

- DEFINITIEF RAPPORT -

SANERINGSONDERZOEK

PROJECTNAAM : VOORMALIG GASFABRIEKSTERREIN 'S-GRAVENDEEL

PROJECTFASE : SANERINGSONDERZOEK

PROJECTCODE : ZH/155/002/30

**UITGEVOERD IN OPDRACHT VAN DE
DIENST WATER EN MILIEU VAN DE
PROVINCIE ZUID-HOLLAND**

DECEMBER 1992



HASKONING

Koninklijk Ingenieurs-
en Architectenbureau

Barbarossastraat 35
Postbus 151
6500 AD Nijmegen
Telefoon (080) 284284
Telex 48015 hask nl.
Telefax (080) 239346

- DEFINITIEF RAPPORT -

SANERINGSONDERZOEK

PROJECTNAAM : VOORMALIG GASFABRIEKSTERREIN 'S-GRAVENDEEL

PROJECTFASE : SANERINGSONDERZOEK

PROJECTCODE : ZH/155/002/30

**UITGEVOERD IN OPDRACHT VAN DE
DIENST WATER EN MILIEU VAN DE
PROVINCIE ZUID-HOLLAND**

DECEMBER 1992



HASKONING

Koninklijk Ingenieurs-
en Architectenbureau

Barbarossastraat 35
Postbus 151
6500 AD Nijmegen
Telefoon (080) 284284
Telex 48015 hask nl.
Telefax (080) 239346



INHOUDSOPGAVE

BLZ

1.	INLEIDING	1
1.1	Aanleiding	1
1.2	Doel en algemene opzet	2
1.3	Opzet eerste fase saneringsonderzoek	2
2.	BESCHRIJVING SANERINGSLOCATIE	4
2.1	Topografie	4
2.2	Geologie, bodemopbouw en geohydrologie	4
2.2.1	Geologie en bodemopbouw	4
2.2.2	Geohydrologie	6
2.3	Historie	8
2.4	Ligging kabels en leidingen	8
2.5	Aangrenzende bebouwing	9
3.	VERONTREINIGINGSSITUATIE	10
3.1	Grond	10
3.1.1	Gedempte haven (compartiment 1)	10
3.1.2	Zuidzijde Gorsdijk (compartiment 2 en 3)	10
3.1.3	Noordzijde Gorsdijk (compartiment 4 en 5)	11
3.1.4	Tuinen Gorsdijk 38 en 40	11
3.2	Grondwater	11
4.	MOGELIJKE SANERINGSMETHODEN	13
4.1	Grond	13
4.1.1	Herstel multifunctionaliteit	13
4.1.2	Gedeeltelijk herstel functionaliteit	14
4.2	Grondwater	15
5.	VERWERKING VERONTREINIGDE GROND EN GRONDWATER	16
5.1	Grond	16
5.1.1	Storten	17
5.1.2	Thermisch reinigen (gloeien of verbranden)	17
5.1.3	Extraheren	17
5.1.4	Elektro-reclamatie	17
5.2	Puin en andere materialen	18
5.3	Grondwater	18
6.	SANERINGSVARIANTEN ALGEMEEN	20
6.1	Uitgangspunten bodemsanering	20
6.2	Mogelijke saneringsvarianten	20
6.2.1	Herstel multifunctionaliteit	20
6.2.2	Beperkt herstel functionaliteit	22
6.2.3	Isoleren, controleren en beheersen	26
6.3	Selectie saneringsvarianten tweede fase	28
6.4	Uitstel sanering	29



VERVOLG INHOUDSOPGAVE

BLZ.

7.	VARIANT 1	31
7.1	Opzet sanering	31
7.2	Inrichting werkterrein	31
7.3	Vorbereiding	32
7.3.1	Algemeen	32
7.3.2	Damwand	32
7.4	Grondsanering	33
7.4.1	Ontgraving	33
7.4.2	Bemaling	34
7.4.3	Spanningsbemaling	35
7.4.4	Zettingsrisico's	35
7.5	Grondwatersanering	36
7.5.1	Algemeen	36
7.5.2	Maasdamse Weg en Beverhoekstraat	36
7.5.3	Noordzijde insteechaven	37
7.5.4	Voormalige haven	38
7.6	Milieukundige begeleiding	38
7.6.1	Grondsanering	38
7.6.2	Grondwatersanering	39
7.7	Wet en regelgeving	40
7.7.1	Veiligheid	41
7.7.2	Vergunningen en ontheffingen	41
7.8	Restrisico's en nazorg	43
7.9	Kosten	43
8.	VARIANT 4	45
8.1	Opzet sanering	45
8.2	Inrichting werkterrein	46
8.3	Vorbereiding	46
8.3.1	Algemeen	46
8.3.2	Damwand	46
8.4	Grondsanering	46
8.4.1	Ontgraving	46
8.4.2	Bemaling	47
8.5	Isolatie	47
8.5.1	Zijafdeling	47
8.5.2	Permanente onttrekking	48
8.6	Grondwatersanering	48
8.7	Milieukundige begeleiding	49
8.7.1	Grondsanering	49
8.7.2	Grondwatersanering	50
8.7.3	Isolatie	50
8.8	Wet en regelgeving	50
8.9	Restrisico's	51
8.9.1	Risico voor de mens	51
8.9.2	Risico's voor het milieu	53
8.9.3	Conclusies	54
8.10	Kosten	54



VERVOLG INHOUDSOPGAVE

BLZ.

9.	VARIANT 12	56
9.1	Opzet sanering	56
9.2	Inrichting werkterrein	57
9.3	Vorbereiding	57
	9.3.1 Algemeen	57
	9.3.2 Damwand/sleufbekisting	57
9.4	Grondsanering	58
	9.4.1 Ontgraving	58
	9.4.2 Bemaling	58
9.5	Isolatie	59
	9.5.1 Zijafdeling	59
	9.5.2 Permanente onttrekking	59
9.6	Grondwatersanering	59
9.7	Milieu kundige begeleiding	60
	9.7.1 Grondsanering	60
	9.7.2 Grondwatersanering	60
	9.7.3 Isolatie	60
9.8	Wet en regelgeving	61
9.9	Restrisico's	61
	9.9.1 Risico voor de mens	61
	9.9.2 Risico's voor het milieu	61
	9.9.3 Conclusies	62
9.10	Kosten	62
10.	VARIANT 13	63
10.1	Opzet sanering	63
10.2	Inrichting werkterrein	63
10.3	Vorbereiding	63
	10.3.1 Algemeen	63
10.4	Grondsanering	64
10.5	Isolatie	64
10.6	Grondwatersanering	64
10.7	Milieu kundige begeleiding	64
	10.7.1 Grondsanering	64
	10.7.2 Grondwatersanering	64
	10.7.3 Isolatie	65
10.8	Wet en regelgeving	65
10.9	Restrisico's	65
	10.9.1 Risico voor de mens	65
	10.9.2 Risico's voor het milieu	66
	10.9.3 Conclusies	66
10.10	Kosten	66
11.	BEOORDELING SANERINGSVARIANTEN	68
11.1	Toetsingscriteria	68
11.2	Beoordeling saneringsvarianten	68
	11.2.1 Milieuhygiënisch	68
	11.2.2 Uitvoeringstechnisch	70
	11.2.3 Financieel	70
	11.2.4 Maatschappelijk	71
11.3	Samenvatting	72
11.4	Conclusies	73

**BIJLAGEN**

1. Ligging saneringslocatie
2. Situatieschets voormalig bedrijfsterrein en haar omgeving
- 3A. Situatieschets met grondwaterverontreinigingssituatie voormalig gasfabrieksterrein
- 3B. Situatieschets met grondwaterverontreinigingssituatie noordzijde
4. Situatieschets met grondverontreinigingssituatie en kabels en leidingen
5. Dwarsdoorsneden saneringslocatie 1 tot en met 6
6. Hoeveelheden verontreinigde en schone grond per onderscheiden compartiment sanering variant 1 en 4
7. Situatieschets saneringsvariant 1
- 8A. Damwandgegevens ontgraving variant 1
- 8B. Damwandgegevens en bemalingsdebieten variant 1
- 8C. Damwandgegevens isolatie variant 4
- 8D. Damwandgegevens ontgravingen variant 12
- 8E. Damwandgegevens en bemalingsdebieten variant 12
- 8F. Damwandgegevens isolatie variant 12 en 13
9. Grondwatersanering en isohypsenpatroon
- 10A. Blootstellingsroutes na grondsanering en na grondwatersanering
- 10B. Verspreidingsmogelijkheden in het milieu na grondsanering en na grondwatersanering
- 11A. Kostenraming grondsanering variant 1
- 11B. Kostenraming grondwatersanering variant 1
12. Overzicht toepasselijke regel- en wetgeving
- 13A. Kostenraming grondsanering variant 4
- 13B. Kostenraming grondwatersanering variant 4-12-13
14. Kostenraming grondsanering variant 12
15. Kostenraming grondsanering variant 13



1. INLEIDING

1.1 Aanleiding

Begin jaren tachtig is bij de uitvoering van een oriënterend bodemonderzoek een verhoogd cyanidegehalte in het grondwater ter plaatse van de voormalige gasfabriek aan de Boven-Havendijk te 's Gravendeel geconstateerd. Naar aanleiding hiervan heeft de provincie Zuid-holland DHV Raadgevend Ingenieursbureau BV opdracht verstrekt om een nader bodemonderzoek op het voormalig gasfabrieksterrein uit te voeren. Dit onderzoek is in de volgende drie fase uitgevoerd:

Nader onderzoek Fase I:

Historisch onderzoek; veldwerk en chemisch onderzoek.

Nader onderzoek fase II:

Veldwerk en chemisch onderzoek.

Nader onderzoek fase III:

Veldwerk en chemisch onderzoek.

De resultaten van het gehele onderzoeken zijn in het DHV-rapport 1-3346-41-10 van maart 1986 weergegeven. De conclusies van dit onderzoek zijn:

- de grond ter plaatse van het voormalige bedrijfsterrein van de gasfabriek is tot op een diepte van circa 5 m-mv sterk verontreinigd door polycyclische aromatische koolwaterstoffen (PAK's) en cyanide. In mindere mate en zeer plaatselijk door lood en/of olie;
- de grond van de groententuin achter de Gorsdijk is niet verontreinigd;
- het grondwater is sterk verontreinigd door vluchtige aromaten, naftaleen, fenol, en cyanide tot circa 6 m - NAP;
- de omvang van de grondwaterverontreiniging is nog niet volledig afgebakend;
- risico's voor de volksgezondheid zijn niet aanwezig;
- risico's voor het milieu zijn reëel aanwezig.

Naar aanleiding van de onderzoeksresultaten heeft de provincie Zuid-Holland aan HASKONING, opdracht verleend een aanvullend nader bodemonderzoek en een saneringsonderzoek uit te voeren. Het aanvullend bodemonderzoek had als doel de omvang van de grond- en de grondwaterverontreiniging te bepalen. Dit bodemonderzoek is in vier fasen uitgevoerd:

Aanvullend nader bodemonderzoek Fase I:

actualisatie van de grondwaterverontreinigingssituatie;

bepaling van de lokale achtergrondwaarden;

maken van een basiskaart.

Nader bodemonderzoek fase II:

omvangsbepaling grond- en grondwaterverontreiniging.

Nader bodemonderzoek fase III:

omvangsbepaling grondwaterverontreiniging;

omvangsbepaling grondverontreiniging gedempte haven;

Nader bodemonderzoek fase IV:

omvangsbepaling grondwaterverontreiniging in noordwestelijke richting (de resultaten van deze fase zijn in hoofdstuk 3 van het onderhavige rapport weergegeven);



De resultaten van de eerste drie fasen van het aanvullend nader bodemonderzoek zijn in het HASKONING-rapport 92/1661.38/2K van april 1992 aan de opdrachtgever gepresenteerd. De conclusies betreffende de verontreinigingssituatie van dit aanvullende nader bodemonderzoek zijn:

- de grond van de gedempte haven is matig verontreinigd door PAK's;
- de grond aan de zuidzijde van de Gorsdijk is matig tot sterk verontreinigd door cyanide en PAK's;
- de grond aan de noordzijde van de Gorsdijk is matig tot sterk verontreinigd door cyanide en licht tot matig door PAK's;
- boven de verontreinigde zone bevindt zich over het algemeen een schone laag van enkele meters;
- ter plaatse van de achtertuinen van de woningen aan de Gorsdijk 38 en 40 is de teelaardelaag matig verontreinigd door PAK's;
- het grondwater is verontreinigd door cyanide;
- de grondwaterverontreiniging verspreidt zich in noordwestelijk richting;
- de grondwaterverontreiniging kan zich niet in verticale richting verspreiden als gevolg van kwel;
- bij direct contact met de oppervlakkige verontreiniging treden met name voor kinderen een verhoogd blootstellingsrisico op;
- gevaar voor verspreiding in het milieu is reëel.

Op basis van de resultaten van het aanvullend nader bodemonderzoek (inclusief fase IV) moet het mogelijk zijn een saneringsonderzoek uit te voeren en een saneringsplan en bestek op te stellen. In het onderhavige rapport wordt het saneringsonderzoek gepresenteerd.

1.2 Doel en algemene opzet

Met behulp van de resultaten van het saneringsonderzoek kunnen verschillende maatregelen voor het saneren van de aangetoonde verontreinigingen (saneringsvarianten) worden vergeleken. Op basis van deze vergelijking kan vervolgens een saneringsvariant worden geselecteerd om in uitvoering te nemen. De geselecteerde variant dient technisch uitvoerbaar, en financieel en milieu-hygiënisch verantwoord te zijn.

Het saneringsonderzoek wordt in twee fasen uitgevoerd. De eerste fase van het onderzoek bestaat uit een bestudering van mogelijke saneringsmethoden en een korte beschrijving van mogelijke (14) saneringsvarianten. In de tweede fase worden vier geschikte varianten tot in detail uitgewerkt. Het onderhavige rapport is de concept-rapportage van de eerste fase van het saneringsonderzoek.

1.3 Opzet eerste fase saneringsonderzoek

De eerste fase is in de hoofdstukken 2 tot en met 6 beschreven. In hoofdstuk 2 is de topografie, de bodemkunde, de geo(hydro)logie en de historie behandeld. In hoofdstuk 2 is eveneens aandacht besteed aan de funderingen van de gebouwen en aan de kabels en leidingen op en in de nabijheid van de saneringslocatie. In hoofdstuk 3 zijn de resultaten van de voorgaande bodemonderzoeken samengevat. In hoofdstuk 4 en 5 zijn respectievelijk de bestaande en mogelijk toepasbare saneringstechnieken en verwerkingsmethoden van verontreinigde grond en grondwater geïnventariseerd en beschreven.



Na deze inventarisatie zijn geschikte saneringsmethoden geselecteerd waarna met behulp van deze gegevens 15 saneringsvarianten zijn ontworpen die in hoofdstuk 6 worden gepresenteerd.

In de eerste paragraaf van hoofdstuk 6 zijn de uitgangspunten van een eventuele sanering besproken.

In de tweede paragraaf zijn de 15 mogelijke saneringsvarianten gepresenteerd. De doelstelling van de eerste saneringsvariant is de risico's voor volksgezondheid en milieu op te heffen door middel van het volledige herstellen van de multifunctionaliteit van de bodem. De daaropvolgende saneringsvarianten (2 tot en met 14) hebben als doelstelling de risico's voor volksgezondheid en milieu gedeeltelijk op te heffen door middel van ontgraving en isolatie. Bij de laatste voorgestelde variant zijn de gebruiksbeperkingen maximaal. Dit is de zogenaamde IBC-variant (Isoleren, Beheersen en Controleren).

In de derde paragraaf van hoofdstuk 6 wordt de selectie van de saneringsvarianten die in de tweede fase van het saneringsonderzoek worden uitgewerkt, beschreven. In de laatste paragraaf van hoofdstuk 6 wordt ingegaan op de te treffen noodzakelijke maatregelen en voorzieningen wanneer de daadwerkelijke uitvoering van de sanering wordt uitgesteld.

1.4 Opzet tweede fase

De tweede fase wordt beschreven in de hoofdstukken die na hoofdstuk 6 volgen. In hoofdstuk 7 is de saneringsvariant, waarbij de multifunctionaliteit wordt hersteld, uitgewerkt.

De overige drie geselecteerde varianten zijn in de hoofdstukken 8 tot en met 10 beschreven.

In de hoofdstukken 7 tot en met 10 komen de inrichting van de saneringslocatie, de voorbereidende werkzaamheden van de grond- en grondwatersanering en de wet- en regelgeving aan de orde. Een kostencalculatie is voor elke variant uitgevoerd en in een aparte bijlage opgenomen. De kostencalculaties zijn zodanig opgesteld, dat de begrote bedragen niet meer dan 20 % zullen afwijken van de uiteindelijke saneringskosten. Deze kosten zijn exclusief de kosten van omleiding ten behoeve van de bereikbaarheid. In het laatste hoofdstuk (hoofdstuk 11) worden de vier varianten besproken vanuit de geformuleerde toetsingscriteria. De bespreking moet voldoende informatie verschaffen, zodat de opdrachtgever een juiste keuze kan maken voor de variant die in het saneringsplan dient te worden uitgewerkt.



2. BESCHRIJVING SANERINGSLOCATIE

2.1 Topografie

De saneringslocatie ligt binnen de bebouwde kom ten oosten van het centrum van 's Gravendeel. De locatie van de voormalige gasfabriek heeft de volgende kadastrale aanduiding sectie F nr. 2601. De topografische coördinaten van het centrum van de saneringslocatie zijn: $x = 102.250$; $y = 421.750$ (Topografische kaart van Nederland; schaal 1:25.000; blad 44A, Dordrecht). Het jongste gedeelte van het voormalige bedrijfsterrein ligt tussen de Provinciale weg en de Gorsdijk, het oudste gedeelte van de gasfabriek ligt ten zuiden van en onder de Gorsdijk en de Beverhoekstraat. De locatie is op bijlage 1 aangegeven.

Het zuidelijk deel van de saneringslocatie omvat een gedeelte van de gedempte haven, de kade van de huidige insteekhaven en het talud van de dijk met de Havenstraat. Het kruispunt van de Havenstraat, Maasdamse Weg, Gorsdijk en Beverhoekstraat, behoort eveneens tot het zuidelijk deel van de saneringslocatie.

Het noordelijke deel van de saneringslocatie omvat een gedeelte van het talud van de dijk met de Maasdamse Weg en de tuinen van de woningen aan de Gorsdijk nummer 38 en 40.

Op de saneringslocatie loopt een sloot aan de voet van de dijk. Op circa 200 meter ten oosten van de locatie stroomt de Dordtsche Kil.

Op de saneringslocatie zijn hoogteverschillen aanwezig van circa 6 meter, het hoogste punt (5 m + NAP) is het bovengenoemde kruispunt. Het laagste gedeelte van de saneringslocatie zijn de tuinen van de panden aan de Gorsdijk. De hoogte van deze tuinen bedraagt circa 1 m - NAP. Dit is ongeveer gelijk aan het niveau van het maaiveld van het voormalige bedrijfsterrein.

2.2 Geologie, bodemopbouw en geohydrologie

In deze paragraaf wordt allereerst de geologie en de bodemopbouw van de saneringslocatie en haar omgeving behandeld. Vervolgens wordt de geohydrologie besproken. De gegevens zijn afkomstig van het nader bodemonderzoek (DHV, 1986) rapport, nr. 1-3346-41-10, het aanvullend nader bodemonderzoek HASKONING 1992, rapportnr. 92/1661.38/2K. De Grondwaterkaart van Nederland, Kaartblad 43 Oost en 44 West Dienst Grondwaterverkenning TNO 1976, RGD-boringen 44A-76, 44A-309 en 44A-310 en De Provinciale Overzichten win- en produktiemiddelen (Vereniging van Exploitanten van Waterleidingbedrijven in Nederland (VEWIN), 1986).

2.2.1 Geologie en bodemopbouw

Regionaal

Regionaal gezien worden in het onderzoeksgebied een deklaag en twee watervoerende pakketten met een tussenliggende slecht doorlatend kleipakket onderscheiden. Aangezien de verontreinigingen zich in de deklaag bevinden, wordt in dit hoofdstuk voornamelijk ingegaan op de stratigrafie van de deklaag.

De holocene deklaag bestaat vanaf circa 1 m - NAP uit een afwisseling van klei en veen met inschakelingen van matig tot sterk slibhoudende fijn- en grofkorrelige zanden (Westland Formatie). De dikte van de deklaag bedraagt ter hoogte van 's Gravendeel ongeveer 2 m. Het onder-



liggend eerste watervoerend pakket wordt gevormd door circa 10 m dikke grofzandige afzettingen, die veelal grindhoudend zijn (Formatie van Kreftenheije en Formatie van Sterksel).

De deklaag in deze regio is, door het sterk afwisselend milieu van erosie en sedimentatie gedurende het Holoceen, heterogeen van opbouw. Profielen van de diepe boringen, gelegen op minimaal 300 m van de onderzoekslocatie (boring 44A-76, 44A-309 en 44A-310), hoeven niet representatief te zijn voor de bodemopbouw op de onderzoekslocatie.

Op circa 300 m zuidwestelijk van de onderzoekslocatie (boring 44A-310) komt binnen de holocene deklaag vanaf 5 m - NAP een circa 12 m dik fijnzandig sediment voor dat houtresten bevat, en vanaf 17-18 m - NAP overgaat in grofzandige afzettingen van enkele meters dik. Binnen het hier onderliggend kleipakket bevindt zich op een niveau van circa 22 m - NAP tot 24 m - NAP nog een zandige inschakeling, welke zich eveneens in boring 44A-309 op circa 1 km in zuidwestelijke richting wordt aangetroffen. Het eerste watervoerend pakket komt in beide boringen voor op een niveau van circa 27 m - NAP.

Daarentegen vertoont boring 7 uit het nader onderzoek ter plaatse van de onderzoekslocatie, vanaf circa 13,7 m - NAP tot circa 19,6 m - NAP een lemig zand met naar onderen toe matig grof slibarm zand. De mediaan van de zandfractie ligt rond 400 μ m. Hieronder bevindt zich aan de basis van de deklaag klei tot minimaal 20 m - NAP (einde boring).

De overeenkomstige stijghoogten van de zandlaag vanaf 14 m - NAP en van het eerste watervoerend pakket vanaf circa 27 m - NAP, doen vermoeden dat beide met elkaar in verbinding staan.

Locaal

Uit de landmeetkundige opname van het terrein blijkt dat de maaiveldhoogte varieert van 0,7-1,1 m - NAP (weiland en tuinen aan de noordzijde Gorsdijk en industrieterrein ten noorden van de Maasdamse weg, profiel 3, bijlage 5) tot 4,5-5,0 m + NAP (Maasdamse Weg, dijklichamen Beverhoeksstraat en Havenstraat, zie profielen 3 tot en met 6, bijlage 5).

Direct ten noorden van de oude havendijk (Gorsdijk-Havenstraat) bevindt zich ter hoogte van de Maasdamse Weg een circa 9 m dik zandlichaam met basis op circa 6 m - NAP.

Het oude gedeelte van de dijklichamen (vóór het op Deltahoogte brengen) is opgebouwd uit een complex van geroerde zand- en kleilagen met bijmengingen in de vorm van grind en puin (zie profielen 1 tot en met 6, bijlage 5). Ten behoeve van het op Deltahoogte brengen van de dijklichamen is in hoofdzaak zand toegepast. De dijklichamen zijn in het algemeen bekleed met een laag lichte klei en zavel, welke in dikte varieert van 0,5 m tot 1,5 m.

Aan de havenzijde van de Beverhoekstraat en de Havenstraat is een basaltwering aangebracht op minder dan 0,5 m-mv (zie profielen 4 tot en met 6, bijlage 5). Hieronder bevindt zich aan de noordzijde van de haven een klei-ophoging tot circa 3 m + NAP met basis op circa 3 m - NAP (zie profiel 5, bijlage 5). Dit waterkerend kleilichaam wordt in westelijk richting in de oude havendijk eveneens aangetroffen.



Ter hoogte van de Beverhoekstraat-voormalige haven is zowel aan havenzijde als aan de westzijde een kleipakket tot een hoogte van circa 0,5 m - NAP tot 0,5 m + NAP opgebracht. Ter plaatse van de Beverhoekstraat bevindt zich op het niveau van de voormalige havenbodem (circa 4 m - NAP, zie profiel 6, bijlage 5), een 5-7 m dik zandlichaam, welke aan de bovenzijde met een 0,5 m dunne kleilaag is afgedekt. Onbekend is met welk materiaal demping van de voormalig haven in westwaartse richting heeft plaatsgevonden.

Het natuurlijke profiel ter plaatse van de onderzoekslocatie bestaat uit een kleidek (0,7-1,5 m dik), met daaronder lichte zavel en kleilig zand. Op een niveau van 2-4 m - NAP wordt over een groot deel van de onderzoekslocatie veen aangetroffen. De dikte van de veenafzettingen varieert van circa 2 m ten noorden tot 4 m ten zuidwesten van de provinciale weg. De basis van deze veenlaag in het noordelijk deel van de onderzoekslocatie bevindt zich op circa 4,5 m - NAP. Deze veenlaag is ter plaatse van de dijklichamen (met name de Maasdamse Weg) afgegraven (zie profiel 3, bijlage 5). Ter hoogte van de kruising Gorsdijk-Havenstraat en Beverhoekstraat komt over een traject van circa 6-9 m - NAP een tweede veenlaag voor, welke in zuidelijke richting niet meer prominent aanwezig is (deels verslagen veen binnen zandhoudende kleien, zie profielen 4 en 6) terwijl deze in noordelijke richting zich doorzet en mogelijk deel uitmaakt van een groter veenpakket (zie profiel 2).

Over het zuidoostelijk deel van de onderzoekslocatie wordt een 1-2 m dunne zandlens aangetroffen op een gemiddeld niveau van circa 3,5 m - NAP. De top van deze zandlens bevindt zich ten noorden van de insteekhaven op circa 1,5 m - NAP (zie profiel 5) en ter hoogte van de kruising Gorsdijk-Havenstraat en Beverhoekstraat komt de top van deze zandlens pas op circa 5 m - NAP voor.

Tot aan de lemige zanden op circa 13-14 m - NAP worden voornamelijk kleien aangetroffen met nog een dunne veeninschakeling op een niveau van circa 12 m - NAP.

2.2.2 Geohydrologie

De geohydrologische situatie ter plaatse van de onderzoekslocatie is gecompliceerd door de volgende factoren:

- een heterogeen, sterk gelaagde natuurlijke ondergrond met zand en veenlenzen;
- dijklichamen opgebouwd uit materiaal van sterk wisselende samenstelling;
- relatief grote verschillen tussen polderpeil (circa 1,5 m - NAP) en peil van Dordtsche Kil onder invloed van getijdebeweging (gemiddeld laagste waterstand 0,1 m + NAP; gemiddeld hoogste waterstand 1,0 m + NAP);
- de met zand gedempte oude haven aan de zuidzijde van de onderzoekslocatie;
- het ontbreken van informatie omtrent het nog aanwezig zijn van eventuele kademuuren, damwanden et cetera langs de oude haven;
- de effecten van nog aanwezige funderingen, vloeren van de voormalige gasfabriek en de gedempte sloten op de lokale geohydrologie.



