



Uitdrukkel uit het kadastraal perceelplan: ZEDELGEM 1 AFDZEDELGEM/

Sectie: D 1<sup>o</sup> blad

Blad: 31040D010000

Toestand: 1/01/2009

Schaal: 1:2500



De Algemene Administratie van de Patrimoniumdocumentatie is de auteur van het kadastraal perceelplan en de producent van de databank waarin deze gegevens zijn opgenomen en geniet de intellectuele eigendomsrechten opgenomen in de Auteurswet en de Databankwet.

Referentienummer van de aanvrager: B09/5402  
Dossiernummer AAPD: 2010/017857

Kostprijs: 16.50 EUR

Voor eensluidend verklaard,  
De gevolmachtigde ambtenaar.

An Plovier



Toestand op **01.01.2010**

Gemeentenummer : **31040**

Aantal bladzijd(en) : **0001**

**L I J S T V A N D E E I G É N A A R S**

ingeschreven in de kadastrale legger van de gemeente **ZEDELGEM 1 AFD/ZEDELGEM/**

PERCEEL : D 500 X 4                      ARTIKEL : 7556                      VOLGNUMMER : 2  
 SIT : KUILPUTSTR 38                      OPPERV. : 0003 HA 18 A 58 CA                      AARD : NIJV/GEB.                      JAAR : 0005

VENNOOTSCHAP/ZILLEGEM  
 8020 OOSTKAMP                      KRUISSTR 9

PERCEEL : D 500 Y 4                      ARTIKEL : 7509                      VOLGNUMMER : 7  
 SIT : TORHOUTSESTWG +222                      OPPERV. : 0002 HA 78 A 35 CA                      AARD : NIJV/GEB.                      JAAR : 0005

VENNOOTSCHAP/GLOBALINDUS  
 8020 OOSTKAMP                      LEGEWG 157

Gelijkvormig verklaard met de inschrijvingen in  
 de kadastrale legger

NR. VAN DE AANVRAAG : **2010 018862**  
 KOSTPRIJS : \* **04,48** EUR  
 Te Brugge, **03/05/2010**  
 De gevolmachtigde ambtenaar,



Toestand op: **1.1.2009**

Gemeentenummer: **31040**

Aantal bladzijden: **6**

**LIJST VAN DE EIGENAARS**

ingeschreven in de kadastrale legger van de gemeente **ZEDELGEM 1 AFD/ZEDELGEM/**

<b>Perceel : D 0393 D 2</b>	Artikel: 04517	Volgnummer : 0003	
Sit: KUILPUTSTR 63	Oppervl: 3A 22Ca	Aard : HUIS	Jaar: 1939
BALLIEU, RUDI RONY & GOETHALS, CATHARINA MARIA 090859			
8210 ZEDELGEM	KUILPUTSTRAAT 63		
<b>Perceel : D 0393 E 2</b>	Artikel: 05164	Volgnummer : 0009	
Sit: KUILPUTSTR 65	Oppervl: 3A 22Ca	Aard : HUIS	Jaar: 1939
CLAEYS, KRISTIEN MARIA			
8850 ARDOOIE	VARENBERGSTRAAT 4		
<b>Perceel : D 0393 F 2</b>	Artikel: 05018	Volgnummer : 0002	
Sit: KUILPUTSTR 67	Oppervl: 3A 22Ca	Aard : HUIS	Jaar: 1939
POUSEELE, JOHAN CYRIEL & WILLEM, MARIE-KRISTIEN ANNITA 220166			
8210 ZEDELGEM	KUILPUTSTRAAT 67		
<b>Perceel : D 0393 L 2</b>	Artikel: 06601	Volgnummer : 0001	
Sit: KUILPUTSTR 71	Oppervl: 3A 03Ca	Aard : HUIS	Jaar: 1939
DHAENS, LUC ALFONS & BOERJAN, KAREN MONIQUE 300873			
8210 ZEDELGEM	KUILPUTSTRAAT 71		
<b>Perceel : D 0393 N 2</b>	Artikel: 05164	Volgnummer : 0010	
Sit: KUILPUTSTR 61	Oppervl: 2A 23Ca	Aard : HUIS	Jaar: 1939
CLAEYS, KRISTIEN MARIA			
8850 ARDOOIE	VARENBERGSTRAAT 4		
<b>Perceel : D 0393 R 2</b>	Artikel: 07870	Volgnummer : 0001	
Sit: KUILPUTSTR 69	Oppervl: 2A 92Ca	Aard : HUIS	Jaar: 1939
GOETHALS, MARTIJN ROGER		-1/2-	
8210 ZEDELGEM	KUILPUTSTRAAT 69		
GOETHALS, EWOUDE JOZEF		-1/2-	
8210 ZEDELGEM	KUILPUTSTRAAT 69		

**Gelijkvormig verklaard met de inschrijvingen in de kadastrale legger**

nr. van de aanvraag: **2010/017857**

Kostprijs: **59,92€**

te Brugge, 27/04/2010

de gevolmachtigde ambtenaar

**Plovier An**

*Admin. Medewerker,  
Plovier An*

<b>Perceel : D 0446 V</b>	Artikel: 02438	Volgnummer : 0006	
Sit: KUILPUTSTR 88	Oppervl: 8A 52Ca	Aard : HUIS	Jaar: 1935
MAERTENS, MARGARETHA MARIA			
8210 ZEDELGEM	KUILPUTSTRAAT 88		
<b>Perceel : D 0446 W</b>	Artikel: 05164	Volgnummer : 0006	
Sit: KUILPUTSTR 86	Oppervl: 4A 25Ca	Aard : HUIS	Jaar: 1936
CLAEYS, KRISTIEN MARIA			
8850 ARDOOIE	VARENBERGSTRAAT 4		
<b>Perceel : D 0446 X</b>	Artikel: 05164	Volgnummer : 0008	
Sit: KUILPUTSTR 84	Oppervl: 4A 30Ca	Aard : HUIS	Jaar: 1936
CLAEYS, KRISTIEN MARIA			
8850 ARDOOIE	VARENBERGSTRAAT 4		
<b>Perceel : D 0446 Y</b>	Artikel: 05164	Volgnummer : 0007	
Sit: KUILPUTSTR 82	Oppervl: 4A 60Ca	Aard : HUIS	Jaar: 1936
CLAEYS, KRISTIEN MARIA			
8850 ARDOOIE	VARENBERGSTRAAT 4		
<b>Perceel : D 0446 Z</b>	Artikel: 05164	Volgnummer : 0001	
Sit: KUILPUTSTR 80	Oppervl: 4A 65Ca	Aard : HUIS	Jaar: 1936
CLAEYS, KRISTIEN MARIA			
8850 ARDOOIE	VARENBERGSTRAAT 4		
<b>Perceel : D 0446 A 2</b>	Artikel: 04563	Volgnummer : 0002	
Sit: KUILPUTSTR 78	Oppervl: 4A 48Ca	Aard : HUIS	Jaar: 1936
VAN DE PITTE, MONIQUE LISETTE			
8210 ZEDELGEM	KUILPUTSTRAAT 78		
<b>Perceel : D 0446 B 2</b>	Artikel: 05555	Volgnummer : 0001	
Sit: KUILPUTSTR 76	Oppervl: 5A 18Ca	Aard : HUIS	Jaar: 1936
DESMET, HILEEN MARGUERITE			
8210 ZEDELGEM	KUILPUTSTRAAT 76		
<b>Perceel : D 0446 C 2</b>	Artikel: 06425	Volgnummer : 0001	
Sit: KUILPUTSTR 92	Oppervl: 13A 16Ca	Aard : HAND/HUIS	Jaar: 1935
LINGIER, ADRONIE IDALIE		-VE 1/4 VG 1/4-	
8210 ZEDELGEM	KUILPUTSTRAAT 92		
VANRYCKEGHEM, FRANS ALFONS		-VE 2/4 BE 1/4-	
2640 MORTSEL	LIERSESTEENWEG 190/2		

<b>Perceel : D 0481 V 2</b>	Artikel: 03373	Volgnummer : 0004	
Sit: KUILPUTSTR 73	Oppervl: 11A 81Ca	Aard : HUIS	Jaar: 1963
VERHAEGEN, SYLVEER VEDAST & BOSSUYT, ALICIA LILIA 131135			
8210 ZEDELGEM	KUILPUTSTRAAT 73		
<b>Perceel : D 0481 X 2</b>	Artikel: 07815	Volgnummer : 0001	
Sit: KUILPUTSTR 75	Oppervl: 8A 88Ca	Aard : HUIS	Jaar: 1955
REYNAERT, ROSA MARIA-THERESIA		-VE 1/2 VG 1/2-	
8210 ZEDELGEM	KUILPUTSTRAAT 75		
ALLAERT, MADY GILBERTE		-BE 1/2-	
8210 ZEDELGEM	ESDOORNLAAN 27		
<b>Perceel : D 0481 Z 2</b>	Artikel: 06694	Volgnummer : 0003	
Sit: KUILPUTSTR 71A	Oppervl: 19A 00Ca	Aard : HUIS	Jaar: 2004
BUFFEL, JOCHEN SIMON		-1/2-	
8210 ZEDELGEM	KUILPUTSTRAAT 71A		
DE GROOTE, CINDY MARIA		-1/2-	
8210 ZEDELGEM	KUILPUTSTRAAT 71A		
<b>Perceel : D 0482 R</b>	Artikel: 02665	Volgnummer : 0003	
Sit: KUILPUTSTR 98	Oppervl: 5A 85Ca	Aard : HUIS	Jaar: 0003
DE BRAUWER, DANY ANDRE & FOULON, MYRIAM MARGUERITE 210363			
8210 ZEDELGEM	KUILPUTSTRAAT 98		
<b>Perceel : D 0482 S</b>	Artikel: 07505	Volgnummer : 0001	
Sit: KUILPUTSTR 100	Oppervl: 4A 49Ca	Aard : HUIS	Jaar: 0004
DEKLERCK, MONICA MARIA			
8210 ZEDELGEM	BOUDEWIJN HAPKENSTRAAT 7		
<b>Perceel : D 0483 V</b>	Artikel: 06060	Volgnummer : 0001	
Sit: TORHOUTSESTWG 192	Oppervl: 3A 41Ca	Aard : HAND/HUIS	Jaar: 1937
GALLE, GERMANA		-VE 4/6 VG 2/6-	
8210 ZEDELGEM	TORHOUTSESTEENWEG 192		
VANHAUWAERT, LILIANE DIANA		-BE 1/6-	
8210 ZEDELGEM	TORHOUTSESTEENWEG 196		
VANHAUWAERT, DIANA MARIA		-BE 1/6-	
8680 KOEKELARE	BOVEKERKESTRAAT 134		
<b>Perceel : D 0483 W</b>	Artikel: 04100	Volgnummer : 0002	
Sit: TORHOUTSESTWG 188	Oppervl: 6A 57Ca	Aard : HAND/HUIS	Jaar: 1937
VERHEGGE, HILAIRE EDWARD & PUYPE, CLARA PAULINE 220839			
8210 ZEDELGEM	TORHOUTSESTEENWEG 418		

