

Axelsestraat 27 te Terneuzen

Eindrapportage ISCO

Periode : 12-09-05 t/m 24-06-09

Opdrachtgever

Provincie Zeeland, directie Ruimte, Milieu en Water

Postbus 165

4330 AD MIDDELBURG

Projectnummer

04026

Autorisatie

Gerapporteerd door:

Dhr. E. van de Ven

Gecontroleerd door:

Dhr. W. Brabers

paraaf

datum

status

15-01-10

Eindrapport ISCO

paraaf

Datum

Status

15-01-10

Eindrapport ISCO

Kenmerk

EVE/ADV/MW/04026



Verhoeve Milieu West bv, Aventurijn 600, NL-3316 LB DORDRECHT


Postadres: Postbus 3073, NL-3301 DB DORDRECHT, internet: www.verhoevemilieu.com

Telefoon +31 (0)78 652 00 70, Fax +31 (0)78 652 00 30

Bankrelatie F. van Lanschot Bankiers Nijmegen, nr. 22.59.32.997, BTW nr. NL00810340872b01, HR 24328269

Verhoeve Milieu West bv is een werkmaatschappij van Verhoeve Milieu bv, onderdeel van de Verhoeve Groep


Verhoeve Milieu heeft vestigingen te Almelo, Dordrecht, Hengelo (O), Hummelo, Jirnsum, Weert, Zelhem en Zwaag



Project : Bodemsanering Axelsestraat 27 te Terneuzen
Kenmerk : EVE/ADV/VMW/04026

INHOUD

1	INLEIDING	4
2	ACHTERGRONDINFORMATIE	5
2.1	Onderliggende documenten	5
2.2	Saneringsystemen	5
2.3	Saneringsdoelstelling	6
2.4	Prognose saneringsduur	6
3	NULMETING EN TOETSINGSTABELLEN	7
3.1	Algemeen	7
3.2	Nulmeting	7
3.3	Toetsingstabellen	7
3.4	Bijzonderheden nulmeting	7
4	CHEMISCHE OXIDATIE MIDDELS PEROZONE®	8
4.1	Algemeen	8
4.2	Procesvoering	8
4.3	Oxidant injectie	9
4.4	Bijplaatsing LSP binnen brongebied	10
4.5	Bijplaatsing peilbuizen binnen brongebied	10
4.6	Monitoringsresultaten	11
5	AANVULLENDE CHEMISCHE OXIDATIE MIDDELS PEROZONE®	17
5.1	Algemeen	17
5.2	Aanleiding en ontwerp	17
5.3	Procesvoering	18
5.4	Oxidant injectie	18
5.5	Monitoringsresultaten	19
6	VERGUNNINGEN / MELDINGEN	20
7	VEILIGHEID, GEZONDHEID EN OVERLAST	21
8	ZETTINGEN	22
8.1	Opgetreden zettingen	22
8.2	Onderzoek naar oorzaak zettingen	22



Project : Bodemsanering Axelsestraat 27 te Terneuzen
Kenmerk : EVE/ADV/MMW/04026

9	EINDRESULTAAT CHEMISCHE OXIDATIE MIDDELS PEROZONE®	24
9.1	Algemeen	24
9.2	Toetsing voortgang binnen brongebied op basis van mijlpalen uit contract per juni 2009	24
9.3	Toetsing voortgang binnen brongebied op basis van vrachtverwijdering	24
9.4	Toetsing voortgang binnen pluimgebied op basis van vrachtverwijdering	25
9.5	Vrachtverwijdering grondwatersanering bron en pluim	25
9.6	Vrachtverwijdering grondsanering	25
9.7	Prognose voortgang brongebied	25
9.8	Prognose financiën op basis van voortzetting ISCO	26
9.9	Beoordeling humane risico's restverontreiniging	26
9.10	Beoordeling verspreidingsrisico's restverontreiniging	26
9.11	Beoordeling mogelijkheden bouw locatie chemische waterrij	26
9.12	Beëindiging Perozone® sanering	27
10	SAMENVATTING EN CONCLUSIE	28

BIJLAGEN:

- 1) Overzichtstekening brongebied, saneringsystemen, monitoringspeilbuizen
- 2) Injectieregime
- 3) Monitoringsplanning jaar 1 t/m 3
- 4) Monitoringsgegevens
- 5) Toetsingstabellen
- 6) Tekeningen en dwarsdoorsnedes verontreiniging na sanering
- 7) Vrachtberekeningen verontreiniging voor en na sanering
- 8) Sanscrit beoordeling humane risico's

1 INLEIDING

In opdracht van de provincie Zeeland wordt ter plaatse van de locatie Axelsestraat 27 te Terneuzen door Verhoeve Milieu (VM) de in-situ grondwater sanering uitgevoerd van de verontreiniging met VOCI (incl. VC).

Voorafgaand aan de in-situ grondwatersanering heeft een grondsanering plaatsgevonden ter plaatse van het perceel Axelsestraat 27 te Terneuzen en de Van Cantfortstraat. Hiervan is een evaluatierapport opgesteld (zie paragraaf 2.1). De bulk van de verontreiniging in het grondwater is in de periode 12 september 2005 tot en met 24 juni 2009 verwijderd middels de chemische oxidatie techniek Perozone[®]. Sinds eind juli/begin augustus 2009 wordt de resterende verontreiniging verwijderd door middel van gestimuleerde anaërobe afbraak.

Contractueel is vastgelegd dat de (proces)monitoring en rapportage plaatsvindt door de bodemsaneringsaannemer VM.

In onderhavig document wordt verslag gedaan van het gehele verloop van de grondwatersanering met Perozone[®]. Het betreft derhalve het eindrapport van de ISCO grondwatersanering. De voortgang van de gestimuleerde anaërobe afbraak zal separaat worden gerapporteerd.

In voorliggend document wordt ingegaan op de volgende onderdelen:

- Hoofdstuk 2 : Achtergrondinformatie;
- Hoofdstuk 3 : Nulmeting en toetsingstabellen;
- Hoofdstuk 4 : Chemische oxidatie middels Perozone[®];
- Hoofdstuk 5 : Aanvullende chemische oxidatie middels Perozone[®];
- Hoofdstuk 6 : Vergunningen/meldingen;
- Hoofdstuk 7 : Veiligheid, gezondheid en overlast;
- Hoofdstuk 8 : Zettingen;
- Hoofdstuk 9 : Eindresultaat chemische oxidatie middels Perozone[®];
- Hoofdstuk 10 : Samenvatting en conclusie.

2 ACHTERGRONDINFORMATIE

2.1 Onderliggende documenten

De volgende documenten zijn van toepassing op onderhavige bodemsanering:

- Aanvullend bodemonderzoek ondiep (< 8 m-mv) Axelsestraat 27 te Terneuzen, Verhoeve Milieu West bv, projectnummer 340026, d.d. 12 maart 2002;
- Aanvullend bodemonderzoek diep (> 8 m-mv) Axelsestraat 27 te Terneuzen, Verhoeve Milieu West bv, projectnummer 340026, d.d. 12 maart 2002;
- Saneringsplan bodemverontreiniging VOCI Axelsestraat 27 Terneuzen, Verhoeve Milieu West bv, projectnummer 04026, d.d. 30 januari 2004;
- Beschikking WBB op saneringsplan Axelsestraat 27 te Terneuzen, provincie Zeeland, directie Ruimte, Milieu en Water, nummer 405300, d.d. 1 juni 2004;
- V&G-plan ontwerp en uitvoeringsfase bodemsanering Axelsestraat 27 te Terneuzen, Verhoeve Milieu West bv, projectnummer 04026, d.d. 16 september 2004;
- Kwaliteitsplan bodemsanering Axelsestraat 27 te Terneuzen, Verhoeve Milieu West bv, projectnummer 04026, d.d. 16 september 2004;
- Monitoringsplan bodemsanering Axelsestraat 27 Terneuzen, Verhoeve Milieu West bv, projectnummer 04026, d.d. 27 september 2004;
- Basisovereenkomst en voorwaarden Perceel 1, grondsanering Axelsestraat 27 te Terneuzen, DHV Ruimte en Mobiliteit BV, kenmerk EdV/SKI/CJ/V-1992, d.d. 10 september 2004;
- Basisovereenkomst en voorwaarden Perceel 2, grondwatersanering Axelsestraat 27 te Terneuzen, DHV Ruimte en Mobiliteit BV, kenmerk EdV/SKI/CJ/V-2086, d.d. 23 september 2004;
- Opdracht uitvoering grond- en grondwatersanering Axelsestraat 27 te Terneuzen, provincie Zeeland, kenmerk 0410131/3405 d.d. 1 oktober 2004;
- Brief bodemsanering Axelsestraat 27 te Terneuzen, Verhoeve Milieu West bv, kenmerk Algemeen/MMW/PST/PPST, d.d. 20 januari 2005;
- Evaluatierapport milieukundige begeleiding grondsanering vml. chemische wasserij Axelsestraat 27 te Terneuzen, SGS Environmental Services, kenmerk EZ 861.279, d.d. 12 maart 2005;
- Rectificatie/aanvulling Evaluatierapport milieukundige begeleiding grondsanering Axelsestraat 27 te Terneuzen, SGS Environmental Services, d.d. 16 juni 2005.
- Brief toezending ondertekend evaluatierapport grondsanering bodemsanering Axelsestraat 27 te Terneuzen, provincie Zeeland, kenmerk 0507606/3405, d.d. 4 juli 2005.;
- Brief instemming met resultaat grondsanering Axelsestraat 27 te Terneuzen, provincie Zeeland, kenmerk 0508701/3405, d.d. 24 augustus 2005;
- Briefrapportage voortgang en vervolgetraject bodemsanering Axelsestraat 27 te Terneuzen, Verhoeve Milieu bv, kenmerk Uitvoering/MMW/WBR/EVE, d.d. 18 juni 2009;
- Briefrapportage plan van aanpak gestimuleerde biologische afbraak bodemsanering Axelsestraat 27 te Terneuzen, Verhoeve Milieu bv, kenmerk Uitvoering/MMW/WBR/EVE, d.d. 30 juni 2009;
- Rapportage binnenluchtmetingen Axelsestraat Terneuzen, provincie Zeeland, kenmerk 0901-revisie-1, d.d. 27-10-2009 (incl. aanvullend certificaat SGS met resultaten vinylchloride).