Voor de grondwaterstroming zijn verschillende systemen te onderscheiden afhankelijk van de diepte. Om de verspreidingsmogelijkheden van verontreinigingen in het grondwater te kwantificeren, worden deze verschillende grondwaterbewegingen apart behandeld.

Freatisch grondwater

Voor de horizontale verspreiding van verontreinigingen in het grondwater is vooral het freatisch grondwater van belang. Het freatisch grondwater staat onder invloed van het peil van de Dordtsche Kil, infiltrerende neerslag en de nabijgelegen polders. De situatie van de grondwaterstroming, gemiddeld over het aantal meetseries tijdens het nader en aanvullend nader bodemonderzoek, wordt geïllustreerd door het isohypsenpatroon in bijlage 10. Deze bijlage laat zien dat de afstroming van het ondiepe grondwater vanaf de Havenstraat algemeen noordelijk is.

In de veronderstelling dat de stalen damwand langs de voormalige haven verwijderd is, bevindt zich dan ter hoogte van de westelijke Havenstraat een waterscheiding met een zuidelijke afstromingscomponent richting de gedempte haven. Ter hoogte van de kruising voormalige haven-Beverhoekstraat en langs de noordzijde van de insteekhaven, kan onder invloed van ontstane spanningsverschillen tijdens getijdebewegingen van de Dordtsche Kil, geringe in- en uitwisseling tussen oppervlaktewater en grondwater plaatsvinden. De aanwezigheid van kleibekleding aan beide dijklichamen en van oeverbescherming aan de noordzijde van de steekhaven resulteert in een te verwaarlozen netto transport van verontreinigingen in het freatische grondwater.

Het goed doorlatend zandlichaam met daarop de Maasdamse Weg fungeert als een infiltratiezone met een tweezijdige afstroming naar het noordelijk gelegen industriegebied en de sloot zuidelijk van de provinciale weg. Tezamen met de noordelijke afstroming vanaf de Gorsdijk resulteert dit in een grondwaterstroming met een algemeen noordwestelijke stromingscomponent. Het vastgestelde verspreidingspatroon (fase IV) van de verontreiniging met cyanide (bijlagen 3 en 10) bevestigt de afstroming in noordwestelijke richting. Voor het voormalige gasfabrieksterrein geldt dat de verontreinigingen ten westen van de kruising Havenstraat-Beverhoekstraat vooral in noordwestelijke richting zullen verspreiden.

Ondiep grondwater op 3,5 m - NAP

Zoals hierboven is vermeld, stroomt het grondwater onder het grootste deel van het voormalig gasfabrieksterrein naar de noordwestelijk gelegen polder, welke een peil heeft van circa 1,5 m - NAP. Er kan echter ook wegzijging optreden naar de lager gelegen en relatief goed doorlatende zandlaag op circa 3,5 m - NAP, welke een stijghoogte heeft van circa 0,1-0,3 m - NAP. Deze lage stijghoogte wordt waarschijnlijk veroorzaakt doordat deze zandlaag een verbinding heeft met zowel het polderpeil als het peil in de Dordtsche Kil. Binnen deze zandlaag zal daardoor een westelijke stroming optreden.

Spanningswater in het 1e watervoerend pakket

De stijghoogte in het op 14 m - NAP gelegen eerste watervoerend pakket varieert van NAP tot 0,4 m + NAP en ligt daarmee boven de stijghoogte van het zandpakket op 3,5 m - NAP. Hierdoor bestaat er een kwelsituatie vanuit het eerste watervoerend pakket voor zowel de onderzoekslocatie als de polder. Het is daardoor niet waarschijnlijk dat verontreinigingen de veenlaag op 6,5 m - NAP zullen passeren.



De grondwaterstroming in het eerste watervoerend pakket is volgens de grondwaterkaart west-zuidwestelijk gericht naar een kwelgebied in de polder ten westen van 's-Gravendeel. De stroomsnelheid in dit pakket wordt op basis van het verhang en de uit een tweetal putproeven afgeleide k-waarden geschat op 10-30 m/jaar. Afgaande op het grondwaterstromingspatroon wordt geen beïnvloeding door het zuidelijk gelegen pompstation ten behoeve van de drinkwater voorziening 's-Gravendeel op de verspreiding van de verontreinigingen in het grondwater verwacht. Eveneens wordt verwacht dat de grondwaterkwaliteit van het pompstation niet wordt beïnvloed door de grondwaterverontreiniging ter plaatse van de voormalige gasfabriek.

2.3 Historie

In het begin van deze eeuw (1908 - 1909) is de gasfabriek te 's Graven-deel aan de zuidzijde van de Gorsdijk opgericht. De gasfabriek bestond uit een gashouder, twee kolenloodsen, een stokerij, een zuiverhuis met daaronder de teerkelder. In 1918 is aan de noordzijde van de Gorsdijk een tweede gashouder geïnstalleerd. In 1948 zijn hier eveneens een reguleursgebouwtje en nieuwe zuiveringskisten gebouwd. Mede ten gevolge van de schade die tijdens de watersnood ontstond, is de gasfabriek in 1954 met de produktie van gas gestopt. Bijlage 2 is een plattegrond van de saneringslocatie met het voormalige bedrijfsterrein. In 1959 is het gedeelte van de gasfabriek aan de zuidzijde van de Gorsdijk gesloopt. In 1977 is het gedeelte aan de noordzijde gesloopt. In de grond ter plaatse van de voormalige fabriek komen stenen, puin en vloerdelen voor. Het is niet duidelijk welke ondergrondse delen gesloopt en afgevoerd zijn.

Na 1977 is de situatie ter plaatse gewijzigd. Ten behoeve van de verbetering van de waterkering zijn de dijken omgelegd en verhoogd. Een gedeelte van de haven is gedempt. De beschoeiing (stalen damwand aan de noordzijde en een betonkeermuur aan de zuidzijde) van de haven ter plaatse is verwijderd, evenals een inlaatduiker aan de noordzijde van de haven (Provincie Waterstaat in Zuid-Holland, afdeling Waterbouwkundige werken, Dijkverbetering Hoeksewaard, Dijkvalk no 11 Schaal 1:500, mei 1958).

2.4 Ligging kabels en leidingen

In bijlage 4 is een kaart opgenomen met leidingen en kabels van de nutsbedrijven op en in de nabije omgeving van de saneringslocatie. Voor de exacte ligging wordt verwezen naar de originele kaarten van de betreffende instellingen en bedrijven. Aanbevolen wordt de betrokken kabel- en leidingexploitanten in een zo vroeg mogelijk stadium van de voorbereiding van een eventuele sanering te betrekken. Hierdoor kunnen werkzaamheden aan de betreffende kabels en leidingen op elkaar worden afgestemd, zodat kosten kunnen worden bespaard. De volgende bedrijven hebben kabels en of leidingen die mogelijk afgesloten en/of omgelegd moeten worden bij de uitvoering van de grondsanering door middel van ontgraving of waar werkzaamheden aan moeten worden verricht wanneer de verontreiniging wordt geïsoleerd:



- N.V. Regionaal Energiebedrijf Dordrecht;
 - Laagspanning (LSP), hoogspanning (HPS) en openbare verlichting (OV)
 - Centrale antenne (Cai)
 - Lage druk gas (G)
 - Hoge druk gas (G^H)
- Stichting Bronwater Hoeksche Waard;
 - Water ϕ 32 (W)
- PTT;
 - Telefoon
- Waterschap;
 - Inlaatduikers

Opgemerkt wordt dat de exacte ligging van de inlaatduiker vooralsnog onbekend is. De aangegeven locatie op bijlage 4 is gebaseerd op mondelinge informatie.

2.5 Aangrenzende bebouwing

Op het voormalige bedrijfsterrein staat een schuur die bij het pand aan Gorsdijk 40 behoort. Grenzend aan zuidzijde van de saneringslocatie staan de woonhuizen Gorsdijk 38 en 40. In de bestaande archieven zijn vooralsnog geen gegevens betreffende de fundering van deze panden en de schuur gevonden. Wanneer een definitieve keuze is gemaakt voor een saneringsvariant en hierbij gedeelten van de verontreinigde grond moeten worden ontgraven, wordt aangeraden de funderingsgegevens van betreffende de opstallen tot in detail te inventariseren met behulp van proefsleuven. Op het overige deel van de locatie is geen bebouwing aanwezig.



3. VERONTREINIGINGSSITUATIE

In de eerste en tweede paragraaf van dit hoofdstuk worden respectievelijk de grond- en de grondwaterverontreinigingssituatie samengevat. Voor een gedetailleerde beschrijving van de verontreinigingen wordt verwezen naar het HASKONING-aanvullend nader onderzoeksrapport (nummer 92/1661.38/2K).

3.1 Grond

Bij de beschrijving van de verontreinigingssituatie van de grond ter plaatse van de voormalige gasfabriek worden de volgende vier gebieden (zie bijlage 8) onderscheiden:

- Gedempte haven (compartiment 1);
- zuidelijk van de Gorsdijk (compartiment 2 en 3);
- noordelijk van de Gorsdijk (compartiment 4 en 5);
- tuinen Gorsdijk 38 en 40 (compartiment 6).

Op de kaart van bijlage 4 is de horizontale omvang van de grondverontreiniging aangegeven. In bijlage 6 is een tabel met de hoeveelheden verontreinigde grond opgenomen. In de laatste kolom van deze tabel zijn de geschatte hoeveelheden schone grond boven deze verontreinigde grond opgenomen.

3.1.1 Gedempte haven (compartiment 1)

De grond van de gedempte haven is matig verontreinigd ($\geq B$) door PAK's tot een maximale diepte van 4,1 à 4,3 m - NAP. De bodem van de gedempte haven heeft op circa 4 m - NAP gelegen. De laagdikte waarover de verontreiniging voorkomt bedraagt maximaal circa 2 m. Aangenomen wordt dat de grond tot circa 40 meter ten westen van huidige haven is verontreinigd. In totaal is de verontreiniging over circa 800 m² waargenomen. De hoeveelheid verontreinigde grond ter plaatse bedraagt circa 1.600 m³ ofwel circa 3.000 ton.

Op basis van de vrij grote laagdikte waarover de verontreiniging voorkomt en de relatief beperkte horizontale verspreiding alsmede de geconstateerde heterogeniteit, wordt aangehouden dat de verontreiniging is ontstaan door toepassing van verontreinigde grond als dempingsmateriaal. De grond was hoogstwaarschijnlijk afkomstig van het terrein van de voormalige gasfabriek. Mogelijk is een deel van de verontreiniging ontstaan door lozing van afvalwater op de voormalige haven door de gasfabriek.

3.1.2 Zuidzijde Gorsdijk (compartiment 2 en 3)

Aan de zuidzijde van de Gorsdijk is de grond matig ($\geq B$) tot sterk ($> C$) verontreiniging door PAK's en cyanide. Het gehele gebied is niet in gelijke mate verontreinigd.

De grond ter plaatse van de voormalige teerput is zeer sterk verontreinigd ($> C$) door PAK's. Waar voorheen het zuiverhuis was, is een sterke verontreiniging ($> C$) met cyanide aanwezig. In het verlengde van de Havenstraat, de voormalige kade, komen sterke verontreinigingen ($> C$) door teerprodukten en lichte verontreinigingen ($< A$) door cyanide voor. De huidige havenkade is rond NAP matig ($> B$) tot sterk ($> C$) verontreinigd door zowel PAK's als cyaniden. Mogelijk zijn ook deze verontreini-



gingen ontstaan door toepassing van verontreinigd materiaal als aanvulmateriaal achter de damwand van de haven.

De verticale begrenzing van de verontreinigingen in dit gebied varieert van circa 2 m + NAP tot circa 2 m - NAP. Op de locatie van voormalige havenkade is echter een aanmerkelijk diepere verspreiding vastgesteld (tot circa 3,5 m - NAP).

In het slibmonster van de insteekhaven is geen verontreiniging aangetroffen.

Het gedeelte dat matig (> B) tot sterk (> C) verontreinigd is heeft een oppervlakte van circa 1.400 m². De geschatte hoeveelheid bedraagt circa 4.210 m³ (circa 7200 ton).

Het gedeelte dat licht verontreinigd (> A) is, heeft een oppervlakte van circa 300 m² en de geschatte hoeveelheid bedraagt circa 900 m³ (circa 1500 ton).

3.1.3 Noordzijde Gorsdijk (compartiment 4 en 5)

Aan de noordzijde van de Gorsdijk is de grond matig tot sterk verontreinigd door cyanide. Plaatselijk zijn matige (neven)verontreinigingen met PAK's aangetroffen. De verontreiniging onder de dijk (Maasdamse Weg) is waarschijnlijk het gevolg van grondwerkzaamheden bij de aanleg van de dijk (heterogeen aanwezig, dunne laag). De verontreinigingen zijn tot een maximale diepte van circa 2 à 2,5 m - NAP aangetroffen. De maximaal verontreinigde laagdikte wordt geschat op 2 à 3 m. De hoeveelheid verontreinigde grond is circa 1.500 m³ (circa 3.000 ton). De verontreiniging komt over een oppervlak van circa 600 m² voor.

Waar puin, kolengruis en andere vaste afvalstoffen in de grond voorkomen is tevens een verhoogd gehalte aan metalen te verwachten. Het gedeelte onder de Gorsdijk is licht verontreinigd door PAK's en cyanide. Deze verontreiniging komt over een oppervlak van circa 500 m² voor. De geschatte hoeveelheid grond is circa 1.500 m³ (circa 2.600 ton).

3.1.4 Tuinen Gorsdijk 38 en 40

De bovengrond van de achtertuinten van de woningen aan Gorsdijk 38 en 40 is matig verontreinigd (> B) door PAK's, waarbij de verontreinigde laag maximaal circa 1,5 m dik is. De oppervlakte van de tuinen bedraagt circa 500 m², de geschatte hoeveelheid verontreinigde grond is circa 150 m³ (circa 260 ton). In het weiland achter de tuinen komt alleen een zeer licht verhoogd PAK-gehalte (> A) voor.

In de sliblaag van de sloot zijn licht verhoogde concentraties (> A) aan PAK's en cyanide-totaal aangetroffen. Blijkens de analyseresultaten van de slibmonsters I en II is de verspreiding hiervan vrij beperkt.

3.2 Grondwater

De horizontale verspreiding van de verontreiniging tot B-waarden in het grondwater is weergegeven in bijlage 3 (inclusief fase IV). Voor de weergave van de verontreinigingssituatie is uitgegaan van de cyanidegehalten in het grondwater. De weergegeven verontreinigingssituatie heeft betrekking op het grondwater tot een diepte van 2 à 3 m - NAP. Behoudens enkele spotverontreinigingen met aromatische verbindingen en minerale olie (teerkelder ten noorden en zuiveringskisten ten zuiden van de Gorsdijk) is cyanide veruit de belangrijkste verontreiniging in het grondwater.



De locaties van de spotverontreinigingen zijn de verontreinigingshaarden die sterk verontreinigd ($> C$) zijn door cyaniden. De grondwaterverontreinigingen zijn gerelateerd aan het voorkomen van de grondverontreinigingen. Tussen deze twee afzonderlijke verontreinigingshaarden bevindt zich een matig verontreinigde zone ($> B$). De cyanideverontreiniging in concentraties $> B$ -waarde komen ook ter plaatse van de gedempte haven voor.

Bij uitvoering van het aanvullend nader onderzoek (HASKONING rapport 92/1661.38/2k, april 1992) is een horizontale verspreiding van grondwaterverontreiniging door cyanide in het zandlichaam onder de Maasdamse Weg in noordwestelijke geconstateerd. Uit de gemeten gehalten blijkt dat de verontreiniging zich in noordwestelijke richting in het zandlichaam onder de Maasdamse Weg verplaatst. De grondwaterverontreiniging (cyanide $> A$) heeft zich over een oppervlakte van circa 17.000 m² verspreid. Hiervan is circa 9.200 m² verontreinigd in gehalten groter dan de B-waarde en 3.700 m² groter dan de C-waarde. Voor wat betreft de verticale verspreiding met cyaniden geldt dat deze over het algemeen gering is, het grondwater is tot op een diepte van circa 8 m - NAP verontreinigd.

De totale hoeveelheid verontreinigd grondwater door cyanide in gehalten groter dan de A-waarde bedraagt circa 30.000 m³ (gemiddelde porositeit 0,3). Hiervan is circa 13.000 m³ verontreinigd in gehalten groter dan de B-waarde en circa 3.300 m³ is verontreinigd door cyanide in gehalten groter dan de C-waarde. Ter plaatse van de twee verontreinigingshaarden is het grondwater over een totaal oppervlak van circa 400 m² eveneens matig verontreinigd ($> B$ -waarde) door vluchtige aromaten.



4. MOGELIJKE SANERINGSMETHODEN

In dit hoofdstuk worden in twee afzonderlijke paragrafen de saneringsmethoden vanuit de volgende doelstellingen besproken:

- volledig herstel van de multifunctionaliteit van de bodem;
- gedeeltelijk herstel van de multifunctionaliteit bodem.

4.1 Grond

Bij het saneren van de verontreinigde grond worden de volgende saneringsmethoden onderscheiden:

- reinigen in situ;
- isoleren, beheersen en controleren (IBC);
- verwijderen en reinigen ter plaatse of elders;
- verwijderen en storten;
- een combinatie van bovengenoemde saneringsmethoden.

De bodemsanering heeft in principe tot doel de multifunctionaliteit van de bodem te herstellen. Wanneer dit om financiële, technische of milieuhygiënische redenen niet mogelijk is, is het doel de functionaliteit van de bodem gedeeltelijk te herstellen.

Wanneer de functionaliteit van de bodem gedeeltelijk is hersteld, zijn er beperkingen voor het gebruik van de bodem en zijn er risico's voor de mens en het milieu aanwezig. De schadelijke gevolgen voor de mens en het milieu als gevolg van de restverontreiniging dienen door het opleggen van beperkingen aan het gebruik van de bodem minimaal te zijn.

De multifunctionaliteit van de bodem kan in principe hersteld worden door:

1. reinigen in situ;
2. verwijderen en reinigen (ter plaatse of elders) en/of storten.

Gedeeltelijk herstel van de functionaliteit van de bodem kan verkregen worden door:

1. isoleren, beheersen en controleren;
2. gedeeltelijk verwijderen en reinigen, restverontreiniging isoleren, beheersen en controleren;
3. gedeeltelijk in situ reinigen, restverontreiniging isoleren, beheersen en controleren.

In het onderstaande zal kort op deze verschillende saneringsmogelijkheden worden ingegaan.

4.1.1 Herstel multifunctionaliteit

Reiniging in situ

In situ reinigingstechnieken zoals biodegradatie, extractie, uitspoeling, stoominjectie en elektro-reclamatie zijn alleen toepasbaar bij bepaalde fysische en chemisch eigenschappen van de bodem. Voor de meeste technieken is een homogene bodemopbouw vereist. Daarnaast zijn de aard en mate van de verontreinigende stoffen bepalend voor de toepasbaarheid van een bepaalde reinigingstechniek. Afgaande op de zeer wisselende



bodemopbouw en de complexe verontreinigingssituatie worden in situ reinigingstechnieken voor de gehele grond- en grondwaterverontreiniging als technisch moeilijk uitvoerbaar beschouwd. De tijdsduur van een dergelijke in situ sanering is relatief lang en de technische beheersbaarheid is moeilijk.

Vooralsnog worden in situ saneringstechnieken als niet toepasbaar beschouwd en worden derhalve niet verder in dit saneringsonderzoek besproken worden.

Verwijderen en reinigen (ter plaatse of elders) en/of storten

Aangezien de saneringslocatie goed bereikbaar is, lijkt het ontgraven en reinigen van de vervuilde grond een toepasbare saneringsmethode voor de grondverontreiniging. Bij een volledige grondsanering door middel van ontgraven zijn civieltechnische maatregelen noodzakelijk aangezien de verontreinigingen tot ver beneden het maaiveld en lager dan de grondwaterspiegel voorkomen, terwijl de waterkerende functie van de dijken niet aangetast mag worden. Nadat de grond is verwijderd, moet het gat opgevuld worden met schone grond. Vervolgens kan het terrein opnieuw ingericht worden.

Een belangrijke voorwaarde bij het afgraven van de verontreinigde grond is, dat dit op een veilige en een milieuhygiënisch verantwoorde wijze moet gebeuren. De directie bepaalt in welke veiligheidsklassen (T en F klassen) de werkzaamheden moeten worden uitgevoerd. Aan de hand van de bepaalde klassen dienen de vereiste veiligheidsmaatregelen getroffen te worden.

De ontgraven verontreinigde grond kan gereinigd en/of gestort worden. Storten komt alleen in aanmerking als de grond als niet reinigbaar wordt beoordeeld door het N.V. Service Centrum Grondreiniging (SCG). In het volgende hoofdstuk wordt de rol van het SCG besproken.

4.1.2 Gedeeltelijk herstel functionaliteit

Isoleren, beheersen en controleren

Met een gecombineerde civieltechnische en geohydrologische isolatie kunnen de effecten van de verontreiniging op de omgeving worden tegengegaan. Het nadeel van deze methode is dat de verontreinigingen feitelijk niet worden verwijderd en derhalve is een voortdurende nazorg noodzakelijk.

De verontreinigde grond die zich direct onder het maaiveld bevindt, kan geïsoleerd worden door het aanbrengen van een bovenafdichting bestaande uit een kleilaag of een folie met daarop een schone laag grond van circa 1 meter. De verontreinigde grond op grotere diepten kan geïsoleerd worden door het plaatsen van een damwand rondom de verontreiniging met binnenin een onderbemaling of door het aanbrengen van alleen een bemaling (geohydrologische isolatie). De minimale diepte van deze damwand bedraagt in dit geval circa 5 meter - NAP aangezien zich op deze diepte over het algemeen een kleilaag/veenlaag bevindt. Wanneer de damwand in deze klei-/veenlaag wordt geplaatst ontstaat er een damwandkuip. Met een grondwaterstandsverlaging van circa 0,50 meter ten opzichte van het grondwater buiten de damwandkuip, wordt voorkomen dat de verontreinigingen zich verder verspreiden. De beheersing wordt tegelijkertijd uitgevoerd met de grondwatersanering. Omdat de bron van de verontreiniging niet wordt weggenomen moet bij deze methode rekening gehouden worden met een langdurige periode van onttrekking van verontreinigd grondwater.



4.2 Grondwater

De enig mogelijke grondwatersaneringsmethode is grondwater onttrekken en lozen (verwijderen). Afhankelijk van lozingsnormen, de kwaliteit en kwantiteit wordt het grondwater al dan niet op de locatie gezuiverd alvorens het geloosd kan worden op het riool. Wanneer het grondwater op de locatie wordt gezuiverd, kan het gezuiverde grondwater geheel of gedeeltelijk worden teruggebracht in de grond (infiltratie). Het overschot moet worden geloosd. Indien de waterkwaliteitsbeheerder aangeeft dat het grondwater niet gereinigd behoeft te worden, moet al het grondwater op het riool geloosd worden.

In het kader van dit saneringsonderzoek is in de tweede fase de grondwateronttrekking ten behoeve van de sanering beschreven. De voorgestelde varianten verschillen voor wat betreft de locaties van de onttrekkingsputten (puttenveld), de debieten en de saneringsduur. Bij elke variant wordt een inschatting gemaakt van de kwaliteit van het te lozen water. Wanneer de opdrachtgever voor een bepaalde saneringsvariant heeft gekozen, dient de te verwachte kwaliteit en kwantiteit van het te lozen water aan de waterkwaliteitsbeheerder te worden medegedeeld. De waterkwaliteitsbeheerder bepaalt vervolgens of een grondwaterzuivering noodzakelijk is.

Wanneer de grondverontreiniging tot onder de heersende grondwaterspiegel geheel of gedeeltelijk door middel van ontgraving wordt gesaneerd, dient een grondwateronttrekkingssysteem (bemaling) te worden ingericht. De bemaling is noodzakelijk ten behoeve van het ontgraven in den droge. Het opgepompte grondwater zal op het riool worden geloosd. De kwaliteit en kwantiteit mogen de lozingsnormen van waterkwaliteitsbeheerder niet overschrijden. Wanneer verwacht wordt dat deze normen worden overschreden, zal het grondwater op de locatie moeten worden gezuiverd.

Als gevolg van deze bemaling wordt reeds een gedeelte van het grondwater gesaneerd. Derhalve wordt aanbevolen om na afronding van de grondsaneringsrepresentatieve peilbuizen te bemonsteren en de grondwatermonsters te analyseren op de verschillende componenten. Zodoende wordt een indruk verkregen van de actuele verontreinigingssituatie van het grondwater. Voorgesteld wordt het saneringsplan van het grondwater hierop af te stemmen.



5. VERWERKING VERONTREINIGDE GROND EN GRONDWATER

Naast de diverse saneringsmethoden zijn er verschillende methoden van verwerking van de verontreinigde grond en het grondwater. Het bestuderen van de verschillende wijzen van verwerking is noodzakelijk om in de volgende hoofdstukken de saneringsvarianten volledig te kunnen bespreken en een goede selectie van een saneringsvariant te kunnen maken.

5.1 Grond

Na een eventuele ontgraving dient de verontreinigde grond getransporteerd en verwerkt te worden. De verwerking kan bestaan uit storten of reinigen. Het Service Centrum Grondreiniging (SCG) bepaalt de reinigbaarheid van de verontreinigde grond.

Service Centrum Grondreiniging

Omdat onderhavige IBS-sanering in opdracht van de Provincie wordt uitgevoerd is de opdrachtgever verplicht de grond bij het SCG aan te melden. Het SCG beoordeelt of de verontreinigde grond (potentieel) reinigbaar is. Blijkt de grond reinigbaar te zijn, dan is men verplicht deze grond aan het SCG, voor een door hen vastgesteld bedrag (zogenaamde "All-in" prijs), te leveren ("leveringsplicht"). De "All-in" prijs omvat alle kosten van reiniging, controle, chemische analyses, administratieve afhandeling, eventueel transport et cetera, die ontstaan vanaf het moment dat de grond bij het afgesproken reinigingsbedrijf wordt aangeleverd. Tegen betaling van de overeengekomen prijs wordt het SCG de juridische eigenaar van de verontreinigde grond en verzorgt de reiniging en alle daarbij behorende zaken van begin tot eind.

De verontreinigde grond is op basis van de aard en gehalte van de verontreiniging als volgt onderverdeeld:

- Gedempte haven (verontreinigd door PAK's);
- Zuidzijde Gorsdijk (verontreinigd door PAK's en Cyanide);
- Noordzijde Gorsdijk (verontreinigd door Cyanide);
- Gorsdijk 38 en 40 (verontreinigd door PAK's).

Verwacht wordt dat de eerste drie delen elk op basis van de granulaire samenstelling (textuur) onderverdeeld kunnen worden in drie partijen. In totaal geeft dit de hiernavolgende 10 partijen:

- Gedempte haven (verontreinigd door PAK's);
fijn zand - lichte klei - zware klei
- Zuidzijde Gorsdijk (verontreinigd door PAK's en Cyanide);
fijn zand - lichte klei - zware klei
- Noordzijde Gorsdijk (verontreinigd door Cyanide);
fijn zand - lichte klei - zware klei
- Gorsdijk 38 en 40 (lichte klei verontreinigd door PAK's).

Afhankelijk van de keuze voor sanering zal een gedeelte of de totale hoeveelheid van 10.150 m³ verontreinigde grond in deze 10 partijen bij het N.V. Service Centrum Grondreiniging (SCG) worden aangemeld. De eventuele beoordeling door het SCG zal in het saneringsplan worden opgenomen.



