

Saneringsplan Voormalig gebouw XY

Kromhoutkazerne Utrecht

projectnr. 154611
revisie 02
15 december 2006

Auteur(s)

Ing. M. Kolle
Ing F.J. Pels

Opdrachtgever

Dienst Vastgoed Defensie
Afdeling ROM
Postbus 8002
3503 RA UTRECHT

datum vrijgave

15-12-2006

beschrijving revisie 04

definitief

goedkeuring

M. Kolle

vrijgave

F.J. Pels

	Inhoud	Blz.
1	Inleiding	3
2	Bekende gegevens	4
2.1	Algemeen	4
2.2	Betrokken partijen	4
2.3	Kabels en leidingen	4
2.4	Bodemopbouw en geohydrologie	5
2.5	Beschikbare onderzoeksrapporten	6
3	Verontreinigingsituatie	7
4	Technische uitwerking sanering	8
4.1	Saneringsdoelstelling	8
4.2	Vergunningen/meldingen	9
4.3	Voorbereidende werkzaamheden en herstelwerkzaamheden	9
4.4	Pilotsanering	10
4.5	Grondsanering	10
4.6	Injectie slowrelease substraat	11
4.7	Resultaat brongebied	14
4.8	Planning	14
4.9	Ijkmomenten en kwaliteitscontrole	15
4.9.1	<i>Brongebied</i>	15
4.9.2	<i>Pluimgebied</i>	16
4.10	Terugvalscenario's	19
4.11	Nazorg	20
4.12	Invloed sanering op de omgeving	21
4.13	Milieukundige begeleiding en veiligheid	22

Bijlagen:

- 1 : Kadastrale kaart
- 2 : Uitgangspunten prognose afname concentraties in bron
- 3 : Voorbeeld vergelijkbaar projecten (referentie techniek)
- 4 : Berekening optreden stabiele eindsituatie (onder de huidige omstandigheden)
- 5 : Tekeningen voorgaande bodemonderzoeken
- 6 : Grondsanering
- 7 : Injectiefilters bronzone
- 8 : Verlaging als gevolg van bronbemaling
- 9 : Notitie 'biobarriers'
- 10 : Beschrijving eerdere bodemonderzoeken
- 11 : Uitspraak in de zaak Midreth tegen de staat der Nederlanden

1 Inleiding

In opdracht van de Dienst Vastgoed Defensie is door Ingenieursbureau Oranjewoud B.V. een saneringsplan opgesteld voor de sanering van het gebied rond gebouw XY ter plaatse van de Kromhoutkazerne te Utrecht.

Aanleiding voor het opstellen van een saneringsplan is de op de locatie aanwezige verontreiniging met gechloreerde koolwaterstoffen. In het kader van een voorgenomen herinrichting van het kazerneterrein wordt de belendende bebouwing gesloopt en zal ter plaatse nieuwbouw plaatsvinden. Vanwege de nieuwbouwactiviteiten zal de aanwezige bodemverontreiniging worden gesaneerd en vanwege een gunstige samenloop daarmee kan de bodemsanering efficiënt worden aangepakt.

Voorafgaand aan het opstellen van dit saneringsplan is door Oranjewoud een saneringsonderzoek uitgevoerd. De resultaten van het saneringsonderzoek vormen de basis voor onderhavig saneringsplan.

Het voorliggende rapport is als volgt opgebouwd:
Hoofdstuk 2 en 3 bevatten een inventarisatie van de beschikbare gegevens, zoals de situatie, bodemopbouw en verontreinigings situatie. In hoofdstuk 4 is het kader van de sanering aangegeven en is het plan voor de uitvoering van de sanering beschreven.

2 Bekende gegevens

2.1 Algemeen

De Kromhoutkazerne is gelegen aan de zuidoostzijde van Utrecht en heeft een totale oppervlakte van circa 29 hectare. Aan de noordzijde wordt het terrein begrensd door de Prins Hendriklaan, in noordoostelijke richting door de Minstream, in zuidoostelijke richting door de Weg tot de Wetenschap en in zuidelijke richting door de Herculeslaan. Ten westen van het kazerneterrein bevindt zich de N222. De hoofdingang van het terrein bevindt zich aan de Herculeslaan.

De Kromhoutkazerne is bekend onder de kadastrale aanduiding, gemeente Utrecht, sectie O, nummers 1094.

Het centrum van de kromhoutkazerne heeft de volgende geografische coördinaten uit het Rijksdriehoeksstelsel X 138610 en Y 454713.

Op het terrein bevinden zich diverse al dan niet nog in gebruik zijnde gebouwen van het Ministerie van Defensie.

Gebouw X is in gebruik als constructiewerkplaats. Gebouw Y betreft een automobielwerkplaats. In gebouw XY vindt opslag en chemische reiniging plaats. In gebouw XY zijn onder andere een spuiterij, smederij, een harderij en draai- en plaatwerkerijen en een reinigingslokaal (dompelinrichting) aanwezig (of aanwezig geweest).

2.2 Betrokken partijen

Opdrachtgever

Ministerie van Defensie, Dienst Gebouwen, Werken en Terreinen, Directie West, Ruimtelijke Ordening en milieu, Bodembeheer, Postbus 8002, 3509 AA, Utrecht.

Bevoegd gezag

Gemeente Utrecht, Dienst Stadsontwikkeling, Afdeling Milieu en Duurzaamheid, Bureau Milieukwaliteit, Postbus 8406, 3503 RK, Utrecht.

Adviseur

Ingenieursbureau Oranjewoud B.V., Postbus 10044, 1301 AA, Almere-Stad.

2.3 Kabels en leidingen

Binnen het plangebied zijn diverse ondergrondse kabels en leidingen aanwezig. Voor deze deellocatie geldt dat de sanering plaatsvindt binnen de footprint van het huidige gebouw. Vanwege de gekozen saneringsvariant en het feit dat de kabels- en leidingen alle zijn gesitueerd buiten het pand zijn gegevens over kabels- en leidingen niet van belang.

2.4 Bodemopbouw en geohydrologie

De geohydrologische situatie is ontleend aan de Grondwaterkaart van Nederland (DGV/TNO) en het Grondwaterplan van de provincie Utrecht.

Het onderzoeksterrein bevindt zich globaal in het midden van het Kromme Rijngebied, binnen het rivierkleigebied. De hoogte van het maaiveld varieert van N.A.P. + 1,7 tot + 2,8 m. In tabel 1 is de geohydrologische situatie en de bodemopbouw weergegeven.

Tabel 1: Geohydrologische bodemopbouw

Diepte (meters t.o.v. N.A.P.)	Geohydrologische Eenheid	Lithografische eenheid (Formatie)	Lithografische samenstelling
+ 2,8 à 1,7	maaiveld		
+ 2,8 à 1,7 tot - 1,0 à - 2,0	(Holocene)deklaag	Westland, Betuwe	Vooraf klei, in mindere mate veen
-1,0 à - 2,0 tot - 52	1° watervoerend pakket	Sterksel, Urk, Drente, Kreftenheye en Twente	Fijne tot uiterste grove zanden met slib/kleihoudende lagen
- 52 tot - 70	1° scheidende laag	Kedichem en Sterksel	Klei-, leem – en slibhoudende zanden

Volgens de Grondwaterkaart en het Grondwaterplan bedraagt de stijghoogte van het grondwater in het eerste watervoerend pakket circa N.A.P. + 0,4 à + 0,6 m. Dit grondwater stroomt vanaf de Utrechtse Heuvelrug af in (noord)westelijke richting, naar de lager gelegen polders in het Westelijk Weidegebied.

Uit voorgaande onderzoeken is gebleken dat de stromingsrichting van het ondiepe grondwater in de deklaag niet eenduidig is. Dit wordt vooral veroorzaakt door de onregelmatige bodemopbouw als gevolg van onder andere de verschillende ontgravingen die ter plaatse hebben plaatsgevonden en de aanwezigheid van gedempte grachten.

De grondwaterstroming in het eerste watervoerend pakket is westelijk tot noordwestelijk gericht.

Uit het Grondwaterplan blijkt dat het onderzoeksterrein in een gebied ligt waar het niveau van het freatisch grondwater gelijk aan of hoger is dan de stijghoogte van het grondwater in het eerste watervoerend pakket. Er is derhalve sprake van een neutrale situatie (geen verticale stroming) tot een infiltratiesituatie (grondwaterstroming vanuit het freatisch grondwater neerwaarts gericht).

Het terrein is niet gelegen binnen beschermingszones van een drinkwaterwinning.

2.5 Beschikbare onderzoeksrapporten

Er is op het kazemeterrein een groot aantal bodemonderzoeken uitgevoerd. Een groot deel van die onderzoeken is samengevat in één omvattend oriënterend en nader bodemonderzoek dat is gerapporteerd in april 2000. Onderstaand is een overzicht gegeven van rapportages sinds 2000.

- oriënterend en nader bodemonderzoek fase 1, 2 en 3 op de Kromhoutkazerne te Utrecht, Oranjewoud, 14 april 2000, kenmerk 19047-86877;
- actualiserend en nader grondwateronderzoek ter plaatse van de Kromhoutkazerne te Utrecht, oranjewoud, 12 september 2003, kenmerk 19047-1333517;
- saneringsonderzoek Kromhoutkazerne te Utrecht, Oranjewoud, 19 januari 2006, kenmerk 154611.

3 Verontreinigingsituatie

De verontreinigingsituatie is weergegeven op de tekeningen die zijn opgenomen in bijlage 5.

De gehalten aan PER en TRI zijn tussen 1999 en 2003 in de bron significant afgenomen. Vermoedelijk heeft er afbraak plaatsgevonden, waarbij de afbraakproducten 1,2-dichlooretheen en vinylchloride zijn ontstaan. De oppervlakte binnen de interventiewaardecontour bedraagt circa 250 m² (geschatte omvang 750 m³ bodemvolume), waarmee de omvang van de verontreiniging in het freatisch grondwater ongeveer gehalveerd is ten opzichte van de situatie in 1999.

Het verontreinigd oppervlak van de 1,2-dichlooretheen en de vinylchlorideverontreiniging in het freatisch grondwater is in de loop van de jaren afgenomen. De oppervlakte binnen de interventiewaardecontour in het freatisch grondwater voor 1,2-dichlooretheen (som) bedraagt globaal 1.500 m² (was 4.000 m²) en voor vinylchloride 2.000 m² (was 5.000 m²). De bodemvolumes met sterk verontreinigd grondwater worden geschat op respectievelijk minimaal 4.500 m³ en 6.000 m³.

Voor zowel de verontreiniging met PER en TRI als de 1,2-dichlooretheen- en de vinylchlorideverontreiniging geldt dat er sprake is van een ernstig geval van bodemverontreiniging (overschrijding volumecriterium van 100 m³) en er een saneringsnoodzaak bestaat.

In het grondwater dieper dan 6,0 m –mv. zijn ter plaatse van peilbuis 313 (6-7 m –mv.) sterke verontreinigingen met 1,2-dichlooretheen en vinylchloride aangetoond. De verontreiniging van 1,2-dichlooretheen en vinylchloride in het diepere grondwater is aanwezig tot een diepte van 42 m-mv.

Aangetoond is dat er omzetting van TRI en PER in 1,2-dichlooretheen en vinylchloride plaatsvindt en dat deze afbraakproducten uiteindelijk omgezet worden in de onschadelijke eindproducten etheen en ethaan. De aanwezigheid van voldoende organisch materiaal (DOC-gehalten) en transportberekeningen tonen aan dat voor onderhavige locatie sprake kan zijn van een stabiele eindsituatie.

Voor de locatie bestaan er op basis van de eerder genoemde aannamen en beschikbare gegevens (theoretisch) actuele humane en verspreidingsrisico's. Op grond van de humane risico's is de locatie ingedeeld in categorie 1, wat inhoudt dat binnen 4 jaar na het afgeven van de beschikking 'ernst en urgentie' met de sanering begonnen moet worden.

4 Technische uitwerking sanering

In het saneringsonderzoek is aangegeven dat voor dit deelgebied een stabiele eindsituatie mogelijk is door ter hoogte van het kerngebied de biologische afbraak te stimuleren. Door de flux vanuit het kerngebied richting de pluimzone te verminderen zullen de gehalten in de pluimzone lager worden of zal het front van het pluimgebied zich niet verder uitbreiden. Stimulering van de biologische afbraak wordt gerealiseerd door injectie van substraat.

4.1 Saneringsdoelstelling

Het kazerneterrein heeft en zal in de toekomst een bedrijfsmatige bestemming hebben. De sanering is gericht op het minimaliseren van verontreiniging in de bronzone en daarmee het verminderen van de flux richting het pluimgebied. Het einddoel is om een stabiele eindsituatie te bereiken zonder uitvoerige nazorg. Gestreefd wordt naar een trede 3 op de saneringsladder, zoals verwoord in doorstart A5.

Het bereiken van een stabiele eindsituatie wordt getoetst middels een monitoringstraject.

In onderstaande tabel wordt e.a. verder toegelicht.

	tijd	zone tot 4 m-mv	zone 4-8 m-mv	zone 8- 40
huidig volume grondwater >I (m3)		6000	19200	448000
na afronding fase 1 (actieve sanering)	0-5 jaar			
oppervlak (m2)		2000	4800	14000
volume >I (m3)		6000	19200	448000
gehalten VOCl (maatgevend: VC)		10 tot 20 x l	2 tot 3 x l	2 tot 10 x l
Fase 2A : intensieve monitoring NA (inschatting vijf jaar, nog nader uit te werken in monitoringsplan)	0-5 jaar			
oppervlak (m2)		2000	4800	14000
volume >I (m3)		6000	19200	448000
gehalten VOCl (maatgevend: VC)		5 tot 10 x l	2 x l	2 tot 4 x l
Fase 2B : extensieve monitoring NA (inschatting 5-11 jaar, nog nader uit te werken in monitoringsplan)	5-11 jaar			
oppervlak (m2)		2000	4800	14000
volume >I (m3)		6000	19200	448000
gehalten VOCl (maatgevend: VC)		5 tot 7 x l	<l	2 tot 4 x l
Fase 2C : extensieve monitoring NA (inschatting 12-30 jaar, nog nader uit werken in monitoringsplan)	11-30 jaar			
oppervlak (m2)		2000	4800	14000
volume >I (m3)		6000	19200	448000
gehalten VOCl (maatgevend: VC)		2 tot 5 x l	<l	<l

Na uitvoering van de grondsanering en de uitvoering van de actieve sanering (injecteren substraat) wordt er in de grond een volume van minder dan 25 m³ verwacht waar nog gehalten VOCl worden aangetroffen die de interventiewaarden overschrijden.

4.2 Vergunningen/meldingen

Ten behoeve van de sanering moet rekening gehouden worden de volgende vergunningen/meldingen:

- Voor het saneringsplan zal een beschikking aangevraagd moeten worden. Door middel van deze beschikking stemt het bevoegd gezag in met de saneringsaanpak;
- melding onttrekking in het kader van de grondwaterwet (bemaling grondsanering)
- melding lozing (lozen vrijkomende water van de bemaling);

4.3 Voorbereidende werkzaamheden en herstelwerkzaamheden

De sanering vindt plaats in het kader van een grootschalige herinrichting van het kazerneterrein. In dat kader vinden diverse sloopwerkzaamheden plaats. Voor onderhavige deellocatie geldt dat de gebouwen in de directe omgeving worden gesloopt. Voor het uitvoeren van de sanering zal de bestaande verharding verwijderd moeten worden.

In het kader van de herinrichting zal de bovengrond worden ontgraven voorzover dat nodig is voor het realiseren van de nieuwbouw. Vrijkomende verontreinigde grond zal worden afgevoerd naar een erkende reinigingsinstallatie. Op dit moment zijn de plannen voor de nieuwbouw nog niet bekend. Zodra de plannen voor de nieuwbouw bekend zijn, zal hiervoor een melding worden gedaan conform BUS (besluit uniforme saneringen). Voor zover er nieuwbouw plaatsvindt op de bronlocatie (ter plaatse van de injectiefilters), zullen er ondergrondse leidingen worden aangebracht naar filters, zodat de filters ook na het realiseren van de nieuwbouw gebruikt kunnen worden voor het bemonsteren van grondwater en het injecteren van substraat en nutriënten.

Nadat de sloop is gerealiseerd zijn voor de uitvoering van de sanering geen voorbereidende en herstelwerkzaamheden voorzien.

4.4 Pilotsanering

In het kader van het saneringsonderzoek is besloten om voor onderhavig deelgebied een pilotsanering uit te voeren. Ter hoogte van het brongebied, in de zone waar de hoogste concentraties in de grond en het grondwater zijn aangetoond, is substraat geïnjecteerd. Omdat het enige tijd duurt voordat de verhoogde biologische activiteit merkbaar is, zijn ten tijde van het opstellen van dit saneringsplan nog geen onderzoeksresultaten beschikbaar. Zodra deze gegevens zijn verzameld zullen ze separaat worden gerapporteerd.

4.5 Grondsanering

Het uitvoeren van een grondsanering is niet strikt noodzakelijk voor het bereiken van het gewenste eindresultaat (stabiele eindsituatie). Gebouw XY wordt echter gesloopt ten behoeve van nieuwbouw. Om deze nieuwbouw mogelijk te maken en problemen (o.a. mogelijke uitdamping) tijdens de bouw te voorkomen worden de mobiele verontreinigingen in de bovenste twee meter door middel van ontgraving gesaneerd. In totaliteit wordt er 450 m³ ontgraven (zie tabel 3). De vrijkomende verontreinigde grond wordt afgevoerd naar een reinigingsinstallatie. De grondsanering is aangegeven op tekening 154611020 in bijlage 6. De werkzaamheden worden uitgevoerd onder het veiligheidsregiem 3T / 2F zoals beschreven in CROW publicatie 132 'werken in of met verontreinigde grond'. Vinylchloride of benzeen is hierbij de maatgevende component. De ontgravingen worden aangevuld met grond die voldoet aan de BGW-waarden.

	diepte	verontreinigde grond (m3 vast)	schone grond (m3 vast)	totaal grondverzet (m3 /vast)
ontgraving 1 (BTEX+MO)	2 m-mv	150	20	170
ontgraving 2 (BTEX+MO)	2 m-mv	120	30	150
ontgraving 3 (VOCl)	2 m-mv	100	30	130
totalen		370	80	450

Tabel 3 overzicht grondverzet grondsanering

Voor de grondsanering zal een bemaling worden toegepast waarbij 50 tot 70 m³/uur aan water vrijkomt. Dit water zal na zuivering worden geloosd op de vuilwaterriolering.

Er wordt gedacht aan het toepassen van een stripper als zuiveringstechniek. Het zuiveringsrendement van een stripper bedraagt circa 99% en daarmee wordt voldaan aan de lozingseis (100 µg/l aan BTEX) voor lozing op de riolering. De definitieve keuze voor een zuiveringstechniek wordt aan de aannemer overgelaten, uiteraard onder de randvoorwaarde dat ook met een andere zuiveringstechniek wordt voldaan aan de lozingseisen.

4.6 Injectie slowrelease substraat

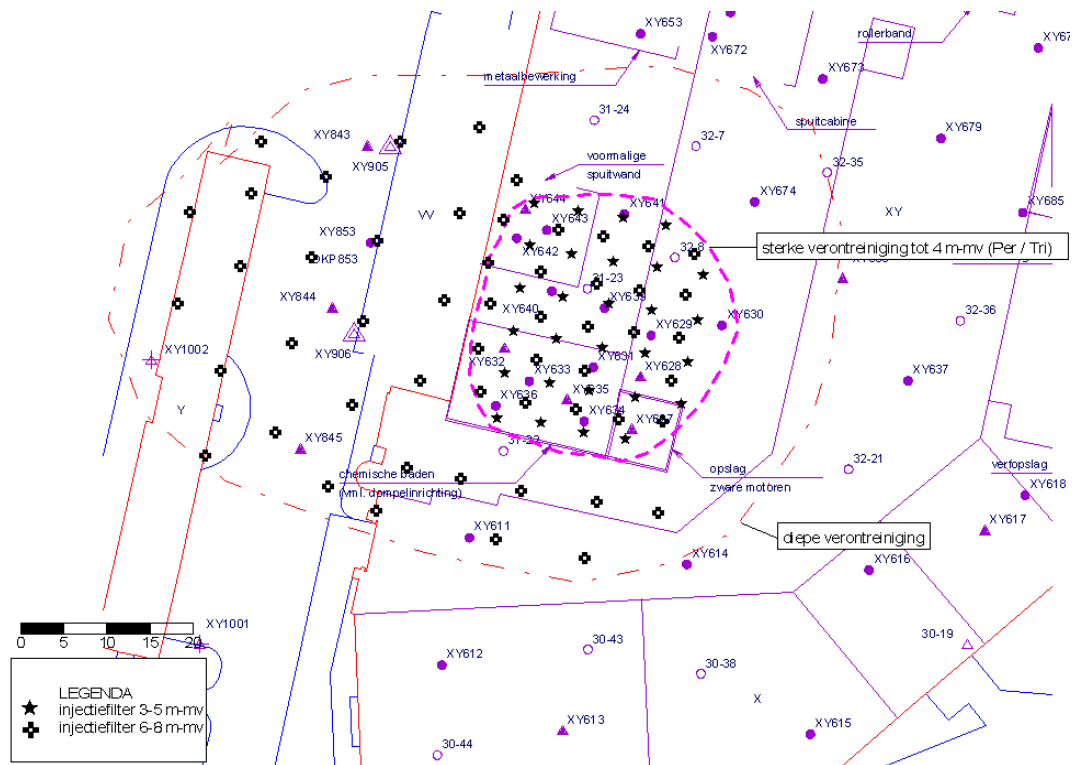
Om de biologische afbraak te stimuleren wordt substraat in de bodem gebracht. Hiertoe wordt de bron geïnjecteerd met een substraat (ENNA concept) dat langdurig, vijf tot tien jaar, de afbraak van VOCl bevordert. Indien nodig kan na vijf tot tien jaar de injectie van substraat worden herhaald. Er is voor gekozen om de injectie te beperken tot de bronlocatie omdat berekeningen en grondwateronderzoek aantonen dat sprake kan zijn van een stabiele eindsituatie.

De bronlocatie is gedefinieerd als een zone met een oppervlakte van ca. 600 m², waarbinnen de verontreiniging met name is verspreid tot de top van het 1^e watervoerende pakket op 4 m- mv. Veiligheidshalve wordt de bovenste 2 meter van het 1^e watervoerende pakket eveneens tot de bronzone gerekend. Op basis van deze veronderstellingen heeft het brongebied een inhoud van grofweg 3.000 m³.

Het Dense Nonaqueous Phase Liquids Team van het ITRC (samenwerkende staten van de USA) stelt in haar stuk 'DNAPL source Reduction: Facing the Challenge' dat overal waar gehalten verontreiniging in het grondwater worden aangetroffen die overeenkomen met 1% van de maximale oplosbaarheid een sterke aanwijzing zijn voor het voorkomen 'residuair' product in de bodem. Door Pankow&Cherry (Waterloo) wordt overigens een grens van 10% gehanteerd. Residuair product betekent dat er puur product in de poriën van de bodem aanwezig is. Bij het opstellen van dit saneringsplan is een grens van 1% gehanteerd. De bronzone is gedefinieerd als de zone waar in het grondwater gehalten van de oorspronkelijke verontreiniging (Per) voorkomen die de 1% van de maximale oplosbaarheid overschrijden. De maximale oplosbaarheid van Per bedraagt 200.000 µg/l. Als begrenzing van de bronzone is 2000 µg/l aan Per aangehouden. Bij het bepalen van de begrenzing van de bronzone is deze grens ruim gehanteerd.

Om voldoende substraat in de gehele bronzone te injecteren en te bereiken dat die verspreiding relatief uniform is wordt gebruikt gemaakt van direct-push technieken. Deze bestaan eruit dat een casing in de bodem wordt aangebracht. Vervolgens wordt via deze casing substraat onder druk ingebracht terwijl de casing wordt getrokken. Het totaal aantal injectiepunten bedraagt 70 à 80 stuks. In elk van de injectiepunten wordt 2 à 4 m³ verdund substraat geïnjecteerd.

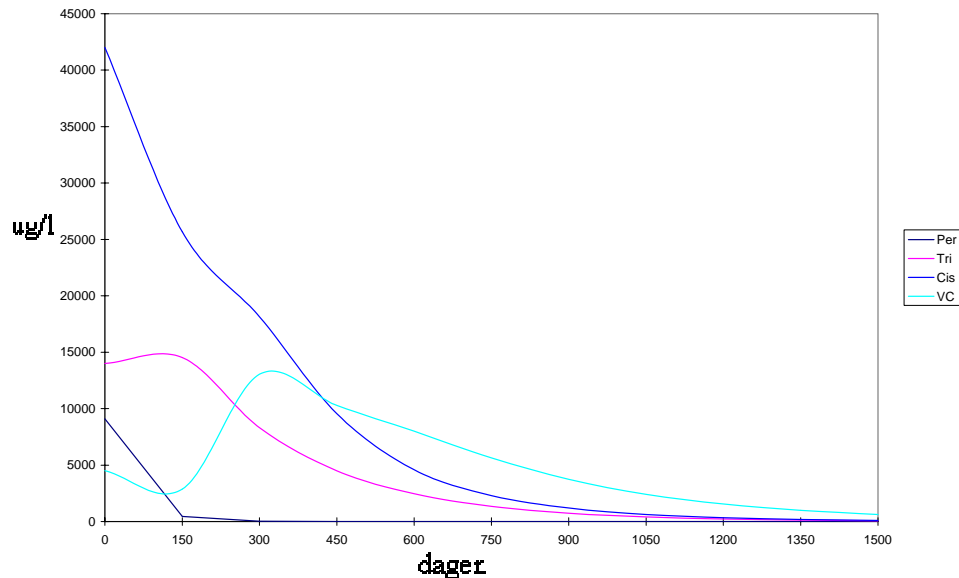
Om de afbraaksnelheid in de pluim te bevorderen, worden in het begin van de pluim, in de zone van 6-8 m-mv ook een aantal injectiefilters aangebracht. Door in deze zone te injecteren wordt de verontreiniging hier versneld afgebroken. Ervaringen op andere lokaties hebben geleerd dat injectie aan het begin van de pluim (in een watervoerend pakket) er toe leidt dat er ook verder stroomafwaarts in de pluim positieve effecten (verhoging afbraaksnelheid) zijn te verwachten door het 'uitlogen' van het substraat en de bacteriën in het langstromende grondwater.



Na de injectie bestaat de sanering voornamelijk uit het monitoren van de grondwaterkwaliteit binnen de bron, maar ook in de pluimzone.

4.7 Resultaat brongebied

Als gevolg van de injecties zullen de omstandigheden voor natuurlijke afbraak voor minimaal 5 tot 10 jaar erg gunstig zijn in de bronzone. Er zullen methanogene omstandigheden heersen (REDOX lager dan -200 mv) en de DOC gehalten zullen hoog zijn (>50 mg/l DOC).



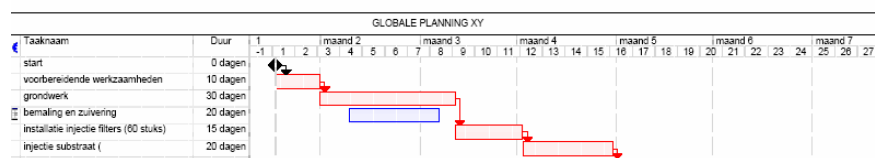
figuur 1 prognose afbraak verontreiniging

Hierdoor zal de verontreiniging in de bronzone afbreken. Een globale prognose hiervoor is weergegeven in **figuur 1**. In bijlage 2 zijn de uitgangspunten voor deze prognose opgenomen.

