

Saneringsplan locatie Koninginnelaan 105 e.o. te Apeldoorn (GE020000765)

Definitieve rapportage, V3

Opdrachtgever: Stichting Bodemcentrum

OPDRACHTGEVER: Stichting Bodemcentrum
PROJECTTITEL: Saneringsplan locatie Koninginnelaan 105
e.o. te Apeldoorn
PROJECTCODE: 20114073/9443
DOCUMENTTYPE: Definitieve rapportage, V3
PUBLICATIEDATUM: 9 april 2014
PROJECTLEIDER: Ir. E. de Vries
AUTEUR(S): Ir. E. de Vries en Drs. A. Nipshagen
COLLEGIALE TOETS: Ir. S.H. Lieten

Bioclear b.v.

Postadres:

Postbus 2262; 9704 CG Groningen

Bezoekadres:

Rozenburglaan 13C; 9727 DL Groningen

Telefoon: 050 571 84 55

Fax: 050 571 79 20

Email: info@bioclear.nl

Website: www.bioclear.nl



Bioclear werkt met het INK kwaliteitssysteem (Instituut Nederlandse Kwaliteit), een managementmodel, dat is afgeleid van het Europese EFQM Excellence model.



Bioclear beschikt over de procescertificaten BRL SIKB 2000, BRL SIKB 6000 en de onderliggende VKB-protocollen 2002 en 6002.

Alle rechten voorbehouden. Niets uit deze uitgave mag worden vermenigvuldigd en/of openbaar gemaakt door middel van druk, fotokopie, microfilm of op welke andere wijze dan ook, zonder voorafgaande toestemming van Bioclear.

© Bioclear b.v.

Bioclear adviseert bedrijven, overheden en dienstverlenende organisaties op het terrein van de milieutechnologie.

Op opdrachten aan Bioclear zijn van toepassing de Algemene Voorwaarden voor onderzoeksopdrachten aan Bioclear, zoals gedeponeerd bij de Kamer van Koophandel te Groningen.

Inhoudsopgave

Hoofdstuk 1	Inleiding	1
	1.1 Aanleiding	2
	1.2 Doel saneringsplan	2
	1.3 Overzicht gebruikte documenten	2
	1.4 Leeswijzer	3
Hoofdstuk 2	Locatie informatie	4
	2.1 Initiatiefnemer, contactgegevens en communicatie	5
	2.2 Locatiegegevens	6
	2.3 Bodemopbouw	6
	2.4 Geohydrologie	7
	2.5 Verontreinigingssituatie	7
	2.5.1 Mogelijke bronlocaties	8
	2.5.2 Grond (onverzadigde zone)	8
	2.5.3 Grondwater	8
	2.5.4 Natuurlijke afbraak	10
	2.5.5 Verspreiding	10
	2.6 Definiëring van het geval van bodemverontreiniging	10
	2.7 Bedreigde objecten	11
Hoofdstuk 3	Saneringsaanpak en saneringsdoelstelling	12
	3.1 Inleiding	13
	3.2 Beleidskader	13
	3.3 Beknopte afweging saneringstechnieken bronzone	14
	3.4 Afweging aanpak pluim	15
	3.5 Omschrijving saneringsvariant	16
	3.6 Saneringsdoelstelling	17
Hoofdstuk 4	Uitwerking sanering	19
	4.1 Uitgangspunten	20
	4.2 Randvoorwaarden	20
	4.3 Fase één, sanering van de bronzone	20
	4.3.1 Aanpak bodemluchtexttractie	20
	4.3.2 Aanpak in-situ chemische oxidatie	21
	4.3.3 Aanpak gestimuleerde biologische afbraak	22
	4.4 Fase twee, sanering van de pluim	23
	4.5 Overzicht saneringswerkzaamheden in ruimte en tijd	23
Hoofdstuk 5	Uitvoeringsaspecten	24
	5.1 Arbeidshygiëne en veiligheid	25
	5.2 Inrichting saneringslocatie	26

	5.3	Effecten op de omgeving	26
	5.4	Vergunningen	26
Hoofdstuk 6		Processturing en verificatie	27
	6.1	Milieukundige begeleiding	28
	6.2	Milieukundige processturing	28
	6.3	Milieukundige verificatie	29
	6.3.1	Verificatie fase één, bronzone	29
	6.3.2	Verificatie fase twee, pluim	31
	6.3.3	Communicatie met bevoegd gezag	33
	6.4	Faalscenario	33
	6.4.1	Faalscenario fase één	33
	6.4.2	Faalscenario fase twee	34
	6.5	Beslisboom	35
	6.5.1	Beslisboom fase 1, bronsanering	35
	6.5.2	Beslisboom fase 2, sanering pluim	36
	6.6	Nazorg	36
	6.7	Afwijkingen ten opzichte van VKB protocol 6002	37

Bijlagen

Bijlage 1	Conceptual site model
Bijlage 2	Verontreinigingssituatie grond
Bijlage 3	Verontreinigingssituatie grondwater
Bijlage 4	I-waardecontour op kadastrale kaart
Bijlage 5	Kadastrale gegevens van percelen binnen de I-contour
Bijlage 6	Haalbaarheidonderzoek ISCO
Bijlage 7	Nadere uitwerking saneringstechnieken
Bijlage 8	Indicatie van de locaties van de uit te voeren saneringsmaatregelen



Hoofdstuk 1

Inleiding



1.1 Aanleiding

In opdracht van Stichting Bodemcentrum is door Bioclear een saneringsplan opgesteld voor de locatie Koninginnelaan 105 e.o. te Apeldoorn. Grond en grondwater op deze locatie zijn door activiteiten van een chemische wasserij (Mondial Express) verontreinigd geraakt met gechloreerde koolwaterstoffen (VOCI). Het betreft een geval van ernstige bodemverontreiniging die met spoed gesaneerd dient te worden (beschikking met zaaknummer 2011-018766, d.d. 15 maart 2012). De werkzaamheden ten behoeve van het saneringsplan zijn uitgevoerd conform offerte met kenmerk 20114073/7649, d.d. 5 september 2011 en opdrachtbevestiging van d.d. 28 september 2011 met projectnummer 091676.

1.2 Doel saneringsplan

Doelstelling is het opstellen van een saneringplan voor de met VOCI verontreinigde locatie Koninginnelaan 105 e.o. te Apeldoorn. Het saneringsplan beschrijft het doel van de sanering, het te behalen eindresultaat, de wijze waarop dit doel in technische zin zal worden bereikt en het beschrijven van de taken voor de milieukundige begeleider. Het bevoegd gezag kan op het saneringsplan een beschikking nemen. Tevens is het saneringsplan geschikt als basis voor het opstellen van een detailontwerp of bestek.

Dit saneringsplan is tot stand gekomen met inachtneming van de richtlijnen en kwaliteitseisen zoals genoemd in de Beoordelingsrichtlijn van de Stichting Infrastructuur Kwaliteitsborging Bodembeheer, BRL 6000 'Milieukundige begeleiding van (water-) bodemsaneringen en nazorg' in combinatie met VKB protocol 6002 'Milieukundige begeleiding van landbodemsanering met in-situ methoden'.

1.3 Overzicht gebruikte documenten

Op de locatie Koninginnelaan 105 zijn in het verleden de volgende onderzoeken uitgevoerd:

- [1] GMN+, grondwatermodelstudie Oost Veluwe, IWACO, 1992.
- [2] Basisdocument inventariserend bodemonderzoek Koninginnelaan 105 te Apeldoorn. DHV, maart 1995.
- [3] Inventariserend bodemonderzoek Koninginnelaan 105 te Apeldoorn. DHV, april 1996. Dossiernummer K0699-09-001.
- [4] Grondwateronderzoek. De Klinker Milieu adviesbureau, mei 2000. Projectnummer 000331KA.310.
- [5] Nader grondwateronderzoek. De Klinker Milieu adviesbureau, juli 2000. Rapportnummer 000512KA.310.
- [6] Nader Bodemonderzoek, Koninginnelaan 105 te Apeldoorn. De Klinker Milieu adviesbureau, december 2003. Rapportnummer 030610KA.310.
- [7] Binnenluchtmetingen vluchtige gechloreerde koolwaterstoffen Omgeving van Koninginnelaan 105 te Apeldoorn, RPS, februari 2011. Projectnummer RAH.10.0263.

- [8] Vaststellen technische haalbaarheid ISCO Koninginnelaan 105 e.o. te Apeldoorn, Bioclear, maart 2012, kenmerk 20114073/7972.
- [9] Aanvullend bodemonderzoek Koninginnelaan 105 e.o. Apeldoorn, Bioclear, januari 2012, kenmerk 20103679/7865.

Op de naastgelegen locatie Koninginnelaan 101-103 zijn de volgende onderzoeken uitgevoerd:

- [10] Nader onderzoek, Koninginnelaan 101-103 te Apeldoorn. Centraal Bodemkundig Bureau, januari 2003. Rapportnummer 1270081.
- [11] Aanvullend onderzoek, Koninginnelaan 101-103 te Apeldoorn. Centraal Bodemkundig Bureau, juli 2003. Rapportnummer 1270083.

In de tekst wordt naar de bovenstaande documenten verwezen met een nummer tussen vierkante haakjes.

1.4 Leeswijzer

In het volgende hoofdstuk is de achtergrondinformatie van de locatie beschreven. In hoofdstuk drie staan de saneringsaanpak en de saneringsdoelstelling beschreven. In hoofdstuk vier en vijf zijn respectievelijk de saneringsaanpak en de uitvoeringsaspecten in meer detail besproken. In hoofdstuk zes is de processturing en verificatie in het kader van de milieukundige begeleiding beschreven.



Hoofdstuk 2

Locatie informatie



2.1 Initiatiefnemer, contactgegevens en communicatie

Het initiatief om tot sanering van de locatie Koninginnelaan 105 te Apeldoorn over te gaan is genomen door de Stichting Bosatex (hierna te noemen Bosatex). Bosatex draagt zorg voor de benodigde maatregelen om verontreinigde bedrijfsterreinen in de textielverzorging te saneren. De uitvoering van de Bosatex projecten verloopt via Bodemcentrum.

De contactgegevens (voor zover bekend) van de betrokken partijen zijn weergegeven in tabel 1.

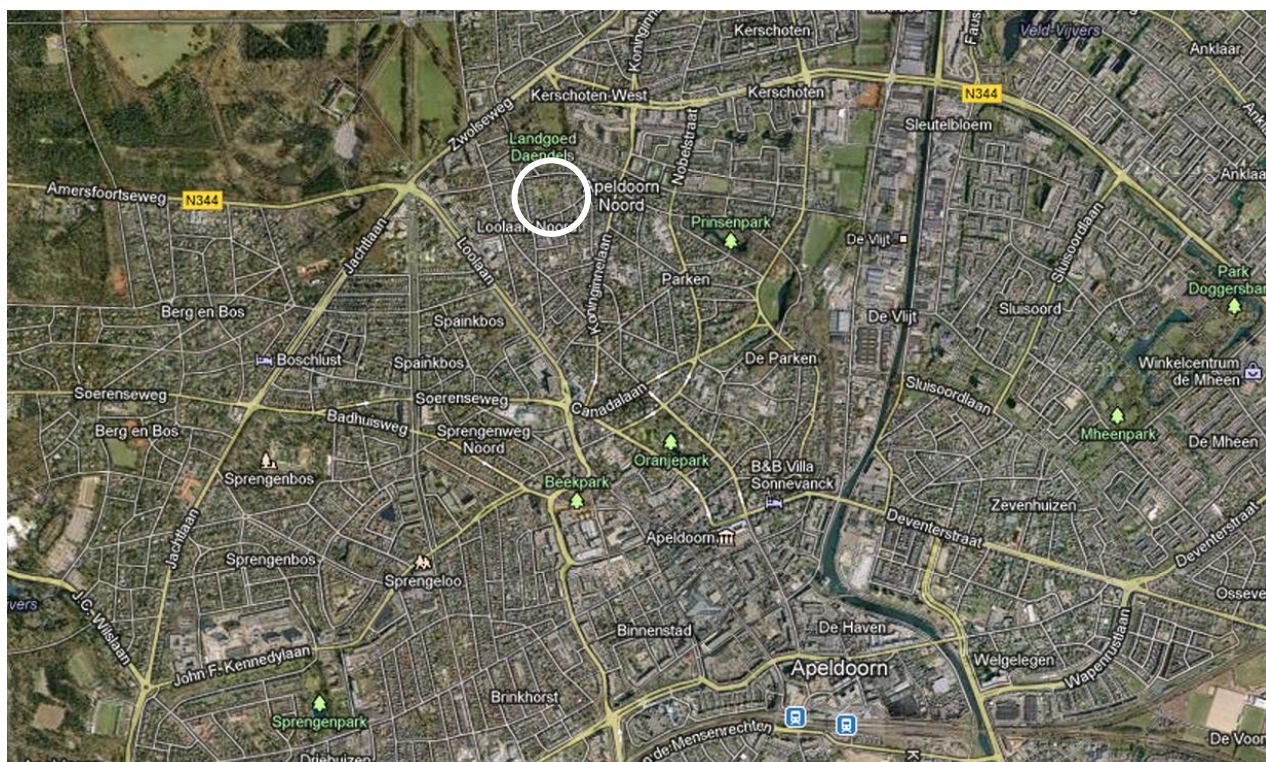
Tabel 1. Overzicht betrokken partijen

Partij	Gegevens
Opdrachtgever	Stichting Bosatex Postbus 10 4060 GA Ophemert Contactpersoon: de heer P.N.M. Wennekes
Vertegenwoordiger/uitvoerder namens opdrachtgever	Stichting Bodemcentrum Postbus 554 3990 GJ Houten Contactpersoon: de heer N.J.P. van Ras
Eigenaar stomerij	Mondial Stomerij Koninginnelaan 105 7315 BP Apeldoorn Tel. 055 - 521 74 61
Bevoegd gezag	Provincie Gelderland Markt 11 6811 CG Arnhem Contactpersoon: nog onbekend
Directievoering	Onbekend
Milieukundige begeleiding	Onbekend
Aannemer	Onbekend

Voorafgaand aan de sanering worden de betrokken partijen op de hoogte gebracht van de voorgenomen werkzaamheden. Indien gewenst kunnen tussentijdse overleggen plaatsvinden indien één van de partijen hierom verzoekt.

2.2 Locatiegegevens

Op de locatie Koninginnelaan 105 is door activiteiten van een chemische wasserij (Mondial Express) een verontreiniging met gechloreerde oplosmiddelen ontstaan. Deze chemische wasserij is tot op heden nog actief. De locatie ligt in het noordwestelijke deel van Apeldoorn aan een winkelstraat in een vooroorlogse woonwijk en wordt omgeven door winkels en woningen. De kadastrale aanduiding van de locatie is gemeente Apeldoorn, sectie AB, nummer 2708. De Globis-code van de verontreiniging is GE020000765. De RD-coördinaten (X, Y) van de locatie zijn 193948, 471154. De globale ligging van de saneringslocatie is weergegeven in figuur 1.



Figuur 1. Globale ligging saneringslocatie (witte cirkel)

2.3 Bodemopbouw

Het freatisch pakket bestaat uit matig fijn tot zeer grof zand en heeft een dikte van circa 11 meter. Uit de boringen (DINO gegevens en gegevens van de locatie) blijkt dat ondiep plaatselijk klei en/of veenlaagjes aanwezig kunnen zijn. Op de naastgelegen locatie Koninginnelaan 101-103 zijn deze klei en/of veenlaagjes op 6,5-7,0 m-mv aangetroffen. Op de locatie zelf komen op circa 4,5-7 m-mv matig fijne zandlagen voor die sterk siltig en veenhoudend van karakter zijn (zeer compacte lagen). Deze compacte zandlagen worden afgewisseld met beter doorlatende matig grove zandlagen die zwak grindig zijn.

Onder het freatische pakket bevindt zich het eerste watervoerende pakket (1^e WVP). Het 1^e WVP wordt van het freatisch pakket gescheiden door de weerstandslaag van de Eem-formatie. Deze scheidende laag is niet overal onder Apeldoorn aanwezig. Zo ontbreekt deze laag in het westelijke deel van Apeldoorn. Daar waar de scheidende laag ontbreekt vormen het freatisch en het 1^e WVP één watervoerende laag met een dikte van circa 55 meter.

Uit DINO gegevens blijkt dat in het traject van 10 - 21 m-mv op de locatie plaatselijk veen en/of kleilagen aanwezig zijn, die erop wijzen dat er een slecht doorlatende laag ter plaatse van de onderzoekslocatie aanwezig kan zijn. Deze scheidende laag wordt in meerdere boringen doorsneden door dunne zandlaagjes. Uit boorgegevens van de locatie (meerdere boringen) blijkt dat op 9,25 - 10 m-mv en 11,75 - 12,0 m-mv dunne kleilaagjes aanwezig zijn. Op basis van de boorgegevens van filter 205 kan geconcludeerd worden dat deze kleilaag niet over de gehele locatie aanwezig is. Ter plaatse van de bronzone ontbreekt deze kleilaag. Naar verwachting is de aangetroffen kleilaag niet scheidend. De lokale bodemopbouw (dwarsdoorsnede) is gevisualiseerd in bijlage 1.

2.4 Geohydrologie

Zowel GMN+ [1], de geohydrologische beschrijving van de provincie Gelderland, als de Grondwaterkaart van Nederland geven aan dat de stijghoogte in het 1^e WVP in oostelijke tot noordoostelijke richting afneemt met ongeveer 3 m/km. Volgens GMN+ geldt dit ook voor het stijghoogteverloop in het freatisch watervoerend pakket. Hieruit kan worden afgeleid dat de grondwaterstroming naar het oostnoordoosten gericht is. In het freatisch pakket is de grondwaterstroomsnelheid ongeveer 38-75 m/jaar, in het 1^e watervoerend pakket is de grondwaterstroomsnelheid ongeveer 180 m/jaar. Op basis van de korrelgrootte verdeling is voor de beter doorlatende grofzandige lagen in het freatisch pakket een doorlatendheid berekend van circa 12-24 meter/dag.

Ter plaatse van de onderzoekslocatie is in 2003 door De Klinker een oostelijke stromingsrichting van het freatisch grondwater vastgesteld. Het verontreinigingsbeeld (zie bijlage 3) bevestigt echter een noordoostelijke stromingsrichting van het grondwater in zowel het freatische als eerste watervoerend pakket. Het grondwaterpeil staat op circa 2 m-mv.

2.5 Verontreinigingssituatie

Op de locatie is door activiteiten van een chemische wasserij (Mondial Express) een verontreiniging met gechloreerde oplosmiddelen ontstaan. De verontreiniging bestaat hoofdzakelijk uit tetrachlooretheen (PER). Trichlooretheen (TRI) en de intermediaire afbraakproducten dichlooretheen (DCE) en vinylchloride (VC) zijn in mindere mate aanwezig. De aanwezigheid van afbraakproducten duidt op afbraak van PER, zij het plaatselijk.

In bijlage 1 en bijlage 2 is de grondverontreinigingssituatie gevisualiseerd. In het bovenaanzicht van de grondverontreiniging is tevens het riooltracé weergegeven. In bijlage 3 is de grondwaterverontreinigingssituatie gevisualiseerd. De bovenaanzichten van de grondwaterverontreiniging zijn uitgesplitst in de laag van 3-9 m-mv en 10-20 m-mv. In bijlage 4 is de interventiewaardecontour van de grond- en grondwaterverontreiniging op de kadastrale kaart weergegeven. De kadastrale gegevens van de percelen die binnen de interventiewaardecontour vallen zijn bijgevoegd in bijlage 5.

2.5.1 Mogelijke bronlocaties

De verontreiniging is waarschijnlijk veroorzaakt door morsverliezen tijdens het bijvullen van de reinigingsmachine (mondelinge mededeling voormalige eigenaar).

