[redacted]

TauwMilieu

733

Tauw Milieu bv

[redacted]

733

SANERINGSONDERZOEK FASE 2

VAN SWAAY TERREIN

TUNNELWEG TE NIJMEGEN

nov. '95

opdrachtgever:	Provincie Gelderland Dienst Milieu en Water Postbus 9090 6800 GX ARNHEM
projectfase:	saneringsonderzoek fase 2
projectcode:	GE/330/07/22

Deventer, november 1995

R3378063.T06/RGL

INHOUDSOPGAVE **Pagina**

1 INLEIDING 7

2 LOKATIEBESCHRIJVING 9
2.1 Historie 9
2.2 Bodemopbouw 9
2.3 Geohydrologie 11

3 VERONTREINIGINGSSITUATIE 13
3.1 Algemeen 13
3.2 Grond 13
3.3 Grondwater 14
3.4 Risico-evaluatie 15

4 UITGANGSPUNTEN EN SANERINGSMOGELIJKHEDEN 17
4.1 Doel van de sanering 17
4.2 Uitgangspunten en randvoorwaarden 17
4.2.1 Gevalsdefinitie 17
4.2.2 Instandhouden infrastructuur 17
4.2.3 Infiltratie onttrokken grondwater 17
4.3 Selectie van saneringsmaatregelen 18
4.4 Saneringsvarianten 19

5 VARIANT 1 (HERSTEL MULTIFUNCTIONALITEIT) 23
5.1 Doel van de sanering 23
5.2 Voorbereidende werkzaamheden 23
5.2.1 Algemeen 23
5.2.2 Fasering en sloop van gebouwen 23
5.2.3 Civieltechnische maatregelen voor hoofdspoorlijnen . 24
5.3 Ontgravingswerkzaamheden en grondverwerking 24
5.4 Bemaling 25
5.4.1 Uitgangspunten 25
5.4.2 Debieten en onttrekkingswijze 25
5.4.3 Concentraties 26
5.4.4 Zettingen 27
5.5 Grondwatersanering 28
5.5.1 Verontreinigingssituatie 28
5.5.2 Debieten en saneringsduur 28
5.5.3 Concentraties 30
5.5.4 Monitoring 31
5.5.5 Invloed op de omgeving 31
5.6 Grondwaterzuivering 32
5.6.1 Waterkwaliteit en -kwantiteit 32
5.6.2 Lozingsmogelijkheden en -eisen 34
5.6.3 Systeemkeuze 35
5.6.4 Dimensionering 37
5.7 Uitvoeringsaspecten 38
5.7.1 Inrichting werkterrein 38
5.7.2 Vergunningen 38
5.7.3 Arbeidshygiëne en veiligheid 39
5.8 Kostenraming 40

INHOUDSOPGAVE -vervolg- **Pagina**

6 VARIANT 2 (LEEFLAAG-VARIANT) 41
6.1 Doel van de maatregelen 41
6.2 Isolatiemaatregelen grondverontreiniging 41
6.2.1 Ontwerp leeflaag 41
6.2.2 Aanbrengen leeflaag en fasering 42
6.2.3 Grondhoeveelheden en verwerking 42
6.3 Grondwaterbeheersing 43
6.3.1 Uitgangspunten 43
6.3.2 Beheersing in horizontale richting 44
6.3.3 Beheersen in verticale richting 45
6.3.4 Invloed op de omgeving 45
6.4 Grondwaterzuivering 46
6.4.1 Waterkwaliteit- en kwantiteit 46
6.4.2 Lozingsmogelijkheden 46
6.4.3 Systeemkeuze en globale dimensionering 47
6.5 Uitvoeringsaspecten 47
6.5.1 Inrichting werkterrein 47
6.5.2 Vergunningen 47
6.5.3 Arbeidshygiëne en veiligheid 48
6.6 Nazorg 48
6.7 Kostenraming 48

7 VARIANT 3 (IN SITU DEELVERWIJDERING) 49
7.1 Doel van de maatregelen 49
7.2 In situ deelverwijdering 49
7.2.1 Biologische afbraak PAK-verbindingen 49
7.2.2 Biologische afbraak overige verontreinigingen 50
7.2.3 Lokatie in situ sanering 50
7.2.4 Ontwerp en dimensionering in situ systeem 51
7.2.5 Saneringsduur en eindwaarden 53
7.2.6 Invloed op de omgeving 53
7.3 Luchtzuivering 53
7.4 Isolatiemaatregelen grondverontreiniging 54
7.5 Grondwaterbeheersing 54
7.6 Grondwaterzuivering 54
7.7 Uitvoeringsaspecten 55
7.8 Nazorg 55
7.9 Kostenraming 55

8 VARIANT 4 (RISICOGRENSWAARDE VARIANT) 57
8.1 Doel van de maatregelen 57
8.2 Isolatiemaatregelen grondverontreiniging 57
8.2.1 Toetsing risicogrenswaarden 57
8.2.2 Ontwerp en aanleg leeflaag 58
8.2.3 Grondhoeveelheden en verwerking 58
8.3 Grondwaterbeheersing en -zuivering 58
8.4 Uitvoeringsaspecten 58
8.5 Nazorg 59
8.6 Toetsing eindsituatie 59
8.7 Kostenraming 60

INHOUDSOPGAVE -vervolg- **Pagina**

9 VERGELIJKING VARIANTEN 61
9.1 Inleiding 61
9.2 Technische uitvoerbaarheid 61
9.3 Milieuhygiënische effectiviteit 62
9.4 Maatschappelijke aspecten en gebruiksbeperkingen 64
9.5 Globale kosten 65
9.6 Resumé 66

10 CONCLUSIES EN AANBEVELINGEN 67
10.1 Afweging saneringsdoelstelling 67
10.2 Keuze invulling IBC-variant 68
10.3 Aanbevelingen 70

Bijlagen:

1. Situering monsterpunten
2. Overzicht onderzoeksrapporten
3. Notitie geohydrologische aspecten
4. Aanvullend bodemonderzoek
5. Dwarsdoorsneden verontreinigingssituatie grond
6. Verontreinigingssituatie grondwater
7. Ontgravingsplan multifunctionele variant
8. Dimensionering bemaling
9. Grondverwerking
10. Isolatiemaatregelen grondverontreiniging IBC-variant
11. Retardatie en dispersie
12. Stroombanen multifunctionele grondwatersanering
13. Stroombanen geohydrologische isolatie
14. Beschrijving waterzuiveringstechnieken
15. Toetsingstabel
16. Kostenramingen (los bijgevoegd)
17. SCG-melding (los bijgevoegd)
18. Eigendomssituatie
19. Situering in situ systeem
20. Leeflaaglokatie risicovariant

1 INLEIDING

De provincie Gelderland heeft Tauw Milieu bv opdracht verleend voor het uitvoeren van een saneringsonderzoek voor de verontreinigingen op het voormalige van Swaay-terrein in de gemeente Nijmegen.

Dit saneringsonderzoek dient inzicht te geven volgens welke methode de bodemverontreiniging op een sobere en doelmatige wijze kan worden weggenomen danwel dat de risico's voor volksgezondheid en milieu worden weggenomen of geminimaliseerd. In dit saneringsonderzoek zijn vier varianten uitgewerkt, te weten volledig herstel van de multifunctionaliteit en drie varianten gebaseerd op isolatie van de verontreinigingen volgens de criteria Isoleren, Beheersen en Controleren. Twee IBC-varianten gaan uit van een minimale verwijdering van verontreinigingen. Bij de derde IBC-variant worden in situ technieken aangewend om met behulp van deelverwijdering te komen tot een mogelijk meer doelmatige uitvoering van de IBC-variant.

Op de lokatie is "van Swaay" in de periode 1928 tot 1958 actief geweest met het impregneren van hout. Hierbij is gebruik gemaakt van:
- creosootolie (olie en PAK);
- water met kwiksublimaat ($HgCl_2$);
- "Wolman-zout" (arseen, chromaat en dinitrofenol).

Voor een chronologisch overzicht van de uitgevoerde bodemonderzoeken en de daarvan opgestelde rapporten wordt verwezen naar bijlage 2. Op basis van de onderzoeksresultaten zijn samenvattend de volgende conclusies te trekken:
- de grond van het terrein is plaatselijk tot circa 15 m -mv verontreinigd met PAK;
- de grond van het terrein is plaatselijk tot circa 10 m -mv verontreinigd met kwik;
- het grondwater op de lokatie is tot de scheidende keileemlaag (circa 20 m -mv) verontreinigd met onder andere PAK, aromaten, fenolen en kwik.

Uit de risico-evaluatie in het nader onderzoek blijkt dat risico's voor volksgezondheid en milieu aanwezig zijn. Deze risico's zijn samengevat:
- potentieel humaantoxicologisch risico op basis van voorkomen PAK en kwik in de actuele contactzone (0 - 1 m -mv);
- ecotoxicologisch risico op basis van voorkomen PAK en kwik in de bodemlaag van 0 - 1,5 m -mv);
- ongecontroleerde verspreiding van verontreinigingen in het grondwater.

Gezien deze risico's heeft de provincie Gelderland Tauw Milieu bv verzocht een saneringsonderzoek op te stellen voor de verontreinigingen op en nabij het voormalige "van Swaay"-terrein.

Voorliggend rapport doet verslag van het saneringsonderzoek. Achtereenvolgens wordt een beschrijving gegeven van de lokatie (hoofdstuk 2), een samenvatting van de verontreinigingssituatie (hoofdstuk 3), de mogelijke saneringsmaatregelen (hoofdstuk 4) en een beschrijving van de uitgewerkte saneringsvarianten (hoofdstuk 5, 6 en 7). Het saneringsonderzoek wordt afgesloten met een vergelijking van de varianten (hoofdstuk 8) en conclusies en aanbevelingen (hoofdstuk 9).

2 LOKATIEBESCHRIJVING

2.1 Historie

Het voormalige "van Swaay"-terrein ligt in het centrum van Nijmegen, ten westen van het centrale NS-station. Aan de noord-westzijde wordt de lokatie begrensd door de Eerste Oude Heselaan en aan de zuid-westzijde door bebouwing (woningen Anjelierenweg, werkplaats en GAK-gebouw). De lokatie wordt doorsneden door de Tunnelweg.

De historische informatie over het terrein is beschreven in het rapport "historisch onderzoek ten behoeve van oriënterend onderzoek in het kader van bodemsaneringsprogramma 1983", project: voormalig bedrijfsterrein "van Swaay", Nijmegen, GE/330/07/10, Dienst Milieuhygiëne provincie Gelderland, juni 1984. De hierna beschreven historische gegevens zijn afkomstig uit dit rapport en uit de rapporten van de voorgaande onderzoeksfasen op de lokatie.

Op de lokatie (zie bijlage 1) hebben de volgende mogelijk bodembedreigende activiteiten plaats gevonden:
- creosoteren (zuidelijk terreindeel);
- kyaniseren (tussen huidige Fresiastraat en het GAK-gebouw);
- wolmaniseren (ter hoogte van de huidige Sperwerstraat, midden op het terrein);
- opslag geïmpregneerd hout (noordelijk terreindeel).

De behandeling van hout met kopernaftenaat, 6-waardige chroomverbindingen en arseenpentoxide in bepaalde perioden kan niet worden uitgesloten.

Langs de spoorrails hebben ophogingen met puin, (kolen) sintels en mogelijk uitgegraven grond ten behoeve van het aanleggen van de tunnel plaatsgehad.

In 1965 is een gedeelte van het terrein van "van Swaay" vergraven op de plaats waar nu de Tunnelweg is gelegen. Op deze plaats is 1 à 2,5 meter grond vergraven ten behoeve van de aanleg van de tunnel en de verkeersweg. De tunnel deelt het voormalige "van Swaay"-terrein in tweeën (noordelijk en zuidelijk terreindeel).

In de huidige situatie ligt vrijwel het gehele terrein braak. Het terrein maakt gedeeltelijk deel uit van het spoortalud. Verder bevinden zich op het voormalige terrein een goederenspoorlijn, een woning met tuin, een meubelzaak met parkeergelegenheid, een deel van een kantoorgebouw en een werkplaats.

De huidige eigendomssituatie is weergegeven in bijlage 18.

2.2 Bodemopbouw

De regionale bodemopbouw in de omgeving van de lokatie is geschematiseerd in tabel 2.1. De beschrijving van de regionale bodemopbouw is grotendeels ontleend aan het KIWA-rapport (swo-83.238) "geohydrologisch onderzoek rond het pompstation Nieuwe Marktstraat". Daarnaast is gebruik gemaakt van de Grondwaterkaart van Nederland, kaartblad 40 W, Arnhem, 1981, boring 40C-215, en de onderzoeksgegevens.

Tabel 2.1 Regionale bodemopbouw ter plaatse van de lokatie

diepte (m -mv)	samenstelling (formatie)	indeling	parameters		
			k (m/d)	kD (m^2/d)	c (d)
0 - 20	grindig grof zand (Drenthe/Kreftenheye)	freatisch watervoerend pakket	35	500	-
20 - 22	klei (Kedichem)	scheidende laag	0,005	-	-
22 - ±250	fijne en grove zanden (Tegelen/Harderwijk)	eerste watervoerend pakket	25	5.000	-
>250	mariene zanden en kleien (Breda)	hydrologische basis	-	-	>20.000

k = doorlaatfactor
kD = doorlaatvermogen
c = weerstand
- = niet van toepassing

Op basis van de tijdens de onderzoeken verzamelde informatie is in tabel 2.2 een schematisatie van de lokale bodemopbouw ter plaatse van de lokatie weergegeven.

Tabel 2.2 Lokale bodemopbouw op basis van boringen en sonderingen

diepte (m -mv)	samenstelling
0 - 1	heterogene laag bestaande uit opgebracht zand en puin
1 - 20	matig tot zeer grof zand met grind
20 - 22	klei
22 - 25,5	matig grof zand

De grondwaterstand varieert, afhankelijk van de maaiveldhoogte, in de zomerperiode plaatselijk van 5 tot 6,5 m -mv en in de winterperiode van 3,5 tot 5 m -mv.

2.3 Geohydrologie

De tijdens de bodemonderzoeken gemeten waterstanden in peilbuizen duiden op een freatische grondwaterstroming in noordelijke richting ofwel richting Waal.

Gedurende periodes met hoge Waalstanden is het mogelijk dat de stromingsrichting tijdelijk tegengesteld is. Gezien de relatief korte duur hiervan en de afstand van de lokatie tot de Waal wordt verwacht dat het effect op de verspreiding van de verontreiniging verwaarloosbaar is.

De effectieve stroomsnelheid in het freatisch pakket is circa 60 m/jaar.

In het eerste watervoerend pakket is een noordoostelijke gerichte grondwaterstroming. De effectieve stroomsnelheid is 45 m/jaar. De grondwaterstroming in noordoostelijke richting is het gevolg van waterwinning ten noordoosten van de lokatie.

Ter plaatse van de lokatie is sprake van inzijging.

Voorafgaand aan dit saneringsonderzoek is een notitie opgesteld "Geohydrologische aspecten met betrekking tot het saneringsonderzoek "van Swaay"-terrein te Nijmegen" (R3378063, februari 1995). In deze notitie is nagegaan in hoeverre het Waalpeil de grondwaterstanden van het freatisch grondwater en het eerste watervoerend pakket beïnvloed en is aangegeven wat de consequenties hiervan zijn voor het saneringsonderzoek (dikte onverzadigde zone, geschikte bemalingsperiode en jaarlijks verloop stijghoogteverschil beide pakketten). De notitie is bijgevoegd als bijlage 3.

De conclusie van deze notitie is dat de grondwaterstanden in zowel het freatisch als het watervoerend pakket beïnvloed worden door de Waalstand. Dit houdt in dat de meest geschikte periode voor ontgraving (cq bemaling) de maanden augustus, september en oktober zijn, waarin de Waalstand het laagst is. Verder is gebleken dat het stijghoogteverschil tussen het freatisch pakket en het watervoerend pakket gedurende het hele jaar vrijwel constant is. De grondwaterstanden die in de wintermaanden op de lokatie voorkomen, variëren afhankelijk van de maaiveldhoogte van 3,5 m -mv tot 5 m -mv. De grondwaterstanden variëren in de zomermaanden van 5 m -mv tot 6,5 m -mv.

3 VERONTREINIGINGSSITUATIE

3.1 Algemeen

De situering van de monsterpunten is opgenomen als bijlage 1.

Interpretatie van de analyseresultaten heeft in dit saneringsonderzoek plaatsgevonden volgens het 9 mei 1994 van kracht geworden toetsingskader zoals gedefinieerd in de "Circulaire Interventiewaarden Bodemsanering", gepubliceerd in de Staatscourant nummer 95, dinsdag 24 mei 1994.

Hierbij is de volgende terminologie gehanteerd:
- bij een overschrijding van de streefwaarde (S) is er "geen sprake van een duurzame bodemkwaliteit (voor de functionele eigenschappen van de bodem voor mens, dier of plant)";
- bij een overschrijding van de toetsingswaarde (T=0,5(S+I)) is er sprake van een situatie waarbij het uitvoeren van een nader bodemonderzoek nodig is;
- bij een overschrijding van de interventiewaarde (I) is er mogelijk "sprake van een ernstige bodemverontreiniging".

De lokatiespecifieke toetsingswaarden zijn weergegeven in bijlage 15 op basis van gemeten percentages humus en lutum. Hierbij is onderscheid gemaakt in de bovengrond (0 - 1 m -mv) en de ondergrond (>1 m -mv). In de bovengrond zijn humus -en lutumpercentages van respectievelijk 1,5 en 2 % waargenomen en voor de ondergrond humus- en lutumpercentages van <0,1 en 2 %.

Ten tijde van het nader onderzoek werd nog steeds getoetst aan A-, B- en C-waarden. De nieuwe toetsing heeft geen invloed op de beoordeling (mate en omvang) van de verontreiniging daar reeds sprake was van een geval van ernstige bodemverontreiniging op basis van C-waarde overschrijdingen voor onder andere PAK en kwik in grond en grondwater. De interventiewaarden voor de hier van toepassing zijnde verontreinigende stoffen in grond en grondwater zijn in het algemeen strenger dan de oude C-waarden waardoor de interventiewaarden frequenter overschreden worden. Alleen de interventiewaarden voor naftaleen en aromaten in grondwater zijn minder streng dan de oude C-waarden.

De nieuwe toetsing heeft geen of nauwelijks invloed op de omvang van de verontreiniging. De streefwaarde voor kwik in de grond wijkt niet af van de oude A-waarde. Voor PAK wijkt de oude A-waarde voor PAK(10) (1 mg/kg d.s.) wel af van de huidige streefwaarde (0,2 mg/kg d.s.), echter dit is gezien achtergrondproblematiek en de bereikte mate van afperking niet of nauwelijks van invloed.

3.2 Grond

Er is op het gehele voormalige "van Swaay"-terrein sprake van grondverontreiniging met kwik en PAK. Plaatselijk is nog kwikverontreiniging aangetroffen op 9 m -mv. De sterkste verontreinigingen (> 10 * interventiewaarde = > 70 mg/kg d.s.) bevinden zich met name tot 3 m -mv, op het zuidelijk terreindeel in de vakken 2 tot en met 15 en op het noordelijk terreindeel in de vakken 27 tot en met 34.

De PAK-verontreiniging is plaatselijk tot 14,5 m -mv aangetroffen (boring 500). Op het zuidelijk terreindeel komen de hoogste concentraties (>50 mg/kg d.s.) voor in vak 3 op een diepte van 3 tot 6 m -mv. Op het noordelijk terreindeel komen hoge concentraties (>100 mg/kg d.s.) voor in de vakken 22 en 25 tot een diepte van 4 m -mv.

Arseen is in de vakken 31 en 33 in de bovengrond in matig verhoogde concentraties aangetoond. In vak 2 is in de bovengrond een licht verhoogd gehalte arseen gemeten en op 1,5 m-mv een matig verhoogd gehalte. Arseen is op een maximale diepte van 2,5 m-mv aangetroffen. Deze verontreiniging valt binnen de kwik-verontreiniging welke bepalend is voor de mate en omvang. Een verklaring voor de arseengehalten in de vakken 31 en 33 is het opslagschuurtje ter plaatse van vak 3. Mogelijk is er (evenals met kwik) gemorst met arseenhoudende Wolmanzouten.

In de bovengrond van vak 3 is een licht verhoogd gehalte koper gemeten en in de bovengrond van diverse vakken is een licht tot matig verhoogd gehalte lood gemeten. Cyanide, EOX, ftalaten en fenolen zijn in de grond niet in verhoogde concentraties gemeten. Analyses op minerale olie zijn niet uitgevoerd.

In bijlage 5 zijn dwarsprofielen van de lokatie weergegeven met de verontreinigingssituaties van kwik en PAK. Voor het uitvoeren van een saneringsonderzoek is de verontreiniging in verticale zin voldoende afgeperkt. In horizontale zin is buiten het voormalige bedrijfsterrein geen afperking tot de streefwaarde bereikt vanwege het mogelijk voorkomen van licht verhoogde achtergrondgehalten PAK, lood, koper en kwik (noordelijke, zuidelijke en westelijke richting). In oostelijke richting is verdere afperking vanwege de aanwezigheid van de spoorlijn niet mogelijk.

3.3 Grondwater

Freatisch pakket

De verontreiniging van het grondwater met creosoot is in kaart gebracht met behulp van analyses op PAK, op aromaten en op fenolen. Naftaleen is één van de mobiele bestanddelen van creosoot, zodat de afperking van de verontreiniging mede door middel van analyses op aromatische verbindingen bereikt kan worden (naftaleen wordt meegenomen in de aromaten-analyse). De resultaten van analyses op kwik, PAK, naftaleen, fenolen en aromaten van de grondwatermonsters uit het nader onderzoek fase 2 en fase 3 zijn weergegeven in bijlage 6.

Uit de gegevens blijkt dat de haard van de verontreiniging zich ter hoogte van de vakken 2 en 3 bevindt (13.000 µg/l naftaleen en 11 µg/l kwik). De verontreinigingen beperken zich ook tot deze vakken en de directe omgeving van de vakken. Echter aromaten, (chloor)fenolen en PAK zijn verspreid over het terrein in licht verhoogde concentraties gemeten.

De streefwaardecontour van naftaleen en PAK is bereikt. De streefwaardecontouren voor fenolen en aromaten zijn niet volledig bereikt. Echter daar waar de streefwaarde niet bereikt is, is sprake van geringe streefwaarde overschrijding. De kwikverontreiniging is stroomop- en stroomafwaarts afgeperkt.

In het grondwater zijn verder plaatselijk matig tot sterk verhoogde gehalten arseen gemeten in de peilbuizen 2 en 5 (in de vakken 2 en 108). Chroom is in een aantal peilbuizen in licht verhoogde concentraties gemeten. De verspreiding van beide verontreinigingen is beperkt. De zware metalen cadmium, lood, zink en koper zijn niet in verhoogde concentraties in het grondwater gemeten.

Het arseengehalte in het grondwater uit peilbuis 5 is mogelijk te verklaren uit de hoge arseengehalten in de grond in de vakken 31 en 33. In vak 2 is eveneens een matig verhoogd gehalte arseen in de grond gemeten.

Cyanide is in het grondwater niet in verhoogde gehalten gemeten. Daaruit mag geconcludeerd worden dat de cyanideverontreinigingen van het voormalig gasfabrieksterrein ten noordoosten van de lokatie zich niet verspreid hebben tot het "van Swaay"-terrein.

Eerste watervoerend pakket

Het watervoerend pakket 1 (wvp1) is alleen in peilbuis 8 bemonsterd op PAK. Er zijn PAK aangetoond in relatief lage concentraties, die bij herbemonsteringen nog lager werden (range 6 - 16 µg/l). Contaminatie via de peilbuis werd ten tijde van het nader onderzoek niet volledig uitgesloten.

Omdat de ligging en diepte van de eventuele pluim in het watervoerend pakket onzeker is en de te verwachten concentraties laag zullen zijn, is de trefkans laag om de verontreiniging in het watervoerend pakket te vinden. Peilbuis 529 is gelegen tussen de grondwaterverontreiniging op het voormalige "van Swaay"-terrein en de waterwinningsputten. In het diepste filter van peilbuis 529 (15,5 - 17,5 m - NAP), op de diepte van de waterwinning in het watervoerende pakket is een lichte overschrijding van de streefwaarde van fluorantheen aangetroffen. Het is niet mogelijk om aan te geven of deze verontreiniging afkomstig is van het "van Swaay"-terrein of van een ander geval van bodemverontreiniging (bijvoorbeeld het gasfabrieksterrein).

Het grondwater uit peilbuis 529 is eveneens bemonsterd in het kader van het onderzoek naar de verontreinigingen afkomstig van de voormalige gasfabriek. In het grondwater afkomstig van 15,5 - 17,5 m -NAP (diepte waterwinning) zijn streefwaarde overschrijdingen aangetroffen van fenol en chloorhoudende oplosmiddelen. Cyanide en olie zijn hier niet aangetoond.

Vanwege de aanwezigheid van verontreinigingen in het ondiepe pakket, de inzijgsituatie en de aanwezigheid van verontreiniging in het diepe pakket wordt een verticale beheersing noodzakelijk geacht.

3.4 Risico-evaluatie

In het kader van het nader onderzoek (R3194310) is een risico-evaluatie uitgevoerd. Hieruit blijkt dat met betrekking tot kwik en PAK op een groot aantal plaatsen binnen de betrokken lokatie sprake is van een overschrijding van het potentiele risico voor de volksgezondheid. Dit potentiële risico bestaat vooral door blootstelling via ingestie van verontreinigd gewas.

Er mag geconcludeerd worden dat de aanwezige kwik- en PAK-verontreinigingen geen actueel risico voor de volksgezondheid vormen, met uitzondering van ingestie van kwik in de grond door kinderen. De grenswaarde (gebaseerd op het **M**aximaal **T**oelaatbaar **R**isico-niveau) voor ingestie van kwik in de grond voor kinderen bedraagt 50 mg/kg d.s.. De grenswaarde voor levenslange blootstelling (800 mg/kg d.s.) wordt niet overschreden. Omdat het actuele risico van de betrokken bodemverontreiniging veroorzaakt wordt door bodemingestie bij kinderen, kan door ontoegankelijk maken van het terrein het actuele risico geminimaliseerd worden. In de praktijk is echter gebleken dat ontoegankelijk maken van het terrein moeilijk is.

Ten aanzien van de risico's voor het milieu kan geconcludeerd worden, dat voor alle betrokken stoffen op diverse plaatsen binnen de lokatie ecotoxicologische grenswaarden overschreden worden en dat derhalve sprake zal zijn van aantasting van de ecologische functie van het terrein.

Ten aanzien van de verspreidingsrisico's kan geconcludeerd worden dat in het freatisch pakket met name fenolen en aromaten verhoudingsgewijs met hoge snelheid verspreid worden. PAK (met uitzondering van naftaleen) en kwik zijn weinig mobiel en worden slechts in geringe mate verspreid.

4 UITGANGSPUNTEN EN SANERINGSMOGELIJKHEDEN

4.1 Doel van de sanering

De milieuhygiënische doelstelling van de sanering is het opheffen of tegengaan van de verontreiniging en de schadelijke gevolgen daarvan. Het uitgangspunt van het landelijke bodembeschermingsbeleid is het herstellen van de goede bodemkwaliteit, een multifunctionele bodem (saneringsdoelstelling multifunctionaliteit). In bepaalde lokatiespecifieke omstandigheden van milieuhygiënische, technische of financiële aard kan van het herstellen van de multifunctionaliteit worden afgeweken. Hierbij wordt overgegaan op de saneringsdoelstelling Isoleren, Beheersen en Controleren (IBC).

4.2 Uitgangspunten en randvoorwaarden

4.2.1 Gevalsdefinitie

Dit saneringsonderzoek betreft maatregelen voor de verontreinigingen afkomstig van het voormalige "van Swaay"-terrein. Het geval wordt in beginsel bepaald door afperking tot de streefwaarde voor de specifieke verontreinigingen PAK en kwik. Daar waar de streefwaarde niet is bereikt, is in het algemeen sprake van licht verhoogde gehalten. Op deze lokaties is de gevalsgrens vastgesteld op basis van de mate van de verontreiniging, gecombineerd met de voormalige terreingrenzen. Het uitgangspunt met betrekking tot de gevalsdefinitie volgt uit het ontgravingsplan van de multifunctionele variant (zie bijlage 7).

De achtergrondgehalten voor PAK en kwik zijn in het kader van dit saneringsonderzoek niet vastgesteld. In de saneringsplanfase zullen de achtergrondconcentraties voor PAK en kwik nader in beeld worden gebracht.

4.2.2 Instandhouden infrastructuur

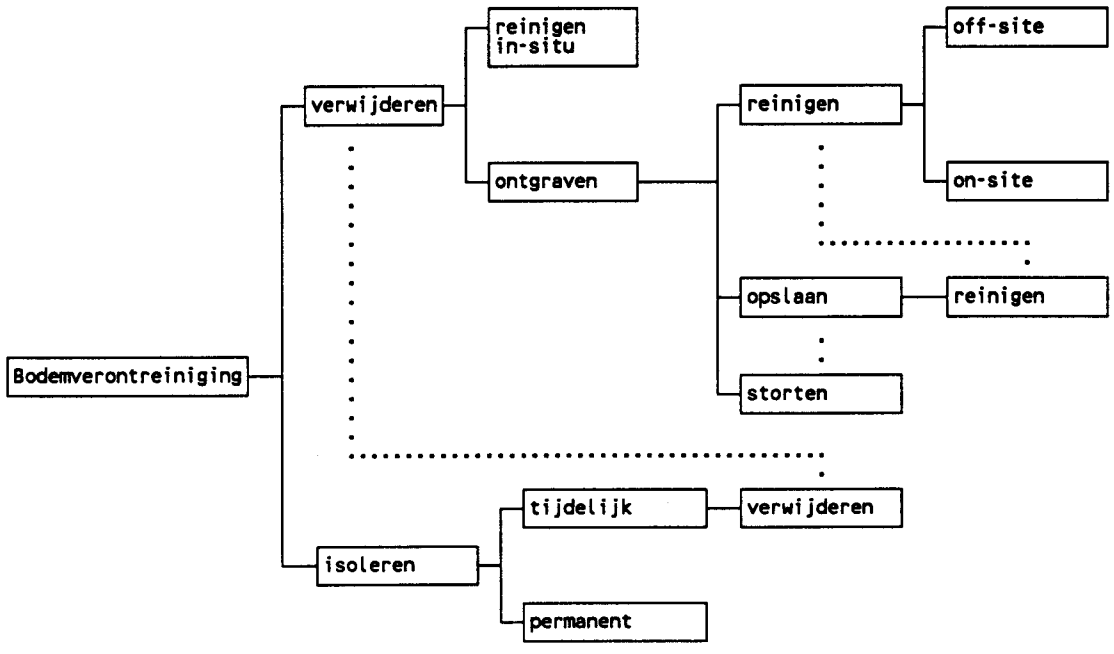
Als randvoorwaarde voor de maatregel wordt er van uitgegaan dat het NS-station te Nijmegen en de hoofdspoorlijnen in stand dienen te worden gehouden. Dit geldt tevens voor het viaduct van de Tunnelweg. De Tunnelweg en de goederenspoorlijn kunnen eventueel wel worden opgebroken.

4.2.3 Infiltratie onttrokken grondwater

In het kader van kwantitatief grondwaterbeheer wordt in veel gevallen door de provincie Gelderland geëist dat retourbemaling wordt toegepast van het onttrokken grondwater. Op basis van de huidige inzichten (notitie 1995:"Verdroging in Gelderland. Grondwaterbeleid bij milieukundige activiteiten") is in overleg met de opdrachtgever besloten niet uit te gaan van volledige infiltratie omdat de lokatie zich in een niet verdrogingsgevoelig, stedelijk gebied bevindt.

4.3 Selectie van saneringsmaatregelen

Bij het uitwerken van de saneringsmaatregelen kan onderscheid worden gemaakt tussen twee hoofddoelstellingen, zoals weergegeven in figuur 4.1:
- het verwijderen van de verontreinigingen (grond en grondwater);
- het isoleren van de verontreinigingen van de omgeving, door de contact- en verspreidingswegen af te sluiten.



Figuur 4.1 Bodemsaneringsmethoden

Het volledig verwijderen van de verontreinigingen

Verwijderen van de grondverontreinigingen kan plaatsvinden door middel van ontgraven en door een in-situ sanering. Gezien de ligging van de verontreinigingen langs bebouwingen en langs en onder infrastructuur, zullen bij uitvoering van een ontgravingsvariant (verregaande) civieltechnische ondersteuningsmaatregelen of sloop noodzakelijk zijn.

Rekening houdend met de aanwezige bebouwingen zijn in situ technieken beduidend minder ingrijpend dan ontgraven. Gezien de aard van de verontreiniging (kwik en PAK) is het echter niet mogelijk een in-situ techniek toe te passen voor het volledig (multifunctioneel) verwijderen van de grondverontreinigingen.

Verwijderen van de grondwaterverontreinigingen kan plaatsvinden door middel van het afpompen van het volume verontreinigde grondwater nadat alle grondverontreinigingen zijn verwijderd. Hierbij treedt doorspoeling van het verontreinigd grondwaterpakket op met schoon grondwater.

Het isoleren van alle verontreinigingen

De grondverontreinigingen kunnen worden geïsoleerd door het aanbrengen van een verharding of een schone grondlaag. Deze schone grondlaag kan afhankelijk van de plaatselijke situatie op het maaiveld worden aangebracht of worden ingegraven.

Isoleren van de grondwaterverontreinigingen kan plaatsvinden met behulp van geohydrologische- en civieltechnische technieken.

Met behulp van een geohydrologische isolatie is het mogelijk de ongecontroleerde verspreiding van verontreinigingen via het grondwater te voorkomen. Door het onttrekken van een relatief geringe hoeveelheid grondwater is het mogelijk de aanwezige grondwaterverontreinigingsvlek te isoleren en verdere verspreiding tegen te gaan. Deze optie wordt voor onderhavige situatie reëel geacht. Met behulp van een civieltechnische isolatie is het eveneens mogelijk de verontreinigingen af te schermen van de omgeving. Gezien de relatief geringe inspanning voor geohydrologische isolatie is deze optie niet uitgewerkt.

Combinatie isolatie en verwijdering

Daarnaast kan aan de IBC-doelstelling worden voldaan door isolatie te combineren met verwijdering door ontgraving of in situ technieken. Uit de verontreinigingssituatie van de grond blijkt dat de sterkste verontreinigingen met PAK en kwik zich met name in de onverzadigde zone bevinden. Uit de verontreinigingssituatie van het grondwater blijkt dat voornamelijk uitloging van de lichte PAK optreedt. De mate van kwikverontreiniging en de verspreiding van kwik is beperkt.

Gezien het voorkomen van kwik als neerslag, zou in situ verwijdering plaats kunnen vinden door spoelen met een zure oplossing of bijvoorbeeld een oplossing met $CaCl_2$. Kwik blijkt met name voor te komen in de onverzadigde zone. Daar de verspreiding van kwik in het grondwater gering is en spoelen in de onverzadigde zone niet eenvoudig te realiseren is, wordt in situ verwijdering van de kwik verontreiniging niet direct doelmatig geacht in het kader van een IBC-variant.

In situ technieken kunnen wel relatief eenvoudig worden toegepast om de lichte PAK uit zowel grond als grondwater te verwijderen. Hierbij wordt uitgegaan van beluchting van grond en grondwater om de aërobe afbraak van deze PAK te stimuleren. Hiermee kan worden gestreefd naar een situatie waarbij geen eeuwigdurende geohydrologische isolatie noodzakelijk is, maar waarbij na de deelverwijdering van mobiele componenten in grond en grondwater kan worden overgegaan op monitoring.