4.8 Planning

In de periode 2006 - 2007 zal de lokatie worden herontwikkeld. De planning van de saneringsactiviteiten wordt afgestemd op de planning van de nieuwbouwwerkzaamheden. Aan de nieuwbouwplannen en de daarbij behorende planning wordt nog gewerkt. De globale planning is weergegeven in onderstaande figuur. Deze planning zal nog afgestemd moeten worden op de herontwikkeling van de lokatie.

Het onderzoek (zie paragraaf 4.10) van de pluim zal worden afgestemd op de nieuwbouwplannen, doch uiterlijk binnen vijf jaar na het afgeven van de beschikking op het saneringsplan. Op basis van de onderzoeksresultaten zal een monitoringsplan worden opgesteld (zie paragraaf 4.13).



Figuur 2 planning actieve fase

Hierna volgt nog een actieve monitoringsfase:

- intensieve monitoring brongebied: inschatting vijf jaar (nog nader te bepalen in monitoringsplan)
- fase 2A: intensieve monitoring pluim (elk jaar): inschatting 5 jaar (nog nader te bepalen in monitoringsplan);
- fase 2B: intensieve monitoring pluim (om de twee jaar): inschatting 6 jaar (nog nader te bepalen in monitoringsplan);
- fase 3B: extensieve monitoring pluim (om de vijf jaar): inschatting 19 jaar (nog nader te bepalen in monitoringsplan);

4.9 Ijkmomenten en kwaliteitscontrole

Ten aanzien van de sanering zijn separate ijkmomenten en kwaliteitscontroles geformuleerd voor het brongebied en het pluimgebied.

Gedurende de gehele sanering zal jaarlijks een voortgangsrapportage worden opgesteld en aan het bevoegd gezag worden toegestuurd.

4.9.1 *Brongebied*

Het brongebied betreft een zone met een oppervlakte van 600 m² en een diepte tussen 1 en 6 m- mv. Voor de berekening van het aantal grondmonsters is een bodemvolume van 3000 m³ aangehouden. Conform het VKB protocol 6002 dient de eindbemonstering te bestaan uit het bemonsteren van 8 peilbuizen binnen de verontreinigingscontour, het uitvoeren van 8 boringen en het analyseren van 21 grondmonsters. Alle grond- en grondwatermonsters worden geanalyseerd op gechloreerde ethenen.

Conform het VKB-protocol 6002 dienen minimaal 4 meetmomenten uitgevoerd te worden. Nulsituatie (resultaten nader onderzoek), controle binnen 4 weken na start sanering, één tussenbemonstering en één eindbemonstering. De tussenbemonstering betreft het bemonsteren van minimaal 33% ten opzichte van de eindbemonstering.

Ten aanzien van de controle van de grondkwaliteit wordt het VKB-protocol gevolgd. Na het installeren van de saneringssystemen, na 12 maanden, na 36 maanden en na 60 maanden worden 8 boringen uitgevoerd en worden 26 grondmonsters geanalyseerd.

De gehalten in de grond zijn na 12 maanden 50% lager ten opzichte van de 1^e bemonstering. De gehalten in de grond zijn na 36 maanden 75% lager dan de 1^e bemonstering. De gehalten verontreiniging na 60 maanden zijn 90% lager ten opzichte van de 1^e bemonstering. De genoemde percentages betreffen gemiddelde waarden van de 21 grondmonsters.

Ten aanzien van de monitoring van het grondwater wordt een hogere frequentie aangehouden dan voorgesteld in het VKB-protocol 6002. Monsternamen geschiedt in het 1^e en 2^e jaar elke 6 maanden, in vervolgens elk jaar. Na 1 jaar zullen de gehalten 50% lager zijn ten opzichte van nulsituatie.

Na 3 jaar zullen de gehalten in het grondwater 75% lager zijn dan aanvankelijk gemeten en na 5 jaar zullen de gehalten plaatselijk de tussenwaarde benaderen. Met name de gehalten van de afbraakproducten Cis en VC zullen plaatselijk nog in hogere concentraties aanwezig zijn.

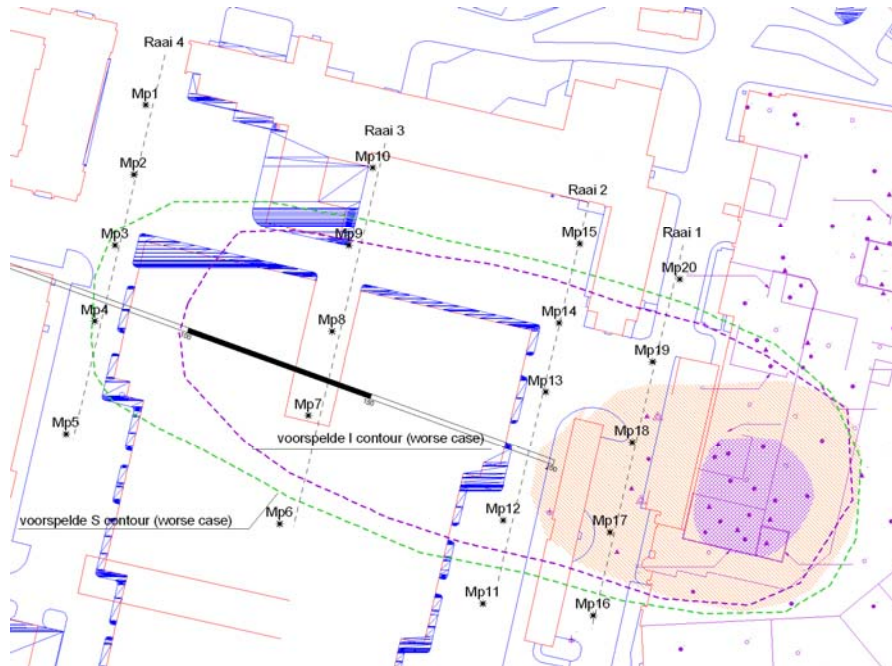
Daarnaast zullen bij de monitoring de Redox en DOC (substraat benodigd voor de afbraak) worden gemeten omdat deze parameters belangrijk zijn voor de omstandigheden van natuurlijke afbraak.

Na vijf jaar monitoren zal een enorme vrachtverwijdering gemeten zijn en zal zijn aangetoond dat de gehalten nog steeds dalen. Ook na 5 jaar zullen de gehalten nog dalen als gevolg van natuurlijke afbraak, echter dan zal dit veel langzamer verlopen (zie figuur 1). De gehalten verontreiniging worden steeds lager, waardoor er tussen de verschillende bacteriën competitie ontstaat om de laatste verontreiniging. Hierdoor daalt de snelheid waarmee de verontreiniging wordt omgezet. Na een intensieve monitoringsperiode van vijf jaar wordt de monitoringsfrequentie aangepast aan de lagere omzettingssnelheid en zal er nog maar eens per vijf jaar worden gemeten. De totale monitoringsperiode van de bronzone bedraagt 30 jaar.

4.10 Onderzoek pluimgebied

Voor het diepere bodempakket worden uitsluitend metingen verricht naar de grondwaterkwaliteit. Voor de bepaling van het aantal controlemonsters is sprake van maatwerk, enerzijds vanwege de omvang van het geval, maar anderzijds omdat de verontreiniging niet volledig is uitgekarteerd.

Op basis van modelering (zie bijlage 4) wordt een pluim van maximaal 45 meter voorspelt. Om onzekerheden op te kunnen vangen wordt voorgesteld een onderzoek uit te voeren dat gebaseerd is op een pluimlengte van 100 meter. Voor de onderzoeksstrategie wordt gebruik gemaakt van het stuk 'flexibel emissiebeheer'. Dit betekent dat er loodrecht op de stromingsrichting rijen peilbuizen worden geplaatst om geringe afwijkingen in de stromingsnelheid en voorspelde stromingsrichting te ondervangen. In onderstaande figuur is de opzet weergegeven. Dit onderzoek zal gefaseerd worden uitgevoerd, zodat op basis van de tussentijdse resultaten de onderzoeksinspanning kan worden geoptimaliseerd. Er zal gestart worden met het plaatsen van raai 1. De onderzoeksresultaten worden binnen twee maanden na het uitvoeren van de werkzaamheden gerapporteerd aan het bevoegde gezag. Op basis van de resultaten van de eerste raai zal een volgende raai peilbuizen worden geplaatst en zo verder totdat de omvang voldoende in beeld is.



De verontreiniging in het freatische pakket is goed bekend en volledig afgeperkt. De nieuw te plaatsen peilbuizen zullen daarom filters krijgen op 8, 12, 20, 30 en 40 m-mv.

Alle geplaatste peilbuizen zullen bemonsterd op VOCl (inclusief vinylchloride). Tevens zullen er een tiental filters worden geselecteerd die worden onderzocht op de natuurlijke afbraakparameters (Redox, DOC, etheen & ethaan).

Het onderzoek zal worden afgestemd op de nieuwbouwplannen, doch uiterlijk binnen vijf jaar na het afgeven van de beschikking op het saneringsplan.

Zo spoedig mogelijk na het in beeld hebben van de omvang zal een monitoringsplan worden opgesteld (zie paragraaf 4.13). Dit monitoringsplan zal ter beoordeling worden ingediend bij het bevoegd gezag.

4.11 Nader omschrijving saneringsresultaat

In onderstaande tabel is het saneringsresultaat nader omschreven:

	tijd	zone tot 4 m-mv	zone 4-8 m-mv	zone 8-40
huidig volume grondwater >I (m3)		6000	19200	448000
na afronding fase 1 (actieve sanering)	0-5 jaar			
oppervlak (m2)		2000	4800	14000
volume >I (m3)		6000	19200	448000
gehalten VOCl (maatgevend: VC)		10 tot 20 x I	2 tot 3 x I	2 tot 10 xI

	tijd	zone tot 4 m-mv	zone 4-8 m-mv	zone 8- 40
Fase 2A : intensieve monitoring NA (na verwachting vijf jaar, nog nader vast te stellen in monitoringsplan)	0-5 jaar			
oppervlak (m2)		2000	4800	14000
volume >I (m3)		6000	19200	448000
gehalten VOCl (maatgevend: VC)		5 tot 10 x I	2 x I	2 tot 4 x I
Fase 2B : extensieve monitoring NA (naar verwachting 5-11 jaar, nog nader vast te stellen in het monitoringsplan)	5-11 jaar			
oppervlak (m2)		2000	4800	14000
volume >I (m3)		6000	19200	448000
gehalten VOCl (maatgevend: VC)		5 tot 7 x I	<I	2 tot 4 x I
Fase 2C : extensieve monitoring NA (naar 12-30 jaar, nog nader vast te stellen in het monitoringsplan)	11-31 jaar			
oppervlak (m2)		2000	4800	14000
volume >I (m3)		6000	19200	448000
gehalten VOCl (maatgevend: VC)		2 tot 5 x I	<I	<I

Na uitvoering van de grondsanering en de uitvoering van de actieve sanering (injecteren substraat) wordt er in de grond een volume van minder dan 25 m³ verwacht waar nog gehalten VOCl worden aangetroffen die de interventiewaarden overschrijden.

Ten aanzien van de aangegeven gehalten wordt opgemerkt dat dit prognoses zijn. De werkelijkheid kan hiervan afwijken. Als afwijkingen zich voordoen, zal er worden overlegd met het bevoegde gezag.

De indiener van dit saneringsplan is van mening dat saneringen kosteneffectief moeten zijn en een positief milieurendement dienen te hebben. Voordat de saneerder overgaat tot extra saneringsinspanningen ten opzichte van de maatregelen zoals beschreven in dit saneringsplan (terugvalsscenario's of saneringsmaatregel langer doorzetten) zullen deze worden afgewogen. Hierbij zal het positieve (milieu) effect van de extra inspanning (verwijderen van extra verontreiniging uit grond en grondwater) worden afgewogen tegen:

- de negatieve milieueffecten van de maatregel. Hierbij wordt er gelet op:
 - energieverbruik (o.a. indirect CO₂ uitstoot);
 - het grondwaterverbruik (schoon grondwater uit de omgeving actief door de verontreiniging trekken, zuiveren en lozen op de riolering wordt gezien als negatief milieueffect - schoon grondwater wordt rioolwater -);
 - directe luchtverontreiniging;
 - verbruik overige grondstoffen (actief kool, chemicaliën, enzovoort);
 - overige milieubelasting.
- de kosten (kosteneffectiviteit).

In voorkomende gevallen wordt er eerst overlegd met het bevoegde gezag voordat er wordt overgegaan tot extra saneringsmaatregelen.

4.12 Terugvalscenario's brongebied

De saneringsdoelstelling wordt niet bereikt of het concentratieverloop is minder gunstig dan verondersteld

Gedurende de sanering wordt het verloop van de sanering gevolgd middels de in voorgaande paragraaf beschreven monitoring. Tegenvallende resultaten hebben zelden betrekking op het gehele geval, maar veel meer op een bepaalde deellocatie of een bepaalde bodemlaag. Door een gedegen analyse van de monitoringsresultaten worden problemen op dit vlak snel duidelijk en kunnen maatregelen worden getroffen. Hierbij valt te denken aan herhaling van injectie ter plaatse van een deel van het terrein of het intensiveren van het injectienetwerk. De ijkmomenten worden in dit proces gebruikt als momenten om een objectieve toets uit te voeren. Het eerste terugvalscenario betreft dus het optimaliseren en waarnodig uitbreiden van de injectie.

De sanering stagneert

Indien blijkt uit 3 opeenvolgende monitoringsronden dat de gehalten aan verontreinigingen niet verder afnemen en de saneringsdoelstelling niet wordt bereikt dan zal overwogen worden of de sanering gestaakt kan worden. Hierbij is op hoofdlijnen een tweetal opties mogelijk welke bepaald worden door het verspreidingsgedrag van de verontreiniging.

Gestart zal worden met onderzoek om te bepalen of sprake is van een stabiele eindsituatie (wel mobiele verontreinigingen aanwezig maar geen verspreiding). Dit zal geschieden door de actieve sanering te staken en de controle te continueren. Indien sprake is van een stabiele eindsituatie dan zal monitoring worden voortgezet middels een jaarlijkse controle voor een periode van 5 jaar.

Indien blijkt dat de verontreiniging zich wel verspreidt dan dient bepaald te worden of deze verspreiding onacceptabel is. Lijkt de verspreiding acceptabel ($< 100 \text{ m}^3$ volumetoename) dan kan worden volstaan met monitoring. Indien de verspreiding niet acceptabel is dan zullen aanvullende beheersmaatregelen getroffen worden. In dit kader kan worden gedacht aan het installeren van een grondwateronttrekkingssysteem. De systemen zullen dan zodanig worden gekozen dat de capaciteit juist voldoende is om de onacceptabele verspreiding te vermijden.

Als alternatief kan eventueel één of meerdere biobarriers worden aangelegd. Bij een biobarrier wordt een biologische zone in de bodem gecreëerd waar de passerende verontreiniging wordt afgebroken. De biobarrier wordt geplaatst aan de rand van de bron. Er wordt geen grondwater onttrokken. Hierdoor blijven de vrachten verontreiniging die de biologische zone passeren en afgebroken moeten worden beperkt ten opzichte van een grondwaterwater trekking waarbij er actief



verontreinigd grondwater wordt onttrokken. De biobarrier bestaat uit een aantal injectiefilters loodrecht op de stromingsrichting waarin periodiek (1x per 5 jaar) slowrelease substraat wordt geïnjecteerd.

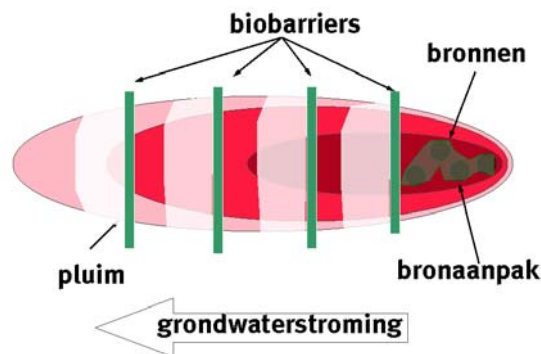
Grondwateronttrekking op terrein derden

In het geval dat er op het terrein van derden een grondwateronttrekking gaat plaatsvinden (aanleg parkeergarage Noord bij station Galgenwaard door Midreth) zal er zonodig een bioscherm worden aangelegd (afhankelijk van de bouwwijze die gekozen zal door derden). De plaats van bioscherm zal worden gelokaliseerd tussen de verontreiniging bij XY en de bemaling van derden. Het doel van de biobarrier is het voorkomen van verspreiding van de verontreiniging als gevolg van de bouwputbemaling van derden. De aanleg van de biobarrier(s) zal geschieden in goed overleg tussen het Ministerie van Defensie, Midreth en de Gemeente Utrecht.

4.13 Terugvalscenario's natuurlijke afbraak pluim

1. Verontreiniging blijft groeien (geen stabiele eindsituatie dus)

Als de verontreiniging blijft groeien, dan zullen er op strategische plaatsen biobarriers worden aangebracht (bijvoorbeeld aan de rand van pluim). Biobarriers bestaan uit een rij filters loodrecht op de stromingsrichting van het grondwater waar de condities voor afbraak plaatselijk worden geoptimaliseerd. In de biobarriers breken vervolgens de verontreinigingen af. In de filters van de biobarriers zal een koolstofbron (substraat) worden geïnjecteerd. Met deze methode kan dan alsnog een stabiele eindsituatie worden bereikt.



4.14 Monitoring bronzone (actieve sanering)

Na afloop van de sanering zal middels monitoring van het grondwater worden aangetoond dat de resterende verontreiniging mobiel is. Voor de monitoring zal een vijftal nog te selecteren grondwaterfilters worden gebruikt. Eén, twee en vijf jaar na afronding van sanering zal het grondwater worden bemonsterd voor redox- en zuurstofmetingen. De grondwatermonsters zullen vervolgens worden geanalyseerd op gechlloreerde ethenen.

Na de laatste meting zal naar verwachting zijn aangetoond dat de resterende verontreiniging stabiel is. Verdere nazorg hoeft dan alleen nog maar uit registratie van de restverontreiniging te bestaan.

Na afronding van de actieve sanering in de bron zal aan de hand van de dan bekende gegevens een monitoringsplan worden opgesteld. Op dat moment is de nieuwbouw ook al grotendeels gerealiseerd, zodat het monitoringsplan hierop kan worden afgestemd. De exacte monitoringsfrequentie, situering van de monitoringsfilters en dergelijke zal verder worden uitgewerkt in het monitoringsplan. Dit monitoringsplan zal worden voorgelegd aan het bevoegde gezag.

4.15 Invloed sanering op de omgeving

De invloed van de sanering valt eigenlijk in twee delen uiteen:

a) rest verontreinigingen kunnen beperkingen opleggen aan bouwactiviteiten in de omgeving

De rechter heeft hierover een uitspraak gedaan (zie bijlage 11), waaruit blijkt dat in dit geval de 'versturende' partij (de partij die wil gaan bouwen dus) maatregelen dient te treffen. Derhalve is zijn in het kader van dit saneringsplan geen maatregelen voorzien. Als blijkt dat er in toekomst alsnog maatregelen nodig zijn, dan vormt de 'biobarrier' een goede oplossing om verspreiding tegen te gaan. In bijlage 9 is dit verder uitgewerkt.

b) invloed grondwateronttrekking op verontreinigingen in de omgeving

De invloed van de bemaling bedraagt maximaal 100 meter (zie bijlage 8). Het bodemloket en de website van de gemeente Utrecht op internet is geraadpleegd. Binnen een straal van 100 meter zijn alleen niet mobiele waterbodempluimen aangetroffen. Ook de inventarisatie die is gemaakt voor de veel grotere en langdurigere onttrekking ter plaatse van stadion Galgenwaard (overzijde van de Herculeslaan) levert binnen de invloedssfeer van deze sanering (100 meter) geen mobiele verontreinigingen op, met uitzondering van de verontreinigingen ter plaatse van de Kromhoutkazerne zelf.

Op de Kromhoutkazerne worden een tweetal mobiele verontreinigingen aangetroffen:

1. De verontreiniging ter plaatse van Boslaadstation: Gezien de korte duur van deze bemaling wordt er geen invloed verwacht ter plaatse van de verontreiniging ter plaatse van het Boslaadstation. Tijdens de grondsanering zal de grondwaterstand ter plaatse van Boslaad worden gemonitord. Als de verlaging ter plaatse van Boslaad als gevolg van de bronbemaling groter wordt dan 5 centimeter, zal er actief worden gemonitord of de verontreiniging zich niet gaat verspreiden. Als blijkt dat de verontreiniging ter plaatse van Boslaad zich ontoelaatbaar (meer dan 100 m³ extra bodemvolume dreigt verontreinigd te raken in gehalten boven de interventiewaarde) gaat verspreiden, zullen er maatregelen worden genomen. Deze maatregelen zullen bestaan uit het eerder opstarten van de reeds voorgenomen actieve grondwatersanering.

2. De verontreiniging ter plaatse van ZZ: deze verontreiniging ligt binnen de invloedssfeer van de bemaling tijdens de grondsanering. Gezien de korte duur van deze bemaling wordt er geen invloed verwacht ter plaatse van ZZ. Tijdens de grondsanering zal de grondwaterstand ter plaatse van ZZ worden gemonitord. Als de verlaging ter plaatse van ZZ als gevolg van de bronbemaling groter wordt dan 5 centimeter, zal er actief worden gemonitord of de verontreiniging zich niet gaat verspreiden (bemonsteren peilbuizen in stromingsrichting van XY). Als blijkt dat de verontreiniging ter plaatse van ZZ zich ontoelaatbaar (meer dan 100 m³ extra bodemvolume dreigt verontreinigd te raken in gehalten boven de interventiewaarde) gaat verspreiden, zullen er maatregelen worden genomen. Deze maatregelen zullen bestaan uit het eerder opstarten van de reeds voorgenomen insitu sanering.

4.16 Milieukundige begeleiding en veiligheid

Milieukundig begeleiding

De sanering dient te worden uitgevoerd onder milieukundige begeleiding ter vaststelling van de injectiecontouren en het eindresultaat van de sanering. De begeleiding zal geschieden op basis van de BRL SIKB 6000 met het bijbehorende VKB 6002 protocol.

De milieukundig begeleider verricht de volgende werkzaamheden:

- het houden van toezicht en het controleren van de aannemer tijdens de uitvoeringsfase teneinde te komen tot een doelmatige en efficiënte uitvoering;
- het vaststellen van de injectiecontouren en het bepalen van de bestemming (verwerking of aanvulling) van de ontgraven grond;
- het nemen van controlemonsters van putwanden en -bodem om de definitieve ontgravinggrenzen vast te stellen.

Voor de milieukundige monsternamen wordt verwezen naar paragraaf 4.6

Na afronding van de grondsanering wordt een evaluatie(tussen)rapport opgesteld.

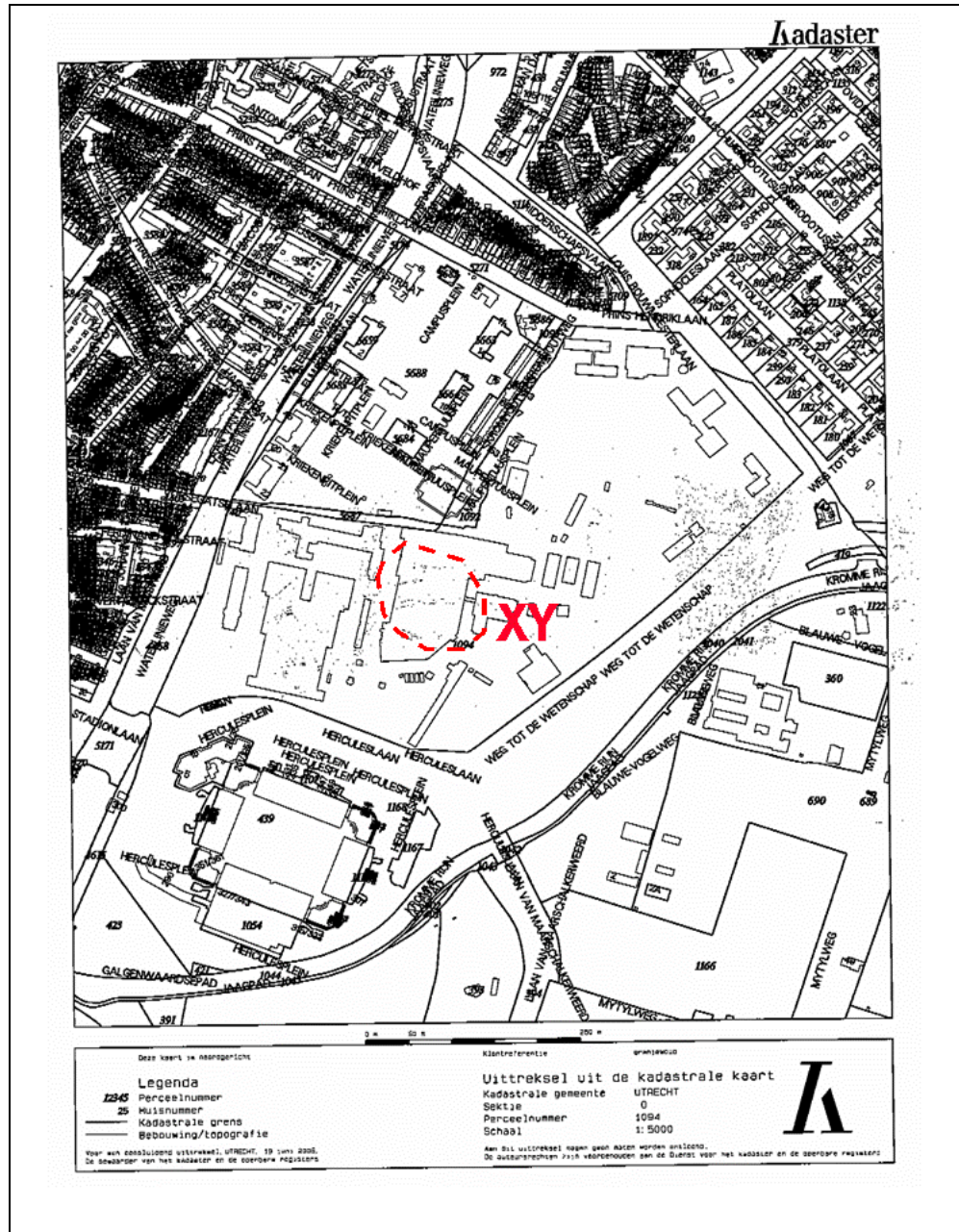
Veiligheid

Ten behoeve van de uitvoering dient de aannemer de nodige veiligheidsvoorzieningen te treffen om tijdens de bodemsanering veilig te kunnen werken. Conform publicatie 132 van het CROW 'Werken met verontreinigde grond en verontreinigd grondwater', dient als uitgangspunt op deze locatie uitgegaan te worden van de veiligheidsklassen 3T/2F voor de grondsanering. Omdat de werkzaamheden bestaan uit het injecteren van substraat middels direct-push methoden is de kans op contact met de verontreiniging zeer gering. Om die reden achten wij de betrokkenheid van een HVK-er voornamelijk van belang in de voorbereidingsfase.

4.17 Kosten

In dit saneringsplan worden geen gegevens opgenomen ten aanzien van kosten.

Bijlage 1 : Kadastrale kaart



Bijlage 2 : Uitgangspunten prognose afname concentraties in bron

Maatgevende peilbuis:

Nummer:	XY628
Diepte:	2,4-3,4 m-mv
Per	9100 µg/l
Tri	14000 µg/l
Cis	42000 µg/l
VC	4500 µg/l

Afbraaksnelheden

Er is uitgegaan van methanogene omstandigheden. De afbraaksnelheden zijn aan de lage kant ingeschat (op circa meer dan helft van de locaties worden hogere afbraaksnelheden aangetroffen). Er is uitgegaan van een eerste orde afbraak.

