

- TWEEDE CONCEPT-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**

SEPTEMBER 1992



HASKONING

Koninklijk Ingenieurs-
en Architectenbureau

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

- TWEEDE CONCEPT-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**

SEPTEMBER 1992



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 methode saneringsvarianten tweede fase	26
	6.4 Beoordeling saneringsvarianten	27

VERVOLG INHOUDSOPGAVE
BLZ.

7.	VARIANT 1 HERSTEL MULTIFUNCTIONALITEIT	29
7.1	Opzet sanering	29
7.2	Inrichting werkterrein	29
7.3	Vorbereiding	30
7.3.1	Algemeen	30
7.3.2	Damwand	30
7.4	Grondsanering	31
7.4.1	Ontgraving	31
7.4.2	Bemaling	32
7.4.3	Spanningsbemaling	32
7.4.4	Zettingsrisico's	33
7.5	Grondwatersanering	33
7.5.1	Algemeen	33
7.5.2	Maasdamse Weg en Beverhoekstraat	34
7.5.3	Noordzijde insteekhaven	35
7.5.4	Voormalige haven	36
7.6	Milieukundige begeleiding	36
7.6.1	Grondsanering	36
7.6.2	Grondwatersanering	37
7.7	Wet- en regelgeving	38
7.7.1	Veiligheid	38
7.7.2	Vergunningen en ontheffingen	39
7.8	Restrisico's en nazorg	40
7.9	Kosten	41

BIJLAGEN

1.	Ligging saneringslocatie
2.	Situatieschets voormalig bedrijfsterrein en haar omgeving
3A.	Situatieschets met grondwaterverontreinigingssituatie
3B.	Situatieschets met grondwaterverontreinigingssituatie noordzijde
4.	Situatieschets met grondverontreinigingssituatie en kabels en leidingen
5.	Dwarsdoorsneden saneringslocatie 1 tot en met 6
6A.	Hoeveelheden verontreinigde grond zoals bepaald in nader onderzoek
6B.	Hoeveelheden verontreinigde grond zoals bepaald in saneringsonderzoek
7.	Beoordelingsclausule SCG (nog niet van toepassing)
8.	Situatieschets saneringsvariant 1B
9A.	Damwandgegevens ontgraving
9B.	Damwandgegevens en bemalingsdebieten per ontgravingscompartimenten
10.	Grondwatersanering en isohypsenpatroon
11A.	Blootstelingsroutes na grondsanering en na grondwatersanering
11B.	Verspreidingsmogelijkheden na grondsanering en na grondwatersanering
12A.	Kostenraming grondsaneringsvariant 1
12B.	Kostenraming grondwatersaneringsvariant 1

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 naar de bodem 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 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 onderzoek 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 onderzoek Fase I:

actualisatie van de grondwaterverontreinigingssituatie;
bepaling van de locale achtergrondwaarden;
maken van een basiskaart.

Nader onderzoek fase II:

omvangsbepaling grond- en grondwaterverontreiniging.

Nader onderzoek fase III:

omvangsbepaling grondwaterverontreiniging;
omvangsbepaling grondverontreiniging gedempte haven;

Nader onderzoek 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 onderzoek 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 noordwestelijke richting;
- de grondwaterverontreiniging kan zich niet in verticale richting verspreiden als gevolg van kwel;
- bij direct contact met de oppervlakkige verontreiniging treedt met name voor kinderen een verhoogd blootstellingsrisico's 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 kunnen enkele 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 14 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 14 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 13) 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 een selectiemethode beschreven ten behoeve van de keuze voor saneringsvarianten die in de tweede fase van het saneringsonderzoek kunnen worden uitgewerkt.

In paragraaf vier worden de verschillende varianten besproken vanuit de geformuleerde toetsingscriteria. De bespreking moet voldoende informatie verschaffen zodat de opdrachtgever een juiste keuze kan maken voor enkele varianten die in de tweede fase kunnen worden uitgewerkt.

In de laatste paragraaf van hoofdstuk 6 wordt ingegaan op de te treffen noodzakelijke maatregelen en voorzieningen wanneer de daadwerkelijke sanering zou moeten worden uitgesteld.