4.4 Saneringsvarianten

Op basis van voorgaande overwegingen met betrekking tot toepasbare saneringsmaatregelen worden in het kader van dit saneringsonderzoek de volgende drie varianten uitgewerkt:

1. Multifunctionaliteit

Doelstelling: herstel multifunctionaliteit

Het doel van deze variant is het herstellen van de bodemkwaliteit zodat multifunctioneel gebruik mogelijk is. Dit betekent dat concentraties in zowel grond als grondwater moeten worden teruggebracht tot de streefwaarde of de lokale achtergrondwaarde. De saneringsmaatregelen die daarbij moeten worden uitgevoerd zijn:

- ontgraven en verwerken van alle verontreinigde grond;
- het treffen van noodzakelijke civieltechnische maatregelen;
- een bemaling om in den droge te ontgraven;
- een grondwatersanering en waterzuivering voor de verontreinigingen in het freatische pakket.

2. Isolatie grond (begrensd door gevalsdefinitie) en isolatie grondwater

Doelstelling: IBC

Bij deze variant worden isolatiemaatregelen getroffen waarbij soberheid en doelmatigheid voorop staan. Bij deze variant wordt verwijdering van verontreinigingen geminimaliseerd.
De saneringsmaatregelen binnen de isolatievariant zijn:

- aanbrengen van een leeflaag ter voorkoming van contact met verontreinigde grond. In verband met de kosten zal er naar worden gestreefd om de leeflaag op het huidige maaiveld aan te brengen. Mogelijkerwijs is dit echter niet overal mogelijk vanwege ondergrondse infrastructuur of inpassing en aansluiting met de omgeving. In die gevallen zal worden overgegaan tot het ingraven van de leeflaag;
- aanbrengen van een onttrekkingssysteem ter voorkoming van verdere verspreiding van verontreinigd grondwater;
- nazorg ten behoeve van het instandhouden van de leeflaag en om het blijvend functioneren van de grondwaterbeheersing te garanderen.

Het doel van de geohydrologische beheersing is om verspreiding in verticale en horizontale richting te voorkomen.

Na de sanering zullen blijvende gebruiksbeperkingen op de lokatie gelden.

3. Isolatie grond (gebaseerd op risicobenadering) en isolatie grondwater

Doelstelling: IBC

Bij deze variant wordt een deelsanering uitgevoerd van de actuele contactzone tot de risicogrenswaarde overeenkomend met een derde van het MTR-niveau. Op deze wijze wordt getracht om binnen de doelstelling Isoleren, Beheersen en Controleren te komen tot een sobere en doelmatige uitvoering van de isolatievariant, rekening houdend met de (geplande) bestemming van de lokatie. De geplande bestemming is appartementen met openbaar groen.

Na de sanering zullen blijvende gebruiksbeperkingen op de lokatie gelden.
De saneringsmaatregelen binnen deze variant zijn:

- sanering van de actuele contactzone tot de risicogrenswaarde gebaseerd op MTR/3;
- aanbrengen van een onttrekkingssysteem ter voorkoming van verdere verspreiding van verontreinigd grondwater, in horizontale en verticale richting;
- nazorg ten behoeve van het instandhouden van de actuele contactzone en om het blijvend functioneren van de grondwaterbeheersing te garanderen.

4. Isolatie gecombineerd met in situ deelverwijdering

Doelstelling: IBC

Bij deze variant wordt ter plaatse van hoge PAK-concentraties in grond en/of grondwater een in situ deelsanering uitgevoerd om binnen de doelstelling Isoleren, Beheersen en Controleren te komen tot verwijdering van de mobiele (PAK-)verontreinigingen in grond en grondwater. Het doel van deze deelverwijdering is het bereiken van een situatie waarbij geen eeuwigdurende beheersing noodzakelijk is. Hiermee wordt een beter beheersbare situatie op lange termijn bereikt (doelmatig) en wordt tegen geringe kosten zoveel mogelijk mobiele verontreiniging verwijderd.

De saneringsmaatregelen binnen deze variant zijn:

- aanbrengen van een in situ systeem ter verwijdering van de verontreiniging met mobiele PAK-componenten uit de onverzadigde en verzadigde zone (luchtonttrekkingsfilters en persluchtinjectiefilters);
- aanbrengen van een leeflaag ter voorkoming van contact met verontreinigde grond volgens variant 2, daar de voorgestelde in situ maatregelen niet leiden tot een schone actuele contactzone;
- aanbrengen van een onttrekkingssysteem ter voorkoming van verdere verspreiding van verontreinigd grondwater gedurende de in situ maatregelen;
- nazorg ten behoeve van het instandhouden van de leeflaag en om blijvend de ligging van de (niet-mobiele) grondwaterverontreiniging te controleren.

Na de sanering zullen blijvende gebruiksbeperkingen op de lokatie gelden.

Het doel van de geohydrologische beheersing is om verspreiding in verticale en horizontale richting te voorkomen.

5 VARIANT 1 (HERSTEL MULTIFUNCTIONALITEIT)

5.1 Doel van de sanering

De doelstelling van de sanering volgens variant 1 is het op sobere en doelmatige wijze herstellen van de multifunctionaliteit.

Kortweg bestaan de saneringsmaatregelen om deze doelstelling te bereiken uit:
- ontgraven verontreinigde grond;
- onttrekken verontreinigd grondwater.

5.2 Voorbereidende werkzaamheden

5.2.1 Algemeen

Alvorens met de saneringswerkzaamheden kan worden begonnen, dienen in principe een aantal voorbereidende werkzaamheden uitgevoerd te worden, zoals:
- het treffen van tijdelijke maatregelen voor ontgraving onder de goederenspoorlijn over het "van Swaay" terrein en in de nabijheid van de hoofdspoorlijnen;
- het treffen van tijdelijke verkeersmaatregelen, zoals omleidingen en dergelijke in verband met het opbreken van de Tunnelweg;
- het zonodig verwijderen van bomen, struiken en dergelijke;
- het opnemen van diverse soorten bestratingen;
- het traceren, zonodig ondersteunen en/of omleggen van kabels en leidingen ter plaatse van de ontgravingsvakken;
- het afzetten en inrichten van de betreffende werkterreinen.

De maatregelen met betrekking tot de Tunnelweg (opbreken en omleidingen), de goederenspoorlijn op het terrein (verwijderen en opnieuw aanleggen) en het trafohuis zijn in verband met het ingrijpende karakter, vooralsnog niet uitgewerkt. Indien noodzakelijk (bij keuze of mogelijke keuze voor deze variant) kunnen deze maatregelen in een later stadium worden uitgewerkt.

5.2.2 Fasering en sloop van gebouwen

Om de ontgraving van alle verontreinigingen op sobere en doelmatige wijze uit te kunnen voeren, wordt uitgegaan van fasering. De gebouwen welke zich bevinden aan de rand van het terrein en op relatief geringe en ondiepe verontreinigingen zullen niet in het kader van de sanering worden gesloopt. Het betreft de woningen aan de Anjelierenweg, de werkplaats aan de Fresia-straat, het GAK-gebouw en Vissers Meubelen. De woning op het voormalige terrein dient wel gesloopt te worden.

5.2.3 Civieltechnische maatregelen voor hoofdspoorlijnen

Aangenomen wordt dat zich onder de hoofdspoorlijnen geen verontreinigingen bevinden. In het spoortalud zijn wel verontreinigingen aangetroffen. Om ontgravingen uit te kunnen voeren in het talud of een verlenging daarvan, dienen civieltechnische maatregelen te worden getroffen. Voor de kostenraming is ten behoeve van ontgraving tot gemiddeld 6 m -mv, uitgegaan is van damwand tot gemiddeld 15 m -mv over de gehele lengte van het terrein. Daarnaast zal een tweede damwand worden geplaatst ten behoeve van stempeling. Verder zal plaatselijk langs bebouwing een damwand noodzakelijk zijn. De damwanden zullen na de grondsanering worden verwijderd.

Indien wordt gekozen voor uitvoering van deze variant dient hieraan in de saneringsplanfase aandacht te worden besteed (hoogteliggingen terrein, randvoorwaarden NS en damwandberekeningen).

5.3 Ontgravingswerkzaamheden en grondverwerking

Uitgangspunt bij de ontgraving is dat bij aanvang van de sanering aanwezige bebouwing tot maaiveld gesloopt is en alle begroeiing en verhardingsmaterialen zijn verwijderd.

In bijlage 7 is een globaal ontgravingsplan weergegeven.
Hieruit blijkt dat circa 125.000 m^3 verontreinigde grond moet worden ontgraven.

Op 1 januari 1995 is de "Regeling beoordeling reinigbaarheid grond bodemsanering" van kracht geworden. In deze regeling wordt aangegeven voor welke categorieën verontreinigde grond een adviesaanvraag bij het SCG moet worden ingediend en wanneer dit achterwege kan blijven. De regeling is samengevat in bijlage 9.

Voor de verwerking is het voorkomen van PAK en kwik bepalend. De relevante toetsingswaarden zijn weergegeven in tabel 5.1.

Tabel 5.1 Toetsingswaarden verwerking grond (mg/kg d.s.)

component	streefwaarde (S)	samenstellings-waarde (SS)	interventie-waarde (I)	BAGA-waarde
kwik	0,2	0,2	7	50
PAK(10)	0,2	8	8	50*

* De BAGA-waarde (Besluit Aanwijzing Gevaarlijk Afvalstoffen d.d. 30 november 1993) bedraagt voor de individuele PAK naftaleen, anthraceen, en fenanthreen 50 mg/kg d.s.. Daarnaast dient de som van de overige PAK(10)Leidraad te worden getoetst aan 50 mg/kg d.s..

In tabel 5.2 is een overzicht gegeven van de bij de ontgraving vrijkomende hoeveelheden grond en materialen. In deze tabel is onderscheid gemaakt in verschillende partijen ten behoeve van verwerking.

Tabel 5.2 Vrijkomende hoeveelheden grond bij grondsanering

Partijnummer	Omschrijving partij	Klasse	Hoeveelheid	
			(vaste m^3)	(ton)
1	PAK (<I)	<I	6.000	10.200
2	PAK (>I)	>I	2.000	3.400
3	kwik (<I) of PAK en kwik (<I)	<I	72.000	122.400
4	kwik (>I en <BAGA)	>I	24.000	40.800
5	kwik (>BAGA)	>BAGA	13.000	22.100
6	PAK (>I) en kwik (<I)	>I	8.000	13.600
Totaal verontreinigde grond			125.000	212.500

212 500 00

>I : grondconcentratie(s) groter dan de interventiewaarde
BAGA : Besluit Aanwijzing Gevaarlijk Afvalstoffen (d.d. 30 november 1993) bedraagt voor de individuele PAK naftaleen, anthraceen, en fenanthreen 50 mg/kg d.s.. Daarnaast dient de som van de overige PAK(10)Leidraad te worden getoetst aan 50 mg/kg d.s..

De Eerste melding SCG is als bijlage 17 bijgevoegd.

5.4 Bemaling

5.4.1 Uitgangspunten

Er is aangenomen dat wordt ontgraven in een periode dat er geen hoog water heerst. Op grond van een analyse van grondwaterstanden is de dikte van de onverzadigde zone vastgesteld, namelijk 5,5 m bij de vakken 21 t/m 28 en 6,5 m op het zuidelijke deel van het terrein.

Uitgangspunt bij de berekening van de bemaling is, dat eerst zonder bemaling wordt ontgraven tot aan de grondwaterspiegel. Dit is van belang voor de beperking van de absolute hoeveelheid bemalingswater. Voor de begaanbaarheid van de put is met een extra drooglegging van 0,5 m gerekend.

5.4.2 Debieten en onttrekkingswijze

In bijlage 8 is per vak, waar ontgraving tot onder grondwaterniveau plaatsvindt, het bemalingsdebiet berekend. Het bemalingsdebiet varieert van 25 tot 240 m^3/uur. De totale bemalingsduur is berekend op 93 dagen (= 13 weken). Het totaal te onttrekken volume komt daarmee op ca. 220.000 m3.

Daar de grote bemalingsdebieten (> 100 m^3/uur) voorkomen bij ontgravingsdieptes vanaf 8 m -mv is het mogelijk hier de damwanden die in lengterichting reeds om civieltechnische redenen noodzakelijk zijn, ook in de dwarsrichting te plaatsen en door te zetten tot de ondoorlatende laag. Op deze wijze wordt het debiet sterk gereduceerd. Dit is echter niet uitgewerkt.

De getallen betreffende debiet en te onttrekken volume kennen een bepaalde onzekerheid, namelijk in de grootte van de doorlaatfactor. De doorlaatfactor is op basis van literatuur geschat op 35 m/dag. In het onderzoek betreffende de gasfabriek zijn doorlaatfactoren genoemd van 20 en 70 m/dag. De bemalingsdebieten zijn evenredig aan de doorlaatfactor. Voorlopig lijken de berekende debieten en volumes vrij betrouwbaar. De eventuele onderschatting is maximaal een factor twee. In de saneringsplanfase zal een proefbemaling of pompproef worden uitgevoerd om deze onzekerheidsmarge te verkleinen.

Uit informatie van de gemeente Nijmegen is gebleken dat voor kortdurende lozingen (als deze bemaling) kan worden uitgegaan van een capaciteit van de riolering van 70 à 75 m^3/uur. Dit houdt in dat voor de bemaling van een aantal ontgravingsvakken naar een andere afvoerbestemming moet worden gezocht. Vooralsnog is uitgegaan van lozing op de Waal. De kosten voor afvoer van het water naar de Waal zijn in dit stadium nog niet uitgewerkt en derhalve ondergebracht in een P.M. post.

De bemaling kan worden uitgevoerd met strengen of met deepwells. Gezien de grootte van de verlaging (10 m) en van het debiet moet de bemaling van vak 3 zeker met deepwells worden uitgevoerd. Voor de vakken 2, 9, 33 en 44 (verlagingen tussen 3 en 5 m) zijn vacuümstrengen en deepwells min of meer gelijkwaardig. Voor de ondiepere bemalingen heeft een bemaling met vacuümstrengen de voorkeur.

5.4.3 Concentraties

In het onderzoek zijn plaatselijk hoge concentraties in het grondwater aangetroffen. Er zijn concentraties in het bemalingswater berekend op grond van een geschatte gemiddelde concentratie in het ontgravingsgebied. In tabel 5.3 is een overzicht gegeven van de te verwachten verontreinigingen in het bemalingswater.

Tabel 5.3 **Bemaling multifunctioneel: concentratie en vracht aan naftaleen en Hg in bemalingswater**

vak	debiet	naftaleen		Hg	
	(m^3/dag (m^3/uur))	(μg/l)	(g/dag)	(μg/l)	(g/dag)
2	2.700 (110)	4.000	10.800	3	8
3	5.700 (240)	2.000	11.400	0,02	0,11
5	750 (30)	1.000	750	0,1	0,08
7	800 (35)	50	40	0,1	0,08
9	2.200 (95)	5	11	0,1	0,22
11	2.000 (85)	<		<	
13	900 (35)	<		<	
15	1.600 (25)	<		<	
17	2.200 (95)	<		<	
29	2.000 (85)	<		<	
30	1.300 (50)	<		<	
31	900 (40)	<		<	
32	900 (40)	<		<	
33	3.500 (150)	<		0,1	0,35
44	3.200 (135)	<		<	

<: kleiner dan detectiegrens

Concentraties naftaleen groter dan 1.000 μg/l kunnen worden verwacht in de vakken 2, 3 en 5. In deze vakken bedraagt de vracht naftaleen tussen 1 en 9 kg/dag. Alleen in vak 2 kan een concentratie Hg groter dan 1 μg/l worden verwacht. De vracht is steeds kleiner dan 8 g/dag.

De metalen chroom en arseen worden niet in concentraties boven de streefwaarde verwacht. De reden hiervoor is dat deze verontreinigingen beperkt van mate en omvang zijn. Bij hoge onttrekkingsdebieten zal sterk verdunning optreden.

5.4.4 Zettingen

Gezien het feit dat tot grotere diepte zandlagen voorkomen, zijn geen zettingen te verwachten.

5.5 Grondwatersanering

5.5.1 Verontreinigingssituatie

In het grondwater zijn verhoogde gehalten aangetoond aan naftaleen, aromaten, fenolen en Hg.

Zuidelijk van de Tunnelweg zijn hoge concentraties naftaleen gevonden in de peilbuizen 1, 2, 3, 8 en 10 (concentraties tussen 400 en 12.000 µg/l). In dit gebied komen ook hogere concentraties aromaten (tot 130 µg/l), fenolen (tot 30 µg/l) en Hg (tot 7 µg/l) voor. Tussen dit gebied en de Tunnelweg komen deze verbindingen voor in concentraties kleiner dan 5 µg/l.
Op grond daarvan is deze verontreiniging geschematiseerd tot een cirkel met een straal van 45 m, met het gebied met de hoogste concentraties als middelpunt. Het minder verontreinigde gebied tot de Tunnelweg wordt wel doorspoeld, maar is niet maatgevend voor de saneringsinspanningen.

Noordelijk van de Tunnelweg zijn alleen verontreinigingen in lagere concentraties aangetoond, namelijk aromaten (tot 4 µg/l), fenolen (tot 1,6 µg/l) en Hg (tot 1,3 µg/l). Naftaleen is noordelijk van de Tunnelweg niet in het grondwater aangetoond.
Alleen Hg komt voor in concentraties boven de I-waarde (0,3 µg/l). Op grond daarvan is ook hier de verontreinigingsvlek geschematiseerd tot een cirkel met een straal van 45 m met het middelpunt midden in vak 29.

5.5.2 Debieten en saneringsduur

Bij de berekeningen is uitgegaan van een eenheidsvolume. Dit is het volume dat moet worden onttrokken, om het verontreinigd volume één keer te doorspoelen. Gezien de grote oppervlakten van de verontreinigingsvlekken moet het hele zandpakket worden doorspoeld. Daarom is gerekend met een dikte van 14 m en een porositeit van 0,35 m^3/m^3.

Om de concentratie tot de streefwaarde terug te brengen, moet het verontreinigde gebied meerdere keren worden doorspoeld. Het aantal keren doorspoelen wordt bepaald door adsorptie en dispersie. Een verklaring van de gevolgde methode is gegeven in bijlage 11.

In de laag van 4 - 6 m -mv is een fractie organisch stof (IB-methode) van 0,001 à 0,002 g/g vastgesteld. Op grond daarvan is uitgegaan van een fractie organisch koolstof (foc) van 0,001 g/g. Uit de literatuur blijkt, dat de Koc voor naftaleen ongeveer 1.000 l/kg bedraagt. Op grond daarvan wordt een verdelingsconstante Kd = foc * Koc = 1 l/kg gevonden. De retardatiefactor voor naftaleen ten opzichte van water bedraagt dan R-ads = 6.

Analoog zijn retardatiefactoren berekend voor aromaten (met tolueen als maatgevende component) en fenol. Op basis van het uitgevoerde speciatie onderzoek (Tauw rapportnummer R3124894, 1990) is voor Hg een Kd-waarde van 200 l/kg aangenomen. Een overzicht van de adsorptie-eigenschappen is gegeven in tabel 5.4.

Tabel 5.4 Adsorptie-eigenschappen verontreinigingen

component	foc (-)	Koc (l/kg)	Kd (l/kg)	retardatie (-)
naftaleen	0,001	1.000	1	6
aromaten (tolueen)	0,001	200	0,2	2
fenol	0,001	13	0,013	1
Hg	-	-	200	960

Uit tabel 5.4 blijkt, dat Hg veel minder mobiel is dan de organische verbindingen, waarvan op haar beurt naftaleen het minst mobiel is.

Het effect van dispersie is afhankelijk van de beginconcentratie in het grondwater. In de vakken 2 en 3 zijn de hoogste concentraties naftaleen in grond en grondwater gevonden. Deze vakken worden tot een aanzienlijke diepte ontgraven, waarbij tevens flink wordt bemalen. In dat gebied wordt de beginconcentratie in het grondwater geschat op 1.000 μg/l naftaleen. Hierbij is rekening gehouden met een afname in het grondwater als gevolg van de bemaling.

Dispersie heeft als gevolg dat vaker moet worden doorspoeld om de gewenste terugsaneerwaarde te bereiken dan op basis van het adsorptie/desorptie evenwicht wordt verwacht. De vertraging door dispersie wordt benaderd door log(Co/Ce), waarin Co en Ce respectievelijk de begin- en eindconcentratie voorstellen. Voor naftaleen wordt dan een extra vertraging door dispersie gevonden van log (1.000/ 0,1) = 4. Voor de andere componenten zijn analoog dispersie-effecten berekend, die zijn weergegeven in tabel 5.5.

Uitgaande van een voortdurend evenwicht tussen de concentratie in de grond en het grondwater is de saneringsduur omgekeerd evenredig met het onttrekkingsdebiet. Droogteschade of zettingen stellen geen maximum aan het onttrekkingsdebiet. Gezien de dikte van de onverzadigde zone in de uitgangssituatie is er namelijk geen droogteschade te verwachten. Ook zettingen zijn onwaarschijnlijk. De grootte van het debiet zou kunnen worden gelimiteerd door de capaciteit van zuivering en lozing. Daarnaast is bij hogere debieten de kans groter dat andere verontreinigingen in de nabijheid van de onttrekking worden aangetrokken (zie paragraaf 5.5.5).

Voorlopig is uitgegaan van een onttrekking noordelijk en een onttrekking zuidelijk van de Tunnelweg, elk met een debiet van 400 m3/dag. De sanering wordt uitgevoerd met twee deepwells.

In tabel 5.5 is een overzicht gegeven van oppervlak, eenheidsvolume, retardatiefactor, dispersiefactor en geschatte saneringsduur.

Tabel 5.5 Sanering grondwater: kenmerken van de verontreinigingsvlekken en de saneringsduur

pluim	opper-vlak (m²)	eenheids-volume (m³)	retardatie (m)	dispersie (m)	volume (m³)	debiet (m³/dag)	tijd (jaar)
zuidelijk van Tunnelweg	6.500	32.000				400	
			6	4	768.000		
- naftaleen			2	1,5			6
- aromaten			1	1,2			
- fenolen			960	2,1	$65\ 10^6$		
- Hg							450
noordelijk van Tunnelweg	6.500	32.000				400	
			6	1	192.000		1,5
- naftaleen			2	1			
- aromaten			1	1			
- fenolen			960	1,4	$43\ 10^6$		300
- Hg							

Uit tabel 5.5 blijkt dat ruim 32.000 m^3 moet worden onttrokken om de zuidelijke vlek 1 x te doorspoelen. De naftaleenverontreiniging moet circa 24 x worden doorspoeld om afname tot de streefwaarde te realiseren. Dit betekent, dat in totaal $0,8\ 10^6$ m^3 moet worden onttrokken. Bij een saneringsdebiet van 400 m^3/dag (17 m^3/uur) komt dit neer op een saneringsduur van 6 jaar.

De afname voor Hg zal veel minder zijn, vanwege de geringe mobiliteit van deze verbinding. Als gevolg daarvan zal de concentratieafname al snel stagneren. Uit tabel 5.5 blijkt dat kwik niet binnen afzienbare tijd kan worden verwijderd tot de streefwaarde. Het verwijderen van kwik uit het grondwater wordt dan ook als technisch niet haalbaar beschouwd. Voor de kostenraming is vooralsnog uitgegaan van de saneringsduren, gebaseerd op de verwijdering van naftaleen.

Eventueel kan na het stopzetten van de sanering noordelijk van de Tunnelweg (na 1,5 jaar) het debiet van de onttrekking zuidelijk ervan worden verhoogd, om het saneringsverloop te versnellen. Daarvoor is een afstemming met de saneringen in de omgeving nodig (zie ook paragraaf 5.5.5).

5.5.3 Concentraties

Bij het inschatten van de concentraties in het opgepompte grondwater is aangenomen dat de verdunningsfactor 3 bedraagt, vanwege het aantrekken van minder verontreinigd water.

Tabel 5.6 Sanering grondwater: beginconcentratie en vracht opgepompte water

pluim	debiet (m^3/dag)	concentratie (μg/l)	vracht (g/dag)
zuidelijk van Tunnelweg	400		
- naftaleen		300	120
- aromaten		5	2
- fenolen		5	2
- Hg		2	1
noordelijk van Tunnelweg	400		
- naftaleen		-	-
- aromaten		1	0,4
- fenolen		0,5	0,2
- Hg		0,5	0,2

Uit tabel 5.6 blijkt dat zuidelijk van de Tunnelweg de beginconcentratie naftaleen in het opgepompte water wordt geschat op circa 300 μg/l, met een beginvracht van circa 120 g/dag. De concentratie aromaten, fenolen en Hg wordt geschat op enkele μg/l en een vracht van enkele grammen per dag.

Noordelijk van de Tunnelweg zullen de concentratie aromaten, fenolen en Hg in de orde van 1 μg/l liggen, met vrachten in de orde van 0,1 à 0,5 g/dag.

Er wordt geen arseen of chroom boven de streefwaarde verwacht in het opgepompte grondwater.

5.5.4 Monitoring

In de kostenraming is ervan uitgegaan dat jaarlijks bemonstering en analyse plaatsvindt van 5 peilbuizen (gedurende 6 jaar). Verder is uitgegaan van maandelijkse bemonstering en analyse van het in- en effluent van de zuivering.

5.5.5 Invloed op de omgeving

In de directe omgeving van het "van Swaay" terrein zijn andere terreinen aanwezig, die eveneens zijn verontreinigd en waarvoor saneringsplannen zijn ontwikkeld (met name "van Mameren" en de voormalige gasfabriek). Het is denkbaar dat de saneringsmaatregelen voor de verschillende terreinen elkaar beïnvloeden, zodat het zinvol is de maatregelen en de fasering op elkaar af te stemmen.

Er is een eenvoudige modelberekening uitgevoerd met het programma TRIFLO, om een eerste indruk te krijgen van de samenhang tussen de voorgestelde maatregelen en de plannen voor de lokaties Van Mameren en de gasfabriek. Een gedetailleerde modellering van het relevante gebied valt buiten het kader van dit saneringsonderzoek.

Het probleem is daarom sterk geschematiseerd:
- er is alleen gekeken naar het bovenste watervoerende pakket (freatisch). Dit houdt in, dat de stroming door de scheidende laag is verwaarloosd, evenals de onttrekking van het pompstation Nieuwe Markt uit het diepere watervoerende pakket;
- er is uitgegaan van de natuurlijke stroming, zoals die op de onderzoekslokatie is door stijghoogte-metingen is vastgesteld (1 okt. 1992: verhang 0,0005 m/m, snelheid 18 m/jaar, hoek 77° ten opzichte van Oost). Uit stijghoogtemetingen bij het gasfabrieksterrein blijkt, dat bij hoge Waalstanden sprake is van een stroming in zuidelijke richting. Dit treedt evenwel op gedurende minder dan de helft van het jaar, zodat er netto sprake is van een stroming in noordelijke richting. Mogelijk is de netto snelheid dan wat kleiner dan 18 m/jaar, zodat de beschouwde situatie een "worst case" is. De verspreiding van de verontreiniging bij "van Mameren" duidt op een stromingsrichting 120° ten opzichte van Oost;
- er zijn geen andere onttrekkingen beschouwd dan de betreffende saneringsonttrekkingen:
  . "Van Mameren": 2 putten van 360 m^3/dag en twee putten van 240 m^3/dag;
  . voormalige gasfabrieksterrein: netto onttrekking 288 m^3/dag;
  . "van Swaay": 2 putten van 400 m^3/dag.

Het berekeningsresultaat in de vorm van stroombanen is weergegeven in bijlage 12. Daaruit blijkt dat er rond de saneringsonttrekkingen sprake is van een vrijwel radiaal stromingspatroon. Op grotere afstand wordt vooral water uit zuidelijke richting aangetrokken. Opgemerkt wordt dat de onttrekkingen op het "van Mameren"-terrein wel in de modellering zijn meegenomen, maar niet in de tekening van bijlage 12 zichtbaar zijn (vallen buiten aangegeven deel van het assenstelsel).

De onttrekking van het gasfabrieksterrein beheerst nog wel de olieverontreiniging onder het postkantoor, maar het intrekgebied van de deepwell op het noordelijke terreindeel van "van Swaay" ligt op geringe afstand (10 à 20 m). Een groter saneringsdebiet zal de verontreiniging onder het postkantoor wellicht aantrekken.

Het aantrekken van gasfabrieksverontreinigingen kan niet worden uitgesloten. Aanbevolen wordt bij keuze voor deze variant in de saneringsplanfase hieraan aandacht te besteden, opdat de maatregelen onderling op elkaar kunnen worden afgestemd.

5.6 Grondwaterzuivering

5.6.1 Waterkwaliteit en -kwantiteit

In tabel 5.6 zijn de uitgangspunten met betrekking tot de duur, het debiet en de concentratie aan verontreinigingen in het vrijkomende grondwater tijdens de bemaling en de grondwatersanering weergegeven. De gegevens zijn gebaseerd op de tabellen 5.3, 5.5 en 5.6.

Tabel 5.6 Uitgangspunten grondwaterzuivering (< = kleiner dan detectiegrens)

parameter	bemaling	grondwater-sanering	
		Noord	Zuid
duur	2-21 dagen per vak	1.5 jaar	6 jaar
debiet	30-240 m^3/uur	17 m^3/uur	17 m^3/uur
verontreiniging	maximaal (μg/l)	aanvang (μg/l)	aanvang (μg/l)
naftaleen	5-4000	<	300
aromaten	<	1	5
fenolen	<	0,5	5
kwik	0.1-3	0,5	2

Gegevens met betrekking tot de macroparameters van het grondwater zijn weergegeven in tabel 5.7. Deze macroparameters zijn gebaseerd op twee analyses (peilbuizen 13 en 1311, d.d. 31 januari 1995).

Tabel 5.7 Macroparameters grondwater in peilbuizen 13 en 1311, d.d. 31 januari 1995

parameter	gehalte
CZV	5-13 mgO_2/l
pH	6.1-6.6
geleidbaarheid	232-800 μg/l
bicarbonaat (HCO_3^-)	2.3 meq/l
carbonaat (CO_3^{2-})	<0.1 meq/l
stikstof (Kjeldahl-N)	<0.5 mg N/l
sulfaat (SO_4^{2-})	16-160 mg SO_4/l
ijzer (Fe)	55-430 μg/l
mangaan (Mn)	2-2700 μg/l
calcium (Ca)	34000-70000 μg/l
magnesium (Mg)	3100-15000 μg/l

Uit tabel 5.7 blijkt het CZV-gehalte relatief laag is en de verwachting is dat het bemalingswater en het grondwater geen andere organische verbindingen (bijvoorbeeld humus) bevatten dan de aangetroffen organische micro verontreinigingen. De hardheid van het grondwater is relatief gering, evenals het ijzer- en mangaangehalte.

5.6.2 Lozingsmogelijkheden en -eisen

Uit telefonisch contact met de gemeente Nijmegen is gebleken dat de maximale capaciteit van de riolering 75 m^3/uur bedraagt, hetgeen van toepassing is voor kortdurende onttrekkingen (bemaling). Voor langduriger onttrekkingen geldt een lagere capaciteit. Het saneringsdebiet van circa 35 m^3/uur is echter nog acceptabel.

Eén en ander houdt in dat voor bemalingsdebieten groter dan 75 m^3/uur voor het surplus een andere afvoerbestemming dan het riool moet worden gezocht. Uitgegaan is van lozing op het oppervlaktewater (Waal).

Lozing op riool

Voor lozing op riool van (gezuiverd) grondwater op het riool stelt het zuiveringsschap Rivierenland bepaalde randvoorwaarden:

- de te stellen effluenteisen zijn afhankelijk van de soort verontreiniging en de omvang van de vracht;
- "zwarte lijst"-stoffen moeten met de best-bestaande techniek worden verwijderd;
- "grijze lijst"-stoffen moeten met de best-uitvoerbare techniek worden verwijderd;
- voor lozing op riool wordt o.a. het CUWVO-rapport "Grondwaterbehandeling bij bodemsaneringen" gehanteerd, alsmede het eigen beleidsstandpunt.

Als richtlijn bij de keuze van een grondwaterzuiveringsinstallatie (gwzi) worden voor de organische micro-verontreinigingen de CUWVO-normen worden gehanteerd, tabel 5.8. Voor kwik wordt de streefwaarde (tabel 5.9) gehanteerd en bij overschrijding daarvan moet de best bestaande techniek worden toegepast om het kwik te verwijderen.

Tabel 5.8 Indicatieve lozingsnormen volgens CUWVO

verontreiniging	indicatieve lozingsnorm (µg/l)
kwik	4
naftaleen	40
aromaten	100
fenolen	50

Lozing op oppervlaktewater

Het opgepompte grondwater dat niet op het riool kan worden geloosd, kan eventueel worden geloosd op het oppervlaktewater, de Waal. Ten behoeve van dit saneringsonderzoek wordt uitgegaan dat de concentratie verontreiniging in het effluent van de grondwaterzuivering moet voldoen aan de streefwaarde voor oppervlaktewater of grondwater, zie tabel 5.9.

Tabel 5.9 **Streefwaarde voor de concentratie van de verontreinigingen in het oppervlakte- of grondwater, * = streefwaarde grondwater**

verontreiniging	streefwaarde (µg/l)
kwik (totaal)	0.2
naftaleen	0.1
aromaten (individueel)*	0.2
fenolen*	0.2

5.6.3 Systeemkeuze

Bemaling

De belangrijkste verontreinigingen in het bemalingswater zijn naftaleen en kwik. Voor de verwijdering van naftaleen en de andere organische micro verontreinigingen moet de best uitvoerbare techniek worden ingezet. Deze componenten zijn in principe met de volgende technieken te verwijderen:

1. biologische zuivering;
2. actieve-koolfiltratie;
3. luchtstrippen gevolgd door:
   - behandeling van de lucht met actieve kooladsorptie en
   - behandeling van het effluent van de stripper eventueel met actieve kool om de restconcentratie naftaleen te verwijderen.

De totale periode dat een grondwaterzuivering voor het bemalingswater zal moeten worden geplaatst bedraagt circa 5 weken binnen de bemalingsperiode van 13 weken. Het overige deel wordt grondwater onttrokken dat reeds voldoet aan de gestelde lozingseisen. Het onttrokken grondwater wordt zo veel mogelijk geloosd op het riool (75 m^3/u maximaal). Voorzieningen zullen getroffen moeten worden om het water te lozen op riool en het oppervlaktewater. De totale verwachte vracht naftaleen bedraagt 320 kg en de verwachte vracht kwik bedraagt 60 kg.

Vanwege het lage ijzergehalte in het opgepompte grondwater is het niet noodzakelijk bij het gekozen systeem ontijzering toe te passen.

Op basis van de macroparameters van het grondwater wordt geen kalkneerslag verwacht in de grondwaterzuivering.

Vanwege de korte periode van zuivering van het bemalingswater op naftaleen wordt gekozen voor zuivering met behulp van luchtstrippen. De stripperlucht wordt nabehandeld met actieve kool adsorptie.

Kwik is een zwarte lijst stof en zal in principe met de best bestaande techniek uit grondwater moeten worden verwijderd tot de streefwaarde. Het bemalingswater uit vak 2 (110 m^3/uur) bevat naar verwachting kwik in een concentratie boven de streefwaarde en dient derhalve met de best bestaande techniek te worden behandeld. Hiervoor zou ionenwisseling kunnen worden toegepast. Vanwege de verwachte speciatie van kwik in het grondwater als kwikhydroxide (aanvullend onderzoek naar de kwik-speciatie, R3124894.A01/JJS, Tauw Milieu bv) bestaat nog onduidelijkheid over de absorptie van kwik in de ionenwisselaar. Hoewel literatuur beschikbaar is waarin de verwijdering van kwik in proceswater tot 1 μg/l staat beschreven, is nader onderzoek (laboratoriumschaal) noodzakelijk om de toepasbaarheid van ionenwisseling bij deze kwikspeciatie en (lage) concentraties na te gaan.

Voor dit saneringsonderzoek wordt ervan uitgegaan dat het hele debiet (110 m^3/uur) in de ionenwisselaar wordt behandeld. Als bescherming van de ionenwisselaar tegen verstopping door slib zal een (handmatig) terugspoelbaar zandfilter worden voorgeschakeld.