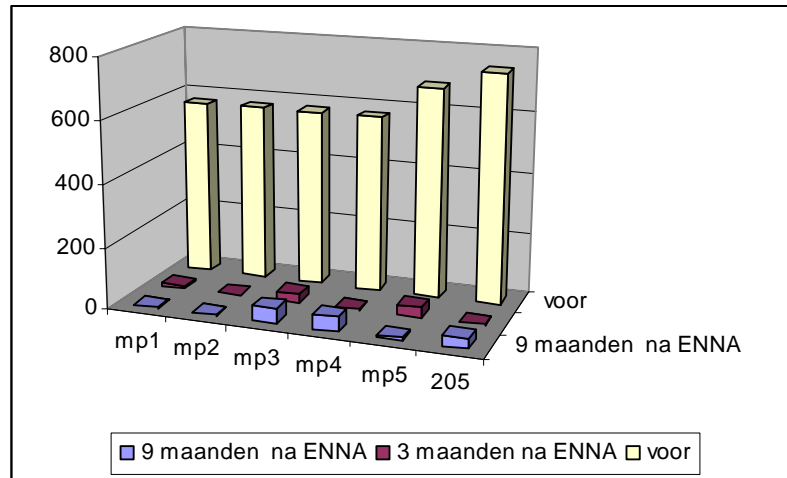
Per	0,02 (1/dag)
Tri	0,004 (1/ dag)
Cis	0,007 (1/dag)
VC	0,003 (1/dag)

Deze getallen zijn bepaald aan de hand van praktijkgegevens zoals deze o.a. door Wiedemeier, Suarez en Rifai zijn gerapporteerd (Lit: Biodegradation Rates of Fuel Hydrocarbons an Chlorinated Solvents in Groundwater)

De resultaten van de prognose zijn weergegeven in **figuur 1**.

Bijlage 3 : Voorbeeld vergelijkbaar projecten (referentie techniek)

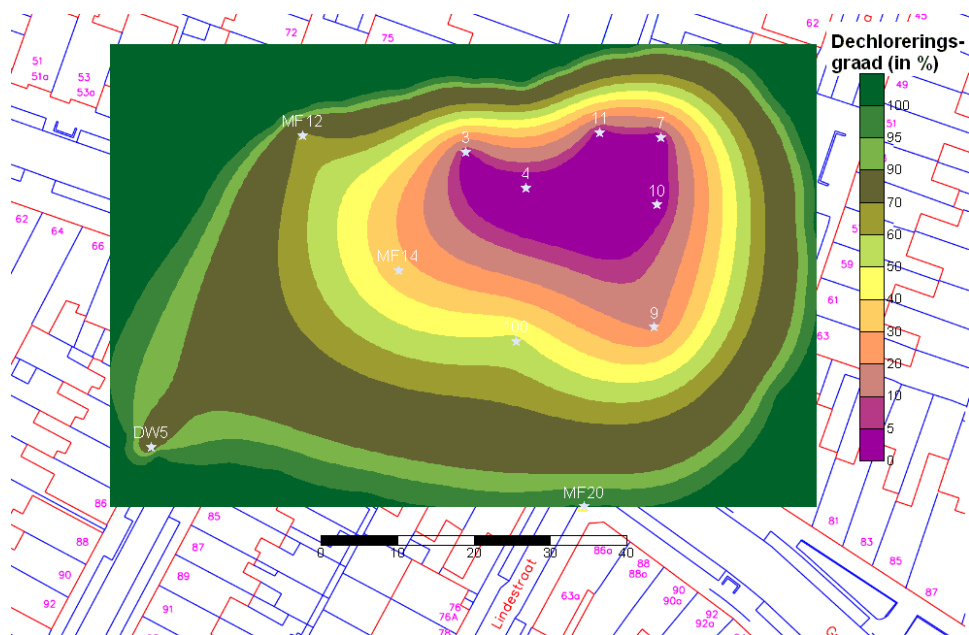
Korte Poellaan Haarlem: ter plaatse van de Korte Poellaan Haarlem is ter voorbereiding op een daadwerkelijk sanering koolstofbron (speciaal behandelde soja) in de bodem geïnjecteerd. Na 9 maanden monitoren is gebleken dat de omstandigheden voor afbraak sterk zijn verbeterd. Van de oorspronkelijke verontreiniging wordt bijna niets meer teruggevonden.



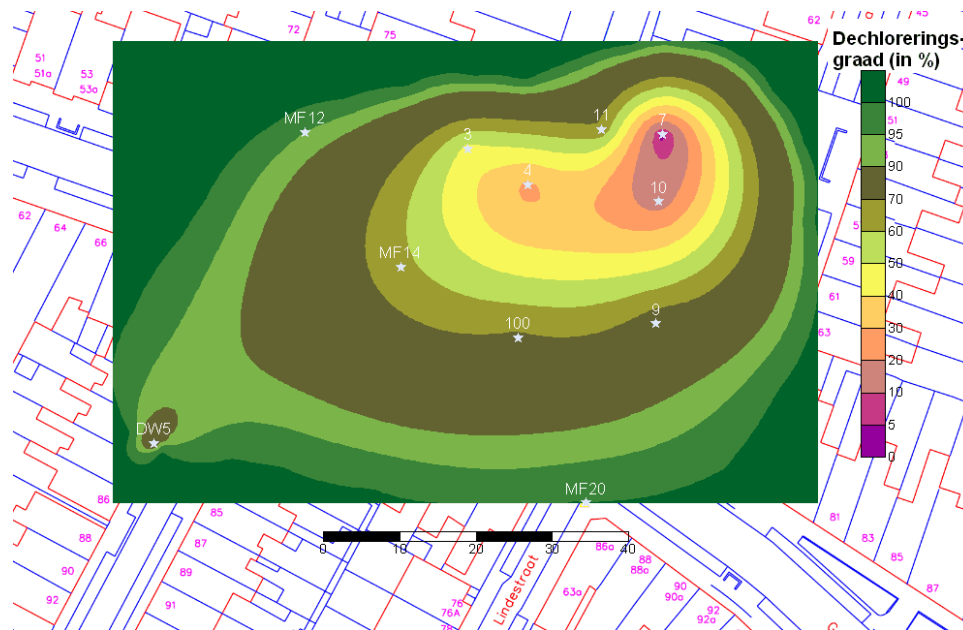
Figuur 3 gehalten VOCl (totaal) in het grondwater (in µg/l)

Dellen Wuyts Zwolle: na een actieve bronsanering (ontgraving + chemische oxidatie) is twee keer mollasse geïnjecteerd en 1 keer een speciaal mengsel van soja.

Uit de monitoringsresultaten blijkt dat de afbraakcondities van VOCl sterk verbeterd zijn en dat al een flink deel van de verontreiniging zijn afgebroken (gedechloreerd).



Figuur 4 Dechloreringsgraad in 2004 (na chemische oxidatie)



Figuur 5 Dechloreringsgraad voorjaar 2006

Bijlage 4 : Berekening optreden stabiele eindsituatie (onder de huidige omstandigheden)

Onder anaërobe omstandigheden kunnen gechloreerde koolwaterstoffen (CKW) door micro-organismen worden afgebroken via reductieve dechlorering. Voor chloorethenen (Per, Tri) geldt de volgende afbraakroute:

Per -> Tri -> cis-dichlooretheen -> vinylchloride -> etheen -> ethaan

Op 2 locaties is etheen en ethaan gemeten in het grondwater. De gemeten concentraties zijn echter relatief laag ten opzichte van de overige verbindingen en de onderlinge verschillen zijn gering. De analyses bevestigen de omzetting naar onschadelijke eindproducten. Of volledige omzetting zal plaatsvinden hangt af van de aanwezigheid van een koolstofbron.

Binnen anaërobe omstandigheden wordt vervolgens weer onderscheid gemaakt in nitraat reducerende, sulfaat reducerende, ijzerreducerende en methanogene omstandigheden. Voor Per en Tri geldt dat deze verontreiniging maar ook de afbraakproducten (Cis en VC) anaëroob afbreekbaar zijn onder voldoende geschikte anaërobe omstandigheden. Per is niet aëroob afbreekbaar en Tri en Cis zijn uitsluitend via co-metabolisme (aanwezigheid ander substraat) aëroob afbreekbaar. De hoogste afbraaksnelheden voor gechloreerde koolwaterstoffen worden gevonden onder sterk reducerende methanogene omstandigheden. Methaan is aangetoond in het grondwater van beide peilbuizen. De gemeten concentraties (< 1 mg/l) geven echter geen aanleiding om te veronderstellen dat deze omstandigheden aanwezig zijn.

Om NA toe te kunnen passen als alternatieve saneringsvariant moeten, afhankelijk van de saneringsdoelstelling, een aantal vragen beantwoord worden. De drie belangrijkste zijn:

1. treedt intrinsieke afbraak op de locatie op?
2. hoever zal de verontreinigingspluim zich verspreiden voordat deze tot stilstand komt?
3. hoe snel nemen de concentraties in de verontreinigingspluim af?

Om deze vragen te kunnen beantwoorden is het noodzakelijk een adequaat beeld te hebben van de geohydrologische, chemische en biologische situatie van de locatie.

Indien de condities anaëroob zijn, worden de kansen voor het optreden van natuurlijke afbraak bepaald aan de hand van drie parameters:

1. dechloreringsgraad;
2. redox-condities;
3. gehalte opgelost organisch koolstof.

1. Dechloreringsgraad

De dechloreringsgraad wordt bepaald aan de hand van de verhouding tussen de oorspronkelijke verontreiniging (Per of Tri) en de afbraakproducten (Cis, VC en etheen/ethaan). De dechloreringsgraad is gedefinieerd als het percentage afgesplitst chloride en wordt berekend voor Per volgens:

$$\frac{[\text{Tri}] + 2[\text{Cis}] + 3[\text{VC}] + 4[\text{etheen en ethaan}]}{4 * ([\text{Per}] + [\text{Tri}] + [\text{Cis}] + [\text{VC}] + [\text{etheen en ethaan}])} \cdot 100\%$$

[...] = concentratie in molen per liter

2. Redoxcondities

Reductieve dechlorering verloopt sneller naarmate de redoxcondities gereduceerder zijn. De redoxcondities worden in het algemeen gedefinieerd aan de hand van zuurstofmetingen in het grondwater en analyse op nitraat, sulfaat, ijzer (2+), methaan en eventueel sulfide. Definitie van de redoxcondities vindt vervolgens plaats volgens tabel 2.

Tabel 2 Definitie redox-condities

Zuurstof > 1 mg/l en ijzer (2+) < 2 mg/l	----->	aëroob
Nitraat > 1 mg/l	----->	nitraat reducerend
Methaan > 1 mg/l of sulfide aanwezig	----->	methanogeen of sulfaat reducerend
Overigen	----->	ijzerreducerend

3. Gehalte opgelost organisch koolstof (DOC)

Daarnaast wordt de reductieve dechlorering beïnvloed door het gehalte opgelost organisch koolstof (DOC). DOC is nodig als koolstof- en energiebron voor de micro-organismen die de dechlorering uitvoeren. Hoe hoger het DOC-gehalte, des te meer dechlorering kan plaatsvinden.

Op grond van bovenstaande drie aspecten is vastgesteld dat goede omstandigheden aanwezig zijn om de verontreiniging voldoende af te breken. In tabel 4 zijn een aantal relevante analyseresultaten opgenomen.

Tabel 4. Resultaten gebouw XY

Peilbuis	Filterdiepte	Afstand tot tri	per	cis	vinyl	datum	
628	3,40	0,00	24000,00	14000,00	15000,00	950,00	2-4-2000
628	3,40	0,00	14000,00	9100,00	42000,00	4500,00	28-2-2003
632	3,00	15,00	65,00	51,00	5000,00	160,00	2-4-2000
632	3,00	15,00	7,80	14,00	1700,00	680,00	28-2-2003
905	14,00	41,00	< 0,1	< 0,1	1,60	4,30	2-4-2000
905	21,00	41,00	< 0,1	< 0,1	0,21	390,00	2-4-2000
905	36,00	41,00	< 0,1	< 0,1	< 0,1	0,56	2-4-2000
905	42,00	41,00	< 0,1	< 0,1	< 0,1	3,00	2-4-2000
905	14,00	41,00	< 0,1	< 0,1	0,32	27,00	28-2-2003
905	21,00	41,00	< 0,1	< 0,1	760,00	450,00	28-2-2003
905	36,00	41,00	< 0,1	< 0,1	0,42	120,00	28-2-2003
905	42,00	41,00	< 0,1	< 0,1	0,33	< 0,5	28-2-2003

4. Verspreiding gechloreerde verbindingen

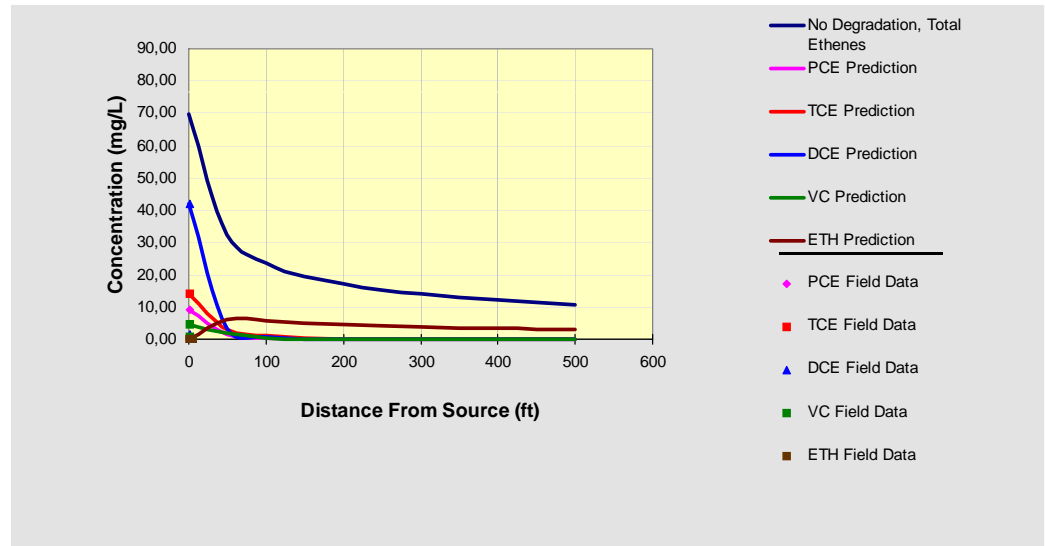
Uitgangspunten BIOCHLOR berekeningen

Met behulp van het 1-dimensionale modelleringprogramma BIOCHLOR is bepaald of NA in de pluim leidt tot een stabiele eindsituatie na dertig jaar of niet. Hierbij is uitgegaan van de huidige situatie (dus zonder bronsanering).

Voor de locatie gebouw XY is de afbraakconstante voor de individuele componenten bepaald aan de hand van de gemeten concentraties voor het jaar 2000 ('best fit'). Vervolgens is de situatie voor 2003 ingevoerd waarbij de eindsituatie is bepaald na 30 jaar.

Voor de stroomsnelheid van het grondwater in het 1^e wvp is een waarde van 25 m/jaar aangehouden en voor de gemiddelde retardatiefactor voor de gechloreerde koolwaterstoffen van 1,5.

De berekende halfwaardetijd bedraagt voor per 0,45 jaar, voor tri 0,4 jaar, voor cis 1,2 dichlooretheen 0,2 jaar en vinylchloride 0,1 jaar.



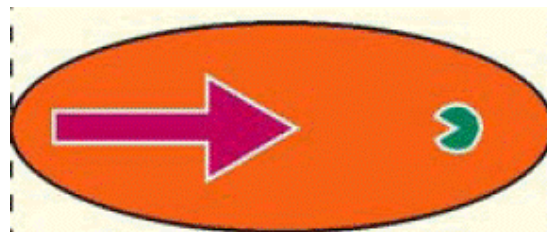
Figuur 2: Verloop van de gehalten aan gechloreerde koolwaterstoffen benedenstrooms van de bronlocatie ter plaatse van het gebouw XY, 30 jaar vanaf heden.

Uit figuur 2 blijkt dat, onder de gemaakte aannamen, binnen een periode van 30 jaar een stabiele eindsituatie optreedt in de huidige situatie (dus zonder bronsanering). Verder blijkt dat, in het geval van biologische afbraak (de blauwe lijn), na een periode van 30 jaar op ongeveer 150 feet (45 meter) benedenstrooms van de bron geen verontreiniging meer verwacht mag worden. De afbraak van gechloreerde koolwaterstoffen gaat tezamen met een sterke toename van de concentraties etheen.

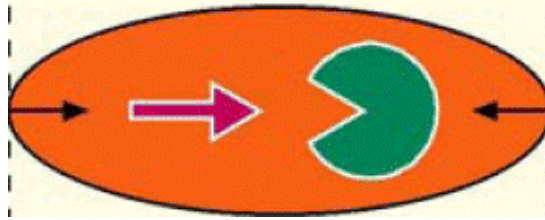
Bij de huidige situatie (dus zonder bronsanering) treedt er al een stabiele eindsituatie op.

Door de sanering van de bronzone zal de vracht verontreiniging in de bronzone sterk worden gereduceerd.

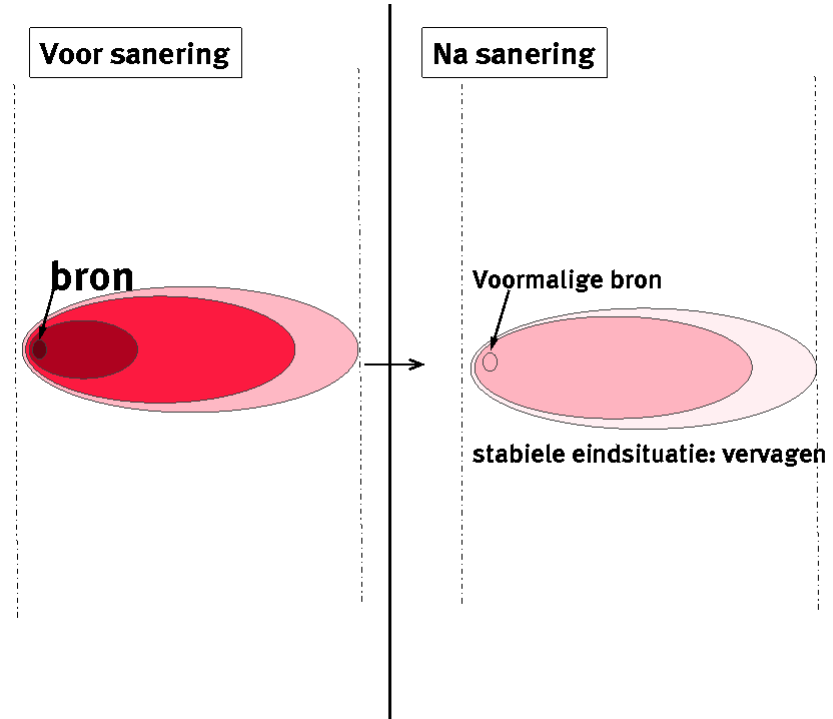
Uit de modellering volgt dat door de bronsanering de gehalten in de pluim zullen dalen. De verontreiniging aan de kop van de pluim is waarschijnlijk al 70 jaar geleden in de bodem terecht gekomen. Het zal nog jaren duren voordat het effect van de bronsanering aan de kop van de pluim merkbaar en meetbaar is. Voor de komende jaren wordt een 'vervagende' pluim voorspeld. De gehalten in de pluim zullen dalen als gevolg van natuurlijke afbraak en het wegvallen van de 'voeding' vanuit de bron, echter de omvang zal ongeveer gelijk blijven aan de omvang van de huidige pluim. Hiermee wordt voldaan aan de doelstelling van de het huidige landelijke en gemeentelijke bodembeleid: er is namelijk een stabiele eindsituatie ontstaan.



Figuur 3 voor sanering: 'nalevering' vanuit de bron en afbraak in de pluim: pluim is stabiel



Figuur 4 na sanering: nalevering vanuit de bron is sterk afgenomen, afbraakcapaciteit in de bodem is toegenomen. Er zal een 'vervagende pluim' ontstaan



Figuur 5 stabiele eindsituatie: vervagende pluim

Bijlage 5 : Tekeningen voorgaande bodemonderzoeken

86877GV9B: verontreinigings situatie grond (minerale olie en aromaten)

86877ZW9: zintuigelijke waarnemingen

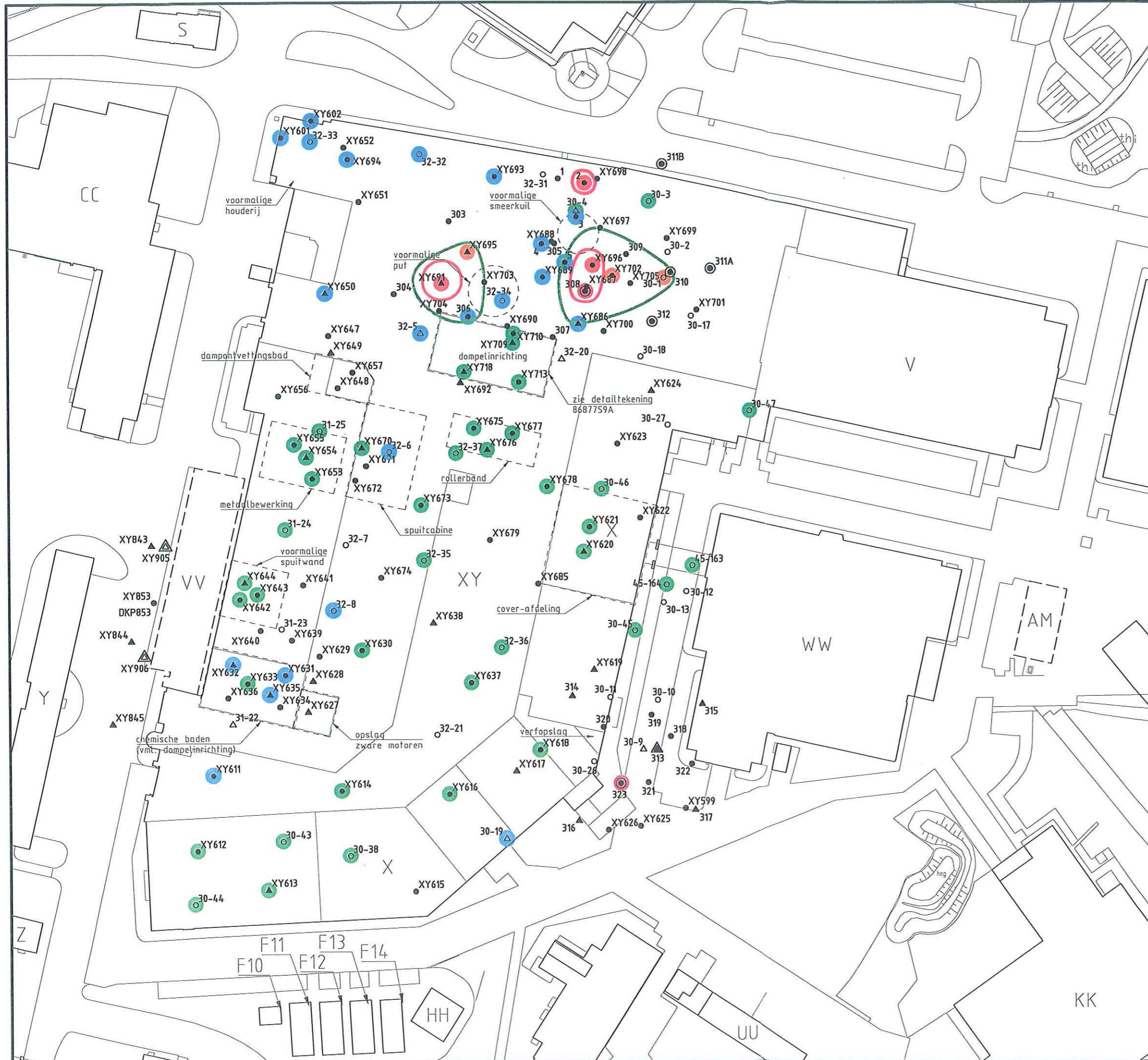
86877GV9A: verontreinigings situatie grond (VOC)

133517GWV7: verontreinigings situatie freatisch grondwater 1-4 m-mv (Per&Tri)

133517GWV8: verontreinigings situatie freatisch grondwater 1-4 m-mv (VC)

133517GWV9: verontreinigings situatie freatisch grondwater 1-4 m-mv (CIS)

133517GWV10: verontreinigings situatie grondwater > 6 m-mv (Cis en VC)



VERKLARING:

VOORGAAND BODEMONDERZOEK:
(Oranjewoud, 87861, 15 juni 1999)

●⁵ BORING MET NUMMER

NADER BODEMONDERZOEK FASE 2 EN 3:
(Oranjewoud, 1997-1999)

- XY705 BORING MET NUMMER
- ▲ XY845 PEILBUIS/MINIFILTER MET NUMMER
- DKP853 SONDERING MET NUMMER

BODEMONDERZOEK 'ECOLYSE'
ONDERZOEK D-269.10; rapport juli 1993

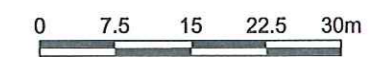
- 32-36 BORING MET NUMMER
- △ 30-19 PEILBUIS MET NUMMER

BODEMONDERZOEK INGENIEURSBURAU 'ORANJEWOUD' oktober 1994

- 323 BORING MET NUMMER
boordiepte 0.0-1.5m. -M.V.
- ▲ 317 PEILBUIS MET NUMMER
filterdiepte 2.0-3.0m. -M.V.
- ▲ 313 PEILBUIS MET NUMMER
filterdiepte 6.0-7.0m. -M.V.