5.1.1 Storten

De acceptatievoorwaarden van vervuilde grond op een stortplaats zijn per provincie en per stortplaats verschillend. Doorgaans kan slechts licht tot matig verontreinigde (gehalten aan verontreinigende componenten kleiner dan de C-toetsingswaarden) grond worden gestort. Op een aantal stortplaatsen is storten van verontreinigd materiaal met gehalten aan verontreinigende stoffen tot de WCA-grens mogelijk. Stortplaatsen mogen over het algemeen alleen grond accepteren die afkomstig is van saneringslocaties die binnen de provinciegrenzen zijn gelegen. Over het algemeen mag alleen niet-reinigbare grond gestort worden. Wanneer bij de sanering teerhoudend materiaal vrijkomt, waarbij [✓]reiniging 20% of meer als restprodukt achterblijft, mag dit materiaal (WCA-materiaal) in speciaal ingerichte deponies gestort worden.

Wanneer licht tot matig verontreinigde gronden in aanmerking komen voor storten is een reële inschatting van de kwaliteit van de te storten grond noodzakelijk. Derhalve zijn uitloogproeven van de te storten grond gewenst. Afhankelijk van de resultaten van uitloogproeven, komt de licht tot matig verontreinigde grond in aanmerking voor storten en eventueel hergebruik.

De stortkosten variëren van f 80,-- tot f 250,-- (WCA-materiaal) per ton. De nadelen van storten zijn dat het probleem verplaatst wordt (stortplaats) en het strijdig is met het landelijk streven om zo min mogelijk te storten.

5.1.2 Thermisch reinigen (gloeien of verbranden)

De door PAK'S, olie en cyanide verontreinigde grond komt in principe in aanmerking voor thermische reiniging. Thermische reiniging kan plaatsvinden door uitdamping en naverbranding (temperatuur < 800°C) of alleen door verbranding (temperatuur > 800°C).

Verschiedende verwerkingsinstallaties zijn geschikt voor het verbranden van deze verontreinigde grond (zie bijlage C Handboek bodemsaneringstechnieken). Hierbij dient rekening gehouden te worden met de beperkte jaarlijkse capaciteit van de installaties.

De voordelen van reinigen zijn dat grond met een hoge verontreinigingsgraad verwerkt kan worden. Tevens wordt gebruik gemaakt van de warmte-inhoud van de grond (organisch materiaal levert warmte voor verbranding), eveneens kunnen toeslagstoffen aan de grond worden toegevoegd als energiebron (bijvoorbeeld houtafval).

5.1.3 Extraheren

Zand(ige) gronden verontreinigd door PAK's, olie en cyanide kunnen extractief worden gereinigd. Verontreinigde leem-, klei- en veenhoudende gronden kunnen vooralsnog niet gereinigd worden door middel van extractie.

5.1.4 Elektro-reclamatie

Elektro-reclamatie is een reinigingsmethode voor verontreinigde grond met behulp van stroom. De elektro-reclamatie is ontwikkeld om klei- en veengronden verontreinigd door zware metalen te reinigen. Er zijn ook enkele positieve ervaringen met het reinigen van grond verontreinigd door PAK's. Met het reinigen van grond verontreinigd door cyanide is echter nog geen ervaring opgedaan.

De grond op het saneringsterrein is een door PAK's en Cyanide verontreinigde niet homogene humeuze zandgrond met puin. Elektro-reclamatie wordt zowel in situ als on site (afgraven en op de locatie in depot reinigen) toegepast. Een in situ reiniging wordt negatief beïnvloed door kabels, leidingen, ondergrondse tanks, funderingsresten en andere antropogene resten in de grond. In situ reiniging wordt als niet haalbaar beschouwd vanwege de aanwezigheid van funderingsresten.

Afhankelijk van het SCG-besluit kan een proefreiniging met behulp van elektro-reclamatie op laboratoriumschaal definitief uitsluitsel geven over de reinigbaarheid (niet in situ) van de verontreinigde grond door elektro-reclamatie.

5.2 Puin en andere materialen

Bij de sanering wordt ervan uitgegaan dat er puin, hout, metalen voorwerpen en dergelijke in de te saneren grond voorkomen.

Op bepaalde delen van de saneringslocatie is puin aangetroffen en staan ondergrondse delen van de bebouwing in verontreinigde grond. Op andere delen staat vegetatie. Om er voor te zorgen dat de grond die aan de reiniger wordt aangeboden weinig of geen puin of andere materialen zoals boomstronken bevat, dient de grond, alvorens deze wordt afgevoerd, gezeefd te worden. De reinigingskosten van grond zonder puin en dergelijke zijn lager.

Als blijkt dat het puin verontreinigende componenten bevat, is men genoodzaakt dit puin te wassen. Het waswater dient gereinigd te worden alvorens het op de riolering te lozen. Het vrijkomende slib zal vervolgens naar een verwerkingsbedrijf afgevoerd moeten worden. Het schone puin kan naar een puinbreker worden gebracht. Een andere mogelijkheid is het puin naar een IBC-stort af te voeren. Het overige materiaal zoals boomstronken kan, nadat de aanhangende grond verwijderd is, gestort worden.

Teer en zeer sterk teerhoudend materiaal dient bij de sanering apart te worden ontgraven daar dit materiaal niet volgens de voor grond gebruikelijke methoden kan worden verwerkt. Voor de hoeveelheid bij de sanering vrijkomende teer kan slechts een ruwe schatting worden gemaakt. Op basis van ervaringen met andere gasfabrieken wordt geadviseerd rekening te houden met 100 à 200 ton teerhoudend materiaal dat mogelijk bij AVR-Chemie C.V. te Rotterdam Botlek kan worden verwerkt.

5.3 Grondwater

Het grondwater is tot boven de B-waarde verontreinigd door cyanide en/of BTEX. Plaatselijk komen zeer sterke nevenverontreinigingen voor met andere aromatische verbindingen, fenolen, naftaleen en minerale olie. Voor de bestaande grondwaterreinigingstechnieken ten behoeve de grondwatersaneringen op voormalige gasfabrieksterreinen wordt verwezen naar de Bodembeschermingsreeks uitgave 35 (VROM).

De concentraties aan verontreinigende componenten in het grondwater worden gedurende de grondwatersanering lager. Bij het ontwerpen van een grondwaterreinigingsinstallatie is het aan te bevelen de installatie uit te voeren met afschakelbare reinigingstrappen. Deze modulaire wijze van uitvoering is kostenbesparend. Bekende technieken om cyanide uit het grondwater te verwijderen zijn:



- coagulatie/flocculatie;
- precipitatie;
- hyperfiltratie;
- ionenwisseling;
- combinaties van bovengenoemde technieken.

Bij coagulatie/flocculatie en bij precipitatie ontstaan vlokken c.q. neerslag. Deze technieken dienen dan ook in combinatie met een bezink-tank en eventueel een zandfilter, toegepast te worden. Technieken om vluchtige aromaten uit het grondwater te verwijderen zijn:

- actieve koolabsorptie;
- luchtstrippen met afgasbehandeling;
- biologische zuivering met afgasbehandeling;
- combinaties van bovengenoemde technieken.

De toepassing van een zuiveringsinstallatie is sterk afhankelijk van de kennis en apparatuur aanwezig bij aannemingsbedrijven. Derhalve wordt in het kader van het saneringsonderzoek geen uitgebreid ontwerp van een waterzuiveringsinstallatie voorgesteld. De aannemer dient echter zorg te dragen dat het grondwater volgens de best mogelijke methoden wordt gereinigd en dat het effluent aan de gestelde (lozings)normen voldoet.



6. SANERINGSVARIANTEN ALGEMEEN

Voorafgaand aan een korte beschrijving van de 15 mogelijk bodemsaneringsvarianten (grond en grondwater) in paragraaf 6.2, worden de uitgangspunten van de sanering in paragraaf 6.1 besproken. In paragraaf 6.3 wordt de beoordeling van de saneringsvarianten besproken. Op basis van deze beoordeling zijn vier varianten geselecteerd die in de hoofdstukken 7, 8, 9 en 10 zijn uitgewerkt.

In de laatste paragraaf van dit hoofdstuk worden de noodzakelijke maatregelen besproken indien niet binnen afzienbare tijd met de sanering zou kunnen worden aangevangen.

6.1 Uitgangspunten bodemsanering

Uitgangspunten van de bodemsanering zijn:

- het provinciaal beleid, dat gericht is op het herstel van de multifunctionaliteit van de bodem;
- zowel voor grond als grondwater geldt in principe dat tot de A-toetsingswaarde terug gesaneerd moet worden;
- het behoud van de waterkeringen, met name van de hoofdwaterkering;
- het behoud van de bereikbaarheid, met name van de industrie noordelijk gelegen van de Maasdamse Weg, in het geval van de af te sluiten Maasdamse Weg en andere doorgaande wegen;
- in het kader van een hinderwetvergunning minimale overlast voor de bewoners;
- minimale risico's voor volksgezondheid en milieu;
- minimale zettingsrisico's ten gevolge van grondwateronttrekking;
- een zo kort mogelijke periode van grondwatersanering;
- het terugbrengen van de concentraties van het te lozen verontreinigd grondwater tot beneden de lozingsnormen.

6.2 Mogelijke saneringsvarianten

Naar aanleiding van de inventarisatie van de saneringslocatie en de bruikbare saneringsmethoden zijn de volgende 15 saneringsvarianten in principe mogelijk. Bij deze 15 varianten zijn er gradaties in de uiteindelijke saneringsresultaten. De resultaten variëren van volledig herstel van de multifunctionaliteit van de bodem tot het volledig isoleren van de verontreiniging conform de IBC criteria (Isoleren, Beheersen en Controleren). Een samenvatting van de 15 beschreven varianten is in tabel 6.2 gegeven. In de beschrijving en de tabel zijn de verschillende bijbehorende grondwatersaneringen niet uitgewerkt aangezien de keuze van de uit te werken varianten afhankelijk is van de grondsaneringen en er in principe weinig verschillen zijn voor wat betreft de opzet van de verschillende grondwatersaneringsvarianten.

6.2.1 Herstel multifunctionaliteit

Variant 1

Variant 1 leidt tot het volledig herstel van de multifunctionaliteit van de bodem, zoals geformuleerd in de Leidraad Bodembescherming.

Grondsanering

Bij deze variant wordt de totale grondverontreiniging boven en onder de heersende grondwaterspiegel verwijderd door middel van ontgraving.



Uitgegaan wordt van een ontgravingsdiepte tot maximaal 4,5 m-NAP. Bij een ontgraving tot op deze diepte is verlaging van de grondwaterspiegel door middel van bemaling van 4,5 meter noodzakelijk, aangezien de ontgraving in den droge moet worden uitgevoerd. Civieltechnische maatregelen (damwand) ten behoeve van de stabiliteit van de aangrenzende bebouwing en kunstwerken (dijken) zijn bij deze ontgraving noodzakelijk.

Aangezien in de grond zettingsgevoelige bodemlagen voorkomen moet de te onttrekken hoeveelheid zo laag mogelijk zijn. Voorgesteld wordt dan ook de ontgraving in de volgende zes compartimenten uit te voeren:

- Voormalige (gedempte) haven (damwandcompartiment 1);
- Noordzijde insteekhaven (damwandcompartiment 2);
- Gorsdijk Havenstraat (damwandcompartiment 3);
- Talud Maasdamse Weg (damwandcompartiment 4);
- Maasdamse Weg (damwandcompartiment 5);
- Tuinen Gorsdijk 38 40 (compartiment 6).

Rondom de eerste vijf compartimenten zal een damwand (type Larssen) worden geplaatst. Gezien de ontgravingsdiepte kan de grond in de tuinen aan de Gorsdijk 38 en 40 zonder voorzieningen worden verwijderd.

Binnen de damwandcompartimenten zal het grondwater worden verlaagd met behulp van een vacuümbemaling. Aangezien er een stijghoogteverschil is tussen het freatisch grondwater en het grondwater uit het eerste watervoerende pakket moet een spanningsbemaling worden uitgevoerd om openbreken van de scheidende (veen) laag te voorkomen. Na het ontgraven van een damwandcompartiment wordt de verontreinigde grond verwerkt volgens de instructies van het SCG.

Vervolgens kan het damwandcompartiment aangevuld worden met schone grond tot een halve meter boven de gemiddelde stijghoogte van het grondwater, hierna zal een infiltratiesysteem ten behoeve van de grondwatersanering worden geïnstalleerd, waarna de volledige ontgraving wordt aangevuld met schone grond.

Wanneer een damwandcompartiment is aangevuld wordt de bemaling verplaatst naar een aangrenzend nog niet gesaneerd damwandcompartiment. Hier wordt dan de grondverontreiniging verwijderd zoals boven is omschreven. In totaal zal er circa 530 m' damwand moeten worden geplaatst.

Bij deze variant is gekozen voor het ontgraven in compartimenten omdat, wanneer de gehele geplande ontgraving omringd wordt door één damwand, er zeer waarschijnlijk problemen ontstaan met de grote hoeveelheid te bemalen en te reinigen water. Tevens zal dan de invloed van de bemaling groter zijn waardoor gevaar voor zetting in de omgeving kan optreden. De invloed van de bemaling wordt dan steeds groter aangezien de ontgraven en aangevulde delen bemalen moeten worden totdat de gehele ontgraving is afgerond. Wanneer de aangevulde delen niet zouden worden bemalen wordt stabiliteit van de aangevulde zandlichamen niet gegarandeerd.

Grondwatersanering

Het grondwater dat, ten behoeve van het ontgraven in den droge, wordt onttrokken, wordt via een grondwaterzuiveringsinstallatie op het gemeentelijke riool geloosd. Na afronding van de grondsanering wordt het onttrekkingssysteem voor de grondwatersanering geïnstalleerd.



Ten behoeve van de grondwatersanering zal het resterend verontreinigd grondwater door middel van pompputten met volkomen filter worden onttrokken en vervolgens worden gezuiverd. Het gezuiverde grondwater wordt gedeeltelijk geïnfiltreerd en geloosd. Op verschillende plaatsen worden drains aangebracht om de doorspoeling van stagnerend grondwater te bevorderen door middel van infiltratie. De filterstelling van de pompputten is van circa 0 m + NAP tot 5-7 m-NAP (volkomen filter). Indien de doelstelling is terugsaneren tot de B-waarde van cyanide wordt de saneringsduur geschat op dan 3-5 jaar, uitgaande van een volledige verwijdering van de verontreinigde grond. Saneren tot de A-waarden zal hoogstwaarschijnlijk meer tijd in beslag nemen. De saneringsperiode wordt dan geschat op circa 8 jaar.

Voor wat betreft de kosten van deze variant wordt geschat dat deze ten opzichte van de kosten van de overige het hoogst zijn. De totale kosten van de sanering zullen groter zijn dan 10 miljoen gulden. Deze variant is in hoofdstuk 7 gedetailleerd uitgewerkt.

6.2.2 Beperkt herstel functionaliteit

Van de dertien varianten waarbij de functionaliteit van de bodem gedeeltelijk wordt hersteld, neemt het milieuhygiënisch rendement in de volgorde van variant 2 tot en met 14 af. De restverontreinigingen in mate en omvang en het risico voor de volksgezondheid en milieu nemen in deze volgorde toe. Bij elke variant wordt grond ontgraven in compartimenten. De locatie van compartimenten verschillen per variant. Uitzonderingen hierop zijn de aangevulde voormalige haven en de tuinen aan de Gorsdijk 38 en 40. Wanneer de tuinen en de voormalige haven gesaneerd worden zal dit altijd in deze twee aparte compartimenten worden uitgevoerd. Bij elke variant wordt het grondwater buiten de geïsoleerde gedeelten onttrokken en gereinigd. Het grondwater binnen de geïsoleerde gedeelten wordt beheerst. Ten behoeve van beheersing wordt grondwater onttrokken en eveneens gereinigd.

Variant 2

Ontgraven van de sterk verontreinigde grond onder de Beverhoekstraat, de kade, de Havenstraat, het talud van de Maasdamse Weg en van de matig verontreinigde grond uit de voormalige haven en uit de tuinen aan de Gorsdijk 38 en 40, in vijf compartimenten. Vier hiervan binnen een damwandconstructie. De licht verontreinigde grond ter plaatse van het talud van de Havenstraat, onder de Maasdamse Weg en een gedeelte van het talud van de Maasdamse Weg en onder de Havenstraat isoleren door middel van een damwand en beheersen door middel van enkele pompputten. Een mogelijke verspreiding dient gecontroleerd te worden door middel van het periodiek bemonsteren van peilbuizen en het analyseren van de monsters. Deze maatregelen dienen tot in lengte van dagen te worden gehandhaafd.

Het verontreinigde grondwater wordt onttrokken en gereinigd.

Voor wat betreft het uitvoeringstechnische aspect moet bij variant 2 relatief veel damwand worden geplaatst ten behoeve van de ontgraving en de isolatie. De kosten voor deze variant zijn derhalve ongeveer gelijk aan, zo niet hoger dan, die voor variant 1. Deze sanering zal voor wat betreft overlast gelijk zijn aan de eerste variant. Het milieurendement van de gehele operatie is echter lager.

**Variant 3**

Ontgraven van de sterk verontreinigde grond onder talud Maasdamse Weg en de matig verontreinigde grond uit de voormalige haven en uit de tuinen aan de Gorsdijk 38 en 40 in drie compartimenten, hiervan twee binnen een damwandconstructie. Restverontreinigingen isoleren, controleren en beheersen.

Het verontreinigd grondwater buiten het geïsoleerde gedeelte wordt onttrokken en gezuiverd.

Bij deze variant wordt de bron van de verontreiniging die zich het dichtst aan het oppervlak bevindt en de verontreiniging die het meeste risico voor de volksgezondheid oplevert (tuinen Gorsdijk 38 en 40) verwijderd. Deze sanering is uitvoeringstechnisch minder complex dan de voorgaanden. De saneringskosten zullen relatief lager zijn.

Variant 4

Ontgraven sterk verontreinigde grond onder het talud van de Maasdamse Weg en de matig verontreinigde grond uit de tuinen aan de Gorsdijk 38 en 40 in twee compartimenten. De ontgraving van het talud vindt plaats binnen één damwandconstructie. De restverontreinigingen isoleren, controleren en beheersen.

Het verontreinigd grondwater buiten het geïsoleerde gedeelte wordt onttrokken en gereinigd.

Bij deze variant wordt alleen de verontreinigde grond ontgraven die het grootste risico voor de volksgezondheid oplevert en het gemakkelijkst is te ontgraven. De ontgravingskosten zullen lager zijn dan de voorgaanden varianten, terwijl het milieurendement niet veel minder is dan bij variant 3 aangezien de risico's voor verspreiding en de volksgezondheid bij een goede isolatie van de voormalige haven gering zijn. De te plaatsen zijafdichting ten behoeve van de isolatie (inclusief de voormalige haven) is slechts enkele meters langer en derhalve niet veel duurder dan bij variant 3. Uitvoeringstechnisch veroorzaakt deze sanering aanzienlijk minder overlast dan de voorgaanden.

Variant 5

Ontgraven van de sterk verontreinigde grond onder de Beverhoekstraat, de kade, de Havenstraat en van de matig verontreinigde grond uit de voormalige haven en uit de tuinen aan de Gorsdijk 38 en 40 in vier compartimenten, hiervan drie binnen een damwandconstructie. Overige sterk, matig en licht verontreinigde grond isoleren. Restverontreinigingen controleren en beheersen.

Het verontreinigd grondwater buiten het geïsoleerde gedeelte wordt onttrokken en gezuiverd.

In vergelijking met variant 4 zullen de ontgravingskosten hoger zijn en het milieurendement lager aangezien deze bron (Beverhoekstraat, de kade en de Havenstraat) zich minder dicht aan het oppervlak bevindt dan de bron (Talud Maasdamse Weg), die bij variant 4 wordt verwijderd. De kosten voor isolatie bij deze variant en bij variant 4 zullen nagenoeg gelijk zijn.

Variant 6

Ontgraven sterk verontreinigde grond onder Beverhoekstraat, kade en Havenstraat en de matig verontreinigde grond uit de tuinen aan de Gorsdijk 38 en 40 in drie compartimenten, hiervan twee binnen een damwandconstructie. Overige sterk, matig en licht verontreinigde grond isoleren, controleren en beheersen.

Het verontreinigd grondwater buiten het geïsoleerde gedeelte wordt onttrokken en gereinigd.



Voor deze variant geldt hetzelfde als voor variant 5 alleen zullen de kosten lager zijn dan bij variant 5 en het milieurendement zal niet veel lager zijn. De isolatiemaatregelen zijn vrij uitgebreid aangezien de restverontreiniging uit twee geïsoleerde delen bestaat (voormalige haven en Maasdamse Weg).

Variant 7

Ontgraven sterk verontreinigde grond onder het talud van de Maasdamse Weg en de matig verontreinigde grond uit de voormalige haven in twee damwandcompartimenten. Restverontreinigingen isoleren, controleren en beheersen.

Het verontreinigd grondwater buiten het geïsoleerde gedeelte wordt onttrokken en gereinigd.

Het milieurendement is aanzienlijk lager. Functiebeperkingen zijn groter aangezien een deel van de restverontreiniging zich in de tuinen bevindt. De kosten voor het ontgraven zullen naar verwachting lager zijn dan bij variant 6 en 5 aangezien de verontreinigde grond onder het talud aan de Maasdamse Weg ten opzichte van variant 6 eenvoudig is te ontgraven. Opgemerkt wordt dat de isolatie maatregelen vrij uitgebreid zullen zijn. Hierdoor zullen de totale saneringskosten relatief hoog zijn.

Variant 8

Ontgraven sterk verontreinigde grond onder Beverhoekstraat, kade en Havenstraat en de matig verontreinigde grond uit de voormalige haven in drie compartimenten. Alle drie binnen een damwandconstructie. De overige sterk, matig en licht verontreinigde grond isoleren, controleren en beheersen.

Het verontreinigd grondwater binnen het geïsoleerde gedeelte wordt onttrokken en gereinigd.

Voor wat betreft de verontreiniging ter plaatse van de kade zijn de kosten voor het ontgraven enigszins hoger dan bij variant 7. Daartegenover staan de lagere kosten voor het isoleren (restverontreinigingen zijn aaneengesloten). Bij deze variant wordt de verontreinigde grond in de tuinen geïsoleerd. Dit zijn relatief hoge kosten en het herstel van de functionaliteit is beperkt ten opzichte van een ontgraving.

Variant 9

Ontgraven sterk verontreinigde grond onder Beverhoekstraat, kade en Havenstraat in één damwandcompartiment. Restverontreinigingen controleren en beheersen.

Het verontreinigd grondwater buiten het geïsoleerde gedeelte onttrekken en reinigen.

De kosten voor deze sanering zullen ten opzichte van het milieurendement hoog zijn. Deze hoge kosten worden met name veroorzaakt door de moeilijk te ontgraven grond en de uitgebreide isolatiemaatregelen. De verontreiniging in de tuinen wordt geïsoleerd, derhalve wordt ter plaatse de multifunctionaliteit niet hersteld.

Variant 10

Ontgraven matig verontreinigde grond uit de tuinen aan de Gorsdijk 38 en 40 en uit de voormalige haven in twee compartimenten. Hiervan één binnen een damwandconstructie. Restverontreinigingen isoleren, controleren en beheersen.

Het verontreinigd grondwater buiten het geïsoleerde gedeelte wordt onttrokken en gereinigd.



De ontgravingskosten zullen relatief laag zijn. De isolatiemaatregelen zullen uitgebreid zijn. De multifunctionaliteit wordt in de tuinen hersteld.

Variant 11

Ontgraven sterk verontreinigde grond onder talud Maasdamse Weg in één damwandcompartiment. Restverontreinigingen isoleren, controleren en beheersen.

Het verontreinigd grondwater buiten het geïsoleerde gedeelte wordt onttrokken en gereinigd.

Ook bij deze variant zijn de ontgravingskosten relatief laag, echter de kosten voor de isolatie zullen met name in de tuinen hoog zijn ten opzichte van de ontgravingskosten van deze tuinen. De multifunctionaliteit wordt in de tuinen niet hersteld.

Variant 12

De volledige verontreiniging isoleren behalve in de tuinen aan de Gorsdijk 38 en 40. In het geïsoleerde gedeelte worden echter de twee puntbronnen verwijderd door middel van ontgraving in twee relatief kleine damwandcompartimenten.

Het voordeel van deze variant is dat verwacht wordt dat de nalevering van de verontreinigingen in het grondwater binnen het geïsoleerde gedeelte kleiner zijn ten opzichte van de isolatie variant waarbij de bronnen blijven zitten. Deze variant is duurder dan variant 13 voor wat betreft de uitvoering, maar de kosten voor de nazorg (zuivering van het te onttrekken water ten behoeve van de beheersmaatregel) zullen lager zijn. De functiebeperking zijn ter plaatse van het geïsoleerde gedeelte maximaal. In de tuinen wordt de multifunctionaliteit hersteld.

Het verontreinigd grondwater buiten het geïsoleerde gedeelte wordt onttrokken en gereinigd.

Variant 13

Ontgraven matig verontreinigde grond uit de tuinen aan de Gorsdijk 38 en 40 in één compartiment. Restverontreinigingen isoleren, controleren en beheersen.

Het verontreinigd grondwater buiten het geïsoleerde gedeelte wordt onttrokken en gereinigd.

Bij deze variant zijn de ontgravingskosten, en waarschijnlijk de totale saneringskosten, het laagst. De gehele operatie levert een relatief groot milieurendement op. Tuinen zijn na uitvoering weer multifunctioneel. De te isoleren restverontreinigingen zijn aaneengesloten.

Variant 14

Ontgraven matig verontreinigde grond uit de voormalige haven in één damwandcompartiment. Restverontreinigingen isoleren, controleren en beheersen.

Het verontreinigd grondwater buiten het geïsoleerde gedeelte wordt onttrokken en gereinigd.

Bij deze variant zijn de ontgravingskosten laag, de isolatiemaatregelen uitgebreid en het milieurendement van de gehele operatie relatief laag aangezien de multifunctionaliteit in de tuinen niet wordt hersteld.



6.2.3 Isoleren, controleren en beheersen

Variant 15

Hier wordt de volledige verontreiniging geïsoleerd inclusief de tuinen aan de Gorsdijk 38 en 40. Ten opzichte van variant 13 is deze variant duurder aangezien er relatief dure voorzieningen (boven en zijafdichting) moeten worden getroffen in de tuinen. Daarbij zijn de functiebeperkingen maximaal.

Het verontreinigd grondwater buiten het geïsoleerde gedeelte wordt onttrokken en gereinigd.