Na afloop van de bemaling worden de strippers en het actieve kool filter verwijderd, terwijl de ionenwisselaar kan worden toegepast bij de grondwatersanering.

Voor een beschrijving van de technieken wordt verwezen naar bijlage 14.

Grondwatersanering

Ten behoeve van de grondwatersanering zal op twee lokaties grondwater worden onttrokken:
- de noordelijke lokatie, en
- de zuidelijke lokatie.

De concentraties verontreinigingen in het grondwater van de noordelijke lokatie zijn lager dan de CUWVO-norm. De concentratie kwik is hoger dan de streefwaarde en in dit saneringsonderzoek wordt uitgegaan dat de best bestaande techniek voor de verwijdering hiervan zal moeten worden toegepast. Ionenwisseling wordt hiervoor voorgesteld. De verwachte vracht kwik op de noordelijke lokatie wordt geschat op 37 g.

In het grondwater op het zuidelijke terreindeel worden hogere concentraties verontreinigingen (kwik en naftaleen) aangetroffen dan op de noordelijke lokatie. De concentratie naftaleen zal tijdens de grondwatersanering afnemen. De vracht naftaleen wordt geschat op 90 kg en kwik op 0.6 kg in circa 890.000 m^3 water gedurende 6 jaar onttrekking. Het grondwater zal gezuiverd moeten worden alvorens lozing op het riool. Vanwege de goede biologische afbreekbaarheid van naftaleen wordt voorgesteld om het grondwater te zuiveren met een bioreactor. Verwijderingsrendementen voor naftaleen van 99% zijn mogelijk met als gevolg dat biologische behandeling kan worden toegepast om de CUWVO-norm te realiseren. Kwik zal verwijderd moeten worden met behulp van ionenwisseling. De behandeling van het grondwater van de zuidelijke lokatie kan worden gecombineerd met het grondwater van het noordelijke terreindeel. Het gezamenlijk debiet bedraagt circa 35 m^3/uur. Voorgesteld wordt hiervoor de ionenwisselaar van de bemaling toe te passen. De capaciteit van de ionenwisseling is voldoende om de aangevoerde vracht kwik te absorberen.

5.6.4 Dimensionering

Voorgesteld wordt om het bemalingswater te zuiveren met twee parallel geschakelde strippers, met elk een debiet van 120 m^3/uur, zodat als vak 5 wordt ontgraven beide strippers in werking zijn en bij de andere ontgravingen slechts één stripper nodig is.

Het grondwaterzuiveringssysteem tijdens de **bemalingen** is opgebouwd uit de volgende onderdelen:

- influentbuffer inhoud 40 m^3
- strippers,
  - oppervlak per stripper 2,5 m^2
  - capaciteit per blower 12.000 Nm^3/u
- actieve kool adsorptie ten behoeve van behandeling van de striplucht
  - inhoud 11 m^3
- effluentbuffer inhoud 40 m^3
- actieve kool adsorptie ten behoeve van nabehandeling effluent stripper
  - inhoud 20 m^3

Voor de verwijdering van kwik uit het bemalingswater van vak 2 is een additionele zuivering met een ionenwisselaar noodzakelijk. Het debiet bedraagt 110 m^3/u en de te verwijderen vracht kwik wordt geschat op 56 gram.

- zandfilter
  - aantal 2
  - oppervlakte per zandfilter 3,6 m^2
- schoonwaterbuffer en terugspoelpomp
  - inhoud 20 m^3
- opvangbuffer
  - inhoud 20 m^3
- ionenwisseling inhoud 8,3 m^3
  - hydraulische verblijftijd 4,5 minuten.

Na afloop van de bemaling worden de strippers, het actieve koolfilter en één zandfilter verwijderd.

Tijdens de **grondwatersanering** zal het zuiveringssysteem bestaan uit:

* zuidelijk terreindeel

- biofilmreactor	inhoud	6 m^3
	hydraulische verblijftijd	20 minuten.

* noordelijk terreindeel en effluent biofilmreactor

- zandfilter		
	oppervlakte	3,6 m^2
- schoonwaterbuffer en terugspoelpomp		
	inhoud	20 m^3
- opvangbuffer		
	inhoud	20 m^3
- ionenwisselaar	inhoud	2,5 m^3

Hierbij wordt ervan uitgegaan dat de deepwells om het grondwater te onttrekken een voldoende opvoerhoogte hebben om de grondwaterzuivering te voeden. Het ijzergehalte is gering en de verwachting is dat de slibproduktie minimaal is.

5.7 Uitvoeringsaspecten

5.7.1 Inrichting werkterrein

Bij de uitvoering van de saneringswerkzaamheden dienen een aantal extra maatregelen genomen te worden, namelijk:
- aanbrengen wasplaats;
- inrichten gronddepots voor tussenopslag.

5.7.2 Vergunningen

Tijdens de grondsanering zullen de volgende vergunningen benodigd zijn:
- ontheffing in het kader van de PMG (Provinciale Milieuverordening Gelderland);
- BAGA-ontheffing;
- kapvergunning.

Ten behoeve van de grondwateronttrekking zal rekening gehouden moeten worden met:
- aansluitvergunning riolering;
- onttrekkingsvergunning;
- lozingsvergunning;
- Wet Milieubeheer vergunning (zuiveringsinstallatie).

Tenslotte dient rekening te worden gehouden met randvoorwaarden gesteld door de Nederlandse Spoorwegen (NS), daar een deel van het terrein eigendom is van de NS en de werkzaamheden zich binnen het invloedsgebied van de spoorlijn bevinden. De eigendomssituatie is bijgevoegd als bijlage 18.

5.7.3 Arbeidshygiëne en veiligheid

Op de lokatie zijn in de grond en het grondwater verontreinigingen met voornamelijk PAK en kwik aangetoond. Vanwege de aard van de verontreinigingen kan opname in het lichaam plaatsvinden door:
- inhalatie van zwevende stofdeeltjes en/of opgewaaid stof en organische dampen;
- ingestie van bodemdeeltjes via luchtwegen (secundaire ingestie) of via hand-mond-contact.

Op basis van de maximaal aangetroffen concentraties in de grond kan een inschatting worden gemaakt van het gezondheidsrisico op de werkplek. In het concept-P-blad "Werken met verontreinigde grond", (p 174) uitgegeven door de Arbeidsinspectie, is een rekenmethode gegeven om te komen tot een indeling in veiligheidsklassen (T-klasse voor toxiciteitsrisico en F-klasse voor explosierisico).

In tabel 5.10 zijn de maximum concentraties aangegeven in de grond en het grondwater van de verontreinigingen waarvoor uit arbeidshygiënisch oogpunt risico's bestaan, en de voorlopige veiligheidsklassen.

Tabel 5.10 Maximaal aangetroffen concentraties en voorlopige veiligheidsklassen

Stof	maximum concentratie grond (mg/kg d.s.)	maximum concentratie grondwater (mg/kg d.s.)	T-klasse	F-klasse
PAK	960	5.300	2T	
naftaleen		13.000		evt. 1F
kwik	540	1,3	2T	

Geconcludeerd wordt dat vanwege het voorkomen van PAK en kwik in de grond de **voorlopige** veiligheidsklasse is vastgesteld op 2T. Deze veiligheidsklasse is van toepassing op de ontgravingswerkzaamheden en de werkzaamheden voor het aanbrengen van het grondwateronttrekkingssysteem.

Gezien de stofeigenschappen van PAK en kwik is de F-klasse niet van toepassing. Overwogen kan worden vanwege de aanwezigheid van hoge concentraties naftaleen in het grondwater ook maatregelen uit 1F van toepassing te verklaren.

Voor een volledige beschrijving van de te nemen maatregelen wordt verwezen naar het voornoemde publicatieblad van de arbeidsinspectie en de standaard RAW-bepalingen 1990 (hoofdstuk 17).

5.8 Kostenraming

De kostenraming is uitgewerkt in bijlage 16. Bij het opstellen van deze kostenraming zijn de volgende uitgangspunten gehanteerd:
- duur grondsanering 1,5 jaar;
- duur grondwatersanering: 6 jaar;
- verwerkingskosten van reinigbare vrijkomende grond volgens prijzen SCG;
- de transportkosten van de verontreinigde grond zijn vooralsnog geraamd op f 15,= per ton;
- onderscheid is gemaakt naar eenmalige, jaarlijkse en gekapitaliseerde kosten. Hierbij is uitgegaan van een effectieve rente van 4,5 %.

De kosten voor de maatregelen met betrekking tot de Tunnelweg (opbreken en omleidingen), het spoorlijntje op het terrein (verwijderen en opnieuw aanleggen) en het trafohuis zijn vooralsnog niet uitgewerkt en derhalve als P.M. post opgenomen in de kostenraming.

6 VARIANT 2 (LEEFLAAG-VARIANT)

6.1 Doel van de maatregelen

De uitvoering van het IBC-alternatief heeft tot gevolg, dat de functionele eigenschappen van de bodem niet worden hersteld.
De IBC-maatregelen dienen tot gevolg te hebben dat:
- de blootstelling van de mens aan verontreinigde stoffen op de lokatie tenminste beneden het maximaal toelaatbare risiconiveau (MTR) wordt gebracht;
- verspreiding van de verontreinigde stoffen wordt tegengegaan.

De gekozen IBC-maatregelen zijn sober en doelmatig.

De volgende maatregelen worden uitgevoerd:
- isolatie in de vorm van een bovenafdekking, dat wil zeggen:
  - het aanbrengen of handhaven van een verharding ter plaatse van wegen en trottoirs;
  - het daar waar mogelijk aanbrengen van een leeflaag op het huidige maaiveld. Op de rest van het te isoleren gebied wordt de leeflaag ingegraven;
- eventueel treffen van aanvullende maatregelen ter plaatse van:
  - drinkwaterleiding;
  - oude riolering;
  - kruipruimten;
  - tuinen;
  - kabels en leidingen;
- isolatie verontreinigd grondwater.

6.2 Isolatiemaatregelen grondverontreiniging

6.2.1 Ontwerp leeflaag

Een leeflaag waarbij enig gebruik mogelijk is dient een zodanige samenstelling en dikte te hebben dat contact met verontreinigende stoffen blijvend kan worden voorkomen. Hiermee worden risico's voor blootstelling van mens en dier op de lokatie geminimaliseerd.

Om alle blootstellingsrisico's te voorkomen dienen de relevante transportroutes te worden onderbroken door middel van de aanleg van een leeflaag. De volgende transportroutes worden onderscheiden:
1. direct contact;
2. transport in de waterfase door capillaire opstijging;
3. transport in de gasfase door uitdamping;
4. opname door planten;
5. permeatie van leidingen;
6. transport door vergraving van grond.

Het direct contact wordt voorkomen door de aanwezigheid van de schone leeflaag. Transport in de gasfase door uitdamping is niet van toepassing gezien het feit dat de componenten niet of nauwelijks vluchtig zijn.

Met transport van verontreinigingen via capillaire opstijging van water hoeft geen rekening te worden gehouden omdat het grondwaterniveau zich ver beneden maaiveld bevindt (5 - 6 m -mv).

Opname door planten, permeatie van leidingen en transport door vergraving van grond dient te worden voorkomen door adequate gebruiksbeperkingen op te leggen.

Uitgaande van normaal gebruik van de lokatie kan een leeflaagdikte van 1,0 meter worden gehanteerd. Onder eventuele bebouwing dient rekening te worden gehouden met een leeflaagdikte van 0,5 m. Deze uitgangspunten zijn gebaseerd op het "Beslismodel Systeemkeuze Bodemsanering".

Er wordt voorgesteld om de leeflaag gemiddeld als volgt uit te voeren:
- 0 tot 0,3 m -mv: teelaarde of zand (afhankelijk van functie);
- 0,3 tot 0,8 m -mv: zand;
- 0,8 tot 1,0 m -mv: schraal zand (ten behoeve van textuursprong).

6.2.2 Aanbrengen leeflaag en fasering

In bijlage 10 zijn de isolatiemaatregelen voor de grondverontreinigingen aangegeven. Hierbij is onderscheid gemaakt in het aanbrengen van de leeflaag op het maaiveld, het ingraven van de leeflaag en het aanbrengen/instandhouden van aanwezige verharding.

Ter plaatse van de Tunnelweg wordt geen leeflaag aangebracht omdat hier aaneengesloten verharding aanwezig is (asfalt). De verharding van de parkeerplaats van Vissers Meubelen bestaat uit klinkers. Daar deze verharding niet aaneengesloten is, wordt hieronder wel een leeflaag aangebracht.

Tenslotte wordt opgemerkt dat voor het aanbrengen van de leeflaag niet wordt uitgegaan van de sloop van bebouwing. Er is ten behoeve van een sobere en doelmatige uitvoering uitgegaan van fasering van de maatregelen, waarbij de leeflaag onder de huidige bebouwing wordt aangebracht op het moment dat deze bebouwing om andere redenen dan de grondsanering wordt verwijderd. Dit is milieuhygiënisch verantwoord daar geen sprake is van directe contactmogelijkheden met de verontreiniging. Daarnaast is ook in geval van contactmogelijkheden de blootstelling beneden het Maximaal Toelaatbaar Risiconiveau.

6.2.3 Grondhoeveelheden en verwerking

Vanwege het plaatselijk ingraven van de leeflaag komt bij uitvoering van deze maatregelen 20.000 m^3 verontreinigde grond vrij welke zal worden afgevoerd. Hiervan is circa 10.000 m^3 afkomstig uit het spoortalud. Hierbij is uitgegaan van een taludhoogte van 10 m, helling 1:1,5 over een lengte van 500 m. Om deze hoeveelheid exacter te kunnen berekenen is het noodzakelijk een aantal dwarsprofielen met betrekking tot de hoogteligging over de lokatie vast te stellen. In geval van keuze voor deze maatregelen dient dit in de saneringsplanfase te worden uitgevoerd.

De partij-indeling is weergegeven in tabel 6.1.

Tabel 6.1 Verwerking vrijkomende grond

Partijnummer	Omschrijving partij	Klasse	Hoeveelheid	
			(vaste m^3)	(ton)
3	PAK en/of kwik (<I)	<I	6.200	10.500
4	Grond met PAK en/of kwik (>I en <BAGA)	>I	6.200	10.500
5	Grond met PAK en/of kwik (>BAGA)	>I	7.600	13.000
totaal	Grond		20.000	34.000

>I : grondconcentratie(s) groter dan de interventiewaarde
BAGA : Besluit Aanwijzing Gevaarlijk Afvalstoffen (d.d. 30 november 1993) bedraagt voor de individuele PAK naftaleen, anthraceen, en fenanthreen 50 mg/kg d.s.. Daarnaast dient de som van de overige PAK(10)Leidraad te worden getoetst aan 50 mg/kg d.s.

Voor het plaatselijk ingegraven is 20.000 m^3 aanvulgrond nodig (vaste m^3). Verder dient een oppervlakte van circa 15.000 m^2 met 1 m te worden opgehoogd, waarvoor 15.000 m^3 (vast) aanvulgrond noodzakelijk is. De totale hoeveelheid aanvulgrond bedraagt derhalve 35.000 m^3 (vast).

6.3 Grondwaterbeheersing

6.3.1 Uitgangspunten

Daar grondverontreinigingen achterblijven, zal sprake zijn van een continue nalevering van verontreinigingen naar het grondwater. Onder deze omstandigheden dient de grondwaterverontreiniging eeuwigdurend geïsoleerd te worden.

Door middel van een gerichte grondwateronttrekking wordt met een minimaal debiet voorkomen dat de grondwaterverontreiniging zich verder verspreidt. Om te voorkomen dat de gehaltes in de vuiltong op termijn gaan toenemen, verdient een aparte beheersing van de haard en het verspreidingsgebied van de verontreinigingen aanbeveling.

Voor een beheersing van de verontreinigingen in het freatisch pakket dient aan twee voorwaarden te worden voldaan:
- voorkomen van verspreiding in horizontale richting;
- voorkomen van verspreiding in verticale richting, door de scheidende laag heen, naar het watervoerend pakket.

6.3.2 Beheersing in horizontale richting

Ontwerp

Er is sprake van een gebied met concentraties groter dan 1000 µg/l (de "haard"), met benedenstrooms daarvan gelegen een gebied met concentraties tussen 0 en 100 µg/l naftaleen (het "front").

De minimale variant is om een beheersput te plaatsen aan het "front" noordelijk van de Tunnelweg, met een debiet zodanig, dat de S-contour wordt beheerst. Dit betekent evenwel dat de pluim met hoge concentraties zich nog over een afstand van ca. 250 m kan verplaatsen.
In een tweede variant worden twee beheersputten geplaatst, Namelijk een aan het "front" en een in de "haard" van de verontreiniging. Daarmee wordt voorkomen, dat de pluim met hoge concentraties zich over grotere afstand verplaatst.

De beheersdebieten zijn berekend met het programma TRIFLO.
De resultaten van de berekeningen zijn aangegeven in tabel 6.2.

Tabel 6.2 Beheersing grondwater: breedte pluim en beheersdebiet

pluim	breedte (m)	beheers-debiet (m^3/dag)
1 deepwell	80	80 (3,3)
2 deepwells - front - haard	 80 30	 80 (3,3) 40 (1,7)

Uit tabel blijkt, dat het gaat om een te beheersen verontreiniging met een breedte van 80 m loodrecht op de stromingsrichting van het grondwater. Het sterker verontreinigde gebied heeft een breedte van circa 30 m. Afhankelijk van de variant zijn voor de beheersing 1 of 2 deepwells nodig met een debiet van 80 à 120 m^3/-dag.

Concentraties

De concentraties in het opgepompte water zijn op dezelfde wijze berekend als de concentraties bij de grondwatersanering. In tabel 6.3 zijn concentraties en vrachten voor naftaleen, aromaten, fenolen en Hg gegeven.

Tabel 6.3 Beheersing grondwater: Beginconcentratie en vracht opgepompte water

variant	debiet	naftaleen		aromaten (tolueen)		fenol		Hg	
	(m^3/dag)	(μg/l)	(g/dag)	(μg/l)	(g/dag)	(μg/l)	(g/dag)	(μg/l)	(g/dag)
1 deepwell	80	<	<	1	0,08	0,5	0,04	0,5	0,04
2 deepwells									
- front	80	<	<	1	0,08	0,5	0,04	0,5	0,04
- haard	40	2.000	80	30	1,2	10	0,4	2	0,08

In de variant met 1 deepwell worden aanvankelijk concentraties in de orde van enkele μg/l opgepompt. Na verloop van tijd (tientallen jaren) zijn hogere concentraties te verwachten, namelijk in de orde van 2.000 μg/l naftaleen.

In de variant met twee deepwells worden met de put in de "haard" direct hogere concentraties en vrachten opgepompt (circa 80 g/dag). Gezien de grotere doelmatigheid is gekozen voor de variant met twee deepwells.

6.3.3 Beheersen in verticale richting

Uit stijghoogtemetingen blijkt, dat het peil in het diepere pakket ca. 0,15 m a 0,30 m lager is dan in het bovenste pakket. Bij een c-waarde van 400 dagen betekent dit een neerwaartse flux van 0,14 à 0,28 m/jaar. Om verplaatsing van verontreiniging door de scheidende laag te voorkomen, moet de neerwaartse flux worden afgevangen. Voor het sterker verontreinigde gebied betekent dit een debiet van 900 à 1.800 m^3/jaar = 2,5 à 5 m^3/dag. Ditzelfde geldt ook voor de verontreinigingen noordelijk van de Tunnelweg. Met de twee onttrekkingen voor de beheersing in horizontale richting, wordt ook een verdere verplaatsing door de scheidende laag tegengegaan.

6.3.4 Invloed op de omgeving

Analoog aan de gevolgde methode in paragraaf 5.5.5 zijn modelberekeningen uitgevoerd met het programma TRIFLO.

De belangrijkste invoerparameters zijn:

k = doorlaatfactor bovenste pakket	35 m/dag
D = dikte bovenste pakket	14 m
i = verhang stijghoogte bovenste pakket	0,0005 m/m
a = richting natuurlijke grondwaterstroming	77° ten opzichte van oost

De resultaten zijn in de vorm van stroombanen en reistijden weergegeven in bijlage 13. Daaruit blijkt, dat de zuidelijke en de noordelijke beheersput respectievelijk het sterker verontreinigde en het minder sterk verontreinigde gebied beheersen.
De onttrekking op het gasfabrieksterrein beheerst de verontreiniging onder het postkantoor en heeft tevens een sanerende werking op genoemde vlek.

Op basis van de modellering beïnvloeden de onttrekkingen elkaar niet. Aanbevolen wordt echter dit in de saneringsplanfase te controleren.

6.4 Grondwaterzuivering

6.4.1 Waterkwaliteit- en kwantiteit

De beheersing van de verontreiniging in horizontale en verticale richting wordt voorgesteld door het onttrekken van grondwater op twee plaatsen:
1. front, debiet 45 m^3/dag;
2. haard, debiet 85 m^3/dag.

In tabel 6.4 zijn de uitgangspunten met betrekking tot de duur, het debiet en de concentratie aan verontreinigingen in het vrijkomende grondwater tijdens de beheersing weergegeven die zijn gebaseerd op tabel 6.3.

Tabel 6.4 **Uitgangspunten grondwaterzuivering ten behoeve van de behandeling van grondwater dat vrijkomt tijdens de beheersing, (< = < dan de detectiegrens, * = streefwaarde)**

parameter	beheersing haard	front	lozingseisen (CUWVO en BBT*)
duur	oneindig	oneindig	
debiet	45 m^3/d	85 m^3/d	
verontreiniging	(µg/l)	(µg/l)	(µg/l)
naftaleen	2000	<	40
aromaten	30	1	100
fenolen	10	0.5	50
kwik	2	0.5	0.2*

Uit tabel 6.4 blijkt dat kwik op beide lokaties boven de streefwaarde ligt en het onttrokken grondwater zal met de best bestaande techniek moeten worden behandeld. Hiervoor dient een ionenwisselaar te worden toegepast. Per jaar zal ca. 50 g kwik uit de haard en het front worden onttrokken.

Het onttrekkingswater uit de haard zal gezuiverd moeten worden vanwege het gehalte naftaleen. Hiervoor kan een biofilmreactor worden toegepast. De verwachting is dat de concentratie verontreiniging in de haard in de tijd gelijk zal blijven. Door de onttrekking in de haard zal de concentratie in het grondwater uit het front laag blijven.

Gegevens met betrekking tot de macroparameters van het grondwater zijn weergegeven in tabel 5.7 (hoofdstuk 5).

6.4.2 Lozingsmogelijkheden

In dit stadium van het onderzoek wordt ervan uitgegaan dat lozing van het vrijkomende water zal plaatsvinden op het riool. Voor lozing van grondwater op het riool wordt met betrekking tot de organische micro-verontreinigingen uitgegaan van de lozingseisen volgens CUWVO, zie tabel 6.4. Kwik zal met de best bestaande techniek uit het grondwater moeten worden verwijderd.

6.4.3 Systeemkeuze en globale dimensionering

De belangrijkste verontreinigingen zijn kwik en naftaleen. Naftaleen is goed biologisch afbreekbaar en daarom wordt voorgesteld om een biologische waterzuivering toe te passen om het onttrokken grondwater uit de haard (45 m^3/d) te behandelen. Vrijwel alle organische micro verontreinigingen worden in de bioreactor voor het overgrote deel verwijderd. Kwik zal moeten worden verwijderd uit het grondwater van de haard en het front (130 m^3/d) met de best bestaande techniek, waarvoor ionenwisseling wordt toegepast. Voor de mogelijke zuiveringssystemen wordt verwezen naar paragraaf 5.6.3.

Het grondwaterzuiveringssysteem is opgebouwd uit de volgende onderdelen:

- biofilmreactor	inhoud	2 m^3
	hydraulische verblijftijd	60 min
- ionenwisseling	inhoud	500 l
	hydraulische verblijftijd	5.5 min

Hierbij wordt verwacht dat de belading van de ionenwisselaar voor kwik vanwege de relatief geringe jaarlijkse vracht kwik voldoende zodat de ionenwisselaar niet tussentijds behoeft te worden geregeneerd. Onbekend is hoe de ionenwisselaar gedurende de looptijd van de beheersing zich zal gedragen en of de ionenwisselaar als gevolg van degeneratie tussentijds zal moeten worden vervangen. Voor de kostenraming is uitgegaan van het één keer per vijf jaar vervangen van het hars.

6.5 Uitvoeringsaspecten

6.5.1 Inrichting werkterrein

Bij de uitvoering van de saneringswerkzaamheden dienen een aantal extra maatregelen genomen te worden, namelijk:
- aanbrengen wasplaats;
- inrichten gronddepots voor tussenopslag.

6.5.2 Vergunningen

Tijdens de grondsanering zullen de volgende vergunningen benodigd zijn:
- ontheffing in het kader van de Provinciale Milieuverordening Gelderland;
- BAGA-ontheffing;
- kapvergunning;
- ontgrondingsvergunning ten behoeve van gedeeltelijke ophoging van de lokatie.

Ten behoeve van de grondwateronttrekking zal rekening gehouden moeten worden met:
- aansluitvergunning riolering;
- onttrekkingsvergunning;
- lozingsvergunning;
- Wet Milieubeheer vergunning (zuiveringsinstallatie).

Tenslotte dient rekening te worden gehouden met randvoorwaarden gesteld door de Nederlandse Spoorwegen (NS), daar een deel van het terrein eigendom is van de NS en de werkzaamheden zich binnen het invloedsgebied van de spoorlijn bevinden. De praktische invulling van het aanbrengen van de leeflaag in het spoortalud is nog niet uitgewerkt. Dit dient in een eventuele planfase in overleg met de NS te worden uitgewerkt.

6.5.3 Arbeidshygiëne en veiligheid

Op de lokatie zijn in de grond en het grondwater verontreinigingen met voornamelijk PAK en kwik aangetoond. De hoogst waargenomen concentraties zoals deze bij de multifunctionele variant zijn aangegeven (paragraaf 5.7.3) komen voor in de toplaag welke plaatselijk ontgraven dient te worden. Derhalve wordt voor deze variant, analoog aan variant 1 uitgegaan van indeling in klasse 2T.

6.6 Nazorg

Omdat bij deze variant niet gestreefd wordt naar verwijdering van alle verontreinigingen dient nazorg plaats te vinden. Regelingen met betrekking tot de beheersing en de controle in de nazorgfase dienen te zijn opgenomen in een plan voor de nazorg, dat bij het saneringsplan dient te zijn gevoegd.

Deze nazorg houdt ondermeer in:
- controle van pompen, verlagingen, grondwaterkwaliteit en eventueel kwaliteit infiltratiewater;
- bediening en onderhoud van het onttrekkings- en zuiveringssysteem;
- meldingsplicht (bij wijziging van functie of gebruik);
- voorlichting (aan toekomstige gebruikers);
- milieutechnisch toezicht bij graafwerkzaamheden dieper dan de leeflaag;
- gebruiksbeperkingen van de grondeigenaren in de eigendomsakte;
- registratie van de verontreiniging.

6.7 Kostenraming

De kostenraming is uitgewerkt in bijlage 16. Bij het opstellen van deze kostenraming zijn de volgende uitgangspunten gehanteerd:
- de uitvoeringsduur van het aanbrengen van de leeflaag, de onttrekkingsmiddelen en de zuivering wordt geraamd op 40 weken. De uitvoeringsduur is echter ondermeer afhankelijk van de zijde van waaruit ontgraving van het spoortalud plaats kan vinden;
- verwerkingskosten van reinigbare vrijkomende grond volgens prijzen SCG;
- de transportkosten van de verontreinigde grond zijn afhankelijk van de bestemming, vooralsnog is uitgegaan van f 15,= per ton.
- onderscheid is gemaakt naar eenmalige, jaarlijkse en gekapitaliseerde kosten. Hierbij is uitgegaan van een effectieve rente van 4,5 %.

7 VARIANT 3 (IN SITU DEELVERWIJDERING)

7.1 Doel van de maatregelen

Het doel van deze variant is het creëren van een IBC-eindsituatie, waarbij door in situ deelverwijdering van de mobiele PAK-verontreiniging wordt gestreefd naar eindige grondwatermaatregelen ten behoeve van geohydrologische isolatie. Dit leidt tot een beter beheersbare eindsituatie (doelmatigheid) en mogelijk kostenbesparing (soberheid).

De volgende maatregelen worden uitgevoerd:
- bodemluchtonttrekking onverzadigde zone om de biologische afbraak van mobiele PAK te stimuleren;
- persluchtinjectie verzadigde zone om de biologische afbraak van mobiele PAK en andere afbreekbare verontreinigingen te stimuleren;
- isolatie in de vorm van een bovenafdekking volgens variant 2;
- (tijdelijke) isolatie verontreinigd grondwater.

7.2 In situ deelverwijdering

7.2.1 Biologische afbraak PAK-verbindingen

PAK is een verzamelnaam voor een grote groep verbindingen welke onderling sterk verschillen in oplosbaarheid, adsorptie aan de bodem en biologische afbreekbaarheid. Grofweg kunnen de PAK onderverdeeld worden in de volgende groepen:

- 2 ringen zoals	naftaleen
- 3 ringen zoals	antraceen en fenanthreen
- 4 ringen zoals	fluorantheen, benzo(a)antraceen en chryseen
- 5 ringen of meer zoals:	benzo(k)fluorantheen, benzo(a)pyreen, benzo(g,h,i)peryleen en indeno(1,2,3-c,d)pyreen

De oplosbaarheid van PAK neemt sterk af naarmate de PAK uit meer (benzeen) ringen bestaat en de adsorptie aan de bodem neemt sterk toe naarmate de PAK uit meer ringen bestaat. Gezien het feit dat de meeste micro-organismen de stoffen via de waterfase opnemen volgt hieruit dat de biologische afbraak eveneens sterk afneemt naarmate de PAK uit meer ringen bestaat. Zo zijn PAK met 2- en 3 ringen nog biologisch afbreekbaar echter de afbreekbaarheid van een PAK met 4 ringen en meer, staat sterk ter discussie. Het voordeel van biologische afbraak van PAK is dat nadat de sanering is beëindigd de restconcentraties aan PAK voornamelijk bestaan uit hogere PAK (meer ringen) welke zeer slecht oplosbaar zijn en dus nauwelijks mobiel.

Uit de literatuur blijkt dat de biologische afbraak van PAK voornamelijk onder aërobe omstandigheden plaatsvindt. Er is echter ook afbraak aangetoond onder denitrificerende omstandigheden waarbij NO_3 als alternatieve electronenacceptor fungeert in plaats van O_2. Onduidelijk hierbij is of O_2 noodzakelijk is voor de ringopening hetgeen in zou houden dat er altijd een spoor O_2 aanwezig moet zijn om de verdere afbraak met behulp van NO_3 te laten plaatsvinden.

Voor de uitwerking van de in situ variant zijn de PAK naftaleen, anthraceen, fenanthreen en fluorantheen als afbreekbare (lichte) PAK beschouwd.

7.2.2 Biologische afbraak overige verontreinigingen

De grondwaterverontreiniging met (lichte) PAK wordt vanwege de mate en omvang, bepalend gesteld voor het ontwerp en de dimensionering van het in situ systeem. Opgemerkt wordt dat de aromaten verontreiniging omvangrijker is. Het betreft echter met uitzondering van de peilbuizen 2 en 8 (bron mobiele PAK-verontreiniging) geringe streefwaarde overschrijdingen. Omdat de aromatenverontreinigingen buiten de bron beschouwd kunnen worden als achtergrondverontreinigingen, wordt hier verder geen rekening mee gehouden. Daarnaast komen nog andere organische verbindingen voor als fenolen en chloorfenolen. De concentraties waarin deze verbindingen voorkomen zijn veel geringer dan de PAK-concentraties. De fenolen en chloorfenolen worden als aëroob afbreekbaar beschouwd. Verwacht wordt dat de sanering van deze verbindingen, binnen de saneringsperiode gebaseerd op verwijdering van de sterkere PAK-verontreiniging, wordt gerealiseerd.

7.2.3 Lokatie in situ sanering

Gezien de doelstelling van de in situ sanering (het verwijderen van de mobiele (PAK) verontreinigingen die kunnen leiden of reeds hebben geleid tot een grondwaterverontreiniging) wordt bodemluchtextractie voorgesteld op zowel het noordelijk als het zuidelijk terreindeel.

Op het zuidelijk terreindeel zijn in de vakken 1, 3, 89 en 91 PAK-concentraties > 50 mg/kg d.s. waargenomen plaatselijk tot een diepte van 6 m -mv. De maximaal waargenomen PAK(10) concentratie bedraagt 670 mg/kg d.s.. Het aandeel lichte PAK bedraagt bij de waargenomen hoge concentraties 72 - 97 % van de totale PAK(10) concentratie. De PAK-verontreiniging in de grond reikt plaatselijk tot 15 m -mv. In de nabij gelegen peilbuizen 2, 8 en 10 zijn in het freatisch pakket naftaleen concentraties van 440 μg/l tot 12.000 μg/l aangetroffen. Deze naftaleenconcentraties bedragen ruim 90 % van de PAK(10) concentraties. In peilbuis 10 is op een diepte van circa 19 m -mv (net boven klei) nog een naftaleenconcentratie van 130 μg/l aangetoond. Daarnaast zijn in de peilbuizen 2 en 8 xylenen en fenolen aangetoond in concentraties van maximaal respectievelijk 125 μg/l en 30 μg/l. Andere afbreekbare componenten zijn in deze peilbuizen niet of in zeer lage concentraties aangetoond.

Op het noordelijk terreindeel zijn in de vakken 22 en 25 PAK-concentraties >50 mg/kg d.s. aangetoond tot een diepte van 3,5 m -mv. De maximale concentratie bedraagt 548 mg/kg d.s., waarvan 520 mg/kg d.s. lichte PAK. De grondverontreiniging (streefwaarde overschrijdingen) reikt hier tot 6 m -mv. In de nabij gelegen peilbuizen 4 en 13 zijn streefwaarde overschrijdingen waargenomen van PAK, benzeen, tolueen en pentachloorfenol. De uitloging van PAK uit de onverzadigde zone heeft hier in geringe mate geleid tot een grondwaterverontreiniging.

Gezien de verontreinigingssituatie van grond en grondwater wordt voorgesteld op het zuidelijk terreindeel de in situ maatregelen te betrekken op de grond- en grondwaterverontreiniging in de vakken 1 tot en met 7 en 83 tot en met 91. Op het noordelijk terreindeel zullen maatregelen worden getroffen ten behoeve van de grond- en geringe grondwaterverontreiniging in de vakken 22 en 25 (zie bijlage 1).

7.2.4 Ontwerp en dimensionering in situ systeem

Ontwerp

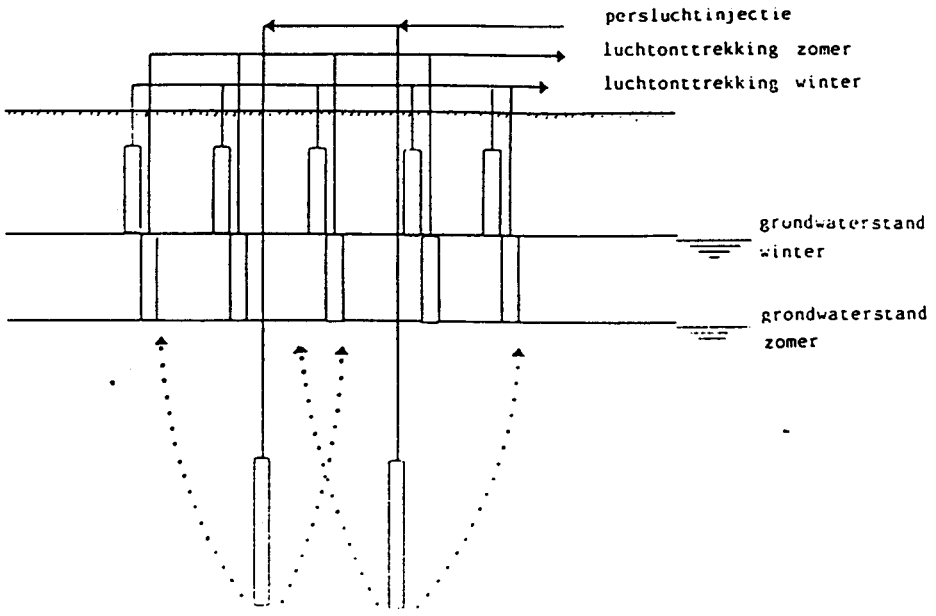
Vanwege de aanwezigheid van een grond- en grondwaterverontreiniging wordt voorgesteld op het zuidelijk en noordelijk terreindeel zowel bodemluchtextractiemiddelen aan te brengen als persluchtinjectiefilters.