GRONDVERONTREINIGING:

- GEHALTE ≤ S-WAARDE
- GEHALTE > S-WAARDE EN ≤ T-WAARDE
- GEHALTE > T-WAARDE EN ≤ I-WAARDE
- GEHALTE > I-WAARDE
- CONTOUR GEBIED MET OLIE-ACHTIGE GEUREN
- I-CONTOUR

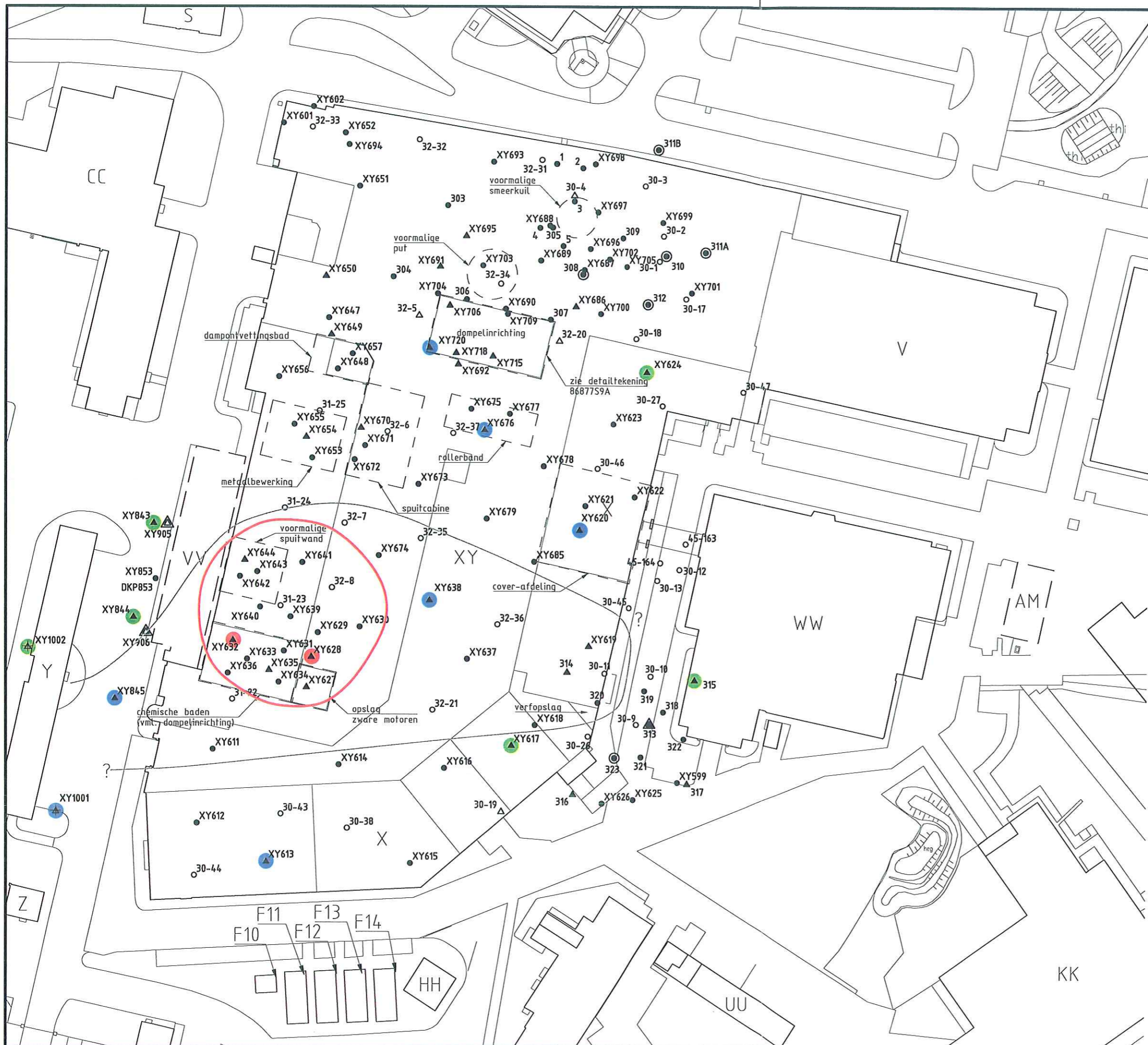


DO	10-04-2000	DEFINITIEF	RL
NR	DATUM	WIJZIGING	GET.

D.G.W.&T. directie WEST-NEDERLAND
KROMHOUTKAZERNE TE UTRECHT
VERONTREINIGINGSSITUATIE GROND
(MINERALE OLIE EN VLUCHTIGE AROMATEN)
GEBOUW XY
DEFINITIEF

TEKENAAR R. LAGCHER
PROJECTLEIDER J. v.d. VOORT
TEKENINGNUMMER 86877GV9B
SCHAL 1:750
FORMAAT A3
BLAD IN BLADEN 1 IN 1
WJZ.NR D0

Oranjewoud



- VERKLARING:**
- ACTUALISEREND ONDERZOEK ORANJEWOUDE 2003**
 XY1002 PEILBUIS MET NUMMER
- VOORGAAND BODEMONDERZOEK:**
 (Oranjewoud, 87861, 15 juni 1999)
 5 BORING MET NUMMER
- NADER BODEMONDERZOEK FASE 2 EN 3:**
 (Oranjewoud, 1997-1999)
 XY705 BORING MET NUMMER
 XY845 PEILBUIS/MINIFILTER MET NUMMER
 DKP853 SONDERING MET NUMMER
- BODEMONDERZOEK 'ECOLYSE'**
 ONDERZOEK D-269.10; rapport juli 1993
 32-36 BORING MET NUMMER
 30-19 PEILBUIS MET NUMMER
- BODEMONDERZOEK INGENIEURSBUREAU**
 'ORANJEWOUDE' oktober 1994
 323 BORING MET NUMMER
 boordiepte 0.0-1.5m. -M.V.
 317 PEILBUIS MET NUMMER
 filterdiepte 2.0-3.0m. -M.V.
 313 PEILBUIS MET NUMMER
 filterdiepte 6.0-7.0m. -M.V.
- GRONDWATERVERONTREINIGING 2003:**
- GEHALTE ≤ S-WAARDE
 - GEHALTE > S-WAARDE EN ≤ T-WAARDE
 - GEHALTE > T-WAARDE EN ≤ I-WAARDE
 - GEHALTE > I-WAARDE
- I-CONTOUR 1999
 — I-CONTOUR 2003



DO	26-05-2003	DEFINITIEF	Y.B.
NR	DATUM	WIJZIGING	GET.

D.G.W.&T.
 directie WEST-NEDERLAND

TEKENAAR: Y. BOVENKAMP
 PROJECTLEIDER: E. RABEN

SCHAAL: 1:750
 FORMAAT: A3
 BLAD IN BLADEN: 1 IN 1

TEKENINGNUMMER: 133517GWV9 D0

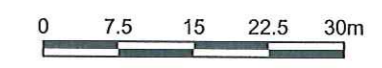
VERONTREINIGINGSSITUATIE FREATISCH
 GRONDWATER 1-4 M-MV (SOM 1,2-DICHOLORETHENEN) GEBOUW XY

DEFINITIEF

oranjewoud



- VERKLARING:**
- ACTUALISEREND ONDERZOEK ORANJEWOUDE 2003
- ▲ XY1002 PEILBUIS MET NUMMER
- VOORGAAND BODEMONDERZOEK:
(Oranjewoud, 87861, 15 juni 1999)
- 5 BORING MET NUMMER
- NADER BODEMONDERZOEK FASE 2 EN 3:
(Oranjewoud, 1997-1999)
- XY705 BORING MET NUMMER
 - ▲ XY845 PEILBUIS/MINIFILTER MET NUMMER
 - DKP853 SONDERING MET NUMMER
- BODEMONDERZOEK 'ECOLYSE'
ONDERZOEK D-269.10; rapport juli 1993
- 32-36 BORING MET NUMMER
 - ▲ 30-19 PEILBUIS MET NUMMER
- BODEMONDERZOEK INGENIEURSBUREAU
'ORANJEWOUDE' oktober 1994
- 323 BORING MET NUMMER
boordiepte 0.0-1.5m. -M.V.
 - ▲ 317 PEILBUIS MET NUMMER
filterdiepte 2.0-3.0m. -M.V.
 - ▲ 313 PEILBUIS MET NUMMER
filterdiepte 6.0-7.0m. -M.V.
- GRONDWATERVERONTREINIGING 2003:
- GEHALTE ≤ S-WAARDE
 - GEHALTE > S-WAARDE EN ≤ T-WAARDE
 - GEHALTE > T-WAARDE EN ≤ I-WAARDE
 - GEHALTE > I-WAARDE
 - 41-42 FILTERSTELLING M-MV



DO	28-05-2003	DEFINITIEF	Y.B.
NR	DATUM	WIJZIGING	GET.

D.G.W.&T.
directie WEST-NEDERLAND

TEKENAAR: Y. BOVENKAMP
PROJECTLEIDER: E. RABEN

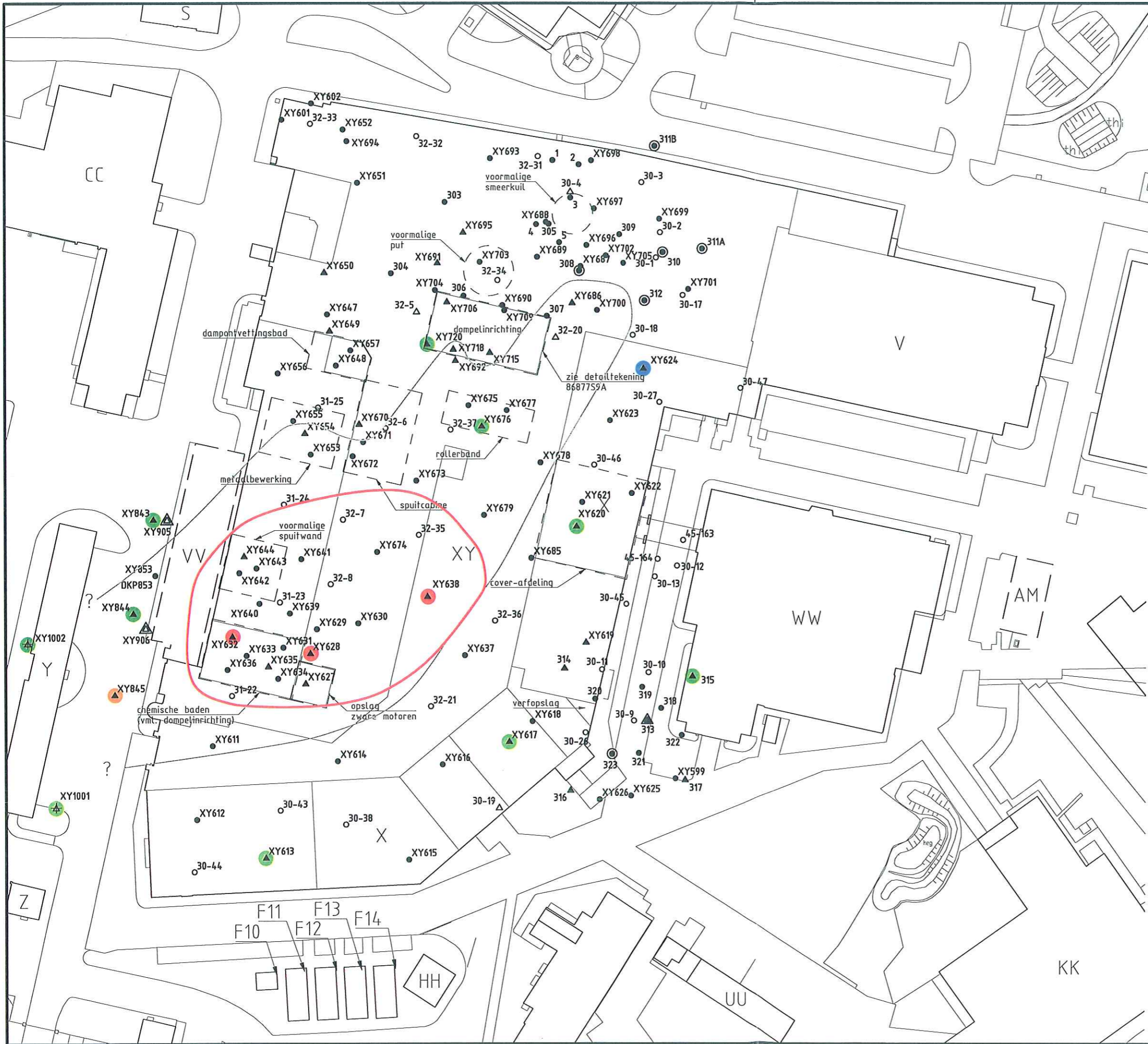
SCHAAL: 1:750
FORMAAT: A3
BLAD IN BLADEN: 1 IN 1

ACTUALISEREND EN NADER GRONDWATER
ONDERZOEK KROMHOUTKARZERNE
TE UTRECHT

VERONTREINIGINGSSITUATIE
GRONDWATER >6 M-MV (SOM 1,2-DICHLOR-
ETHEEN EN VINYLCHLORIDE) GEBOUW XY

TEKENINGNUMMER: 133517GW10 DO
WIJZ.NR.

DEFINITIEF



- VERKLARING:**
- ACTUALISEREND ONDERZOEK ORANJEWOUDE 2003**
 XY1002 PEILBUIS MET NUMMER
- VOORGAAND BODEMONDERZOEK:**
 (Oranjewoud, 87861, 15 juni 1999)
- 5 BORING MET NUMMER
- NADER BODEMONDERZOEK FASE 2 EN 3:**
 (Oranjewoud, 1997-1999)
- XY705 BORING MET NUMMER
 - XY845 PEILBUIS/MINIFILTER MET NUMMER
 - DKP853 SONDERING MET NUMMER
- BODEMONDERZOEK 'ECOLYSE'**
 ONDERZOEK D-269.10; rapport juli 1993
- 32-36 BORING MET NUMMER
 - 30-19 PEILBUIS MET NUMMER
- BODEMONDERZOEK INGENIEURSBUREAU 'ORANJEWOUDE'** oktober 1994
- 323 BORING MET NUMMER
 boordiepte 0.0-1.5m. -M.V.
 - 317 PEILBUIS MET NUMMER
 filterdiepte 2.0-3.0m. -M.V.
 - 313 PEILBUIS MET NUMMER
 filterdiepte 6.0-7.0m. -M.V.
- GRONDWATERVERONTREINIGING 2003:**
- GEHALTE ≤ S-WAARDE
 - GEHALTE > S-WAARDE EN ≤ T-WAARDE
 - GEHALTE > T-WAARDE EN ≤ I-WAARDE
 - GEHALTE > I-WAARDE
- I-CONTOUR 1999
 — I-CONTOUR 2003



DO	28-05-2003	DEFINITIEF	Y.B.
NR	DATUM	WIJZIGING	GET.

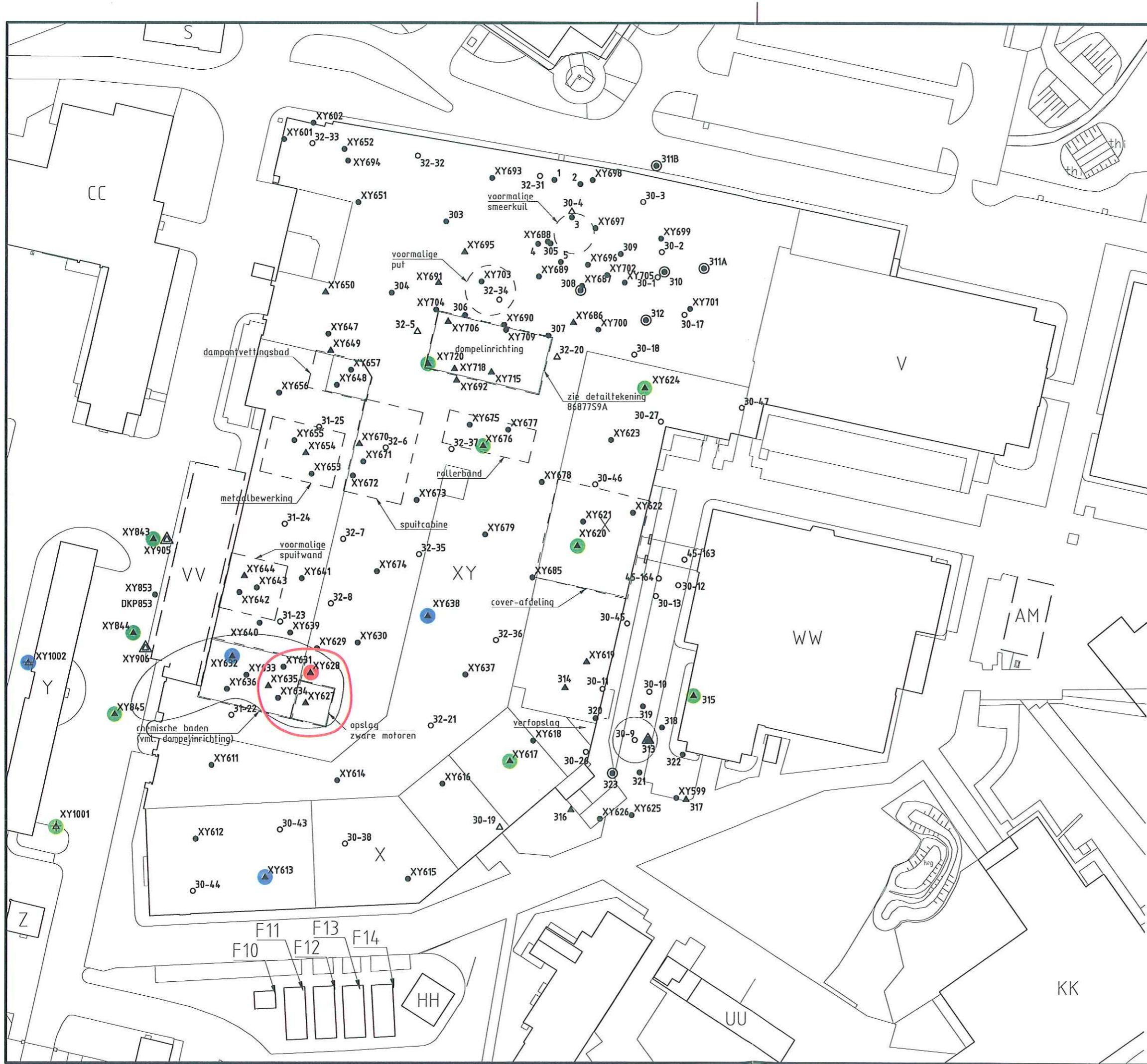
D.G.W.&T.
 directie WEST-NEDERLAND

ACTUALISEREND EN NADER GRONDWATER ONDERZOEK KROMHOUTKARZERNE TE UTRECHT
 VERONTREINIGINGSSITUATIE FREATISCH GRONDWATER 1-4 M-MV (VINYLCHLORIDE) GEBOUW XY

TEKENAAR: Y. BOVENKAMP
 PROJECTLEIDER: E. RABEN

SCHAAL: 1:750
 FORMAAT: A3
 BLAD IN BLADEN: 1 IN 1
 TEKENINGNUMMER: 133517GWV8 D0

DEFINITIEF



VERKLARING:
 ACTUALISEREND ONDERZOEK ORANJEWOUDE 2003
 XY1002 PEILBUIS MET NUMMER

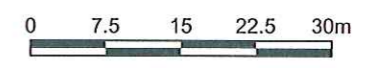
VOORGAAND BODEMONDERZOEK:
 (Oranjewoud, 87861, 15 juni 1999)
 5 BORING MET NUMMER

NADER BODEMONDERZOEK FASE 2 EN 3:
 (Oranjewoud, 1997-1999)
 XY705 BORING MET NUMMER
 XY845 PEILBUIS/MINIFILTER MET NUMMER
 DKP853 SONDERING MET NUMMER

BODEMONDERZOEK 'ECOLYSE'
 ONDERZOEK D-269.10; rapport juli 1993
 32-36 BORING MET NUMMER
 30-19 PEILBUIS MET NUMMER

BODEMONDERZOEK INGENIEURSBUREAU
 'ORANJEWOUDE' oktober 1994
 323 BORING MET NUMMER
 boordiepte 0.0-1.5m. -M.V.
 317 PEILBUIS MET NUMMER
 filterdiepte 2.0-3.0m. -M.V.
 313 PEILBUIS MET NUMMER
 filterdiepte 6.0-7.0m. -M.V.

GRONDWATERVERONTREINIGING 2003:
 GEHALTE ≤ S-WAARDE
 GEHALTE > S-WAARDE EN ≤ T-WAARDE
 GEHALTE > T-WAARDE EN ≤ I-WAARDE
 GEHALTE > I-WAARDE
 I-CONTOUR 1999
 I-CONTOUR 2003



DO	28-05-2003	DEFINITIEF	Y.B.
NR	DATUM	WIJZIGING	GET.

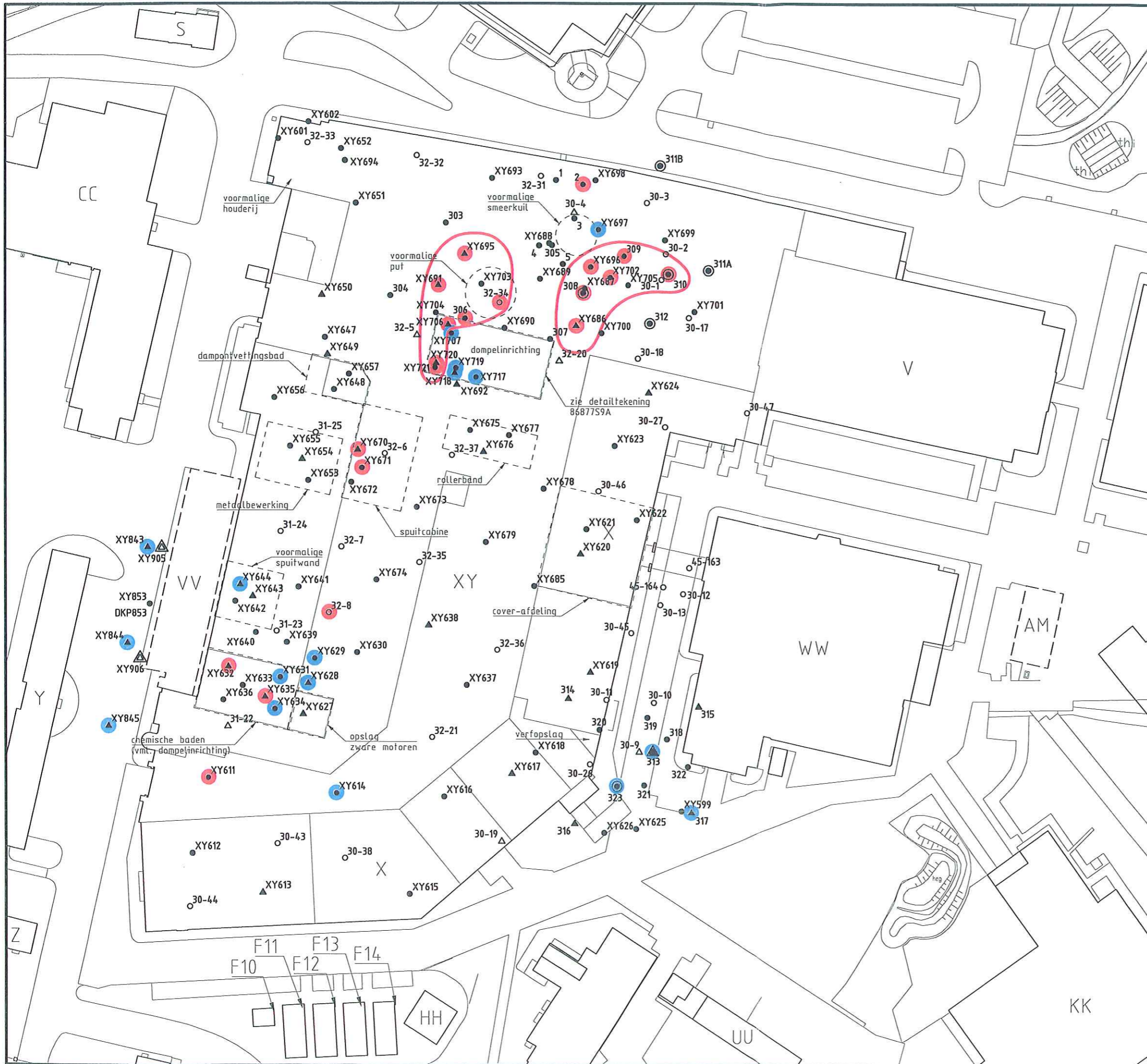
D.G.W.&T.
 directie WEST-NEDERLAND

TEKENAAR: Y. BOVENKAMP
 PROJECTLEIDER: E. RABEN

SCHAAL: 1:750
 FORMAAT: A3
 BLAD IN BLADEN: 1 IN 1
 TEKENINGNUMMER: 133517GWV7 D0
 WIJZNR: 133517GWV7 D0

ACTUALISEREND EN NADER GRONDWATER
 ONDERZOEK KROMHOUTKARZERNE
 TE UTRECHT
 VERONTREINIGINGSSITUATIE FREATISCH
 GRONDWATER 1-4 M-MV (TRI- EN
 TETRACHLOORETHEEN) GEBOUW XY

DEFINITIEF



VERKLARING:

VOORGAAND BODEMONDERZOEK:
(Oranjewoud, 87861, 15 juni 1999)

●⁵ BORING MET NUMMER

NADER BODEMONDERZOEK FASE 2 EN 3:
(Oranjewoud, 1997-1999)

- XY705 BORING MET NUMMER
- ▲ XY845 PEILBUIS/MINIFILTER MET NUMMER
- DKP853 SONDERING MET NUMMER

BODEMONDERZOEK 'ECOLYSE'
ONDERZOEK D-269.10; rapport juli 1993

- ³²⁻³⁶ BORING MET NUMMER
- △³⁰⁻¹⁹ PEILBUIS MET NUMMER

BODEMONDERZOEK INGENIEURSBURAU 'ORANJEWOUD' oktober 1994

- ³²³ BORING MET NUMMER
boordiepte 0.0-1.5m. -M.V.
- ▲³¹⁷ PEILBUIS MET NUMMER
filterdiepte 2.0-3.0m. -M.V.
- ▲³¹³ PEILBUIS MET NUMMER
filterdiepte 6.0-7.0m. -M.V.

ZINTUIGLIJKE WAARNEMINGEN:

- GEURWAARNEMING (OVERIG)
- GEURWAARNEMING (OLIE)
- I-CONTOUR EN BEGRENZING GEBIED
MATIG/STERKE GEUREN



DO	28-03-2000	DEFINITIEF	RL.
NR	DATUM	WIJZIGING	GET.