2.2 Saneringssystemen

De aanleg/revisie van de saneringssystemen is eerder gerapporteerd in de volgende revisiemap en zal verder in onderhavige rapportage niet worden besproken:

- Revisiegegevens Bodemsanering Axelsestraat 27 te Terneuzen, Verhoeve Milieu West bv, projectnummer 04026, november 2005.

De saneringssystemen en monitoringspeilbuizen zijn tevens weergegeven in bijlage 1 van onderhavige rapportage.

2.3 Saneringsdoelstelling

Algemene saneringsdoelstelling

In algemene zin wordt gesteld dat de sanering is geslaagd als de eindsituatie na uitvoering van de bodemsanering stabiel is. Dit betekent dat:

- de sanering ertoe leidt dat zorgtaken voor de bodem zo beperkt mogelijk zijn.
- er geen verdere verspreiding van de verontreiniging optreedt (stationaire situatie);
- er geen risico's (humaan en of ecologisch) zijn;
- er geen kwetsbare objecten worden bedreigd;
- er geen verstoring van de stabiele eindsituatie optreedt door voorzienbare ontwikkelingen.

Het doel van de sanering is het wegnemen van de verontreinigingen in de bodem binnen het te saneren gebied van de 'bronvariant' (oftewel brongebied) op een zodanige wijze dat de risico's voor de volksgezondheid worden weggenomen, d.w.z. saneren van het 'brongebied' tot 17 m-mv voor zover de concentraties hoger zijn dan de terugsaneerwaarden.

Het te saneren gebied van de bronvariant is weergegeven in bijlage 1.

Saneringsdoelstelling grondwater

Voor het grondwater zijn alleen actieve maatregelen voorzien voor het brongebied tot 17 m-mv. Zowel het gebied als de diepte is gedefinieerd op basis van kosteneffectiviteit.

Binnen het brongebied geldt als terugsaneerwaarde voor de som van de individuele VOCl (excl. vinylchloride): 100 µg/l. De terugsaneerwaarde binnen het brongebied voor vinylchloride bedraagt 5 µg/l.

Voor het pluimgebied (10 – 25 m-mv, ter hoogte van het Ravelijn, de Verlengde van Steenbergelaan en de Tuinstraat) en voor het diepere grondwater (> 17 m-mv) waren geen actieve saneringsmaatregelen voorzien.

2.4 Prognose saneringsduur

De duur van de chemische oxidatie middels Perozone[®] is geprognostiseerd op ca. 5 jaar.

3 NULMETING EN TOETSINGSTABELLEN

3.1 Algemeen

Ter vastlegging van de nulsituatie is voorafgaand aan de opstart van de sanering de nulmeting uitgevoerd. Aan de hand van de gemeten concentraties in de peilbuizen zijn door VM overeenkomstig het contract met betrekking tot de grondwatersanering (Perceel 2) de toetsingstabellen ingevuld.

3.2 Nulmeting

De nulmeting is uitgevoerd in de periode juli/augustus 2005. De resultaten zijn in tabelvorm toegevoegd als bijlage 4.

De tabellen zullen met het verloop van de sanering worden aangevuld met de saneringsresultaten.

3.3 Toetsingstabellen

Aan de hand van de gemeten concentraties in de peilbuizen zijn door ons overeenkomstig het contract met betrekking tot de grondwatersanering (Perceel 2) de volgende toetsingstabellen ingevuld en weergegeven in bijlage 5:

- Toetsing voortgang sanering binnen brongebied;
- Toetsing verspreiding pluimgebied;
- Toetsing verspreiding onder brongebied.

De tabel toetsing verspreiding langs rand brongebied (ongewijzigd overgenomen uit overeenkomst) is eveneens opgenomen in de bijlage 5.

3.4 Bijzonderheden nulmeting

Bij de nulmeting zijn een aantal opvallende zaken waargenomen, welke van belang zijn bij de bedrijfsvoering van de full-scale sanering en de toekomstige toetsing:

Brongebied

- Zeer sterk verhoogde concentratie VOCl in peilbuis 310 (10,5-11,5 m-mv). De aangetroffen concentratie wijst op het voorkomen van eventueel puur product. Om risico op verspreiding te voorkomen zal hierop tijdens de full-scale sanering worden ingespeeld. In de beginfase van de full-scale sanering zal de nadruk van de oxidant injectie liggen op de directe omgeving van de voormalige wasserij de Zon;

Verspreiding langs rand brongebied

- De concentratie 'Cis' in de nieuwe geplaatste peilbuis A (3-4 m-mv) overschrijdt de Actiewaarde reeds bij de nulmeting. De contractvoorwaarden ten aanzien de parameter 'Cis' in deze peilbuis zijn derhalve niet van toepassing. De overige monitoring/toetsing zal verder plaatsvinden conform het monitoringsplan;
- Inmiddels zijn door SGS de peilbuizen A1 en A2 (2-4 m-mv) geplaatst. In deze peilbuizen worden de actiewaarden niet overschreden.

Verspreiding pluimgebied

- De concentratie 'Cis' in peilbuizen SO-01 en SO-03 is duidelijk hoger dan de resultaten van voorgaande onderzoeken.

4 CHEMISCHE OXIDATIE MIDDELS PEROZONE®

4.1 Algemeen

De monitoringsplanning de eerste 3 jaar van de sanering is opgenomen in bijlage 3. De monitoringsplanning van jaar 4 en 5 was niet opgenomen. Deze is afgestemd op de nog resterende verontreiniging. De monitoringsgegevens zijn weergegeven in de tabellen in bijlage 4. De eindsituatie na sanering is opgenomen in tekeningen en dwarsdoorsnedes in bijlage 6.

Een overzichtstekening met de LSP en monitoringspeilbuizen is opgenomen in bijlage 1.
Een tabel met de clustering van de filters en het kleppenregime is opgenomen als bijlage 2.

4.2 Procesvoering

Periode 12 september tot 25 oktober 2005

De installatie is d.d. 12 september 2005 opgestart. In eerste instantie concentreert de chemische oxidatie zich op de directe omgeving van de voormalige wasserij. Reden hiervoor is de zeer sterk verhoogde concentratie VOCI in peilbuis 310 (10,5-11,5 m-mv) bij de uitgevoerde nulmeting en resultaten van MIP102 (ca. 14 m-mv) uit januari 2005. Om mogelijke verticale verspreiding te voorkomen zal in de beginfase van de full-scale sanering de nadruk van de oxidant injectie liggen op de directe omgeving van de voormalige wasserij de Zon.

Hierbij wordt op de filters per fase geïnjecteerd. In totaal zijn 3 fasen van elk 5 à 7 filters in werking, welke serieel worden afgewerkt. Op deze wijze wordt op klep- en filterniveau intermitterend geïnjecteerd voor een optimale dynamiek in de bodem. Het debiet van de lucht/ozoninjectie bedraagt ca. 12 à 25 Nm³/uur bij een druk van 1,5 à 2,3 bar. Het injectie debiet van de verdunde waterstofperoxide oplossing bedraagt afhankelijk van de fase 0 tot 2 liter/uur.

Deze periode is benut om het Perozone® proces te optimaliseren. In de beginperiode is alleen overdag geïnjecteerd. Met het verloop van de sanering is de intensiteit van de oxidant injectie langzaam opgevoerd. Door deze werkwijze kon desgewenst direct worden ingesprongen op eventuele ongewenste neveneffecten.

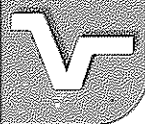
Periode 25 oktober 2005 t/m 7 december 2006

In de periode 25 oktober 2005 t/m 7 december 2006 zijn diverse wijzigingen in het injectieregime doorgevoerd. Het aantal fasen en filters is fasegewijs verder uitgebreid.

De chemische oxidatie is hiermee geconcentreerd op de directe omgeving van de voormalige wasserij (panden Axelsestraat 25, 27, 29), de Van Cantfortstraat en de (verlengde) Van Steenbergelaan.

In totaal zijn in werking geweest 6 fasen van elk 5 à 7 filters in werking, welke serieel werden afgewerkt. Het debiet van de lucht/ozoninjectie bedroeg ca. 20 Nm³/uur bij een druk van 1,5 à 2,3 bar. Het injectie debiet van de verdunde waterstofperoxide oplossing bedroeg afhankelijk van de fase 0 tot 2 liter/uur.