<b>Perceel : D 0483 X</b>	Artikel: 05538	Volgnummer : 0001	
Sit: TORHOUTSESTWG 190	Oppervl: 2A 08Ca	Aard : HUIS	Jaar: 1937
LUYPAERTS, RONNY HUBERT & DEROO, ANJE BENJAMIN 150968			
8210 ZEDELGEM	TORHOUTSESTEENWEG 190		
<b>Perceel : D 0483 B 2</b>	Artikel: 06658	Volgnummer : 0001	
Sit: TORHOUTSESTWG 186	Oppervl: 5A 19Ca	Aard : HAND/HUIS	Jaar: 1949
TRIO, DAVE FIRMIN			
8210 ZEDELGEM	TORHOUTSESTEENWEG 186		
<b>Perceel : D 0484 F</b>	Artikel: 03788	Volgnummer : 0001	
Sit: TORHOUTSTWG	Oppervl: 6A 39Ca	Aard : TUIN	Jaar:
PEIREN, NOEL ALOIS & VANHAUWAERT, LILIANE DIANA 110944			
8210 ZEDELGEM	TORHOUTSESTEENWEG 196		
<b>Perceel : D 0484 G</b>	Artikel: 03788	Volgnummer : 0003	
Sit: TORHOUTSESTWG 196	Oppervl: 9A 21Ca	Aard : HUIS	Jaar: 1942
PEIREN, NOEL ALOIS & VANHAUWAERT, LILIANE DIANA 110944			
8210 ZEDELGEM	TORHOUTSESTEENWEG 196		
<b>Perceel : D 0486 F</b>	Artikel: 07350	Volgnummer : 0001	
Sit: TORHOUTSESTWG 202	Oppervl: 4A 00Ca	Aard : HUIS	Jaar: 1931
DUMAREY, JEAN PIERRE & VANDEN BROUCKE, LILIANE ALIDA 140449			
8000 BRUGGE	LAUWERSTRAAT 17		
<b>Perceel : D 0487 F</b>	Artikel: 07409	Volgnummer : 0001	
Sit: TORHOUTSESTWG 198	Oppervl: 13A 04Ca	Aard : HUIS	Jaar: 1990
DE BRUYCKERE, FREDDY EMIEL & TEMPELAERE, MARIA ZULMA 160949			
8210 ZEDELGEM	TORHOUTSESTEENWEG 198		
<b>Perceel : D 0488 P</b>	Artikel: 04339	Volgnummer : 0002	
Sit: TORHOUTSESTWG 204	Oppervl: 5A 20Ca	Aard : HUIS	Jaar: 1936
MARREEL, WILFRIED ANDRE & DESMEDT, LILIANE ANGELE 190947			
8210 ZEDELGEM	TORHOUTSESTEENWEG 204		
<b>Perceel : D 0488 S</b>	Artikel: 03441	Volgnummer : 0009	
Sit: TORHOUTSESTWG 206	Oppervl: 26A 66Ca	Aard : HUIS	Jaar: 1938
OLIVIER, JAN HENDRIK			
8210 ZEDELGEM	TORHOUTSESTEENWEG 206		
<b>Perceel : D 0500 F 3</b>	Artikel: 04971	Volgnummer : 0003	
Sit: TORHOUTSESTWG 222	Oppervl: 95A 81Ca	Aard : NIJV/GEB.	Jaar: 0005
VENNOOTSCHAP/INVEDEL			
8000 BRUGGE	SCHEEPSDALELAAN 60		

**Perceel : D 0500 F 4** Artikel: 07895 Volgnummer : 0005  
 Sit: REMI CLAEYSSTR +8 Oppervl: 88A 87Ca Aard : NIJV/GEB. Jaar: 0005  
 #DEEL D 500 G4 500N4&500P4

VENNOOTSCHAP/SUPERIA RADIATOREN  
 8210 ZEDELGEM

REMI CLAEYSSTR 8

**Perceel : D 0500 M 4** Artikel: 05593 Volgnummer : 0001  
 Sit: TORHOUTSESTWG 222B Oppervl: 18A 13Ca Aard : OPP.& G.D. Jaar: 0005  
 VERCAEMST, MARC GILBERT & WILLEM, GODELIEVE IRENE 240257 EN RECHTHEBBENDEN  
 8210 ZEDELGEM SPRINKELHOEVESTRAAT 8

**Perceel : D 0500 M 4** Artikel: 04972 Volgnummer : 0017  
 Sit: TORHOUTSESTWG 222B Oppervl: Aard : D.AP.GEB.# Jaar: 0005  
 #HA.GV/1

VENNOOTSCHAP/GREKAR  
 8400 OOSTENDE

WAPENPLEIN 8 B15

**Perceel : D 0500 M 4** Artikel: 04972 Volgnummer : 0018  
 Sit: TORHOUTSESTWG 222B Oppervl: Aard : D.AP.GEB.# Jaar: 0005  
 #HA.GV/2

VENNOOTSCHAP/GREKAR  
 8400 OOSTENDE

WAPENPLEIN 8 B15

**Perceel : D 0500 M 4** Artikel: 06235 Volgnummer : 0001  
 Sit: TORHOUTSESTWG 222B Oppervl: Aard : D.AP.GEB.# Jaar: 0005  
 #HA.GV.1/4A.4B.5

VENNOOTSCHAP/MARGO DESIGN  
 8210 ZEDELGEM

TORHOUTSESTEENWEG 222

-VG- >14

VENNOOTSCHAP/GREKAR  
 8400 OOSTENDE

WAPENPLEIN 8 B15

-BE- >14

**Perceel : D 0500 M 4** Artikel: 06574 Volgnummer : 0002  
 Sit: TORHOUTSESTWG 222B Oppervl: Aard : D.AP.GEB.# Jaar: 0005  
 #HA.GV/3/K

VERCAEMST, MARC GILBERT & WILLEM, GODELIEVE IRENE 240257  
 8210 ZEDELGEM

SPRINKELHOEVESTRAAT 8

**Perceel : D 0500 N 4** Artikel: 07895 Volgnummer : 0004  
 Sit: REMI CLAEYSSTR +8 Oppervl: 22A 47Ca Aard : NIJV/GEB. Jaar: 0005  
 #DEEL D 500 F4 &500

VENNOOTSCHAP/SUPERIA RADIATOREN  
 8210 ZEDELGEM

REMI CLAEYSSTR 8

**Perceel : D 0500 P 4**

Artikel: 07895

Volgnummer : 0002

Sit: REMI CLAEYSSTR +8

Oppervl: 2Ha 45A 37Ca

Aard : NIJV/GEB.

Jaar: 0005

#DEEL D 500 F4

VENNOOTSCHAP/SUPERIA RADIATOREN

8210 ZEDELGEM

REMI CLAEYSSTR 8

4



### 3.6.2 Weergave van de onderzoeksresultaten

4

Zie bijgevoegde figuren en buitentekstplannen.

3.7 Overzicht analyseresultaten laatste vier monitoringcampagnes

Zie bijgevoegde pagina's.

Analysesresultaten voor peilbuis PB 507b

Parameter	Concentratie (µg/l)					
	10/09/08	27/03/09	19/08/09	18/12/09	TSW	BSN
Dichloorethenen	43	<b>120</b>	89	52	100	50
Dichloorethaan	36	26	19	54	60	30
Vinylchloride	9,8	<b>24</b>	<b>25</b>	<b>49</b>	10	5

Analysesresultaten voor peilbuis PB 507c

Parameter	Concentratie (µg/l)					
	10/09/08	27/03/09	19/08/09	18/12/09	TSW	BSN
Dichloorethenen	<b>130</b>	<b>180</b>	<b>120</b>	62	100	50
Dichloorethaan	34	20	31	30	60	30
Vinylchloride	<b>26</b>	<b>47</b>	<b>54</b>	<b>23</b>	10	5

Analysesresultaten voor peilbuis PB 508a

Parameter	Concentratie (µg/l)					
	10/09/08	27/03/09	03/08/09	18/12/09	TSW	BSN
Dichloorethenen	11	<b>170</b>	28	<b>210</b>	100	50
Dichloorethaan	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	60	30
Vinylchloride	1,5	<b>71</b>	3,4	<b>72</b>	10	5

Analysesresultaten voor peilbuis PB 508b

Parameter	Concentratie (µg/l)					
	10/09/08	27/03/09	03/08/09	18/12/09	TSW	BSN
Dichloorethenen	55	<b>530</b>	36	<b>400</b>	100	50
Dichloorethaan	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	60	30
Vinylchloride	4,4	<b>78</b>	8,9	<b>110</b>	10	5

Analysesresultaten voor peilbuis PB 508c

Parameter	Concentratie (µg/l)					
	10/09/08	27/03/09	03/08/09	18/12/09	TSW	BSN
Dichloorethenen	43	92	66	<b>220</b>	100	50
Dichloorethaan	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	60	30
Vinylchloride	<b>48</b>	<b>120</b>	<b>67</b>	<b>150</b>	10	5

Analysesresultaten voor peilbuis PB 601a

Parameter	Concentratie (µg/l)					
	27/11/08	26/03/09	04/08/09	18/12/09	TSW	BSN
Dichloorethenen	2,0	3,7	5,2	1,3	100	50
Dichloorethaan	<0,10	0,11	0,13	<0,10	60	30
Vinylchloride	<b>63</b>	<b>50</b>	<b>52</b>	<b>17</b>	10	5

Analysesresultaten voor peilbuis PB 601b

Parameter	Concentratie (µg/l)					
	27/11/08	26/03/09	04/08/09	18/12/09	TSW	BSN
Dichloorethenen	1,2	1,5	0,99	0,82	100	50
Dichloorethaan	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	60	30
Vinylchloride	<b>23</b>	10	4,3	2,6	10	5

4  
Analyseresultaten voor peilbuis PB 601c

Parameter	Concentratie (µg/l)					
	27/11/08	26/03/09	04/08/09	18/12/09	TSW	BSN
Dichloorethenen	1,2	1,5	0,43	<0,20	100	50
Dichloorethaan	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	60	30
Vinylchloride	<b>36</b>	<b>24</b>	3,3	0,30	10	5

Analyseresultaten voor peilbuis PB 602a

Parameter	Concentratie (µg/l)					
	10/09/08	27/03/09	04/08/09	18/12/09	TSW	BSN
Dichloorethenen	1,6	0,62	0,41	0,82	100	50
Dichloorethaan	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	60	30
Vinylchloride	<b>99</b>	<b>48</b>	<b>18</b>	<b>22</b>	10	5

Analyseresultaten voor peilbuis PB 602b

Parameter	Concentratie (µg/l)					
	10/09/08	27/03/09	04/08/09	18/12/09	TSW	BSN
Dichloorethenen	1,2	<0,20	<0,20	<0,20	100	50
Dichloorethaan	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	60	30
Vinylchloride	<b>81</b>	<b>12</b>	3,6	1,6	10	5

Analyseresultaten voor peilbuis PB 602c

Parameter	Concentratie (µg/l)					
	10/09/08	27/03/09	04/08/09	18/12/09	TSW	BSN
Dichloorethenen	0,72	0,30	<0,20	0,46	100	50
Dichloorethaan	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	60	30
Vinylchloride	<b>32</b>	2,6	0,65	0,45	10	5

Analyseresultaten voor peilbuis PB 603a

Parameter	Concentratie (µg/l)					
	11/09/08	26/03/09	03/08/09	18/12/09	TSW	BSN
Dichloorethenen	<0,10	<0,20	<0,20	--	100	50
Dichloorethaan	2,4	45,0	33	--	60	30
Vinylchloride	0,14	0,88	0,37	--	10	5

Analyseresultaten voor peilbuis PB 603b

Parameter	Concentratie (µg/l)					
	11/09/08	26/03/09	03/08/09	18/12/09	TSW	BSN
Dichloorethenen	<0,10	<0,20	<0,20	--	100	50
Dichloorethaan	0,30	18,0	1,4	--	60	30
Vinylchloride	<0,10	0,36	<0,10	--	10	5

Analyseresultaten voor peilbuis PB 603c

Parameter	Concentratie (µg/l)					
	11/09/08	26/03/09	03/08/09	18/12/09	TSW	BSN
Dichloorethenen	0,31	<0,20	<0,20	--	100	50
Dichloorethaan	<0,10	5,2	<0,10	--	60	30
Vinylchloride	0,72	0,15	<0,10	--	10	5

#### Analyseresultaten voor peilbuis PB 604a

Parameter	Concentratie (µg/l)					
	10/09/08	26/03/09	03/08/09	18/12/09	TSW	BSN
Dichloorethenen	0,72	<0,20	0,22	0,25	100	50
Dichloorethaan	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	60	30
Vinylchloride	0,52	<0,10	<0,10	0,15	10	5

#### Analyseresultaten voor peilbuis PB 604b

Parameter	Concentratie (µg/l)					
	10/09/08	26/03/09	03/08/09	18/12/09	TSW	BSN
Dichloorethenen	<b>360</b>	<b>150</b>	<b>790</b>	<b>700</b>	100	50
Dichloorethaan	1,4	0,77	1,8	1,5	60	30
Vinylchloride	<b>210</b>	<b>470</b>	<b>550</b>	<b>340</b>	10	5

#### Analyseresultaten voor peilbuis PB 604c

Parameter	Concentratie (µg/l)					
	10/09/08	26/03/09	03/08/09	18/12/09	TSW	BSN
Dichloorethenen	<b>500</b>	14	<b>540</b>	<b>530</b>	100	50
Dichloorethaan	1,2	<0,10	1,6	1,3	60	30
Vinylchloride	<b>460</b>	<b>16</b>	<b>350</b>	<b>500</b>	10	5

#### Analyseresultaten voor peilbuis PB 605

Parameter	Concentratie (µg/l)					
	11/09/08	27/03/09	04/08/09	18/12/09	TSW	BSN
Dichloorethenen	0,32	0,37	0,35	--	100	50
Dichloorethaan	<0,10	<0,10	<0,10	--	60	30
Vinylchloride	<0,10	<0,10	<0,10	--	10	5

#### Analyseresultaten voor peilbuis PB 606

Parameter	Concentratie (µg/l)					
	10/09/08	26/03/09	04/08/09	18/12/09	TSW	BSN
Dichloorethenen	<0,10	<0,20	<0,20	--	100	50
Dichloorethaan	<0,10	<0,10	<0,10	--	60	30
Vinylchloride	<0,10	<0,10	<0,10	--	10	5

#### Analyseresultaten voor peilbuis PB 702

Parameter	Concentratie (µg/l)					
	27/10/08	26/03/09	05/08/09	18/12/09	TSW	BSN
Dichloorethenen	<b>1400</b>	<b>720</b>	<b>440</b>	--	100	50
Dichloorethaan	<1,0	<1,0	<0,10	--	60	30
Vinylchloride	<b>42</b>	<b>22</b>	<b>28</b>	--	10	5

#### Analyseresultaten voor peilbuis PB 111

Parameter	Concentratie (µg/l)					
	04/05/09	18/12/09			TSW	BSN
Minerale olie	<b>1800</b>	260			1500	500

#### Legende

x : x<=terugsaneerwaarde (TSW)

x : x> terugsaneerwaarde (TSW)

3.8 Rapport VITO m.b.t. natuurlijke attenuatie

4

Zie bijgevoegde pagina's.