Daar sprake is van een grondverontreiniging onder grondwaterniveau en een grondwaterverontreiniging worden persluchtinjectiefilters aangebracht. Op deze wijze wordt de verzadigde zone van zuurstof voorzien ten behoeve van biologische afbraak. Daarnaast treedt vervluchtiging op van de verontreinigingen. In de onverzadigde zone worden bodemluchtextractiemiddelen aangebracht ten behoeve van beluchting van de onverzadigde zone (stimulatie van de biologische afbraak van de lichte PAK in de grond) en het afvangen van vluchtige verontreinigingen uit de verzadigde zone. Vooralsnog wordt uitgegaan van het plaatsen van bodemluchtonttrekkingsfilters. In de planfase kan nog overwogen worden om drains toe te passen in plaats van filters. In het algemeen echter zijn filters flexibeler toe te passen.

Per bodemluchtonttrekkingspunt zal één filter tot de gemiddeld hoogste grondwaterstand (winterperiode) worden geplaatst en één filter tot de grondwaterstand in de zomerperiode. Op deze wijze kan de bodemluchtextractie in beide seizoenen doorgaan. Bovendien is de sanering van de tijdelijk verzadigde zone, welke in dit geval relatief sterk verontreinigd is, niet afhankelijk van één systeem, maar wordt zowel bodemluchtextractie als persluchtinjectie toegepast.

Verder zullen ten behoeve van PAK-afbraak in de tijdelijke en permanente verzadigde zone NO_3 en andere nutriënten worden toegevoegd.

Het ontwerp is weergegeven in figuur 7.1.



Figuur 7.1 Ontwerp in situ systeem

Dimensionering zuidelijk terreindeel

Voor het zuidelijk terreindeel wordt uitgegaan van 1 persluchtinjectiefilter tot circa 20 m -mv (boven de keileem), ter plaatse van de diepe grondwaterverontreiniging in vak 3. Daarnaast worden circa 15 persluchtinjectiefilters geplaatst tot circa 12 m -mv. Hierbij dient er rekening mee te worden gehouden dat circa 5 van deze filters in het spoortalud moeten worden geplaatst. Naar verwachting zal de effectieve invloedstraal van de persluchtinjectie op 12 m -mv circa 7 m bedragen.

De persluchtinjectiefilters zullen intermitterend in bedrijf worden gesteld om een zo optimaal mogelijke zuurstofinjectie te verkrijgen (voorkomen van stagnante zones). Uitgegaan wordt van een injectiedebiet van 50 m^3/uur per filter.

Op het zuidelijk terreindeel bedraagt de hoogste grondwaterstand circa 4 m -mv en de laagste grondwaterstand circa 5,5 m -mv. De filterstelling van de bodemluchtonttrekkingsfilters bedraagt derhalve 3-4 m -mv en 4,5 tot 5,5 m -mv.
Naar verwachting zijn circa 20 bodemluchtonttrekkingspunten noodzakelijk (invloedstraal 7,5 m).

Het onttrekkingsdebiet zal 50 m^3/uur per filter bedragen. Opgemerkt wordt dat niet alle filters tegelijkertijd in bedrijf zullen zijn. Er zal afstemming plaatsvinden met de persluchtinjectie. Bepalend is de voorwaarde dat de geïnjecteerde lucht door de bodemluchtextractie moet worden afgevangen.

Wanneer in de wintermaanden de ondiepe filters in gebruik zijn voor bodemluchtextractie, kunnen de diepe filters gebruikt worden voor het toevoegen van nitraat en nutriënten, waarbij tevens eventueel afbraak onder denitrificerende omstandigheden wordt gestimuleerd.

Dimensionering noordelijk terreindeel

Gezien de geringe omvang van de grondwaterverontreiniging (peilbuis 4), worden op dit terreindeel vier persluchtinjectiefilters geplaatst tot 12 m -mv.

Ten behoeve van verwijdering van de grondverontreiniging worden volgens het zelfde concept als beschreven bij het zuidelijk terreindeel, 6 bodemluchtextractiefilters geplaatst. Per bodemluchtonttrekkingspunt zullen filters worden geplaatst op een diepte van circa 5 en 6,5 m -mv.

De onttrekkings- en injectiedebieten zijn overeenkomstig het zuidelijk terreindeel.

7.2.5 Saneringsduur en eindwaarden

De duur van de in situ deelverwijdering wordt geschat op 3 à 5 jaar. Voor de kostenraming wordt uitgegaan van 5 jaar.

Naar verwachting zullen de PAK-concentraties in de grond worden teruggebracht tot circa 10 % van de aanvangsconcentratie. Een richtwaarde voor de eindconcentratie in de grond bedraagt 50 mg/kg d.s..

Met betrekking tot het grondwater wordt verwacht dat naftaleen kan worden verwijderd tot < 1 μg/l. Voor aromaten en (chloor)fenolen geldt een zelfde richtwaarde.

7.2.6 Invloed op de omgeving

De invloed op de omgeving als gevolg van de beheersonttrekking is beschreven bij variant 2. Daarnaast kenmerkt deze variant zich door onder andere persluchtinjectie. Als gevolg hiervan zal de grondwaterstand verhoogd worden. Daar deze verhoging echter plaatselijk binnen de vlek optreedt en niet continu (als gevolg van intermitterende injectie), worden geen nadelige effecten op de omgeving verwacht.

7.3 Luchtzuivering

Op basis van de maximale naftaleenconcentraties in grond en grondwater (respectievelijk circa 600 mg/kg d.s. en 13.000 μg/l) worden maximaal luchtconcentraties van 1 - 5 g/m^3 verwacht. Het aandeel van de overige componenten wordt ten opzichte van naftaleen verwaarloosbaar geacht.

Omdat de luchtconcentratie niet zal voldoen aan de NER-richtlijnen (norm 100 mg/m^3 wordt voorgesteld de onttrokken lucht te zuiveren met behulp van een compostfilter. Door luchtbehandeling in een compostfilter zal tevens stankoverlast tot een minimum worden beperkt.

7.4 Isolatiemaatregelen grondverontreiniging

Omdat de voorgestelde in situ maatregelen niet leiden tot volledige verwijdering van de PAK-verontreiniging en verwijdering van de kwikverontreiniging, zijn evenals bij variant 2 isolatiemaatregelen noodzakelijk. De in situ maatregelen worden derhalve gecombineerd met een leeflaag welke gedeeltelijk op het maaiveld wordt aangebracht en gedeeltelijk ingegraven (zie paragraaf 6.2.2.).

Bij het aanbrengen van de leeflaag komt circa 20.000 m^3 verontreinigde grond vrij. De totale hoeveelheid aan te voeren schone grond bedraagt 35.000 m^3 (vast). Voor verdere detailgegevens wordt verwezen naar variant 2 (paragraaf 6.2).

7.5 Grondwaterbeheersing

Om te voorkomen dat tijdens de persluchtinjectie verontreinigd grondwater afstroomt, wordt uitgegaan van een onttrekking volgens variant 2. Hiertoe vindt zowel op het zuidelijk als het noordelijk terreindeel grondwateronttrekking plaats van respectievelijk 45 m^3/dag en 85 m^3/dag. Deze onttrekking wordt als voldoende beschouwd voor horizontale en verticale beheersing.

Na afloop van de in situ deelverwijdering (3 à 5 jaar) zullen de mobiele organische componenten zijn verwijderd. De organische componenten zullen voor een groot deel verwijderd zijn door biologische afbraak. Daarnaast zal ook verwijdering van de mobiele kwikfractie zijn opgetreden als gevolg van de beheersonttrekking gedurende de in situ deelverwijdering.

Vanaf dat moment wordt uitgegaan van monitoring in plaats van geohydrologische isolatie van de (niet mobiele) grondwaterverontreiniging (scenario 1). Indien de resterende grondwaterverontreiniging toch mobiel blijkt te zijn, dient het beheerssysteem in bedrijf te blijven (scenario 2). Dit scenario verschilt van variant 2 doordat er van wordt uitgegaan dat (biologische) zuivering van het onttrokken grondwater, op organische componenten niet noodzakelijk is. Beide scenario's zijn in de kostenraming uitgewerkt.

7.6 Grondwaterzuivering

De grondwaterzuivering is vergelijkbaar met de zuivering van variant 2, daar de debieten en de lokaties van onttrekking gelijk zijn. Door in situ deelverwijdering zullen de concentraties afbreekbare componenten in het onttrokken grondwater op het zuidelijk terreindeel sneller afnemen dan bij variant 2. Omdat echter uit wordt gegaan van een biofilmreactor, zal dit gedurende de periode van de in situ sanering geen directe invloed op de kosten hebben. De zuiveringskosten na de periode van in situ sanering worden wel beïnvloed. Indien scenario 1 van toepassing is, kan na de in situ deelverwijdering, de eeuwigdurende grondwateronttrekking en daarmee grondwaterzuivering in zijn geheel achterwege blijven.

In geval van scenario 2 (eeuwigdurende onttrekking) zal door verwijdering van afbreekbare componenten, de biofilmreactor achterwege kunnen blijven.

7.7 Uitvoeringsaspecten

Afwijkend met betrekking tot variant 2 geldt dat een grote hoeveelheid onttrekkingsmiddelen dienen te worden aangebracht. Daar deze ook in het spoortalud noodzakelijk zijn, dient rekening te worden gehouden met randvoorwaarden gesteld door de Nederlandse Spoorwegen (NS). Vooralsnog wordt aangenomen dat het toegestaan is pulsboringen in het talud te verrichten.

7.8 Nazorg

Omdat bij deze variant niet gestreefd wordt naar verwijdering van alle verontreinigingen dient nazorg plaats te vinden. Regelingen met betrekking tot de beheersing en de controle in de nazorgfase dienen te zijn opgenomen in een plan voor de nazorg, dat bij het saneringsplan dient te zijn gevoegd.

Deze nazorg houdt ondermeer in:
- controle van pompen, verlagingen, grondwaterkwaliteit en eventueel kwaliteit infiltratiewater;
- bediening en onderhoud van het onttrekkings- en zuiveringssysteem;
- meldingsplicht (bij wijziging van functie of gebruik);
- voorlichting (aan toekomstige gebruikers);
- milieutechnisch toezicht bij graafwerkzaamheden dieper dan de leeflaag;
- gebruiksbeperkingen van de grondeigenaren in de eigendomsakte;
- registratie van de verontreiniging.

7.9 Kostenraming

De kostenraming is uitgewerkt in bijlage 16. Bij het opstellen van deze kostenraming zijn de volgende uitgangspunten gehanteerd:
- de uitvoeringsduur van het aanbrengen van de leeflaag, de onttrekkings- en injectiemiddelen en de zuivering wordt geraamd op 40 weken;
- verwerkingskosten van reinigbare vrijkomende grond volgens prijzen SCG;
- de transportkosten van de verontreinigde grond zijn afhankelijk van de bestemming, vooralsnog is uitgegaan van f 15,= per ton.
- onderscheid is gemaakt naar eenmalige, jaarlijkse en gekapitaliseerde kosten. Hierbij is uitgegaan van een effectieve rente van 4,5 %.

8 VARIANT 4 (RISICOGRENSWAARDE VARIANT)

8.1 Doel van de maatregelen

Het doel van deze variant is het creëren van een IBC-eindsituatie waarbij de actuele contactzone wordt gesaneerd tot een risicogrenswaarde gebaseerd op 0,3* MTR en gebaseerd op de toekomstige bestemming appartementen met openbaar groen. In technische zin betekent dit dat ter plaatse van overschrijding van de risicogrenswaarde in de actuele contactzone, een leeflaag wordt aangebracht. Daarnaast dient evenals voor andere IBC-varianten ongewenste verspreiding te worden voorkomen.

8.2 Isolatiemaatregelen grondverontreiniging

8.2.1 Toetsing risicogrenswaarden

Zoals bij de doelstelling van deze variant is aangegeven, zijn de risicogrenswaarden gebaseerd op 0,3 * MTR. Deze risicogrenswaarden zijn in verband met de geplande bestemming woningbouw met openbaar groen, gebaseerd op een kind als blootgestelde. Daarnaast is uitgegaan van een humus- en lutumgehalte van respectievelijk 1,5 en 2 %. De overige uitgangspunten voor vaststelling van deze risicogrenswaarden zijn conform de urgentiesystematiek. In tabel 8.1 zijn deze risicogrenswaarden weergegeven voor de relevante verontreinigingen.

Tabel 8.1 Risicogrenswaarden (mg/kg d.s.)

component	kwik	PAK(10)
risicogrenswaarde (mg/kg d.s.)	20	60

In bijlage 20 is aangegeven waar de risicogrenswaarden voor deze verontreinigingen worden overschreden. In eerste instantie is getoetst aan de risicogrenswaarde voor kwik, omdat voor vrijwel elk vak hiervan een analyseresultaat aanwezig is. In de tekening is aangegeven waar de kwikconcentratie in de actuele contactzone hoger is dan 20 mg/kg d.s. Uit het nader onderzoek fase 2 (Gemeente Nijmegen, mei 1991) blijkt dat sprake is van een relatief grote spreiding van de duplometingen van de kwikanalyses in grond. Reden hiervoor is het heterogeen voorkomen van kwik in de grond. Derhalve zijn in de tekening eveneens kwikconcentraties in de actuele contactzone aangegeven tussen 10 en 20 mg/kg d.s.. Bij het vaststellen van de lokatie van de leeflaag is voor deze vakken, afhankelijk van de historische activiteiten en de concentraties in omliggende vakken, eveneens een leeflaag overwogen. Tenslotte heeft toetsing aan de risicogrenswaarde voor PAK plaatsgevonden. Op basis hiervan is aanvullend op de kwiktoetsing alleen in vak 25 een leeflaag gepland. De keuze van de uiteindelijke leeflaaglokatie(s) is eveneens weergegeven in bijlage 20.

8.2.2 Ontwerp en aanleg leeflaag

Op de lokaties waar risicogrenswaarden in de actuele contactzone worden overschreden wordt een leeflaag aangebracht volgens variant 2. De leeflaagdikte bedraagt 1 m. Omdat een leeflaag over het gehele voormalige bedrijfsterrein niet noodzakelijk blijkt te zijn, wordt er in eerste instantie van uitgegaan dat de leeflaag wordt ingegraven. Daar geen leeflagen onder bebouwing noodzakelijk zijn, is geen sprake van fasering.

8.2.3 Grondhoeveelheden en verwerking

Vanwege het ingraven van de leeflaag komt bij uitvoering van deze maatregelen 14.000 m^3 verontreinigde grond vrij welke zal worden afgevoerd. De partij-indeling is weergegeven in tabel 8.2.

Tabel 8.2 Verwerking vrijkomende grond

Partijnummer	Omschrijving partij	Klasse	Hoeveelheid	
			(vaste m^3)	(ton)
4	Grond met PAK en/of kwik (>I en <BAGA)	>I	6.000	10.200
5	Grond met PAK en/of kwik (>BAGA)	>I	8.000	13.600
totaal	Grond		14.000	23.800

>I : grondconcentratie(s) groter dan de interventiewaarde
> BAGA : grondconcentratie(s) groter dan de BAGA-waarde

Voor het ingraven van de leeflaag is 14.000 m^3 aanvulgrond nodig (vaste m^3).

8.3 Grondwaterbeheersing en -zuivering

Daar grondverontreinigingen achterblijven, zal sprake zijn van een continue nalevering van verontreinigingen naar het grondwater. Onder deze omstandigheden dient de grondwaterverontreiniging eeuwigdurend geïsoleerd te worden. De grondwaterbeheersing komt volledig overeen met die van variant 2. Hetzelfde geldt voor de bijbehorende waterzuivering.

8.4 Uitvoeringsaspecten

In afwijking op de varianten 2 en 3 is geen ontgrondingsvergunning noodzakelijk, daar de leeflaag wordt ingegraven. Omdat de leeflaag in het talud en rond bebouwing beperkt blijft, is de uitvoerbaarheid van deze variant met betrekking tot de isolatiemaatregelen voor de grondverontreiniging beter dan bij variant 2.

8.5 Nazorg

Omdat bij deze variant niet gestreefd wordt naar verwijdering van alle verontreinigingen dient nazorg plaats te vinden. Regelingen met betrekking tot de beheersing en de controle in de nazorgfase dienen te zijn opgenomen in een plan voor de nazorg, dat bij het saneringsplan dient te zijn gevoegd.

Deze nazorg houdt ondermeer in:
- controle van pompen, verlagingen, grondwaterkwaliteit en eventueel kwaliteit infiltratiewater;
- bediening en onderhoud van het onttrekkings- en zuiveringssysteem;
- meldingsplicht (bij wijziging van functie of gebruik);
- voorlichting (aan toekomstige gebruikers);
- milieutechnisch toezicht bij graafwerkzaamheden dieper dan de leeflaag;
- gebruiksbeperkingen van de grondeigenaren in de eigendomsakte;
- registratie van de verontreiniging.

8.6 Toetsing eindsituatie

In principe wordt alleen ter plaatse van overschrijding van de risicogrenswaarden een leeflaag aangebracht. De risicogrenswaarde is gebaseerd op MTR/3, uitgaande van de bestemming woningbouw zonder tuinen en openbaar groen. Echter gezien de scherpe begrenzing van licht en zwaar verontreinigde grond, voldoet de eindsituatie aan strengere risiconormen dan MTR/3. In tabel 8.3 zijn per gebruik/bestemming van de lokatie de maximale en gemiddelde concentraties van kwik weergegeven en getoetst aan de risiconormen behorende bij het gebruik, waar bij andere bestemmingen dan woningbouw met tuin, getoetst is aan grenswaarden gebaseerd op woningbouw met openbaar groen (zonder tuin).

Tabel 8.3 Toetsing eindsituatie

deelgebied	gemiddelde kwikconcentratie (mg/kg d.s.)	maximale kwik-concentratie (mg/kg d.s.)	toetsing gemiddelde kwikconc. (*MTR)	toetsing maximale kwikconc. (*MTR)
spoortalud	0,65 ± 0,9	4,6	0,01 (K) <0,01 (LG)	0,08 (K) 0,01 (LG)
woningbouw met tuinen (huidig gebruik)	2,0 ± 1,5	3,9	0,03 (K) <0,01 (LG)	0,05 (K) 0,01 (LG)
woningbouw zonder tuinen (nu braakliggend, toekomstige bestemming)	3,1 ± 2,4	8,1	0,07 (K) 0,02 (LG)	0,18 (K) 0,04 (LG)
groenstrook	2,8 ± 3,2	14	0,05 (K) 0,01 (LG)	0,23 (K) 0,03 (LG)

K = kind als blootgestelde
LG = levenslang gemiddelde blootstelling

Uit de tabel blijkt dat de resterende blootstelling om en nabij het Verwaarloosbaar Risico-niveau is gelegen, uitgaande van een levenslang gemiddelde blootstelling.

8.7 Kostenraming

De kostenraming is uitgewerkt in bijlage 16. Bij het opstellen van deze kostenraming zijn de volgende uitgangspunten gehanteerd:
- de uitvoeringsduur van het aanbrengen van de leeflaag, de onttrekkingsmiddelen en de zuivering wordt geraamd op 20 weken;
- verwerkingskosten vrijkomende grond volgens prijzen SCG;
- de transportkosten van de verontreinigde grond zijn afhankelijk van de bestemming, vooralsnog is uitgegaan van f 15,= per ton.
- onderscheid is gemaakt naar eenmalige, jaarlijkse en gekapitaliseerde kosten. Hierbij is uitgegaan van een effectieve rente van 4,5 %.

9 VERGELIJKING VARIANTEN

9.1 Inleiding

In dit hoofdstuk worden de uitgewerkte varianten met elkaar vergeleken. Daartoe wordt een kwalitatieve beoordeling aan de hand van de volgende afwegingscriteria weergegeven:
- technische uitvoerbaarheid;
- milieuhygiënische effectiviteit;
- maatschappelijke aspecten;
- kosten van saneringsmaatregelen.

9.2 Technische uitvoerbaarheid

Variant 1: doelstelling multifunctionaliteit

Met betrekking tot de verwijdering van de grondverontreiniging kan gesteld worden dat ontgraven tot de streefwaarde (of achtergrondwaarde) technisch in principe mogelijk is. De uitvoering is echter technisch zeer ingrijpend, door de grote diepte waarop nog verontreinigingen voorkomen en de aanwezigheid van de spoorlijn, het NS-station en het viaduct van de Tunnelweg. De hoeveelheid te ontgraven grond wordt geraamd op 125.000 m^3. De technische uitvoerbaarheid van volledige verwijdering van de grondverontreiniging wordt derhalve als slecht beoordeeld.

Volledige verwijdering van de kwikverontreiniging in het grondwater is technisch niet of nauwelijks haalbaar, ondanks volledige verwijdering van de grondverontreiniging. De verwachte saneringsduur bedraagt circa 400 jaar.

Variant 2: aanbrengen leeflaag van 1 m (op maaiveld of ingegraven) en geohydrologische isolatie grondwaterverontreinigingen

Het aanbrengen van een leeflaag is technisch redelijk uitvoerbaar. Ter plaatse van gebouwen (en daarmee kabels en leidingen) wordt uitgegaan van het ingraven van de leeflaag. Op het NS-terrein en de parkeerplaats van Vissers wordt uitgegaan van het opbrengen van de leeflaag. Het aanbrengen van de leeflaag in het spoortalud door ingraving vergt meer inspanning, door de hoogte en de helling van het talud.

Voor deze variant dient 20.000 m^3 verontreinigde grond te worden ontgraven en aangevuld (spoortalud, rond bebouwing en randgebieden). Voor het aanbrengen van de leeflaag op maaiveld is 15.000 m^3 grond noodzakelijk (NS-terrein).

Geohydrologische isolatie van de grondwaterverontreinigingen is technisch goed uitvoerbaar.

Deze variant wordt als technisch redelijk haalbaar beschouwd.

Variant 3: aanbrengen leeflaag van 1 m (op maaiveld of ingegraven), in situ deelverwijdering PAK-verontreiniging en monitoring grondwaterverontreinigingen

Deze variant wijkt af van variant 2 door het toepassen van een in situ deelverwijdering. Deze deelverwijdering wordt gestimuleerd door het inbrengen van zuurstof in de verzadigde en onverzadigde zone ten behoeve van afbraak van de lichte/mobiele PAK-verontreinigingen. Het aanbrengen van deze luchtonttrekkings- en luchtinjectiemiddelen en het in bedrijf houden wordt als goed uitvoerbaar beschouwd.

Het verwijderen van de lichte PAK door het stimuleren van biologische afbraak wordt als technisch goed haalbaar beschouwd.

Variant 4: aanbrengen leeflaag ter plaatse van overschrijding risicogrenswaarde in de actuele contactzone en geohydrologische isolatie grondwaterverontreinigingen

Daar de leeflaag alleen wordt aangebracht ter plaatse van overschrijding van de gekozen risicogrenswaarde in de actuele contactzone, wordt de leeflaag vrijwel uitsluitend aangebracht op het braakliggende voormalige bedrijfsterrein. Het aanbrengen van een leeflaag ter plaatse van bebouwing en het spoortalud is zeer beperkt. Dit komt de technische uitvoerbaarheid ten goede. Derhalve wordt de uitvoerbaarheid als goed beoordeeld.

9.3 Milieuhygiënische effectiviteit

Uitgangspunt van de varianten is dat het actueel risico tot een acceptabel niveau wordt teruggebracht, uitgaande van eventueel gebruiksbeperkingen en nazorg. Alle varianten dienen hieraan te voldoen.

Bij de algemene beoordeling op milieuhygiënische effectiviteit worden twee aspecten beschouwd:
- aanwezigheid van restverontreinigingen en kans op blootstelling hieraan (betreft de lokatie);
- milieurendement (in de zin van belasting andere compartimenten).

Variant 1: doelstelling multifunctionaliteit

Deze variant bestaat uit verwijdering van de grondverontreiniging tot de streefwaarde. Met betrekking tot de grondwaterverontreiniging kan in dit geval maximaal de verontreiniging met organische verontreinigingen tot de streefwaarde worden verwijderd. De kwikverontreiniging wordt niet volledig verwijderd.

Deze variant is milieuhygiënisch (met betrekking tot de lokatie) de meest optimale van alle mogelijke varianten, echter voldoet niet volledig aan de doelstelling met betrekking tot het grondwater.

De beoordeling van het algemene milieurendement is matig vanwege de grote hoeveelheid grond (125.000 m^3) welke moet worden ontgraven, vervoerd, gereinigd en aangevuld.

Variant 2: aanbrengen leeflaag van 1 m (op maaiveld of ingegraven) en geohydrologische isolatie grondwaterverontreinigingen

Deze variant bestaat uit het aanbrengen van een leeflaag van 1 m. De grondwaterverontreiniging wordt geohydrologisch beheerst. Blootstelling aan de verontreiniging wordt voorkomen door het opleggen van gebruiksbeperkingen met betrekking tot de diepte van graafwerkzaamheden (maximaal 1 m) en het oppompen van grondwater.

Buiten de deelgebieden waar de leeflaag wordt ingegraven vindt geen verwijdering van verontreiniging plaats uit grond en grondwater.

Met betrekking tot de aanwezigheid van restverontreinigingen en kans op blootstelling hieraan wordt het rendement van deze variant als matig beschouwd. De beoordeling van het algemene milieurendement is matig. Enerzijds wordt de hoeveelheid grondverzet sterk beperkt. Anderzijds is sprake van eeuwigdurende maatregelen.

Variant 3: aanbrengen leeflaag van 1 m (op maaiveld of ingegraven), in situ deelverwijdering PAK-verontreiniging en monitoring grondwaterverontreinigingen

Aanvullend op de milieuhygiënische effectiviteit van variant 2, geldt dat buiten het verwijderen van verontreinigingen door het ingraven van een leeflaag, tevens verwijdering van dieper gelegen PAK-verontreinigingen in grond en grondwater optreedt. In dit geval worden restverontreinigingen verwijderd die potentieel verspreidingsrisico opleveren. De beoordeling met betrekking tot de aanwezigheid van restverontreinigingen is derhalve beter dan bij variant 2 en wordt als redelijk beschouwd.

Doordat door de in situ deelverwijdering op termijn kan worden afgezien van eeuwigdurende grondwateronttrekking en de hoeveelheid grondverzet beperkt blijft, is ook de beoordeling van het algemene milieurendement beter, van redelijk tot goed.

Variant 4: aanbrengen leeflaag ter plaatse van overschrijding risicogrenswaarde in de actuele contactzone en geohydrologische isolatie grondwaterverontreinigingen

Deze variant bestaat uit het beperkt aanbrengen van een leeflaag van 1 m. De grondwaterverontreiniging wordt geohydrologisch beheerst. Blootstelling aan de verontreiniging wordt voorkomen door het opleggen van gebruiksbeperkingen met betrekking tot de diepte van graafwerkzaamheden (maximaal 1 m) en het oppompen van grondwater.

Buiten de deelgebieden waar de leeflaag wordt ingegraven vindt geen verwijdering van verontreiniging plaats uit grond en grondwater.

Met betrekking tot de aanwezigheid van restverontreinigingen en kans op blootstelling hieraan wordt het rendement van deze variant als matig beschouwd. De beoordeling is niet minder dan van variant 2, daar de concentraties die achterblijven om en nabij het VR-niveau liggen.

De beoordeling van het algemene milieurendement is redelijk, hetgeen beter is dan bij de varianten 2 en 3. De reden hiervoor is dat de hoeveelheid grondverzet nog sterker beperkt wordt. Anderzijds blijft sprake van eeuwigdurende maatregelen.

9.4 Maatschappelijke aspecten en gebruiksbeperkingen

Variant 1: doelstelling multifunctionaliteit

De hinder op korte termijn is bij uitvoering van variant 1 het grootst. Verwijdering van alle verontreinigde grond leidt tot sloop van de woning op het voormalige bedrijfsterrein. De maatregel is tevens voor de omgeving ingrijpend vanwege de grote hoeveelheid te ontgraven en af te voeren grond en de duur van de ontgravingsactiviteiten (directe hinder uitvoering door vrachtauto's, geluidsoverlast, enzovoorts).

De hinder op lange termijn (als gevolg van grondwateronttrekking en zuivering) wordt als verwaarloosbaar beschouwd.

Er zal een gebruiksbeperking blijven gelden met betrekking tot het oppompen van grondwater.

Variant 2: aanbrengen leeflaag van 1 m (op maaiveld of ingegraven) en geohydrologische isolatie grondwaterverontreinigingen

De hinder op korte termijn is bij de aanleg van een isolatielaag van 1 m het geringst vanwege de relatief geringe hoeveelheid te ontgraven grond en de duur van de ontgravingsactiviteiten.

De hinder op lange termijn (als gevolg van grondwateronttrekking en zuivering) wordt als verwaarloosbaar beschouwd.

Er zullen gebruiksbeperkingen gelden met betrekking tot de diepte van graafwerkzaamheden (maximaal 1 m) en het oppompen van grondwater. Tevens dient bij een leeflaag van 1 m mogelijk rekening te worden gehouden met gewaskeuze (niet diepwortelend).

Mogelijk wordt het aanbrengen van een leeflaag op het maaiveld (ter plaatse van het NS-terrein en parkeerterrein Vissers) door omwonenden en gebruikers als negatief ervaren.

Variant 3: aanbrengen leeflaag van 1 m (op maaiveld of ingegraven), in situ deelverwijdering PAK-verontreiniging en monitoring grondwaterverontreinigingen

De hinder op korte termijn is bij deze variant groter dan bij variant 2, daar een grotere hoeveelheid onttrekkingsmiddelen moeten worden aangebracht. Gedurende de bedrijfsvoering van de in situ maatregelen (gedurende 3 à 5 jaar) wordt de hinder voor de omgeving als verwaarloosbaar beschouwd.

Tenslotte kan worden opgemerkt dat het uitvoeren van een deelverwijdering, waarbij de hoogste concentraties van risicovolle stoffen worden verwijderd, maatschappelijk in het algemeen beter wordt geaccepteerd dan uitsluitend isolatiemaatregelen.

Variant 4: aanbrengen leeflaag ter plaatse van overschrijding risicogrenswaarde in de actuele contactzone en geohydrologische isolatie grondwaterverontreinigingen

De hinder op korte termijn is bij het op beperkte schaal aanleggen van een isolatielaag van 1 m geringer dan bij de varianten 2 en 3, vanwege de geringere hoeveelheid te ontgraven grond, de duur van de ontgravingsactiviteiten en de geplande lokatie van de leeflaag (op het braakliggende bedrijfsterrein en nauwelijks langs de spoorlijn of bebouwing).

De hinder op lange termijn (als gevolg van grondwateronttrekking en zuivering) wordt als verwaarloosbaar beschouwd.

Er zullen gebruiksbeperkingen gelden met betrekking tot de diepte van graafwerkzaamheden (maximaal 1 m) en het oppompen van grondwater. Tevens dient bij een leeflaag van 1 m mogelijk rekening te worden gehouden met gewaskeuze (niet diepwortelend).

Verder wordt de leeflaag ingegraven, hetgeen in het algemeen maatschappelijk beter geaccepteerd wordt.

Daarnaast wordt als belangrijk maatschappelijk aspect gezien dat de begrenzing van het aanleggen van de leeflaag bepaald wordt door de risico's van de aanwezige verontreinigingen. De leeflaag wordt aangebracht op het voormalige bedrijfsterrein (binnen het gedefinieerde geval). Indien wordt uitgegaan van het aanleggen van een leeflaag binnen het gehele geval van bodemverontreiniging, zal de begrenzing hiervan altijd discutabel zijn in verband met het voorkomen van achtergrondverontreinigingen. Een voorbeeld is bijvoorbeeld het aanbrengen van een leeflaag bij variant 2 in de achtertuinen van woningen aan de Anjelierenweg (langs het voormalige "van Swaay"-terrein). In de overige tuinen van de woningen in de wijk wordt dit niet gedaan, terwijl de verontreinigingssituatie als gevolg van achtergrondproblematiek vrijwel vergelijkbaar is.

9.5 Globale kosten

De kosten per variant zijn opgenomen in bijlage 16 bij dit rapport. De globale kosten zijn samengevat opgenomen in navolgende tabel 9.1.

Tabel 9.1 Globale kosten (x *f* 10^6,-) per variant

Variant	Beschrijving	Investeringskosten	Gekapitaliseerde kosten (excl. B.T.-W.)	Gekapitaliseerde - kosten (incl. B.T.-W.)
1	multifunctionaliteit	56,3	56,6	66,5
2	IBC door isolatie	10,4	11,7	13,7
3	IBC door isolatie en verwijdering	10,8	11,5/12,3	13,6/14,4
4	IBC door isolatie gebaseerd op risico's	7,4	8,7	10,3

* Om de kosten bij langdurige grondwatersanering en isolatie (oneindige periode) te kunnen vergelijken met de éénmalige kosten zijn de jaarlijkse en afschrijvingskosten gekapitaliseerd over de looptijd van de grondwatersanering en een oneindige periode bij een effectieve rente van 4,5%.

Opgemerkt wordt dat in de kosten van de multifunctionele variant een aantal aspecten nog niet zijn opgenomen:
- de persleiding naar de Waal (afvoer bemalingswater);
- maatregelen voor het trafohuis van de NS;
- maatregelen voor opbreken Tunnelweg en goederenspoorlijn.

9.6 Resumé

Een samenvatting van de uitkomst van de vergelijking van de saneringsvarianten op een aantal aspecten is weergegeven in tabel 9.2.

Tabel 9.2 Beoordeling van de varianten

Beoordelingscriteria		Varianten			
		1	2	3	4
Technische uitvoerbaarheid		-	+	+	+ +
Milieuhygiënische effectiviteit	*restverontreiniging	+ +	o	+	o
	* milieurendement	o	+	+ +	+ +
Maatschappelijke aspecten	hinder	-	+	+	+ +
	gebruiksbeperkingen	+	o	o	o
Globale kosten (x *f* 10^6,-) incl. B.T.W.		66,5	13,7	13,6/ 14,4	10,3

Verklaring gebruikte tekens:

-	slecht
o	matig
+	redelijk
+ +	goed

10 CONCLUSIES EN AANBEVELINGEN

10.1 Afweging saneringsdoelstelling

Voor het verwijderen of isoleren van de verontreiniging op het voormalige "van Swaay"-terrein aan de Tunnelweg te Nijmegen en de schadelijke gevolgen ervan zijn in onderhavig saneringsonderzoek een aantal saneringsvarianten uitgewerkt en vergeleken op een aantal aspecten. De uitgewerkte varianten zijn weergegeven in tabel 6.1

Tabel 6.1 Overzicht saneringsvarianten

Variant	Maatregelen grond	Maatregelen grondwater
1	ontgraving grondverontreinigingen tot de streefwaarde	verwijdering grondwaterverontreinigingen door grondwateronttrekking
2	aanbrengen leeflaag van 1 m	eeuwigdurende geohydrologische isolatie van alle grondwaterverontreinigingen (horizontaal en verticaal)
3	aanbrengen leeflaag van 1 m en in situ deelverwijdering PAK	geohydrologische isolatie gedurende in situ maatregelen, daarna monitoring
4	aanbrengen leeflaag van 1 m ter plaatse van overschrijding risicogrenswaarde	eeuwigdurende geohydrologische isolatie van alle grondwaterverontreinigingen (horizontaal en verticaal)

Er is één variant (variant 1) uitgewerkt met als einddoelstelling multifunctionaliteit en er zijn drie varianten uitgewerkt met een IBC-einddoelstelling (variant 2 , 3 en 4). Er dient afweging van de varianten plaats te vinden op basis van milieuhygiënische, technische en financiële lokatiespecifieke omstandigheden.