De injectiedruk is begrensd op 2,5 bar. Daarnaast is in verband met geconstateerde zettingen (zie hoofdstuk 8) zekerheidshalve d.d. 16 maart 2006 een klep aangebracht, die ervoor zorgt dat de druk bij aanvang van elke fase langzaam opbouwt. Hierdoor ontstaan geen piekdrukken bij aanvang van elke injectiefase, waardoor de kans op het optreden van zettingschade verkleind wordt. Tevens zijn op 16 maart 2006 geluidswerende voorzieningen aangebracht.



Project : Bodemsanering Axelsestraat 27 te Terneuzen
Kenmerk : EVE/ADV/MMW/04026

In de periode 25 oktober 2005 t/m 7 december 2006 is nagenoeg continu en probleemloos geïnjecteerd. Enkele zuurstofgeneratoren zijn vervangen, vanwege een onvoldoende werking. Verder is de installatie voor het uitvoeren van onderhoud en metingen kortdurend uit bedrijf geweest.

Periode 7 december 2006 t/m 24 juni 2009

Vanaf 7 december 2006 werd voor de zuurstoftoevoer naar de ozongeneratoren vloeibaar zuurstof gebruikt in plaats van zuurstofgeneratoren. Hiermee is een grotere bedrijfszekerheid en een hogere ozonproductie verkregen.

Vanaf 14 december 2006 zijn binnen het brongebied van de sanering accenten gelegd op deelgebieden. Hiermee werden deelgebieden intensief behandeld, waardoor een versnelde sanering binnen het deelgebied optrad. De volgende periodes zijn te onderscheiden:

- 14 december 2006 t/m 16 april 2007 : Van Cantfortstraat (ondiep);
- 17 april 2007 t/m 17 september 2007 : Axelsestraat 16-19 (ondiep en diep);
- 18 september 2007 t/m 6 november 2007 : Axelsestraat 20-23 (ondiep);
- 7 november 2007 t/m 28 mei 2008 : Axelsestraat 20-25 (ondiep);
- 29 mei 2008 t/m 1 oktober 2008 : Axelsestraat 20-25 en voormalige wasserij (ondiep);
- 2 oktober 2008 t/m 16 april 2009 : Axelsestraat 25 en voormalige wasserij (ondiep + diep);
- 17 april 2009 t/m 24 juni 2009 : Axelsestraat 25 en voormalige wasserij (ondiep).

Filter 14A is uit voorzorg niet in gebruik genomen, ter voorkoming van mogelijke zetting (zie rapporten GeoDelft, paragraaf 8.2). Hiervoor is een nieuw filter 14A geplaatst (zie paragraaf 4.4), dat vanaf 29 mei 2008 is meegenomen in diverse injectieregimes.

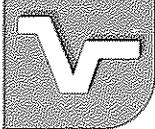
In deze periode zijn telkens 2 tot 4 fasen van elk 2 à 4 filters in werking geweest, welke serieel werden afgewerkt. Het debiet van de lucht/ozoninjectie bedroeg ca. 15 tot 25 Nm³/uur bij een druk van 2,0 à 2,5 bar. Het injectie debiet van de verdunde waterstofperoxide oplossing bedroeg tussen 3,5 tot 14 liter/uur.

De injectiedruk is steeds begrensd op 2,5 bar.

In de periode 7 december 2006 t/m 24 juni 2009 is nagenoeg continu en probleemloos geïnjecteerd. De toepassing vloeibare zuurstof voor de ozonproductie heeft gezorgd voor meer bedrijfszekerheid en een verhoogde ozonproductie.

4.3 Oxidant injectie

Een overzicht van de hoeveelheid geïnjecteerde ozon en waterstofperoxide is opgenomen in bijlage 4.



Project : Bodemsanering Axelsestraat 27 te Terneuzen
Kenmerk : EVE/ADV/MMW/04026

4.4 Bijplaatsing LSP binnen brongebied

Aanleiding

Uit het onderzoek van GeoDelft (zie paragraaf 8.2) werd afgeraden het bestaande LSP 14A te gebruiken vanwege mogelijke zettingen. Derhalve is besloten een nieuw LSP 14A te plaatsen op grotere afstand van de funderingspalen van het pand Axelsestraat 20a-20d.

Bij heropstart van de ISCO ter hoogte van peilbuis 310 (10,5-11,5 m-mv) medio 2008 bleek dat de concentraties PCE in eerste instantie PCE weer sterk stegen. Ook in peilbuis 1001 waren nog hoge concentraties VOCI aanwezig. Om een versnelde afname van de concentratie PCE ter verkrijgen is door Verhoeve besloten aanvullende injectiefilters (LSP) te plaatsen.

Uitvoering

D.d. 5 mei 2008 LSP 14A (nieuw, filter 11,3-11,8 m-mv) geplaatst ter hoogte van de Tuinstraat. Het was vanwege de aanwezige infra (doorgaande asfaltweg en kabels/leidingen) en de benodigde minimale afstand van 5 meter tot de funderingspalen niet mogelijk het LSP dichterbij de oorspronkelijke locatie te plaatsen.

D.d. 21 oktober 2008 zijn in de nabijheid van de peilbuizen 310 en 1001 de LSP36B en 37B (beide filterstelling 14,5-15,0 m-mv) bijgeplaatst en aangesloten op de bestaande installatie.

De tekening met locatie van LSP's en peilbuizen is toegevoegd als bijlage 1.

4.5 Bijplaatsing peilbuizen binnen brongebied

Door de opdrachtgever is peilbuis 2009 (11-12 m-mv) bijgeplaatst tussen de panden Axelsestraat 21 en 23. Uit bemonstering en analyse door de opdrachtgever blijkt dat de terugsaneerwaarde voor het brongebied in deze peilbuis niet wordt overschreden.

D.d. 6 en 7 mei 2008 zijn de peilbuizen 103 (2,8-3,8 m-mv) en 320 (15,5-16,5 m-mv) herplaatst. Genoemde peilbuizen waren niet meer aanwezig.

Een tekening met de locatie van de peilbuizen 103 en 320 is opgenomen onder bijlage 1.

4.6 Monitoringsresultaten

4.6.1 Redoxpotentiaal en zuurstofgehaltes grondwater

Periode 12 september tot 25 oktober 2005

In deze fase heeft geen continue injectie plaatsgevonden. Als gevolg hiervan zijn in deze periode slechts geringe verhogingen van het zuurstof gehalte en redoxpotentiaal gemeten. In een aantal peilbuizen wordt geen (significante) respons gemeten.

Periode 25 oktober 2005 t/m 24 juni 2009

In de peilbuizen in de directe omgeving van de ingeschakelde Spargepoints® is een duidelijke verhoging van het zuurstofgehalte en redoxpotentiaal ten opzichte van de nulsituatie gemeten. Opgemerkt dient te worden dat het moment van meten van belang is voor de hoogte van het zuurstofgehalte en de redoxpotentiaal. Tijdens en vlak na de injectie zullen deze waarden doorgaans hoger liggen, dan vlak voor opstart van de injectie nabij de betreffende peilbuis. Derhalve variëren de waarden voor genoemde parameters in sommige peilbuizen sterk bij de verschillende meetronden.

4.6.2 Ozon opgelost in grondwater

Algemeen


Zuurstof en redoxpotentiaal zijn zogenaamde afgeleide parameters, waarmee het verloop van het proces kan worden vastgesteld. Voor een meer directe meting van de ozon injectie heeft VMW aanvullend de concentratie ozon opgelost in grondwater gemeten. Hierbij dient echter wel in acht te worden gehouden dat een belangrijk deel van het ozon oxidatie proces zich afspeelt in de gasfase (luchtbelletjes). Hieruit volgt dat het invloedsgebied van ozon in de gasfase waarschijnlijk groter is.

Periode 25 oktober t/m 11 mei 2006

Monitoring van het gehalte ozon opgelost in grondwater heeft plaatsgevonden in een kritische peilbuis, te weten peilbuis 1008. Vanwege de plaatsing vlak boven de veenlaag op 17 m-mv en de opstijgende gasbelletjes zal hier naar verwachting het minste ozon terechtkomen. Gedurende een gehele injectiecyclus is de concentratie ozon opgelost in grondwater gemeten, in samenhang met het zuurstofgehalte.

Uit de resultaten blijkt dat onder meer het volgende:

- ook in de kritische peilbuis wordt ozon aangetroffen;
- het gehalte ozon in grondwater heeft een duidelijke (vertraagde) samenhang met het injectieregime van nabijgelegen injectiepunten;
- het zuurstofgehalte ijlt na; dit is logisch omdat bij verbruik van ozon zuurstof resteert.



Project : Bodemsanering Axelsestraat 27 te Terneuzen
Kenmerk : EVE/ADV/MW/04026

4.6.3 Grondwaterverontreiniging

Periode 12 september t/m 24 juni 2009

Bij het afpompen van peilbuis 310 (10,5 – 11,5 m-mv) ten behoeve van de redoxpotentiaal en zuurstof metingen is d.d. 3 oktober en 1 november 2005 een geringe hoeveelheid puur product aangetroffen (ca. 100 ml). Bij de vervolgmetingen van 17 november 2005, 31 januari 2006 en 11 mei 2006 is geen puur product meer aangetroffen.

