conductiviteit (m/d)
P2252	$1,76 \times 10^{-6}$	0,152
P2891	$4,79 \times 10^{-7}$	0,050
P1445	$2,77 \times 10^{-6}$	0,239
P1551	$2,19 \times 10^{-6}$	0,189

**Interpretatie**

Uit de resultaten van de 'recovery' testen blijkt dat met uitzondering van het resultaat van peilbuis P2891 de waarden rond 0,15 en 0,23 m/dag schommelen.

In peilbuis P2891 is de berekende doorlaatbaarheid één derde lager, i.e. 0,05 m/dag. De filter van deze peilbuis bevindt zich in de zeer fijne zandlaag overeenkomend met het alluvium over een diepte van 2 tot 5 m-mv.

Ter hoogte van de overige peilbuizen is de grond als matig fijn zand omschreven. Mogelijk zijn de bekomen doorlaatbaarheidsmetingen een onderschatting van de werkelijke waarde (zie verder).

In vier peilbuizen P3621, P3611, P3541 en P1313 werd een grondwaterdaling van enkele centimeters gerealiseerd. Dit wijst op een sterk doorlatende bodem. De grond bestaat uit fijn zand en is schelphoudend. De bodemdoorlaatbaarheid is vermoedelijk enkele ordes groter, dan hierboven berekend. Het schelphoudende karakter van de bovenlaag wijst op een aanvullaag.

Uit deze gegevens besluiten we dat de bodemdoorlaatbaarheid sterk variabel is en bepaald wordt door de aanvullingen en vergravingen die in het gebied zijn uitgevoerd. Immers puin is (lokaal) tot 2 m-mv teruggevonden.

**7.4.2.2. Korrelgrootteanalyse**

Om de hydraulische conductiviteit van de bodem te kunnen bepalen werd voor een aantal boringen een korrelgrootteanalyse uitgevoerd. Van stalen van de boringen B3238, B3812, P3541, P1445 en P2671 werd een mengmonster gemaakt. De eigenschappen van de mengmonsters zijn weergegeven in Tabel 7-15.

Op basis van de korrelgroottes werd voor elk mengmonster de hydraulische conductiviteit  $K$  bepaald volgens de empirische formules van Hazes (1983) en Seelheim (1983). De resultaten van deze berekeningen zijn in dezelfde tabel weergegeven.

**Tabel 7-15** Hydraulische conductiviteit op basis van korrelgrootte-analyse

Partikeldiameter in mm	B3282	B3812	P3541	P1445	P2671	P2671
Diepte staalname (m)	4,5-5	4,5-7	3-4,5	1,5-2,0	0,5-1,3	2-3,5
Grondsoort	klei	zeer fijn tot fijn zand	zeer fijn zand	klei	zeer fijn zand, puinhoudend	klei
d10	0,001	0,06	0,118	0,004	0,045	0
d20	0,009	0,08	0,144	0,032	0,097	0,001
d50	0,118	0,147	0,207	0,104	0,209	0,022
d60	0,171	0,182	0,228	0,144	0,244	0,035
U	118,0	2,5	1,8	26,0	4,6	
C	0,006	0,01	0,011	0,006	0,01	
K (m/s)	/	$7,7 \times 10^{-5}$	$1,6 \times 10^{-4}$	/	$1,6 \times 10^{-4}$	/
K (m/d)	/	6,65	13,82		13,82	

d10: partikeldiameter waarvoor 10 % van de grondmassa kleiner is; d20, d50, d60: idem;

U: Uniformiteitsindex; C= constante afgeleid van de uniformiteitsindex; K: doorlaatbaarheid

De grondstalen van boorlocaties B3282, P1445 en P2671 zijn in het alluvium en uit de Boomse Klei genomen. De bodem is overwegend kleiig. De hydraulische conductiviteit kan voor een kleiige grondsoort niet berekend worden aan de hand van de empirische formules. De vermelde formules zijn geschikt voor zandige bodem en/of voor uniformiteitsindex kleiner dan 5.

Het grondstaal van boorlocatie B3812 is onder het alluvium en boven de Boomse Klei genomen. De berekende doorlaatbaarheid bedraagt  $7,7 \times 10^{-5}$  m/s. Dit is kenmerkend voor een matig doorlatende bodem.

De grondstalen P2671 en P3541 zijn boven het alluvium genomen. De bodem-doorlaatbaarheid wordt op  $1,6 \times 10^{-4}$  m/s (of 14 m/dag) geraamd. De doorlaatbaarheid is een factor 100 groter dan de berekende waarden bekomen via de 'recovery' tests. Deze waarden wijzen op een sterk doorlatende bodem, zoals ter hoogte van de peilbuizen P3621, P3611, P3541 en P1313 werd vastgesteld.