**Vertrouwelijk**

**(Contractnr. 071219)**

**Laboratoriumtesten anaërobe  
VOCl-bioremediatie**

**Eindrapport**

**T. De Ceuster, N. Hermans, C. Gielen, W. Dejonghe, J. Gemoets**

**Studie uitgevoerd in opdracht van Groundwater Technology B.V. te Delft**

**Gedrukt in 9 exemplaren**

**2008/MPT/R/161**

**Expertisecentrum Milieu- en Procestechologie**

**Juni 2008**

Alle rechten, waaronder het auteursrecht, op de informatie vermeld in dit document berusten bij de Vlaamse Instelling voor Technologisch Onderzoek NV ("VITO"), Boeretang 200, BE-2400 Mol, RPR Turnhout BTW BE 0244.195.916.

De informatie zoals verstrekt in dit document is vertrouwelijke informatie van VITO. Zonder de voorafgaande schriftelijke toestemming van VITO mag dit document niet worden gereproduceerd of verspreid worden noch geheel of gedeeltelijk gebruikt worden voor het instellen van claims, voor het voeren van gerechtelijke procedures, voor reclame of antireclame en ten behoeve van werving in meer algemene zin aangewend worden.



## 4 Laboratoriumtesten anaërobe VOCl-bioremediatie op een site in Zedelgem

### Inhoudstafel

0	Managementsamenvatting.....	3
1	Inleiding .....	4
2	Karakterisatie van de bodem en het grondwater en constructie van de microcosms	5
2.1	Karakterisatie bodem en grondwater .....	5
2.2	Constructie van microcosms .....	5
3	Resultaten en bespreking.....	6
3.1	Overzicht geconstrueerde microcosms .....	6
3.2	Resultaten microcosms .....	7
4	Microbieel onderzoek met PCR-bepalingen .....	12
4.1	Testbeschrijving.....	12
4.2	Resultaten.....	13
4.3	Bespreking PCR-resultaten .....	15
5	Besluiten.....	17
	Bijlage(n).....	18

#### Lijst van gebruikte afkortingen

CA	chloorethaan
1,2-DCA:	1,2-dichloorethaan
1,2-DCE:	(cis)-dichlooretheen
DOC:	opgeloste organische koolstof
ETA	ethaan
ETE	etheen
TOC:	totale organische koolstof
VC:	Vinylchloride
VOCl's:	vluchtige organochloorverbindingen

**Verdeellijst van dit rapport:**

2	Groundwater Technology (+ elec. versie)
1	Regenesis
1	T. De Ceuster (EC MPT, VITO)
1	W. Dejonghe (EC MPT, VITO)
1	J. Gemoets (EC MPT, VITO)
1	K. Peys (Hoofd EC MPT, VITO)
1	Els Rymen (WO/MPT, VITO)
1	SECMPT (VITO)

Totale oplage: 9

## 0 Managementsamenvatting

In opdracht van Groundwater Technology B.V. heeft VITO de haalbaarheid onderzocht van in-situ anaërobe bioremediatie om de grondwaterverontreiniging met VOCl's te saneren op een locatie in Zedelgem.

Hiertoe werden microcosms met 3 verschillende organische substraten (*Canlac*, *HRC-advanced* en *EOS*) opgezet met anaëroob bemonsterde bodem en grondwater van de site.

Uit de haalbaarheidstesten blijkt dat er een potentieel aanwezig is voor anaërobe biologische afbraak. Na 10 maanden incubatie was er echter in geen enkele van de onderzochte testcondities volledige omzetting van de aanwezige pollutanten (1,2-DCE en 1,2-DCA) en de schadelijke afbraakproducten (VC en CA) in onschadelijke afbraakproducten etheen en/of ethaan. De afbraak verliep traag in vergelijking met andere door VITO onderzochte locaties. Mogelijk is dit een gevolg van het hoge sulfaatgehalte of van de aanwezigheid van een mix van chloorethenen en 1,2-dichloorethaan. Deze laatste stof was niet verwacht aanwezig te zijn.

Op basis van de testresultaten is het nog niet duidelijk welk organisch substraat de beste resultaten geeft. Met *EOS* werd in één testflesje wel volledige afbraak van DCE bekomen en nagenoeg volledige omzetting van 1,2-DCA zonder accumulatie van chloorethaan. Voor *Canlac* was er in één testflesje volledige verwijdering van 1,2-DCE en 1,2-DCA met beperkte vorming van chloorethaan. In dit flesje lag de VC-concentratie (265 µg/l) nog ver boven de saneringsnorm (5 µg/l). Toediening van *HRC-A* resulteerde in een nagenoeg volledige omzetting van 1,2-DCE in VC. Voorlopig werd echter in geen enkel van de onderzochte testflesjes volledige conversie van VC en 1,2-DCA waargenomen. Etheen en chloorethaan werden al wel gevormd, wat wijst op afbraak van VC en 1,2-DCA. Bij elk van de drie gebruikte organische substraten werd in één of meerdere flesjes CA gevormd. Afbraak van CA werd nog niet vastgesteld.

Globaal beschouwd lijken alle drie geteste substraten wel een potentieel te hebben voor het induceren van afbraak van 1,2-DCE en 1,2-DCA, maar vergt het meer tijd om volledige afbraak mogelijk te maken. Met *Canlac* werd de meest verregaande verwijdering bekomen van 1,2-DCA en 1,2-DCE (op basis van gemiddelden). Met *EOS* werd het meeste (onschadelijke) etheen gevormd.

De resultaten van het microbiële onderzoek met PCR-metingen geven aan dat :

- voor de drie onderzochte dieptes van locatie 604 een microbiële potentieel aanwezig is dat PCE volledig tot etheen zal omzetten indien de milieuomstandigheden gunstig zijn;
- voor locatie 507 er een groter risico is dat de omzetting van PCE zal stagneren op DCE vermits er in het grondwater van deze locatie geen genen konden worden gedetecteerd die nodig zijn voor de omzetting van TCE naar VC (*tceA* gen), DCE naar etheen (*vcrA* gen) of VC naar etheen (*bvcA*).

## 1 Inleiding

Groundwater Technology B.V. bestudeert de saneringsmogelijkheden van een bodemverontreiniging met VOCl's (DCE en 1,2-DCA) op een niet nader gespecificeerde locatie in Zedelgem. De verontreiniging komt voor in drie watervoerende lagen, i.e. in fijn zand tussen ca. 9 en 11 m-mv., in kleiig zand tussen ca. 14-16 m-mv. en in fijn donkergroen glauconiethoudend zand tussen ca. 23-25 m-mv.

Een mogelijke optie is bioremediatie. De anaërobe bioremediatie van de VOCl's in de grondwaterpluim kan mogelijk worden geïnduceerd door het infiltreren van een gereduceerd organisch substraat (elektronodonor). Hiermee kan men de gepaste omstandigheden creëren waaronder specifieke bodembacteriën chloorkoolwaterstoffen kunnen dehalogeneren tot onschadelijke producten zoals ethaan en etheen.

*Groundwater Technology B.V.* koos ervoor om haalbaarheidstesten door VITO te laten uitvoeren met representatieve bodem- en grondwaterstalen uit de watervoerende laag tussen ca. 9 en 11 m-mv. Op materiaal uit de watervoerende lagen tussen ca. 14-16 m-mv en ca. 23-25 m-mv. werden deze testen niet gedaan. Wel werd grondwater uit de drie watervoerende lagen aangeleverd waarop door VITO PCR-bepalingen zijn uitgevoerd met als doel de aanwezigheid van dechlorerende bacteria aan te tonen.

Het onderzoeksprogramma omvatte:

- Karakterisering van de door *Groundwater Technology* aangeleverde bodem- en grondwaterstalen voor de watervoerende laag tussen ca. 9-11 m-mv;
- Microcosmtesten (voor de watervoerende laag tussen ca. 9-11 m-mv) voor de bepaling van de haalbaarheid van in-situ biodegradatie en het meest geschikt organisch substraat (*Canlac* (Lactulose, een eenvoudig suiker van Solvay), *HRC advanced* (Hydrogen Release Compound, een 'slow release' substraat van Regenesis) en *EOS* (een geëmulsiëerde plantaardige olie, slow release).
- PCR-bepalingen (met een 5-tal primers) in de aangeleverde grondwaterstalen.

Voorliggend rapport doet verslag van deze testen.

## 2 Karakterisatie van de bodem en het grondwater en constructie van de microcosms

### 2.1 Karakterisatie bodem en grondwater

In november 2006 werden 2 liners met aquifer materiaal uit de pluimzone (bemonsterd op resp. diepten 9-10 m-mv. (507-1, G06A0121 Zedelgem) en 10-11 m-mv. (507,2 G06A0121 Zedelgem)) en één grondwaterstaal uit PB 507 aangeleverd door Groundwater Technology. De staalnames van zowel de aquifer als het grondwater werden onder anaërobe condities uitgevoerd. Met het aquifer materiaal uit beide liners werd onder stikstofatmosfeer één mengmonster aangemaakt.

Het aangemaakte mengmonster en het grondwater uit PB 507 werden voor een aantal parameters gekarakteriseerd. In tabellen 1 en 2 zijn de analyseresultaten weergegeven. De officiële analysecertificaten bevinden zich in bijlage 1.

*Tabel 1. Resultaten grondwaterscreening PB507*

Component	Concentratie (µg/L)
1,2-dichlooretheen, cis	20
1,2-dichloorethaan	2600
Vinylchloride	7

*Tabel 2. Analyseresultaten uitgangsmaterialen*

Grondwater (PB 507)		Aquifer	
DOC (mg/l)	9,1	VOCl (mg/kgds)	<0,1
NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> (mgN/l)	<0,23	DS (%)	79,5
SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> (mg/l)	260	OS (%)	0,85
ORP* (mV)	-85	TOC(%ds)	0,10
pH*	7,4		

\*ORP/pH : 30 gds aquifer (mengmonster) + 50 ml grondwater (PB 507)

Voor de PCR-bepaling heeft Groundwater Technology op 12/01/2007 4 grondwaterstalen (GFBV G06A0121: 604 ondiep, 604 midden, 604 diep en 507 ondiep) naar VITO opgestuurd. De resultaten van de PCR-bepaling zijn opgenomen in hoofdstuk 4 van dit rapport.

### 2.2 Constructie van microcosms

De microcosmtesten werden geconstrueerd uit het mengmonster gemaakt met het aquifer materiaal uit de aangeleverde liners en met grondwater uit PB 507.

De microcosms werden aangemaakt onder stikstofatmosfeer, in glazen vials met teflon/butylrubberen crimp-cap sluiting. Hiertoe werd een hoeveelheid aquifer materiaal in de vial gebracht, samen met het bijbehorend grondwater waaraan DCE en toeslagstoffen werden toegevoegd (zie verder). Vervolgens werden de vials hermetisch afgesloten.