Tabel 6.2: Samenvatting 15 voorgestelde saneringsvarianten

Varianten		Compartiment						Aantal damwand comparti- ment	miljoen gulden
		1	2	3	4	5	6		
		Voormalige haven	Noordzijde insteekha- ven	Gorsdijk Haven- straat	Talud Maasdamse Weg	Maasdamse Weg	Tuinen Gorsdijk 38/40		
1.	G	TO	TO	TO	TO	TO	TO	5	10'
	GW	B-waarde 5 jr. A-waarde 8 jr.							5'
2.	G	TO	DO/IBC	DO/IBC	DO/IBC	IBC	TO	5	°10
	GW	B-waarde ... jr. A-waarde ... jr.							
3.	G	TO	IBC	IBC	TO	IBC	TO	2	°5
	GW	B-waarde 2 jr. A-waarde 6 jr.							
4.	G	IBC	IBC	IBC	TO	IBC	TO	1	4,5'
	GW	B-waarde ... jr. G waarde ... jr.							4'
5.	G	TO	TO	TO	IBC	IBC	TO	3	°7
	GW	B-waarde ... jr. A-waarde ... jr.							
6.	G	IBC	DO/IBC	DO/IBC	IBC	IBC	TO	2	°6
	GW	B-waarde ... jr. A-waarde ... jr.							
7.	G	TO	IBC	IBC	TO	IBC	IBC	2	°6
	GW	B-waarde ... jr. A-waarde ... jr.							
8.	G	TO	TO	IBC	IBC	IBC	TO	3	°6
	GW	B-waarde ... jr. A-waarde ... jr.							
9.	G	IBC	DO/IBC	IBC	IBC	IBC	IBC	1	°3,5
	GW	B-waarde ... jr. A-waarde ... jr.							
10.	G	TO	IBC	IBC	IBC	IBC	TO	1	°2,5
	GW	B-waarde ... jr. A-waarde ... jr.							
11.	G	IBC	IBC	IBC	TO	IBC	IBC	1	°4,5
	GW	B-waarde ... jr. A-waarde ... jr.							
12.	G	IBC	DO/IBC	DO/IBC	DO/IBC	IBC	TO	2	3,1'
	GW	B-waarde ... jr. A-waarde ... jr.							4'
13.	G	IBC	IBC	IBC	IBC	IBC	TO	0	°2,5
	GW	B-waarde 2 jr. A-waarde 6 jr.							4'
14.	G	TO	IBC	IBC	IBC	IBC	IBC	1	°2,5
	GW	B-waarde ... jr. A-waarde ... jr.							
15.	G	IBC	IBC	IBC	IBC	IBC	IBC	0	2'
	GW	B-waarde 2 jr. A-waarde 6 jr.							°4

G = Grondsanering
 TO = Totale Ontgraving
 DO = Deels ontgraven
 GW = Grondwater sanering
 5jr = Saneringsduur 5 jaar
 IBC = Isoleren Beheersen Controleren
 ° = Geraamde kosten
 ° = Geschatte kosten
 ... = Voor wat betreft de duur van de grondwatersanering is om praktische redenen in deze fase van het onderzoek geen schatting gemaakt.



6.3 Selectie saneringsvarianten tweede fase

Beoordelingsaspecten

Hiernavolgend zijn in deze paragraaf de aspecten ten behoeve van de beoordeling van saneringsvarianten zoals geformuleerd door de opdrachtgever weergegeven. Doel van de beoordeling is vanuit kennis, ervaring, beschikbare gegevens en onderzoeksresultaten geschikte saneringsvarianten te selecteren die in de tweede fase van het saneringsonderzoek uitgewerkt worden.

De toetsingscriteria zijn als volgt geformuleerd:

MILIEUHYGIËNISCH:

- verspreiding ondiep;
- verspreiding diep;
- restverontreinigingen;
- functiegevoeligheid uitvoering;
- functiegevoeligheid locale situatie;
- controleerbaarheid;
- beheersbaarheid;
- milieueffect uitvoering;
- milieueffect eindfase.

UITVOERINGS (TECHNISCH):

- uitvoerbaarheid;
- geohydrologisch en grondmechanisch;
- flexibiliteit;
- hinder en overlast;
- duurzaamheid.

FINANCIËEL:

- investering;
- herinvestering;
- beheers- en onderhoudskosten;
- kosten bij calamiteiten.

MAATSCHAPPELIJK:

- voorbereidingsperiode
- risicoacceptie
- psychosociale consequenties
- mogelijkheden na sanering

Selectie saneringsvarianten

Het tweede concept rapport van het saneringsonderzoek (HASKONING-rapport 92/1661.38/4K) is in september 1992 uitgebracht. Het rapport bestond uit de inventarisatie van de beschikbare gegevens (hoofdstuk 1 tot en met 5), de beschrijving van 15 mogelijke saneringsvarianten (hoofdstuk 6) en de beschrijving van de variant waarbij de multifunctionaliteit volledig wordt hersteld (hoofdstuk 7).

Dit rapport is op 28 september 1992 besproken met de opdrachtgever, vertegenwoordiging van de gemeente 's Gravendeel, de vertegenwoordigster van de bewoners, de Milieudienst Zuid-Holland Zuid, het Waterschap De Groote Waard en HASKONING. Het doel van de bespreking was tot een keuze te komen voor de uit te werken saneringsvarianten in de tweede fase van het onderhavige saneringsonderzoek.

HASKONING had, op verzoek van de opdrachtgever, een globale beoordeling volgens het systeem dat in het laatste hoofdstuk van dit onderzoek wordt behandeld, gemaakt. De beoordeling was aan al de aanwezigen gezonden.



Tijdens de vergadering is deze beoordeling uitvoerig besproken en aangescherpt. Gesteld is dat de varianten, waarbij de verontreiniging in de tuinen wordt geïsoleerd, niet zinvol zijn, derhalve vielen de varianten 7, 9, 11, 14 en 15 af. Om een juiste afweging bij de keuze voor sanering te kunnen maken, moeten de twee uitersten (volledig herstel multifunctionaliteit en IBC) wordt uitgewerkt. Uit de resterende 8 varianten zijn twee varianten geselecteerd, waarbij de bron(nen) worden verwijderd, aangezien deze milieuhygiënisch en financieel het meeste rendement opleveren. In de vergadering zijn met alle aanwezigen uit de 15 gepresenteerde saneringsvarianten de volgende vier saneringsvarianten geselecteerd.

Variant 1

Herstel multifunctionaliteit door middel van volledige ontgraving van de verontreinigde grond en onttrekking verontreinigd grondwater. Deze variant wordt in hoofdstuk 7 uitgewerkt.

Variant 4

Gedeeltelijk herstel functionaliteit door middel van het ontgraven van de sterk verontreinigde grond onder het talud van de Maasdamse Weg en van de matig verontreinigde grond uit de tuinen aan de Gorsdijk 38 en 40. De restverontreinigingen isoleren, controleren en beheersen. Het verontreinigd grondwater buiten het geïsoleerde gedeelte wordt onttrokken en gereinigd. Deze variant wordt in hoofdstuk 8 beschreven.

Variant 12

Gedeeltelijk herstel functionaliteit door middel van isolatie van de verontreinigingen behalve in de tuinen aan de Gorsdijk 38 en 40. Deze verontreiniging wordt ontgraven. In het geïsoleerde gedeelte worden echter wel de twee puntbronnen verwijderd door middel van ontgraving in twee relatief kleine damwandcompartimenten. Het verontreinigd grondwater buiten het geïsoleerde gedeelte wordt onttrokken en gereinigd. Variant 12 wordt in hoofdstuk 9 behandeld.

Variant 13

Ontgraven matig verontreinigde grond uit de tuinen aan de Gorsdijk 38 en 40. Restverontreinigingen isoleren, controleren en beheersen. Het verontreinigd grondwater buiten het geïsoleerde gedeelte wordt onttrokken en gereinigd. Deze variant wordt in hoofdstuk 10 beschreven.

6.4 Uitstel sanering

In deze paragraaf wordt kort ingegaan op de te nemen maatregelen indien de daadwerkelijke bodemsanering zou worden uitgesteld. In dit geval is een beheersing van de grondwaterverontreiniging ter voorkoming van verdere verspreiding het minimale dat bereikt dient te worden. Door middel van geohydrologische isolatie van de verontreinigingen wordt de kans op verdere verspreiding in de grond en in het grondwater tot een minimum beperkt. De risico's voor volksgezondheid en milieu en de kosten voor de toekomstige sanering worden hierdoor niet onnodig vergroot.

Voor de beheersing worden een 3-tal pompputten ingericht op locaties, waarbij de grondwaterverontreinigingen (bijlage 3) worden afgevangen door middel van grondwateronttrekking in de matig goed doorlatende zanden. Van deze pompputlocaties bevinden zich 2 pompputten ter hoogte van de waterscheiding onder de Maasdamse Weg (bijlage 10). Door het omlaagtrekken van de waterscheiding met een debiet van elk circa 240



m³/dag, stagneert het transport richting weiland en het noordelijk gelegen industrieterrein.

De andere pompput bevindt zich ter hoogte van de voormalige haven en ondervangt de afstroming vanaf insteekhaven in westelijke richting (bijlage 10).

Alle pompfilters hebben een doorsnede van 30 cm doorsnede en een lengte van 4 m. Onderkant filter bevindt zich op circa 5 m -NAP en boven de onderliggende kleilaag (profielen 3 en 6, bijlage 5). Het boorgat wordt over het filtertraject tot circa 0.3 m beneden het pompfilter met grind omstort. De bovenzijde van de pompput wordt afgewerkt met een circa 110 cm hoge betonnen putrand met een putopzetstuk (inwendig 1x1 m), voorzien van een standaard gietijzeren putdeksel. Op de pomp wordt een debietmeter aangesloten. Via een persleiding wordt het water afgevoerd naar een zuiveringsunit. Het onttrokken grondwater dient zodanig gereinigd te worden dat het op het gemeentelijke riool geloosd kan worden.

De slecht doorlatende bodem ter plaatse van het weiland en het industrieterrein (afwisselend klei en veen) vormen van nature een buffer voor het afvangen van het verontreinigd grondwater en geven geen aanleiding tot het nemen van beheersmaatregelen op deze locaties.

Bij uitstel wordt eveneens aanbevolen een monitoringsysteem voor de grondwaterkwaliteit op te zetten om gedurende de periode van uitstel de eventuele verdere verspreiding van verontreiniging te controleren. Tevens wordt aangeraden direct contact (door met name jonge kinderen) met de verontreinigde grond in de tuinen van de panden aan de Gorsdijk 38 en 40 te vermijden.

Ten aanzien van het grondwater en oppervlaktewater wordt oppompen en gebruik door particulieren in de onmiddellijke omgeving van de locatie ontraden. Het verlenen van bouwvergunningen voor de percelen welke zich geheel of ten dele op de saneringslocatie bevinden wordt eveneens sterk afgeraden.



7. VARIANT 1

Variant 1 leidt tot het volledig herstel van de multifunctionaliteit van de bodem, zoals geformuleerd in de Leidraad Bodembescherming. In dit hoofdstuk wordt in de paragrafen 7.1 tot en met 7.5 de uitvoering van de variant beschreven. De beschrijving is onderverdeeld in:

- opzet grondsanering;
- inrichting werkterrein;
- voorbereiding;
- grondontgraving;
- grondwatersanering.

In paragraaf 7.6 wordt de milieukundige begeleiding van de grond- en grondwatersanering behandeld. In de paragraaf 7.7 worden de wetten en regelgevingen die van toepassing zijn bij de uitvoering van een dergelijke sanering beschreven. Paragraaf 7.8 gaat in op de restrisico's en de nazorg. In de laatste paragraaf 7.9 worden de kosten van deze variant besproken.

7.1 Opzet sanering

Bij deze variant wordt de totale grondverontreiniging boven en onder de heersende grondwaterspiegel verwijderd door middel van ontgraving. Voor de ontgraving dieper dan de heersende grondwaterspiegel moet het grondwater verlaagd worden. Aangezien in de grond zettingsgevoelige bodemlagen voorkomen moet de te onttrekken hoeveelheid grondwater en de invloed zo klein mogelijk zijn. Voorgesteld wordt de ontgraving in delen uit te voeren. Rondom elk deel, waar de ontgraving onder de heersende grondwaterspiegel moet worden uitgevoerd, zal een damwand worden geplaatst. Alleen binnen deze damwandconstructie zal het grondwater worden verlaagd. Aangezien er een stijghoogteverschil is tussen het freatisch grondwater en het grondwater uit het eerste watervoerende pakket moet een spanningsbemaling worden uitgevoerd om openbreken van de scheidende (veen) laag te voorkomen.

Wanneer de volledige grondverontreiniging is verwijderd, wordt de damwandconstructie opgevuld met schoon zand tot een halve meter onder de gemiddelde stijghoogte van het grondwater, vervolgens zal het onttrekkingsstelsel ten behoeve van de grondwatersanering worden geïnstalleerd, waarna de volledige ontgraving wordt aangevuld.

Wanneer een compartiment is aangevuld wordt de bemaling verplaatst naar een aangrenzend nog niet gesaneerd compartiment. Hier wordt dan de verontreinigde grond verwijderd.

7.2 Inrichting werkterrein

Om te voorkomen dat onbevoegden de saneringslocatie betreden is een hekwerk rondom de locatie waar werkzaamheden worden uitgevoerd, noodzakelijk. Het hekwerk dient op ruime afstand van de ontgraving geplaatst te worden in verband met de te plaatsen damwand en de graafwerkzaamheden. Aan het hekwerk worden borden bevestigd met mededelingen omtrent de van toepassing zijnde ge- en verbodsbepalingen.

Het aldus omsloten werkterrein zal ingedeeld worden in een schone en een verontreinigde zone. De schone zone van het werkterrein zal gebruikt worden voor directie-, schaft-, toiletfaciliteiten en opslag. Om verspreiding van vervuilde grond vanuit de verontreinigde zone naar de schone zone te voorkomen dient er een sluis geïnstalleerd te worden.



Deze sluis bestaat uit een was- en omkleedruimte en is aan de rand van de verontreinigde zone gelegen. Binnen de verontreinigde zone zal één wasplaats ingericht worden waar vrachtwagens die het werkterrein verlaten gereinigd moeten worden. Voorgesteld wordt deze wasplaats te verwaarden van stelconplaten, die op een HDPE-folie (2 mm dik) worden gelegd. Het waswater wordt door middel van een goot naar een op de locatie aanwezige zuiveringsinstallatie geleid. Na zuivering kan het water op de riolering worden geloosd. Het maximale te verwachten debiet bedraagt ongeveer 12 m³ water per uur.

De locatie van de wasplaats en de schone zone moet zodanig zijn gelegen dat bij de ontgraving van de verschillende compartimenten hiervan gebruik kan worden gemaakt (zie bijlage 8).

Om stagnatie bij uitvoering van de werkzaamheden te voorkomen en onderscheid te kunnen maken tussen de verschillende partijen grond wordt voorgesteld tijdelijk vier depots voor schone en verontreinigde grond in te richten.

7.3 Voorbereiding

7.3.1 Algemeen

De voorbereidende werkzaamheden omvatten het verwijderen van de bestaande afrostering, vegetatie, bestrating, straatverlichting en het plaatsen van bouwhekken rondom het gedeelte dat als eerste wordt ontgraven. Voor wat betreft de bestrating moet er rekening gehouden worden met:

- 1.150 m² asfalt;
- 200 m² tegels;
- 600 m² klinkers;
- 725 m² natuursteen.

Vervolgens dienen de kabels en leidingen, die door de geplande ontgraving lopen, afgesloten en/of verwijderd te worden, mogelijk moeten kabels en/of leidingen worden omgelegd.

Het betreft kabels en leidingen van laagspanning, hoogspanning, openbare verlichting, centrale antenne, lage druk gas, hoge druk gas, water en telefoon (bijlage 4).

De sloot en de duiker aan de voet van de dijk met de Maasdamse Weg moeten worden afgesloten. Vervangende voorzieningen betreffende de waterhuishouding in de polder moeten worden getroffen.

7.3.2 Damwand

De volledige ontgraving wordt in zes compartimenten uitgevoerd. De volgende vijf compartiment worden ten behoeve van de ontgraving omringd met een damwandconstructie:

- Compartiment 1 Voormalige (gedempte) haven;
- Compartiment 2 Noordzijde insteekhaven;
- Compartiment 3 Gorsdijk Havenstraat;
- Compartiment 4 Talud Maasdamse Weg;
- Compartiment 5 Maasdamse Weg.



Voorgesteld wordt damwandplanken te gebruiken van het type Larssen. De tuinen aan de Gorsdijk 38-40 (compartiment 6) worden zonder voorzieningen ontgraven aangezien de ontgravingsdiepte maximaal 1,5 m-mv bedraagt.

In totaal moet er circa 530 m' damwand worden geplaatst met een totale oppervlakte van circa 8.255 m². De diepte van de te plaatsen damwanden varieert van 20 meter bij de voormalige haven tot 7 meter aan de voet van de dijk met de Maasdamse Weg. Bij het vaststellen van de diepte is uitgegaan van 2,2 maal de ontgravingsdiepte.

In bijlagen 9A en 9B zijn de gegevens van de te plaatsen damwand in twee tabellen weergegeven. Bijlage 8 is een situatieschets van de gehele saneringslocatie met de locatie van de damwanden. De gehele te plaatsen damwand is verdeeld in 21 delen. Op de situatieschets staat bij elk deel van een damwandcompartiment het volgnummer, de lengte en diepte van de damwand ter plaatse.

Om kosten te besparen wordt voorgesteld de damwand per compartiment te plaatsen. Wanneer in een compartiment de grond is gesaneerd, worden de wanden die niet aan een volgend compartiment grenzen, getrokken en gebruikt ten behoeve van het aangrenzende compartiment dat nog niet is gesaneerd.

7.4 Grondsanering

7.4.1 Ontgraving

Nadat het terrein is ingericht en de voorbereidende werkzaamheden voltooid zijn, kan de daadwerkelijke grondsanering aanvangen. Bij deze variant wordt verontreinigde grond tot een maximale diepte van circa 4,5 m - NAP ontgraven. De ontgraving wordt in eerder genoemde zes compartimenten uitgevoerd.

Om de verontreinigde grond te kunnen ontgraven, zal plaatselijk de zich boven de verontreiniging bevindende schone grond verwijderd moeten worden. Deze grond wordt tijdelijk op de locatie in depot gezet; hiermee wordt na afloop van de ontgraving de saneringskuil gedeeltelijk aangevuld. Het resterende deel van de kuil wordt aangevuld met schone grond van elders waarbij de bovenste meter van de aanvulling gedeeltelijk bestaat uit teelaarde.

Bij deze variant wordt in totaal 27.988 m³ (circa 30.000 m³) grond ontgraven, hiervan is circa 13.375 m³ (24.075 ton) verontreinigd en 14.613 m³ (26.303 ton) niet verontreinigd (zie bijlage 6). In de tabel van bijlage 6 staan de gegevens betreffende de ontgraving per compartiment gegeven. Eveneens moet rekening gehouden worden met een hoeveelheid teerhoudend materiaal. Geschat wordt dat dit totaal circa 2.000 ton is van de te ontgraven grond. De berekende hoeveelheden op basis van het nader onderzoek zijn lager aangezien alleen met de oppervlakte van de aangetoonde verontreiniging is gerekend. Bij de hoeveelheidsbepaling in het onderhavige saneringsonderzoek zijn delen van de compartimenten 2, 3, 4 en 5 die als niet verontreinigd in het nader onderzoek zijn aangegevoerd, als verontreinigd beschouwd. De redenen hiervoor zijn dat bij uitvoering van het nader onderzoek wegens praktische overwegingen niet in de weg (compartiment 5) is geboord. Op basis van de verspreiding van de verontreinigingen in het grondwater wordt aangenomen dat de verontreinigingsgrens zich onder de weg bevindt.



Voor wat betreft de locatie van de damwanden zijn de meest logische locaties gekozen. Ten overvloede wordt opgemerkt dat wanneer de damwand volgens de aangetoonde contouren van de verontreinigde grond wordt geplaatst, dit kosten verhogend is en de ontgraving niet flexibel is.

De gehele ontgraving zal circa 20 weken in beslag nemen, hierbij is uitgegaan van een gemiddelde ontgravingscapaciteit van circa 50 m³ (vaste m³) per uur met een effectieve graaftijd van 6 uur per dag. Gedurende deze periode is een milieukundige op de locatie aanwezig. Geschat wordt dat de gehele grondsanering binnen circa 25 weken kan worden uitgevoerd.

7.4.2 Bemaling

De bemaling vindt successievelijk plaats binnen elk damwandcompartiment. Er moet ten behoeve van de bemaling circa 700 m' bemalingsstreng geïnstalleerd worden. De bemalingsperiode is gelijk aan die van de ontgravingsperiode binnen een bepaald compartiment en wordt voor alle vijf compartimenten samen geschat op een totaal van 20 werkweken (zie bijlage 6).

Voor elk onderscheiden compartiment geldt dat het benodigde bemalingsdebiet om binnen het compartiment in den droge te kunnen ontgraven, afhankelijk is van het opwaarts debiet door de onderliggende en slecht doorlatende sedimenten, de zijwaartse lekkage door de damwanden, de waterstroom onder de damwanden en het neerslagoverschot. Variërende factoren als het door damwand omsloten oppervlak, de vereiste verlaging van de grondwaterspiegel en het damwandoppervlak, resulteren in een verschillend bemalingsdebiet voor elk onderscheiden compartiment.

Bijlage 9 geeft voor elk van de vijf onderscheiden damwandcompartimenten de gewenste verlaging, het oppervlak van de damwanden en van het compartiment, en het geschatte bemalingsdebiet als totaal van de eerder genoemde vier waterstromen. Hieruit blijkt dat het maximale bemalingsdebiet van circa 390 m³/dag bij een verlaging van circa 4 m verwacht wordt binnen het centraal gelegen compartiment 3 (Gorsdijk-Havenstraat). Minimale bemalingsdebieten treden op bij verlagingen van circa 2 m binnen het compartiment ter plaatse van het talud aan de Maasdamse Weg, damwandcompartiment 4 (circa 160 m³/dag) en Maasdamse Weg damwandcompartiment 5 (circa 120 m³/dag).

De meest geëigende methode voor het droog maken en droog houden van een bouwput is vacuümbemaling, waarbij de filters zich in een ring om de ontgraving binnen het damwandcompartiment bevinden. Nadat tijdens de ontgraving de grondwaterspiegel is bereikt, worden de filters (filterlengte 2 m, blind 3-5 m afhankelijk van vereiste verlaging) aan de binnenzijde van de damwanden gespoten met bovenkant filter op circa 0,5 m beneden de maximale ontgravingsdiepte. De filters zijn aangesloten op een centrale vacuümleiding, die aan de damwand kan worden opgehangen. Een vacuümpomp met voldoende capaciteit pompt het water door, richting een zuiveringsinstallatie, waarna het water gedeeltelijk op de riolering wordt geloosd en gedeeltelijk geïnfiltreerd. De beperking van de pompinstallatie wordt gevormd door de capaciteit van de zuiveringsinstallatie en de riolering. Rekening houdend met een groot initieel bemalingsdebiet om de grootste verlagingen te verkrijgen, is een capaciteit van minimaal 30 m³/uur gewenst.



7.4.3 Spanningsbemaling

Spanningsbemaling in het eerste watervoerend pakket dient eveneens te worden toegepast om enig risico van openbarsten van de bodem van de ontgravingsput te voorkomen. Dit proces openbaart zich vooral bij een plotselinge ontlasting van de bodem daar waar de diepste ontgravingen plaatsvinden. Met name de sanering van compartiment 1 (voormalige haven) met een diep ontgravingsniveau (tot 4,5 m) komt voor spanningsbemaling in aanmerking. Een spanningsverlaging van circa 0,5 m wordt aanbevolen.

Hiertoe dient een centrale pompput te worden ingericht nabij de kruising Havenstraat-Beverhoekstraat (bijlage 10). Na ontgraving tot aan het grondwatervniveau binnen het compartiment 1 (voormalige haven) wordt deze pompput aan de binnenzijde van de damwandconstructie geplaatst.

Het pompfilter met doorsnede 0,3 m is 2 m lang en wordt met de bovenkant filter op circa 0,5 m onder de kleilaag op circa 13 m-NAP gezet. Het boorgat wordt over een niveau vanaf 0,5 boven het filter tot 0,5 m onder het filter, voorzien van een ruime omstorting met filtergrind. Het afsluiten van het boorgat boven de grindomstorting met een voldoende dikke zwelklei (23 m) voorkomt kortsluiting tussen de verschillende watervoerende lagen. Een spanningsbemaling van circa 300 m³/dag wordt voldoende geacht om een verlaging in het eerste watervoerend pakket van circa 0,5 m te realiseren bij een radius van 30 m. De verlaging in de pompput is dan geschat op circa 1 m.

Het opgepompte grondwater uit het eerste watervoerend pakket is niet verontreinigd, zodat het zonder zuivering geïnfiltreerd of op het oppervlaktewater geloosd kan worden. Nadat de grondsanering met het aanvullen van schoon en goed doorlatend zand is beëindigd en de bemaling is gestopt, kan de spanningsbemaling worden stopgezet.

7.4.4 Zettingsrisico's

Voor elk ontgravingscompartiment van de voorgestelde grondsanering, geldt in principe een grondwaterstandsaling over een periode van gemiddeld 4 weken. Ten gevolge hiervan kunnen zettingen optreden, welke in hoge mate bepaald worden door de bodemopbouw en de verlaging van de grondwaterspiegel. Bodembeweging door ontlasting van de bovengrond treedt, door de wijze van ontgraven (in compartimenten) en direct weer aanvullen, slechts kortstondig op.

Voor de schatting van zetting is gebruik gemaakt van de benadering volgens de methode Terzaghi Keverling Buisman. Twee compartimenten met uiteenlopende bodemprofielen en met verschillende vereiste verlagingen van de grondwaterspiegel (zandlichaam op klei ter plaatse van Maasdamse Weg, verlaging 2.5 m, profiel 3, bijlage 5, en dijklichaam Havenstraat-Beverhoekstraat bestaande overwegend uit klei, verlaging 4.5 m, profiel 4, bijlage 5) zijn in de beschouwing opgenomen.

Bij een verlaging van 2.5 m ter plaatse van het zandlichaam onder de Maasdamse Weg is de zetting op lange termijn geschat op circa 9-17 cm. De optredende zettingen ter plaatse van het dijklichaam Havenstraat-Beverhoekstraat zijn geschat op 7-14 cm. Opgemerkt dient te worden dat deze waarden schattingen zijn, geldend over een lange periode van grondwaterstandsaling (circa 25 jaar). De korte bemalingsperiode van gemiddeld 4 weken resulteert daarmee in werkelijke zettingen, welke een fractie van de berekende waarden bedragen en concluderend kan gesteld worden dat ten gevolge van de bemaling binnen de compartimenten geen noemenswaardige zetting op zal treden.



7.5 Grondwatersanering

7.5.1 Algemeen

Nadat de grondsanering is voltooid kan de grondwatersanering aanvangen. Gedurende de bemaling van de verschillende ontgravingscompartimenten tijdens de grondsanering, is reeds verontreinigd grondwater opgepompt en gezuiverd. Derhalve wordt verondersteld dat de hoge concentraties aan cyanide in het grondwater, zoals gemeten gedurende het nader en het aanvullend nader onderzoek, niet meer aanwezig zijn. Een actualisatieronde langs de peilbuizen na afloop van de bemaling, is door de gewijzigde situatie van het verontreinigd grondwater noodzakelijk. De opzet van de grondwatersanering is vooralsnog gebaseerd op de bekende verontreinigingssituatie van tijdens het nader en aanvullend nader bodemonderzoek (situatie oktober 1991, juni 1992, bijlage 3). Gelet op de bodemopbouw en de verontreinigingssituatie kan de grondwatersanering ingedeeld worden in drie gebieden:

- Maasdamse Weg en Beverhoekstraat;
- noordzijde insteekhaven;
- voormalige haven.

