



## Sanering locatie 'Den Oudsten'

**Document:** Plan van Aanpak

**Kenmerk:** MGAC141413

**Onderdeel:** Aanbestedingsfase

**Datum:** 14 juli 2015

**Sterk in ontwikkeling**

[www.mourik.com](http://www.mourik.com)

## Inhoudsopgave

1	Inleiding .....	1
1.1	Informatiebronnen .....	1
2	Locatie informatie .....	2
2.1	Algemene informatie .....	2
2.2	Historie .....	2
2.3	Huidig gebruik .....	2
2.4	Toekomstig gebruik .....	3
2.5	Bodemopbouw en geohydrologie .....	3
2.6	Verontreinigingssituatie .....	4
3	Saneringstechniek en –doelstelling .....	6
3.1	Saneringstechniek .....	6
3.2	Saneringsdoelstelling .....	6
4	Saneringsmethode .....	9
4.1	Deellocatie D .....	9
4.2	Deellocatie G .....	9
4.3	Deellocatie oplosmiddelen .....	9
4.4	Globale planning .....	13
5	Risicomanagementplan .....	14
5.1	Risicomanagement .....	14
5.2	Risicoanalyse .....	14
5.3	Behandeling beheersmaatregelen .....	14
5.4	Risicotabel .....	15
5.5	Top-risico's .....	15
6	Actualisatie onderzoek .....	17

## Bijlagen

Bijlage 1:	Resultaten modelberekeningen pluim;
Bijlage 2:	Berekening benodigde hoeveelheid koolstofbron;
Bijlage 3:	Resultaten modelberekeningen sanering brongebied;
Bijlage 4:	Risicotabel;
Bijlage 5:	Verontreinigingssituatie grondwater juni 2015.



## 1 Inleiding

Er zijn concrete plannen om de voormalige locatie van Den Oudsten aan de Utrechtsestraatweg 112a in Woerden te herontwikkelen.

In het verleden is de locatie verontreinigd geraakt als gevolg van de gevoerde bedrijfsprocessen. Op de locatie zijn een tweetal verontreinigingsbronnen met vluchtige organochloor verbindingen (VOCl's) aanwezig. Tevens is een verontreiniging met minerale olie aangetroffen.

De opdrachtgever, Burgland Projectontwikkeling B.V. (hierna Burgland), heeft aan Mourik Groot-Ammers B.V. (hierna Mourik) gevraagd om een aanbieding te maken voor het saneren van de aanwezige bodemverontreinigingen.

Dit Plan van Aanpak maakt deel uit van onze concept aanbieding voor de sanering op de locatie 'Den Oudsten' aan de Utrechtsestraatweg 112a te Woerden.

In dit Plan van Aanpak wordt in hoofdstuk 2 een beknopte beschrijving van de locatie beschreven, waarbij de historie en de verontreinigingssituatie met name aan bod komen. In hoofdstuk 3 wordt de saneringsmethode en de saneringsdoelstelling beschreven. Daarop volgend wordt in hoofdstuk 4 de beoogde saneringsmethode, werkwijze en het saneringstijdsplan beschreven. Het risicomanagementplan inclusief een risicoregister en beheersmaatregelen worden in hoofdstuk 5 beschreven. In hoofdstuk 6 wordt het actualisatie onderzoek beschreven.

[De belangrijkste wijzigingen ten opzichte van het plan van aanpak van 21 november 2014 zijn in blauwe letters aangegeven.](#)

### 1.1 Informatiebronnen

De aanbieding en het Plan van Aanpak zijn gebaseerd op onderstaande door de opdrachtgever ter beschikking gestelde informatiebronnen:

1. Historisch onderzoek, kenmerk 08030 d.d. 30-10-2008, ReGister;
2. Aanvullend, nader en verificatie onderzoek Utrechtsestraatweg 112a te Woerden, kenmerk R-DVI/061320 d.d. 24-07-2007, Aveco de Bondt;

3. Actualiserend grondwateronderzoek Utrechtsestraatweg 112a (Den Oudsten-terrein) te Woerden, kenmerk R-JOK/1 120292 d.d. 31-08-2012, Aveco de Bondt;
4. Milieukundig onderzoek Utrechtsestraatweg 112a (e.o.) te Woerden, kenmerk R-DVI/2 d.d. 13-03-13, Aveco de Bondt;
5. Vervolgonderzoek (fase 2) Utrechtsestraatweg 112a te Woerden, kenmerk R-DVI/2 131130 d.d. 25-11-2013, Aveco de Bondt;
6. Saneringsonderzoek en –plan op hoofdlijnen Utrechtsestraatweg 112a te Woerden, kenmerk R-DVI/17 d.d. 18-09-2014, Aveco de Bondt;
7. Tekeningen 140365T01 en 140365T02, d.d. 25-06-2014, Aveco de Bondt;
8. [Saneringsonderzoek Utrechtsestraatweg 112a Woerden, kenmerk R-JT/109 d.d. 19-06-2015, Aveco de Bondt;](#)
9. [Nota van inlichtingen – fase 2 van aanbesteding Bodemsanering voormalig Den Oudsten-terrein te Woerden d.d. 30-06-2015;](#)
10. [Email van Dimitri de Vis aan Mourik, d.d. 23-06-2015 tijd 16:46;](#)
11. [Email van Dimitri de Vis aan Mourik, d.d. 3-07-2015 tijd 8:54 met tekening 140365T02;](#)



## 2 Locatie informatie

De informatie over de locatie is gebaseerd op de verkregen informatie van de opdrachtgever. In onderhavige paragrafen wordt onder andere aandacht besteed aan de historie van de locatie, de (regionale-) bodemopbouw en geohydrologie en de verontreinigingssituatie.

### 2.1 Algemene informatie

De locatie ligt aan de Utrechtsestraatweg 112a te Woerden. Het totale oppervlakte van de locatie is circa 6 hectare.



De locatie is voor ongeveer de helft bebouwd met bedrijfspanden en het overige gedeelte is grotendeels verhard (stelconplaten en asfalt). In totaal is circa 4.400 m<sup>2</sup> verhard met asfalt.

### 2.2 Historie

Vanaf 1925 worden op de locatie bussen door Den Oudsten Bussen gebouwd.



Ten behoeve van de assemblage van de bussen vond op het perceel onder andere constructiewerk, het vervaardigen en verwerken van polyester, het

(op grote schaal) ontvetten van metaal en het verven en spuiten van onderdelen plaats.

Gedurende de periode dat er bussen gebouwd zijn hebben diverse uitbreidingen en wijzigingen van de indeling van het terrein plaatsgevonden.

De bussen werden tijdelijk gestald op de locatie. Er waren enkele brandstofinstallaties aanwezig op de locatie.



### 2.3 Huidig gebruik

Op de locatie staan diverse bedrijfspanden. In de loop der jaren hebben verschillende uitbreidingen plaatsgevonden.

Na het faillissement van busbouw Den Oudsten in 2003 is het terrein door Maatschap den Oudsten verworven met als doel het gebied te herontwikkelen tot een gemengd gebied van wonen en werken.

Gedurende de achterliggende periode (2003-heden) zijn de diverse bedrijfsgebouwen tijdelijk verhuurd aan diverse gebruikers met een grote diversiteit aan bedrijfsactiviteiten waaronder opslag van voertuigen, vaartuigen en handelsgoederen, metaalbewerking, matrassen recycling en productie van machines.

In deze periode heeft geen nieuwbouw of uitbreiding plaatsgevonden en zijn slechts de bestaande opstallen in stand gehouden. Door een storm is hal 2 verloren gegaan. Alleen de betonvloer is hier nog aanwezig. Door een brand is een deel van de huidige bebouwing aan de zuidwestzijde van de locatie verloren gegaan.



## 2.4 Toekomstig gebruik

Het gebied zal gefaseerd worden getransformeerd tot een woonwijk aan de westzijde enerzijds en een gemengde strook van wonen en werken of wonen aan de oostzijde.

De doorlooptijd van het project en de fasering hangt af van de marktvraag. Het uitgangspunt is dat het huidige braakliggende zuidelijke deel van de locatie tot een afstand van 25 meter van de bestaande aan de noordzijde gelegen bebouwing als eerste fase als geheel zal worden ontwikkeld.

De bestaande bebouwing en verharding aan de zuidzijde van de locatie zal hiervoor worden verwijderd. De bebouwing aan de noordzijde zal nadat de eerste fase van het nieuwbouwplan is gerealiseerd worden gesloopt (al dan niet gefaseerd).



## 2.5 Bodemopbouw en geohydrologie

### 2.5.1 Regionaal

De regionale bodemopbouw kan geohydrologisch worden geschematiseerd zoals weergegeven in tabel 1.

Tabel 1: Regionale bodemopbouw

Diepte (m-mv)	Samenstelling	Geohydrologische eenheid	Parameter
0 – 6	Klei en leem	Deklaag	c = 500 tot 1.000 dagen
6 – 55	Fijn tot grof zand	Eerste watervoerend pakket	kD = 1.800 m <sup>2</sup> /dag
55 – 70	Klei- en slibhoudende zanden	Eerste scheidende laag	c = 4.000 dagen
70 – 140	Matig grof zand	Tweede watervoerend pakket	kD = 3.600 m <sup>2</sup> /dag
>140	Klei en sterk slibhoudende zanden	Hydrologische basis	c = ∞

De ondiepe bodem tot circa 6 m -mv wordt gerekend tot de Holocene deklaag (Westland Formatie). De verticale hydraulische weerstand van deze laag onder de bebouwde kom in Woerden wordt geschat op 500 à 1.000 dagen. Regionaal gezien neemt in westelijke richting de weerstand van de deklaag toe, terwijl in oostelijke richting de weerstand juist afneemt.

Het eerste watervoerend pakket bestaat uit bovenpleistocene afzettingen van de Formaties van Twente, Kreftenhye, Urk en Sterksel. Het pakket is ter plaatse circa 50 m dik en het doorlaatvermogen bedraagt circa 1.800 m<sup>2</sup>/dag. Regionaal varieert het doorlaatvermogen tussen 1.000 en 2.000 m<sup>2</sup>/dag. Onder het eerste watervoerend pakket ligt de eerste slecht doorlatende laag. Deze is opgebouwd uit de kleiige afzettingen van de Formatie van Kedichem. De hydraulische weerstand van deze laag is circa 4.000 dagen. Het hieronder gelegen tweede watervoerend pakket heeft ter plaatse een doorlaatvermogen van 3.600 m<sup>2</sup>/dag (regionaal 3.000 à 4.000 m<sup>2</sup>/dag). Het pakket is opgebouwd uit de zandige afzettingen van de Formaties van Harderwijk, Tegelen en Kedichem. De hydrologische basis bestaat uit de kleilagencomplexen van de Formaties van Oosterhout en Maassluis.

Voor de grondwaterstroming in het eerste watervoerend pakket zijn regionaal drie elementen aanwezig die bepalend zijn, namelijk de Utrechtse Heuvelrug, de grote droogmakerijen ten noordwesten van Woerden (polder Groot-Mijdrecht, polder Nieuwkoop, polder Vierambacht en Haarlemmermeer polder) en de Lek. In de omgeving van Woerden domineert de invloed van de droogmakerijen, waardoor sprake is van noordwestelijk stromingsrichting.

### 2.5.2 Lokaal

Uit de boorstaten van de diverse onderzoeken die zijn uitgevoerd op de locatie blijkt dat de lokale deklaag (circa 2 meter dik) dunner is dan regionale deklaag (circa 6 meter dik). De grondwaterstand ligt tussen 1 à 1,5 m-mv. Het 1e WVP reikt tot 52 m-mv.



Uit de modelberekening van Aveco de Bondt volgt een stromingssnelheid van 70 m per jaar. Daarbij dient te worden opgemerkt dat verwacht wordt dat de werkelijke stromingssnelheid aanzienlijk lager ligt. Dit heeft de volgende redenen:

- De stromingssnelheid wordt in grote mate bepaald door het verhang van de stijghoogten van het grondwater in het 1e WVP. Er is in deze situatie een relatief groot verhang ten gevolge van de gemeten stijghoogte in peilbuis 2101 ten opzichte van de stijghoogten in de overige peilbuizen. Het stijghoogte verschil tussen de andere peilbuizen en daarmee dus het verhang en de stromingssnelheid is veel lager.
- De kD-waarde (1.800 m<sup>2</sup>/dag) is afgelezen uit regionale grondwaterkaarten. Als echter naar de bodemopbouw gekeken wordt, zoals deze is vastgelegd door middel van de boring ten behoeve van het geplaatste filterset, wordt een kD-waarde van circa 500 m<sup>2</sup>/dag waarschijnlijker geacht.
- Indien de grondwaterstromingssnelheid inderdaad 70 m per jaar zou zijn, zou de verontreiniging aantoonbaar moeten zijn op grote afstand van de locatie wat niet het geval is.

Indien de verplaatsing van de verontreiniging bepaald moet worden, dient de stromingssnelheid gedeeld te worden met de retardatiefactor. Deze is o.a. afhankelijk van de component en het organische stof gehalte van de grond. In onderhavige situatie (CIS en VC in zandige, niet humeuze 1<sup>e</sup> WVP) wordt aangenomen dat de retardatiefactor circa 1,5 tot 2 bedraagt.

Op basis van bovenstaande wordt verwacht dat de (huidige) stromingssnelheid van de verontreiniging eerder tussen 5 – 10 m per jaar ligt.

