



provincie noord-brabant



provincie limburg

ZWARE METALEN VERONTREINIGING IN DE KEMPEN

SANERINGSONDERZOEK SANERINGSGEBIED FASE 1A

RAPPORT

FEBRUARI 1989



TAUW Infra Consult b.v.

Raadgevend Ingenieursbureau voor
Milieu en Technologie,
Civiele Techniek en Bouwzaken,
Werktuigbouwkunde en Elektrotechniek



HASKONING

Koninklijk Ingenieurs-
en Architectenbureau

ZWARE METALEN VERONTREINIGING

IN DE KEMPEN

SANERINGSONDERZOEK

SANERINGSGEBIED FASE 1A

INHOUDSOPGAVE	BLZ
VOORWOORD	
SAMENVATTING	
1. INLEIDING	1
1.1 Algemeen	1
1.2. Totalschets van de zware metalenproblematiek in De Kempen	1
1.3 Samenvatting	6
2. DEFINIERING SANERINGSGEBIED FASE 1A (Onderdeel A)	7
2.1 Inleiding	7
2.2 Opzet van het onderzoek	8
2.3 Horizontale afbakening door onderzoek in clusters	9
2.4 Horizontale afbakening binnen saneringsgebied fase 1, Budel-Dorplein-Oost	12
2.5 Verticale afbakening	13
3. VERONTREINIGINGSSITUATIE SANERINGSGEBIED FASE 1A	16
3.1 Inleiding	16
3.2 Opzet van het onderzoek	16
3.3 Veldwerk	16
3.4 Chemisch onderzoek	17
3.5 Evaluatie gegevens	19
3.6 Samenvatting	23
4. SANERINGSCRITERIA	24
4.1 Inleiding	24
4.2 Uitgangspunten	24
4.3 Saneringsnormen	27
4.4 Beschrijving saneringsalternatieven	27
4.5 Beoordeling van de alternatieven	33
5. SANERINGSONDERZOEK SANERINGSGEBIED FASE 1A	36
5.1 Inleiding	36
5.2 Ontgraving	36
5.3 Nuttige toepassing	37
5.4 Tijdelijke opslag	38
5.5 Reiniging	39
5.6 Kwaliteit aanvulgrond	40
5.7 Herinrichtings- en herstelkosten	41

6. KOSTENRAMING	42
6.1 Alternatief I: terugsaneren tot de referentiewaarde	42
6.2 Alternatief IIA: saneren tot referentiewaarde met behoud van woningen en stenen opstallen en een diepte van 120 cm	44
6.3 Alternatief IIB: saneren tot referentiewaarde met behoud van woningen en stenen opstallen en een diepte van 200 cm	46
6.4 Alternatief III: saneren tot een waarden van cadmium van 2,5 mg/kg	48
6.5 Alternatief IV: saneren tot een diepte van 75 cm	50
7. CONCLUSIES EN AANBEVELINGEN	52

88/1478.47.08/1K
Coll.: LKO.c2/cla



I -

zoneringslijnen
saneringsplan

ers
ein

alaan
or v. Nestestraat
Routje
dijk
llelweg
ertusstraat
oor Verbrakelstraat

arrier
er Achterste Brug

apelweg
t
derzoek

erd op monstercode
e eenheden gesorteerd per straat en

e zinkassen gesorteerd per straat en

met Cd-concentraties $\geq 2,5$ mg/kg d.s.
met concentraties Cd \geq A-waarde of Zn
den

Cd-concentraties $\geq 2,5$ mg/kg d.s.
concentraties Cd \geq A-waarde of Zn of

kassen

n tuinen met Cd $\leq 2,5$ mg/kg d.s.

A laag 0 - 30 cm-mv
A laag 30 - 60 cm-mv
A laag 60 - 90 cm-mv
A laag 90 - 120 cm-mv en dieper
laag 0 - 30 cm-mv
laag 30 - 60 cm-mv
laag 60 - 90 cm-mv

6. KOSTENRAMING

- 6.1 Alternatief I: terugsaneren tot de re
- 6.2 Alternatief IIA: saneren tot referent
van woningen en stenen opstallen en e
- 6.3 Alternatief IIB: saneren tot referent
van woningen en stenen opstallen en e
- 6.4 Alternatief III: saneren tot een waa
2,5 mg/kg
- 6.5 Alternatief IV: saneren tot een diep

7. CONCLUSIES EN AANBEVELINGEN

88/1478.47.08/1K
Coll.: LKO.c2/cla

- II -

1478.47.07.08	Saneringsgebied fase 1	laag 90 - 120 cm-mv	en dieper
1478.47.09.02	Saneringsgebied fase IA	laag 0 - 30 cm	Cd \geq 2,5 mg/kg
1478.47.09.03	"	laag 30 - 60 cm	"
1478.47.09.04	"	laag 60 - 90 cm	"
1478.47.09.05	"	laag 90 - 120 cm	"
1478.47.09.09	Saneringsgebied fase IA	laag 0 - 30 cm	Cd \geq 1 mg/kg, Pb, Zn of As \geq ref. waarde
1478.47.09.10	"	laag 30 - 60 cm	"
1478.47.09.11	"	laag 60 - 90 cm	"
1478.47.09.12	"	laag 90 - 120 cm	"

1478.47.09.13 locaties peilbuizen

Voorwoord

Dit rapport is het resultaat van een onderzoek dat heeft plaatsgevonden in opdracht van de dienst Water, Milieu en Verkeer van de provincie Noord-Brabant en de hoofdgroep Verkeer, Waterstaat en Milieu van de provincie Limburg.

Het onderzoek werd uitgevoerd in het kader van de Interimwet Bodemsanering en vond plaats van mei 1987 tot en met januari 1989 en is begeleid door een werkgroep waarin de leden van de volgende instanties zitting hadden:

- Provincie Noord-Brabant, dienst WMV;
- Provincie Limburg, hoofdgroep VWM;
- Ministerie van VROM/DGM, directie DWB;
- Gemeente Budel;
- Gemeente Weert;
- Milieudienst Eindhoven;
- Inspectie van Volksgezondheid voor de hygiëne van het milieu voor de provincie Noord-Brabant, ook namens de Inspectie in de provincie Limburg;
- Koninklijk Ingenieurs- en Architectenbureau HASKONING;
- TAUW Infra Consult.

Het onderzoek heeft kunnen slagen dankzij de goede samenwerking in de werkgroep, die zich achter de inhoud van dit rapport stelt.

Samenvatting

In de inleiding is een totaalschets gegeven van de zware metalenproblematiek in de Kempen, met een samenvatting van een aantal conclusies en aanbevelingen.

Een van deze aanbevelingen namelijk: dat tuinen in particulier gebruik met een cadmiumconcentratie hoger dan 2,5 mg/kg d.s. op korte termijn gesaneerd dienen te worden, is in dit saneringsonderzoek verder uitgewerkt.

Het onderzoek is gefaseerd opgezet ten einde binnen de grenzen van een potentieel te saneren gebied, een prioritair saneringsgebied af te bakenen, waarin overwegend cadmiumconcentraties in de grond worden aangetroffen groter dan 2,5 mg/kg d.s. (zie hoofdstuk 2).

In de gemeenten Budel, Weert, Bergeyk en Valkenswaard zijn een aantal clusters van 5 à 7 woningen voor een nader bodemonderzoek geselecteerd, die binnen de cadmiumzônering van 2,5 mg/kg d.s. lagen. In de gemeente Budel waren dat vier clusters in Budel-Dorplein, nabij de fabriek Budelco en drie clusters in Budel-Schoot. In Bergeyk zijn twee clusters gekozen en in Valkenswaard één. In de gemeente Weert zijn een aantal locaties geselecteerd eveneens in de omgeving van Budelco.

De resultaten van dit onderzoek gaven aan dat de cadmiumconcentraties in de clusters in Budel-Dorplein te weten Marialaan/A. Stevenslaan en de Rector van Nestestraat overwegend hoger lagen dan 2,5 mg/kg d.s. Het gebied dat deze twee clusters omsluit is het saneringsgebied fase I genoemd.

Vervolgonderzoek in dit gebied toonde aan dat binnen het saneringsgebied fase I, het gebied rondom de cluster Marialaan/A. Stevenslaan op grond van de analyseresultaten beschouwd kan worden als een aaneengesloten gebied met overwegend de hoogste cadmiumconcentraties. Op deze wijze zijn de globale horizontale begrenzingen van het prioritair te saneren gebied vastgesteld, te weten het saneringsgebied fase IA.

Door middel van een bemonstering en analyses in de diepere lagen is vastgesteld dat na 60 cm minus maaiveld de concentratieniveaus overwegend beneden de 2,5 mg/kg d.s. liggen.

Het saneringsgebied fase IA bestaat uit 60 woningen waarvan de tuinen aan een gedetailleerd bodemonderzoek zijn onderworpen. Daartoe zijn de tuinen onderverdeeld in eenheden van ca. 500 m², die per laag van 30 cm tot 120 cm minus maaiveld zijn bemonsterd en geanalyseerd op een viertal zware metalen namelijk, Cd, Zn, Pb, en As. Tevens is de globale omvang van de op de erven aanwezige zinkassen vastgesteld. Onder de aangetroffen zinkassen is de grond eveneens onderzocht. Verder is in het gebied een vijftal peilbuizen geplaatst voor het grondwateronderzoek (zie hoofdstuk 3).

Uit het gedetailleerde onderzoek blijkt dat tot 60 cm minus maaiveld (overwegend teelaarde) voor bijna 90 % de 2,5 mg Cd/kg d.s. wordt overschreden. Een sterke afname van de cadmiumconcentratie is waar te nemen in de diepere lagen. Wordt echter getoetst op de referentiewaarden van de vier zware metalen dan wordt in de diepste laag 90-120 cm minus maaiveld nog een overschrijdingspercentage aangetroffen van bijna 90 %. Hetzelfde beeld is waar te nemen voor de grond onder de zinkassen.

In het grondwater overschrijdt zink driemaal en cadmium éénmaal de saneringswaarde.



In hoofdstuk 4 is de sanering van het saneringsgebied IA nader uitgewerkt. Omdat een grondwatersanering in het saneringsgebied fase IA niet geïsoleerd kan worden uitgevoerd is besloten de saneringsmaatregelen in dat gebied te beperken tot de vaste bodem.

Teneinde herverontreiniging van de omliggende gebieden te voorkomen wordt een overgangszone rondom het saneringsgebied eveneens gesaneerd. Brede wegen kunnen ook als een overgangsgebied functioneren.

De mogelijke verontreiniging van het grondwater door de zinkassen wordt als uitgangspunt gehanteerd voor de sanering van alle zinkassen op de erven.

Ten aanzien van de grondsanering zijn een aantal alternatieven nader belicht t.w.:

- I terugsaneren tot referentiewaarde, ook onder de bestaande woningen (multifunctionaliteit);
- IIA terugsaneren tot referentiewaarde met een maximum van 120 cm-mv. met behoud van woningen;
- IIB als I met behoud van woningen;
- III terugsaneren tot de waarde van Cd < 2,5 mg/kg d.s., ongeacht diepte;
- IV saneren tot een diepte van 75 cm.

De alternatieven I en II worden gezien als alternatieven waarbij de verontreinigde grond wordt weggenomen en moet leiden tot een duurzame oplossing tot herstel van de multifunctionaliteit van de bodem.

De alternatieven III en IV nemen de risico's weg ten aanzien van de volksgezondheid. Op basis van een toetsing van de alternatieven op de technische uitvoering, hinder en overlast, duur van de sanering, milieu-hygiënisch resultaat en de kosten is gekozen voor alternatief IV.

In de onderstaande tabel zijn een aantal significante gegevens van de vijf alternatieven samengevat.

Alternatief	hoeveelheid te saneren grond in m ³	totale globale geraamde sane- ringskosten mln.
I	138.300	96
IIA	68.300	36
IIB	118.700	59
III	30.200	19
IV	33.500	19

Ten behoeve van de daadwerkelijke sanering zal een saneringsplan moeten worden uitgewerkt, waarin met name voor de opslag van assen en de tijdelijke opslag van grond oplossingen gezocht moeten worden. Daarnaast zal door middel van reinigingsproeven in de praktijk de haalbaarheid van de grondreiniging moeten worden vastgesteld.

1. INLEIDING

1.1 Algemeen

Het project Zware-metalenverontreiniging in De Kempen is dit jaar in een stadium terecht gekomen, waarin maatregelen ter hand genomen kunnen worden ter voorkoming van risico's voor de volksgezondheid en om de verspreiding van de verontreiniging tegen te gaan. Vanaf 1983 zijn de onderzoeken in het kader van de Interimwet bodemsanering (IBS) uitgevoerd in opdracht van de provincies Noord-Brabant en Limburg. In de afgelopen jaren zijn een aantal onderzoeken uitgevoerd, waardoor een inzicht is verkregen in de problematiek van de Zware-metalenverontreiniging. Daarnaast is inzicht verkregen in de belangrijkste verspreidings- en blootstellingsroutes. Tevens is door het Ministerie VROM op basis van de conclusies uit de uitgevoerde onderzoeken toegezegd, dat het project "Zware-metalenverontreiniging in De Kempen" als "absoluut omvangrijk" wordt aangemerkt in het kader van de Interimwet bodemsanering.

In voorliggend rapport is als inleiding een overzicht gegeven van de Zware-metalenproblematiek in De Kempen. Op basis van dit overzicht en de adviezen van de gezamenlijke inspecteurs is vervolgens aangegeven waar in eerste instantie de aandacht op gevestigd wordt ten aanzien van de uit te voeren sanering. In hoofdstuk 2 is aangegeven hoe via een stapsgewijze aanpak van onderzoek gekomen is tot een afbakening van het gebied dat prioritair in aanmerking komt voor sanering (saneringsgebied fase 1A). In hoofdstuk 3 is op basis van een gedetailleerd onderzoek de verontreinigingssituatie aangegeven. De saneringscriteria waarop tuinen zullen worden gesaneerd zijn weergegeven in hoofdstuk 4. Ten slotte is in de hoofdstukken 5 en 6 respectievelijk het saneringsonderzoek en de begrotingen uitgewerkt.

1.2 Totaalschets van de Zware-metalenproblematiek in De Kempen

De totaalschets wordt beschreven in een historisch overzicht van de uitgevoerde onderzoeken m.b.t. Zware-metalenverontreiniging in De Kempen. Een samenvatting van de belangrijkste resultaten uit de diverse onderzoeken wordt gegeven in bijlage 1.1.

1.2.1 Historisch overzicht en samenvatting van de onderzoeken

In de jaren 1971 tot en met 1975 werd door het Instituut voor Bodemvruchtbaarheid (IB) te Haren de groei van gewassen bestudeerd op een grond met overmaat aan zink in de omgeving van de zinkfabriek in de Neerpelt (België). In de periode van 1978 tot en met 1981 heeft hetzelfde instituut uitvoerig onderzoek verricht naar de verontreiniging van grond en gewas met cadmium en zink in een gebied ten noordoosten van de zinkfabriek in het Belgische Neerpelt tot enkele kilometers vanaf de zinkfabriek (KZM/Budelco) te Budel-Dorplein (bijlage 1.2).



Bij dit onderzoek werden direct ten oosten van Luyksgestel in dit genoemde gebied cadmiumconcentraties in sla gemeten die de waren-wetnormen ruimschoots overschreden.

Omstreeks 1980 werd door verschillende instanties melding gemaakt van verhoogde cadmiumgehalten in het milieu in de Brabantse Kempen (Rijksinstituut voor Natuurbeheer (RIN), Vrije Universiteit Amsterdam). In 1982 werd onder meer door de Stichting Natuur en Milieu nogmaals de aandacht op het "cadmium-probleem" gevestigd. De inmiddels lopende onderzoeken werden voortgezet (IB, RIN). In 1983 werd in de vorm van een "nader onderzoek fase 1" door HASKONING een inventarisatie uitgevoerd van de tot dat moment uitgevoerde onderzoeken. Hieruit bleek dat door de activiteiten van de zinkverwerkende industrieën het cadmium via 3 verspreidingsroute's in het milieu was terecht gekomen; via proceswater, via zinkassen en via atmosferische depositie. Het tot dan toe beschikbare onderzoeksmateriaal gaf echter geen duidelijk beeld van de totale omvang van het Zware-metalenprobleem in De Kempen. In de periode tot oktober 1985 werd daarom door HASKONING het nader onderzoek fase 2 uitgevoerd.

