

De kosten en achtergronden van bodemonderzoek en bodemsanering

Ing. S. A. M. Duifhuizen

1.	Inleiding	Y4130- 3
2.	De bodem als verontreinigde milieucom- ponent	Y4130- 4
2.1.	Soorten verontreinigingen	Y4130- 5
2.2.	De situatie in Nederland	Y4130- 7
2.3.	De normstelling van de bodemkwaliteit	Y4130- 8
3.	De bodemwet- en regelgeving	Y4130- 9
3.1.	Oude situatie	Y4130- 9
3.2.	Nieuwe situatie onder de Wet bodembe- scherming	Y4130-10
3.3.	Uitvoeringsverantwoordelijkheden	Y4130-10
3.4.	De algemene zorgplicht voor de bodem	Y4130-11
3.5.	De positie van de niet schuldige eigenaar	Y4130-12
3.6.	De plicht om een verontreiniging en sanering te melden	Y4130-13
3.7.	Het BSB-convenant van het bedrijfsleven met de overheid	Y4130-13
4.	Het proces van bodemonderzoek en bodemsanering	Y4130-14
4.1.	Historisch bodemonderzoek	Y4130-14
4.2.	Verkenkend bodemonderzoek/nulsituatie bodemonderzoek	Y4130-16
4.3.	Nader bodemonderzoek	Y4130-20
4.4.	Saneringsonderzoek	Y4130-21
4.5.	Saneringsplan	Y4130-22
4.6.	Saneringsbestek	Y4130-23
4.7.	De uitvoering van bodemsanering	Y4130-24
4.7.1.	Bodemsaneringsmethodes en technieken	Y4130-25
4.7.2.	Milieukundige begeleiding van een sanering	Y4130-27
4.7.3.	Evaluatie en nazorg	Y4130-27
5.	De kosten van onderzoek en sanering	Y4130-28

Y4130-2 De kosten en achtergronden van bodemonderzoek en bodemsanering

5.1.	Historisch onderzoek en luchtfoto-interpretatie	Y4130-28
5.2.	Algemene kosten bodemonderzoeken	Y4130-29
5.2.1.	Vorbereiding van het onderzoek	Y4130-29
5.2.2.	Veldwerk	Y4130-30
5.2.3.	De chemische analyses	Y4130-32
5.2.4.	Interpretatie van de onderzoeksgegevens	Y4130-35
5.3.	Specifieke kosten van nader bodemonderzoek	Y4130-36
5.4.	Specifieke kosten van saneringsonderzoek	Y4130-36
5.5.	De kosten van de uitvoering van de sanering	Y4130-37
6.	Invloedsfactoren en beïnvloedingsmogelijkheden van kosten bij bodemonderzoek en -sanering	Y4130-43
6.1.	De omvang en complexiteit van de verontreiniging	Y4130-43
6.2.	De voorbereiding en begeleiding van het onderzoek en de sanering	Y4130-44
6.3.	De terugsaneerwaarde en de (toekomstige) functie en het gebruik van het te saneren terrein	Y4130-45
6.4.	De selectie en de keuze van de saneringsvarianten	Y4130-45
6.5.	De wijze van verwerking van de verontreinigde grond en van het grondwater	Y4130-46
6.6.	De tijdsdruk waaronder de sanering dient plaats te vinden	Y4130-47
6.7.	De organisatie en de fasering van werkzaamheden	Y4130-48
6.8.	Het combineren van werk	Y4130-48
6.9.	Externe factoren	Y4130-49
7.	Financieringsmogelijkheden en kredietfaciliteiten	Y4130-50
7.1.	Staatsgarantie op kredietverstrekking	Y4130-50
7.2.	Fiscale mogelijkheden	Y4130-50
8.	Case grondverontreiniging	Y4130-51
8.1.	Situatiebeschrijving	Y3140-51
8.1.1.	Historisch bodemonderzoek	Y4130-52
8.1.2.	Nulsituatie bodemonderzoek	Y4130-52
8.1.3.	Nader bodemonderzoek	Y4130-54
8.1.4.	Saneringsonderzoek	Y4130-57
8.1.5.	Saneringsplan	Y4130-59

	De kosten en achtergronden van bodemonderzoek en bodemsanering	Y4130-2a
8.1.6.	De uitvoering van de sanering	Y4130-62
8.1.7.	Overall-overzicht onderzoek- en sanerings- kosten	Y4130-63
9.	Literatuur	Y4130-64
	Bijlage 1. Streef-, tussen- en interventie- waarden Wet bodembescherming	Y4130-65
	Bijlage 2. Voormalige toetsingswaarden in het kader van de Interimwet Bodemsa- nering	Y4130-67
	Bijlage 3. Onderzoeksprotocol Nulsituatie/BSB en NVN 5740	Y4130-69

1. Inleiding

Na de grootschalige milieuschandalen in onder andere Lekkerkerk, Gouderak, Dordrecht en Maassluis waar woningen gebouwd zijn op zwaar vervuilde terreinen, heeft de kwaliteit van de bodem een vaste plaats gekregen op de politieke milieu-agenda. De rijksoverheid en in haar voetsporen de provinciale en gemeentelijke overheden zijn met gezwinde spoed van start gegaan met het formuleren van bodembeleid. Ook is een reeks van wet- en regelgeving verschenen waarin normen en procedures zijn vastgelegd over de sanering van de bodem. Op dit moment wordt dan ook geen onroerendgoedtransactie afgesloten of geen nieuwbouwproject meer opgezet zonder dat uitvoerig onderzoek is gedaan naar de milieuhygiënische kwaliteit van de „ondergrond”.

De kostenpost van „bodemonderzoek” en eventueel een daarop volgende bodemsanering komt steeds vaker voor op de investerings- en exploitatieberekeningen van nieuwbouw- of ontwikkelingsprojecten. De kosten van bodemonderzoek zijn in de regel (vergeleken met de totale bouwkosten) nog gering te noemen. Indien de uitvoering van een bodemsanering echter noodzakelijk wordt, schieten de (on)-kosten fors omhoog.

De tijd is rijp om de Cost Engineer inzicht te bieden in de wettelijke kaders van bodemonderzoek en -sanering en hem de benodigde kentallen aan te reiken om de financiële consequenties vroegtijdig te kunnen inschatten.

Deze bijdrage over *bodemonderzoek en -sanering* heeft als doel de Cost Engineer vertrouwd te maken met de wettelijke en beleidsmatige achtergronden en de financiële aspecten van bodemonderzoek en bodemsaneringen. Beoogd wordt een hulpmiddel te verschaffen bij het maken van een voorcalculatie van bijvoorbeeld de (verplichte) verkennende bodemonderzoekwerkzaamheden en (mogelijke) vervolgwerkzaamheden van nader bodemonderzoek tot en met de bodemsanering en alles wat daaraan vast zit.

Om de Cost Engineer bekend te maken met de aard van de bodemproblematiek wordt in hoofdstuk 2 begonnen met een algemeen deel over de kenmerken en de eigenschappen van „de bodem”. In hoofdstuk 3 wordt ingegaan op het wettelijk kader en het actuele bodembeleid in Nederland.

Vervolgens wordt in hoofdstuk 4 een overzicht gegeven van de inhoud en de werkzaamheden van de verschillende stappen in het pro-

Y4130-4 De kosten en achtergronden van bodemonderzoek en bodemsanering

ces van bodemonderzoek en bodemsanering en in hoofdstuk 5 worden de belangrijkste kosten van onderzoek en sanering toegelicht en voorgerekend.

In de bijlagen is onder andere een overzicht opgenomen van geraadpleegde literatuur, van de vigerende bodemnormen en voormalige toetsingswaarden alsmede van een verkorte weergave van het protocol voor een nulsituatie/BSB-onderzoek en voor een NVN-onderzoek.

2. De bodem als verontreinigde milieucomponent

De bodem bestaat uit vaste, vloeibare en gasvormige bestanddelen. De vaste bestanddelen zijn de minerale bestanddelen en de organische stof (humus). De vloeibare bestanddelen zijn het grondwater en het zich daarboven bevindende bodemvocht. In de poriën van de bodem boven het grondwater bevindt zich de bodemlucht. Afhankelijk van de grootte en de verdeling van de aanwezige minerale bestanddelen wordt een grondsoort geclassificeerd als fijn tot grof zand (korrelgrootte 63 - 2000 μm^1), leem of lemig (korrelgrootte ca. 63 μm) klei of kleiig (korrelgrootte voor merendeel < 2 μm) veengronden (en minimaal 22,5% organische stof in de vorm van afgestorven plantenresten) en grind (korrelgrootte > 2000 μm).

Het bovenste bodempakket (1 - 100 m) in Nederland is vrijwel nergens homogeen van opbouw. Zand-, leem- en kleilagen wisselen elkaar af al naar gelang de minerale deeltjes in vroeger tijden door gletsjers, zee, rivier of wind zijn afgezet. Typerend voor de Nederlandse situatie is dat aanwezige, goed doorlatende zandlagen regelmatig onderbroken worden door slecht doorlatende klei-, leem- of veenlagen. Als gevolg hiervan heeft Nederland een zeer diverse en afwisselende bodemopbouw met navenant verschillende bodemeigenschappen. Ook het niveau van de grondwaterspiegel (ook wel genoemd het „freatisch vlak”) en de grondwaterstroming (horizontaal en verticaal) zijn lokaal en regionaal sterk verschillend. Dit alles manifesteert zich onder andere in de verschillen in draagkracht, doorlatendheid en adsorptievermogen (= hechting van de verontreinigende stoffen aan elektrisch geladen klei- en humusdeeltjes) van de grond.

Mede als gevolg van deze verschillen in doorlatendheid zijn er gron-

1. $\mu\text{m} = 10^{-6}$ meter oftewel 0,001 mm.

den waar een verontreiniging zich onder invloed van de grondwaterstroming zeer gemakkelijk verspreidt. Dit varieert van enkele micrometers per dag voor veen- en kleigronden tot enkele tientallen meters per dag voor grove zandgronden. Ook zijn er verschillen in adsorptievermogen van de grondsoorten. Klei bestaat uit op elkaar gestapelde kleilaagjes. Klei heeft als gevolg daarvan een hoog adsorptievermogen. Ook veen kent een hoog adsorptievermogen vanwege de grote hoeveelheid humus (organische stofgehalte).

In tabel 1 staat een beperkt aantal kenmerken van grondsoorten die relevant zijn voor het verspreidingsgedrag van verontreinigingen.

	Poriën	Doorlatendheid	Organische stof (humus)	Verspreidings-snelheid van een opgeloste of vloeibare verontreiniging
Zandgronden	groot	hoog	weinig	snel
Leemgronden	weinig	gering	weinig	langzaam
Kleigronden	zeer weinig	zeer gering	weinig	zeer langzaam
Veengronden	veel	gering	zeer veel (adsorptie)	langzaam

Tabel 1. Verspreidingsgedrag van verontreinigingen in relatie tot de kenmerkende eigenschappen van grondsoorten.

Op grond van de informatie uit deze tabel kan afgeleid worden dat verontreinigingen in zandgronden zich gemakkelijker zullen verspreiden (mobiel zijn) dan in de overige grondsoorten. Verontreinigingen in kleigronden zijn algemeen het minst mobiel.

2.1. Soorten verontreinigingen

Men spreekt van een bodemverontreiniging zodra er zich een „bodemvreemde stof” in de grond of in het grondwater bevindt in een concentratie die van nature niet in de bodem of het grondwater aanwezig wordt geacht te zijn. Deze „natuurlijke achtergrondwaarde” (ook wel „referentiewaarde” genoemd) vormt de basis voor de in het Nederlandse bodembeleid gebruikte „streefwaarde”. De streefwaarde geeft de bovengrens van de gewenste concentratie aan waar de bodemkwaliteit in Nederland aan moet voldoen vanuit de stelling dat de bodemkwaliteit dusdanig moet zijn dat er geen vermindering is van de functionele eigenschappen (ecologische functie, draagfunctie en teeltfunctie) die de bodem voor mens, dier en plant heeft.

Y4130-6 De kosten en achtergronden van bodemonderzoek en bodemsanering

Binnen het Nederlandse bodembeleid worden ruwweg zeven hoofdgroepen van verontreiniging onderscheiden.

- Zware metalen (bijv. cadmium, chroom, koper, kwik, lood, nikkel, tin en zink) welke kunnen voorkomen als metaal (elementvorm) of in zeer beperkte mate opgelost (als ion) in het grondwater.
- Anorganische verbindingen (bijv. fosfaat, sulfaat, ammoniak, fluor, cyaniden).
- (Vluchtige) aromatische koolwaterstoffen (bijv. benzeen, toluen, xyleen, fenol) met een basisvorm van een ring van zes koolstofatomen.
- Polycyclische aromatische koolwaterstoffen (PAK's zoals bijv. benzo(a)pyreen) die zijn opgebouwd uit twee of meer gekoppelde benzeenringen.
- Gechloreerde koolwaterstoffen: trichlooretheen (tri), tetrachlooretheen (per), chloorfenolen, Polychloorbifenylen (PCB's). Hierbij zijn één of meer koolstofatomen gekoppeld met een halogenide (chloor-, broom- of jodiumatoom).
- Bestrijdingsmiddelen: chloorhoudende (aldrin, dieldrin, HCH, DDT) en niet chloorhoudende (malathion, paration etc.).
- Overige verontreinigingen zoals minerale olie, benzine, diesel.

De zeven hoofdgroepen van verontreinigingen vertonen allemaal specifieke en uiteenlopende fysieke en toxische eigenschappen die mede bepalend zijn voor de risico's voor de volksgezondheid en het milieu. Belangrijke fysieke eigenschappen zijn de aggregatietoestand (vast, damp of vloeistof), de mate van oplosbaarheid in water, de soortelijke massa en de vluchtigheid van betreffende stoffen.

Goed oplosbare stoffen zijn zeer mobiel en kunnen zich onder invloed van wegzakkend regenwater en de grondwaterstroming gemakkelijk horizontaal en verticaal verspreiden. Vloeistoffen met een soortelijke massa groter dan water (bijv. tri) hebben de neiging „door het grondwater heen te zakken” tot op grote diepten. Vloeistoffen met een soortelijke massa die lager is dan water blijven op het grondwaterniveau drijven en verspreiden zich in horizontale richting als een soort „pannekoek”.

Wat de schadelijkheid of het gevaar van de verontreiniging betreft zijn er vele verschillen. De ene stof is bij zeer lage dosis al giftig (toxisch) voor de mens (of plant en dier). Bij dit soort stoffen is de concentratie belangrijk. Zeer giftige stoffen (bijv. cyanide) leveren al grote risico's bij lage concentraties (een zeer lage „dosis-effect re-

latie¹⁾). Andere stoffen hebben een carcinogene (kankerverwekkend) of mutagene (beschadigingen van genenmateriaal) werking op mens en dier.

Bij carcinogene stoffen kan in principe het eerste stofdeeltje al aanleiding geven tot kankervorming. Blootstelling aan deze stoffen (bijv. benzeen, en bepaalde PAK's) moet in feite geheel voorkomen worden.

In tabel 2 is een aantal van deze specifieke kenmerken van verontreinigingen opgesomd.