Er zijn geen peilbuizen ten noorden c.q. noordwesten van de locatie geplaatst. Echter gezien de grondwaterstanden en de aanwezigheid van de Oude Rijn, welke waarschijnlijk als waterscheiding werkt, is ons uitgangspunt dat er geen noordwaartse grondwaterstroming is.

## 2.6 Verontreinigingssituatie

In de ter beschikking gestelde onderzoeken is de bodemkwaliteit van de gehele locatie vastgesteld. In deze paragraaf wordt de verontreinigingssituatie van de te saneren deellocaties beschreven.

Tevens wordt de algemene bodemkwaliteit buiten de verdachte deellocaties beschreven.

### 2.6.1 Algemene bodemkwaliteit

De algemene bodemkwaliteit (bodemkwaliteit niet nabij verdachte deellocaties) stelt geen beperkingen aan het beoogde gebruik van de locatie. Er zijn geen verhoogde gehalten aan asbest in de bodem aangetoond.

Hierbij dient te worden opgemerkt dat gedeelten van de locatie sinds 2007 opnieuw zijn onderzocht in verband met mogelijke eigendomsoverdracht van de betreffende terreindelen. Dit betreft onder andere het parkeerterrein op de noordwestzijde van de locatie (geen verontreinigingen aangetoond).

Daarnaast is het gedeelte aan de voorzijde (zijde Utrechtsestraatweg) opnieuw onderzocht in verband met een voorgenomen eigendomsoverdracht. Daarbij zijn op het gedeelte tussen het pand en de zuidelijke terreingrens sterk verhoogde gehalten aan zware metalen aangetoond. Ten behoeve van de sanering van deze verontreiniging is een BUS-melding verricht. De sanering heeft op dit moment nog niet plaatsgevonden. Deze sanering maakt geen onderdeel uit van ons plan.

### 2.6.2 Deellocatie D

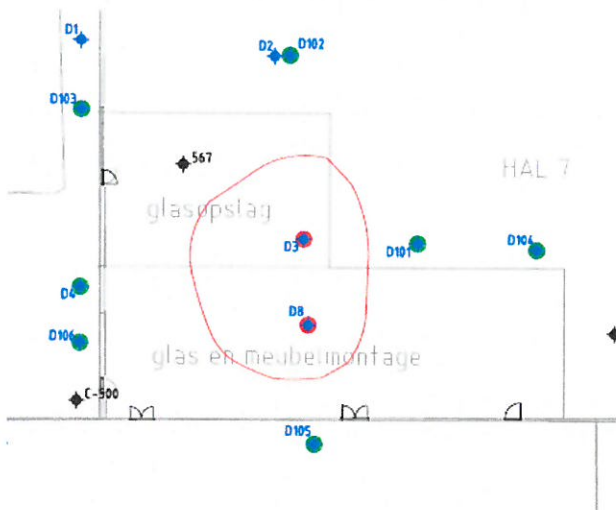
Deellocatie D bevindt zich ter plaatse van hal 7 (glasopslag) en hal 1.

In de grond bevindt zich een matige verontreiniging met minerale olie in de bodemlaag van 2,0 tot 2,5 m-mv. Het volume van de matige verontreiniging is bepaald op circa 15 m<sup>3</sup>.

Op deze deellocatie is een sterke verontreiniging met minerale olie in het grondwater aanwezig. Het volume van de sterke verontreiniging bedraagt circa 240 m<sup>3</sup>. Het betreft daarmee een geval van ernstige bodemverontreiniging. De omvang van de verontreiniging is in verticale richting nog niet vastgesteld.

Op basis van de omvang en de stoffeigenschappen zal de verontreiniging vermoedelijk als niet spoedeisend beoordeeld worden. Gezien de geplande ontwikkeling van de locatie is echter wel sprake van plan spoedeisendheid.





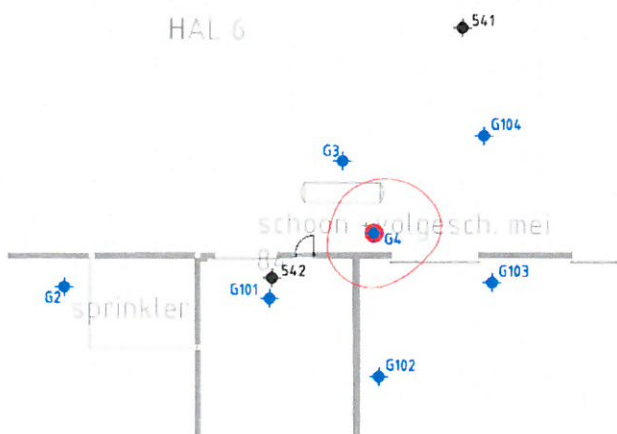
### 2.6.3 Deellocatie G

Deellocatie G bevindt zich ter plaatse van de hallen 3, 4, 5 en 6. Binnen deze deellocatie bevonden zich de volgende bodembedreigende onderdelen: tank, (grond)lakkabine, opslag brandbare stoffen en dompelbaden.

De grond nabij de volgeschuimde ondergrondse tank is over een volume van circa 30 m<sup>3</sup> in sterke mate verontreinigd met minerale olie. Het betreft daarmee een geval van ernstige bodemverontreiniging.

Het grondwater is niet noemenswaardig verontreinigd. De locatie is hiernaar voldoende onderzocht.

Op basis van de omvang en de stoffeigenschappen zal de verontreiniging vermoedelijk als niet spoedeisend beoordeeld worden.



### 2.6.4 Deellocatie oplosmiddelen

Vastgesteld is dat op de onderzoekslocatie een aanzienlijke verontreiniging met VOCl in het grondwater aanwezig is. Er lijken twee bronnen aanwezig te zijn, te weten een voormalig dompelbad in hal 8 en de voormalige grondlakkabine in hal 4. De grond is deels eveneens sterk verontreinigd met VOCl. Bij onderzoek in 2006 zijn tot een diepte van 10 m-mv sterk verhoogde gehalten aan VOCl in de grond aangetoond.

De verontreiniging is perceelgrensoverschrijdend en heeft een omvang van minstens 1 miljoen kubieke bodemvolume. De verontreiniging is tenminste tot 52 m-mv aanwezig.

Er is sprake van een geval van ernstige bodemverontreiniging welke gezien de omvang en de aanwezigheid in het grondwater evident spoedeisend is.

De omstandigheden in de bodem zijn relatief gunstig voor natuurlijke afbraak, maar zijn niet op elke diepte geschikt voor een volledige afbraak van VOCl tot etheen en ethaan. Om dit te bewerkstelligen dient de biologische afbraak gestimuleerd te worden.

In 2012 is de kwaliteit van het grondwater geactualiseerd. Dit had met name betrekking op de VOCl verontreiniging.

De actualisatie is uitgevoerd naar aanleiding van een verzoek van de Provincie Utrecht tot levering van onderzoeksresultaten, maar ook omdat vermoed werd dat stopzetting van grondwateronttrekking in de omgeving van de locatie een verandering van de grondwaterstromingsrichting zou kunnen optreden, waardoor ook de verontreinigingssituatie kan wijzigen (toename doorstroomprofiel, toename verontreinigingscontour).

Op basis van de onderzoeksresultaten wordt geconcludeerd dat de concentraties met afbraakproducten (cis en vinylchloride) in zuidelijke richting zijn toegenomen ten opzichte van 2007. Dit wordt veroorzaakt door natuurlijke afbraak en de stromingsrichting (zuidelijk) van het grondwater. Dit blijkt tevens uit het bodemonderzoek uitgevoerd in juni 2015.



### 3 Saneringstechniek en –doelstelling

#### 3.1 Saneringstechniek

De verontreinigingen in de onverzadigde zone (0-2 m-mv) worden verwijderd door ontgraving.

De verontreinigingen in de verzadigde zone worden verwijderd door het stimuleren van de biologische afbraak.

Biologisch in-situ saneren wordt in Nederland steeds vaker toegepast. In de afgelopen 10 jaar heeft de technologische ontwikkeling niet stilgestaan. Biologische technieken hebben zich meer en meer bewezen als betrouwbare, robuuste en duurzame oplossingen.

Het biologisch behandelen van VOCI verontreinigingen heeft grote voordelen ten opzichte van de traditionele methode (Pump & Treat). Biologisch behandelen is in veel gevallen een sneller, goedkoper en duurzamer alternatief. Vooral bio-augmentatie is daarbij een efficiënte techniek gebleken. Bij bio-augmentatie wordt niet alleen de bodem geschikt gemaakt voor de afbraak van VOCI door het toevoegen van koolstofbron en nutriënten, maar worden ook actieve dechlorerende bacteriën van de soort *Dehalococcoides* aan de bodem toegevoegd. Bij bio-augmentatie technieken gebruikt men daarvoor ofwel een mobiele, bovengrondse bioreactor (ook wel het TCE-concept genoemd) of in het lab gekweekte bacteriën. Daarna treedt de afbraak in de bodem op en kan in enkele jaren tijd de verontreiniging vrijwel volledig worden afgebroken.

Bio-augmentatie is toepasbaar in zandgronden met voldoende doorlatendheid. Momenteel zijn minstens tien locaties in Nederland met deze techniek aangepakt. Daarbij zijn zeer lage restconcentraties behaald. In Den Haag is de techniek op vijf locaties op grote schaal en met succes toegepast (Goudsbloemlaan, Boreelstraat, Wilgstraat, Newtonstraat, P. Buijsstraat). Ook in andere delen van het land zijn saneringen op basis van bio-augmentatie met succes uitgevoerd. Door Mourik zijn/worden de locaties Newtonstraat te Den Haag, Lavans te Helmond, Berendsen te Arnhem en Kojo te Langerak door middel van bio-augmentatie gesaneerd.

#### 3.2 Saneringsdoelstelling

Conform het landelijke en provinciale saneringsbeleid zijn de volgende saneringsdoelstellingen voor de bovengrond en ondergrond geformuleerd:

1. Het wegnemen van blootstellingsrisico's als gevolg van verontreinigingen (immobiel en mobiel) in de grond.
2. Het wegnemen van uitloogrisico's (nalevering) van mobiele verontreinigingen uit de grond naar het grondwater;
3. Het kosteneffectief en milieuhygiënisch saneren van mobiele verontreinigingen in het diepe grondwater (ondergrond), waarbij binnen een periode van 30 jaar een stabiele eindsituatie wordt bereikt.

Indien dit vertaald wordt naar deze locatie, houdt dat het volgende in:

- De immobiele verontreinigingen worden gesaneerd voor zover er contactrisico's voor de beoogde functie bestaan. Dit houdt in dat de immobiele verontreinigingen ofwel duurzaam afgedekt ofwel ontgraven worden. Ook kan gekozen worden voor een ontgraving in combinatie met het realiseren van een leeflaag (buiten scope van dit plan);
- de oliespots, waaronder wordt verstaan minerale olie en aromaten (BTEX), worden in de grond en het grondwater gesaneerd tot beneden de tussenwaarde;
- de bronnen (0-2 en 2-40 m-mv) van de mobiele verontreinigingen (VOCI) zoveel mogelijk worden verwijderd;
- voor het diepe grondwater buiten de bron (pluim) binnen 30 jaar een stabiele eindsituatie wordt bereikt (voor het grondwater zijn geen terugsaneerwaarden geformuleerd aangezien het doel van de sanering niet het bereiken is van een vaste terugsaneerwaarde maar het bereiken van een gewenste situatie).

De nadere uitwerking van de saneringsdoelstelling, met uitzondering van de buiten de scope vallende immobiele verontreinigingen is opgenomen in onderstaande subparagrafen.



### 3.2.1 Definitie bronzone en pluim

#### Bronzone

- Gebied waarin (sterk) verhoogde gehalten in de grond worden aangetoond in verzadigde of onverzadigde zone, en/of:
- Gebied waar (zeer) sterk verhoogde concentraties aan VOCl in het grondwater aanwezig zijn. In de literatuur wordt aangegeven dat een overschrijding van 5% van de maximale oplosbaarheid van een individuele VOCl kan doen vermoeden dat sprake is van puur product.

Zoals aangegeven in de mail van Aveco de Bondt (mail van Dimitri de Vis aan Timo Oud d.d. 18 november 2014 om 15:10 uur) is afgeweken van het saneringsplan en is de 1% oplosbaarheidsgrens van elk van de individuele componenten (PER, TRI, CIS en VC) aangehouden in het gebied van **2 – 40 m-mv als bronzone**. De grenswaarden zijn weergegeven in tabel 2.