Volgende testcondities werden uitgevoerd:

- A. vergiftigde controle;
- B. levende conditie met Canlac (lactulose) (ca. 230 mgC/L);
- C. vergiftigde controle met HRC adv. (ca. 325 mgC/L);
- D. levende conditie met HRC adv. (ca. 325 mgC/L);
- E. vergiftigde controle met EOS (ca. 135 mgC/L);
- F. levende conditie met EOS (ca. 135 mgC/L);

De vergiftigde controles werden opgezet om bacteriële afbraakprocessen te kunnen onderscheiden van eventuele abiotische verwijderingsprocessen of verliezen.

Alle microcosms werden opgezet op 5 december 2006. Het koolstofgehalte van de verschillende gebruikte organische substraten (zie tabel 3) was toen nog niet gekend, vandaar de verschillen in de gedoseerde hoeveelheid. De stalen werden op kamertemperatuur geïncubeerd gedurende in totaal 10 maanden. Staalnames voor meting van VOC's (Head-space GC/FID/FID) werden uitgevoerd na 0, 1, 2, 3 en 4 maanden incubatie. Door interferentieproblemen van VC (met methaan) en 1,2-DCA (een niet gekende interferentie) werden de meetcampagnes na 6,5 en 10 maanden voor de VOC-bepaling met GC/MS uitgevoerd. Deze metingen gebeurden in triplo. CH<sub>4</sub>/ethaan/ethen bepalingen (met GC/FID) werden in duplo uitgevoerd op vier verschillende meettijdstippen. De extra meetcampagne na 10 maanden incubatie werd uitgevoerd met alle nog beschikbare flesjes van de verschillende levende testcondities (Canlac (5), HRC adv (5), EOS (6)). De steriele controles werden in triplo gemeten. pH en redoxpotentiaal werden bepaald bij aanvang en na 3 en 6,5 maanden incubatie. DOC werd na 3 maanden incubatie en op het einde van de test gemeten in de testconditie met *Canlac*. Door de aard van het organisch substraat was het niet zinvol om de DOC te bepalen in de testcondities met EOS en HRC adv (niet volledig oplosbare substraten). Na 3,5 maanden werd extra substraat toegediend aan de testcondities met EOS (+67 mg/l) en HRC adv. (+80 mg/l). Daarna werd aangenomen dat zolang afbraak waargenomen werd, EOS / HRC adv. nog in voldoende hoeveelheid aanwezig waren.

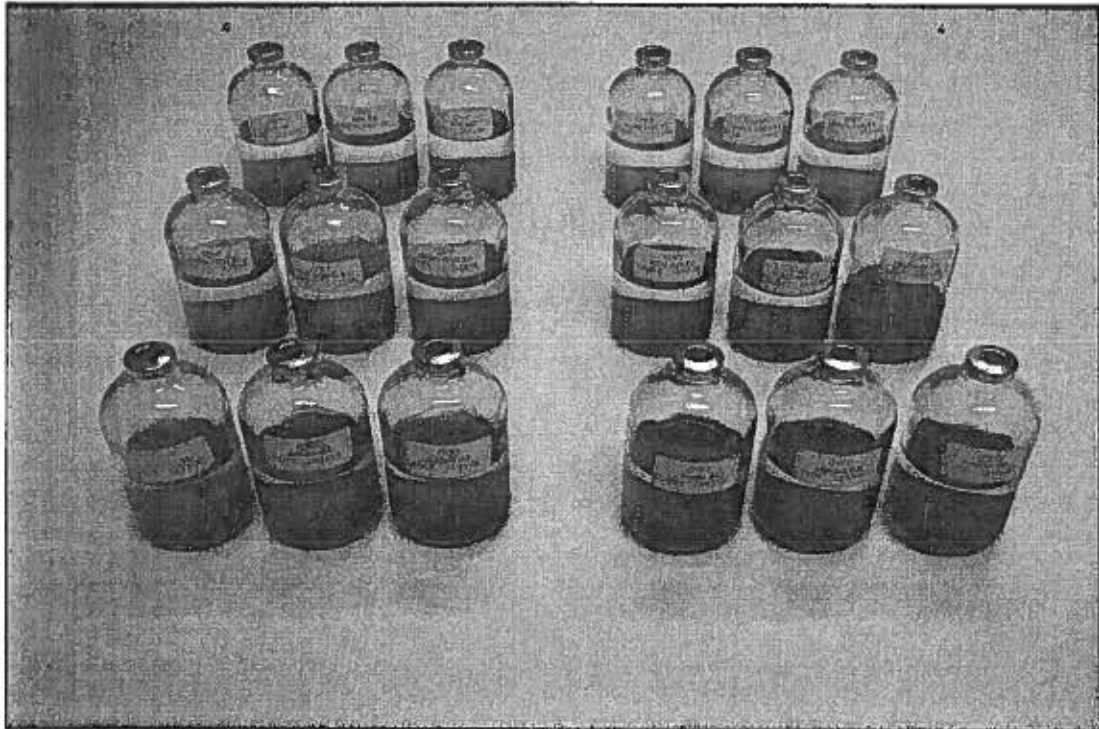
**Tabel 3.** TOC-gehalten van gebruikte organische substraten

Organisch substraat	TOC (gew%)
Canlac	30
EOS	55
HRC	74

### 3 Resultaten en bespreking

#### 3.1 Overzicht geconstrueerde microcosms

Foto's van alle opgezette microcosms (na ca. 7 maanden incubatie) zijn weergegeven in figuur 1. Het aquifermateriaal in alle microcosms heeft ongeveer dezelfde (donkere) kleur; er is geen visueel onderscheid tussen de verschillende condities.



**Figuur 1.** Foto's van de microcosms na ca. 7 maanden incubatie. Rijen van voor naar achter: rij 1: steriele controle (A) en testconditie met Canlac (B); rij 2: steriele controle HRC adv. (E) en testconditie met HRC adv. (C) en rij 3: steriele controle EOS (F) en conditie met EOS (D);

### 3.2 Resultaten microcosms

De resultaten van pH en ORP metingen zijn opgenomen in tabel 4.

**Tabel 4.** pH en redoxpotentiaal (ORP in mV) in de microcosms

	T0		na 3 maanden incubatie		na 7 maanden incubatie	
	pH	ORP	pH	ORP	pH	ORP
Steriele controle	7,1	+214	6,8	-268	6,7	-222
Canlac	7,3	-10	6,7	-401	7,0	-270
Ster. contr HRC adv.	7,1	+317	7,0	-320	n.g.	n.g.
HRC adv.	7,3	-87	7,0	-424	7,3	-281
Ster. contr EOS	7,2	+243	6,7	-280	n.g.	n.g.
EOS	7,4	-117	7,1	-378	7,3	-309

n.g. : niet gemeten

Zoals blijkt uit tabel 4 is de pH in alle microcosms ongeveer gelijk aan 7 bij aanvang en bleef deze nagenoeg onveranderd tijdens de looptijd van de test. In de levende testcondities was de ORP negatief bij aanvang van de test. Tijdens de incubatie daalde de redoxpotentiaal in alle testcondities tot waarden waarbij biologische reductieve dechlorering mogelijk is.

**Tabel 5. Analyseresultaten DOC in de microcosm met Canlac na ca. 3 en 7 maanden incubatie**

Incubatie periode	DOC (mg/l)
Ca. 3 maanden	500*
Ca. 7 maanden	1800**

\* hogere concentratie dan initieel gedoseerd; waarschijnlijk door bijdrage van C uit het aquifermateriaal (TOC = 0,1%ds zie ook tabel 2); door VITO uitgevoerde meting

\*\* meting uitgevoerd door een extern labo; resultaat geeft aan dat er nog voldoende koolstof aanwezig is; resultaat van de kwantitatieve bepaling is twijfelachtig.

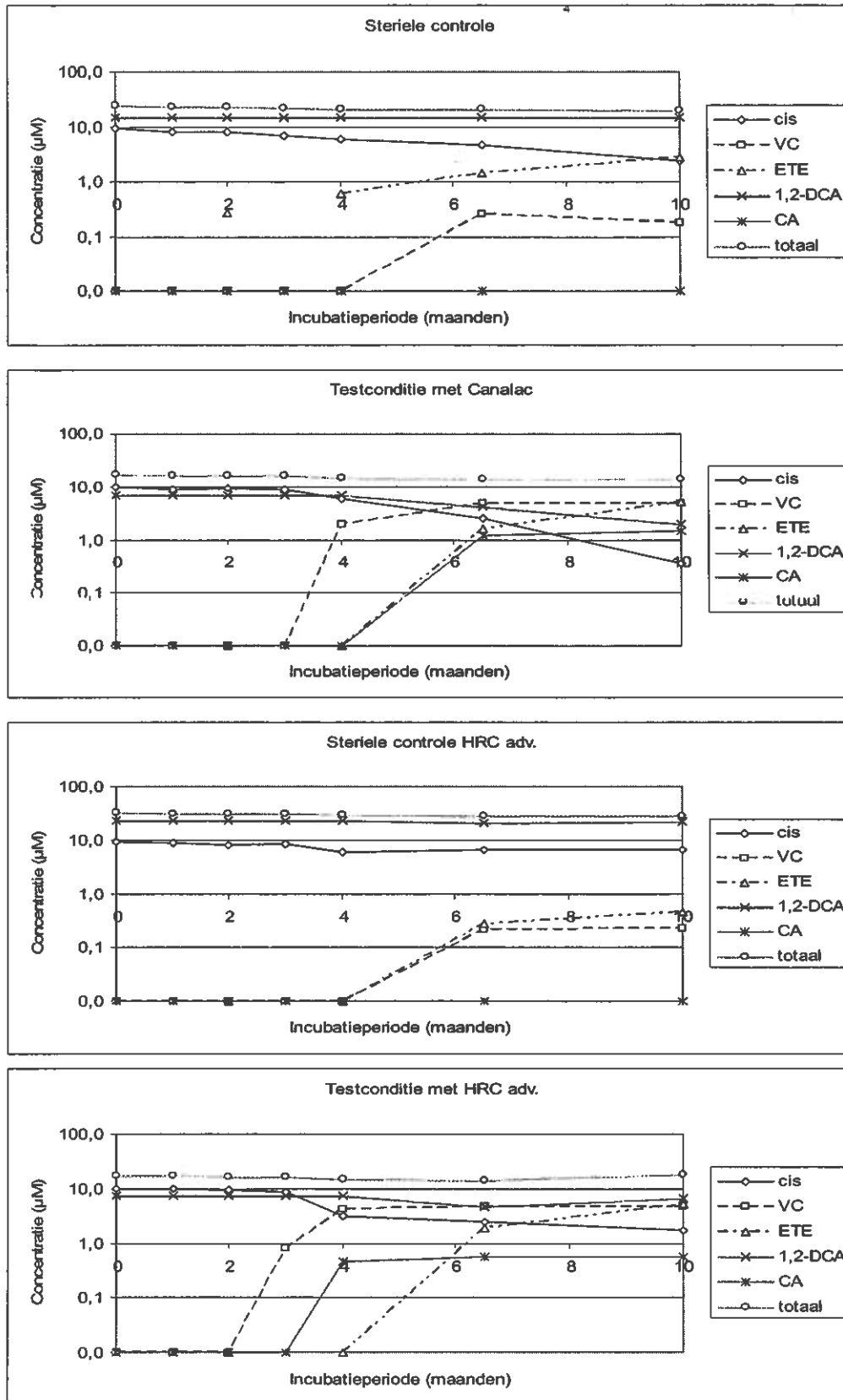
**Tabel 6. Electronacceptoren in de microcosms na 7 maanden incubatie**

	Sulfaat (mg/l)	Nitraat (mg/l)	Fe (mg/l)	Mn (mg/l)
Steriele controle	415	1,04	4,2	1,0
Canlac	<0,3	< 0,3	0,48	0,39
HRC adv.	<0,3	1,1	0,38	0,16
EOS	2,2	0,9	0,024	0,077