Aan de hand van de analyseresultaten afkomstig van het actualisatieonderzoek na de grondsanering kan de opzet evenzo gewijzigd worden. Drains ten behoeve infiltratie worden tijdens het aanvullen van de ontgraving gelegd. De pompputten kunnen geplaatst worden nadat het actualisatieonderzoek is afgerond.

Het verontreinigd grondwater dat zich binnen de kleien en venen ophoudt, laat zich niet gemakkelijk saneren. Doorspoeling, ten gevolge van de grondwateronttrekking binnen het zandlichaam, vindt hier niet of nauwelijks plaats. Alleen een combinatie van intensieve drainage en infiltratie (spoelen) kan waarschijnlijk enige uitkomst bieden. Praktisch gezien is het te verwachte rendement zeer laag; derhalve wordt bij deze variant hier niet verder op ingegaan.

Via pompputten wordt continue grondwater onttrokken totdat uit de bemonstering en analyses van de monitoringsbuizen blijkt dat een vrijwel constant concentratieniveau van cyanide wordt gehaald, waarna, in overleg met de Provincie, kan worden overgegaan tot een intermitterende grondwateronttrekking. Aangenomen wordt dat de onttrekking circa 3/4 van de saneringsperiode actief is en 1/4 stilstaat.

In principe wordt gestreefd om bij de grondwatersanering terug te saneren tot de A-waarde. Stopzetten van de grondwatersanering zal eerder kunnen plaatsvinden, nadat de kwaliteit van het grondwater ook bij een intermitterende grondwateronttrekking niet meer verbetert.

7.5.2 Maasdamse Weg en Beverhoekstraat

Ten behoeve van de grondwatersanering worden in het zandlichaam onder de Maasdamse Weg 3 pompputten ingericht. De locaties van deze putten zijn op bijlage 10 aangegeven. De putten onttrekken grondwater dat sterk verontreinigd is door cyanide met een debiet dat varieert van circa 100 m³/dag (pompputten A4 en A5, bijlage 10) tot 240 m³/dag (pompput A1, bijlage 10). De pompfilters van circa 30 cm doorsnede en 4 m lengte worden geplaatst met onderkant filter op circa 0,3 m boven de onderlig-



gende kleilaag (circa 5 m-NAP, profiel 3, bijlage 5). Het boorgat wordt over het filtertraject tot circa 0,3 m beneden het pompfilter met grind omstort. De bovenzijde van de pompput wordt afgewerkt met een circa 110 cm hoge betonnen putrand met een putopzetstuk (inwendig 1x1 m) en voorzien van een standaard gietijzeren putdeksel. Op de pomp wordt een debietmeter aangesloten. Via een persleiding wordt het water afgevoerd naar een zuiveringsinstallatie.

Tussen de 3 pomplocaties worden in het zandlichaam 2 infiltratiedrains van elk 25 m lengte aangebracht (bijlage 10). De drains met doorsnede van circa 10 cm bevinden zich met onderkant op 1 m boven de heersende grondwaterspiegel onder de Maasdamse Weg. De drains wordt in een grindkoffer van circa 30 cm gelegd. De infiltratie met een debiet van circa 30 m³/dag resulteert enerzijds in een kleinere doorspoeltijd dan bij grondwateronttrekking alleen, terwijl anderzijds wordt voorkomen dat stagnatiezones tussen beide onttrekkingen ontstaan, waarbij verontreinigingen in de poriën niet of nauwelijks meedoen aan transport. Het infiltratiewater kan aangevoerd worden na terugkoppeling van het gezuiverde onttrokken grondwater uit de pompputten.

Bij uitvoering van de gecombineerde grondwateronttrekking uit en infiltratie in het zandlichaam onder de Maasdamse Weg vindt de grootste doorspoeling plaats ter plaatse van de sterkste grondwaterverontreinigingen. Bij monitoring tijdens de grondwatersanering zal hier de sterkste afname aan concentraties cyanide gemeten worden. Het terugsaneren tot onder de C-waarde van cyanide in het grondwater in het zandlichaam zal daarom al bereikt worden na enkele keren doorspoelen van het zandlichaam. Voor het terugsaneren tot de B-waarde moet rekening gehouden worden met een grotere doorspoelfrequentie (circa 15 maal). De saneringsduur is dan geschat op circa 4 jaar bij een doorspoeltijd van circa 2-3 maanden. Voor een effectief verloop van de grondwatersanering wordt grondwater continue onttrokken totdat de concentraties aan cyanide in de monitoringbuizen geen sterke afname meer laten zien. Hierna wordt in overleg overgegaan op een intermitterende grondwatersanering met behulp van een automatisch besturingssysteem voor wat betreft de te onttrekken debieten.

Op de kruising van de Havenstraat-Beverhoekstraat bestaat de bodem voornamelijk uit klei. De klei zal na sanering van de verontreinigd grond worden terug geplaatst. Voorgesteld wordt onder de aan te vullen klei evenwijdig aan isohypsen (zie bijlage 8) over een lengte van 25 meter en over een breedte van circa 20 meter elke vijf meter een drains te leggen. In totaal moet daarvoor circa 150 meter drain gelegd worden. De drain kunnen op de dichtstbijzijnde pompput aangesloten worden.

7.5.3 Noordzijde insteekhaven

De sanering van de sterke grondwaterverontreiniging met cyanide aan de noordzijde van de insteekhaven, wordt gereguleerd door de grondwateronttrekking uit een centraal gelegen pompput (bijlage 10). Het debiet voor deze onttrekking bedraagt circa 60 m³/dag.

Bij een filterstelling over een traject van circa 2 m-NAP tot 5 m-NAP vindt voornaamste grondwateronttrekking plaats uit de zandlaag onder het voormalige verontreinigd dijklichaam van klei (profiel 5, bijlage 5). De saneringsduur (bij terugsaneren tot de B-waarde van cyanide) voor het zandlichaam wordt geschat op circa 1,5-3 jaar.



Na afloop van de grondsanering wordt in verband met de waterkerende functie hier schone en slecht doorlatende klei aangebracht. Door nu een spanningsverschil te realiseren tussen het freatisch grondwater binnen de klei en het grondwater binnen de te onttrekken zandlaag, vindt ten gevolge hiervan een neerwaarts gericht transport van het nog verontreinigde grondwater binnen de klei plaats. Om dit transport af te kunnen vangen is het plaatsen van een dicht drainagestelsel noodzakelijk. Voorgesteld wordt onder de aan te vullen klei evenwijdig aan de kade over een lengte van 25 meter om de 5 meter, over een breedte van circa 10 meter, drains te leggen. In totaal moet daarvoor circa 100 meter drain gelegd worden. De drains kunnen op de pompput aangesloten worden.

7.5.4 Voormalige haven

Voor de sanering van het verontreinigde grondwater in het zandlichaam ter plaatse van de voormalige haven wordt met een debiet van 120 m³/dag grondwater onttrokken. De locatie van de pompput is weergegeven in bijlage 10. De pompput heeft een diameter van circa 30 cm en een filterstelling van 0 m NAP tot 5 m-NAP. Het filter wordt ruim omstort met filtergrind tot aan 0,5 m beneden onderkant filter. De verlaging in de pompput wordt geschat op circa 0,4-0,7 m. De pompput wordt aan de bovenzijde op dezelfde wijze afgewerkt als de pompputten ter hoogte van de Maasdamse Weg.

Na sanering van de verontreinigde grond vindt aanvulling plaats met schoon en goed doorlatend zand. Aan de zijde van de insteekhaven zal, in verband met de waterkerende functie van het dijklichaam, aanvulling met schone en slecht doorlatende klei plaatsvinden.

Bij een doorspoeltijd van het verontreinigd grondwater in het zandlichaam ter plaatse van de voormalige haven van circa 2-4 maanden, is de totale saneringsduur (bij terugsaneren tot de B-waarde van cyanide) voor het zandlichaam geschat op circa 1,5-3 jaar.

7.6 Milieukundige begeleiding

7.6.1 Grondsanering

Ontgraving

De gehele ontgraving wordt door een milieukundige begeleid. De milieukundige zal de verticale en horizontale ontgravingsgrenzen aangeven. Deze grenzen worden op basis van de gegevens uit het nader onderzoek en van de analyseresultaten van de controlegrondmonsters bepaald. De horizontale grenzen zijn voor het grootste deel bepaald wanneer de damwanden zijn geplaatst (zie bijlage 8). De geschatte aantallen controlegrondmonsters per ontgraving zijn:

- 10 (Damwand)compartiment 1 (Voormalige haven);
- 10 (Damwand)compartiment 2 (Noordzijde insteekhaven);
- 20 (Damwand)compartiment 3 (Gorsdijk Havenstraat);
- 15 (Damwand)compartiment 4 (Talud Maasdamse Weg);
- 10 (Damwand)compartiment 5 (Maasdamse Weg);
- 10 Compartiment 6 (Tuinen Gorsdijk 38 40).

Wanneer de verontreinigde grond wordt afgevoerd naar een grondreinigingsbedrijf is het van belang dat de onderverdeling in de verschillende partijen (SCG-partijen) wordt aangehouden. Onderverdeling op basis van aard en mate van de verontreiniging en de textuur van de grond zal



belangrijk zijn aangezien deze factoren maatgevend zijn voor eventuele verschillende verwerkingsmethoden.

De milieukundige geeft aan bij welke partij de ontgraven grond behoort. De grond waarover onvoldoende zekerheid betreffende de verontreinigingsgraad bestaat, dient na ontgraving in een depot te worden opgeslagen. Van deze grond zullen grondmengmonsters worden geanalyseerd. Op basis van de analyseresultaten wordt de bestemming van de grond bepaald.

Verwacht wordt dat naast de controlegrondmonsters nog circa 50 grondmengmonsters nodig zijn om de verontreinigde grond in de verschillende partijen te kunnen onderverdelen.

Bemaling

Het bemalingswater kan niet zonder reiniging op het riool/oppervlaktewater geloosd worden. De milieukundige zal het influent en effluent van de zuiveringsinstallatie bemonsteren. De influentmonsters worden op de verontreinigende componenten onderzocht. De analyseresultaten geven een indruk van het verloop van de mate van verontreiniging van het opgepompte water. Het analysepakket van de effluentmonsters is afhankelijk van de lozingsvergunning. De analyseresultaten van de effluentmonsters worden getoetst aan de gestelde eisen van de waterkwaliteitsbeheerder. Tevens wordt met behulp van de analyseresultaten (in- en effluent) de werking van reinigingsinstallatie en de kwaliteit van het geloosde water gecontroleerd.

Effluent/lozingspunt

De te analyseren componenten worden gesplitst in de volgende pakketten:

- Pakket 1 CZV en stikstof (Kjeldalh);
- Pakket 2 cyanide, vluchtige aromaten en minerale olie.

Influent/opgepompt grondwater

De te analyseren componenten van het influent zijn:

- Pakket 3 cyanide, vluchtige aromaten en minerale olie.

De frequentie van de monsternamen en analyse op de verschillende pakketten is 1 maal per (bemalings)week. Dit komt op een totaal van 60 grondwatermonsters die geanalyseerd moeten worden.

7.6.2 Grondwatersanering

Uitvoering

De milieukundige begeleiding van de grondwatersaneringen omvat de volgende werkzaamheden:

- coördinatie monsternamen;
- monsternamen;
- analyseren controlemonsters;
- evaluatie analyseresultaten;
- contacten opdrachtgever/vergunningverlenende instanties;
- contacten aannemer;
- advisering verloop sanering.

Verwacht wordt dat per jaar circa 24 mensdagen nodig zijn voor de uitvoering van boven genoemde werkzaamheden.



Analysen controlemonsters

Ten behoeve van de begeleiding van de sanering moet het influent en effluent van de zuiveringsinstallatie worden bemonsterd. De influentmonsters worden alleen op de verontreinigende componenten onderzocht. Het analysepakket van de effluentmonsters is afhankelijk van de lozingsvergunning. Met behulp van de analyseresultaten (in- en effluent) wordt de werking van reinigingsinstallatie, de kwaliteit van het geloosde/geïnfiltreerde water en het verloop van de sanering gecontroleerd. De hieronder beschreven analysepakketten en de frequenties zijn aannamen ten behoeve van een reële inschatting van de te maken kosten. De daadwerkelijke te onderzoeken componenten en de frequentie van monsternamen zullen in overleg met de vergunningverlenende instantie moeten worden bepaald.

Effluent/lozingspunt

De te analyseren componenten worden gesplitst in de volgende pakketten:

- Pakket 1 CZV en stikstof (Kjeldalh);
- Pakket 2 cyanide.

De frequentie van monsternamen en analyse voor het eerste pakket wordt gesteld op 3 maal per jaar en voor het tweede pakket dient 12 maal per jaar bemonsterd en geanalyseerd te worden.

Influent/opgepompt grondwater

De te analyseren componenten van het influent zijn:

- Pakket 3 cyanide.

Voorgesteld wordt om maandelijks monsters van de influenten te nemen en te analyseren.

Afronding grondwatersanering

De sanering wordt gevolgd door bemonstering van een aantal representatieve peilbuizen. Wanneer de gehalten in deze monsters voor een bepaalde periode onder de gewenste waarden liggen (referentiewaarden), wordt de sanering voor circa 2 maanden stilgelegd. Na deze periode wordt opnieuw grondwater onttrokken. De peilbuizen worden vervolgens bemonsterd; als de gehalten verhoogd zijn ten opzichte van de gestelde terugsaneerwaarden wordt de sanering voortgezet. Dit proces dient herhaald te worden tot dat het gewenste resultaat is bereikt.

7.7 Wet en regelgeving

Naast de hierboven omschreven technische voorzieningen en maatregelen, zullen er ook maatregelen genomen moeten worden die de veiligheid zowel voor de mensen op het werkterrein als voor omwonenden waarborgen. Verder dient men er zorg voor te dragen dat de vereiste vergunningen en onthefingen aanwezig zijn voordat tot saneren wordt overgegaan. In dit hoofdstuk wordt in twee subparagrafen aandacht aan deze zaken geschonken. In de tabel van bijlage 13 wordt een overzicht gegeven van de van toepassing zijnde wetten en regels.



7.7.1 Veiligheid

Ingevolge de Arbowet heeft de werkgever een algemene zorgplicht voor veiligheid, gezondheid en welzijn in verband met de arbeid.

Basispakket

Voor een bodemsanering geldt een (standaard) basispakket aan maatregelen. Dit basispakket omvat maatregelen die betrekking hebben op minimalisering van de risico's voor de volksgezondheid en voor het omringende milieu tijdens de gehele duur van het project. De te nemen maatregelen voor het basispakket staan beschreven in de 'Standaard RAW bepalingen' (C.R.O.W. 1990) en P-blad 174.

T- en F-klassen

Naast dit basispakket is er, als gevolg van uiteenlopende risico's voor de veiligheid en de volksgezondheid van de mens en zijn milieu, een pakket aan aanvullende maatregelen, dat van kracht is wanneer tijdens de ontgraving een bepaalde T- en F-klasse geldt. De indeling van de veiligheidsklassen is gebaseerd op de giftigheid (toxiciteit; de T-klasse) van de verontreiniging en de kans op brand/explosie (flamable; de F-klasse). In ieder van deze klasse wordt een regime van aanvullende maatregelen beschreven die de milieubelasting en de gezondheidsrisico's tot een minimum moeten beperken.

Voor de maatregelen die per betreffende T- en F-klasse van toepassing zijn, wordt eveneens verwezen naar de 'Standaard RAW bepalingen' (C.R.O.W. 1990) en P-blad 174. Gezien de aard en mate van de verontreinigde grond valt de grondsanering als geheel in klasse 2-T en is een F-klasse niet van toepassing.

Arbeidsinspectie

Bij een bodemsanering zijn de Arbeidsomstandighedenwet (ARBO-wet) en de Arbeidswet met uitvoeringsbesluiten van toepassing. De controle op de uitvoering van de ARBO-wet (veiligheid, gezondheid en welzijn) ligt in handen van de arbeidsinspectie. Als de arbeidsinspectie van oordeel is dat de bepalingen uit de ARBO-wet of ARBO-besluiten niet voldoende worden nageleefd, is zij bevoegd om maatregelen te treffen. De belangrijkste maatregelen zijn: eis tot naleving, opmaken van een procesverbaal en in het uiterste geval stilleggen van het werk.

7.7.2 Vergunningen en ontheffingen

Voordat de sanering kan worden gestart, is het noodzakelijk te beschikken over de benodigde vergunningen. Dit is nodig om tot bescherming van andere belangen te komen. Naast de landelijke regelgeving spelen ook provinciale en gemeentelijke verordeningen een rol bij de voorbereiding en de uitvoering van de sanering. Veel van deze voorschriften bevatten een vergunningenstelsel waarmee bij de uitvoering van activiteiten rekening moet worden gehouden. De voor de saneringsvariant 1 van toepassing zijnde vergunningen c.q. ontheffingen worden hierna behandeld.

Aangeraden wordt de vergunningen en ontheffingen in een zo vroeg mogelijk stadium aan te vragen. Voor de gehele procedure van aanvraag tot verkrijgen, moet rekening gehouden worden met een termijn van circa 6 maanden. Opgemerkt wordt dat voor enkele van de hieronder genoemde vergunningen de Wet Algemene Bepaling Milieuhygiëne/Afvalstoffenwet geldt.



Voordat de sanering kan worden uitgevoerd moet in overleg met de verkeersdienst een plan op worden gesteld betreffende de af te sluiten wegen tijdens de ontgraving. De planning dient geruime tijd vóór uitvoering aan de GGD, ambulance dienst, brandweer en openbare vervoersbedrijven overlegd te worden.

Kappen van bomen

Op de te saneren locatie staan bomen die in de geplande ontgraving vallen. Deze bomen zullen moeten worden verwijderd, derhalve moet een kapvergunning bij de gemeente aangevraagd worden.

Onttrekken grondwater

De grondwaterwet (GWW) is van toepassing bij uitvoering van de bronbemaling, de grondwatersanering en de geohydrologische isolatie. De wet schrijft voor dat een vergunning van Gedeputeerde Staten (GS) noodzakelijk is voor grondwateronttrekking. In de vergunning dient de hoeveelheid grondwater vermeld te zijn die per tijdseenheid aan de bodem mag worden onttrokken. De provincie Zuid-Holland zal aangeven welke gegevens en bescheiden de aanvrager van de vergunning moet verstrekken. Bij deze variant is een bronbemaling noodzakelijk en wordt grondwater onttrokken voor een periode langer dan twee jaar.

Ontgraven

Voor wat betreft de graafwerkzaamheden in de dijklichamen dient toestemming verkregen te worden bij B & W. De mogelijk van toepassing zijnde wet is de wet op de ruimtelijke ordening (WRO). Eveneens dient toestemming verkregen te worden bij het Waterschap De Groote Waard. Opgemerkt wordt dat graven in de dijk alleen kan in de periode van 1 april tot 1 oktober in verband met de kans op stormen buiten deze perioden.

Hinderwet (HW)

Ten behoeve van de sanering wordt tijdelijk op locatie verontreinigde grond opgeslagen. Hiervoor moet ook een HW-vergunning bij B & W aangevraagd worden. Om een zuiveringsinstallatie in te richten is in principe de hinderwet van toepassing. Of daadwerkelijk een hinderwetvergunning nodig is, dient bepaald te worden aan de hand van het Hinderbesluit. Voor de daadwerkelijke beoordeling van de concrete situatie is het oordeel van het bevoegd gezag mede bepalend. Voor wat betreft het opslaan van schone en verontreinigde grond op de locatie dien eveneens een HW-vergunning te worden aangevraagd.

Transport verontreinigde grond

Bij deze saneringsvariant zal er transport van verontreinigde grond over de weg naar de verwerkers plaatsvinden. Er is ontheffing (VBA = Vervoer Bedrijfsafval) nodig voor de afvoer van verontreinigde grond. Deze ontheffing is niet nodig indien blijkt dat de bestemming van de af te voeren verontreinigde grond buiten de provincie Zuid-Holland ligt. Bij de provincie, alwaar de verontreinigde grond naar toe getransporteerd wordt, dient nagevraagd te worden of een verordening voor de afvoer van verontreinigde grond daar van toepassing is. Tevens dient, volgens de Wet Gevaarlijke Stoffen, bij het ministerie van Verkeer en Waterstaat nagevraagd te worden welke bepalingen van toepassing zijn tijdens het transport van deze grond. Dit in het belang van de openbare veiligheid en de volksgezondheid.



Hoogstwaarschijnlijk moet chemisch afval worden afgevoerd (materialen uit teerput). Het vervoer van chemisch afval valt onder de regelingen Wet Gevaarlijke Stoffen (WGS).

Lozen

Het grondwater dat aan de bodem onttrokken wordt, kan ofwel eerst gezuiverd of direct op het riool geloosd worden. Voor lozing op het riool is in het kader van de Wet Verontreinigd Oppervlaktewater een WVO-vergunning vereist. Deze vergunning wordt verleend door de waterkwaliteitsbeheerder. Bovendien moet men beschikken over een gemeentelijke lozingsvergunning. Mogelijk verlangt de waterkwantiteitsbeheerder voor het lozen van water ook een vergunning. De vergunning dient te worden aangevraagd bij de Milieudienst Zuid-Holland-zuid. Deze Dienst verzorgt de verdere afwikkeling van de vergunning met de desbetreffende instanties. Wanneer men voornemens is grondwater te lozen op het oppervlaktewater dient contact te worden opgenomen met Rijkswaterstaat.

7.8 Restrisico's en nazorg

Aangezien deze saneringsvariant een herstel van de multifunctionaliteit van de bodem beoogt, is er geen nazorg. Er zijn eveneens geen restrisico's en gebruiksbepierking na afronding van de grond en grondwatersanering. Opgemerkt dient te worden dat gedurende de periode waarin het grondwater wordt gesaneerd er nog beperking zijn aan het gebruik van het grondwater en het oppervlakte water uit de sloten op het gesaneerde terrein. De blootstellingsroutes en verspreidingsmogelijkheden in de milieucompartimenten na de grondsanering en de grondwatersanering volgens de variant 1 zijn in de tabel van bijlage 11 weergegeven.

7.9 Kosten

Bij de kostenramingen van deze bodemsaneringsvariant zijn de posten voor de grondsanering in bijlage 11A en voor de grondwatersanering in bijlage 11B berekend.

In de kostenraming voor de grondsanering zijn de posten: algemene voorbereiding; voorbereiding grondsanering; uitvoering grondsanering en afwerking saneringslocatie opgenomen. Elke post is onderverdeeld in subposten. Bij het opstellen van de kostenramingen is gebruik gemaakt van eenheidsprijzen.

De kosten voor de grondsanering bedragen circa 11,7 miljoen gulden inclusief 10 % onvoorzien en 0,5 % voor een bodemverzekering. Het berekende bedrag is exclusief BTW. In de kostenraming zijn geen bedragen opgenomen ten behoeve van de omlegging van het verkeer tijdens uitvoering.

De onderscheide posten bij de grondwatersanering zijn: inrichting installatie en milieukundige begeleiding.

De kosten voor de grondwatersanering bedragen circa 5,3 miljoen gulden inclusief 10 % onvoorzien en 0,5 % voor een bodemverzekering. Het berekende bedrag is exclusief BTW.

De totale kosten voor de bodemsanering volgens variant 1 zijn dus circa 17 miljoen gulden. In tabel 7.9 is een overzicht van de kostenraming gepresenteerd.

Tabel 7.9: Overzicht kostenraming saneringsvariant 1

POST	ONSCHRIJVING		PRIJS (excl.BTW)
1.	ALGEMENE VOORBEREIDING	f	58.300
2.	VOORBEREIDING GRONDSANERING	f	2.183.375
3.	UITVOERING GRONDSANERING	f	8.260.000
4.	AFWERKING SANERINGSLOCATIE	f	71.725
5.	GRONDWATERSANERING	f	4.761.620
		TOTAAL	f 15.335.020
	Onvoorzien 10%	f	1.533.502
	Bodemverzekering 0,5%	f	84.343
		TOTAAL	f 16.952.865



8. VARIANT 4

Variant 4 beoogt de multifunctionaliteit van de bodem ter plaatse van de tuinen aan de Gorsdijk 38 en 40 en van de aangrenzende verontreinigingshaard, zoals geformuleerd in de Leidraad Bodembescherming, te herstellen. Voor wat betreft het overige deel van de aangetoonde verontreinigingen wordt de functionaliteit van de bodem slechts in zeer beperkte mate hersteld door middel van isolatie. De beschrijving (eerste zes paragrafen, 8.1 tot en met 8.6) van deze variant is onderverdeeld in:

- opzet grondsanering;
- inrichting werkterrein;
- voorbereiding;
- grondontgraving;
- isolatie;
- grondwatersanering.

In paragraaf 8.7 wordt de milieukundige begeleiding van de grond, grondwatersanering en gedurende de isolatie (nazorg) besproken. In paragraaf 8.8 wordt kort ingegaan op de wet en regelgeving die van kracht zijn bij uitvoering van deze sanering. In paragraaf 8.9 wordt ingegaan op de restrisico's. In de laatste paragraaf 8.10 worden de kosten besproken. Daar waar mogelijk wordt naar de paragrafen van hoofdstuk 7 verwezen.

8.1 Opzet sanering

Bij deze variant wordt de verontreinigde grond verwijderd daar waar het grootste risico's voor de volksgezondheid aanwezig is (tuinen aan de Gorsdijk 38-40). Een bijkomend aspect is dat de verontreinigde grond in de tuinen zonder civieltechnische maatregelen kan worden ontgraven. Bij deze variant wordt eveneens het aangrenzende gebied waar zich een verontreinigingshaard bevindt (zuiveringskisten) ontgraven. Deze werkzaamheden veroorzaken relatief weinig overlast voor de omgeving en ten behoeve van de sanering behoeft niet veel schone grond verzet te worden. Wanneer deze verontreinigingshaard is gesaneerd, is een groot deel van het risico voor verspreiding van de verontreiniging in het milieu verminderd. Een voordeel is tevens dat het dijklichaam en de Maasdamse Weg in tact blijven.

Voor de ontgraving dieper dan de heersende grondwaterspiegel moet het grondwater verlaagd worden. Aangezien in de grond zettingsgevoelige lagen voorkomen moet de te onttrekken hoeveelheid grondwater en de daaruit volgende invloed zo klein mogelijk zijn. Voorgesteld wordt dan ook de grond ter plaatse van het talud aan de Maasdamse Weg binnen een damwandconstructie te verwijderen. Het grondwater wordt alleen in de damwandconstructie verlaagd. Aangezien er een stijghoogte verschil is tussen het freatisch grondwater en het grondwater uit het eerste watervoerende pakket moet een spanningsbemaling worden uitgevoerd om open breken van de scheidende (veen) laag te voorkomen.

Wanneer de volledige grondverontreiniging is verwijderd, wordt de damwandconstructie opgevuld met schoon zand tot een halve meter onder de gemiddelde stijghoogte van het grondwater, vervolgens zal het onttrekkingssysteem ten behoeve van de grondwatersanering worden geïnstalleerd, waarna de volledige ontgraving wordt aangevuld.



8.2 Inrichting werkterrein

De inrichting van het werkterrein voor deze variant is in principe hetzelfde als omschreven in § 7.2. Op bijlage 8 is de inrichting van de saneringslocatie bij de uitvoering van Variant 1 aangegeven. Bij deze Variant 4 zijn de verontreinigde zone (compartiment 4 en tuinen Gorsdijk 38-40) en de depots voor schone en verontreinigde grond kleiner.