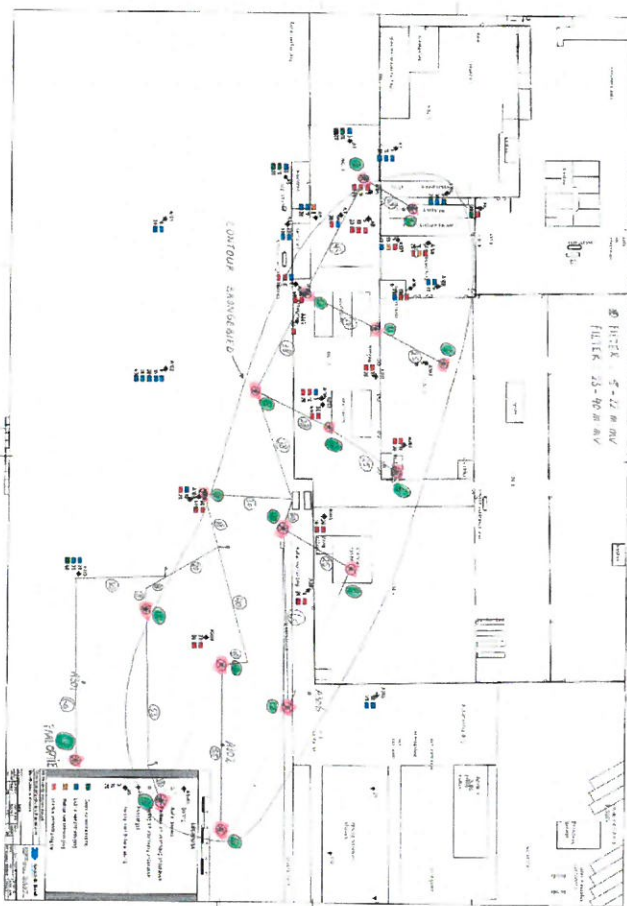
Tabel 2. Grenswaarden voor de definitie van de bronzone (1% van de oplosbaarheid)

Parameter	1% oplosbaarheid in µg/l
Tetrachlooretheen (PER)	1.100
Trichlooretheen (TRI)	11.000
Dichlooretheen (CIS)	8.000
Vinylchloride (VC)	11.000

De bronzone wordt in horizontale richting (x,y) door bovenstaande begrensd en in verticale richting tot **40 m-mv**.

Binnen de bronzone wordt onderscheid gemaakt in een onverzadigde zone (tot grondwaterstand, circa 2 m-mv) en een verzadigde zone (**2-40 m-mv**).

De horizontale begrenzing van de bronzone is weergegeven in figuur 1:



Figuur 1: Deel van de verontreiniging dat actief wordt aangepakt (zie contour brongebied)

Het saneren van de bronzone valt binnen de scope van dit plan van aanpak en de bijbehorende prijsaanbieding.

#### Pluim

Alle verhoogde gehalten en concentraties behorende tot het geval van ernstige bodemverontreiniging die geen onderdeel uitmaken van de bronzone (0-2 m-mv en 2-40 m-mv) behoren tot de pluim van de verontreiniging.

De aanpak van de bronzone heeft een positief effect op het stabiel worden en uitdoven van de pluim. Uit modellering blijkt dat de pluim na uitvoeren van de sanering van het brongebied binnen 30 jaar stabiel wordt. Zie voor de resultaten van de modelberekeningen van de pluim bijlage 1.

Gezien de robuuste aanpak van de sanering van het brongebied wordt een actieve sanering van de pluim niet noodzakelijk geacht.



### 3.2.2 Mobiele verontreinigingen (minerale olie/vluchtige aromaten)

De verontreiniging met olieproducten (minerale olie en vluchtige aromaten) in grond en grondwater op de twee deellocaties worden zoveel als mogelijk verwijderd, waarbij de gehalten worden teruggebracht tot beneden de tussenwaarde. Bij deze terugsaneerwaarde zijn geen onaanvaardbare risico's te verwachten en zal uitloging verwaarloosbaar zijn. De tussenwaarde geldt voor het gehele bodemtraject (maaiveld tot dieper dan 2,0 m -mv). De leeflaag (tot 1 meter minus toekomstig maaiveld) dient echter, gelijk aan de saneringsdoelstelling voor immobiele verontreinigingen, te voldoen aan kwaliteitsklasse Wonen.

Vrijkomende grond met mobiele verontreinigingen wordt, op milieuhygiënisch verantwoorde wijze en volgens geldende richtlijnen, afgevoerd en/of verwerkt en wordt niet op locatie hergebruikt.

### 3.2.3 Sanering bronzones VOCl (0 – 2 m-mv)

Voor de onverzadigde zone (tot aan grondwaterstand; circa 2 m-mv) geldt verwijdering van VOCl tot beneden de tussenwaarde. Momenteel worden twee bronzones van verontreiniging verwacht. Opgemerkt dient te worden dat na sloop van de opstallen en verwijdering van de rioleringen meerdere bronzones geïdentificeerd zouden kunnen worden.

Na de sloop en de sanering van de spots wordt het gehele terrein doorgespit (onder milieukundige begeleiding van Aveco de Bondt) om onbekend spots te traceren om vertraging tijdens de bouw te voorkomen.

### 3.2.4 Sanering bronzones VOCl (2 – 40 m-mv)

Ten aanzien van het bodemtraject 2 - 40 m-mv in de bronzones van de VOCl is de eis dat 95% van de vracht van de verontreiniging wordt gesaneerd. Hiertoe zal de vracht voorafgaand aan de sanering door middel van aanvullend onderzoek en modellering worden vastgesteld. De onderzoeksopzet en de vrachtbepaling zal nader worden uitgewerkt en ter toetsing aan het bevoegd gezag worden voorgelegd.

Na afronding van de werkzaamheden zal het onderzoek en de vrachtbepaling herhaald worden, waardoor de vrachtverwijdering bepaald kan worden.

### 3.2.5 Sanering pluim

Vastgesteld is dat ten gevolge van de verontreiniging geen humane of ecologische risico's aanwezig zijn. De verontreiniging is wel spoedeisend vanwege onaanvaardbare risico's op verspreiding. Deze onbeheersbare situatie dient te worden weggenomen.

Ten aanzien van het diepe grondwater (feitelijk vanaf 2 m-mv; buiten de bronzones) gelden de volgende randvoorwaarden:

- Er dient op den duur een stabiele situatie te ontstaan binnen 30 jaar na start sanering waarbij:
  - o de verspreidingsrisico's zijn opgeheven;
  - o een afnemende trend in concentraties zichtbaar is;
  - o er zonder aanvullende maatregelen geen verstoring van de verontreinigingssituatie (of stabiele eindsituatie) optreedt indien er werkzaamheden worden verricht op of rondom de locatie.
- De ondergrond buiten de oorspronkelijke pluim mag gedurende de sanering als reactorvat worden gebruikt. Dit betekent dat een bepaalde verspreiding in de ondergrond wordt toegestaan (pluimgedrag).
- Er mag geen bedreiging van kwetsbare objecten optreden.
- Ten aanzien van het saneringsverloop worden ijkmomenten ingebouwd. Indien de doelstelling niet wordt, wordt overgegaan op een terugvalsscenario.

De aanpak van de bronzone heeft een positief effect op het stabiel worden en uitdoven van de pluim. [Uit modellering blijkt dat de pluim na uitvoeren van de sanering van het brongebied binnen 30 jaar stabiel wordt. Zie voor de resultaten van de modelberekeningen van de pluim bijlage 1.](#)

[Gezien de robuuste aanpak van de sanering van het brongebied wordt een actieve sanering van de pluim niet noodzakelijk geacht.](#)



## 4 Saneringsmethode

In onderhavig hoofdstuk wordt de saneringsmethodiek van de verschillende deellocaties beschreven.

Alle saneringswerkzaamheden worden uitgevoerd onder de BRL7000 en de daarbij behorende protocollen.

Conform ons kwaliteitssysteem wordt een Kwaliteits-, Veiligheids-, Gezondheids- en Milieuplan (KVGM-plan) opgesteld. In dit KVGM-plan wordt omschreven hoe veilig kan worden omgegaan met de aangetroffen verontreinigingen, hierbij wordt aangesloten bij de CROW132 – Werken in of met verontreinigde grond en grondwater.

### 4.1 Deellocatie D

De aanwezige matige grondverontreiniging wordt ontgraven en verwijderd zodat deze niet meer kan naleveren aan het grondwater.

Om deze verontreiniging te kunnen ontgraven, wordt de bovenliggende grond ontgraven en in depot geplaatst. De grond wordt gekeurd en indien deze voldoet aan de saneringsdoelstellingen zal deze worden hergebruikt op de locatie. Indien de grond niet voldoet, wordt deze afgevoerd naar een erkend verwerker.

Om de verontreinigde grond in den droge te kunnen ontgraven wordt de grondwaterstand door middel van bemaling verlaagd. Het onttrokken grondwater wordt na zuivering geloosd op het riool of het oppervlaktewater.

De ontgraven verontreinigde grond wordt direct afgevoerd naar een erkend verwerker. De ontgraving wordt aangevuld met schone grond en de hergebruikgrond.

Na afronding van de grondsanering wordt de verontreinigingssituatie in het grondwater nader vastgesteld. De verwachting is dat de bemaling een positieve invloed heeft op de grondwaterverontreiniging.

Indien de grondwaterverontreiniging nog niet aan de saneringsdoelstelling voldoet, zal door middel van Pump & Treat een grondwatersanering worden uitgevoerd.

### 4.2 Deellocatie G

De aanwezige grondverontreiniging wordt ontgraven. Tevens wordt de volgeschuimde HBO-tank (20.000 liter) verwijderd en verschroot conform de geldende wet- en regelgeving.

Om de verontreinigde grond en de tank in den droge te kunnen ontgraven, wordt de grondwaterstand door middel van bemaling verlaagd. Het onttrokken grondwater wordt, na eventuele zuivering, geloosd op het riool of het oppervlaktewater.

De ontgraven verontreinigde grond wordt direct afgevoerd naar een erkend verwerker. De ontgraving wordt aangevuld met schone grond.

### 4.3 Deellocatie oplosmiddelen

#### 4.3.1 Onverzadigde zone (0 – 2 m-mv)

Na de sloop en het verwijderen van de verhardingen wordt de locatie over een oppervlakte van circa 5.000 m<sup>2</sup> tot een diepte van 2 m-mv de sanering van de spots wordt het gehele terrein doorgespit (onder milieukundige begeleiding van Aveco de Bondt) om onbekende spots te traceren.

Ter plaatse van de twee geïdentificeerde bronlocaties (bron hal 4 en 8) wordt de verontreinigde ontgraven en afgevoerd naar een erkende verwerker.

De grondwaterstand bevindt zich, afhankelijk van het jaargetijde, op circa 1,5 m-mv.

Om de verontreinigde grond in den droge te kunnen ontgraven, moet de grondwaterstand door middel van bemaling worden verlaagd. Het onttrokken grondwater wordt na zuivering geloosd op het riool of het oppervlaktewater.

De ontgraven verontreinigde grond wordt direct afgevoerd naar een erkend verwerker. De ontgraving wordt aangevuld met schone grond.

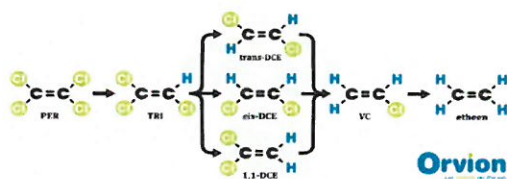


### 4.3.2 Verzadigde zone (2 – 40 m-mv)

De verontreinigingen in de verzadigde zone in de bronzone worden verwijderd door het stimuleren van de anaerobe biologische afbraak.

#### Biologisch principe en afbraakroute

Het biologische principe achter het bio-augmentatie concept is, dat de omstandigheden in de bodem zodanig worden aangepast, dat de gewenste bacteriën van de soort *Dehalococcoides* daarin optimaal kunnen groeien en actief dechloreren. De afbraak vindt plaats langs de route die reductieve dechlorering wordt genoemd en die plaatsvindt onder strikt anaerobe condities. Deze afbraakroute is in figuur 2 weergegeven.



**Figuur 2. Afbraakroute reductieve dechlorering**

Het eerste deel van de afbraakroute (afbraak van PER en TRI tot CIS) is relatief eenvoudig en treedt meestal van nature al op. Er zijn verscheidene bacteriestammen die deze omzetting kunnen uitvoeren en de omstandigheden in de bodem hoeven niet sterk gereduceerd te zijn. De omzetting van CIS en VC naar het onschadelijke etheen (en ethaan) kan echter alleen door bacteriën van de soort *Dehalococcoides sp* worden uitgevoerd. Deze bacteriën stellen specifieke eisen aan hun leefomgeving. Ze hebben sterk gereduceerde omstandigheden nodig (afwezigheid van zuurstof, nitraat en sulfaat) en hebben daarnaast een koolstofbron nodig om de verontreinigingen volledig te kunnen afbreken. Bovendien zijn deze bacteriën in zandgronden vaak in lage aantallen aanwezig.

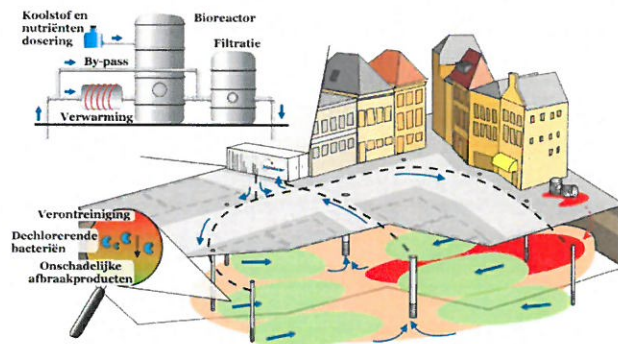
#### Afbraak van gechloreerde ethanen:

Op de locatie komen naast de genoemde gechloreerde ethenen ook gechloreerde ethanen (1,1,1-trichloorethaan en 1,1-dichloorethaan) op de locatie voor. De concentraties van deze stoffen zijn lager dan van de gechloreerde ethenen. Volledige omzetting van deze stoffen is mogelijk onder anaerobe condities.