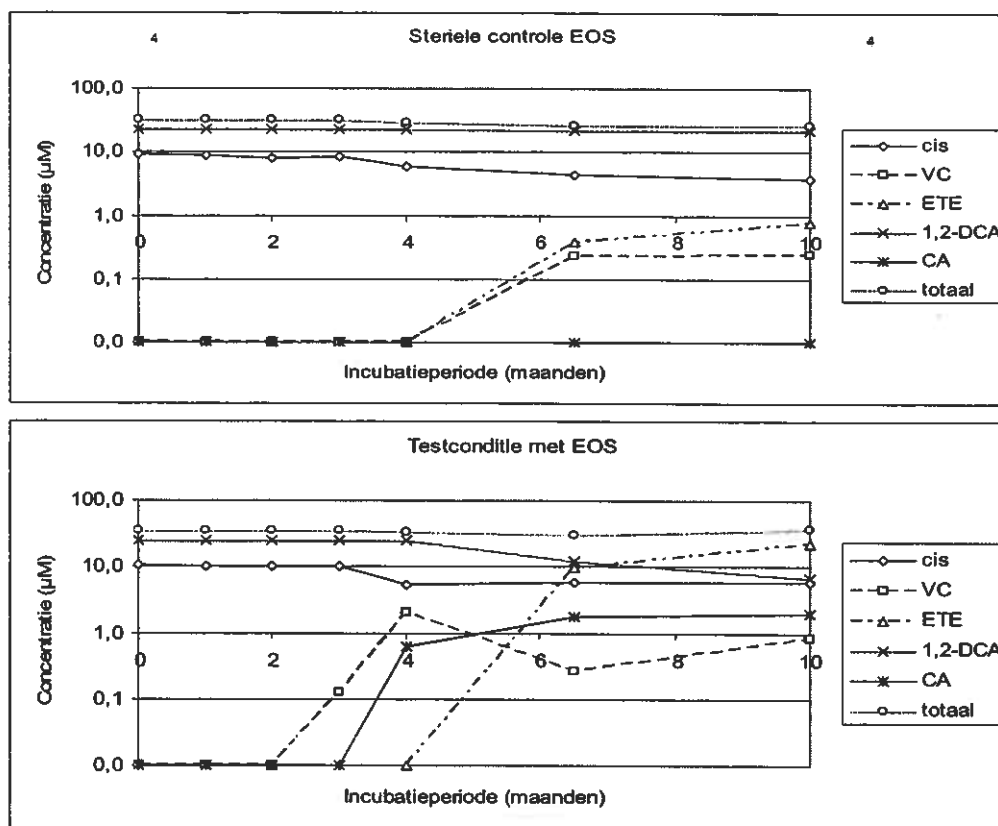
De evolutie van de concentraties van DCE, VC, 1,2-DCA, CA en ETE gedurende de 10 maanden van incubatie is weergegeven in figuren 2 en 3. Omwille van interferentie (schijnbare toename 1,2-DCA-concentratie bij meting met GC/FID) is de concentratie 1,2-DCA voor de eerste 4 tijdstippen (na 1, 2, 3 en 4 maanden incubatie) in deze grafiek gelijk genomen aan de T0-concentratie wat nauw aansluit bij de realiteit gezien het feit dat in dit tijdsinterval geen sterk verhoogde concentraties ethen (ETE) en/of chloorethaan (CA) (mogelijke afbraakproducten van 1-2-DCA) werden gemeten, alsook de vaststelling dat de met GC/MS gemeten concentraties 1,2-DCA in de steriele controles na 6,5 / 10 maanden incubatie gelijk zijn aan de T0-concentraties. De weergegeven waarden zijn gemiddelden van de gemeten gehalten in de beschikbare microcosms. Alle individuele analyseresultaten zijn opgenomen als tabellen in bijlage 2.

Uit figuren 2 en 3 blijkt dat de aanwezige pollutanten (1,2-DCA en 1,2-DCE) in de drie verschillende testcondities biologisch worden afgebroken. Indien de gemiddelde waarden worden gehanteerd is de afbraak schijnbaar niet volledig. Er waren echter grote onderlinge verschillen in afbraak tussen flesjes van éénzelfde testconditie. In tabel 7 zijn de individuele resultaten van de initieel aanwezige pollutanten (bij aanvang en op het einde van de test) alsook van de belangrijkste afbraakproducten en methaan na 10 maanden incubatie weergegeven. Op de extra gemeten flesjes na 10 maanden incubatie werd geen T0-bepaling uitgevoerd.





Figuur 2. Gemiddelde evolutie van de belangrijkste VOCl-gehalten en etheen in de microcosms tijdens incubatie



**Figuur 3.** Gemiddelde evolutie van de belangrijkste VOCl-gehalten en etheen in de microcosms tijdens incubatie (vervolg)

Uit tabel 7 blijkt dat de concentraties aan 1,2-DCA in de verschillende testcondities gesitueerd zijn tussen 600 en 2600 µg/l (= concentratie in PB 507 (zie tabel 1)). Vanuit het gegeven dat het gebruikte aquifer materiaal gehomogeniseerd werd voorafgaand aan het opzetten van de test, is er geen direct aanwijsbare verklaring voor deze vaststelling. Vermits de evolutie van de pollutengehalten en de concentraties van de afbraakproducten tijdens de looptijd van de test altijd in dezelfde flesjes gevolgd werden, was er echter geen probleem naar interpretatie van de testresultaten toe.

Ten opzichte van de vorige meetcampagne (na 6,5 maand) werd na 10 maanden in alle flesjes van de verschillende testcondities afbraak van c-DCE en/of VC en/of 1,2-DCA waargenomen. Chloorethaan werd niet omgezet tijdens de looptijd van de test. De belangrijke methaanvorming geeft aan dat met elk van de geteste organische substraten voldoende reducerende condities werden gevormd om dechlorering mogelijk te maken. In de steriele controles werd een daling waargenomen van de gehalten 1,2-DCE, terwijl dit niet het geval was voor 1,2-DCA. Mogelijk is er abiotische afbraak van 1,2-DCE opgetreden (door bodemmineralen). Daarbij kan etheen, ethaan en acetyleen gevormd worden (het laatste product dat kenmerkend is voor abiotische afbraak was geen onderdeel van het meetprogramma).

**Tabel 7. Concentraties van de aanwezige polluenten (bij aanvang en op het einde van de test), alsook van de belangrijkste afbraakproducten en methaan na 10 maanden incubatie**

Conditie (flesje n°)	Initieel aanwezige polluenten (µg/L)				Afbraakproducten (µg/L)			CH <sub>4</sub> µg/l
	c1,2-DCE		1,2-DCA		VC	ETE	CA	
	0 maanden	10 maanden	0 maanden	10 maanden	10 maanden	10 maanden	10 maanden	
Steriele controle A1	885	162	611	606	8	86	<5	103
Steriele controle A2	917	235	1867	1923	12	79	<5	188
Steriele controle A3	941	276	1898	1899	13	67	<5	185
<b>Gem. steriele controle</b>	<b>914</b>	<b>224</b>	<b>1458</b>	<b>1476</b>	<b>11</b>	<b>77</b>	<b>&lt;5</b>	<b>159</b>
Canlac B1	938	<5	663	241	278	161	43	100002
Canlac B2	942	104	660	360	397	47	35	109355
Canlac B3	983	<5	746	233	446	31	189	87469
Canlac B4	n.g.	<5	n.g.	104	156	80	194	79157
Canlac B5	n.g.	<5	n.g.	19	265	406	17	108687
<b>Gemiddelde Canlac</b>	<b>954</b>	<b>25</b>	<b>689</b>	<b>191</b>	<b>308</b>	<b>145</b>	<b>96</b>	<b>96934</b>
Steriele controle HRC E1	972	678	2381	2148	18	15	<5	361
Steriele controle HRC E2	939	719	2304	2197	14	13	<5	337
Steriele controle HRC E3	826	531	2240	2065	10	9	<5	43
<b>Gem. steriele controle HRC</b>	<b>912</b>	<b>643</b>	<b>2308</b>	<b>2137</b>	<b>14</b>	<b>13</b>	<b>&lt;5</b>	<b>247</b>
HRC adv. C1	981	<5	740	441	327	130	<5	61791
HRC adv. C2	969	487	692	210	224	55	110	56140
HRC adv. C3*	936	11	2275	508	232	8	11	28877
HRC adv. C4	n.g.	<5	n.g.	1176	353	198	333	74235
HRC adv. C5	n.g.	<5	n.g.	911	310	304	351	97613
<b>Gemiddelde HRC adv.</b>	<b>963</b>	<b>103</b>	<b>1236</b>	<b>649</b>	<b>289</b>	<b>141</b>	<b>162</b>	<b>63731</b>
Steriele Controle EOS F1	912	493	2310	2107	15	26	<5	333
Steriele Controle EOS F2	897	615	2336	2137	16	18	<5	341
Steriele Controle EOS F3	844	436	2180	2015	14	21	<5	41
<b>Gemid. Ster. Controle EOS</b>	<b>884</b>	<b>515</b>	<b>2275</b>	<b>2086</b>	<b>15</b>	<b>22</b>	<b>&lt;5</b>	<b>238</b>
EOS D1	1088	966	2567	1516	<5	8	252	30791
EOS D2	1040	701	2445	1846	155	12	120	31677
EOS D3	1031	17	2449	39	<5	790	<5	30663
EOS D4	n.g.	<5	n.g.	29	252	919	<5	15128
EOS D5	n.g.	308	n.g.	25	231	1086	110	28710
EOS D6	n.g.	<5	n.g.	567	65	917	6	79567
<b>Gemiddelde EOS</b>	<b>1053</b>	<b>334</b>	<b>2487</b>	<b>670</b>	<b>119</b>	<b>622</b>	<b>83</b>	<b>36089</b>

\* na de eerste meetronde werd het VOCl-gehalte in ander flesje van deze testconditie gemeten.

\*\* concentraties gemeten met GC/MS

n.g. : niet gemeten

Voor de verschillende substraten werden ook nog volgende zaken vastgesteld :

1. in de testconditie met Canlac :

- volledige afbraak van c-DCE in 4 van de 5 flesjes;
- in alle flesjes slechts beperkte (of geen) omzetting van VC (restgehalte = ca. 150 - 450 µg/l) naar etheen;
- in alle flesjes nam de concentratie 1,2-DCA af. In één van de flesjes werd 1,2-DCA nagenoeg volledig (restgehalte = 19 µg/l) omgezet in ETE met beperkte vorming van CA (17 µg/l). Concentraties 1,2-DCA in de andere flesjes variëren van 100 tot 350 µg/l.

## 2. in de testconditie met HRC adv :

- nagenoeg volledige afbraak van c-DCE in 4 van de 5 flesjes;
- in alle flesjes voorlopig slechts beperkte (of geen) omzetting van VC (restgehalte = 200 -350 µg/l) naar etheen;
- in alle flesjes nam de concentratie 1,2-DCA af. In 4 van de 5 flesjes werd een deel van de aanwezige hoeveelheid 1,2-DCA via reductieve dechlorering (hydrogenolyse) omgezet naar CA;
- in het flesje waar geen CA gevormd werd, werd wel afbraak van 12-DCA (met vorming van ETE) vastgesteld.

## 3. in de testconditie met EOS :

- in één flesje werden alle pollutanten nagenoeg volledig afgebroken. CA werd hier niet gevormd. Gevormde VC werd hierin volledig afgebroken. Het restgehalte aan 1,2-DCA was hierin gelijk aan 39 µg/l. Verwacht wordt dat ook in twee andere flesjes de afbraak bij voortzetting van de test volledig zal verlopen. VC en 1,2-DCA zijn hierin nog wel significant aanwezig, maar etheen werd reeds in belangrijke mate gevormd;
- in de andere drie opgezette flesjes voor deze testconditie verloopt de afbraak veel trager. Er is zelfs één flesje waarin nog vrijwel geen afbraak van DCE werd vastgesteld.

## 4 Microbieel onderzoek met PCR-bepalingen

### 4.1 Testbeschrijving

Via PCR-detectie met specifieke primer sets heeft VITO nagegaan of bacteriën behorende tot het *Dehalococcoides* en *Desulfuromonas* genus kunnen gedetecteerd worden in de grondwaterstalen. *Desulfuromonas* maar vnl. *Dehalococcoides* species worden vaak in verband gebracht met biologische VOCl-afbraak, waardoor ze als een soort indicatororganisme worden beschouwd voor de mogelijkheid van grondwatersanering via anaërobe biologische dehalogenering. Een bijkomend verschil tussen deze twee groepen van bacteriën is dat *Desulfuromonas* species enkel de omzetting van PCE tot DCE bewerkstelligen terwijl *Dehalococcoides* species PCE volledig kunnen omzetten tot etheen (eindproduct is wel afhankelijk van het *Dehalococcoides* species (zie hieronder).