	Oplosbaarheid	Gevaar volksgezondheid	Vindplaatsen
Zware metalen	zeer gering	beperkt tot zeer schadelijk voor gezondheid	verffabrieken autowrakterreinen stedelijke gebieden
Anorganische verbindingen	wisselend	zeer gering tot uiterst schadelijk	voormalige gasfabrieken
Aromatische koolwaterstoffen	matig	sommige carcinogeen	benzinstations verffabrieken
Polycyclische koolwaterstoffen	gering	sommige carcinogeen	opslag steenkolen
Gechlorideerde koolwaterstoffen	gering (zwaarder dan water)	sommige carcinogeen en mutageen	metaalbewerking verffabrieken chemische reiniging
Bestrijdingsmiddelen	wisselend niet/wel	sommige carcinogeen en mutageen	loonwerkbedrijven opslagplaatsen bestrijdingsmiddelen
Minerale olie, benzine, diesel	gering	schadelijk	huisbrandolietanks benzinstations

Tabel 2. Specifieke kenmerken hoofdgroepen verontreinigingen.

2.2. De situatie in Nederland

Als gevolg van het jarenlange onzorgvuldige storten, lozen en laten weglekken van chemische stoffen is de bodem in Nederland op zeer veel lokaties verontreinigd. Als eerste komen daarbij de oude stortplaatsen (circa 3000) in beeld, waar naast huishoudelijke afvalstoffen ook bedrijfsafvalstoffen en chemicaliën gedumpt zijn. Daarnaast zijn er de voormalige bedrijfsterreinen waar de bodem in vrij-

1. De dosis (= concentratie) waarbij ziekte of sterfte (= effecten) optreedt bij mensen, dieren of planten.

Y4130-8 De kosten en achtergronden van bodemonderzoek en bodemsanering

wel alle gevallen te hoge concentraties minerale olie, gechloreerde koolwaterstoffen, metalen en PAK's bevat. Op basis van inventarisaties en onderzoeken wordt geschat dat 100.000 voormalige bedrijfsterreinen en 100.000 in gebruik zijnde bedrijfsterreinen een vervuilde bodem hebben.

Ook in de stedelijke omgeving blijkt de bodem diffuus verontreinigd te zijn met metalen en PAK's als gevolg van eeuwenlange lozing van afvalstoffen en verbrandingsresten en als gevolg van de emissies vanuit het verkeer (lood en roet). Ook is de grond in de stedelijke omgeving vaak lokaal zwaar verontreinigd door de voormalige gasfabrieken en door lekkende ondergrondse olietanks en benzinstations. De totale omvang van de Nederlandse bodemproblematiek wordt op 100 miljard gulden geschat (ter illustratie: zoveel geld bestaat er in Nederland niet eens . . .).

De kans op het aantreffen van een verontreiniging wordt in stedelijk gebieden ingeschat op 50%, waarbij in 10% van de gevallen een sanering noodzakelijk zal zijn. Op voormalige bedrijfsterreinen moet eigenlijk altijd rekening gehouden worden met bodemverontreiniging.

2.3. De normstelling van de bodemkwaliteit

Met de inwerkingtreding van de Interimwet bodemsanering (IBS) zijn sinds 1983 in het Nederlandse bodembeleid kwaliteitsnormen van kracht voor de bodem en het grondwater. De IBS is na de eerder genoemde „gifschandalen” ingevoerd om een wettelijk kader te scheppen voor de uitvoering van de provinciale bodemsaneringsprogramma's. Binnen deze uitvoeringsprogramma's namen het Rijk en de provinciale overheid het voortouw om de bodemkwaliteit te onderzoeken en bij aangetoonde noodzaak te saneren.

Omdat slechts „beperkte” overheidsbudgetten (circa 300 miljoen gulden per jaar in 1993) aanwezig waren, gebeurde dit alleen voor de gevallen waarbij ernstig gevaar voor de volksgezondheid en het milieu bestond. Als normstelling werden zogenaamde toetsingswaarden gehanteerd uit de Handleiding bodemsanering. Deze toetsingswaarden bestonden uit de A-, B- en C-waarde. De A-waarde gold als de algemene natuurlijke achtergrondwaarde, de B-waarde was een grenswaarde die bij overschrijding in een oriënterend bodemonderzoek aanleiding gaf tot nader bodemonderzoek. De C-waarde ten slotte was de uiterste waarde die niet overschreden mocht worden. Bij overschrijding van de C-waarde werden saneringswerkzaamheden noodzakelijk gevonden.

De zogenaamde A-, B- en C-waarden hebben als voorlopige toetsingswaarde gefunctioneerd tot juli 1994. Met de inwerkingtreding in 1994 van een wijziging van de Wet bodembescherming (Wbb) zijn ze vervangen door de interventiewaarden en streefwaarden¹.

De interventiewaarden vormen de bovengrens voor de toegestane concentraties aan vervuiling. Als de waarden hoger zijn worden de functionele eigenschappen die de bodem heeft voor mens, dier en plant aangetast. Ingrijpen is dan noodzakelijk. De streefwaarden zijn de waarden die gelden voor een duurzame bodemkwaliteit die nagestreefd moet worden bij de uitvoering van een sanering.

De Nederlandse bodemnormen zijn gebaseerd op (door RIVM berekende) humaan toxicologische én ecotoxicologische risico's van de verontreiniging én de kans op verspreiding. In bijlage 1 zijn deze normen integraal opgenomen². Aangezien de voormalige A-, B- en C-waarden nog in menig onderzoeksresultaat terug te vinden zijn, zijn voor het gemak en duidelijkheid deze normen in bijlage 2 overgenomen.

De feitelijke bodemkwaliteit wordt door middel van (gefaseerd) bodemonderzoek bepaald. Daarbij wordt in de regel gestart met een indicatief of verkennend onderzoek om vast te stellen óf er sprake is van een verontreiniging. De vraag of er gesaneerd dient te worden (overschrijding interventiewaarden) wordt beantwoord in het vervolgonderzoek genaamd „nader bodemonderzoek”. In hoofdstuk 4 wordt hier verder op ingegaan.

3. De bodemwet- en regelgeving

3.1. Oude situatie

Binnen de IBS was de overheid „leading” in het uitvoeren van bodemonderzoek en saneringen. Aangezien het uitgangspunt van het Nederlandse milieubeleid is „de vervuiler betaalt” werd na een provinciale bodemsanering getracht de kosten op de veroorzaker te verhalen via procedures van de Landsadvocaat. Deze verhaalsacties (circa 150) bleken niet altijd en overal succesvol. Van de miljardenclaim zullen waarschijnlijk slechts enkele miljoenen verhaalbaar zijn. Vele verontreinigingen zijn verjaard (30 jaar) of de veroorzaker van

1. De streefwaarde kan qua doelstelling en qua hoogte globaal vergeleken worden met de A-waarde en de interventiewaarde kan globaal met de C-waarde worden vergeleken. Over het algemeen zijn de normen echter strenger geworden.
2. Deze waarden gelden ook voor onderwaterbodems (de sliblaag op de bodem van oppervlaktewateren).

de verontreiniging is niet meer te achterhalen, niet meer in leven of failliet. Daarnaast is in gerechtelijke uitspraken (Hoge Raad) vast komen te staan dat een veroorzaker niet schuldig kan worden gehouden voor iets wat op dat moment nog niet als een onrechtmatige daad jegens de overheid werd beschouwd. Conform deze uitspraak lijkt het voor de overheid vooralsnog alleen mogelijk om verontreinigingen die na 1 januari 1975 ontstaan zijn, te verhalen op de veroorzaker.

3.2. Nieuwe situatie onder de Wet bodembescherming

Vanaf 1987 en doorlopend tot waarschijnlijk na 1996 wordt de Wet bodembescherming (Wbb) gefaseerd ingevoerd. Met deze wet beoogt de overheid de reikwijdte te verruimen, wat betreft de uitvoering van bodemsaneringen door de veroorzaker, de eigenaar of de bedrijfsmatige gebruiker. Op basis van de Wbb kunnen nu door de overheid in principe alle gevallen van bodemverontreiniging worden aangepakt, iets wat binnen de IBS niet altijd mogelijk was.

De Wbb heeft het karakter van een raamwet. De wet schept een kader voor telkens nieuw toe te voegen regelgeving in de vorm van Besluiten, Algemene Maatregelen van Bestuur (AMvB's) of Ministeriële Regelingen. Met de laatste aanvulling van juli 1994 is een zeer belangrijke paragraaf aan de Wbb toegevoegd. Met deze, algemeen als „saneringsregeling” geciteerde wetsuitbreiding, is de Interimwet bodemsanering definitief komen te vervallen en is ten opzichte van de oude situatie onder IBS tevens een opmerkelijke koerswijziging in het bodembeleid tot stand gebracht.

3.3. Uitvoeringsverantwoordelijkheden

Het bodembeleid wordt door het Ministerie van VROM voorbereid en vastgesteld. De uitvoeringsverantwoordelijkheid van het bodembeleid ligt bij de provincies en de vier grote gemeenten (Amsterdam, Rotterdam, Utrecht en Den Haag).

Binnen de Wbb wordt namelijk onderscheid gemaakt tussen particuliere saneringen (in gebruik zijnde bedrijfsterreinen en overige terreinen) en saneringen binnen de jaarlijkse saneringsprogramma's van de overheid (verontreinigingen met zeer grote prioriteit en/of buiten gebruik zijnde terreinen waar – vooralsnog – geen rechtspersonen verantwoordelijk gesteld kunnen worden voor de sanering van de verontreiniging).

De provincies en de vier grote gemeenten hebben de wettelijke taak de uitvoering en de voortgang van de door particulieren uitgevoerde bodemsaneringen te coördineren en de taak om jaarlijks een bodemsaneringsprogramma op te stellen. Binnen deze bodemsaneringsprogramma's worden met Rijks-, gemeentelijke- en provinciale budgetten bodemsaneringsprojecten uitgevoerd.

De provincies en de vier grote steden ontvangen een rijksbijdrage (90% van de projectkosten) voor de uitvoering van de jaarlijks uit te voeren bodemsaneringsprogramma's en dragen zelf bij aan de bekostiging. Daarvoor worden, op volgorde van prioriteit, de verontreinigde lokaties onderzocht en vervolgens zonodig gesaneerd. Bij sanering dient de gemeente een drempelbedrag (f 100.000,—) per inwoner plus 7,5% van de overige kosten bij te dragen. De provincie dient 2,5% van de overige kosten bij te dragen. De Landsadvocaat gaat na voor alle mogelijke verontreinigingsgevallen of de kosten verhaald kunnen worden op de veroorzaker. Zo zijn er momenteel al vele honderden processen aangespannen.

3.4. De algemene zorgplicht voor de bodem

Gelet op de beperktheid van het overheidsbudget en gegeven het feit dat veel saneringskosten (achteraf) niet verhaald konden worden maar de politieke inzet om binnen één generatie Nederland „schoon te krijgen” is gebleven, is het bodembeleid van koers verlegd. De terugtrekkende overheid wilde niet langer meer alleen het voortouw blijven nemen in de saneringsoperatie van Nederland.

De Minister van VROM wilde het bedrijfsleven direct aanzetten tot eigen onderzoek en sanering. Dit laatste is met de inwerkingtreding van de saneringsparagraaf van de Wbb formeel bekrachtigd. Alle gebruikers en eigenaren van bedrijfsterreinen zijn verplicht zelf de bodemkwaliteit te onderzoeken en de kwaliteit van de bodem zo nodig te herstellen (zorgplicht voor de bodem). De provincies hebben de bevoegdheid tot het uitvoeren van een saneringsbevel. In feite is hier ten opzichte van de IBS de bewijslast omgekeerd. De werkgeversorganisaties hebben grote moeite met deze gang van zaken en hebben ten tijde van de wetswijziging felle kritiek geleverd.

Een eigenaar of gebruiker is aansprakelijk voor een op zijn terrein aanwezige verontreiniging tenzij hij¹ kan aantonen dat hij:

- gedurende de periode waarin de verontreiniging is veroorzaakt geen duurzame rechtsbetrekking heeft gehad met de veroorzaker of veroorzakers;

1. Voor „hij” kan ook „zij” gelezen worden.

Y4130-12 De kosten en achtergronden van bodemonderzoek en bodemsanering

- geen directe of indirecte betrokkenheid heeft gehad bij de veroorzaking van de verontreiniging;
- op het moment van de verkrijging van het recht op het grondgebied niet op de hoogte was dan wel redelijkerwijs niet op de hoogte had kunnen zijn van de verontreiniging.

Verder is er een soort vangnetconstructie in de Wet milieubeheer opgenomen. Dit houdt in dat particulieren en ondernemers bij de aanvraag van bijvoorbeeld een bouwvergunning of milieuvergunning worden geconfronteerd met een verplicht bodemonderzoek om de milieukwaliteit van hun grondgebied vast te stellen (de zogenaamde nul-situatie).

Op deze wijze worden langzaam maar zeker gegevens over de bodemkwaliteit van alle in gebruik zijnde bedrijfsterreinen bekend.

3.5. De positie van de niet schuldige eigenaar

Indien de (huidige) eigenaar en gebruiker kan aantonen dat hij niet de veroorzaker van een verontreiniging is, dan heeft hij toch de plicht de benodigde bodemonderzoeken te laten verrichten en/of tijdelijke beveiligingsmaatregelen te treffen. De sanering kan daarna door de provincie worden overgenomen (provinciaal bodemsaneringsprogramma) of de rijksoverheid kan een tegemoetkoming voor de kosten van saneringsonderzoek en sanering verlenen.

De tegemoetkoming heeft dan betrekking op de kosten die uitgaan boven de baten van de saneringsmaatregelen. Het gaat hier om een compensatie. De wetgever gaat ervan uit dat bedrijven er zelf alles aan zullen doen om de sanering te financieren.

Dit kan door:

- tijdig geld te reserveren (sparen);
- de sanering gefaseerd uit te voeren en daarmee de kosten uit te smeren over een langere periode;
- een beroep te doen op aandeelhouders (geen of lagere dividenden, extra uitgifte van aandelen);
- fiscale voorzieningen te treffen om gedurende verscheidene jaren geld te reserveren voor bodemsanering;
- gebruik te maken van de speciaal ingestelde staatsgarantieleningen voor het midden- en kleinbedrijf en de bijzondere financieringsregeling voor grote bedrijven (Nederlandse Investerings Bank).

3.6. De plicht om een verontreiniging en sanering te melden

Een ieder is bij wet (Wbb) verplicht melding te doen aan het bevoegd gezag van een bij hem bekend zijnde of gebleken (uit bodemonderzoek of na calamiteit) aanwezige bodemverontreiniging. Ook dient men een in eigen beheer uitgevoerde bodemsanering die meer is dan 50 m³ vervuilde grond of meer dan 1000 m³ vervuild grondwater betreft, te melden aan het bevoegd gezag. Vervolgens moet men bij het bevoegd gezag een saneringsplan indienen, dat goedgekeurd moet worden (zie verder hoofdstuk 4).

3.7. Het BSB-convenant van het bedrijfsleven met de overheid

Om te stimuleren dat particulieren bodemsaneringen laten uitvoeren, is in 1990 een commissie „Bodemsanering in gebruik zijnde Bedrijfsterreinen” ingesteld. Deze Commissie, onder leiding van de heer Oele (Commissie Oele), heeft een convenant opgesteld in de vorm van een eindrapport waarin is overeengekomen dat op kosten van het bedrijfsleven 200.000 als risicovol bekend staande bedrijven de kwaliteit van het bedrijfsterrein laten onderzoeken. In het plan van aanpak is vastgelegd dat binnen 5 jaar (voor 1998) 80% van de (financiële) omvang van de bodemproblematiek is geïnventariseerd.