Het is de verwachting dat deze stoffen tegelijkertijd met de gechloreerde etheen omgezet worden als gevolg van de toevoeging van koolstofbron en nutriënten.

#### Onttrekking en infiltratie om maximale stimulatie te verkrijgen

Omdat een groot bodemvolume moet worden behandeld, wordt gebruik gemaakt van onttrekking- en infiltratie van grondwater. Aan het onttrokken grondwater worden de benodigde koolstofbron, nutriënten en biomassa toegevoegd. Omdat een volledige menging van het bodempakket met koolstofbron en biomassa bereikt moet worden, is een goede dimensionering cruciaal. In deze studie is daarom gebruik gemaakt van geohydrologische modellering van de grondwaterstroming waarin de verspreiding en afbraak van de koolstofbron is meegenomen.



**Figuur 3. Principe saneringsmethode**



**Foto: impressie saneringsinstallatie**



#### 4.3.2.1 Grondwatermodel

Ten behoeve van de onttrekkings-, infiltratie- en stoftransportberekeningen is een driedimensionaal grondwatermodel gemaakt in MODFLOW (Visual Modflow). Er is gebruik gemaakt van de gegevens uit de onderzoeken van Aveco de Bondt, aangevuld met gegevens van het DINOLoket.

Het modelgebied heeft een grootte van 1 bij 1 km. Aan de noordzijde bevindt zich de Oude Rijn, aan de zuidzijde het poldergebied. Het modelgebied is weergegeven in figuur 4.



Figuur 4. Modelgebied grondwatermodel, 1 bij 1 km

De top van het model is gelegd op maaiveld en de basis ligt op 55 m-mv. Het model is opgedeeld in elf lagen. Op basis van het onderzoek uitgevoerd in juni 2015 is de doorlatendheid van de bodemlagen bepaald. Zoals ook door Aveco de Bondt is aangegeven is het waarschijnlijk dat de doorlatendheid van de bodem lager is dan op basis van de regionale gegevens bekend is (Kd-waarde 2.000 m<sup>2</sup>/dag). Op basis van de pompproeven en de zeefkrommen uit het onderzoek van juni 2015 is de K-waarde van de zandlagen bepaald op 20 m/dag. De laagopbouw met de doorlatendheid per bodemlaag is weergegeven in tabel 3. Met dit model zijn de berekeningen aan de onttrekking & infiltratie, de verspreiding en afbraak van koolstofbron uitgevoerd. Voor zover in de bovenste klei/veenlaag significante verontreiniging aanwezig is, dient deze slecht doorlatende laag door ontgraving te worden verwijderd.

Tabel 3. Laagopbouw grondwatermodel Woerden met doorlatendheid (k-waarde)

Laag	Diepte (m+NAP)	Beschrijving laag	K <sub>x,y</sub> (m/dag)	K <sub>z</sub> (m/dag)
1	0 tot 2 m-mv	Klei en veen	0,1	0,01
2 t/m 11	2 tot 55 m-mv	Zand, overwegend matig fijn	20	2

#### 4.3.2.2 Resultaten modelberekeningen

**Onttrekking en infiltratie:** De bronzone in de verzadigde zone wordt volledig biologisch aangepakt tot 40 m-mv. De meest efficiënte manier om dit te realiseren is een aanpak in vijf fases. In elke fase wordt het volledige bodempakket tot 40 m-mv aangepakt. Elke put is voorzien van twee afzonderlijke filters met een filterstelling van 5 – 22 en 23 – 40 m-mv. De putten die in de eerste fase gebruikt worden voor onttrekking van grondwater worden in de tweede fase hergebruikt en omgebouwd tot infiltratieputten. Hetzelfde geldt voor de putten die in de tweede, derde, vierde en vijfde fase worden gebruikt. Op deze manier wordt een effectieve onttrekking en infiltratie gerealiseerd. De fasering is weergegeven in tabel 4.

Tabel 4. Fasering van de onttrekking en infiltratie

Fase	Onttrekking	Infiltratie	Tijdsduur	Totaal ONT	Totaal INF
1	ONTINF 3 t/m 5: 2 m <sup>3</sup> /uur /filter	INF1 en INF2: 3 m <sup>3</sup> /uur/filter	3 mnd	25.920 m <sup>3</sup>	25.920 m <sup>3</sup>
2	ONTINF 6 t/m 8: 3,0 m <sup>3</sup> /uur /filter	ONTINF 3 t/m 5: 3,0 m <sup>3</sup> /uur/filter	3 mnd	38.880 m <sup>3</sup>	38.880 m <sup>3</sup>
3	ONTINF 9 t/m 11: 3,0 m <sup>3</sup> /uur /filter	ONTINF 6 t/m 8: 3,0 m <sup>3</sup> /uur/filter	3 mnd	38.880 m <sup>3</sup>	38.880 m <sup>3</sup>
4	ONTINF 12 t/m 14: 3,0 m <sup>3</sup> /uur /filter	ONTINF 9 t/m 11: 3,0 m <sup>3</sup> /uur/filter	3 mnd	38.880 m <sup>3</sup>	38.880 m <sup>3</sup>
5	ONTINF 15 t/m 16: 3,0 m <sup>3</sup> /uur /filter	ONTINF 12 t/m 14: 2,0 m <sup>3</sup> /uur/filter	3 mnd	38.880 m <sup>3</sup>	38.880 m <sup>3</sup>
		<b>TOT</b>	<b>12 mnd</b>	<b>181.440 m<sup>3</sup></b>	<b>181.440 m<sup>3</sup></b>



De putten krijgen elk twee (afzonderlijk geboorde) filters van 5 tot 22 en van 23 tot 40 m-mv waarbij de genoemde debieten gelijk worden verdeeld over de filters. Onttrekking vindt plaats met deepwellpompen zodat geen intrede van zuurstof plaats kan vinden. De ligging van de putten voor onttrekking en infiltratie is weergegeven in figuur 5.



Figuur 5. Ligging putten (elke put twee filters)

De filters INF en INF2 worden alleen gebruikt voor infiltratie. De filters ONTINF3 t/m 16 worden gebruikt voor onttrekking en vervolgens omgebouwd tot infiltratiefilter in de volgende fase. Het infiltratiedebiet wordt gelijk verdeeld over alle filters door gebruik te maken van infiltratielansen, die dezelfde drukval in elk filter realiseren. De verzamelleidingen moeten een voldoende diameter hebben zodat de drukval over de lengte van de leidingen minimaal is. De infiltratielansen en leidingdiameters worden in het detailontwerp nader gedimensioneerd.

#### Doseringen en verspreiding koolstofbron:

Er wordt gewerkt met een gesloten waterbalans: al het onttrokken grondwater wordt geïnfilteerd. Aan het te infiltreren grondwater worden specifieke dechlorerende bacteriën van de soort *Dehalococcoides* toegevoegd. De cellen worden toegevoegd door per fase in de eerste vijf dagen 1 liter bacteriekweek met hoge dichtheid ( $>1 \cdot 10^{10}$  cellen per liter) per dag aan het infiltratiewater te doseren. In totaal wordt dus 25 liter bacteriekweek gedoseerd.

Daarnaast wordt het infiltratiewater voorzien van een koolstofbron (een mengsel van Lactaat en Acetaat met een TOC waarde van 0,2 gram/l) en nutriënten (ammoniumchloride en natriumtripolyfosfaat). De koolstofbron wordt in een concentratie van 200 mg TOC/L aan het infiltratiewater toegevoegd. Dit gebeurt door dagelijkse, discontinue (dus pulsgewijs) dosering van het lactaat/acetaat mengsel. In totaal is circa 28.000 kg TOC (circa 140 m<sup>3</sup> mengsel) aan koolstofbron benodigd.

Als controle op deze hoeveelheid is berekend hoeveel koolstofbron er theoretisch minimaal gedoseerd moet worden voor een volledige omzetting van de in de bronzone aanwezige nitraat, sulfaat en VOCl verontreinigingen. Daarbij is gerekend met de gemiddelde concentraties per fase. In bijlage 2 is deze berekening opgenomen. Hiertoe is de vracht aan nitraat, sulfaat, en VOCl verontreinigingen in de grond en in het grondwater bepaald. Volgens de berekening is in totaal 2.600 kg TOC benodigd. Gezien het feit dat ijzer en VOCl's ook nog aan de grond gehecht zijn (niet meetbaar) en ook afgebroken dienen te worden, wordt een overmaat (minimale factor 5; ervaringsgegeven) gedoseerd. In dit geval wordt een overmaat met meer dan een factor 10 aangebracht.

De koolstofbron dient als voeding voor de reducerende en de dechlorerende micro-organismen. De reducerende micro-organismen maken de omstandigheden in de bodem geschikt voor *Dehalococcoides*, door het consumeren van zuurstof, nitraat, ijzer (III) en sulfaat. Dit is een relatief snel proces dat optreedt met de van nature aanwezige micro-organismen.



Zodra de juiste omstandigheden zijn bereikt, breekt *Dehalococcoides* in de bodem de aanwezige VOCI verontreinigingen af tot het onschadelijke ethaan en/of ethaan. Als de omstandigheden voldoende geschikt zijn gemaakt (zuurstof, nitraat en sulfaat zijn volledig gereduceerd) dan is ook dit proces relatief snel voltooid (enkele maanden tot een jaar).

De verspreiding en afbraak van koolstofbron is met het grondwatermodel gesimuleerd. Daarbij is ook de afbraak van de koolstofbron gesimuleerd. De aanname is dat de afbraak van koolstofbron verloopt met een halfwaardetijd van 70 dagen (eerste-orde afbraaksnelheid van 0,01 /dag). In bijlage 3 zijn de resultaten van de modelberekeningen toegevoegd.

De modelberekeningen geven aan welk gebied actief wordt gestimuleerd met de biologische sanering. Uit de resultaten blijkt dat de beïnvloeding ook tot ruim buiten de bronzone (figuur 1) reikt.

Uitgangspunt bij dit ontwerp is dat de bronzone actief zal worden gesaneerd en de pluimzone stroomafwaarts van de locatie en het grondwater niet actief hoeft te worden aangepakt. De doelstelling voor de pluim is het behalen van een stabiele eindsituatie. Het bereiken van de stabiele eindsituatie in de pluim is geen onderdeel van de aan Mourik gevraagde prestatie. Die betreft het verwijderen van 95% van de vracht in de bronzone zoals hierboven gedefinieerd. Het is echter wel van belang om de bronzone zodanig te saneren, dat hierdoor de haalbaarheid van de stabiele eindsituatie in de pluim maximaal wordt vergroot. In de gepresenteerde aanpak is hiermee rekening gehouden door een groot gebied actief te stimuleren.

De invloed van de sanering reikt tot ruim buiten de aangegeven contour van het brongebied. Het voordeel van deze aanpak is dat veruit het grootste deel van de verontreinigingsvracht wordt verwijderd en dat ook onbekende bronnen worden verwijderd. Na afloop van de sanering stopt daarmee de nalevering naar het diepere en het stroomafwaartse grondwater en daarmee wordt een eindige situatie gecreëerd. Als gevolg van natuurlijke afname wordt op de lange termijn ook de stroomafwaartse verontreiniging verwijderd.

Uit modellering blijkt dat de pluim na uitvoeren van de sanering van het brongebied binnen 30 jaar stabiel wordt. Zie voor de resultaten van de modelberekeningen van de pluim bijlage 1.

Binnen het te saneren gebied dient overeenkomstig het saneringsplan een vrachtverwijdering van tenminste 95% behaald te worden. Met de biologische techniek is dit verwijderingspercentage haalbaar. In praktijk worden in zandgronden rendementen tot boven de 99% behaald.

#### 4.4 Globale planning

De globale concept planning van de sanering ziet er als volgt uit:

- Voorbereiding: 6 maanden;
- Grondsanering: 1 maand;
- Aanleg systeem in-situ sanering: 6 weken;
- Actieve sanering: 1,25 jaar;
- Passieve fase (monitoring): 1 - 2,5 jaar



## 5 Risicomanagementplan

### 5.1 Risicomanagement

Mourik past risicomanagement op al haar projecten toe om mogelijke toekomstige ongewenste gebeurtenissen te beheersen door het tijdig treffen van beheersmaatregelen.

Dit om tijdig bij te sturen op het halen van de projectdoelstellingen, zoals binnen budget en planning blijven.

Voor de sanering locatie 'Den Oudsten' passen wij voor risicomanagement de methode RISMAN toe. Hierbij wordt uitgegaan van de principes dat risicomanagement:

- waarde dient toe te voegen aan het project;
- geïntegreerd is in de processen van de projectorganisatie;
- onderdeel is van de besluitvorming van het projectmanagement;
- onzekerheden expliciet benoemd;
- gestructureerd en tijdig plaats vindt;
- gebaseerd is op de best beschikbare informatie;
- rekening houdt met menselijke en culturele factoren;
- transparant is en iedereen erbij betreft;
- dynamisch en iteratief van aard is en reagerend op veranderingen.

Risicomanagement is een cyclisch proces dat gedurende het project meerdere malen doorlopen zal worden. Minimaal voorafgaand aan het offertetraject, voor de start van de ontwerpwerkzaamheden (ontwerpfase), na afloop van de sloopwerkzaamheden, voor de start van de saneringswerkzaamheden, gedurende de saneringswerkzaamheden en vervolgens voorafgaand aan de nazorgfase.