8.3 Voorbereiding

8.3.1 Algemeen

Ter plaatse van de geplande ontgraving moet de vegetatie, de straatverlichting langs de Maasdamse Weg en de afrastering worden verwijderd. Hierna kunnen de bouwhekken worden geplaatst. Door de geplande ontgraving lopen geen de kabels en of leidingen.

De sloot en de duiker aan de voet van de dijk met de Maasdamse Weg moeten worden afgesloten. Vervangende voorzieningen betreffende de waterhuishouding in de polder moeten worden getroffen.

8.3.2 Damwand

Bij deze variant wordt verontreinigde grond ter plaatse van het talud van de Maasdamse Weg ontgraven in een damwandconstructie (compartiment 4). De stabiliteit van de aangrenzende gebouwen en kunstwerken (dijk met Maasdamse Weg) wordt zodoende niet bedreigd.

In totaal moet er circa 129 m' damwand worden geplaatst met een totale oppervlakte van circa 1.863 m². De diepte van de te plaatsen damwanden varieert van 17 meter op de kruin van de dijk tot 7 meter aan de voet van de dijk met de Maasdamse Weg.

In bijlage 9A en 9B zijn de gegevens van de te plaatsen damwand in twee tabellen weergegeven. Bij deze variant worden de delen met de nummers 13, 15, 16, 17, 18 en 19 geplaatst. In bijlage 8 is een situatieschets opgenomen waar de locatie van de damwanddelen is weergegeven.

De verontreinigde grond in de tuinen aan de Gorsdijk 38 40 wordt zonder voorzieningen ontgraven aangezien de ontgravingsdiepte maximaal 1,5 m-mv bedraagt.

8.4 Grondsanering

8.4.1 Ontgraving

Nadat het terrein is ingericht en de voorbereidende werkzaamheden voltooid zijn, kan de daadwerkelijke grondsanering in de volgende twee compartimenten aanvangen.

- Compartiment 3 Tuinen Gorsdijk 38 en 40;
- Compartiment 4 Talud Maasdamse Weg.

De ontgraving in de tuinen wordt tot maximaal 1,5 m-mv uitgevoerd. Geschat wordt dat circa 250 m³ (450 ton) verontreinigde grond uit de tuinen ontgraven moet worden.

Bij deze variant wordt verontreinigde grond in compartiment 4 binnen een damwandkuip tot maximaal 3 m - NAP (zie bijlage 9B) ontgraven.



Om de verontreinigde grond 3.000 m³ (5.400 ton) te kunnen ontgraven ter plaatse van compartiment 4, zal plaatselijk schone grond 2.500 m³ (4.500 ton) verwijderd moeten worden. Verwacht wordt dat van de ontgraven grond 1.000 ton teerhoudend materiaal is. De schone grond wordt tijdelijk op de locatie in depot gezet; hiermee wordt na afloop de ontgraving gedeeltelijk aangevuld. Het resterende deel van de kuil wordt aangevuld met schone grond van elders waarvan in de tuinen de bovenste meter bestaat uit teelaarde.

Het aanvul materiaal van het talud van de dijk dient aan de eisen van het Waterschap te voldoen. Bij deze variant wordt dus in totaal circa 5.750 m³ grond ontgraven, hiervan is circa 2.500 m³ (4.500 ton) niet en 3.250 m³ (5.850 ton) wel verontreinigd (zie bijlage 6A en 8). De ontgraving zal circa 5 weken in beslag nemen. Geschat wordt dat de gehele grondsanering en isolatie binnen circa 10 weken kan worden uitgevoerd.

8.4.2 Bemaling

De grondsanering ter plaatse van de tuinen Gorsdijk no 38 en 40 kan zonder bemaling worden uitgevoerd.

De ontgraving ter plaatse van het voormalig fabrieksterrein (compartiment 4) vindt onder de heersende grondwaterspiegel tot circa 3 m-NAP plaats. Dit betekent dat het grondwater met circa 2,5 m verlaagd moet worden met behulp van een vacuumbemaling, de lengte van de zuigleiding is circa 150 m.

Het vereiste bemalingsdebiet bedraagt 160 m³/dag. Na oppompen wordt het bemalingswater naar een zuiveringsinstallatie geleid.

Ook bij deze ontgraving is een spanningsbemaling noodzakelijk. Voor de beschrijving van deze bemaling wordt verwezen naar paragraaf 7.4.3. De onttrekkingsput wordt binnen de damwandconstructie geplaatst. De zettingsrisico's zijn omschreven in paragraaf 7.4.4. Opgemerkt wordt dat bij deze ontgraving de werkelijke risico's voor zetting eveneens zeer gering zijn.

8.5 Isolatie

Het deel dat niet gesaneerd wordt, wordt geïsoleerd met behulp van een zijafdichting en een permanente onttrekking. Een bovenafdichting wordt als niet zinvol beschouwd aangezien het merendeel van de locatie reeds bestraat is. De zijafdichting kan bestaan uit een damwand of een zand/bentoniet wand. In dit voorstel wordt alleen ingegaan op een zijafdichting met behulp van een damwand aangezien reeds een deel van de damwand is geplaatst voor de ontgraving en een groot deel van de te isoleren locatie een waterkerende functie heeft.

8.5.1 Zijafdichting

Ten behoeve van de ontgraving in damwandcompartiment 4 is reeds een damwand geslagen. Na de grondsanering wordt dit compartiment aangevuld en verdicht. De damwanddelen met de nummers 15, 16, 17 en 18 (zie bijlage 9A en 8) worden vervolgens getrokken. De damwanddelen 13 en 19 (72 meter) blijven staan als deel van de te plaatsen zijafdichting. Voorgesteld wordt het overige deel (bijlage 8 compartiment 1, 2, 3 en 5) van de verontreiniging te isoleren met een damwand als zijafdichting. De damwanddelen dienen een zodanig diepte te hebben dat ze in de eerste slecht doorlatende (klei/veenlaag) laag onder de aangetoonde verontreiniging staan; derhalve varieert de diepte van 15 m tot 7 m. In bijlage



9C zijn de gegevens van deze damwand opgenomen. In totaal wordt er circa 293 m' damwand bij geplaatst. Deze damwand heeft een oppervlakte van circa 2.890 m².

8.5.2 Permanente onttrekking

Ter voorkoming van verspreiding van verontreinigd grondwater vanuit het geïsoleerde gebied naar de omgeving, dient een onderbemaling in het omsloten gebied te worden toegepast van gemiddeld circa 0.5 m.

Het potentiaalverschil tussen het peilniveau binnen de damwanden en het eerste watervoerend pakket resulteert in een klein opwaarts debiet Q_1 in de orde van grootte 5-10 m³/dag. De waterstroom Q_2 onder de damwanden is dan verondersteld verwaarloosbaar klein te zijn. De lekkage door de damwanden Q_3 is geschat op een debiet van circa 60 m³/dag bij een totale damwandlengte van 350 m en een veronderstelde damwanddoorlatendheid van $k=10^{-7}$ m/s. Rekening houdend met een netto neerslag Q_4 van circa 10 m³/dag vereist een gemiddelde verlaging van 0.5 m een totaal bemalingsdebiet van minimaal 80 m³/dag.

Aangenomen wordt dat er een grondwaterzuiveringsinstallatie geplaatst moet worden met een capaciteit van 4 m³/uur.

Voor de realisatie van een onderbemaling binnen het isolatiescherm wordt 1 pompput (4-1) ingericht in het zandlichaam van de Maasdamse Weg en 1 pompput (4-2) ter hoogte van de voormalige haven (bijlage 10). Beide pompputten hebben een 0.3 m doorsnede filter en een filterlengte van 4 m. Onderkant filter van de pompput 4-1 bevindt zich op circa 5 m-NAP, die van de pompput 4-2 op circa 4 m-NAP. De bovenkant van beide pompputten wordt afgewerkt met een 110 cm hoge betonnen putrand met een putopzet (inwendig 1x1 m) en voorzien van een standaard gietijzeren putdekseel. Bij debiet van 70 m³/dag uit pompput 4-1 en 50 m³/dag uit pompput 4-2, zijn de verlagingen aan de binnenzijde van de schermwanden geschat op circa 0,2-0,4 m. De geschatte verlagingen in beide pompputten bedragen dan circa 0,7-1,5 m.

Niveauschakelaars, ingericht nabij de schermwanden, zorgen ervoor dat het gewenste peilverschil tussen binnen en buitenzijde van de wanden gehandhaafd kan worden.

Door de zeer heterogene bodemopbouw bestaat er onduidelijkheid over de grootte van het intrekgebied van beide pompputten. Daarmee bestaat de mogelijkheid dat berekende verlagingen niet optreden, vooral nabij de noordzijde van de insteekhaven. Overwogen kan dan worden, indien een groter debiet niet haalbaar is, voor het alsnog plaatsen van een derde pompput 4-3 met een 3 m lange filter van 0.3 m doorsnede en onderkant op circa 5 m-NAP. De locatie van pompput 4-3 staat in bijlage 10 aangegeven. Het onttrekkingsdebiet bedraagt dan circa 50 m³/dag. De put wordt op dezelfde manier afgewerkt als de andere 2 pompputten.

8.6 Grondwatersanering

Buiten de isolatiewanden bevinden zich nog sterke verontreinigingen in het grondwater, met name in noordwestelijke richting onder de Maasdamse Weg (oppervlak cyanide >B circa 3.500 m²) en ter hoogte van het westtalud Maasdamse Weg (oppervlak cyanide >B circa 1.000 m²).



Ten einde de grondwaterverontreinigingen onder de Maasdamse Weg te saneren, vindt onttrekking van grondwater plaats via 2 pompputten 4-4 en 4-5 op aangegeven locaties in bijlage 10. Het debiet van beide pompputten bedraagt circa 120 m³/dag. De doorspoeltijd in het zandlichaam wordt bevorderd door infiltratie met een debiet van circa 30 m³/dag vanuit een 25 m lange drain (onderkant drain op circa NAP) tussen beide pompputten. De verblijftijd tussen infiltratie en onttrekking wordt dan geschat op 3-4 maanden. Indien wordt teruggesaneerd tot aan de B-waarde, is de totale saneringsduur op 3-4 jaar geschat. De meest noordwestelijke pompput (4-5) zal hoogstwaarschijnlijk eerder uitgeschakeld kunnen worden, verwacht wordt dat de analyseresultaten afkomstig van de monitoring, hiertoe aanleiding geven. Voor het aan te leveren infiltratiewater is gedacht aan gebruik van opgepompt en gezuiverd grondwater.

Indien de analyseresultaten uit de actualisatieronde daartoe aanleiding geven, wordt westelijk van de isolatiewand, een pompput (4-6) geplaatst op een centraal gelegen locatie (bijlage 10). De pompput (0,3 m doorsnede) heeft een 4 m lang filter met onderkant op circa 4,5 m-NAP. Bij een debiet van circa 100 m³/dag is de doorspoeltijd in het goed doorlatend aanvulzand geschat op circa 12 maanden. Binnen 1,5-2 jaar wordt verwacht het grondwater op deze locatie terug te kunnen saneren tot de B-waarde van cyanide.

Het peilverschil tussen binnen en buitenkant van de schermwand dient ten behoeve van een effectief werkende isolatie gehandhaafd te blijven. Dit kan er toe leiden dat het debiet van pompput 4-1 tijdens de grondwatersanering opgevoerd moet worden.

Voor wat betreft de onttrekking van het verontreinigd grondwater geldt ook bij deze variant dat de continue grondwater onttrokken wordt totdat uit de bemonsterde monitoringsbuizen blijkt dat een vrijwel constant concentratieniveau van cyanide wordt gehaald, waarna kan worden overgegaan tot een intermitterende grondwateronttrekking. Aangenomen wordt dat de onttrekking circa 3/4 van de saneringsperiode actief is en 1/4 stilstaat.

8.7 Milieukundige begeleiding

8.7.1 Grondsanering

De gehele ontgraving wordt door een milieukundige begeleid. De milieukundige zal de verticale ontgravingsgrenzen in de damwandconstructie aangeven. In de tuinen aan de Gorsdijk 38-40 moeten de horizontale en verticale ontgravingsgrenzen aangegeven worden.

De geschatte aantallen controlegrondmonsters per compartiment zijn:

- 15 Talud Maasdamse Weg;
- 10 Tuinen Gorsdijk 38-40.

Voor de omschrijving van de milieukundige begeleiding wordt verder naar paragraaf 7.6.1 verwezen.

Bemaling

Het bemalingswater kan niet zonder reiniging op het riool/oppervlakte water geloosd worden. De milieukundige begeleiding zal ook het influent en effluent van de zuiveringsinstallatie bemonsteren.



De frequentie van de monstername en analyse op de drie pakketten wordt gesteld op 1 maal per (bemalings)week. De ontgravingsduur bedraagt circa 5 weken. De tweede week van ontgraving wordt de bemaling geactiveerd. Dit komt op een totaal van 12 grondwatermonsters die geanalyseerd moeten worden.

8.7.2 Grondwatersanering

Uitvoering

De milieukundige begeleiding van de grondwatersaneringen omvat dezelfde werkzaamheden als omschreven in paragraaf 7.6.2. Het aantal benodigde mensdagen voor de begeleiding is eveneens 24 per jaar.

De frequentie van monstername en analyse van het effluent/lozingspunt voor het eerste pakket wordt gesteld op 3 maal per jaar en voor het tweede pakket dient 12 maal per jaar bemonsterd en geanalyseerd te worden.

Voorgesteld wordt om maandelijks het influent te bemonsteren en te analyseren op cyanide.

Afronding grondwatersanering

De grondwatersanering wordt gevolgd zoals omschreven in paragraaf 7.6.2.

8.7.3 Isolatie

Nazorg en controle op de werking van de aangebrachte milieutechnische voorzieningen is noodzakelijk om ook op de lange termijn ongewenste emissie van stoffen in het milieu te voorkomen. Het betreft vooral de controle op de waterdichtheid van de zijafdichting. Bij de herinrichting van het terrein moet hiermee rekening worden gehouden. De pompputten en het bij behorende leidingwerk moeten goed bereikbaar zijn en blijven. Tevens dient voor de duur van de isolatie een grondwatermonitorings-systeem opgezet te worden zodat eventuele verdere verspreiding van verontreinigingen in het grondwater van binnen het geïsoleerde gedeelte naar buiten als gevolg van lekkage van de zijafdichting kan worden geconstateerd.

Voorgesteld wordt jaarlijks representatieve peilbuizen buiten het geïsoleerd gedeelte te bemonsteren en de monsters te analyseren op de aanwezigheid van de verontreinigende componenten (PAK's, cyanide, BTEX en olie). Wanneer de gehalten aan verontreinigende componenten toenemen dient het debiet van de onttrekking binnen het geïsoleerde gedeelte te worden verhoogd.

8.8 Wet en regelgeving

Naast de hierboven omschreven technische voorzieningen en maatregelen, zullen ook bij deze variant maatregelen genomen moeten worden die de veiligheid voor de mensen op het werkterrein alswel voor omwonenden waarborgen. De vereiste vergunningen en ontheffingen dienen aanwezig te zijn voordat tot saneren kan worden overgegaan. De benodigde vergunningen zijn in de tabel van bijlage 13 opgenomen. Voor de omschrijving van de benodigde vergunningen wordt naar paragraaf 7.7 van het vorige hoofdstuk verwezen.

**Veiligheid en ARBO**

Tijdens de ontgraving geldt eveneens de maatregelen uit het basispakket, de klasse 2-T en de Arbeidsomstandigheden wet zoals is behandeld in § 7.7.1.

8.9 Restrisico's

De functionaliteit van de bodem op het gedeelte van het terrein waar de restverontreiniging is geïsoleerd, is niet veranderd. De gebruiksmogelijkheden zijn dezelfde als voorheen. De restrisico's worden door de isolatie echter wel verminderd. Ter plaatse van de tuinen aan de Gorsdijk 38 en 40 en ter plaatse van het talud van de Maasdamse Weg wordt de multifunctionaliteit van de bodem namelijk wel hersteld.

In deze paragraaf worden de risico's voor de mens en het milieu als gevolg van de restverontreinigingen in de bodem (grond en grondwater) ter plaatse van het geïsoleerde gedeelte besproken. De mogelijke blootstellingsroutes voor de mens en de verspreiding in de verschillende milieu compartimenten worden respectievelijk in subparagraaf 8.9.1 en 8.9.2 behandeld. Aangenomen wordt dat de toekomstige bestemming dezelfde is als de huidige bestemming.

8.9.1 Risico voor de mens**Inschatting**

Door een inschatting van de mogelijke blootstellingsroutes worden de contactmogelijkheden van de mens met de verontreinigingen in de grond en het grondwater bepaald. De volgende blootstellingsroutes voor de mens kunnen eventueel een rol spelen:

1. Via de lucht als gevolg van:
 - inhalatie van damp;
 - inhalatie van grondpartikels tijdens verstuiwing.
2. Via de grond als gevolg van:
 - ingestie van grond;
 - huidopname via grond/huidcontact (dermale absorptie);
 - permeatie via kunststof(drinkwater)leidingen (PE).
3. Via grondwater in drinkwaterwingebieden als gevolg van:
 - ingestie drinkwater;
 - inhalatie tijdens douchen;
 - huidabsorptie tijdens douchen.
4. Via voedsel als gevolg van:
 - consumeren van gecontamineerd vlees, melk, vis en gewassen.

Gezondheidseffecten

De verhoogde gehalten aan Pak's worden voornamelijk veroorzaakt door de verhoogde gehalten aan Naftaleen, Fenatreen, Antraceen, Fluoranteen, Benzo(a)antraceen en Benzo(a)pyreen. Van deze componenten zijn alleen Naftaleen en Antraceen niet carcinogeen. PAK's zijn niet vluchtig en komen niet voor in de dampfasen. Een uitzondering hierop is Naftaleen. Naftaleen als damp mengt zich goed met de lucht. De stof kan worden opgenomen door inademing, inslikken en via de huid. Een voor de gezondheid schadelijke concentratie in de lucht kan door verdamping van deze stof bij circa 20 °C niet of slechts zeer langzaam worden bereikt; bij



stuiven echter veel sneller. De stof werkt prikkelend op de ogen en huid. Bij intensief huidcontact is er kans op huidaandoeningen. De stof kan bij langdurige en herhaaldelijke blootstelling aanleiding geven tot bloedsverandering.

Het grondwater is verontreinigd door met name complex gebonden cyanide. Uit toxicologisch oogpunt is vrije cyanide het meest van belang. Hiervan is bekend dat het boven een bepaalde drempelconcentratie een acuutlethale werking op de mens kan hebben. Het vrije cyanide kan in de bodem op een aantal manieren reageren, waardoor ontgiftiging mogelijk is. Voorbeelden zijn: omzetting, afbraak en complexering. Het cyanideion is een sterke ligand dat complexen en neerslagen kan vormen met vrijwel alle zware metalen, derhalve komt cyanide over het algemeen in complexen in de bodem voor.

Gezien de aard van het afval op het voormalige gasfabrieksterrein beperken we ons bij deze bespreking tot ijzercyanidecomplexen.

Algemeen wordt aangenomen dat de blauwe ijzercyanideverbindingen die ontstaan bij de regeneratie van ijzeraarde de stof "Berlijns blauw" vormen. De stof is slecht oplosbaar in water. Opgeloste ijzercyanide kunnen ontstaan door ontleding van Berlijns blauw in alkalische oplossingen.

IJzercyanideverbindingen zijn niet of nauwelijks toxisch. Door middel van omzettingen kunnen ze wel een bron van vrije cyanide vormen en daardoor een gevaar voor de volksgezondheid vormen. Omzetting is afhankelijk van zonlicht, temperatuur en pH.

Over een mogelijke opname van cyanide door gewassen is betrekkelijk weinig bekend. Bij onderzoek naar opname van cyanide door groentegewassen geteeld op voormalige gasfabrieksterreinen (ondermeer verontreinigd met cyanideverbindingen) worden geen verhoogde cyanide gehalten in groentemonsters gevonden.

Aangezien in het grondwater ook benzeen in de hoge concentraties voorkomt, wordt ingegaan op de gezondheidseffecten van benzeen. Benzeen kan opgenomen worden in het lichaam door inademing, inslikken en via de huid. Een voor de gezondheid schadelijke concentratie in de lucht kan door verdamping van deze stof bij circa 20 °C vrij snel worden bereikt. De MAC-waarde bedraagt 10 ppm. Benzeen werkt prikkelend op de ogen en de ademhalingsorganen. De vloeistof ontvet de huid. De stof werkt op het zenuwstelsel en de bloedvormende organen.

Evaluatie

Het terrein is toegankelijk voor publiek, spelende kinderen kunnen op het terrein komen. Direct contact met de verontreinigde grond is echter uitgesloten aangezien de restverontreinigingen zich op grote diepte ten opzichte van maaiveld bevinden.

Direct contact met het verontreinigde grondwater, via de lucht, via huidabsorptie en als gevolg van ingestie is reëel aangezien het grondwater zich in de sloten langs de dijken bevindt en er in de nabijheid van de locatie grondwater wordt onttrokken ten behoeve van de irrigatie van de tuintjes aan de Gorsdijk. Dit geldt totdat het grondwater is gesaneerd. Na sanering zijn er in principe geen risico's.

Het onderzoeksgebied ligt niet in een grondwaterbeschermingsgebied (zie paragraaf 2.1). Ter plaatse van de grondwaterverontreinigingen lopen geen drinkwaterleidingen. Contactmogelijkheden via het drinkwater zijn daarom uitgesloten.



Contactmogelijkheden via voedsel zijn niet uitgesloten wanneer de groenten uit de tuinen besproeid worden met water uit de sloot zolang het grondwater niet is gesaneerd.

De blootstellingsroutes van de verontreinigingen na de grondsanering, isolatie en grondwatersanering zijn in de bijlage 10A weergegeven.

8.9.2 Risico's voor het milieu

Inschatting

Door een inschatting van de mogelijke verspreiding in en via de milieucompartimenten wordt de belasting van het milieu bepaald. De volgende verspreidingsvormen zijn mogelijk:

1. In de lucht als gevolg van:
 - verstuiving;
 - verdamping.
2. In de grond als gevolg van:
 - percolerend regenwater
 - grondwaterstroming;
 - grondbewerking.
3. In het grondwater als gevolg van:
 - grondwaterstroming.

Effecten op het milieu

Wanneer de aangetroffen gehalten aan verontreinigde stoffen in de grond en of het grondwater (bodem) worden vergeleken met de A-toetsingswaarden en daaruit blijkt dat de gehalten boven de waarde liggen, wil dit zeggen dat er sprake is van een risico voor de ecologische functie van de bodem. De multifunctionaliteit van de bodem is dan in principe aangetast. Om het werkelijke risico te bepalen worden hierna volgend de mogelijke verspreidingsvormen geëvalueerd.

Evaluatie

Verstuiving in de lucht van gronddeeltje met de verontreinigingen is na sanering niet mogelijk. Pak's verdampen niet (uitgezonderd naftaleen). Er vindt dus via verdamping geen verspreiding van PAK's plaats. Vluchtige aromaten en naftaleen verdampen, via verdamping kan dus verspreiding plaats vinden. Verspreiding van de grondverontreinigingen via percolerend regenwater is na sanering mogelijk. Verspreiding in de grond door grondbewerking is niet aanwezig.

Verspreiding van vluchtige aromaten en naftaleen via verdamping is mogelijk wanneer het grondwater aan de oppervlakte komt. Aangezien het hier een geïsoleerde grondverontreiniging betreft is verspreiding van de verontreinigingen via percolerend regenwater niet aanwezig. De verontreinigingen hebben zich in het grondwater verspreid. Hierdoor speelt de grondwaterstroming bij verdere verspreiding in de bodem een rol.

Cyanide is niet vluchtig; verspreiding van cyanide in de grond via verdamping is dus onmogelijk. Verspreiding van de geïsoleerde grondverontreiniging is via percolerend regenwater niet aanwezig. De verontreinigingen hebben zich in het grondwater verspreid. Zolang het grondwater niet is gesaneerd speelt de grondwaterstroming bij verdere verspreiding in de bodem een rol.



De verspreidingsmogelijkheden van de verontreiniging in en via de milieucompartimenten na de grondsanering, isolatie en grondwatersanering zijn in bijlage 10B weergegeven.

8.9.3 Conclusies

De risico's voor de mens en het milieu met betrekking tot de verspreiding van de aangetoonde verontreinigingen worden in deze paragraaf kort samengevat.

Direct contact van de mens met de verontreinigde grond zijn na de grondsanering en isolatie onmogelijk. Contactmogelijkheid met het verontreinigd grondwater zijn niet uitgesloten. Contacten met de verontreiniging via het voedsel zijn bij gebruik van het slootwater/grondwater als irrigatiewater voor de tuinen niet uitgesloten.

Na de grondsanering en isolatie is er geen gevaar voor de volksgezondheid mits het slootwater/grondwater niet gebruikt wordt als irrigatiewater.

Na de grondsanering is grondwater buiten het geïsoleerde gedeelte verontreinigd door cyanide. Ter plaatse is sprake van risico voor de ecologische functie van de bodem met name waar het grondwater zich op een diepte van binnen 2 m-mv bevindt. De multifunctionaliteit van de bodem is door de aanwezigheid van cyanide in het grondwater aangetast. Dit levert beperkingen op met betrekking tot het gebruik van het grondwater voor irrigatie.

Wanneer het grondwater is gesaneerd (na circa 4 jaar) zijn alle risico's voor de volksgezondheid en het milieu opgeheven en zijn er tevens geen bezwaren voor het gebruik van het grondwater. Alleen ter plaatse van het geïsoleerde gedeelte is de multifunctionaliteit niet hersteld; echter bij het huidige gebruik levert dit geen beperkingen op. Wel is er een voortdurende kans op verdere verspreiding in het milieu.

Opheffing van het risico's voor verspreiding in het milieu en het herstel van de multifunctionaliteit wordt in principe alleen verkregen wanneer de volledige verontreinigingen worden verwijderd.

8.10 Kosten

Bij deze kostenraming zijn dezelfde posten als bij variant 1 aangehouden. De kostenraming is in bijlage 13 opgenomen. De tijdsduur van de grondontgraving wordt geschat op circa 5 werkweken. De duur van de gehele inrichting van het isolatiescherm wordt eveneens geschat op 5 werkweken.

De kosten voor de grondsanering, isolatie en nazorg bedragen circa 4,2 miljoen gulden inclusief 10 % onvoorzien en 0,5 % voor een bodemverzekering. Het berekende bedrag is exclusief BTW.

Bij de kostenraming voor de nazorg is de kapitalisatiefactor gebruikt voor vervanging van de voorzieningen na honderd jaar (0,02). Voor wat betreft de jaarlijks terugkomende kosten is met de factor 24,5 gerekend.

De kosten voor de grondwatersanering bedragen circa 3,8 miljoen gulden inclusief 10 % onvoorzien en 0,5 % voor een bodemverzekering. Het berekende bedrag is exclusief BTW.

De totale kosten voor de bodemsanering volgens variant 4 zijn dus circa 8 miljoen gulden. In tabel 8.10 is een overzicht van de kostenraming gepresenteerd.