Milieuhygiënische lokatiespecifieke omstandigheden

In de Circulaire "Inwerkingtreding tweede fase saneringsregeling Wbb (december 1994, hierna genoemd circulaire) zijn milieuhygiënische lokatiespecifieke omstandigheden omschreven als omstandigheden waarin ontgraving extreme gevaren voor de omgeving oplevert of slechts het verplaatsen van een stortplaats van een oude lokatie naar een nieuwe betekent. Genoemde voorbeelden zijn niet van toepassing.

Technische lokatiespecifieke omstandigheden

In de Circulaire is aangegeven dat bij technische lokatiespecifieke omstandigheden vooral gedacht wordt aan geofysische, geohydrologische of civieltechnische belemmeringen van ontgraving. In dit geval vormen de aanwezigheid van het NS-station, de hoofdspoorlijnen en het viaduct van de Tunnelweg mogelijk civieltechnische belemmeringen voor de ontgraving. Vooralsnog is uitgegaan van het plaatsen van damwanden langs de spoorlijn en het viaduct, echter het is niet uitgesloten dat zich onder het viaduct nog verontreinigingen bevinden. Verder is de multifunctionele grondwatersanering technisch niet haalbaar.
Op basis van deze argumenten dient reeds te worden gekozen voor een IBC-einddoelstelling.

Financiële lokatiespecifieke omstandigheden

Om een afweging op basis van financiële lokatiespecifieke omstandigheden te kunnen maken dient de meest sobere en doelmatige IBC-variant te worden bepaald.

De toetsing van de financiële LSO dient plaats te vinden volgens de logformule. Hierin wordt met behulp van een tweetal factoren, een verhoudingsfactor en een kostenquotiënt bepaald of sprake is van LSO. Hierbij zijn de onderstaande formules van belang:

$$\text{verhoudingsfactor} = 1 + 2^{(7 \cdot \log (K\,(MF))}$$

$$\text{kostenquotiënt} = \frac{K\,(MF)}{K\,(IBC)}$$

waarbij K (MF): kosten MF-variant (in guldens);
K (IBC): kosten IBC-variant (in guldens).

Er is sprake van LSO indien het kostenquotiënt groter is dan de verhoudingsfactor. Indien de kosten van variant 1 worden afgewogen tegen de kosten van de meest sobere variant (4), (totaal gekapitaliseerd inclusief B.T.W.) geldt:
- kostenquotiënt = 6,5
- verhoudingsfactor = 1,5.

Daar het kostenquotiënt groter is dan de verhoudingsfactor mag gesproken worden van een extreem kostenverschil op basis waarvan eveneens mag worden afgeweken van multifunctionaliteit als einddoelstelling. Ook wanneer de andere varianten als meest sobere en doelmatige variant worden beschouwd, blijft sprake van financiële LSO.

10.2 Keuze invulling IBC-variant

In dit saneringsonderzoek zijn drie varianten uitgewerkt welke voldoen aan de IBC-criteria. Voor de keuze van de meest sobere en doelmatige variant bestaan minder concrete randvoorwaarden. Sober is gedefinieerd als het goedkoopste alternatief dat voldoet aan het doelmatigheidsvereiste. Doelmatig dient te worden gerelateerd aan het ALARA-principe, beheersbaarheid (op lange termijn), verwijdering hotspots, verwijdering mobiele verontreinigingen of beperken omvang te isoleren verontreiniging (Circulaire inwerkingtreding tweede fase saneringsregeling Wet Bodembescherming, december 1994).

In eerste instantie zijn in het kader van het saneringsonderzoek 2 IBC-varianten uitgewerkt, te weten de varianten 2 en 3.

Variant 2 kan beschouwd worden als de meest conventionele IBC-variant. De blootstelling van de mens aan verontreinigingen wordt opgeheven door het aanbrengen van een leeflaag welke zoveel als mogelijk wordt opgebracht en voor het overige deel binnen het gedefinieerde geval wordt ingegraven. Verspreiding van verontreinigingen via het grondwater wordt voorkomen door een eeuwigdurende onttrekking.

Variant 3 komt overeen met variant 2, waarbij in het kader van doelmatigheid een in situ deelverwijdering van de mobiele PAK-verontreiniging wordt uitgevoerd. Door deze maatregel kan mogelijk op termijn worden afgezien van grondwateronttrekking ten behoeve van geohydrologische isolatie. Indien uit monitoring blijkt dat grondwateronttrekking noodzakelijk blijft, zullen in ieder geval de zuiveringskosten beperkter zijn. Uit de kostenraming blijkt dat het meest gunstige scenario zelfs goedkoper is dan variant 2. Indien toch een eeuwigdurende onttrekking noodzakelijk blijkt te zijn (het ongunstige scenario), is sprake van relatief geringe meerkosten. Keuze voor in situ deelverwijdering wordt derhalve als meest sober en doelmatig beschouwd ten opzichte van eeuwigdurende onttrekking.

Op basis van een vergelijking van de varianten 2 en 3 wordt variant 3 als meest sober en doelmatig beschouwd.

Gedurende het opstellen van het saneringsonderzoek werd landelijk de discussie opgestart omtrent het hanteren van een risicobenadering voor de invulling van een IBC-variant. In de Leidraad Bodembescherming (aflevering 10, juni 1995) is bijvoorbeeld aangegeven dat voor realisatie van normaal gebruik bij IBC-saneringen maximaal sprake mag zijn van MTC's (Maximaal Toelaatbare Concentraties) in de actuele contactzone behorende bij het "normale gebruik" van de gebruikscategorie.

In dit kader is variant 4 opgesteld. Variant 4 wijkt af van variant 2 door de wijze waarop de minimum kwaliteit van de actuele contactzone wordt bereikt. In plaats van het aanbrengen van een leeflaag binnen het gehele gedefinieerde geval, wordt uitsluitend een leeflaag ingegraven ter plaatse van overschrijding van de risicogrenswaarden gebaseerd op MTR/3. Deze variant blijkt het goedkoopste alternatief te zijn (meest sober) omdat de hoeveelheid af te voeren verontreinigde grond en aan te voeren aanvulgrond sterk wordt beperkt. De maatregelen met betrekking tot het opheffen of terugbrengen van de blootstelling van de mens aan verontreinigingen wordt om meerdere redenen als doelmatig beschouwd:

- de eindsituatie die wordt verkregen blijkt om en nabij het VR-niveau te liggen (zie paragraaf 8.6). Een dergelijke invulling past goed binnen het door VROM geformuleerde beleid "risico's terugbrengen tot tenminste MTR en verder volgens ALARA";
- door de saneringsmaatregelen worden de ecotoxicologische risico's eveneens sterk gereduceerd. De eindsituatie kan worden beschouwd als niet urgent op basis van ecotoxicologische risico's;
- op aanééngesloten gedeeltes van het noordelijk en zuidelijk terreindeel wordt een ingegraven leeflaag aangebracht, hetgeen als een beheersbare situatie wordt beschouwd;
- de bodemkwaliteitstoets in het kader van de Woningwet en de Wet Ruimtelijke Ordening is eveneens gebaseerd op humaantoxicologische risico's en vereist uitsluitend maatregelen om deze risico's op te heffen. Op deze wijze zijn de maatregelen in het kader van de Wet Bodembescherming in overeenstemming met maatregelen die in andere kaders vereist kunnen worden;
- alleen plaatselijk in het spoortalud dienen maatregelen te worden getroffen. Dit komt de uitvoerbaarheid van de IBC-maatregel ten goede omdat het treffen van maatregelen in het spoortalud (zoals bij variant 2 en 3) een grote inspanning vereist en aan randvoorwaarden van de NS onderhevig zal zijn.

10.3 Aanbevelingen

Aanbevolen wordt om een IBC-variant waarbij in situ deelverwijdering wordt uitgevoerd, uit te werken in een saneringsplan. Op basis van de huidige inzichten in de discussie omtrent de te hanteren risiconiveaus bij nieuwbouw, wordt aanbevolen de in situ deelverwijdering volgens variant 3, te combineren met het ingraven van een leeflaag ter plaatse van overschrijding van de risicogrenswaarden.

De kosten voor deze variant zullen afhankelijk van het scenario globaal f 10.000.000,= tot f 11.000.000,= bedragen (gekapitaliseerd en inclusief 17,5 % B.T.W.). Deze kosten zijn ingeschat door het kostenvoordeel van de in situ deelverwijdering dat volgt uit het verschil in kosten van variant 2 en 3, te projecteren op de uitgewerkte variant 4.

OVERZICHT UITGEVOERDE ONDERZOEKEN

Tot nu toe zijn met betrekking tot het "Van Swaay-terrein" de volgende onderzoeken in opdracht van de provincie Gelderland uitgevoerd:

- oriënterend onderzoek bedrijfsterrein Van Swaay, augustus 1985 (projectcode: GE/330/07/10);
- nader onderzoek Van Swaay, Eerste Oude Heselaan (projectcode GE/33/07/20);
- onderzoek naar de speciatie van kwik, Van Swaay-terrein, Nijmegen, augustus 1990 (rapportnummer R3124894.A01/JJS);
- nader onderzoek fase 2 voormalig bedrijf Van Swaay/mei 1991 (projectcode GE/330/07);
- onderzoek naar de spreiding van kwikgehalten; november 1988 (projectnummer 09318.88, opgenomen in rapport nader onderzoek fase 2);
- uitloogonderzoek kwik-houdende grond, oktober 1987 (rapportnummer 5161887);
- indicatief onderzoek reinigbaarheid kwikhoudende grond, oktober 1990, rapportnummer NIJH/9010/CB;
- in juni 1987 is door het RIVM een gezondheidskundige evaluatie verricht naar aanleiding van de bodemverontreiniging met kwik van een voormalig bedrijfsterrein in Nijmegen (rapportnummer 234507001).

Bijlage 3

NOTITIE GEOHYDROLOGISCHE ASPECTEN

GEOHYDROLOGISCHE ASPECTEN MET BETREKKING TOT SANERINGSONDERZOEK VAN SWAAY-TERREIN TE NIJMEGEN

Deventer, februari 1995

R3378063.T01/RGL

INHOUDSOPGAVE **Pagina**

1 INLEIDING 3

2 GRONDWATERSTAND IN RELATIE TOT WAALPEIL 3
2.1 Waalpeil 3
2.2 Waalpeil en grondwaterstand 3
2.3 Grondwaterstanden 4

3 ASPECTEN VAN BELANG VOOR SANERING 5
3.1 Dikte onverzadigde zone 5
3.2 Meest geschikte bemalingsperiode 5
3.3 Stijghoogteverschil over de scheidende laag 6

Bijlagen
1. Figuren 1 tot en met 4

1 INLEIDING

De provincie Gelderland heeft Tauw Milieu bv opdracht verleend voor het opstellen van een saneringsonderzoek voor het Van Swaay-terrein te Nijmegen.

In de aanbieding voor het saneringsonderzoek is reeds aangegeven dat het jaarlijks verloop van de grondwaterstanden in het freatisch grondwater en het eerste watervoerend pakket van belang is. In deze notitie is nagegaan of het Waalpeil de grondwaterstand in beide pakketten beïnvloedt en zo ja, in welke mate.

Tenslotte zijn de consequenties van de geohydrologische situatie voor het saneringsonderzoek aangegeven, met name met betrekking tot de invulling van de in situ sanering en de mogelijkheid van verticale beheersing van het grondwater.

2 GRONDWATERSTAND IN RELATIE TOT WAALPEIL

2.1 Waalpeil

In figuur 1 is een frequentieverdeling gegeven van Waalpeilen bij Nijmegen, over de periode van 1901 tot en met 1990.
Daaruit blijkt, dat het gemiddelde Waalpeil ligt op 7,35 m+NAP. Zestig procent van de tijd ligt het peil tussen NAP+6,50 m en NAP+8,50 m. Gedurende 20 % van de tijd komen Waalstanden voor tussen NAP+8,50 m en NAP+12,50 m. Waalstanden hoger dan 12,00 m+NAP komen slechts 0,8 % van de tijd voor. De hoogst aangeven waarde is 12,66 M+NAP, die 0,3 % van de tijd voorkomt.
De in 2.2 beschreven relatie tussen grondwaterstand en Waalstand voor 1993 kent eveneens een hoogste grondwaterstand van 12,66 m+NAP (28 december 1993).

In figuur 2 zijn onderschrijdingsfrequenties per maand gegeven gedurende de periode 1971 tot en met 1980. Daaruit blijkt dat Waalstanden boven NAP+10,00 m voorkomen in de maanden december, januari, februari en maart en incidenteel in juli. In de andere maanden ligt de 90 % onderschrijding onder de NAP+10,00 m. De 90 % onderschrijdingslijn betreft uitschieters, want de 50 % lijn ligt het hele jaar door tussen NAP+7 en NAP+8 m.
In de maanden augustus, september en oktober is het peil van de Waal het laagst.

2.2 Waalpeil en grondwaterstand

In figuur 3 is de grondwaterstand in vier peilbuizen in het eerste watervoerend pakket over de periode juli 1993 tot en met juni 1994 uitgezet tegen de tijd. In de figuur is ook de Waalstand weergegeven.
De peilbuizen 476, 475, 474 en 454 staan op respectievelijk 275 m, 475 m, 600 m en 875 m afstand van de Waal.
De peilbuizen 454-01 en 474-01 zijn op korte afstand gelegen van het centrale deel van de Van Swaay lokatie (respectievelijk 50 en 250 m).

Uit de figuur blijkt, dat de grondwaterstand in de peilbuizen 454 en 474 gewoonlijk fluctueert tussen NAP + 7,50 en NAP+8,50 m. Bij Waalstanden hoger dan NAP +10,0 m kan de grondwaterstand oplopen tot NAP+8,5 a NAP+9,0 m.
Peilbuis 476, die het dichtst bij de Waal ligt, reageert het sterkst op peilverhogingen in de Waal. Bij hoge Waalstanden is de grondwaterstand hoger naarmate de afstand tot de Waal kleiner is (stroming van de Waal af). Bij lage Waalstanden is de grondwaterstand lager naarmate de afstand tot de Waal kleiner is (stroming naar de Waal). Opgemerkt wordt dat de fluctuatie van het Waalpeil vanwege de gelijkschakeling met de opnamefrequentie van de grondwaterstand, veel sterker is dan in de figuur is aangegeven.

2.3 Grondwaterstanden

Een gedetailleerder beeld van de grondwaterstanden in de periode juli 1993 tot en met juni 1994 is gegeven in de figuren 4 en 5.
Figuur 4 betreft peilbuis 474, die circa 250 m noordelijk van het centrale deel van het van Swaay terrein is gelegen. De filters 474-01 en 474 -02 staan respectievelijk in het freatische en in het eerste watervoerend pakket. Figuur 5 betreft peilbuis 454, die circa 25 m noordelijk van het centrale deel van het van Swaay terrein is gelegen. De filters 454-01 en 454-03 staan eveneens respectievelijk in het eerste en het tweede watervoerend pakket.

Uit deze figuren blijkt, dat de stijghoogte in het freatisch pakket in gelijke mate wordt beïnvloedt door de Waalstand als de stijghoogte in het eerste pakket (wvp-1).
In peilbuis 474 is de stijghoogte in het eerste watervoerende pakket vrijwel continue circa 0,40 m lager dan de stijghoogte in het freatische pakket. In de wat zuidelijker gelegen peilbuis 454 is het stijghoogteverschil vrijwel steeds 0,20 m.

Eenzelfde patroon is ook vastgesteld in de metingen van het nader onderzoek fase 3 (Tauw Milieu, mei 1993, peiling 1 oktober 1992). In die waarnemingen bedroeg het stijghoogteverschil tussen freatisch en watervoerend pakket circa 0,10 m op het meest zuidelijke terreindeel en circa 0,25 m op het centrale deel (vakken 21 tot en met 26, Eerste Oude Heese Laan).

3 ASPECTEN VAN BELANG VOOR SANERING

3.1 Dikte onverzadigde zone

Uit de waterpassing van de peilbuizen in nader onderzoek fase 3 zijn maaiveldhoogten verkregen. Daaruit blijkt dat de maaiveldhoogte ter plaatse van de peilbuizen (buiten spoortalud) varieert tussen 12,00 en 13,50 m +NAP. Uit de figuren 4 en 5 zijn gegevens verkregen over de stijghoogte in zomer en winter.
Uit deze gegevens is de dikte van de onverzadigde zone berekend ofwel de diepte van de grondwaterspiegel onder maaiveld.

Een samenvatting van de gegevens is gegeven in tabel 1.

Tabel 1. Maaiveldhoogten, grondwaterstand en dikte onverzadigde zone

terreindeel	maaiveld m + NAP	grondwater zomer m + NAP	grondwater winter m + NAP	onverzadigd zomer m	onverzadigd winter m
vakken 21 tot en met 28	13,50	7,0	8,5	6,5	5,0
zuid	12,80	7,0	8,5	5,8	4,3
west	12,00	7,0	8,5	5,0	3,5

Uit tabel 1 blijkt, dat in de zomer de grondwaterspiegel 5 à 6,5 m onder maaiveld staat. In de winter staat de grondwaterspiegel 3,5 à 5,0 m onder maaiveld.
Op het zuidelijke deel van het terrein, dat het sterkst is verontreinigd, staat de grondwaterspiegel 's zomers 5,8 m en 's winters 4,3 m onder maaiveld.

Eén en ander houdt in dat de in situ variant gecombineerd dient te worden met een ontgraving tot 3,5 à 5 m -mv.

3.2 Meest geschikte bemalingsperiode

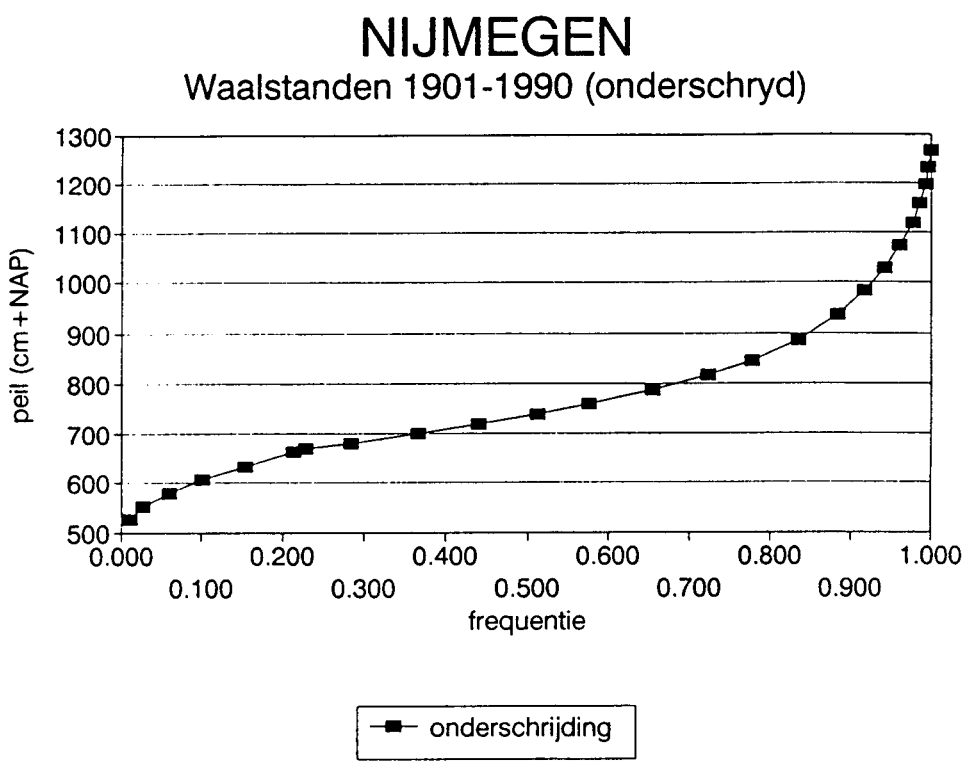
Uit 3.1 valt direct af te leiden, dat 's zomers de grondwaterspiegel circa 1,5 m lager staat dan 's winters. De laagste grondwaterstanden komen waarschijnlijk voor in de maanden augustus, september en oktober, althans in deze maande is het peil van de Waal het laagst (langjarig gemiddelde Waalpeil NAP + 6,8 à NAP + - 7,5 m).

Het doorlatend vermogen van het freatische pakket is in het nader onderzoek fase 3 geschat op 700 m^2/dag. Dit betekent dat voor bemaling van de ontgravingen vrij forse debieten nodig zijn (65 m^3/uur per meter verlaging van vak 30 x 30 m).
Ontgraven en bemalen in de nazomer kan dus een debietbesparing van circa 100 m^3/uur opleveren.

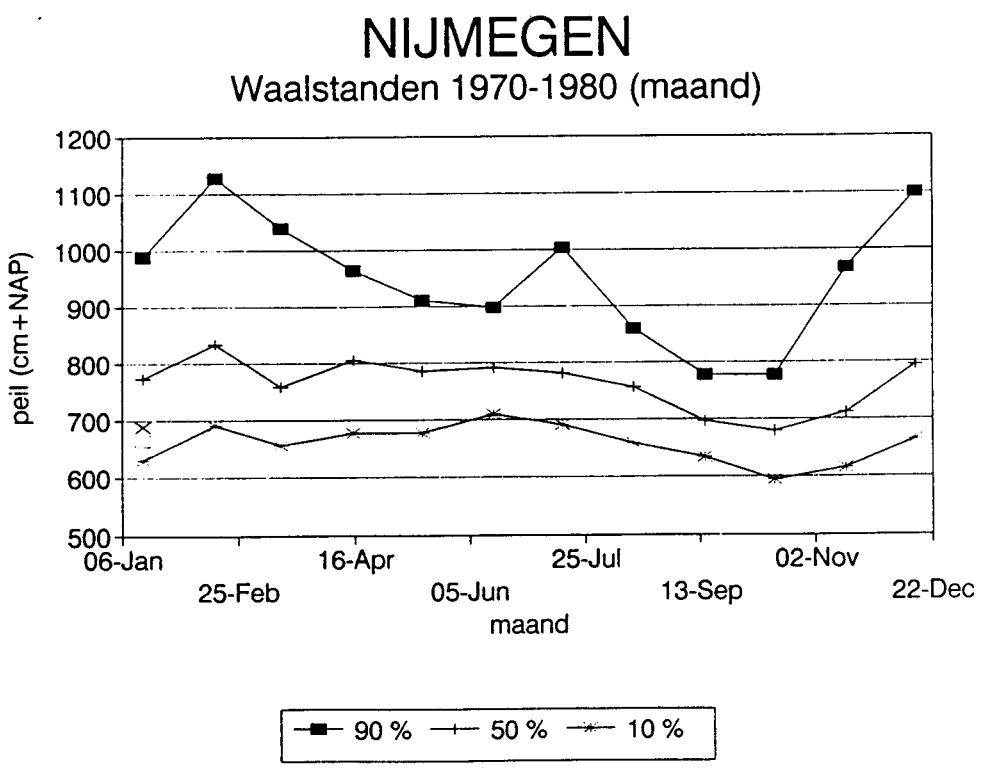
3.3 Stijghoogteverschil over de scheidende laag

Uit 2.3 blijkt dat het stijghoogteverschil tussen freatisch pakket en eerste watervoerend pakket onafhankelijk van de Waalstanden 0,10 m à 0,40 m bedraagt. Er is eveneens onafhankelijk van de Waalstanden sprake van een infiltratiesituatie (lagere waarden in wvp1). Dit houdt in, dat in geval van verticale beheersing de invloed van de Waal niet hoeft te worden tegengegaan.

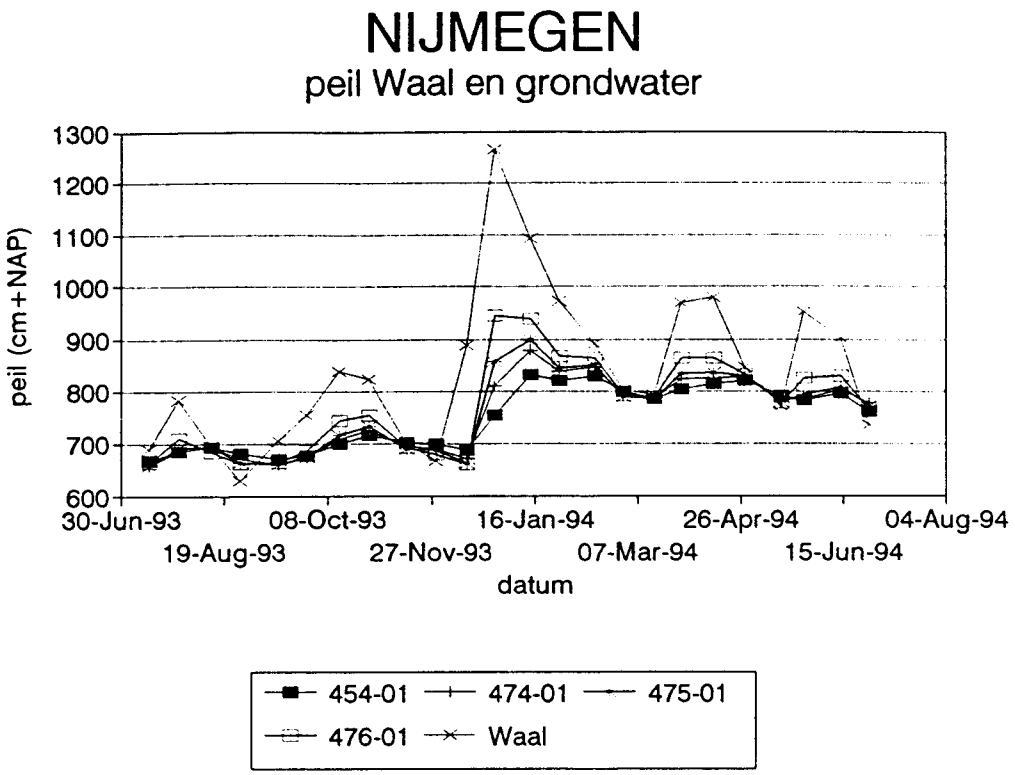
Figuur 1



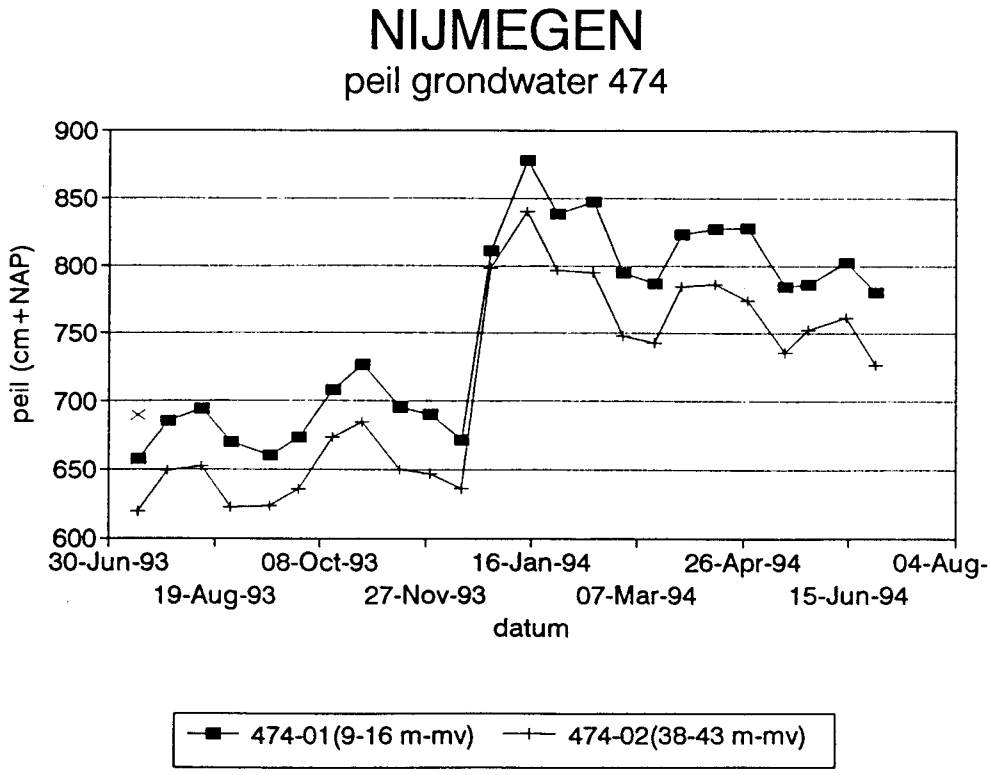
Figuur 2



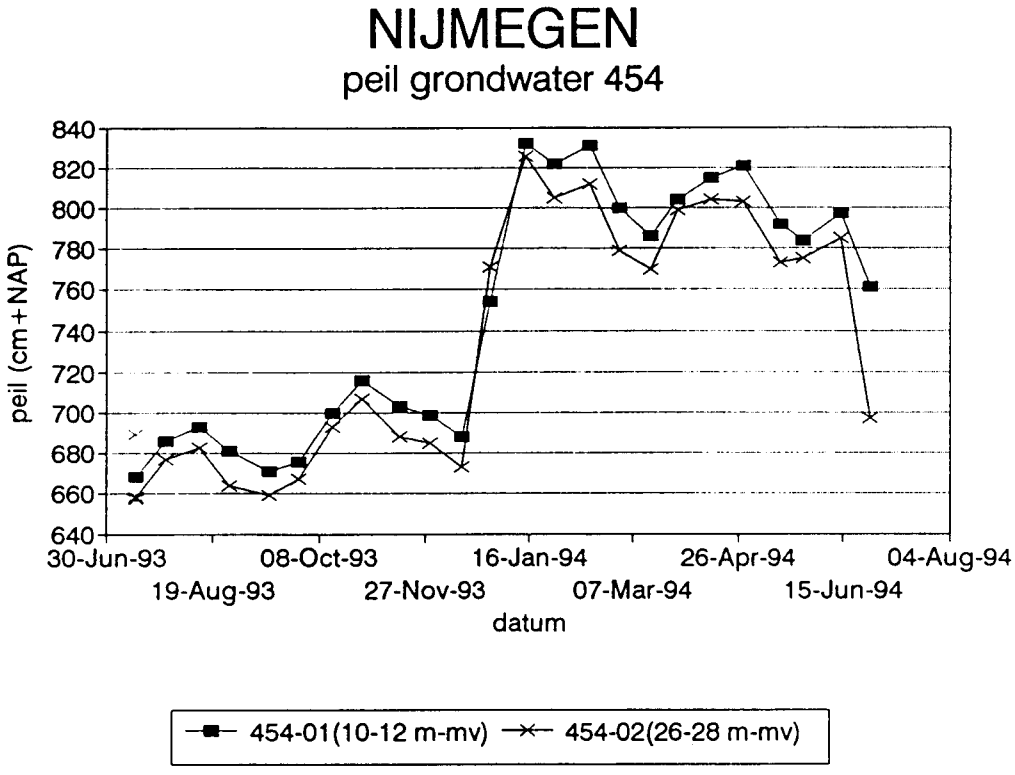
Figuur 3



Figuur 4



Figuur 5


NIJMEGEN
peil grondwater 454
peil (cm+NAP)
840
820
800
780
760
740
720
700
680
660
640
30-Jun-93
19-Aug-93
08-Oct-93
27-Nov-93
16-Jan-94
07-Mar-94
26-Apr-94
15-Jun-94
04-Aug-94
datum
454-01(10-12 m-mv)
454-02(26-28 m-mv)

Bijlage 4

AANVULLEND BODEMONDERZOEK

AANVULLEND BODEMONDERZOEK

VAN SWAAY TERREIN

TE NIJMEGEN

Deventer, april 1995

R3378063.T02/RGL

INHOUDSOPGAVE **Pagina**

1 INLEIDING 3

2 UITGEVOERDE WERKZAAMHEDEN 4
2.1 Veldwerk ten behoeve van grondonderzoek 4
2.2 Veldwerk ten behoeve van grondwateronderzoek 4
2.2.1 Freatisch grondwater 4
2.2.2 Grondwater eerste watervoerend pakket 4

3 RESULTATEN EN CONCLUSIES 5
3.1 Inleiding 5
3.2 Grond 5
3.3 Grondwater 6

BIJLAGEN:

1. Situering monsterpunten
2. Boorprofielen
3. Analyseresultaten grond
4. Analyseresultaten grondwater
5. Saneringsparameters grondwater
6. Dwarsprofiel PAK-verontreiniging in grond
7. Toetsingstabel

1 INLEIDING

De dienst Milieu en Water van de Provincie Gelderland heeft Tauw Milieu bv opdracht verleend voor het uitvoeren van aanvullend bodemonderzoek op het voormalige Van Swaay-terrein te Nijmegen. Het onderzoek is uitgevoerd ten behoeve van het opstellen van een saneringsonderzoek voor dit terrein.

Op het terrein zijn in opdracht van de Provincie Gelderland reeds de volgende onderzoeken uitgevoerd:
- oriënterend onderzoek bedrijfsterrein Van Swaay, door Koninklijke Ingenieurs- en Architectenbureau Haskoning, augustus 1985 (projectcode: GE/330/07/10);
- nader onderzoek Van Swaay, Eerste Oude Heselaan door de Gemeente Nijmegen, 1986 (projectcode GE/33/07/20);
- onderzoek naar de speciatie van kwik Van Swaay-terrein Nijmegen, door Tauw Milieu bv, augustus 1990 (rapportnummer R3124894.A01/JJS);
- nader onderzoek fase 2 voormalig bedrijf Van Swaay, door de Gemeente Nijmegen, mei 1991 (projectcode GE/330/07;
- onderzoek naar de spreiding van kwikgehalte, november 1988 (projectnummer 09318.88, opgenomen in rapport nader onderzoek fase 2);
- uitloogonderzoek kwikhoudende grond, door Tauw Milieu bv, oktober 1987 (rapportnummer 5161887);
- indicatief onderzoek reinigbaarheid kwikhoudende grond, oktober 1990, rapportnummer NIJH/9010/CB;
- een gezondheidskundige evaluatie verricht naar aanleiding van de bodemverontreiniging met kwik van een voormalig bedrijfsterrein in Nijmegen, juni 1987 door het RIVM, (rapportnummer 234507001);
- nader onderzoek van Swaay Nijmegen, fase 3, door Tauw Milieu bv, 1993 (R3194310).

Dit aanvullend onderzoek heeft een aantal doelstellingen:
- het completeren van het verontreinigingsbeeld van PAK in de grond;
- het vaststellen van de kwaliteit van de toplaag ter plaatse van het speelterrein aan de Fresiastraat;
- het bepalen van fysische parameters (lutum- en humusgehalte, zeefkromme) en het puingehalte ten behoeve van de grondverwerking;
- het completeren van het verontreinigingsbeeld van PAK in het freatisch grondwater op het zuidelijk terreindeel;
- het vaststellen van de kwaliteit van het grondwater in het eerste watervoerende pakket in de richting van de waterwinning;
- het bepalen van de saneringsparameters in het grondwater ten behoeve van de waterzuivering.

2 UITGEVOERDE WERKZAAMHEDEN

2.1 Veldwerk ten behoeve van grondonderzoek

Het veldwerk ten behoeve van het grondonderzoek is uitgevoerd is 26 januari 1995 uitgevoerd. Er zijn vijf boringen gezet tot circa 6 m -mv. De monsters zijn aangewend voor PAK-analyse en puin-, lutum- en humusbepaling.

De boringen zijn uitgevoerd in respectievelijk de vakken 1, 6, 14, 27 en 48. De lokaties zijn weergegeven in bijlage 1.

Verder zijn 3 boringen tot 0,5 m -mv uitgevoerd ter plaatse van het speelterrein aan de Fresiastraat (vakken 172, 72 en 74) ter vaststelling van de bodemkwaliteit.