De totale kosten van de bodemsanering van alle naar verwachting verontreinigde (in gebruik zijnde) bedrijfsterreinen worden ingeschat op 30 miljard gulden. De totale kosten van sanering van niet meer in gebruik zijnde bedrijfsterreinen (gasfabrieksterreinen, stortterreinen etc.) worden ingeschat op 50 miljard gulden. Deze laatste categorie komt waarschijnlijk ten laste van de belastingbetalers.

Op dit moment zijn in alle provincies Stichtingen opgericht (BSB-stichtingen) die zich bezig houden met het stimuleren van de betreffende bedrijven tot het uitvoeren van een verkennend bodemonderzoek (zogenaamd BSB/nul-situatie onderzoek). Als uit zo'n verkennend bodemonderzoek blijkt dat nader bodemonderzoek en vervolgens een sanering nodig is dan wordt het tijdstip waarop dit moet worden uitgevoerd op basis van het BSB-prioriteitensysteem bepaald. Indien de kosten van een sanering onevenredig hoog zijn ten opzichte van het isoleren van de verontreiniging, dan hoeft de verontreiniging niet weggenomen te worden en behoeven alleen Isolatie-, Beheers-, en Controlemaatregelen (IBC-maatregelen) getroffen te worden. Hiermee is voor het bedrijfsleven een zeker plafond in de saneringskosten ingebouwd. Binnen een overeengekomen beslissingsschema (beter bekend als Locatie Specifieke Omstandigheden)

Y4130-14 De kosten en achtergronden van bodemonderzoek en bodemsanering

wordt de afweging gemaakt op basis van de kentallen genoemd in tabel 3.

Kosten herstelvariant	Verhoudingsfactor	Keuze voor IBC-maatregelen als daarvan de kosten zijn:
f 100.000.000,—	1,5	< f 66.000.000,—
f 10.000.000,—	2,0	< f 5.000.000,—
f 5.000.000,—	2,2	< f 2.240.000,—
f 1.000.000,—	3,0	< f 333.000,—
f 250.000,—	3,6	< f 69.000,—
f 100.000,—	5,0	< f 20.000,—

Tabel 3. Financiële afwegingscriteria voor Lokatie Specifieke Omstandigheden.

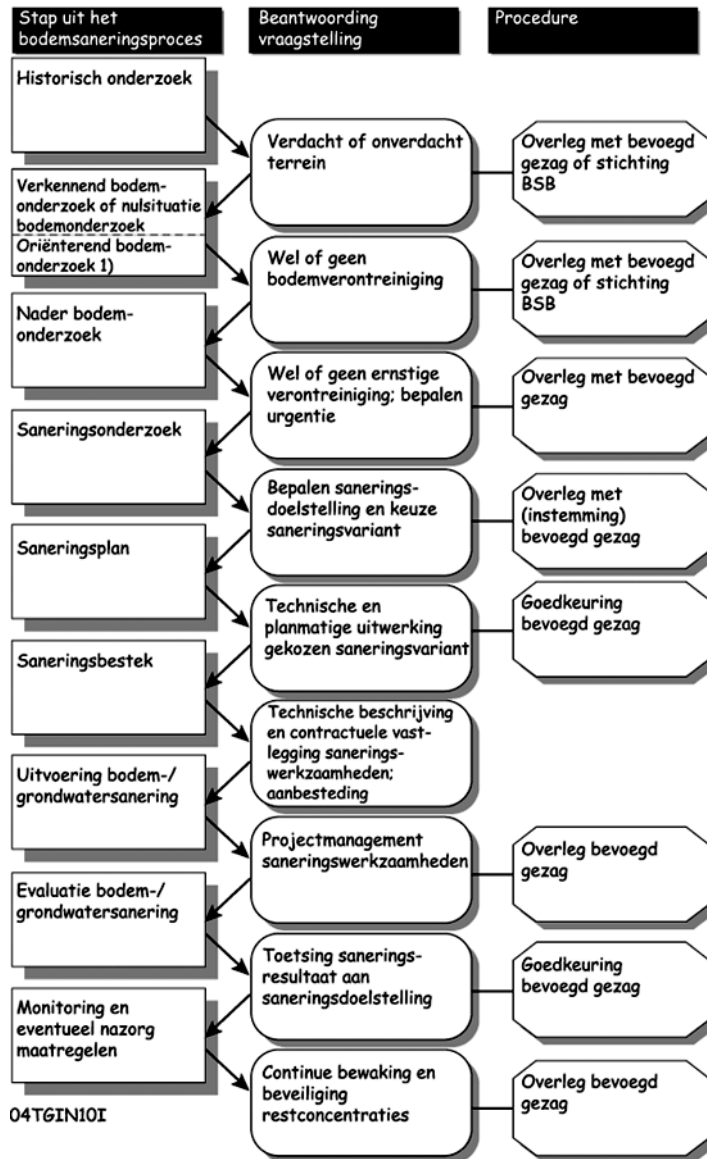
4. Het proces van bodemonderzoek en bodemsanering

Bodemonderzoek is een kostbare aangelegenheid omdat er arbeidsintensief veldwerk aan te pas komt en de benodigde chemische analyses erg duur zijn. In verband daarmee worden bodemonderzoeken altijd planmatig en gefaseerd aangepakt. Planmatig door van te voren goed te bepalen of en in welke mate verontreinigingen hebben plaatsgevonden. Dit wordt gedaan in het zogenaamde historisch onderzoek aan de hand van archiefstudie (oude hinderwetvergunningen, bestemmingsplannen) en interviews met oud-werknemers of omwonenden.

Het feitelijke bodemonderzoek zelf wordt gefaseerd aangepakt door te starten met een algemeen verkennend en grofmatig onderzoek dat in iedere verdere vervolgstap meer gedetailleerd en fijnmaziger wordt uitgevoerd. Na afronding van de onderzoeksfase wordt een plan van aanpak en een bestek gemaakt voor de saneringswerkzaamheden die na afloop geëvalueerd dienen te worden. In het stroomschema op pagina 15 wordt het „bodemsaneringsproces” weergegeven, waarbij de verschillende fasen van bodemonderzoek en bodemsanering worden aangegeven alsmede de overleg- en goedkeuringsmomenten met de bevoegde instanties.

4.1. Historisch bodemonderzoek

Het historisch bodemonderzoek bestaat voornamelijk uit een deskstudie van gemeentelijke archiefgegevens, kadastrale gegevens en oud foto-materiaal. In de regel worden het hinderwet-archief en de kadastrale leggers opgevraagd waarbij wordt gekeken naar de gegevens over huidig en voormalig gebruik van het terrein of lokatie.



1) In het traject van een provinciaal bodem saneringsprogramma is dit een oriënterend bodemonderzoek

Figuur 1. Het bodemsaneringsproces.

Y4130-16 De kosten en achtergronden van bodemonderzoek en bodemsanering

Uit het hinderwet-archief kunnen de bedrijfsactiviteiten en -processen worden achterhaald en kan gekeken worden of er ondergrondse opslagtanks hebben gelegen (of nog liggen). Een aantal vroegere bedrijfsactiviteiten kunnen van dusdanige aard zijn, dat de bodem als „potentieel verdacht” wordt aangemerkt.

Voorbeelden van bedrijven met een potentieel verdachte activiteit zijn:

- werkplaatsen voor voertuigen (garages) en machines;
- benzinestations;
- verffabrieken;
- gasfabrieken;
- autowrakterreinen;
- stortplaatsen, opgehoogde terreinen, gedempte sloten.

Door de oude foto's te bestuderen kan bepaald worden welke bedrijfsgebouwen er stonden en welke activiteiten plaatsvonden. Bovengrondse opslag van kolen, olie-/benzinetanks en afvalstoffen vormen aanwijzingen van potentiële bodemverontreiniging. Ook kan door vergelijking van de opeenvolgende foto's gekeken worden of er sloten of vaarten zijn volgestort, terreinen zijn opgehoogd of gebouwen gesloopt of bijgebouwd zijn. Door een deskundige kunnen ook groeistoornissen van bomen, gras en struiken waargenomen worden. Met name infrarood luchtfoto's zijn hiervoor zeer geschikt.

Met behulp van de informatie uit een historisch onderzoek wordt het mogelijk vast te stellen of een terrein „potentieel verdacht” of „onverdacht” is. Ook wordt duidelijk wat de mogelijke aard is van bodemverontreinigende stoffen.

In feite bevatten tekeningen en foto's aanwijzingen voor de plaats waar gericht gezocht zou moeten worden naar mogelijke verontreinigingen. Hoe meer gegevens uit het historisch onderzoek naar voren komen, des te minder veldwerk en chemische analyses zijn nodig.

4.2. Verkennend bodemonderzoek/nulsituatie bodemonderzoek

Het verkennend bodemonderzoek of het nulsituatie bodemonderzoek (hierna verkennend bodemonderzoek) vindt plaats in de volgende gevallen:

- vrijwillig:
 - bij de aan- en verkoop van een terrein;
 - indien een bedrijf valt onder het BSB-convenant;
- verplicht:
 - ten behoeve van het verkrijgen van een bouwvergunning (niet zijnde interne verbouwingen) of een nieuwe milieuvergunning¹.

Tijdens een verkennend bodemonderzoek wordt nagegaan of de bodem in zijn algemeenheid, onder invloed van het voormalig gebruik (historisch onderzoek) verontreinigd is geraakt. In de eerste plaats worden een aantal ondiepe boringen en een enkele diepere boring verricht en worden grondwaterpeilbuizen geplaatst op die lokaties waar uit het historisch onderzoek gebleken is dat daar de meeste kans op verontreiniging bestaat (potentieel verdachte lokaties). Naast deze boringen (of indien uit historisch onderzoek geen enkele aanwijzing voor verdachte lokaties zijn gevonden) worden ongeveer 3 boringen per 500 m² uitgevoerd gelijkmatig over het terrein. Van het opgeboorde materiaal en het grondwater wordt een aantal monsters genomen. Een laboratorium bepaalt dan de concentraties van een aantal meest voorkomende verontreinigingen (zie tabel 5 en 6).

Voor een verkennend bodemonderzoek (soms ook als indicatief bodemonderzoek aangeduid) zijn twee verschillende standaard protocollen beschikbaar.

Dit zijn:

- Nulsituatie/BSB onderzoek.
- NVN-5740 A.
- NVN-5740 B.

In bijlage 3 zijn tabellen van het nulsituatie/BSB-onderzoek en van een NVN-onderzoek opgenomen.

Het NVN-5740 onderzoek wordt in de regel verlangd als een aanvraag wordt ingediend voor een bouwvergunning. De gemeente eist in de volgende gevallen bij de aanvraag van een bouwvergunning om een dergelijk onderzoek:

1. Belangrijk daarbij is dat sedert de nieuwe woningwet in 1992 geen bouwvergunning meer wordt afgegeven voor bouwen op verontreinigde grond. Daarnaast bestaat er een coördinatie-regeling tussen het verlenen van een milieuvergunning en een bouwvergunning. Met het verlenen van een bouwvergunning wordt gewacht totdat zekerheid bestaat dat een milieuvergunning verleend kan worden (en andersom).

Y4130-18 De kosten en achtergronden van bodemonderzoek en bodemsanering

- nieuwbouw van woningen; de hele kavel (woning én tuin);
- uitbreiding woningen; alleen ter plaatse van de uitbreiding;
- bij bedrijfsgebouwen; alleen ter plaatse van de bouwlocatie.

Binnen de NVN-5740 wordt onderscheid gemaakt in een onderzoeks-aanpak voor verdachte terreinen (NVN-5740 A) en een onderzoeks-aanpak voor onverdachte terreinen (NVN-5740 B). De onderzoeksstrategie van de NVN-5740 A-variant verschilt van de B-variant door een groter aantal grondboringen en te nemen grond- en grondwatermonsters per oppervlakte-eenheid.

Het nulsituatie/BSB onderzoek is eveneens een verkennend bodemonderzoek, maar heeft enkele verschillen ten opzichte van het NVN-5740 onderzoek. De belangrijkste verschillen zitten het aantal monsters dat genomen wordt (in NVN meer monsternamen).

De onderzoeks-aanpak is voortgekomen uit de afspraken die de Commissie Oele in het kader van de BSB-operatie heeft gemaakt. Het onderzoek biedt de mogelijkheid om het nulsituatie-onderzoek ten behoeve van het verlenen van de milieuvergunning en ter verkennende bodemonderzoek in het kader van de BSB-operatie te combineren. Een aanvrager van een (nieuwe of te wijzigen) milieuvergunning dient bij de aanvraag de nulsituatie van de bodemkwaliteit te onderzoeken door middel van een verkennend bodemonderzoek. Daarom is voor de milieuvergunning (nulsituatie) aangesloten bij de onderzoeks-aanpak van de BSB-operatie. Een bedrijf dat valt onder de BSB kan daarmee het onderzoeksresultaat ook voor de aanvraag van de milieuvergunning gebruiken.

Voor onderwaterbodems is momenteel nog geen onderzoeksprotocol voor het verkennend bodemonderzoek. Tot die tijd vormt het verkennend bodemonderzoek de eerste onderzoeksfase voor onderwaterbodems.

Een verkennend onderzoek dient de volgende informatie op te leveren (rapportage):

- beschrijving van de aanleiding van het onderzoek;
- gegevens over de voormalige en de huidige bedrijfsactiviteiten en de aldaar gebruikte of in gebruik zijnde chemische stoffen (historisch onderzoek);
- aangenomen hypothese van wel of niet aanwezige verdachte locaties en de gekozen onderzoeksstrategie;
- uit veldwerk en literatuurstudie te beschrijven bodemopbouw en geohydrologische situatie;

- interpretatie van de onderzoeksresultaten:
 - relatie tussen zintuiglijke veldwaarnemingen en chemische analyseresultaten;
 - beschrijving van de (vermoedelijke) verontreinigingsbronnen c.q. oorzaken van de verontreiniging;
 - toetsing van de resultaten aan de aangenomen hypothese;
- conclusies en aanbevelingen:
 - samenvattende beschrijving verontreinigingssituatie (nulsituatie);
 - geadviseerde aanvullende bodemonderzoeken (indien nodig).

Uit het verkennend onderzoek blijkt of de bodem voldoet aan de eisen van een goede bodemkwaliteit. De gerapporteerde resultaten moeten daarom worden voorgelegd aan het bevoegd gezag. In het geval van een onderzoek in het kader van de BSB dienen de hoofdpunten van de onderzoeksresultaten aan de provinciale stichting BSB neergelegd te worden.

Het bevoegd gezag of de stichting BSB toetst de onderzoeksresultaten door te beoordelen/controleren in hoeverre de gevonden concentraties afwijken van de zogenaamde streefwaarde van de Wbb. Indien er verhogingen worden geconstateerd ten opzichte van de streefwaarde, maar die verhogingen geen overschrijding van de interventiewaarde inhouden, is er sprake van een lichte verontreiniging en moet de eigenaar/gebruiker op basis van een risico-analyse aangegeven of er actuele risico's zijn voor de volksgezondheid en het milieu. Is dat niet het geval, dan behoeven er geen saneringsacties plaats te vinden. Indien een concentratie boven de tussenwaarde wordt gevonden (halve som van de streefwaarde + interventiewaarde) dan is men verplicht nader bodemonderzoek te verrichten. Binnen de BSB-operatie wordt daarbij een eigen prioriteitensysteem gehanteerd waaruit de datum volgt waarop het nader bodemonderzoek uiterlijk plaats dient te vinden.