Tabel 8.10 Overzicht kostenraming saneringsvariant 4

POST	OMSCHRIJVING		PRIJS (excl.BTW)
1.	ALGEMENE VOORBEREIDING	f	58.300
2.	VOORBEREIDING GRONDSANERING	f	555.750
3.	UITVOERING GRONDSANERING	f	1.747.750
4.	AFWERKING SANERINGSLOCATIE	f	20.000
5.	ISOLATIE	f	608.000
6.	GEKAPITALISEERDE NAZORG	f	829.090
7.	GRONDWATERSANERING	f	3.430.370
		Subtotaal	f 7.249.260
	Onvoorzien 10%	f	724.926
	Bodemverzekering 0,5%	f	39.871
		TOTAAL	f 8.014.057



9. VARIANT 12

→ Bij deze variant wordt de functionaliteit door middel ^{van} een isolatie van de verontreinigingen, uitgezonderd die van de tuinen aan de Gorsdijk 38 en 40 zeer beperkt hersteld. De verontreiniging in de tuinen wordt ontgraven. In het geïsoleerde gedeelte worden echter wel de twee puntbronnen verwijderd door middel van ontgraving in twee relatief kleine compartimenten. Het verontreinigd grondwater buiten het geïsoleerde gedeelte wordt onttrokken en gereinigd. De beschrijving (eerste zes paragrafen, 9.1 tot en met 9.6) van deze variant is onderverdeeld in:

- opzet grondsanering;
- inrichting werkterrein;
- voorbereiding;
- grondontgraving;
- isolatie;
- grondwatersanering.

In paragraaf 9.7 wordt kort ingegaan op de wet en regelgeving die van kracht zijn bij uitvoering van deze sanering. In paragraaf 9.9 wordt ingegaan op de rest risico's. In de laatste paragraaf 9.10 worden de kosten besproken. Daar waar mogelijk wordt naar de paragrafen van hoofdstuk 7 en 8 verwezen.

9.1 Opzet sanering

Bij deze variant wordt alleen de verontreinigde grond verwijderd daar waar het grootste risico's voor de volksgezondheid (tuinen aan de Gorsdijk 38-40) en milieu (puntbronnen) aanwezig zijn. De verontreinigde grond in de tuinen kan zonder uitgebreide civieltechnische maatregelen worden ontgraven. De twee puntbronnen van verontreiniging:

- de teerkelder, zuiverhuis, stokerij ten zuiden van de Gorsdijk;
- de zuiverkisten ten noorden van de Gorsdijk.

worden in twee afzonderlijke damwandcompartimenten ontgraven. Als deze bronnen zijn verwijderd zal de nalevering van verontreinigingen in het grondwater minder zijn dan wanneer deze bronnen niet worden verwijderd. De kosten voor de reiniging van het grondwater ten behoeve van het beheersen van de verontreinigingen in het geïsoleerde gedeelte zullen derhalve lager zijn.

Voor de ontgraving dieper dan de heersende grondwaterspiegel moet het grondwater verlaagd worden. Aangezien in de grond zettingsgevoelige lagen voorkomen moet de te onttrekken hoeveelheid grondwater en de daaruit volgende invloed zo klein mogelijk zijn. Het grondwater wordt daarom alleen in de twee compartimenten verlaagd. Aangezien de ontgraving zich beperkt tot het verwijderen van alleen het zeer sterk verontreinigde materiaal is de ontgravingsdiepte beperkt. Derhalve wordt ondanks het stijghoogte verschil tussen het freatisch grondwater en het grondwater uit het eerste watervoerende pakket een spanningsbemaling niet noodzakelijk geacht.

Wanneer de verontreinigingsbronnen zijn verwijderd worden de compartimenten aangevuld met schoon zand. Vervolgens zal het onttrekkingssysteem ten behoeve van de isolatie en beheersing van de verontreinigingen worden geïnstalleerd.



9.2 Inrichting werkterrein

De inrichting van het werkterrein voor deze variant is in principe hetzelfde als omschreven in § 8.2. Bij deze variant zullen er twee verontreinigde zones na elkaar en één depot voor schone grond worden ingericht. Aangenomen wordt dat de sterk verontreinigde grond direct wordt afgevoerd.

9.3 Voorbereiding

9.3.1 Algemeen

Ter plaatse van de geplande ontgravingen moeten de bovengrondse obstakels worden verwijderd. Hierna kunnen de bouwhekken worden geplaatst. Door de geplande ontgraving aan de noordzijde van de Gorsdijk lopen geen de kabels en of leidingen. Ter plaatse van de ontgraving aan de zuidzijde van de Gorsdijk liggen kabels van de PTT en de elektriciteitsvoorzieningen.

9.3.2 Damwand/sleufbekisting

De verontreinigde grond in de tuinen aan de Gorsdijk 38 - 40 wordt zonder grondkerende voorzieningen ontgraven aangezien de ontgravingsdiepte maximaal 1,5 m-mv bedraagt.

De geplande ontgraving aan de zuidzijde van de Gorsdijk heeft een omtrek van circa 92 meter en heeft een diepte van circa 6,5 m-mv.

De geplande ontgraving aan de noordzijde van de Gorsdijk heeft een lengte van circa 52 meter lang en heeft een diepte die varieert van 3,0 - 6,5 m-mv. Wanneer tot op deze diepten wordt ontgraven kan dit door middel van graven onder talud, met behulp van een damwand of met het toepassen van sleufbekisting. Graven onder talud wordt onder deze omstandigheden uitgesloten aangezien er dan veel grond moeten worden verzet en de hinder voor het verkeer en omwonende groot is.

Om tot 6,5 m-mv te ontgraven zonder talud moeten grondkerende voorzieningen worden toegepast. Een mogelijkheid is de ontgraving in een damwandkuip uit te voeren of te ontgraven binnen sleufbekistingen.

Damwand

Als een damwand wordt toegepast moet aan de zuidzijde een damwandkuip met een totale lengte van circa 92 meter en een diepte van circa 7 m-mv worden geplaatst. Voorgesteld wordt de kuip te voorzien van stempeling. Wanneer geen stempeling wordt toegepast moet de damwand een diepte hebben van (2,2 x 6,5 m) 14,3 m.

De damwandkuip aan de noordzijde van de Gorsdijk moet een totale lengte van circa 54 meter en een diepte van 3 tot 7 m-mv als stempeling en verankering wordt toegepast.

In bijlage 9D en 9E zijn de gegevens van de te plaatsen damwand in twee tabellen weergegeven. In bijlage 2 en 4 zijn de twee damwandkuipen aangegeven.

Sleufbekisting

Een andere mogelijkheid is, om in plaats van damwanden, sleufbekistingen (zijschotten van de kisten bestaan uit planken die ten opzichte van elkaar kunnen bewegen) toe te passen. Als sleufbekistingen worden toegepast is de ontgraving flexibel. Door middel van horizontale boringen in de zij-wanden en de kopse kanten van sleufbekisting kan de grondkwaliteit ter plaatse worden vastgesteld. Aan de hand van de boorgegevens kan



vervolgens besloten worden de sleufbekisting aan de kopse kanten en of aan de zijkanten uit te breiden ten behoeve van verdere ontgraving.

9.4 Grondsanering

9.4.1 Ontgraving

Noordzijde en zuidzijde Gorsdijk

Nadat het terrein is ingericht en de voorbereidende werkzaamheden voltooid zijn, kan de daadwerkelijke grondsanering aanvangen. Bij deze variant wordt verontreinigde grond in het compartiment ten zuiden van de Gorsdijk tot maximaal 3 m - NAP (zie bijlage 9E) ontgraven. In het compartiment ten noorden van de Gorsdijk wordt de grond tot maximaal 2 m - NAP (zie bijlage 9E) ontgraven.

Om de verontreinigde grond te kunnen ontgraven, zal bij beide ontgravingen schone grond verwijderd moeten worden. Deze grond wordt tijdelijk op de locatie in depot gezet. Hiermee wordt na afloop van de ontgraving de saneringskuil gedeeltelijk aangevuld. Het resterende deel van de kuil wordt aangevuld met schone grond van elders.

In totaal zal aan de noordzijde van de Gorsdijk circa 720 m³ grond ontgraven, hiervan is circa 270 m³ niet en 450 m³ sterk verontreinigd. De ontgraving zal circa 3 dagen in beslag nemen.

Aan de zuidzijde van de Gorsdijk zal circa 2.100 m³ grond ontgraven, hiervan is circa 840 m³ niet en 1.260 m³ sterk verontreinigd. De ontgraving zal circa 2 weken in beslag nemen.

Verwacht wordt dat er circa 2.000 ton van de te ontgraven grond teerhoudend materiaal is.

Tuinen Gorsdijk 38 en 40

De ontgraving ter plaatse van de tuinen heeft een maximale diepte van circa 1,5 m-mv. Geschat wordt dat de gemiddelde diepte circa 0,5 m-mv bedraagt. De totale hoeveelheid wordt geschat op 250 m³ (450 ton). De ontgraving kan binnen 1 week worden uitgevoerd.

9.4.2 Bemaling

De grondsanering ter plaatse van de tuinen Gorsdijk no 38 en 40 kan zonder bemaling worden uitgevoerd.

De ontgraving binnen de damwandkuipen ten noorden en ten zuiden van de Gorsdijk vindt gedeeltelijk onder de heersende grondwaterspiegel plaats. Het grondwater moet aan de zuidzijde met circa 2,5 m verlaagd worden. De lengte van de zuigleiding is circa 94 m. Het vereiste bemalingsdebiet bedraagt 100 m³/dag.

Het grondwater moet aan de noordzijde eveneens met circa 2,5 m verlaagd worden de lengte van de zuigleiding is circa 54 m. Het vereiste bemalingsdebiet bedraagt 60 m³/dag. In de damwandkuipen wordt de verlaging met behulp van een vacuumbemaling verkregen. Na oppompen wordt het bemalingswater naar een zuiveringsinstallatie geleid.

Wanneer sleufbekistingen worden toegepast is het te verpompen debiet ten behoeve van de verlaging aanzienlijk lager. Voorgesteld wordt deze verlaging uit te voeren met behulp van een open bemaling. Voorwaarde is wel dat de ontgravingen binnen de sleufbekistingen direct worden aange-



vuld en wanneer mogelijk moeten er aan de kopse kanten schotten worden geplaatst.

Bij deze ontgravingen is geen spanningsbemaling noodzakelijk aangezien de ontgravingen zich beperken tot het verwijderen van de grootste verontreinigingsbronnen die zich, naar verwacht, op en vlak onder het oude maaiveld bevinden.

9.5 Isolatie

Na de ontgraving van de bronnen wordt de gehele restverontreiniging geïsoleerd met behulp van een zijafdichting en een permanente onttrekking. Een bovenafdichting wordt als niet zinvol beschouwd aangezien het merendeel van de locatie reeds bestraat is. De zijafdichting kan bestaan uit een damwand of een zand/ bentoniet wand. In dit voorstel wordt alleen ingegaan op een zijafdichting met behulp van een damwand.

9.5.1 Zijafdichting

Na de ontgraving wordt rondom de gehele verontreiniging een damwand geplaatst. De damwanddelen zijn gespecificeerd in bijlage 9F en het geïsoleerde deel is aangegeven op de situatieschets van bijlage 8. De damwanddelen dienen een zodanig diepte te hebben dat ze in de eerste slecht doorlatende (klei/veenlaag) laag onder de aangetoonde verontreiniging staan; derhalve varieert de diepte van 15 m tot 7 m. In totaal wordt er 349 m damwand geplaatst. Deze damwand heeft een oppervlakte van circa 3.186 m².

9.5.2 Permanente onttrekking

Ter voorkoming van verspreiding van de verontreinigingen in de grond en het grondwater vanuit het geïsoleerde gebied naar de omgeving, dient een onderbemaling in het omsloten gebied te worden toegepast waarbij het grondwater in de kuip met gemiddeld circa 0.5 m lager wordt gehouden dan buiten de kuip. Voor de beschrijving van de verschillende waterstromen wordt verwezen naar paragraaf 8.5.2.

Ten behoeve van een goed functionerend isolatiesysteem, worden als bij variant 4, 2 pompputten (12-1 en 12-2) geïnstalleerd, waarbij de locatie van 12-1 op circa 15 m ten westen van pompput 4-1 bevindt (bijlage 10). De inrichting van de pompputten is als bij variant 4. Beide grondwateronttrekkingen verlopen onder een totaal debiet van circa 120 m³/dag. Analooq met variant 4 kan een derde pompput (12-3) ter plaatse van de noordzijde van de insteekhaven overwogen worden.

9.6 Grondwatersanering

Buiten het geïsoleerde gebied bevinden zich nog sterke verontreinigingen in het grondwater, met name in noordwestelijke richting onder de Maasdamse Weg en ter hoogte van het westtalud Maasdamse Weg.

De grondwatersanering is gelijk aan die van variant 4, behoudens de ontbrekende grondwateronttrekking ter hoogte van het westelijk talud Maasdamse Weg (bijlage 10). In totaal wordt buiten de isolatiewanden circa 240 m³/dag onttrokken en circa 30 m³/dag geïnfiltreerd. Voor gedetailleerde informatie wordt derhalve naar paragraaf 8.6 verwezen.



9.7 Milieukundige begeleiding

9.7.1 Grondsanering

Ontgraving

De ontgravingen worden door een milieukundige begeleid. De milieukundige zal de verticale en horizontale ontgravingsgrenzen in de damwandconstructies/sleufbekistingen aangeven. Aangezien alleen het meest verontreinigd materiaal wordt verwijderd en vervolgens de restverontreiniging wordt geïsoleerd, worden bij deze ontgravingen geen controlemonsters genomen.

In de tuinen aan de Gorsdijk moeten de horizontale en verticale ontgravingsgrenzen aangegeven worden. Ten behoeve van de begeleiding wordt geschat dat circa 10 controle(meng)monsters geanalyseerd moeten worden.

Voor de omschrijving van de milieukundige begeleiding wordt naar paragraaf 7.6.1 verwezen.

Bemaling

Het bemalingswater kan niet zonder reiniging op het riool/oppervlakte water geloosd worden. De milieukundige begeleiding zal ook het influent en effluent van de zuiveringsinstallatie bemonsteren.

De frequentie van de monstername en analyse op de componenten uit de drie pakketten wordt gesteld op 1 maal per (bemalings)week. De ontgravingen worden in circa 3 weken uitgevoerd. Dit komt op een totaal van 9 grondwatermonsters die geanalyseerd moeten worden.

9.7.2 Grondwatersanering

Uitvoering

De milieukundige begeleiding van de grondwatersaneringen omvat de werkzaamheden zoals omschreven in paragraaf 7.6.2. Het aantal benodigde mensdagen voor de begeleiding is eveneens 24 per jaar.

De frequentie van monstername en analyse van het effluent/lozingspunt voor het eerste pakket wordt gesteld op 3 maal per jaar en voor het tweede pakket dient 12 maal per jaar bemonsterd en geanalyseerd te worden.

Voorgesteld wordt om maandelijks het influent te bemonsteren en te analyseren op cyanide.

Afronding grondwatersanering

De grondwatersanering wordt gevolgd zoals omschreven in paragraaf 7.6.2.

9.7.3 Isolatie

Nazorg en controle op de werking van de aangebrachte milieutechnische voorzieningen is noodzakelijk om ook op de lange termijn ongewenste emissie van stoffen in het milieu te voorkomen. Het betreft vooral de controle op de waterdichtheid van de zijafdichting. Bij de herinrichting van het terrein moet hiermee rekening worden gehouden. De pompputten en het bij behorende leidingwerk moeten goed bereikbaar zijn en blijven. Voor de beschrijving van de controle op de eventuele verspreiding van verontreinigingen buiten het geïsoleerde gedeelte wordt verwezen naar paragraaf 8.7.3.



9.8 Wet en regelgeving

Naast de hierboven omschreven technische voorzieningen en maatregelen, zullen ook bij deze variant maatregelen genomen moeten worden die de veiligheid voor de mensen op het werkterrein alswel voor omwonenden waarborgen. De vereiste vergunningen en ontheffingen dienen aanwezig zijn voordat tot saneren kan worden overgegaan. De van kracht zijnde vergunningen zijn in de tabel van bijlage 13 aangegeven. Voor de beschrijving wordt naar paragraaf 7.7 verwezen.

Veiligheid en ARBO

Tijdens de ontgraving geldt eveneens de maatregelen uit het basispakket, de klasse 2-T en de Arbeidsomstandigheden wet zoals is behandeld in § 7.7.1.

9.9 Restrisico's

Voor wat betreft de functionaliteit van de bodem ter plaatse van de geïsoleerde restverontreiniging treedt geen wijzigingen op. Door de isolatie en het verwijderen van het sterkst verontreinigde materiaal (bronnen) wordt echter wel het risico voor verspreiding in het milieu verminderd. Ter plaatse van de tuinen aan de Gorsdijk 38 en 40 wordt de multifunctionaliteit van de bodem geheel hersteld.

In deze paragraaf worden de risico's voor de mens en het milieu als gevolg van de restverontreinigingen in de bodem (grond en grondwater) ter plaatse van het geïsoleerde gedeelte besproken. De mogelijke blootstellingsroutes voor de mens en de verspreiding in de verschillende milieu compartimenten worden respectievelijk in subparagraaf 9.9.1 en 9.9.2 behandeld. Aangenomen wordt dat de toekomstige bestemming dezelfde is als de huidige bestemming.

9.9.1 Risico voor de mens

Door een inschatting van de mogelijke blootstellingsroutes worden de contactmogelijkheden van de mens met de verontreinigingen in de grond en het grondwater bepaald. Wanneer de verontreinigingen in contact komen met de mens kunnen gezondheidseffecten optreden. Voor de beschrijving van de blootstellingsroutes en de gezondheidseffecten wordt verwezen naar paragraaf 8.9.1.

Evaluatie

Aangezien ook bij deze variant het grootste deel van de verontreinigingen wordt geïsoleerd, wordt voor de evaluatie eveneens naar paragraaf 8.9.1 verwezen.

De mogelijke blootstellingsroutes van de verontreinigingen na grondsanering/isolatie en grondwatersanering zijn in de bijlage 10A weergegeven.

9.9.2 Risico's voor het milieu

Door een inschatting van de mogelijke verspreiding in en via de milieucompartimenten wordt de belasting van het milieu bepaald. De mogelijke verspreidingsvormen zijn in paragraaf 8.9.2 opgenomen.



Evaluatie

Voor de beschrijving van risico's voor het milieu wordt verwezen naar paragraaf 8.9.2. Het verschil tussen variant 4 en 12 is dat de risico's voor verdere verspreiding in het milieu bij variant 12 is verminderd aangezien alle bronnen zijn verwijderd.

De verspreidingsmogelijkheden van de verontreiniging in en via de milieucompartimenten na de grondsanering, isolatie en grondwatersanering zijn in bijlage 10B weergegeven.

9.9.3 Conclusies

Voor de risico's voor de mens en het milieu met betrekking tot de verspreiding van de aangetoonde verontreinigingen worden verwezen naar paragraaf 8.9.3.

Het risico voor verspreiding is echter kleiner dan bij variant 4 aangezien de bronnen van verontreiniging binnen het geïsoleerde gedeelte zijn verwijderd.

9.10 Kosten

Bij de kostenraming van deze saneringsvariant zijn dezelfde posten als bij variant 4 aangehouden. De kostenraming voor de grondsanering en de isolatie is in bijlage 14 opgenomen. De kostenraming voor de grondwatersanering is opgenomen in bijlage 13. De tijdsduur van de grondontgraving wordt geschat op circa 4 werkweken. Voor de plaatsing van het isolatiescherm wordt rekening gehouden met een duur van circa 5 werkweken.

De kosten voor de grondsanering, isolatie en nazorg bedragen circa 3,3 miljoen gulden inclusief 10 % onvoorzien en 0,5 % voor een bodemverzekering. Het berekende bedrag is exclusief BTW.

Bij de kostenraming voor de nazorg is de kapitalisatiefactor gebruikt voor vervanging van de voorzieningen na honderd jaar (0,02). Voor wat betreft de jaarlijks terugkomende kosten is met de factor 24,5 gerekend.

De kosten voor de grondwatersanering bedragen circa 3,8 miljoen gulden inclusief 10 % onvoorzien en 0,5 % voor een bodemverzekering. Het berekende bedrag is exclusief BTW.

De totale kosten voor de bodemsanering volgens variant 12 zijn dus circa 7,1 miljoen gulden. In tabel 9.10 is een overzicht van de kostenraming gepresenteerd.

Tabel 9.10: Overzicht kostenraming saneringsvariant 12

POST	OMSCHRIJVING	PRIJS (excl.BTW)
1.	ALGEMENE VOORBEREIDING	f 58.300
2.	VOORBEREIDING GRONDSANERING	f 277.000
3.	UITVOERING GRONDSANERING	f 1.055.950
4.	AFWERKING SANERINGSLOCATIE	f 25.000
5.	ISOLATIE	f 667.200
6.	GEKAPITALISEERDE NAZORG	f 899.598
7.	GRONDWATERSANERING	f 3.430.370
	Subtotaal	f 6.413.418
	Onvoorzien 10%	f 641.342
	Bodemverzekering 0,5%	f 35.274
	TOTAAL	f 7.090.034



10. VARIANT 13

Bij deze variant wordt de verontreinigde grond uit de tuinen aan de Gorsdijk 38-40 ontgraven en de overige grondverontreinigingen worden geïsoleerd. De isolerende maatregelen bestaan uit het plaatsen van een damwand (zijafdichting) en een permanente grondwater onttrekking binnen het geïsoleerde gedeelte door een aantal putten met een laag onttrekkingsdebiet. Het onttrokken grondwater wordt na zuivering gedeeltelijk geloosd op het gemeentelijke riool. Het grondwater buiten het geïsoleerde gedeelte wordt onttrokken en gereinigd.

De beschrijving (10.1 tot en met 10.7) van deze variant is onderverdeeld in:

- opzet grondsanering;
- inrichting werkterrein;
- voorbereiding;
- grondontgraving;
- isolatie;
- grondwatersanering;
- milieukundige begeleiding.

In paragraaf 10.8 wordt kort ingegaan op de wet en regelgeving die van kracht zijn bij uitvoering van deze sanering. In paragraaf 10.9 wordt ingegaan op de restrisico's. In de laatste paragraaf 10.10 worden de kosten besproken. Daar waar mogelijk wordt naar de paragrafen van voorgaande hoofdstukken verwezen.

10.1 Opzet sanering

Bij deze variant wordt alleen de verontreinigde grond verwijderd daar waar het grootste risico's voor de volksgezondheid (tuinen aan de Gorsdijk 38 - 40) aanwezig is. De verontreinigde grond in de tuinen kan zonder civieltechnische maatregelen worden ontgraven. Het overige deel van de verontreiniging wordt geïsoleerd. Het grondwater buiten het geïsoleerde gedeelte wordt gesaneerd.

10.2 Inrichting werkterrein

Alleen ter plaatse van de tuinen wordt een verontreinigde zone met een sluis en wasplaats ingericht. Rondom deze zone worden bouwhekken geplaatst. Aangenomen wordt dat de verontreinigde grond direct wordt afgevoerd. Derhalve worden er geen depots ingericht.

10.3 Vorbereiding

10.3.1 Algemeen

Ter plaatse van de geplande ontgravingen zijn geen bovengrondse obstakels. De verontreinigde grond in de tuinen aan de Gorsdijk 38 - 40 wordt zonder grondkerende voorzieningen ontgraven aangezien de ontgravingsdiepte maximaal 1,5 m-mv bedraagt. Wel moeten er voorzieningen worden getroffen om de sloot ter plaatse af te sluiten. Vervangende maatregelen om de functie van de sloot tijdelijk over te nemen, moeten worden getroffen.



10.4 Grondsanering

De ontgraving ter plaatse van de tuinen heeft een maximale diepte van circa 1,5 m-mv. Geschat wordt dat de gemiddelde diepte circa 0,5 m-mv bedraagt. De totale hoeveelheid wordt geschat op 250 m³ (450 ton). De ontgraving kan binnen 1 week worden uitgevoerd.

10.5 Isolatie

Na de ontgraving van de tuinen wordt de overige verontreiniging geïsoleerd met behulp van een damwand en een permanente grondwateronttrekking. Een bovenafdichting wordt als niet zinvol beschouwd aangezien het merendeel van de locatie reeds is bestraald. Voor de verdere omschrijving van de isolatiemaatregelen wordt verwezen naar paragraaf 9.5.

10.6 Grondwatersanering

Buiten het geïsoleerde gebied bevinden zich nog sterke verontreinigingen in het grondwater, met name in noordwestelijke richting onder de Maasdamse Weg en ter hoogte van het talud van de Maasdamse Weg.

De grondwatersanering is gelijk aan die van variant 4, behoudens de ontbrekende grondwateronttrekking ter hoogte van het westelijk talud Maasdamse Weg (bijlage 10). In totaal wordt buiten de isolatiewanden circa 240 m³/dag onttrokken en circa 30 m³/dag geïnfilteerd. Voor gedetailleerde informatie wordt derhalve naar paragraaf 8.6 verwezen.

10.7 Milieukundige begeleiding

10.7.1 Grondsanering

Ontgraving

In de tuinen aan de Gorsdijk moeten de horizontale en verticale ontgravingsgrenzen aangegeven worden. Ten behoeve van de begeleiding wordt geschat dat circa 10 controle(meng)monsters geanalyseerd moeten worden.

Voor de omschrijving van de milieukundige begeleiding wordt naar paragraaf 7.6.1 verwezen.

10.7.2 Grondwatersanering

Uitvoering

De milieukundige begeleiding van de grondwatersaneringen omvat dezelfde werkzaamheden als omschreven in paragraaf 7.6.2. Het aantal benodigde mensdagen voor de begeleiding is eveneens 24 per jaar.

De frequentie van monsternamen en analyse van het effluent/lozingspunt voor het eerste pakket wordt gesteld op 3 maal per jaar en voor het tweede pakket dient 12 maal per jaar bemonsterd en geanalyseerd te worden.

Voorgesteld wordt om maandelijks het infuent te bemonsteren en te analyseren op cyanide.

Afronding grondwatersanering

De grondwatersanering wordt gevolgd zoals omschreven in paragraaf 7.6.2.



10.7.3 Isolatie

Nazorg en controle op de werking van de aangebrachte milieutechnische voorzieningen is noodzakelijk om ook op de lange termijn ongewenste emissie van stoffen in het milieu te voorkomen. Het betreft vooral de controle op de waterdichtheid van de zijafdichting. Bij de herinrichting van het terrein moet hiermee rekening worden gehouden. De pompputten en het bij behorende leidingwerk moeten goed bereikbaar zijn en blijven. Voor de beschrijving van de controle op de eventuele verspreiding van verontreinigingen buiten het geïsoleerde gedeelte wordt verwezen naar paragraaf 8.7.3.

10.8 Wet en regelgeving

Naast de hierboven omschreven technische voorzieningen en maatregelen, zullen ook bij deze variant maatregelen genomen moeten worden die de veiligheid voor de mensen op het werkterrein alswel voor omwonenden waarborgen. De vereiste vergunningen en ontheffingen dienen aanwezig zijn voordat tot saneren kan worden overgegaan. De van kracht zijnde vergunningen zijn in de tabel van bijlage 13 weergegeven. Voor de beschrijving wordt naar paragraaf 7.7 verwezen.