In dit nader onderzoek fase 2 werden 4 deelprojecten onderscheiden:

1. de bronbepaling en het onderzoek naar huidige emissies;
2. de omvangsbepaling van de cadmium- en zinkverontreiniging in de grond als gevolg van atmosferische depositie;
3. de effecten van assenwegen en een eerste inventarisatie hiervan;
4. de verspreiding van zware metalen in het slib en oppervlaktewater van een aantal waterlopen.

ad 1. Met betrekking tot de huidige emissies vanuit de zinkfabriek KZM/Budelco en de Belgische zinkfabrieken is geconcludeerd dat er slechts in beperkte mate een belasting van het Nederlandse milieu plaats vindt ten gevolge van de huidige atmosferische depositie.

ad 2. Via de atmosferische depositie uit het verleden bleek een gebied van ca. 350 km² in Nederland en België cadmiumconcentraties in de grond te bevatten boven de 1 mg/kg d.s. In Nederland betreft het een gebied van circa 140 km². De zonering van dit gebied kon globaal worden aangegeven op basis van een beperkte hoeveelheid analyses per gebiedseenheid m.b.v. een computer-interpolatie programma. In gedeelten van het gebied, nabij de Nederlandse zinkfabriek en in een gebied dicht langs de grens op het grondgebied van de gemeenten Bergeijk en Valkenswaard, is op deze wijze een cadmium-zone met cadmiumconcentraties in de grond boven de 2,5 mg/kg d.s. vastgesteld (bijlage 1.3)). Er werd tevens een verontreiniging van het grondwater geconstateerd door zware metalen. Een duidelijk beeld van de omvang van de grondwaterverontreiniging werd echter niet verkregen.

*) In de rapportages is tot nog toe ten onrechte vermeld, dat het ook gebieden in de gemeente Luyksgestel zou betreffen. Deze gemeente ligt overigens wel in het gebied met cadmiumconcentraties tussen de 1 en 2,5 mg/kg d.s.



- ad 3. Het onderzoek naar de verspreiding van zware metalen uit assenwegen toonde aan dat er verspreiding naar de omliggende grond en naar het grondwater plaats kon vinden. Er werden echter grote concentratieverschillen gemeten. Uit een eerste inventarisatie was het mogelijk een gedeelte van de aanwezige en voormalige assenwegen aan te geven.
- ad 4. Uit dit onderzoeksgedeelte bleek, dat er zich ca. 750.000 m³ met zware metalen verontreinigd slib in de diverse waterlopen bevond (met name in de Dommel en de Tungelroyse beek) en dat er nog 3 kg cadmium/dag via de Dommel ons land binnenkwam. Geconstateerd is ook dat de overstromingsgebieden van de Dommel en de Tungelroyse beek met zware metalen verontreinigd zijn.

Het nader onderzoek fase 2 resulteerde in een evaluatie die ondermeer bestond uit een historische cadmiumbalans en een risico-analyse. Deze balans gaf een indruk van de verspreiding van cadmium door de Nederlandse zinkverwerkende industrie over een deel van het totale onderzoeksgebied.

In de loop der jaren is door de Nederlandse zinkverwerkende industrie in totaal een hoeveelheid van tussen de 180 en 315 ton cadmium in het milieu gebracht. Daarvan is 80 ton via de waterfase in oppervlaktewater, waterbodems en overstromingsgebieden terechtgekomen. Via de assen is 35 ton cadmium op het Budelco-terrein gedeponeerd en circa 4 ton is in de assenwegen aanwezig. Via de atmosfeer is circa 180 ton cadmium verspreid over een gebied van 165 km² (met name in Nederland en voor een klein deel in België). De huidige emissies vanuit de Nederlandse zinkverwerkende industrie zijn beperkt (uitsluitend via de lucht) en leveren slechts een beperkte belasting van het milieu op.

De risico-analyse in het laatstgenoemde onderzoek is beperkt gebleven tot het aspect van cadmiumopname als gevolg van de consumptie van verschillende groenten die worden verbouwd op een met cadmium verontreinigde bouwvoor. Deze risico-analyse was gebaseerd op onderzoek aan grond- en gewasmonsters die door het LISEC (België) in de Belgische Kempen waren genomen. Hieruit bleek dat, indien consumptie van groenten plaatsvond die werden geteeld op grond met cadmiumconcentraties vanaf 2,5 mg/kg d.s., een overschrijding van de WHO/FAO norm van 400 µg cadmium per week kon plaatsvinden. De zuurgraad van de bodem bleek een grote invloed te hebben op de cadmiumopname door gewassen.

Gedurende de uitvoering van het nader onderzoek fase 2 werd door het RIVM en andere instanties een onderzoek uitgevoerd "naar de effecten op de nierfunctie in een langdurige aan cadmium blootgestelde populatie in De Kempen en een controle populatie". Op 18 februari 1987 werden de resultaten van RIVM onderzoek bekend gemaakt. Hieruit bleek ondermeer, dat bij de bevolkingsgroep uit Luyksgestel effecten op de nierfunctie aanwezig waren.

Door het IB werd nog een onderzoek gedaan naar de bodem-gewas relatie voor wat betreft de Cd-opname. Uit het IB-onderzoek dat werd uitgevoerd in de Nederlandse Kempen bleek dat bij concentraties vanaf 0,7 mg cadmium/kg droge stof in de grond er regelmatig een overschrijding van de warenwetnormen voor meest gevoelige gewassen (prei, sla, andijvie en spinazie) werd geconstateerd.

Deze onderzoeksresultaten, tezamen met de resultaten van de evaluatie van het nader onderzoek fase 2 waren voor de regionale inspecties in Noord-Brabant aanleiding om aan het college van Gedeputeerde Staten van Noord-Brabant een advies uit te brengen. Hierin werd ondermeer aanbevolen dat met het oog op de blootstelling via consumptie van gewassen "voor cadmiumconcentraties tussen 0,7 en 2,5 mg/kg d.s. in de grond besloten moet worden welke maatregelen (inclusief afgraven) daartoe het meest geschikt zijn en dat voor cadmiumconcentraties hoger dan 2,5 mg/kg d.s. in de grond een definitieve sanering van privé- en volkstuinten noodzakelijk is, zoals afgraven en vervangen door schone grond". Ook de overige aspecten zoals tuinen langs assenwegen, waterbodems, grondwater, natuurgebieden en het bedrijfsterrein van Budelco zouden zo spoedig mogelijk onderworpen moeten zijn aan een saneringsonderzoek. Aan terugdringing van de huidige emissies wordt in het advies de hoogste prioriteit toegekend.

Aanvullend op het "nader onderzoek fase 2" werden nog drie onderzoeken uitgevoerd:

1. een inventarisatie van assenwegen en overstromingsgebieden;
2. een onderzoek naar het uitlooggedrag van assenwegen;
3. een onderzoek naar de diepe grondwaterkwaliteit in de omgeving van het Budelco-terrein.

- ad 1. Het inventarisatie-onderzoek gaf aan dat er in Noord-Brabant en Limburg naar schatting 800 km assenweg en 1000 ha mogelijk met cadmium verontreinigd overstromingsgebied aanwezig is en dat de hoogste procentuele bijdrage aan de cadmiumopname door de mens te verwachten is via het voedsel.
- ad 2. Uit het onderzoek naar uitlooggedrag van assenverhardingen kwam naar voren dat met name cadmium, zink, nikkel en cobalt uitlogen. De kwaliteit van het grondwater is zodanig, dat bezien in het licht van de drinkwaternormen, het grondwater binnen de invloedssfeer van een assenverharding incidenteel ongeschikt is voor bereiding van drinkwater.
- ad 3. In het rapport van het door BROKS uitgevoerde onderzoek wordt geconcludeerd dat het grondwater onder een groot deel van het bedrijfsterrein van Budelco tot een diepte van tenminste 25 m. beneden maaiveld zeer ernstig is verontreinigd met o.a. cadmium en zink.

1.2.2 Omvang van de totale zware metalenproblematiek in De Kempen

Uitgangspunt voor saneringsmaatregelen voor de grond is de blootstelling via consumptie van groenten, die verbouwd zijn op verontreinigde grond van de tuinen met cadmiumconcentraties hoger dan 2,5 mg/kg d.s. Tussen de 0,7 en 2,5 mg Cd/kg d.s. zullen maatregelen getroffen moeten worden, die daartoe het meest geschikt zijn teneinde deze blootstellingsroute tegen te gaan.

Op de cadmium zoneringskaarten is globaal aangegeven in welke gebieden tuinen aangetroffen kunnen worden met cadmiumconcentraties boven de 1 mg/kg d.s. en boven de 2,5 mg/kg d.s. in de grond t.g.v. de atmosferische depositie. De zonering van 0,7 mg Cd/kg d.s. in de grond is op deze kaarten niet aangegeven.

Tevens kunnen er tuinen met concentraties hoger dan 0,7 mg Cd/kg d.s. aangetroffen worden langs de 800 km voormalige en bestaande assenwegen en in de 1000 ha overstromingsgebieden.

Ten gevolge van de nog steeds grensoverschrijdende belasting van cadmium (in 1985 nog 3 kg Cd/dag) via de waterfase is er een permanente bedreiging van de kwaliteit van het oppervlaktewater en de waterbodems. Verder bevindt zich in de waterlopen 750.000 m³ verontreinigd slib dat een bron van verontreiniging is voor de overstromingsgebieden.

Uit het onderzoek van TAUW Infra Consult B.V. naar de effecten van assenwegen op de grondwaterkwaliteit is gebleken dat met name de metalen cadmium, zink, nikkel en cobalt het grondwater contamineren ten gevolge van uitloging van de assenverhardingen. Er is een horizontale verspreiding via het grondwater geconstateerd tot tenminste 130 m van een assenverharding. De dichtheid van assenverhardingen in het landschap kan plaatselijk zodanig hoog zijn, dat er sprake is van een diffuse verontreinigingssituatie. Dit geldt zeker voor saneringsgebied fase 1a.

De contaminatie van het grondwater ten gevolge van assenverhardingen is incidenteel zodanig, dat het grondwater bezien in het licht van de drinkwaternormen, niet geschikt is voor gebruik als drinkwater. De mate van verontreiniging en de omvang van de pluim verschilt echter van locatie tot locatie door de diversiteit in samenstelling van de assen, de mate waarin uitloging reeds heeft plaatsgevonden, de plaatselijke bodemopbouw en de geohydrologische situatie. Derhalve is aanbevolen, naar analogie van de aanpak van de grond, het grondwater effectgericht te onderzoeken en op basis hiervan zonodig maatregelen te treffen. Hierbij zijn zowel de samenstelling van de assen in verband met de problematiek van verwaaiing, als de effecten op de grondwaterkwaliteit van belang.

Belangrijk knelpunt bij de maatregelen m.b.t. de problematiek van de waterbodems en de overstromingsgebieden is, dat voor een doelmatige aanpak eerst de grensoverschrijdende cadmiumbelasting gestopt dient te worden.

Op basis van het bovenstaande is besloten, in eerste instantie de aandacht te richten op de gebieden met een totaal oppervlak van circa 2,5 km² waar op grond van de cadmiumzoneringskaarten uit het nader onderzoek van fase 2 van HASKONING, ten gevolge van atmosferische depositie, cadmiumconcentraties in de grond te verwachten zijn groter dan 2,5 mg/kg d.s.

1.3 Samenvatting

Samenvattend kan worden gesteld dat:

- de voornaamste blootstellingsroute ten aanzien van de cadmium-opname met betrekking tot de volksgezondheid plaatsvindt via de consumptie van gewassen geteeld op met cadmium verontreinigde grond.
- er momenteel een zeer beperkte atmosferisch depositie van cadmium plaatsvindt vanuit de zinkfabrieken in Nederland en België.
- tuinen in particulier gebruik een gebied waarin de cadmiumconcentraties in de grond overwegend hoger liggen dan 2,5 mg/kg d.s. op korte termijn gesaneerd dienen te worden.
- voor de overige tuinen buiten dit gebied een verdergaande detailkartering en een bepaling van aanpak, voor concentraties boven en onder 2,5 mg/kg d.s. in de grond uitgewerkt zal moeten worden. Dit zullen overwegend tuinen zijn langs de voormalige en huidige openliggende assenwegen en in de overstromingsgebieden.
- een scenario voor de aanpak van assenwegen en -erven kan worden opgesteld, nadat meer inzicht is verkregen in de diversiteit in samenstelling en mate van uitloging van assenverhardingen en de huidige kwaliteit van het grondwater, dat gebruikt wordt voor (de bereiding van) drinkwater.
- de effecten van concentraties cadmium tussen 0,7 en 2,5 mg/kg in de grond op de concentraties in enkele gewassen bekend zijn en dat op basis daarvan concentratie-afhankelijke (sanerings)maatregelen moeten worden opgesteld in interdepartementaal overleg tussen de Ministeries van VROM en Landbouw en Visserij.
- een scenario voor de te nemen maatregelen met betrekking tot het grondwater opgesteld kan worden op basis van de resultaten van het onderzoek bij KZM/Budelco en de resultaten van het onderzoek naar de invloed van assenwegen op de grondwaterkwaliteit (onderzoek TAUW Infra Consult).
- de problematiek van verontreinigde waterbodems en overstromingsgebieden op langere termijn kan worden aangepakt nadat de grensoverschrijdende cadmiumbelasting in het oppervlaktewater is gestopt.

Voor wat betreft de voornaamste blootstellingsroute ten aanzien van de cadmiumopname met betrekking tot de volksgezondheid is de sanering van de grond in de tuinen in particulier gebruik in dit rapport nader uitgewerkt, waar de cadmiumconcentraties overwegend hoger liggen dan 2,5 mg/kg d.s.

2. DEFINIERING SANERINGSGBIED FASE 1A (ONDERDEEL A)

2.1 Inleiding

Zoals reeds in de inleiding is gesteld is het uitgangspunt voor sanering de blootstelling aan cadmium via consumptie van groenten die verbouwd zijn in tuinen waar de cadmiumconcentraties groter zijn dan 2,5 mg/kg d.s..

De aandacht van het onderzoek is derhalve in eerste instantie gevestigd op die gebieden waar de concentraties cadmium in de grond groter zijn dan 2,5 mg/kg d.s..

Uit de cadmiumzoneringskaarten van het nader onderzoek fase 2 zijn deze gebieden te vinden in Budel-Dorplein en langs de Belgische grens in de buitengebieden van de gemeenten Bergeijk en Valkenswaard.

Op basis van recente gegevens van het LISEC is echter gebleken, dat voor de gebieden de zoneringsgrenzen op basis van computer-intrapolatie in werkelijkheid dichter bij de Nederlandse grens liggen (gegevens beschikbaar). Bij de opzet van het onderzoek in clusters in Valkenswaard en Bergeijk is daarmee rekening gehouden.

Ten behoeve van een uit te werken saneringsopzet is een onderzoek uitgevoerd dat bestaat uit de 3 onderdelen A t/m C (zie bijlage 1.4). Teneinde in juli 1987 gebruik te kunnen maken van alle resultaten, zijn die onderdelen gelijktijdig uitgevoerd:

- Onderdeel A omvatte veldwerk en chemisch onderzoek, op basis waarvan het prioritair te saneren gebied (saneringsgebied fase 1A) werd afgebakend, dat stapsgewijze is uitgevoerd.
- Onderdeel B resulteerde in een rapport dat moet worden gezien als een discussiestuk m.b.t. tot saneringscriteria voor gebieden met concentraties aan cadmium in de grond kleiner dan 2,5 mg/kg d.s.
- In onderdeel C zijn de saneringsmogelijkheden met betrekking tot grondreiniging, opslag en nuttige toepassing van grond, aanvulgrond en de bestuurlijk/juridische aspecten uitgewerkt.

De resultaten van de onderdelen B en C zijn in afzonderlijke rapportages in detail gepresenteerd.

