

Saneringsplan

Presstraat 1 Eindhoven

479378.100



Saneringsplan

Presstraat 1 Eindhoven

HMVT nummer 479378.100
Datum 19 december 2023
472812-pln-01_nieuwe stijl.docx

Auteur

HMVT B.V.
Maxwellstraat 31
6716 BX Ede

Klant


Balisboom 38
5715 BZ Lierop

Datum vrijgave
19 december
2023

Beschrijving versie
Versie 01

Ongeste 

Gecontroleerd door 

Inhoud

1.	Inleiding	4
2.	Algemene gegevens	5
2.1.	Bodemonderzoek en overige geraadpleegde bronnen	5
2.2.	Beschrijving locatie en terreinsituatie	5
3.	Bodemopbouw en verontreinigingsituatie	7
3.1.	Bodemopbouw en geohydrologie	7
3.2.	Verontreinigingsituatie	8
3.3.	Natuurlijke afbraak	10
3.4.	Gevalsdefinitie op basis van het Nader Bodemonderzoek	10
4.	Saneringsdoel	11
5.	Afweging	12
5.1.	Bron	12
5.2.	Pluim	12
6.	Sanering bron	14
6.1.	Plaatsen filters en nulmeting	14
6.2.	Biologische aanpak	14
6.3.	Monitoring bron tijdens actieve bronsanering	17
6.4.	Terugvalscenario actieve bronsanering	17
7.	Sanering pluim	18
7.1.	Biobarrier	18
7.2.	Monitoring biobarrier	21
7.3.	Terugvalscenario biobarrier	21
7.4.	Monitoring resterende pluim ten behoeve van het vaststellen van een stabiele eindsituatie (pluim)	22
7.5.	Beoordeling en toetsing van de stabiele eindsituatie	22
7.6.	Terugvalscenario pluim	23
8.	Veiligheid en gezondheid	24
9.	Nazorg	24

Bijlagen

- Bijlage 1.** **Situering monitoringsfilters pluim**
Bijlage 2. **Kadastrale kaart**

1. *Inleiding*

Op de locatie is een verontreiniging met gechloreerde koolwaterstoffen (VOC), voornamelijk tetrachlooretheen (PCE), in het grondwater aanwezig. De oorzaak van deze verontreiniging is gelegen in een chemische wasserij op de locatie. Deze chemische wasserij gebruikte in het verleden PCE, wat resulteerde in bodemverontreiniging. De chemische wasserij bevond zich voorheen aan de achterzijde van het pand Bennekelstraat 23 (voormalig De Presstraat 1a).

De locatie wordt in samenspraak met de Stichting Bosatex gesaneerd, volgens de saneringsstrategie voor Bosatex-locaties. Dit omvat een gefaseerde aanpak, waarbij in fase 1 de bronzone wordt gesaneerd en het resultaat hiervan wordt geverifieerd door middel van monitoring van de pluim (fase 2). Verwacht wordt dat de sanering van de bronzone de nalevering naar de pluim voldoende zal verminderen om een stabiele eindsituatie voor de restverontreiniging te bereiken. Dit wordt gecontroleerd door middel van grondwatermonitoring.

De verontreiniging met Per is conform de richtlijnen van Stichting Bosatex (Onderzoeksstrategie NO/SO Bosatex (versie 2), Tauw projectnummer 4799989, d.d. 27 maart 2012), in beeld gebracht. Deze onderzoeksstrategie heeft geen formele status, maar geeft invulling aan het begrip 'bronzone' uit paragraaf 4.1.3. van de Circulaire bodemsanering 2013. Deze invulling houdt rekening met de specifieke eigenschappen van Per en de afbraakproducten daarvan. Deze stoffen zijn op locaties van (voormalige) chemische wasserijen veelal als belangrijkste stofgroep aanwezig, als sprake is van een bodemverontreiniging. Aanvullend daarop is ook de pluim middels onderzoek in beeld gebracht, zodat voldaan wordt aan de NTA 5755.

Er is volgens de criteria van de Wet bodembescherming sprake van een geval van ernstige bodemverontreiniging. De sanering ervan is spoedeisend is vanwege verspreidingsrisico's.

Volgens de onderzoeksstrategie voor Bosatex locaties¹ is er sprake van een brongebied, aangezien er in de grond concentraties Per zijn gemeten die hoger zijn dan de interventiewaarde en in het grondwater concentraties aan Per zijn gemeten die hoger zijn dan 1% van de wateroplosbaarheid (1.500 µg/l). De sterke grondverontreiniging en de concentraties in het grondwater met Per > 1.500 µg/l behoren tot de bronzone die actief gesaneerd moet worden om de risico's weg te nemen.

Leeswijzer

- hoofdstuk 2: algemene gegevens, de gegevens van de opdrachtgever en beschrijving uitgevoerde onderzoeken;
- hoofdstuk 3: bodemopbouw, geohydrologie en verontreiniging;
- hoofdstuk 4: saneringsdoelstelling;
- hoofdstuk 5: afweging saneringsaanpak;
- hoofdstuk 6: actieve saneringsaanpak bronzone;
- hoofdstuk 7: sanering van de pluim, inclusief monitoring
- hoofdstuk 8: veiligheid en gezondheid;
- hoofdstuk 9: nazorg

¹ Onderzoeksstrategie NO/SO Bosatex (versie 2), Tauw, 27 maart 2012

2. Algemene gegevens

2.1. Bodemonderzoek en overige geraadpleegde bronnen

Bij het opstellen van dit saneringsplan zijn de navolgende bodemonderzoeken en bronnen gebruikt. Met vierkante haken [nummer] wordt in dit saneringsplan verwezen naar deze documenten.

- [1] EH077201836 brief beschikking eigenaar bronperceel [REDACTED] d 27-6-2022
- [2] EH077201836 De Presstraat def beschikking incl. kadr kaarten, dd 27-6-2022
- [3] rapport BK aug 2021 grondwatermonitoring De Presstraat Eindhoven
- [4] rapport Royal Haskoning aug 2018 Saneringsonderzoek en afweging De Presstraat Eindhoven
- [5] rapport Royal Haskoning dec 2017 Actualiserend en aanvullend grondwateronderzoek
- [6] rapport Tauw, dec 2021, Nader Bodemonderzoek De Presstraat Eindhoven
- [7] rapport Tauw juni 2014 De Presstraat Nader Bodemonderzoek
- [8] Tritium Rapport actualisatie grondonderzoek 11 maart 2022 De Presstraat Eindhoven
- [9] visie sanering en kosten locatie hoek De Presstraat 1 - Bennekelstraat 23 te Eindhoven, 29-6-2022

2.2. Beschrijving locatie en terreinsituatie

Samenvatting locatiegegevens

Adres	Presstraat 1A
Gemeente	Eindhoven
Provincie	Noord Brabant
Rijksdriehoekscoördinaten	X 160.220 y 381.505
Kadastrale gemeente	Gestel
Kadaster	C 1273, 5320
Huidig gebruik	Woningen, winkels



Figuur 1 bronlocatie: De Presstraat 1 Eindhoven

Op de locatie is tot 1984 een chemische wasserij aanwezig geweest. Op 16 oktober 1973 is een vergunning verleend voor het oprichten, in werking brengen en in werking houden van een chemische wasserij. Er was sprake van een reinigingsmachine met de ontluchting door het dak en een gasgestookte

ketel. De wasserij lag op de hoek van De Presstraat en de Bennekelstraat.

De bronlocatie bevindt zich aan de achterzijde van het pand. De verontreiniging is waarschijnlijk deels aanwezig in een bedrijfspand. De bronlocatie alleen toegankelijk via een smal steegje.



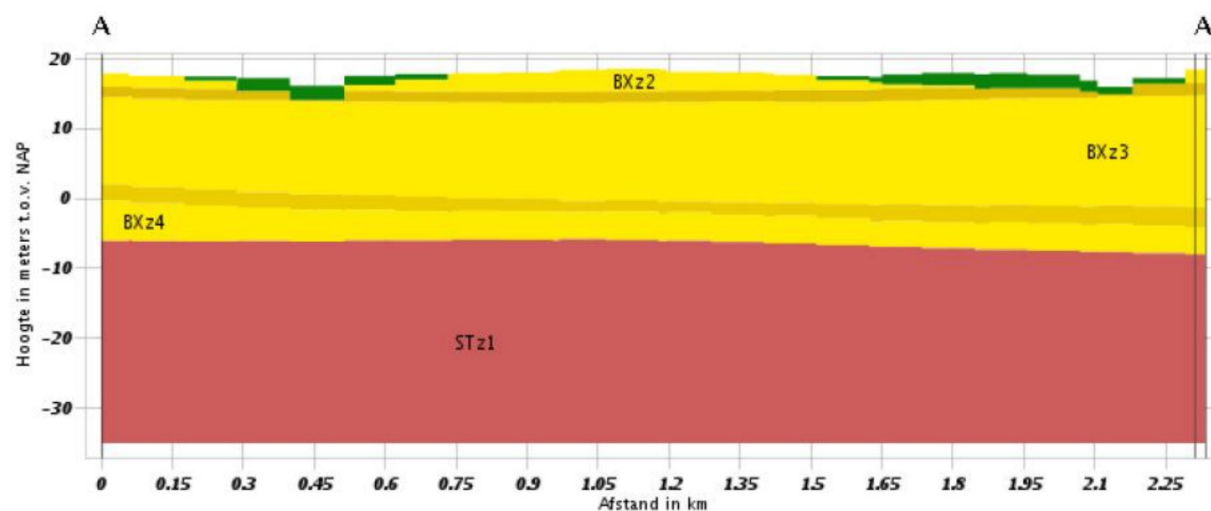
Figuur 2 Situering bronlocatie

3. Bodemopbouw en verontreinigings situatie

3.1. Bodemopbouw en geohydrologie

Regionale bodemopbouw

Informatie met betrekking tot de regionale bodemopbouw en de geohydrologie is ontleend aan de REGIS II-databestanden (www.dinoloket.nl). De regionale bodemopbouw ter plaatse van De Presstraat en omgeving is opgenomen in onderstaande figuur en tabel.