Instroom vanaf de bovenstrooms gelegen met VOCl verontreinigde locatie Koninginnelaan 101-103 ligt niet voor de hand. Uit het op deze locatie uitgevoerde Nader- en Aanvullend onderzoek [10, 11] blijkt dat er ter plaatse geen diepe (4-7 m-mv) verontreiniging aanwezig is. Wel is plaatselijk sprake van streef- tot tussenwaarde overschrijdingen voor PER in het ondiepe (2-4 m-mv) grondwater.

2.5.2 Grond (onverzadigde zone)

In de grond is maximaal 26 mg/kg ds (boring 4 (2,0-2,5 m-mv)) aan PER aangetroffen. Deze boring is gelegen tussen Koninginnelaan 103 en 105, ter plekke van het riooltracé. De grondverontreiniging beperkt zich tot het perceel van Koninginnelaan 105. De omvang van de grondverontreiniging met concentraties boven de interventiewaarde bedraagt circa 93 m³. Op basis van bodemluchtanalyses zijn geen indicaties gevonden voor de aanwezigheid van secundaire bronnen langs het riooltracé.

2.5.3 Grondwater

De zone waarin VOCl-concentraties in het grondwater voorkomen die hoger zijn dan 1% van de oplosbaarheid wordt de bronzone genoemd. Voor PER geldt dat sprake is van een bronzone bij concentraties hoger dan 1.500 µg/l. Voor TRI, DCE en VC geldt dit bij concentraties hoger dan respectievelijk 11.000 µg/l, 8.000 µg/l en 11.000 µg/l. Op deze locatie is PER bepalend voor de omvang van de bronzone, en heeft de bronzone een oppervlakte van circa 250 m². De bronzone is aanwezig in de laag van 4-8 m-mv, en heeft zich sinds 2003 uitgebreid tot een diepte van 15 m-mv. De bronzone is zowel horizontaal als verticaal afgeperkt tot onder de 1% oplosbaarheidsgrens.

Tabel 2. Oppervlaktes en omvang bronzone (grond en grondwater) en I-contour grondwater

	Oppervlakte (m ²)	Diepte verontreinigde laag (m)	Verontreinigd bodenvolume (m ³)	Verontreinigd bodenvolume (m ³)
Grond				
Bronzone (Interventiewaarde)				Totaal: 93
- 0 - 2,5 m-mv	37	2,5	93	
Grondwater				
Bronzone (1.500 µg/l contour)				Totaal: 2.700
- 2-12 m-mv	255	10	2.550	
- 12-15 m-mv	50	3	150	
Interventiewaarde contour				Totaal: 32.215
• 2-12 m-mv	3.120	10	31.200	
• 12-15 m-mv	255	3	765	
• 15-20 m-mv	50	5	250	

In de onderstaande tabel 3 is een indicatieve vrachtberekening weergegeven. Bij de berekeningen is uitgegaan van een porositeit van het bodempakket van 0,3.

Tabel 3. Vrachtberekening

	Verontreinigd bodenvolume (m ³)	Gemiddelde VOC concentratie	Vracht (kg)	Percentage van totale verontreiniging
Grond				
Bronzone (Interventiewaarde)	93	15 mg/kg ds	2,5	9 %
Grondwater				
Bronzone (1.500 µg/l contour)	2.700	25.000 µg/l	20,3	75 %
Interventiewaarde contour (excl. bronzone)	29.515	500 µg/l	4,4	16 %

2.5.4 Natuurlijke afbraak

Op basis van het aanvullend bodemonderzoek [9] blijkt dat de redoxomstandigheden in het freatisch pakket als matig gereduceerd (licht anaeroob) kunnen worden getypeerd. PER is onder deze omstandigheden niet, of slechts onvolledig tot cis-DCE, afbreekbaar. Omdat er tevens geen bacteriën zijn aangetroffen die in staat zijn tot volledige afbraak van VOCl (tot etheen en ethaan) is geconcludeerd dat de huidige condities ter plaatse van Koninginnelaan ongunstig zijn voor het optreden van volledige reductieve dechlorering.

Er zijn echter aanwijzingen dat er op deze locatie plaatselijk anaerobe afbraak van PER plaatsvindt of heeft plaatsgevonden. De afbraakproducten cis-DCE en VC zijn op de locatie, tijdens het aanvullend bodemonderzoek, in enkele peilbuizen in sterk verhoogde concentraties aangetroffen. Dit is in afwijking met het algehele beeld in de regio Apeldoorn waar over het algemeen ongunstige condities voor afbraak heersen.

2.5.5 Verspreiding

De grondwaterverontreiniging is zowel verticaal als horizontaal afgeperkt tot de 1% oplosbaarheidsgrens. Daarnaast is de verontreiniging horizontaal afgeperkt tot de interventiewaarde.

De grondwaterstroomsnelheid in het freatisch pakket is circa 38 tot 75 meter per jaar [9]. PER is de pluimbepalende component. Uitgaande van een organisch stofpercentage van 0,5% bedraagt de retardatiefactor voor PER 6,4. Rekening houdend met de retardatiefactor verplaatst de verontreiniging zich in stroomafwaartse richting met een snelheid van ongeveer 10 meter/jaar.

Op de locatie is sprake van een inzijsituatie. Uit het actualisatie onderzoek [9] blijkt dat verticale verspreiding optreedt. De aanwezigheid van compacte fijnzandige lagen en een niet aaneengesloten kleilaag op circa 12 m-mv zal deze verticale verspreiding enigszins beperken. De aanwezigheid van verontreiniging op 15 en 20 m-mv duidt er echter op dat de aanwezige slecht doorlatende lagen niet scheidend zijn en verticale verspreiding niet volledig kunnen voorkomen.

2.6 Definiëring van het geval van bodemverontreiniging

Er is sprake van een ernstige bodemverontreiniging (meer dan 100 m³ boven I-waarde verontreinigd grondwater). Er is sprake van een verspreidingsrisico (onbeheersbare situatie), enerzijds als gevolg van de aanwezigheid van puur product, anderzijds omdat het criterium van 6.000 m³ verontreinigd bodemvolume (omvang I-contour) wordt overschreden. De locatie dient derhalve met spoed te worden gesaneerd (beschikking met kenmerk 2011-018766, d.d. 15 maart 2012). Uit het aanvullend onderzoek [9] blijkt dat er geen humane risico's zijn te verwachten door permeatie van de drinkwaterleiding of uitdamping van de verontreiniging naar de binnenlucht.

2.7 Bedreigde objecten

De locatie is niet gesitueerd in een grondwaterbeschermingsgebied. Op de locatie is geen oppervlaktewater aanwezig. In het rapport van De Klinker [6] is een overzicht opgenomen van de in de omgeving van de onderzoekslocatie aanwezige onttrekkingpunten. Deze bevinden zich allemaal stroomopwaarts van de locatie en worden dus niet beïnvloed door de verontreiniging. Hieruit wordt geconcludeerd dat verspreiding van de verontreiniging geen risico's oplevert voor kwetsbare objecten.



Hoofdstuk 3

Saneringsaanpak en
saneringsdoelstelling



3.1 Inleiding

De keuze voor de meest geschikte saneringsvariant is ten eerst afhankelijk van de in de markt beschikbare saneringstechnieken en de afstemming van deze technieken op de locatiespecifieke eigenschappen. Ten tweede heeft het huidige bodembeleid invloed op de keuze. In dit hoofdstuk wordt eerst het beleidskader geschetst, vervolgens is een keuze gemaakt voor de meest geschikte saneringsaanpak voor zowel de bronzone als de pluim. Het hoofdstuk wordt afgesloten met de saneringsdoelstelling.

3.2 Beleidskader

De circulaire bodemsanering (van 1 juli 2013) stelt dat degene die de bodem saneert dat zodanig moet doen, dat:

1. de bodem tenminste geschikt wordt gemaakt voor de functie die hij na saneren krijgt waarbij het risico voor mens, plant of dier als gevolg van blootstelling aan de verontreiniging zoveel mogelijk wordt beperkt;
2. het risico van de verspreiding van verontreinigende stoffen zoveel mogelijk wordt beperkt;
3. de noodzaak tot het nemen van maatregelen na saneren en beperkingen in het gebruik van de bodem zoveel mogelijk wordt beperkt.

Voor de doelstelling gericht op het zoveel mogelijk beperken van de risico's van de verspreiding van verontreinigingen geldt:

- De verspreiding mag geen risico's opleveren voor kwetsbare objecten.
- De sanering dient gericht te zijn op het toekomstig gebruik van de bodem (behoud en/of herstel van de functionele kwaliteit) en op het beheersbaar maken van de aanwezige verontreiniging.

Bij het selecteren van een saneringsvariant dient gestreefd te worden naar een goede relatie tussen de kosten en de effecten van de sanering (functiegericht en kosteneffectief).

Richtinggevend bij het bepalen van de saneringsdoelstelling zijn de vier in de circulaire omschreven saneringsresultaten, zie figuur 2.

Saneringsresultaat	Nagenoeg volledige verwijdering (kleine restverontreiniging)		Beperkte restverontreiniging (omvang < 1000 m3)		Grote restverontreiniging (nagenoeg stabiel of stabiel binnen 30 jaar)		Nog verspreidende restverontreiniging (beheersbaar en acceptabel in gegeven situatie)	
	afwezigheid kwetsbare objecten	kwetsbare objecten in omgeving	afwezigheid kwetsbare objecten	kwetsbare objecten in omgeving	afwezigheid kwetsbare objecten	kwetsbare objecten in omgeving	afwezigheid kwetsbare objecten	kwetsbare objecten in omgeving*)
Nazorg: monitoring;	--	--	--	optioneel	optioneel	ja	ja	
Nazorg: beheersing	--	--	--	optioneel	optioneel	optioneel	optioneel	
Terugval scenario in saneringsplan	--	--	--	--	--	optioneel	optioneel	

*) een saneringsoplossing waarbij verontreinigingen in de pluim zich na sanering nog kunnen verspreiden wordt niet toegestaan indien zich kwetsbare objecten in de omgeving bevinden.

Figuur 2. Saneringsresultaat en verplichtingen gevalsplanpak mobiele verontreinigingen

3.3 Beknopte afweging saneringstechnieken bronzone

Onder de bronzone wordt conform de Bosatex-systematiek onder andere de zone verstaan waar een zodanig grote vracht aanwezig is dat dit leidt tot verspreidingsrisico's. Als richtlijn hiervoor wordt het gebied aangehouden waarbinnen de VOCl concentraties hoger zijn dan de interventiewaarde (grond) of 1% van de oplosbaarheidsgrens (grondwater). Daarnaast geldt ook als bronzone het gebied waar zodanig hoge concentraties aanwezig zijn dat dit leidt tot uitdampingsrisico's of ecologische risico's. Humane risico's of ecologische risico's zijn op deze locatie echter niet van toepassing.

Om na te gaan welke saneringstechniek het meest geschikt is voor het saneren van de bronzone is een aantal potentieel geschikte technieken op hoofdlijnen uitgewerkt en afgewogen. Bij de afweging is onderscheid gemaakt tussen de onverzadigde zone (interventiewaardecontour van circa 93 m³) en de verzadigde zone (1% oplosbaarheidsgrens van circa 2.700 m³, waarschijnlijk puur product aanwezig). Door middel van de bronsanering wordt het gebied gesaneerd waar 84 % van de totale VOCl vracht aanwezig is.

Voor het saneren van VOCl in de bronzone komen in het algemeen de onderstaande technieken in aanmerking. Deze technieken zijn in bijlage 7 nader toegelicht.

- 1) ontgraven
- 2) pump & Treat
- 3) persluchtinjectie in combinatie met bodemluchtexttractie
- 4) chemische oxidatie
- 5) gestimuleerde biologische afbraak

In tabel 4 is de beoordeling van de technieken voor de sanering van de bronzone samengevat. Hierbij is gekeken naar de technische uitvoerbaarheid (de aansluiting van de techniek bij de locatiemarkeringen), de saneringsduur, het saneringsresultaat en de kosten in relatie tot het saneringsresultaat.

Tabel 4. Afweging saneringstechnieken

Technieken	Technische uitvoerbaarheid	Overlast voor de omgeving	Resultaat	Saneringsduur	Kosten
1. Ontgraven	- (alleen onverzadigd mogelijk)	-	-	+ (deel gesaneerd)	+/-
2. Pump & Treat	+/-	-	+/-	-	+/-
3. Persluchtinjectie i.c.m. bodemlucht-extractie	- (alleen BLE mogelijk)	+/-	-	-	+/-
4. Chemische oxidatie	+/-	+/-	+/-	+	-
5. Gestimuleerde biologische afbraak	+	+/-	+	+/-	+

+: Hoogste score (beste)

+/-: Gemiddelde score

-: Laagste score (minste)

Op basis van de afwegingstabel en bijlage 7 vallen persluchtinjectie en ontgraven af omdat deze technisch niet uitvoerbaar zijn. Voor de onverzadigde zone komt alleen nog bodemluchtextractie (BLE) in aanmerking. Voor de verzadigde zone is gestimuleerde biologische afbraak de meest geschikte techniek. De enige onzekerheid betreft de biologische aanpak van de puur productzone. Dit is weliswaar biologisch mogelijk, maar kan lang duren. Voor de puur product zone wordt daarom chemische oxidatie voorgesteld waarbij de biologische aanpak als polishing stap wordt gebruikt.

3.4 Afweging aanpak pluim

De pluim van de verontreiniging is gedefinieerd als het gebied buiten de 1% oplosbaarheidsgrens. In de pluim is circa 16% van de totale verontreinigingsvracht aanwezig. Bij de selectie van de meest geschikte saneringsaanpak voor de pluim zijn de volgende punten meegenomen in de afweging:

- Met de bronsanering wordt meer dan 80% van de verontreinigingsvracht verwijderd. Door de bronzone te saneren wordt de nalevering naar de pluim weggenomen en ontstaat een beheersbare situatie waarbij de pluim langzaam zal uitdoven.
- Eventuele verspreiding van de restverontreiniging vormt geen risico voor kwetsbare objecten. De nieuwe Bodem Circulaire (van 1 juli 2013) laat, in situaties waarin geen kwetsbare objecten worden bedreigd, ruimte voor verspreiding van de restverontreiniging.
- Het actief saneren van de pluim is vanuit kosteneffectiviteit ongewenst (ruwe kostenindicatie: € 300.000 op basis van gestimuleerde biologische afbraak).
- Voor de gemeente Apeldoorn is een gebiedsgericht grondwaterbeheerplan in voorbereiding. Mogelijk kan de restverontreiniging van de locatie Koninginnelaan opgenomen worden in dit plan.

Op basis van de bovenstaande punten wordt er voor gekozen om geen actieve maatregelen te nemen om de pluim van de verontreiniging te saneren. Dit betekent dat na de bronsanering de pluim als restverontreiniging achterblijft. Deze restverontreiniging kan zich enigszins verspreiden, maar bedreigt daarbij geen kwetsbare objecten. Om de ontwikkeling van de pluim te volgen vindt monitoring plaats.

3.5 Omschrijving saneringsvariant

Op basis van de saneringsafwegingen voor de bronzone en pluim is gekozen voor een saneringsvariant op basis van bodemluchtexttractie (onverzadigde zone), chemische oxidatie (puur product zone) en gestimuleerde biologische afbraak (verzadigde zone) in de bronzone en monitoring van de pluim. De sanering zal in twee fasen worden uitgevoerd. Fase één bestaat uit de sanering van de bronzone. Fase twee bestaat uit de monitoring van de pluim. Deze gefaseerde uitvoering is hieronder beschreven.

Fase 1. Sanering van de bronzone

Bodemluchtexttractie (BLE)

De onverzadigde zone wordt gesaneerd door middel van bodemluchtexttractie. Door de onttrekking van bodemlucht worden de vluchtige VOCl verbindingen uit de onverzadigde zone en het bovenste deel van de verzadigde zone verwijderd. De afgezogen lucht wordt bovengronds gereinigd.

In-situ chemische oxidatie (ISCO)

Nadat het bodemluchtexttractie systeem is opgestart, wordt met chemische oxidatie het puur product, dat mogelijk aanwezig is, gesaneerd. Met chemische oxidatie wordt een sterk oxidatiemiddel in de bodem gebracht. Wanneer het oxidatiemiddel in contact komt met de verontreiniging wordt deze langs chemische weg afgebroken (geoxideerd). Hierbij worden onschadelijke verbindingen gevormd. De gassen die mogelijk bij de afbraak vrijkomen worden afgevangen door de BLE. De vracht aan PER wordt met ISCO teruggebracht tot een concentratieniveau (van enkele duizenden µg/l) dat biologisch gesaneerd kan worden.

Voor de locatie Koninginnelaan is onderzocht of chemische oxidatie technisch haalbaar is. De haalbaarheidsrapportage is bijgevoegd in bijlage 6. Uit deze haalbaarheidtest blijkt dat de bodem- en locatie-eigenschappen geschikt zijn voor chemische oxidatie:

- De grondmonsters bevatten geen tot zeer weinig carbonaten.
- De pH is gemakkelijk te verlagen.
- De reactie van de oxidatiemiddelen met de grondmonsters verloopt rustig.
- De matrixbehoefte van de grondmonsters voor de oxidatiemiddelen is laag.
- Er is voldoende werkruimte beschikbaar.
- De overlast voor omwonenden is beperkt tot de korte perioden waarin de daadwerkelijke injectie van de oxidatiemiddelen plaatsvindt.
- De grond en het grondwater bevat weinig tot geen beschikbaar ijzer. Om tot een goede Fenton reactie te komen zal extra ijzer toegevoegd moeten worden.

Gestimuleerde biologische afbraak

Nadat de chemische oxidatie is afgerond en het oxidatiemiddel is uitgewerkt (twee tot vier maanden na inbrengen van het oxidatiemiddel) kan vervolgd worden met stap drie, de gestimuleerde biologische afbraak. Met gestimuleerde biologische afbraak wordt de verzadigde zone van de bronzone verder gesaneerd. Door een mengsel van koolstofbron en dechlorerende biomassa in de bodem te brengen worden gunstige condities voor biologische afbraak gecreëerd. Na de actieve fase van de sanering, waarin de koolstofbron en dechlorerende bacteriën zijn toegevoegd, gaat de passieve fase in. In de passieve fase krijgen de bacteriën de tijd om de VOCI verontreiniging af te breken. Uiteindelijk zal de VOCI concentratie in de bronzone zodanig zijn gedaald dat er geen nalevering naar de pluim meer optreedt.

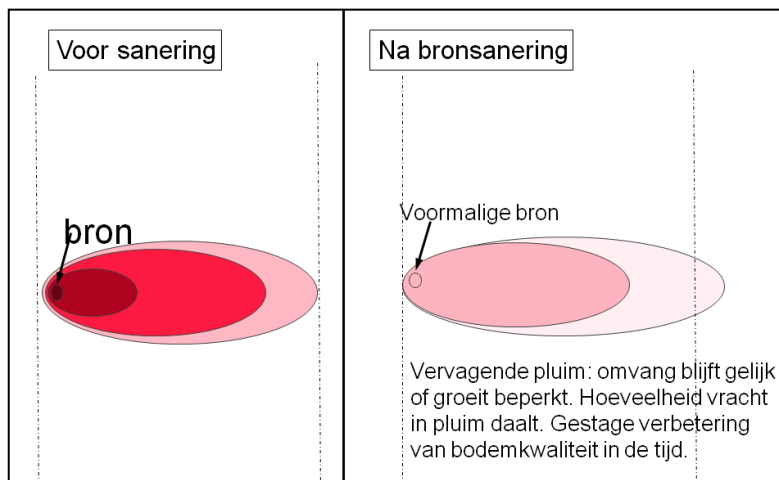
Fase 2. Sanering van de pluim

Er worden geen actieve maatregelen genomen om de pluim te saneren. Wel worden monitoringsrondes uitgevoerd om te controleren of de nalevering naar de pluim daadwerkelijk is weggenomen en hoe de pluim zich qua verspreiding gedraagt.