Het voorliggende rapport geeft in hoofdstuk 2 een beschrijving van onderdeel A, op basis waarvan het prioritair te saneren gebied (saneringsgebied fase 1A) is afgebakend. In combinatie met de resultaten van Onderdeel C is in juli 1987 een eerste globale opzet voor de sanering van het saneringsgebied fase 1A gepresenteerd met een kostenraming.

Op basis van het hierna uitgevoerde gedetailleerde onderzoek (hoofdstuk 3) in het saneringsgebied fase 1A is het hier gepresenteerde saneringsonderzoek uitgewerkt, waarin de rapportage van juli 1987 is verwerkt.

Onderstaand is in chronologische volgorde met de daarbij behorende data aangegeven wanneer veldwerk is verricht en wanneer rapportages zijn uitgebracht.

<u>Onderzoeken</u>	<u>veldwerk</u>	<u>rapportage</u>
<u>Onderdeel A</u>		
cluster onderzoek	6/4 t/m 8/4/1987 Budel- Dorplein en Schoot 29/4/1987 Valkenswaard, Bergeyk 13/5/1987 Weert	
saneringsgebied fase 1	29/4/1987	
saneringsgebied fase 1a	14/5 t/m 15/5/1987	juli 1987 (concept)
gedetailleerd onderzoek	7/6 t/m 24/6/1988	febr. 1989
<u>Onderdeel B</u>		
		mei 1987 (concept)
<u>Onderdeel C</u>		
		dec. 1987 (concept)

2.2 Opzet van het onderzoek

Het onderzoek is gefaseerd opgezet teneinde binnen de grenzen van een groot potentieel te saneren gebied, een saneringsgebied af te bakenen waarin overwegend cadmiumconcentraties in de grond worden aangetroffen groter dan 2,5 mg/kg d.s. De begrenzingen van deze deelgebieden zijn aangegeven op bijlagen 1.3 en 2.1. In eerste instantie zouden ca. 750 tuinen in deze gebieden onderzocht worden. Echter, gezien de beschikbare tijd en het kostenaspect, is gekozen voor een onderzoek in clusters. Daarbij is in nauw overleg met de begeleidingsgroep de opzet voortdurend geoptimaliseerd en aangepast aan de resultaten.

De clusters zijn zo representatief mogelijk gekozen, dat wil zeggen in de nabijheid of zo dicht mogelijk bij de zinkfabrieken en voor zover mogelijk langs huidige en voormalige assenwegen of nabij lokaties waar overslag van zinkassen heeft plaatsgevonden. De geselecteerde clusters bevinden zich in de gemeenten Budel en Weert, ten zuiden van de spoorlijn binnen een straal van 3 km gerekend vanaf de zinkfabriek Budelco en in de gemeenten Valkenswaard en Bergeijk binnen de invloedssfeer van de Belgische zinkfabrieken. De clusters omvatten een gebied met 5 tot 7 woningen. Binnen de clusters is de grond in de voor- en achtertuinen bij de woningen afzonderlijk bemonsterd.

Bij het onderzoek is geen onderscheid gemaakt tussen sier- en moestuinen, en wel om de volgende redenen:

- er is gekozen om eerst de kwaliteit vast te stellen en daarop maatregelen te baseren en niet in de eerste plaats het huidig gebruik (moes- of siertuin) als maatstaf te laten fungeren voor de te nemen saneringsmaatregelen;
- het toekomstig beheer, mede in het licht van gebruikswijzigingen, bestemmingswijzigingen en grondverkoop, was op het moment van opzet van het onderzoek niet vastgelegd.

In eerste instantie zijn de globale horizontale begrenzingen van het te saneren gebied vastgesteld en vervolgens de globale verticale begrenzingen, t.b.v. de definiëring van het saneringsgebied.

2.3 Horizontale afbakening door onderzoek in clusters

2.3.1 Algemeen

De horizontale afbakening is gestart met een onderzoek in clusters in de gemeente Budel t.w. in Budel-Dorplein en Budel-Schoot. In Budel-Dorplein zijn de vier clusters gekozen langs de Marialaan, Rector van Nestestraat, Het Routje, Peeldijk en in Budel-Schoot drie clusters langs de Parallelweg, Pastoor Verbrakelstraat en St. Lambertusstraat (zie bijlage 2.2).

Vervolgens zijn in Valkenswaard en Bergeyk drie clusters gekozen langs de Belgische grens.

In Valkenswaard is een cluster onderzocht in het gebied Achterste Brug (zie bijlage 2.3).

In Bergeyk zijn twee clusters onderzocht in het verlengde van de Luikerweg genaamd de Barrier (zie bijlage 2.3) en de Kapelweg (zie bijlage 2.4).

In Weert zijn 5 lokaties gekozen binnen een straal van 3 km gerekend vanaf de zinkfabriek (KZM/ Budelco) (zie bijlage 2.5).

2.3.2 Veldwerk en analyse

Per woning zijn in de voor- en achtertuin elk 10 boringen tot 60 cm minus maaiveld uitgevoerd. Van de 10 boringen is voor de voor- en achtertuin een mengmonster samengesteld van de laag van 0-30 cm-mv en 30-60 cm-mv.

Per cluster is een boring doorgezeten tot een diepte van 120 cm-mv waarvan monsters genomen zijn van de laag 60-90 cm en 90-120 cm-mv.

Van alle monsters zijn de cadmiumconcentraties en pH(KCl) bepaald.

2.3.3 Resultaten van het onderzoek in de clusters

Alle analyseresultaten van de uitgevoerde onderzoeken ter bepaling van het saneringsgebied zijn gesorteerd op plaats, straat en huisnummer en zijn weergegeven in bijlage 2.6.

Op de kaartjes van bijlagen 2.2, 2.3 en 2.4 zijn eveneens per bemonsterde laag de gevonden cadmiumconcentraties aangegeven.

Uit de analyseresultaten blijkt dat alleen in de clusters van de Rector van Nestestraat en de Marialaan/A. Stevenslaan in Budel Dorplein de Cd-concentraties in vrijwel alle grondmonsters van de bovenlaag (0-30 cm-mv) en ook van de tweede laag (30-60 cm-mv) hoger zijn dan 2,5 mg/kg d.s.

In de andere clusters zijn geen of slechts incidentele overschrijdingen van 2,5 mg Cd/kg d.s. in de grond geconstateerd. (zie tabel 2.1)

Tabel 2.1: Verdeling van aantallen monsters over diverse concentratieklassen in de grond (cadmiumconcentraties in mg/kg d.s.)

plaatsen	cluster	totaal aantal monsters	concentratieklassen in mg Cd/kg d.s.							
			<0,7	0,7-1,2	1,2-2,5	2,5-5	5-10	10-20	>20	
Budel-Dorplein	Marialaan/ A. Stevenslaan	44	0	0	0	7	19	14	4	(bijlage 2.2.1)
Budel-Dorplein	Rector v. Nestestr.	38	1	1	5	22	9	0	0	(bijlage 2.2.2)
Budel-Dorplein	Het Routje	32	3	17	10	2	0	0	0	(bijlage 2.2.3)
Budel-Dorplein	Peeldijk	20	4	9	7	0	0	0	0	(bijlage 2.2.4)
Budel-Schoot	Parallelweg	12	0	1	7	3	1	0	0	(bijlage 2.2.5)
Budel-Schoot	Lambertusstraat	20	1	13	6	0	0	0	0	(bijlage 2.2.6)
Budel-Schoot	Past. Verbrakelstr.	28	2	6	15	5	0	0	0	(bijlage 2.2.7)

Tabel 2.1: Verdeling van aantallen monsters over diverse concentra-
 (vervolg) tieklassen in de grond (cadmiumconcentraties in mg/kg d.s.)

plaatsen	cluster	totaal aantal monsters	concentratieklassen in mg Cd/kg d.s.							
			<0,7	0,7-1,2	1,2-2,5	2,5-5	5-10	10-20	>20	
Bergeyk	Barrier	20	4	5	8	3	0	0	0	(bijlage 2.3.1)
Valkenswaard	Achterste Brug	20	2	9	9	0	0	0	0	(bijlage 2.3.2)
Bergeyk	De Kapelweg	16	6	10	0	0	0	0	0	(bijlage 2.4.1)
Weert	Weert*	12	5	3	2	2	0	0	0	(bijlage 2.5)
	* lokaties	Kempenweg Voorhoeve Vetpeelweg Beauchamps Belgische Grens								

Omdat in de clusters van de Marialaan/A. Stevenslaan en de Rector van Nestestraat de cadmiumconcentraties in de grond overwegend groter zijn dan 2,5 mg/kg d.s. en in een aantal gevallen veel hoger, is besloten voor het aaneengesloten woongebied vanaf en inclusief de Rector van Nestestraat in oostelijke richting de horizontale saneringsgrenzen nauwkeurig te bepalen op basis van cadmiumconcentraties. Tevens is daarbij overwogen, dat de schaal van een eerste fase sanering bij voorkeur zodanig moest zijn, dat deze zodanig overzichtelijk is, dat opgedane ervaringen positief kunnen bijdragen in de daaropvolgende saneringen.

Het genoemde woongebied is saneringsgebied fase 1, Budel-Dorplein Oost genoemd. Een detailkaart van dit gebied is als bijlage 2.2.a toegevoegd.

2.3.4 Opzet vervolgonderzoek saneringsgebied fase 1

Budel-Dorplein Oost

Buiten de onderzochte clusters in het saneringsgebied fase 1 moeten gegevens beschikbaar komen over de cadmiumconcentraties in horizontale en verticale zin. Teneinde vast te stellen of braakliggende en ingesloten terreinen, parken etc. en openliggende assenwegen na sanering van de tuinen nog een mogelijke bron van verontreiniging vormen, zijn deze lokaties eveneens onderzocht.

2.4 Horizontale afbakening binnen saneringsgebied fase 1, Budel-Dorplein Oost

2.4.1 Veldwerk en analyse

In de tuinen in het saneringsgebied fase 1 zijn 25 boringen uitgevoerd tot een diepte van 220 cm-mv. De lokaties van de tuinen in Budel Dorplein Oost zijn zo veel mogelijk verspreid over het saneringsgebied fase 1 gekozen. De resultaten van dit onderzoek worden als een aanvulling gezien op de reeds beschikbare gegevens uit de clusters.

Tot 120 cm-mv zijn per laag van 30 cm grondmonsters genomen en van 120 cm-mv tot 220 cm-mv om de 50 cm een monster.

Dezelfde wijze van bemonstering is gehanteerd voor 10 boringen op de braakliggende en ingesloten terreinen, parken etc. en assenwegen.

De grondmonsters uit de boringen in de tuinen tot 120 cm-mv zijn geanalyseerd op Cd en van de lagen 0-30 cm-mv en 60-90 cm-mv eveneens op Zn, Pb en As. De laatstgenoemde parameters zijn in het analysepakket opgenomen teneinde vast te stellen of Cd als tracer kan worden gebruikt. De grondmonsters uit de lagen 120 tot 220 cm-mv zijn niet geanalyseerd omdat uit de resultaten van de monsters uit de laag 90-120 cm-mv bleek dat de cadmiumconcentraties reeds zeer laag waren (zie par. 2.4.2).

De grondmonsters uit de bovenlaag (0-30 cm-mv) van de boringen in de braakliggend ingesloten terreinen, parken etc. zijn geanalyseerd op Cd.

De grondmonsters uit de bovenlaag (0-30 cm-mv) uit de assenwegen zijn geanalyseerd op 19 elementen met behulp van I.C.P.

2.4.2 Resultaten vervolg onderzoek

De resultaten van de analyses zijn per bemonsterde laag weergegeven op de tekeningen 1478.47.07.01 t/m 04 (clusters Marialaan/A. Stevenslaan) en 05 t/m 08 (cluster Rector v. Nestestraat en omgeving). Uit de analyseresultaten blijkt dat de concentraties van Zn, Pb en As sterk correleren met de cadmiumconcentraties, zodat besloten is dat Cd als tracer voor de metaalverontreinigingen gebruikt kan worden.

Binnen het saneringsgebied fase 1 is op basis van de analyseresultaten een kleiner gebied in de omgeving van de cluster Marialaan te onderscheiden dat in de laag van 0-60 cm-mv overwegend Cd-concentraties in de grond bevat, die hoger zijn dan 2,5 mg/kg d.s. en soms hoger dan 20 mg/kg d.s. (C-waarde).

Ook in de cluster Rector van Nestestraat zijn Cd-concentraties in de grond gevonden die boven de 2,5 mg/kg d.s. liggen. Gemiddeld zijn deze concentraties een factor 1,5 à 2 lager dan in de omgeving van de cluster Marialaan.

Verder blijkt dat in het gebied tussen de clusters Marialaan en Rector van Nestestraat de cadmiumconcentraties in de laag van 0-30 en 30-60 cm-mv lager zijn.

Op grond van het bovenstaande blijkt dat het onderzochte saneringsgebied fase 1 niet een aaneengesloten gebied is met overwegend dezelfde cadmiumconcentratieniveaus.

Het gebied rondom de cluster Marialaan/A. Stevenslaan kan worden beschouwd als een aaneengesloten gebied waar de hoogste cadmiumconcentratieniveaus zijn aangetoond. De cadmiumconcentraties zijn groter dan 2,5 mg/kg d.s. en incidenteel zelfs groter dan de C-waarde uit de toetsingstabel van de Leidraad bodemsanering (20 mg Cd/kg d.s.), voornamelijk als gevolg van de ligging nabij de zinkfabriek. Ook de concentraties van zink, lood en arseen zijn relatief hoog.

Op basis van het bovenstaande is besloten dit gebied als eerste te saneren. Hiermee is de globale horizontale begrenzing van het prioritair te saneren gebied, het zgn. saneringsgebied fase 1A, vastgelegd. Het saneringsgebied fase 1A is genoemd "Driehoek Budel-Dorplein Oost" en omvat de tuinen van woningen langs de A. Stevenslaan, Marialaan, Hoofdstraat (zuidelijk gedeelte) en de Gebr. Looymanslaan.

In bijlage 2.6 zijn ook de resultaten opgenomen van analyses op aangetroffen zinkassen. De betreffende monsters zijn aangeduid met de code 999. De resultaten zijn eveneens opgenomen in onderstaande tabel 2.2 met daarbij de WCA-concentraties.

Tabel 2.2 Zware metalen concentraties in zinkassen

Straat- code	lokatie zinkassen	Cd	Zn in mg/kg d.s.	Pb	As
AA	Marialaan	16	6400	8000	460
AH	A. Stevenslaan	3	7550	700	62
AJ	Hoofdstr.	29	1290	780	32
AC	Rector v.Nestestr.	10	10500	14000	285
AQ	Eikenlaan	21	5700	4700	385
WCA-normen		50	20000	5000	50

2.5 Verticale afbakening

In grote lijnen is nu binnen de Driehoek Budel-Dorplein Oost de omvang van de verontreiniging in horizontale zin bepaald. Met betrekking tot een aantal monsters met hoge cadmiumconcentraties uit de lagen dieper dan 60 cm-mv, is er, ten behoeve van de omvangsbepaling in verticale richting, behoefte aan meer analysegegevens in de diepere lagen.

Verder zal vastgesteld moeten worden of in de wegen nog zinkassen aanwezig zijn. Ook de wegberm langs de Hoofdstraat zal op de aanwezigheid van zinkassen worden onderzocht.

De resultaten van dit onderzoek zijn weergegeven in paragraaf 2.5.2.

2.5.1 Veldwerk en analyses

Er zijn aanvullend op de reeds uitgevoerde boringen 20 boringen tot 120 cm-mv in de tuinen uitgevoerd, waarvan alleen uit de laag 60-90 cm en 90-120 cm-mv monsters genomen zijn. Alle monsters zijn geanalyseerd op cadmium.

In het wegdek van de straten in dit gebied zijn boringen verricht teneinde visueel de aanwezigheid van zinkassen te onderzoeken. Bovendien is de gemeente Budel nagegaan of tijdens de reconstructie van deze straten de zinkassen verwijderd zijn.