1.4 Opzet tweede fase

De tweede fase wordt beschreven in de hoofdstukken die na hoofdstuk 6 volgen. Omdat in principe altijd zodanig moet worden gesaneerd dat de multifunctionaliteit wordt hersteld is deze variant reeds in hoofdstuk 7 uitgewerkt.

De te beschrijven overige varianten zijn afhankelijk van de keuzen van de opdrachtgever. Deze keuze kan gemaakt worden uit 13 mogelijke saneringsvarianten uit fase 1.

In hoofdstuk 7 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 uitgevoerd en in een aparte bijlage opgenomen. De kostencalculatie is 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.

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 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 Beverhoeksestraat. 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 lopen sloten aan de voet van de verschillende dijken. 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. De laagste gedeelten 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

Allereerst wordt de geologie en de bodemopbouw van de saneringslocatie en haar omgeving behandeld. Vervolgens wordt de geohydrologie besproken. De gegevens zijn afkomstig van het nader onderzoek (DHV, 1986) rapport, nr. 1-3346-41-10, het aanvullend nader onderzoek 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

Regionale situatie

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 25 m. Het onderliggend eerste watervoerend pakket wordt gevormd door circa 10 m dik grofzandige afzettingen welke 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.

Locale situatie

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, 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 (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 (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 (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, 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 kleiig 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 (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, profielen 4 en 6) terwijl deze in noordelijke richting zich doorzet en mogelijk deel uitmaakt van een groter veenpakket (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 (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 onderzoek, 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 insteehaven, 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 (G⁸)
- 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 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) verwezen.

3.1 Grond

De verontreinigingssituatie van de grond wordt voor de volgende vier gebieden (zie bijlage 8) beschreven:

- 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.

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

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 aangetroffen. 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 4210 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 3000 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 1500 m³ (circa 2600 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 circa 0,3 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 multifunctionaliteit bodem;
- gedeeltelijk herstel van 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 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 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 beoordeling 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 (hoofdstuk 6 tot en met 9) de geohydrologische situatie uitgebreid bestudeerd. Het doel van dit onderzoek is gegevens te verkrijgen die het mogelijk maken verschillende grondwatersaneringsvarianten te ontwerpen. 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 grondsanering representatieve 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 verdeeld:

- 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 kan 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).

De totale hoeveelheid van 10.150 m³ verontreinigde grond kan in deze 10 partijen bij het N.V. Service Centrum Grondreiniging (SCG) worden aangemeld. De beoordeling van het SCG zal (wanneer van toepassing) in bijlage 7 in het definitieve rapport van het saneringsonderzoek 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. In het onderhavige geval betekent dit dat de verontreinigde grond niet in aanmerking komt om te worden gestort.

Wanneer ondanks de beoordeling van SCG gedeelten van de verontreinigde grond 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 200,-- 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).

Verskillende 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. De firma Geokinetics te Delft heeft 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.

Afhankelijk van het SCG-besluit kan een proefreiniging met behulp van elektro-reclamatie op laboratoriumschaal definitief uitsluitel 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 genooddaakt 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 bezinktank 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 6.4, worden de uitgangspunten van de sanering in paragraaf 6.1 besproken. In paragraaf 6.3 wordt een beoordelingsmethode van de saneringsvarianten gepresenteerd. Op basis van deze beoordeling kunnen varianten geselecteerd worden die in de tweede fase worden 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, onder andere:

- het provinciaal beleid, welke 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 verontreinigd grondwater tot beneden de lozingsnormen.

6.2 Mogelijke saneringsvarianten

Naar aanleiding van de inventarisatie van de saneringslocatie en de bruikbare saneringsmethode 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.

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



len (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 delen 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.

Rondom de eerste vijf delen 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 vacuumbemaling. 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 van elders 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 deels met de schone bovengrond van de locatie, deels met schone grond van elders.

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 700 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 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 5 pompputten met volkomen filter worden onttrokken en vervolgens worden gezuiverd en/of geloosd. Op verschillende plaatsen worden drains aangebracht om de doorspoeling van stagnerend grondwater te bevorderen. De filterstelling 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 is. De totale kosten van de sanering zullen groter zijn dan 10 miljoen gulden. Ten behoeve van een goede selectie van saneringsvarianten wordt deze variant ongeacht de beoordeling in de tweede fase in hoofdstuk 7 (eerste hoofdstuk tweede fase saneringsonderzoek) gedetailleerd uitgewerkt. Derhalve wordt voorgesteld deze variant niet in de beoordeling mee te nemen.