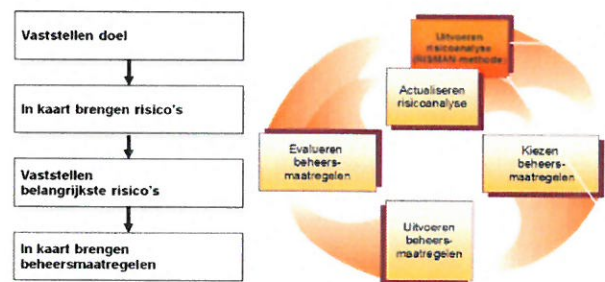
Door de risicoanalyse per fase te beschouwen en af te sluiten wordt voorkomen dat er te lange onbeheersbare lijsten van risico's ontstaan.

Bij risicomanagement worden de onderstaande stappen doorlopen:

- Uitvoeren risicoanalyse;
- Actualiseren risicoanalyse;
- Kiezen van beheersmaatregelen;
- Uitvoeren van beheersmaatregelen;
- Evalueren van beheersmaatregelen.

### 5.2 Risicoanalyse

De risicoanalyse start met het vaststellen van het doel van risicomanagement voor de fase van het project waarvoor de analyse uitgevoerd wordt. Vervolgens wordt met een brainstorm sessie de mogelijke ongewenste gebeurtenissen, oorzaken, gevolgen en de daarbij horende beheersmaatregelen geïnventariseerd. Vervolgens wordt beoordeeld welke partij, opdrachtgever of opdrachtnemer, het beste het risico kan dragen en/of beheersen.



**Figuur 6: Risman Methode**

Voor de bepaling van de grootte van het risico wordt gebruikt gemaakt van kansklassen en gevolgklassen. Zie hiervoor de tabel in bijlage 4.

Gedurende de analyse wordt tevens de relatieve grootte van het risico bepaald door de kans van optreden te vermenigvuldigen met het gevolg voor tijd, geld, veiligheid, kwaliteit en omgeving. Op deze wijze wordt de grootte van het initiële risico bepaald. Daarna wordt op dezelfde wijze de grootte van het restrisico bepaald na het nemen van de vastgestelde beheersmaatregelen.

### 5.3 Behandeling beheersmaatregelen

Bij het bepalen van de beheersmaatregelen wordt in eerste instantie gestreefd naar het voorkomen van de ongewenste gebeurtenis door de oorzaken weg te nemen. In tweede instantie wordt getracht om de gevolgen te mitigeren. Eventueel wordt nog overwogen om het risico over te dragen naar een andere partij, bijvoorbeeld een verzekering.

Voor iedere vastgestelde beheersmaatregel wordt een actiehouder aangesteld die periodiek (wekelijks gedurende de eerste vier weken van een fase en vervolgens maandelijks) de voortgang rapporteert aan de projectmanager die dit vervolgens verwerkt in het risicoregister.

Periodiek, minimaal na afloop van de fase, wordt geëvalueerd of de genomen beheersmaatregelen



effectief waren. Deze evaluaties worden meegenomen bij het opstellen van nieuwe beheersmaatregelen teneinde de effectiviteit van de te treffen maatregelen te verbeteren

#### 5.4 Risicotabel

In bijlage 4 is de risicotabel met de tijdens het offertetraject door Mourik geïdentificeerd risico's opgenomen. Verder is de tabel aangevuld met de beheersmaatregelen. In de tabel is tevens aangegeven wie naar de visie van Mourik verantwoordelijk zou moeten zijn voor het risico.

Voor de bepaling van de risico verantwoordelijke is uitgegaan van het principe dat diegene het best het risico kan beheersen ook risico verantwoordelijk wordt. In overleg met de opdrachtgever zal in een gezamenlijk dialoog de definitieve risico allocatie vastgesteld worden.

De risicobedragen behorende bij de top-risico's worden ook inzichtelijk gemaakt in deze tabel.

[Op basis van de resultaten van het onderzoek in juni 2015 zijn opmerkingen verwerkt in de top-3 risico's. Deze worden hieronder in blauw weergegeven.](#)

#### 5.5 Top-risico's

In onderstaande paragraaf wordt de top-3 risico's nader omschreven. De top-3 is gebaseerd op de scores van het initieel risico en de hoogte van het bijbehorende risicobedrag.

##### 5.5.1 Id 12: Pluim voldoet niet aan saneringsdoelstelling trede 3

Het einddoel van de sanering is het bereiken van een afgeronde sanering waarbij geen actieve maatregelen meer genomen hoeven te worden, oftewel een 'stabiele eindsituatie' conform trede 3.

In het huidige saneringsplan op Hoofdlijnen is nog geen duidelijke koppeling gelegd tussen de 95% vrachtverwijdering uit de bron en het stabiel worden van de pluim.

Tevens zijn er op de locatie nog mogelijke andere, tot nu toe niet verwachte, verontreinigingsbronnen met VOCl op de locatie aanwezig. Deze mogelijke bronnen zouden een aandeel kunnen hebben in de nalevering aan de pluim.

Als gevolg hiervan zou na afloop van de bronverwijdering nog aanvullende saneringsmaatregelen moeten worden uitgevoerd om het einddoel te bereiken.

Door middel van modelberekeningen kan inzichtelijk worden gemaakt of de 95% bronverwijdering voldoende is om de nalevering aan de pluim te minimaliseren, zodanig dat een stabiele eindsituatie wordt gecreëerd. Indien uit het model blijkt dat de stabiele eindsituatie niet wordt bereikt, kan de saneringswijze worden aangepast. Hierbij kan dan ook rekening worden gehouden met mogelijke, beperkte, bijdrage aan de pluim van onbekende bronnen.

[Uit modellering blijkt dat de pluim na uitvoeren van de sanering van het brongebied binnen 30 jaar stabiel wordt. Zie voor de resultaten van de modelberekeningen van de pluim bijlage 1.](#)

In het saneringsplan/werkplan wordt een faalscenario opgenomen om bij een onvoldoende resultaat van het saneringssysteem een adequate maatregel voor handen te hebben om alsnog aan de saneringsdoelstelling te voldoen.

[Een faalscenario kan zijn om gedurende de monitoring van de stabiele eindsituatie van de pluim \(bij het achterblijven van de ontwikkeling hiervan\) na enige jaren een extra shot aan voedingsstoffen in de diepere filters \(23-40 m-mv\) te geven.](#)

##### 5.5.2 Id 15: Verontreinigingssituatie is anders dan uit reeds uitgevoerd onderzoek blijkt

Door de aanwezigheid van de bestaande opstallen en de verhardingen heeft maar een beperkt onderzoek kunnen plaatsvinden. Tevens zijn de onderzoeksresultaten enigszins gedateerd. VOCl zijn mobiel waardoor de verontreinigingssituatie snel veranderd.

Door de dimensionering van het saneringssysteem te baseren op de beperkte en verouderde onderzoeksresultaten is het mogelijk dat het systeem is gedimensioneerd op de verkeerde uitgangspunten.

Hierdoor is het mogelijk dat de saneringsdoelstelling niet wordt behaald, waardoor aanvullende maatregelen noodzakelijk zijn. De planning van de sanering als ook de herinrichting loopt hierdoor vertraging op.



Door het uitvoeren van een actualisatie onderzoek en eventueel binnen de beperkingen van de locatie uitvoeren van een aanvullend onderzoek kan de actuele verontreinigings situatie beter in beeld gebracht worden voordat het definitieve saneringsontwerp wordt gemaakt.

Het onderzoek is uitgevoerd in juni 2015. Het saneringssysteem is aangepast aan de nieuwe verontreinigingssituatie. Het brongebied (zie figuur 1 op blz. 7) is groter geworden zowel horizontaal als verticaal (van 30 m-mv naar 40 m-mv). Door het saneringssysteem robuust uit te voeren (filters worden ruim na peilbuis A302 stroomafwaarts geplaatst en tot een diepte van 40 m-mv) wordt het brongebied adequaat aangepakt.

Na de sloop van de gebouwen en verhardingen kan aanvullend onderzoek plaatsvinden om de verontreinigingssituatie nog beter in kaart te brengen. In het saneringsontwerp kan reeds rekening worden gehouden met mogelijke uitbreidingen of wijzigingen in het saneringssysteem.

### 5.5.3 Id 13: Saneringsdoelstelling bronzone wordt niet behaald

Door de aanwezigheid van de bestaande opstallen en de verhardingen heeft maar een beperkt onderzoek kunnen plaatsvinden. Tevens zijn de onderzoeksresultaten enigszins gedateerd. VOCI zijn mobiel waardoor de verontreinigingssituatie snel veranderd.

Stoorlagen in de bodem, zoals klei, veen en leem, worden niet verwacht op de locatie in de verzadigde zone, maar vanuit de regionale bodemopbouw kan dit wel verwacht worden.

In de boorbeschrijving van peilbuis A209 wordt een veenlaag aangetroffen van 10 cm. Niet bekend is of dit veenlaagje overal aanwezig is. Vooralsnog wordt ervan uitgegaan dat dit laagje geen negatief effect heeft op de sanering van het brongebied.

Als gevolg hiervan kan meer verontreinigingsvracht in de bodem aanwezig zijn dan voorafgaand aan de sanering is ingeschat. Hierdoor is het mogelijk dat de 95% vrachtverwijdering langer en/of moeizamer behaald kan worden. De eventueel aanwezig stoorlagen kunnen ervoor zorgen dat het saneringssysteem niet alle verontreinigingen kan

bereiken. Tevens kan de in het onderzoek geschatte doorlatendheid afwijken.

Door het uitvoeren van een actualisatie onderzoek en eventueel binnen de beperkingen van de locatie uitvoeren van een aanvullend onderzoek kan de actuele verontreinigings situatie beter in beeld gebracht worden voordat het definitieve saneringsontwerp wordt gemaakt. Tevens wordt door het uitvoeren van een geotechnisch onderzoek meer inzicht verkregen over de bodemgesteldheid en de doorlatendheid van de bodem.

Het onderzoek is uitgevoerd in juni 2015. Het saneringssysteem is aangepast aan de nieuwe verontreinigingssituatie. Het brongebied (zie figuur 1 op blz. 7) is groter geworden zowel horizontaal als verticaal (van 30 m-mv naar 40 m-mv). Door het saneringssysteem robuust uit te voeren (filters worden ruim na peilbuis A302 stroomafwaarts geplaatst en tot een diepte van 40 m-mv) wordt het brongebied adequaat aangepakt.

Op basis van de zeefkrommen en de pompproeven is de doorlatendheid bepaald. Deze lijkt groter te zijn dan bij het voorstel in november 2014 is toegepast. Bij de modellering is nu uitgegaan van een doorlatendheid van 20 m/dag in plaats van 10 m/dag in november 2014.

In het saneringsplan/werkplan wordt een faalscenario opgenomen om bij een onvoldoende resultaat van het saneringssysteem een adequate maatregel voor handen te hebben om alsnog aan de saneringsdoelstelling te voldoen.

De faalscenario's kunnen zijn:

- Eén van de vijf fasen herhalen op één of twee diepten (23-40 m-mv en/of 5-22 m-mv);
- Bij onverwachte lagere doorlatendheid van de bodem met een lager debiet onttrekken en infiltreren. Hierdoor duurt de actieve fase langer;
- Bijplaatsen filters op locatie 17 zodat eventuele onverwachte verontreinigingen in het brongebied onder de flat aan de Fagellaan adequaat aangepakt worden.



## 6 Actualisatie onderzoek

In de uitvraag is Mourik verzocht aan te geven wat nog onderzocht dient te worden om de gekozen saneringsmethode/techniek te kunnen staven en uitvoeringsrisico's te verkleinen.

Om de saneringsmethode/techniek te staven wil Mourik voorstellen om het volgende te onderzoeken. Dit onderzoek is uitgevoerd in juni 2015. De resultaten worden in onderstaande in blauw weergegeven.

### Deellocatie D:

Verticale afperking grondwaterverontreiniging deellocatie D door het plaatsen van 2 peilbuizen tot een diepte van 5-6 m-mv.

In het grondmonster van 2,8-3 m-mv zijn geen verontreinigingen aangetroffen. In het grondwater van 5-6 m-mv zijn geen verontreinigingen aangetroffen. Een aanvullende grondwatersanering is hoogstwaarschijnlijk niet benodigd.

### Brongebied:

Actualisatie grondwaterverontreiniging in bronzone (circa 20 peilbuizen).

De verontreinigingssituatie wordt in de tekening in bijlage 5 weergegeven.

Saneringsparameters in grondwater zoals methaan, ethaan, etheen, DHC (aantal bacteriën *Dehalococcoides*), nitraat, sulfaat, TOC (circa 10 grondwatermonsters).

Nitraat is niet aanwezig in het grondwater. Het sulfaat gehalte is lager dan in de voorgaande onderzoeken. Methaan, ethaan en etheen worden gevormd. DHC worden aangetroffen (hoeveelheden zijn niet hoog). De redoxpotential is laag en duiden op sulfaatreducerende omstandigheden. pH is nagenoeg neutraal. TOC gehalte bevindt zich tussen 9-13 mg/l dat laag is. Geconcludeerd kan worden dat volledige anaerobe afbraak van VOC's optreedt maar dat de afbraaksnelheid laag is door het ontbreken van voldoende bacteriën en voedingstoffen.

Afperking bronzone aan de zuidoostelijke zijde zowel horizontaal als verticaal door middel van het plaatsen van peilbuizen op twee locaties op drie diepten.