Opvallend is het verloop van de ondiepe peilbuis 107. Deze peilbuis is in de voormalige ontgraving geplaatst. Na opstart van de sanering is d.d. 31 januari 2006 in eerste instantie een sterke stijging van het gehalte aan PCE te zien. D.d. 11 mei 2006 is de concentratie PCE weer duidelijk gedaald. Dit concentratieverloop kan worden verklaard door de aanwezigheid van puur product in diepere bodemlagen bij aanvang van de sanering. Door injectie van lucht met ozon in de diepe bodemlagen is de verontreiniging gediffundeerd tot in de gasbelletjes en geoxideerd door de aanwezigheid van ozon/waterstofperoxide. Doordat als gevolg van de aanwezigheid van puur product de ozon/waterstofperoxide zeer snel werd verbruikt, was bij het verder stijgen van de luchtbelletjes geen oxidant meer beschikbaar. Nieuwe verontreiniging diffundeerde weer tot in de gasbelletjes. Deze verontreiniging werd meegevoerd naar ondiepere bodemlagen en daar weer afgezet in het grondwater. Met het verloop van de sanering is het puur product in de diepe bodemlagen verdwenen, waarna ook de concentraties in het ondiepe grondwater afnamen (peilbuis 107, d.d. 11 mei 2006).

Tot 9 juni 2009 zijn diverse monitoringsrondes van de peilbuizen binnen het brongebied uitgevoerd. Op basis van de resultaten zijn de gemiddelde concentraties binnen het brongebied aan het einde van de ISCO berekend. De gemiddelde concentraties bedragen d.d. 9 juni 2009 (bij niet bemonsterde peilbuizen op deze datum zijn de resultaten van de laatste analyse meegerekend):

- 1.146 µg/l voor PCE, TCE en DCE tezamen;
- 122 µg/l voor VC.

Voor PCE, TCE en DCE zijn hiermee de concentraties behaald behorende bij mijlpaal 9. Met betrekking tot VC kan worden geconcludeerd dat de concentraties zijn bereikt behorende bij mijlpaal 4 (benadering mijlpaal 5). Indien VOCI en VC bij elkaar opgeteld worden, bedraagt de gemiddelde concentratie VOCI/VC 1.268 µg/l. Hiermee worden 9 mijlpalen VOCI/VC behaald uit het contract.

De relatief hoge gemiddelde concentratie VC wordt voor het overgrote deel bepaald door peilbuis 1003 (12 m-mv), waarin 2.600 µg/l VC is aangetroffen.

4.6.4 Verspreiding grondwaterverontreiniging

Algemeen

Door het injecteren van een lucht/ozonmengsel zou mogelijk verspreiding van verontreiniging kunnen optreden, als gevolg van het optillen van de grondwaterstand. Om de effecten op de grondwaterstanden en -kwaliteit te kunnen meten is een monitoring systeem ingericht. Periodiek worden de grondwaterstanden gemeten ten opzichte van een vast punt en worden monsters uit peilbuizen rondom de saneringscontour geanalyseerd. Aan de hand hiervan wordt een inzicht verkregen in de eventuele wijziging in geohydrologie ten opzichte van de nulsituatie en eventuele toename van concentraties.

Grondwaterstanden

Uit de resultaten van de grondwaterstanden kan worden afgeleid dat alleen in november 2005 / februari 2006 in de peilbuizen 1001 (11-12 m-mv) en 1007 (16-17 m-m) een duidelijke stijging van de grondwaterstand (ca. 0,5 tot 0,9 m) is waargenomen als gevolg van de in luchtinjectie ter plaatse van de voormalige wasserij in die periode.

Bij de verdere sanering is geen duidelijke invloed van de injectie waargenomen. De schommelingen in grondwaterstanden worden veroorzaakt door seizoensinvloeden. Aan de randen van het te saneren brongebied wordt geen sterke gradiënt voor grondwater stijghoogte gemeten. Op basis van de grondwaterstanden zijn er derhalve geen aanwijzingen dat verspreiding tot buiten het brongebied optreedt als gevolg van het optillen van de grondwaterstand.

Grondwateranalyses peilbuizen pluimgebied

Bij bemonstering bleek een aantal peilbuizen niet meer te bemonsteren. De peilbuizen 301, 312 en 332 zijn vermoedelijk verloren gegaan bij herbestratingswerkzaamheden door derden. Peilbuis SO-13 is niet meer bruikbaar.

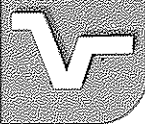
Reeds bij de nulmeting (zie hoofdstuk 3) werden in peilbuis SO-03 hoge concentraties VOCl+VC aangetroffen buiten het brongebied van de sanering. Gedurende de sanering werd in eerste instantie een concentratie afname geconstateerd, echter in 2008 steeg de concentratie VOCl+VC. Naar aanleiding hiervan is door de opdrachtgever besloten een aanvullende saneringsinspanning te verrichten (zie verder hoofdstuk 5).

Aan het eind van de ISCO sanering bedraagt de gemiddelde concentratie in de 15 peilbuizen d.d. 9 juni 2009 (bij niet bemonsterde peilbuizen op deze datum zijn de resultaten van de laatste analyse meegerekend):

- 347 µg/l voor PCE, TCE en DCE tesamen;
- 122 µg/l voor VC.

De waarde voor PCE, TCE en DCE tesamen ligt ruim beneden de toetsingswaarde voor verspreiding van het pluimgebied. De waarde voor VC overschrijdt de toetsingswaarde voor verspreiding.

Deze verhoogde waarde wordt nagenoeg geheel veroorzaakt door de concentratie VC in peilbuis SO-03. De concentratie DCE en daarmee de totaalconcentratie VOCl + VC is in deze peilbuis echter sterk afgenomen.



Project : Bodemsanering Axelsestraat 27 te Terneuzen
Kenmerk : EVE/ADV/MMW/04026

Grondwateranalyses peilbuizen onder brongebied

Bij herhaaldelijke bemonstering bleek het niet mogelijk uit peilbuis 330(oud) een representatief monster te nemen. Het water is zeer troebel van kleur (slurry). Derhalve heeft tot 8 november 2007 geen analyse plaatsgevonden van de verkregen grondwatermonsters uit deze peilbuis. In de periode mei 2008 t/m 2 april 2009 zijn wel diverse analyses uitgevoerd in verband met de aangetroffen hoge concentraties PCE in peilbuis 330 (nieuw) en de aanvullende ISCO saneringsinspanning in het diepe pakket ter plaatse (zie hoofdstuk 5).

In de overige 4 peilbuizen ter controle van de verspreiding onder het brongebied zijn de concentraties verontreiniging duidelijk gedaald tijdens de sanering. Dit is vermoedelijk het gevolg van de verminderde nalevering vanwege de dalende concentraties in het bovenliggende pakket als gevolg van de uitgevoerde ISCO sanering.

Gezien het aangetroffen puur product in peilbuis 330 (nieuw) en de uitstraling van de verontreiniging naar de peilbuis 330(oud) heeft geen toetsing voor verspreiding in verticale richting plaatsgevonden.

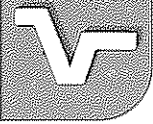
Grondwateranalyses peilbuizen langs rand brongebied

De resultaten van peilbuis A t/m F d.d. 8 februari 2006 geven een zeer wisselend beeld. De peilbuizen B, C, D en F laten een toename in concentratie zien; de peilbuizen A en E laten een afname zien. De concentraties PCE en TCE in peilbuis B waren bij de meting d.d. 8 februari 2006 hoger dan de toegestane actiewaarde. De vervolgactie heeft bij deze peilbuis bestaan uit een herbemonstering van de peilbuis d.d. 24 februari 2006, en het bijplaatsen van bodemluchtfilter BLF5 (beoordelen eventuele uitdamping). Uit de herbemonstering bleek dat de concentraties in het grondwater beneden de actiewaarden lagen. In de bodemlucht zijn geen verhoogde waarden aangetroffen (zie paragraaf 4.4.4). Gezien deze resultaten heeft geen verdere aanpassing in het injectieregime plaatsgevonden.

Vanaf 8 februari 2006 zijn de concentraties overwegend verder gedaald. De actiewaarden worden bij geen van de metingen overschreden.

Bijplaatsing peilbuis onder brongebied

D.d. 5 mei 2008 is een nieuwe peilbuis 330 (23-24 m-mv) geplaatst. Deze peilbuis is ten opzichte van de oude peilbuis 330 meer centraal gesitueerd ter hoogte van de voormalige wasserij, ter hoogte van peilbuis 310, waarin bij opstart van de ISCO grondwatersanering visueel puur product was aangetroffen. In deze nieuwe peilbuis 330 zijn bij diverse bemonsteringen onverwacht hoge concentraties PCE aangetroffen, welke duiden op de aanwezigheid van puur product. Naar aanleiding hiervan is in overleg met de opdrachtgever en bevoegd gezag besloten een aanvullende ISCO sanering op te starten in het diepe pakket. Deze aanvullende ISCO sanering is beschreven in hoofdstuk 5.



Project : Bodemsanering Axelsestraat 27 te Terneuzen
Kenmerk : EVE/ADV/MMW/04026

Bijplaatsing peilbuizen buiten brongebied

Op verzoek van de opdrachtgever zijn d.d. 5 mei 2008 2 peilbuizen buiten het brongebied bijgeplaatst.