## 8. BRON EN AARD VAN DE VERONTREINIGING

### 8.1. VASTGESTELDE VERONTREINIGINGSBRONNEN

De verontreinigingsbronnen op de onderzoekslocatie zijn verschillend per zone:

- “Petroleum Groen”: De aanwezige verontreiniging is voornamelijk afkomstig van de voormalige petroleumactiviteiten. Deze verontreinigingsbronnen zijn bovengronds verwijderd (met uitzondering van de installatie op het bedrijventerrein van International Oil). Echter in de ondergrond kan geen uitsluitsel gegeven worden over het al dan niet aanwezig zijn van leidingen. Mogelijks is in deze leidingen nog puur produkt aanwezig.
- “Scheldekaaien”: De verontreinigingsbronnen zijn te linken aan de aanwezige exploitatie. Ter hoogte van de noordzijde van D’Herbouvillekaai zijn er enkel ter hoogte van LVT bodemverontreinigde activiteiten aanwezig. LVT is een transportbedrijf. Op het bedrijventerrein bevindt zich een onderhoudswerkplaats met smeerputten. Tevens bevinden op het terrein een aantal ondergrondse tanks en een pomp.
- Mogelijks bevinden zich ter hoogte van de terreinen aan de zuidzijde van D’Herbouvillekaai nog ondergrondse of bovengrondse stookolietanks die gebruikt worden voor verwarming.
- Leigracht en ’s Heerensgracht: Tijdens het terreinbezoek werd vastgesteld dat in het slib van beide grachten puur produkt aanwezig is. Bijgevolg kunnen deze grachten eveneens als verontreinigingsbron beschouwd worden.

### 8.2. AARD VAN DE VERONTREINIGING

Gezien de geschiedenis van “Petroleum Groen” kan al de verontreiniging aanwezig in deze zone zonder meer beschouwd worden als historisch.

De verontreiniging met PAK’s en zware metalen op de terreinen van “FSI” en “Scheldekaaien” is gelinkt aan de in het verleden aangebrachte ophooglaag/aanvullaag. Bijgevolg kunnen deze verontreinigingen eveneens als historisch beschouwd worden.

De kleinere verontreinigingsspots met minerale olie ter hoogte van “FSI” en “Scheldekaaien” zijn logischerwijze eerder een gevolg van de activiteiten in verleden dan van de huidige. Deze worden bijgevolg eveneens als historisch beschouwd.



## 9. RISICO-EVALUATIE

Hierna worden de belangrijkste uitgangspunten en resultaten van de uitgevoerde risico-evaluatie samengevat weergegeven. De volledige beschrijving is in Bijlage 21 terug te vinden.

### 9.1. KEUZE VAN DE GIDSSTOFFEN

Voor het inschatten van de risico's wordt gebruik gemaakt van gidsstoffen:

- Benzeen, als gidsstof voor de aromaten;
- Lood, als gidsstof voor de zware metalen;
- Benzo(a)pyreen, als gidsstof voor de PAK's;
- Minerale olie.

De keuze van de gidsstoffen wordt verder toegelicht in het rapport Risico-evaluatie dat werd toegevoegd in Bijlage 21.

### 9.2. CONCEPTUELE SITEMODELLEN

In het kader van de risicoevaluatie worden zes CSM's onderscheiden die toelaten zowel het actueel als het potentieel risico te beoordelen. Het betreft:

1. CSM1: onverhard, onbebouwd, industrie;
2. CSM2: verhard, onbebouwd, industrie;
3. CSM3: bebouwd, industrie/kantoren;
4. CSM4: onverhard, onbebouwd, grootstedelijke voorzieningen;
5. CSM5: verhard, onbebouwd, grootstedelijke voorzieningen;
6. CSM6: bebouwd, grootstedelijke voorzieningen.

### 9.3. BEPALING RISICOGRENSWAARDEN

In de hierna gevoegde tabellen worden de afgeleide risicogrenswaarden voor 6 verschillende CSM's weergegeven.