Iedere provincie kan binnen haar Provinciale Milieuverordening (PMV) een specifiek eigen urgentiesysteem ontwikkelen. Het streven is een landelijke urgentiesystematiek te ontwikkelen die een actualisering en aanvulling vormt op de nu beschikbare BSB-systematiek voor de definitieve urgentiescore. De landelijke systematiek zal zowel door de provincies als door de BSB-stichtingen worden gebruikt!

Y4130-20 De kosten en achtergronden van bodemonderzoek en bodemsanering

In het nader bodemonderzoek wordt onderzocht of daadwerkelijk sprake is van een verontreinigingssituatie van de grond en het grondwater of dat de in het verkennend bodemonderzoek aangetroffen verontreiniging uiterst lokaal aanwezige verhoogde concentratie is.

4.3. Nader bodemonderzoek

Het doel van een nader bodemonderzoek is vast te stellen of het vermoeden van ernstige bodem- en/of grondwaterverontreiniging (beeld dat ontstaan is uit voorafgaand bodemonderzoek) juist is. Dit wordt vastgesteld door nader te onderzoeken wat de aard, de concentratie en de plaats van het voorkomen van de uit voorafgaand onderzoek vastgestelde verontreinigingen is. Het nader bodemonderzoek is daarom specifiek gericht op die plaatsen waar verontreinigingen geconstateerd zijn. Uit dit onderzoek waarbij in het veld aanvullende bodem- en grondwatermonsters worden genomen die op de eerder aangetoonde chemische parameters worden geanalyseerd, dient duidelijk te worden of er daadwerkelijk bodemsaneringsmaatregelen getroffen dienen te worden. Voor het nader bodemonderzoek is eveneens een protocol. Het is verstandig om over de definitieve invulling en aanpak van dit onderzoek te overleggen met het bevoegd gezag.

De resultaten van het nader onderzoek worden in een rapport vastgelegd. Dit rapport dient te bestaan uit de volgende onderdelen:

- beschrijving van de lokatie, aanleiding en doel van het onderzoek;
- beschrijving van gegevens uit historisch onderzoek en eerder uitgevoerde bodemonderzoek(en);
- bemonsterings- en analysestrategie afgeleid van resultaten van eerder uitgevoerde bodemonderzoek(en);
- nauwkeurige beschrijving van de lokale en regionale bodemopbouw en geohydrologische situatie;
- interpretatie van de onderzoeksresultaten:
 - relatie tussen zintuiglijke veldwaarnemingen en analyseresultaten;
 - toetsing van analyseresultaten aan interventiewaarde;
 - omvang (contouren) van de grond- en grondwaterverontreiniging op basis van lijnen van gelijkwaardige concentraties (iso-concentratielijnen) per stof;
 - verspreidingsnelheid van de verontreiniging(en) op basis van de bodemkundige en geohydrologische situatie en de aard (mobiliteit) van de verontreinigende stoffen;

- risico-analyse met actuele gevaar van besmetting van mens/dier of plant;
- conclusies en aanbevelingen:
 - samenvattende beschrijving van de verontreinigingssituatie;
 - geadviseerde vervolgpcedure (aanvullende bodemonderzoeken, saneringsonderzoek of saneringsplan);
 - urgentie voor bodemsanering op basis van de risico-analyse;
 - noodzaak en urgentie (tijdelijke) beveiligingsmaatregelen.

Over de resultaten van een nader bodemonderzoek dient (bij vastgestelde verontreinigingssituatie) zowel voor projecten die binnen de BSB-operatie vallen als voor ieder andere particulier bodemsaneringsproject overlegd te worden met het bevoegd gezag. De resultaten worden in de regel (initiatief van één van de partijen) bilateraal besproken, veelal in het bijzijn van één of enkele adviseurs. Op basis van deze resultaten wordt in feite de noodzaak tot bodem- en/of grondwatersanering vastgesteld. Daarbij staat de interventiewaarde én het risico voor mens en milieu centraal. In de circulaire Interventiewaarden Bodemsanering van het Ministerie van VROM van 9 mei 1994 is het beleidsstandpunt vermeld. Dit beleidsstandpunt zal leiden tot de AMvB interventiewaarde. In bijlage 1 zijn de interventiewaarden volgens de circulaire overgenomen. In de BSB-systematiek wordt aan het bedrijf de definitieve urgentiescore meegedeeld, met een daaraan verbonden termijn waarop de sanering moet worden uitgevoerd. Wanneer deze termijn laag is, wordt aanbevolen een zogenaamd plan van aanpak aan het bevoegd gezag te overleggen waarin de vervolgstappen en de termijn waarop deze door het bedrijf zullen worden uitgevoerd, verder staan vermeld.

4.4. Saneringsonderzoek

Wanneer is komen vast te staan dat de interventiewaarden worden overschreden, dient men in een vervolgonderzoek na te gaan of en hoe de sanering het beste aangepakt zou kunnen worden. Dit gebeurt in het zogenaamde saneringsonderzoek. Het gaat hier om een desk-studie waarbij een aantal (meestal 2 tot 4) mogelijke saneringsvarianten technisch en financieel worden uitgewerkt.

Om de meest doelmatige en doeltreffende saneringsvariant te kunnen bepalen is het verstandig te onderzoeken wat het feitelijk milieurendement (hoeveel verontreiniging wordt weggenomen) is van de sanering. Om een goede vergelijking te kunnen maken wordt in de regel de saneringsvariant beschouwd die tot een multifunctioneel herstel van de bodemkwaliteit zal leiden en een saneringsvariant die

Y4130-22 De kosten en achtergronden van bodemonderzoek en bodemsanering

omschreven wordt als de „meest sobere en doelmatige isolatievariant met eeuwigdurende beheersing en controle” (IBC). Indien de kosten van sanering namelijk onacceptabel hoog zijn, kan op basis van het ontwikkelde afwegingsstelsel van de Locatie Specifieke Omstandigheden besloten worden IBC-maatregelen te treffen. IBC maatregelen worden sinds de Wbb als volwaardige saneringsmaatregel gezien. De nadelen van IBC-maatregelen zijn echter groot. Zo zal een dergelijk terrein na dat deze maatregelen genomen zijn zéér grote beperkingen hebben met betrekking tot bebouwing en gebruik. IBC-maatregelen bieden daarom in veel gevallen geen effectieve oplossing. Wel worden in de praktijk vaak graafwerkzaamheden gecombineerd met IBC-maatregelen. Deze saneringsvarianten staan ook wel bekend als „leeflaagprincipe” of „functioneel saneren” (zie verder hoofdstuk 5).

Bij de kostenramingen van multifunctionele saneringen moeten de bijkomende kosten van bodemonderzoek, besteksvorbereiding en milieukundige begeleiding tijdens de sanering opgenomen worden. Bij de uitvoering van IBC-maatregelen moeten ook de in de toekomst te maken onderhouds- en exploitatiekosten (kosten van onderhoud en vervanging van materialen, energiekosten, controle- en beveiligingskosten) contant gemaakt worden.

De saneringsvariant die hieruit als de meest doelmatige en efficiënte volgt wordt, veelal na overleg met het bevoegde gezag, verder technisch en inhoudelijk uitgewerkt in een zogenaamd saneringsplan.

4.5. Saneringsplan

Op basis van de gekozen en door het bevoegd gezag beoordeelde saneringsvariant wordt in het saneringsplan in detail onderzocht en beschreven hoe en waar de saneringswerkzaamheden getroffen zullen gaan worden.

De provincies of de vier grote steden hebben de wettelijke bevoegdheid om elk particulier bodemsaneringsplan te beoordelen. Bij deze beoordeling maakt het bevoegd gezag gebruik van de richtlijnen die in de Leidraad Bodembescherming staan die door het Ministerie van VROM is uitgegeven.

In het (te rapporteren) saneringsplan dienen de volgende gegevens opgenomen te worden:

- opdrachtgever;
- plaats en lokatie van de sanering;

- samenvatting van de voorafgaande onderzoeksresultaten waarin de verontreinigingssituatie, de bodemopbouw en de geo-hydrologische situatie duidelijk worden gemaakt;
- de concentratie tot waar de bodem- en/of de grondwaterkwaliteit teruggebracht zal gaan worden;
- een overzicht van de voor de uitvoering van de sanering relevante vergunningen (bijv.: sloopvergunning, grondwateronttrekkingsvergunning, lozingsvergunning, vervoervergunning voor afvalstoffen, stortvergunning);
- de bepaalde veiligheidsklasse (volgens het Publicatieblad 174 van de Arbeidsinspectie) en de veiligheidsmaatregelen die nodig voor het uitvoerend personeel en de omgeving worden getroffen;
- beschrijving van de civieltechnische werkzaamheden;
- de te verwachten vrijkomende hoeveelheden (en concentraties) verontreinigde grond, bouw-, verhardings-, sloop- en overige materialen en de bestemming daarvan;
- de situering, wijze en de debieten van de grondwateronttrekking, de invloed op de omgeving (verdroging c.q. zetting);
- de te verwachten hoeveelheid op te pompen concentraties verontreinigende stoffen en het daarop gekozen zuiveringssysteem en de manier van lozing;
- een schatting van de tijdsduur van de grondwatersanering en het concentratieverloop van het influent en effluent van grondwater;
- de taak- en werksomschrijving van de milieukundige begeleider;
- een voorstel van de cycli van tussentijdse bemonstering en de eindbemonstering van de sanering (aantal monsters, te analyseren parameters);
- een procedurevoorstel voor de frequentie en de structuur van het te plegen overleg met de bevoegde instanties, de wijze van voorlichting van derden;
- een inhoudsopgave van het na afloop van de sanering op te stellen evaluatierapport;
- de eventueel te treffen IBC-maatregelen en toekomstige beperkingen bij het gebruik van het terrein;
- de benodigde nazorg na afloop van de sanering c.q. de beheers- en controle activiteiten.

4.6. *Saneringsbestek*

De werkzaamheden van een bodemsanering zijn al gauw dermate omvangrijk en complex dat een zorgvuldige omschrijving en beschrijving van de werkzaamheden noodzakelijk wordt. Voor op-

Y4130-24 De kosten en achtergronden van bodemonderzoek en bodemsanering

drachtgever en opdrachtnemer is het belangrijk de uit te voeren werkzaamheden, de financiële voorwaarden, de procedurele en administratieve zaken etcetera vast te leggen in een zogenaamd saneringsbestek.

Voor het opstellen van een bestek voor bodemsaneringswerkzaamheden is een standaard bestek (systematiek) ontwikkeld door de CROW (Centrum voor Rationalisatie en Onderzoek in Grond-, Weg- en Waterbouw). Bij de meeste (grotere) bodemsaneringen wordt met deze CROW-systematiek gewerkt. Het biedt een houvast voor alle zaken die beschreven en contractueel vastgelegd dienen te worden. Indien gebruik wordt gemaakt van deze systematiek dient na aanbesteding een vergoeding betaald te worden aan de CROW. Deze bedraagt 0,15% van de aanneemsom.

Voor kleine en weinig complexe saneringen kunnen de werkzaamheden natuurlijk ook zonder formeel bestek worden opgedragen aan een aannemer. Vaak vormt het saneringsplan al een uitgebreide beschrijving van de technische werkzaamheden en kan gewerkt worden met een aangenomen werk op basis van resultaatverplichting en standaardprijzen. Over bijvoorbeeld de financiële, administratieve en organisatorische verantwoordelijkheden dienen echter te allen tijde goede afspraken gemaakt te worden om de kosten, de tijd en de kwaliteit te kunnen bewaken. Bij zeer grote of organisatorisch complexe saneringen is het zelfs raadzaam het projectmanagement uit te besteden aan specifieke deskundige organisatie-adviesbureaus.

4.7. De uitvoering van bodemsanering

Vaak worden de werkzaamheden door één hoofdaannemer aangenomen. In Nederland is een groot aantal, vaak van oorsprong civieltechnische aannemers zich gaan toeleggen op bodemsaneringen. Dergelijke aannemers hebben gespecialiseerd personeel in dienst en beschikken over het benodigde materieel om de noodzakelijke werkzaamheden uit te kunnen voeren. Voor het uitvoeren van bepaalde zeer specifieke werkzaamheden kunnen ook derden worden ingeschakeld.

De volgende werkzaamheden vinden vaak in onderaanneming plaats:

- sloop van bestaande infrastructuur en afvoer sloopmaterialen;
- aanleg en onderhoud van bronneringsinstallaties voor de ont-trekking van het grondwater;

- graafwerk en transport van verontreinigde grond;
- aanvoer van schone grond.

In hoofdstuk 5 wordt verder uitgebreid ingegaan op alle werkzaamheden bij een sanering.

4.7.1. *Bodemsaneringsmethodes en technieken*

In principe zijn er drie „hoofdmethodieken” om een bodem te saneren:

- verwijderen van de verontreiniging uit de bodem en/of het grondwater;
- isoleren en beheersen van de verontreiniging;
- in-situ reinigen van de verontreiniging.

De keuze van de saneringsmethodiek hangt samen met de aard van de verontreiniging, de lokale omstandigheden (bebouwing en gebruik), de grondsoort en de vorm waarin de verontreiniging zich bevindt. In de regel heeft een verontreiniging de vorm van een pluim die naar beneden uitzakt onder invloed van de zwaartekracht. Indien de verontreiniging tot in het grondwater doorloopt kan de verontreiniging horizontaal worden meegevoerd. De onderzijde van de pluim kan worden begrensd door een natuurlijke barrière, bijvoorbeeld in de vorm van aanwezige klei- of leemlagen.

Door de kern af te graven en/of de drijfslagen (grootste concentratie of „hot spots”) weg te pompen, kan snel het belangrijkste saneringsresultaat worden bereikt. Als de verontreinigde grond is afgegraven, wordt deze afgevoerd naar een opslaglocatie of naar een grondreinigingsbedrijf waar de grond thermisch, chemisch of biologisch gereinigd kan worden.

De grond kan niet worden weggegraven waar (niet te slopen) infrastructuur aanwezig is bovenop de verontreiniging. Op dergelijke plaatsen zal de verontreiniging of geïsoleerd dienen te worden of door middel van in situ-technieken (de grond wordt dan ter plekke gereinigd) gesaneerd dienen te worden (combinaties hiervan worden ook veel toegepast). Een isolatie kan bereikt worden door een damwand aan te brengen tot in een dieper gelegen afsluitende kleilaag. Bij de isolatie van een verontreiniging wordt tevens een bovenafdekking (asfalt of beton) aangebracht of wordt een schone laag grond aangebracht (leeflaag) die door middel van kunststof folie van de verontreiniging gescheiden wordt.

De haalbaarheid van een in-situ sanering is sterk afhankelijk van de

Y4130-26 De kosten en achtergronden van bodemonderzoek en bodemsanering

aard van de verontreiniging, van de grondsoort en het grondwater-niveau. Opgeloste stoffen kunnen worden weggepompt of zelfs worden uitgewassen. Slecht oplosbare stoffen kunnen met behulp van stoom en wasmiddelen, zuur of loog gereinigd worden. Vluchtige stoffen kunnen door middel van bodemluchtafzuiging (bodemlucht-extractie) gesaneerd worden en organische (afbreekbare) verbindingen kunnen al dan niet met toevoeging van bacteriën, voedingsstoffen en zuurstof in de bodem biologisch afgebroken worden (biores-tauratie).