Figuur 3 Regionale bodemopbouw (REGIS II)

Traject [m-mv]	Formatie	Opbouw	Formatie	k_h [m/dag]	k_v [m/dag]	kD [m ² /dag]	c [dag]
0 - 3	Formatie van Bortel BXz2	Midden en fijn zand, met weinig zandige klei en grof zand en een spoor klei, veen en grind	Formatie van Bortel	5 - 10		1 - 5	
3 - 5	Formatie van Bortel BXLmk1	Leem, met weinig fijn en midden zand en een spoor veen en grof zand	Formatie van Bortel		0,001 - 0,005		100 - 500
5 - 19	Formatie van Bortel BXz3	Midden en fijn zand, met weinig zandige klei en grof zand en een spoor klei, veen en grind	Formatie van Bortel	2½ - 5		50 - 100	
19 - 20	Formatie van Bortel BXz2	Zandige klei, midden en fijn zand, met weinig klei, veen en grof zand	Formatie van Bortel		0,005 - 0,010		100 - 500
20 - 24	Formatie van Bortel BXz4	Midden en fijn zand, met weinig zandige klei en grof zand en een spoor klei, veen en grind	Formatie van Bortel	2½ - 5		5 - 25	
24 - 56	Formatie van Sterksel STz1	Grof en midden zand, met weinig zandige klei, fijn zand en grind en een spoor klei	Formatie van Sterksel	25 - 50		> 1.000	

Figuur 4 Bodemopbouw (REGIS II)

Lokale bodemopbouw

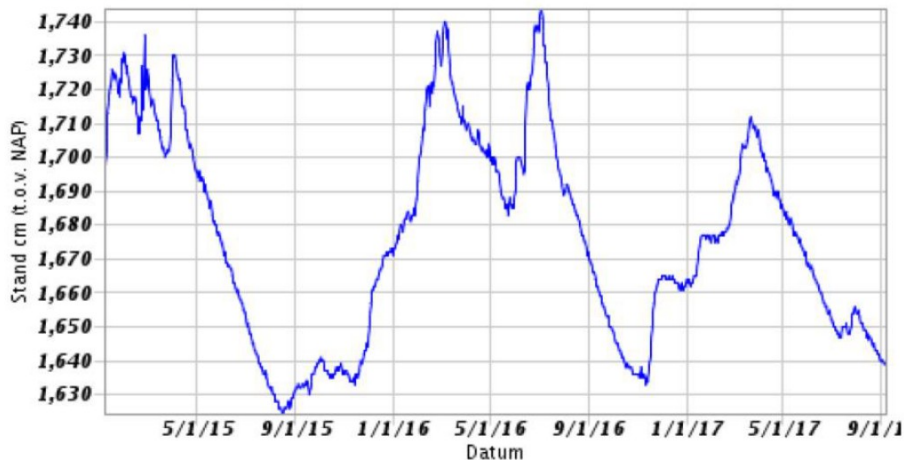
Aan de hand van de boorprofielen, die gemaakt zijn van de boringen die in het verleden op de locatie zijn uitgevoerd, blijkt dat er sprake is van een deklaag die bestaat uit een fijn zandige laag met plaatselijk leemachtige grove zanden. Op 3 tot 5 m-mv zijn plaatselijk leemlagen aanwezig. De deklaag is ongeveer 24 meter dik. Rond de 19 m-mv kunnen zandige klei / leemlagen worden aangetroffen. Deze laag is niet in alle boringen aangetroffen. Onder de deklaag bevindt zich het eerste watervoerend pakket.

Grondwaterhuishouding

Het maaiveld in de omgeving van de locatie bevindt zich op circa 18 m+NAP. De stijghoogte van het freatisch grondwater varieert tussen de 16,25 en 17,45 m+NAP. De gemiddelde stijghoogte bedraagt ongeveer 16,70 m+NAP. Het verloop van de stijghoogten van het freatisch grondwater in de afgelopen 3 jaar is weergegeven in onderstaande figuur.

DINO/BRO-put met onderzoeksgegevens

Identificatie: B51G2429
Coördinaten: 160477, 381816



Figuur 5 Verloop stijghoogten freatisch grondwater (Pb B51G2429) van het grondwatermeetnet (DINO/BRO)

De verontreinigingssituatie laat een duidelijke oostelijke stromingsrichting zien. De stromingsrichting van het freatisch grondwater wordt beïnvloed door de drainerende invloed van de Dommel. Door het ontbreken van duidelijk scheidende lagen in de deklaag beïnvloedt de Dommel ook de stromingsrichting van het grondwater in de top van het eerste watervoerende pakket. Uit de kwel- en infiltratiekaart, die opgenomen is in de bodematlas van de provincie Noord-Brabant (<https://kaartbank.brabant.nl/viewer/app/bodematlas>), blijkt dat er in het beekdal van de Dommel overwegend sprake is van kwel. Soms is er zelfs sprake van sterke kwel.

Deze kwel wordt veroorzaakt door het grondwater dat op de hoger gelegen delen in de bodem is geïnfiltreerd en via de deklaag en bovenin het eerste watervoerende pakket naar het beekdal stroomt.

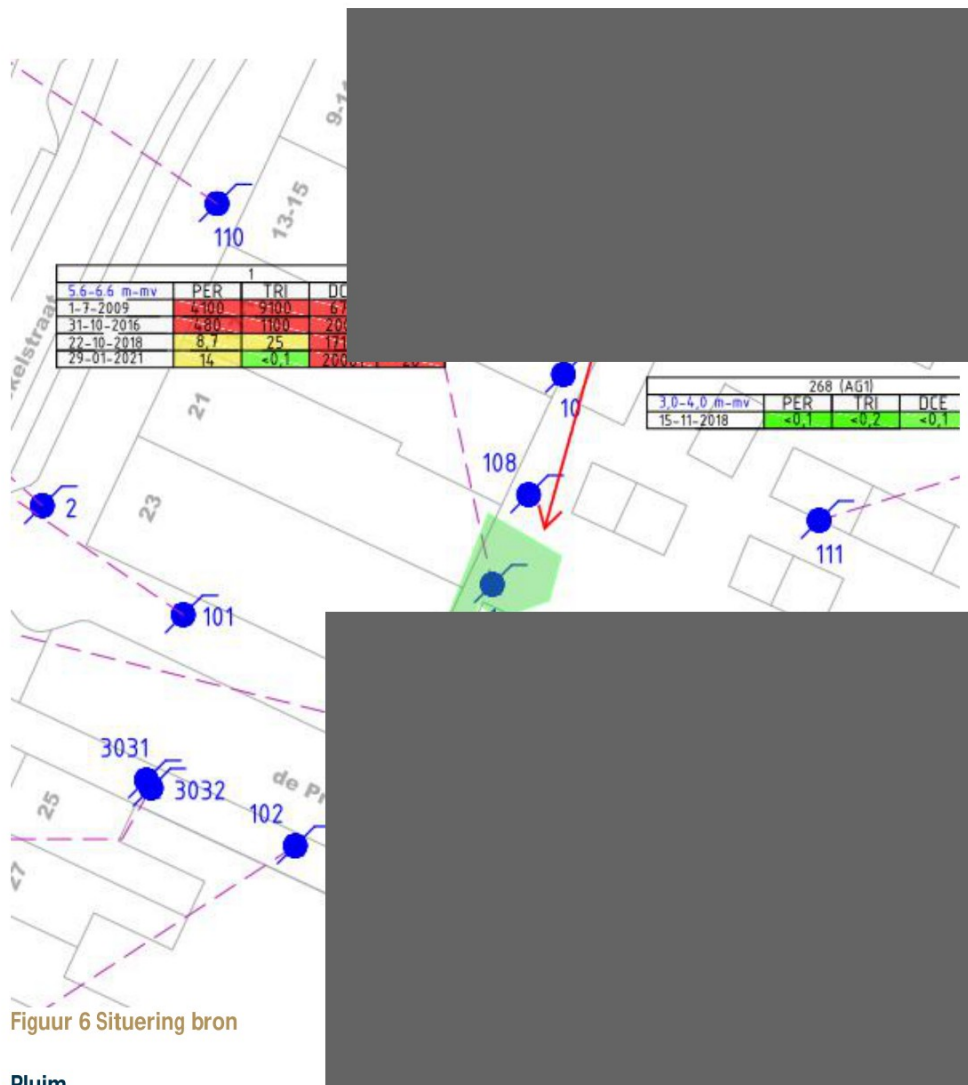
3.2. Verontreinigingssituatie

Voor beschrijving van de verontreinigingssituatie zijn de volgende onderzoeksrapporten geraadpleegd zoals genoemd in paragraaf 2.1.