D.G.W.&T. directie WEST-NEDERLAND	TEKENAAR R. LAGCHER	SCHAAL 1:750
	PROJECTLEIDER J. v.d. VOORT	FORMAAT A3
ORIENTEREND EN NADER BODEMONDERZOEK KROMHOUTKAZERNE TE UTRECHT		BLAD IN BLADEN 1 IN 1
ZINTUIGLIJKE WAARNEMINGEN GEBOUW XY	TEKENINGNUMMER 86877ZW9	WIJZ.NR. D0

DEFINITIEF



DEFINITIEF

VERONTREINIGINGSPLAATJE GROND (VOOI) GEBOUW XY
 86877GV9A
 D0

TEKENINGNUMMER
 WZNR

KROMHOUTKAZERNE TE UTRECHT
 1 IN 1
 BLD IN BLADEF

ORIENTEREND EN NADER BODEMONDERZOEK
 A3
 FORMAAT
 J. v.d. VOORT

D.G.W.&T. directie WEST-NEDERLAND R. LAGCHER
 1:750
 SCHAAL
 TEKENAAR

NR	DEFINIEF	WZIJNING	GET.
DO	10-01-2000		

0 7.5 15 22.5 30m

GRONDVERONTREINIGING:

GEHALTE \leq S-WARDE ●

GEHALTE $>$ S-WARDE EN \leq T-WARDE ●

GEHALTE $>$ T-WARDE EN \leq I-WARDE ●

GEHALTE $>$ I-WARDE ●

BORING MET NUMMER
 boordiepte 0.0-1.5m. -M.V. ● 323

PEILBUIS MET NUMMER
 filterdiepte 2.0-3.0m. -M.V. ▲ 317

PEILBUIS MET NUMMER
 filterdiepte 6.0-7.0m. -M.V. ▽ 313

BODEMONDERZOEK 'ECOLYSE'
 ONDERZOEK D-269.10; rapport juli 1993

BORING MET NUMMER ○ 32-36

PEILBUIS MET NUMMER ▽ 30-19

NADER BODEMONDERZOEK FASE 2 EN 3:
 (Oranjevoed, 1997-1999)

BORING MET NUMMER ● XY705

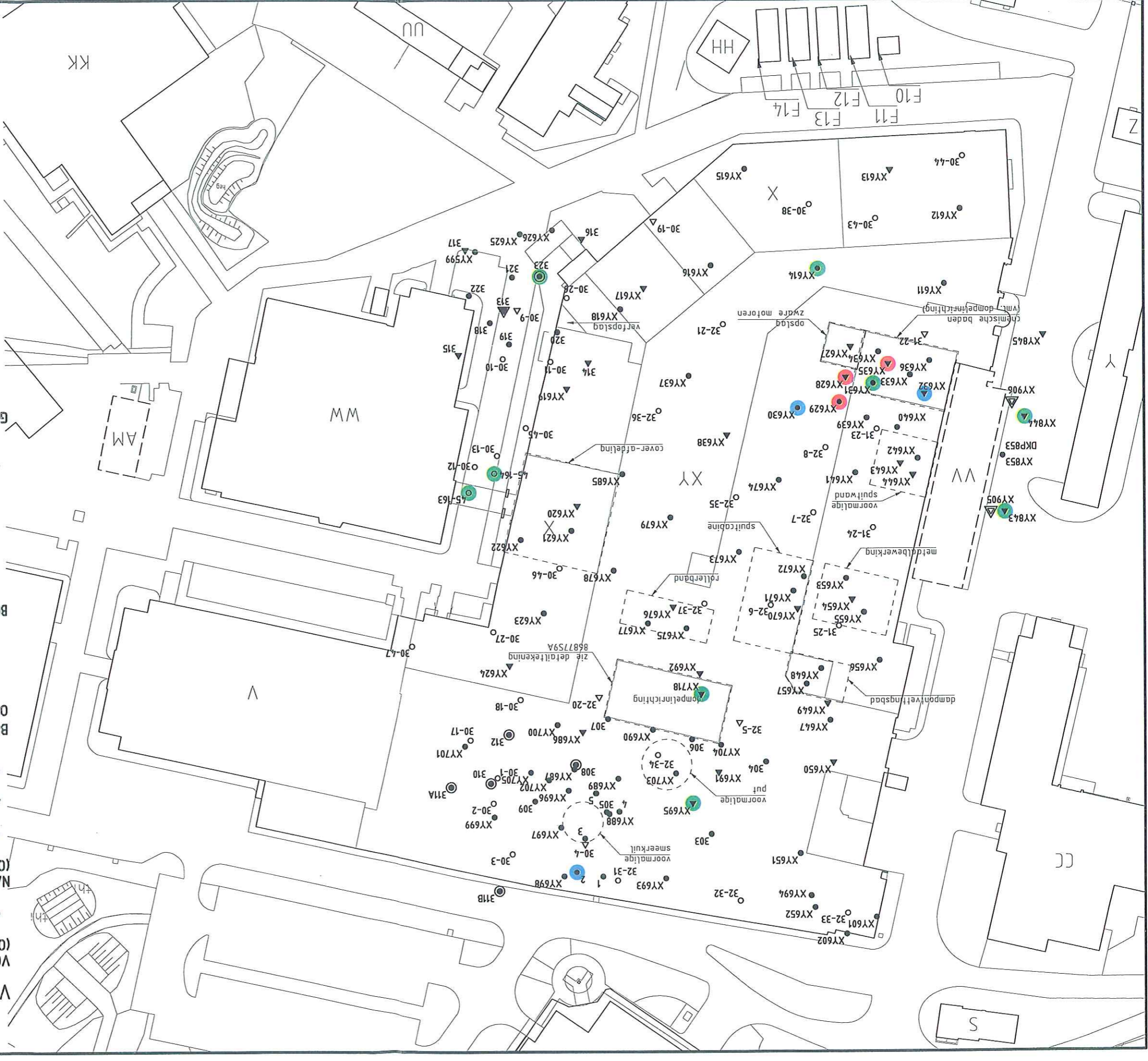
BORING MET NUMMER ▲ XY845

PEILBUIS/MINIFILTER MET NUMMER ▽ DKP853

SONDERING MET NUMMER ● 307

VOORGAAND BODEMONDERZOEK:
 (Oranjevoed, 87861, 15 juni 1999)

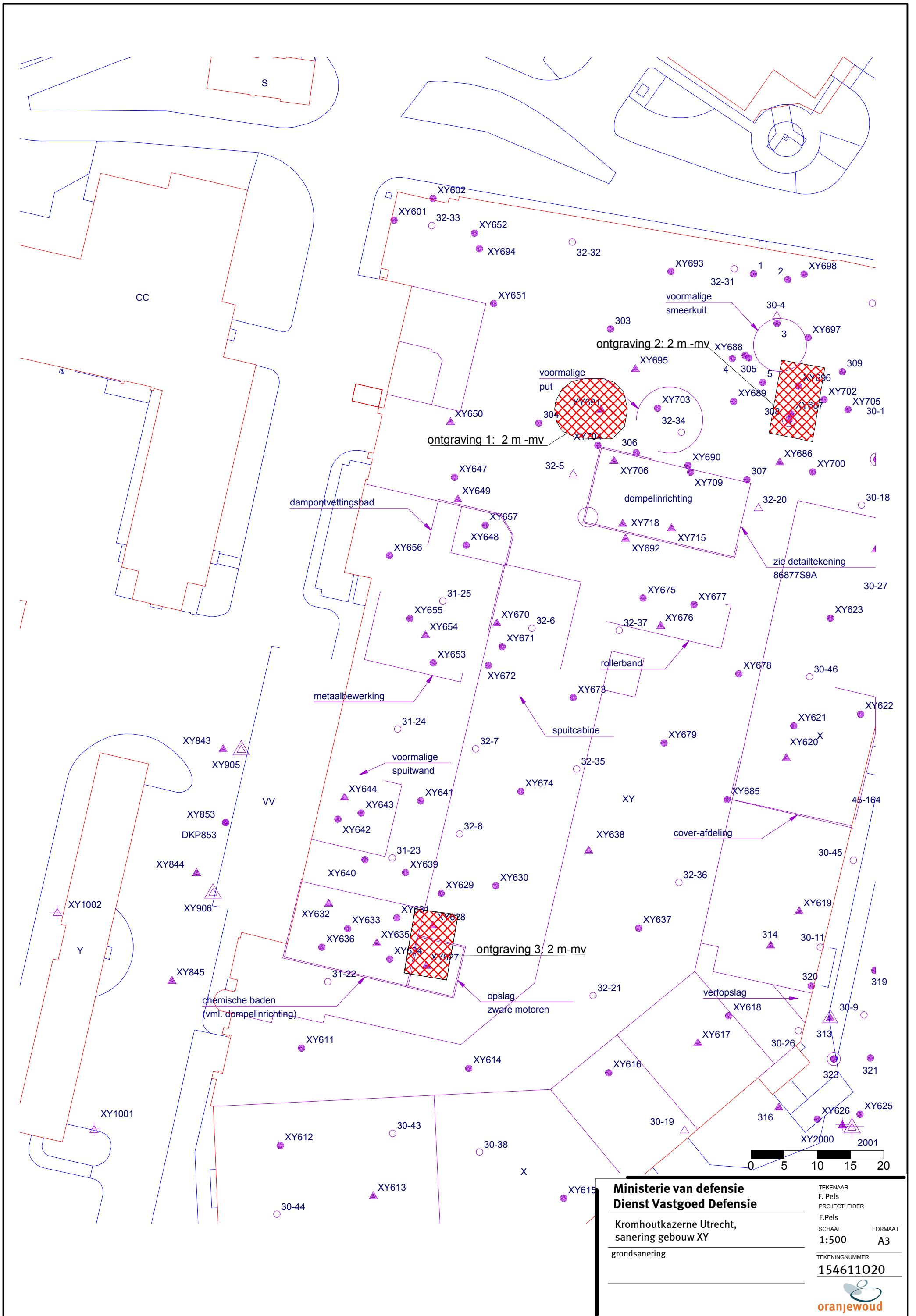
BORING MET NUMMER ● 5



VERKLARING:

Bijlage 6 : Grondsanering

Tekening 154611020: grondsanering XY



Ministerie van defensie
Dienst Vastgoed Defensie

Kromhoutkazerne Utrecht,
 sanering gebouw XY
 grondsanering

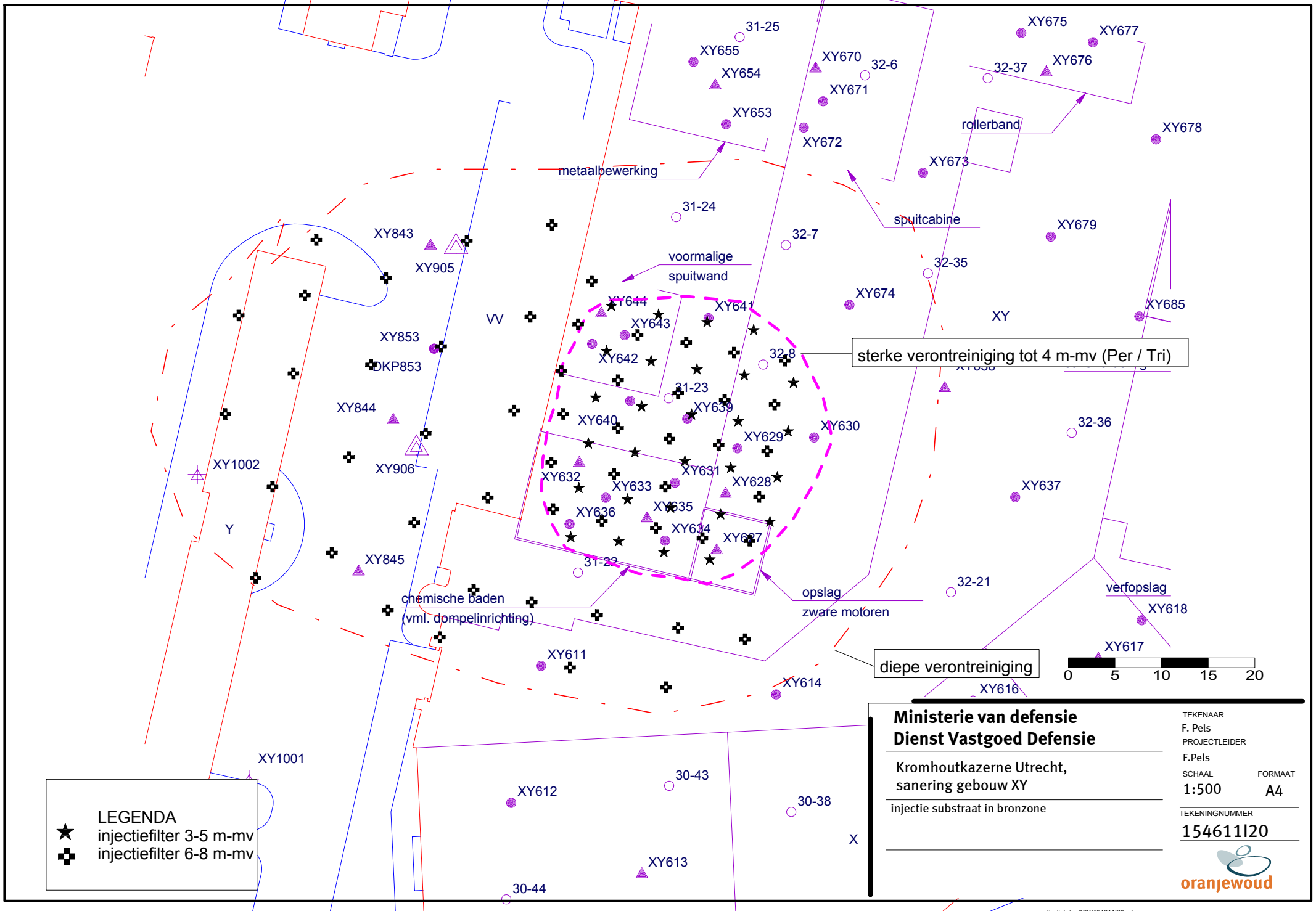
TEKENAAR
 F. Pels
 PROJECTLEIDER

F. Pels
 SCHAAL
 1:500

FORMAAT
 A3

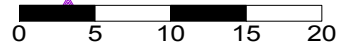
TEKENINGNUMMER
 154611020

oranjewoud



sterke verontreiniging tot 4 m-mv (Per / Tri)

diepe verontreiniging



LEGENDA
 ★ injectiefilter 3-5 m-mv
 ✚ injectiefilter 6-8 m-mv

Ministerie van defensie
Dienst Vastgoed Defensie

Kromhoutkazerne Utrecht,
 sanering gebouw XY

injectie substraat in bronzone

TEKENAAR
 F. Pels
 PROJECTLEIDER

F. Pels
 SCHAAL
 1:500

FORMAAT
 A4

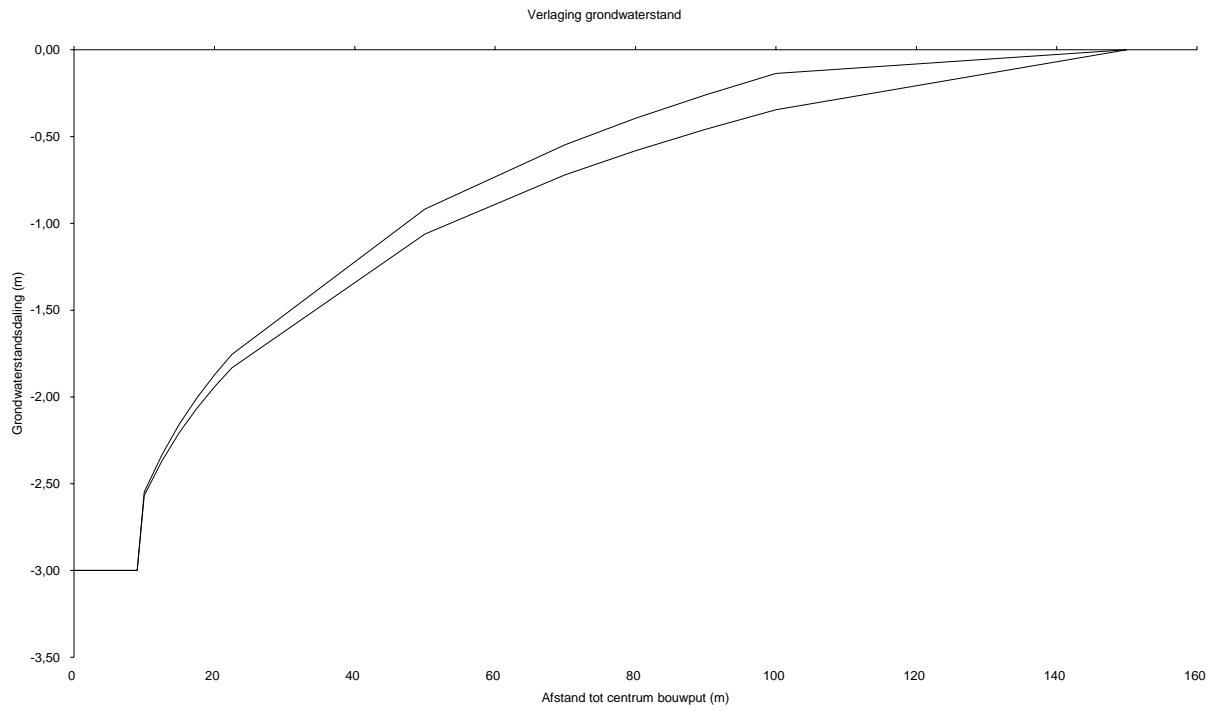
TEKENINGNUMMER
 154611120



Bijlage 7 : Injectiefilters bronzone

Tekening 154611I20: injectiefilters XY

Bijlage 8 : Verlaging als gevolg van bronbemaling



Bijlage 9 : Notitie 'biobarriers'



Studie toepassing Biobarriers Kromhout terrein te Utrecht

Opdrachtgevers : Bouwbedrijf Midreth B.V.
 Postbus 112
 3640 AC Mijdrecht

Ministerie van Defensie
Dienst Vastgoed Defensie
Postbus 8002
3503RA Utrecht

Opstellers rapportage:

Ingenieursbureau Oranjewoud bv
divisie Milieu&Veiligheid
Ing F. Pels
Postbus 10044
1301 AA Almere

Koops & Romeijn grondmechanica
Ing G. van Roekel
Veenderweg 19
6721 WD Bennekom

Datum : 18 mei 2006

Inhoudsopgave

1	Inleiding	1
2	Gegevens en uitgangspunten parkeergarage	2
2.1	Situatie	2
2.2	Constructie parkeergarage Noord	3
2.3	Tijdsplanning	3
3	Geologie en Bodemopbouw op locatie	4
3.1	Geohydrologie	4
3.2	Oppervlakte water en Grondwater	5
4	Aanwezige grondwaterverontreinigingen	6
4.1	Verontreinigingssituatie	6
4.1.1	Bos laadstation	6
4.1.2	voormalig gebouw ZZ	8
4.1.3	Gebouw X,XY en Y	8
4.1.4	Gebouw UU	8
5	Bemaling kelder	9
5.1	Bemalingsmethode	9
5.2	Waterbezwaar	9
5.3	Verlagingscontouren	9
5.4	Principe biobarrier	11
5.5	Uitgangspunten en globaal ontwerp	11
5.6	Detailontwerp	13
5.7	Risico's en beperkingen	14
6	Mogelijkheden toepassing biobarriers overige lokaties	15
6.1	Gebouw ZZ	15
6.2	Gebouw X-XX-Y	15
6.3	Gebouw KK-UU	17
7	Verminderen risico's	18
8	Conclusie	20

1 Inleiding

Begin mei 2006 ontvingen Koops & Romeijn grondmechanica en Oranjewoud gezamenlijk de opdracht tot het uitbrengen van een advies betreffende de toepassingsmogelijkheden van biobarriers ter beheersing van de op het Kromhout terrein aanwezige grondwaterverontreinigingen.

De gezamenlijk verstrekte opdracht luidt:

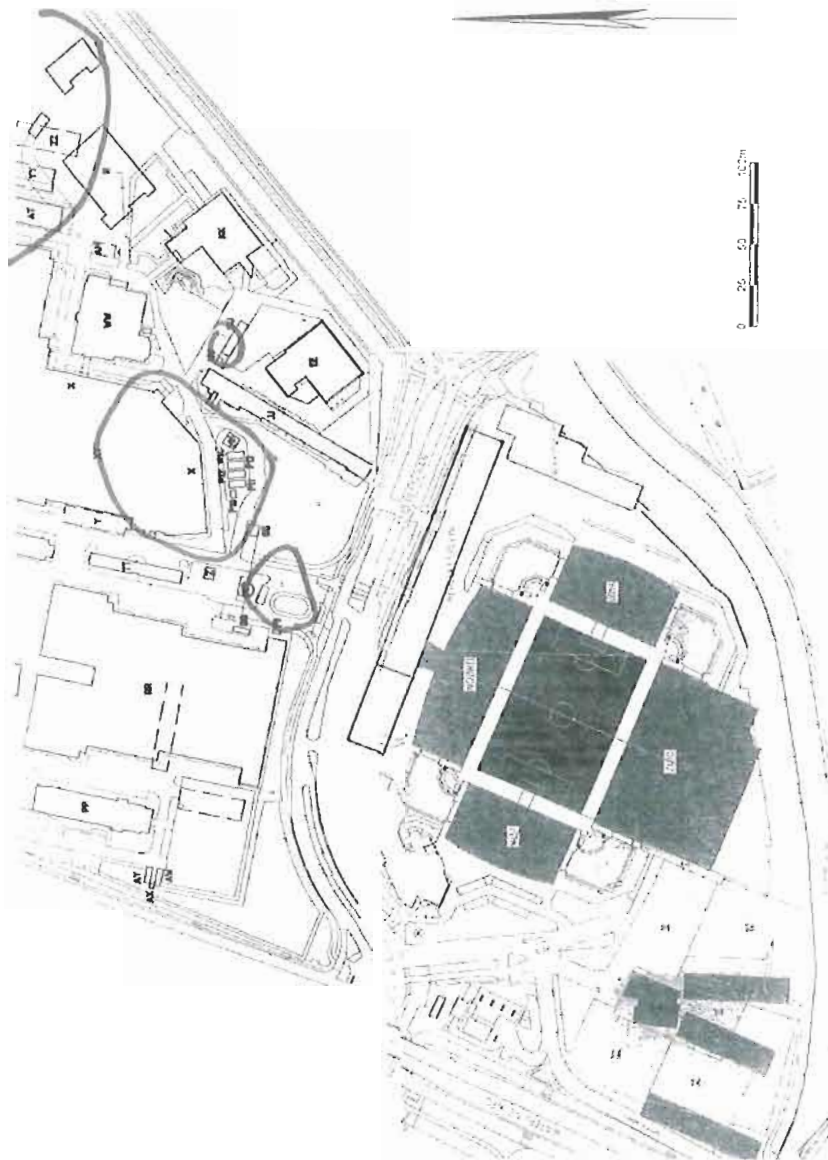
"Bouwbedrijf Midreth B.V., Memid Galgenwaard B.V., Memid Investments B.V. en het Ministerie van Defensie geven Koops & Romeijn Grondmechanica en Oranjewoud B.V. gezamenlijk opdracht te onderzoeken of met toepassing van biobarriers (bioschermen) is uitgesloten dat de grondwaterverontreiniging onder het terrein van de Kromhoutkazerne zich verspreidt (buiten het gebied dat door de biobarriers is afgeschermd) als gevolg van de bemaling die benodigd is voor de aanleg van een parkeergarage op het Galgenwaardterrein (parkeergarage noord). De geschiktheid van de biobarriermethode dient mede in relatie te worden gezien tot het bemalingsdebiet dat noodzakelijk is voor de bouwput van de parkeergarage."

Dit rapport beschrijft op beknopte wijze de uitslag van dit onderzoek.

2 Gegevens en uitgangspunten parkeergarage

2.1 Situatie

De regionale ligging het project wordt aangeduid in figuur 1.



Figuur 1 **situering parkeergarage noord**

2.2 Constructie parkeergarage Noord

Aan de noordzijde van het bestaande stadiongebouw, en ten zuiden van de Herculesweg wordt een ondergrondse parkeergarage gerealiseerd. De totale lengte bedraagt 150 m of 200 m. dit wordt nog nader uitgewerkt.

Het Peil is geprojecteerd op 2,10 m + NAP.

Het aanlegniveau komt op circa 6,3 m – NAP.

De uitvoering van de kelder zal in 4 – 5 delen geschieden dit in verband met de beschikbare werkruimte en het feit dat het stadion toegankelijk dient te blijven. Rond de kelder zal een damwand worden toegepast, dit als grondkerende functie. Het toepassen van een damwand is vereist in verband met de beschikbare ruimte, de diepte van de damwand zal circa 12 m – NAP zijn.

2.3 Tijdsplanning

De start van de bemaling ten behoeve van de aanleg van de eerste delen van de parkeergarage noord is voorzien in het eerste kwartaal van 2007.

3 Geologie en Bodemopbouw op locatie

Op grond van de verzamelde gegevens kan de bodemopbouw als volgt worden beschreven, zie ook Figuur 2

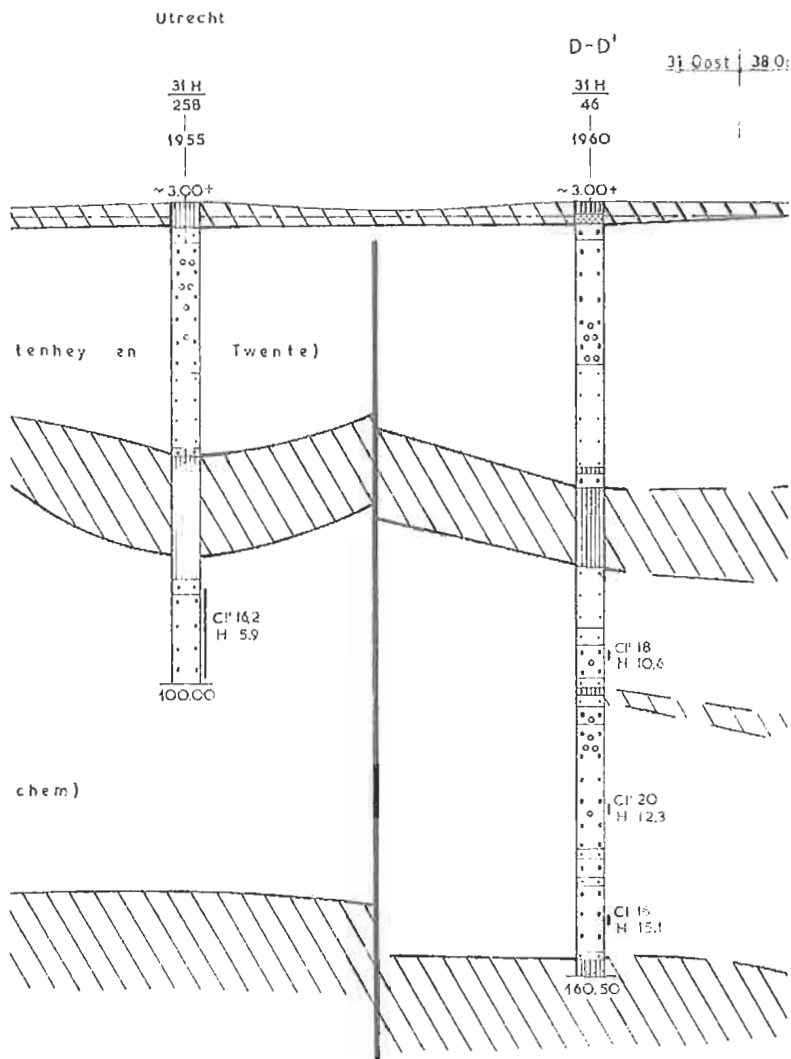
- **Deklaag**
De afzettingen van de deklaag zijn afgezet in het Holoceen en bestaan voornamelijk uit klei. Aan de onderzijde komt plaatselijk een tussenlaag van zand en een veenlaag voor. De dikte van deze laag is beperkt en komt plaatselijk niet voor. De doorlatendheid in verticale richting is gering en geschat op 0,01 tot 0,05 m/d.
- **Eerste watervoerende pakket**
Het eerste watervoerende pakket is afgezet tijdens het Pleistoceen en behoort tot de Formaties van Twente, Kreftenheye en Sterksel. De dikte bedraagt circa 40 m. De doorlaatfactor van deze zanden wordt geschat op circa 25 - 50 m/d.
- **Eerste scheidende laag**
Deze bestaat voornamelijk afzettingen van de Formatie van Kedichem en bestaat leem, klei en fijne zanden. De dikte van deze scheidende laag bedraagt circa 10 tot 15 m. De verticale doorlaatfactor zal gering zijn. De weerstand wordt geschat op 1500 dagen.
- **Tweede watervoerende pakket**
Het tweede watervoerende pakket wordt gevormd door afzettingen van Tegelen, Harderwijk en Kedichem. Deze afzettingen bestaan uit grove zanden waarvan de dikte circa 80 tot 100 m bedraagt. De doorlaatfactor bedraagt gemiddeld circa 50 m/d.
- **Hydrologische basis**
Voor de onderhavige bemaling als hydrologische basis de Formatie van Oosterhout worden beschouwd.

3.1 Geohydrologie

Op basis van de verzamelde gegevens is de volgende geohydrologische opbouw en parameters vastgesteld.

Tabel 3-1 Geohydrologische schematisatie

geohydrologische eenheid	diepte m tov NAP	formatie	samenstelling	kD [m ² /d]	c [dagen]
deklaag	-1,5	Holoceen	klei	-	100
wvp1	mv tot -40	Twente, Sterksel	zand	2000	-
scheidende laag	-40 tot -55	Kedichem	klei	-	1500
wvp2	-55 tot -90	Tegelen, Harderwijk	zand	4000	-
hydrologische basis	-35	Oosterhout	leem, klei	-	2.000



Figuur 2 geologisch profiel van noordwest naar zuidoost

3.2 Oppervlakte water en Grondwater

Informatie betreffende waterstanden zijn verzameld uit algemeen beschikbare informatie.

Het grondwater vertoont een stroming in westelijke richting. Het verhang in de watervoerende lagen bedraagt circa 1 m per 3 - 5 kilometer. Daaruit volgt een stroomsnelheid van circa 5 tot 10 m/jaar.