Peilbuis 1013 (3,0-4,0 m-mv) is bijgeplaatst op de binnenplaats achter de Axelsestraat 25. Deze peilbuis is geplaatst om inzicht te verkrijgen in de verontreinigingssituatie van het ondiepe grondwater en daarmee de humane risico's voor de omwonenden. Uit herhaalde bemonstering van deze peilbuis blijkt dat hier nauwelijks verontreiniging wordt aangetroffen. Er is derhalve geen sprake van humane risico's.

Peilbuis 1014 (7,0-8,0 m-mv) is bijgeplaatst nabij peilbuis SO-03 (14-15 m-mv). Doelstelling was om te beoordelen of de aangetroffen sterke verontreiniging in de diepe peilbuis SO-03 ook in het ondiepe grondwater aanwezig was, mede met het oog op de aanvullende saneringswerkzaamheden ter hoogte van SO-03. Uit herhaalde bemonstering van peilbuis 1014 is gebleken dat de terugsaneerwaarde van het brongebied niet wordt overschreden. Aanvullende sanering van het traject 7,0-8,0 m-mv is derhalve niet noodzakelijk.

4.6.5 Bodemluchtmetingen

Algemeen

Door het injecteren van een lucht/ozonmengsel zou mogelijk vervluchting van VOCI tot in de onverzadigde zone kunnen optreden. Tevens zou uitdamping van niet verbruikt ozon (afkomstig uit de injectie lucht) kunnen optreden. Om het effect van het Perozone[®] systeem te meten is een monitoringsysteem ingericht.

Naar aanleiding van de tijdelijk verhoogde waarde VOCI in het ondiepe grondwater van peilbuis B, is aanvullend ter plaatse van deze peilbuis bodemluchtfilter BLF5 geplaatst.

VOCI

Uit de resultaten van de bodemlucht metingen in BLF1 t/m BLF3 blijkt dat de concentraties VOCI na opstart van het systeem hoger zijn dan bij de nulmeting. De concentraties in BLF4 zijn duidelijk lager dan bij de nulmeting (< detectiegrens). In BLF5 liggen de concentraties individuele VOCI eveneens beneden de detectiegrens.

Ozon

Bij (herhaalde) metingen in bodemluchtfilters (BLF1 t/m BLF5) is geen ozon boven de detectiegrens aangetoond.


4.6.6 Binnenlucht metingen tijdens sanering

Algemeen

Naar aanleiding van de verhoogde waarden VOCI in de bodemlucht, zijn in overleg met de opdrachtgever aanvullend binnenlucht metingen uitgevoerd naar de aanwezigheid van VOCI (inclusief referentiemeting buitenlucht). De binnenlucht metingen zijn op de meest kritische punten uitgevoerd, te weten de kelders van de nabijgelegen panden.

VOCI

Uit de resultaten van de binnenlucht metingen en de referentie meting van de buitenlucht blijkt dat de concentraties VOCI beneden de detectiegrens liggen.



Project : Bodemsanering Axelsestraat 27 te Terneuzen
Kenmerk : EVE/ADV/VMW/04026

4.6.7 Binnenlucht metingen na sanering

Algemeen

Ter beoordeling van de humane risico's zijn in september 2009 na afloop van de Perozone[®] injectie door de provincie Zeeland binnenluchtmetingen uitgevoerd in de kelders van de panden Axelsestraat 21, 23 en 29. De rapportage is toegevoegd als bijlage 4.

Conclusie

Bij metingen zijn op alle 3 de locaties sporen VOCl aangetroffen. De gevonden concentraties liggen ver onder de TCL waarden, waardoor geconcludeerd kan worden dat er voor zover bekend geen schadelijke gevolgen zijn te verwachten voor de bewoners van de betreffende panden. Wel is het een indicatie dat er in beperkte mate VOCl-dampen de kelders binnendringen.

5 AANVULLENDE CHEMISCHE OXIDATIE MIDDELS PEROZONE®

5.1 Algemeen

Op basis van monitoringsresultaten heeft in bepaalde deelgebieden een aanvullende chemische oxidatie plaatsgevonden. In onderhavig hoofdstuk worden de aanvullende werkzaamheden per deelgebied besproken.

De monitoringsgegevens zijn weergegeven in de tabellen in bijlage 4. Een overzichtstekening met de LSP en monitoringspeilbuizen is opgenomen in bijlage 1. Een tabel met de clustering van de filters en het kleppenregime is opgenomen als bijlage 2.

5.2 Aanleiding en ontwerp

5.2.1 Onder brongebied

Aanleiding

D.d. 5 mei 2008 is een nieuwe peilbuis 330 (23-24 m-mv) geplaatst. Deze peilbuis is ten opzichte van de oude peilbuis 330 meer centraal gesitueerd ter hoogte van de voormalige wasserij, ter hoogte van peilbuis 310, waarin bij opstart van de ISCO grondwatersanering visueel puur product was aangetroffen. In deze nieuwe peilbuis 330 zijn bij diverse bemonsteringen onverwacht hoge concentraties PCE aangetroffen, welke duiden op de aanwezigheid van puur product. Naar aanleiding hiervan is in overleg met de opdrachtgever en bevoegd gezag besloten een aanvullende ISCO sanering op te starten in het diepe pakket > 17 m-mv (onder de veenlaag).

Uitvoering

D.d. 21 oktober 2008 zijn in de nabijheid van peilbuis 330 (nw) de diepe LSP38D, 39D en 40D (alle filterstelling 23,5-24,0 m-mv) bijgeplaatst en aangesloten op een aanvullen geplaatste Perozone® installatie.


5.2.2 Buiten brongebied

Aanleiding

Reeds bij de nulmeting werden in peilbuis SO-03 hoge concentraties VOCl+VC aangetroffen buiten het brongebied van de sanering. Gedurende de sanering werd in eerste instantie een concentratie afname geconstateerd, echter in 2008 steeg de concentratie VOCl+VC. Naar aanleiding hiervan is door de opdrachtgever besloten een aanvullende saneringsinspanning te verrichten.

Uitvoering

D.d. 5 mei 2008 zijn de LSP 35A (11,5-12,0 m-mv) en 35B (16,5-17,0 m-mv) geplaatst nabij SO-03. De filters zijn separaat aangesloten op de bijgeplaatste saneringsinstallatie.



Project : Bodemsanering Axelsestraat 27 te Terneuzen
Kenmerk : EVE/ADV/VMW/04026

5.3 Procesvoering

Periode 19 november 2008 tot 16 april 2009

Ten behoeve van de diepe injectie nabij peilbuis 330 nieuw is een nieuwe Perozone[®] installatie bijgeplaatst. Deze installatie is d.d. 19 november 2008 opgestart.

Vanaf opstart van deze installatie concentreert de chemische oxidatie zich op de diepe injectie onder het brongebied rondom peilbuis 330 nieuw (23-24 m-mv).

Hierbij is op de filters per fase geïnjecteerd. In totaal zijn 5 fasen van elk 2 filters in werking, welke serieel werden afgewerkt. Op deze wijze wordt op klep- en filterniveau intermitterend geïnjecteerd voor een optimale dynamiek in de bodem. Het debiet van de lucht/ozoninjectie bedroeg ca. 5 à 14 Nm³/uur bij een druk van 2,0 à 2,5 bar. Het injectie debiet van de verdunde waterstofperoxide oplossing bedroeg ca. 6,5 liter/uur.

In deze periode is de installatie nagenoeg continu in werking geweest.

Gezien de doorbraak van de diepe injectie door de veenlaag en de geconstateerde mobilisatie van DCE is de diepe injectie onder de veenlaag d.d. 17 april 2009 beëindigd (zie hoofdstuk 9).

Periode 17 april 2009 tot 24 juni 2009

Vanaf 17 april 2009 heeft de injectie van de bijgeplaatste Perozone[®] installatie zich gericht op de omgeving van peilbuis SO-03.

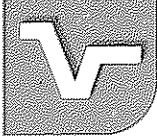
In deze periode zijn 2 fasen van elk 2 filters in werking geweest, welke serieel werden afgewerkt. Het debiet van de lucht/ozoninjectie bedroeg ca. 4 à 15 Nm³/uur bij een druk van 1,9 à 2,5 bar. Het injectie debiet van de verdunde waterstofperoxide oplossing bedroeg ca. 6,5 liter/uur.

Ook in deze periode is de installatie nagenoeg continu in werking geweest.

In het overleg tussen opdrachtgever, bevoegd gezag en Verhoeve Milieu d.d. 24 juni 2009 is besloten de Perozone[®] sanering te beëindigen. Derhalve is op die datum de bijgeplaatste installatie uitgezet en aansluitend afgevoerd.

5.4 Oxidant injectie

Een overzicht van de hoeveelheid geïnjecteerde ozon en waterstofperoxide is opgenomen in bijlage 4.



Project : Bodemsanering Axelsestraat 27 te Terneuzen
Kenmerk : EVE/ADV/MMW/04026

5.5 Monitoringsresultaten

5.5.1 Redoxpotentiaal en zuurstofgehaltes grondwater

Periode 19 november 2008 tot 16 april 2009

Na opstart van de diepe injectie onder de veenlaag d.d. 19 november 2008 is tot februari 2009 een duidelijk positieve ontwikkeling van zuurstofgehalte en redoxpotentiaal zichtbaar in peilbuis 330 nieuw.

Vanaf februari 2009 nemen zuurstofgehalte en redoxpotentiaal af in peilbuis 330 nieuw.