Voor onze aanpak maken wij onderscheid in:

1. de bron;
2. de pluim;

In onderstaande figuur is de omvang van de bron die behandeld wordt weergegeven.



Figuur 6 Situering bron

Pluim

De situering van de pluim is weergegeven in onderstaande figuur.

Het grondwater is in pluim matig tot sterk verontreinigd met tetrachlooretheen (PER) en trichlooretheen (TRI). Daarnaast worden in het grondwater ook de afbraakproducten 1,2 – dichloorethenen (DCE) en vinylchloride (VC) in matig tot sterk verhoogde concentraties aangetroffen.

De sterke grondwaterverontreiniging met VOCL heeft zich in de deklaag (bodempakket van 7 tot 14 m-mv) hoofdzakelijk in een noordoostelijke tot oostelijke richting verplaatst (zie figuur 4). In de top van het eerste watervoerend pakket (bodempakket van 26 – 35 m-mv) zijn eveneens sterk verhoogde concentraties VOCL aangetoond.



Figuur 7 Situering pluim [4]

De pluim tot aan de Tartinistraat (paarse streep) bevat enkele duizenden $\mu\text{g/l}$ aan vooral afbraakproducten cis en vc. Bij Tartinistraat dalen de concentraties in de pluim met een factor 10 of meer tot circa $500 \mu\text{g/l}$. Dit betekent dat binnen de pluim veruit de grootste vracht in het eerste deel van pluim aanwezig is (met rood aangegeven in figuur 7).

3.3. *Natuurlijke afbraak*

Er is geen specifiek onderzoek uitgevoerd naar het optreden van natuurlijke afbraak in de bodem. Uit de uitgevoerde onderzoeken blijkt echter wel dat er afbraak van de verontreiniging plaatsvindt. In de bron wordt het oorspronkelijke product Per (DCE) nauwelijks nog aangetroffen, maar vooral de lager gechlorideerde afbraakproducten (Cis en VC). In de pluim, lijkt natuurlijke afbraak ook plaats te vinden, maar dit verloopt trager. Vooral onder de leemlaag lijkt de afbraak langzamer te verlopen. Hier worden namelijk zowel de lager gechlorideerde afbraakproducten (Cis en VC) als de oorspronkelijke producten Per en Tri aangetroffen. In deze omgeving hebben we verschillende VOCL-verontreinigingen aangepakt. Op al deze locaties was biologische afbraak goed mogelijk, maar de beperkende factor in de afbraak was altijd de beschikbaarheid van voldoende substraat in de bodem.

Dit betekent dat natuurlijke afbraak op de locatie plaatsvindt, maar dat de beperkende factor hiervoor de beperkte beschikbaarheid is van voldoende natuurlijk substraat (DOC) in de bodem. De actieve saneringsmaatregelen, zoals beschreven in het saneringsplan, omvatten het injecteren van substraat op strategische locaties om de van nature optredende afbraak verder te stimuleren. De monitoringsmaatregelen, zoals beschreven in dit saneringsplan, zijn gericht op het volgen van de biologische afbraak en indien nodig zal er extra substraat in de bodem worden geïnjecteerd.

In de volgende hoofdstukken wordt de aanpak voor de bron en de pluim uitgewerkt.

3.4. *Gevalsdefinitie op basis van het Nader Bodemonderzoek*

Ernst en omvang

Het bodemvolume waarin de gemiddelde concentraties van een of meer van de VOCL componenten voorkomt in concentraties boven de interventiewaarde, bedraagt voor de bronzone (conform Bosatex) naar schatting 150 m^3 en voor het grondwater >1 naar schatting 150.000 m^3 . [2]

Hierdoor is er sprake van een geval van ernstige bodemverontreiniging.

Spoedeisendheid

De omvang van de grondwaterverontreiniging kan jaarlijks met meer dan 1.000 m^3 toenemen. Daarmee is er mogelijk sprake van verspreidingsrisico's, waardoor een sanering met spoed uitgevoerd dient te worden. [2]

In de Sanscrit-berekening is geen rekening gehouden met natuurlijke afbraak. In de pluim vindt echter wel natuurlijke afbraak plaats. In combinatie met de bronmaatregelen beschreven in dit saneringsplan lijkt hierdoor een stabiele eindsituatie te ontstaan. Dit zal met monitoring worden aangetoond.

Van ecologische risico's is geen sprake (bovenste 2 meter is niet verontreinigd of er is verharding aanwezig).

4. Saneringsdoel

Doel van de sanering is het bereiken van een stabiele eindsituatie zoals omschreven in het bodembeleid.

Na sanering:

- a. Is er geen of een beperkte verspreiding van de verontreiniging. Er worden geen kwetsbare objecten bedreigd (geen verspreidingsrisico meer);
- b. zijn er geen humane of ecologische risico's;

Bron (>1% maximale oplosbaarheid)

Voor deze locatie betekent dit dat er een bronsanering wordt uitgevoerd zodat de uitloging van de verontreiniging naar de pluim stopt. In lijn met de Bosatex-aanpak² betekent dat voor de bronzone de volgende operationele saneringsdoelstelling wordt gehanteerd:

- de concentraties aan Per in het grondwater worden teruggebracht tot gemiddeld 1.500 µg/l met uitschieters in individuele peilbuizen tot maximaal 2.000 µg/l. Met deze laatste waarde wordt wel een maximum aan de 'uitschieters' gesteld. Anderzijds zullen er dus plaatselijk ook lagere waarden worden behaald dan 1.500 µg/l, aangezien anders niet wordt voldaan aan de gemiddelde vereiste waarde.

Op basis van evenwichtsberekeningen mag verwacht worden dat bij het bereiken van deze terugsaneerwaarde in het grondwater ook de gehalten in de grond in de verzadigde zone zijn afgenomen tot concentraties rondom of onder de interventiewaarde. Dit is echter geen doel op zich; voor de grond in de onverzadigde en verzadigde zone worden geen getalsmatige terugsaneerwaarden gedefinieerd. Dat hoeft ook niet; als er in de grond ergens toch hoge concentraties zouden achterblijven dan wordt:

- de saneringsdoelstelling voor het grondwater niet behaald. Immers, bij hoge concentraties in de grond zullen vanwege evenwicht tussen grond en grondwater ook hoge concentraties in het grondwater aanwezig blijven;
- en/of er kan geen stabiele eindsituatie aangetoond worden. Immers, wanneer er nog nalevering op zou blijven treden uit een grondverontreiniging in de onverzadigde of verzadigde zone dan zal in de passieve fase geen scenario ontstaan die als stabiele eindsituatie beoordeeld wordt (zie hoofdstuk 7).

Overeenkomstig de BOSATEX –aanpak worden bij de operationele saneringsdoelstelling voor het grondwater geen verspreidingsrisico's meer verwacht. Dit zal met monitoring moeten worden aangetoond voordat de sanering kan worden afgerond.

Er is voorzien in een biologische aanpak, waarbij een ruime overmaat substraat wordt ingebracht zodat de afbraak tot onschadelijke eindproducten ook na drie jaar nog gestaag verder doorloopt en de concentraties nog verder dalen.

Pluim

Voor de pluim is de saneringsdoelstelling: een grote restverontreiniging die stabiel of nagenoeg stabiel is of wordt binnen 30 jaar.

Fasering sanering

De sanering wordt in fasen uitgevoerd:

- Fase 1 betreft de actieve sanering van de bronzone en het plaatsen van een biobarrier in de Tartinistraat om het gedeelte van de pluim met de hoogste concentraties aan te pakken
- Fase 2 betreft de monitoring van de pluim (passief)

² Onderzoeksstrategie NO/SO Bosatex (Versie 2), d.d. 27 maart 2012, Tauw bv

5. Afweging

5.1. Bron

Direct naast het pand op de bronlocatie is de sterke verontreiniging tot 6,5 m-mv aanwezig [8]. Dit betekent dat volledige ontgraving van de verontreiniging niet mogelijk is zonder de panden te slopen. De bron kan alleen met in situ technieken aangepakt worden.