6.2.2 Beperkt herstel functionaliteit

Van de twaalf varianten waarbij de functionaliteit van de bodem gedeeltelijk wordt hersteld, neemt het milieuhygiënisch rendement in de volgorde van variant 2 tot en met 13 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 kunnen per variant verschillen. 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.

Variant 2

Ontgraven van de sterk verontreinigde grond onder de Beverhoekstraat, de kade, de Havenstraat, het talud van de Maasdamseweg en 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 Maasdamseweg en een gedeelte van het talud van de Maasdamseweg en onder de havenstraat isoleren door middel van een damwand en beheersen door middel van enkele pomputten. 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 in het maatschappelijk opzicht gelijk zijn aan de eerste variant.

Variant 3

Ontgraven van de sterk verontreinigde grond onder talud-Maasdamseweg 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 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

Handwritten: Hw dus

Ontgraven sterk verontreinigde grond onder het talud van de Maasdamseweg en de matig verontreinigde grond uit de tuinen aan de Gorsdijk 38 en 40 in twee compartimenten. Hiervan één in een damwandconstructie. De restverontreinigingen isoleren controleren en beheersen. Het verontreinigd grondwater onttrekken en reinigen. Bij deze variant wordt alleen de verontreinigde grond ontgraven die het meeste 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 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 wordt onttrokken en gezuiverd. In vergelijking met variant 4 zullen de ontgravingskosten hoger zijn en het milieurendement lager aangezien deze bron zich minder dicht aan het oppervlak bevindt dan de bron 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 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 restverontreinigingen uit twee geïsoleerde delen bestaat (voormalige haven en Maasdamseweg).

Variant 7

Ontgraven sterk verontreinigde grond onder het talud van de Maasdamseweg en de matig verontreinigde grond uit de voormalige haven in twee damwand-compartimenten. Restverontreinigingen isoleren controleren en beheersen. Het verontreinigd grondwater wordt onttrokken en gereinigd. Het milieurendement is aanzienlijk lager. Functiebeperking zijn groter aangezien een deel van de restverontreiniging zich in de tuinen bevindt. De kosten voor het ontgraven zullen naar verwacht lager zijn dan bij variant 6 en 5 aangezien de verontreinigde grond onder het talud aan de Maasdamseweg ten opzicht van variant 6 eenvoudig is te ontgraven. Opgemerkt wordt dat de isolatie maatregelen vrij uitgebreid zullen zijn en mogelijk dat daardoor de totale saneringskosten relatief hoog zullen 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 wordt onttrokken en gereinigd. Voor wat betreft de verontreiniging ter plaatse van de kade zijn de kosten voor het ontgraven enigszins hoger. 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 damwand-compartiment. Restverontreinigingen controleren en beheersen. Het verontreinigd grondwater 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.

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 wordt onttrokken en gereinigd. De ontgravingskosten zullen relatief laag zijn. De isolatiemaatregelen zullen uitgebreid zijn.

Variant 11

Ontgraven sterk verontreinigde grond onder talud-Maasdamseweg in één damwand-compartiment. Restverontreinigingen isoleren, controleren en beheersen. Het verontreinigd grondwater 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.

Variant 12

Ontgraven matig verontreinigde grond uit de tuinen aan de Gorsdijk 38 en 40 in één compartiment. Restverontreinigingen isoleren controleren en beheersen. Het verontreinigd grondwater wordt onttrokken en gereinigd. Bij deze variant zijn de ontgravingskosten en waarschijnlijk de totale saneringskosten het laagst. De gehele operatie levert echter een relatief groot milieurendement op. Tuinen zijn na uitvoering weer multifunctioneel. De te isoleren restverontreinigingen zijn aaneengesloten.