2.2 Veldwerk ten behoeve van grondwateronderzoek

2.2.1 Freatisch grondwater

Op drie lokaties zijn minifilters geplaatst ter afperking van de PAK-verontreiniging in het freatisch grondwater. Het betreft de minifilters 2007, 2011 en 2179 (zie bijlage 1). De filterstellingen op elke lokatie is 12, 15 en 19 m -mv. Deze 9 filters zijn één week na aanleg bemonsterd en geanalyseerd op PAK.

Daarnaast is peilbuis 13 (7 m -mv) en minifilter 1311 (19 m -mv) bemonsterd en geanalyseerd op saneringsparameters van grondwater. Deze parameters zijn:
- CZV;
- hardheid bicarbonaat;
- sulfaat;
- stikstof Kjeldahl;
- zware metalen calcium, ijzer, magnesium en mangaan.

2.2.2 Grondwater eerste watervoerend pakket

Het freatisch grondwater en het eerste watervoerend pakket worden van elkaar gescheiden door een keileemlaag op circa 20 m -mv (7 m -NAP).

Bij de bemonstering van peilbuis 10 (24,5 - 25,5 m -mv) is een PAK-verontreiniging waargenomen. Na twee maal herbemonsteren is de naftaleenconcentratie sterk afgenomen. Dit gegeven wijst mogelijk op contaminatie van het eerste watervoerend pakket bij de plaatsing van deze peilbuis.

In het kader van dit aanvullend onderzoek is peilbuis 529 bemonsterd op drie dieptes, te weten 4,5 - 6,5 -NAP (boven keileem, ter referentie), 8 - 10 -NAP en 15,5 - 17,5 -NAP (diepte waterwinning). Peilbuis 529 bevindt zich in de lijn van de bronnen van verontreiniging naar de waterwinningsputten.

3 RESULTATEN EN CONCLUSIES

3.1 Inleiding

Interpretatie van de analyseresultaten vindt plaats volgens het 9 mei 1994 van kracht geworden toetsingskader zoals gedefinieerd in de "Circulaire Interventiewaarden Bodemsanering" gepubliceerd in de Staatscourant nummer 95, dinsdag 24 mei 1994.

Hierbij is de volgende terminologie gehanteerd:
- bij een overschrijding van de streefwaarde (S) is er "geen sprake van een duurzame bodemkwaliteit (voor de functionele eigenschappen van de bodem voor mens, dier of plant);
- bij een overschrijding van de toetsingswaarde (T = 0,5(S+I)) is er sprake van een situatie waarbij het uitvoeren van nader bodemonderzoek nodig is;
- bij een overschrijding van de interventiewaarde (I) is er mogelijk "sprake van een ernstige bodemverontreiniging").

De interpretatie van de analyseresultaten is als volgt:
- : $\leq$ S of < detectielimiet;
\+ : > S en $\leq$ T
\+ + : >T en $\leq$I
\+ + + : >I

In bijlage 7 zijn de S-, T- en I-waarden berekend voor deze lokatie. Voor de bodemlaag tot 2,5 m -mv wordt uitgegaan van 1,5 % humus en 2 % lutum. Voor diepere bodemlagen wordt uitgegaan van <0,1 % humus en 2 % lutum.

3.2 Grond

In tabel 3.1 zijn de resultaten van de PAK-analyses in grond vermeld. In bijlage 2 zijn de boorprofielen met zintuiglijke waarnemingen weergegeven.

Tabel 3.1 Resultaten PAK-analyses in grond (mg/kg d.s.)

monster (m -mv)	PAK(10) Leidraad
1(1 - 1,5)	77 (+ + +)
6(2,5 - 3)	<0.2 (-)
14(1,5 - 2)	<0,2 (-)
27(3 - 3,5)	<0,2 (-)
48(1,5 - 2)	<0,2 (-)

Op basis van de resultaten van alle PAK-analyses is een dwarsprofiel gemaakt van de lokatie van zuid naar noord. Dit profiel is bijgevoegd als bijlage 6 en geeft inzicht in de omvang van de verontreiniging naar de diepte en de mate van verontreiniging.

In tabel 3.2 wordt een overzicht gegeven van de gemeten lutum-, humus- en puingehalten.

Tabel 3.2 Overzicht lutum-, humus- en puingehalten

monster (m -mv)	lutum (% van droge stof)	humus (% van droge stof)	fractie <63 µm	fractie <32 mm (%)	32 mm <fractie< 80 mm (%)	fractie >80 mm (%)
6(2,5 - 3)	1,8	<0.1	6,3			
27(0 - 0,5)	1,8	0,8	8,5			
48(2 - 2,5)	1,7	0,8	6,0			
27(5,5 - 6)	2,4	<0,1	3,4			
33(0 - 0,3)				95	1,5	3,5
43(0 - 0,3)				97	3	0
48(0 - 0,3)				83	17	0

Van de bodemmonsters afkomstig uit de toplaag (0 - 0,5 m -mv) van het speelterrein aan de Fresiastraat (vakken 172, 72 en 74), is één mengmonster samengesteld en geanalyseerd op PAK en kwik. De kwik-concentratie (4,9 mg/kg d.s.) overschrijdt de toetsingswaarde. De PAK-concentratie (2,4 mg/kg d.s.) betreft een streefwaarde overschrijding. Uitgaande van een kind als blootgestelde bedraagt de blootstelling aan kwik 0,08 * MTR en aan PAK <0,01 * MTR. Op basis hiervan worden directe maatregelen niet noodzakelijk geacht.

De analyselijsten voor de grondanalyses (waaronder de volledige zeefkrommes) zijn bijgevoegd als bijlage 3.

3.3 Grondwater

Tabel 3.3 geeft een overzicht van de PAK-analyses in het freatisch grondwater. De analyselijsten van de grondwateranalyses zijn bijgevoegd als bijlage 4.

Tabel 3.3 Analyseresultaten PAK freatisch grondwater

filter (m -mv)	naftaleen (µg/l)	PAK(10)Leidraad (µg/l)
2179(12)	<0,05 (-)	<0,2 (-)
2179(15)	<0,05 (-)	<0,2 (-)
2179(19)	<0,05 (-)	<0,2 (-)
2007(12)	<0,06 (-)	<0,2 (-)
2007(15)	<0,05 (-)	<0,2 (-)
2007(19)	8,0 (+)	8,0 (+)
2011(12)	<0,05 (-)	<0,2 (-)
2011(15)	<0,05 (-)	<0,2 (-)
2011(19)	<0,05 (-)	<0,2 (-)

De grondwaterverontreiniging met PAK is in horizontale zin afgeperkt.

Voor de saneringsparameters van het freatisch grondwater wordt verwezen naar bijlage 5.

De analyseresultaten van peilbuis 529 zijn vermeld in tabel 3.4.

Tabel 3.4 Resultaten PAK-analyses eerste watervoerend pakket richting waterwinning

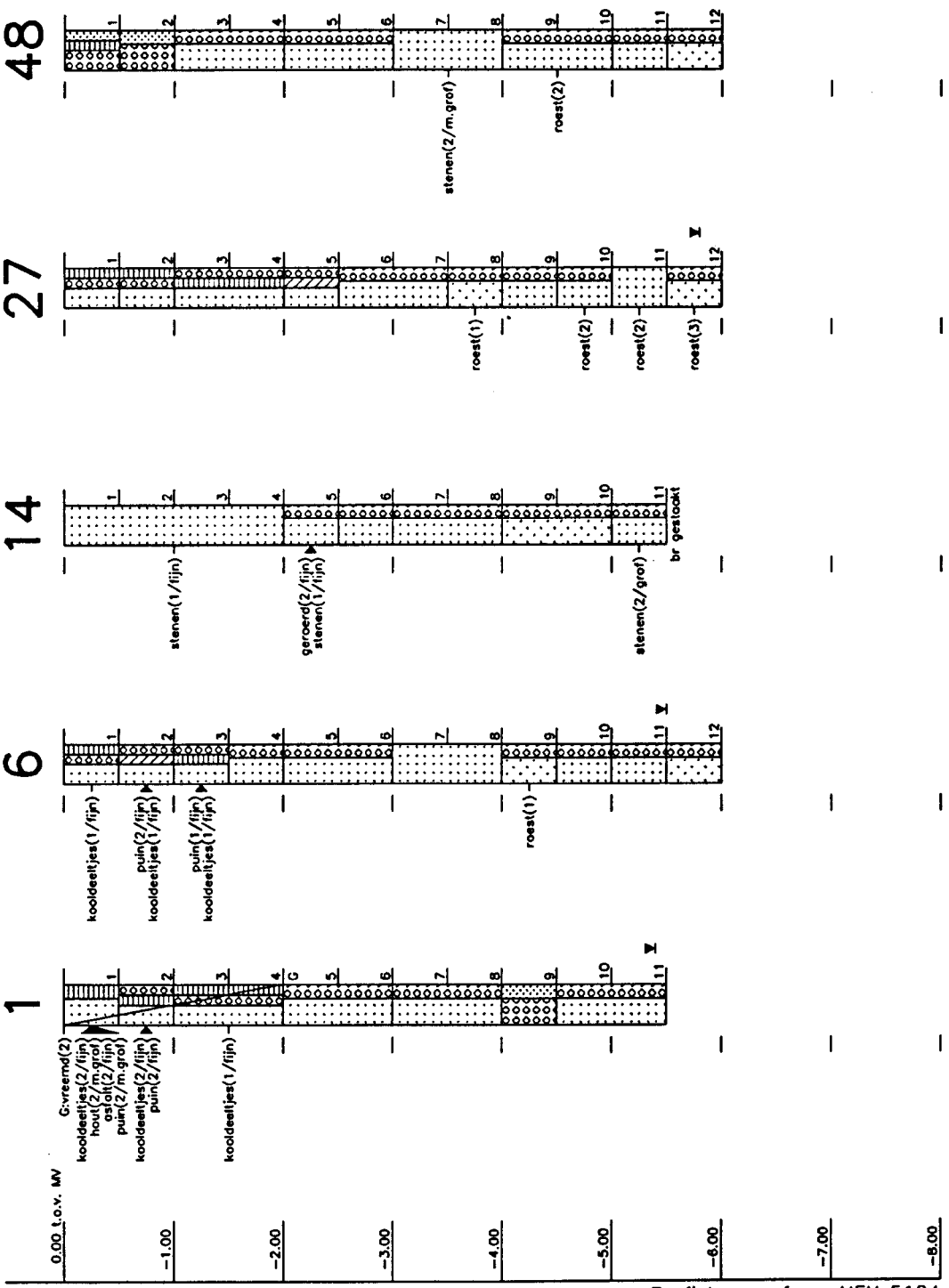
filter (m -NAP)	individuele PAK (µg/l)	PAK(10) (µg/l)
529 (4,5 - 5,5) **freatisch ter referentie**	0,02 benzo(a)anthraceen 0,03 chryseen	<0,2
529(8 - 10)	<0,01	<0,2
529 (15,5 - 17,5)	0,02 fluorantheen	<0,2

In het diepste filter van peilbuis 529 (diepte waterwinning) is een spoor fluorantheen aangetroffen. Het is niet uit te sluiten dat deze verontreinigingen afkomstig zijn van het voormalige van Swaay-terrein. Hierover zou uitsluitsel kunnen worden verkregen door het plaatsen van peilbuizen op het NS-terrein. Gezien de situatie (hoogteverschillen, trefkans en concentratie van de verontreiniging) en het feit dat de verontreinigingen worden beheerst door de waterwinning, is dit niet zinvol. Omdat het niet uit te sluiten valt dat de verontreinigingen afkomstig zijn van het voormalige van Swaay-terrein, wordt een verticale beheersing noodzakelijk geacht.

SITUERING MONSTERPUNTEN

zie bijlage 1 saneringsonderzoek

BOORPROFIELEN


48
27
14
6
1
G:vreemd(2)
kooldeeltjes(2/fijn)
hout(2/m.grof)
as/afl(2/fijn)
puin(2/m.grof)
kooldeeltjes(2/fijn)
puin(2/fijn)
kooldeeltjes(1/fijn)
kooldeeltjes(1/fijn)
puin(2/fijn)
kooldeeltjes(1/fijn)
puin(1/fijn)
kooldeeltjes(1/fijn)
roest(1)
stenen(1/fijn)
geroerd(2/fijn)
stenen(1/fijn)
stenen(2/grof)
br gestaakt
roest(1)
roest(2)
roest(2)
roest(3)
stenen(2/m.grof)
roest(2)
0.00 t.o.v. MV
-1.00
-2.00
-3.00
-4.00
-5.00
-6.00
-7.00
-8.00

ANALYSERESULTATEN GROND

TauwMilieu
Sector Milieulaboratorium

QUALIFIED BY STERLAB

A N A L Y S E R E S U L T A T E N

Projectnummer : 3378063
Analyselijstnummer : 705132

Project/lokatie : van Swaay Tunnelweg Nijmegen 323

Betreffende : bodem/grond
Bemonsterd door : Tauw Milieu bv
Datum monsterneming: 26/01/95
Datum ontvangst : 30/01/95

Omschrijving monsters :
1 : 1 (1-1.5 m-mv)
2 : 6 (2.5-3 m-mv)
3 : 14 (1.5-2 m-mv)
4 : 27 (3-3.5 m-mv)

	A N A L Y S E	Eenheid	1		2	3	4
	KLASSIEK CHEMISCHE ANALYSES						
Q	Calciumcarbonaat	% van Ds			<0.1		
Q	Droge stof (Ds)	%	88.4		90.9	93.4	94.6
Q	Fractie < 2 um	% van Ds			1.8		
Q	Fractie < 16 um	% van Ds			2.9		
Q	Organische stof vlgs. IB-methode	% van Ds			<0.1		
Q	Zeefkromme 63-2000 um						
	x < 63 um	% van Ds			6.3		
	63 < x < 90 um	% van Ds			1.6		
	90 < x < 125 um	% van Ds			3.9		
	125 < x < 180 um	% van Ds			11		
	180 < x < 250 um	% van Ds			20		
	250 < x < 355 um	% van Ds			20		
	355 < x < 500 um	% van Ds			16		
	500 < x < 1000 um	% van Ds			16		
	1000 < x < 2000 um	% van Ds			5.0		
	POLYCYCLISCHE AROMATISCHE KOOLWATERSTOFFEN d.m.v. HPLC						
Q	Naftaleen	mg/kg Ds	1.7	(m)	<0.05	<0.05	<0.05
Q	Fenanthreen	mg/kg Ds	12	(m)	<0.01	<0.01	<0.01
Q	Anthraceen	mg/kg Ds	23	(m)	<0.01	<0.01	<0.01
Q	Fluorantheen	mg/kg Ds	19		<0.01	<0.01	0.01
Q	Benzo(a)anthraceen	mg/kg Ds	5.7		<0.01	<0.01	<0.01
Q	Chryseen	mg/kg Ds	5.1		<0.01	<0.01	<0.01
Q	Benzo(k)fluorantheen	mg/kg Ds	2.9		<0.01	<0.01	<0.01
Q	Benzo(a)pyreen	mg/kg Ds	4.6		<0.01	<0.01	<0.01
Q	Benzo(g,h,i)peryleen	mg/kg Ds	1.3		<0.01	<0.01	<0.01
Q	Indeno(1,2,3-c,d)pyreen	mg/kg Ds	1.7		<0.01	<0.01	<0.01
Q	Totaal 10 Leidraad	mg/kg Ds	77	(aw)	<0.2	<0.2	<0.2

De met "Q" gemerkte analyses op dit blad zijn door STERLAB gecertificeerd.

De tussen haakjes vermelde lettercodes geven aan dat betreffende bepaling of monster van commentaar is voorzien. Zie hiervoor het blad 'Toelichting' bij dit rapport.

TauwMilieu
Sector Milieulaboratorium

QUALIFIED BY STERLAB

A N A L Y S E R E S U L T A T E N

Projectnummer : 3378063
Analyselijstnummer : 705132

Project/lokatie : van Swaay Tunnelweg Nijmegen 323

Betreffende : bodem/grond
Bemonsterd door : Tauw Milieu bv
Datum monsterneming: 26/01/95
Datum ontvangst : 30/01/95

Omschrijving monsters :
5 : 48 (1.5-2 m-mv)
6 : 27 (0-0.5 m-mv)
7 : 48 (2-2.5 m-mv)
8 : 27 (5.5-6 m-mv)

	A N A L Y S E	Eenheid	5	6	7	8
	KLASSIEK CHEMISCHE ANALYSES					
Q	Calciumcarbonaat	% van Ds		<0.1	<0.1	<0.1
Q	Droge stof (Ds)	%	94.5	92.6	92.4	91.0
Q	Fractie < 2 um	% van Ds		1.8	1.7	2.4
Q	Fractie < 16 um	% van Ds		3.3	3.0	2.7
Q	Organische stof vlgs. IB-methode	% van Ds		0.8	0.8	<0.1
Q	Zeefkromme 63-2000 um					
	x < 63 um	% van Ds		8.5	6.0	3.4
	63 < x < 90 um	% van Ds		1.3	0.7	0.1
	90 < x < 125 um	% van Ds		2.4	1.3	0.4
	125 < x < 180 um	% van Ds		5.9	5.6	1.4
	180 < x < 250 um	% van Ds		16	13	5.0
	250 < x < 355 um	% van Ds		19	21	11
	355 < x < 500 um	% van Ds		20	21	23
	500 < x < 1000 um	% van Ds		23	24	32
	1000 < x < 2000 um	% van Ds		5.1	7.1	24
	POLYCYCLISCHE AROMATISCHE KOOLWATERSTOFFEN d.m.v. HPLC					
Q	Naftaleen	mg/kg Ds	<0.05			
Q	Fenanthreen	mg/kg Ds	<0.01			
Q	Anthraceen	mg/kg Ds	<0.01			
Q	Fluorantheen	mg/kg Ds	<0.01			
Q	Benzo(a)anthraceen	mg/kg Ds	<0.01			
Q	Chryseen	mg/kg Ds	<0.01			
Q	Benzo(k)fluorantheen	mg/kg Ds	<0.01			
Q	Benzo(a)pyreen	mg/kg Ds	<0.01			
Q	Benzo(g,h,i)peryleen	mg/kg Ds	<0.01			
Q	Indeno(1,2,3-c,d)pyreen	mg/kg Ds	<0.01			
Q	Totaal 10 Leidraad	mg/kg Ds	<0.2			

De met "Q" gemerkte analyses op dit blad zijn door STERLAB gecertificeerd.

De tussen haakjes vermelde lettercodes geven aan dat betreffende bepaling of monster van commentaar is voorzien. Zie hiervoor het blad 'Toelichting' bij dit rapport.

T O E L I C H T I N G

Behorende bij : Projectnummer : 3378063
Analyselijstnummer : 705132

Verklaring lettercodes

(aw) : De opgegeven waarde dient als indikatie te worden beschouwd, omdat voor een of meerdere komponenten een nauwkeurige kwantificering niet mogelijk was.

(m) : Het is moeilijk om deze komponent te kwantificeren omdat het monster storende verbindingen bevat. Het opgegeven gehalte dient daarom als een indikatieve waarde te worden beschouwd.

TauwMilieu
Sector Milieulaboratorium

QUALIFIED BY STERLAB

A N A L Y S E R E S U L T A T E N

Projectnummer : 3378063
Analyselijstnummer : 705739

Project/lokatie : Van Swaay Nijmegen 677

Omschrijving monsters :
1 : 1-01 + 2-01 + 3-01

Betreffende : bodem/grond
Bemonsterd door : Tauw Milieu bv
Datum monsterneming: 23/02/95
Datum ontvangst : 06/03/95

	A N A L Y S E	Eenheid	1
	KLASSIEK CHEMISCHE ANALYSES		
Q	Droge stof (Ds)	%	88.9
	VOORBEHANDELING METALEN ANALYSE		
Q	Koningswater ontsluiting (NVN 5770)		+
	AAS-KOUDEDAMPTECHNIEK (CVAAS)		
Q	Kwik (Hg)	mg/kg Ds	4.9
	POLYCYCLISCHE AROMATISCHE KOOLWATERSTOFFEN d.m.v. HPLC		
Q	Naftaleen	mg/kg Ds	<0.05
Q	Fenanthreen	mg/kg Ds	0.25
Q	Anthraceen	mg/kg Ds	0.03
Q	Fluorantheen	mg/kg Ds	0.5
Q	Benzo(a)anthraceen	mg/kg Ds	0.30
Q	Chryseen	mg/kg Ds	0.30
Q	Benzo(k)fluorantheen	mg/kg Ds	0.20
Q	Benzo(a)pyreen	mg/kg Ds	0.30
Q	Benzo(g,h,i)peryleen	mg/kg Ds	0.25
Q	Indeno(1,2,3-c,d)pyreen	mg/kg Ds	0.30
Q	Totaal 10 Leidraad	mg/kg Ds	2.4

De met "Q" gemerkte analyses op dit blad zijn door STERLAB gecertificeerd.

De tussen haakjes vermelde lettercodes geven aan dat betreffende bepaling of monster van commentaar is voorzien. Zie hiervoor het blad 'Toelichting' bij dit rapport.

ANALYSERESULTATEN GRONDWATER

TauwMilieu
Sector Milieulaboratorium

QUALIFIED BY STERLAB

A N A L Y S E R E S U L T A T E N

Projectnummer : 3378063
Analyselijstnummer : 803781

Project/lokatie : Van Swaay Nijmegen 704

Betreffende : grondwater
Bemonsterd door : Tauw Milieu bv
Datum monsterneming:
Datum ontvangst : 01/03/95

Omschrijving monsters :
1 : 2007-12 m-mv
2 : 2007-15 m-mv
3 : 2007-19 m-mv
4 : 2011-12 m-mv

	A N A L Y S E	Eenheid	1	2	3	4
	POLYCYCLISCHE AROMATISCHE KOOLWATERSTOFFEN d.m.v. HPLC					
Q	Naftaleen	ug/l	<0.06 (h)	<0.05	8.0	<0.05
Q	Fenanthreen	ug/l	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
Q	Anthraceen	ug/l	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
Q	Fluorantheen	ug/l	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
Q	Benzo(a)anthraceen	ug/l	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
Q	Chryseen	ug/l	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
Q	Benzo(k)fluorantheen	ug/l	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
Q	Benzo(a)pyreen	ug/l	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
Q	Benzo(g,h,i)peryleen	ug/l	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
Q	Indeno(1,2,3-c,d)pyreen	ug/l	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
Q	Totaal 10 Leidraad	ug/l	<0.2	<0.2	8.0	<0.2

De met "Q" gemerkte analyses op dit blad zijn door STERLAB gecertificeerd.

De tussen haakjes vermelde lettercodes geven aan dat betreffende bepaling of monster van commentaar is voorzien. Zie hiervoor het blad 'Toelichting' bij dit rapport.

TauwMilieu
Sector Milieulaboratorium

QUALIFIED BY STERLAB

A N A L Y S E R E S U L T A T E N

Projectnummer : 3378063
Analyselijstnummer : 803781

Project/lokatie : Van Swaay Nijmegen 704

Betreffende : grondwater
Bemonsterd door : Tauw Milieu bv
Datum monsterneming:
Datum ontvangst : 01/03/95

Omschrijving monsters :
5 : 2011-15 m-mv
6 : 2011-19 m-mv
7 : 2179-12 m-mv
8 : 2179-15 m-mv

	A N A L Y S E	Eenheid	5	6	7	8
	POLYCYCLISCHE AROMATISCHE KOOLWATERSTOFFEN d.m.v. HPLC					
Q	Naftaleen	ug/l	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05
Q	Fenanthreen	ug/l	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
Q	Anthraceen	ug/l	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
Q	Fluorantheen	ug/l	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
Q	Benzo(a)anthraceen	ug/l	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
Q	Chryseen	ug/l	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
Q	Benzo(k)fluorantheen	ug/l	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
Q	Benzo(a)pyreen	ug/l	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
Q	Benzo(g,h,i)peryleen	ug/l	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
Q	Indeno(1,2,3-c,d)pyreen	ug/l	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
Q	Totaal 10 Leidraad	ug/l	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2

De met "Q" gemerkte analyses op dit blad zijn door STERLAB gecertificeerd.

De tussen haakjes vermelde lettercodes geven aan dat betreffende bepaling of monster van commentaar is voorzien. Zie hiervoor het blad 'Toelichting' bij dit rapport.

TauwMilieu
Sector Milieulaboratorium

QUALIFIED BY STERLAB

A N A L Y S E R E S U L T A T E N

Projectnummer : 3378063
Analyselijstnummer : 803781

Project/lokatie : Van Swaay Nijmegen 704

Omschrijving monsters :
9 : 2179-19 m-mv

Betreffende : grondwater
Bemonsterd door : Tauw Milieu bv
Datum monsterneming:
Datum ontvangst : 01/03/95

	A N A L Y S E	Eenheid	9
	POLYCYCLISCHE AROMATISCHE KOOLWATERSTOFFEN d.m.v. HPLC		
Q	Naftaleen	ug/l	<0.05
Q	Fenanthreen	ug/l	<0.01
Q	Anthraceen	ug/l	<0.01
Q	Fluorantheen	ug/l	<0.01
Q	Benzo(a)anthraceen	ug/l	<0.01
Q	Chryseen	ug/l	<0.01
Q	Benzo(k)fluorantheen	ug/l	<0.01
Q	Benzo(a)pyreen	ug/l	<0.01
Q	Benzo(g,h,i)peryleen	ug/l	<0.01
Q	Indeno(1,2,3-c,d)pyreen	ug/l	<0.01
Q	Totaal 10 Leidraad	ug/l	<0.2

De met "Q" gemerkte analyses op dit blad zijn door STERLAB gecertificeerd.

De tussen haakjes vermelde lettercodes geven aan dat betreffende bepaling of monster van commentaar is voorzien. Zie hiervoor het blad 'Toelichting' bij dit rapport.

T O E L I C H T I N G

Behorende bij : Projectnummer : 3378063
Analyselijstnummer : 803781

Verklaring lettercodes

(h) : Vanwege de storende invloed van de monstermatrix zijn de rapportagegrenzen van een of meerdere verbindingen verhoogd.

TauwMilieu
Sector Milieulaboratorium

QUALIFIED BY STERLAB

A N A L Y S E R E S U L T A T E N

Blad 1 van 1

Projectnummer : 3378063
Analyselijstnummer : 705752

Project/lokatie : Van Swaay Nijmegen 704

Betreffende : grondwater
Bemonsterd door : Tauw Milieu bv
Datum monsterneming:
Datum ontvangst : 06/03/95

Omschrijving monsters :
1 : 529 (4.5-5.5 m-NAP)
2 : 529 (8-10 m-NAP)
3 : 529 (15.5-17.5 m-NAP)

	A N A L Y S E	Eenheid	1	2	3
	POLYCYCLISCHE AROMATISCHE KOOLWATERSTOFFEN d.m.v. HPLC				
Q	Naftaleen	ug/l	<0.05	<0.05	<0.05
Q	Fenanthreen	ug/l	<0.01	<0.01	<0.01
Q	Anthraceen	ug/l	<0.01	<0.01	<0.01
Q	Fluorantheen	ug/l	<0.01	<0.01	0.02
Q	Benzo(a)anthraceen	ug/l	0.02	<0.01	<0.01
Q	Chryseen	ug/l	0.03	<0.01	<0.01
Q	Benzo(k)fluorantheen	ug/l	<0.01	<0.01	<0.01
Q	Benzo(a)pyreen	ug/l	<0.01	<0.01	<0.01
Q	Benzo(g,h,i)peryleen	ug/l	<0.01	<0.01	<0.01
Q	Indeno(1,2,3-c,d)pyreen	ug/l	<0.01	<0.01	<0.01
Q	Totaal 10 Leidraad	ug/l	<0.2	<0.2	<0.2

De met "Q" gemerkte analyses op dit blad zijn door STERLAB gecertificeerd.

De tussen haakjes vermelde lettercodes geven aan dat betreffende bepaling of monster van commentaar is voorzien. Zie hiervoor het blad 'Toelichting' bij dit rapport.

SANERINGSPARAMETERS GRONDWATER

TauwMilieu
Sector Milieulaboratorium

QUALIFIED BY STERLAB

A N A L Y S E R E S U L T A T E N

Projectnummer : 3378063
Analyselijstnummer : 705217

Project/lokatie : Van Swaay Tunnelweg Nijmegen 408

Betreffende : grondwater
Bemonsterd door : Tauw Milieu bv
Datum monsterneming: 31/01/95
Datum ontvangst : 02/02/95

Omschrijving monsters :
1 : 13 (6-7 m-mv)
2 : 1311 (18-19 m-mv)

	A N A L Y S E	Eenheid	1	2
	KLASSIEK CHEMISCHE ANALYSES			
Q	Chemisch zuurstofverbruik (CZV)	mg O2/l	5	13
	Bicarbonaat (HCO3-) gehalte	meq/l	1.9	2.3
	Carbonaat (CO3 2-) gehalte	meq/l	<0.1	<0.1
	Vrij alkali	meq/l		
	Vrij mineraalzuur	meq/l		
Q	Stikstof vlgs. Kjeldahl	mg N/l	<0.5	<0.5
Q	Sulfaat	mg SO4/l	16	160
	VOORBEHANDELING METALEN ANALYSE			
	Geen voorbehandeling uitgevoerd		+	+
	ICP-TECHNIEK (AES)			
Q	Calcium (Ca)	ug/l	34000	70000
Q	Magnesium (Mg)	ug/l	3100	15000
	IJzer (Fe)	ug/l	55	430
	Mangaan (Mn)	ug/l	2.0	2700

De met "Q" gemerkte analyses op dit blad zijn door STERLAB gecertificeerd.

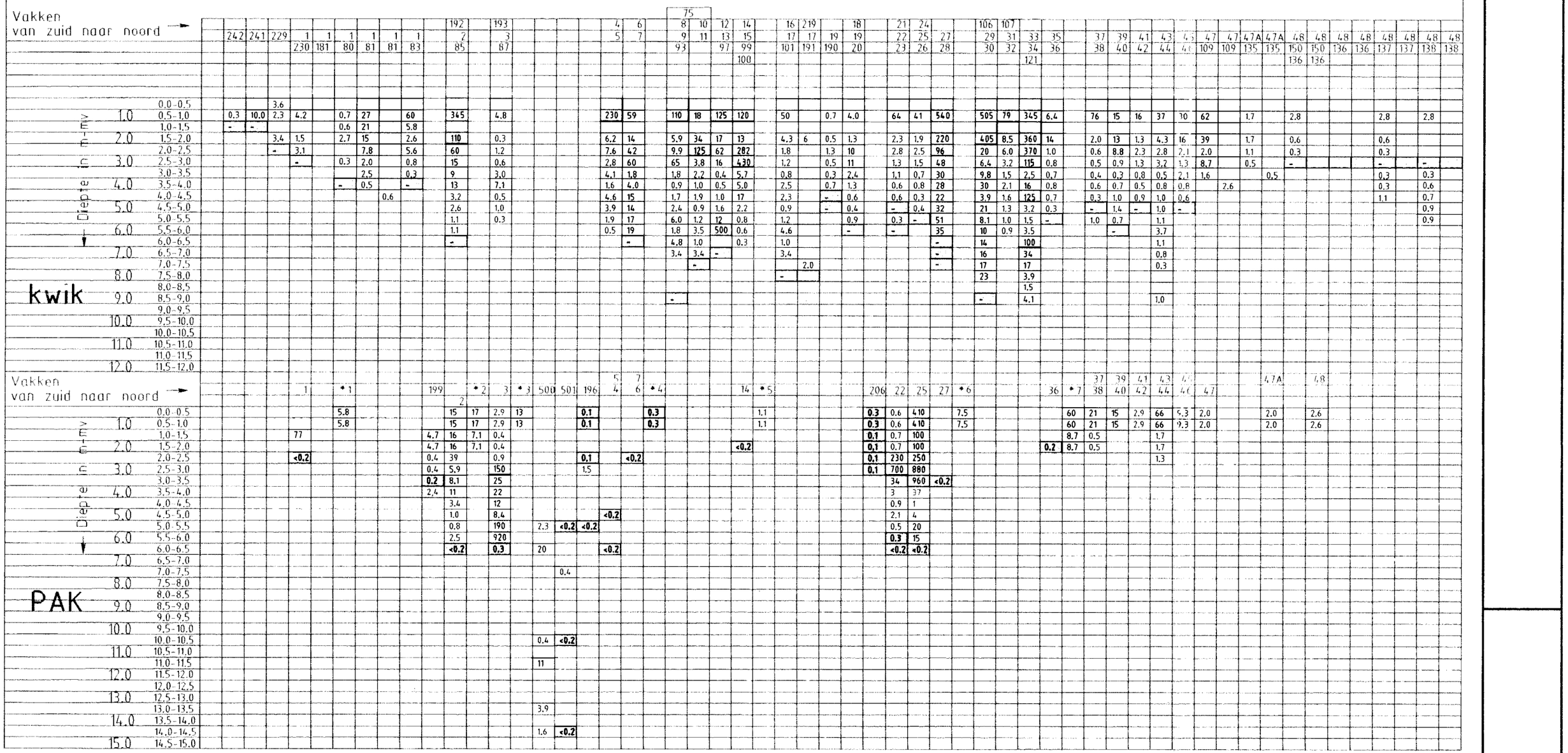
De tussen haakjes vermelde lettercodes geven aan dat betreffende bepaling of monster van commentaar is voorzien. Zie hiervoor het blad 'Toelichting' bij dit rapport.

DWARSPROFIEL PAK-VERONTREINIGING GROND

zie bijlage 5 saneringsonderzoek

ANALYSERESULTATEN GRONDWATER

VAN SWAAY
DWARSDOORSNEDEN VERONTREINIGINGSSITUATIE



Legenda

- ≤ S of < detectielimiet
- > S en ≤ T
- > T en ≤ I
- > I en < 10×I
- > 10×I
- • oud

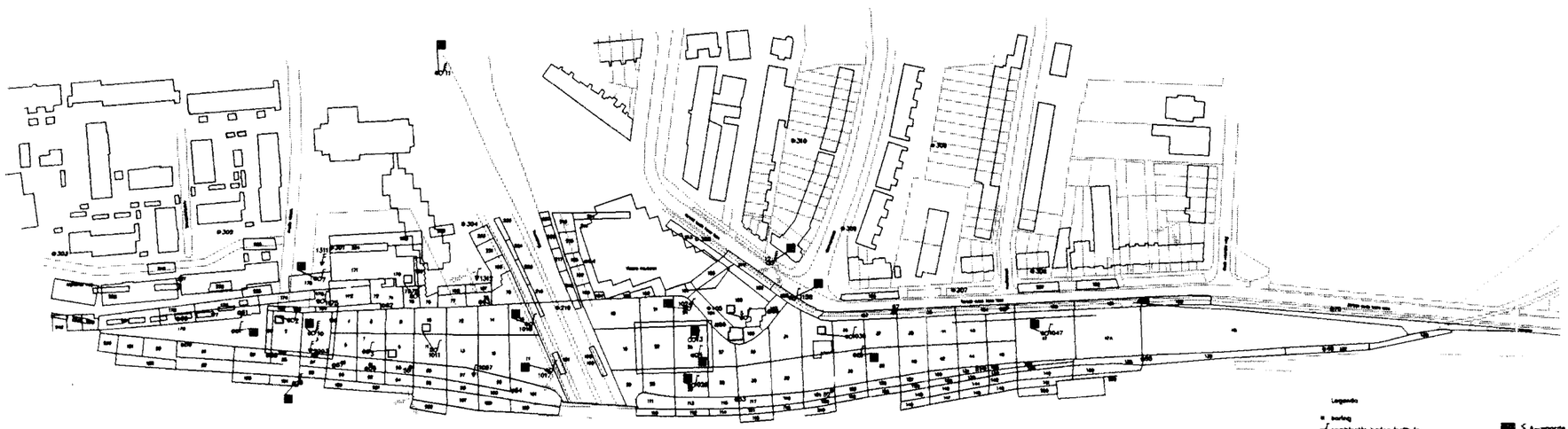
Papierschaal 3cm 2 1 0

Opdrachtgever: PROVINCIE GELDERLAND	Schaal: 1:1000	Formaat: A3	Eenh.: m	Rev.:
Project: NIJMEGEN, VAN SWAAY	Projectnr.: 3378063		Her.: -
Onderdeel: DWARSDOORSNEDEN VERONTREINIGINGSSITUATIE	Datum: 08/03/1995	Tekeningnr.: 102	
	Getek.: MNB		
	Gewijz.: / /		
	Gezien:		

TauwMilieu
Postbus 133, 7400 AC Deventer

05FV

VERONTREINIGINGSSITUATIE FREATISCH GRONDWATER MET KWIK.