Op basis van de nieuwe verontreinigingssituatie wordt de contour van het brongebied weergegeven in figuur 1 op blz. 7.

Bepaling organisch stof gehalte in verband met het bepalen van de te verwijderen vracht.

Bij de modellering van de pluim is op basis van het onderzoek in juni 2015 een organisch stof gehalte toegepast van 0,25 % (hieruit is de retardatiefactor voor elke component berekend). Voor de vrachtbepaling kan dit organisch stof gehalte eveneens toegepast worden.

Bepalen ijzergehalte en overige algemene parameters (pH, kalk, etc.) in grondwater (circa 5 grondwatermonsters) in verband met het bedrijven van het saneringssysteem.

Het ijzer en kalk gehalte zijn relatief laag. Hier zullen bij het bedrijven van het saneringssysteem nagenoeg geen problemen door ontstaan.

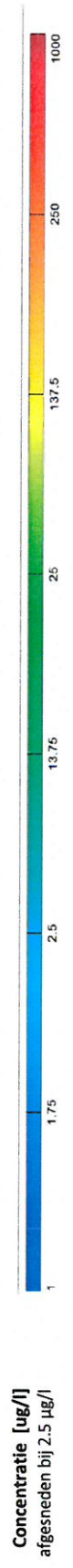
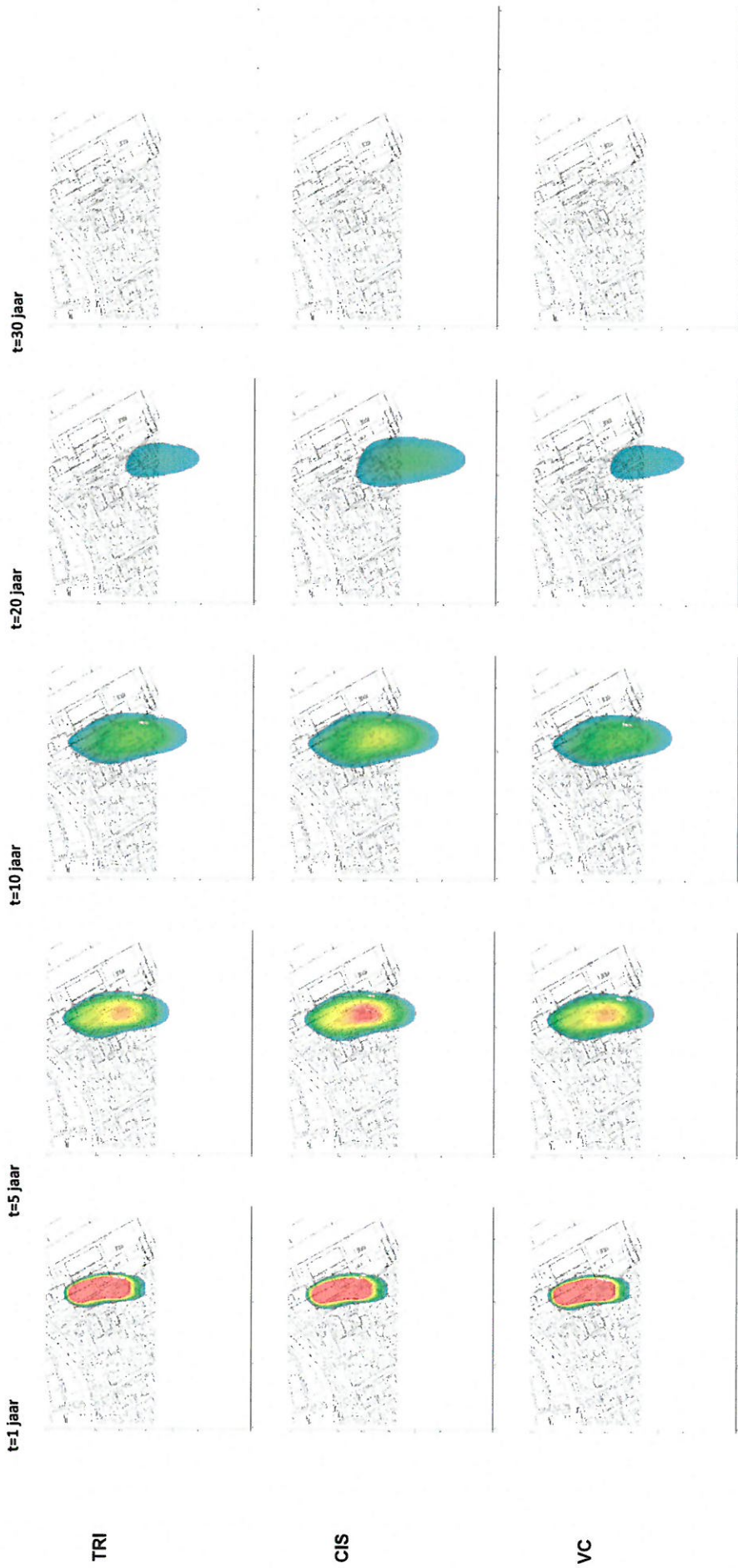
Bepalen doorlatendheid van de bodem door middel van korrelgrootteverdelingen en het uitvoeren van pompproeven.

Op basis van de zeefkrommen en de pompproeven is de doorlatendheid bepaald. Deze lijkt groter te zijn dan bij het voorstel in november 2014 is toegepast. Bij de modellering is nu uitgegaan van een doorlatendheid van 20 m/dag in plaats van 10 m/dag in november 2014.



## **BIJLAGE 1 Resultaten modelberekeningen pluim**







## **BIJLAGE 2    Berekening benodigde hoeveelheid koolstofbron**



## Bodemsanering Den Oudsten Woerden

Bio-augmentatie rekensheet

Fase 1:

Parameter	Aantal	Eenheid
bodemvolume	79657,5	m³
porositeit	0,3	factor
gehalte zuurstof	0,5	mg/l
gehalte nitraat	0,75	mg/l
gehalte sulfaat	11	mg/l
gehalte PER	350	µg/l
gehalte TRI	47.000	µg/l
gehalte DCE	8.500	µg/l
gehalte VC	136	µg/l
(vrij) product	6500	kg

Berekeningen				
volume grondwater	23897	m³	TOC kg/kg	TOC nodig kg
vracht zuurstof	0,0042	kg	0,38	0,00
vracht nitraat	17,92294	kg	0,24	4,30
vracht sulfaat	262,8698	kg	0,25	65,72
vracht PER	8,364038	kg	0,15	1,25
vracht TRI	1123,171	kg	0,14	157,24
vracht DCE	203,1266	kg	0,12	24,38
vracht VC	3,250026	kg	0,10	0,33
product	6500	kg	0,15	975,00
<b>TOC benodigd</b>				<b>1228,22 kg</b>

Mengsel melkzuur/acetaat	benodigde hoeveelheid
TOC	0,2 kg/L
<b>Minimaal benodigde hoeveelheid</b>	<b>6141 l</b>

Fase 2:

Parameter	Aantal	Eenheid
bodemvolume	93860	m³
porositeit	0,3	factor
gehalte zuurstof	0,5	mg/l
gehalte nitraat	0,75	mg/l
gehalte sulfaat	20	mg/l
gehalte PER	0	µg/l
gehalte TRI	35	µg/l
gehalte DCE	7.500	µg/l
gehalte VC	220	µg/l
(vrij) product	0	kg

Berekeningen				
volume grondwater	28158	m³	TOC kg/kg	TOC nodig kg
vracht zuurstof	14,079	kg	0,38	5,35
vracht nitraat	21,1185	kg	0,24	5,07
vracht sulfaat	563,16	kg	0,25	140,79
vracht PER	0	kg	0,15	0,00
vracht TRI	0,98553	kg	0,14	0,14
vracht DCE	211,185	kg	0,12	25,34
vracht VC	6,19476	kg	0,10	0,62
product	0	kg	0,15	0,00
<b>TOC benodigd</b>				<b>177,31 kg</b>

Mengsel melkzuur/acetaat	benodigde hoeveelheid
TOC	0,2 kg/L
<b>Minimaal benodigde hoeveelheid</b>	<b>887 l</b>

Fase 5:

Parameter	Aantal	Eenheid
bodemvolume	135850	m³
porositeit	0,3	factor
gehalte zuurstof	0,5	mg/l
gehalte nitraat	0,75	mg/l
gehalte sulfaat	40	mg/l
gehalte PER	0	µg/l
gehalte TRI	35	µg/l
gehalte DCE	21.360	µg/l
gehalte VC	2.700	µg/l
(vrij) product	0	kg

Berekeningen				
volume grondwater	40755	m³	TOC kg/kg	TOC nodig kg
vracht zuurstof	20,3775	kg	0,38	7,74
vracht nitraat	30,56625	kg	0,24	7,34
vracht sulfaat	1630,2	kg	0,25	407,55
vracht PER	0	kg	0,15	0,00
vracht TRI	1,426425	kg	0,14	0,20
vracht DCE	870,5268	kg	0,12	104,46
vracht VC	110,0385	kg	0,10	11,00
product	0	kg	0,15	0,00
<b>TOC benodigd</b>				<b>538,30 kg</b>

Mengsel melkzuur/acetaat	benodigde hoeveelheid
TOC	0,2 kg/L
<b>Minimaal benodigde hoeveelheid</b>	<b>2691 l</b>

Fase 3:

Parameter	Aantal	Eenheid
bodemvolume	93860	m³
porositeit	0,3	factor
gehalte zuurstof	0,5	mg/l
gehalte nitraat	0,75	mg/l
gehalte sulfaat	44	mg/l
gehalte PER	0	µg/l
gehalte TRI	35	µg/l
gehalte DCE	28.580	µg/l
gehalte VC	1.190	µg/l
(vrij) product	0	kg

Berekeningen				
volume grondwater	28158	m³	TOC kg/kg	TOC nodig kg
vracht zuurstof	14,079	kg	0,38	5,35
vracht nitraat	21,1185	kg	0,24	5,07
vracht sulfaat	1238,952	kg	0,25	309,74
vracht PER	0	kg	0,15	0,00
vracht TRI	0,98553	kg	0,14	0,14
vracht DCE	804,75564	kg	0,12	96,57
vracht VC	33,50802	kg	0,10	3,35
product	0	kg	0,15	0,00
<b>TOC benodigd</b>				<b>420,22 kg</b>

Mengsel melkzuur/acetaat	benodigde hoeveelheid
TOC	0,2 kg/L
<b>Minimaal benodigde hoeveelheid</b>	<b>2101 l</b>

Fase 4:

Parameter	Aantal	Eenheid
bodemvolume	106210	m³
porositeit	0,3	factor
gehalte zuurstof	0,5	mg/l
gehalte nitraat	0,75	mg/l
gehalte sulfaat	40	mg/l
gehalte PER	0	µg/l
gehalte TRI	325	µg/l
gehalte DCE	17.500	µg/l
gehalte VC	2.050	µg/l
(vrij) product	0	kg

Berekeningen				
volume grondwater	31863	m³	TOC kg/kg	TOC nodig kg
vracht zuurstof	15,9315	kg	0,38	6,05
vracht nitraat	23,89725	kg	0,24	5,74
vracht sulfaat	1274,52	kg	0,25	318,63
vracht PER	0	kg	0,15	0,00
vracht TRI	10,355475	kg	0,14	1,45
vracht DCE	557,6025	kg	0,12	66,91
vracht VC	65,31915	kg	0,10	6,53
product	0	kg	0,15	0,00
<b>TOC benodigd</b>				<b>405,31 kg</b>

Mengsel melkzuur/acetaat	benodigde hoeveelheid
TOC	0,2 kg/L
<b>Minimaal benodigde hoeveelheid</b>	<b>2027 l</b>