In tabel 4 is een matrix opgenomen waarbinnen de (hoofd)selectie onder invloed van de invloedsfactoren veelal plaatsvindt. Met nadruk wordt erop gewezen dat de uiteindelijke sanering veelal een combinatie is van verschillende methoden en technieken.

	Soort ver- ontreini- ging	Grond- soort	Lokale omstandig- heden	Gebruiks- functie- terrein	Terug- saneer- waarde
Ontgraven	ondiep hot spots	vooral klei, leem en veen	geen bebouwing	alles opnieuw oprichten	multifunc- tioneel
Grondwa- tersanering	drijfslagen olie, ge- chloreerde koolwater- stoffen, metalen	goed doorlatend	lozing op riool of oppervlak- tewater	probleem bij houten funderings- palen	multifunc- tioneel
Isoleren/ leeflaag	zeer gevaarlijke stoffen, niet reinig- baar	afsluitende leemlaag in ondergrond	industriële gebieden, buiten woonge- bieden	geen woningen en andere gevoelige functies	geen of slechts beperkte afvoer van verontreini- gingen
Bodemlucht- extractie	vluchtige stoffen	goed doorlatend, lage grond- waterstand	emissie naar de lucht	kan in gebruik blijven	tot multi- functioneel is mogelijk
Biorestau- ratie	organisch afbreek- baar	goed doorlatend, goede vochtthuis- houding	langdurige sanering	terrein kan beperkt in gebruik blijven	in aantal gevallen en stoffen tot multifunc- tioneel
Stoom- strippen	minder vluchtige stoffen	goed doorlatend	kost veel energie, veel instal- laties	kan in gebruik blijven	multifunc- tioneel

Tabel 4. Bepalende factoren voor selectie van saneringstechnieken.

4.7.2. *Milieukundige begeleiding van een sanering*

Voor de controle en bewaking van omvangrijke (groter dan f 100.000,—) saneringswerkzaamheden wordt in vrijwel alle gevallen de begeleiding ingeroepen van een onafhankelijk milieutechnisch adviesbureau. Dit bureau dient namens de opdrachtgever de graafwerkzaamheden en grondwateronttrekking te begeleiden en te controleren. Op basis van visuele en organoïptische (= geur) waarnemingen en het analyseren van steekmonsters wordt vrijwel continu bewaakt of er geen onnodige hoeveelheid schone grond wordt afgegraven en ten onrechte wordt afgevoerd als zijnde verontreinigde grond. De kosten van iedere m³ naar een verwerkingsbedrijf afgevoerde grond liggen tussen de f 150,— tot f 450,—. Door nauwgezet te werken verdient een deskundig toezichhoudende en controlerend milieukundige zich snel terug. Deze milieukundige rapporteert periodiek aan de opdrachtgever en woont de „bouwvergaderingen” bij.

4.7.3. *Evaluatie en nazorg*

Na afloop van de saneringswerkzaamheden wordt (vaak door de milieukundige begeleidende partij) een onderzoek uitgevoerd waarin het resultaat van de sanering wordt geëvalueerd. Aan de hand van de administratie (weegbrieven, analyseresultaten grondmonsters, en geloosde stoffen) kan worden nagerekend hoeveel verontreiniging er is gesaneerd. Dit kan gebeuren door na te gaan hoeveel grond is afgevoerd voor verwerking elders of hoeveel grond gereinigd is door sanering ter plaatse. Daarbij wordt ook onderzocht hoeveel restconcentratie er in de bodem en het grondwater achterblijft. Deze onderzoeksgegevens worden vergeleken met de saneringsdoelstelling en de omschreven (bestek)werkzaamheden.

Hiermee krijgt de opdrachtgever een overzicht van de resultaten van de werkzaamheden en ontstaat een beeld over de kwaliteit van de bodem en grondwater na afloop van de sanering.

Het bevoegd gezag verlangt deze evaluatiegegevens om te kunnen beoordelen of de bodemkwaliteit afdoende (conform afspraken die gemaakt zijn in het saneringsplan) is hersteld. Is dat het geval dan kan/zal de lokatie als gesaneerd worden beschouwd en kan aan het bevoegd gezag een zogenaamde „schone grondverklaring” worden gevraagd (van belang bij verkoop, kredietaanvragen etc.).

Indien de sanering absoluut niet tot het beoogde resultaat heeft geleid, zal de sanering eventueel gecontinueerd of in gewijzigde vorm voortgezet dienen te worden. Het staat buiten kijf dat dit voor de opdrachtgever een zeer onaantrekkelijk gegeven is. Indien er ver-

Y4130-28 De kosten en achtergronden van bodemonderzoek en bodemsanering

wijtbare fouten gemaakt zijn door de adviseur of aannemer dan kan deze aansprakelijk gesteld worden voor de gevolgschade. Toch blijkt het soms door externe factoren (omringende terrein is eveneens vervuild) of technische onmogelijkheden (te diepe ligging of onder funderingen) niet doenlijk om de laatste concentraties te verwijderen.

In dat geval dient dit aan het bevoegd gezag kenbaar gemaakt te worden en zullen er afspraken gemaakt dienen te worden over:

- veiligheidsmaatregelen tegen verspreiding of blootstelling naar mens, dier of plant;
- gebruiksbeperkingen ten aanzien van de lokatie; bijvoorbeeld geen moestuin, park, recreatie of woningbouw. In dit geval is het voor de gebruiker of eigenaar zeer moeilijk om een bouwvergunning te verkrijgen (alleen vergunning voor bouwen op schone grond) of om het terrein te ontvreemden;
- nazorg en monitoring van de lokatie.

Nazorgmaatregelen met periodieke controles (monitoring) van het grondwater zijn een vaak voorkomend verschijnsel na afloop van een sanering waarbij significante (bijvoorbeeld boven de tussenwaarde) restconcentraties om wat voor redenen dan ook aanwezig blijven. De nazorg bestaat in de regel uit het voorkomen van verspreiding door een bovenverharding of folie aan te brengen om de instroming en doorspoeling van regenwater te voorkomen. Ook worden er soms verticale schermen of damwanden aangebracht of wordt een blijvende grondwaterbemaling aangelegd om de verontreiniging op „zijn plaats te houden”. Periodieke bemonstering van het grondwater is daarbij een goed middel om eventuele verspreiding te controleren.

5. De kosten van onderzoek en sanering¹

5.1. Historisch onderzoek en luchtfoto-interpretatie

Voor het raadplegen van het Kadaster archief worden kosten in rekening gebracht. Hinderwet-archieven zijn in de meeste gevallen gratis in te zien en dan vormen kopiëren en afdrukken (van tekeningen) de enige kostenfactor.

Indien het te onderzoeken terrein buiten de bebouwde kom ligt en het geen bedrijfsterrein betreft zijn er meestal weinig gemeentelijke gegevens voorhanden. Over dergelijke terreinen kan men eigenlijk

1. Prijzen genoemd in dit artikel gelden voor 1995 en zijn exclusief BTW.

alleen door middel van luchtfoto-interpretatie aanvullende informatie krijgen. Vanaf de jaren 1960 zijn met zekere regelmaat luchtfoto's genomen van geheel Nederland.

Deze luchtfoto's zijn tegen betaling verkrijgbaar of in te zien bij onder andere de volgende instanties:

- KLM airo carto;
- Topografische Dienst in Emmen;
- Landbouw Universiteit in Wageningen.

De kosten van het historisch onderzoek worden met name gevormd door de uren die een adviseur besteedt aan het nalopen van de betreffende archieven en dossiers en het interpreteren van de beschikbare gegevens. Daarom zijn de kosten afhankelijk van de grootte van het te onderzoeken terrein en de beschikbaarheid van gegevens.

Als globale indicatie voor de kosten kunnen de volgende bedragen voor een beperkt bedrijfsterrein aangehouden worden:

- | | |
|--|-----------|
| - raadplegen van gemeentelijke en kadastrale archieven | f 750,— |
| - opvragen van luchtfoto's | f 250,— |
| - bestuderen van archiefgegevens en luchtfoto's | f 250,— |
| - rapporteren over resultaten | f 750,— |
| | <hr/> |
| | f 2.000,— |

5.2. Algemene kosten bodemonderzoeken

Bodemonderzoek heeft betrekking op de volgende onderdelen:

- voorbereiding van het onderzoek;
- veldwerk;
- chemische analyses;
- interpretatie resultaten;
- tekenwerk en rapportage;
- (tussen)overleg.

Hierna wordt daar dieper op ingegaan.

5.2.1. Voorbereiding van het onderzoek

Om van te voren te kunnen bepalen welke veldwerkzaamheden moeten worden uitgevoerd en hoeveel grond- en grondwatermonsters genomen moeten worden, is het noodzakelijk eerst een goed beeld te vormen van de onderzoekslokatie. Dit staat in feite los van

Y4130-30 De kosten en achtergronden van bodemonderzoek en bodemsanering

een onderzoeksaanpak die vanuit een protocol wordt verlangd en heeft als doel het kostbare veld- en analysewerk zo effectief en efficiënt mogelijk te verrichten.

Op basis van de uitgangssituatie van de onderzoekslokatie (kan ook het historisch onderzoek zijn of de resultaten van eerder uitgevoerd bodemonderzoek) wordt een hypothese gemaakt van de mogelijkheid, de aard en de plaats van verontreinigingen. Het veldwerk en de lokatie en diepten van de te nemen grondmonsters worden daarmee in grote lijnen van te voren bepaald.

De werkzaamheden worden op uurbasis verricht waarbij in het algemeen de volgende uurtarieven gehanteerd worden:

- senior-projectleider bodemonderzoek	f 160,—
- projectleider bodemonderzoek	f 140,—
- adviseur bodemonderzoek	f 100,—
- milieukundig medewerker	f 80,—
- medewerker boorploeg	f 70,—
- tekenaar/typist	f 60,—

De voorbereidende werkzaamheden worden in de regel door de projectleider van het bodemonderzoek verricht. Daar zal hij gemiddeld 2 tot 4 uur aan besteden waardoor de kosten voor deze werkzaamheden circa f 280,— tot f 560,— zullen bedragen. Bij een omvangrijke bodemonderzoekslokatie gaat het waarschijnlijk om één hele adviesdag.

5.2.2. *Veldwerk*

Het veldwerk bestaat uit het reizen naar de onderzoekslokatie, het verrichten van grondboringen, het plaatsen van peilbuizen en het nemen van grond- en grondwatermonsters. De werkzaamheden van het veldwerk bij bodemonderzoek zijn genormaliseerd in Nationale Praktijkrichtlijnen (NPR), de Voorlopige Praktijkrichtlijn (VPR) en NEN-voorschriften. Deze richtlijnen worden als standaard beschouwd waarmee de kwaliteit van het veldonderzoek gewaarborgd wordt. De overheid stelt deze richtlijnen als norm voor „betrouwbaar veldwerk”.

Het veldwerk wordt doorgaans uitgevoerd in een boorploeg van twee personen.

Tarieven voor een (tweemans) boorploeg zijn circa f 140,— per uur. Voor een extra boorhulp wordt f 50,— per uur gerekend. Indien bij de boringen een milieukundige boormeester nodig is (nauwkeurige bepaling van grondsoort en bodemeigenschappen) moet gerekend worden

op circa f 80,— per uur extra. Voor werkzaamheden buiten de normale daguren of tijdens de weekeinden wordt 25 - 50% extra berekend.

Voor het vervoeren van de benodigde grondboren, peilbuizen en bemonsteringsmaterialen is vaak een middelgrote transportbus ingericht. Hierdoor zijn de reiskosten gemiddeld f 0,75 per kilometer.

Wat veldwerk betreft worden de volgende bedragen in de praktijk berekend voor:

-	ondiepe boring (0 - 2 meter min maaiveld (m -/- m.v.)	f	50,—
-	diepere boring (2 - 5 m -/- m.v.)	f	150,—
-	diepe boring (5 - 9 m -/- m.v.)	f	300,—
-	plaatsen van ondiepe peilbuis (2 - 5 m -/- m.v.)	f	175,—
-	plaatsen van diepe peilbuis (5 - 9 m -/- m.v.)	f	650,—
-	plaatsen van extra peilbuis (per meter)	f	10,—
-	handmatige puls boring tot circa 15 meter (per meter)	f	40,—
-	mechanische puls boring tot circa 20 meter (per meter)	f	100,—
-	mechanische puls boring tot circa 40 meter (per meter)	f	150,—
-	beton- of asfaltboring Ø 120 mm (prijs per centimeter)	f	3,—
-	beton- of asfaltboring Ø 150 mm (prijs per centimeter)	f	5,—
-	herstellen van een beton/asfaltboring	f	35,—
-	inzetten speciale bodemboren bij puin etc. (ramguts per meter)	f	50,—
-	nemen van grondmonster	f	5,—
-	nemen van slibmonsters (gutsboor 1 meter)	f	60,—
-	nemen van een grondwatermonster	f	65,—
-	veldbepaling pH en geleidbaarheid (EC)	f	15,—
-	verrichten van bodemluchtmetingen	f	25,—
-	waterpassen van het grondwaterniveau	f	40,—
-	stijghoogtebepaling (per stuk)	f	8,—
-	sondering (per meter)	f	15,—
-	afwerking van een boorgat/peilbuis met een straatpot	f	45,—

Volgens het NPR dienen grondwatermonsters niet eerder dan na één week na plaatsing van de peilbuis genomen te worden. Daarom moet rekening gehouden worden met extra reis- en verblijfkosten.

5.2.3. *De chemische analyses*

Het uitvoeren van chemische analyses worden door het technisch adviesbureau dat het veldwerk verricht veelal uitbesteed aan één van de circa 20 laboratoria in Nederland. De grotere technische adviesbureau hebben vaak een eigen laboratorium.

Het is van groot belang dat het laboratorium zeer betrouwbaar is en kwalitatief hoogstaande resultaten oplevert. In Nederland wordt het zogenaamde STERLAB-certificaat toebedeeld aan laboratoria die voldoen aan de door STERLAB gehanteerde kwaliteitscriteria. Dit betekent dat er een constante kwaliteitsborging op de laboratoria werkzaamheden rust en de analyseresultaten periodiek en steekproefsgewijs worden „gedubbelcheckt”.

Analyses uitgevoerd door een STERLAB gecertificeerd laboratorium hebben ook in gerechtelijke procedures bewijskracht. Het is dan ook verstandig om de chemische analyses door een dergelijk laboratorium te laten analyseren.

De tarieven van de analyses verschillen sterk per parameter. Dit komt omdat verschillende analyse-technieken worden gebruikt en de voorbereidende werkzaamheden die voor de verschillende parameters benodigd zijn. Bij elk grondmonster wordt éénmaal het droge stofgehalte bepaald aangezien de concentraties worden berekend in eenheden per kilogram droge stof. Dit gebeurt omdat anders verschillen ontstaan tussen concentraties in natte (verzadigde) grondmonsters en concentraties in droge grondmonsters.