Uit de algemene informatie blijkt dat het grondwater ter plaatse van de bouwlocatie een stijghoogte heeft van circa 0,2 tot 0,6 m + NAP.

Drainage door waterlopen vindt met name plaats aan de oostzijde, door de Kromme Rijn. Daarnaast zorgen vele stedelijke waterpartijen met een beheerst waterpeil op circa 0,4 tot 0,5 m – NAP voor een ontwatering.

4 Aanwezige grondwaterverontreinigingen

Het Ministerie van Defensie is thans bezig met het uitwerken van saneringsplannen voor het gehele terrein. Dit omdat er ontwikkelingen in de nabije toekomst zijn voorzien om het terrein geschikt te maken voor kantoren, die door het Ministerie van Defensie zullen worden benut.

De start van de sloop van de aanwezige bebouwing is voorzien in begin 2007.

4.1 Verontreinigingssituatie

In opdracht van het Ministerie van Defensie, Dienst Gebouwen, Werken en Terreinen (DGW&T), is in de periode februari – juli 2003 door Oranjewoud BV een actualiserend en nader onderzoek uitgevoerd ter plaatse van de Kromhoutkazerne. De tekening met de verontreinigings situatie ter plaatse van het Boslaadstation komt uit het Rapport aanvullend bodemonderzoek ter plaatse van het Boslaadstation op de Kromhoutkazerne te Utrecht, kenmerk 19047-151354, revisie 0 (definitief), d.d. 9 februari 2005. De desbetreffende tekening heeft het kenmerk 151354GWV3. De resultaten van het onderzoek in opdracht van Midreth (6 januari 2005) in de Herculeslaan zijn in dit onderzoek meegenomen.

Dit onderzoek is gerapporteerd op 12 september 2003 onder nummer 19047-133517.

Er zijn vier locaties aanwezig waar de verontreinigingssituatie van belang is voor de te toepassing van biobarriers, deze zijn:

- het BOS laadstation
- voormalig gebouw ZZ (riooltracé)
- Gebouw X, XY en Y
- Gebouw KK en UU

4.1.1 Bos laadstation

De verontreiniging in het grondwater bestaat uit minerale olie en aromaten tot boven de interventiewaarde. De verontreiniging is afgeperkt.

Afleverpompen

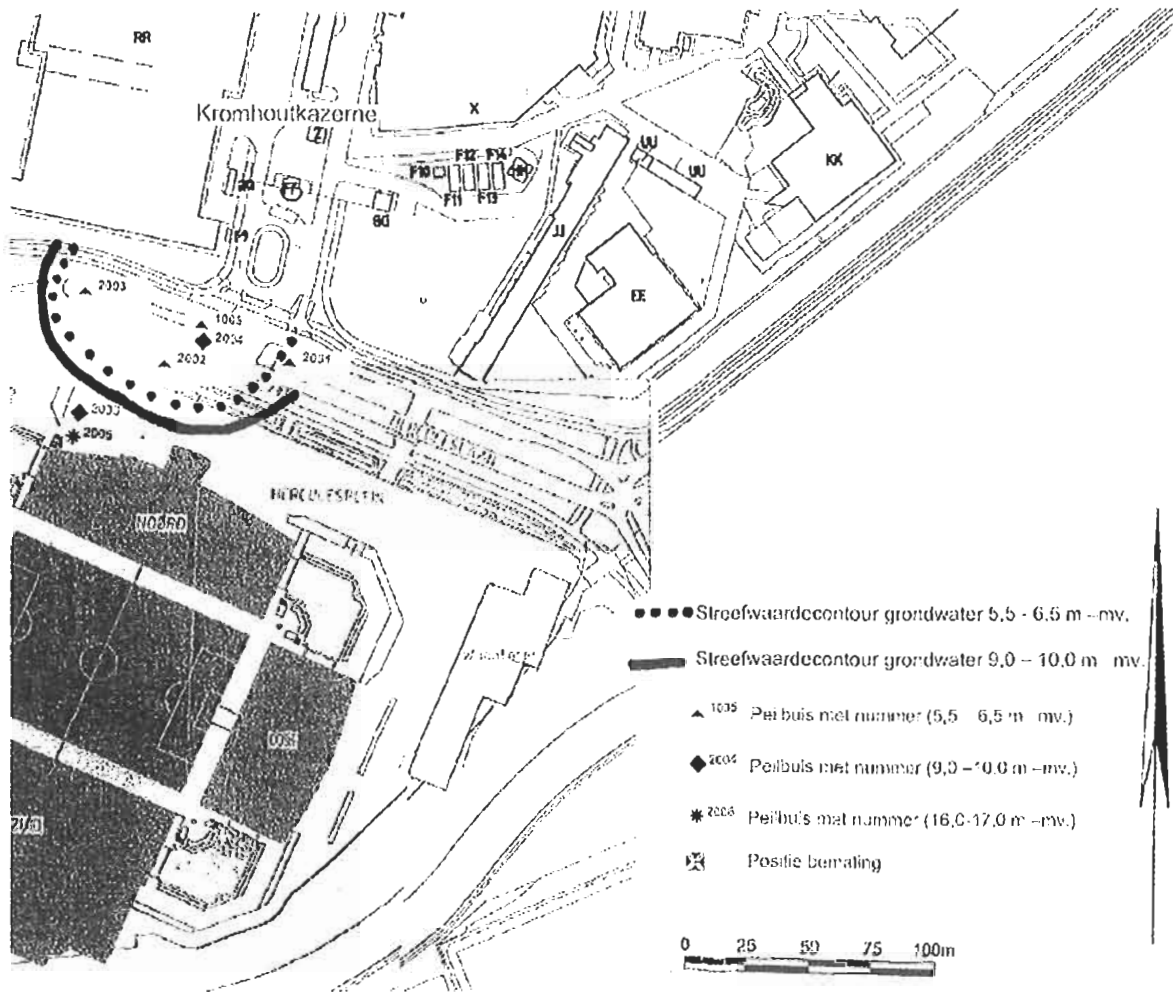
Ter plaatse van de afleverpompen bedraagt de oppervlakte van de sterke verontreiniging circa 80 m², het volume van de met bodem met sterk verontreinigd grondwater bedraagt circa 240 m³.

De verontreiniging is tot een diepte van circa 7 m beneden maaiveld aanwezig.

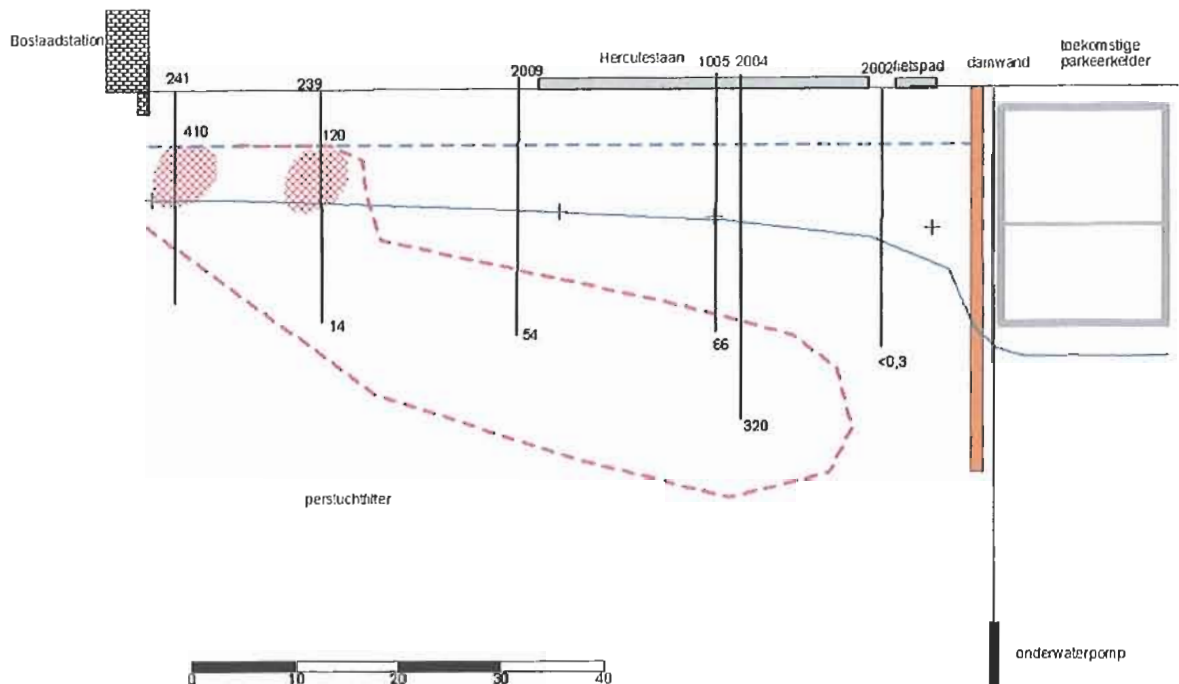
Tanks

- Ter plaatse van de tanks komt de verontreiniging tot een diepte van circa 7 m beneden maaiveld voor. De oppervlakte bedraagt circa 60 m² en het volume bedraagt circa 180 m³.

Vanuit de bronnen is een verontreinigingspluim ontstaan in zuidelijke richting in het eerste watervoerende pakket. Dit beeld wijkt af van de regionale stromingsrichting (regionale stroming is noord-oostelijk gericht). De pluim bevat voornamelijk benzeen. In figuur 1 is de situering van deze pluim weergegeven. In figuur 2 is een doorsnede van situatie weergegeven. In deze doorsnede zijn de gehalten benzeen weergegeven. Dit betekent dat de verontreiniging zich op dit moment bijna tot aan de toekomstige parkeergarage bevindt.



Figuur 3 pluim in zuidelijke richting ter plaatse van het Boslaadstation



Figuur 4 schematische doorsnede met gehalten benzeen (rode lijn= interventiewaarde)

4.1.2 voormalig gebouw ZZ

De aangetoonde verontreinigingen bestaan uit minerale olie en aromaten tot boven de interventiewaarde. De diepte van de verontreiniging bedraagt circa 8 tot 12 m beneden maaiveld. Zeer plaatselijk, alleen in peilbuis 102, zijn op een diepte van 16-17 m-mv aromaten aangetroffen die de streefwaarden overschrijden.

De oppervlakte bedraagt circa 2.500 m² en het volume circa 7.500 m³.

4.1.3 Gebouw X,XY en Y

Hier is het grondwater verontreinigd tot boven de interventiewaarde met VOCl, 1,2dichlooretheen en VinylChloride. Tot een diepte van meer dan 6 m beneden maaiveld worden de verontreinigingen aangetroffen.

De oppervlakte van de verontreiniging met TRI en PER bedragen circa 250 m² en het bodemvolume circa 750 m³. De diepte tot waarop tri en per zijn aangetoond bedraagt circa 6 – 7 m – mv.

De sterke verontreiniging met VinylChloride heeft een oppervlakte van circa 2.000 m² en een bodemvolume van circa 6.000 m³. De sterke verontreiniging met 1,2 dichlooretheen heeft een oppervlakte van circa 1.500 m² en een volume van circa 4.500 m³. Plaatselijk, aan de voorzijde van het gebouw, zijn in het verleden verhoogde gehalten VC aangetroffen tot 42 m-mv.

4.1.4 Gebouw UU

De verontreiniging bestaat uit VOCl en is in 1 peilbuis aangetoond tot een diepte van 3 m beneden maaiveld.

5 Bemaling kelder

5.1 Bemalingsmethode

De bemaling van de kelder zal worden uitgevoerd door middel van verticale bronnen, voorzien van een onderwaterpomp. De diepte hiervan zal circa 20 m – NAP zijn. Het aantal per kelderdeel zal 8 stuks zijn.

De mogelijkheid om het water aan de zuidwestzijde te retourneren is aanwezig. ten zuidwesten van de thans in aanbouw zijnde parkeergarage en appartementen is ruimte daartoe aanwezig. Dit is in eerdere bemalingsplannen reeds meegenomen. In deze studie wordt het toepassen van een retourbemaling niet nader uitgewerkt, omdat dit in het gebied van het Kromhoutterrein geen veranderingen in de grondwaterstandbeïnvloeding door de bemaling te weeg brengt.

5.2 Waterbezwaar

Het waterbezwaar is berekend met Microfem. Hiertoe is de bodem gemodelleerd conform de uitgangspunten en is de parkeergarage Noord in vijf moten verdeeld.

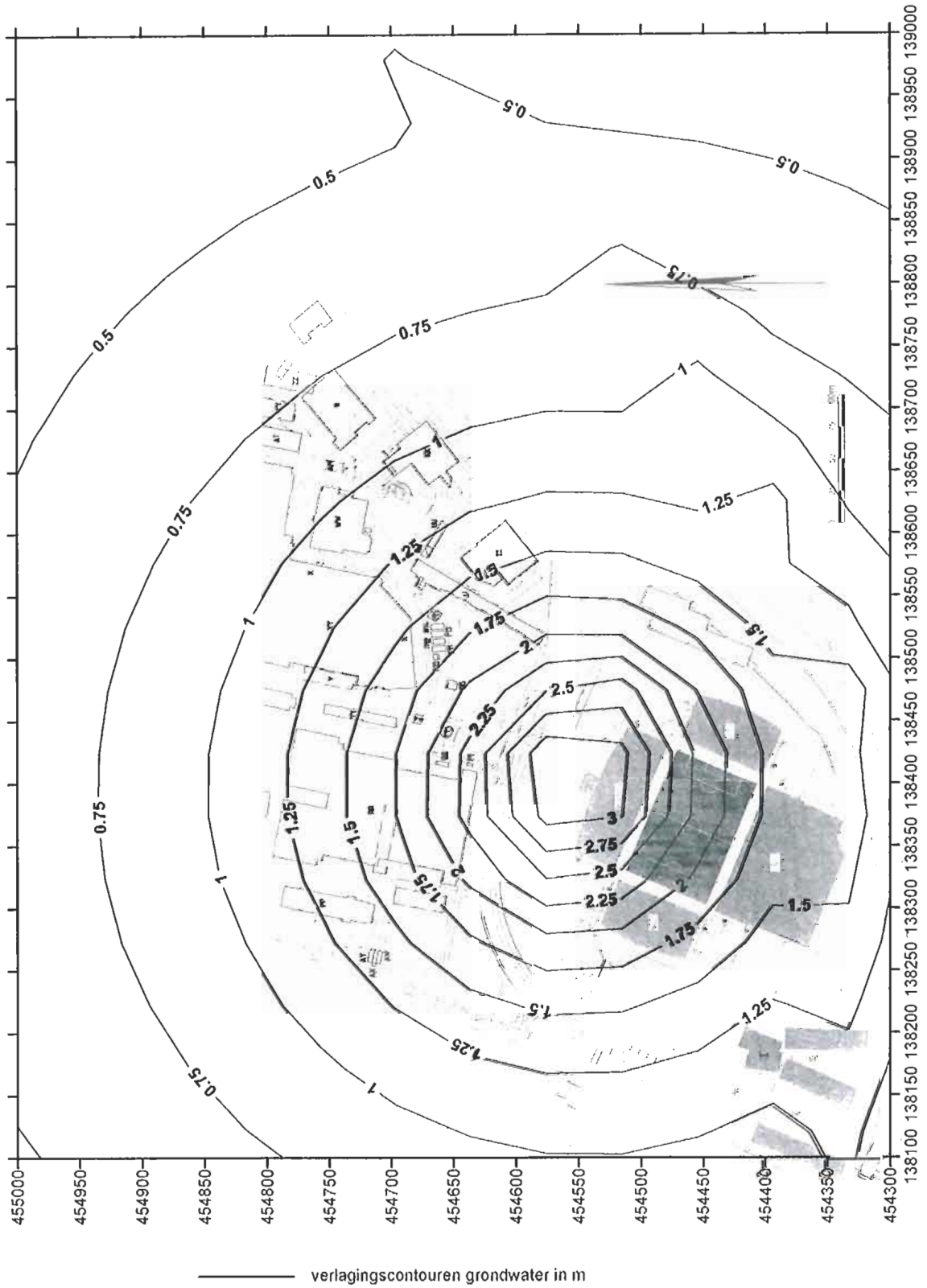
De moot die het dicht bij de BOS verontreiniging aanwezig is doorgerekend en in bijlage meegenomen.

Uit de berekeningen blijkt dat een waterbezwaar van 16.000 tot 20.000 noodzakelijk zal zijn om de vereiste verlaging te bereiken.

5.3 Verlagingscontouren

In bijlage Figuur 5 zijn de te verwachten verlagingscontouren weergegeven.

Deze zijn van belang, omdat de verplaatsing van de verontreiniging door de bemaling de omvang van de toepassing van biobarriers bepaald.

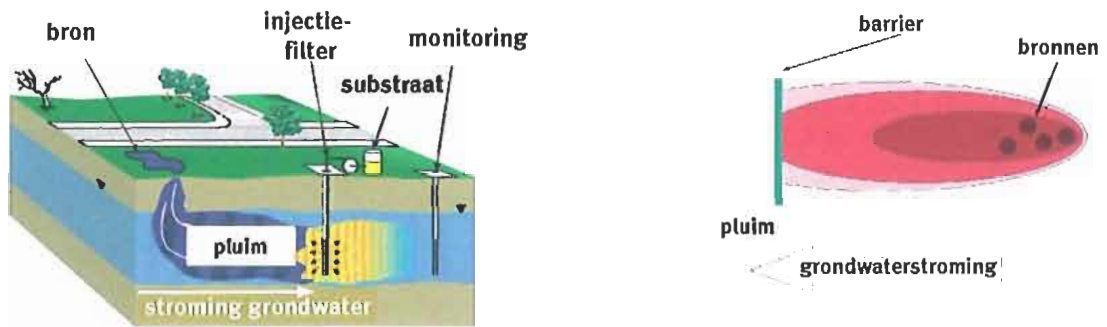


Figuur 5 verlagingscontouren

Beschrijving bio barriers

5.4 Principe biobarrier

Het oppompen en zuiveren van het grondwater als beheersmaatregel kost, vanwege de hoge debieten grondwater die hiervoor moeten worden onttrokken, veel geld. Als alternatief wordt daarom een biobarrier voorgesteld.



Figuur 6 het principe van een biobarrier

Bij een biobarrier wordt een biologische zone in de bodem gecreëerd waar de passerende verontreiniging wordt afgebroken. De biobarrier wordt geplaatst aan de rand van de verontreiniging. Er wordt geen grondwater onttrokken. Hierdoor blijven de vrachten verontreiniging die de biologische zone passeren en afgebroken moeten worden beperkt te opzichte van een schermbemaling waarbij er actief verontreinigd grondwater wordt onttrokken.

Minerale olie en aromaten kunnen aëroob worden afgebroken. Daarom wordt ter plaatse van het Boslaadstation een aërobie biobarrier geplaatst.

VOCI verontreinigingen zijn alleen anaëroob afbreekbaar. Daarom wordt ter plaatse van gebouw XY een anaërobie biobarrier aangebracht.

5.5 Uitgangspunten en globaal ontwerp

Om te beoordelen of het mogelijk is een biobarrier toe te passen onder deze omstandigheden is de meest maatgevende situatie (kortste afstand), namelijk ter plaatse van het Boslaadstation, doorgerekend. De verontreiniging bestaat uit verschillende componenten. Benzeen is echter de meest toxische verbinding met de laagste interventie/streefwaarde. Tevens is deze verbinding het meest mobiel en is door de biologie het moeilijkste af te breken. Als blijkt dat de biobarrier de benzeenverontreiniging tegen kan houden ter plaatse van het Boslaadstation, dan is deze oplossing ook geschikt voor andere minder mobiele verontreinigingen of verontreinigingen die op een grotere afstand liggen.

Uit de berekeningen met Microfem volgt dat er een verhang van circa 0,01 m/m zal ontstaan als gevolg van de bemaling. Uitgaande van K-waarde van 50 m/dag betekent dit voor de grondwaterstromingsnelheid (Darcy): $v = k \cdot i$ $v = 0,01 \cdot 50 \text{ m/dag} = 0,5 \text{ m/dag}$. Bij een K-waarde van 25 m/dag bedraagt de snelheid 0,25 m/dag.

Benzeen heeft een retardatiefactor van ongeveer 2 in deze bodem. Dit betekent dat benzeen met ongeveer 0,12 m tot 0,25 m per dag door de bodem gaat (Darcy snelheid).

Biologische afbraak in de bodem laat zich het beste omschrijven als een eerste orde-braak.

$$C_{(t)} = C_0 e^{-Kt}$$

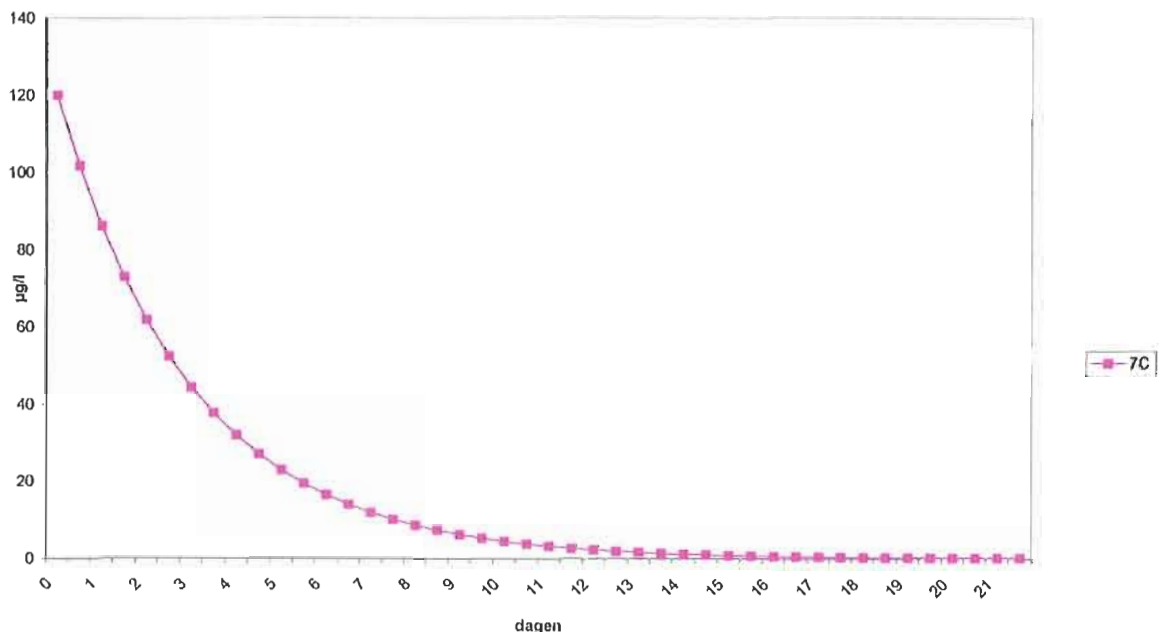
Where: $C_{(t)}$ is concentration as a function of time(t)
 C_0 is the concentration at $t=0$
 K is the decay rate (per time)

Figuur 7 eerste orde afbraak

De afbraaksnelheden onder aërobe omstandigheden variëren. In deze grondslag wordt echter verwacht dat de eerste orde-afbraak circa $0,33 \text{ (dag}^{-1}\text{)}$ zal bedragen¹. Hierbij is er vanuit gegaan dat in de biobarrier overal aërobe omstandigheden aanwezig zijn en dat de hoeveelheid nutriënten in de bodem is geoptimaliseerd. Hierbij wordt opgemerkt dat in Utrecht positieve ervaringen zijn opgedaan met de techniek 'biosparging'.

In de bronzone zijn respectievelijk $410 \text{ } \mu\text{g/l}$ (peilbuis 410) en $120 \text{ } \mu\text{g/l}$ benzeen (peilbuis 239) aanwezig. Peilbuis 240 is twintig meter verwijderd van de rand van de biobarrier. Er treedt nog enige verdunning op voordat deze verontreiniging de biobarrier bereikt. Daarom is gerekend met een maatgevende concentratie van $120 \text{ } \mu\text{g/l}$ die de biobarrier instroomt.

Uitgaande van een eerste orde afbraakconstante van $0,33 \text{ (dag}^{-1}\text{)}$ leidt dit tot de volgende afbraakcurve.



Figuur 8 afbraakcurve benzeen onder aërobe omstandigheden

¹ Biodegradation Rates for Fuel Hydrocarbons and Chlorinated Solvents in Groundwater, Monica P. Suarez and Hanadi S. Rifai

Uit de grafiek blijkt dat de benzeenverontreiniging binnen 6,5 dag tot onder de tussenwaarde is afgebroken. In ongeveer 19 dagen is de verontreiniging tot onder de streefwaarde afgebroken.

Uitgaande van een verplaatsingsnelheid van benzeen van 0,25 m/dag betekent dit dat de breedte van de biobarrier minimaal 5 meter dient te bedragen. Bij een verplaatsingsnelheid van 0,5 m per dag moet de breedte van de barriërs dus circa 10 m moet bedragen. De 'verblijftijd' in de barriër bedraagt dan ongeveer 20 dagen. Volgens deze theoretische berekeningen zou een enkele biobarrier voldoende moeten zijn om de verontreiniging te kunnen afbreken. Om onzekerheden te kunnen opvangen die met bodemonderzoek en grondwatermodellering gepaard gaan, wordt voorgesteld een dubbele biobarrier aan te brengen, met elk een breedte van 10 m..

5.6 Detailontwerp

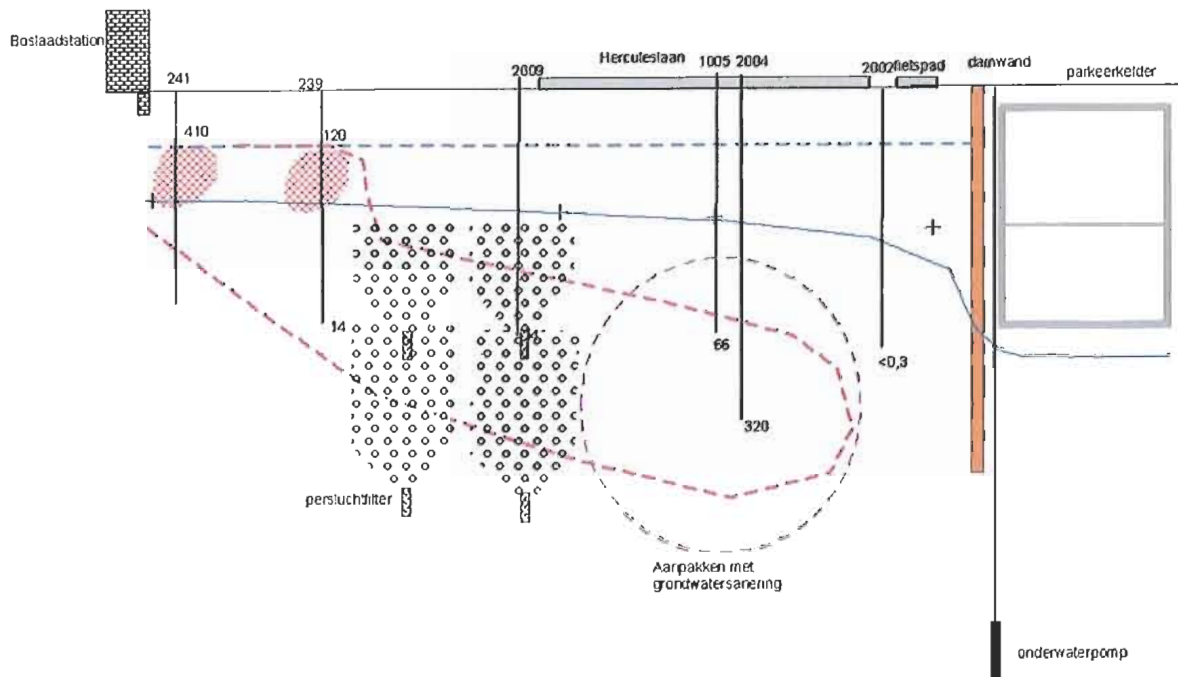
De verontreiniging loopt door tot ongeveer 10 m-mv. De persluchtfilters moeten onder de verontreiniging worden geplaatst. Bij het bepalen van het dieptebereik wordt ook rekening gehouden met de te verwachten grondwaterstroming als gevolg van de bemaling van parkeergarage noord. Het te beluchten pakket is daarmee te dik om met 1 filterstelling te worden behandeld. Er zullen daarom filters worden geplaatst op een tweetal diepten.