Verder heeft VITO - eveneens via PCR - de aanwezigheid nagegaan van 5 genen die coderen voor enzymen betrokken in anaërobe afbraak van een aantal gechloreerde componenten. Een overzicht van deze primers wordt gegeven in onderstaande figuur. De primers en PCR-condities die gebruikt werden zijn gebaseerd op de in Figuur 4 vermelde referenties, maar werden door VITO verder geoptimaliseerd.

PCE → TCE → cDCE → VC → ethene

pceA-Dr gene (*Dehalobacter restrictus*, *Desulfitobacterium hafniense*,  
*Desulfitobacterium* sp.) – Regeard et al., 2004

pceA-Sm gene (*Sulfurospirillum multivorans*) –  
Regeard et al., 2004

tceA gene (*Dehalococcoides ethenogenes* strain 195 and FL2) –  
Regeard et al., 2004

vcrA gene (*Dehalococcoides* sp. strain VS: TCE, DCE, VC are growth supporting) –  
Müller et al., 2004

bvca gene (*Dehalococcoides* sp. strain BAV1: DCE, VC are growth supporting) –  
Krajmalnik-Brown et al., 2004

cometabolisc

**Figuur 4.** Overzicht van de genen die gedetecteerd worden met de gebruikte specifieke catabolische primers (de streep boven het gen duidt aan welke stappen in de afbraak van PCE door het corresponderende enzyme worden gekatalyseerd)

## 4.2 Resultaten

Een overzicht van de resultaten is gegeven in Tabel 8. Meer gedetailleerde informatie met betrekking tot de PCRs met specifieke primers zijn weergegeven in Figuur 5.

Uit de 4 grondwaterstalen werd DNA geïsoleerd. De kwaliteit van het DNA werd geverifieerd door een PCR met een algemene eubacteriële primer. Voor alle vier de stalen werd kwalitatief goed DNA bekomen.

Ook met de *Desulfuromonas* en *Dehalococcoides* primer werd een positief signaal bekomen in alle vier de grondwaterstalen.

Bepaalde van de gezochte catabolische genen werden effectief gedetecteerd in de stalen, maar dit was afhankelijk van het gen en van de locatie op de site of de diepte waarop het grondwater werd genomen:

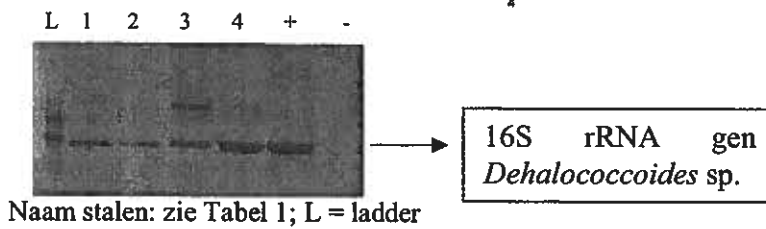
- Het *pceA*-Dr gen dat codeert voor de eerste stappen in de afbraak van PCE in de species *Dehalobacter restrictus*, *Desulfitobacterium hafniense* en *Desulfitobacterium* sp. (omzetting PCE tot DCE), werd gedetecteerd in het grondwater dat werd opgepompt in de drie filters op locatie 604. Het signaal was wel veel sterker in het grondwater bekomen uit de diepe filter dan deze bekomen uit de ondiepe en midden filter.
- het *pceA*-Sm dat codeert voor de omzetting van PCE in DCE in de bacteriespecies *Sulfurospirillum multivorans*, werd enkel in het grondwater gedetecteerd dat werd opgepompt uit de ondiepe filter op locatie 604 en de ondiepe filter op de locatie 507.
- Het *tceA* gen dat codeert voor de omzetting van TCE in VC in *Dehalococcoides ethenogenes* stam 195 en FL2 komt in alle stalen van de locatie 604 voor maar niet in deze van de locatie 507.
- Het *vcrA* gen dat codeert voor de omzetting van DCE naar etheen in *Dehalococcoides* VS, kon op geen enkel van de 4 onderzochte locaties worden gedetecteerd.
- Het *bvcA* gen dat codeert voor de omzetting van VC in etheen in *Dehalococcoides* BAVI, kon worden gedetecteerd in alle stalen van de locatie 604 maar niet in deze van de locatie 507.

**Tabel 8.** Overzicht van de PCR-resultaten

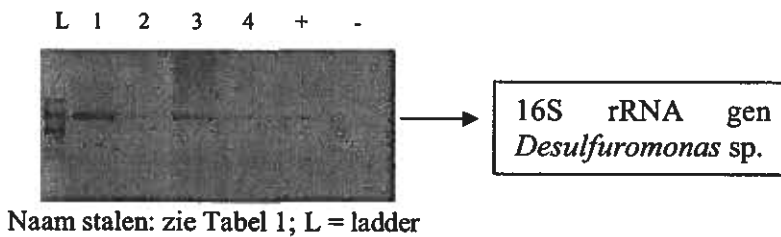
Laan gel	Benaming staal	Algemene primer	Specifieke primer	Specifieke primer	Specifieke catabolische primers coderend voor				
		Eubact.	Dehalo <sup>++</sup>	Desulfu <sup>+++</sup>	<i>pceA</i> -Dr <sup>+</sup>	<i>pceA</i> -Sm <sup>+</sup>	<i>tceA</i> <sup>+</sup>	<i>vcrA</i> <sup>+</sup>	<i>bvcA</i> <sup>+</sup>
1	604 ondiep	+	+	+	+/-	+	+	-	+
2	604 midden	+	+	+	+/-	-	+	-	+
3	604 diep	+	+	+	+	-	+	-	+
4	507 ondiep	+	+	+	-	+	-	-	-
5	Positieve controle	+	+	+	+	+	+	+	+
6	Blanco	-	-	-	-	-	-	-	-

<sup>+</sup> zie Figuur 4; <sup>++</sup> Dehalo: *Dehalococcoides* ; <sup>+++</sup> Desulfu: *Desulfuromonas* (Löffler et al., 2000)

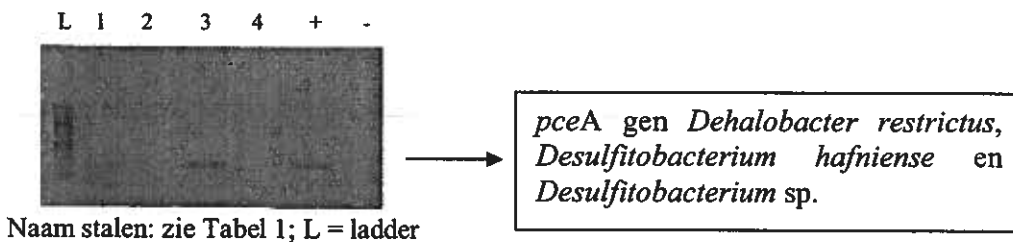
Detectie van het 16S rRNA gen *Dehalococcoides* sp. (Löffler et al., 2000):



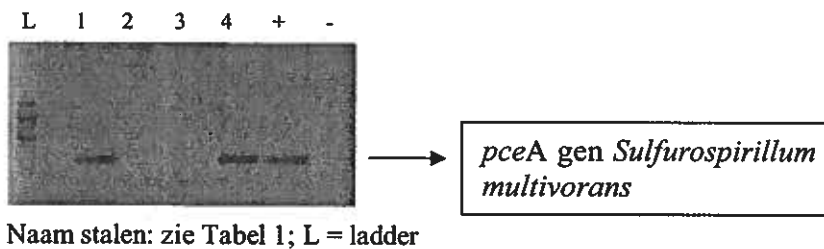
Detectie van het 16S rRNA gen *Desulfuromonas* sp. (Löffler et al., 2000):



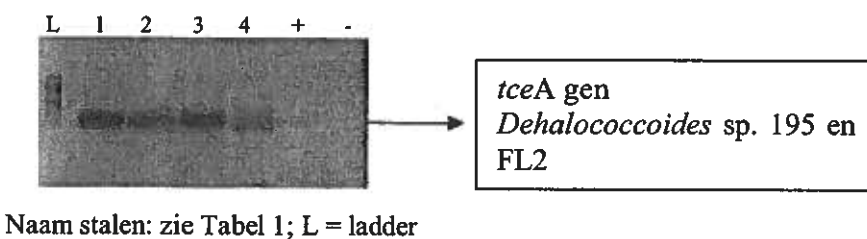
*pceA*-Dr: catabolisch gen *Dehalobacter restrictus*, *Desulfitobacterium hafniense* en *Desulfitobacterium* sp.



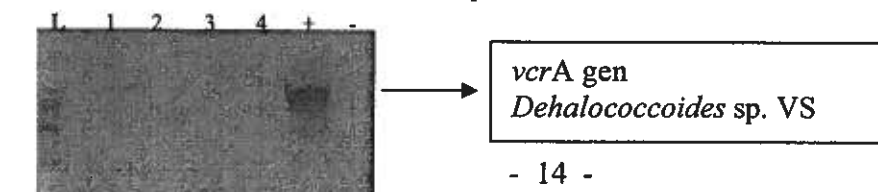
*pceA*-Sm: catabolisch gen *Sulfurospirillum multivorans*:



*tceA*: catabolisch gen *Dehalococcoides ethenogenes* stam 195 en FL2

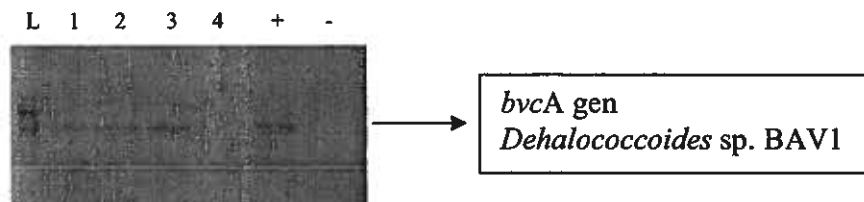


*vcrA*: catabolisch gen *Dehalococcoides* sp. VS :



Naam stalen: zie Tabel 1; L = ladder

*bvcA*: catabolisch gen *Dehalococcoides* sp. BAV1



Naam stalen: zie Tabel 1; L = ladder

**Figuur 5.** PCR-resultaten op agarose gel voor de specifieke primers die het 16S rRNA gen van *Dehalococcoides* en *Desulfuromonas* species of de catabolische genen *pceA*, *tceA*, *bvcA* en *vcrA* detecteren

### 4.3 Bespreking PCR-resultaten

Via PCR-detectie werd *Desulfuromonas* (omzetting PCE tot DCE) en *Dehalococcoides* species (omzetting PCE tot VC en soms tot etheen) duidelijk gedetecteerd in alle 4 de grondwaterstalen 604 ondiep, 604 midden, 604 diep en 507 ondiep (tube 2). De positieve signalen zijn een indicatie voor de aanwezigheid van de betreffende VOCl-afbrekende bacteriën ter plaatse.

Wat betreft de catabolische genen kan gesteld worden dat:

- Genen betrokken in de eerste stappen van de afbraak van PCE tot DCE duidelijk aanwezig zijn op de verschillende locaties. Meer specifiek was het *pceA* gen van *Sulfurospirillum multivorans* op de twee locaties 604 en 507 aanwezig maar was het niet aanwezig op alle dieptes op de locatie 604 (detectie in de ondiepe maar niet in de midden en diepe filter). Het *pceA* gen van *Dehalobacter restrictus*, *Desulfitobacterium hafniense* en *Desulfitobacterium* sp. was aanwezig in de drie filters op locatie 604 maar niet op locatie 507. Dit kan er op wijzen dat op locatie 507 de omzetting van PCE naar DCE gecodeerd wordt door het *pceA* gen van *Sulfurospirillum multivorans*. Op locatie 604 zijn twee verschillende *pceA* genen betrokken in de omzetting van PCE naar DCE en hangt hun aanwezigheid af van de diepte waarop het grondwater wordt genomen (*pceA* gen van *Sulfurospirillum multivorans* codeert waarschijnlijk voor de omzetting van PCE tot DCE in de ondiepe filter; *pceA* gen van *Dehalobacter restrictus*, *Desulfitobacterium hafniense* en *Desulfitobacterium* sp. codeert waarschijnlijk voor de omzetting van PCE tot DCE in alle drie de filters).
- Het *tceA* gen, dat TCE omzet tot VC, op alle dieptes van de locatie 604 maar niet van de locatie 507 kon worden gedetecteerd (de zwarte vlek die waargenomen wordt voor het PCR product voor de locatie 507 is een a-specifiek PCR product en geeft dus niet aan dat het *tceA* gen aanwezig is op de positie 507). Dit geeft aan dat op de locatie 604 TCE volledig kan omgezet worden tot VC indien de milieuomstandigheden gunstig zijn.
- Het gen *vcrA* dat betrokken is in de omzetting van DCE naar etheen niet aanwezig is op de locaties 604 en 507. Dit geeft aan dat op deze locatie de omzetting van PCE mogelijk zal stagneren op DCE, tenzij het aantal *vcrA* genen onder de PCR detectielimiet lag of tenzij er nog andere onbekende genen aanwezig zouden zijn die DCE omzetten naar VC en etheen.