**Tabel 9-1 Risicogrenswaarden grondverontreinigen**

Component	CSM1	CSM2	CSM3
Lood	6.245	- (1)	- (1)
Benzo(a)pyreen	9,2	- (1)	- (1)
Alifaten EC5-6	- (2)	- (2)	299
Alifaten EC>6-8	- (2)	- (2)	- (2)
Alifaten EC>8-10	128.000	- (2)	- (2)
Alifaten EC>10-12	131.000	- (2)	- (2)
Alifaten EC>12-16	131.000	- (2)	- (2)
Alifaten EC>16-21	- (2)	- (2)	- (2)
Aromaten EC>8-10	48.000	- (2)	319
Aromaten EC>10-12	52.000	- (2)	- (2)



Component	CSM1	CSM2	CSM3
Aromaten EC>12-16	52.000	- (2)	- (2)
Aromaten EC>16-21	39.000	- (2)	- (2)
Aromaten EC>21-35	39.000	- (2)	- (2)
Som aromaten en alifaten	10.000	20.000	20.000

Component	CSM4	CSM5	CSM6
Lood	915	- (1)	- (1)
Benzo(a)pyreen	4,9	- (1)	- (1)
Alifaten EC5-6	510.000	- (2)	187
Alifaten EC>6-8	520.000	- (2)	- (2)
Alifaten EC>8-10	25.900	- (2)	122
Alifaten EC>10-12	26.500	- (2)	- (2)
Alifaten EC>12-16	26.500	- (2)	- (2)
Alifaten EC>16-21	53.000	- (2)	- (2)
Aromaten EC>8-10	9.570	- (2)	99
Aromaten EC>10-12	10.500	- (2)	175
Aromaten EC>12-16	10.600	- (2)	- (2)
Aromaten EC>16-21	7.900	- (2)	- (2)
Aromaten EC>21-35	7.900	- (2)	- (2)
Som aromaten en alifaten	10.000	20.000	20.000

(1) De risico-index wordt nooit groter dan 1 en is vanaf een bepaalde waarde constant (en kleiner dan 1). Buiten een zeer beperkte blootstelling via inhalatie van buitenlucht zijn er geen blootstellingsroutes aanwezig (geen direct contact met de verontreiniging mogelijk omwille van de aanwezigheid van verhardingen of bebouwing).

(2) Risico-index blijft kleiner dan 1, zelfs wanneer de maximale waarde in Vlier-Humaan wordt ingegeven (conc. = oplosbaarheid).

**Tabel 9-2 Risicogrenswaarden grondwaterverontreinigingen ( $\mu\text{g/l}$ )**

Component	CSM1	CSM2	CSM3
Benzeen	10.200	10.200	1.650

Component	CSM4	CSM5	CSM6
Benzeen	10.200	10.200	1.650

**Tabel 9-3 Toetsingswaarden minerale olie fracties in grondwater ( $\mu\text{g/l}$ )**

Component	Toetsingswaarde
Alifaten EC5-6	6.000
Alifaten EC>6-8	6.000
Alifaten EC>8-10	300
Alifaten EC>10-12	300
Alifaten EC>12-16	300
Alifaten EC>16-21	6.000
Aromaten EC>8-10	120
Aromaten EC>10-12	120



Aromaten EC>12-16	120
Aromaten EC>16-21	90
Aromaten EC>21-35	90

#### 9.4. POTENTIEEL HUMAAN RISICO

Op basis van de actueel aanwezige concentraties kan hetvolgende besloten worden:

- potentieel risico niet kan uitgesloten worden voor de kernen waar in het grondwater benzeen voorkomt in een concentratie boven 1.650 µg/l;
- potentieel risico niet kan uitgesloten worden voor de kernen waarin lood voorkomt in een concentratie in de grond boven 915 mg/kg.ds;
- potentieel risico niet kan uitgesloten worden voor kernen waarin benzo(a)pyreen in de grond voorkomt in een concentratie boven 4,9 mg/kg.ds;
- potentieel risico niet kan uitgesloten worden voor kernen in de bodem waarin minerale olie voorkomt in concentraties boven 10 000 mg/kg.ds.

#### 9.5. ECOLOGISCH RISICO

Op basis van de actueel aanwezige concentraties kan een **ecologisch risico niet uitgesloten worden** omwille van de verhoogde concentraties in de Leigracht, grenzend aan de Hobokense Polder. De Leigracht kan zowel als bron en als bedreigde receptor beschouwd worden.

Na potentiële herinrichting kan gesteld worden dat ter hoogte van de Hobokense polder geen ecologische risico's verwacht worden indien de concentraties ter hoogte van de Leigracht voor minerale olie en benzeen respectievelijk lager zijn dan 1.400 µg/l en 7.300 µg/l en indien de saneringsconcepten zodanig opgebouwd zijn dat er geen verhoogde gehalten aan verontreiniging in het oppervlaktewater van de Leigracht verwacht worden.