De gehalten verontreiniging in het grondwater zijn erg laag. Er is geen kritische bebouwing in de buurt waar zich eventueel ontsnappende lucht kan verzamelen (kruipruimte). Daarom is een bodemluchtexttractie niet nodig.

In tekening 154611BB1 en tekening 154611BB3 is het ontwerp weergegeven.

Uitgaande van een invloedssfeer van het persluchtfilter van 4 à 5 meter zal de effectieve breedte van de biobarriërs samen circa 20 meter bedragen.

De persluchtfilters worden aangebracht met behulp van avegaren of boren. De boordiameter zal 80 tot 100 mm bedragen. De boorgaten worden afgevuld met bentonietcement om lekstromen te voorkomen. De filters zelf zullen bestaan uit 22 of 32 mm PE met een stijgbuis van 22 of 32 mm en een lengte van circa 1,0 m.. Rondom de filters wordt een grindomstorting toegepast. Alle filters worden afzonderlijk aangesloten op de persluchtunit om maximale sturing van het systeem mogelijk te maken. Voor het opstarten van de persluchtinjectie worden de persluchtfilters gebruikt voor het injecteren van de nutriënten. De persluchtinjectie zorgt voor verdere verspreiding van de nutriënten door de bodem.



Figuur 9 deel aan te pakken met grondwatersanering

Een deel van de verontreiniging kan niet worden aangepakt met de biobarrier. Deze verontreiniging bevindt zich reeds onder de Herculeslaan (zie bijlage 3). Deze verontreiniging wordt aangepakt door de onttrekking ter plaatse van de parkeerkeider 4 maanden eerder op te starten met een lager debiet. Hierdoor kan het vrijkomende water worden geloosd op de vuilwaterriolering. Het gehalte aromaten blijft onder de lozingsnorm (100 µg/l BTEX), een grondwaterzuivering is daarom niet nodig. Om deze grondwatersanering te bespoedigen kan een extra diepwell worden aangebracht in de middenberm van de Herculeslaan. Om de werking van de biobarrier te controleren worden een zestal monitoringspeilbuizen geplaatst.

5.7 Risico's en beperkingen

In deze paragraaf worden de risico's en beperkingen van deze oplossing behandeld.

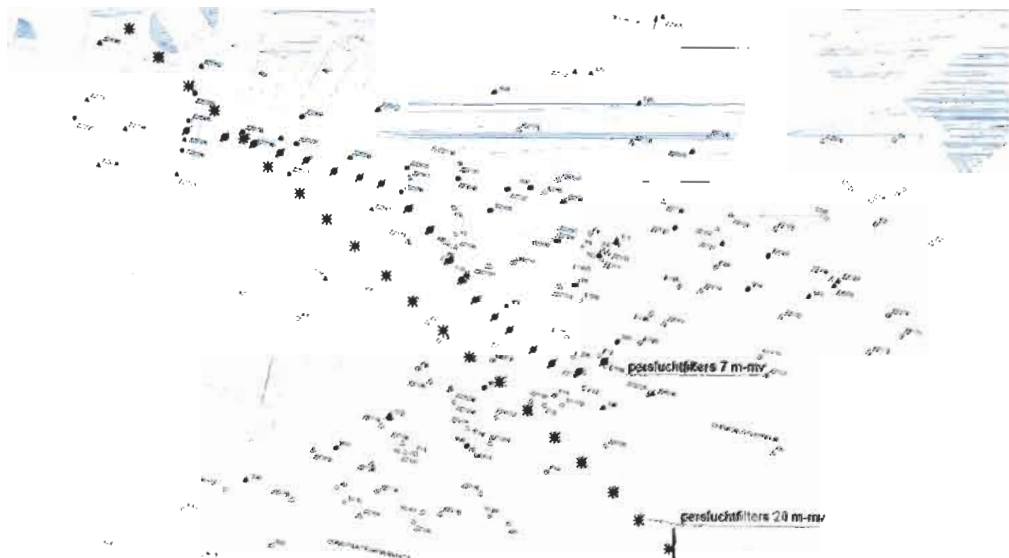
1. Verstopping: het gehalte ijzer in het grondwater zijn relatief laag. Daarbij heersen er turbulente omstandigheden rondom de filters. Het dichtslaan van filters en de bodem rondom de filters wordt daarom niet verwacht. Bij vergelijkbare projecten in Utrecht komt het dichtslaan van persluchtfilters in het eerste watervoerende pakket niet voor. Tevens wordt de installatie voorzien van PC/PLC die o.a. het debiet en de druk aan de drukzijde van persluchtunit signaleert. Deze PC/PLC verstuurd automatisch een melding als de druk oploopt en / of het injectiedebiet daalt. Het injectiestramien kan dan op afstand via de PC/PLC worden bijgesteld. Als dit geen soulaas biedt, dan kunnen eventueel verstopte filters worden geregenereerd.
2. Lekstromen: De bodemopbouw in het watervoerend pakket is redelijk homogeen. Als er rondom de stijgbuizen een goede afdichting wordt aangebracht, dan zijn er geen problemen te verwachten met lekstromen. Bij het opstarten van de persluchtinjectie wordt de goede werking van het systeem gecontroleerd door de opbolling van het grondwater te meten (directe invloed van persluchtinjectie). Tevens worden de zuurstofconcentraties in het grondwater gemeten. Zo kan de goede werking van het persluchtsysteem worden aangetoond.

3. Aanslaan biologie: op de lokatie vindt reeds biologische afbraak plaats². De biobarrier moet bijtijds wordt opgestart (circa 2 à 3 maanden voor start bemaling) om de biologie te laten wennen aan de nieuwe omstandigheden. Tevens dienen er voldoende nutriënten in de bodem aanwezig te zijn, zodat dit geen beperkende invloed heeft op de groei van de bacteriën. Na een 'adoptiefase' van twee tot drie maanden zou de biologie goed op gang gekomen moeten zijn.
4. Risico 'doorslag' verontreiniging door biobarriers: de berekeningen zijn gebaseerd op aannames ten aanzien van de verontreinigings situatie, geohydrologie en de snelheid van biologische afbraak. Om deze onzekerheden te ondervangen is het systeem overgedimensioneerd. De breedte van de biobarriers is ongeveer 4 keer zo groot als theoretisch benodigd. Hiermee worden de onzekerheden opgevangen. Als verontreiniging alsnog blijkt door te slaan, kan eventueel een extra biobarrier worden geplaatst of een plaatselijke schermbemaling.

6 Mogelijkheden toepassing biobarriers overige lokaties

6.1 Gebouw ZZ

Ter plaatse van ZZ is een olie / aromaten verontreiniging aanwezig. Hier kan een vergelijkbare biobarrier worden toegepast. Vanwege de grotere afstand kan hier volstaan worden met een enkele biobarrier. Deze wordt geplaatst tot op een diepte van circa 20 m.



Figuur 10 biobarriers ZZ

6.2 Gebouw X-XX-Y

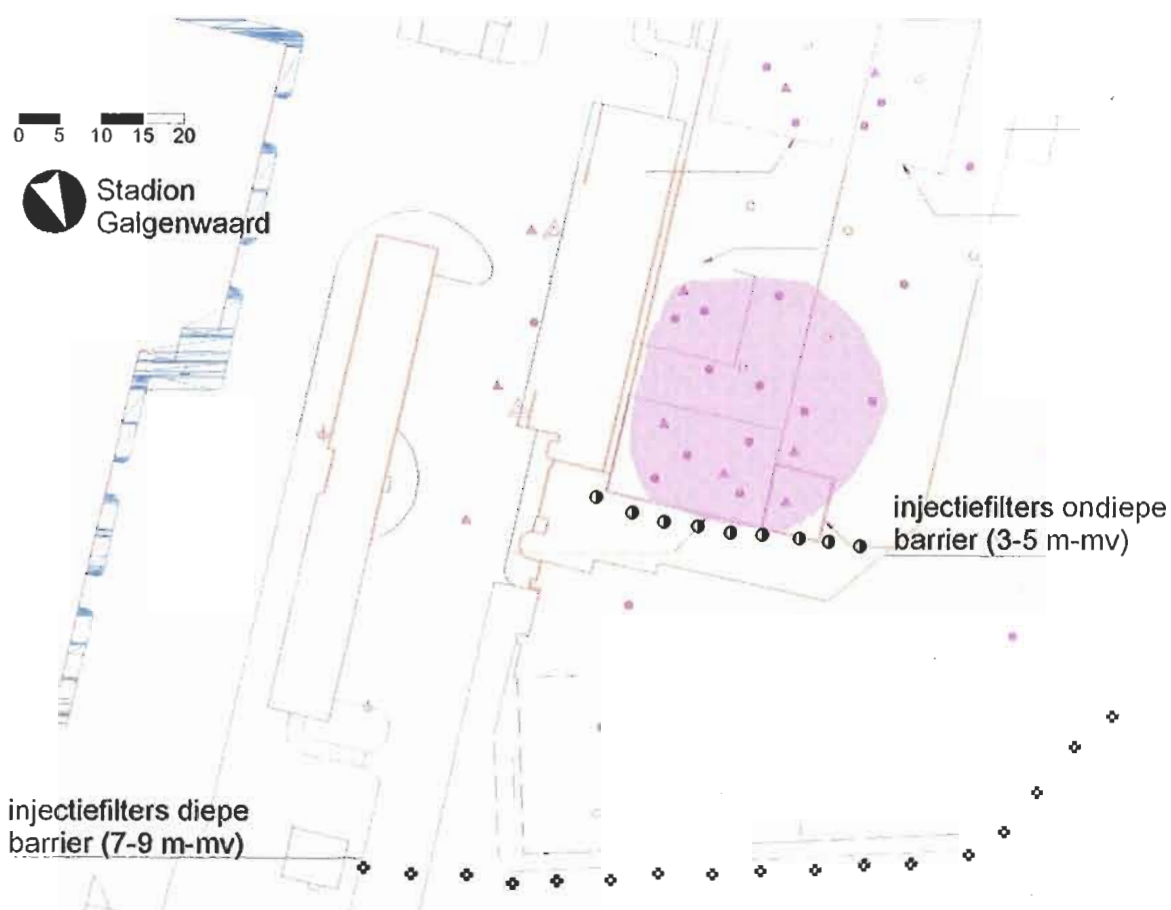
Ter plaatse van gebouw XY is een VOCl verontreiniging aanwezig. Aansluitend op de toekomstige sanering gaat hier de voorkeur uit naar een anaërobe biobarrier. De biobarrier bestaat uit een aantal injectiefilters die loodrecht op de stromingsrichting van het grondwater worden aangebracht. Door vervolgens substraat in deze filters te injecteren wordt rondom de filters een zone in de bodem gecreëerd waar de passerende verontreiniging wordt afgebroken door de aanwezige bacteriën (de zogenaamde biobarrier). Om de verontreiniging te beheersen worden een tweetal

² zie bijlage 11 van het actualiserend en nader grondwateronderzoek ter plaatse van de Kromhoutkazerne te Utrecht

barriers aangebracht. Om de ondiepe (0 tot 5 m-mv) verontreiniging te beheersen wordt een barrier aangebracht direct stroomafwaarts van de bron van gebouw XY.

Om de diepe (6 tot 10 m-mv) grondwaterverontreiniging te beheersen wordt er een biobarrier aangebracht buiten gebouw XY. In de filters wordt een substraat van geëmulgeerde soja geïnjecteerd (duurzaam substraat). Dit substraat lost heel langzaam op in het passerende grondwater (dit vergt enkele jaren). De barriers worden aangebracht buiten de verontreiniging en / of buiten de bronzone. De hoeveelheid verontreiniging die de barriers per jaar zal passeren is relatief laag. De combinatie van de relatief lage gehalten verontreinigingen en het duurzame substraat zorgen ervoor dat het duurzame substraat ongeveer vijf jaar zijn werking behoud. Hierna zal er nieuw substraat geïnjecteerd moeten worden. Om de biologie te laten wennen aan de veranderende omstandigheden (adoptiefase) dient het substraat 3 maanden voor aanvang van de bouwputbemaling te worden geïnjecteerd. Ten aanzien van de diepe verontreinigingen tot 42 m – mv wordt eveneens substraat geïnjecteerd in injectiefilters geplaatst tot een diepte van circa 43 m – mv.

Vanwege de afstand en het feit dat het geïnjecteerde substraat kan 'meestromen' met de verontreiniging kan met een enkele biobarrier worden volstaan.



Figuur 11 voorgestelde biobarriers bij gebouw XY

6.3 Gebouw KK-UU

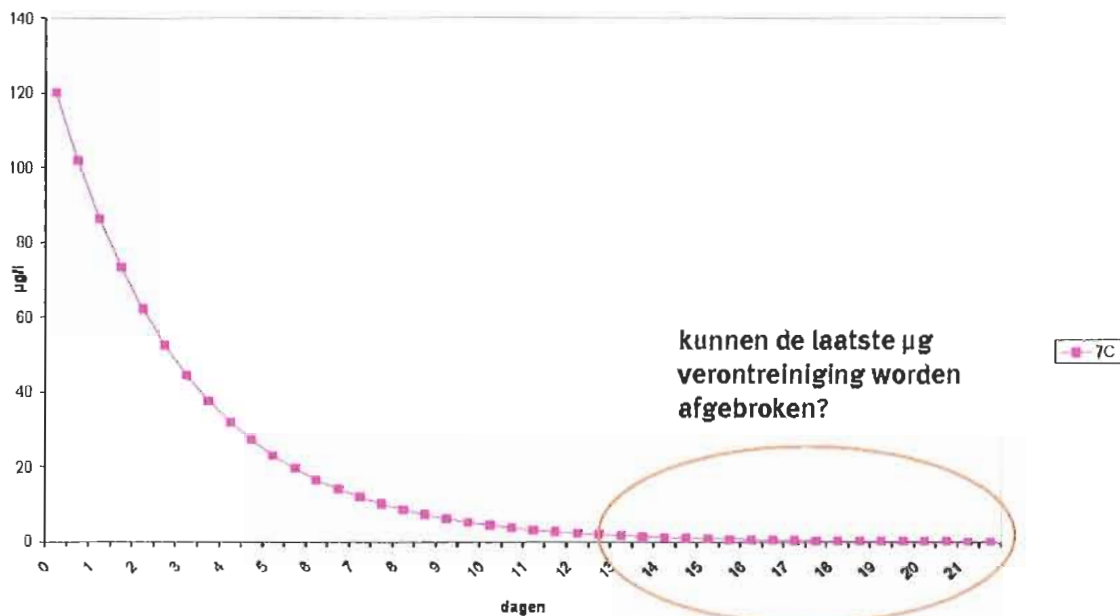
Ter plaatse van gebouw KK-UU is er een zeer plaatselijke verontreiniging met VOCI aangetroffen. Deze verontreiniging is in één peilbuis aangetroffen. Als maatregel wordt voorgesteld de desbetreffende peilbuis te injecteren met slow-release substraat. Als de verontreiniging zich mocht verplaatsen, dan gebeurt dit samen met het substraat. Dit betekent dat de verontreiniging zal zijn afgebroken voordat de verontreiniging de terreingrens passeert.

7 Verminderen risico's

De oplossing van de biobarrier lijkt een goede oplossing te zijn. Hierbij wordt opgemerkt dat er, zoals altijd het geval bij sanering en /of beheersing van mobiele verontreinigingen, geen 100% garantie kan worden gegeven dat de biobarrier 100% van de verontreiniging tegenhoudt. De biobarrier is robuust ontworpen, maar er blijven onzekerheden die op dit moment niet voor 100% helder te zijn:

- kloppen de geohydrologische berekeningen en uitgevoerde berekeningen (theorie versus praktijk)?
- kloppen de aannamen over de ontwikkeling van de biologie (theorie versus praktijk)?
- komt de verontreiniging voor 100% overeen zoals nu uit de onderzoeken blijkt (het kan meevallen, maar ook tegenvallen)?

Hierbij wordt opgemerkt dat deze techniek voor vergelijkbare verontreinigingen in Utrecht goed heeft gewerkt. Op basis van deze ervaring kan worden gesteld dat de biobarrier zeker het grootste deel van de verontreiniging zal afbreken (95 tot 99% van de passerende vracht). De afbraak verloopt volgens een asymptoot. Dit betekent dat met name de laatste paar μg verontreiniging mogelijk door de biobarrier kunnen gaan als blijkt dat de berekeningen niet helemaal kloppen of er meer verontreiniging in de bodem zit dan gedacht.



Voor de genoemde deze risico's en onzekerheden geldt dat je kunt blijft rekenen en onderzoeken, maar dit zal de onzekerheden niet wegnemen. Om de onzekerheden weg te nemen kan er een pilot wordt uitgevoerd. Door alvast een aantal filters te plaatsen en op kleine schaal te beginnen, kunnen onzekerheden worden weggenomen. Tevens wordt hiermee een schat aan informatie verzameld over:

- de ontwikkeling van de biologie;
- de snelheid waarmee de verontreiniging in de bodem worden afgebroken;
- de invloedssfeer van de filters;
- doorlatendheid van de bodem;



De (economische) belangen zijn aanzienlijk. Als deze oplossing niet (goed) blijkt te werken kan dit de bouwplannen van de parkeergarage bij het Galgenwaardstadion frustreren. Daarom stellen wij voor de risico's en onzekerheden te verminderen door het uitvoeren van een pilot.

8 Conclusie

Uit de studie , zoals in dit rapport beschreven, dient het volgende te worden geconcludeerd:

- * Uit de uitgevoerde (model) berekeningen blijkt dat het concept van de biobarrier voor deze lokatie een haalbare oplossing is om de verontreinigingen op de Kromhoutkazerne te beheersen.
- * Hierbij wordt opgemerkt dat er geen garantie gegeven kan worden dat de biobarriers 100% van de verontreiniging zullen afvangen. Door onzekerheden in aannames en de beschikbare gegevens ten aanzien van de geohydrologische situatie, verontreinigingsituatie en (gestimuleerde) biologische afbraak bestaat er een klein risico (1 tot 5%) dat lage gehalten verontreiniging (enkele microgrammen per liter) door de biobarriers kunnen stromen als de bouwputbemaling draait.
- * Daarmede wordt niet voldaan aan het gestelde in de opdracht, zoals beschreven in paragraaf 1, namelijk het uitsluiten dat de grondwaterverontreiniging zich buiten het Kromhoutterrein verspreid.
- * Door het uitvoeren van een pilotproef kunnen de risico's en onzekerheden worden verminderd.
- * De biobarriers worden gezien als een goed alternatief voor een schermbemaling. Bij een schermbemaling moeten grote debieten (>200 m³/uur) worden onttrokken om de verontreinigingen op hun plaats te houden. Een schermbemaling wordt vlakbij of in de verontreiniging aangebracht. De gehalten verontreiniging in het te lozen water van de schermbemaling zullen daardoor dusdanig hoog zijn dat een waterzuivering nodig. Dit betekent dat de schermbemaling en de daarbij behorende waterzuivering een kostbare aangelegenheid wordt.

Bijlage 10 : Beschrijving eerdere bodemonderzoeken

4.18 Verontreinigings situatie grond (rapportage april 2000)

Grondverontreiniging met minerale olie en vluchtige aromaten

De zintuiglijke waarnemingen zijn weergegeven op tekening 86877ZW9. De grondverontreiniging met minerale olie en vluchtige aromaten is weergegeven op tekening 86877GV9B.

Met name in het noordelijk deel van gebouw XY en in het westelijk deel van gebouw XY zijn geuren waargenomen die (kunnen) duiden op een verontreiniging met minerale olie en/of vluchtige aromaten. Het betreft de volgende gebieden:

1. in en direct noordelijk van de dompelinrichting (ruim 300 m²);
2. noordoostelijk van de dompelinrichting (ruim 300 m³);
3. meer verspreid in de omgeving van de voormalige dompelinrichting, de spuitcabine en ten noorden van de voormalige smeerkuil (lokale verontreinigingen).

1. en 2.

Uit de analyseresultaten blijkt dat de grond binnen de gebieden 1 en 2 in het noordelijk deel van gebouw XY licht tot sterk verontreinigd is met minerale olie overwegend niet tot licht verontreinigd met vluchtige aromaten. De sterke verontreiniging met minerale olie is aanwezig rond het grondwaterniveau (traject 0,5-1,5 m- mv) met een laagdikte van gemiddeld 0,5 meter. Beneden 1,5 m- mv zijn geen gehalten boven de toetsingswaarde gemeten. De verontreiniging is in horizontale richting eveneens begrensd tot gehalten beneden de toetsingswaarde. Naar schatting is in beide gebieden elk circa 20 à 25 m³ sterk verontreinigde grond aanwezig.

Ter plaatse van boring XY702 is van 2,2-2,5 m- mv een matig verhoogd gehalte aan benzeen gemeten, het gehalte minerale olie is niet verhoogd. Dit betreft derhalve gelet op de aard en de diepte van de verontreiniging een andere verontreiniging.

3.

Noordelijk van de voormalige smeerkuil (boring 2) is in de bovengrond een sterke verontreiniging met minerale olie aanwezig. Gelet op de zintuiglijke waarnemingen bij deze boring en in de omringende boring betreft dit een lokale verontreiniging met een beperkte omvang (enkele m³).

In de directe omgeving van de voormalige dompelinrichting en de spuitcabine zijn in de zintuiglijke als verontreinigd beoordeelde grond overwegend niet tot licht verhoogde gehalten aan minerale olie en/of vluchtige aromaten gemeten.

Overig

De grond ter plaatse van boring 323 (zuidoostelijk gebouw XY) is op een diepte van 1,3-1,6 m- mv (afwijkende geur) sterk verontreinigd met minerale olie. Ook in de boringen 313 en 317 zijn afwijkenden geuren waargenomen in de grond op een diepte van 1,5-2,0 m- mv. Deze grond is analytisch niet onderzocht.

Op basis van de zintuiglijke waarnemingen wordt verwacht dat er sprake is van een sterke verontreiniging van beperkte omvang (maximaal circa 10 m³).

Grondverontreiniging met VOCl

De grondverontreiniging met VOCl is weergegeven op tekening 86877GV9A. Hierbij is geen onderscheid gemaakt tussen oorspronkelijke producten (tri- en tetrachlooretheen) en afbraakproducten (cis/trans- 1,2-dichlooretheen en vinylchloride).

Ter plaatse en direct nabij de voormalige dompelinrichting is de grond zeer sterk verontreinigd met VOCl. De sterke verontreiniging bevindt zich op een diepte van 2,0 à 3,5 m- mv. De stoffen tri- en vooral tetrachlooretheen zijn in hoge gehalten aangetroffen (maximaal gemeten gehalte aan tri 520 mg/kg ds en aan tetra 8.300 mg/kg ds, beide in boring 628). Tevens zijn sterk verhoogde gehalten aan de som van 1,2-dichlooretheen (met name cis-1.2-dichlooretheen) en/of vinylchloride gemeten. Op basis van de zintuiglijke waarnemingen en op basis van de gemeten gehalten is hier sprake van puur product aan tri- en tetrachlooretheen.

De sterke verontreiniging met VOCl concentreert zich juist boven aanwezige kleilaagjes (tot 4 m-mv). Door de aard van de verontreiniging en de manier van voorkomen (dunne laag verontreiniging en mogelijk puur product op slecht doorlatende lagen) is de hoeveelheid sterk met VOCl verontreinigde grond moeilijk te schatten.

De verontreiniging is zeer waarschijnlijk ontstaan vanuit de dompelinrichting door lekkage van tri- en tetrachlooretheen in de bodem. De aanwezigheid van cis-1,2-dichlooretheen en vinylchloride duidt op afbraak van tri- en tetrachlooretheen.

4.19 Verontreinigings situatie grondwater (rapportage april 2000)

Verontreiniging met trichlooretheen (TRI) en tetrachlooretheen (PER)

De (voormalige) interventiewaardecontour van de verontreiniging met tri en per in het freatisch grondwater (1-4 m –mv.) is weergegeven op tekening 133517GWV7.

Ter plaatse van de voormalige dompelinrichting is het freatisch grondwater sterk verontreinigd met TRI en PER. De hoogste gemeten gehalten zijn gemeten in peilbuis XY628 en bedragen respectievelijk 24.000 (TRI) en 33.000 (PER) microgram per liter. Dergelijke gehalten duiden op de aanwezigheid van puur product.

De sterke verontreiniging met TRI en PER beperkt zich in het freatisch grondwater (1-4 m –mv.) tot de directe omgeving van de voormalige dompelinrichting. De verontreiniging is in horizontale richting vrijwel overal begrensd tot gehalten rond de streefwaarden en in westelijke richting (peilbuis XY845) tot een gehalte aan PER beneden de interventiewaarde. De oppervlakte binnen de interventiewaardecontour bedraagt ruim 550 m² (geschatte omvang 1.500 m³ bodemvolume).

Westelijk en noordwestelijk van de bronlocatie (afstand circa 20 à 30 meter, buiten gebouw XY) zijn in het diepere grondwater (meettraject 13-42 m –mv.) geen verhoogde gehalten aan TRI en PER gemeten. Gesteld wordt dat er direct benedenstrooms van de verontreiniging geen verticale verspreiding vanuit de bron is aangetoond.

Ter plaatse van peilbuis 30-9 is het grondwater sterk verontreinigd met TRI en PER (onderzoek 1993). De sterke verontreiniging is in verticale richting op 6,0 m –mv. begrensd tot gehalten boven de streefwaarden voor TRI en PER.

Ook in horizontale richting is de verontreiniging begrensd tot gehalten aan PER boven de streefwaarden (peilbuis 314 tot en met 317). De oppervlakte binnen de interventiewaardecontour bedraagt circa 100 m² (geschatte omvang 250 à 300 m³ bodemvolume).

Elders in gebouw XY zijn geen tot licht verhoogde gehalten aan TRI en PER gemeten.

Vooral de voormalige dompelinrichting en in mindere mate de omgeving van peilbuis 30-9 (exacte bron verontreiniging is onbekend) zijn te beschouwen als de bronlocaties voor de verontreiniging met VOCL.

Verontreiniging met cis/trans-1,2-dichlooretheen en vinylchloride

De (voormalige) interventiewaardecontour van de verontreiniging met vinylchloride en 1,2-dichlooretheen (som) in het freatisch grondwater (1-4 m –mv.) is weergegeven op respectievelijk tekening 133517GWV8 en 133517GWV9. De interventiewaardecontour van beide verontreinigingen in het grondwater dieper dan 4,0 m –mv. is weergegeven op tekening 133517GWV10.

Waarschijnlijk is ter plaatse van gebouw XY en zeer waarschijnlijk ook ten westen en ten oosten van dit gebouw in het freatisch grondwater sprake van een aaneengesloten sterke verontreiniging met 1,2-dichlooretheen en vinylchloride. De sterke verontreiniging is voor beide stoffen niet volledig begrensd in westelijke richting (peilbuizen XY844 en XY845) en voor dichlooretheen in oostelijke richting (peilbuis XY619) en zuidelijke richting. De interventiewaardecontour voor dichlooretheen is in het zuidelijke deel van gebouw XY gebaseerd op de contour voor vinylchloride. Op basis van de huidige gegevens bedraagt de oppervlakte binnen de interventiewaardecontour in het freatisch grondwater (traject 1-4 m –mv.) voor 1,2-dichlooretheen (som) globaal 4.000 m² en voor vinylchloride 5.000 m². De bodemvolumes met sterk verontreinigd grondwater worden geschat op respectievelijk minimaal 12.000 m³ en 15.000 m³.