Ook in de berm langs de Hoofdstraat zijn een aantal ondiepe boringen uitgevoerd t.b.v. de visuele waarneming van zinkassen.

2.5.2 Resultaten

De resultaten van de analyses zijn verwerkt op de tekeningen 1478.47.07.03 en 1478.47.07.04 tesamen met de resultaten van alle overige cadmium-analyses die in het kader van het saneringsonderzoek zijn uitgevoerd op monsters uit de lagen 0,6-0,9 m-mv en 0,9-1,2 m-mv.

Uit de resultaten blijkt dat:

- in 3 monsters uit de laag van 0,6-0,9 m-mv cadmiumconcentraties zijn aangetroffen groter dan 20 mg/kg d.s.
- in 1 monster van de laag 0,9-1,2 m-mv een cadmiumconcentratie groter dan 20 mg/kg d.s. is aangetoond.

In het merendeel van de onderzochte monsters uit de lagen van 0,6-0,9 m-mv en 0,9-1,2 m-mv zijn de cadmiumconcentraties kleiner dan 2,5 mg/kg d.s. Ten behoeve van een volledig overzicht van de resultaten die van belang zijn voor de verticale afbakening, zijn in onderstaande tabel 2.3 voor het saneringsgebied fase 1A de aantallen monsters per cadmium-concentratiegebied en per laag aangegeven.

Tabel 2.3: Verdeling van aantallen monsters over diverse cadmiumconcentratieclassen in de grond en per onderzochte laag in het saneringsgebied fase 1A. (cadmiumconcentraties in mg/kg d.s.)

laag	totaal aantal monsters	concentratieclassen						
		<0,7	0,7-1,2	1,2-2,5	2,5-5	5,0-10	10,0-20	>20
0,0-0,3 m-mv	34	-	-	2	4	10	13	5
0,3-0,6 m-mv	32	-	1	1	3	14	9	4
0,6-0,9 m-mv	30	17	2	5	2	1	0	3
0,9-1,2 m-mv	30	22	4	1	2	0	0	1



Op basis van tabel 2.3 en de tekeningen 1478.47.07.01 t/m 04 kan worden geconcludeerd dat de cadmiumverontreiniging in de tuinen in saneringsgebied fase 1A zich in hoofdzaak beperkt tot de laag van globaal 0-0,6 m-mv. Incidenteel zijn op grotere diepte relatief hoge cadmiumconcentraties aangetoond. In grote lijnen is de verticale begrenzing van saneringsgebied fase 1A echter vastgelegd.

Bij de uitvoering van boringen in het wegdek van de straten zijn visueel geen zinkassen aangetroffen. Dit is in overeenstemming met de informatie die verkregen is van de gemeente Budel dat de zinkassen tijdens reconstructiewerkzaamheden zijn afgegraven en afgevoerd naar Budelco.

Wel zijn in een aantal perken, die dienen als snelheidsbeperkende elementen in de straten, evenals in de berm van de Hoofdstraat visueel zinkassen aangetroffen.

3. VERONTREINIGINGSSITUATIE SANERINGSGEBIED FASE 1A

3.1 Inleiding

In juli 1987 is d.m.v. een gefaseerd onderzoek een gebied geselecteerd waar de concentraties in de grond overwegend boven de 2,5 mg Cd/kg d.s. lagen en in een aantal percelen eveneens boven de 20 mg Cd/kg d.s.

Voor dit gebied, saneringsgebied fase 1A, bestaande uit ca. 60 woningen, is een eerste globale opzet voor de sanering opgesteld op basis van de toen beschikbare gegevens. Deze gegevens zijn vastgelegd in de conceptrapportage saneringsplan fase 1A van het project Zware metalen verontreiniging in de Kempen van juli 1987 (zie hoofdstuk 2).

Voor de verdere uitwerking was het noodzakelijk dat er een gedetailleerd onderzoek werd uitgevoerd naar de concentraties van de zware metalen van de tuinen van deze 60 woningen en onder de aanwezige zinkassen in de tuinen.

3.2 Opzet van het onderzoek

In dit onderzoek zijn de concentraties in alle kadastrale percelen in het sanerings fase 1A t.a.v. de cadmiumconcentraties en andere metalen tot een diepte van ca. 1,20 m-mv vastgesteld. Op de percelen aanwezige zinkassen in de opritten zijn gekwantificeerd. Tevens is de grond onder de aangetroffen zinkassen tot een diepte van 1,20 m beneden de onderkant van deze assen geanalyseerd op zware metalen. Ook in de omgeving van het genoemde gebied is op een aantal locaties de grond geanalyseerd. Analyses van het grondwater op de zware metalen geven een indruk omtrent de grondwaterkwaliteit in dit gebied.

Voorafgaand aan de bemonstering zijn de opstallen met een permanent karakter d.w.z. met onder andere een stenen fundatie, die niet op de kadastrale tekeningen aangegeven zijn, ingemeten. De percelen zijn opgedeeld in eenheden van ca. 500 m² exclusief de oppervlakte aan bebouwing. Per eenheid is van de lagen van 30 cm een mengmonster samengesteld en geanalyseerd op de zware metalen Cd, Zn, Pb en As. De kwantificatie van de hoeveelheden zinkassen heeft plaatsgevonden d.m.v. zintuiglijke waarnemingen, waarna de horizontale omvang is ingemeten. De grond onder de zinkassen is eveneens bemonsterd en geanalyseerd.

3.3 Veldwerk

3.3.1. Inmeten

De op de kadastrale tekening aangegeven bebouwing is d.m.v. inmetingen aangevuld met de in het verleden uitgevoerde uitbouwen en opstallen met een permanent karakter..

3.3.2 Bemonstering per perceel

Een perceel of in sommige gevallen twee of meer percelen van een eigenaar is onderverdeeld in eenheden. Door de mogelijke beïnvloeding in het verleden van de aanliggende assenwegen langs de tuinen is voor ieder perceel van een strook van 7 m voortuindiepte een aparte eenheid gemaakt.

Vervolgens is het overblijvende deel verdeeld in eenheden van ca. 500 m² rekening houdend met de oppervlakte van de bebouwing in stroken evenwijdig aan de aanliggende weg.

De oppervlakte van de aanwezige zinkassen op de percelen is, alvorens de bemonstering van de eenheden plaatsvond, vastgesteld d.m.v. inmetingen en visuele waarnemingen.

Per eenheid zijn 10 boringen tot 120 cm-mv uitgevoerd, waarbij mengmonsters zijn samengesteld per laag van 30 cm.

Onder de zinkassen zijn gemiddeld twee boringen per perceel uitgevoerd en samengesteld tot een mengmonster per laag van 30 cm tot 120 cm vanaf de onderkant van de zinkassen. Afhankelijk van de aangetroffen omvang van zinkassen zijn er voor een aantal percelen meer of minder boringen onder de zinkassen uitgevoerd.

Op de tekening is aangegeven in welke eenheid deze boringen zijn geplaatst.

3.3.3 Bemonstering in de omgeving

Op 6 plaatsen buiten de driehoek Budel Dorplein Oost zijn op enige afstand van elkaar 10 boringen uitgevoerd tot 120 cm-mv. Per locatie is een mengmonster samengesteld van de lagen van 30 cm.

Een van deze locaties (nr. 701, nabij de schietbaan) is aangewezen door een bewoner, alwaar zich een stortplaats zou bevinden.

3.3.4 Peilbuizen

Binnen de driehoek Budel Dorplein Oost zijn 5 peilbuizen geplaatst in het oppervlakkige grondwater. De locaties van deze peilbuizen zijn zodanig gekozen, dat deze niet in de directe omgeving van assenwegen zijn geplaatst (zie tekening 1478.47.09.13). Het grondwater bevond zich op 1,40 m-mv tot 2,4 m-mv.

3.4. Chemisch onderzoek

3.4.1 Algemeen

Uit voorgaand onderzoek in Budel-Dorplein is gebleken dat de analyse van grondmonsters op zware metalen niet beslist in duplo behoeft te worden uitgevoerd. Dit wordt met name veroorzaakt door de zandige bodem en het feit dat de verontreinigingen op microschaal geen grote inhomogeniteiten vertonen. Tevens is gebleken dat een voorbehandeling door drogen en homogeniseren niet noodzakelijk is.

Tabel 3.1: Analyseresultaten grondwater in ug/l

peilbuis	diepte filter in m-mv	Cd	Pb	Zn	As	pH	geleid baar heid EC mS/cm
1	3,00-4,00	<u>2,5</u>	2	<u>2300</u>	2	7,4	200
2	2,70-3,70	<0,1	<1	<u>220</u>	3,6	8,4	400
3	3,10-4,10	<u>34</u>	<1	<u>14000</u>	1,5	7,9	1600
4	3,00-4,00	1,5	<1	<u>1050</u>	2	7,8	300
5	2,80-3,90	0,8	2	<u>300</u>	1,9	7,2	400
B-waarde		2,5	50	200	30		
C-waarde		10	200	800	100		
=====		≥ B-waarde					
=====		≥ C-waarde					

3.5 Evaluatie gegevens

3.5.1 Grondmonsters in de eenheden

Van 136 eenheden zijn de lagen om de 30 cm tot 120 cm-mv geanalyseerd.

In tabel 3.2 is per laag het aantal en de percentages van de grondmonsters weergegeven, waar de concentraties groter of gelijk zijn aan de A-waarde voor Cd in combinatie met de referentiewaarden voor Zn, Pb en As en waar de Cd-concentraties groter of gelijk zijn dan 2,5 mg/kg d.s.

De referentiewaarden voor Zn, Pb, en As zijn bepaald bij een lutumen organisch stofgehalte van 5 % te weten:

Pb 60 mg/kg d.s.

Zn 73 mg/kg d.s.

As 19 mg/kg d.s.

Tabel 3.2: Samenvattende overschrijdingstabel voor Cd ≥ A-waarde, in combinatie met Zn, Pb of As ≥ ref. waarden en voor Cd ≥ 2,5 mg/kg d.s.

laag cm-mv	totaal aantal monsters	Cd ≥ A-waarde en Zn, Pb of As ≥ ref. waarden perc.	aantal	Cd ≥ 2,5 mg/kg d.s. perc.	aantal
0- 30	130	100	130	96	125
30- 60	130	100	130	78	101
60- 90	130	100	130	26	34
90-120	130	88	114	4	5
Totaal	<u>520</u>	97	<u>504</u>	51	<u>265</u>

Uit tabel 3.2 blijkt dat na toetsing van de overschrijdingen op de referentiewaarden van Zn, Pb, en As en op de A-waarde van Cd, in de diepte een zeer geringe afname van overschrijdingen is waar te nemen; namelijk van 100 tot 90 %. Verder blijkt dat bijna alle eenheden in de laag van 0 - 30 cm-mv een cadmiumconcentratie hebben groter of gelijk dan 2,5 mg/kg d.s. In de laag van 90 - 120 cm-mv is er echter nog ca. 5 % van de grondmonsters boven deze 2,5 mg Cd/kg d.s.

Bij de toetsing op $Cd \geq 2,5$ mg/kg d.s. is een duidelijke afname in concentraties te constateren na de laag van 30 - 60 cm waarin zich met de laag van 0-30 cm de meeste zwarte grond bevindt.

In bijlage 3.4 zijn per laag van 30 cm de eenheden geselecteerd die hogere of gelijke concentraties hebben dan 2,5 mg Cd/kg d.s.

In bijlage 3.5 zijn op dezelfde wijze als in bijlage 3.4 de eenheden weergegeven waarvan de concentraties aan zware metalen Zn of Pb of $As \geq$ referentiewaarden of $Cd \geq$ A-waarde zijn.

Voor deze twee criteria is in de tabellen 3.3 en 3.4 de hoeveelheid verontreinigde grond in de tuinen samengevat.

Tabel 3.3 Hoeveelheid verontreinigde grond in de tuinen $\geq 2,5$ mg Cd/kg d.s.

laag	hoeveelheid grond in m ³	oppervlakte eenheden in m ²
0- 30	10290	34302
30- 60	8524	28414
60- 90	3117	10390
90-120	507	1091
Totaal	<u>22438 m³</u>	

Tabel 3.4 Hoeveelheid verontreinigde grond in de tuinen voor Zn of Pb of $As \geq$ ref. waarden en $Cd \geq$ A-waarde

laag	hoeveelheid grond in m ³	oppervlakte eenheden in m ²
0- 30	10866	36221
30- 60	10866	36221
60- 90	10866	36221
90-120	9794	32648
Totaal m ³	<u>42398</u>	

De totale oppervlakte van alle bemonsterde eenheden is 36221 m².

3.5.2 Grondmonsters in de omgeving

De analyses van grondmonsters in de omgeving zijn opgenomen in de nummers van de 700 serie. De gegevens van de analyseresultaten zijn verwerkt in de bijlage 3.1, 3.2, 3.4 en 3,5.

Het verontreinigingsbeeld komt overeen met die van de eenheden, namelijk van de bovenlaag 0-60 cm-mv zijn in alle monsters Cd-concentraties aangetroffen $\geq 2,5$ mg/kg d.s. Alleen in de monsters van de locatie 701 is deze concentratie tot 120 cm-mv aanwezig. Dit is de locatie die was aangewezen als mogelijke stortplaats.

Op locatie 702 wordt bovendien ook de C-waarde van Cd en As overschreden in de laag van 0-30 cm-mv.

3.5.3 Grond onder de zinkassen

Er zijn van 53 locaties onder de aangetroffen zinkassen analyses uitgevoerd op de grond onder deze zinkassen.

In tabel 3.5 is in aantal en percentages de overschrijdingen van de analyseresultaten aangegeven voor cadmiumconcentraties $\geq 2,5$ mg/kg d.s. en voor Zn of Pb of As concentraties \geq referentiewaarden of Cd \geq A-waarde. De analyseresultaten voor de grond onder de assenwegen zijn voor de bovengenoemde criteria samengevat in de respectievelijke bijlage 3.6 en 3.7.

Met de laag van 30 cm onder de zinkassen wordt bedoeld de eerste laag onder de zinkassen onafhankelijk van de diepteligging van de zinkassen. Omdat uit de boorbeschrijvingen is op te maken dat de gemiddelde diepte van de zinkassen ca. 60 cm bedraagt, vertegenwoordigt in het algemeen de eerste laag onder de zinkassen de laag van 60-90 cm minus maaiveld.

Uit een vergelijking van de laag van 60-90 cm-mv van tabel 3.2 en de laag van 0-30 cm onder zinkassen (gemiddeld 60-90 cm-mv, tabel 3.5) blijkt dat de overschrijdingspercentages bij Cd $\geq 2,5$ mg/kg d.s. vrijwel gelijk zijn (resp. 26 en 23 %). In de diepere lagen echter vertonen de percentages duidelijke verschillen.

Tabel 3.5: Samenvattende overschrijdingstabel voor Cd \geq A-waarde in combinatie met Zn, Pb, of As \geq ref. waarden en voor Cd $\geq 2,5$ mg/kg d.s. (grond onder zinkassen)

diepte onder onderkant assen	totaal aantal monsters	Cd \geq A-waarde of Zn, Pb of As \geq ref. waarde		Cd $\geq 2,5$ mg/kg d.s.	
		perc.	aantal	perc.	aantal
0- 30	51	90	46	23	12
30- 60	51	82	42	11	6
60- 90	51	82	42	6	3
90-120	50	64	32	6	3
	<u>211</u>	80	<u>162</u>	11	<u>24</u>

Uit de analyseresultaten blijkt dat niet alle grond direct onder de zinkassen hoge concentraties aan Cd en andere zware metalen bevat. In de tabellen 3.6 en 3.7 zijn de hoeveelheden verontreinigde grond aangegeven voor de twee gehanteerde criteria ($Cd \geq 2,5$ mg/kg d.s. en $Cd \geq A$ -waarde of Pb, Zn of As \geq referentiewaarde).