Met de huidige technische kennis zijn de laboratoria in staat stoffen te identificeren en te kwantificeren tot op een nauwkeurigheid van één deeltje ten opzichte van één miljard deeltjes (1 part per Amerikaanse billion; oftewel ppb). Dit is noodzakelijk aangezien de wetgever uiterst lage concentratiegrenzen heeft vastgesteld. De norm voor sommige parameters ligt dan ook op of rond de detectiegrens¹. Een laboratorium staat dan ook vol met „high-tech apparatuur” en dat is te merken aan de tarieven voor het uitvoeren van chemische analyses. In zijn algemeenheid nemen de analysekosten bijna de helft in van het totale bodemonderzoeksbudget. Daarom is het van belang het aantal chemische analyses te beperken en zo efficiënt mogelijk om te gaan met het verdelen van monsters en analyses over de onderzoekslokatie. Men heeft het in dat geval ook wel over: het bepalen van de bemonsteringsstrategie.

1. Detectiegrens is de laagste waarde die door middel van de analyse-apparatuur gemeten kan worden.

In de tabel 5 staan de tarieven voor de meest gangbare analyses.

Parameter	Grondmonster (f)	Grondwater- monster (f)
- droge stof bepaling	22	-
- pH (zuurgraad)	20	15
- EC (geleidbaarheid)	-	20
- CZV (chemisch zuurstofverbruik)	-	50
- Kjehldahl-stikstof	50	50
Zware metalen		
- ontsluiting (voorbewerking)	40	25
- individueel	30-40	20-30
- totaal (Cd,Cr,Cu,Hg,Pb,Ni,Sn en Zn)	200	200
Anorganische verbindingen		
- cyanide totaal-complex	70	60
- cyanide totaal vrij	50	55
- chloride	45	25
- ammonium	45	40
- fluoride	75	80
- fenol-index	85	85
- nitraat	50	50
- sulfaat	75	75
- fosfaat	60	60
Aromatische verbindingen		
- benzeen/tolueen/ethyleen/xyleen (BTEX)	110	110
Polycyclische aromatische kws		
- PAK's (VROM)	200	200
Gechloreerde koolwaterstoffen		
- chloorkoolw.vluchtig (GC)*	120	120
- chloorfenolen	200	200
- chloorbenzenen		85
- Polychloorbifenylen	230	210
- Extra keerbare Organo Chloor ver- bindingen (EOX)	110	110
Bestrijdingsmiddelen		
organochloorbestrijd.middelen	210	210
Overige parameters:		
- minerale olie (GC)*	140	120
- minerale olie (IR)**	125	120
- minerale olie (GCMS)***	200	200
- uitloogbaarheid	50	50
- cascadeproef (uitloogbaarheid)	75	-
- zeefproef over 1,2 of 4 mm	30	-

*) Gas-chromatografisch geanalyseerd

**) Infrarood spectrofotometrisch geanalyseerd

***) Gas-Chromatografie Massa Spectrometrisch geanalyseerd

Tabel 5. Algemeen gehanteerde tarieven voor het uitvoeren van chemische analyses.

Y4130-34 De kosten en achtergronden van bodemonderzoek en bodemsanering

Naast deze individuele parameters bestaan er ook samengestelde „analyse-pakketten”. Bij de verkennende bodemonderzoeken worden deze analyse-pakketten vaak toegepast om na te gaan of één van de parameters in verhoogde mate wordt aangetroffen.

De prijzen en samenstelling van deze pakketten staan in tabel 6.

Naam analyse-pakket ¹	Prijs (gulden)
VNG-pakket grond:	
– 7 metalen/cyanide-tot.complex PAK's/EOX	450
VNG-pakket grondwater:	
– 7 metalen/EOX/minerale olie/vluchtige aromaten (fingerprint)	450
NVN-5740 bovengrond:	
– 8 metalen/PAK's/EOX/minerale olie	
NVN-5740 ondergrond:	450
– 8 metalen/aromaten/naftaleen en chloorkoolwaterstoffen/ EOX en minerale olie	450
NVN-5740 grondwater:	
– 8 metalen/fenol-index/EOX/aromaten/naftaleen en chloor- koolwaterstoffen	450
Nulsituatie/BSB-onderzoek	
BTEX en chloorkoolwaterstoffen (grond)	175
BTEX en chloorkoolwaterstoffen (grondwater)	175
Minerale olie en aromaten pakket (grond)	185
Minerale olie en aromaten pakket (grondwater)	185
RIZA pakket beperkt (onderwaterbodems)	475
RIZA pakket (onderwaterbodems)	975

Tabel 6. Algemeen gehanteerde tarieven voor de chemische analyse van onderzoekspakketten.

De resultaten van deze chemische analyses worden meestal na circa 10 dagen opgeleverd. Indien er bijzondere redenen zijn om sneller informatie te verkrijgen (bijvoorbeeld bij de milieukundige begeleiding tijdens graafwerk of bij een in werking zijnde bronnering) dan kunnen aan de meeste laboratoria spoedopdrachten worden verleend. Hiervoor worden wel forse toeslagen berekend die meestal beginnen met 10% bij een één-weeks service tot 50% voor een 24-uurs service.

1. De tarieven voor de analyse van onderwaterbodems (slib) zijn ongeveer gelijk aan die van de grondwateranalyse.

5.2.4. *Interpretatie van de onderzoeksgegevens*

Nadat de analyse-resultaten bekend zijn, de gegevens van de boorprofielen uitgewerkt zijn en de gegevens over de visuele en geroken (organoleptische) veldwaarnemingen beschreven zijn, wordt begonnen met de interpretatie van deze gegevens. De aangetoonde concentraties uit de analyses worden vergeleken met de normen die door de overheid gesteld zijn aan grond en grondwater. Daarbij worden de concentratiewaarden in een tabel gezet. Indien de concentratiewaarde de streefwaarde, de tussenwaarde of de interventiewaarde overschrijden, worden deze getallen in de tabel voorzien van een aandachtsteken.

Het overschrijden van deze waarden bepaalt in hoofdzaak of er sprake is van een bodemverontreiniging en of er nader onderzoek noodzakelijk is. Een nader onderzoek is nodig in het geval dat een hogere waarde dan de tussenwaarde wordt aangetroffen.

Het mag echter niet zo zijn dat alleen op basis van een simpele vergelijking met de norm besloten wordt tot aanvullende onderzoeks- of saneringswerkzaamheden.

De bodemadviseur dient de noodzaak van deze aanvullende acties te beoordelen mede op grond van:

- de waarnemingen in het veld;
- de afwegingen of het gaat om een incidentele verhoogde concentratie en er geen sprake is van een verontreinigde lokatie;
- de vraag of verspreiding van de verontreiniging heeft plaatsgevonden;
- het risico dat mens, dier of plant in aanraking kan komen met de verontreiniging.

Op basis hiervan adviseert het milieutechnische onderzoeksbureau al dan niet vervolgacties te nemen. Het bevoegd gezag zal dit advies na verificatie overnemen, maar kan ook tot andere conclusies komen. In de praktijk wordt er nauwelijks afgeweken van de adviezen die in de onderzoeksrapporten worden gegeven. Deze rapporten zijn immers meestal conform de Nederlandse richtlijn en met behulp van STERLAB-gecertificeerde laboratoria opgesteld.

Na afloop van het nader onderzoek dient een ervaren adviseur van het niveau van projectleider een risico-analyse uit te voeren.

Daarin wordt berekend of ingeschat hoe groot de kans is dat mens, dier of plant blootgesteld wordt aan te hoge concentraties toxische stoffen. Daarbij zijn het verspreidingsgedrag, de mogelijke blootstellingsroutes en de toxiciteit de belangrijkste factoren. De resulta-

ten van het gehele bodemonderzoek worden beschreven in het bodemonderzoeksrapport. Belangrijk onderdeel van een dergelijk rapport zijn de overzichtstekeningen waarmee de horizontale (en mogelijk verticale) omvang van de verontreinigingen inzichtelijk wordt gemaakt.

5.3. Specifieke kosten van nader bodemonderzoek

Het nader bodemonderzoek is in feite een verder gedetailleerd onderzoek naar de in het verkennend bodemonderzoek (of in het geval van een provinciaal onderzoeksprogramma oriënterend bodemonderzoek) gevonden verontreinigingen. Gemiddeld zijn de kosten van het nader bodemonderzoek een factor 2 tot 5 hoger dan die van het verkennend bodemonderzoek, maar dit hangt natuurlijk sterk af van de omvang van de gevonden verontreinigingen en de complexiteit van de te onderzoeken lokatie. Indien de oorzaak of de bron van de verontreiniging niet eenvoudig vast te stellen is, zal in het nader bodemonderzoek nog uitgebreid veldonderzoek moeten plaatsvinden en chemische analyses uitgevoerd moeten worden. Het nader bodemonderzoek dient namelijk te leiden tot duidelijkheid over de aard, omvang en het risico van de verontreiniging. Het nader bodemonderzoek wordt vaak weer in verschillende fasen opgedeeld. Zodoende kan men in kleine stapjes proberen de totale bodemproblematiek in kaart te krijgen en te weten komen of een sanering noodzakelijk is.

De relatief hoge kosten van een nader bodemonderzoek worden met name veroorzaakt door de meer uitgebreide veldwerkzaamheden, de chemische analyses, het grote aantal adviesuren dat benodigd is en het tekenwerk.

5.4. Specifieke kosten van saneringsonderzoek

Een saneringsonderzoek is, zoals eerder gesteld, vrijwel uitsluitend een desk-studie waarin gezocht wordt naar de meest doelmatige en effectieve wijze waarop de verontreiniging gesaneerd kan worden (saneringsmethodiek en saneringsvariant). Bij dit onderzoek wordt veel gewerkt met computerprogramma's die de grondwaterstroming modelleren en berekenen hoe snel een verontreiniging door middel van grondwateronttrekking afneemt. De deskundigheid en creativiteit van het adviesbureau zijn ook hier van groot belang. Het is zaak om intensief te onderzoeken welke saneringsvarianten uiteindelijk het meeste milieurendement opleveren, zodat de opdrachtgever de meest optimale oplossing kan voorstellen aan het bevoegd gezag en deze kan (laten) uitwerken in een saneringsplan.

De kosten van een saneringsonderzoek zijn eigenlijk totaal afhankelijk van de complexiteit van de te saneren lokatie (bijvoorbeeld problemen om grondwater te onttrekken, grond weg te kunnen graven, veiligheidsrisico's bij ontgraving etc.). De kosten van een saneringsonderzoek variëren daarom zeer sterk. Voor een „standaard” saneringsonderzoek voor bijvoorbeeld de sanering van verontreiniging door een ondergrondse olietank kan men voor f 5.000,— al klaar zijn. Voor sanering van een gasfabriek kunnen de onderzoekskosten oplopen tot enkele tonnen.

5.5. De kosten van de uitvoering van de sanering

De belangrijkste kostenpost bij een sanering wordt gevormd door het afgraven, het transporteren en het verwerken van de verontreinigde grond. Momenteel wordt het grootste deel van de in Nederland afgegraven hoeveelheid grond nog gestort. Binnen afzienbare tijd zal geen toestemming meer gegeven worden voor het storten van grond die nog – binnen redelijke mogelijkheden – reinigbaar is. Niet of zeer moeilijk (= kostbaar) te reinigen grond (bijvoorbeeld een mix van zware metalen) mag wel worden gestort. De kosten hiervan gaan jaarlijks omhoog mede onder invloed van overheidsmaatregelen (heffingen). De kosten voor storten liggen momenteel rond de f 100,— tot f 150,— per ton.

Op 1 januari 1995 is een AMvB in werking getreden waarin het Service Centrum Grondzaken (SCG) in Utrecht voor alle te verwerken stromen verontreinigde grond een bindende adviesfunctie krijgt. Het SCG zal de verwerkingstechniek selecteren op basis van geschiktheid en beschikbaarheid van de reinigingstechniek.

In Nederland is een beperkt aantal procesmatige grondreinigingsbedrijven (verenigd in de Vereniging van Procesmatige Grondreinigings Bedrijven). Dit betekent dat de vervuilde grond vaak over grote afstanden getransporteerd moet worden.

Bijvoorbeeld bij de sanering van het Aagrunol terrein in Groningen is de grond naar Rotterdam vervoerd; de transportkosten vormen maar liefst 10% (4 miljoen gulden) van de totale saneringskosten. Aan de vrachtauto's worden bijzondere veiligheidseisen gesteld: de vervuilde grond mag niet van de wagen vallen of weglekken (afdekzeil of vaste kleppen) en de chauffeur mag ook geen nadelige gevolgen ondervinden (airconditioning en luchtfilters in cabine). De transportkosten zijn gemiddeld f 0,35 per ton per kilometer.

Y4130-38 De kosten en achtergronden van bodemonderzoek en bodemsanering

Bij de verwerking zijn er significante verschillen in kosten omdat verschillende reinigingstechnieken gebruikt kunnen worden. De keuze van de reinigingstechniek wordt met name bepaald door de aard van de verontreiniging, de kenmerken van de grondsoort en de terugsaneerwaarde.

In tabel 7 zijn van de belangrijkste reinigingstechnieken de kosten weergegeven.

Reinigingstechniek	Toepassingen	Prijsindicatie en bepalende factoren voor de prijs
Thermische reiniging (draaitrommelovens, wervelbedovens eventueel met naverbranding)	zwaardere en lichtere koolwaterstoffen en zeer moeilijk afbreekbare organische verontreinigingen	kosten tussen de f 100,— en f 400,— per ton afhankelijk van het percentage klei, het vochtgehalte van de grond en de benodigde verbrandingstemperatuur (90 tot 1100° C) om de organische verontreiniging te oxideren/af te breken
Extractieve reiniging (wassen, schuimscheiding, flotatiereiniging)	zandgronden vervuild met moeilijk oplosbare stoffen, cyaniden, organische chloorverbindingen en zware metalen	kosten tussen de f 50,— en f 250,— per ton afhankelijk van de hoeveelheid fijne fracties (slib) en aard (uitwasbaarheid en oplosbaarheid) van de verontreiniging
Microbiologische behandeling (in situ behandeling, geconditioneerde landfarming, bioreactoren)	goed doorlatende grondsoorten met olieproducten, fenolen en aromaten vervuild	kosten rond de f 80,— tot f 120,— per ton afhankelijk van de biologische afbraaksnelheid van de organische verontreiniging, de gewenste terugsaneerwaarde, de grondsoort en het poriënvolume (lucht- en vochthuishouding) van de grond

Tabel 7. Kostenindicatie en toepassingen van grondreinigingstechnieken.

Voor het saneren van het grondwater is een aantal zuiveringstechnieken beschikbaar. Bij lichte concentraties kan ook rechtstreeks op de riole ring geloosd worden. De kosten voor lozing op het riool bedraagt circa f 0,05 tot f 0,50 per m³ water. Lozing op het oppervlaktewater is aan zeer strenge normen onderhevig. In veel gevallen zal ook na voorzuivering het nog niet toegestaan worden het opgepompte grondwater te lozen op het oppervlaktewater in verband met de aanwezige restconcentraties of het zuurstofverbruik van het water.

De kosten van veelvuldig gebruikte zuiveringstechnieken zijn opgenomen in tabel 8.

Soort zuivering	Toepassingen voor verontreinigingen van	Prijsindicatie per m ³ water
Olie-afscheider installatie	minerale olie, diesel en benzine	f 2,— tot f 4,—
Striptoren	vluchtige aromaten cyclische (gechlorde) koolwaterstoffen	f 1,— tot f 3,—
Actief koolfilters	PAK's, aromaten, cyclische (gechlorde) koolwaterstoffen, PCB, fenolen, bestrijdingsmiddelen	f 2,— tot f 7,—
Bezinkings- en oxidatiebedden, chemische oxidatie en reductie	aromaten, metalen, fenolen, cyanides, bestrijdingsmiddelen, PAK's	f 0,50 tot f 3,—
Biologische zuivering (biorotors of actief slibproces)	sulfide, nitraat, ammonia, fenolen	f 1,— tot f 2,—

Tabel 8. Kosten en toepassingen van grondwaterzuiveringstechnieken.