Westelijk van de bronlocatie is het diepere grondwater tot de bovenzijde van de eerste scheidende laag sterk verontreinigd met vinylchloride (minifilter XY906). De gehalten aan de som van 1,2-dichlooretheen zijn lager dan de interventiewaarde (gehalte veelal boven de detectiegrens). Noordwestelijk van de bronlocatie is alleen in het filter XY905 (20,5-21,5 m –mv.) een sterk verhoogd gehalte aan vinylchloride gemeten. Op de andere filterdiepten zijn gehalten aan beide stoffen gemeten die wel hoger zijn dan de detectiegrens, doch ruim lager dan de interventiewaarde.

De omvang van de sterke verontreiniging met vinylchloride in het diepere grondwater is niet vastgesteld.

4.20 Verontreinigingsituatie grondwater (rapportage september 2003)

In deze bijlage wordt een korte samenvatting gegeven van de uitgevoerde onderzoeken. Als er in een onderzoek onderzoeksvragen worden opgeworpen (bijvoorbeeld ten aanzien van afperking), die inmiddels door een opvolgend onderzoek zijn ingevuld, staat dit direct in dit overzicht weergegeven.

Trichlooretheen (TRI) en tetrachlooretheen (PER)

De interventiewaardecontour van de verontreiniging met tri en per in het freatisch grondwater (1-4 m –mv.) is weergegeven op tekening 133517GWW7.

Uit tabel 2 blijkt dat de gehalten aan TRI en PER in het freatisch grondwater van de peilbuizen XY628 en XY632, die ter plaatse van de voormalige dompelinrichting zijn gesitueerd, significant zijn afgenomen. Alleen ter plaatse van peilbuis XY628 is nog een sterke verontreiniging met TRI en PER aangetoond. De overige peilbuizen zijn niet tot licht verontreinigd met PER. TRI is in het grondwater van de overige peilbuizen niet meer aangetoond.

De sterke verontreiniging met TRI en PER beperkt zich in het freatisch grondwater (1-4 m –mv.) tot de directe omgeving van de voormalige dompelinrichting. De verontreiniging is in horizontale richting begrensd tot gehalten onder dan wel rond de streefwaarden.

Westelijk en noordwestelijk van de bronlocatie (ter plaatse van respectievelijk peilbuis XY906 en XY905) zijn in het diepere grondwater (meettraject 13-42 m –mv.) evenals in 1999 geen verhoogde gehalten aan TRI en PER gemeten. Gesteld wordt dat er direct benedenstrooms van de verontreiniging geen verticale verspreiding vanuit de bron plaatsvindt.

De geschatte oppervlakte binnen de interventiewaardecontour van het freatische grondwater bedraagt circa 250 m² (geschatte omvang 750 m³ bodemvolume), waarmee de omvang van deze verontreiniging ongeveer gehalveerd is ten opzichte van de situatie in 1999.

In het grondwater van peilbuis 313 (6-7 m –mv.), die ter verificatie van de verticale afperking van de in 1999 sterk verontreinigde peilbuis 30-9 (1-3 m –mv.) is bemonsterd, zijn geen verhoogde gehalte aan PER en TRI gemeten.

Ook in horizontale richting is deze verontreiniging op basis van onderhavig onderzoek en het onderzoek van 1999 in voldoende mate inzichtelijk gemaakt. Indien de sterke PER en TRI verontreiniging ter plaatse van peilbuis 30-9 nog aanwezig is, bedraagt de oppervlakte binnen de interventiewaardecontour hooguit circa 100 m² (geschatte omvang 250 à 300 m³ bodemvolume).

Verontreiniging met cis/trans-1,2-dichlooretheen en vinylchloride

De interventiewaardecontour van de verontreiniging met vinylchloride en 1,2-dichlooretheen (som) in het freatisch grondwater (1-4 m –mv.) is weergegeven op respectievelijk tekening 133517GWW8 en 133517GWW9. De interventiewaardecontour van beide verontreinigingen in het grondwater dieper dan 6,0 m –mv. is weergegeven op tekening 133517GWW10.

Ter plaatse van de bron (peilbuis 628) is het gehalte aan 1,2-dichlooretheen en vinylchloride in het freatische grondwater toegenomen. Vermoedelijk is de toename van deze afbraakproducten het gevolg van omzetting van PER en TRI (beiden zijn ter plaatse significant afgenomen).

Uit tabel 2 en respectievelijk tekening 133517GWV9 en –GWV 8 blijkt verder dat de oppervlakte van zowel de 1,2-dichlooretheen als de vinylchlorideverontreiniging in het freatisch grondwater is afgenomen. Beide verontreinigingen zijn in horizontale zin voldoende begrensd.

De oppervlakte binnen de interventiewaardecontour in het freatisch grondwater (traject 1-4 m –mv.) voor 1,2-dichlooretheen (som) bedraagt globaal 1.500 m² (was 4.000 m²) en voor vinylchloride 2.000 m² (was 5.000 m²). De bodemvolumes met sterk verontreinigd grondwater worden geschat op respectievelijk minimaal 4.500 m³ en 6.000 m³.

In het grondwater dieper dan 6,0 m –mv. zijn ter plaatse van peilbuis 313 (6-7 m –mv.) sterke verontreinigingen met 1,2-dichlooretheen en vinylchloride aangetoond. Aangezien deze stoffen tijdens het voorgaande onderzoek niet zijn bepaald, kan vergelijking niet plaatsvinden.

De gehalten aan de betreffende stoffen zijn in het grondwater van de peilbuis XY905 (13-14 m –mv) toegenomen. Daarnaast zijn de gehalten aan vinylchloride in de peilbuizen XY905 (35-36 m –mv.) en XY906 (13-42 m –mv.) toegenomen.

De omvang van de sterke verontreiniging met 1,2-dichlooretheen en vinylchloride in het diepere grondwater is afgeperkt op 42 m-mv.

Tabel 2: Analyseresultaten grondwatermonsters

Peilbuisnummer Met filterstelling (m –mv.)	Resultaten 1999				Resultaten 2003			
	PER	TRI	1,2-di (som)	VCl	PER	TRI	1,2-di (som)	VCl
XY613 (1,8-2,8)	+	+		-	+	-	+	-
XY617 (1,0-2,0)	-	-		-	-	-	-	-
XY620 (1,5-2,5)				-	-	-	+	-
XY624 (2,0-3,0)	-	+		++	-	-	-	+
XY843 (2,0-3,0)	-	-	+	+	-	-	-	-
315 (2,0-3,0)	+	*			-	-	-	-
XY628 (2,4-3,4)	+++ (825)	+++ (48)	+++ (750)	+++ (190)	+++ (228)	+++ (28)	+++ (2100)	+++ (900)
XY1001 (2,0-3,0)					-	-	+	-
XY1002 (2,0-3,0)					+	-	-	-
XY632 (1-3)	+++	+	+++ (250)	+++ (52)	+	-	+++ (85)	+++ (136)
XY845 (2-3)	++	+	+++ (2)	+++ (7)	-	-	+	++
XY676 (1-2)	+	-	+	+++	-	-	+	+
XY720 (0,5-1,5)				+	-	-	+	-
XY638 (1-3)	+	+	+++ (170)	+++ (126)	+	-	+	+++ (19)
XY844 (2-3)	-	-	+	+++	-	-	-	-
313 (6,0-7,0)	+	*			-	-	+++ (145)	+++ (280)
XY905 (13,0-14,0)	-	-	+	++	-	-	+++ (38)	+++ (90)
XY905 (20,0-21,0)	-	-	+	+++ (78)	-	-	+	+++ (5)
XY905 (35,0-36,0)	-	-	-	+	-	-	+	+++ (12)
XY905 (41,0-42,0)	-	-	+	++	-	-	-	-
XY906 (13,0-14,0)	-	-	+	+++ (22)	-	-	-	+++ (40)
XY906 (35,0-36,0)	-	-	+	+++ (3)	-	-	+	+++ (24)
XY906 (41,0-42,0)	-	-	+	+++	-	-	-	+++ (5)

Toelichting op tabel 2

* resultaten dateren van 1995; ** resultaten dateren van 1992

PER = tetrachlooretheen; TRI = trichlooretheen; 1,2-di (som) = som cis/trans-1,2-dichlooretheen;
cis = cis-1,2-dichlooretheen; VCl = Vinylchloride

- = kleiner dan detectielimiet of gelijk aan S-waarde; + = overschrijding S-waarde of gelijk aan T-waarde;
++ = overschrijding T-waarde; +++ = overschrijding I-waarde; (9) = aantal maal overschrijding
interventiewaarde; blanco = niet geanalyseerd

Bijlage 11 : Uitspraak in de zaak Midreth tegen de staat der Nederlanden

LJN: AZ0079, Rechtbank Utrecht , 202211/HA ZA 05-2095

Datum uitspraak: 11-10-2006
Datum publicatie: 16-10-2006
Rechtsgebied: Civiel overig
Soort procedure: Eerste aanleg - meervoudig
Inhoudsindicatie: Hinder. Vervuild grondwater, bouw naburig perceel.

Uitspraak

vonnis
RECHTBANK UTRECHT

Sector handels- en familierecht

zaaknummer / rolnummer: 202211 / HA ZA 05-2095

Vonnis van 11 oktober 2006

in de zaak van

1. de besloten vennootschap met beperkte aansprakelijkheid
BOUWBEDRIJF MIDRETH B.V.,
2. de besloten vennootschap met beperkte aansprakelijkheid
MEMID GALGENWAARD B.V.,
3. de besloten vennootschap met beperkte aansprakelijkheid
MEMID INVESTMENTS B.V.,
alle gevestigd en kantoorhoudende te Mijdrecht, gemeente De Ronde Venen,
eiseressen,
procureur mr. B.F. Keulen,

tegen

de publiekrechtelijke rechtspersoon
DE STAAT DER NEDERLANDEN (MINISTERIE VAN DEFENSIE),
zetelend te 's-Gravenhage,
gedaagde,
procureur mr. J.M. van Noort.

Eiseressen zijn aan elkaar gerelateerde bedrijven en worden hierna tezamen Midreth genoemd. Gedaagde zal als Defensie worden aangeduid.

1. De procedure

1.1 Het verloop van de procedure blijkt uit:
- het tussenvonnis van 25 januari 2006
- het proces-verbaal van comparitie van 13 april 2006
- de pleidooien van 10 augustus 2006 en de ter gelegenheid daarvan vooraf toegezonden stukken en overlegde pleitnotities.

1.2

Ten slotte is vonnis bepaald.

2. De feiten

2.1 Midreth heeft aanvankelijk naast Defensie ook de Gemeente Utrecht gedagvaard. Nadien heeft Midreth de procedure tegen de Gemeente Utrecht ingetrokken waarna deze ten aanzien van de Gemeente Utrecht is doorgehaald. In dit vonnis blijven de feiten, stellingen en beoordeling voorzover deze uitsluitend zien op de vordering jegens de Gemeente Utrecht dan ook buiten beschouwing.

2.2 Midreth ontwikkelt bouwplannen rond het Stadion Galgenwaard te Utrecht. Onderdeel hiervan is het aanbrengen van ondergrondse parkeervoorzieningen, onder meer onder een appartementencomplex, en in de toekomst onder een te bouwen kantorencomplex. Daarnaast heeft Midreth plannen voor een derde ondergrondse parkeergarage.

2.3 Defensie is eigenaar van het nabijgelegen terrein aan de Herculeslaan 1, waarop de Kromhoutkazerne is gelegen. De grond en het grondwater op dit terrein zijn vervuild. Deze vervuiling is onderzocht en de bevindingen zijn vastgelegd in rapporten van Oranjewoud. Het betreft het rapport van april 2000 en het rapport "Actualiserend en nader grondwateronderzoek ter plaatse van de Kromhoutkazerne te Utrecht" van 12 september 2003, hierna te noemen: "het rapport Oranjewoud".

2.4 De conventionele methode voor het bouwen van ondergrondse parkeervoorzieningen is dat er een bouwput wordt gegraven waar vervolgens het grondwater uit wordt onttrokken zodat na het droogvallen van de put hierin kan worden gebouwd. Voor de hiermee gepaard gaande grondwateronttrekking is meestal een grondwateronttrekkingsvergunning vereist die wordt verleend door de Provincie. In het voorbereidend overleg voor de aanvraag van deze vergunning is naar voren gekomen dat bij toepassing van de conventionele bouwmethode voor de ondergrondse parkeervoorziening onder het appartementencomplex, de mogelijkheid bestaat dat door de grondwateronttrekking de vervuiling op het terrein van de Kromhoutkazerne zich gaat verplaatsen. Daarop is gezocht naar en gekozen voor een alternatieve bouwmethode.

2.5 Midreth heeft de ondergrondse parkeervoorziening gebouwd door gebruik te maken van onderwaterbeton. De bouw is gestart in mei 2005.

2.6 Bij "besluit vaststelling ernst van verontreiniging en saneringsurgentie" van 30 juni 2004, hierna te noemen: "het Besluit", hebben burgemeester en wethouders van de gemeente Utrecht, gelet op artikel 29 jo. artikel 37 van de Wet bodembescherming, met betrekking tot de Kromhoutkazerne onder meer besloten dat op de deellocatie Boslaadstation en gebouw ZZ uiterlijk op 31 december 2014 met de sanering dient te worden begonnen en op de deellocatie gebouw X, XY en Y uiterlijk op 30 juni 2008. Tegen dit Besluit zijn geen bedenkingen ingediend en het Besluit is definitief geworden.

2.7 Partijen hebben overleg gevoerd over alternatieve bouwmethoden. Daarbij is in het bijzonder de toepassing van Biobarriers als alternatief onderzocht.

In haar rapportage van 18 mei 2006 concludeert Oranjewoud over dit alternatief "dat het concept van de biobarrier voor deze locatie een haalbare oplossing is om de verontreinigingen op de Kromhoutkazerne te beheersen. Hierbij wordt opgemerkt dat er geen garantie gegeven kan worden dat de biobarriers 100% van de verontreiniging zullen afvangen." Het overleg heeft niet tot een vergelijk geleid.

3. De vordering

3.1 Midreth vordert een verklaring voor recht inhoudende dat Defensie onrechtmatige hinder aan haar toebrengt en op die grond aansprakelijk is voor de schade die Midreth dientengevolge lijdt, met bepaling dat de schade zal worden opgemaakt bij staat en vereffend volgens de wet, met veroordeling van Defensie in de kosten van dit geding.

3.2 Defensie heeft de vordering gemotiveerd weersproken.

Hierna zal – voorzover relevant voor de beoordeling – op de stellingen van partijen worden ingegaan.

4. De beoordeling

4.1 Midreth stelt dat zij hogere bouwkosten heeft moeten maken doordat ondergronds niet volgens de conventionele methode kon worden gebouwd en dat dit het gevolg is van het niet saneren van de vervuiling op het terrein van de Kromhoutkazerne. Defensie is de eigenaar/beheerder van dit terrein en met het laten voortbestaan van de vervuiling maakt zij een inbreuk op het erfpachtsrecht van Midreth en schendt Defensie een zorgvuldigheidsnorm. Voorzover Defensie niet op grond van schending van de zorgvuldigheidsnorm aansprakelijk is, is zij dit op grond van onrechtmatige hinder in de zin van artikel 5:37 BW en de criteria in de vaste rechtspraak bij de beoordeling hiervan. De bouwmethode met onderwaterbeton was de keuze die Midreth als redelijk handelend bouwer als alternatief behoorde te kiezen en voor de meerkosten die dit met zich brengt is Defensie aansprakelijk.

4.2 Defensie betwist dat sprake is van het schenden van een zorgplicht. De grondwaterverontreiniging verspreidt zich niet richting het terrein waar Midreth bouwt zodat er geen noodzaak tot het direct treffen van maatregelen is. Eerst door de activiteiten van Midreth zou de verontreiniging zich verplaatsen. Indien sprake is van een inbreuk op het erfpachtsrecht kan dit alleen op gaan voor eiser sub 2 nu de andere eiseressen dit recht niet hebben. De

gemeente Utrecht heeft het tijdstip voor de aanvang van de sanering op uiterlijk 30 juni 2008 vastgesteld en Midreth heeft daar geen bezwaar tegen gemaakt. Defensie heeft geen plicht om eerder te saneren. Defensie voert verder aan dat er geen sprake is van (onrechtmatige) hinder die zij toebrengt aan Midreth. De vervuiling was er al voor de koop van het perceel door Midreth en de bouw zodat Midreth hiervan op de hoogte was of kon zijn. Defensie betwist dat zij onrechtmatig jegens Midreth heeft gehandeld en zelfs als dat zo zou zijn dan ontbreekt het causaal verband met de gestelde schade nu er meerdere redenen zijn waarom de onttrekkingsvergunning om op de conventionele wijze te bouwen zou worden geweigerd. Verder betoogt Defensie dat zij steeds bereid is geweest tot overleg waarbij zij heeft gewezen op de brief van 28 oktober 2003 en de verdere correspondentie en besprekingen. In overleg met Midreth heeft zij gezocht naar (zo goedkoop mogelijke) oplossingen en aangegeven voor de door de gemeente genoemde data te starten met de sanering, aldus Defensie. Tot slot betwist Defensie dat de door Midreth gekozen bouwmethode duurder is dan de conventionele methode.

4.3 De rechtbank zal eerst ingaan op de stelling van Midreth dat Defensie met het laten voortbestaan van de hinder een zorgvuldigheidsnorm schendt.

Gezien de inhoud van het rapport Oranjewoud van 12 september 2003 staat vast dat het grondwater op het terrein van de Kromhoutkazerne is vervuild. De vraag is of deze vervuiling voor Defensie de verplichting met zich brengt om maatregelen te treffen die ervoor zorgen dat deze vervuiling geen schade aan anderen zal veroorzaken en of het nalaten hiervan de schending van een zorgvuldigheidsnorm vormt en dit jegens Midreth onrechtmatig is.

4.4 In dit verband overweegt de rechtbank dat op de eigenaar/beheerder van een terrein met vervuild grondwater vanwege dit enkele feit op zichzelf niet de plicht rust om dit terrein te saneren. Dit kan wel het geval zijn indien derden daar in zodanige mate hinder van ondervinden dat het gelet op alle omstandigheden van het geval naar maatstaven van redelijkheid en billijkheid onaanvaardbaar is om niet direct tot het nemen van maatregelen over te gaan. Midreth stelt weliswaar hinder van het vervuilde grondwater te ondervinden, welke er uit zou bestaan dat haar geen grondwateronttrekkingsvergunning zou worden verleend, maar deze hinder ontstaat eerst als gevolg van haar ondergrondse bouwactiviteiten. Van belang is dat de verontreiniging op het terrein van de Kromhoutkazerne zich zonder de bouwactiviteiten of grondwateronttrekking door Midreth, niet verspreidt in de richting van het terrein van Midreth. Eerst door het grondwater op de locatie van Midreth te onttrekken dreigt het vervuilde grondwater op het terrein van de Kromhoutkazerne zich te verplaatsen. Dit risico heeft in het overleg voorafgaande aan de aanvraag voor een grondwateronttrekkingsvergunning de aanleiding gevormd om deze vooralsnog niet te verlenen. Hieruit volgt dat het risico van het verspreiden van de grondwatervervuiling zich eerst verwezenlijkt indien Midreth grondwater op haar terrein gaat onttrekken. Zij activeert met haar handelen de beweging van het grondwater waarmee het risico van de verplaatsing van het grondwater zich kan verwezenlijken. Dat dit met zich brengt dat Midreth geen vergunning kan verkrijgen voor het onttrekken van grondwater is tegen deze achtergrond geen omstandigheid die aan Defensie kan worden toegerekend en de conclusie rechtvaardigt dat Defensie een zorgvuldigheidsnorm schendt jegens Midreth.

4.5 Verder volgt hieruit dat de stelling van Midreth dat Defensie met het voortbestaan van de vervuiling inbreuk maakt op haar erfpachtrecht niet kan worden gevolgd.

4.6 Vervolgens overweegt de rechtbank dat in het algemeen op de eigenaar van een terrein met vervuild grondwater die kennis krijgt van activiteiten op een nabij gelegen terrein die mogelijk invloed kunnen hebben op die vervuiling, de verplichting rust om de gerechtvaardigde belangen van die eigenaar te betrekken in zijn handelen. Hij kan zich niet steeds terughoudend en passief opstellen. Defensie is na te hebben vernomen van de bouwplannen van Midreth in overleg getreden en heeft actief en serieus met haar alternatieven onderzocht. Daarbij heeft Defensie het initiatief van de biobarriers voorgesteld om te bewerkstelligen dat Midreth op de conventionele wijze ondergronds kan bouwen en heeft zij dit alternatief uitgewerkt. Voordat dit alternatief was uitgewerkt is Midreth in mei 2005 reeds met de bouw van de ondergrondse parkeervoorziening gestart.

4.7 Ten aanzien van de vraag of de zorgplicht die op Defensie rust als eigenaar/beheerder van een terrein met vervuild grondwater met zich brengt dat zij een situatie waarin anderen schade lijden moet beëindigen, is verder van belang dat niet is gebleken dat de ernst van de vervuiling op het terrein van Defensie bij normaal gebruik van het terrein van Midreth hinder oplevert dan wel dat de vervuiling zich naar dit terrein verspreidt. Het gebruik van een naburig perceel grond door grondwateronttrekking ten behoeve van de bouw van een ondergrondse parkeervoorziening, vormt geen normaal gebruik van een nabij gelegen terrein dat met zich brengt dat Defensie hierop direct, althans voor 2008, tot saneren moet overgaan. De genoemde feiten en omstandigheden leiden naar het oordeel van de rechtbank dan ook tot de conclusie dat Defensie geen zorgvuldigheidsnorm heeft geschonden.

4.8 Vervolgens gaat de rechtbank in op de stelling van Midreth dat Defensie jegens haar aansprakelijk is op grond van onrechtmatige hinder. Hiervan kan sprake zijn indien de hinder inbreuk maakt op een recht, een doen of nalaten in strijd met een wettelijke plicht vormt of in strijd is met de zorgvuldigheidsnorm.

4.9 In het rapport Oranjewoud is de vervuiling beoordeeld en zijn voor vier deellocaties op het terrein conclusies en aanbevelingen gedaan. Geen van de conclusies of aanbevelingen strekt tot een directe sanering. Bij het Besluit,

dat mede is gegrond op het rapport Oranjewoud, is aan Defensie voor het terrein Kromhoutkazerne de verplichting opgelegd om voor de eerste deellocatie uiterlijk 30 juni 2008 met saneren te beginnen. Hieruit volgt dat op Defensie geen wettelijke verplichting rust om voor 30 juni 2008 tot saneren over te gaan. Het nalaten om te saneren voor genoemde datum is derhalve niet in strijd met een wettelijke plicht.

4.10 Los hiervan kan een zorgvuldigheidsnorm met zich brengen dat Defensie tot saneren dient over te gaan. In aanvulling op hetgeen hiervoor reeds is overwogen en beslist terzake van het beroep van Midreth op de schending van een zorgvuldigheidsnorm overweegt de rechtbank dat de beantwoording van de vraag of de gestelde hinder onrechtmatig is aan de hand van de criteria uit de vaste jurisprudentie (HR 15 februari 1991) beoordeeld dient te worden gelet op de aard, de ernst en de duur van de hinder en de daardoor toegebrachte schade in verband met de verdere omstandigheden van het geval, waaronder de plaatselijke omstandigheden en waarbij rekening moet worden gehouden met het gewicht van de belangen en de mogelijkheid, mede gelet op de daaraan verbonden kosten, en de bereidheid om maatregelen ter voorkoming van schade te nemen.

4.11 Ten aanzien van de aard van de hinder is van belang dat de vervuiling van het grondwater reeds bekend was voor de bouwplannen van Midreth. Zij had hiervan op de hoogte kunnen en behoren te zijn. De reeds aanwezige vervuiling brengt met zich dat Midreth een zekere mate van hinder die dit met zich brengt zal hebben te dulden. Verder staat vast dat zonder de activiteiten van Midreth het vervuilde grondwater op het terrein van de Kromhoutkazerne zich niet verspreidt richting het terrein waar de bouwactiviteiten plaatsvinden. Uit het in stand laten van de vervuiling, althans totdat het Besluit tot saneren verplicht, volgt op zich geen aansprakelijkheid voor Defensie. Dit geldt eveneens ten aanzien van de ernst van de vervuiling die is vastgesteld in de rapporten van Oranjewoud. Uit de conclusies en aanbevelingen volgt immers niet dat de ernst zodanig is dat onverwijld handelen door Defensie noodzakelijk is.

4.12 Uit de stellingen van Midreth volgt dat de duur van de hinder zich beperkt tot de duur van de ondergrondse bouwwerkzaamheden. Niet gesteld of gebleken is dat ook na deze werkzaamheden de hinder voortduurt en daarmee is de duur niet zodanig dat het niet direct handelen door Defensie als onzorgvuldig is aan te merken.

4.13 Hoewel Midreth haar schade nog niet heeft onderbouwd en de omvang niet vast staat, is voorshands aannemelijk dat het gebruik van een niet conventionele bouwmethode tot meerkosten leidt. Gelet op de overige omstandigheden en het door Defensie betwiste causaal verband, brengt dit op zichzelf niet met zich dat deze schade ten laste van Defensie behoort te komen.

4.14 Bij het Besluit van 30 juni 2004 heeft een afweging van belangen, waaronder de algemene belangen, plaatsgevonden. Mede tegen deze achtergrond zijn in het Besluit de termijnen opgenomen om tot sanering over te gaan. Midreth heeft niet voldoende gemotiveerd gesteld dat deze termijnen onaanvaardbaar zijn. Verder valt zonder nadere onderbouwing niet in te zien waarom Defensie voor wat betreft de mogelijkheid en bereidheid om te saneren jegens Midreth de plicht heeft eerder dan de in het Besluit genoemde tijdstippen hiertoe over te gaan. Dit te meer nu Defensie in deze procedure heeft verklaard reeds begin 2007 en niet uiterlijk 30 juni 2008 met de sanering te willen aanvangen. Dit geldt ook voor de plaatselijke omstandigheden. Niet, althans onvoldoende, is gesteld of gebleken dat de gemeente Utrecht die niet bij de aan het Besluit voorafgaande overwegingen heeft betrokken.

4.15 De bovenstaande overwegingen leiden in onderling verband en samenhang bezien tot de slotsom dat er geen sprake is van onrechtmatige hinder en de vordering van Midreth dient te worden afgewezen.

4.16 Midreth zal als de in het ongelijk gestelde partij worden veroordeeld in de kosten van dit geding. De rechtbank begroot deze volgens het liquidatietarief op euro 1.356,-- (3 punten x tarief euro 452,--) voor salaris en euro 244,-- voor verschotten. Zoals onweersproken gevorderd zullen de kosten worden vermeerderd met de wettelijke rente.

5. De beslissing

De rechtbank

5.1. wijst de vordering af;

5.2. veroordeelt Midreth in de kosten vastgesteld op euro 1.356,-- aan salaris en euro 244,-- aan verschotten, te vermeerderen met de wettelijke rente met ingang van veertien dagen na de betekening van dit vonnis;

5.3. verklaart het in 5.2. bepaalde uitvoerbaar bij voorraad.

Dit vonnis is gewezen door mr. P.W.M. de Wolf, mr. J.P. Killian en mr. M.R. Jöbsis en in het openbaar

uitgesproken op 11 oktober 2006.

w.g. griffier w.g. rechter?