Tabel 3.6: Hoeveelheid verontreinigde grond onder zinkassen $\geq 2,5$ mg Cd/kg d.s.

diepte onder onderkant assen (cm)	hoeveelheid grond in m ³	oppervlakte in m ²
0- 30	646	2155
30- 60	466	1556
60- 90	399	1330
90-120	258	861
totaal m ³	<u>1769</u>	

Tabel 3.7 Hoeveelheid verontreinigde grond onder zinkassen voor $Cd \geq A$ -waarde en Zn, Pb of As \geq ref. waarde

diepte onder onderkant assen	Hoeveelheid grond in m ³	oppervlakte in m ²
0- 30	2086	6952
30- 60	1980	6599
60- 90	1976	6581
90-120	1601	5339
Totaal m ³	<u>7641</u>	

3.5.4 Zinkassen

Op grond van de opgemeten oppervlakte en diepte is de omvang van de zinkassen redelijk goed vastgesteld. Er wordt in sommige tuinen vaak een dun laagje assen aangetroffen, maar deze zijn niet als een zinkassenlaag aangemerkt.

In bijlage 3.8 is de oppervlakte, de diepte van de zinkassen, de hoeveelheid zinkassen en de toegewezen eenheden t.a.v. de omvangbepaling van deze zinkassen aangegeven. Omdat niet in elke eenheid boringen zijn uitgevoerd onder de zinkassen is voor de omvangbepaling van deze zinkassen en de verontreinigde grond onder deze assen een aantal eenheden toegewezen aan zo'n eenheid. De hoeveelheid aangetroffen assen op de percelen is ca. 4.450 m³ en vertegenwoordigt een oppervlakte van ca. 8000 m².

3.5.5 Grondwater

In het grondwater worden met name hoge zinkconcentraties aangetroffen en enigzins verhoogde cadmiumconcentraties.



3.6 Samenvatting

In de onderstaande tabellen zijn de resultaten samengevat van de verontreinigde grond in de eenheden en onder de zinkassen.

Tabel 3.8: Samenvattende tabel van verontreinigde grond in de tuinen

laag in cm - mv	Cd \geq A-waarde en Pb, Zn of As \geq ref. waarden		Cd \geq 2,5 mg/kg d.s.	
	percentages overschrijdingen	hoeveelheid grond in m ³	percentages overschrijdingen	hoeveelheid grond in m ³
0 - 30	100	10866	96	10290
30 - 60	100	10866	78	8524
60 - 90	100	10866	26	3117
90 - 120	88	9794	4	507
	totaal	42398	totaal	22438

Tabel 3.9: Samenvattende tabel van verontreinigde grond onder zinkassen in de tuinen

diepte onder onderkant	Cd \geq A-waarde en Pb, Zn of As \geq ref. waarde		Cd \geq 2,5 mg/kg d.s.	
	percentages overschrijdingen	hoeveelheid grond in m ³	percentages overschrijdingen	hoeveelheid grond in m ³
0 - 30	90	2086	23	646
30 - 60	82	1980	11	466
60 - 90	82	1974	6	399
90 - 120	64	1601	6	258
	totaal	7641	totaal	1769

De hoeveelheid aangetroffen zinkassen in de tuinen is geraamd op 4450 m³.

4 SANERING

4.1 Inleiding

De noodzaak tot sanering in de Kempen wordt primair bepaald door de verhoogde risico's voor de volksgezondheid ten gevolge van consumptie van gewassen geteeld op met cadmium verontreinigde grond. In het verlengde van het advies van de Inspecties van Milieuhygiëne, Volksgezondheid en Levensmiddelen aan de provincie Noord-Brabant d.d. 18-02-'87 is de overheid van mening dat in beginsel tuinen in particulier gebruik bij een cadmiumconcentratie van meer dan 2,5 mg/kg d.s. gesaneerd moeten worden.

4.2 Uitgangspunten

Voor een goed begrip van de opzet van de in de volgende paragrafen beschreven saneringsalternatieven zal in deze paragraaf vooraf worden ingegaan op de gehanteerde uitgangspunten.

De problematiek van de zware metalenverontreiniging in de Kempen is zeer omvangrijk (zie hiervoor paragraaf 1.2). Het is daarom van belang de keuzes die gemaakt zijn bij het saneringsonderzoek voor het saneringsgebied fase 1A in het licht te plaatsen van de totale problematiek. In dat kader zullen de uitgangspunten met betrekking tot het grondwater, de omliggende gebieden en de zinkassen worden besproken. Daarnaast zullen de uitgangspunten voor de gehanteerde saneringswaarde worden toegelicht en zal het uitgangspunt van de multifunctionaliteit nader worden beschreven.

4.2.1 Grondwater

In paragraaf 1.2 is reeds gesteld dat in de Nederlandse Kempen een gebied van circa 140 km² via atmosferische depositie verontreinigd is. Daarnaast wordt in dit gebied circa 800 km assenwegen aange troffen. Hoewel een systematisch onderzoek naar de samenstelling van het grondwater in het totale gebied nog niet heeft plaatsgevonden, blijkt uit onderzoek op diverse lokaties dat er ook sprake is van een zeer omvangrijke grondwaterproblematiek. Duidelijk is onder meer dat op het Budelco-terrein, gelegen op korte afstand van het saneringsgebied fase 1A, sprake is van een sterke grondwaterverontreiniging. Omdat de omvang van de grondwaterverontreiniging nog onvoldoende bekend is, is er op dit moment nog geen sprake van een integraal plan voor de aanpak van de grondwaterverontreiniging. Dit heeft zijn weerslag op de saneringsmaatregelen in het saneringsgebied fase 1A. Hoewel uit de uitgevoerde metingen duidelijk naar voren komt dat het grondwater in dit gebied verontreinigd is (zie paragraaf 3.4.4) lijkt het niet doelmatig voor dit gebied saneringsmaatregelen voor het grondwater te treffen. Immers verwijdering van het grondwater in het saneringsgebied fase 1A houdt in, dat verontreinigd grondwater van elders kan/zal worden aangetrokken en met de momenteel beschikbare kennis zijn de gevolgen daarvan niet te overzien. Daarom is besloten de voorgenomen saneringsmaatregelen voor het saneringsgebied fase 1A te beperken tot de vaste bodem. Wel zal bij het uitwerken van alternatieven voor de sanering van de vaste bodem beoordeeld dienen te worden, welke effecten deze alter-

natieven hebben op de grondwaterkwaliteit alsmede in hoeverre de keuze voor een bepaald alternatief een eventuele sanering op termijn van het grondwater zal belemmeren, danwel vertragen.

4.2.2 Omliggende gebieden

Het nu gedefinieerde saneringsgebied fase 1A kan ook voor wat betreft de vaste bodem niet los gezien worden van zijn omgeving. Immers de verontreiniging beperkt zich niet tot dit gebied, maar het gebied maakt onderdeel uit van het totale verontreinigde gebied. Bij het ontwikkelen van alternatieven zal hiermee rekening gehouden dienen te worden. Bij het treffen van saneringsmaatregelen zal zoveel mogelijk gestreefd dienen te worden naar duurzame oplossingen. Dit betekent onder meer dat herverontreiniging van het gesaneerde gebied vanuit de omliggende percelen voorkomen dient te worden. Tevens is het belang een duidelijke begrenzing van het gesaneerde gebied vast te stellen. Daarom wordt voorgesteld een overgangszone te creëren. Als overgangszone wordt voorgesteld een strook van 10 m. rond het te saneren gebied onder dezelfde saneringsvoorwaarden mee te nemen. Overigens zou ook een reeds aanwezige (niet met zinkassen) verharde weg als overgangszone kunnen dienen. Voor het saneringsgebied fase 1A betekent dit het volgende:

Het saneringsgebied fase 1A wordt aan de noordzijde begrensd door de Hoofdstraat die als overgangszone kan fungeren. Aan de westzijde kan de Gebr. Looijmansstraat gedeeltelijk als overgangszone fungeren. Aan de zuidzijde, de (kleine) oostzijde en de te saneren gebieden westelijk van de Gebr. Looijmansstraat wordt voorgesteld een overgangszone te creëren door rondom de te saneren gebieden een strook van 10 meter te saneren. In de fase van het saneringsplan zal definitief beoordeeld moeten worden hoe een doelmatige overgangszone gerealiseerd kan worden afhankelijk van de lokale omstandigheden en de gekozen saneringsmethode.

4.2.3 Zinkassen

Uit het nader onderzoek van HASKONING (oktober 1985) is gebleken dat aan het oppervlak aanwezige zinkassen een invloed kunnen hebben op de omgeving over een afstand van enkele meters. Vervolgens is uit het onderzoek van TAUW Infra Consult gebleken dat de zinkassen het grondwater contamineren. Deze contaminatie is weliswaar niet significant aangetoond voor alle zinkassen. Desalniettemin wordt als uitgangspunt gehanteerd, alle zinkassen in het saneringsgebied fase 1A te verwijderen. Het betreft hier met name materiaal dat als erfverharding (opritten en erven) op partikulier terrein is aangetroffen.

Onder de verharding van de wegen in het saneringsgebied fase 1A zijn steekproefsgewijs monsters genomen. Hierbij zijn geen assen aangetroffen. Mochten tijdens de saneringswerkzaamheden of bij de geplande reconstructie van de wegen na afloop van de sanering toch zinkassen worden aangetroffen, dan wordt ervan uitgegaan dat deze eveneens verwijderd worden.

4.2.4 Saneringswaarde voor grond

In de inleiding van dit hoofdstuk (paragraaf 4.1) is reeds melding gemaakt van het advies van de Inspekties van Milieuhygiëne, Volksgezondheid en Levensmiddelen waarop de noodzaak tot het treffen van saneringsmaatregelen is gebaseerd. Als saneringswaarde voor de grond wordt daarom voor tuinen in partikulier gebruik de in dit advies genoemde waarde van 2,5 mg/kg d.s. voor cadmium gehanteerd.

Uit een beoordeling van de beschikbare meetresultaten is gebleken dat cadmium als maatgevende parameter voor de gezondheidskundige en milieuhygiënische risico's beschouwd moet worden.

Een overzicht van de gemeten concentraties van de elementen lood, zink en arseen in die tuinen waar de concentraties cadmium lager zijn dan 2,5 mg/kg droge stof wordt in bijlage 4.1 gegeven.

Uit deze bijlage blijkt dat er voor de elementen lood, zink en arseen slechts incidentele en relatief geringe overschrijdingen van de B-waarde optreden, waardoor volstaan kan worden met het definiëren van een saneringswaarde voor cadmium.

4.2.5 Multifunktionaliteit

In het huidige bodemsaneringsbeleid van het Ministerie VROM wordt als uitgangspunt gehanteerd dat, wanneer eenmaal de noodzaak tot het treffen van saneringsmaatregelen is vastgesteld, deze saneringsmaatregelen in principe dienen te leiden tot een duurzame oplossing, het herstel van de multifunktionaliteit. Ter onderbouwing van dit beleid is door de Technische Commissie Bodemkwaliteit (TCB) een advies uitgebracht voor het opstellen van referentiewaarden. Deze referentiewaarden kunnen worden beschouwd als een nadere definiëring van het begrip multifunktionaliteit. Deze referentiewaarden zijn vastgelegd in het vierde herziening van de leidraad bodemsanering (november 1988). De getalsmatige invulling van de referentiewaarden zijn afhankelijk van het gehalte humus en organische stof. Voor het saneringsgebied fase 1A kunnen voor de zware metalen de referentiewaarden, uitgaande van een (gemeten) gehalte organische stof van 5% en een lutumgehalte van 5% als volgt worden gedefinieerd (tabel 4.1):

Tabel 4.1 Referentiewaarden voor het saneringsgebied fase 1A; bij 5% organische stof en 5% lutum.

-	cadmium	0,54	mg/kg d.s.
-	lood	60	mg/kg d.s.
-	zink	73	mg/kg d.s.
-	arsen	19	mg/kg d.s.

Bij het ontwikkelen van alternatieven voor de te nemen saneringsmaatregelen is het herstel van de multifunktionaliteit, gebaseerd op genoemde referentiewaarden als uitgangspunt genomen. Daarbij dient echter opgemerkt te worden dat bij de opzet van het detailonderzoek in het saneringsgebied fase 1A reeds gekozen was voor een analyse van cadmium met een detectiegrens van 1 mg/kg d.s. Dit betekent dat de begrenzing van de cadmiumverontreiniging op een waarde van 0,54 mg/kg d.s. niet exact is aan te geven. Daarom is bij de berekeningen van de "multifunktionele" alternatieven voor cadmium uitgegaan van 1 mg/kg d.s..

4.3

Saneringsnormen

Als saneringswaarde voor het saneringsgebied fase 1A wordt de in paragraaf 4.2.4 aangegeven waarde voor cadmium van 2,5 mg/kg d.s. aangehouden. Zoals uit paragraaf 3.5, tabel 3.2 reeds blijkt, betekent dit dat in 96% van het gebied deze waarde overschreden wordt. De keuze voor deze waarde wordt ingegeven door het feit dat volgens het advies van de gezamenlijke Inspekties boven deze concentratie risico's voor de volksgezondheid te verwachten zijn voor tuinen in partikulier gebruik.

Voor de terugsaneerwaarde zijn enkele varianten beoordeeld:

- I terugsaneren tot de referentiewaarde, ook onder de bestaande woningen;
- II terugsaneren tot de referentiewaarde, met behoud van de bestaande woningen en stenen opstallen;
- III terugsaneren tot de waarde voor cadmium van 2,5 mg/kg d.s., ongeacht de diepte;
- IV saneren tot een diepte van 75 cm.

Bij de twee eerstgenoemde alternatieven wordt het beleidsuitgangspunt van herstel van de multifunktionaliteit gehanteerd, bij de beide laatstgenoemde alternatieven ligt de nadruk op het wegnemen van de aanleiding tot het treffen van saneringsmaatregelen (risico's voor gebruikers van tuinen in partikulier gebruik). Het laatste alternatief, saneren tot diepte van 75 cm wordt in paragraaf 4.4.5 de saneringsdiepte nader gemotiveerd.

Een nadere beschrijving van bovengenoemde alternatieven wordt gegeven in paragraaf 4.4. Een beoordeling van de alternatieven op basis van technische, milieuhygiënische en financiële aspecten wordt gegeven in paragraaf 4.5.

4.4

Beschrijving saneringsalternatieven

4.4.1

Inleiding

In paragraaf 4.4 zullen de in paragraaf 4.3 gedefinieerde alternatieven worden beschreven op basis van technische, milieuhygiënische en financiële aspecten. De financiële gegevens zullen daarvoor worden ontleend aan de hoofdstukken 5 en 6.

Zoals in paragraaf 4.2 reeds is aangegeven, gelden voor alle alternatieven de volgende uitgangspunten:

- er worden geen saneringsmaatregelen ten aanzien van het grondwater getroffen (zie paragraaf 4.2.1);
- bij alle alternatieven wordt een overgangszone aangebracht als gedefinieerd in paragraaf 4.2.2;
- de zinkassen worden bij alle alternatieven verwijderd (zie paragraaf 4.2.3).

Een beoordeling en vergelijking van de alternatieven zal worden gegeven in paragraaf 4.5.

4.4.2 Alternatief I: terugsaneren tot de referentiewaarde

Bij dit alternatief wordt ervan uitgegaan dat in het gedefinieerde saneringsgebied fase 1A alle in de grond aanwezige verontreinigingen worden gesaneerd tot de referentiewaarde. Bij dit alternatief wordt aangenomen dat onder de bebouwing ook verontreinigingen in de grond aanwezig zijn en deze grond zal moeten worden gesaneerd. Voor het aangeven van de technische en financiële gevolgen voor dit alternatief zijn een aantal aannames gedaan, aangezien de begrenzing van de verontreinigingen naar de diepte niet op het niveau van de referentiewaarde bekend is. In de diepste laag waar metingen verricht zijn (90-120 cm onder maaiveld) worden namelijk nog verhoogde concentraties voor cadmium, zink en lood gevonden boven de referentiewaarde. Op basis van een extrapolatie van de op deze diepte aangetroffen concentraties wordt voor dit alternatief vooralsnog uitgegaan van een saneringsdiepte van 200 cm.

Vooraf zal door middel van milieutechnisch onderzoek de onderste begrenzing van de verontreiniging op het niveau van de referentiewaarde moeten worden vastgesteld en zal door middel van geohydrologische modelberekeningen en/of metingen aangegeven moeten worden, wat de invloed is van deze bemalingen op de grondwaterkwaliteit in de omgeving.