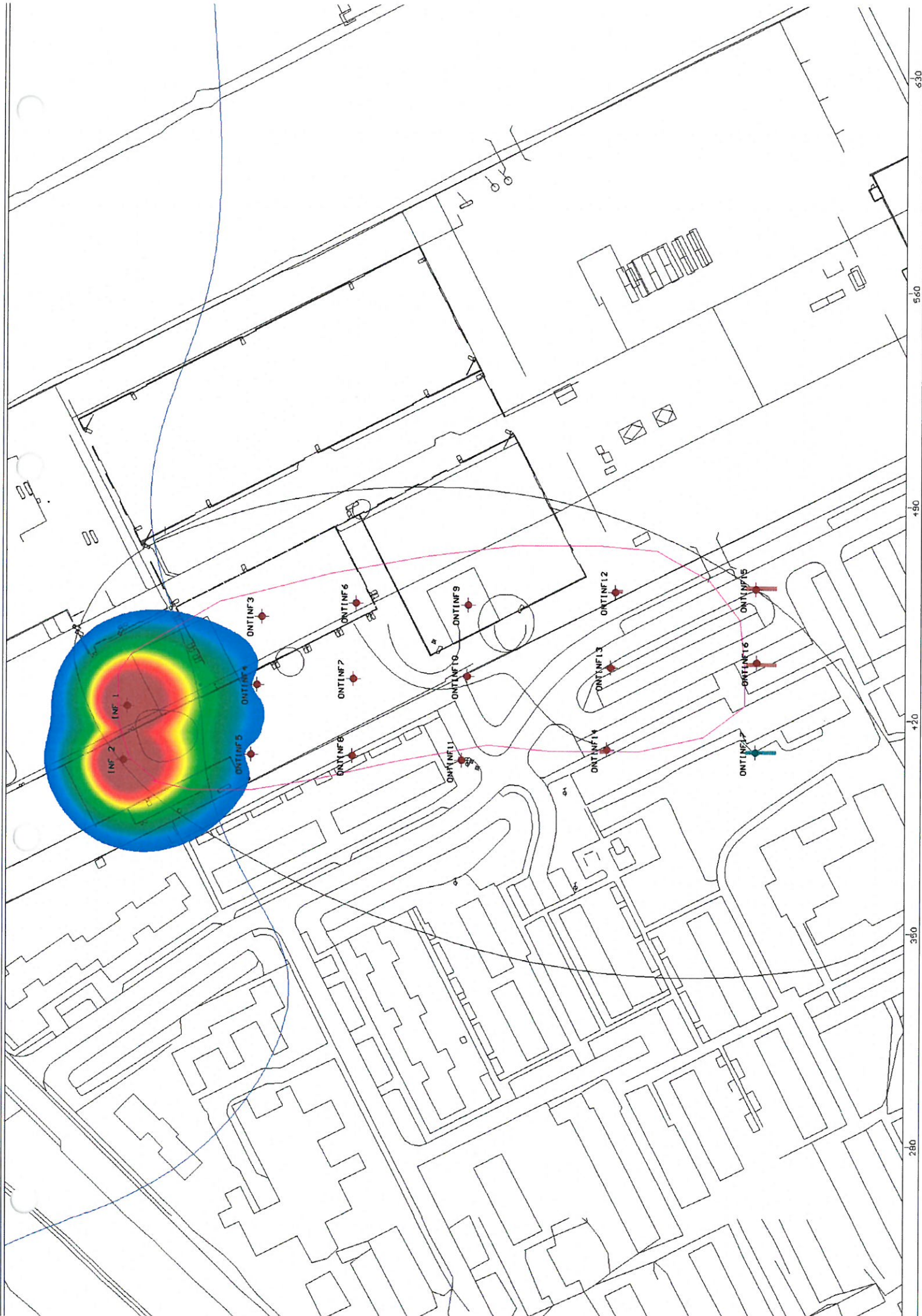
Totale vracht:

	TOC [kg]:	HMA [l]:
Fase 1:	1.228	6.141
Fase 2:	177	887
Fase 3:	420	2.101
Fase 4:	405	2.027
Fase 5:	538	2.691
=====		
	2.769	13.847
Overmaat factor 5:	13.847	69.234
Overmaat factor 10:	27.694	138.468