In de verontreinigde laag tot circa 6,5 m-mv wordt geen veen aangetroffen, dus het risico op zettingen als gevolg van bodemsaneringstechnieken zoals chemische oxidatie en grondwateronttrekking is beperkt.

In de bronzone is de grootste deel van de oorspronkelijke verontreiniging (Per) al afgebroken tot Cis & trans. . De omstandigheden voor biologische afbraak zijn op dit moment matig, maar kunnen worden gestimuleerd door een injectie van substraat.

De volgende in situ saneringstechnieken zijn beschikbaar om de sterke verontreiniging in de verzadigde zone te saneren (functionele saneringen):

- **Biologische sanering:** de afbraak is op gang gekomen, wat zichtbaar is in de aanwezigheid van de afbraakproducten cis-DCE en VC. . Het is goed mogelijk om deze omstandigheden sterk te verbeteren door de injectie van substraat.
- **Pump en treat:** De concentraties zijn te hoog om aan te pakken met een traditionele grondwatersanering. Een grondwatersanering zal stagneren door langdurige nalevering van de verontreiniging aan het grondwater. Als met een andere techniek (bijvoorbeeld met chemische oxidatie of een thermische sanering) de hoogste gehalten verwijderd zijn, kan pump en treat nog wel een mogelijkheid zijn voor de aanpak van de laatste resterende verontreiniging.
- **Chemische oxidatie:** door het inbrengen van een sterk oxidatieve stof kunnen de verontreinigingen gesaneerd worden. Voordeel van deze techniek is dat het een snelle en zekere techniek is. Zodra de ingebrachte oxidant in aanraking komt met de verontreiniging, is de sanering een feit. De techniek wordt als geschikt beoordeeld voor deze locatie.
- **Persluchtinjectie en bodemluchtexttractie:** Door lucht in te brengen en te onttrekken wordt de bodem 'doorspoeld' met lucht. Voor de aanpak van de bronzone zijn de concentraties te hoog. Er is grote kans op een stagnerende sanering door de hoge concentraties in de bron. Tevens is er een verhoogde kans op blootstelling van de gebruikers en bewoners doordat de verontreiniging geforceerd overgaat naar de luchtfase.
- **Thermische sanering:** door elektroden in de grond te plaatsen en stroom door de bodem te sturen wordt de bodem verwarmd. De verontreiniging gaat vervolgens versneld over in de gasvormige fase waarna de verontreiniging via de gasfase onttrokken kan worden. Het is een zekere en snelle techniek. Zodra de bodem een temperatuur heeft bereikt van 87 graden is sanering een feit. Per in water kookt namelijk bij 87 graden en is daarom zeker verdwenen bij het bereiken van deze of een nog hogere temperatuur. De sanering kan in enkele weken worden uitgevoerd. Nadeel van deze techniek zijn de relatief hoge kosten. Ook is een fijnmazig filternetwerk van bodemluchtexttractie nodig om te voorkomen dat de gebruikers worden blootgesteld aan de uitdampende verontreiniging. Dit betekent veel overlast voor de bewoners en gebruikers van de panden. Om deze redenen is er niet gekozen voor een thermische aanpak van de verontreiniging.

Op basis van bovenstaande is besloten tot de volgende saneringsaanpak van de bron:

- **een biologische sanering** waarbij middels gestimuleerde anaerobe biologische afbraak de verontreiniging wordt afgebroken tot onschadelijke eindproducten.

5.2. Pluim

In de pluim vindt natuurlijke afbraak plaats. De afbraaksnelheid is aan de lage kant, vermoedelijk is er van nature niet voldoende substraat aanwezig wat beperkt werkt voor de afbraak van de verontreiniging.



Figuur 8 concentraties in de pluim [4]

De pluim tot aan de Tartinistraat (paarse streep) bevat enkele duizenden $\mu\text{g/l}$ aan vooral afbraakproducten cis en vc. Bij Tartinistraat dalen de concentraties in de pluim met een factor 10 of meer tot circa $500 \mu\text{g/l}$. Dit betekent de – binnen de pluim – veruit de grootste vracht in het eerste (rode) deel aanwezig is. Als wij kijken naar de berekeningen en de saneringsafweging [4] dan zien wij dat door het plaatsen van een biobarrier in de Tartinistraat het grootste deel van de vracht verontreiniging in de pluim wordt aangepakt. Hierdoor wordt de nalevering naar het resterende deel van de pluim sterk gereduceerd en kunnen de verspreidingsrisico's worden weggenomen. Dit zal middels monitoring moeten worden aangetoond.

De gekozen saneringsoplossing bestaat uit:

1. Het aanbrengen van de biobarrier in de Tartinistraat, ongeveer bij de paarse streep in figuur 8. Hiermee wordt het grootste deel van de vracht in de pluim aangepakt.
2. Voor het resterende deel van de pluim, stroomafwaarts van de biobarrier, wordt gebruik gemaakt van natuurlijke afbraak als saneringsoplossing.

6. Sanering bron

6.1. Plaatsen filters en nulmeting

De injectiefilters worden geplaatst met behulp van handboringen. Als injectiefilters worden er 32 mm PE filters toegepast. Ter plaatse van de verfiltering wordt een grindomstorting toegepast. Daarboven wordt een grout/betonomstorting toegepast om lekkages via de schacht tijdens het injecteren van hulpstoffen te voorkomen.

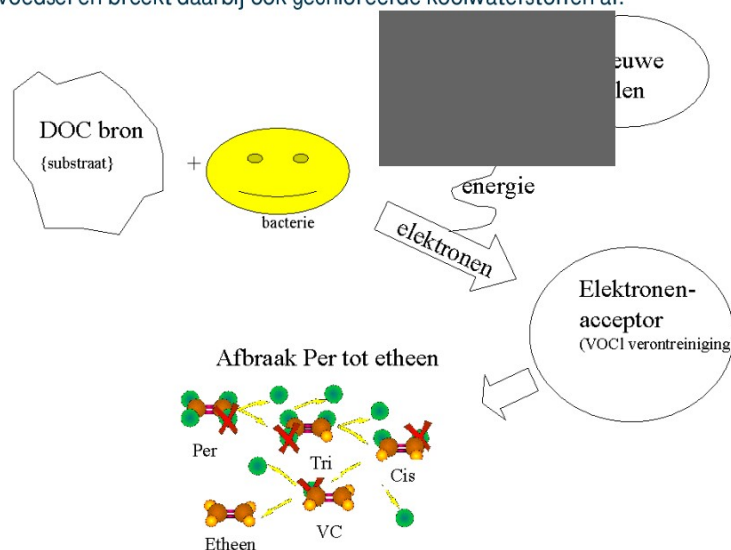
De injectiefilters worden geplaatst en doorgemeten met behulp van head-space. De injectiefilters worden afgepompt en hierbij wordt een flesje half gevuld en geschud. Hierna wordt de lucht boven het watermonster doorgemeten met een PID-meter.

Op deze wijze krijgen we direct in het veld een goed beeld van de verontreiniging en kan – indien nodig – direct worden besloten om filters bij te plaatsen. De PID-metingen worden ook gebruikt om filters te selecteren voor bemonstering en laboratoriumanalyse. Zo wordt een goed en fijnmazig beeld verkregen van de verontreiniging en kan de sanering hierop worden geoptimaliseerd. De resultaten hiervan worden gerapporteerd in een tussenevaluatie.

Bij diverse Bosatex projecten hebben we gezien dat hiermee een nauwkeurig beeld gekregen wordt van de verontreiniging en dat hierop gestuurd kan worden om een optimaal resultaat te halen.

6.2. Biologische aanpak

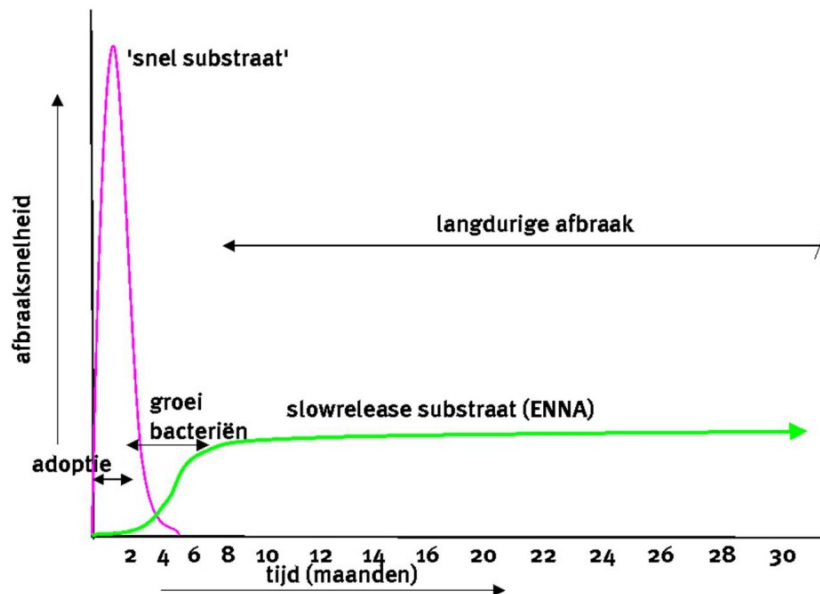
Biologische afbraak van VOCI verontreinigingen (onder andere de ontvettingsmiddelen Per en Tri) is mogelijk onder de juiste redox condities en in aanwezigheid van substraat (DOC). Onder anaërobe omstandigheden kunnen Per en Tri worden afgebroken tot onschadelijke eindproducten. Een micro-organisme gebruikt een andere stof (substraat) als voedsel en breekt daarbij ook gechloreerde koolwaterstoffen af.