Periode 17 april 2009 tot 24 juni 2009

Na opstart van de injectie nabij peilbuis SO-03 d.d. 17 april 2009 is geen duidelijke stijging van zuurstofgehalte en redoxpotentiaal merkbaar.

5.5.2 Grondwaterverontreiniging

Periode 19 november 2008 tot 16 april 2009

In de periode dat een duidelijke positieve ontwikkeling van zuurstofgehalte/redoxpotentiaal merkbaar is in peilbuis 330 nieuw is een duidelijke concentratiedaling waarneembaar in peilbuis 330 nieuw.


Vanaf februari 2009, wanneer zuurstofgehalte en redoxpotentiaal afnemen, neemt de concentratie PCE weer toe tot ca. 65.000 µg/l.

Gezien het bovenstaande en de toegenomen mobilisatie van DCE (waargenomen in peilbuis 320, juist boven de veenlaag) was er vermoedelijk sprake van kortsluitstroming/uitbraak door de veenlaag op 17-18 m-maaiveld naar het bovenliggende pakket. De geïnjecteerde oxidanten hadden geen invloed meer op het bodempakket 18-24 m-maaiveld (beneden de veenlaag).

Gezien de doorbraak van de diepe injectie door de veenlaag en de geconstateerde mobilisatie van DCE is de diepe injectie onder de veenlaag d.d. 17 april 2009 beëindigd.

Periode 17 april 2009 tot 24 juni 2009

Na opstart van de injectie nabij SO-03 is de totaal concentratie VOCl+VC gedaald. Opvallend is echter het stijgende aandeel VC in de totaalconcentratie.



Project : Bodemsanering Axelsestraat 27 te Terneuzen
Kenmerk : EVE/ADV/VMW/04026

6 VERGUNNINGEN / MELDINGEN

Tijdelijke bouwvergunning

In het kader van de Bouwverordening is bij de afdeling Bouwen en Wonen van de gemeente Terneuzen d.d. 26 april 2005 een tijdelijke bouwvergunning aangevraagd voor het plaatsen van een 10 en een 20 ft container op het perceel Axelsestraat 27 te Terneuzen. D.d. 25 mei is een tijdelijke bouwvergunning verleend (kenmerk RV05133).

De tijdelijke bouwvergunning is geldig tot 20 augustus 2009.


Melding Besluit Voorzieningen en installaties Milieubeheer

In het kader van het Besluit Voorzieningen en installaties Milieubeheer is d.d. 19 april 2004 een melding verricht bij de afdeling Milieuvergunningen en Handhaving van de gemeente Terneuzen. Dit in verband met het plaatsen van een bodemsaneringsunit op de locatie aan de Axelsestraat 27 te Terneuzen. Deze melding is in behandeling genomen door de gemeente Terneuzen onder nummer 7018/wm05065 d.d. 28 april 2004.

In de brief zijn slechts eisen gesteld aan de lozing van grondwater. Omdat in het kader van onderhavige bodemsanering (momenteel) geen lozing plaatsvindt, worden de gestelde normen vooralsnog verder niet weergegeven.

Melding start bodemsanering en bestemming grond

In het kader van de Provinciale Milieu Verordening is d.d. 12 juli 2005 een melding verricht bij Directie Ruimte Milieu en Water, afdeling Milieuhygiëne van de provincie Zeeland. Dit betreft de melding van de start van de in-situ bodemsanering.



Project : Bodemsanering Axelsestraat 27 te Terneuzen
Kenmerk : EVE/ADV/MW/04026

7 VEILIGHEID, GEZONDHEID EN OVERLAST

Lekkages terugslagkleppen

Na het plaatsen van de tank met vloeibare zuurstof d.d. 7 december 2006 is de ozonbelading (concentratie ozon in de geïnjecteerde perslucht) sterk toegenomen. Tevens zijn de injectietijden per fase vanaf december 2006 steeds verder verkort, waardoor elk filter vaker wordt ingeschakeld. Hierdoor is een extra belasting op de schroefdraad van de PVC-terugslagkleppen op de filters ontstaan. Enige beperkte lekkages op de filters waren het gevolg. Deze zijn direct na melding verholpen.

Uit voorzorg heeft Verhoeve besloten in de loop van 2007 de PVC terugslagkleppen te vervangen door RVS terugslagkleppen, welke beter bestand zijn tegen hoge ozonbeladingen. Sindsdien zijn geen lekkages op de terugslagkleppen meer aangetroffen.

Verder worden de injectieputten bij elk locatiebezoek beoordeeld op eventuele lekkages.

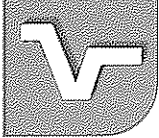
Geluidsoverlast

Tot medio 2006 zijn diverse meldingen ontvangen van geluidsoverlast van de injectiecontainer. Na het uitvoeren van diverse geluidsisolerende maatregelen zijn geen meldingen met betrekking tot de injectiecontainer meer ontvangen.

Na plaatsing van vloeibaar zuurstof d.d. 7 december 2006 is in juli 2007 geluidsoverlast ontstaan door problemen met de afblaasdemping. Deze is direct hersteld, waarna de geluidsoverlast was verholpen.

Overig

Verder hebben zich tot op heden geen bijzonderheden te melden met betrekking tot veiligheid, gezondheid en overlast.



Project : Bodemsanering Axelsestraat 27 te Terneuzen
Kenmerk : EVE/ADV/VMW/04026

8 ZETTINGEN

8.1 Opgetreden zettingen

Na opstart van het in-situ systeem zijn door omwonenden schades aan panden gemeld bij de opdrachtgever. Aan de hand hiervan zijn namens de opdrachtgever diverse malen hoogtemetingen uitgevoerd.

Uit uitgevoerde hoogtemetingen in december 2009, ca. 6 maanden na het beëindigen van de sanering d.d. 24 juni 2009, blijkt dat zettingen zijn opgetreden van maximaal 17 mm. De grootste zettingen concentreren zich rondom de voormalige ontgraving.

8.2 Onderzoek naar oorzaak zettingen

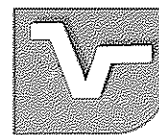
In overleg met betrokkenen is aan GeoDelft opdracht gegeven te onderzoeken in welke mate de uitgevoerde saneringsmaatregelen (ontgraving, bouwputbemaling, in-situ sanering) kunnen hebben bijgedragen aan de geconstateerde zettingen. Tevens hebben veldmetingen plaatsgevonden ter bepaling van de invloed van de ozonsparging op de omgeving. Onderstaand zijn de resultaten van de onderzoek kort samengevat. Voor een volledige beschrijving wordt verwezen naar de genoemde rapportages.

Zettingen bij bodemsanering Axelsestraat te Terneuzen, GeoDelft, kenmerk 424360-0002 d.d. juni 2006.

Deze rapportage is weergave van de modelberekeningen die door GeoDelft zijn uitgevoerd naar de mogelijke oorzaken van de opgetreden zettingen. De volgende conclusies zijn getrokken:

- de ontgraving en de diepe bemaling hebben de grootste invloed op zettingen;
- de ozonsparging heeft slechts een klein aandeel in de gesommeerde zakkingen;
- zettingen ten gevolge ozonsparging hebben binnen enkele dagen hun eindwaarde bereikt. Met een langdurige periode van nazakken hoeft geen rekening te worden gehouden.

Aanbevolen is om aanvullende metingen te verrichten aan een nog niet operationele spuitlans op een niet schade gevoelige locatie.



Project : Bodemsanering Axelsestraat 27 te Terneuzen
Kenmerk : EVE/ADV/MMW/04026

Rapportage en uitwerking metingen aan Ozonsparging Axelsestraat te Terneuzen

Deze rapportage is een weergave van de veldmetingen welke in de omgeving van injectiefans 3A hebben plaatsgevonden (zoals aanbevolen in bovengenoemde rapportage). Doel van de veldmetingen was het bepalen van de omvang van het invloedsgebied alsmede de zetting binnen het invloedsgebied. Uit evaluatie van de veldmetingen blijkt het volgende:

- de diameter van het invloedsgebied van de injectie bedraagt ca. 20 à 30 m, afhankelijk van het injectie debiet en de horizontale doorlatendheid;
- er is sprake van anisotropie in doorlatendheid, waarbij de horizontale doorlatendheid hoger is dan de verticale;
- anisotropie is gunstig vanuit het oogpunt van zettingen. De zettingen nemen af bij een toename van de anisotropie;
- de grootte van de gemeten hoogteverandering aan maaiveld is gering (0,1 à 0,4 mm);
- de hoekverdraaiing zal kleiner zijn dan 0,0005. Bij een dergelijke kleine hoekverdraaiing mag er geen schade aan bebouwing ontstaan. Wanneer dat wel het geval is zijn er andere belangrijkere mechanismen, waardoor schade ontstaat;
- Palen binnen het invloedsgebied van de injectie worden beïnvloed doordat er onder de paal een wateroverdruk ontstaat. Het wordt afgeraden te injecteren op een kortere afstand dan 5 meter of minder diep dan 4,6 m onder de paalpunt, of met een hogere injectiedruk.

Aan de hand van deze rapportage is besloten het ondiepe filter 14A(11,3-11,8 m-mv) niet aan te zetten, omdat dit binnen 5 m van de paalfundering onder pand Axelsestraat 20a-20d is gelegen.