In technische zin houdt dit alternatief het volgende in:

- sloop van alle woningen in het betreffende gebied;
- sloop van alle wegen en infrastructuur;
- verwijdering van alle begroeiing;
- ontgraving van de grond in het totale gebied tot een diepte van 200 cm onder maaiveld;
- tijdelijke huisvesting van alle bewoners uit het betreffende gebied;
- herbouw van alle woningen en hernieuwde aanleg van wegen en infrastructuur nadat de saneringswerkzaamheden voltooid zijn;
- het aanbrengen van een zware bemaling in het gebied, waarmee de verontreinigingen tot op de gewenste diepte kunnen worden weggenomen;
- het installeren van een waterzuiveringsinstallatie met voldoende capaciteit om het bij de bemaling vrijkomende water te kunnen zuiveren.

Door het ontbreken van voldoende gegevens omtrent de diepteligging van de verontreinigingen kan dit alternatief slechts globaal worden begroot. De begroting wordt in paragraaf 6.1 nader gespecificeerd. In totaal worden de kosten van dit alternatief geraamd op grofweg 96 miljoen. Nogmaals wordt er op gewezen dat, wanneer de voorkeur zou uitgaan naar dit alternatief, het noodzakelijk is, aanvullend onderzoek van de diepere lagen met voldoende lage detektiegrenzen uit te voeren om de verticale begrenzing op het niveau van de referentiewaarde vast te kunnen stellen. Tevens zullen de kosten voor sloop, tijdelijke huisvesting en herbouw/herinrichting nauwkeuriger moeten worden ingeschat.

De milieuhygiënische voordelen van dit alternatief zijn groot: Na uitvoering van de saneringsmaatregelen wordt een gebied opgeleverd, waarin in de vaste bodem geen verontreinigingen meer boven de referentiewaarde voorkomen. Dit betekent ook dat nalevering van verontreinigingen vanuit de vaste bodem naar het grondwater niet meer zal plaatsvinden en dat ook bij eventuele toekomstige sloop- en/of nieuwbouwactiviteiten geen aanvullende maatregelen getroffen zullen behoeven te worden.

4.4.3 Alternatief II A en B: saneren tot referentiewaarde met behoud van ----- woningen en stenen opstallen -----

Het belangrijkste verschil met het voorgaande alternatief is, dat bij deze alternatieven alle woningen en stenen opstallen behouden blijven, hetgeen uiteraard inhoudt dat de daaronder aanwezige verontreinigingen niet worden weggenomen.

Bij het alternatief IIA wordt ervan uitgegaan dat de verontreinigingen in de vaste bodem worden weggenomen tot de grondwaterspiegel, waarbij deze voor de kostenberekeningen (paragraaf 6.2) is vastgelegd op 120 cm onder maaiveld. Dit is enerzijds gedaan omdat de begrenzing van de verontreinigingen in diepere lagen totnogtoe niet is vastgelegd, anderzijds omdat sanering van lagen dieper dan 120 cm met name effect heeft op het grondwater. Onderstaand zal tevens worden aangegeven welke gegevens ontbreken om voor dit alternatief, een goede inschatting van kosten te maken.

Indicatief is als alternatief IIB tevens aangegeven, welke kosten er gemoeid zijn met een sanering van de vaste bodem tot een diepte van 200 cm (als bij alternatief I);

Alternatief IIA

In technische zin omvat alternatief IIA de volgende werkzaamheden:

- verwijdering van alle begroeiing in het gebied;
- ontgraving van de grond tot een diepte van 120 cm onder maaiveld;
- het ontgraven van de grond rond de woningen en stenen opstallen onder talud;
- het aanbrengen van een lichte bemaling ter plaatse van de ontgravingen om goed in den droge te kunnen werken (mede afhankelijk van de periode van het jaar waarin de uitvoering zal plaatsvinden);
- sloop van alle wegen;

- het installeren van een waterzuiveringsinstallatie met voldoende capaciteit om het bij de bemaling vrijkomende water te kunnen zuiveren.
- de infrastructuur (kabels en leidingen) zal met tijdelijke voorzieningen in stand gehouden worden.

Alternatief IIA levert belangrijke milieuhygiënische voordelen op. Na uitvoering van de saneringsmaatregelen zijn namelijk in het saneringsgebied fase 1A de verontreinigingen in de vaste bodem grotendeels verwijderd tot de referentiewaarde. Dit betekent dat alleen aanvullende saneringsmaatregelen denkbaar zijn in twee situaties:

- wanneer in de toekomst woningen of stenen opstallen gesloopt zullen worden, zal bepaald moeten worden in hoeverre dan alsnog een sanering van de vaste bodem ter plaatse dient plaats te vinden. Indien dit gewenst is, zullen hiervoor tevens procedures opgesteld dienen te worden;
- wanneer op een later tijdstip saneringsmaatregelen voor het grondwater alsnog ontwikkeld worden, zal met de nalevering vanuit de lagen dieper dan 120 cm en vanuit de grond onder en direkt naast de woningen en de infrastructuur rekening gehouden dienen te worden. Wanneer waarschijnlijk geacht wordt, dat dit in de toekomst zal plaatsvinden, lijkt het verstandig, reeds nu te proberen deze effecten in te schatten (zie paragraaf 6.2).

De kosten voor het alternatief IIA worden globaal geschat op 36 miljoen.

Alternatief IIB

Wanneer uitgegaan wordt van alternatief IIB zal de grond tot een diepte van 200 cm worden ontgraven en zal daarvoor een zwaardere bemaling noodzakelijk zijn. Tevens wordt er bij alternatief IIB van uitgegaan dat de wegen en de infrastructuur verwijderd dienen te worden. Daarom is een p.m. post in de begroting opgenomen voor het tijdelijk huisvesten van de bewoners.

Teneinde de voorzieningen t.b.v. de handhaving van de woningen zoveel mogelijk te beperken zal de ontgraving nabij de woningen onder een stabiel talud moeten plaatsvinden, waardoor ook verontreinigde grond in diepere lagen naast de woningen zal achterblijven. Voor dit toegevoegde alternatief IIB worden de kosten grofweg geraamd op 59 miljoen (zie paragraaf 6.3).

4.4.4 Alternatief III: saneren tot een waarde voor cadmium van 2,5 mg/kg

Bij dit alternatief is de saneringsdiepte gedefinieerd op basis van het uitgevoerde detailonderzoek. In de praktijk zal het erop neerkomen dat de sanering tot een diepte van 60 tot 90 cm zal worden uitgevoerd, met een enkele lokatie waar dieper gegraven dient te worden.

In technische zin houdt dit het volgende in:

- verwijdering van alle begroeiing;
- ontgraving van de grond tot een diepte waarop de cadmiumconcentratie de waarde van 2,5 mg/kg onderschrijft;
- het tijdens het ontgraven bepalen van deze grens middels analyses;
- ontgraving onder talud rond woningen en stenen opstallen;
- het aanbrengen van een lichte, lokale bemaling op die plaatsen waar dieper gegraven dient te worden dan de grondwaterstand;
- het beschikbaar hebben van een waterzuiveringsinstallatie voor het reinigen van het water dat bij deze bemalingen vrijkomt.

In milieuhygiënisch opzicht betekent dit alternatief dat de risico's voor gebruikers van particuliere tuinen die aanleiding gaven tot het treffen van saneringsmaatregelen worden weggenomen. Een nadeel is echter dat met name in de diepere lagen een deel van de verontreiniging achterblijft, hetgeen invloed kan hebben op de grondwaterkwaliteit. Tevens houdt het niet terugsaneren tot de referentiewaarde een risico in dat op grond van mogelijke toekomstige inzichten op grond van ecologische argumenten aanvullende maatregelen noodzakelijk zullen zijn. Dit laatste risico wordt overigens niet als groot ingeschat. Buiten het gebruik van grondwater als grondstof voor de bereiding van drinkwater gaan bij dit alternatief geen belangrijke functies van de bodem verloren.

Met betrekking tot de financiële aspecten wordt verwezen naar paragraaf 6.4. Daaruit blijkt dat de kosten voor dit alternatief geraamd worden op 19 miljoen.

4.4.5 Alternatief IV: saneren tot een diepte van 75 cm

Bij dit alternatief wordt uitgegaan van een "statische" sanering tot een diepte van 75 cm. De keuze hiervoor kan als volgt worden gemotiveerd:

- bij de uitvoering van de boringen in het betreffende gebied is gebleken dat op een diepte van 40 tot 60 cm onder maaiveld het gehalte aan organische stof sterk afneemt. Vanaf deze diepte wordt een leemhoudende zandlaag aangetroffen. De grondwaterstand bevond zich ten tijde van het detailonderzoek op een diepte van circa 170 cm onder maaiveld. Uit eerder uitgevoerd onderzoek komt naar voren dat in natte perioden de grondwaterstand kan stijgen tot circa 100 cm onder maaiveld;
- de onderkant van de bewortelingszone is in dit gebied vrij scherp begrensd door de overgang humeus/niet-humeus;
- de kans op normoverschrijding van cadmiumconcentraties in gewassen wordt in het algemeen, naast de cadmiumconcentratie, bepaald door factoren, als de pH van de grond, het organische stofgehalte en de soort gewas. Uitgangspunt hierbij is dat de verontreiniging voor de gewassen bereikbaar en opneembaar is. Indien de verontreiniging zich bevindt op een diepte beneden de door de wortels van gewassen bereikbare zone vervalt de mogelijkheid van een verhoogde cadmiumopname door de geteelde gewassen.

Vanuit de bij dit alternatief gehanteerde doelstelling om de aanleiding tot het nemen van saneringsmaatregelen weg te nemen, kan er gekozen worden voor zodanige verticale saneringsgrenzen dat de verontreinigingslaag ter dikte van de door wortels bereikbare zone wordt verwijderd. De verontreinigingen op grotere diepten zijn in dit kader dan niet relevant, ervan uitgaande dat deze diepe lagen door groundbewerking niet omhooggebracht zullen worden.

De ondergrens van de bewortelingslaag is niet eenduidig vastgelegd, maar is afhankelijk van het soort gewas, de pH, bodemweerstand tegen indringing van wortels en grondwaterstand.

Algemeen kan worden gesteld dat de bewortelingsdiepte van de in hoofdzaak geteelde tuinbouwgewassen niet groter is dan 60 cm-mv (zie tabel 4.2).

Tabel 4.2 Bewortelingsdiepte vollegronds groenten, (gebaseerd op waarnemingen van het CAD te Wageningen)

Gewas	95 % van de wortels niet dieper dan:
Sla	50 cm
Spinazie	60 cm
Andijvie	50 cm
Koolsoorten	35 cm
Prei	40 cm

Opmerkingen bij tabel 4.2 :

- de getallen gelden voor matig humeus, grof zand, organisch stofgehalte 4 %;
- de getallen gelden voor de winterperiode; in de winter is de beworteling dieper dan in de zomer (verschil ca. 10 cm).

Met name de bladgroenten die het gevoeligst zijn voor Cd-opname (spinazie, sla, andijvie en prei) hebben een bewortelingsdiepte kleiner dan 60 cm-mv.

Gewassen kunnen uit diepere lagen bodemvocht opnemen doordat dit bodemvocht als gevolg van capillaire opstijging boven de grondwaterstand aanwezig is. De mate van opstijging is zeer gering in zandige bodems zoals in De Kempen. Gelet op de te verwachten gemiddelde grondwaterstand van 100 à 150 cm onder maaiveld kan gesteld worden dat het grondwater voor de wortels van de in tabel 4.2 vermelde gewassen onbereikbaar is.

Op basis van het voorgaande zou een saneringsdiepte van ca. 60 cm volstaan, gelet op de diepte tot waarop de verontreinigingen worden aangetroffen in combinatie met de maximaal te verwachten diepte tot waarop verontreinigingen voor geteelde groenten bereikbaar zijn.

Uit zekerheidsoverwegingen wordt echter voorgesteld de diepte van sanering voor dit alternatief vast te leggen op 75 cm-mv.

In technische zin houdt dit alternatief het volgende in:

- verwijdering van alle lage begroeiing;
- ontgraving van de grond tot een diepte van 75 cm;
- ontgraving onder talud rond woningen en stenen opstallen;

Het technische voordeel van dit alternatief is, dat analyses tijdens de uitvoering, bemaling en waterbehandeling bij dit alternatief niet noodzakelijk zijn en dat zoveel mogelijk bomen e.d. gespaard kunnen worden.

In milieuhygiënisch opzicht zijn aan dit alternatief dezelfde nadelen verbonden als aan alternatief III. De hoeveelheid verontreiniging die achterblijft in de diepere lagen zal echter groter zijn dan bij alternatief III.

Voor de financiële consequenties van dit alternatief kan worden uitgegaan van de in paragraaf 6.5 geraamde kosten van 19 miljoen.

4.5

Beoordeling van de alternatieven

Een vergelijking van de alternatieven I t/m IV wordt onderstaand weergegeven in tabel 4.3. In deze tabel worden de alternatieven vergeleken op de volgende hoofdcriteria:

- technische uitvoering;
- hinder en overlast;
- duur van de sanering;
- milieuhygiënisch resultaat van de sanering;
- kosten.

Uit tabel 4.3 kan worden opgemaakt dat vanuit milieuhygiënisch oogpunt de alternatieven I en IIB de voorkeur verdienen. Bij alternatief I wordt de verontreiniging verwijderd tot de referentiewaarde, terwijl bij alternatief IIB een beperkte restverontreiniging achterblijft.

De nadelen van deze alternatieven zijn de grote en langdurige overlast van de bewoners, problemen met afvoer van grond (capaciteit TOP) en bemaling (invloed op omgeving) en de hoge kosten die met deze alternatieven gepaard gaan.

Dit moet tevens gezien worden in het licht van de totale problematiek van de zware metalen verontreiniging in de Kempen, waarbij het niet haalbaar lijkt, in het totale gebied (meerdere tientallen km²) de referentiewaarde te herstellen.

Op basis van het bovenstaande wordt geadviseerd, een keuze te maken uit de alternatieven IIA, III en IV. Bij al deze alternatieven worden de risico's voor de volksgezondheid weggenomen. De alternatieven verschillen in milieuhygiënisch opzicht in de mate waarin in de diepere lagen verontreiniging achterblijft. De achterblijvende verontreiniging kan de grondwaterkwaliteit in negatieve zin beïnvloeden.



Aangezien het op dit moment nog onduidelijk is, welk pakket aan maatregelen van het grondwater in het totale gebied genomen zal worden en aangezien in het te saneren gebied bij elk alternatief de effecten op het grondwater veel minder negatief zullen zijn dan in de omliggende gebieden (die vooralsnog niet gesaneerd worden), wordt geadviseerd een dussdanig alternatief te kiezen dat de risico's van contact en opname door gewassen minimaal zijn. Op grond daarvan wordt voorgesteld de uiteindelijke keuze te maken uit de alternatieven III en IV.

De vraag die bij de keuze tussen deze twee alternatieven naar voren komt, is de mate van zekerheid met betrekking tot het eindresultaat. Bij alternatief III wordt gesaneerd in die gebieden waar volgens het vooronderzoek concentraties cadmium van meer dan 2,5 mg/kg droge stof worden aangetroffen. Bij alternatief IV wordt gesaneerd tot een vaste diepte van 75 cm. De voorkeur wordt uitgesproken voor alternatief IV, omdat dit leidt tot een eindresultaat waarbij voor de laag van 0-75 cm de zekerheid verkregen wordt, dat deze schoon is. Bij alternatief III worden de gedeelten waar cadmiumconcentraties < 2,5 mg/kg droge stof gevonden worden niet gesaneerd. Aangezien uit het onderzoek gebleken is dat er locale inhomogeniteiten kunnen voorkomen, is geen zekerheid te geven dat in de gebieden die dan niet worden gesaneerd geen lokaal hoge concentraties voorkomen. Daarom wordt door de werkgroep uiteindelijk alternatief IV als meest wenselijk alternatief aanbevolen.