## **Bijlage 3    Resultaten modelberekeningen brongebied**





630

560

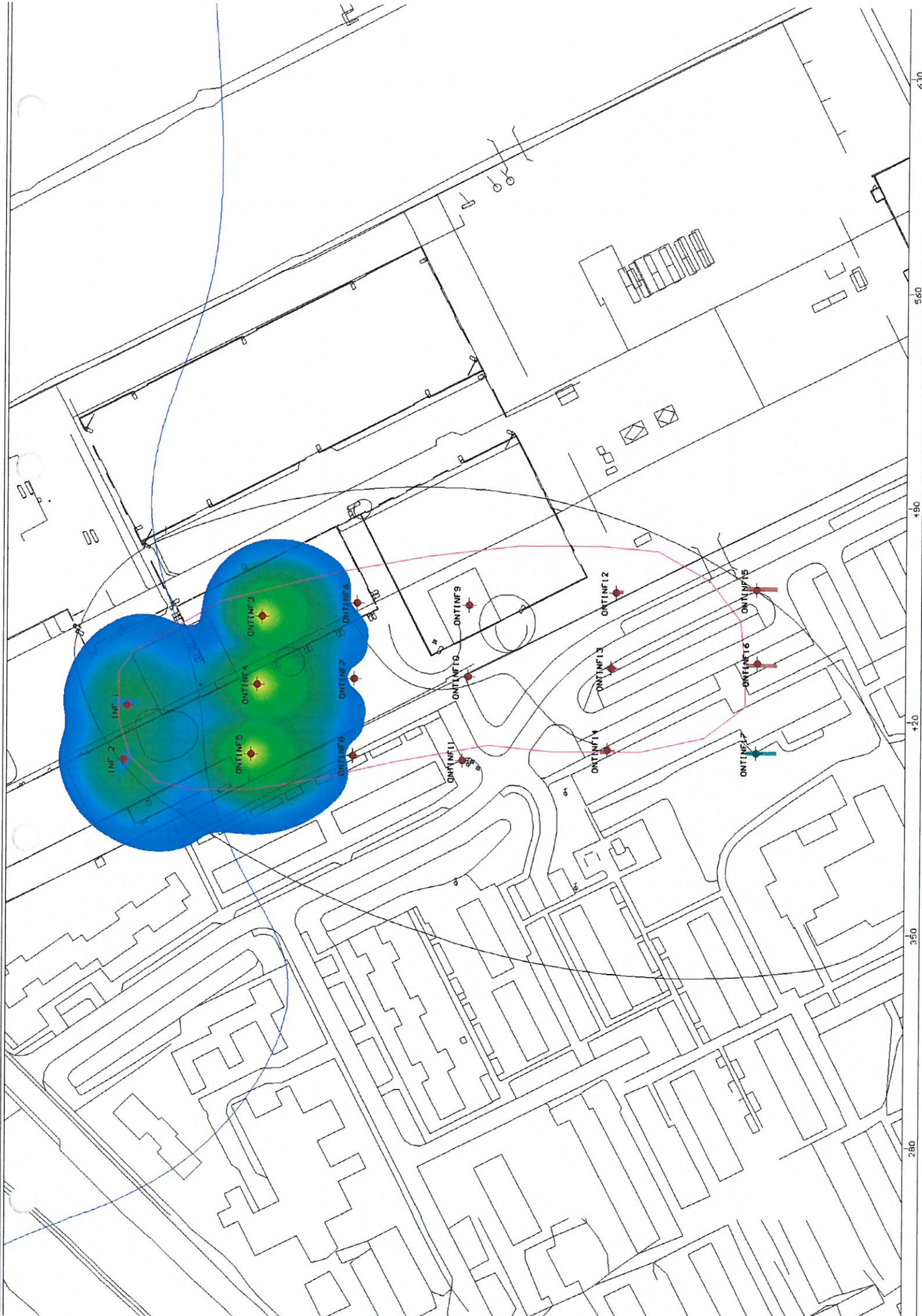
490

420

350

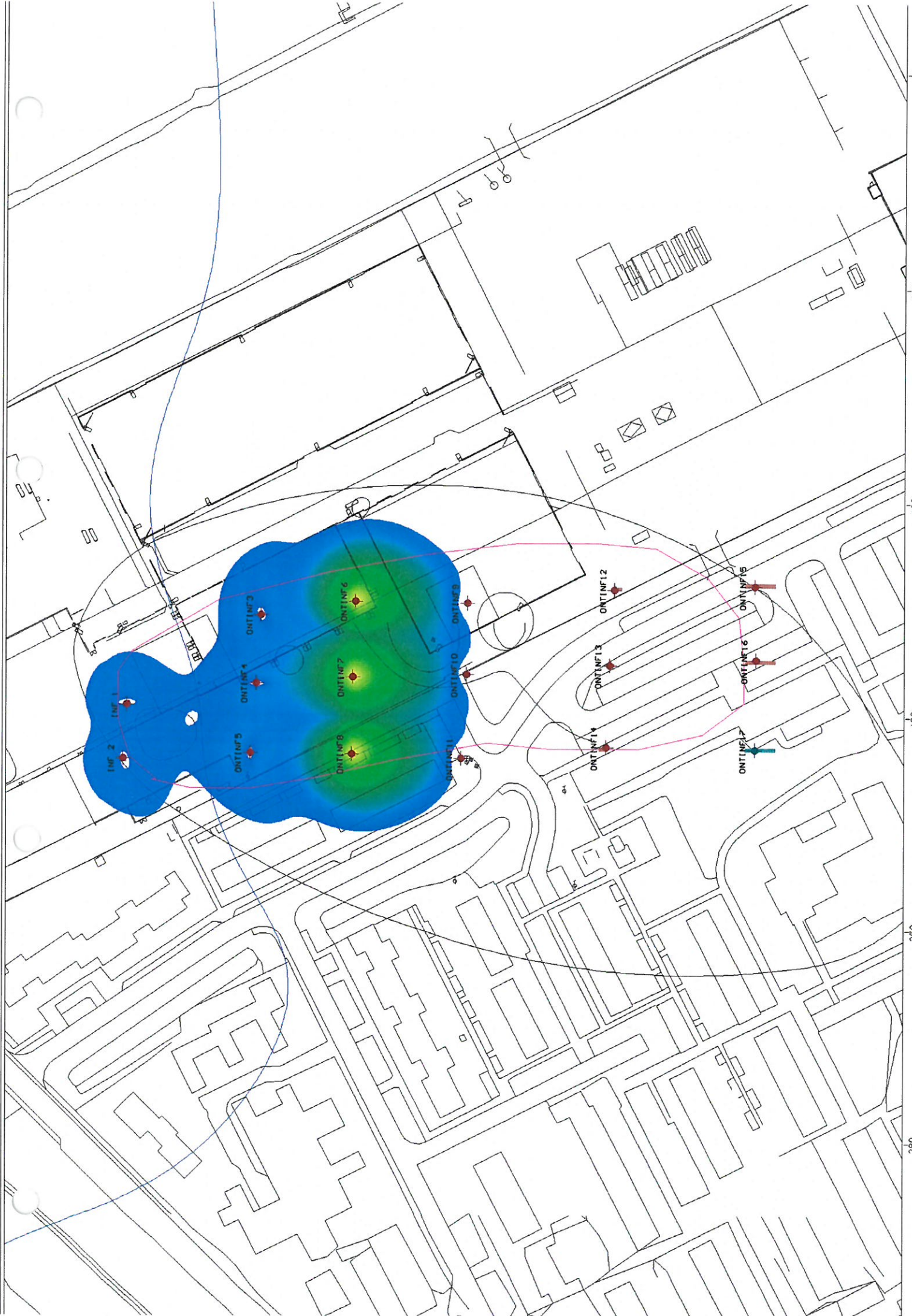
280



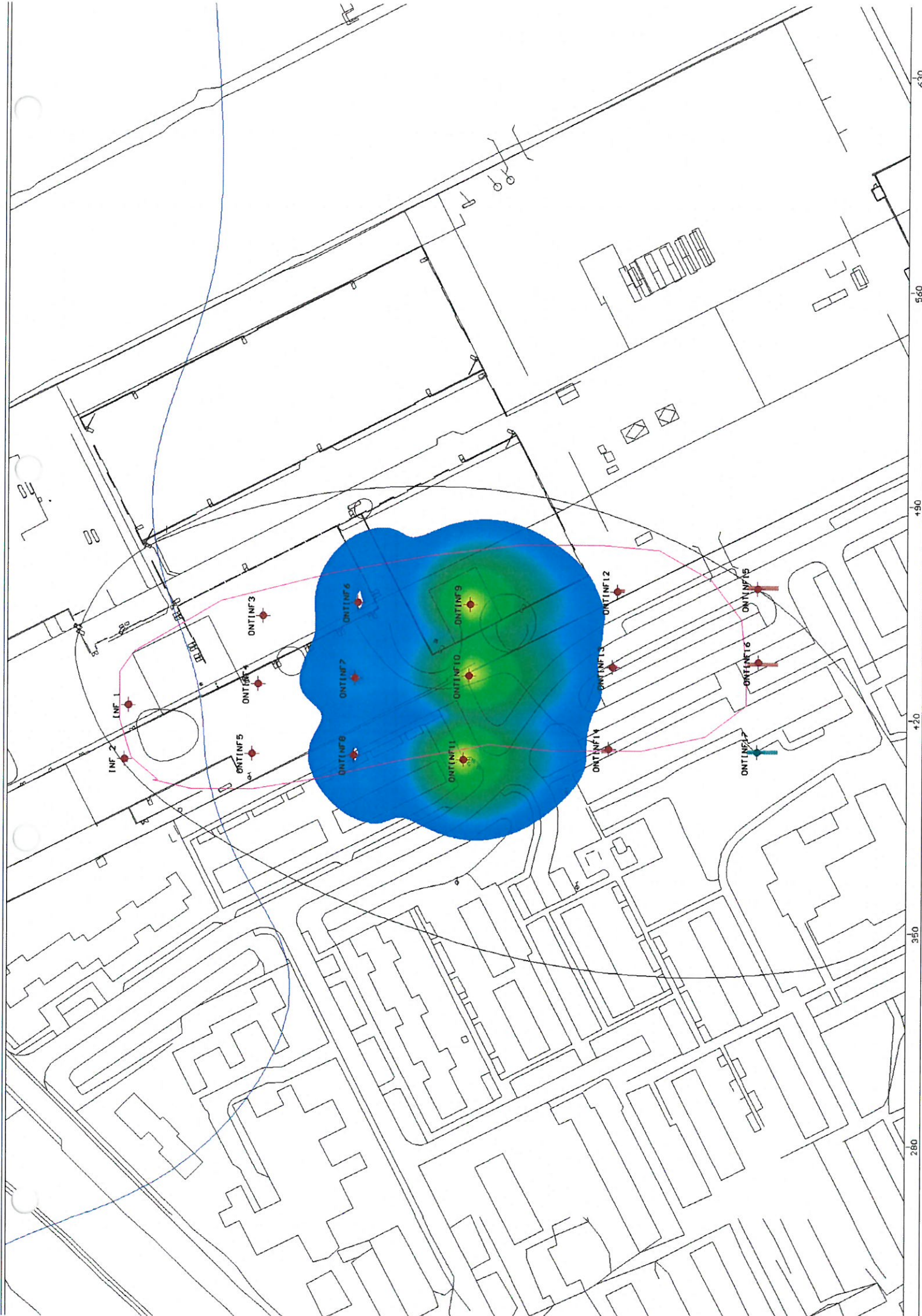


630  
560  
490  
420  
350  
280









630

560

490

420

350

280





630  
560  
490  
420  
350  
280

## Bijlage 4 Risicotabel



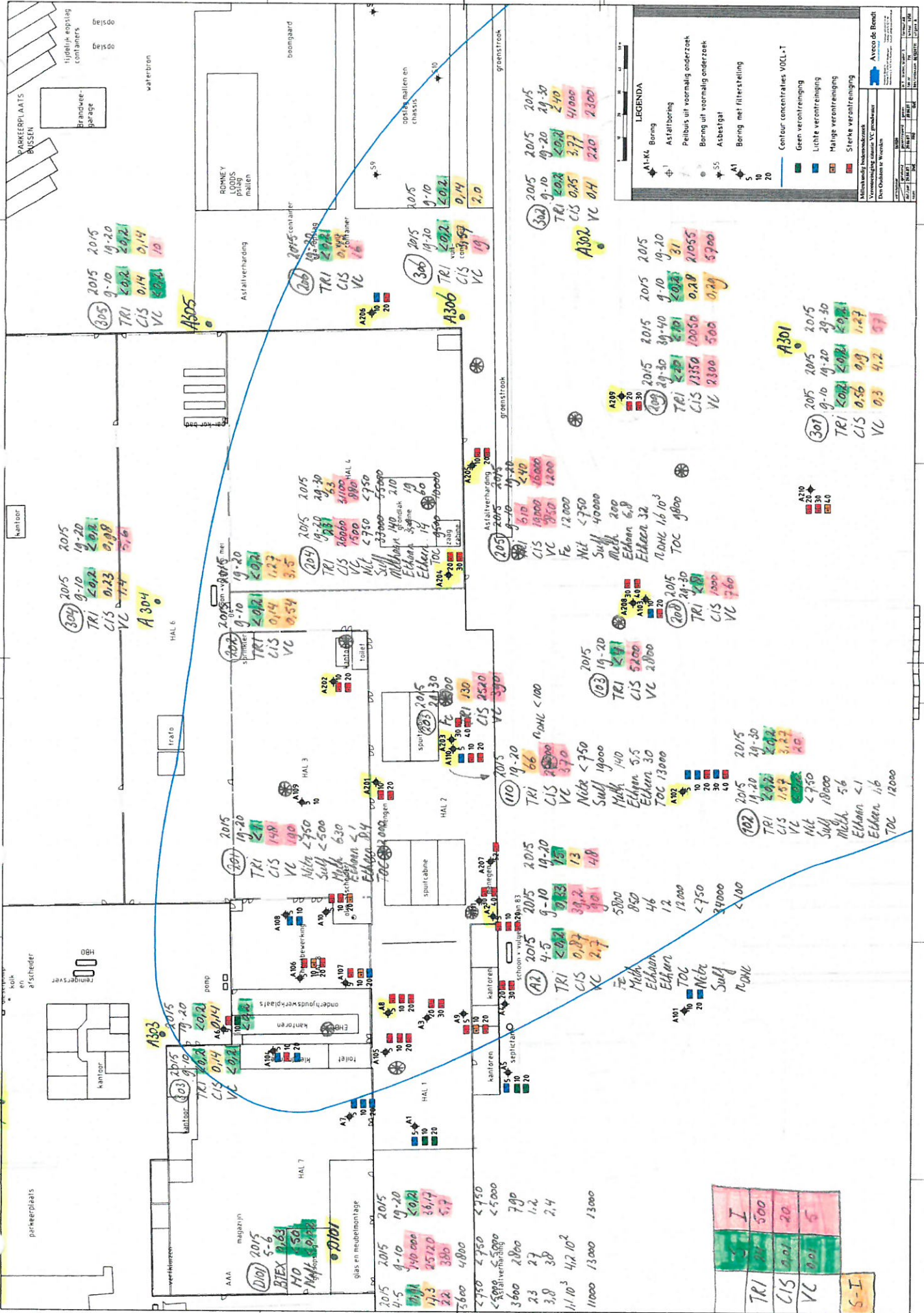
Risico Id	Categorie	Onderwerp	Ongewenste gebeurtenis	Oorzaken	Gevolgen	Risico Eigenaar	Kwantificering Initieel risico					Kwantificering Rest risico					Risicobedrag			
							K	G	T	Q	V	O	K	G	T	Q		V	O	
4	Milieuhygiënisch	Verontreinigings-situatie	Vertekend beeld verontreinigings-situatie	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Waarnaaruit middels MIP-sonderingen stoken niet met de werkelijke verontreinigings-situatie</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Dimensionering van het saneringssysteem op de verkeerde uitgangspunten</li> <li>- saneringsdoelstelling wordt niet bepaald</li> <li>- het saneringssysteem moet aangepast worden</li> <li>- planning wordt niet bepaald</li> <li>- vertraging voor de herontwikkelingsplannen</li> </ul>	OG	5	4	4	3	0	4	25	0	0	0	0	0	0	€
15	Milieuhygiënisch	Verontreinigings-situatie	Verontreinigings-situatie is anders dan uit roeds uitgevoerd onderzoek blijkt	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Bepaalde bebouwing en veranderingen beperken de mogelijkheid tot onderzoek</li> <li>- Gedateerde onderzoeksresultaten</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Dimensionering van het saneringssysteem op de verkeerde uitgangspunten</li> <li>- saneringsdoelstelling wordt niet bepaald</li> <li>- het saneringssysteem moet aangepast worden</li> <li>- planning wordt niet bepaald</li> <li>- vertraging voor de herontwikkelingsplannen</li> </ul>	OG	4	3	3	3	0	3	15	3	2	1	0	2	18	€
10	Technisch	Saneringsdoelstelling	Vruchtbepaling ON wijkt af van vruchtbepaling OG	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Gebruik verschillende methoden voor bepaling hoeverheid vrucht</li> <li>- Interpretatieverschillen</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- er ontstaat discussie over de hoeverheid aanwezige vrucht en/of het behaalde resultaat</li> <li>- Discussie over de afronding en betaling van de werkzaamheden</li> <li>- de sanering wordt niet afgerond, waardoor vertraging voor de herontwikkeling ontstaat</li> </ul>	ON	4	2	2	3	0	3	10	2	1	1	0	1	8	€
12	Technisch	Saneringsdoelstelling	Pluin voldoet niet aan saneringsdoelstelling trede 3	<ul style="list-style-type: none"> <li>- De 95% vruchterwijdering uit de bron is niet voldoende om de bron los te koppelen van de pluin</li> <li>- Onbekende bronnen leveren na aan de pluin</li> <li>- Definitie van de bron is te 'beperk' om nalevering van aan de pluin op te heffen</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Aanvullende saneringswerkzaamheden moeten worden uitgevoerd</li> <li>- Het beschikbare budget voor de sanering is niet toerekenbaar genoeg</li> <li>- de sanering kan niet worden afgesloten</li> </ul>	OG	4	3	3	3	0	4	10	2	3	2	0	1	18	€
18	Juridisch	Saneringsdoelstelling	verificatieplan sluit niet aan bij procesvoeringsplan BRL6002	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Bij het opstellen van het verificatieplan worden andere keuzes gemaakt</li> <li>- Het verificatieplan is niet opgenomen in het saneringsplan</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- er ontstaat discussie over de hoeverheid aanwezige vrucht en/of het behaalde resultaat</li> <li>- Discussie over de afronding en betaling van de werkzaamheden</li> <li>- de sanering wordt niet afgerond, waardoor vertraging voor de herontwikkeling ontstaat</li> </ul>	ON/OG	4	2	2	2	0	2	12	1	1	0	1	3	€	
2	Juridisch	Saneringsdoelstelling	Bevoegd Gezag gaat niet akkoord met Saneringsplan op Hoofdfijnen	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Aankpak leidt volgens BG niet tot het gewenste saneringsresultaat</li> <li>- Verontreinigings-situatie is volgens BG niet voldoende in kaart gebracht</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- De sanering kan niet worden gestart</li> <li>- De planning kan niet worden gehaald</li> <li>- De sanering kan niet worden uitgevoerd binnen het beschikbare budget</li> <li>- De herontwikkeling kan niet plaatsvinden</li> </ul>	OG	3	3	2	2	0	3	10	3	1	0	1	9	€	
1	Technisch	Saneringsdoelstelling	Bevoegd Gezag gaat niet akkoord met werkeplan ON	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Werkplan volkore niet aan eisen uit het Saneringsplan op hoofdfijnen</li> <li>- Aankpak leidt volgens BG niet tot het gewenste saneringsresultaat</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Vooroverleg met het Bevoegd Gezag initiëren</li> <li>- Saneringsplan op Hoofdfijnen combineren met de uitwerking van de ON</li> <li>- Bepoekt aanvullend onderzoek, op aangeven ON, uitvoeren voor indicatie SP</li> </ul>	ON	3	2	2	2	0	2	24	2	1	1	0	10	€	

Risico Id	Categorie	Onderwerp	Opwetenstegebeurtenis	Oorzaken	Gevolgen	Risico Eigenaar	Kwantificering Initieel risico						Kwantificering Rest risico						Risicobedrag
							K	G	T	O	I	O	K	G	T	O	I	O	
13	Technisch	Saneringsdoelstelling	Saneringsdoelstelling bronzone wordt niet gehaald	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Verontreinigings situatie is anders dan verwacht</li> <li>- Aanwezigheid van stoffen</li> <li>- Hoeveelheid aanwezige vrucht wijkt af</li> <li>- Doorlatend bodem is minder dan vooraf aangenomen</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- aanvullende saneringswerkzaamheden moeten worden uitgevoerd</li> <li>- de planning van de sanering wordt niet behaald</li> <li>- de herontwikkeling loopt vertraging op</li> </ul>	OG	3	2	2	2	0	2	2	2	2	0	1	14	€ 100.000,00
7	Miliehygiënisch	Verontreinigings-situatie	Aantreffen verontreinigingsbronnen op de onverduidelijke terreinen	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Onderzoekspanning is te beperkt geweest</li> <li>- Historisch onderzoek heeft niet alle potentiële verontreinigingslocaties in beeld gebracht</li> <li>- onvoorzien omstandigheden</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Er zijn meer bronlocaties aanwezig, welke ook gesaneerd dienen te worden</li> <li>- De saneringsdoelstelling voor de plum wordt niet behaald</li> <li>- de herontwikkeling loopt vertraging op</li> </ul>	OG	2	3	2	3	0	3	2	2	0	1	8	€ -	
14	Miliehygiënisch	Herontwikkeling	Na behalen saneringsdoelstelling alsnog sprake van humane risico's	<ul style="list-style-type: none"> <li>- De achterblijvende restverontreinigingen zorgen voor uitdamping naar de oppervlakte</li> <li>- In de herontwikkelingsplannen worden kelders onder de bebouwing aangelegd, waardoor uitdamping naar de kelders kan ontstaan</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- aanvullende saneringswerkzaamheden moeten worden uitgevoerd</li> <li>- de herontwikkelingsplannen moeten worden aangepast</li> </ul>	OG	2	2	1	1	3	3	2	1	0	1	8	€ 50.000,00	
11	Technisch	Saneringsdoelstelling	Beveegd Gezag gaat niet akkoord met opgestelde methode vruchtbepaling	<ul style="list-style-type: none"> <li>- De gebruikte methode wordt niet geaccepteerd door het BG</li> <li>- Interpretatieverschillen</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- De sanering kan niet worden gestart</li> <li>- De planning kan niet worden getaald</li> <li>- De sanering kan niet worden uitgevoerd binnen het beschikbare budget</li> <li>- De herontwikkeling kan niet plaatsvinden</li> </ul>	ON/OG	3	1	2	0	2	2	1	1	0	1	4	€ 10.000,00	
5	Omgeving	Saneringsdoelstelling	Bezwaar omwonenden op het Saneringsplan	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Onbekendheid met de aanwezige bodemverontreiniging</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Er worden bezwaren tegen het saneringsplan ingediend, waardoor de volledige bezwaarprocedure moet worden doorlopen</li> <li>- Geen medewerking van de omwonenden om werkzaamheden in de nabijheid van de woningen uit te voeren</li> </ul>	OG	3	1	1	1	0	2	2	1	1	0	1	8	€ -



## **BIJLAGE 5 Verontreinigingssituatie grondwater juni 2015**

Alle concentraties in  $\mu\text{g}/\text{L}$



TRI	20	500
CIS	20	20
VC	20	5
S-I		





**Mourik Groot-Ammers B.V.**

Postbus 2, 2964 ZG Groot-Ammers  
Voorstraat 67, 2964 AJ Groot-Ammers

**T** +31 0184 - 6672 00

**E** [mga@mourik.com](mailto:mga@mourik.com)

**www.mourik.com**