9 EINDRESULTAAT CHEMISCHE OXIDATIE MIDDELS PEROZONE®

9.1 Algemeen

Een overzichtstekening met de LSP en monitoringspeilbuizen is opgenomen in bijlage 1. De monitoringsgegevens zijn weergegeven in de tabellen in bijlage 4. De eindsituatie na sanering met tekeningen/dwarsdoorsnedes is opgenomen als bijlage 6. Vrachtberekeningen van de verontreiniging voor en na de sanering zijn opgenomen in bijlage 7. De beoordeling van de humane risico's aan de hand van Sanscrit is opgenomen als bijlage 8.

9.2 Toetsing voortgang binnen brongebied op basis van mijlpalen uit contract per juni 2009

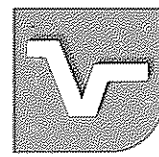
Toetsing:

- de gemobiliseerde verontreiniging uit peilbuis 320 is niet meegenomen in de beoordeling, omdat deze afkomstig is uit de veenlaag > 17 m-mv en derhalve buiten het te saneren brongebied volgens het saneringsplan valt. Voor deze peilbuis zijn de resultaten van de nulmeting voorafgaand aan de sanering (juli 2005) meegenomen in de beoordeling;
 - gemiddelde concentratie VOCl = 1.146 µg/l : 9 mijlpalen behaald;
 - gemiddelde concentratie VC = 122 µg/l* : 4 mijlpalen behaald (benadering mijlpaal 5);
 - indien VOCl en VC bij elkaar opgeteld worden, bedraagt de gemiddelde concentratie VOCl/VC 1.268 µg/l. Hiermee worden 9 mijlpalen VOCl/VC behaald uit contract.
- * Deze relatief hoge gemiddelde concentratie wordt voor het overgrote deel bepaald door peilbuis 1003(12 m-mv), waarin 2.600 µg/l VC is aangetroffen.

9.3 Toetsing voortgang binnen brongebied op basis van vrachtverwijdering

Toetsing:

- middels het saneringsplan is de zogenaamde bronvariant beschikt, waarbij 1.900 kg VOCl+VC verwijderd zou worden;
- na grondsanering en voorafgaand aan ISCO (medio 2005) is op basis van de nulmonitoring 3.023 kg VOCl+VC aanwezig binnen het te saneren brongebied;
- op basis van de recente monitoring in juni 2009 resteert nog 188 kg VOCl+VC binnen het brongebied;
- de gerealiseerde vrachtverwijdering in het brongebied tijdens ISCO bedraagt derhalve ca. 94 %;
- momenteel is 3.023 – 188 = 2.835 kg VOCl+VC verwijderd middels de ISCO. Hiermee wordt de geprognostiseerde 1.900 kg VOCl+VC ruim overschreden;
- vermoedelijk is de gerealiseerde vrachtverwijdering een onderschatting omdat tevens puur product verwijderd is (aangetroffen in peilbuis 310).



Project : Bodemsanering Axelsestraat 27 te Terneuzen
Kenmerk : EVE/ADV/VMW/04026

9.4 Toetsing voortgang binnen pluimgebied op basis van vrachtverwijdering

Toetsing:

- het pluimgebied omvat de verontreiniging rondom het brongebied (10-17 m-mv) en onder het brongebied (17-25 m-mv);
- voor de vrachtberekening van de situatie voorafgaand aan de ISCO zijn de meest recente resultaten voorafgaand aan de ISCO; het betreft deels resultaten uit 2002 (bijv. 314/322) en deels uit 2005 (SO-03). Het bodemvolume van het traject 21-25 m-mv is gelijk gesteld aan het bodemvolume van 17-21 m-mv, omdat in het diepe grondwater in 330oud in 2005 voorafgaand aan de sanering verontreiniging boven de terugsaneerwaarde werd aangetroffen. Bij de uitgevoerde onderzoeken in 2001/2002 en het saneringsplan van 2004 lag de concentratie in 330oud nog beneden de terugsaneerwaarde;
- binnen het pluimgebied is ter plaatse van de chemische wasserij een hot-spot aangetroffen ter hoogte van de nieuw geplaatste peilbuis 330nw. De lokale hot-spot bevindt zich zeer lokaal rondom de peilbuizen 310/320/330nw. Bij de vrachtberekening is bij de situatie voor ISCO (in het diepe pakket gestart d.d. 19 november 2008) vanwege de sterk wisselende gehalten PCE uitgegaan van gemiddelde concentraties;
- de totale vracht in het pluimgebied (incl. hot-spot) bedroeg voor sanering $1.085+212 = 1.297$ kg;
- de actuele vracht in het pluimgebied (incl. hot-spot) bedraagt na sanering $1.059+141 = 1.200$ kg;
- in 314 (12 m-mv) heeft duidelijk omzetting van PCE naar DCE plaatsgevonden. Vermoedelijk is tevens sprake van enige instroom van DCE voorafgaand aan de sanering, overeenkomstig peilbuis SO-03. Van peilbuis 314 zijn echter geen concentraties vlak voor de sanering voorhanden;
- in 322 (17 m-mv) is een sterke afname geconstateerd. In deze peilbuis ligt de concentratie beneden de terugsaneerwaarde.

9.5 Vrachtverwijdering grondwatersanering bron en pluim

Vrachtverwijdering:

- voorafgaand aan de sanering was in bron en pluim tesamen $3.023 + 1.297 = 4.320$ kg VOCl in het grondwater aanwezig;
- na sanering is in bron en pluim tesamen $188 + 1.200 = 1.388$ kg VOCl in het grondwater aanwezig;
- de totale vrachtreductie VOCl in het grondwater van bron en pluim tesamen bedraagt 2.932 kg = 68 %. Hiermee is de beoogde vrachtreductie voor de grondwatersanering uit het saneringsplan (71 %) nagenoeg behaald.

9.6 Vrachtverwijdering grondsanering

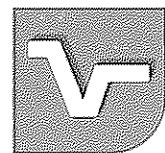
Vrachtverwijdering:

- Op basis van de afgevoerde hoeveelheid grond en de gemiddelde concentratie VOCl in het onderzoek van 2001/2002 is berekend dat bij de grondsanering ca. 545 kg VOCl is verwijderd.

9.7 Prognose voortgang brongebied

Prognose:

- bij oxidant injectie op 17 m-mv in de nabijheid van de veenlaag vindt mobilisatie van verontreiniging vanuit de veenlaag (17-18 m-mv, beneden het te saneren brongebied) naar het bovenliggende bodempakket (< 17 m-mv) plaats. Het duidelijkst wordt dit waargenomen ter plaatse van peilbuis 320. Het blijkt derhalve niet mogelijk de resterende concentraties verontreiniging door middel de Perozone[®] injectie verder te verlagen;
- ook in een aantal andere peilbuizen zal de terugsaneerwaarde niet binnen afzienbare termijn behaald worden termijn, o.a. door menging met sterker verontreinigd grondwater afkomstig van omgeving peilbuis 320.



Project : Bodemsanering Axelsestraat 27 te Terneuzen
Kenmerk : EVE/ADV/VMW/04026

9.8 Prognose financiën op basis van voortzetting ISCO

Prognose:

- momenteel is ca. 94 % van de vracht verontreiniging in het grondwater binnen het brongebied verwijderd;
- gezien de bovenstaand beschreven mobilisatie en menging is het niet de verwachting dat de terugsaneeerwaarden behaald zullen worden. Verdere investering in de vorm van voortgaande sanering en monitoring zal derhalve niet leiden tot een significant verbeterd saneringsresultaat.

9.9 Beoordeling humane risico's restverontreiniging

Beoordeling:

- de humane risico's worden bepaald aan de hand van de concentraties in de ondiepe peilbuizen;
- de beoordeling heeft plaatsgevonden aan de hand van het programma Sanscrit;
- bij de beoordeling is meegenomen dat reeds tijdens de sanering (bij hogere concentraties in het ondiepe grondwater) in de binnenlucht geen verhoogde concentraties VOCl zijn aangetroffen;
- op basis van de Sanscrit beoordeling blijkt dat er geen sprake is van humane risico's bij de resterende concentraties in het grondwater.

Uit binnenluchtmetingen door de provincie Zeeland in de kelders van de panden Axelsestraat 21, 23 en 29 na afloop van de Perozone sanering blijkt dat de gevonden concentraties ver onder de TCL waarden liggen (zie paragraaf 4.6.7). Hieruit kan worden geconcludeerd dat er voor zover bekend geen schadelijke gevolgen zijn te verwachten voor de bewoners van de betreffende panden. Hiermee wordt de afwezigheid van humane risico's bevestigd.

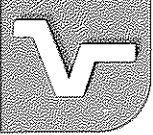
9.10 Beoordeling verspreidingsrisico's restverontreiniging

Beoordeling:

- uit monitoring aan de randen van de pluim blijkt dat in de periode 2005 – 2008 geen verspreiding van verontreiniging is opgetreden (peilbuizen A t/m F en 301 t/m 339). In veel peilbuizen lijkt sprake te zijn van een dalende trend. In geen van de peilbuizen is verspreiding geconstateerd;
- in het hart van de pluim is in 2009 in de peilbuis 314 (12 m-mv) een hogere concentratie DCE aangetroffen dan tijdens het onderzoek in 2002. Oorzaak is de omzetting van (geadsorbeerde) PCE naar DCE en vermoedelijk instroom van DCE voorafgaand aan de sanering (overeenkomstig SO-03);
- in het hart van de pluim is in 2009 in de peilbuis 322 (17 m-mv) een sterk gedaalde concentratie DCE aangetroffen;
- de totale vrachtverwijdering door de grondwatersanering en de voorafgaande grondsanieering bedraagt $2.932 + 545 = 3.477$ kg. Hiermee is 71 % van de totaalvracht verwijderd. Door deze aanzienlijke vrachtverwijdering, hoofdzakelijk gerealiseerd in de bron, zal de voeding naar de pluim sterk afnemen. Hierdoor zal de stabiele situatie waarvan nu reeds sprake is (zie peilbuizen aan rand van de pluim) in stand blijven. Op langere termijn zal, door verminderde voeding vanuit de bron, de pluim gaan krimpen.