Figuur 9 Principe van gestimuleerde biologische afbraak

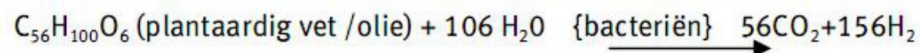
Via verschillende stappen wordt de verontreiniging afgebroken tot het onschadelijke etheen. Voor Per en Tri geldt dat deze verontreiniging, maar ook de afbraakproducten Cis en VC, anaëroob afbreekbaar zijn.

Voor deze locatie willen wij ons slow-release substraat ENNA gebruiken. Dit heeft als voordeel dat in principe één injectieronde voldoende is. Bij gebruik van gangbare substraten zoals melasse zijn meerdere injectierondes nodig om de afbraak langdurig te stimuleren. Door ENNA te gebruiken blijven de kosten en de overlast voor de gebruikers van de locatie beperkt.

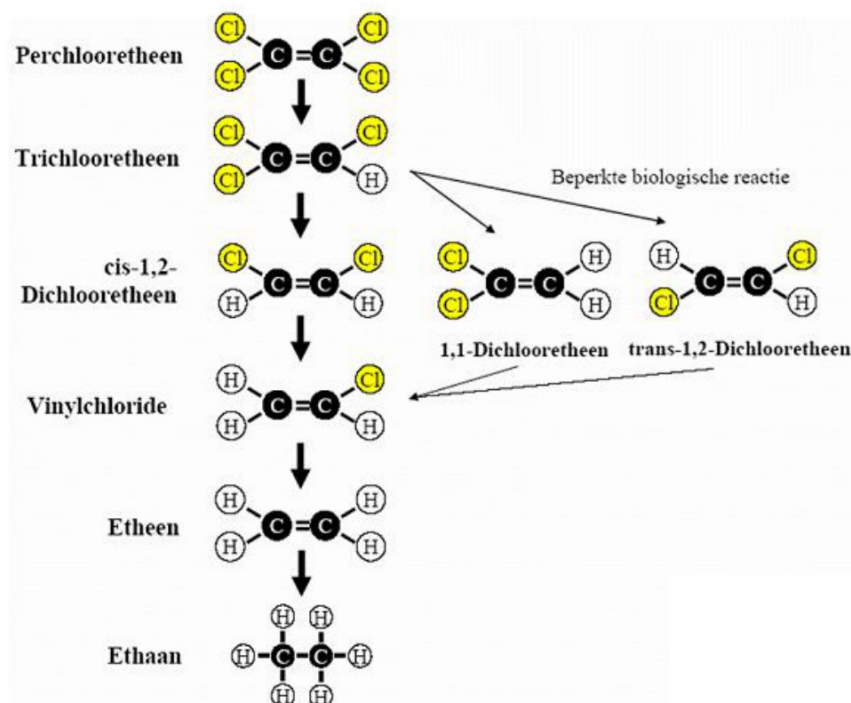


Figuur 10 vergelijking afbraaksnelheden 'snel substraat' zoals methanol en melasse en 'slowrelease' substraat zoals ENNA

Stap 1: afbraak van plantaardige vet(zuren) waarbij H_2 wordt gevormd

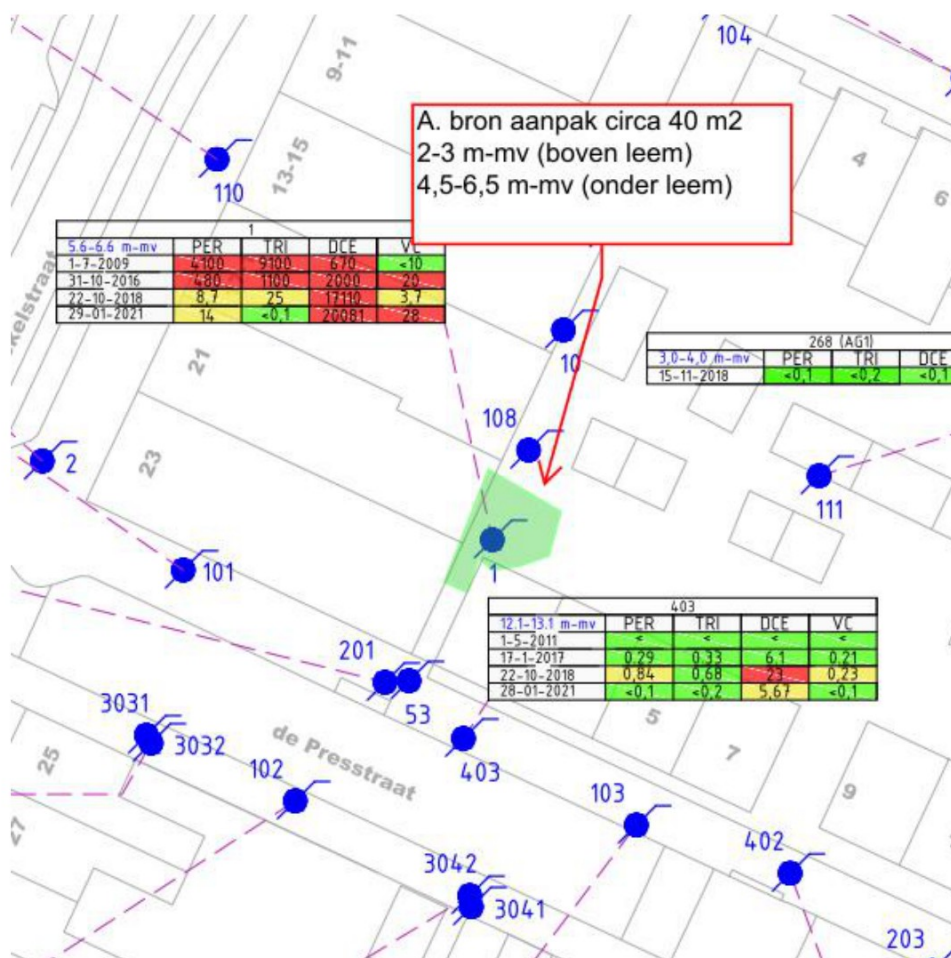


Stap 2: reductieve dechlorering



Figuur 11 principe biologische afbraak met ENNA

De bronzone wordt in zijn geheel aangepakt met behulp van injecties op de aangelegde vaste doseerfilters. In onderstaande tekening en tabellen zijn de injectiewerkzaamheden samengevat. De aanpak hieronder beschreven is een voorlopig ontwerp. Aan de hand van de nulmetingen na het plaatsen van de filters zal de aanpak worden geoptimaliseerd.



Figuur 12 siting bronaanpak

In onderstaande tabel is de aanpak samengevat:

Omvang	boven leem		onder leem	
Lengte	6,3	m	6,3	m
Breedte	6,3	m	6,3	m
invloedsfeer van:	2	m-mv	4	m-mv
invloedsfeer tot:	3	m-mv	7	m-mv
Filters				
Aantal filterstelling	7	stuks	6	stuks
van:	2	m-mv	4,5	m-mv
filterstelling tot:	3	m-mv	6,5	m-mv
Injectie	%ds		%ds	
aantal ronden (stuks)	3		1	
ENNA (totaal m3)	5	15,00%	6	15,00%

Tijdens de injectie van substraat worden in het veld drukken, debiet per filter en de redox gemeten.

In ongeveer twee jaar tijd zullen de concentraties Per (en afbraakproducten) tot onder gemiddeld 1.500 µg/l (som-VOC) zijn gedaald en wordt de sanering afgerond.

Er wordt ruime overmaat substraat ingebracht waardoor de afbraak ook na twee jaar nog gestaag verder doorloopt.

De injecties worden uitgevoerd met een mobiele injectieunit om overlast voor de gebruikers en omgeving zoveel mogelijk te voorkomen.



Figuur 13 mobiele injectieunit

6.3. Monitoring bron tijdens actieve bronsanering

Er is voorzien in de volgende monitoring (processturing):

1. nulmeting (vooraf)
2. 1e voortgangsmeting na 0,5 jaar;
3. 2e voortgangsmeting na 1 jaar;
4. 3e voortgangsmeting na 1,5 jaar;
5. Eindmeting na 2 jaar;

Deze metingen worden uitgevoerd in vier peilbuizen die worden geselecteerd aan de hand van de nulmetingen. De monsters worden geanalyseerd op VOCl (Per, Tri, Cis en VC).