3.6 Saneringsdoelstelling

Als saneringsdoel wordt een stabiele eindsituatie nagestreefd met een grote restverontreiniging (voorheen trede 3). Dit betekent dat na de sanering:

1. geen of nauwelijks nalevering van verontreiniging vanuit de bronzone naar de pluim plaatsvindt;
2. geen humane risico's aanwezig zijn;
3. een stabiele eindsituatie zal ontstaan. Dit zal resulteren in een uitdovende pluim. De omvang kan daarbij nog enigszins toenemen, maar de gemiddelde concentraties in de pluim zullen dalen; een eventuele beperkte uitbreiding van de pluim brengt geen risico's met zich mee, zie figuur 3.



Figuur 3. Situatie voor en na de bronsanering

Om de bovenstaande saneringsdoelstelling te behalen wordt als operationele doelstelling voor fase één van de sanering het reduceren van de PER, TRI, cis-DCE en VC concentraties in de bronzone tot beneden de 1.500 µg/l gehanteerd. Ten aanzien van fase twee van de sanering wordt door middel van een monitoring geverifieerd of de nalevering naar de pluim afneemt en of de verontreiniging zich conform verwachting verspreidt.

Het saneringsresultaat kan conform de Circulaire Bodemsanering het best beschreven worden als 'grote restverontreiniging, nagenoeg stabiel of stabiel binnen 30 jaar, afwezigheid kwetsbare objecten', zie figuur 2.

Het monitoringsprogramma om het saneringsresultaat te kunnen toetsen is beschreven in hoofdstuk 6.



Hoofdstuk 4

Uitwerking sanering



4.1 Uitgangspunten

De sanering is gebaseerd op de volgende uitgangspunten:

- De verontreinigingssituatie is zoals vastgesteld in het aanvullend bodemonderzoek Koninginnelaan 105 e.o. te Apeldoorn [9]. De maximale VOCl concentratie in de grond is 26 mg/kg ds PER. De maximale VOCl concentratie in het grondwater bedraagt 180.000 µg/l aan PER, 1.500 µg/l aan TRI, 280 µg/l aan cis-DCE en 28 µg/l aan VC.
- Er is waarschijnlijk sprake van puur product.
- De condities voor natuurlijke afbraak zijn ongunstig en specifieke dechlorerende bacteriën zijn niet of in onvoldoende mate aanwezig.

4.2 Randvoorwaarden

Een beschrijving van de saneringswerkzaamheden is opgesteld aan de hand van de volgende randvoorwaarden:

- De saneringswerkzaamheden mogen niet leiden tot schade aan woningen en infrastructuur.
- Overlast tijdens het uitvoeren van de werkzaamheden dient zoveel mogelijk te worden voorkomen.
- De sanering dient te worden uitgevoerd onder SIKB BRL 7000 'Uitvoering van (water)bodemsaneringen en ingrepen in de waterbodem' in combinatie met protocol 7002 'Uitvoering van landbodemsaneringen met in-situ methoden' en de milieukundige begeleiding onder SIKB BRL 6000 'Milieukundige begeleiding van (water-) bodemsaneringen en nazorg' in combinatie met VKB protocol 6002 'Milieukundige begeleiding van landbodemsanering met in-situ methoden'.

De werkzaamheden in dit saneringsplan zijn op hoofdlijnen uitgewerkt. De aannemer dient het detailontwerp en de definitieve planning aan te leveren in een plan van aanpak. Het plan van aanpak wordt ter goedkeuring voorgelegd aan de opdrachtgever.

4.3 Fase één, sanering van de bronzone

4.3.1 Aanpak bodemluchtexttractie

Met behulp van de bodemluchtexttractie wordt de onverzadigde zone binnen de interventiewaardecontour van de grondverontreiniging zoals weergegeven in de kaart uit bijlage 2 gesaneerd. Het met BLE te saneren bodemvolume bedraagt circa 93 m³. Het grondwaterniveau staat op circa 2,5 m-mv.

De sanering met behulp van de bodemluchtextractie moet voldoen aan de volgende voorwaarden:

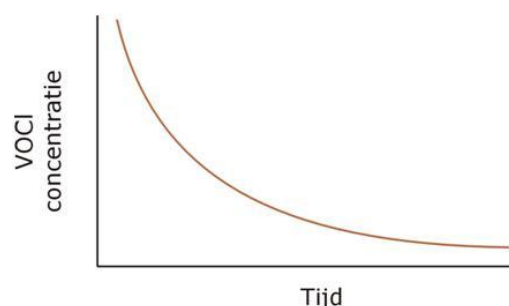
- Het BLE systeem wordt zodanig geplaatst dat een vlakdekkende extractie van bodemlucht plaatsvindt. Dus ook onder het bebouwde deel van de locatie.
- De onttrokken bodemlucht wordt gezuiverd. De VOCI concentraties van de aflucht van de zuivering dienen te voldoen aan de NER (Nederlandse Emissierichtlijn Lucht).
- Gedurende de sanering wordt bijgehouden hoeveel vracht wordt verwijderd aan de hand van VOCI concentraties in de onttrokken bodemlucht en het onttrokken luchtvolume.

Saneringsresultaat

Verwacht wordt dat de VOCI concentraties in de onverzadigde zone kunnen worden verlaagd tot onder de interventiewaarde van PER (1,8 mg/kg ds).

Saneringsduur

De saneringsduur van de BLE is op voorhand moeilijk in te schatten. Direct na de start van de BLE zal veel vracht per tijdseenheid verwijderd worden. Het verwijderingsrendement daalt echter in de loop van de tijd, zie figuur 4. De exacte saneringsduur van de BLE kan daarom niet gegeven worden. Een ruwe schatting is een duur van een half jaar.



Figuur 4. Typisch verloop van de VOCI concentratie in de onttrokken bodemlucht bij toepassing van BLE

Monitoring

De milieukundige verificatie van de sanering is uitgewerkt in hoofdstuk 6.

4.3.2 Aanpak in-situ chemische oxidatie

Met behulp van in-situ chemische oxidatie (ISCO) wordt de verzadigde zone ter hoogte van de grondverontreiniging gesaneerd. Het te saneren gebied komt overeen met het gebied binnen de interventiewaardecontour van de grondverontreiniging zoals weergegeven in de kaart uit bijlage 2. In dit gebied is mogelijk puur product aanwezig. De maximale diepte van het te saneren bodempakket is 12 m-mv. Het totaal met ISCO te saneren bodemvolume is circa 250 m³.

De sanering met behulp van in-situ chemische oxidatie moet voldoen aan de volgende voorwaarden:

- De in-situ chemische oxidatie wordt vlakdekkend toegepast. Dus ook onder het bebouwde deel van de locatie. In het ISCO ontwerp zal aangetoond moeten worden dat dit geen onacceptabele risico's met zich meebrengt.
- De vrijkomende gassen worden opgevangen met het BLE systeem en gezuiverd. De VOCI concentraties van de aflucht van de zuivering moeten voldoen aan de NER (Nederlandse emissierichtlijn lucht).
- Om te controleren of humane risico's optreden als gevolg van het uitdampen van VOCI worden binnenluchtmetingen uitgevoerd in de panden die direct rondom het gebied staan waar ISCO wordt toegepast.
- Vanwege de geplande biologische nabehandeling wordt Fenton's reagens als oxidatiemiddel gebruikt (dit reageert sneller weg waardoor de condities voor biologische afbraak weer sneller gunstig zijn).

Saneringsresultaat

Met chemische oxidatie wordt het puur product uit de bronzone verwijderen en de VOCI concentraties verlaagd tot onder de 10% van de oplosbaarheidsgrens (15.000 µg/l PER).

Saneringsduur

De saneringsduur is afhankelijk van de aanpak die de aannemer kiest. Verwacht wordt dat de sanering met ISCO twee tot vier maanden in beslag zal nemen.

Monitoring

De milieukundige verificatie van de sanering is uitgewerkt in hoofdstuk 6.

4.3.3 Aanpak gestimuleerde biologische afbraak

Na afronding van de ISCO sanering wordt met behulp van gestimuleerde biologische afbraak het gebied binnen de 1% oplosbaarheidcontour (zie bijlage 3a en bijlage 3b) gesaneerd. De maximale diepte van het te saneren bodempakket is 20 m-mv. Het met gestimuleerde biologische afbraak te saneren bodemvolume is circa 2.700 m³.

De sanering met behulp van gestimuleerde biologische afbraak moet voldoen aan de volgende voorwaarden:

- De stimulatie van de biologische afbraak wordt vlakdekkend uitgevoerd. Dus ook onder het bebouwde deel van de locatie.
- De biologische afbraak wordt gestimuleerd door:
 - voldoende koolstofbron te doseren waardoor gunstige redoxcondities voor reductieve dechlorering ontstaan (methanoge redoxcondities);
 - voldoende koolstofbron te doseren zodat de VOCI verontreiniging volledig wordt afgebroken tot etheen en ethaan;
 - er voor te zorgen dat voldoende bacteriën (*Dehalococcoides* spp.) aanwezig zijn in het grondwater die PER volledig kunnen afbreken tot het onschadelijke etheen.

Saneringsresultaat

Met de gestimuleerde biologische afbraak wordt verwacht dat de PER, TRI, cis-DCE en VC concentraties in de bronzone verlaagd worden tot onder de 1.500 µg/l.

Saneringsduur

De saneringsduur is afhankelijk van de aanpak die de aannemer kiest. Verwacht wordt dat de actieve fase, waarin het bodempakket wordt gestimuleerd, maximaal zes maanden in beslag neemt. De passieve fase, waarin de voortgang van de biologische afbraak wordt gevolgd, duurt naar verwachting twee jaar.

Monitoring

De milieukundige verificatie van de sanering is nader uitgewerkt in hoofdstuk 6.

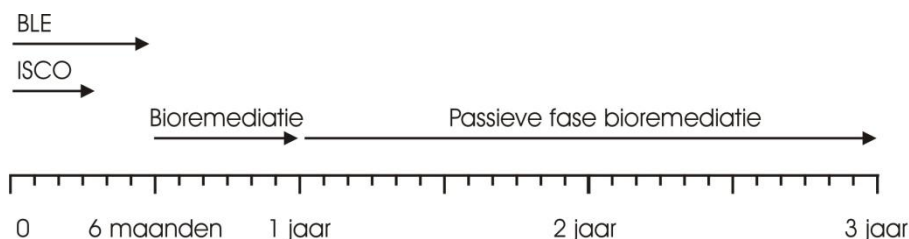
4.4 Fase twee, sanering van de pluim

Na de sanering in fase één blijft een restverontreiniging achter. Deze kan zich enigszins verspreiden, maar bedreigt daarbij geen kwetsbare objecten. Om de ontwikkeling van de pluim te volgen, en te garanderen dat geen kwetsbare objecten worden bedreigd, vindt monitoring plaats. De monitoring duurt in totaal tien jaar. Het monitoringsprogramma is uitgewerkt in hoofdstuk 6.

4.5 Overzicht saneringswerkzaamheden in ruimte en tijd

Een bovenaanzicht waarop de locaties staan aangegeven waar de actieve saneringsmaatregelen worden uitgevoerd is bijgevoegd als bijlage 8.

In figuur 5 is een chronologisch overzicht weergegeven van de saneringswerkzaamheden. De BLE en ISCO sanering overlappen elkaar zodat de gassen die vrijkomen bij de ISCO sanering worden afgevangen door de BLE. De bioremediatie volgt de ISCO sanering qua planning op. Tussen ISCO en bioremediatie zitten enkele maanden 'rust' om de chemische hulpstoffen uit te laten reageren voordat de biologische processen worden gestimuleerd.



Figuur 5. Chronologisch overzicht actieve saneringswerkzaamheden



Hoofdstuk 5

Uitvoeringsaspecten



5.1 Arbeidshygiëne en veiligheid

Op basis van de Arbeidsomstandighedenwet (Arbo-wet) heeft elke werkgever een algemene zorgplicht voor veiligheid, gezondheid en welzijn in verband met arbeid. Daarom is elke werkgever verplicht een risico-inventarisatie en -evaluatie (RI&E) uit te voeren. Op basis daarvan moet de werkgever een plan van aanpak opstellen, waarin de voornemens staan vermeld om de geconstateerde risico's te voorkomen of zoveel mogelijk te beperken.

In aanvulling op het juridische kader zijn er Arbo-Informatiebladen (AI-bladen) opgesteld voor een aantal onderwerpen op het gebied van arbeidsomstandigheden. Deze bladen zijn bedoeld ter voorlichting van werkgevers en werknemers en vormen geen bindend voorschrift. Ditzelfde geldt voor de CROW-publicatie 132 'Werken in verontreinigde grond'.

Er wordt gevaar van blootstelling en gevaar van brand of explosie onderscheiden. Omdat het om twee verschillende risicocategorieën gaat (blootstelling en brand of explosie), worden twee hoofdklassen onderscheiden: de T-klasse voor blootstelling en de F-klasse voor brand of explosie. De T-klasse onderscheidt drie subklassen, de F-klasse twee. Tabel 5 geeft hiervan een overzicht. De risicoklasse is richtinggevend voor de te nemen maatregelen. Per risicoklasse dienen bepaalde maatregelen te worden genomen. De indelingscriteria voor de T-klassen zijn onder andere de LD50- en LC50-waarden (toxicologische gegevens) en de humane carcinogeniteit van een stof. De indelingscriteria voor de F-klassen zijn de vlampunten van stoffen.

Tabel 5. Overzicht risicoklassen

Schadelijk vermogen	Klasse	Omschrijving
Blootstelling	1T	Schadelijk
	2T	Giftig
	3T	Zeer giftig
Brand of explosie	1F	Ontvlambaar
	2F	(zeer) Licht ontvlambaar

De voorlopige veiligheidsklassen voor de sanering zijn vastgesteld op 3T en 1F.

De te nemen maatregelen bestaan, naast algemeen geldende maatregelen (basispakket), uit maatregelen zoals in de CROW 132 worden beschreven. Het betreft onder andere maatregelen op het gebied van deskundig advies, voorlichting en instructie, bedrijfsgezondheidszorg, werkkleding, meetstrategie, ademhalingsbeschermingsmiddelen en bijzondere situaties.

De milieukundig begeleider dient voorafgaand aan de werkzaamheden een V&G-plan ontwerpfase op te stellen op basis waarvan de aannemer een V&G-plan uitvoeringsfase en een plan van aanpak (te beoordelen door de opdrachtgever) opstelt. Het V&G-plan uitvoeringsfase moet worden goedgekeurd door een hoger veiligheidskundige.

5.2 Inrichting saneringslocatie

Het werkterrein wordt voorafgaand aan de werkzaamheden functioneel ingericht. Het saneringsterrein wordt tijdens de saneringsactiviteiten afgezet met hekken. De plaatsing van keten en installaties wordt in overleg tussen opdrachtgever, gemeente, eigenaar en aannemer bepaald.

5.3 Effecten op de omgeving

De aannemer zal in zijn plan van aanpak aan moeten geven wat de effecten op de omgeving zijn. Risico's op de omgeving zoals zetting van het pand of schade aan de groenvoorziening dienen door de aannemer dan wel opdrachtgever afgedekt te worden.

5.4 Vergunningen

In onderstaande tabel 6 wordt een overzicht gegeven van de vergunningen en meldingen.

Tabel 6. Overzicht vergunningen en meldingen

Wet- en regelgeving	Onderwerp	Bevoegd gezag	Duur procedure
Wet Bodembescherming	Beschikking op saneringsplan	Provincie Gelderland	13 weken
Waterwet (indien nodig)	Onttrekking/infiltratie/lozing grondwater	Waterschap Vallei en Veluwe	6 maanden
Activiteitenbesluit	Bouw en inrichting van saneringsinstallaties Lozing op het riool	Gemeente Apeldoorn	Melding en goedkeuring (voor lozing riool)
Gemeentelijke verordening	Afzetten en opbreken van de saneringslocatie Verkeersmaatregelen	Gemeente Apeldoorn	3 maanden
KLIC-melding (grondroedersregeling)	Kabels en leidingen	Kadaster	1 week

Aan bedrijfseigenaren/huurlers wordt toestemming gevraagd voor werkzaamheden op hun terrein.



Hoofdstuk 6

Processturing en verificatie



6.1 Milieukundige begeleiding

Tijdens de uitvoering van de sanering wordt door de milieukundig begeleider toezicht gehouden op de werkzaamheden. De milieukundig begeleider heeft als taak erop toe te zien dat de werkzaamheden conform saneringsplan worden uitgevoerd. De milieukundige begeleiding wordt uitgevoerd conform de SIB BRL 6000 'Milieukundige begeleiding van (water) bodemsaneringen en nazorg' in combinatie met VKB protocol 6002 'Milieukundige begeleiding van landbodemsanering met in-situ methoden'.

De milieukundige begeleiding kan onderverdeeld worden in milieukundige processturing en milieukundige verificatie. De taken van de processturing en verificatie wordt gescheiden. De taken van de processturing worden uitgevoerd door de aannemer. De taken van de verificatie worden uitgevoerd door (een vertegenwoordiger van) de opdrachtgever.

6.2 Milieukundige processturing

De milieukundige processturing gedurende de uitvoering van de BLE, ISCO en actieve fase van de gestimuleerde biologische afbraak ligt bij de aannemer. De taken die onder de milieukundige processturing vallen bestaan onder andere uit:

- Toezicht op het gehele traject van de fysieke aanleg van het systeem tot en met de ontmanteling.
- Toezicht of de sanering volgens het saneringsplan en de uitwerking hiervan in het bestek/kwaliteitsplan wordt uitgevoerd.
- Uitvoeren van metingen en monsterneming ten behoeve van bijsturing van het systeem.
- Aangeven aan de opdrachtgever van de mogelijkheden om bij te sturen indien afwijkingen worden gesignaleerd.
- Vastleggen van de uitgevoerde werkzaamheden en vastleggen van de eventuele afwijkingen ten behoeve van het evaluatieverslag.

De milieukundige processturing wordt beschreven in het kwaliteitsplan, dat onderdeel uitmaakt van het plan van aanpak van de aannemer. In dit plan van aanpak staan de monitoringsrondes die in het kader van de processturing worden opgenomen. Hierbij wordt onderscheid gemaakt tussen de monitoring van de bodemlucht extractie, ISCO en de actieve fase van de gestimuleerde afbraak. Het plan van aanpak wordt ter goedkeuring voorgelegd aan de opdrachtgever.

6.3 Milieukundige verificatie

In het kader van de milieukundige verificatie wordt een verificatieplan opgesteld. De taken en werkzaamheden die onder de milieukundige verificatie vallen zijn onder andere:

- Controleren van de voortgang van de sanering op vastgestelde ijkmomenten.
- Controleren of het resultaat van de sanering overeenkomt met de gestelde saneringsdoelstelling.
- Vastleggen van de resultaten in een eindevaluatierapport.
- Vastleggen van de eventuele restverontreiniging.

Om de saneringsvoortgang en het eindresultaat te controleren is een monitoringsprogramma opgesteld voor zowel fase één als fase twee van de sanering. Opgemerkt wordt dat het monitoringsprogramma gezien moet worden als voorstel dat is opgesteld op basis van de huidige kennis en inzichten. Het plan kan na afronding van de actieve fase van de biologische bodemsanering en de dan beschikbare gegevens worden bijgesteld, in overleg met de provincie Gelderland.

6.3.1 Verificatie fase één, bronzon

Verificatie verzadigde en onverzadigde zone

De sanering van de bronzon dient om de nalevering naar de pluim zoveel mogelijk weg te nemen. Dit vertaalt zich naar de volgende operationele doelstelling: de PER, TRI, cis-DCE en VC concentraties dienen tot onder de 1.500 µg/l te dalen. In de monitoring van fase één zijn de volgende ijkmomenten opgenomen:

1. Nulsituatie. Deze wordt in het te saneren gebied voorafgaand aan de saneringsmaatregelen uitgevoerd.
2. Voortgangscntroles. Eén en twee jaar na afronding van de actieve fase van de biologische sanering wordt een voortgangscntrole uitgevoerd.
3. Eindcntrole. Drie jaar na afronding van de actieve fase van de biologische sanering wordt de eindcntrole uitgevoerd.