9.11 Beoordeling mogelijkheden bouw locatie chemische wasserij

In het ondiepe grondwater ter plaatse van de chemische wasserij (peilbuis 107) zijn nog slechts geringe gehalten verontreiniging aangetroffen. Indien bij de bouw van de panden ter plaatse een dampdichte folie wordt toegepast, worden humane risico's in de toekomst uitgesloten.



Project : Bodemsanering Axelsestraat 27 te Terneuzen
Kenmerk : EVE/ADV/VMW/04026

9.12 Beëindiging Perozone[®] sanering

Naar aanleiding van het gestelde in onderhavig hoofdstuk heeft d.d. 24 juni 2009 overleg tussen bevoegd gezag, opdrachtgever, adviesbureau en de aannemer plaatsgevonden. Tijdens dit overleg is besloten de Perozone[®] sanering per direct stop te zetten op basis van de volgende argumentatie:

- afwezigheid humane risico's;
- afwezigheid verspreidingsrisico's;
- reeds verregaande vrachtreductie in het grondwater van het brongebied gerealiseerd (94 %);
- de totale vrachtreductie in het grondwater van bron en pluim tesamen bedraagt ca. 68 %. Hiermee is de beoogde vrachtreductie voor de grondwatersanering uit het saneringsplan (71 %) nagenoeg behaald;
- verdere investering in de vorm van voortgaande sanering en monitoring zal niet leiden tot een significant verbeterd saneringsresultaat.

Als extra zekerheid ten aanzien van het wegnemen van (mogelijk toekomstige) humane risico's is in dit overleg afgesproken dat Verhoeve Milieu in het ondiepe grondwater als aanvullende maatregel gestimuleerde biologische afbraak uit zal voeren. Hiermee vindt 'polishing' van resterende ondiepe verontreiniging plaats. In het diepere grondwater zal op verzoek van de opdrachtgever de omgeving van peilbuis 310 en 1001 eveneens als aanvullende maatregel gestimuleerde biologische afbraak plaatsvinden.

Middels de brief van 30 juni 2009 (zie paragraaf 2.1) heeft Verhoeve een (aangepast) plan van aanpak met betrekking tot de gestimuleerde biologische afbraak aan de opdrachtgever toegezonden. De opdrachtgever heeft hiermee ingestemd.

10 SAMENVATTING EN CONCLUSIE

Chemische oxidatie middels Perozone®

De chemische oxidatie is opgestart d.d. 12 september 2005. Het Perozone® injectie systeem heeft in de periode 25 oktober 2005 t/m 24 juni 2009 nagenoeg continu en probleemloos heeft gewerkt. Sinds 7 december 2006 wordt voor de zuurstoftoevoer naar de ozongeneratoren vloeibaar zuurstof gebruikt in plaats van zuurstofgeneratoren. Hiermee werd een grotere bedrijfszekerheid en een hogere ozonproductie verkregen.

Aan de hand van de uitgevoerde monitoring is in het grondwater een duidelijke respons op de oxidant injectie waarneembaar (stijging redoxpotentiaal en zuurstofgehalte). In de kritische peilbuis 1008 wordt opgelost ozon aangetroffen, welke kan worden gerelateerd aan het injectieregime.

De gemiddelde concentraties bedragen d.d. 9 juni 2009:

- 1.146 µg/l voor PCE, TCE en DCE tesamen;
- 122 µg/l voor VC.

Voor PCE, TCE en DCE zijn hiermee de concentraties behaald behorende bij mijlpaal 9 (van in totaal 10). Met betrekking tot VC kan worden geconcludeerd dat de concentraties zijn bereikt behorende bij mijlpaal 4 (benadering mijlpaal 5). Indien VOCl en VC bij elkaar opgeteld worden, bedraagt de gemiddelde concentratie VOCl/VC 1.268 µg/l. Hiermee worden 9 mijlpalen VOCl/VC behaald uit het contract.

De relatief hoge gemiddelde concentratie VC wordt voor het overgrote deel bepaald door peilbuis 1003 (12 m-mv), waarin 2.600 µg/l VC aangetroffen.

Langs de rand van het brongebied en onder het brongebied is geen verspreiding opgetreden. In het pluimgebied overschrijdt de gemiddelde concentratie VC de toetsingswaarde voor verspreiding. Deze verhoogde waarde wordt nagenoeg geheel veroorzaakt door de concentratie VC in peilbuis SO-03. De concentratie DCE en daarmee de totaalconcentratie VOCl + VC is in deze peilbuis echter sterk afgenomen.

In de bodemlucht zijn met name rondom het pand Axelsestraat 25 ten opzichte van de nulmetingen verhoogde waarden VOCl aangetroffen. Ozon is niet in de bodemlucht aangetroffen. In de binnenlucht (kelders) en buitenlucht zijn geen verhoogde waarden voor VOCl en ozon aangetroffen. Er zijn derhalve geen gevaren voor de omwonenden opgetreden.

Aanvullende chemische oxidatie middels Perozone®


In de periode 19 november 2008 t/m 17 april 2009 is na overleg met de opdrachtgever en bevoegd gezag een extra Perozone installatie bijgeplaatst en in werking geweest om onvoorziene verontreinigingen buiten het oorspronkelijk te saneren brongebied aan te pakken. De injectie heeft zich gericht op de volgende verontreinigingen buiten het brongebied, die bij het opstellen van het saneringsplan en aanvang van de sanering niet bekend waren:

- verontreiniging met puur product (PCE) nabij peilbuis 330 nieuw (18-24 m-mv);
- verontreiniging met DCE en VC rondom peilbuis SO-03 (15 m-mv).

Bij beide verontreinigingen heeft enige aanvullende vrachtreductie plaatsgevonden, echter volledige verwijdering heeft niet plaatsgevonden.

Meldingen/vergunningen

Er zijn geen bijzonderheden.



Project : Bodemsanering Axelsestraat 27 te Terneuzen
Kenmerk : EVE/ADV/MW/04026

Veiligheid, gezondheid en overlast

Bij de sanering zijn enkele malen beperkte ozonlekkages op de filters aangetroffen. Door toepassing van duurzamer terugslagkleppen is dit probleem verholpen.

In het verleden zijn enkele meldingen van geluidsoverlast ontvangen. Na het doorvoeren van aanpassingen zijn deze problemen verholpen.

Verder hebben geen onvoorziene gebeurtenissen plaatsgevonden met betrekking tot veiligheid, gezondheid en overlast.

Zettingen

Na opstart van het in-situ systeem zijn door omwonenden schades aan panden gemeld bij de opdrachtgever. Uit hoogtemetingen blijkt dat zettingen zijn opgetreden van maximaal 17 mm. De grootste zettingen concentreren zich rondom de voormalige ontgraving.

Beëindiging Perozone[®] sanering

D.d. 24 juni 2009 overleg tussen bevoegd gezag, opdrachtgever, adviesbureau en de aannemer plaatsgevonden. Tijdens dit overleg is besloten de Perozone[®] sanering per direct stop te zetten op basis van de volgende argumentatie:

- afwezigheid humane risico's;
- afwezigheid verspreidingsrisico's;
- reeds verregaande vrachtreductie in het grondwater van het brongebied gerealiseerd (94 %);
- de totale vrachtreductie in het grondwater van bron en pluim tesamen bedraagt ca. 68 %. Hiermee is de beoogde vrachtreductie voor de grondwatersanering uit het saneringsplan (71 %) nagenoeg behaald;
- verdere investering in de vorm van voortgaande sanering en monitoring zal niet leiden tot een significant verbeterd saneringsresultaat.

De in het saneringsplan opgenomen saneringsdoelstelling is met de Perozone[®] sanering niet geheel behaald.

Vervolgtraject

Als extra zekerheid ten aanzien van het wegnemen van (mogelijk toekomstige) humane risico's is in dit overleg afgesproken dat Verhoeve Milieu in het ondiepe grondwater als aanvullende maatregel gestimuleerde biologische afbraak uit zal voeren. Hiermee vindt 'polishing' van resterende ondiepe verontreiniging plaats. In het diepere grondwater zal op verzoek van de opdrachtgever de omgeving van peilbuis 310 en 1001 eveneens als aanvullende maatregel gestimuleerde biologische afbraak plaatsvinden.

Middels de brief van 30 juni 2009 (zie paragraaf 2.1) heeft Verhoeve een (aangepast) plan van aanpak met betrekking tot de gestimuleerde biologische afbraak aan de opdrachtgever toegezonden. De opdrachtgever heeft hiermee ingestemd.

Verhoeve Milieu bv

Dordrecht, 15 januari 2010