Als blijkt dat de afbraak achterblijft, zal er aanvullend worden bemonsterd en geanalyseerd op afbraakparameters zoals de redoxparameters en de aanwezigheid van DOC (substraat).

Na afloop van de actieve saneringsfase zal het saneringsresultaat in de bron voldoen aan het voldoende resultaat:

- De gemiddelde concentratie Per in de bron is gedaald tot onder de 1.500 µg/l;

6.4. Terugvalscenario actieve bronsanering

Als, ondanks de tussentijdse monitoring en eventuele bijstelling / optimalisatie, blijkt dat de bronzonesanering niet tot het gewenste resultaat leidt kan dit nadelig zijn voor de stabiliteit van de verontreiniging omdat er een (mogelijk) verspreidingsrisico aanwezig blijft. In dit geval is het volgende terugvalscenario mogelijk:

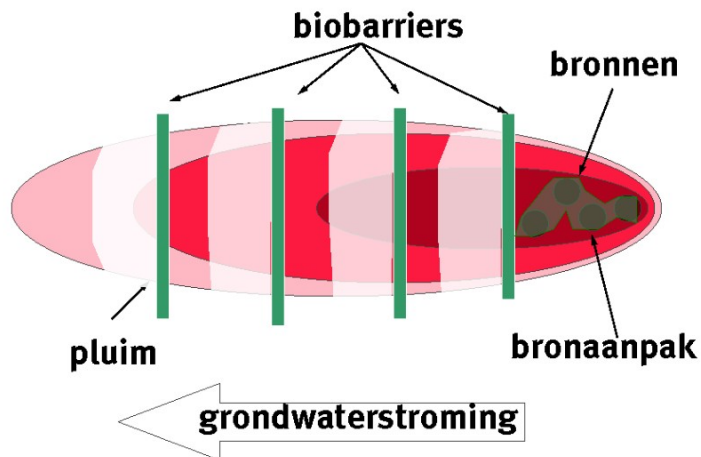
1. Een extra ronde injectie substraat om de resterende grondwaterverontreiniging aan te pakken.

Indien deze situatie zich onverhoopt voordoet, wordt een meest geschikt geachte terugvalscenario uitgewerkt en ter goedkeuring voorgelegd aan het bevoegd gezag.

7. Sanering pluim

7.1. Biobarrier

Voor de sanering van de pluim wordt gebruik gemaakt van het concept 'biobarrier'. Loodrecht op de stromingsrichting van het grondwater wordt er een rij filters geplaatst waar koolstofbron in wordt geïnjecteerd. Ter plaatse van de filters en daarachter ontstaat een zone met toegenomen biologische activiteit. Verontreiniging die deze 'biobarrier' passeert, wordt vervolgens afgebroken.



Figuur 14 principe van biobarriers

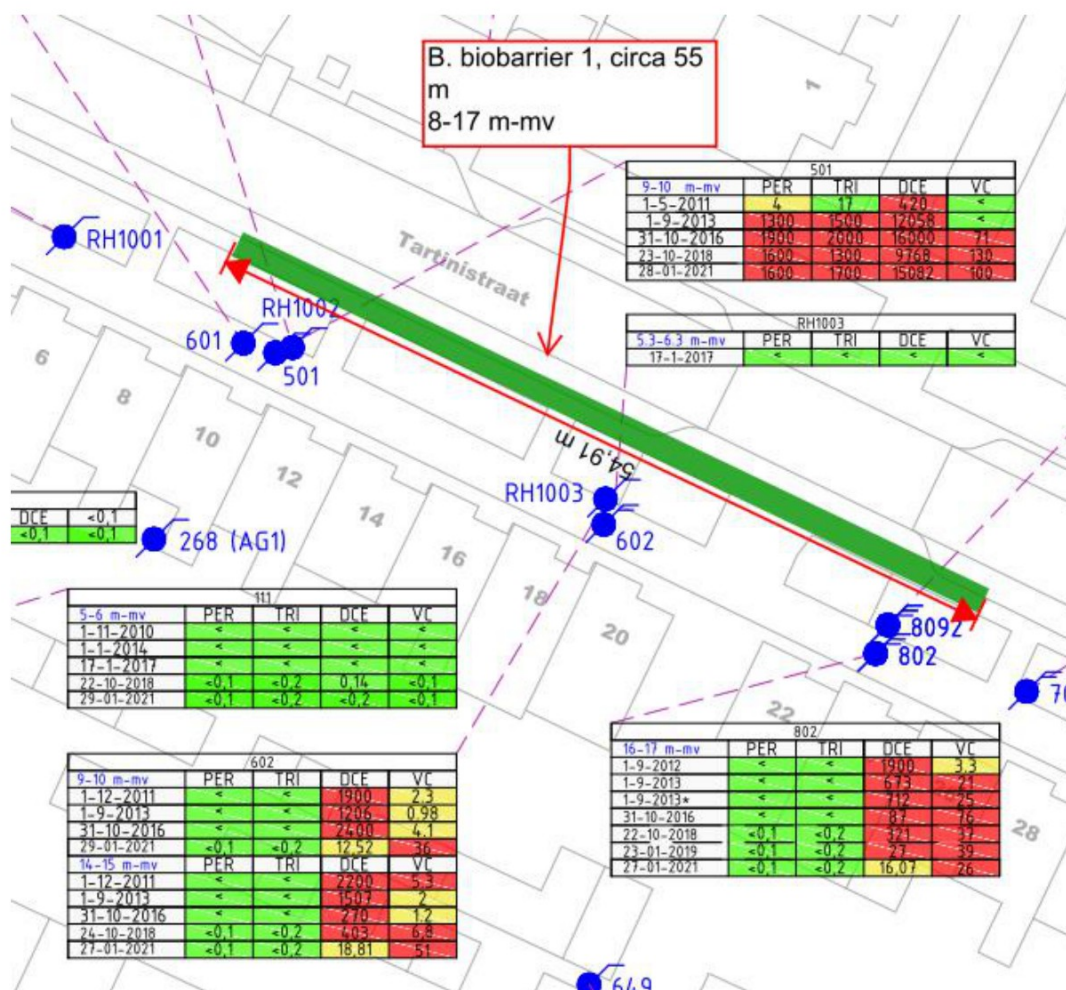
De biobarrier bestaat uit injectiefilters waar onze slow-release koolstofbron 'ENNA' in wordt geïnjecteerd. Met deze verontreinigingsvracht en de huidige Redox-condities in de bodem verwachten wij dat het substraat 3 jaar zijn werking behoudt. Gedurende deze periode zullen - in combinatie met de aanpak van de bron - de concentraties verontreiniging vermoedelijk zover zijn gedaald geen tweede injectieronde nodig is. Indien dit plaatselijk wel nodig mocht zijn, kan dit eenvoudig via de injectiefilters worden gedaan.



Figuur 15 Deellocatie B: biobarrier Tartinistraat

Wij willen de biobarrier aanbrengen ter plaatse van de Tartinistraat. In onderstaande figuur is de situering van de biobarrier weergegeven. Er passeren hier relatief hoge concentraties, dit betekent dat het saneringstechnisch effectief is om hier de biobarrier aan te brengen. Tevens is deze plek goed bereikbaar omdat het in openbaar gebied ligt. Om deze redenen hebben wij de biobarrier hier gesitueerd.

In onderstaande figuur en tabel zijn de werkzaamheden samengevat.