Veiligheid en ARBO

Tijdens de ontgraving geldt eveneens de maatregelen uit het basispakket, de klasse 2-T en de Arbeidsomstandigheden wet zoals is behandeld in § 7.7.1.

10.9 Restrisico's

Voor wat betreft de functionaliteit van de bodem ter plaatse van de geïsoleerde restverontreiniging treden nauwelijks wijzigingen op. Ter plaatse van de tuinen aan de Gorsdijk 38 en 40 wordt de multifunctionaliteit van de bodem geheel hersteld.

In deze paragraaf worden de risico's voor de mens en het milieu als gevolg van de restverontreinigingen in de bodem (grond en grondwater) ter plaatse van het geïsoleerde gedeelte besproken. De mogelijke blootstellingsroutes voor de mens en de verspreiding in de verschillende milieu compartimenten worden respectievelijk in subparagraaf 10.9.1 en 10.9.2 behandeld. Aangenomen wordt dat de toekomstige bestemming dezelfde is als de huidige bestemming.

10.9.1 Risico voor de mens

Door een inschatting van de mogelijke blootstellingsroutes worden de contactmogelijkheden van de mens met de verontreinigingen in de grond en het grondwater bepaald. Wanneer de verontreinigingen in contact komen met de mens kunnen gezondheidseffecten optreden. Voor de beschrijving van de blootstellingsroutes en de gezondheidseffecten wordt verwezen naar paragraaf 8.9.1.

Evaluatie

Aangezien ook bij deze variant het grootste deel van de verontreinigingen wordt geïsoleerd, wordt voor de evaluatie eveneens naar paragraaf 8.9.1 verwezen.

De mogelijke blootstellingsroutes van de verontreinigingen na grondsanering/isolatie en grondwatersanering zijn in de bijlage 10A weergegeven.



10.9.2 Risico's voor het milieu

Door een inschatting van de mogelijke verspreiding in en via de milieucompartimenten wordt de belasting van het milieu bepaald. De mogelijke verspreidingsvormen zijn in paragraaf 8.9.2 opgenomen.

Evaluatie

Voor de beschrijving van risico's voor het milieu wordt verwezen naar paragraaf 8.9.2. Het verschil tussen variant 12 en 13 is dat de risico's voor verdere verspreiding in het milieu groter zijn aangezien de bronnen (puur produkt) niet worden verwijderd.

De verspreidingsmogelijkheden van de verontreiniging in en via de milieucompartimenten na de grondsanering, isolatie en grondwatersanering zijn in bijlage 10B weergegeven.

10.9.3 Conclusies

Voor de risico's voor de mens en het milieu met betrekking tot de verspreiding van de aangetoonde verontreinigingen worden verwezen naar paragraaf 8.9.3.

Het risico voor verspreiding is echter groter dan bij variant 12 aangezien de bronnen van verontreiniging binnen het geïsoleerde gedeelte niet zijn verwijderd.

10.10 Kosten

Bij de kostenraming van deze saneringsvariant zijn dezelfde posten als bij de variant 4 aangehouden. De kostenraming voor de grondsanering en de isolatie is in bijlage 15 opgenomen. De kosten voor de grondwatersanering is in bijlage 13B opgenomen. De tijdsduur van de grondontgraving en het plaatsen van de damwand wordt geschat op circa 6 werkweek.

De kosten voor de grondsanering, isolatie en nazorg bedragen circa 2 miljoen gulden inclusief 10 % onvoorzien en 0,5 % voor een bodemverzekering. Het berekende bedrag is exclusief BTW.

Bij de kostenraming voor de nazorg is de kapitalisatiefactor gebruikt voor vervanging van de voorzieningen na honderd jaar (0,02). Voor wat betreft de jaarlijks terugkomende kosten is met de factor 24,5 gerekend.

De kosten voor de grondwatersanering bedragen circa 3,8 miljoen gulden inclusief 10 % onvoorzien en 0,5 % voor een bodemverzekering. Het berekende bedrag is exclusief BTW.

De totale kosten voor de bodemsanering volgens variant 13 zijn dus circa 5,8 miljoen gulden. In tabel 10.11 is een overzicht van de kostenraming gepresenteerd.



Tabel 10.11: Overzicht kostenraming saneringsvariant 13

POST	OMSCHRIJVING		PRIJS (excl.BTW)
1.	ALGEMENE VOORBEREIDING	f	58.300
2.	VOORBEREIDING GRONDSANERING	f	10.000
3.	UITVOERING GRONDSANERING	f	149.500
4.	AFWERKING SANERINGSLOCATIE	f	2.000
5.	ISOLATIE	f	667.200
6.	GEKAPITALISEERDE NAZORG	f	899.598
7.	GRONDWATERSANERING	f	3.430.370
	Subtotaal	f	5.216.968
	Onvoorzien 10%	f	521.697
	Bodemverzekering 0,5%	f	28.693
	TOTAAL	f	5.767.358



11. BEOORDELING SANERINGSVARIANTEN

11.1 Toetsingscriteria

Beoordelingssysteem

Na de uitwerking van de vier verschillende saneringsvarianten in voorgaande hoofdstukken, dient per variant een beoordeling en weging plaats te vinden, zodanig dat uiteindelijk een keuze voor de locatie meest optimale variant kan plaatsvinden. De saneringsvariant, die geselecteerd worden, zal dan in het saneringsplan volledig worden beschreven. De aspecten ten behoeve van de beoordeling van de saneringsvarianten zoals geformuleerd door de opdrachtgever zijn in § 6.3 opgenomen.

Hiernavolgend is het beoordelingssysteem zoals door de opdrachtgever voorgesteld beschreven.

Bij deze methode wordt per beoordelingsaspect elke variant ten opzichte van de andere varianten beoordeeld met behulp van een rangordescore. Uitgegaan wordt van een maximale score per variant van 9, met een totaalscore per criterium (milieuhygiënisch, uitvoeringstechnisch, financieel en maatschappelijk) van het aantal varianten, vermenigvuldigd met het gemiddelde van de mogelijk te geven punten van 1 tot en met 9. Bij vier varianten geldt een totaalscore van 4 maal 5 is 20.

De onderlinge beoordeling (binnen een criterium) van de aspecten vindt plaats door middel van een gewichtverdeling per criterium en vervolgens onderverdeling naar individuele aspecten. De door de Provincie geaccepteerde saneringsmethoden gaan uit van een totale gewichtscore van 100. De evaluatie van de saneringsvarianten vindt plaats door de gewogen totaalscore met elkaar te vergelijken, waarbij de variant met een hoogste score de voorkeur heeft om in uitvoering te nemen.

11.2 Beoordeling saneringsvarianten

Ten behoeve van de beoordeling is een beoordelingstabel (tabel 11.3) ingevuld door HASKONING.

Hiernavolgend wordt per criterium de motivatie gegeven voor de gegeven waardering per aspect.

11.2.1 Milieuhygiënisch

Verspreiding ondiep en diep

Na de sanering volgens variant 1 is de kans op verspreiding in de bodem niet aanwezig, vandaar dat hier de maximale waardering is gegeven. Wanneer de sanering volgens de varianten 4, 12 en 13 wordt uitgevoerd is in principe de kans op verspreiding klein. Deze kans, met name in de diepte, is bij variant 13 het grootst aangezien hier het grootste gedeelte van de verontreinigingen achter blijft. Deze variant krijgt dan ook de laagste waardering. Bij variant 4 wordt één bron verwijderd, daarom is een lagere waardering gegeven dan aan variant 12 waarbij twee bronnen worden verwijderd.

Restverontreiniging

Bij variant 1 wordt de hoogste score gegeven aangezien er geen restverontreinigingen achterblijven. Variant 13 krijgt de laagste waardering aangezien de restverontreiniging hier het grootst is. Bij variant 12 en 13 is voor wat betreft dit aspect dezelfde waardering gegeven.



Functiegevoeligheid uitvoering

Aangezien bij variant 1 een eenvoudige techniek wordt toegepast (ontgraven) wordt hier wederom de hoogste waardering gegeven. Bij de overige varianten is het functioneren van het onttrekkingssysteem ten behoeve van de geohydrologische isolatie en de waterdichtheid van de damwand cruciaal voor het bereiken van de gestelde doelstelling (voorkomen van verdere verspreiding in de grond en het grondwater). Bij variant 4 is het te isoleren gedeelte het kleinst; daarom is de waardering bij deze variant hoger dan bij de varianten 12 en 13. Bij variant 12 zijn de beide bronnen verwijderd: 12 krijgt dus een hoger score dan 13.

Functiegevoeligheid locale situatie

Aangezien bij variant 1 de verontreiniging wordt ontgraven, is voor wat de functiegevoeligheid betreft de score het hoogst maar het verschil met de varianten 4 en 12 is klein, aangezien er binnen een damwandconstructie wordt ontgraven. De kans op restverontreinigingen buiten de damwand is aanwezig. Bij variant 13 is de functiegevoeligheid het laagst gewaardeerd omdat hier de grootste restverontreiniging moet worden beheerst. Voor wat betreft de varianten 4 en 12 is 12 hoger gewaardeerd aangezien bij 12 de beide bronnen zijn verwijderd en derhalve op de lange termijn minder nalevering in het grondwater wordt verwacht.

Controleerbaarheid

De ontgraving bij variant 1 is goed controleerbaar dus wederom wordt hier de hoogst waardering gegeven. De controleerbaarheid bij de overige varianten verschilt weinig. De scores voor dit aspect zijn derhalve gelijk.

Beheersbaarheid

De ontgraving bij variant 1 is goed beheersbaar, dus wederom wordt hier de hoogste waardering gegeven. De laagste waardering krijgt variant 13 omdat de restverontreinigingen het grootst zijn en de bronnen niet zijn verwijderd. 12 scoort hoger dan 4 omdat met name de verspreiding vanuit de bronnen bij 4 moeilijk beheersbaar is.

Milieu-effect uitvoering

De negatieve effecten op het milieu bij de uitvoering van variant 1 zijn het grootst. Bij deze variant wordt het meeste energie verbruikt. (Plaatsen damwand, ontgraven grond, bemalen, transport van verontreinigde grond, reinigen en storten verontreinigde grond, aanvullen ontgraving etc.) De waardering bij dit aspect is bij variant 1 het laagst. Aangezien bij variant 13 veel minder energie wordt verbruikt voor de uitvoering, scoort deze het hoogst. Voor wat betreft de varianten 4 en 12 wordt dezelfde waardering gegeven aangezien het geschatte energie verbruik bij beiden gelijk is.

Milieu-effect eindfase

In de eindfase is het milieu-effect van variant 1 het grootst, omdat met de grootste zekerheid kan worden gesteld dat alle verontreiniging is verwijderd. Bij variant 13 is het effect het kleinst aangezien de grootste verontreinigingen achter blijven. Bij variant 12 worden de twee bronnen verwijderd en derhalve wordt aangenomen dat het uiteindelijke effect (voorkomen van nalevering en risico's voor verspreiding) het grootst is. De score voor 12 is daarom hoger dan die van variant 4.



11.2.2 Uitvoeringstechnisch

Uitvoerbaarheid

Saneren volgens variant 1 is een omvangrijke operatie waarbij vele meters damwand geplaatst moeten worden. De gehele sanering duurt het langst. De waardering voor wat betreft dit aspect is daarom laag. Variant 13 is praktisch gezien het eenvoudigste uit te voeren en neemt het minste tijd in beslag, daarom wordt hier de hoogste waardering gegeven. Voor wat betreft de varianten 4 en 12 is de tijdsduur ongeveer gelijk echter is de uitvoering (ontgraving van de twee bronnen) van variant 12 complexer. Variant 12 scoort dus lager.

Geohydrologische en grondmechanische consequenties

Bij variant 1 wordt het gehele te saneren gebied ontgraven en bemalen; tevens dient, ter hoogte van de voormalige haven, een onderbemaling te worden uitgevoerd. De geohydrologische en grondmechanische consequenties ten opzichte van de andere varianten zijn het grootst. Bij variant 13 wordt er geen grond ontgraven onder de grondwaterspiegel, alleen de tuinen worden ontgraven zoals bij al de andere varianten. De consequentie zijn hier het laagst. Bij variant 4 moet eveneens een vacuumbemaling worden ingericht. De geohydrologische en grondmechanische consequenties ten opzichte van variant 12 zijn groter aangezien bij variant 12 het grondwater verlaagd wordt door middel van een open bemaling. De te onttrekken hoeveelheden water bij deze variant zijn lager aangezien de omvang van de ontgravingen beperkt met name, wanneer een sleufbekisting wordt toegepast.

Flexibiliteit

Aangezien bij al de varianten een damwand wordt geplaatst (damwandcompartimenten voor ontgraving en damwand voor isolatie) is voor wat betreft de flexibiliteit voor al de varianten dezelfde waardering gegeven.

Hinder en overlast

Bij uitvoering van variant 1 is de hinder en overlast zeer groot, verkeer zal tijdelijk omgelegd moeten worden en afvoer en aanvoer van grond veroorzaakt extra vrachtverkeer. De waardering is daarom het laagst bij deze variant. Variant 12 levert eveneens overlast, maar dan voor een kortere periode. Variant 4 geeft aanzienlijk minder overlast dan de varianten 1 en 12. De werkzaamheden beperken zich tot in het talud aan de Maasdamse Weg. Bij variant 13 wordt zoals bij de andere varianten in de tuinen gegraven en een damwand geplaatst ten behoeve van de isolatie. Bij al de andere varianten worden meer werkzaamheden verricht die overlast veroorzaken. Derhalve scoort 13 het hoogst bij dit aspect.

Duurzaamheid

De ontgraving is een éénmalige operatie en is derhalve het meest duurzaam. Bij al de overige varianten wordt een isolatie scherm en een onttrekkingssysteem geplaatst waarvan de duurzaamheid gelijk is.

11.2.3 Financieel

Ten behoeve van de vergelijking van de kosten is hiernavolgend een tabel opgenomen waarin alle kosten van de 4 varianten zijn opgenomen. In het bovenste gedeelte zijn de posten opgenomen zoals in de kostenramingen uit de bijlagen. In het onderste gedeelte van de tabel zijn de kosten gesplitst naar de facetten zoals opgenomen in het voorgestelde beoordelingssysteem door de opdrachtgever. Gezien de verhouding van de



verschillende bedragen en de voorgestelde wegingsfactoren (investeringskosten 11; herinvesteringskosten 9; beheers- en onderhoudskosten 10 en kosten calamiteiten 4) wordt voorgesteld om de eerste drie aspecten samen te voegen en met de factor 30 te rekenen.

Tabel 11.2: Overzicht kostenramingen saneringsvarianten 1, 4, 12 en 13

OMSCHRIJVING	VARIANTEN	PRIJS (excl.BTW)			
		1	4	12	13
1. ALGEMENE VOORBEREIDING	f	58.300	58.300	58.300	58.300
2. VOORBEREIDING GRONDSANERING	f	2.183.375	555.750	277.000	10.000
3. UITVOERING GRONDSANERING	f	8.260.000	1.747.750	1.055.950	149.500
4. AFWERKING SANERINGSLOCATIE	f	71.725	20.000	25.000	2.000
5. ISOLATIE	f		608.000	667.200	667.200
6. GEKAPITALISEERDE NAZORG	f		829.090	899.598	899.598
7. GRONDWATERSANERING	f	4.761.620	3.430.370	3.430.370	3.430.370
Subtotaal	f	15.335.020	7.249.260	6.413.418	5.216.968
Onvoorzien 10%	f	1.533.502	724.926	641.342	521.697
Bodemverzekering 0,5%	f	84.343	39.871	35.274	28.693
TOTAAL	f	16.952.865	8.014.057	7.090.034	5.767.358

Investeringskosten	f	15.263.295	6.400.170	5.488.820	4.315.370
Herinvesteringskosten	f	71.725	20.000	25.000	2.000
Beheers- en onderhoudskosten	f	0	829.090	899.598	899.598
Subtotaal	f	15.335.020	7.249.260	6.413.418	5.216.968

Investerings-; herinvesterings-; beheers- en onderhoudskosten

De kosten van de varianten 1, 4, 12 en 13 verhouden zich respectievelijk als 2,6 : 1,4 : 1,2 : 1. De puntenwaardering van de varianten heeft dezelfde omgekeerde evenredige verhouding gekregen.

Kosten calamiteiten

De kosten bij een eventuele calamiteit bij het ontgraven (variant 1, 4 en 12) zijn hoog. Aangezien bij variant 1 het meeste wordt ontgraven wordt hier de laagste waardering gegeven. Bij variant 4 wordt over een groter gedeelte ontgraven dan bij variant 12 met name als sleufbekisting wordt toegepast. Derhalve scoort 4 lager dan 12 en 12 lager dan 13.

11.2.4 Maatschappelijk

Voorbereidingsperiode

De voorbereidingsperiode voor variant 1 is het langst voor variant 13 is deze periode het kortst. De voorbereidingsperiode bij variant 4 en 12 is nagenoeg gelijk.

Risico-acceptatie

Het risico bij uitvoering van variant 1 is het grootst. Bij het ontgraven binnen een damwandconstructies met een grondwaterstandsverlaging zijn de risico's bij uitvoering voor calamiteiten groter dan wanneer er alleen een damwand wordt geplaatst ten behoeve van isolatie. Variant 13 krijgt derhalve de hoogst waardering. Bij dit aspect krijgen de varianten 4 en 12 dezelfde waardering.



Psychosociale consequenties

Bij variant 1 wordt de volledige verontreiniging verwijderd en de multifunctionaliteit wordt hersteld. De overlast voor de omwonende is echter maximaal. De score is voor wat betreft dit aspect het hoogst bij variant 1 het verschil met de andere is echter niet maximaal vanwege de grote overlast. Variant 13 scoort het laagst aangezien de gehele verontreiniging wordt geïsoleerd. De score bij variant 12 is hoger dan bij 13 aangezien de bronnen worden verwijderd hierdoor is de nalevering gedurende de isolatie periode kleiner dan bij variant 13. De overlast bij variant 12 is echter groter. Derhalve is het verschil niet groot. Variant 4 krijgt een iets hogere waardering dan 12 en 13 aangezien één bron wordt verwijderd en de overlast ten opzichte van variant 12 kleiner is.

Mogelijkheden terreingebruik na sanering

De mogelijkheden betreffende het terreingebruik na de sanering volgens variant 1 zijn maximaal, de multifunctionaliteit is hersteld. Het mogelijke terreingebruik na sanering volgens variant 4, 12 en 13 zijn nagenoeg gelijk. Variant 1 krijgt de hoogste waardering, de overige varianten krijgen het zelfde aantal punten.

11.3 Samenvatting

In deze paragraaf is het hierbovengestelde per variant kort beschreven. Deze samenvatting maakt het mogelijk een overzicht van de beoordeling van de varianten te krijgen.

Variant 1

De multifunctionaliteit wordt geheel hersteld, er blijven geen verontreinigingen achter en kans op verdere verspreiding is uitgesloten. Ontgraven is eenvoudig en goed controleer- en beheersbaar. Gedurende de ontgraving is het effect op het milieu negatief. De gehele operatie is langdurig en uitgebreid. Ontgraven onder de grondwaterspiegel levert risico's op voor zetting. De ontgraving binnen de damwandconstructie is niet flexibel. Daarnaast veroorzaakt het volledig ontgraven veel hinder en overlast voor de omgeving. Echter als de verontreiniging is gesaneerd, is dit voor altijd. Een groot nadeel is dat deze sanering het duurst is. Maatschappelijk gezien is dit aanvaardbaar, aangezien de verontreiniging geheel wordt verwijderd.

Variant 4

De multifunctionaliteit wordt alleen hersteld in de tuinen aan de Gorsdijk en ter plaatse van het talud aan de Maasdamse Weg. Het overige deel van de verontreiniging blijft achter, de kans op verspreiding van de verontreiniging blijft aanwezig. Het waterdicht zijn van de damwand en de onttrekking van grondwater is cruciaal voor het functioneren van de isolatiemaatregelen. Ook deze techniek is beheersbaar, weliswaar in mindere mate dan bij variant 1. Het milieu-effect is minder negatief bij uitvoering, echter is de eindfase voor wat betreft het milieu-effect aanzienlijk minder positief. De uitvoering van deze variant is veel minder ingrijpend als variant 1 en de risico's voor zetting zijn veel kleiner. De werkzaamheden zijn, zoals bij variant 1, niet flexibel. De hinder en overlast zijn echter aanzienlijk minder. De duurzaamheid is beperkt, de damwand zal op den duur vervangen moeten worden. De kosten zijn circa de helft dan de kosten voor algehele ontgraving van de verontreiniging. Maatschappelijk gezien is de gehele operatie minder aanvaardbaar, aangezien het probleem niet definitief wordt opgelost.



Variant 12

De multifunctionaliteit bij deze variant wordt alleen hersteld in de tuinen aan de Gorsdijk. Het overige deel van de verontreiniging blijft achter met uitzondering van de twee bronlocaties. Hierdoor is de kans op verspreiding geringer dan bij variant 4. Aangezien de twee puntbronnen worden gesaneerd, is het waterdicht zijn van de damwand en onttrekken van grondwater minder van belang. De isolatiemaatregelen zijn beter te controleren en te beheersen. Het negatieve milieu-effect tijdens uitvoering is enigszins groter, in de eindfase is het milieu-effect gunstiger.

Voor wat betreft de uitvoerbaarheid wordt gesteld dat de gehele operatie complexer is, de gevaren voor zettingen zijn echter minimaal. Ook deze operatie is niet flexibel en de hinder en overlast zijn groter dan bij variant 4. Ten opzichte van variant 4 is deze operatie duurzamer. De puntbronnen zijn verwijderd, nazorg zal op den duur minder zijn. De kosten zijn iets hoger dan de kosten voor variant 4, maar maatschappelijk is dit aanvaardbaar aangezien de twee puntbronnen zijn verwijderd.

Variant 13

Ook hier wordt de multifunctionaliteit alleen in de tuinen aan de Gorsdijk hersteld. Het overige deel blijft achter, evenzo de twee puntbronnen. Hierdoor is de kans op verspreiding groter dan bij 12.

Deze operatie is gemakkelijk uitvoerbaar, de gevaren voor zetting zijn minimaal. De sanering is niet flexibel. De hinder en overlast zijn echter minimaal. De damwanden zullen in de loop ter tijd vervangen moeten worden. De gehele operatie is goedkoper dan 12. Maatschappelijk gezien is de operatie minder aanvaardbaar, aangezien de bronnen niet zijn verwijderd.

11.4 Conclusies

Eerste weging

Uit de som van de verschillende waarderingen (tabel 11.3) blijkt dat de variant 12 en 13 nagenoeg een gelijke score hebben. De hoogste waardering heeft variant 12 gekregen. Dit wordt met name bepaald door de waardering bij het milieuhygiënische criterium.

Variant 1 en 4 hebben een totaal score die gelijk is. Ondanks de hoge score bij het milieuhygiënische criterium is de totale waardering bij variant 1 niet hoger. Dit komt voornamelijk door de lage score bij het financiële criterium en bij de uitvoering van variant 1.

Concluderend wordt gesteld dat bij toepassing van de voorgestelde wegingsfactoren het afgraven van de tuinen aan de Gorsdijk en daarna de restverontreiniging volledig isoleren, waarbij de bronnen worden verwijderd, de beste variant lijkt om in uitvoering te nemen. Echter is het verschil tussen 12 en 13 dermate klein dat de totaal score, verkregen door het toepassen van de voorgestelde waarderingen, geen duidelijke motivatie vormt voor het uitvoeren van de sanering volgens variant 12.

Tweede weging

Als het gewicht van het milieuhygiënische criterium van 34 wordt verhoogd naar 40 en de toegevoegde extra 6 punten worden verminderd bij het uitvoeringscriterium en het maatschappelijke criterium (elk met 3). Het financiële criterium heeft dezelfde waarde gehouden.



Het blijkt dan opnieuw dat variant 12 het hoogste scoort, het verschil met 13 is nu duidelijk groter. Variant 4 scoort nu lager dan variant 1 aangezien het milieuhygiënische criterium bij variant 1 bijna twee maal hoger is dan bij variant 4.

Derde weging

Een andere benadering kan zijn dat het milieuhygiënische criterium en het financiële criterium een sub totaal van elk 37 krijgen. De toegevoegde extra 6 punten worden ook hier verminderd bij het uitvoeringscriterium en het maatschappelijke criterium, elk met 3.

Hieruit blijkt opnieuw dat variant 12 het hoogste scoort alleen is het verschil met 13 nu minder groter. Variant 4 scoort nu hoger dan variant 1 aangezien het verschil bij het milieuhygiënische criterium tussen variant 1 en variant 4 nu kleiner is. Tevens is het verschil tussen de waarderingen bij variant 12 en 13, voor wat betreft het financiële criterium, nagenoeg gelijk gebleven.

Vierde weging

Bij deze laatste weging heeft het financiële criterium de extra 6 punten gekregen. De toegevoegde extra 6 punten worden ook hier verminderd bij het uitvoeringscriterium en het maatschappelijke criterium, elk met 3.

Hieruit blijkt opnieuw dat variant 12 het hoogste scoort alleen is het verschil met 13 nu kleiner. Variant 4 scoort nu duidelijk hoger dan variant 1 aangezien het financiële criterium bij variant 1 meer dan twee maal lager is dan bij variant 4.

Algemene conclusie

De algemene conclusie is dat de uitvoering volgens variant 1 en 4 in alle gevallen lager scoort. Variant 12 scoort in alle gevallen het hoogst alleen is bij een waardering waarbij het accent op het milieucriterium ligt het verschil met 13 het duidelijkst. Naar mate het financiële criterium zwaarder weegt wordt het verschil kleiner.



Tabel 11.3: "NEUTRALE" BEOORDELING EERSTE WEGING

BEOORDELINGSASPECTEN	GEWICHT	SANERINGSVARIANT				Totaal score per aspect
		1	4	12	13	
MILIEUHYGIËNISCH						
Verspreiding ondiep	6	9	4	6	1	20
Verspreiding diep	5	9	4	6	1	20
Restverontreinigingen	1	9	5	5	1	20
Functiegevoeligheid uitvoering	4	9	5	4	2	20
Functiegevoeligheid locale situatie	3	8	5	4	3	20
Controleerbaarheid	3	8	4	4	4	20
Beheersbaarheid	4	9	4	5	2	20
Milieu-effect uitv.	2	1	5	5	9	20
Milieu-effect eindfase	6	9	4	5	2	20
Subtotaal	34	260	146	171	79	
UITVOERINGSTECHNISCH						
Uitvoerbaarheid	5	2	6	5	7	20
Geohydr.+ grondmech. consequenties	3	1	4	6	9	20
Flexibiliteit	3	5	5	5	5	20
Hinder en overlast	3	1	7	3	9	20
Duurzaamheid	8	8	4	4	4	20
Subtotaal	22	95	110	99	136	
FINANCIEEL						
Investeringskosten Herinvesteringskosten Beheers- en onderhoudskosten	30	2	5	6	7	20
Kosten bij calam.	4	1	5	6	8	20
Subtotaal	34	64	170	204	242	
MAATSCHAPPELIJK						
Vorbereidingsperiode	1	1	5	5	9	20
Risico-acceptatie	3	1	5	5	9	20
Psychosociale conseq.	1	8	5	4	3	20
Mogelijkheden terrein gebruik na sanering	5	8	4	4	4	20
Subtotaal	10	52	45	44	59	
TOTAAL	100	471	471	518	516	