In de onverzadigde zone van de bronzon worden tijdens de verificatiemonitoring drie grondmonsters genomen. In de verzadigde zone van de bronzon worden drie peilbuizen bemonsterd. Er wordt een nieuwe peilbuis voorzien op de scheidende laag op circa 12 m-mv om te kunnen monitoren op puur product dat zich mogelijk tot op deze scheidende laag heeft verspreid. In tabel 7 is een overzicht gegeven van de te bemonsteren peilbuizen en welke analyses uitgevoerd moeten worden. De exacte peilbuisselectie wordt bepaald op basis van de processturingsresultaten van fase één. Indien de definitieve peilbuisselectie afwijkt van hetgeen is voorgesteld in de onderliggende rapportage wordt dit als wijziging op het saneringsplan ter goedkeuring aan het bevoegd gezag voorgelegd.

Tabel 7. Overzicht te bemonsteren peilbuizen en het analysepakket in het kader van de milieukundige verificatie van de bronzone (fase 1)

Locatie meetpunten	Aantal peilbuizen	Doel	Analyse-pakket	Tijdstip bemonstering (jaar na afronding biologische sanering)
Bronzone, onverzadigde zone				
Bronzone, perceel Koninginnelaan 105	3	Controle voortgang sanering	A	1, 2 en 3 jaar
Bronzone, verzadigde zone				
Bronzone, perceel Koninginnelaan 105	3	Controle voortgang sanering	B	1, 2 en 3 jaar

Tabel 8. Analysepakketten

Analysepakket	Parameters
A (analyse op grondmonster)	VOC Organisch stofgehalte Droge stofgehalte
B (analyse op grondwatermonster)	VOC

Indien blijkt dat de PER, TRI, cis-DCE en VC concentraties niet dalen tot onder de 1.500 µg/l dan dient de sanering bijgestuurd te worden. Indien de saneringsdoelstelling niet meer gehaald kan worden dient terug gevallen te worden op het faalscenario, zie paragraaf 6.4.

Verificatie van de binnenlucht

Om te controleren of humane risico's optreden als gevolg van VOC uitdamping tijdens de ISCO saneringsactiviteiten worden binnenluchtmetingen uitgevoerd in de panden die grenzen aan de zone waar ISCO wordt uitgevoerd. In tabel 9 is het monitoringsschema weergegeven.

Tabel 9. Binnenluchtmetingen

Locatie	Beoordeling	Tijdstip binnenluchtmeting
Pand aan de Koninginnelaan 101A t/m 103B	Toetsing aan Toxicologisch Toelaatbare Concentratie Lucht (Bron: Bijlage 2 van de Circulaire bodemsanering per 1 juli 2013)	bij opstart, halverwege en vlak voor afronding van de ISCO saneringswerkzaamheden
Pand aan de Koninginnelaan 105/105A (stomerij)	Bepalen: 1) of sprake is van een concentratie toename; 2) of voor vinylchloride wordt voldaan aan de wettelijke grenswaarde (7,77 mg/m ³ , tijd gewogen gemiddelde over 8 uur) en voor dichloorethyleen, trichloorethyleen en tetrachloorethyleen wordt voldaan aan respectievelijk de volgende publieke grenswaarden: 790 mg/m ³ , 54,7 mg/m ³ en 138 mg/m ³ (tijd gewogen gemiddelde over 8 uur. Bron http://www.ser.nl/nl/themas/grenswaarden.aspx)	bij opstart, halverwege en vlak voor afronding van de ISCO saneringswerkzaamheden

Indien in het pand aan de Koninginnelaan 101A t/m 103B de TCL waarde en/of in de stomerij (Koninginnelaan 105/105A) de wettelijke en/of publieke grenswaarden worden overschreden dan worden in overleg met het bevoegd gezag aanvullende maatregelen getroffen. In eerste instantie wordt hierbij gedacht aan het bijsturen van de sanering door minder intensief te oxideren of het debiet van de bodemluchtexttractie te verhogen.

6.3.2 Verificatie fase twee, pluim

Doelstelling van de totale sanering is het behalen van een stabiele eindsituatie. Dit vertaalt zich in een uitdovende pluim die in omvang nog enigszins kan toenemen. De gemiddelde concentraties in de pluim zullen dalen en een eventuele beperkte uitbreiding van de pluim brengt geen risico's met zich mee. Een stabiele eindsituatie is alleen mogelijk als de nalevering vanuit de bronzone is gestopt.

Voor de controle op nalevering van de bronzone naar de pluim worden drie peilbuizen bemonsterd. Twee staan direct stroomafwaarts (freatisch pakket) van de bronzone en één staat onder de bronzone (eerste watervoerend pakket). De exacte peilbuisselectie is afhankelijk van het saneringsresultaat van fase één.

Voor het aantonen van een stabiele eindsituatie zijn peilbuizen gericht op de verspreiding van de interventiewaarde contour van belang. Hierbij wordt met name gekeken naar de peilbuizen in het front van de pluim. Om het front van de pluim te monitoren worden zeven peilbuizen bemonsterd.

De monitoring duurt in totaal 10 jaar. Er is voor 10 jaar gekozen omdat in deze periode met zekerheid vastgesteld kan worden of de potentiële verspreiding van het front van de pluim van 10 meter per jaar daadwerkelijk optreedt.

Het overzicht van het monitoringsprogramma is weergegeven in tabel 10.

Tabel 10. Overzicht peilbuisselectie monitoring pluim (fase 2)

Peilbuis (filterstelling)	Locatie	Uit te voeren analyse	Tijdstip bemonstering (jaar na afronding actieve fase biologische sanering)
Controle op nalevering uit de bronzone			
Drie peilbuizen, twee direct stroomafwaarts van de bronzone (freatisch pakket) en één onder de bronzone (eerste watervoerend pakket)		VOC	2, 4, 6, 8 en 10
Controle verspreiding pluim, freatisch pakket			
200 (4,5-6,5)	Zijdelings (noordwestelijk) van huidige contour	VOC	2, 4, 6, 8 en 10
102 (4,5-6,5)	Zijdelings (zuidoostelijk) van huidige contour	VOC	2, 4, 6, 8 en 10
104 (4,5-6,5)	Stroomafwaarts van de verontreiniging	VOC	2, 4, 6, 8 en 10
103 (4-6- m-mv)	In het front van de verontreiniging	VOC	2, 4, 6, 8 en 10
Controle verspreiding pluim, eerste watervoerend pakket			
200 (14-15)	Zijdelings (noordwestelijk) van huidige contour	VOC	2, 4, 6, 8 en 10
201 (14-15)	Zijdelings (zuidoostelijk) van huidige contour	VOC	2, 4, 6, 8 en 10
Nieuw te plaatsen pb (14-15),	Stroomafwaarts van het front van de verontreiniging	VOC	2, 4, 6, 8 en 10

De ijkmomenten waarop de ontwikkeling van de pluim in overleg met het bevoegd gezag zal worden beoordeeld zijn voorzien na zes en tien jaar na start monitoring fase twee.

De resultaten van alle te bemonsteren peilbuizen in de pluim worden na iedere meetronde getoetst op een toe- of afname van de concentraties. De resultaten worden op de ijkmomenten op de volgende manier geïnterpreteerd:

1. De VOC concentraties in de peilbuizen ter controle op nalevering vertonen een afnemende trend. Tevens vertonen de peilbuizen stroomafwaarts van de pluim een afnemende trend: sanering afronden (scenario: stabiel c.q. afnemende pluim). Hierbij kan

wellicht al tot afronding worden overgegaan na 6 jaar (eerste ijkmoment), maar wordt maximaal 10 jaar (tweede ijkmoment) gemonitord.

2. De VOCl concentraties in de peilbuizen ter controle van nalevering vertonen een afnemende trend. De VOCl concentraties in de peilbuizen stroomafwaarts van de pluim vertonen een toenemende trend: afronden (scenario loslatende pluim). In overleg met het bevoegd gezag wordt dan bekeken of in het nazorgplan nog een extensieve wijze van monitoring moet worden opgenomen om te kunnen garanderen dat de loslatende pluim zich niet verspreidt naar kwetsbare objecten.
3. De VOCl concentraties in de peilbuizen ter controle van nalevering vertonen een toenemende trend. Tevens vertonen de peilbuizen stroomafwaarts van de pluim een toenemende trend: extensieve voortzetting monitoring en op basis van een prognose van de pluimontwikkeling de noodzaak tot aanvullende (sanerings)maatregelen met het bevoegd gezag bespreken.

Voor de beoordeling van de concentratietrend in de monitoringspeilbuizen op de genoemde ijkmomenten wordt voorgesteld het statistische programma Mann-Kendall te gebruiken. Hiermee kan op basis van minimaal vier meetronden op uniforme en eenduidige wijze worden beoordeeld of concentraties in een peilbuis afnemen, stabiel zijn of toenemen.

6.3.3 Communicatie met bevoegd gezag

Tijdens de ijkmomenten worden aan het bevoegd gezag de volgende zaken gerapporteerd:

- De resultaten van de monitoring.
- De voortgang van de sanering en of de voortgang aan de verwachting voldoet.
- De benodigde maatregelen als de verwachting is dat het saneringsresultaat niet zal worden gehaald.

Indien de milieukundige begeleider gedurende de sanering afwijkingen constateert op het saneringsplan wordt op basis van de beslisboom uit de Beleidsnota Bodem (2012, gemeente Arnhem, gemeente Nijmegen en Provincie Gelderland, pagina 58) gekeken in welke categorie hij valt en wordt de bijbehorende actie genomen:

- De afwijking is marginaal: geen melding aan het bevoegd gezag.
- De afwijking is zodanig dat een wijziging van het saneringsplan noodzakelijk is.
- De afwijking is zodanig dat een nieuw saneringsplan/ nieuw besluit nodig is.

6.4 Faalscenario

6.4.1 Faalscenario fase één

Indien blijkt dat de voortgang van de sanering achterloopt wordt in eerste instantie een optimalisatie van de sanering uitgevoerd. Indien deze optimalisatie niet het gewenste effect heeft, en de saneringsdoelstelling niet meer gehaald kan worden, dient het faalscenario overwogen te worden.

Vanwege de complexiteit van de bronsanering kunnen er meerdere redenen voor falen zijn.

Enkele mogelijke redenen zijn:

- Als gevolg van het falen van de BLE zijn hoge VOCl concentraties achtergebleven in de onverzadigde zone.
- Als gevolg van het falen van ISCO zijn hoge VOCl concentraties in de verzadigde zone achtergebleven.
- Als gevolg van het falen van de stimuleerde biologische afbraak zijn hoge VOCl concentraties in de verzadigde zone achtergebleven.

Deze bovenstaande gevallen kunnen op één punt optreden (nabij één peilbuis), lokaal (nabij enkele peilbuizen) of op de gehele locatie.

Mocht er onverhoopt in de toekomst sprake zijn van falen, dan is op dit moment nog niet te zeggen wat de reden voor falen is en op welke schaal het plaats zal vinden. Het op voorhand selecteren van een techniek die toegepast dient te worden in het geval van falen is daarom niet mogelijk. Om in het geval van falen tot de selectie van de meest geschikte aanpak te komen worden te zijner tijd de volgende stappen doorlopen:

1. De situatie wordt in kaart gebracht en de oorzaak voor falen wordt achterhaald.
2. Binnen een maand wordt een plan van aanpak geschreven waarin wordt aangegeven met welk faalscenario de saneringsdoelstelling alsnog behaald kan worden. Onderdeel van het plan van aanpak is een technische uitwerking van het faalscenario.
3. Het plan van aanpak wordt voorgelegd aan het bevoegd gezag.
4. Indien het bevoegd gezag akkoord is met het plan van aanpak wordt het plan uitgevoerd.

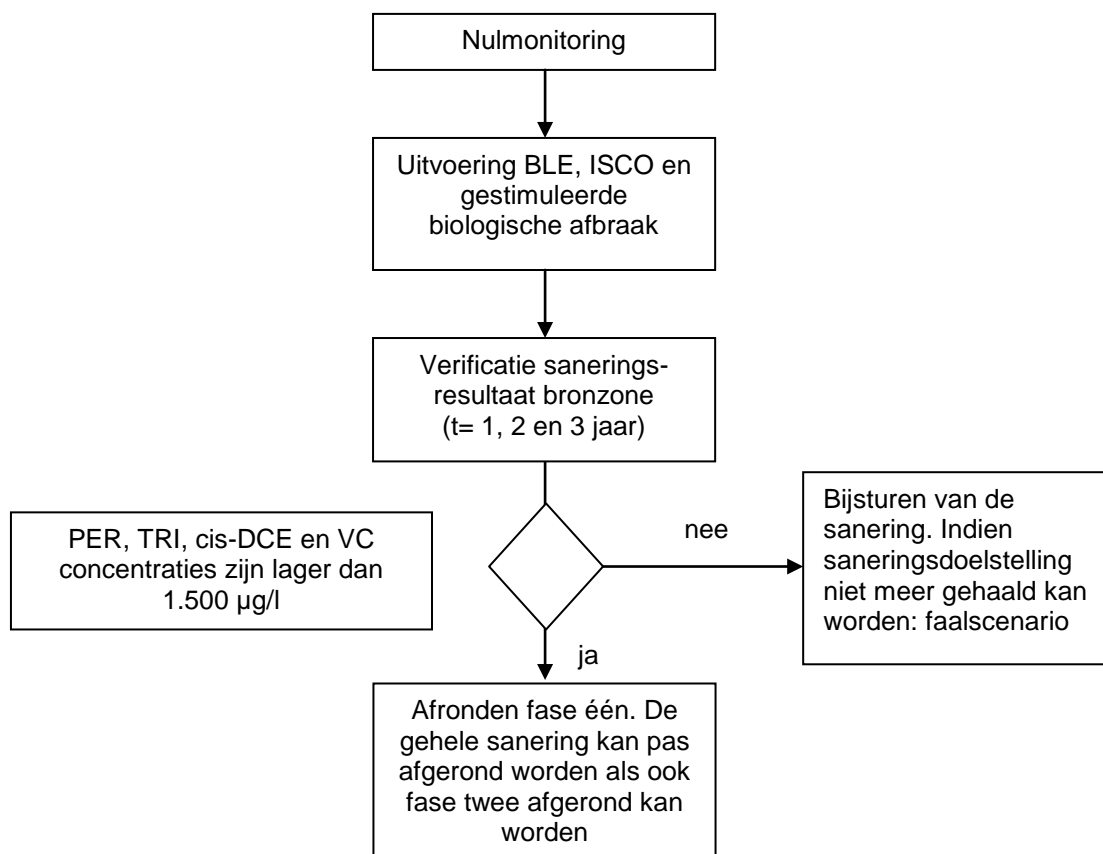
6.4.2 Faalscenario fase twee

Mocht de pluim niet stabiel zijn of worden conform het toetsingskader en de verspreiding wordt onacceptabel geacht (bijvoorbeeld omdat op langere termijn mogelijk toch risico's ontstaan als gevolg van deze verspreiding), dan wordt er in overleg met het bevoegd gezag gekeken naar passende maatregelen. Hierbij kan gedacht worden aan een aanvullende pluimsanering middels een biologische aanpak (bijvoorbeeld een biobarrier) of een grondwateronttrekking en -zuivering.

6.5 Beslisboom

6.5.1 Beslisboom fase 1, bronsanering

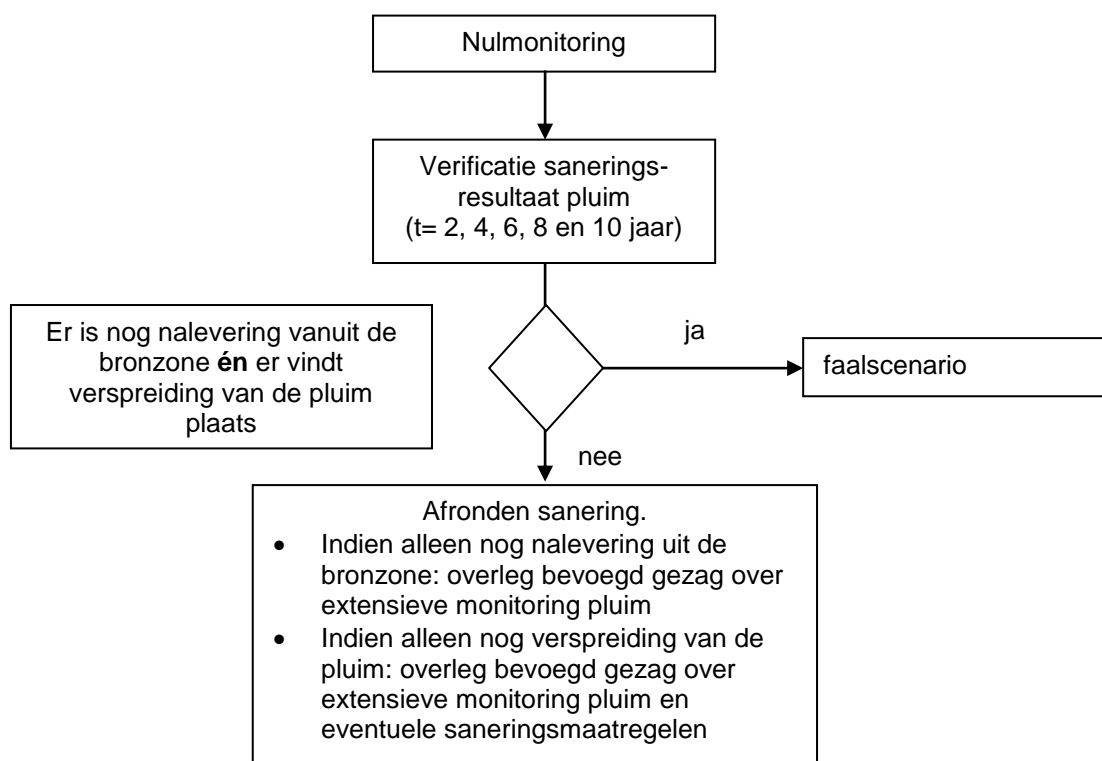
In het onderstaande figuur is 6 de beslisboom behorende bij de bronsanering weergegeven. Deze beslisboom geeft vereenvoudigd weer welke acties en beslismomenten er gedurende de bronzone-sanering zijn.



Figuur 6. Beslisboom sanering fase één

6.5.2 Beslisboom fase 2, sanering pluim

In figuur 7 is de beslisboom behorende bij de sanering van de pluim weergegeven.



Figuur 7. Beslisboom sanering fase twee

6.6 Nazorg

Zodra de monitoringsfase is afgerond en het saneringsdoel is bereikt kan het evaluatierapport worden opgesteld en kan dit rapport worden beschikt door het bevoegd gezag.

Het saneringsdoel is het bereiken van een 'grote restverontreiniging, nagenoeg stabiel of stabiel binnen 30 jaar, afwezigheid kwetsbare objecten'. Voor de restverontreiniging wordt aangestuurd op het afronden van de sanering door de restverontreiniging te registreren.

Door het bevoegd gezag dient ter plaatse van de verontreiniging een gebruiksbeperking opgelegd te worden ten aanzien van:

- het potentieel gebruik van de bodem voor ondergrondse infrastructuur of ondergrondse bouwactiviteiten;
- het potentieel gebruik van grondwater voor drinkwater, irrigatie, koeling en/of koude-warmte opslag.