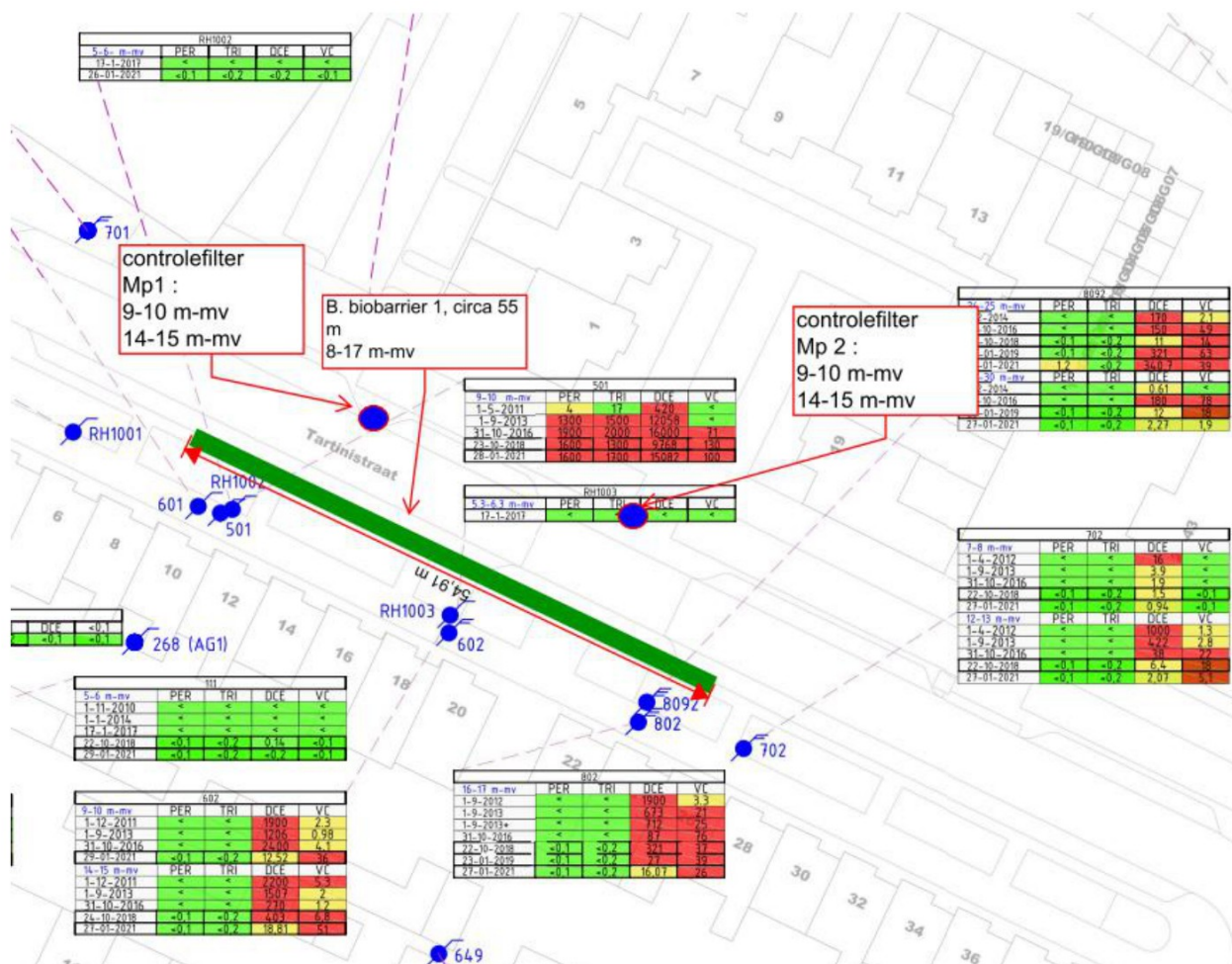
Figuur 16 Situering biobarrier Tartiniestraat

Omvang	laag 1		laag 2	
Lengte	5	m	5	m
Breedte	55	m	55	m
invloedsfeer van:	7	m-mv	12	m-mv
invloedsfeer tot:	12	m-mv	17	m-mv
Filters				
Aantal filterstelling	14	stuks	14	stuks
van:	8,5	m-mv	13,5	m-mv
filterstelling tot:	10,5	m-mv	15,5	m-mv
Injectie	%ds		%ds	
aantal ronden (stuks)	1		1	
ENNA (totaal m3)	15	15,00%	15	15,00%

De filters van de biobarrier (32 mm HDPE) worden aangebracht met behulp van SONIC-drilling. Na plaatsing worden ze afgewerkt onder een straatpot. De injectie zal plaatsvinden met het slow-release substraat ENNA (zie ook paragraaf 6.2) met een mobiele injectie-unit.

7.2. Monitoring biobarrier

Om de goede werking van de biobarrier te controleren, worden er twee controlepeilbuizen (Mp1 en Mp2) stroomafwaarts van de biobarrier bijgeplaatst, met een filterstelling van 9-10 m-mv en 14-15 m-mv. De peilbuizen worden gedurende drie jaar gemonitord, waarbij een duidelijk afnemende trend te zien moet zijn.



1. Een extra ronde injectie substraat als afbraak achterblijft, dit verlengt tevens de werkingsduur van de biobarrier;
2. Bijplaatsen van injectiefilters en het uitvoeren van een extra injectieronde als blijkt de verontreiniging langs of onder de biobarrier doorstroomt.

Indien deze situatie zich onverhoopt voordoet, wordt een meest geschikt geachte terugvalscenario uitgewerkt en ter goedkeuring voorgelegd aan het bevoegd gezag.

7.4. **Monitoring resterende pluim ten behoeve van het vaststellen van een stabiele eindsituatie (pluim)**

De monitoring ten behoeve van het aantonen van de stabiele eindsituatie zal bestaan uit het vier maal (na 2, 4, 6 en 8 jaar) bemonsteren van een aantal peilbuizen in de pluim. Zie bijlage 2 voor situering van de filters.

In de onderstaande tabel is de monitoringsinspanning weergegeven:

Nr	filter- stelling (m- mv)	na 2 jr	na 4 jr	na 6 jr	na 8 jr
704	7-8	X	X	X	X
704	12-13	X	X	X	X
704	19-20	X	X	X	X
704	24-25	X	X	X	X
RH1004	9-10	X	X	X	X
RH1004	14-15	X	X	X	X
902	9-10	X	X	X	X
902	14-15	X	X	X	X
RH1006	19-20	X	X	X	X
RH1006	24-25	X	X	X	X
RH1006	29-30	X	X	X	X
RH1006	34-35	X	X	X	X
903	9-10	X	X	X	X

De grondwatermonsters worden geanalyseerd op VOCl en VC.

7.5. **Beoordeling en toetsing van de stabiele eindsituatie**

Om een voldoende stabiele eindsituatie te bereiken is een eerste vereiste dat de bronzon sanering en de biobarrier tot het gewenste eindresultaat leidt. Daar ligt een eerste prioriteit.

Daarnaast zal een eventuele verspreiding van verontreiniging erg traag verlopen (proces van jaren) en zich bovendien op verschillende wijzen kunnen manifesteren (b.v. verdere verspreiding stroomafwaarts door nalevering vanuit de bron of door een 'loslatende' pluim). Ook de consequenties kunnen verschillend zijn. Dat maakt het moeilijk om voor deze saneringsfase een concreet (min of meer rekenkundig), betrouwbaar beslisschema op te stellen op basis waarvan een verantwoorde tussentijdse bijsturing van de sanering kan plaatsvinden.

Daarom is gekozen voor een monitoring van de pluim over een relatief lange periode (8 jaar), volgend op de bronzon sanering en voor een beoordeling en toetsing van de monitoringsresultaten met het erkend statistische trendbeoordelingsprogramma 'Man-Kendall', dat daarop is afgestemd (zie ook hierna).

Omdat de resultaten van deze trendbeoordeling pas na een aantal jaren beschikbaar komen, worden de monitoringsresultaten na elke monitoringsronde alleen kwalitatief beoordeeld op onverwachte substantiële

veranderingen in gehalten en ongecontroleerde verspreiding. Deze tussentijdse beoordelingen worden in een beknopte briefrapportage vastgelegd en na iedere monitoringsronde aan het bevoegd gezag voorgelegd.

Met het trendbeoordelingsprogramma 'Man-Kendall' kan op objectieve wijze worden berekend of een monitoringreeks een dalende of stijgende trend vertoont of dat de reeks 'stabiel' is.

Bij deze trendbeoordeling moeten de resultaten van ten minste vier meetronden worden ingevoerd. Daarvoor worden behalve de resultaten van de vier hiervoor genoemde monitoringsronden ook de resultaten van de bodemonderzoeken betrokken zodat een langjarige reeks ontstaat.

Er is sprake van een stabiele eindsituatie als:

- de concentraties in de gesaneerde bronzone geen stijgende trend vertonen en
- de concentraties in de pluim een stabiele of dalende tendens vertonen.

Als aan deze criteria wordt voldaan, wordt de sanering afgerond met een evaluatieverslag van de sanering. Het evaluatieverslag, waarin ook eventuele gebruiksbeperkingen worden opgenomen, wordt ter goedkeuring voorgelegd aan het bevoegd gezag.

De volgende overwegingen liggen ten grondslag aan genoemde werkwijze om de stabiele eindsituatie aan te tonen:

- Gezien de aard, ouderdom van de verontreiniging en natuurlijke bodemprocessen verloopt verspreiding van de verontreiniging erg traag. Dit geldt zeker als door de actieve sanering van de bronzone, de voeding van de pluim wordt gestopt. Een eventuele verspreiding van verontreiniging in de pluim zal dan ook traag verlopen en vaststellen daarvan door grondwatermonitoring vraagt een lange periode van meting.
- Om op een objectieve en betrouwbare wijze trends in een monitoringsreeks vast te stellen volgens de 'Man-Kendall'-methode ('stijgend', 'dalend' of 'stabiel'), zijn ten minste vier meetronden vereist. Deze wijze van trendbeoordeling is een betrouwbare en algemeen geaccepteerde methode om de stabiliteit te toetsen. Het vooraf vaststellen van signaal- en/of actiewaarden kan in de praktijk leiden tot voorbarige conclusies, omdat wordt uitgegaan van momentopnamen. Dat neemt niet weg dat substantiële veranderingen in gemeten gehalten aanleiding kunnen geven tot tussentijdse aanvullende maatregelen.
- Het kan voorkomen dat gehalten in het grondwater na een actieve bronsanering nog tijdelijk toenemen om daarna weer af te nemen (rebound-effect). Daarnaast kan verspreiding van de pluim optreden zonder voeding vanuit de bronzone (b.v. door het bekende fenomeen van 'loslatende pluim'). Ook bij een loslatende pluim is sprake van een stabiele eindsituatie, op voorwaarde dat er geen kwetsbare objecten bereikt worden.
- Bij de beoordeling van de situatie zijn vooral de gevolgen van verspreiding maatgevend en niet zozeer de verspreiding zelf (een toename van de pluim hoeft op zichzelf nog geen reden te zijn tot aanvullende maatregelen, mits er geen kwetsbare objecten worden bedreigd en de bron door de actieve saneringsmaatregelen aantoonbaar uitdooft).
- De voorgestelde werkwijze tot vaststelling van de stabiele eindsituatie past binnen de regels, zoals gesteld in 'Circulaire bodemsanering per 1 juli 2013'.