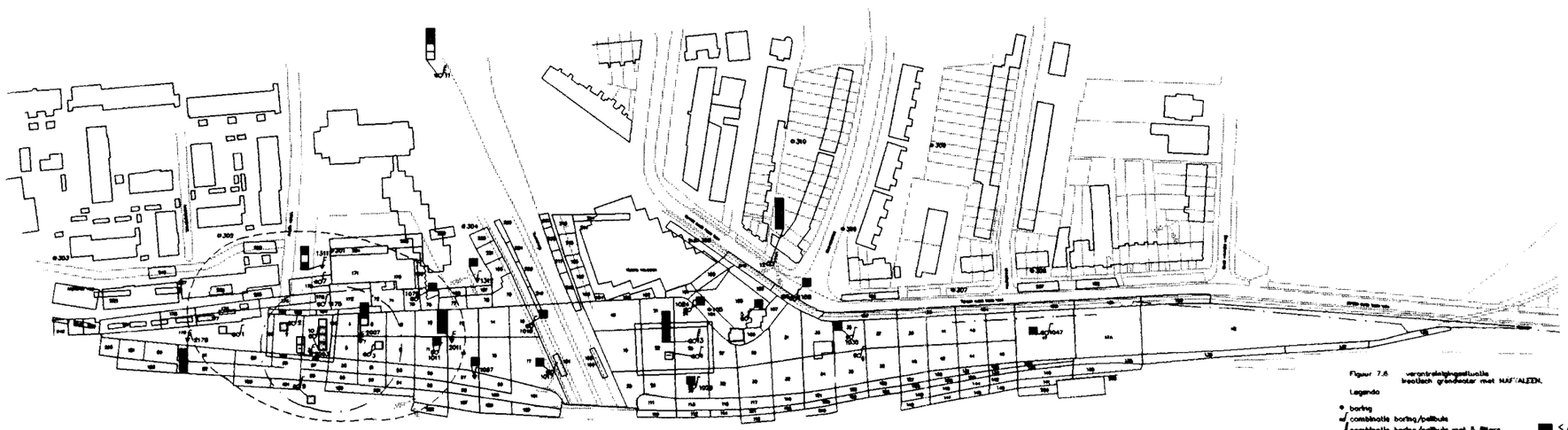
0 25 50m

PROVINCIE GELDERLAND	1:1000	Formaat: Z	
Project: VAN SWAAY N.O. III	Projectnr.: 3378063		
Onderwerp: VERONTREINIGINGSSITUATIE FR. GRONDWATER MET KWIK	Datum: 07/05/93	Getek.: MBR	Tekeningnr.: -11.
	Gewijz.: 16/06/94	Goedk.:	

TAUW Infra Consult b.v.
Postbus 478, 7400 AL Deventer

P6928

VERONTREINIGINGSSITUATIE FREATISCH GRONDWATER MET NAFTALEEN.



Figuur 7.6 verontreinigingssituatie freatisch grondwater met NAFTALEEN.

Legenda

- boring
- combinatie boring/peilbuis
- combinatie boring/peilbuis met 5 filters
- mini-filter
- dubbelfilter met 3 filters
- 47A terreinindeling van vooronderzoek.
- A-contour
- C-contour

- ≤ A-waarde
- > A-waarde; < B-waarde
- ≥ B-waarde; < C-waarde
- ≥ C-waarde

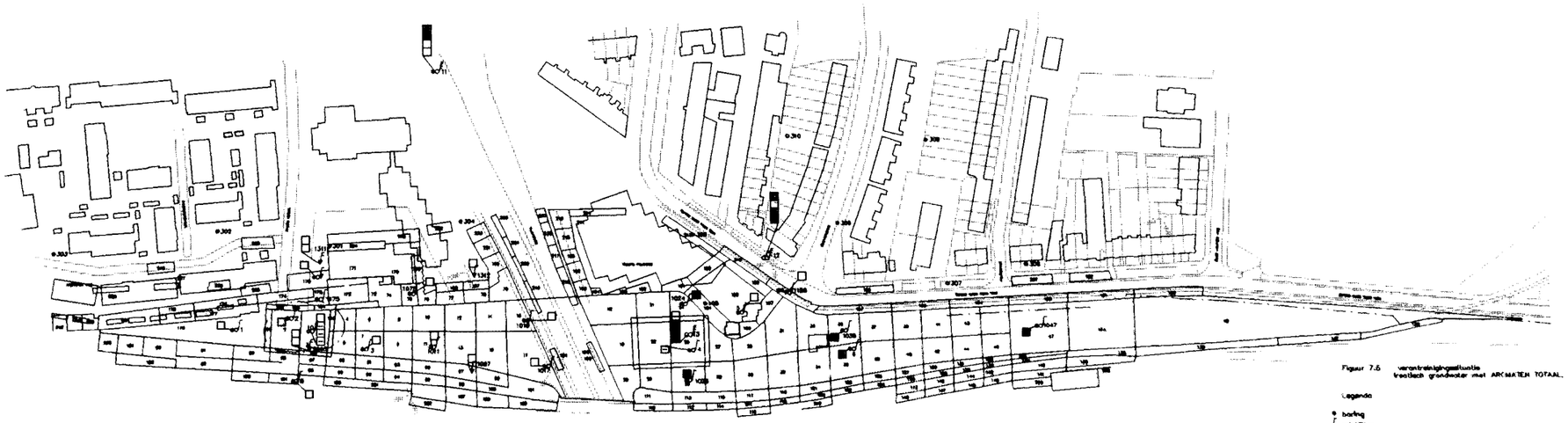
0 25 50m

Opdrachtgever	PROVINCIE GELDERLAND.	Schaal 1:1000	Formaat A0
Project	VAN SWAAY N.O. IN	Projectnr. 3378063	
Onderwerp	VERONTREINIGINGSSITUATIE FR. GRONDWATER MET NAFTALEEN.	Datum 07/08/93	Tekeningnr. -08.
		Getek. MKR	
		Gemitr. 07/08/93	
		Goedkr.	

TAUW Infra Consult b.v.
Postbus 478, 7400 AL Deventer

Papierformaat: Size A

VERONTREINIGINGSSITUATIE FREATISCH GRONDWATER MET AROMATEN TOTAAL



Figuur 7.6 verontreinigingssituatie freatisch grondwater met AROMATEN TOTAAL

Legenda

- boring
- mini filter
- combinatie boring/peilbuis
- combinatie boring/peilbuis met 5 filters
- 47A terugbemonstering van voorgaand onderzoek
- C-contour

- ≤ A-waarde
- > A-waarde; < B-waarde
- ≥ B-waarde; < C-waarde
- ≥ C-waarde

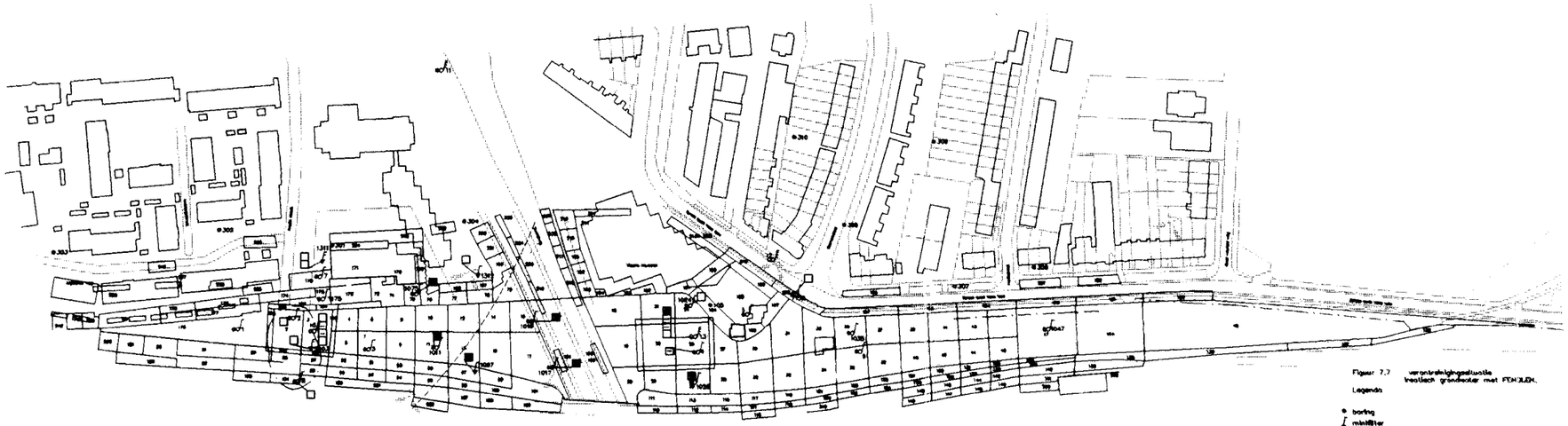
0 25 50m

PROVINCIE GELDERLAND	1:1000	A0	
VAN SWAAY N.O III		3378063	
VERONTREINIGINGSSITUATIE FR.GRONDW. AROMATEN TOTAAL	Datum 07/09/93		-07.

TAUW Infra Consult b.v.

Postbus 479, 7400 AL Deventer

VERONTREINIGINGSSITUATIE FREATISCH GRONDWATER MET FENOLEN.



Figuur 7.7 verontreinigingssituatie freatisch grondwater met FENOLEN.

Legenda

- boring
- mini-filter
- combinatie boring/peilbuis
- combinatie boring/peilbuis met 5 filters
- 47A herbemonstering van waargenomen onderzoek.
- A-contour
- B-contour

- ≤ A-waarde
- > A-waarde < B-waarde
- ≥ B-waarde < C-waarde
- ≥ C-waarde

0 25 50m

PROVINCIE GELDERLAND.	Schaal 1:1000	Formaat Z	
Project VAN SWAAY N.O. III	Projectnr. 3378063		
Onderwerp VERONTREINIGINGSSITUATIE FR. GRONDWATER MET FENOLEN.	Datum 97/05/13	Tekeningnr. -10.	
	Getek. MVR		
	Gecontr. 16/06/97		

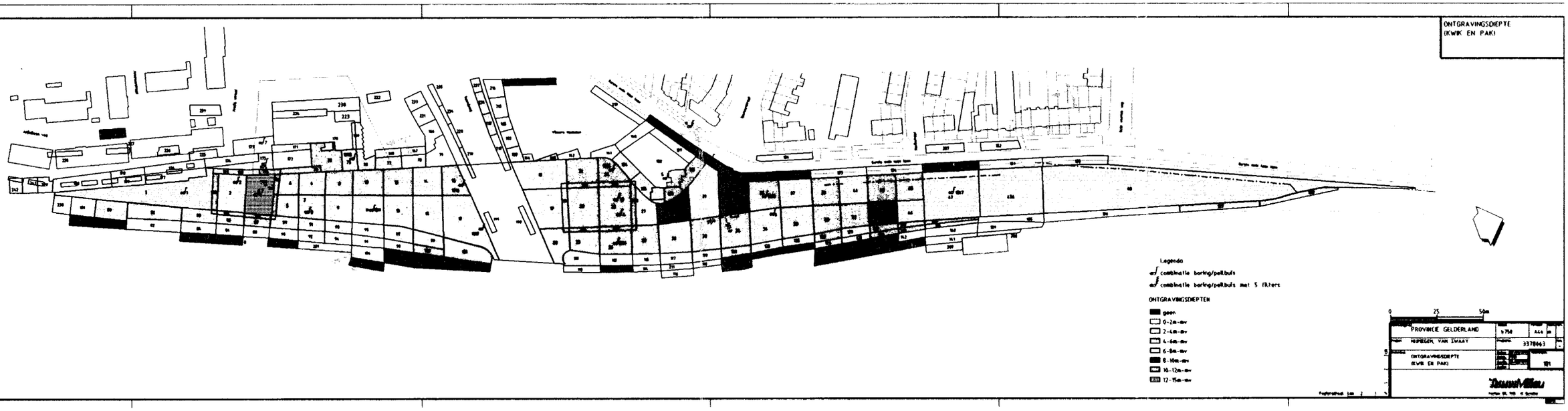
TAUW Infra Consult b.v.
Postbus 479, 7400 AL Deventer

P4725

TOETSINGSTABEL

zie bijlage 15 saneringsonderzoek




ONTGRAVINGSDIEPTE
(KWIK EN PAK)
Legenda
combinatie boring/peilbuis
combinatie boring/peilbuis met 5 filters
ONTGRAVINGSDIEPTEN
geen
0-2m-mv
2-4m-mv
4-6m-mv
6-8m-mv
8-10m-mv
10-12m-mv
12-15m-mv
0
25
50m
PROVINCIE GELDERLAND
1:750
A4 4
HOPBEGEN, VAN IWAAY
3378643
ONTGRAVINGSDIEPTE
(KWIK EN PAK)
101

DIMENSIONERING BEMALING

De kenmerken van de onderscheiden ontgravingen zijn weergegeven in tabel 5.3.
De eigenschappen van het freatisch watervoerend pakket zijn als volgt geschat:

k	= doorlaatfactor watervoerend pakket	35 m/dag.
D	= dikte watervoerend pakket	14 m
kD	= doorlatend vermogen watervoerend pakket	500 m2/dag

Het bemalingsdebiet is berekend met het programma WU21. Dit programma berekent debieten bij een gegeven verlaging, op basis van onvolkomen putten (putten met filterlengte kleiner dan dikte watervoerend pakket). Er is van uitgegaan dat wordt bemalen met een strengenbemaling met een gemiddelde effectieve filterlengte van 1 m.

De berekende debieten zijn samen met de kenmerken van de ontgravingen weergegeven in tabel 1.

Tabel 1 Bemaling multifunctioneel: kenmerken van de ontgravingsvakken en berekende bemalingsdebieten

vak	afmetingen (m x m)	equivalentstraal (m)	ontgravingsdiepte (m)	verlaging (m)	debiet (m3/dag (m3/uur))
2	15 x 20	11	8,0	3,0	2700 (110)
3	14 x 20	11	15,0	10,0	5700 (240)
5	11 x 12	7	6,0	1,0	750 (30)
7	12 x 14	8	6,0	1,0	800 (35)
9	13 x 15	8	8,0	3,0	2200 (95)
11	15 x 16	10	7,5	2,5	2000 (85)
13	16 x 16	10	6,0	1,0	900 (35)
15	20 x 16	10	7,0	2,0	1600 (25)
17	25 x 18	14	7,5	2,5	2200 (95)
29	14 x 17	10	8,5	2,5	2000 (85)
30	15 x 17	10	7,5	1,5	1300 (50)
31	23 x 16	12	7,0	1,0	900 (40)
32	16 x 16	10	7,0	1,0	900 (40)
33	20 x 15	11	10,0	4,0	3500 (150)
44	12 x 15	8	10,0	4,0	3200 (135)

Voor de vakken 29 t/m 33 is gerekend met een onverzadigde zone van 6,5 m, voor de overige vakken met een onverzadigde zone van 5,5 m.
Uit tabel 1 blijkt, dat voor de bemalingen debieten nodig zijn tussen 25 en 240 m^3/uur.

De te onttrekken volumes, berekend door vermenigvuldiging van debiet en aantal bemalingsdagen (inclusief week-end en 1 dag bemonstering), zijn gegeven in tabel 2.

Tabel 2 Bemaling multifunctioneel: kenmerken van de ontgravingsvakken en berekende bemalingsdebieten

vak	debiet (m3/dag (m3/uur))	bemalingsduur (dagen)	volume (m3)
2	2700 (110)	7	19.000
3	5700 (240)	21	60.000 *
5	750 (30)	2	2.000
7	800 (35)	2	2.000
9	2200 (95)	5	11.000
11	2000 (85)	5	10.000
13	900 (35)	3	3.000
15	1600 (25)	5	8.000
17	2200 (95)	9	20.000
29	2000 (85)	5	10.000
30	1300 (50)	4	5.000
31	900 (40)	4	4.000
32	900 (40)	3	3.000
33	3500 (150)	9	32.000
44	3200 (135)	9	30.000

*) gemiddeld 50 % van maximaal debiet

REGELING VERWERKING GROND

Op grond van artikel 23 van de Wet Bodembescherming (WBB) is in geval van afgraven van verontreinigde grond een adviesaanvraag van het SCG vereist over de reinigbaarheid van de grond, waarbij baggerspecie wordt uitgezonderd.

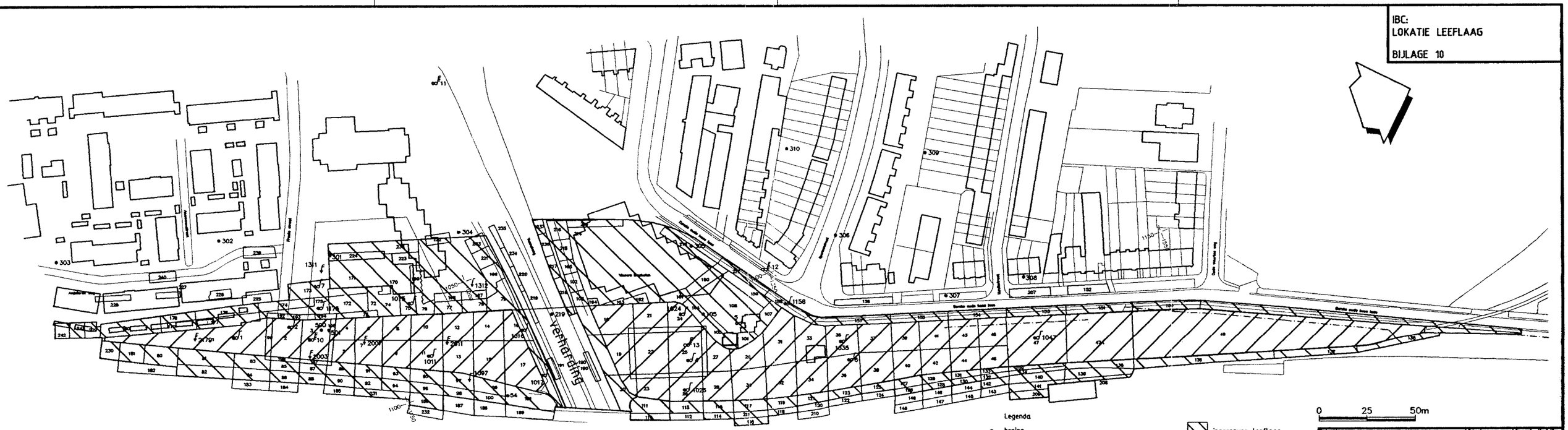
Indien grond reinigbaar is wordt hiermee bedoeld dat de functionele eigenschappen van de grond voor mens, plant en dier volledig kunnen worden hersteld.

Grond met enige parameter > I-waarde is reinigbaar indien:
- reiniging voor alle parameters ≤ S-waarde;
  . indien niet alle parameters < S-waarde dan geldt grond toch als reinigbaar (dat wil zeggen dat de functionele eigenschappen ten dele worden hersteld) indien grond na reiniging volgens GS gebruikt kan worden in grond-, weg-, waterbouw of bouwwerk (dit zal worden aangepast zodra Bouwstoffenbesluit in werking is getreden);
- reinigingskosten < f 250,=/ton (excl. BTW);
- reststoffen < 20% van de te reinigen hoeveelheid grond.

Grond met enige parameter > SS-waarde en < I-waarde is reinigbaar indien:
- reiniging voor alle parameters ≤ S-waarde;
  . indien niet alle parameters < S-waarde dan geldt grond toch als reinigbaar indien grond na reiniging volgens GS gebruikt kan worden in grond-, weg-, waterbouw of bouwwerk (dit zal worden aangepast zodra Bouwstoffenbesluit in werking is getreden);
- reinigingskosten < f 100,=/ton (excl. BTW);
- reststoffen < 20% van de te reinigen hoeveelheid grond.

IBC:
LOKATIE LEEFLAAG

BIJLAGE 10



Opdrachtgever	PROVINCIE GELDERLAND	Schaal 1000	Formaat A44
Project	NIJMEGEN, VAN SWAAY	Projectnr. 3378063	
Onderdeel	LOKATIE LEEFLAAG	Datum 25/07/1995	Tekeningnr. 104
		Getek. HKR	
		Gecontr. / /	
		Goedkeur	

Papierschaal 3 cm 2 1 0

Bureau Milieu
Postbus 133, 7440 AC Borculo

STOFGEDRAG

Bij het bepalen van het concentratieverloop in het grondwater is gebruik gemaakt van het 5-reservoirs-model. In dit model worden twee processen beschreven die de verplaatsing van verontreinigingen in het grondwater bepalen, namelijk adsorptie en dispersie. Dit betekent dat de bodem een aantal malen moet worden doorspoeld, voordat de gewenst saneringswaarde wordt bereikt.

Het aantal malen doorspoelen ten gevolge van **adsorptie** wordt beschreven met de retardatiefactor (Rt):

$$Rt = 1 + \frac{\sigma * Kd}{p}$$ waarin:

σ = soortelijke massa grond (= 1,7 kg/l)
Kd = evenwichtsconstante (l/kg)
p = porositeit (= 0,35 m3/m3)

Onder de grondwaterspiegel is er een evenwicht tussen verontreinigingen aan de grond en verontreinigingen in het grondwater. Dit evenwicht wordt beschreven middels de evenwichtsconstante Kd:

$Kd = Cg/Cw$ waarin:

Cg = concentratie aan de grond (mg/kg)
Cw = concentratie in het grondwater (mg/l)

De verontreinigingen worden verwijderd door het volume verontreinigd grondwater te doorspoelen met schoon grondwater dat vanuit de omgeving wordt aangetrokken. Er ontstaat een nieuw evenwicht tussen de achtergebleven verontreinigingen aan de grond en het grondwater.
Hoe het evenwicht tussen verontreinigingen aan de grond en verontreinigingen in het grondwater ligt, hangt met name af van de soort verontreiniging en het gehalte organisch materiaal in de bodem.

In de literatuur is voor elke stof een bepaalde Koc-waarde bekend. Op basis hiervan kan de evenwichtsconstante (Kd) worden berekend:

$Kd = foc * Koc$ waarin:

foc = organisch koolstofgehalte
Koc = verdelingscoëfficiënt org. koolstof/water (dm^3/kg)

Het verwijderen van verontreinigingen onder de grondwaterspiegel vindt plaats door een volume verontreinigd grondwater meerdere malen te doorspoelen. Hoe vaak dat moet gebeuren hangt af van de Kd-waarde.

Dispersie beschrijft het verschijnsel, dat in de grond de stroomsnelheid van het grondwater niet overal gelijk is. Op microschaal treden er verschillende stroomsnelheden op door wrijving langs de korrels, het maken van omwegen rond de korrels, etcetera. FOp macro-schaal is er sprake van lagen met verschillende doorlatendheid, waardoor er verschillen in stroomsnelheid kunnen ontstaan. Het gevolg hiervan is dat verontreinigingen niet als een blokfront naar de onttrekking stromen, maar gespreid in de tijd. Dit heeft tot gevolg dat de concentratie in het opgepompte water slechts een geleidelijke afname vertoont, met name op het eind van de sanering. Ook dispersie heeft dus tot gevolg, dat het verontreinigde gebied meerdere malen moet worden doorspoeld, om de gewenste afname in verontreinigingsgraad te verkrijgen.

Uit praktijkproeven is gebleken dat het dispersie-effect schaalafhankelijk is: het effect van dispersie is groter naarmate de afgelegde afstand groter is. In de hydrologische praktijk wordt daarom als vuistregel gehanteerd dat de dispersielengte (een maat voor de heterogeniteit van het doorstroomde medium en bepalend voor het dispersie-effect) 10 % bedraagt van de afgelegde weg.

Ddisp = v . Ldisp
Ldisp = 0,10 L

Ddisp = dispersiecoëfficiënt (m^2/dag)
Ldisp = dispersielengte (m)
v = stroomsnelheid grondwater (m/dag)
L = afgelegde weg (m)

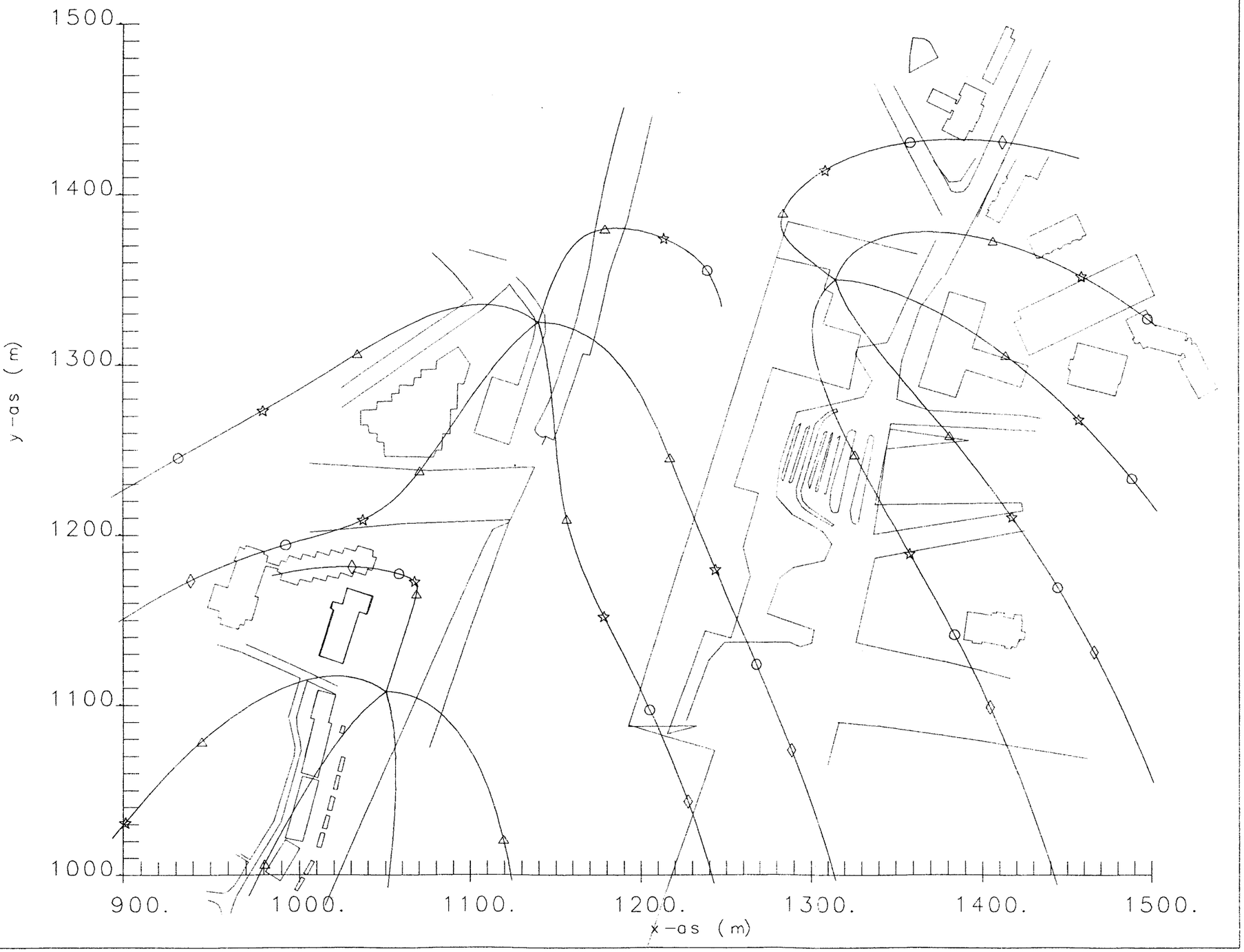
De verlenging van de saneringsduur door dispersie (Rdisp) is afhankelijk van de verhouding tussen de verontreinigingsgraad van het grondwater en de terugsaneerwaarde. Als benadering wordt vaak gerekend met:

Rdisp = log(Co/Ct)
Co = beginconcentratie
Ct = terugsaneerwaarde

Het totaal aantal doorspoelingen dat nodig is om een bepaalde concentratie te bereiken wordt berekend door de retardatie door adsorptie en het effect van dispersie met elkaar te vermenigvuldigen:

n = Rt . Rdisp

n = aantal keren doorspoelen
Rt = retardatie door adsorptie
Rdisp = vertraging door dispersie



program triflo

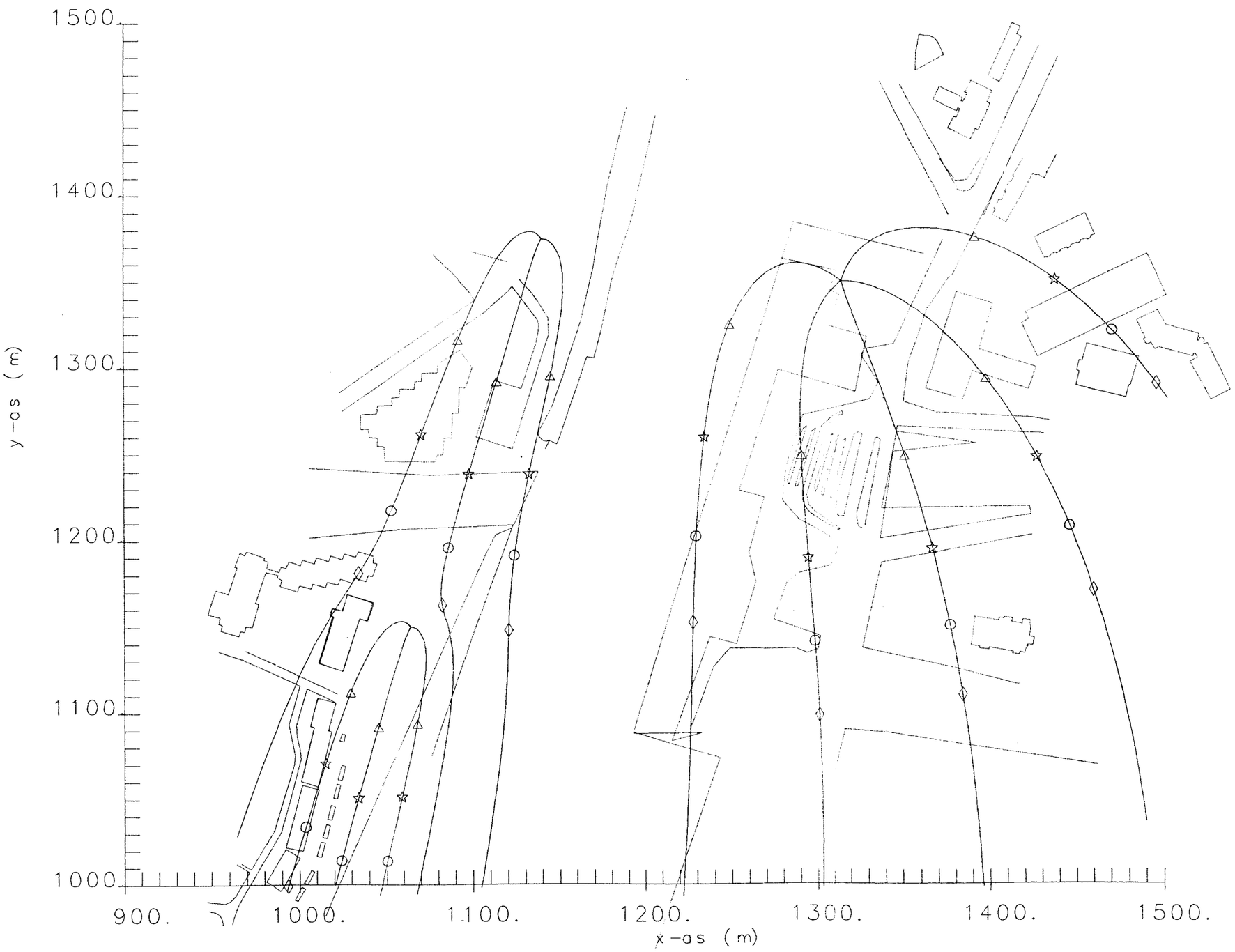
Van Swaay Nijmegen

neerslag m/dag	0.000000	
punt waterscheid.	0.0	0.0
hoek watersch. x-as gr	0.0	
uniforme strom. m/d	0.018	
hoek x-as gr	77.0	
dikte waterv. pakket m	14.0	
porositeit	-0.35	
aantal vert. spieg.	10	
aantal putten	7	
aantal drains	0	
aantal vijvers	0	

xp (m)	yp (m)	zp (m)	lp (m)	Qp (m3/d)	tp (d)
1050.	1108.	7.	6.	400.	0.
1140.	1325.	7.	6.	400.	0.
1145.	1535.	7.	6.	360.	0.
1100.	1590.	7.	6.	360.	0.
1050.	1640.	7.	6.	240.	0.
1000.	1690.	7.	6.	240.	0.
1315.	1350.	7.	6.	288.	0.

△ : 365. dagen
☆ : 730. dagen
○ : 1095. dagen
◇ : 1460. dagen

1995- 3-17.



program triflo

Van Swaay Nijmegen: beheersing

neerslag m/dag	0.000000	
punt waterscheid.	0.0	0.0
hoek watersch. x-as gr	0.0	
uniforme strom. m/d	0.018	
hoek x-as gr	77.0	
dikte waterv. pakket m	14.0	
porositeit	-0.35	
aantal vert. spieg.	10	
aantal putten	7	
aantal drains	0	
aantal vijvers	0	

xp (m)	yp (m)	zp (m)	lp (m)	Qp (m3/d)	tp (d)
1064.	1150.	7.	6.	40.	0.
1140.	1375.	7.	6.	80.	0.
1145.	1535.	7.	6.	360.	0.
1100.	1590.	7.	6.	360.	0.
1050.	1640.	7.	6.	240.	0.
1000.	1690.	7.	6.	240.	0.
1315.	1350.	7.	6.	288.	0.

△ : 365. dagen
☆ : 730. dagen
○ : 1095. dagen
◇ : 1460. dagen

1995- 3-17.

BESCHRIJVING WATERZUIVERINGSTECHNIEKEN

Biologische zuivering

Bij een biologische zuivering wordt voor grondwater in het algemeen gebruik gemaakt van een biofilm techniek, zoals bijvoorbeeld een biorotor of het BIOPUR®-systeem. Met deze techniek kunnen alle in het grondwater aanwezige verontreinigingen verwijderd worden.
Een voordeel van biologische zuivering is met name dat er weinig of geen afvalstoffen bij ontstaan. De verontreinigingen worden namelijk afgebroken, en niet slechts verplaatst. Een nadeel vormt de opstartperiode die in het algemeen enkele weken in beslag neemt. Gedurende de opstartperiode zijn de bacteriën nog onvoldoende geadapteerd aan het substraat, zodat het effluent van de biorotor nabehandeld moet worden, bijvoorbeeld door middel van filtratie over actieve kool.
Omdat een gedeelte van de verontreinigingen bij biologische behandeling zal vervluchtigen dient de lucht die vrijkomt bij de biorotor te worden afgezogen en behandeld in een compost- of actieve koolfilter.
Bij ijzergehalte groter dan 10 mg/l dient het afvalwater voorafgaand aan de biologische behandeling ontijzerd te worden.

Actieve koolfiltratie

Bij filtratie over actieve kool adsorberen de verontreinigingen aan het kool. Deze techniek koppelt een hoog rendement en een grote bedrijfszekerheid aan relatief hoge kosten (afhankelijk van de saneringsduur en de vracht).
Bij verhoogde ijzergehalten (> 1 mg/l) in het afvalwater dient het water te worden voorbehandeld door middel van zandfiltratie.