- Het gen *bvcA*, dat betrokken is in de omzetting van VC naar etheen, aanwezig is op alle onderzochte dieptes van de locatie 604 maar dat dit gen niet aanwezig is op de locatie 507. Dit geeft aan dat VC kan omgezet worden in etheen op de locatie 604 indien de milieuomstandigheden gunstig zijn.

Het is belangrijk op te merken dat een negatief PCR-sigitaal betekent dat het gen dat opgespoord wordt met de hier gebruikte PCR-primers niet of in onvoldoende hoeveelheden aanwezig is in het DNA-extract, en dus het grondwaterstaal. Verder geeft een positief PCR-sigitaal aan dat het gen aanwezig is, maar dat betekent niet automatisch dat het ook actief is. In de grondwaterstalen van de drie filters van de locatie 604 zijn de juiste bacteriën en afbraakgenen aanwezig om de omzetting van PCE naar etheen uit te voeren. Indien de milieuomstandigheden gunstig zijn (i.e. voldoende metaboliseerbare organische substraten aanwezig, gunstige redoxcondities, afwezigheid van toxisch werkende nevenverontreinigingen) dan is het ook waarschijnlijk dat er volledige afbraak zal optreden. In het grondwater van de locatie 507 werd enkel de aanwezigheid van CAH-afbrekende bacteriën en meer specifiek afbraakgenen die PCE omzetten naar DCE aangetoond. De afbraakgenen betrokken in de omzetting van DCE naar VC en vervolgens naar etheen werden niet gedetecteerd. Dit kan betekenen dat deze bacteriën of afbraakgenen niet aanwezig zijn in dit grondwaterstaal of dat hun aantallen zo laag zijn dat ze niet gedetecteerd worden met de hier gebruikte PCR-techniek. Uitsluitel over de DCE afbraak op locatie 507 is moeilijk te geven vermits we niet kunnen uitsluiten dat er naast de *Dehalococcoides* species en afbraakgenen die zijn onderzocht in deze studie nog andere bacteriën in de bodem aanwezig kunnen zijn die de afbraak wel kunnen uitvoeren maar waarvoor er nog geen detectie technieken bestaan.

**De hier gebruikte primers detecteren enkel bacteriën en afbraakgenen die betrokken zijn in de omzetting van chloorethenen (PCE tot en met VC) en niet in de omzetting van chloorethanen (zoals 1,2-DCA).**



## 5 Besluiten

Uit de haalbaarheidstesten blijkt dat er een potentieel aanwezig is voor anaërobe biologische afbraak van de aanwezige VOCl's. Na 10 maanden incubatie was er echter in geen enkele van de onderzochte testcondities volledige omzetting van de aanwezige polluenten (1,2-DCE en 1,2-DCA) noch van de afbraakproducten VC en CA in onschadelijke afbraakproducten etheen en/of ethaan. De afbraak verliep traag in vergelijking met andere door VITO onderzochte locaties. Mogelijk heeft dit te maken met het hoge sulfaatgehalte of met de aanwezigheid van een mix van chloorethenen en 1,2-dichloorethaan. Deze laatste stof was niet verwacht aanwezig te zijn.

Op basis van de testresultaten is het nog niet duidelijk welk organisch substraat de beste resultaten geeft. Met EOS werd in één testflesje wel volledige afbraak van DCE bekomen en nagenoeg volledige omzetting van 1,2-DCA zonder accumulatie van chloorethaan. Voor Canlac was er in één testflesje volledige verwijdering van 1,2-DCE en 1,2-DCA met beperkte vorming van chloorethaan. In dit flesje lag de VC-concentratie (265 µg/l) nog ver boven de saneringsnorm (5 µg/l). Toediening van HRC-A resulteerde in een nagenoeg volledige omzetting van 1,2-DCE in VC. Voorlopig werd echter in geen enkel van de onderzochte testflesjes volledige conversie van VC en 1,2-DCA waargenomen. Etheen en chloorethaan werden al wel gevormd, wat wijst op afbraak van VC en 1,2-DCA. Bij elk van de drie gebruikte organische substraten werd in één of meerdere flesjes CA gevormd. Afbraak van CA werd nog niet vastgesteld.

Vanuit de literatuur is geweten dat CA - gevormd via reductieve dechlorering van 1,2-DCA - zeer moeilijk biologisch afbreekt onder anaërobe condities.

De resultaten van de uitgevoerde PCR-metingen geven aan dat :

- voor de drie onderzochte dieptes van locatie 604 een microbiel potentieel aanwezig is dat PCE volledig tot etheen zal omzetten indien de milieuomstandigheden gunstig zijn;
- voor locatie 507 er een groter risico is dat de omzetting van PCE zal stagneren op DCE vermits er in het grondwater van deze locatie geen genen konden worden gedetecteerd die TCE omzetten naar VC (*tceA* gen), DCE naar etheen (*vcrA* gen) en VC naar etheen (*bvcA*).

## **Bijlage(n)**

***Bijlage 1: Analysecertificaten***

***Bijlage 2: Gedetailleerd overzicht VOCl-analyses in alle microcosms***

Tabel B1: Concentraties ( $\mu\text{g/L}$ ) cis-1,2-dichlooretheen in microcosm

	0 maanden	1 maand	2 maanden	3 maanden	4 maanden	6,5 maanden***	10 maanden
Steriele controle A1	885	787	724	625	504	346	162
Steriele controle A2	917	817	769	673	576	450	235
Steriele controle A3	941	769	805	715	599	503	276
<b>Gemiddelde steriele controle</b>	<b>914</b>	<b>791</b>	<b>766</b>	<b>671</b>	<b>560</b>	<b>433</b>	<b>224</b>
Canlac B1	938	834	882	871	757	<5	<5
Canlac B2	942	905	886	872	769	738	104
Canlac B3	983	913	899	895	214	<5	<5
Canlac B4							<5
Canlac B5							<5
<b>Gemiddelde Canlac</b>	<b>954</b>	<b>884</b>	<b>889</b>	<b>880</b>	<b>580</b>	<b>246</b>	<b>35</b>
Steriele controle HRC E1	972	866	829	815	626	675	678
Steriele controle HRC E2	939	892	854	852	644	732	719
Steriele controle HRC E3	826	796	724	661**	492	512	531
<b>Gemiddelde steriele controle HRC</b>	<b>912</b>	<b>851</b>	<b>802</b>	<b>776</b>	<b>587</b>	<b>640</b>	<b>643</b>
HRC adv. C1	983	997	920	727	<5	<5	<5
HRC adv. C2	969	983	904	841	524	562	487
HRC adv. C3*	936	901	931	871	374	156	11
HRC adv. C4							<5
HRC adv. C5							<5
<b>Gemiddelde HRC adv.</b>	<b>963</b>	<b>960</b>	<b>918</b>	<b>813</b>	<b>301</b>	<b>239</b>	<b>166</b>
Steriele Controle EOS F1	912	864	785	776	588	595	493
Steriele Controle EOS F2	897	884	820	807	639	664	615
Steriele Controle EOS F3	844	805	740	705**	503	468	436
<b>Gemiddelde steriele Controle EOS</b>	<b>884</b>	<b>851</b>	<b>782</b>	<b>763</b>	<b>577</b>	<b>421</b>	<b>371</b>
EOS D1	1088	1016	995	1008	759	878	966
EOS D2	1040	965	966	993	770	820	701
EOS D3	1031	959	946	943	<5	<5	17
EOS D4							<5
EOS D5							<5
EOS D6							308
<b>Gemiddelde EOS</b>	<b>1053</b>	<b>980</b>	<b>969</b>	<b>981</b>	<b>511</b>	<b>566</b>	<b>556</b>

\* het flesje gebruikt in de eerste meetronde is afgevoerd; voor de volgende meetronde is een ander flesje gebruikt

\*\* geopend voor pH/ORP-meting

\*\*\* alle VOCL-metingen zijn uitgevoerd met GC/MS ipv GC/FID/FID

Tabel B2. Concentraties ( $\mu\text{g/L}$ ) vinylchloride in microcosm

	0 maanden	1 maand	2 maanden	3 maanden	4 maanden	6,5 maanden***	10 maanden
Steriele controle A1	<1	<1	<1	<1	<1	13	8
Steriele controle A2	<1	<1	<1	<1	<1	16	12
Steriele controle A3	<1	<1	<1	<1	<1	18	13
<b>Gemiddelde steriele controle</b>	<1	<1	<1	<1	<1	16	11
Canlac B1	<1	<1	<1	<1	26	385	278
Canlac B2	<1	<1	<1	<1	<1	56	397
Canlac B3	<1	<1	<1	2	336	467	446
Canlac B4							156
Canlac B5							265
<b>Gemiddelde Canlac</b>	<1	<1	<1	1	121	303	308
Steriele controle HRC E1	<1	<1	<1	<1	<1	15	18
Steriele controle HRC E2	<1	<1	<1	<1	<1	15	14
Steriele controle HRC E3	<1	<1	<1	<1**	<1	11	10
<b>Gemiddelde steriele controle HRC</b>	<1	<1	<1	<1	<1	14	14
HRC adv. C1	<1	<1	2	96	447	341	327
HRC adv. C2	<1	<1	<1	18	104	173	224
HRC adv. C3*	<1	<1	2	36	241	358	232
HRC adv. C4							353
HRC adv. C5							310
<b>Gemiddelde HRC adv.</b>	<1	<1	2	50	264	291	289
Steriele Controle EOS F1	<1	<1	<1	<1	<1	16	15
Steriele Controle EOS F2	<1	<1	<1	<1	<1	15	16
Steriele Controle EOS F3	<1	<1	<1	<1**	<1	13	14
<b>Gemiddelde steriele Controle EOS</b>	<1	<1	<1	<1	<1	15	15
EOS D1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<5
EOS D2	<1	<1	<1	<1	2	23	155
EOS D3	<1	<1	<1	24	387	28	3
EOS D4							252
EOS D5							231
EOS D6							65
<b>Gemiddelde EOS</b>	<1	<1	<1	8	130	26	53

\* het flesje gebruikt in de eerste meetronde is afgevoerd; voor de volgende meetronde is een ander flesje gebruikt

\*\* geopend voor pH/ORP-meting

\*\*\* alle VOCL-metingen zijn uitgevoerd met GC/MS ipv GC/FID/FID

Tabel B3. Concentraties ( $\mu\text{g/L}$ ) etheen in microcosm

	2 maanden	4 maanden	6,5 maanden	10 maanden
Steriele controle A1	9	20	50	86
Steriele controle A2	6	13	36	79
Steriele controle A3			32	67
<b>Gemiddelde steriele controle</b>	7	17	39	77
Canlac B1	1	1	101	161
Canlac B2	1	1	5	47
Canlac B3***			28	31
Canlac B4				80
Canlac B5				406
<b>Gemiddelde Canlac</b>	1	1	45	145
Steriele controle HRC E1	4	5	10	15
Steriele controle HRC E2	3	4	8	13
Steriele controle HRC E3			5	9
<b>Gemiddelde steriele controle HRC</b>	3	5	8	13
HRC adv. C1	1	55	118	138
HRC adv. C2	1	3	31	55
HRC adv. C3*			8	8
HRC adv. C4				198
HRC adv. C5				304
<b>Gemiddelde HRC adv.</b>	1	29	52	141
Steriele Controle EOS F1	3	6	14	26
Steriele Controle EOS F2	2	4	9	18
Steriele Controle EOS F3			9	21
<b>Gemiddelde steriele Controle EOS</b>	3	5	11	22
EOS D1	2	4	7	8
EOS D2	2	3	7	12
EOS D3			815	790
EOS D4				919
EOS D5				1086
EOS D6				917
<b>Gemiddelde EOS</b>	2	4	276	622

\* het flesje gebruikt in de eerste meetronde is afgevoerd; voor de volgende meetrondes is een ander flesje gebruikt