7.6. Terugvalscenario pluim

Mocht de pluim niet stabiel zijn of worden volgens het toetsingskader vermeld in paragraaf 7.5, en de verspreiding wordt niet acceptabel geacht (bijvoorbeeld omdat op langere termijn mogelijk toch risico's ontstaan als gevolg van deze verspreiding), dan wordt in overleg met het bevoegd gezag gekeken naar passende maatregelen. Hierbij kan gedacht worden aan verlenging van de periode van monitoring om te bezien of na langere tijd alsnog een stabiele pluim kan ontstaan of in het uiterste geval aanvullende saneringsmaatregelen in de bronzone (b.v. extra substraatinjectie) of in de vorm van pluimsanering (b.v. door verlenging werkingsduur biobarrier).

8. *Veiligheid en gezondheid*

De veiligheidsklasse is berekend volgens de methodiek zoals die wordt omschreven CROW Publicatie 400.

Ten aanzien van de bepaling van veiligheidsklassen dient opgemerkt te worden dat er geen contact tussen de verontreiniging en het personeel kan plaatsvinden:

Onverzadigde zone: De locatie is verhard, in de bovengrond is geen/nauwelijks verontreiniging aangetroffen en er wordt geen grondwerk uitgevoerd. Er is dus geen contact met de verontreinigde grond;

Verzadigde zone: Er worden filters geplaatst met een grondverdringende techniek waarbij geen grond omhoog wordt gehaald. Ook tijdens de sanering wordt geen verontreinigd water omhoog gepompt.

Er is dus geen contact tussen de verontreiniging en het uitvoerend personeel.

Op grond van bovengenoemde uitgangspunten is voor dit werk basisklasse droog bepaald. Gedurende de werkzaamheden zullen de metingen uitwijzen conform welke veiligheidsklasse gewerkt dient te worden.

Voor de uitvoering van de sanering wordt er een V&G plan uitvoeringsfase opgesteld waarin het meetregime en de veiligheidsvoorzieningen worden uitgewerkt.

9. *Nazorg*

Na sanering van de bronzone en het aantonen van een stabiele eindsituatie is er geen actieve nazorg voorzien. Wel zullen gebruiksbeperkingen gelden. Grondwateronttrekking alleen onder voorwaarden zal vrijwel zeker van toepassing zijn, maar ook het niet zonder meer graven in de onverzadigde zone zal van toepassing zijn omdat in de uitgevoerde onderzoeken verhoogde waarden in de onverzadigde zone zijn aangetroffen en de saneringsaanpak niet als doel heeft de grondverontreiniging in de onverzadigde zone te saneren.

In de eindevaluatie van de sanering zal worden aangegeven welke nazorg nodig is.

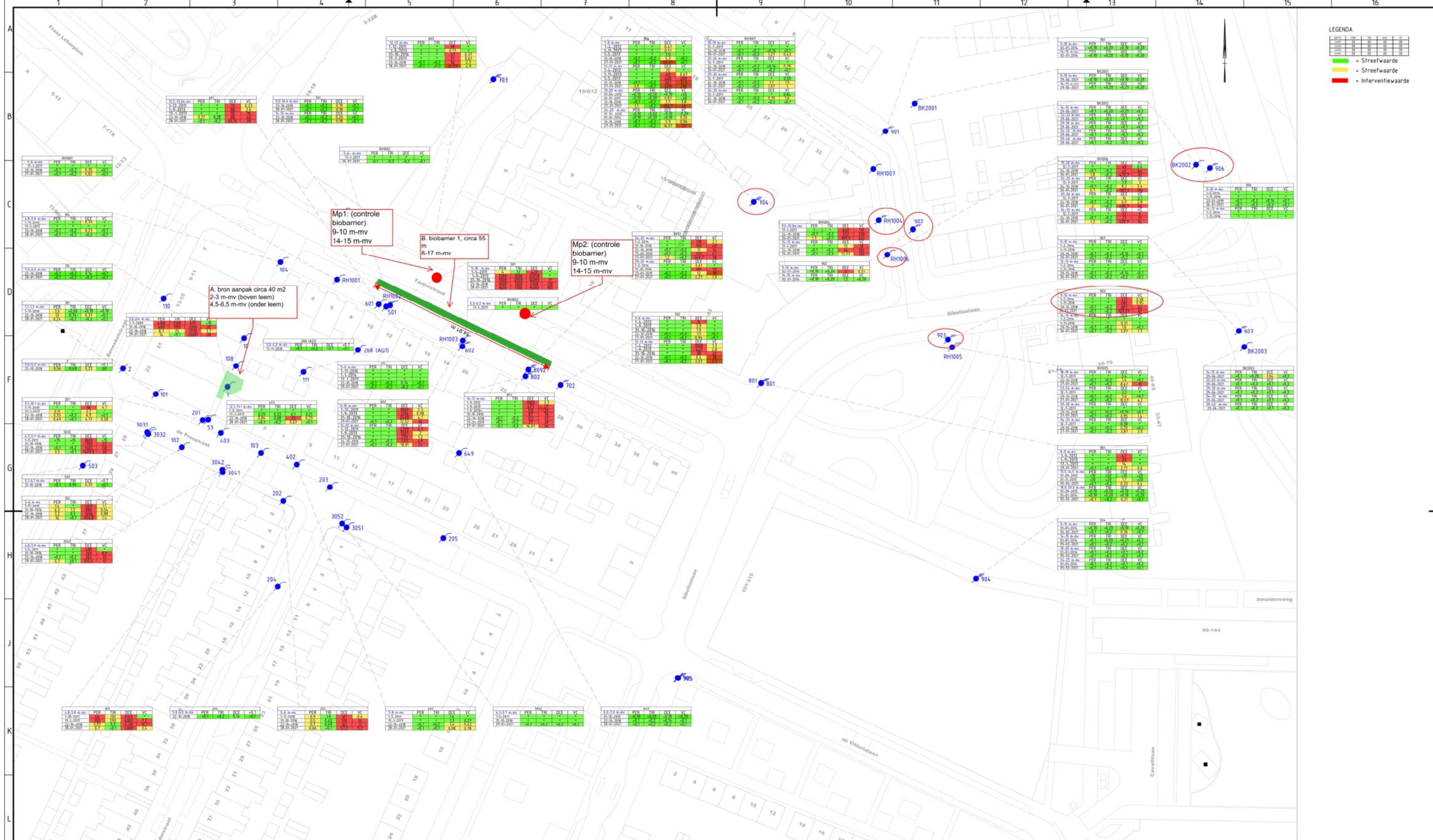
Op basis van de huidige gegevens wordt uitgegaan van de volgende nazorg:

- Verbod/beperking onttrekking grondwater;
- Kadastrale registratie restverontreiniging;
- Meldplicht bij ontgraving vanaf maaiveld binnen de I-contour van de grondverontreiniging of ontgraving dieper dan de grondwaterstand binnen de I-contour van de grondwaterverontreiniging (hangt samen met de beperking voor het onttrekken van grondwater).

Het ontgraven van sterk verontreinigde grond is zonder toestemming van het bevoegd gezag Wbb niet toegestaan. Een wijziging van gebruik, functie of bestemming van de percelen binnen de I-contour van de grond dient vooraf gemeld te worden bij het bevoegd gezag Wbb.

Bijlagen

Bijlage 1. Situering monitoringsfilters pluim



Bijlage 2. Kadastrale kaart



0 5 10 15 20 25m

12345

25

Deze kaart is noordgericht

Perceelnummer

Huisnummer

Vastgestelde kadastrale grens

Voorlopige kadastrale grens

Administratieve kadastrale grens

Bebouwing

Schaal 1: 500

Kadastrale gemeente	Gestel
Sectie	C
Perceel	1273

kadaster

Voor een eensluitend uittreksel, geleverd op 3 mei 2022
De bewaarder van het kadaster en de openbare registers

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.

Overzicht kadastrale percelen met indicatieve Interventiewaardecontour (VOCI) grondwater