6.7 Afwijkingen ten opzichte van VKB protocol 6002

Er is sprake van een aantal afwijkingen ten opzichte van de regels zoals vastgelegd in BRL SIKB 6000 VKB protocol 6002:

1. Er worden geen analyses uitgevoerd op ijzer (II) en carbonaten/alkaliniteit omdat uit de resultaten van de nitraat, sulfaat en methaan analyses voldoende kan worden afgeleid of de benodigde gereduceerde omstandigheden ontstaan.
2. Er worden geen analyses uitgevoerd op grondmonsters onder grondwaterniveau. Er mag vanuit worden gegaan dat de VOCI concentraties in het grondwater tijdens de sanering in evenwicht zijn met de concentraties in de vaste fase. Als in de verificatie wordt vastgesteld dat de concentraties in het grondwater beneden de doelwaarden liggen, is dit derhalve ook het geval voor de concentraties in de vaste fase.
3. Indien de saneringsdoelstelling is behaald, wordt de sanering afgerond. In afwijking van de SIKB BRL 6000, VKB protocol 6002 worden bij de eindverificatie geen nieuwe peilbuizen geplaatst. Het uitgangspunt is dat de in de monitoring meegenomen peilbuizen, maatgevend zijn voor de verontreinigingssituatie.
4. Conform BRL dienen de analyseresultaten minstens twee achtereenvolgende metingen lager te zijn dan de saneringsdoelstelling, en de laatste meting mag niet meer dan een factor twee hoger zijn dan de voorlaatste meting. Aangezien het geen kortlopende sanering betreft waarbij sprake kan zijn van het zogenaamd 'reboundeffect', wordt afgezien van de tweede monitoringsronde.
5. Er wordt afgeweken van de BRL waarin een minimaal aantal peilbuizen is aangegeven dat bemonsterd dient te worden tijdens de eindbemonstering. Er wordt afgeweken van de BRL omdat de saneringsdoelstelling met een aangepast aantal peilbuizen te toetsen is.



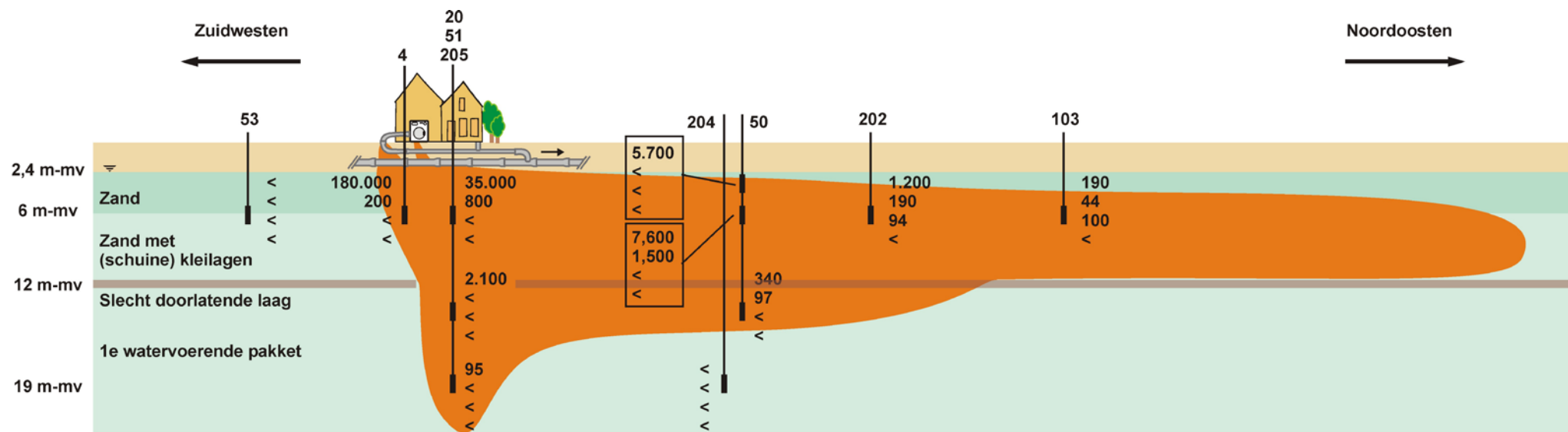
Bijlagen

- Bijlage 1 Conceptual site model
- Bijlage 2 Verontreinigingssituatie grond
- Bijlage 3 Verontreinigingssituatie grondwater
- Bijlage 4 I-waardecontour op kadastrale kaart
- Bijlage 5 Kadastrale gegevens van percelen
binnen de I-contour
- Bijlage 6 Haalbaarheidsonderzoek ISCO
- Bijlage 7 Nadere uitwerking
saneringstechnieken
- Bijlage 8 Indicatie van de locaties van de uit te
voeren saneringsmaatregelen



Bijlage 1 Conceptual site model

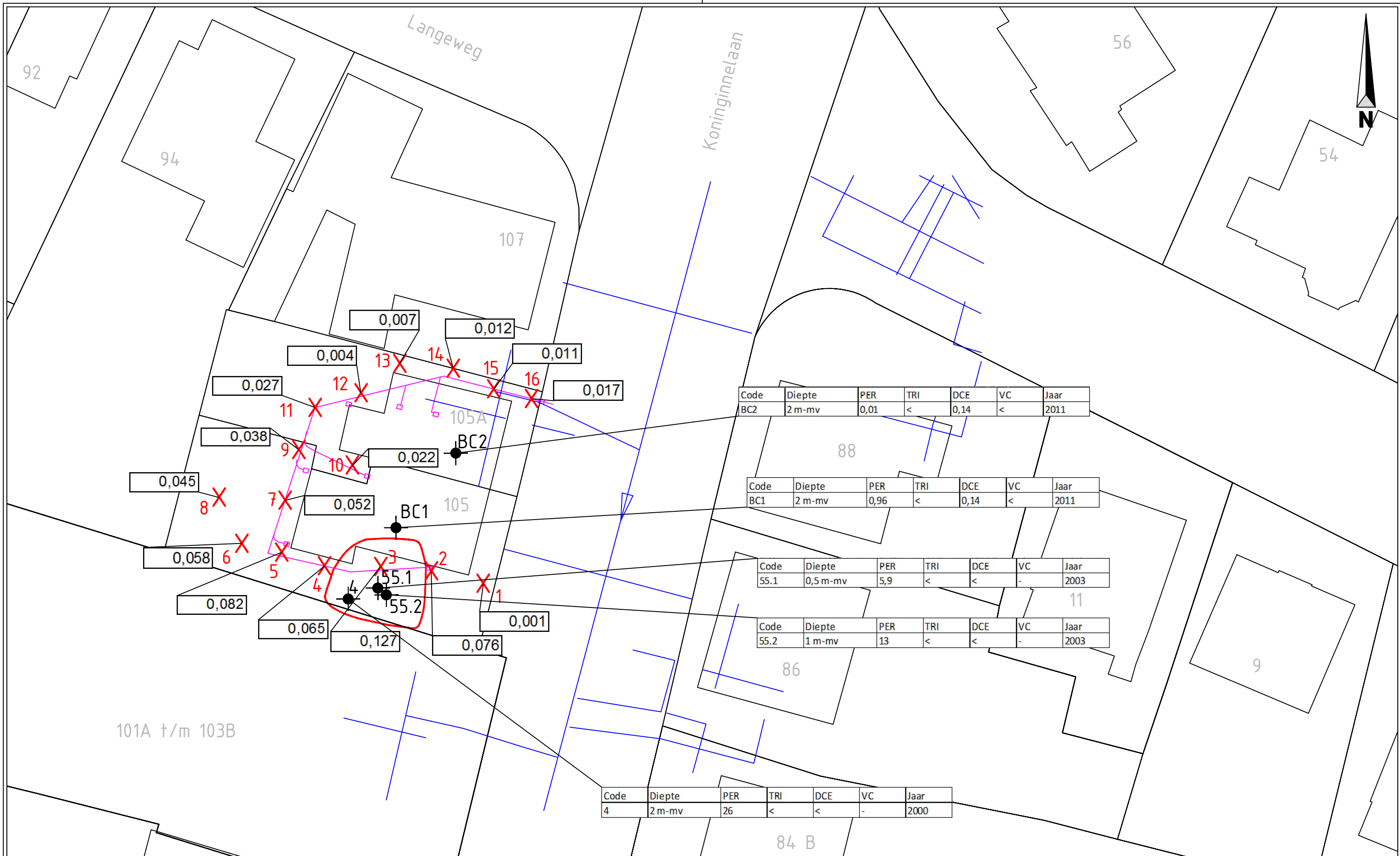
Het conceptual site model is gebaseerd op de monitoringsdata uit het aanvullend bodemonderzoek [9].



= Tetrachlooretheen
 # = Trichlooretheen
 # = dichlooretheen
 # = vinylchloride

Omschrijving : Conceptual site model locatie Mondial te Apeldoorn
 Projectcode: 20103679
 Datum: 14-7-2011
 Tekenaar: EV, Bioclear

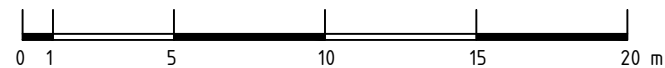
Bijlage 2 Verontreinigingssituatie grond



Legenda

- Riolering
- Riolering hoofdriool
- Contour VOCl grond
- NRX Bemonsteringspunt bodemlucht, diepte 0,8 m-mv
- 0,012 Berekende gehalte PER (mg/kg ds) a.h.v. bodemluchtmeting
- ◆ Boring

Code Diepte PER TRI DCE VC Jaar = analyseresultaten VOCl (mg/kg ds)



Project: Nader bodemonderzoek Koninginnelaan 105 te Apeldoorn

Opdrachtgever: Bodemcentrum

Omschrijving: Grondverontreiniging

A3

Projectcode: 20114073

Schaal: 1 : 250

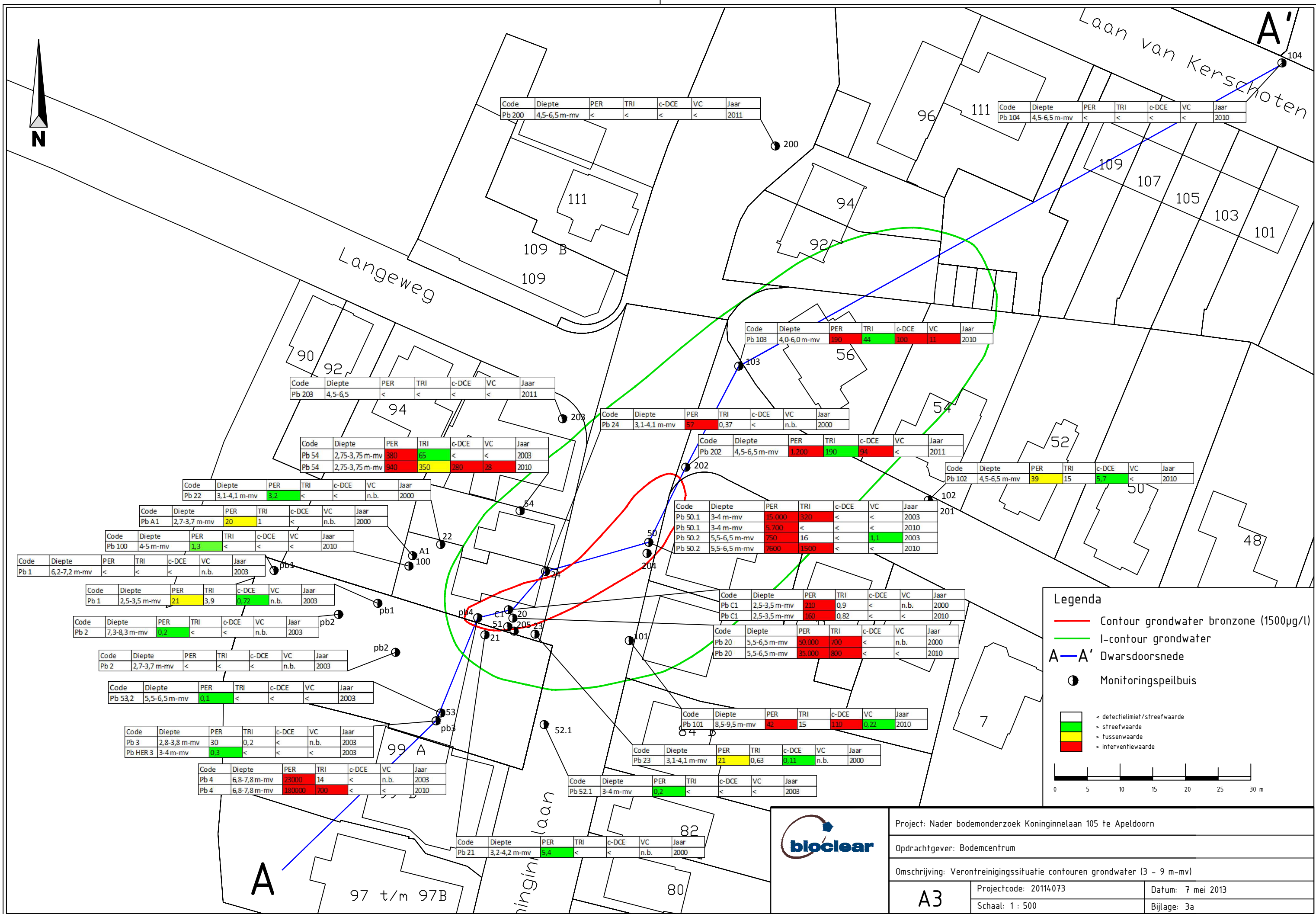
Datum: 7 mei 2013

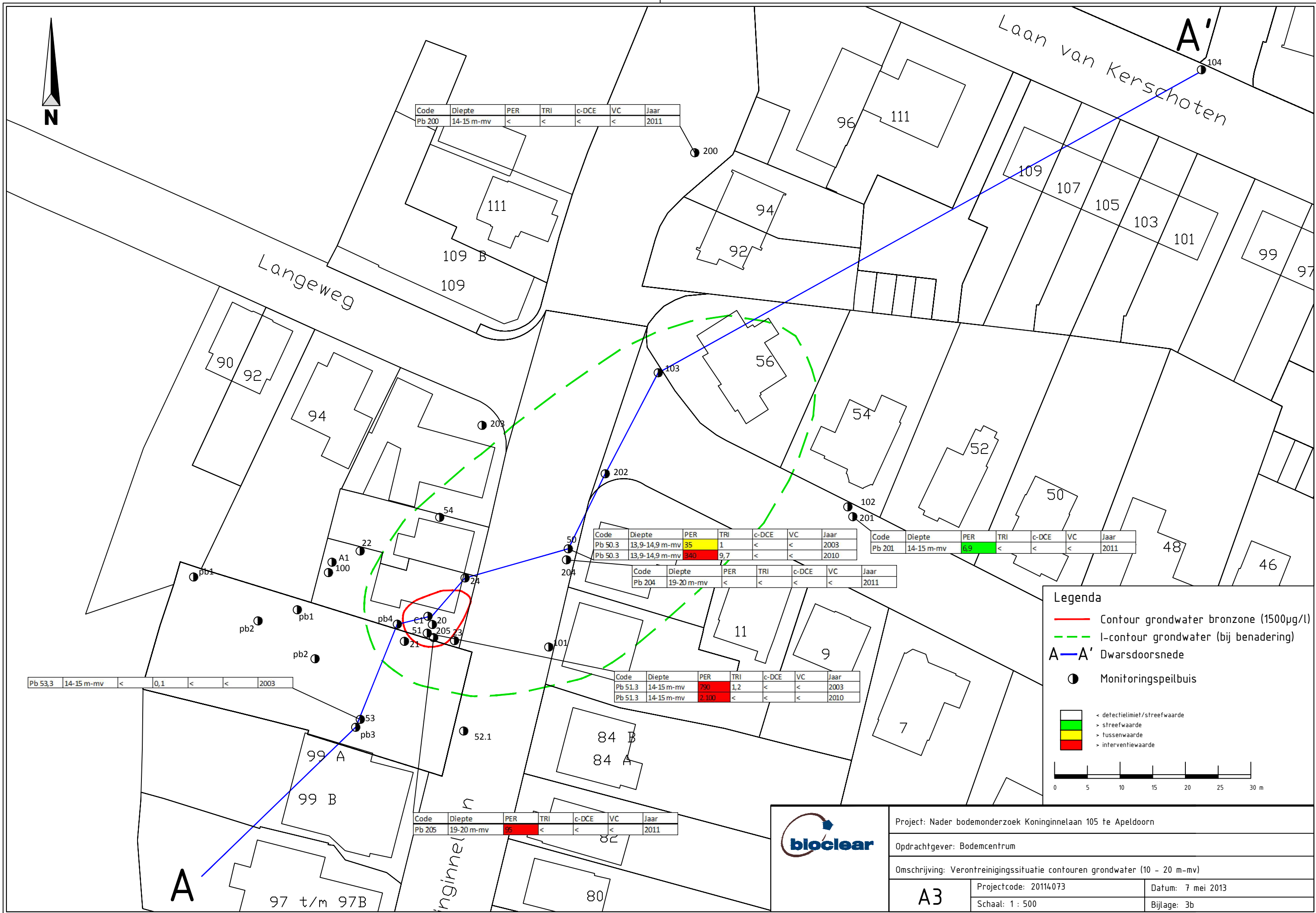
Bijlage: 2

Bijlage 3 Verontreinigingssituatie grondwater

Bijlage 3a: verontreinigingssituatie grondwater van 3 tot 9 m-mv

Bijlage 3b: verontreinigingssituatie grondwater van 10 tot 20 m-mv





Bijlage 4 I-waardecontour op kadastrale kaart



12345

25

Deze kaart is noordgericht

Perceelnummer

Huisnummer

Vastgestelde kadastrale grens

Voorlopige kadastrale grens

Administratieve kadastrale grens

Bebouwing

Overige topografie

Voor een eensluitend uittreksel, Apeldoorn, 21 mei 2013

De bewaarder van het kadaster en de openbare registers

Schaal 1:500

Kadastrale gemeente

Sectie

Perceel

APELDOORN

H

8418

Aan dit uittreksel kunnen geen betrouwbare maten worden ontleend.

De Dienst voor het kadaster en de openbare registers behoudt zich de intellectuele eigendomsrechten voor, waaronder het auteursrecht en het databankenrecht.

— I-contour VOCL grond
— I-contour VOCL grondwater

Bijlage 5 Kadastrale gegevens van percelen binnen de I-contour

APELDOORN AB 1107

Koninginnelaan 107 7315 BP APELDOORN

Gerechtigde: "R. Karman Dierenspecialzaak B.V. "

APELDOORN AB 2707

Koninginnelaan 105 A 7315 BP APELDOORN

Gerechtigde: Jacqueline Jacoba Jacobs

APELDOORN AB 2708

Koninginnelaan 105 7315 BP APELDOORN

Gerechtigde: Gerda Roeline Bonhof

APELDOORN I 7330

Koninginnelaan 94 7315 EB APELDOORN

Gerechtigde: Peter Ronald de Jong

APELDOORN I 7331

Koninginnelaan 92 7315 EB APELDOORN

Gerechtigde: Willempje Egbertha Kasteel

Kadastraal object APELDOORN AB 3777 is overgegaan in: 21-5-2013 15:13:59

APELDOORN AB 4632 (Inzage grondpercelen en ondergesplitste rechten)

APELDOORN AB 4632 A1

Koninginnelaan 101 A 103 7315 BP APELDOORN

Gerechtigde: Kopal Beleggingsmaatschappij B.V.

APELDOORN AB 4632 A2

Koninginnelaan 103 B 103 7315 BP APELDOORN

Gerechtigde: Kopal Beleggingsmaatschappij B.V.

APELDOORN AB 4632 A3

Koninginnelaan 101 B 7315 BP APELDOORN

Gerechtigde: Dirk Jacobus Bloemert

APELDOORN AB 4632 A4

Koninginnelaan 101 C 7315 BP APELDOORN

Gerechtigde: Herman Jacobus Josephus Disbeschl

APELDOORN AB 4632 A5

Koninginnelaan APELDOORN

Gerechtigde: Karin Mikkers

APELDOORN AB 4632 A6

Koninginnelaan APELDOORN

Gerechtigde: Kopal Beleggingsmaatschappij B.V.

APELDOORN AB 4632 A7
Koninginnelaan APELDOORN
Gerechtigde: Kopal Beleggingsmaatschappij B.V.

APELDOORN AB 4632 A8
Koninginnelaan APELDOORN
Gerechtigde: Karin Mikkers

APELDOORN AB 4632 A9
Koninginnelaan APELDOORN
Gerechtigde: Herman Jacobus Josephus Disbeschl

APELDOORN AB 4632 A10
Koninginnelaan APELDOORN
Gerechtigde: Dirk Jacobus Bloemert

APELDOORN AB 4632 A11
Koninginnelaan APELDOORN
Gerechtigde: Herman Jacobus Josephus Disbeschl

APELDOORN AB 4632 A12
Koninginnelaan APELDOORN
Gerechtigde: Dirk Jacobus Bloemert

APELDOORN AB 4632 A13
Koninginnelaan APELDOORN
Gerechtigde: Karin Mikkers

APELDOORN AB 4632 A14
Koninginnelaan APELDOORN
Gerechtigde: Kopal Beleggingsmaatschappij B.V.