Tabel B4. Concentraties ( $\mu\text{g/L}$ ) ethaan in microcosm

	2 maanden	4 maanden	6,5 maanden	10 maanden
Steriele controle A1	4	5	9	12
Steriele controle A2	5	5	8	13
Steriele controle A3			8	12
<b>Gemiddelde steriele controle</b>	4	5	8	12
Canlac B1	2	2	2	<1
Canlac B2	2	2	2	<1
Canlac B3			2	<1
Canlac B4				<1
Canlac B5				<1
<b>Gemiddelde Canlac</b>	2	2	2	<1
Steriele controle HRC E1	8	7	8	8
Steriele controle HRC E2	7	6	7	7
Steriele controle HRC E3			2	3
<b>Gemiddelde steriele controle HRC</b>	8	6	6	6
HRC adv. C1	4	3	3	<1
HRC adv. C2	3	2	2	<1
HRC adv. C3*			2	<1
HRC adv. C4				<1
HRC adv. C5				<1
<b>Gemiddelde HRC adv.</b>	3	3	2	<1
Steriele Controle EOS F1	13	12	14	15
Steriele Controle EOS F2	9	7	9	10
Steriele Controle EOS F3			3	5
<b>Gemiddelde steriele Controle EOS</b>	11	10	9	10
EOS D1	6	4	5	<1
EOS D2	6	5	5	<1
EOS D3			5	<1
EOS D4				<1
EOS D5				<1
EOS D6				<1
<b>Gemiddelde EOS</b>	6	4	5	<1

\* het flesje gebruikt in de eerste meetronde is afgevoerd; voor de volgende meetrondes is een ander flesje gebruikt



Tabel B5 : Concentraties ( $\mu\text{g/L}$ ) 1,2-dichloorethaan in microcosm

	0 maanden	1 maand	2 maanden	3 maanden	4 maanden	6,5 maanden***	10 maanden
Steriele controle A1	611	859	985	1246	2318	601	606
Steriele controle A2	1867	1985	2180	2182	3213	1880	1923
Steriele controle A3	1898	1964	2036	2058	3068	1898	1899
<b>Gemiddelde steriele controle</b>	<b>1458</b>	<b>1603</b>	<b>1734</b>	<b>1829</b>	<b>2867</b>	<b>1460</b>	<b>1476</b>
Canlac B1	663	683	721	305	1026	420	241
Canlac B2	660	689	901	987	1218	524	360
Canlac B3	746	760	784	374	984	282	233
Canlac B4							104
Canlac B5							19
<b>Gemiddelde Canlac</b>	<b>689</b>	<b>711</b>	<b>802</b>	<b>889</b>	<b>1076</b>	<b>409</b>	<b>191</b>
Steriele controle HRC E1	2381	2576	2986	3135	3282	2203	2148
Steriele controle HRC E2	2304	2415	2936	3084	3482	2224	2197
Steriele controle HRC E3	2240	2706	2887	2530**	2869	1948	2065
<b>Gemiddelde steriele controle HRC</b>	<b>2308</b>	<b>2566</b>	<b>2936</b>	<b>2916</b>	<b>3211</b>	<b>2125</b>	<b>2137</b>
HRC adv. C1	740	878	866	950	1136	471	441
HRC adv. C2	692	790	807	394	921	311	210
HRC adv. C3*	2275*	797	890	995	1161	623	508
HRC adv. C4							1176
HRC adv. C5							911
<b>Gemiddelde HRC adv.</b>	<b>716</b>	<b>821</b>	<b>854</b>	<b>946</b>	<b>1073</b>	<b>468</b>	<b>649</b>
Steriele Controle EOS F1	2310	2616	2749	2952	3754	2138	2107
Steriele Controle EOS F2	2336	2796	2857	2986	3324	2218	2137
Steriele Controle EOS F3	2180	2363	2369	2245**	2543	1898	2015
<b>Gemiddelde steriele Controle EOS</b>	<b>2275</b>	<b>2592</b>	<b>2658</b>	<b>2728</b>	<b>3207</b>	<b>2085</b>	<b>2086</b>
EOS D1	2567	2658	2824	2989	2883	1638	1516
EOS D2	2445	2423	2580	2695	2762	1979	1846
EOS D3	2449	2410	2498	2649	2179	113	39
EOS D4							29
EOS D5							25
EOS D6							567
<b>Gemiddelde EOS</b>	<b>2487</b>	<b>2497</b>	<b>2634</b>	<b>2778</b>	<b>2608</b>	<b>1243</b>	<b>670</b>

\* het flesje gebruikt in de eerste meetronde is afgevoerd, voor de volgende meetrondes is een ander flesje gebruikt

\*\* geopend voor pH/ORP-meting

\*\*\* alle VOCL-metingen zijn uitgevoerd met GC/MS ipv GC/FID/FID

Tabel B6. Concentraties ( $\mu\text{g/L}$ ) chloorethan in microcosm

	0 maanden	1 maand	2 maanden	3 maanden	4 maanden	6,5 maanden***	10 maanden
Steriele controle A1	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5
Steriele controle A2	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5
Steriele controle A3	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5
<b>Gemiddelde steriele controle</b>	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5
Canlac B1	<5	<5	<5	<5	<5	26	43
Canlac B2	<5	<5	<5	<5	<5	19	35
Canlac B3	<5	<5	<5	<5	<5	189	189
Canlac B4	<5	<5	<5	<5	<5		194
Canlac B5	<5	<5	<5	<5	<5		17
<b>Gemiddelde Canlac</b>	<5	<5	<5	<5	<5	78	96
Steriele controle HRC E1	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5
Steriele controle HRC E2	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5
Steriele controle HRC E3	<5	<5	<5	<5**	<5	<5	<5
<b>Gemiddelde steriele controle HRC</b>	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5
HRC adv. C1	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5
HRC adv. C2	<5	<5	<5	<5	78	109	110
HRC adv. C3*	<5	<5	<5	<5	<5	<5	11
HRC adv. C4	<5	<5	<5	<5	<5	<5	333
HRC adv. C5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	351
<b>Gemiddelde HRC adv.</b>	<5	<5	<5	<5	29	36	37
Steriele Controle EOS F1	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5
Steriele Controle EOS F2	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5
Steriele Controle EOS F3	<5	<5	<5	<5**	<5	<5	<5
<b>Gemiddelde steriele Controle EOS</b>	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5
EOS D1	<5	<5	<5	6	106	274	252
EOS D2	<5	<5	<5	<5	8	76	120
EOS D3	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5
EOS D4	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5
EOS D5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5
EOS D6	<5	<5	<5	<5	<5	<5	110
<b>Gemiddelde EOS</b>	<5	<5	<5	<5	40	117	124

\* het flesje gebruikt in de eerste meetronde is afgevoerd; voor de volgende meetrondes is een ander flesje gebruikt

\*\* geopend voor pH/ORP-meting

\*\*\* alle VOCL-metingen zijn uitgevoerd met GC/MS ipv GC/FID/FID

Tabel 6. Concentraties ( $\mu\text{g/L}$ ) methaan in microcosm

	2 maanden	4 maanden	6,5 maanden	10 maanden
Steriele controle A1	125	108	108	103
Steriele controle A2	224	190	189	188
Steriele controle A3			193	185
<b>Gemiddelde steriele controle</b>	<b>174</b>	<b>149</b>	<b>163</b>	<b>159</b>
Canlac B1	883	3285	69772	100002
Canlac B2	1130	4182	101199	109355
Canlac B3			86033	87469
Canlac B4				79157
Canlac B5				108687
<b>Gemiddelde Canlac</b>	<b>1006</b>	<b>3733</b>	<b>85668</b>	<b>98942</b>
Steriele controle HRC E1	458	380	381	361
Steriele controle HRC E2	427	358	360	337
Steriele controle HRC E3			45	43
<b>Gemiddelde steriele controle HRC</b>	<b>442</b>	<b>369</b>	<b>262</b>	<b>247</b>
HRC adv. C1	477	5559	16121	61791
HRC adv. C2	955	22695	52922	56140
HRC adv. C3*			26065	28877
HRC adv. C4				74235
HRC adv. C5				97613
<b>Gemiddelde HRC adv.</b>	<b>716</b>	<b>14127</b>	<b>31703</b>	<b>48936</b>
Steriele Controle EOS F1	403	363	363	333
Steriele Controle EOS F2	408	364	362	341
Steriele Controle EOS F3			43	41
<b>Gemiddelde steriele Controle EOS</b>	<b>405</b>	<b>363</b>	<b>256</b>	<b>238</b>
EOS D1	617	15851	30982	30791
EOS D2	348	2527	24615	31677
EOS D3			2346	30663
EOS D4				15128
EOS D5				28710
EOS D6				79567
<b>Gemiddelde EOS</b>	<b>483</b>	<b>9189</b>	<b>19314</b>	<b>31043</b>

\* het flesje gebruikt in de eerste meetronde is afgevoerd; voor de volgende meetrondes is een ander flesje gebruikt.



### 3.9 Afbouw financiële borg

4

4

Op basis van de geraamde saneringskost in het bodemsaneringsproject wordt in dit hoofdstuk overlopen welke deeltaken momenteel uitgevoerd zijn.

Aan de hand van de **Tabel 9**, die gebaseerd is op de meetstaat van het bodemsaneringsproject, wordt voor elke post nagegaan of de werken reeds uitgevoerd zijn. Indien de werken nog niet volledig zijn uitgevoerd wordt een realistische inschatting gemaakt van het percentage werk dat nog moet uitgevoerd worden.

Uit **Tabel 9** blijkt dat van het totaalbedrag van 740.882,03 €, een bedrag ten waarde van 487.090,34 € werd uitgevoerd. Aangezien in deze eindrapportage geconcludeerd wordt dat er geen verdere bodemsaneringswerken meer noodzakelijk is, zijn de posten m.b.t. de HRC-X barrière niet meer van toepassing. **De te stellen borg kan bijgevolg volledig afgebouwd worden.**



Tabel 9: Afbouw financiële borg bodemsaneringswerken Jimco, Torhoutsesteenweg 222 te Zedelgem

Post	Omschrijving taak	Totaal (Euro)	% uitgevoerd	% nog uit te voeren	bedrag uitgevoerd (Euro)	bedrag nog uit te voeren (Euro)
<b>1</b>	<b>Grondwatersanering m.b.v. pump-and-treat</b>					
1.1	Plaatsing pompputten	114.100,00	100%	0%	114.100,00	0,00
1.2	Plaatsing mobiele waterzuivingsinstallatie	30.000,00	100%	0%	30.000,00	0,00
1.3	Exploitatiekosten	180.050,00	100%	0%	180.050,00	0,00
1.4	Monitoring grondwatersanering					
1.4.1	Bijplaatsen van diepe peilbuizen 25 tot 30 m-mv	10.000,00	100%	0%	10.000,00	0,00
1.4.2	Staalnames en analyses	23.404,00	100%	0%	23.404,00	0,00
	<b>Subtotaal post 1</b>	<b>357.554,00</b>			<b>357.554,00</b>	<b>0,00</b>
<b>2</b>	<b>Injectie van een HRC-X barrière</b>					
2.1	Aankoop van HRC-X	87.296,00	0%	100%	0,00	nvt
2.2	Injectie van HRC-X over 40 injectiepunten	27.000,00	0%	100%	0,00	nvt
2.3	Monitoring grondwatersanering	92.929,20	0%	100%	0,00	nvt
	<b>Subtotaal post 2</b>	<b>207.225,20</b>			<b>0,00</b>	<b>0,00</b>
<b>3</b>	<b>Saneringsbegeleiding externe deskundige</b>					
3.1	Begeleiding injectie HRC-X + plaatsing pompputten	2.520,00	0%	100%	0,00	nvt
3.2	Opvolging monitoring	25.000,00	100%	0%	25.000,00	0,00
3.3	Opmaak halfjaarlijkse monitoringsrapporten voor OVAM	20.000,00	100%	0%	20.000,00	0,00
	<b>Subtotaal post 3</b>	<b>47.520,00</b>			<b>45.000,00</b>	<b>0,00</b>
	<b>ALGEMEEN TOTAAL (excl. BTW)</b>	<b>612.299,20</b>			<b>402.554,00</b>	<b>0,00</b>
	<b>BTW (21%)</b>	<b>128.582,83</b>			<b>84.536,34</b>	<b>0,00</b>
	<b>ALGEMEEN TOTAAL (incl. BTW)</b>	<b>740.882,03</b>			<b>487.090,34</b>	<b>0,00</b>