Tabel 4.3 Vergelijking saneringsalternatieven

Alternatief	I	IIA weg nemen verontreiniging	IIB	III weg nemen risico's	IV
Kriterium					
<u>Technische uitvoering</u>					
- sloop en herbouw woningen	ooo	o	o	o	o
- sloop wegen	ooo	ooo	ooo	o	o
- infrastructuur	ooo	o	ooo	o	o
- voorzien. infrastruct.	oooo	ooo	oooo	ooo	oo
- verwijdering begroeiing	ooo	ooo	ooo	ooo	oo
- ontgraving tot (cm)	ca 200	ca 120	ca 200	ca 90	75
- reconstructie wegen	oooo	oooo	oooo	ooo	ooo
- bemaling	oooo	ooo	oooo	oo	o
- waterzuivering	ooooo	ooo	ooooo	oo	o
- aanv. onderz. vooraf	ooooo	ooo	ooooo	oo	o
- analyses tijdens uitv.	oooo	ooo	ooooo	oooo	o
- problemen opslag TOP	oooo	o	ooo	o	o
- problemen ontgraven	o	ooo	oooo	ooo	ooo
<u>Hinder en overlast</u>					
- tijdelijke huisv.	oooo	o	oooo	o	o
- overlast voor bewoners	ooooo	oooo	ooooo	ooo	ooo
<u>Duur van de sanering</u>					
- uitvoeringstermijn (mnd.)	> 24	12	18	6	6
<u>Milieuhygiënisch resultaat van de sanering</u>					
- restverontrein. > ref.w.	o	ooo	oo	oooo	oooo
- hoeveelheid restverontr.	o	ooo	oo	oooo	ooooo
- effect op grondw. op term.	o	ooo	oo	oooo	ooooo
- opheffen van risico's	o	o	o	o	o
<u>Kosten</u>					
- geraamde kosten (mln.)	96	36	59	19	19
(zie paragraaf)	6.1	6.2	6.3	6.4	6.5

Legenda

- o = relatief gunstig
oo = beperkt nadeel
ooo = nadelig
oooo = sterk nadelig
ooooo = groot nadeel

5. SANERINGSONDERZOEK SANERINGSGEBIED FASE 1A

5.1 Inleiding

Op basis van de in hoofdstuk 3 geformuleerde uitgangspunten zal in dit hoofdstuk worden beschreven hoe de uitvoering van de sanering zal plaatsvinden. Achtereenvolgens zal worden ingegaan op de volgende punten:

- ontgraving;
- nuttige toepassing;
- tijdelijke opslag;
- reiniging;
- aanvulgrond;
- herinrichtings- en herstelkosten.

Per onderdeel zal een omschrijving worden gegeven van de uit te voeren werkzaamheden. De bijbehorende kosten worden gegeven in hoofdstuk 6.

5.2 Ontgraving

Bij het alternatief I en II B is de ontgravingsdiepte 200 cm of dieper, omdat voor die alternatieven de ondergrens van de referentiewaarden nog niet is vastgesteld.

Ten behoeve van de stabiliteit van de woningen en andere gebouwen zal bij deze alternatieven de grond nabij deze woningen onder een talud moeten worden afgegraven. Voor de grond onder de zinkassen zal de ontgravingsdiepte in een aantal gevallen dieper dan 200 cm kunnen zijn.

Bij de voorgestelde alternatieven III en IV met een ontgraving respectievelijk ca. 90 cm en exact 75 cm zullen vrijwel geen problemen optreden met de funderingen van woningen en andere gebouwen. Ook zal het mogelijk zijn, dat goed gefundeerde stenen garages en schuren behouden kunnen blijven.

Teneinde schade ten gevolge van de werkzaamheden zoveel mogelijk te beperken zal voor de alternatieven II t/m IV met aangepast materiaal gewerkt moeten worden. In de omgeving van de te behouden objecten betekent dit werken met kleine machines en waar nodig zelfs ontgraving met de hand.

Ten behoeve van het instellen van een overgangszone zal ten zuiden van de Anthony Stevenslaan en ten westen van de Gebr. Looymansstraat een gebied van in totaal 6500 m² gesaneerd worden. Voor de sanering van de zinkassen in de berm langs de Hoofdstraat en in de perken in de Marialaan en de Anthony Stevenslaan is een oppervlakte van 1500 m² aangehouden en een diepte van de zinkassen van 60 cm.

Met inachtneming van het bovenstaande en de vastgelegde uitgangspunten genoemd in hoofdstuk 4 t.a.v. de alternatieven zijn in tabel 5.1 de volgende te saneren oppervlakten voor grond en zinkassen vastgesteld. In tabel 5.2 zijn de hoeveelheden bepaald van de te saneren grond en zinkassen.

Tabel 5.1 Oppervlakten van de te saneren grond en zinkassen in m²

sanering- alternatief	tuinen	wegen	omgeving	zinkassen op erven	zinkassen in bermen
I	46.000	10.000	6500	7990	1500
IIA	36.200	10.000	6500	7990	1500
IIB	36.200	10.000	6500	7990	1500
III	36.200	-	6500	7990	1500
IV	36.200	-	6500	7990	1500

Tabel 5.2: Te saneren hoeveelheid grond en zinkassen in m³

sanerings- alternatief	diepte in cm	grond in tuinen, onder woningen en wegen	grond onder de zinkassen	grond in omgeving	grond totaal	zinkassen op erven	zinkassen in berm etc. etc.	Totaal zinkas- sen
I	200	112.000	13.300	13.000	138.300	4450	900	5350
IIA	ca 120	55.500	4.800	8.000	68.300	4450	900	5350
IIB	200	92.400	13.300	13.000	118.700	4450	900	5350
III	ca 90	22.440	1.770	6.000	30.200	4450	900	5350
IV	75	27.150	1.450	4.900	33.500	4450	900	5350

5.3 Nuttige toepassing

Gezien de door de provincie reeds opgedane ervaringen met de sanering van het Dommeldal zal een nuttige toepassing van grond beneden de B-waarden van de zware metalen niet haalbaar zijn.

Wel zal overwogen kunnen worden gereinigde grond toe te passen als toeslagmateriaal in bijv. asfalt.



5.4 Tijdelijke opslag

5.4.1 Inleiding

Storten is als definitieve oplossing slechts aanvaardbaar indien reiniging geen perspectief heeft te bieden.

Aangezien onderzoek (zie saneringsonderzoek onderdeel C) en initiatieven van reinigers redelijke resultaten laten zien is uitgegaan van een tijdelijke opslag voorafgaand aan een reiniging van de grond.

5.4.2 Opslag verontreinigde grond

Afgezien van de mogelijkheid van het inrichten van een aparte IOC opslagplaats voor de grond uit de Kempen wordt voorgesteld de grond t.b.v. reiniging op te slaan op de TOP-Moerdijk of op een opslagplaats van een grondreiniger met een vergunning in het kader van de afvalstoffenwet.

Ten aanzien van de TOP in Moerdijk zijn aanvullende voorzieningen voor de verontreinigde grond niet noodzakelijk.

Voor de kostenraming van de opslag van verontreinigde grond op de TOP-Moerdijk is voor het laden en lossen van de grond f 16,--/ton aangehouden en voor de opslag f 0,50/ton/maand. Rekening is gehouden met een opslag van gemiddeld 3 jaar voor de totale hoeveelheid verontreinigde grond, hetgeen neerkomt op een kostprijs per ton van f 34,--.

5.4.3 Opslag van zinkassen

De vrijkomende zinkassen zullen op grond van de concentraties arseen en eventueel ook lood vallen onder de werkingssfeer van de Wca. Dit houdt in dat dit materiaal hetzij door een verwerker met een Wca-vergunning direct verwerkt kan worden, hetzij met een ont-heffing van de afdeling chemische afvalstoffen van het ministerie VROM opgeslagen zal kunnen worden.

Gezien de huidige beperkte mogelijkheden van het opslaan van Wca-grond zullen de zinkassen moeten worden opgeslagen in een nog in te richten opslagplaats onder IBC-kriteria. Dit betekent dat bij de inrichting van een opslagplaats voorzieningen getroffen moeten worden die verspreiding van verontreinigingen naar het omliggende milieu voorkomen.

5.5 Reiniging

5.5.1 Inleiding

De mogelijkheden van reiniging van de bij de sanering van deelgebied fase 1A vrijkomende grond zijn onderzocht met behulp van laboratoriumproeven. De resultaten van deze proeven zijn beschreven in het saneringsonderzoek, onderdeel C. Een korte samenvatting van deze resultaten wordt gegeven in par. 5.5.2. Op basis van deze resultaten zijn contacten gelegd met grondreinigingsbedrijven (zie par. 5.5.3).

5.5.2 Korte samenvatting resultaten laboratoriumonderzoek

a) Algemeen

Ten behoeve van het inschatten van de toepasbaarheid van reinigingstechnieken gebaseerd op fysische scheiding, extractie of flotatie, zijn fractioneringsproeven en extractieproeven uitgevoerd op de monsters van clusters in Budel Schoot en Budel Dorplein.

b) Fractioneringsproeven

Uit de resultaten van fractioneringsproeven is gebleken dat na fractionering, de cadmium- en zinkconcentraties in de diverse fracties de B-waarden nog overschrijden. Schone fracties met het oog op hergebruik kunnen derhalve niet worden afgescheiden zodat uitsluitend fractionering niet effectief zal zijn.

c) Extractieproeven

Extractieproeven zijn uitgevoerd met:

- a. demiwater, op pH=4 gebracht met HCl
- b. een oplossing van 2 g/l $\text{Na}_2\text{H}_2\text{EDTA}$ (pH=4).

Uit de resultaten van de extractieproeven blijkt dat door toevoeging van een EDTA-oplossing het percentage uitgewassen zink en cadmium sterk toeneemt in vergelijking met demi-water (pH=4) als extractiemiddel. Het waseffect bij pH=4 zonder toevoeging van complexvormers is zeer gering.

Aanbevolen wordt, de haalbaarheid van reiniging d.m.v. extractie met gebruik van complexvormers als mogelijkheid nader te onderzoeken.

5.5.3 Uitvoering reiniging en kosten

Gelet op de resultaten van de laboratorium-experimenten zullen de bedrijven, die beschikken over een grondreinigingsinstallatie op basis van fraktionering en extractie, uitgenodigd worden voor het doen van reinigingsproeven met inzet van gezamenlijke kennis en ervaringen.

De kosten voor de uiteindelijke reiniging zullen eerst bepaald kunnen worden nadat door de grondreinigingsbedrijven de reinigingsproeven zijn uitgevoerd.



Vooralsnog is voor de kostenraming een conservatieve prijsstelling van f 200,-- per m³ (excl. BTW) of wel f 125,-- per ton aangehouden, gebaseerd op de huidige reinigingstarieven. Het is niet uit te sluiten dat deze kosten in de praktijk, mede gelet op de grootte van het projekt, gunstiger kunnen uitvallen.

5.6 Kwaliteit aanvulgrond

Uit het onderzoek naar de kwaliteit van de aanvulgrond komt naar voren dat het voor de bovenlaag van 50 cm in de eerste plaats van belang is grond te zoeken met vergelijkbare structuur en textuur als de huidige grond.

Dit in verband met de waterhuishouding en de tot nog toe gebruikelijke bewerkingstechnieken.

Voor wat betreft de nutriëntenhuishouding wordt verwezen naar de kwaliteitseisen van minimaal RAW, doch bij voorkeur in overeenstemming met het advies van het consulentenschap. (zie tabel 5.3)

Voor het toelaatbare gehalte aan diverse milieucritische stoffen zijn een aantal referentiegegevens beoordeeld (zie tabel 5.4). Op basis van deze beoordeling wordt aanbevolen aanvulgrond aan te voeren met maximale concentraties van milieucritische stoffen conform de tweede kolom uit tabel 5.4 Deze kolom geeft de referentiewaarden voor een multifunctionele bodem weer: dit houdt in de bovengrens van natuurlijke achtergrondswaarden voor zandgrond voor natuurterreinen en landbouwgrond.

Tabel 5.3 Nutriënten huishouding aanvulgrond

Gehalten aan nutriënten	vrij laag tot vrij hoog gehalte voor intensieve vollegrond groenteteelt op tuinbouwbedrijven (consulentenschap)	minimale gehalten voor openbaar groen (RAW)
pH-KCl	5,0 - 6,3	4,8 - 7,5
fosfaat (P-Al) (in mg P ₂ O ₅ /100 g grond)	41 - 70	20
kaligetal (20*K-HCL)/(10 + % humus)	20 - 49	geen waarde gegeven
K-HCl (in mg K ₂ O/100/gr droge grond)	geen waarde gegeven	10
MgO (in mg/kg d.s.)	75 - 124	geen waarde gegeven
zoutbelasting (in mS/cm)	geen waarde gegeven	maximaal 1,5
krimp	geen waarde gegeven	maximaal 20%



Tabel 5.4 Referentie- en signaalwaarden voor de gehalten aan milieucritische stoffen in de bodem in mg/kg d.s.

component	A-waarden toetsings- kader	referentiewaarden 1) bij 5 % lutum en en 5 % organische stof	signaal- waarden 2)	zwarte grond 3)
arsen	20	19	-	-
cadmium	1	0,54	0,5	1
chrom	100	60	-	100
koper	50	21	50	50
kwik	0,5	0,23	-	0,5
lood	50	60	100	50
nikkel	50	15	-	50
zink	200	73	100	200
polycyclische koolwaterstoffen:				
totaal	1	1	-	-
minerale olie	100	25	-	-

1) bovengrens van natuurlijke achtergrondwaarden van zandgrond van natuurterreinen en landbouwgrond (leidraad, november 1988).

2) signaalwaarden voor de gehalten van milieucritische stoffen in grond met het oog op landbouwkundige gebruiksmogelijkheden van verontreinigde bodems. (LAC-waarden, 1986)

3) maximale gehalten voor gebruik van zwarte grond als nieuwe bodemlaag (diskussie notitie bodemkwaliteit, VROM april 1986).

5.7 Herinrichtings- en herstelkosten

5.7.1 Herinrichtingskosten

Van de te saneren tuinen zullen de planten, struiken, opstallen, opritten etc. en eventueel kleine bomen verwijderd moeten worden. Er zal derhalve aan de bewoners een schadeloosstelling moeten worden uitgekeerd voor de herinrichting van de tuinen na sanering.

In dit stadium hebben nog geen taxaties van tuinen kunnen plaatsvinden. Op grond van reeds uitgevoerde saneringen is een vergoeding per m² bepaald: uit ervaringscijfers blijkt dat de herinrichtingskosten tussen de f 25,-- en f 45,-- per m² bedragen. De prijs hangt sterk samen met perceelsgrootte, gebruik van de tuin en het aantal opstallen. Voor het saneringsgebied fase 1A is een bedrag van f 30,-- /m² perceelsoppervlak aangehouden.

5.7.2 Herstelkosten bestratingen

In het te saneren deelgebied fase 1A bevindt zich 10000 m² verharde weg. Voor de kostenraming is ervan uitgegaan dat dit totale verharde oppervlak na de uitvoering van de werkzaamheden herstraat zal moeten worden.