APELDOORN AB 4632 A15
Koninginnelaan APELDOORN
Gerechtigde: Kopal Beleggingsmaatschappij B.V.

APELDOORN H 8411
Frisolaan 56 7316 DD APELDOORN
Gerechtigde: Coert Harm Leendert van der Wijngaard

APELDOORN H 8412
Frisolaan 54 7316 DD APELDOORN
Gerechtigde: Folkert Leemans

APELDOORN H 8418
Koninginnelaan 88 7315 BV APELDOORN
Gerechtigde: Edwin Zoer

APELDOORN H 9599
Koninginnelaan 86 7315 BV APELDOORN
Gerechtigde: Alberta Johanna Geertruida van Engeland

APELDOORN H 9600

Frisolaan 11 7316 DA APELDOORN

Gerechtigde: Casper Benjamin Stoel

APELDOORN H 9786 A1

Koninginnelaan 84 7315 BV APELDOORN

Gerechtigde: Aleida Hermina Henriëtte Noordman

APELDOORN H 9786 A2

Koninginnelaan 84A 7315 BV APELDOORN

Gerechtigde: Maria Gerharda van Orden

Bijlage 6 Haalbaarheidonderzoek ISCO

betreft	Vaststellen technische haalbaarheid ISCO Koninginnelaan 105 e.o. te Apeldoorn
opdrachtgever	Bodemcentrum
projectcode	20114073/7972
auteur	Ing. J.E. Dijkhuis
datum	5 maart 2012

1. Inleiding

In opdracht van de stichting Bodemcentrum wordt door Bioclear een integraal saneringsplan (aanpak bronzone en pluim) opgesteld voor de met gechloreerde koolwaterstoffen (VOCI) verontreinigde locatie Koninginnelaan 105 e.o. te Apeldoorn. De werkzaamheden worden uitgevoerd conform offerte met kenmerk 20114073/7649, d.d. 5 september 2011 en schriftelijke opdrachtverlening met kenmerk 091676, d.d. 28 september 2011.

Voorafgaand aan het opstellen van het saneringsplan is de haalbaarheid van In Situ Chemische Oxidatie (ISCO) als bronsaneringstechniek, voor verwijdering van de op de locatie aanwezige puur product zone, vastgesteld. Hiertoe zijn laboratoriumtesten uitgevoerd (vaststellen matrixbehoefte) en is, samen met een expert op het gebied van het uitvoeren van ISCO, een bezoek gebracht aan de locatie. De resultaten van dit onderzoek zijn weergegeven in deze notitie.

2. Vaststellen matrixbehoefte

Het haalbaarheidsonderzoek is uitgevoerd door Arcadis. Voor het onderzoek zijn grond- en grondwatermonsters van de locatie gebruikt (zie tabel 1). De locatie van de boring is weergegeven in bijlage 1.

Tabel 1. Overzicht monsters voor uitvoering van het haalbaarheidsonderzoek

Monstercode	Diepte (m-mv)	Locatie
Grond		
CHEMOX	4,0-6,0	Bronzone grond (in het traject waar indicaties zijn gevonden voor de aanwezigheid van puur product).
Grondwater		
Pb 20	5,5-6,5	Bronzone grondwater (1.500 µg/l PER contour)
Pb 50.2	5,5-6,5	Bronzone grondwater (1.500 µg/l PER contour)

De monsternamen ten behoeve van het haalbaarheidsonderzoek is uitgevoerd op 21 november 2011 door D. Lichtendahl van Sialtech BV conform de procescertificaten van de BRL SIKB 2000 'Veldwerk bij milieuhygiënisch bodemonderzoek' in combinatie met VKB protocol 2001 "Plaatsen van handboringen en peilbuizen, maken van boorbeschrijvingen, nemen van grondmonsters en waterpassen" en VKB protocol 2002 'Het nemen van grondwatermonsters'. Sialtech BV. is een Kwalibo erkende instelling voor veldwerk. De veldwerkers staan geregistreerd op www.bodemplus.nl. In bijlage 2 is de verantwoording van de uitgevoerde veldwerkzaamheden opgenomen. In deze bijlage is ook de boorbeschrijving opgenomen.

De resultaten van het haalbaarheidsonderzoek zijn weergegeven in bijlage 3. Uit het onderzoek kan worden geconcludeerd dat de geochemie van de bodem ter plekke van de puur productzone geschikt is voor een sanering met behulp van ISCO met waterstofperoxide (zoals toegepast in Fenton's reagens) en natriumpersulfaat. Door het weinig beschikbare ijzer (dat als katalysator voor de oxidatieve reactie dient) zal voor het Fenton's reagens extra ijzer toegevoegd moeten worden.

Voor de toepassing van chemische oxidatie voorafgaande aan stimulering van anaerobe biologische afbraak wordt door Arcadis Fenton's reagens aangeraden omdat hierbij het oxidatieve milieu na afloop van de actieve sanering sneller verdwijnt. Natriumpersulfaat is een geschikt alternatief, maar heeft als nadeel dat na de actieve sanering veel sulfaat in de bodem achterblijft. Combinaties van Fenton's reagens en natriumpersulfaat kunnen ook worden overwogen.

3. Locatiebezoek

Op dinsdag 28 februari is een bezoek gebracht aan de locatie. Bij dit locatiebezoek waren aanwezig Dhr. G. Wijn van Arcadis en Dhr. J.E. Dijkhuis van Bioclear. Tijdens het locatiebezoek zijn de volgende punten besproken:

1. Is er voldoende ruimte beschikbaar voor het uitvoeren van een bronsanering op basis van chemische oxidatie;
2. Blijft de locatie (en aangrenzende panden) toegankelijk tijdens uitvoering;
3. Welke overlast en risico's, verbonden aan het werken met sterke oxidatiemiddelen, zijn te verwachten;
4. Wat is de saneringsduur en welk eindresultaat (vrachtreductie) kan worden behaald;
5. Wat is het te verwachten effect van de chemische oxidatie op de macrochemie in de bodem (redoxcondities) in verband met de biologische nabehandeling van de bronzone;
6. Is het chemische oxidatiesysteem na afronding ook te gebruiken voor het stimuleren van de biologische afbraak.

De uitkomsten van het overleg worden hieronder puntsgewijs besproken:

1. Beschikbare ruimte.

De zone die voor het uitvoeren van een bronsanering op basis van chemische oxidatie in aanmerking komt heeft een oppervlak van circa 100 m². Het betreft het gebied waar in de grond een VOCl verontreiniging is aangetroffen en waar in het grondwater indicaties zijn gevonden voor de aanwezigheid van puur product. Deze zone is goed toegankelijk en bevindt zich tussen de panden Koninginnelaan 105 en 101 t/m 103^B. Er is voldoende werkruimte beschikbaar voor zowel de opslag van de chemische oxidatiemiddelen (in IBC containers) als het uitvoeren van de injecties. Er is alleen geen ruimte voor het plaatsen van een keet, mogelijk dat deze in de directe nabijheid kan worden gestald (bv ter plekke van de parkeergelegenheid aan de Langeweg).

2. Toegankelijkheid tijdens uitvoering.

De saneringslocatie is door middel van bouwhekken eenvoudig af te sluiten van de winkelstraat. Het is niet noodzakelijk om de winkels aan beide zijden van het te behandelen gebied tijdens de injectiewerkzaamheden te sluiten.

Punt van aandacht is de zijdeur in het pand Koninginnelaan 105. Deze deur kan gedurende de tijdsperiode dat op de locatie geïnjecteerd wordt niet worden gebruikt. Op dit moment is nog onduidelijk of het vanuit de bedrijfsvoering mogelijk is om deze deur gedurende twee tot drie perioden van circa 1 week (zie ook punt 4) af te sluiten tijdens injectiewerkzaamheden. Buiten de injectiewerkzaamheden is de doorgang beschikbaar.

3. Overlast en risico's

Aan het werken met chemische oxidatiemiddelen zijn risico's verbonden. Om deze risico's te verkleinen vinden de injectiewerkzaamheden alleen overdag plaats.

De oxidatiemiddelen worden onder vrij verval in de bodem gebracht. Dit vermindert het risico op zetting (vooral van belang voor het op staal gefundeerde pand Koninginnelaan 105).

Tijdens de injectiewerkzaamheden vindt bodemluchtexttractie in de onverzadigde zone plaats. Op deze manier wordt voorkomen dat er uitdamping plaatsvindt. Hiertoe worden verticale filters langs de gevel geplaatst. Tevens wordt aanbevolen om de aanwezige kruipruimten (indien mogelijk) actief te ventileren. Tijdens het injecteren worden er in pandig regelmatig metingen verricht op CO₂/O₂ en verontreiniging met PID (voor zover zinvol). Tevens wordt visueel gecontroleerd op gas- en waterlekkages in kruipruimten.

4. Saneringsduur en eindresultaat

Voor het aanpakken van de puur productzone is het noodzakelijk om meerdere injectieronden uit te voeren. Door Arcadis is aangegeven dat er naar verwachting twee tot drie injectieronden noodzakelijk zijn. Elke injectieronde heeft een korte doorlooptijd van circa één week.

Tussen de injectieronden zit ongeveer twee tot vier weken om de bodem weer tot rust te laten komen. De totale saneringsduur bedraagt daarmee circa 8 tot 12 weken.

Naar verwachting is een eindconcentratie van circa 5.000 µg/l aan PER haalbaar. Dit is een concentratieniveau die ook elders binnen de bronzone contour wordt aangetroffen en die goed biologisch kan worden nabehandeld.

5. *Mogelijke effecten van chemische oxidatie op redoxcondities*

De huidige redoxomstandigheden zijn matig gereduceerd (licht anaeroob). De effecten van chemische oxidatie op de redoxchemie van de bodem hangen samen met de keuze van het type oxidatiemiddel. Na afronding van de chemische oxidatie is het bodempakket geoxideerd, met een overschot aan driewaardig ijzer (bij toepassing van Fenton's reagens) of sulfaat (bij toepassing van natriumpersulfaat). Met name het effect van natriumpersulfaat is groot vanwege de toegepaste concentratie (circa 20 g/l). Dit betekent dat er voor het reduceren van de bodem, noodzakelijk voor de biologische nabehandeling van de bronzone, meer koolstofbron noodzakelijk is dan bij toepassing van Fenton's reagens. Deze laatste verdient daarom de voorkeur.

Het effect op de microbiologie is niet relevant voor de sanering omdat er bij de voorgestelde biologische aanpak van de bronzone al voorzien was is het actief toedienen van een geschikte VOCl afbrekende bacteriepopulatie.

6. *Bruikbaarheid chemische oxidatiesysteem voor het stimuleren van de biologische afbraak.*

Voor de chemische oxidatie wordt gebruik gemaakt van een tiental filters (met verschillende filterstellingen). In principe is het doseersysteem daarna ook te gebruiken voor het handmatig toedienen van koolstofbron aan het bodempakket, bijvoorbeeld als fall backmaatregel om op een eenvoudige wijze een herdosering van substraat uit te voeren. De filterdichtheid (zowel horizontaal als verticaal) is ons inziens te gering om de bronzone bij de start van de biologische aanpak vlakdekkend van koolstofbron te voorzien. De beste aanpak hiervoor is het toepassen van directe injecties waarbij de injecties in een dicht grid (onderlinge afstand van circa 1,5 meter) worden uitgevoerd.

4. Conclusies

Op basis van het haalbaarheidsonderzoek en locatiebezoek kan worden geconcludeerd dat ISCO in aanmerking komt als techniek voor het saneren van de puur productzone op de locatie Konninginnelaan 105 te Apeldoorn. De geochemie van de bodem is hiervoor geschikt en tevens is er voldoende werkruimte beschikbaar. De overlast voor omwonenden is beperkt tot de korte perioden (twee tot drie maal één week) waarin de daadwerkelijke injectie van de oxidatiemiddelen plaatsvindt.

De totale saneringsduur bedraagt circa acht weken, de vracht aan PER kan in deze periode worden teruggebracht tot een concentratieniveau dat goed biologisch kan worden nabehandeld. Vanwege de geplande biologische nabehandeling heeft Fenton's reagens als oxidatiemiddel de voorkeur boven natriumpersulfaat.

Bijlagen

Bijlage 1 Locatie monsterpunten

Sialtech
T.a.v. de heer B. Murk
Australieweg 11
9407 TE ASSEN

ons kenmerk
20114073/7770

bijlage(n)
1

datum
9 november 2011

Betreft

Opdrachtverlening Koninginnelaan 105 te Apeldoorn

Geachte heer Murk,

Middels deze brief verleen ik u opdracht voor het uitvoeren van de geoffreerde werkzaamheden op de locatie Koninginnelaan 105 te Apeldoorn, conform uw offerte met referentie 11.2049, d.d. 31 augustus 2011.

Het betreft het uitvoeren van 1 grondboring (met codering CHEMOX) tot 6 m-mv, inclusief boorbeschrijving en bemonsteren van de vrijkomende grond (vullen monsterpotjes per 0,5 meter) van het traject van 4 tot 6 m-mv. De grondmonsters dienen afgeleverd te worden bij Bioclear t.a.v. Dhr. M. Postema. De locatie van de boring is weergegeven op de bijgevoegde kaart.

De werkzaamheden worden uitgevoerd voor een totaalbedrag van € 230,94 exclusief BTW. Als meerwerk noodzakelijk blijkt te zijn dan dient u hierover vooraf contact op te nemen met Bioclear. Meerwerk kan pas worden uitgevoerd nadat een aanvullende opdracht is verstrekt.

Uitvoering van de werkzaamheden graag in overleg (i.v.m. van te voren inlichten gebruikers van het pand Koninginnelaan 105).

Vertrouwend op een correcte uitvoering van de werkzaamheden.

Met vriendelijke groeten,
Bioclear b.v.


Edwin Dijkhuis

Bank
Rabobank

Bankrekeningnummer
1345.64.049


IBAN
NL88RABO0134564049

BIC
RABONL2U

Kamer van Koophandel
Groningen 02044410

BTW nummer
NL 009498497.8.01

Bijlage 2 Verantwoording veldwerkzaamheden en boorbeschrijving

Opdrachtgever	Bioclear	
Projectnummer	11.2049	
Projectnummer klant	20114073	
Projectleider + telnr.	Edwin Dijkhuis 050-571 84 55	
Tweede contactpersoon + telnr.	Marcel Postema	
Adresgegevens onderzoekslocatie		
Straatnaam en nummer	Koninginnelaan 105	
Plaats	Apeldoorn	

Veldverslag

datum	veldwerkers
21-11-11	D. Lichtendahl T. v. Leeuwen

Contact gehad met de opdrachtgever/kantoor ☐ Nee ☒ Ja

Zo ja:

Hoe laat	Met wie	Notitie (waarover)
	Mr. E. Dijkhuis	Bemonsteren van 4 ⁰⁰ tot 6 ⁰⁰ m-m

Klopte de voorinformatie ☒ Ja ☐ Nee zie onderstaande checklist

Zo nee, wat was er anders:

Checklist t.b.v. bovenstaande:

- wijkt bebouwing af van tekening
- zijn er hoogte verschillen op de lokatie
- zijn er boven en ondergrondse tanks aangetroffen
- zijn er overige verdachte lokaties aangetroffen
- zijn gestaakte boringen gemeld en omschreven
- zijn er bijzonderheden in het kader van overtollige grond


Hebben zich problemen voorgedaan ☒ Nee ☐ Ja

Zo ja, wat voor problemen:

Naam gekwalificeerd veldwerker
Danny Lichtendahl

Paraaf gekwalificeerd
veldmedewerker



Opdrachtgever	Bioclear	
Projectnummer	11.2049	
Projectnummer klant	20114073	
Projectleider + telnr.	Edwin Dijkhuis 050-571 84 55	
Tweede contactpersoon + telnr.	Marcel Postema	
Adresgegevens onderzoekslocatie		
Straatnaam en nummer	Koninginnelaan 105	
Plaats	Apeldoorn	

Veldrapportage

De werkzaamheden zijn uitgevoerd volgens protocol

2001 + 2002

De monsternemer verklaart dat hij onafhankelijk en op generlei wijze is gelieerd of gekopeld aan de opdrachtgever. Ook bestaan er geen eigendomsverhoudingen met betrekking tot de te onderzoeken partijen

Is het onderzoek volgens het aangegeven protocol uitgevoerd

☐ Nee ☒ Ja ☐ n.v.t.

Zo nee:

Omschrijf wat niet volgend het protocol is uitgevoerd	
Omschrijf de aard van de afwijking	
Motiveer de afwijking	
Geef een inschatting van de consequenties	
Geef een inschatting van de risico's	

Naam gekwalificeerd veldwerker
Danny Lichtendahl

Paraaf gekwalificeerd
 veldmedewerker



Opdrachtgever	Bioclear	
Projectnummer	11.2049	
Projectnummer klant	20114073	
Projectleider + telnr.	Edwin Dijkhuis 050-571 84 55	
Tweede contactpersoon + telnr.	Marcel Postema	
Adresgegevens onderzoekslokatie		
Straatnaam en nummer	Koninginnelaan 105	
Plaats	Apeldoorn	

Veldregistratie Asbest

Asbest aangetroffen ☒ Nee ☐ Ja

Indien Ja:

Hechtgebonden ☐ Nee ☐ Ja

Concentratie geschat mg/kg)

Duur werkzaamheden in min.)

Aanwezige medewerkers (namen)

Naam

Geraadpleegde asbestdeskundige

Naam

Getroffen maatregelen

(standaard, asbestcondities, uitgebreide decontaminatie, adenbescherming nathouden)

--

Naam gekwalificeerd veldwerker
Danny Lichtendahl

Paraaf gekwalificeerd
veldmedewerker



Opdrachtgever	Bioclear	
Projectnummer	11.2049	
Projectnummer klant	20114073	
Projectleider + telnr.	Edwin Dijkhuis 050-571 84 55	
Tweede contactpersoon + telnr.	Marcel Postema	
Adresgegevens onderzoekslocatie		
Straatnaam en nummer	Koninginnelaan 105	
Plaats	Apeldoorn	

Checlist LMRA

Last Minute Risico Analyse

(afwijkingen noteren in het veldwerkverslag)

1. Weet ik welk werk ik moet doen en hoe?
2. Heb ik de juiste gekeurde gereedschappen?
3. Heb ik de juiste Persoonlijke Beschermingsmiddelen (PBM's)
4. KLIC-melding aanwezig en volledig
5. Legitimatie

Wordt een vraag met Nee beantwoord?