#### 9.6. VERSPREIDINGSRISICO

Wat het verspreidingsrisico betreft, kunnen volgende besluiten genomen worden:

- een **verspreidingsrisico kan niet worden uitgesloten** ten gevolge van de verontreiniging met **minerale olie in grond en grondwater**. De Leigracht dient beschouwd te worden als bedreigde receptor van de verontreiniging. De aanwezige drijfslagen vormen een continue bron van verontreiniging.
- een **verspreidingsrisico kan niet worden uitgesloten** ten gevolge van de verontreiniging **met aromaten in het grondwater**. De Leigracht dient beschouwd te worden als bron en als bedreigde receptor van de grondwaterverontreiniging. Indien bijkomende grachten op het terrein ingericht worden, kan een potentieel risico niet uitgesloten worden.
- ten gevolge van de verontreiniging met **benzo(a)pyreen** wordt **in de grond geen verspreidingsrisico** verwacht. Verspreiding via verwaaiing van bodemdeeltjes kan belangrijker worden bij onverharde, onbegroeide bodem (CSM1 en CSM4). Een secundair huumaantoxicologisch risico wordt echter niet verwacht zolang de benzo(a)pyreenconcentraties in de



toplaag lager zijn dan de voorgestelde risicogrenswaarden voor CSM1 en CSM4.

- ten gevolge van de **grondverontreiniging met zware metalen** en de grondwaterverontreiniging met lood kan gesteld worden dat **geen verspreidingsrisico** wordt verwacht. Verspreiding via verwaaiing van bodemdeeltjes kan belangrijker worden bij onverharde, onbegroeide bodem (CSM1 en CSM4). Een secundair humaan toxicologisch risico wordt echter niet verwacht zolang de loodconcentraties in de toplaag lager zijn dan de voorgestelde risicogrenswaarden voor CSM1 en CSM4.





## 10. **BESLUIT**

Samenvattend kan voor de onderzoekslokatie volgende verontreinigingssituatie beschreven worden:

“Petroleum Groen”: Ter hoogte van deze zone werd een grond- en grondwaterverontreiniging vastgesteld met minerale olie. Er zijn drijf laagzones met minerale olie aanwezig. In het grondwater werd eveneens een verontreiniging met aromaten (benzeen, toluen, xyleen) vastgesteld. De aangetroffen verontreinigingen zijn een gevolg van de activiteiten van de voormalige petroleumcluster en worden als historisch beschouwd.

“Scheldekaaien”: In de zone langs D’Herbouvillekaai is een grondverontreiniging met zware metalen en PAK’s aanwezig. Deze verontreiniging kan gelinkt worden aan de aanvulling die in het verleden werd aangebracht ter verhoging van de “Scheldekaaien”. Bijgevolg wordt de verontreiniging als historisch beschouwd.

“FSI”: Ter hoogte van de sporenbundel is er ook een verontreiniging met PAK’s en zware metalen aanwezig. De verontreiniging is een gevolg van de aanwezigheid van de stabilisatielaag die werd aangelegd voor de aanleg van de sporen en wordt als historisch beschouwd.

Slib: Zowel het slib van de Leigracht als van de ’s Heerensgracht is verontreinigd met minerale olie en PAK’s.

Op basis van de uitgevoerde risico beoordeling kunnen volgende conclusies getrokken worden:

- een ecologisch risico kan niet uitgesloten worden;
- een verspreidingsrisico kan niet uitgesloten worden voor de verontreiniging met minerale olie in grond en grondwater en aromaten in grondwater;
- er is geen verspreidingsrisico aanwezig voor benzo(a)pyreen en lood in de grond;
- een humaan risico wordt vastgesteld voor benzo(a)pyreen, lood, minerale olie in grond en voor minerale olie en aromaten in het grondwater.

Samenvattend kan gesteld worden dat er sanerende maatregelen noodzakelijk zijn voor:

- grondverontreiniging met minerale olie, benzo(a)pyreen, lood;
- grondwaterverontreiniging met minerale olie en aromaten;
- slibverontreiniging met minerale olie en PAK’s.



## **BIJLAGE 1 VOORSTEL BESCHRIJVEND BODEMONDERZOEK**

Bijlage 1 bevat :

- Voorstel beschrijvend bodemonderzoek;
- Conformverklaring voorstel beschrijvend bodemonderzoek OVAM.



## **BIJLAGE 2 KADASTRALE GEGEVENS**

Bijlage 2 bevat:

- Uitgebreide lijst eigenaars en gebruikers;
- 4 kadastrale plannen.