Luchtstrippen gevolgd door nabehandeling van de lucht (voor niet-vluchtige koolwaterstoffen)

Door de vluchtige verontreinigingen met behulp van een luchtstripper te verplaatsen naar de luchtfase en vervolgens de lucht door een actieve-koolfilter te leiden, kan een aanzienlijke besparing worden verkregen op de benodigde hoeveelheid kool. Dit omdat het kool bij de behandeling van water een veel lagere beladingsgraad kent dan bij de behandeling van lucht. De lucht kan eventueel ook worden behandeld met een compostfilter.
Niet-vluchtige componenten worden door een stripper niet uit het water verwijderd. Deze dienen daarom uit de waterfase verwijderd te worden met behulp van een nageschakeld actieve-koolfilter.
Bij ijzerconcentraties groter dan 5 mg/l dient voorafgaande aan de striptoren ontijzering plaats te vinden.

Ionenwisseling

Bij dit proces treedt een reversibele uitwisseling van ionen op tussen het grondwater en een absorptiemedium (hars). Na verloop van tijd moet het absorptiemedium geregenereerd worden, waarbij een geconcentreerde afvalstroom ontstaat. Voor de verwijdering van verontreinigingen worden veelal specifiek harsen ingezet.

Voorbeelden hiervan zijn harsen ten behoeve van de verwijdering van specifieke metalen, cyaniden, fenolen en geëmulgeerde en vrije olie-achtige verbindingen, PAK en naftaleen. Bij afnemende concentraties in het grondwater treedt geen, of nagenoeg geen desorptie van de hars op. Bij hogere zoutgehalten van het grondwater zal de ionenwisselingsselectiviteit beperkt worden, waardoor het zuiveringsrendement afneemt. De te behandelen stroom mag geen zwevend materiaal of andere stoffen bevatten die de ionenwisselaar vervuilen, tenzij deze goed te verwijderen zijn door middel van terugspoelen.

Bijlage 15

TOETSINGSTABEL

van Swaay Nijmegen 0 - 1 m -mv

S = Streefwaarde
T = Tussenwaarde van S en I
I = Interventiewaarde

Lutum: 2,0 % Humus: 1,5 %

Stofnaam	Grond [mg/kg d.s.] S	T	I
I METALEN			
arseen (As)	16,4	23,8	31,1
barium (Ba)	52	107	161
cadmium (Cd)	0,5	3,7	6,8
chroom (Cr)	54	130	205
cobalt (Co)	6	37	68
koper (Cu)	17	54	90
kwik (Hg)	0,2	3,6	6,9
lood (Pb)	54	194	334
molybdeen (Mo)	10	105	200
nikkel (Ni)	12	42	72
zink (Zn)	58	179	300
II ANORGANISCHE VERBINDINGEN			
cyaniden-vrij	1	11	20
cyaniden-complex (pH<5)	5	328	650
cyaniden-complex (pH=>5)	5	28	50
thiocyanaten (som)	-	10	20
III AROMATISCHE VERBINDINGEN			
benzeen	0,01	0,11	0,20
tolueen	0,01	13,0	26,0
ethylbenzeen	0,01	5,0	10,0
xylenen (som) 1)	0,01	2,5	5,0
fenol	0,01	4,0	8,0
cresolen (som) 2)	-	0,50	1,00
catechol	-	2,0	4,0
resorcinol	-	1,0	2,0
hydrochinon	-	1,0	2,0
IV POLYCYCLISCHE AROMATISCHE KOOLWATERSTOFFEN			
naftaleen	-	-	-
fenantreen	-	-	-
antraceen	-	-	-
fluoranteen	-	-	-
benzo(a)antraceen	-	-	-
chryseen	-	-	-
benzo(k)fluoranteen	-	-	-
benzo(a)pyreen	-	-	-
benzo(ghi)peryleen	-	-	-
indeno(1,2,3cd)pyreen	-	-	-
PAK (som 10) 3)	0,20	4,1	8,0
V GECHLOREERDE KOOLWATERSTOFFEN			
dichloormethaan	d	2,0	4,0
trichloormethaan	0,0002	1,0	2,0
tetrachloormethaan	0,0002	0,1	0,2
1,1-dichloorethaan 4)	-	25	50
1,2-dichloorethaan	-	0,4	0,8
1,1,1-trichloorethaan 4)	-	25	50
1,1,2-trichloorethaan 4)	-	25	50
vinylchloride	-	0,010	0,020

van Swaay Nijmegen 0 - 1 m -mv

Lutum: 2,0 % Humus: 1,5 %

S = Streefwaarde
T = Tussenwaarde van S en I
I = Interventiewaarde

Stofnaam	Grond [mg/kg d.s.] S	T	I
cis 1,2-dichlooretheen 4)	-	25	50
trichlooretheen	0,0002	6,0	12,0
tetrachlooretheen	0,002	0,4	0,8
overige gechloreerde kws	-	25	50
chloorbenzenen (som) 5)	-	3,0	6
monochloorbenzeen	d	-	-
dichloorbenzenen (som)	0,002	-	-
trichloorbenzenen (som)	0,002	-	-
tetrachloorbenzenen (som)	0,002	-	-
pentachloorbenzeen	0,0005	-	-
hexachloorbenzeen	0,0005	-	-
chloorfenolen (som) 6)	-	1,0	2
monochloorfenolen (som)	0,0005	-	-
dichloorfenolen (som)	0,0006	-	-
trichloorfenolen (som)	0,0002	-	-
tetrachloorfenolen (som)	0,0002	-	-
pentachloorfenol	0,0004	0,5	1,0
chloornaftaleen	-	1,0	2,0
polychloorbifenylen (som 6) 7)	0,004	-	-
polychloorbifenylen (som 7) 7)	-	0,1	0,2
VI BESTRIJDINGSMIDDELEN			
DDD, DDE, DDT (som) 8)	0,0005	0,40	0,8
drins (som) 9)	-	0,40	0,8
aldrin	0,0005	-	-
dieldrin	0,0001	-	-
endrin	0,0002	-	-
HCH-verbindingen (som) 10)	-	0,20	0,4
alpha-HCH	0,0005	-	-
beta-HCH	0,0002	-	-
gamma-HCH (lindaan)	0,00001	-	-
overige Cl bestr. mid.	-	2,5	5
carbaryl	-	0,50	1
carbofuran	-	0,20	0,4
maneb	-	3,50	7
atrazine	0,00001	0,60	1,2
overige n-Cl bestr. mid.	-	5	10
VII OVERIGE VERONTREINIGINGEN			
cyclohexanon	0,02	27,0	54
ftalaten (som) 11)	0,02	6,0	12
minerale olie	10	505	1000
pyridine	0,02	0,11	0,2
styreen	0,02	10,0	20
tetrahydrofuran	0,02	0,05	0,08
tetrahydrothiofeen	0,02	9,0	18
EOX 12)	-	-	-
fenol-index 13)	-	-	-

van Swaay Nijmegen 0 - 1 m -mv

S = Streefwaarde
T = Tussenwaarde van S en I
I = Interventiewaarde

Lutum: 2,0 % Humus: 1,5 %

Stofnaam	Grondwater [ug/l] S	T	I
I METALEN			
arseen (As)	10	35	60
barium (Ba)	50	338	625
cadmium (Cd)	0,4	3,2	6,0
chroom (Cr)	1	16	30
cobalt (Co)	20	60	100
koper (Cu)	15	45	75
kwik (Hg)	0,05	0,18	0,30
lood (Pb)	15	45	75
molybdeen (Mo)	5	153	300
nikkel (Ni)	15	45	75
zink (Zn)	65	433	800
II ANORGANISCHE VERBINDINGEN			
cyaniden-vrij	5	753	1500
cyaniden-complex (pH<5)	10	755	1500
cyaniden-complex (pH=>5)	10	755	1500
thiocyanaten (som)	-	750	1500
III AROMATISCHE VERBINDINGEN			
benzeen	0,2	15	30
tolueen	0,2	500	1000
ethylbenzeen	0,2	75	150
xylenen (som) 1)	0,2	35	70
fenol	0,2	1000	2000
cresolen (som) 2)	d	100	200
catechol	d	625	1250
resorcinol	-	300	600
hydrochinon	-	400	800
IV POLYCYCLISCHE AROMATISCHE KOOLWATERSTOFFEN			
naftaleen	0,1	35	70
fenantreen	0,02	2,5	5
antraceen	0,02	2,5	5
fluoranteen	0,005	0,5	1
benzo(a)antraceen	0,002	0,25	0,5
chryseen	0,002	0,026	0,05
benzo(k)fluoranteen	0,001	0,026	0,05
benzo(a)pyreen	0,001	0,026	0,05
benzo(ghi)peryleen	0,0002	0,025	0,05
indeno(1,2,3cd)pyreen	0,0004	0,025	0,05
PAK (som 10) 3)	-	-	-
V GECHLOREERDE KOOLWATERSTOFFEN			
dichloormethaan	0,01	500	1000
trichloormethaan	0,01	200	400
tetrachloormethaan	0,01	5	10
1,1-dichloorethaan 4)	-	1300	2600
1,2-dichloorethaan	0,01	200	400
1,1,1-trichloorethaan 4)	-	275	550
1,1,2-trichloorethaan 4)	-	750	1500
vinylchloride	-	0,35	0,7

van Swaay Nijmegen 0 - 1 m -mv

S = Streefwaarde
T = Tussenwaarde van S en I
I = Interventiewaarde

Lutum: 2,0 % Humus: 1,5 %

Stofnaam	Grondwater [ug/l] S	T	I
cis 1,2-dichlooretheen 4)	-	650	1300
trichlooretheen	0,01	250	500
tetrachlooretheen	0,01	20	40
overige gechloreerde kws	-	-	-
chloorbenzenen (som) 5)	-	-	-
monochloorbenzeen	0,01	90	180
dichloorbenzenen (som)	0,01	25	50
trichloorbenzenen (som)	0,01	5	10
tetrachloorbenzenen (som)	0,01	1,26	2,5
pentachloorbenzeen	0,01	0,5	1
hexachloorbenzeen	0,01	0,26	0,5
chloorfenolen (som) 6)	-	-	-
monochloorfenolen (som)	0,25	50	100
dichloorfenolen (som)	0,08	15	30
trichloorfenolen (som)	0,025	5	10
tetrachloorfenolen (som)	0,01	5	10
pentachloorfenol	0,02	1,5	3
chloornaftaleen	-	3	6
polychloorbifenylen (som 6) 7)	0,01	-	-
polychloorbifenylen (som 7) 7)	-	0,01	0,01
VI BESTRIJDINGSMIDDELEN			
DDD, DDE, DDT (som) 8)	d	0,005	0,01
drins (som) 9)	-	0,05	0,1
aldrin	d	-	-
dieldrin	0,00002	-	-
endrin	d	-	-
HCH-verbindingen (som) 10)	-	0,5	1
alpha-HCH	d	-	-
beta-HCH	d	-	-
gamma-HCH (lindaan)	0,0002	-	-
overige Cl bestr. mid.	-	-	-
carbaryl	0,01	0,06	0,1
carbofuran	0,01	0,06	0,1
maneb	d	0,05	0,1
atrazine	0,0075	75	150
overige n-Cl bestr. mid.	-	-	-
VII OVERIGE VERONTREINIGINGEN			
cyclohexanon	0,5	7500	15000
ftalaten (som) 11)	0,5	2,75	5
minerale olie	50	325	600
pyridine	0,5	1,75	3
styreen	0,5	150	300
tetrahydrofuran	0,5	0,75	1
tetrahydrothiofeen	0,5	15	30
EOX 12)	-	-	-
fenol-index 13)	-	-	-

Opmerkingen en voetnoten bij de TTT STI-Toetsingstabel

De streefwaarden alsook de interventiewaarden zijn verkregen uit de circulaire "Interventiewaarden bodemsanering", Staatscourant 95, dinsdag 24 mei 1994.

Ten aanzien van het lutum- en humusgehalte geldt met uitzondering van de zware metalen een ondergrens van respectievelijk 5 en 2 %. De bovengrenzen bedragen respectievelijk 50 en 30 %.

Bij verbindingen, die uitsluitend een I-waarde hebben, zal de T-waarde berekend worden conform de circulaire (T = 0,5 x I).

-) Voor deze verbinding is de desbetreffende waarde niet geformuleerd;
d) De streefwaarde ligt onder de detectiegrens. Indien een gehalte wordt gedetecteerd, wordt daarmee automatisch de streefwaarde overschreden;
1) Xylenen (som): som van meta-, ortho- en para-xyleen;
2) Cresolen (som): som van meta-, ortho- en para-cresol;
3) PAK (som 10): som van onder groep IV genoemde polycyclische aromatische koolwaterstoffen;
4) De I-waarden zijn berekend op basis van evenwichtsberekeningen conform de circulaire "Interventiewaarden bodemsanering, Staatscourant 95, dinsdag 24 mei 1994 en het RIVM rapport 725001006. De daarvoor noodzakelijke Koc-waarden zijn afkomstig uit een intern Tauwrapport;
5) Chloorbenzenen (som): som van mono-, di-, tri-, tetra-, penta- en hexachloorbenzeen;
6) Chloorfenolen (som): som van mono-, di-, tri-, tetra- en pentachloorfenol;
7) Polychloorbifenylen (som): voor de interventiewaarde geldt de som van PCB 28, 52, 101, 118, 138, 153 en 180 (som 7). De streefwaarde geldt voor de som zonder PCB 118 (som 6);
8) DDD, DDE, DDT (som): som van DDD, DDE en DDT;
9) Drins (som): som van aldrin, dieldrin en endrin;
10) HCH-verbindingen (som): som van a-, b-, g en d-HCH;
11) Ftalaten (som): som van ftalaten;
12) De EOX-bepaling heeft een trigger-functie voor organohalogeen verbindingen;
13) De fenol-index analyse heeft een trigger-functie voor (chloor)fenolen en cresolen.

Tauw Milieu bv is op generlei wijze aansprakelijk voor enige vorm van schade direct of indirect veroorzaakt door het gebruik van deze TTT Toetsingstabel. Gebruiker vrijwaart Tauw Milieu bv van alle claims van derden tot vergoeding van genoemde schade.

van Swaay Nijmegen <1 m -mv

S = Streefwaarde
T = Tussenwaarde van S en I
I = Interventiewaarde

Lutum: 2,0 % Humus: 0,0 %

Stofnaam	Grond [mg/kg d.s.] S	T	I
I METALEN			
arseen (As)	15,8	22,9	30,0
barium (Ba)	52	107	161
cadmium (Cd)	0,4	3,4	6,3
chroom (Cr)	54	130	205
cobalt (Co)	6	37	68
koper (Cu)	16	51	85
kwik (Hg)	0,2	3,5	6,8
lood (Pb)	52	188	324
molybdeen (Mo)	10	105	200
nikkel (Ni)	12	42	72
zink (Zn)	56	172	288
II ANORGANISCHE VERBINDINGEN			
cyaniden-vrij	1	11	20
cyaniden-complex (pH<5)	5	328	650
cyaniden-complex (pH=>5)	5	28	50
thiocyanaten (som)	-	10	20
III AROMATISCHE VERBINDINGEN			
benzeen	0,01	0,11	0,20
tolueen	0,01	13,0	26,0
ethylbenzeen	0,01	5,0	10,0
xylenen (som) 1)	0,01	2,5	5,0
fenol	0,01	4,0	8,0
cresolen (som) 2)	-	0,50	1,00
catechol	-	2,0	4,0
resorcinol	-	1,0	2,0
hydrochinon	-	1,0	2,0
IV POLYCYCLISCHE AROMATISCHE KOOLWATERSTOFFEN			
naftaleen	-	-	-
fenantreen	-	-	-
antraceen	-	-	-
fluoranteen	-	-	-
benzo(a)antraceen	-	-	-
chryseen	-	-	-
benzo(k)fluoranteen	-	-	-
benzo(a)pyreen	-	-	-
benzo(ghi)peryleen	-	-	-
indeno(1,2,3cd)pyreen	-	-	-
PAK (som 10) 3)	0,20	4,1	8,0
V GECHLOREERDE KOOLWATERSTOFFEN			
dichloormethaan	d	2,0	4,0
trichloormethaan	0,0002	1,0	2,0
tetrachloormethaan	0,0002	0,1	0,2
1,1-dichloorethaan 4)	-	25	50
1,2-dichloorethaan	-	0,4	0,8
1,1,1-trichloorethaan 4)	-	25	50
1,1,2-trichloorethaan 4)	-	25	50
vinylchloride	-	0,010	0,020

van Swaay Nijmegen <1 m -mv

S = Streefwaarde
T = Tussenwaarde van S en I
I = Interventiewaarde

Lutum: 2,0 % Humus: 0,0 %

Stofnaam	Grond [mg/kg d.s.] S	T	I
cis 1,2-dichlooretheen 4)	-	25	50
trichlooretheen	0,0002	6,0	12,0
tetrachlooretheen	0,002	0,4	0,8
overige gechloreerde kws	-	25	50
chloorbenzenen (som) 5)	-	3,0	6
monochloorbenzeen	d	-	-
dichloorbenzenen (som)	0,002	-	-
trichloorbenzenen (som)	0,002	-	-
tetrachloorbenzenen (som)	0,002	-	-
pentachloorbenzeen	0,0005	-	-
hexachloorbenzeen	0,0005	-	-
chloorfenolen (som) 6)	-	1,0	2
monochloorfenolen (som)	0,0005	-	-
dichloorfenolen (som)	0,0006	-	-
trichloorfenolen (som)	0,0002	-	-
tetrachloorfenolen (som)	0,0002	-	-
pentachloorfenol	0,0004	0,5	1,0
chloornaftaleen	-	1,0	2,0
polychloorbifenylen (som 6) 7)	0,004	-	-
polychloorbifenylen (som 7) 7)	-	0,1	0,2
VI BESTRIJDINGSMIDDELEN			
DDD, DDE, DDT (som) 8)	0,0005	0,40	0,8
drins (som) 9)	-	0,40	0,8
aldrin	0,0005	-	-
dieldrin	0,0001	-	-
endrin	0,0002	-	-
HCH-verbindingen (som) 10)	-	0,20	0,4
alpha-HCH	0,0005	-	-
beta-HCH	0,0002	-	-
gamma-HCH (lindaan)	0,00001	-	-
overige Cl bestr. mid.	-	2,5	5
carbaryl	-	0,50	1
carbofuran	-	0,20	0,4
maneb	-	3,50	7
atrazine	0,00001	0,60	1,2
overige n-Cl bestr. mid.	-	5	10
VII OVERIGE VERONTREINIGINGEN			
cyclohexanon	0,02	27,0	54
ftalaten (som) 11)	0,02	6,0	12
minerale olie	10	505	1000
pyridine	0,02	0,11	0,2
styreen	0,02	10,0	20
tetrahydrofuran	0,02	0,05	0,08
tetrahydrothiofeen	0,02	9,0	18
EOX 12)	-	-	-
fenol-index 13)	-	-	-

van Swaay Nijmegen <1 m -mv

Lutum: 2,0 % Humus: 0,0 %

S = Streefwaarde
T = Tussenwaarde van S en I
I = Interventiewaarde

Stofnaam	Grondwater [ug/l] S	T	I
I METALEN			
arseen (As)	10	35	60
barium (Ba)	50	338	625
cadmium (Cd)	0,4	3,2	6,0
chroom (Cr)	1	16	30
cobalt (Co)	20	60	100
koper (Cu)	15	45	75
kwik (Hg)	0,05	0,18	0,30
lood (Pb)	15	45	75
molybdeen (Mo)	5	153	300
nikkel (Ni)	15	45	75
zink (Zn)	65	433	800
II ANORGANISCHE VERBINDINGEN			
cyaniden-vrij	5	753	1500
cyaniden-complex (pH<5)	10	755	1500
cyaniden-complex (pH=>5)	10	755	1500
thiocyanaten (som)	-	750	1500
III AROMATISCHE VERBINDINGEN			
benzeen	0,2	15	30
tolueen	0,2	500	1000
ethylbenzeen	0,2	75	150
xylenen (som) 1)	0,2	35	70
fenol	0,2	1000	2000
cresolen (som) 2)	d	100	200
catechol	d	625	1250
resorcinol	-	300	600
hydrochinon	-	400	800
IV POLYCYCLISCHE AROMATISCHE KOOLWATERSTOFFEN			
naftaleen	0,1	35	70
fenantreen	0,02	2,5	5
antraceen	0,02	2,5	5
fluoranteen	0,005	0,5	1
benzo(a)antraceen	0,002	0,25	0,5
chryseen	0,002	0,026	0,05
benzo(k)fluoranteen	0,001	0,026	0,05
benzo(a)pyreen	0,001	0,026	0,05
benzo(ghi)peryleen	0,0002	0,025	0,05
indeno(1,2,3cd)pyreen	0,0004	0,025	0,05
PAK (som 10) 3)	-	-	-
V GECHLOREERDE KOOLWATERSTOFFEN			
dichloormethaan	0,01	500	1000
trichloormethaan	0,01	200	400
tetrachloormethaan	0,01	5	10
1,1-dichloorethaan 4)	-	1300	2600
1,2-dichloorethaan	0,01	200	400
1,1,1-trichloorethaan 4)	-	275	550
1,1,2-trichloorethaan 4)	-	750	1500
vinylchloride	-	0,35	0,7

van Swaay Nijmegen <1 m -mv

S = Streefwaarde
T = Tussenwaarde van S en I
I = Interventiewaarde

Lutum: 2,0 % Humus: 0,0 %

Stofnaam	Grondwater [ug/l] S	T	I
cis 1,2-dichlooretheen 4)	-	650	1300
trichlooretheen	0,01	250	500
tetrachlooretheen	0,01	20	40
overige gechloreerde kws	-	-	-
chloorbenzenen (som) 5)	-	-	-
monochloorbenzeen	0,01	90	180
dichloorbenzenen (som)	0,01	25	50
trichloorbenzenen (som)	0,01	5	10
tetrachloorbenzenen (som)	0,01	1,26	2,5
pentachloorbenzeen	0,01	0,5	1
hexachloorbenzeen	0,01	0,26	0,5
chloorfenolen (som) 6)	-	-	-
monochloorfenolen (som)	0,25	50	100
dichloorfenolen (som)	0,08	15	30
trichloorfenolen (som)	0,025	5	10
tetrachloorfenolen (som)	0,01	5	10
pentachloorfenol	0,02	1,5	3
chloornaftaleen	-	3	6
polychloorbifenylen (som 6) 7)	0,01	-	-
polychloorbifenylen (som 7) 7)	-	0,01	0,01
VI BESTRIJDINGSMIDDELEN			
DDD, DDE, DDT (som) 8)	d	0,005	0,01
drins (som) 9)	-	0,05	0,1
aldrin	d	-	-
dieldrin	0,00002	-	-
endrin	d	-	-
HCH-verbindingen (som) 10)	-	0,5	1
alpha-HCH	d	-	-
beta-HCH	d	-	-
gamma-HCH (lindaan)	0,0002	-	-
overige Cl bestr. mid.	-	-	-
carbaryl	0,01	0,06	0,1
carbofuran	0,01	0,06	0,1
maneb	d	0,05	0,1
atrazine	0,0075	75	150
overige n-Cl bestr. mid.	-	-	-
VII OVERIGE VERONTREINIGINGEN			
cyclohexanon	0,5	7500	15000
ftalaten (som) 11)	0,5	2,75	5
minerale olie	50	325	600
pyridine	0,5	1,75	3
styreen	0,5	150	300
tetrahydrofuran	0,5	0,75	1
tetrahydrothiofeen	0,5	15	30
EOX 12)	-	-	-
fenol-index 13)	-	-	-

Opmerkingen en voetnoten bij de TTT STI-Toetsingstabel

De streefwaarden alsook de interventiewaarden zijn verkregen uit de circulaire "Interventiewaarden bodemsanering", Staatscourant 95, dinsdag 24 mei 1994.

Ten aanzien van het lutum- en humusgehalte geldt met uitzondering van de zware metalen een ondergrens van respectievelijk 5 en 2 %. De bovengrenzen bedragen respectievelijk 50 en 30 %.

Bij verbindingen, die uitsluitend een I-waarde hebben, zal de T-waarde berekend worden conform de circulaire (T = 0,5 x I).

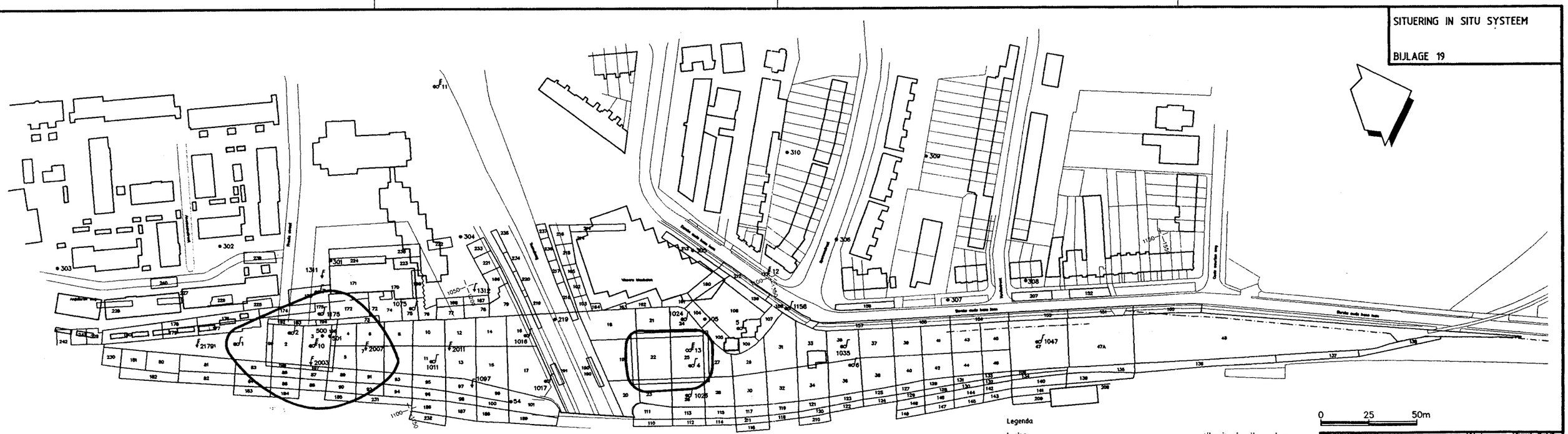
-) Voor deze verbinding is de desbetreffende waarde niet geformuleerd;
d) De streefwaarde ligt onder de detectiegrens. Indien een gehalte wordt gedetecteerd, wordt daarmee automatisch de streefwaarde overschreden;
1) Xylenen (som): som van meta-, ortho- en para-xyleen;
2) Cresolen (som): som van meta-, ortho- en para-cresol;
3) PAK (som 10): som van onder groep IV genoemde polycyclische aromatische koolwaterstoffen;
4) De I-waarden zijn berekend op basis van evenwichtsberekeningen conform de circulaire "Interventiewaarden bodemsanering, Staatscourant 95, dinsdag 24 mei 1994 en het RIVM rapport 725001006. De daarvoor noodzakelijke Koc-waarden zijn afkomstig uit een intern Tauwrapport;
5) Chloorbenzenen (som): som van mono-, di-, tri-, tetra-, penta- en hexachloorbenzeen;
6) Chloorfenolen (som): som van mono-, di-, tri-, tetra- en pentachloorfenol;
7) Polychloorbifenylen (som): voor de interventiewaarde geldt de som van PCB 28, 52, 101, 118, 138, 153 en 180 (som 7). De streefwaarde geldt voor de som zonder PCB 118 (som 6);
8) DDD, DDE, DDT (som): som van DDD, DDE en DDT;
9) Drins (som): som van aldrin, dieldrin en endrin;
10) HCH-verbindingen (som): som van a-, b-, g en d-HCH;
11) Ftalaten (som): som van ftalaten;
12) De EOX-bepaling heeft een trigger-functie voor organohalogeen verbindingen;
13) De fenol-index analyse heeft een trigger-functie voor (chloor)fenolen en cresolen.

Tauw Milieu bv is op generlei wijze aansprakelijk voor enige vorm van schade direct of indirect veroorzaakt door het gebruik van deze TTT Toetsingstabel. Gebruiker vrijwaart Tauw Milieu bv van alle claims van derden tot vergoeding van genoemde schade.

EIGENDOMSSITUATIE

SITUERING IN SITU SYSTEEM

BIJLAGE 19



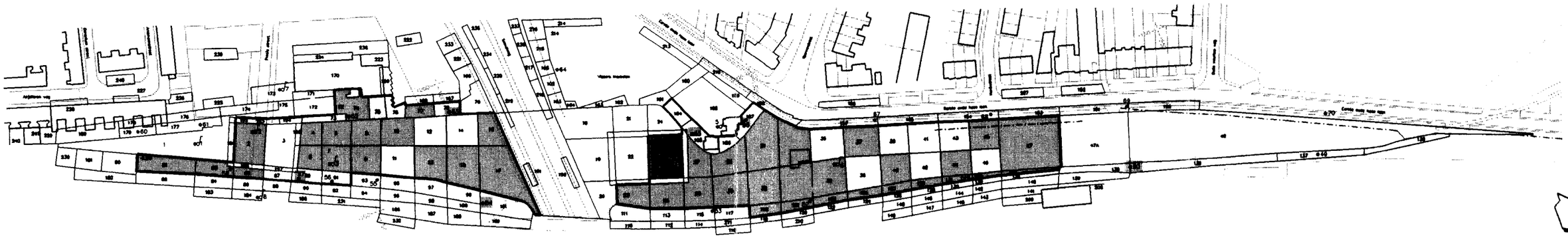
Opdrachtgever: PROVINCIE GELDERLAND	Schaal: 1000	Formaat: A44	Kaart-blad: m
Project: NIJMEGEN, VAN SWAAY	Projectnr.: 3378063		Rev.: -
Onderwerp: SITUERING IN SITU SYSTEEM	Datum: 25/10/1995; Getek.: MKR; Gecontr.: /; Goedkn.: /		Tekeningnr.: 105

Tauw Milieu
Postbus 133, 7600 AC Deventer

8179R

VERONTREINIGINGSSITUATIE

Bijlage 20



Legenda

- boring
- combinatie boring/peilbuis
- 47A terreinindeling ten behoeve van onderzoek.
- kwikconcentratie > 20 mg/kg d.s.
- kwikconcentratie 10 – 20 mg/kg d.s.
- PAK–concentratie > 60 mg/kg d.s.
- grens leeflaaglokatie

0 25 50m

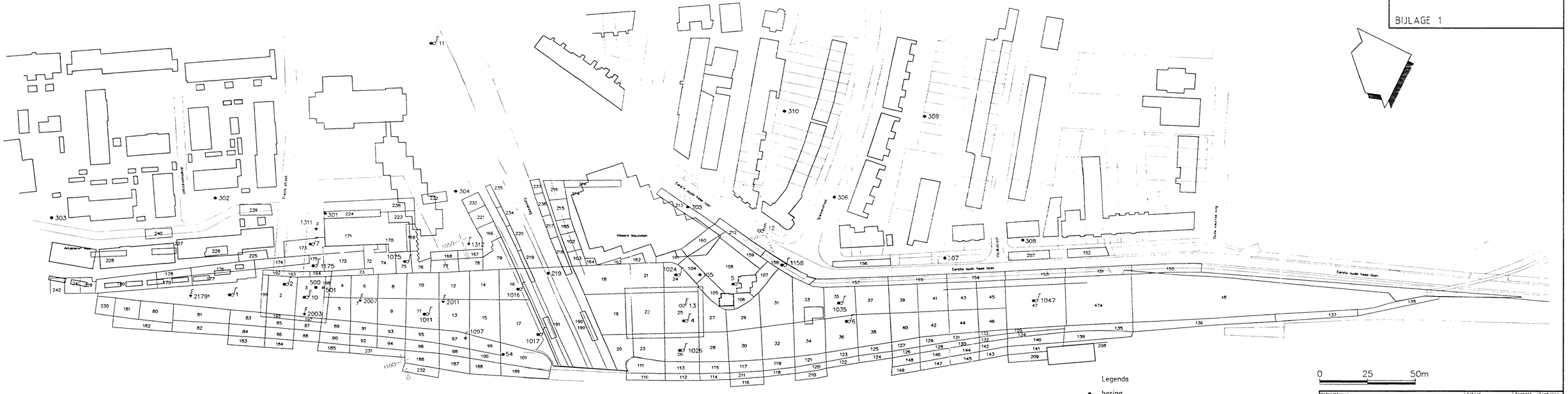
Papierschaal 3cm 2 1 0

Opdrachtgever	PROVINCIE GELDERLAND	Kaart 1000	Formaat A4 4
Project	NIJMEGEN, VAN SWAAY	Projectnr. 3378063	
Onderdeel	VERONTREINIGINGSSITUATIE	Datum 26/09/1995	Tekeningnr. 106

TauwMilieu

SITUERING MONSTERPUNTEN

BIJLAGE 1



Legenda

- boring
- combinatie boring/peilbuis
- combinatie boring/peilbuis met 4 filters
- combinatie boring/peilbuis met 5 filters
- minifilter met 1 filter
- minifilter met 2 filter
- minifilter met 3 filter
- 47A terreinindeling van voorgaand onderzoek.

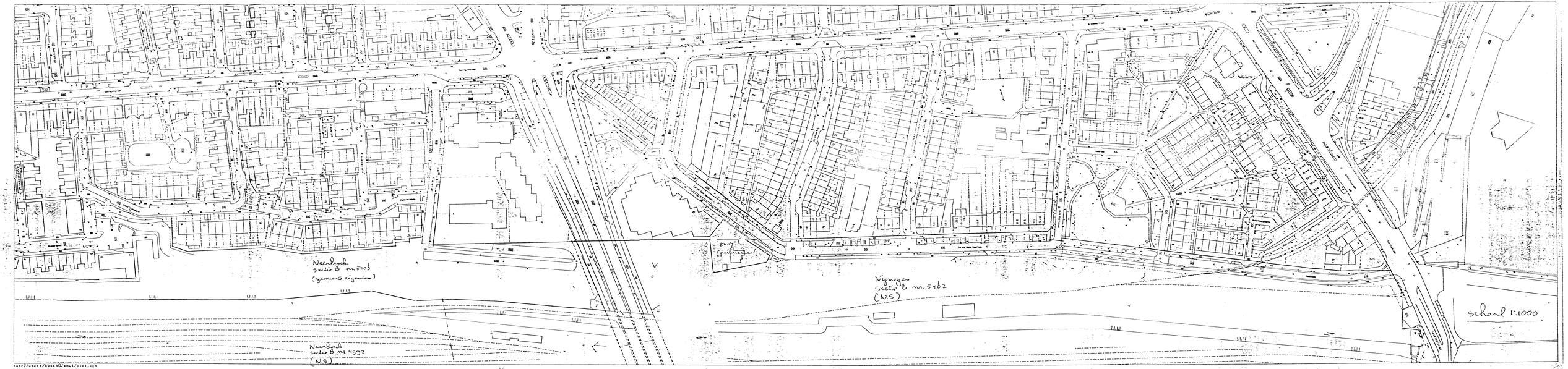
Papierschaal 3cm 2 1 0

0 25 50m

Opdrachtgever: PROVINCIE GELDERLAND	Schaal: 1000	Formaat: A44	Eenh.: m	Rev.:
Project: NIJMEGEN, VAN SWAAY	Projectnr.: 3378063			Ver.: E
Onderdeel: SITUERING MONSTERPUNTEN	Datum: 07/03/1995	Tekeningnr.: 100		
	Getek.: MNS			
	Gewijz.: / /			
	Gecken.:			

TauwMilieu
Postbus 133, 7400 AC Deventer

051-K


Neerbosch
sectie B nr. 5106
(gemeente eigendom)
5407
(particulier)
Nijmegen
sectie B nr. 5462
(N.S.)
Neerbosch
sectie B nr. 4992
(N.S.)
schaal 1:1000