1. STOP! Start het werk niet
2. Raadpleeg je leidinggevende (leg dit vast)
3. Neem maatregelen
4. Start / hervat het werk

- Meld in alle gevallen (mogelijke) risico's aan de leidinggevende)
- Zorg dat je altijd op de hoogte bent van de geldende veiligheidsmaatregelen en hoe te handelen bij een calamiteit / noodsituatie

Contact gehad met:

Hoe laat	Met wie	Notitie (waarover)

Naam gekwalificeerd veldwerker
Danny Lichtendahl

Paraaf gekwalificeerd
veldmedewerker



Projectgegevens

Projectcode: 20114073

Kenmerken

Projectnaam	Koninginnelaan, Apeldoorn	Datum
Locatie	Apeldoorn	

Opdrachtgever

Naam	Bioclear
Contactpersoon	

Projectleider/boormeester

Projectleider	E. Dijkhuis
Boormeester	Danny Lichtendahl
Laboratorium	

Locatie

Contactpersoon	
Telefoon	
Plaats	
Straat	
Huisnummer	
Postcode	
Gemeente	
Provincie	
	X
	Y

Aantallen

Meetpunten	3
Totale diepte (m)	19
Casing (m)	
Potten	5
Peilbuizen	2
Straatpotten	2
Watermonsters	2
Flessen	2

Hypothese:

Eindconclusie:

Algemene meetpuntgegevens

Projectcode: 20114073

<i>Meetpnt</i>	<i>Deelloc.</i>	<i>Datum</i>	<i>Diepte</i>	<i>X</i>	<i>Y</i>	<i>MVh</i>	<i>Ref.</i>	<i>MVtype</i>	<i>GWS</i>	<i>GLG</i>	<i>GHG</i>	<i>Srt</i>
50.2		21-11-2011	650				MA	TL				P
chemox		21-11-2011	600				MA	TL	180			B
20		21-11-2011	650				MA	TL	184			P

Laaggegevens

Projectcode: 20114073

Meetpunt chemox

<i>Van</i>	<i>Tot</i>	<i>Hnm</i>	<i>Toevoeging</i>	<i>Sys</i>	<i>BzB</i>	<i>OW</i>	<i>Geur</i>	<i>PID</i>	<i>Kleur</i>	<i>K</i>	<i>Opmerking</i>
0	5			ED							tegel
5	70	Z3	S2G1H2	ED	WO1BA6	0			DRBR BR		
70	110	Z4	S1G1H1	ED		0			DRBR BR		
110	190	Z3	S1	ED		0			LIBR BR		
190	220	Z3	S2H3	ED		0			DRBR BR		
220	260	Z3	S1H1	ED		0			NEBR BR		
260	470	Z3	S1	ED		0			NEGR GR		
470	600	Z3	S1	ED	LE9	0			NEGR GR		humeuze leemlaagjes

Monstergegevens

Projectcode: 20114073

Meetpunt 50.2

<i>Veldmonster</i>	<i>Van</i>	<i>Tot</i>	<i>Geroerd</i>	<i>Datum</i>	<i>Barcode</i>	<i>Verpakking</i>

Meetpunt chemox

<i>Veldmonster</i>	<i>Van</i>	<i>Tot</i>	<i>Geroerd</i>	<i>Datum</i>	<i>Barcode</i>	<i>Verpakking</i>
1	400	450	J	21-11-2011	Y3394536O	
2	450	470	J	21-11-2011	Y3394538	
3	470	500	J	21-11-2011	Y3394531	
4	500	550	J	21-11-2011	Y3394537	
5	550	600	J	21-11-2011	Y3394541	

Meetpunt 20

<i>Veldmonster</i>	<i>Van</i>	<i>Tot</i>	<i>Geroerd</i>	<i>Datum</i>	<i>Barcode</i>	<i>Verpakking</i>

Peilbuizen, watermonsters en flessen

Projectcode: 20114073

Meetpunt 50.2

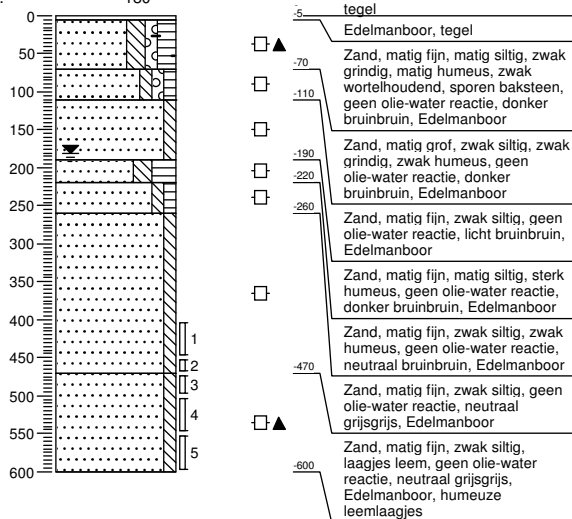
Peilbuis	F.Van	F.Tot	T.o.v.	BOPB		Maaivld		T.o.v	Lengte	WWV	Diameter			Materiaal		
1	550	650	BO					MA						HDPE		
Waterm.	Datum	GWS	Vr.P.	Typ. P.	Opbr.	Drijf	Kleur	Geur	PID	Helderh	Min Ec	Ec	Eh	pH	Spoelsn./Tijd	Temp
50.2-1-1	21-11-2011		12				H			H		351		5,15	/	12
geen gws dit is een minifilter																
Fles		Barcode		Opmerking						Type		Gefiltreerd		Conservering		
1		F5623148														

Meetpunt 20

Peilbuis	F.Van	F.Tot	T.o.v.	BOPB		Maaivld		T.o.v	Lengte	WWV	Diameter			Materiaal		
1	550	650	BO					MA						HDPE		
Waterm.	Datum	GWS	Vr.P.	Typ. P.	Opbr.	Drijf	Kleur	Geur	PID	Helderh	Min Ec	Ec	Eh	pH	Spoelsn./Tijd	Temp
20-1-1	21-11-2011	184	12				H			H		385		7,12	/	11
	Fles		Barcode		Opmerking						Type		Gefiltreerd		Conservering	
	1		F5623144													

Boring: chemox
Maaiveld

X:
Y:
Datum: 21-11-2011
GWS: 180



Lokatiennaam: Apeldoorn
Projectnaam: Koninginnelaan, Apeldoorn
Projectcode: 20114073
Schaal 1: 100
Opdrachtgever: Bioclear

getekend volgens NEN 5104

Voor Akkoord



Bijlage 3 Rapportage haalbaarheidsonderzoek
Arcadis

**HAALBAARHEIDSONDERZOEK IN-SITU
CHEMISCHE OXIDATIE, KONINGINNELAAN TE
APELDOORN**

BIOCLEAR B.V.

3 januari 2012
: - Definitief
B03031.000639.



Inhoud

1	Inleiding	2
1.1	Doelstelling van het onderzoek	2
1.2	Leeswijzer	2
2	Selectie oxidant	3
3	Resultaten	5
3.1	Grond	6
3.2	Grondwater	7
3.3	Buffercapaciteit van de bodem	7
3.4	Behandelbaarheidstesten	8
3.5	Matrixbehoefte	9
4	Conclusies	10
	Colofon	11

HOOFDSTUK 1 Inleiding

Ter plaatse van de Koninginnelaan 105 te Apeldoorn is de bodem verontreinigd met gechloreerde koolwaterstoffen. Bodemcentrum is voornemens de bodem te saneren en heeft Bioclear gevraagd een saneringsplan op te stellen.

De voorgestelde saneringsaanpak bestaat uit het toepassen van gestimuleerde biologische afbraak (verzadigde zone) in combinatie met BLE (onverzadigde zone). De enige onzekerheid betreft de biologische aanpak van de puur productzone. Dit is weliswaar biologisch mogelijk, maar kan lang duren. Daarom heeft Bioclear voorgesteld deze zone middels chemische oxidatie aan te pakken en gestimuleerde afbraak in te zetten als polishing step. Bioclear wil, voorafgaande aan het opstellen van het saneringsplan, de haalbaarheid van ISCO nader vaststellen middels een laboratoriumonderzoek.

In opdracht van Bioclear heeft ARCADIS In-Situ Technieken dit ISCO haalbaarheidsonderzoek uitgevoerd.

In deze rapportage worden de resultaten van dit onderzoek weergegeven.

1.1

DOELSTELLING VAN HET ONDERZOEK

Dit onderzoek is toegespitst op de volgende aspecten:

- Selectie van het meest geschikte oxidant;
- De behandelbaarheid van de bronzone door middel van in-situ chemische oxidatie;
- De matrixbehoefte van de bodem voor waterstofperoxide en natriumpersulfaat;
- De buffercapaciteit van de bodem;
- De aanwezigheid van in de bodem van nature voorkomende katalyserende stoffen.

1.2

LEESWIJZER

In hoofdstuk 2 wordt kort ingegaan op de selectie van het type oxidant. In hoofdstuk 3 worden de resultaten van het onderzoek naar de buffercapaciteit, de haalbaarheid en de matrixbehoefte van de bodem behandeld. Tot slot volgen in hoofdstuk 4 de conclusies van het haalbaarheidsonderzoek.

HOOFDSTUK

2 Selectie oxidant

Het uitgangspunt voor het onderzoek is de vraag van Bioclear naar de mogelijkheden van aanpak van de productzone door middel van chemische oxidatie. Na de chemische oxidatie zal deze zone verder behandeld worden door middel van biologische afbraak.

Om die reden worden het Fenton's reagens en natriumpersulfaat als de meest geschikte oxidatiemiddelen gezien en hierbij verder onderzocht. Van andere type oxidanten (zoals ozon en permanganaat) zijn de effecten op een navolgende biologische sanering minder bekend.

- Het Fenton's reagens is een krachtige oxidant, en in staat om veel verschillende soorten verontreinigingen te oxideren. Bij het Fenton's reagens worden waterstofperoxide en tweewaardig ijzer toegepast (ijzersulfaat). Eventueel kan een chelaat (bijvoorbeeld citroenzuur) worden toegepast om het ijzer beter in oplossing te houden. De levensduur van waterstofperoxide in de bodem is kort (enkele dagen), om deze reden wordt het Fenton's reagens gedurende meerdere dagen, gedurende enkele weken toegepast.
- Natriumpersulfaat is, net als het Fenton's reagens een krachtige oxidant en in staat om veel verschillende soorten verontreinigingen te oxideren. Tijdens de oxidatie door persulfaat ontstaat sulfaat, in beduidend hogere concentraties dan bij het Fenton's reagens. Natriumpersulfaat heeft een langere levensduur dan het Fenton's reagens.

Beide oxidatiemiddelen kunnen toegepast worden voorafgaande aan anaerobe biologische afbraak. Voor beide oxidatiemiddelen geldt dat het anaerobe milieu tijdelijk wordt beïnvloed, waarbij de redoxpotentiaal wordt verhoogd, wat een negatief effect kan hebben op navolgende biologische afbraak. Deze effecten zijn echter slechts tijdelijk en staan een navolgende biologische afbraak niet in de weg.

Wel zijn er enkele verschillen welke worden opgesomd in tabel 1.

Tabel 1

Voor- en nadelen Fenton's reagens en natriumpersulfaat met betrekking tot navolgende anaerobe biologische afbraak

Oxidant	Voordelen	Nadelen
Fenton's reagens	<ul style="list-style-type: none"> - Snelle reactie, reagentia vervolgens weer snel verdwenen; - Zuurstof die ontstaat verdwijnt weer door activiteit micro-organismen - Er blijven geen hoge concentraties sulfaat achter 	<ul style="list-style-type: none"> - Is lastiger toe te passen onder gebouwen of onder een weg - Bodemluchtexttractie nodig - Verhoogde ijzerconcentraties
Natrium persulfaat	<ul style="list-style-type: none"> - Natriumpersulfaat is over langere tijd reactief - Is makkelijker toe te passen onder gebouwen of onder een weg - Kortdurende injectie, de stof blijft lang werkzaam 	<ul style="list-style-type: none"> - Er blijven hoge concentraties sulfaat achter - De hoge sulfaatconcentraties zullen verdwijnen door verdunning en reductie, maar dit duurt langer - Kan niet toegepast worden bij betonnen funderingen - Verhoogde ijzerconcentraties

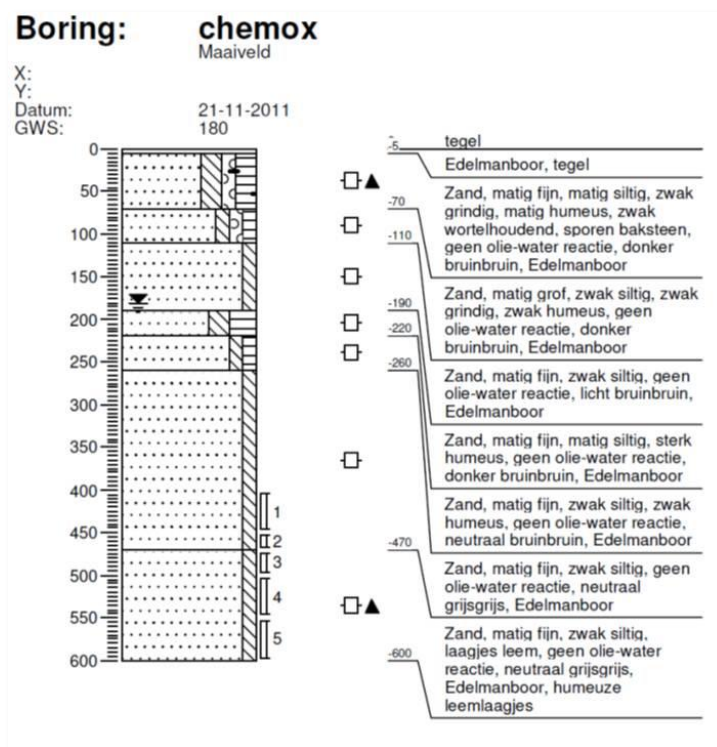
Voor toepassing van chemische oxidatie voorafgaande aan stimulering van anaerobe biologische afbraak wordt in eerste instantie het Fenton's reagens aangeraden omdat hierbij het oxidatieve milieu na afloop van de actieve sanering sneller verdwijnt. Natriumpersulfaat is een alternatief indien de oxidatieve reactie langer in stand gehouden moet worden. Combinaties van deze technieken kunnen ook worden overwogen.

HOOFDSTUK 3 Resultaten

Voor de uitvoering van de haalbaarheidstesten zijn vijf grondmonsters (chemox 1 tot en met 5) aangeleverd en twee watermonsters (peilbuis 20 en 50.2). De grond- en grondwatermonsters zijn door Sailtech genomen op 21 november 2011 in opdracht van Bioclear. De grondmonsters zijn met een edelmanboor genomen in de verzadigde zone op diepte van 4,0 tot 6,0 m-mv.

Afbeelding 1

Boorstaat (bron Sailtech)



In dit hoofdstuk worden de resultaten besproken van het labonderzoek. Aan bod komen enkele eigenschappen van de bodem en grondwater zoals samenstelling, gehalte carbonaten en aanwezigheid beschikbaar ijzer, de buffercapaciteit, behandelbaarheid en matrixbehoefte van de bodem.

3.1

GROND

In deze paragraaf worden de gegevens van de grondmonsters weergegeven.

Tevens is het resultaat weergegeven van indicatieve tests ter bepaling van de aanwezigheid van carbonaten. Carbonaten kunnen het verlagen van de pH belemmeren, welke voor een optimale Fenton reactie nodig is.

Daarnaast zijn de grondmonsters ook getest op de aanwezigheid van beschikbaar ijzer. Ook de resultaten van deze test zijn in deze tabel te vinden. De aanwezigheid van beschikbaar ijzer is gunstig omdat het Fenton's reagens uit een combinatie van waterstofperoxide en tweewaardig ijzer bestaat. Van nature aanwezig beschikbaar ijzer bevordert daarom de Fenton's reactie.

De carbonaten zijn indicatief gemeten door middel van een bruistest met zuur. Het ijzergehalte is bepaald door de grond aan te zuren en het vrijkomende ijzer te bepalen met behulp van een teststick.

In tabel 2 is een beschrijving van de grondmonsters weergegeven. De gegevens van de eerste vier kolommen zijn afkomstig uit de geleverde boorbeschrijving. In de vijfde en zesde kolom zijn de resultaten van de indicatieve testen weergegeven.

Tabel 2

Beschrijving
grondmonsters en
resultaat indicatieve testen

Boring	Diepte (m/mv)	Beschrijving bodemtype	Zintuigelijke waarneming	Gehalte carbonaten (indicatief)	Aanwezig beschikbaar ijzer
Chemox 1	4,0-4,5	Zand, matig fijn, zwak siltig	Geen olie-waterreactie	Geen / zeer laag	Niet aanwezig
Chemox 2	4,5-4,7	Zand, matig fijn, zwak siltig	Geen olie-waterreactie	Geen / zeer laag	Niet aanwezig
Chemox 3	4,7-5,0	Zand, matig fijn, zwak siltig, laagjes leem	Geen olie-waterreactie	Geen / zeer laag	Niet aanwezig
Chemox 4	5,0-5,5	Zand, matig fijn, zwak siltig, laagjes leem	Geen olie-waterreactie	Geen / zeer laag	Niet aanwezig
Chemox 5	5,5-6,0	Zand, matig fijn, zwak siltig, laagjes leem	Geen olie-waterreactie	Geen / zeer laag	Niet aanwezig

Het monster Chemox 4 bevat meer leem dan aangegeven in bovenstaande tabel. Het is mogelijk dat dit monster is genomen van een leemlaagje zoals weergegeven in de boorbeschrijving.

Uit de indicatieve testen blijkt dat carbonaten niet of in zeer lage gehalten aanwezig zijn. In welke mate deze carbonaten een rol spelen is nader bepaald door middel van een titratietest ter bepaling van de buffercapaciteit van het zandmonster. Deze wordt besproken in hoofdstuk 3.3.

Verder is uit deze testen gebleken dat in het zandmonster geen beschikbaar ijzer aanwezig is.

3.2

GRONDWATER

Van het grondwater is de pH, de hardheid en het gehalte twee- en driewaardig ijzer bepaald. De resultaten zijn weergegeven in tabel 3.

Tabel 3

Resultaten
grondwatermonster

Parameter	Meetpunt 20	Meetpunt 50.2
pH	6,8	5,4
Hardheid	2 °dH	1 °dH
Tweewaardig ijzer	0 mg/l	2 mg/l
Driewaardig ijzer	0 mg/l	< 2 mg/l

De pH van het grondwater is laag tot normaal, de hardheid is laag, en er is niet tot nauwelijks ijzer aanwezig, wat betekent dat er niet tot nauwelijks ijzer beschikbaar is in de bodem voor een oxidatie reactie. Verder is er geen ammonium en fosfaat aangetoond, nitraten zijn in lage concentraties aanwezig (niet opgenomen in de tabel).

3.3

BUFFERCAPACITEIT VAN DE BODEM

De optimale zuurgraad voor de gewenste oxidatiereactie met behulp van het Fenton's reagens ligt tussen pH 3 en pH 5. Bij een hogere pH is het tevens mogelijk een effectieve Fenton reactie te bewerkstelligen, door aanpassing van het injectieregime. De buffercapaciteit van de bodem is daarom belangrijk voor het aansturen van het proces in het veld.

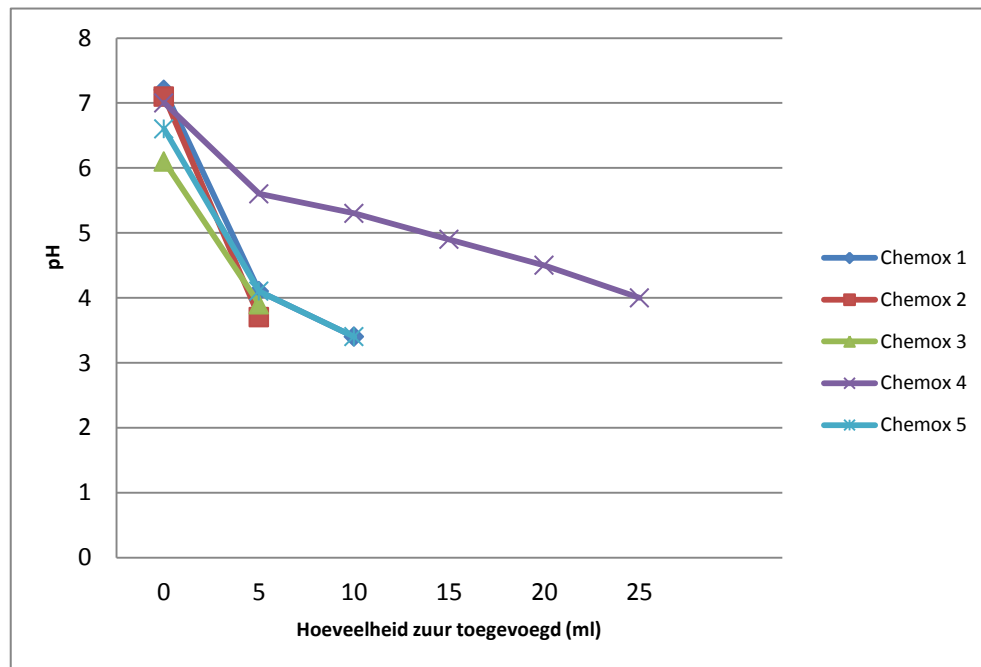
Anderzijds is de buffercapaciteit een maat voor de mogelijkheid van de bodem om de pH-verlaging tijdens een ISCO sanering te kunnen bufferen, met andere woorden; in bodems met een hoge buffercapaciteit stijgt de pH weer snel tot normale waarden na uitvoering van de sanering, in bodems met een lage buffercapaciteit is het belangrijk om de pH tijdens uitvoering niet te ver te verlagen. Bovendien is een neutrale pH is van belang voor een navolgende anaerobe afbraak.