## **BIJLAGE 3 SITUERING ONDERZOEKSGBIED**

Bijlage 3 bevat:

- Liggingsplan;
- Luchtfoto onderzoeksgebied;
- Eigendomsstructuur.



## BIJLAGE 4 FOTO'S



## **BIJLAGE 5 SAMENVATTING AL UITGEVOERDE BODEMONDERZOEKEN**

Bijlage 5 bevat:

- Overzichtstekeningen samenvattend onderzoek ARCADIS 2003;
- Lijst uitgevoerde bodemonderzoeken onderzoekslokatie.



## BIJLAGE 6 HISTORISCH ONDERZOEK



## BIJLAGE 7 BOORPROFIELEN

Bijlage 7 bevat:

- Overzichtslijst uitgevoerde boringen fase 1 en 2;
- X en Y coördinaten boringen fase 1 en 2;
- Overzichtslijst sonderingen;
- Boorprofielen fase 1 en 2;
- Sondeerprofielen.





## **BIJLAGE 8 DWARSDOORSNEDES**

Bijlage 8 bevat:

- Dwarsdoorsnedes (14);
- Overzichtskaart dwarsdoorsnedes.



## BIJLAGE 9 BODEMOPBOUW EN GEOLOGIE

Bijlage 9 bevat:

- Diepte klei van Boom;
- Dikte Polderklei ter hoogte van “Petroleum Groen”;
- Dikte Polderklei ter hoogte van de onderzoekslocatie;
- Basis Polderklei ter hoogte van de onderzoekslocatie;
- Top Polderklei.



## BIJLAGE 10 WATERSYSTEEM



## **BIJLAGE 11 GRONDWATERSTROMING**

Bijlage 11 bevat:

- Stijghoogtegegevens en peilmetingen fase 1;
- Grondwaterstromingskaart fase 1;
- Stijghoogtegegevens en peilmetingen fase 2;
- Grondwaterstromingskaart fase 2;
- Stijghoogtegegevens en peilmetingen van de diepe peilbuizen;
- Grondwaterstromingskaart diepe peilbuizen.



## BIJLAGE 12 DIVERMETINGEN



## **BIJLAGE 13 LOKATIE BORINGEN, PEILBUIZEN EN SONDERINGEN**

Bijlage 13 bevat 3 tekeningen met de lokatie van boringen, peilbuizen en sonderingen.



## **BIJLAGE 14 VELDWAARNEMINGEN**

Bijlage 14 bevat:

- Overzichtstabel pH/EC/temperatuur metingen, redoxpotentiaal/zuurstofgehalte, organoleptische waarnemingen, drijf laagdiktes, grondwaterstand;
- Overzichtskaarten PID metingen.



## **BIJLAGE 15 ZINTUIGLIJKE WAARNEMINGEN BIJZONDERE BESTANDELEN**

Bijlage 15 bevat:

- Tekening met koolas, kolengruis, sintels, slakken, zinkassen;
- Tekening met asfalt;
- Tekening met baksteen, beton, grind, puin, steen;
- Tekening met schelpen.





## BIJLAGE 16 REDOXPARAMETERS

Bijlage 16 bevat:

- Overzichtstabel geanalyseerde redoxparameters (ijzer (II), mangaan, nitraten en sulfaten);
- Tekening concentratie ijzer (II)
- Tekening concentratie mangaan
- Tekening concentratie nitraat
- Tekening concentratie sulfaat



## BIJLAGE 17 RECOVERYTESTEN



## BIJLAGE 18 ANALYSECERTIFICATEN



## **BIJLAGE 19 TOETSINGTABELLEN**

Bijlage 19 bevat:

- Toetsingstabellen bestemmingstype I
- Toetsingstabellen bestemmingstype III
- Toetsingstabellen bestemmingstype IV
- Toetsingstabellen bestemmingstype V



## BIJLAGE 20 OVERZICHTSKAARTEN VERONTREINIGINGEN

Bijlage 20 bevat:

- Tekeningen grondverontreiniging;
- Tekeningen grondwaterverontreiniging;
- Tekeningen slibverontreiniging;
- Tekeningen drijf laag;
- Contourtekeningen.



## BIJLAGE 21 RISICO-EVALUATIE

Bijlage 21 bevat:

- Rapport risico-evaluatie
- Berekeningen C-soil
- Berekeningen Vlier-humaan
- Tekeningen met toetsing aan risicogrenswaarden



## **BIJLAGE 22 GRONDVERZET**

Bijlage 22 bevat 3 tekeningen met de verschillende kwaliteiten en dieptes.



## **BIJLAGE 23 KAPVERGUNNING**

Bijlage 23 bevat de kapvergunning.