Bij de uitvoering van een sanering is behalve de toe te passen saneringstechniek de gekozen saneringsvariant zeer bepalend voor de totale omvang van de kosten. Met saneringsvariant wordt bedoeld de wijze waarop de sanering wordt uitgevoerd, de mate waarin de aanwezige verontreinigende stoffen weggenomen worden (saneringsdoelstelling) en de kosten en de planning van de gehele saneringsoperatie. Uit de gekozen saneringsvariant volgt impliciet in hoeverre de bodem multifunctioneel hersteld wordt of dat een (gelimiteerde) hoeveelheid aan verontreinigingen mag blijven zitten c.q. door isolatiemaatregelen wordt vastgelegd.

Bij de keuze van de saneringsvariant is het niet zo dat degene die betaalt ook de saneringsvariant bepaalt. De Wet bodembescherming geeft de provincie het laatste woord bij de goedkeuring van een saneringsvariant. Dat betekent dus dat een particulier niet de vrijheid heeft te kiezen voor de goedkoopste saneringsvariant.

De keuze van de saneringsvariant wordt onder meer bepaald door:

- het gewenste kwaliteitsniveau tot waar volgens het bevoegd gezag teruggesaneerd dient te worden (gevoeligheid van gebruik van het terrein of de omgeving);
- de lokatie en het gebruik (bebouwing of bedrijfsmatig gebruik) van de plaats waar de verontreiniging zich bevindt;
- de aard en ligging (diepte, diffuse verspreiding) van de verontreiniging;

Y4130-40 De kosten en achtergronden van bodemonderzoek en bodemsanering

- de mogelijkheden om gefaseerd te saneren of over een langere tijd met een in situ-reinigingstechniek te kunnen werken;
- de kosten van de meest doelmatige (sober uitgevoerde) multifunctionele sanering versus de kosten van een meest doelmatige isolatievariant;
- de mogelijkheid van financiering voor de veroorzaker c.q. de verantwoordelijke of belanghebbende partij(en).

De provinciale overheid maakt bij de beoordeling van de saneringsvariant gebruik van de gegevens en de onderbouwing in het saneringsplan. In dit plan wordt (namens de opdrachtgever) door de adviseur de meest optimale vorm voorgesteld waarbij rekening wordt gehouden met de genoemde keuze-aspecten. Het bevoegd gezag zal zich altijd laten voorstaan door de wettelijke regelingen (ontwerp AMvB terugsaneerwaarde) of beleidsmatig verordende criteria.

In de praktijk blijkt het bevoegd gezag niet ongevoelig te zijn voor motiveringen van „meer doelmatige saneringsvarianten”. De keuze voor deze varianten kan bijvoorbeeld worden onderbouwd door aan te tonen dat:

- de omgeving (bijvoorbeeld stad) een zwaar verhoogde achtergrondconcentratie heeft en dat het geen zin heeft een „schoonteiland” temidden van een grijze omgeving te maken;
- de kosten voor het weghalen van de laatste restjes verontreiniging onredelijk kostenverhogend zijn. De zogenaamde 80/20 regel (80 procent van de problematiek kan met 20 procent aan kosten worden opgelost) blijkt in bepaalde gevallen op te gaan. Het is aan de inventiviteit en deskundigheid van de adviseur om daar de juiste nuanceringsaanbeveling aan te geven.

De eerste optie wordt algemeen geciteerd als „functioneel saneren”. De tweede optie is gebaseerd op het principe van optimalisering van het milieurendement. Hierbij wordt getracht een optimum te bereiken in de besteding van geld (sanering) en het netto milieu-effect dat daarmee bereikt wordt. Daarbij staat de vraag centraal: „hoeveel verontreiniging haal ik weg voor iedere gulden die ik meer besteed?” In de praktijk blijkt dat de kosten van het weghalen van de „laatste” restconcentraties exorbitant toenemen. Het bevoegd gezag gaat bij een reële financiële onderbouwing en analyse van de risico's van het niet wegnemen van deze restconcentraties akkoord met een dergelijke saneringsvariant.

Om een calculatie van de kosten van een sanering te kunnen maken, is een checklist gemaakt van bepalende factoren voor de kosten bij de voorbereiding en de uitvoering van een bodemsanering. Deze checklist is opgenomen in tabel 9. Bij een aantal kostenfactoren kan gebruik worden gemaakt van kentallen die in dit hoofdstuk genoemd zijn. Het is onmogelijk een compleet beeld van alle kostenfactoren te geven. Er zijn te veel verschillen per saneringssituatie denkbaar. Voor het berekenen van een aantal civieltechnische kosten kan de Cost Engineer ook gebruik kan maken van kentallen uit de weg- en waterbouw.

- 1 Voorbereidende bodemonderzoeken:
 - historisch onderzoek;
 - verkennend bodemonderzoek;
 - nader bodemonderzoek;
 - saneringsonderzoek.
- 2 Voorbereiding van de sanering:
 - opstellen saneringsplan;
 - overleg met provincie, gemeente, afvalwaterbeheerder, SCG;
 - second opinion resultaten bodemonderzoek/saneringsvariant;
 - aanvraag vergunningen voor lozing afvalwater, oppompen grondwater, transport/afvoer van verontreinigde grond, sloopvergunning, rooivergunning bomen;
 - besteksvoorbereiding;
 - selectie van aannemers en milieukundige begeleiding;
 - aanbesteding van werkzaamheden.
- 3 Begeleiding van de sanering:
 - extern projectmanagement;
 - second opinion over onderzoeksresultaten/saneringsvariant;
 - milieukundige begeleiding sanering (monsterneming, analyse, advies, rapportage, overleg).
- 4 Sloopwerk en opruimwerkzaamheden:
 - opruimen en vrijmaken van het terrein (verharding, begroeiing, terreinafscheidingen eventuele opstallen).
- 5 Aanbrengen bemaling en grondwaterzuiveringsinstallatie:
 - aanbrengen en verwijderen onttrekkingsstelsel, leiding en pompen;
 - energiegebruik (pompen en instandhouden systemen);
 - aanvoeren, plaatsen, bedrijfs gereed houden en afvoeren van zuiveringsinstallatie;
 - aansluiten op riolering, aanleg leidingen, controleputten;
 - lozingskosten (on)gezuiverd grondwater.
- 6 Grondwerkzaamheden:
 - afgraven grond, puin, en bouwmaterialen (kabels, rioleringen, funderingen, putten);
 - afvoer van gesloopte bouwmaterialen;
 - tijdelijke opslag van de ontgraven bouwmaterialen;
 - reinigen van ontgraven bouwmaterialen (acceptatie stort);
 - afgraven van verontreinigde grond;
 - scheiding van verontreinigde/schone en matig vervuilde grond;
 - tussentijdse opslag van diverse soorten afgegraven grond;

Y4130-42 De kosten en achtergronden van bodemonderzoek en bodemsanering

- transport van afgegraven bouwmaterialen en vervuilde grond;
 - storten van grond en afgegraven puin en bouwmaterialen;
 - reinigen van verontreinigde grond (thermisch, microbiologisch, chemische extractie);
 - uitvoering van in situ-reinigingstechnieken (beluchting, bevochtiging, toedienen bacteriën en voedingsstoffen);
 - aanbrengen en in stand houden van tijdelijke infrastructurele voorzieningen en hulpconstructies (putwanden, stempels);
 - aanbrengen en in standhouden van veiligheidsmaatregelen (omheining, waarschuwingsmarkering, verkeersmaatregelen);
 - verleggen van nutsvoorzieningen, rioleringen en kabels.
- 7 Isolatie- en afschermmaatregelen:
- graven van sleuven voor ingraven van verticale afdichtingswanden;
 - aanbrengen van verticale afdichting (folie, stalen damwand, bentoniet);
 - aanbrengen van ondergrondse horizontale afdichtingslaag (bijv. bentoniet-laag);
 - aanleggen van interceptieputten voor geohydrologische isolatie;
 - aanbrengen en verwijderen van onttrekkingssysteem, leiding en pompen;
 - energiegebruik (pompen en instandhouden systemen);
 - aanleggen van leidingen voor lozing opgepompt grondwater;
 - grondwateronttrekking en lozing van (on)gezuiverd grondwater.
- 8 Nazorg:
- beheer van blijvende installaties en afdichtingswanden, beschermings- en isolatietechnieken, meetsystemen etcetera.
- 9 Blijvende exploitatiekosten bij IBC-saneringen:
- instandhouding en vernieuwing van blijvende installaties en afdichtingswanden, beschermings- en isolatietechnieken, meetsystemen etcetera;
 - beveiligingsmaatregelen (omheining, markering, surveillering);
 - monitoring van grondwatermeetnetten op waterkwaliteit, verspreidingsrichting en snelheid van verontreinigingen;
 - bemonstering en analyse;
 - doorlopende advisering en rapportage;
 - renteverliezen door langdurig braakliggen van bruikbaar terrein.
- 10 Aannemerskosten:
- eenmalige kosten (aan- en afvoer materieel);
 - uitvoeringskosten (uitvoerder, arbo-deskundige);
 - algemene kosten (overhead);
 - winst en risico;
 - stelposten;
 - bijdrage aan bijv. CROW (toeslag op gebruik besteksystematiek).

Tabel 9. Checklist van kostenfactoren bij de voorbereiding, uitvoering en nazorg van een bodemsanering.

6. Invloedsfactoren en beïnvloedingsmogelijkheden van kosten bij bodemonderzoek en -sanering

Voor de uiteindelijke kosten van het gehele onderzoeks- en saneringstraject zijn geen standaardbedragen op te voeren. In de praktijk blijken vergelijkbare problemen telkens weer individuele afwijkingen en specificaties te hebben. Bodemonderzoek en -sanering vraagt om maatwerk waarbij een goede voorbereiding, een efficiënte aanpak en de kwaliteit van de begeleiding doorslaggevend zijn voor de mate van efficiency.

In dit hoofdstuk wordt een aantal belangrijke invloedsfactoren en mogelijkheden tot beïnvloeding van de uiteindelijke kosten behandeld.

Deze factoren en mogelijkheden zijn onderverdeeld in:

1. de omvang en complexiteit van de verontreiniging;
2. de voorbereiding en de begeleiding van het onderzoek en de sanering;
3. de terugsaneerwaarde en de (toekomstige) functie en het gebruik van het te saneren terrein;
4. het onderzoek en de selectie van de saneringsvarianten;
5. de wijze van verwerking van de verontreinigde grond en het grondwater;
6. de tijdsdruk waaronder de sanering uitgevoerd dient te worden;
7. de organisatie en de fasering van de saneringswerkzaamheden;
8. de mogelijkheid tot het combineren van werk;
9. externe factoren (claims, planschade en produktieschade).

6.1. De omvang en complexiteit van de verontreiniging

Het meest bepalend voor de kosten zijn natuurlijk de aard en de omvang van de problematiek zelf. De kosten van de sanering van een oude olietank kunnen nog binnen redelijke perken blijven. Toch kan zo'n sanering door externe factoren uiterst complex en kostbaar worden. Bijvoorbeeld als de olietank in een stedelijk gebied ligt waar nauwelijks gegraven kan worden omdat bebouwing aanwezig is of waar grootschalige bronnering onmogelijk is in verband met houten paalfundering of het ontbreken van lozingsmogelijkheden. Het zijn juist de omstandigheden én het soort verontreiniging waardoor de complexiteit wordt bepaald.

In tabel 10 staan de bedragen vermeld die gemiddeld gehanteerd worden bij bodemsaneringsprojecten.

Y4130-44 De kosten en achtergronden van bodemonderzoek en bodemsanering

Soort vervuild terrein	Gemiddelde hoeveelheid verontreinigde grond (m ³)	Gemiddelde kosten (in gulden)
Oude olietanks	100	100.000,—
Benzinestations	500	250.000,—
Autowrakterrein	1.400	390.000,—
Voormalig bedrijfsterrein	1.100	340.000,—
Huidig bedrijfsterrein	450	265.000,—
Gasfabrieksterrein	4.800	2.750.000,—

Tabel 10. Gemiddelde kosten van een aantal specifieke verontreinigde terreinen.

6.2. De voorbereiding en begeleiding van het onderzoek en de sanering

De mate van voorbereidingen en begeleiding van onderzoeks- en saneringswerkzaamheden is eveneens van grote invloed op de uiteindelijk te maken kosten. Op basis van de onderzoeksresultaten van de bodemonderzoeken wordt immers de noodzaak, de urgentie en de wijze van sanering bepaald.

Er dienen dus hoge eisen gesteld te worden aan de deskundigheid, de creativiteit en de vaardigheid van de bodemadviseurs. Bij steeds meer bodemsaneringsvraagstukken wordt een second opinion gevraagd aan een onafhankelijke derde partij. Zeker wanneer de opdrachtgever voor de beslissing staat om duizenden gulden uit te geven aan de sanering van zijn terrein.

Alvorens het overleg met de bevoegde instanties van start gaat, is het belangrijk de goede strategie te bepalen om de meest optimale saneringsvariant (oplossing) te kunnen realiseren. Het bevoegd gezag houdt zich meestal bij de start van het overleg over een saneringsplan aan de meest vergaande terugsaneerwaarde (multifunctioneel). In het overleg- en het onderhandelingstraject over wat de opdrachtgever kan bereiken (investeren) en wil bereiken (economische waarde van terrein herstellen) kunnen de partijen naar een compromis groeien van een doelmatige en doeltreffende saneringsvariant. Dit is een strategisch proces van argumentering en onderhandeling waar een adviseur namens de (vaak niet inhoudelijk deskundige) opdrachtgever het voortouw kan nemen.

Zeer algemeen gesteld komen de kosten van de voorbereiding en uitvoering van een sanering neer op de verdeling die is opgenomen in tabel 11.

Onderdeel van saneringsproject	Percentage van totale projectkosten
Bodemonderzoek	25%
Advies en begeleiding	10%
Grondsanering	40%
Grondwatersanering	25%

Tabel 11. Globale kostenverdeling voorbereiding en uitvoering saneringen.

6.3. De terugsaneerwaarde en de (toekomstige) functie en het gebruik van het te saneren terrein

De vraag of tot de streefwaarde teruggesaneerd dient te worden of een bepaalde restconcentratie in de bodem mag achterblijven bepaalt in hoge mate de saneringskosten. De streefwaarde is een politiek bepaald beleidsstandpunt dat weliswaar door wetenschappelijk onderzoek (risico's mens, plant en dier) onderbouwd is. In een aantal gevallen is echter het terugsaneren tot die streefwaarde zeer moeilijk. Bijvoorbeeld in het geval dat de omliggende (achtergrond)-concentraties hoger zijn. In dat geval zou een schone plek temidden van een grijze omgeving gecreëerd worden waarbij die schone vlek in de loop van de tijd door toestroming vanzelf weer vuil zal worden. Dit soort omstandigheden komt vaak voor in stedelijke gebieden (zware metalen en PAK's, algemeen hoge achtergrondconcentraties als gevolg van eeuwenoude verspreiding van as en afval), langs spoorwegterreinen en op oude industrieterreinen. Het bevoegd gezag sluit zijn ogen gelukkig niet voor dergelijke omstandigheden. Soms wordt een terugsaneerwaarde (resultaatverplichting) afgesproken tussen de streef- en de tussenwaarde. Ook wordt soms afgesproken dat na een bepaalde periode van grondwateronttrekking een evaluatie plaatsvindt waarbij wordt nagegaan of en in hoeverre de concentraties nog afnemen (prestatieverplichting). Indien de concentraties niet verder afnemen kan tijdelijk (of definitief) gestopt worden of wordt de sanering met het vaststellen van eventuele nazorgmaatregelen als afgerond beschouwd.