Variant 13

Ontgraven matig verontreinigde grond uit de voormalige haven in één damwand-compartiment. Restverontreinigingen isoleren controleren en beheersen. Het verontreinigd grondwater wordt onttrokken en gereinigd. Bij deze variant zijn de ontgravingskosten laag, de isolatiemaatregelen uitgebreid en het milieurendement van de gehele operatie relatief laag.

isoleren,



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

TO = Totale Ontgraving
 DO = Deels ontgraven
 GW = Grondwater
 5j = Saneringsduur 5 jaar
 IBC = Isoleren Beheersen Controleren
 ° = Geraamde kosten
 ° = Geschatte kosten

6.2.3 Isoleren, controleren en beheersen

Variant 14

Variant 14 is de variant waarbij de volledige verontreiniging wordt 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 zijafdeling) moeten worden getroffen in deze tuinen. Daarbij zijn de functiebeperking maximaal. Het verontreinigd grondwater wordt onttrokken en gereinigd.

6.3 Selectie methode 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 toetsing 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;
- milieu-effect uitvoering;
- milieu-effect eindfase.

UITVOERINGS(TECHNISCH):

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

FINANCIËEL:

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

MAATSCHAPPELIJK:

- voorbereidingsperiode
- risico-acceptie
- psycho-sociale consequenties
- mogelijkheden na sanering

Beoordelingssysteem

Hiernavolgend is het beoordelingssysteem zoals door de opdrachtgever voorgesteld weergegeven.

Na de uitwerking in hoofdlijnen van de verschillende saneringsvarianten in voorgaande paragraaf, dient per variant een beoordeling en weging plaats te vinden, zodanig dat uiteindelijk een keuze voor de locatie meest-optimale variant(en) kan plaatsvinden. De saneringsvarianten die

geselecteerd worden zullen dan in de tweede fase van het onderzoek in detail worden 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 van het aantal varianten, vermenigvuldigd met het gemiddelde van de mogelijk te geven punten van 1 tot en met 9. Bij twaalf varianten geldt een totaalscore van 12 maal 5 is 60.

De onderlinge beoordeling van de aspecten vindt plaats door middel van een gewichtverdeling per groep en vervolgens onderverdeling naar individuele aspecten. De door de Provincie geaccepteerde saneringsmethode gaat 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 hoge score de voorkeur heeft.

6.4 Beoordeling saneringsvarianten

Ten behoeve van de beoordeling is hiernavolgend een lege beoordelingstabel opgenomen.

Tabel 7.1: "NEUTRALE" BEOORDELING

BEOORDELINGSASPECTEN	GEWICHT	SANERINGSVARIANT												Totaal score per aspect
		2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	
Milieuhygiënisch	6													
- verspreiding ondiep	5													60
- verspreiding diep	1													60
- restverontreinigingen	4													60
- functiegevoeligheid uitvoering	3													60
- functiegevoeligheid locale situatie	3													60
- controleerbaarheid	4													60
- beheersbaarheid	2													60
- milieu-effect uitv.	6													60
Subtotaal	34													
UITVOERINGSTECHNISCH														
- uitvoerbaarheid	5													60
- geohydr.+ grondmech. consequenties	3													60
- flexibiliteit	3													60
- hinder en overlast	3													60
- duurzaamheid	8													60
Subtotaal	22													



BEOORDELINGSASPECTEN	GEWICHT	SANERINGSVARIANT												Totaal score per aspect
		2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	
FINANCIEEL														
- investeringskosten	11													60
- herinvesteringskosten	9													60
- beheers- en onder- houdskosten	10													60
- kosten bij calam.	4													60
Subtotaal	34													
MAATSCHAPPELIJK														
- voorbereidingsperiode	1													60
- risico-acceptatie	3													60
- psycho-sociale conseq.	1													60
- mogelijkheden terrein gebruik na sanering	5													60
Subtotaal	10													
Totaal resultaat	100													

7. VARIANT 1 HERSTEL MULTIFUNCTIONALITEIT

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 de paragraaf 7.6 worden de wetten en regelgevingen die van toepassing zijn bij de uitvoering van een dergelijke sanering behandeld. Paragraaf 7.7 gaat in op de restrisico's en nazorg. In de laatste paragraaf 7.8 worden de kosten van de 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 onttrekkingssysteem 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 vervaardigen van stelconplaten welke 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 1-2 m³ water per uur.