6. KOSTENRAMING SANERINGSALTERNATIEVEN

6.1 Alternatief I: terugsaneren tot de referentiewaarde

	hoeveelheid	eenheid	prijs per eenheid	totaal
1. Verwijderen houten opstallen, struiken, egaliseren	42.700	m ²	f 4,50	f 192.200,-
2. Verwijdering verharding op zinkassen	8.000	m ²	f 5,50	f 44.000,-
3. Herstel en verwijdering bestrating	10.000	m ²	f 100,-- ¹⁾	f 1.000.000,-
4. Transport en stortkosten opstallen en struiken	2.400	ton	f 40,--	f 96.000,-
5. Transport en stortkosten bestratingen	4.000	ton	f 40,--	f 160.000,-
6. Ontgraving grond	138.300	m ³	f 5,--	f 691.500,-
7. Ontgraving assen	5.350	m ³	f 5,--	f 26.800,-
8. Transport grond naar TOP Moerdijk	138.300	m ³	f 20,--	f 2.766.000,-
9. Transport zinkassen naar TOP-Moerdijk	5.350	m ³	f 20,--	f 107.000,-
10. Aanvulling zwarte grond 0-50 cm	21.350	m ³	f 30,--	f 640.500,-
11. Aanvulling zand	122.300	m ³	f 15,--	f 1.834.500,-
13. Herstelkosten infrastructuur 1)				f 500.000,-
14. Inrichting werkterrein				f 200.000,-
			Subtotaal A	f 8.758.500,-

1) zeer globale raming!



	hoeveelheid	eenheid	prijs per eenheid	totaal
TRANSPORT				f 8.758.500,--
15.AK, winst en risico 20% van subtotaal A				f 1.751.700,--
				<hr/>
			subtotaal B	f 10.510.200,--
16.Direktiekosten, voorlopige inschatting 15% van subtotaal B (nader te specificeren)				f 1.576.500,--
17.stelpost analysekosten				f 500.000,--
18.plan+bestek+proefreiniging				f 250.000,--
19.Kosten bestandsopnames tuinen				f 200.000,--
20.Herinrichtingskosten tuinen en opstallen	50.690	m ²	f 30,--	f 1.520.700,--
21.Sloop en herbouw woning- en 1)				f 21.000.000,--
				<hr/>
			subtotaal C	f 35.557.400,--
22.Reinigingskosten grond	138.300	m ³	f 200,-- ²⁾	f 27.660.000,--
23.Opslag kosten grond TOP Moerdijk (zie par. 6.4)	221.280	ton	f 35,--	f 7.744.800,--
24.Opslagkosten zinkassen	10.000	ton	f 100,--	f 1.000.000,--
25.Stelpost bemaling en zuivering				f 2.000.000,--
				<hr/>
			subtotaal D	f 73.962.200,--
26.10% onvoorzien				f 7.396.200,--
				<hr/>
			subtotaal E excl. BTW	f 81.358.400,--
			subtotaal E incl. 18.5 % BTW (afgerond)	f 96.000.000,--
27.tijdelijke huisvesting bewoners				p.m.

1) zeer globale raming!

2) schatting reinigingskosten



6.2 Alternatief IIA: saneren tot referentiewaarde met behoud van woningen en stenen opstallen en een diepte van 120 cm

	hoeveelheid	eenheid	prijs per eenheid	totaal
1. Verwijderen opstallen struiken, egaliseren	42.700	m ²	f 4,50	f 192.200,-
2. Verwijdering verharding op zinkassen	8.000	m ²	f 5,50	f 44.000,-
3. Herstel en verwijdering 1) bestratingen	10.000	m ²	f 50,-- ¹⁾	f 1.000.000,-
4. Transport en stortkosten opstallen en struiken	2.400	ton	f 40,--	f 96.000,-
5. Transport en stortkosten bestratingen	4.000	ton	f 40,--	f 160.000,-
6. Ontgraving grond	68.300	m ³	f 5,--	f 341.500,-
7. Ontgraving assen	5.350	m ³	f 5,--	f 26.800,-
8. Transport grond TOP Moerdijk	68.300	m ³	f 20,--	f 1.366.000,-
9. Transport zinkassen naar TOP-Moerdijk	5.350	m ³	f 20,--	f 107.000,-
10. Aanvulling zwarte grond 0-50 cm	21.350	m ³	f 30,--	f 640.500,-
11. Aanvulling zand dieper dan 50 cm	52.300	m ³	f 15,--	f 784.500,-
12. Herstel infrastructuur				f 200.000,-
13. Inrichting werkterrein				f 80.000,-
12. Stelpost bemaling en zuivering				f 500.000,-
Subtotaal A				f 5.038.500,-

1) zeer globale schatting

	hoeveelheid	eenheid	prijs per eenheid	totaal
TRANSPORT (subtotaal A)				f 5.038.500,--
14.AK, winst en risico 20% van subtotaal A				f 1.007.700,--
				<hr/>
		subtotaal B		f 6.046.200,--
15.Direktiekosten, voorlopige inschatting 15% van subtotaal B (nader te specificeren)				f 906.900,--
16.stelpost analysekosten				f 200.000,--
17.plan+bestek+proefreiniging				f 250.000,--
18.Kosten bestandsopnames tuinen				f 100.000,--
19.Herinrichtingskosten tuinen en opstallen	50.690	m ²	f 30,--	f 1.520.700,--
				<hr/>
		subtotaal C		f 9.023.800,--
20.Reinigingskosten grond	68.300	m ³	f 200,-- ¹⁾	f 13.660.000,--
21.Opslag kosten grond TOP Moerdijk	109.280	ton	f 35,--	f 3.824.800,--
22.Opslagkosten zinkassen	10.000	ton	f 100,--	f 1.000.000,--
23.Stelpost bemaling en zuivering				f 500.000,--
				<hr/>
		subtotaal D		f 28.008.600,--
24.10% onvoorzien				f 2.801.000,--
				<hr/>
		subtotaal E excl. BTW		f 30.809.600,--
		subtotaal E incl. 18,5 % (afgerond)		f 36.500.000,--

1) schatting reinigingskosten



6.3 Alternatief IIB: saneren tot referentiewaarde met behoud van woningen en stenen opstallen en een diepte van 200 cm

	hoeveelheid	eenheid	prijs per eenheid	totaal
1. Verwijderen opstallen struiken, egaliseren	42.700	m ²	f 4,50	f 192.200,-
2. Verwijdering verharding op zinkassen	8.000	m ²	f 5,50	f 44.000,-
3. Herstel en verwijdering bestratingen	10.000	m ²	f 100,-- ¹⁾	f 1.000.000,-
4. Transport en stortkosten opstallen en struiken	2.400	ton	f 40,--	f 96.000,-
5. Transport en stortkosten bestratingen	4.000	ton	f 40,--	f 160.000,-
6. Ontgraving grond	118.700	m ³	f 5,--	f 593.500,-
7. Ontgraving assen	5.350	m ³	f 5,--	f 26.800,-
8. Transport grond TOP Moerdijk	118.700	m ³	f 20,--	f 2.374.000,-
9. Transport zinkassen naar TOP-Moerdijk	5.350	m ³	f 20,--	f 107.000,-
10. Aanvulling zwarte grond 0-50 cm	21.350	m ³	f 30,--	f 640.500,-
11. Aanvulling zand dieper dan 50 cm	102.700	m ³	f 15,--	f 1.540.500,-
12. Herstelkosten infra- structuur				f 1.000.000,-
13. Inrichting werkterrein				f 80.000,-
Subtotaal A				<u>f 7.854.500,-</u>

1) zeer globale raming



	hoeveelheid	eenheid	prijs per eenheid	totaal
TRANSPORT (subtotaal A)				f 7.854.500,--
14.AK, winst en risico 20% van subtotaal A				f 1.570.900,--
				<hr/>
		subtotaal B		f 9.425.400,--
15.Direktiekosten, voorlopige inschatting 15% van subtotaal B (nader te specificeren)				f 1.413.800,--
16.stelpost analysekosten				f 400.000,--
17.plan+bestek+proefreiniging				f 250.000,--
18.Kosten bestandsopnames tuinen				f 100.000,--
19.Herinrichtingskosten tuinen en opstallen	50.690	m ²	f 30,--	f 1.520.700,--
				<hr/>
		subtotaal C		f 13.109.900,--
20.Reinigingskosten grond	118.700	m ³	f 200,-- ¹⁾	f 23.740.000,--
21.Opslag kosten grond TOP Moerdijk (zie par. 6.4)	189.920	ton	f 35,--	f 6.647.200,--
22.Opslagkosten zinkassen	10.000	ton	f 100,--	f 1.000.000,--
23.Stelpost bemaling en zuivering				f 1.000.000,--
				<hr/>
		subtotaal D		f 45.497.100,--
24. 10% onvoorzien				f 4.549.700,--
				<hr/>
		subtotaal E excl. BTW		f 50.046.800,--
				<hr/>
		subtotaal E incl. 18,5 % BTW (afgerond)		f 59.000.000,--
25. Tijdelijke huisves- ting bewoners				p.m.

1) schatting reinigingskosten

6.4 Alternatief III: saneren tot een waarde voor cadmium van 2,5 mg/kg

	hoeveelheid	eenheid	prijs per eenheid	totaal
1. Verwijderen opstallen struiken, egaliseren	42.700	m ²	f 4,50	f 192.200,-
2. Verwijdering verharding op zinkassen	8.000	m ²	f 5,50	f 44.000,-
3. Transport en stortkosten opstallen en struiken	2.400	ton	f 40,--	f 96.000,-
4. Ontgraving grond	30.200	m ³	f 5,--	f 151.000,-
5. Ontgraving assen	5.350	m ³	f 5,--	f 26.800,-
6. Transport grond TOP Moerdijk	30.200	m ³	f 20,--	f 604.000,-
7. Transport zinkassen naar TOP-Moerdijk	5.350	m ³	f 20,--	f 107.000,-
8. Aanvulling zwarte grond 0-50 cm	21.350	m ³	f 30,--	f 640.500,-
9. Aanvulling zand	14.200	m ³	f 15,--	f 213.000,-
10. Herstelkosten bestratingen	10.000	m ²	f 50,--	f 500.000,-
11. Inrichting werkterrein				f 80.000,-
Subtotaal A				<u>f 2.654.500,-</u>



	hoeveelheid	eenheid	prijs per eenheid	totaal
TRANSPORT (subtotaal A)				f 2.654.500,--
12.AK, winst en risico 20% van subtotaal A				f 530.900,--
				<hr/>
		subtotaal B		f 3.184.500,--
13.Direktiekosten, voorlopige inschatting 15% van subtotaal B (nader te specificeren)				f 480.000,--
14.stelpost analysekosten				f 200.000,--
15.plan+bestek+proefreiniging				f 250.000,--
16.Kosten bestandsopnames tuinen				f 100.000,--
17.Herinrichtingskosten tuinen en opstallen	50.690	m ²	f 30,--	f 1.520.700,--
				<hr/>
		subtotaal C		f 5.735.200,--
18.Reinigingskosten grond	30.200	m ³	f 200,-- ¹⁾	f 6.040.000,--
19.Opslag kosten grond TOP Moerdijk	48.320	ton	f 35,--	f 1.691.200,--
20.Opslagkosten zinkassen	10.000	ton	f 100,--	f 1.000.000,--
21.Stelpost lichte bema- ling en zuivering				f 200.000,--
				<hr/>
		subtotaal D		f 14.666 400,--
22. 10% onvoorzien				f 1.467.000,--
				<hr/>
		subtotaal E excl. BTW		f 16.113.400,--
		subtotaal E incl. 18,5 % BTW (afgerond)		f 19.000.000,--

1) schatting reinigingskosten

6.5 Alternatief IV: saneren tot een diepte van 75 cm.

	hoeveelheid	eenheid	prijs per eenheid	totaal
1. Verwijderen opstallen struiken, egaliseren	42.700	m ²	f 4,50	f 192.200,-
2. Verwijdering verharding op zinkassen	8.000	m ²	f 5,50	f 44.000,-
3. Transport en stortkosten opstallen en struiken	2.400	ton	f 40,--	f 96.000,-
4. Ontgraving grond 0 - 75 cm	33.500	m ³	f 5,--	f 167.500,-
5. Ontgraving zinkassen	5.350	m ³	f 5,--	f 26.800,-
6. Transport grond naar TOP Moerdijk	33.500	m ³	f 20,--	f 670.000,-
7. Transport zinkassen naar TOP-Moerdijk	5.350	m ³	f 20,--	f 107.000,-
8. Aanvulling zwarte grond 0-50 cm	21.350	m ³	f 30,--	f 640.500,-
9. Aanvulling zand	17.500	m ³	f 15,--	f 262.500,-
10. Herstellenkosten bestratingen	10.000	m ²	f 50,--	f 500.000,-
11. Inrichting werkterrein				f 80.000,-
Subtotaal A				f 2.786.500,-



	hoeveelheid	eenheid	prijs per eenheid	totaal
TRANSPORT (subtotaal A)				f 2.786.500,--
12.AK, winst en risico 20% van subtotaal A				f 557.000,--
				<hr/>
		subtotaal B		f 3.343.500,--
13.Direktiekosten, voorlopige inschatting 15% van subtotaal B (nader te specificeren)				f 500.000,--
14.plan+bestek+proefreiniging				f 250.000,--
15.Kosten bestandsopnames tuinen				f 100.000,--
16.Herinrichtingskosten tuinen en opstallen	50.690	m ²	f 30,--	f 1.520.700,--
				<hr/>
		subtotaal C		f 5.714.200,--
17.Reinigingskosten grond	30.200	m ³	f 200,-- ¹⁾	f 6.040.000,--
18.Opslagkosten grond TOP Moerdijk	48.320	ton	f 34,--	f 1.691.200,--
19.Opslagkosten zinkassen	10.000	ton	f 100,--	f 1.000.000,--
		subtotaal D		<hr/> f 14.445.400,--
21. 10% onvoorzien				f 1.445.000,--
				<hr/>
		subtotaal E excl. BTW		f 15.890.400,--
		subtotaal E incl. 18,5 % BTW (afgerond)		f 19.000.000,--

1) schatting reinigingskosten

7. CONCLUSIES EN AANBEVELINGEN

Door de vaststelling van de voornaamste blootstellingsroute ten aanzien van de cadmiumopname met betrekking tot de volksgezondheid via consumptie van gewassen, geteeld op met cadmium verontreinigde grond, is de saneringsopzet van deze grond in de tuinen in particulier gebruik uitgewerkt in een gebied, waar de cadmiumconcentraties overwogen hoger zijn dan 2,5 mg/kg d.s.

Met behulp van een gefaseerde onderzoeksopzet is een prioritair te saneren gebied gedefinieerd, waar de cadmiumconcentraties overwegend hoger zijn dan 2,5 mg/kg d.s. Dit gebied is het saneringsgebied fase 1A genoemd en omvat de percelen langs de A. Stevenslaan, Marialaan, Gebr. Looijmansstraat en de Hoofdstraat gelegen tussen de Gebr. Looijmansstraat en A. Stevenslaan.

Een gedetailleerd bodemonderzoek in de tuinen van de 60 woningen in dit gebied wees uit, dat in de bovenste 60 cm (overwegend teelaarde) voor bijna 90 % de 2,5 mg Cd/kg d.s. overschreden wordt. In de diepere lagen wordt een sterke afname van de cadmiumconcentraties waargenomen. Wordt echter getoetst op de referentiewaarden van de vier zware metalen cadmium, zink, lood en arseen, dan is in de laag van 90-120 cm minus maaiveld nog een overschrijding aanwezig van bijna 90 %.

Hetzelfde beeld is vastgesteld voor de grond onder de zinkassen.

De hoeveelheid op de percelen aangetroffen zinkassen is op basis van zintuiglijke waarnemingen geschat op 4450 m³.

In het grondwater zijn voor zink en cadmium overschrijdingen van de saneringswaarde (C-waarde) vastgesteld.

Omdat verondersteld wordt, dat ook buiten het saneringsgebied fase 1A het grondwater verontreinigd is en een geïsoleerde sanering ervan moeilijk uitvoerbaar zal zijn, is besloten de sanering te beperken tot de vaste bodem.

Door de mogelijke verontreiniging van het grondwater door de zinkassen, wordt bij de sanering van de vaste bodem tevens alle zinkassen gesaneerd.

Na de toetsing van vijf saneringsalternatieven op de technische uitvoering, hinder en overlast, duur van de sanering, milieuhygiënisch resultaat en de kosten is gekozen voor het alternatief IV, waarbij alleen de blootstellingsroute wordt weggenomen, maar de multifunctionaliteit van de bodem niet wordt hersteld.

De bodemsanering volgens alternatief IV vindt plaats door middel van een ontgraving van de bovenste 75 cm.

De totale hoeveelheid te saneren grond voor dit alternatief is ca. 33.500 m³ en de geraamde saneringskosten zijn ca. 19 miljoen.



Ten behoeve van de daadwerkelijke sanering zal een saneringsplan moeten worden opgesteld met o.a. daarin de volgende aandachtspunten:

- tijdelijke opslag verontreinigde grond;
- opslag zinkassen;
- reinigingsproeven op praktijkschaal.