De buffercapaciteit van de bodem is bepaald om een indruk te verkrijgen van de mogelijkheden om de pH te kunnen verlagen. Hiertoe is een titratietest uitgevoerd. De titratietest is uitgevoerd met 100 gram grondmonster waaraan een zuur met een pH van 2 is toegevoegd.

De resultaten van de titratietest zijn weergegeven in onderstaande figuur 1.

Figuur 1

Resultaat titratietesten



De pH daalt sterk als gevolg van de toevoeging van zuur. Het monster Chemox 4, waarin zich meer leem bevindt (zie tabel 2) heeft een iets hogere bufferende werking dan de overige zandige monsters. De hoeveelheid zuur die nodig is om de pH te laten dalen tot pH 4 is laag. Dit houdt in dat er weinig extra zuur toegevoegd hoeft te worden voor een goed verloop van de Fenton reactie. Daarnaast is het belangrijk om de pH goed te monitoren tijdens uitvoering van de sanering.

3.4

BEHANDELBAARHEIDSTESTEN

Behandelbaarheidstesten zijn uitgevoerd om de intensiteit van de reactie na de toevoeging van waterstofperoxide als chemische oxidant te bepalen. Hierbij wordt bepaald of de bodem grote hoeveelheden oxidant kan ontvangen (wat uiteindelijk de injectiesnelheid bepaalt). Daarnaast is getest of er stoffen in de bodem aanwezig zijn, die van nature de Fenton's reactie kunnen katalyseren. Dit zijn indicatieve testen, er wordt enkel gekeken naar de reactie. De test op aanwezigheid van natuurlijk oxidatoren is een door ARCADIS In-Situ Technieken ontwikkelde techniek. Op basis van een kleurreactie wordt de aanwezigheid van natuurlijk katalysatoren zichtbaar gemaakt.

Tabel 4

Resultaten

behandelbaarheidstesten

Grondmonster	Reactie met oxidant	Natuurlijke katalysator aanwezig
Chemox 1	Komt traag op gang, heel rustig	Laag
Chemox 2	Komt traag op gang, heel rustig	Laag
Chemox 3	Komt traag op gang, heel rustig	Laag
Chemox 4	Direct, verloopt rustig	Laag tot matig
Chemox 5	Direct, verloopt rustig	Laag

Uit tabel 2 blijkt dat bij de monsters Chemox 4 en 5 de reactie rustig verloopt. Van de overige monsters (Chemox 1, 2 en 3) komt de reactie heel traag op gang maar verloopt uiteindelijk wel. Verder kan worden gesteld dat er natuurlijke katalysatoren aanwezig zijn maar in lage tot zeer lage hoeveelheden. De hoeveelheid is beperkt en dit betekent dat toevoegen van katalysatoren gewenst is. De reactie kan door toevoegen van katalysatoren vertraagd en versneld worden.

3.5

MATRIXBEHOEFTE

Het oxidatiemiddel Fenton's reagens, reageert niet alleen met de verontreiniging, maar kan ook met andere bodembestanddelen reageren zoals (an)organische componenten. Om een verontreiniging effectief te kunnen oxideren zal tenminste aan de matrixbehoefte van de bodem moeten worden voldoen. Voor de matrixbehoefte zijn drie monsters geselecteerd op basis van diepte, bodemtype en kalkgehalte:

- Het leem bevattende monster (Chemox 4);
- Een monster uit de zandige bovenlaag (Chemox 2);
- Een monster onder de leembevattende laag (Chemox 5).

De matrixbehoefte voor waterstofperoxide is bepaald na 24 en 48 uur. Voor natriumpersulfaat is deze bepaald na 24, 48 en 168 uur.

Tabel 5

Matrixbehoefte na 48 en 168 uur

Grondmonster	H ₂ O ₂ (g/kg grond) (48 uur)	Na ₂ S ₂ O ₈ (g/kg grond) (168 uur)
Chemox 2	< 0,1	< 0,1
Chemox 4	< 0,1	< 0,1
Chemox 5	< 0,1	< 0,1

De matrixbehoefte is bepaald door verschillende hoeveelheden oxidatiemiddel aan de monsters toe te voegen. Hieruit bleek dat de behoefte van de monsters voor zowel waterstofperoxide als natriumpersulfaat zeer laag was (<0,1 g/kg). Een lage matrixbehoefte heeft een gunstig effect op de totale hoeveelheid oxidatiemiddel dat ingezet moet worden.

HOOFDSTUK

4 Conclusies

ARCADIS Nederland B.V. heeft in december 2011 een haalbaarheidsonderzoek uitgevoerd voor In-Situ Chemische Oxidatie van de bodem van de locatie Koninginnelaan 105 te Apeldoorn. Het onderzoek is opdracht van Bioclear uitgevoerd.

De volgende conclusies zijn op basis van de resultaten te trekken:

- De grondmonsters bevatten geen tot zeer weinig carbonaten;
- De pH van de grondmonsters is door toevoeging van zuur makkelijk te verlagen tot een voor Fenton oxidatie gunstige waarde.
- De grond en het grondwater bevatten weinig tot geen beschikbaar ijzer;
- De reactie van de oxidatiemiddelen, (waterstofperoxide en natriumpersulfaat) met de grondmonsters verloopt rustig
- Er zijn van nature weinig tot geen stoffen in de bodem aanwezig, die de Fenton reactie kunnen katalyseren;
- De behoefte van de grondmonsters voor de oxidatiemiddelen is laag, wat een gunstig effect heeft op de totale hoeveelheid oxidatiemiddel die ingezet zal worden.

Uit de resultaten kan geconcludeerd worden dat de geochemie van de monsters geschikt is voor een sanering met behulp van In-Situ Chemische Oxidatie met het waterstofperoxide en natriumpersulfaat. Door het weinige beschikbare ijzer zal voor het Fenton reagens extra ijzer toegevoegd moeten worden om tot een goede Fenton reactie te komen.

Voor toepassing van chemische oxidatie voorafgaande aan stimulering van anaerobe biologische afbraak wordt in eerste instantie het Fenton's reagens aangeraden omdat hierbij het oxidatieve milieu na afloop van de actieve sanering sneller verdwijnt. Natriumpersulfaat is een alternatief indien de oxidatieve reactie langer in stand gehouden moet worden. Combinaties van deze technieken kunnen ook worden overwogen.

Colofon

HAALBAARHEIDSONDERZOEK IN-SITU CHEMISCHE OXIDATIE, KONINGINNELAAN TE APELDOORN

OPDRACHTGEVER:

Bioclear B.V.

STATUS:

Definitief

AUTEUR:

H.J.M. Janssen

GECONTROLEERD DOOR:

Tessa Pancras

Geert Wijn

VRIJGEGEVEN DOOR:

Geert Wijn

3 januari 2012

:

ARCADIS NEDERLAND BV

Het Rietveld 59a

Postbus 673

7300 AR Apeldoorn

Tel 055 5815 999

Fax 055 5815 599

www.arcadis.nl

Handelsregister 9036504

©ARCADIS. Alle rechten voorbehouden. Behoudens uitzonderingen door de wet gesteld, mag zonder schriftelijke toestemming van de rechthebbenden niets uit dit document worden vervoelvoudigd en/of openbaar worden gemaakt door middel van druk, fotokopie, digitale reproductie of anderszins.

Bijlage 7 Nadere uitwerking saneringstechnieken

1. Ontgraven

Ontgraving is een beproefde techniek. De aanwezigheid van bebouwing maakt dat ontgraven op de locatie Koninginnelaan te Apeldoorn slecht uitvoerbaar is. Omdat eventueel puur product en daarmee de grootste vracht aan verontreiniging zich bevindt op grote diepte, 5-8 m-mv, zal de ontgraving moeten plaatsvinden in zowel de onverzadigde als de verzadigde zone. Om in den droge te kunnen ontgraven is tevens bronbemaling benodigd waarbij het opgepompte grondwater gezuiverd dient te worden. Ontgraven tot deze diepte is, gezien de hiervoor noodzakelijke grondwaterstandverlaging van 6 meter, praktisch niet uitvoerbaar.

Er kan voor gekozen worden om alleen de onverzadigde zone op het perceel van Koninginnelaan 105 te ontgraven. De ontgraving dient echter onder een talud plaats te vinden waardoor er een restverontreiniging zal achterblijven.

2. Pump & treat

Pump & treat is een intensieve techniek waarbij het verontreinigde grondwater wordt opgepompt, bovengronds behandeld en geloosd. Het is een beproefde, relatief eenvoudige techniek voor de verwijdering van mobiele grondwaterverontreinigingen.

Om alle verontreiniging te verwijderen moet het verontreinigde bodemvolume een aantal malen worden doorspoeld. Het aantal maal dat de bodem moet worden doorspoeld is, naast de concentratie verontreiniging in grond en grondwater, afhankelijk van de mate waarin de verontreiniging retardeert. De verontreiniging bestaat hoofdzakelijk uit PER. De retardatiefactor bedraagt op basis van een organisch stofgehalte van 0,5 % 6,4. De verontreiniging retardeert dus sterk. Ook dient de bodem voldoende doorlatend te zijn om effectief grondwater te kunnen onttrekken. Hoewel de bodem naar verwachting voldoende doorlatend is, is de effectiviteit van Pump&Treat op deze locatie beperkt door het feit dat de PER verontreiniging sterk retardeert, er sprake is van puur product van waaruit nalevering van PER naar het grondwater plaatsvindt en het feit dat de verontreiniging zich deels in de onverzadigde zone bevindt. De VOCl-verontreiniging in de onverzadigde zone wordt met deze techniek niet aangepakt.

3. Persluchtinjectie in combinatie met bodemluchtextractie

Persluchtinjectie is een fysische methode om vluchtige verontreinigingen uit de bodem (zowel de onverzadigde als de verzadigde zone) te verwijderen. Persluchtinjectie (strippen) is toepasbaar voor verontreinigingen met een dampspanning boven de 10^{-3} atmosfeer en in goed doorlatende bodems. De dampspanning van PER ($1,88 \times 10^{-2}$ atmosfeer) voldoet hier aan. Dit betekent dat de verontreiniging met PER in theorie middels persluchtinjectie gestript kan worden.

De aanwezigheid van zowel compacte lagen en de plaatselijke aanwezigheid van een kleilaag op 12 m-mv maken dat persluchtinjectie in de verzadigde zone niet goed uitvoerbaar is. Voor een effectieve persluchtinjectie dienen de filters enkele meters onder de verontreiniging te staan. De kleilaag op 12 m-mv verhindert dit. De aanwezigheid van de compacte lagen maakt verder dat het verspreidingspatroon van de geïnjecteerde lucht moeilijk te voorspellen is. Dit betekent dat persluchtinjectie niet in aanmerking komt als techniek voor het verwijderen van de bronzone.

Bodemluchtexttractie (BLE) is een geschikte techniek om de VOCl verontreiniging in de onverzadigde zone te saneren. De geïnjecteerde lucht dient te worden afgevangen met behulp van de BLE en afgevoerd naar een luchtbehandelingsinstallatie (actief kool). BLE is ook een geschikte techniek om de in de bodemlucht van de onverzadigde zone aanwezige verontreiniging te verwijderen. Naar verwachting is het mogelijk (dit verdient nog wel nader geotechnisch onderzoek) om middels horizontaal gestuurde boringen een BLE systeem aan te leggen onder de bebouwing.

4. Chemische oxidatie

Chemische oxidatie is een intensieve techniek waarbij door het doseren van sterk oxiderende middelen aan de bodem de verontreiniging chemisch wordt afgebroken. Er bestaan meerdere uitvoeringsvormen.

Chemische oxidatie met ozon

Toediening van het gasvormige oxidatiemiddel (ozon) vindt plaats met behulp van een persluchtinjectiesysteem. Deze techniek wordt vooral gebruikt voor het aanpakken van pluimzones. Vanwege de argumenten genoemd bij de bovenstaande paragraaf over persluchtinjectie is dit geen geschikte techniek voor het aanpakken van de bronzone.

Chemische oxidatie met vloeibare oxidatiemiddelen als Fenton's reagens en kaliumpermanganaat

Toediening van vloeibare oxidatiemiddelen vindt plaats door middel van injectie in een dicht grid van vaste injectiefilters omdat de kortwerkende werkzame stof (oxidant) in direct contact moet komen met de verontreiniging. Deze techniek is met name geschikt voor de aanpak van kleinschalige bronzones. Volledige aanpak van de op deze locatie aanwezige bronzone in grond en grondwater is niet mogelijk. Wel is het een geschikte techniek om de zone waarin de grootste vracht aanwezig is (daar waar indicaties zijn voor puur product) aan te pakken. Bij het injecteren dienen de nodige veiligheidsmaatregelen in acht genomen te worden.

5. Biologische afbraak

Afbraak van VOCl treedt van nature op indien de condities gunstig zijn voor het optreden van (an)aerobe afbraak. Dit houdt in dat gelijktijdig wordt voldaan aan de volgende randvoorwaarden:

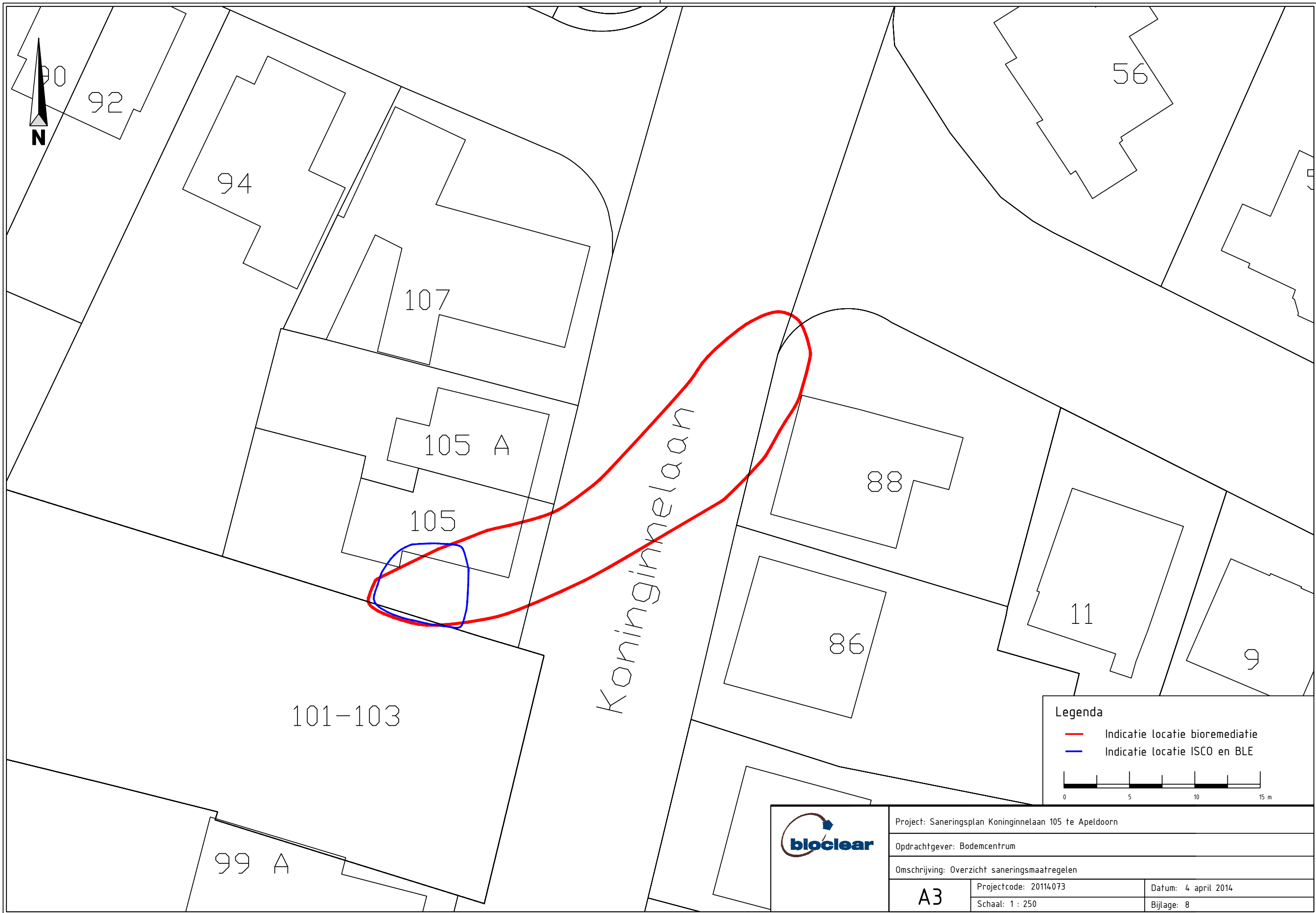
- Sterk gereduceerde omstandigheden (methanogeen)
- Aanwezigheid van voldoende substraat
- Aanwezigheid van geschikte specifiek VOCl afbrekende bacteriën

Op de locatie wordt niet voldaan aan deze voorwaarden. De afbraak kan worden gestimuleerd door het optimaliseren van de afbraakcondities door het doseren van koolstofbron en nutriënten in combinatie met het toedienen van specifiek VOCl afbrekende bacteriën. Dit concept staat bekend als gestimuleerde anaërobe biorestauratie. Voor gestimuleerde biologische afbraak van de verontreiniging zijn twee verschillende technieken beschikbaar: directe injecties of rondpompen.

Tijdens het toepassen van directe injectie is een dicht grid nodig zodat de verontreiniging, het substraat en de dechlorerende bacteriën in direct contact met elkaar komen. Omdat een dicht grid nodig is, is deze techniek vooral toepasbaar in de bronzone (en, kostentechnisch gezien, niet in grote pluimen). De aanwezigheid van puur product zorgt er echter voor dat de saneringsduur wordt verlengd, er vindt namelijk langdurig nalevering van verontreiniging plaats. De saneringsduur is afhankelijk van de aanwezige vracht. Deze is in geval van de aanwezigheid van puur product van te voren lastig te bepalen. Het is met deze techniek mogelijk om onder panden injecties uit te voeren (schuin vanaf de voorgevel). De onverzadigde zone wordt middels deze techniek niet aangepakt.

Rondpompen van het grondwater en toevoegen van substraat (en bacteriën) is een mogelijke saneringsvariant voor het aanpakken van pluimen. Het ontwerp wordt aangepast op de specifieke kenmerken van de locatie. Hierbij wordt dus rekening gehouden met de verschillende scheidende lagen die aanwezig zijn. De locatie dient vrij toegankelijk te zijn voor het aanleggen van de infiltratie- en onttrekkingsputten en de daarbij horend leidingwerk. Het is onbekend of deze techniek geschikt is voor het aanpakken van puur product, dit is in de praktijk niet toegepast. Ook de onverzadigde zone kan middels deze techniek niet worden aangepakt. De bronzone (puur product) moet dus met een andere saneringstechniek (directe injectie of chemische oxidatie) aangepakt worden.


Bijlage 8 Indicatie van de locaties van de uit te voeren saneringsmaatregelen



Legenda

- Indicatie locatie bioremediatie
- Indicatie locatie ISCO en BLE

0 5 10 15 m

	Project: Saneringsplan Koninginnelaan 105 te Apeldoorn		
	Opdrachtgever: Bodemcentrum		
	Omschrijving: Overzicht saneringsmaatregelen		
	A3	Projectcode: 20114073 Schaal: 1 : 250	Datum: 4 april 2014 Bijlage: 8