De locatie van de wasplaats en de schone zone moet zodanig centraal 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 tijdelijke 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 welke 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 compartimenten 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 slechts 0,3 m-mv bedraagt.



In totaal moet er circa 530 m' damwand worden geplaatst met een totale oppervlakte van circa 8.260 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 en stempeling van de damwanden.

In bijlage 9 zijn de gegevens van de te plaatsen damwand in twee tabellen weergegeven. In bijlage 8 is een situatieschets opgenomen waar de locatie van de damwand is weergegeven. 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 bestaat uit teelaarde.

Bij deze variant wordt in totaal circa 30.000 m³ grond ontgraven, hiervan is circa 15.000 m³ niet en 15.000 m³ wel verontreinigd (zie bijlagen 6A en 6B). De berekende hoeveelheden op basis van het nader onderzoek (bijlage 6A) 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 aangeduid, 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 overige damwanden is de meest logische locatie gekozen. Ten overvloede wordt opgemerkt dat wanneer de damwand volgens de aangetoonde contouren 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. In de tabel van bijlage 6B staan de gegevens betreffende de ontgraving per compartiment gegeven.



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.

Voor elk onderscheiden compartiment geldt dat het benodigde bemalingsdebiët 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 bemalingsdebiët 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 bemalingsdebiët als totaal van de eerder genoemde vier waterstromen. Hieruit blijkt dat het maximale bemalingsdebiët 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 vacuumbemaling, waarbij de filters zich in een ring om de ontgraving bevinden. Nadat tijdens de ontgraving de grondwaterspiegel is bereikt, worden de filters (filterlengte 2 m, blind stuk 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 welke 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 bemalingsdebiët 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 grondwaterniveau binnen het compartiment 1 (voormalige haven) vindt plaatsing van de pompput en bevestiging aan de binnenzijde van de damwandconstructie plaats.



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 (2-3 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-Keeverling 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 , 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 onderzoek (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. De 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 concentratie-niveau 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 onderliggende 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 wordt 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 worden in een grind-



koffer 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 een 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 pomputten 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 de grondreinigingsbedrijven 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 verwerkingsmethode.

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/oppervlakte-water 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 verschillende 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 analyses uit de drie pakketten wordt gesteld op 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 controle monsters;
- 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/geinfiltreerde water en het verloop van de sanering gecontroleerd.

De hieronder beschreven analysepakketten en de frequenties zijn aannamen ten behoeve van een reële inschatting van 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.

7.7.1 Veiligheid

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, die van kracht zijn 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 3T.

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 proces-verbaal 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 vergunningstelsel 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 7-9 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.

Kapvergunning

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

Wanneer de grondverontreiniging geheel of gedeeltelijk door middel van ontgraving wordt verwijderd, moet een vergunning worden aangevraagd. Op basis van de Ontgrondingenwet (OGW) is GS bevoegd een vergunning voor het ontgronden te verlenen. Voor wat betreft de graafwerkzaamheden in de dijklichamen dient toestemming verkregen te worden bij Provinciale Waterstaten in Zuid-Holland en het Waterschap.

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 hinderwet-vergunning 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.

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 teerputten). 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 een Wet Verontreinigd Oppervlaktewater (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. Nagegaan moet worden welke voorwaarden op dit terrein van kracht zijn.

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 gebruiksbepaling 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 12A en voor de grondwatersanering in bijlage 12B 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 9,9 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 oplegging 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 15,2 miljoen gulden. In tabel 7.2 is een overzicht van de kostenraming gepresenteerd.

Tabel 7.2 Overzicht kostenraming saneringsvariant 1

POST	OMSCHRIJVING		PRIJS (excl.BTW)
1.	ALGEMENE VOORBEREIDING	f	58.300
2.	VOORBEREIDING GRONDSANERING	f	2.184.625
3.	UITVOERING GRONDSANERING	f	6.680.000
4.	AFWERKING SANERINGSLOCATIE	f	71.725
5.	GRONDWATERSANERING	f	4.761.620
		TOTAAL f	13.756.270
	Onvoorzien 10%	f	1.375.627
	Bodemverzekering 0,5%	f	75.659
		TOTAAL f	15.207.556