6.4. De selectie en de keuze van de saneringsvarianten

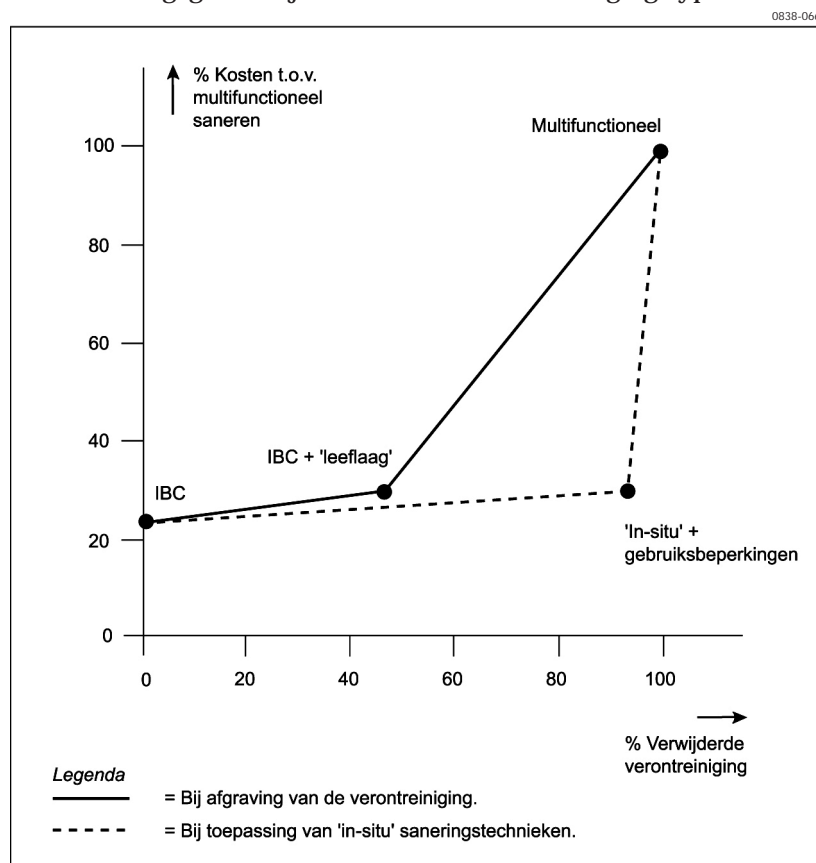
Ook hierbij gelden dezelfde argumenten als bij de voorbereiding van de sanering. De adviseur dient alle mogelijke en efficiëntere vormen van sanering te kennen en op haalbaarheid te beoordelen.

Een „standaard” sanering die op een „meest voorkomende manier” wordt onderzocht en toegepast, is wellicht niet de meest rendabele vorm van sanering. In dit geval kan het bodemonderzoek en het bijbehorende advies dan wel goedkoop worden aangeboden, uiteindelijk kunnen de saneringskosten (ten onrechte) zeer hoog uitvallen.

Y4130-46 De kosten en achtergronden van bodemonderzoek en bodemsanering

Zorgvuldigheid, deskundigheid, grondigheid en creativiteit wint het hier van de kant en klare aanpak.

In figuur 2 zijn de indicatieve kosten voor een aantal saneringsvarianten weergegeven bij verschillende verontreinigingstypen.



Figuur 2. Indicatieve kosten voor een aantal saneringsvarianten bij verschillende verontreinigingstypen.

6.5. De wijze van verwerking van de verontreinigde grond en van het grondwater

Bij de wijze van verwerking van de verontreinigde grond en van het grondwater speelt een aantal aspecten een rol.

Bij grondverwerking:

- de mogelijkheid om überhaupt of speciale maatregelen zoals zonder damwanden, stempels, chemische stabilisatie etc. te kunnen ontgraven;
- de mogelijkheid om de grond ter plaatse (on site) te verwerken in bijvoorbeeld een geluidswal of onder de bestrating. (N.B. dit zal alleen voor licht verontreinigde grond toegestaan worden);
- de afstand die moet worden afgelegd tot de plaats van de verwerking;
- de reinigingskosten bij verwerking;
- de hergebruiksmogelijkheden van de gereinigde grond (terugname, toepassing elders of als minst wenselijke oplossing: stort);
- noodzakelijke hoeveelheid aanvulzand.

Bij grondwaterverwerking:

- de mogelijkheid om een onttrekkingsstelsel aan te leggen (verhardingen, beschikbare ruimte);
- de mogelijkheid tot lozing van het opgepompte grondwater (bijvoorbeeld ongezuiverd op riool, gezuiverd op het oppervlaktewater);
- de kosten van een noodzakelijke zuiveringsinstallatie (aan- en afvoer materiaal, koop of huur van installatie, benodigde chemicaliën, energiekosten, instandhouding);
- de kosten van vergunningleges, onttrekkingstarieven en lozingsheffingen;
- de noodzakelijke tussentijdse bemonstering en analyses gedurende de onttrekking.

6.6. De tijdsdruk waaronder de sanering dient plaats te vinden

Een sanering die onder tijdsdruk moet worden uitgevoerd, krijgt in de regel weinig voorbereidingstijd en moet dan ook nog in korte termijn gerealiseerd worden. Deze tijdsdruk kan bijvoorbeeld ontstaan omdat nieuwbouw is gepland op de te saneren locatie of omdat produktieverliezen moeten worden voorkomen in het geval dat bedrijfsprocessen moeten worden stilgelegd.

Voor een relatief goedkope in situ sanering is vaak langere tijd nodig om tot acceptabele terugsaneerwaarden te komen. Als die tijd eenvoudig niet beschikbaar is om voorgenoemde redenen, zal de grond ontgraven en afgevoerd dienen te worden om elders verwerkt te worden hetgeen strikt genomen de kosten verhoogt.

Ook een relatief goedkope IBC-sanering is niet mogelijk als bijvoorbeeld tegelijkertijd op die locatie woningen of andere gevoelige func-

Y4130-48 De kosten en achtergronden van bodemonderzoek en bodemsanering

ties gebouwd moeten worden. Het gevaar van blootstelling wordt dan door het bevoegd gezag te groot geacht, bovendien wil niemand bovenop een geïsoleerde vervuilde bodem leven. In dat geval kan een tussenoplossing gevonden worden door een schone grondlaag aan te brengen. Dan moet minimaal de zone waarop „geleefd en gewerkt” wordt en waar leidingen, kabels en riolering komen te liggen afgegraven worden en voorzien worden van schone grond. Deze nog niet algemeen aanvaarde oplossing heeft de term „leeflaagprincipe” meegekregen en heeft in stedelijke gebieden als Amsterdam tot effectieve en efficiënte oplossingen geleid.

6.7. De organisatie en de fasering van werkzaamheden

De organisatie van de werkzaamheden biedt mogelijkheden tot verbetering van de efficiency. Indien de werkzaamheden goed georganiseerd zijn, kan zonder meer tijdswinst geboekt worden. Bepaalde werkzaamheden zoals het slopen van de oude opstallen en het starten met de bouw, kunnen parallel uitgevoerd worden met de saneringswerkzaamheden. Qua projectmanagement is het van groot belang dat de informatievoorziening naar de bevoegde instanties en bij de aanvraag van vergunningen optimaal verlopen. Dit kan door de betrokken instanties in een vroeg stadium van de benodigde projectinformatie en -rapportages te voorzien (creëren commitment) en bijvoorbeeld de saneringsplannen en vergunningaanvragen middels een aantal vooroverlegondes tot stand te laten komen.

Het gefaseerd saneren leidt alleen tot een kostenreductie als de verontreiniging zich niet verspreidt en dus de grootte van het te saneren terrein in de tussentijd niet toeneemt. Een lekkende tank of een verzadigde plek (hot spot) in de grond kan beter direct verwijderd worden.

Bij het aanpakken van de restconcentratie kan dan eventueel gewacht worden totdat de benodigde financiën beschikbaar zijn. Binnen de toekomstige wet- en regelgeving zullen echter grenzen aan het faseren (uitstellen) worden gesteld. Urgente saneringen dienen bijvoorbeeld binnen vier jaar in uitvoering genomen te worden.

6.8. Het combineren van werk

Een sanering kan om bedrijfseconomische en bedrijfstechnische redenen het beste gecombineerd worden met andere (infrastructurele) maatregelen op de betreffende lokatie. Voor een bedrijf zijn dat bijvoorbeeld de momenten waarop de produktie wordt stilgelegd voor groot onderhoud of wanneer een installatie afgeschreven is en nieuwbouw gepland is. Het bevoegd gezag kan daar in bepaalde ge-

vallen mee akkoord gaan. Wel zal worden geëist dat acute problemen direct worden opgelost (hot spots) en veiligheidsmaatregelen direct of op korte termijn worden genomen.

Bij het verwerken van grond kan bijvoorbeeld gezocht worden naar plaatsen en momenten waarop behoefte is aan ophoogzand of aanvulzand. Door werk met werk te combineren kunnen directe besparingen bereikt worden. Voorbeelden hiervan zijn het saneren van een lokatie als tevens de terreinleidingen worden vernieuwd of de riolering wordt gerenoveerd of een sanering te combineren met de aanleg van ondergrondse infrastructuur (parkeergarage). Ook is het bij industrieterreinen zeer aan te bevelen om in gezamenlijk verband meerdere aan elkaar grenzende verontreinigingen in één project op te lossen.

6.9. Externe factoren

Bepaalde externe factoren kunnen ook hun invloed hebben op de saneringskosten. De meeste zijn vrijwel niet te voorkomen of anders zeer lastig te beïnvloeden.

Voorbeelden zijn:

- claims van schade die derden oplopen (bijv. de onbereikbaarheid van bedrijf, het stilleggen van de produktie, de schade aan de bodem, beplanting en opstallen) als gevolg van een sanering;
- stigma-effect (het is geen reclame als de bodem gesaneerd moet worden) naar de veroorzaker en zelfs onschuldige eigenaar;
- planschade (bij onverwachte verontreinigingen op plaatsen waar een nieuwbouw gepland is, treedt vaak vertraging op);
- produktieschade als gevolg van het stilleggen van (delen van) de bedrijfsvoering en het herinrichten van het bedrijfsterrein en het produktieproces;
- commotie bij betrokkenen (personeel, huurders, medegebruikers) en omwonenden.

De kosten die uit deze externe factoren voortvloeien, zijn zeer onvoorspelbaar en soms zeer verscholen. Algemeen geldt dat door een goede informatievoorziening naar de omgeving veel van deze problemen voorkomen kunnen worden. Voor grote saneringen is een communicatieplan aan te bevelen.

7. Financieringsmogelijkheden en kredietfaciliteiten

Voor bodemsanering bestaan geen subsidiemogelijkheden. De (schuldige) eigenaar of gebruiker dient voornamelijk zelf voor de benodigde financiering te zorgen.

7.1. Staatsgarantie op kredietverstrekking

Het aantrekken van kapitaal op de markt stuit op de nodige terughoudendheid bij de kredietverstrekker. Een sanering wordt niet als een lucratieve investering gezien onverlet dat het herstellen van de bodemkwaliteit ook leidt tot het herstellen van de economische waarde. Voor moeilijk financierbare gevallen zijn speciale staatsgaranties mogelijk. Banken kunnen hierdoor kredieten verlenen waarbij de overheid (gedeeltelijk) borg gaat staan. Voor het Midden en Kleinbedrijf is een borgstellingsregeling MKB waarbij de Staat voor maximaal 1 miljoen gulden borgstelling garandeert.

Grotere bedrijven kunnen gebruik maken van een regeling bij de Nationale Investeringsbank. Bij deze bank kan een aanvraag ingediend worden voor een gedeeltelijk staatsgegarandeerd krediet variërend van 1 miljoen tot 25 miljoen gulden. Er wordt een marktconforme rente (fiscaal aftrekbaar) gerekend en het krediet wordt verleend voor een periode van maximaal 18 jaar. Om voor een krediet in aanmerking te komen, dient een saneringsplan overhandigd te worden dat is goedgekeurd door het bevoegd gezag. Bij de grotere banken en bij de Nationale Investeringsbank kan nadere informatie worden aangevraagd.

7.2. Fiscale mogelijkheden

Ondernemers kunnen ook een (fiscale) voorziening treffen op de jaarrekening. Een voorziening laat het toe de saneringskosten eerder ten laste van de winst te brengen dan het jaar waarin de bedragen worden uitgegeven. De fiscus keurt voorzieningen voor bewezen noodzakelijke en geplande (saneringsplan) saneringen goed op de winst/verliesrekening. Het bedrag van deze voorziening valt dan niet onder de winstrekening waardoor het netto-resultaat van het boekjaar minder hoog uitvalt (belastingvoordeel).

Ook kan een bedrijf de kosten van een sanering op de verliesrekening van de voorgaande drie jaren zetten en daarmee de kosten verrekenen met de belastbare winsten. Daarmee worden oude winsten verrekend met het mogelijke verlies van een bepaald (later) jaar. Zo-

doende is het mogelijk dat een lagere vennootschapsbelasting wordt bereikt.

Verliezen kunnen behalve tot op drie voorgaande jaren ook met de acht volgende jaren worden verrekend. De keuze zal afhangen van het netto resultaat na verliesrekening van de betreffende jaren.

In plaats van een voorziening te treffen, kan een bedrijf ook gebruik maken van de fiscale mogelijkheid van de „kosten egalisatiereserve” (KER). Daarmee kunnen kosten en lasten die door de bedrijfsuitvoering over enig jaar zijn opgelopen ten laste van dat jaar gebracht worden, ook al hebben zij niet tot uitgave geleid. Met andere woorden ongeacht of er gesaneerd wordt in dat jaar kunnen toch de kosten op de verliesrekening worden gezet. Hiermee kan het bedrijf ongelijkmatig verdeelde kosten (piek) verdelen over een grotere periode.

Het is aan te bevelen om over de fiscale „besparingsmogelijkheden” contact op te nemen met de accountant of een fiscaal adviseur.

Een geheel andere mogelijkheid is om de waarde van het bedrijfsterrein af te waarderen met de kosten van de bodemsanering. Hierdoor is het mogelijk de waarde van het onroerend goed te verlagen en daarmee een lagere Onroerend Zaakbelasting te realiseren in verband met de lagere economische waarde van het terrein en opstallen door de verontreiniging. Dit levert een belastingvoordeel op. De werkelijke waarde (en vermindering door verontreiniging) van het onroerend goed moet op de jaarrekening vermeld worden. Dit onder meer voor de aandeelhouders maar ook in verband met bijvoorbeeld nieuwe aandelen, overnames en fusies.

8. Case grondverontreiniging

In deze case worden de belangrijkste kostenposten van een denkbeeldig bodemonderzoek en een denkbeeldige bodemsanering uitgewerkt. De gepresenteerde bedragen zijn algemeen gebruikelijk in de huidige praktijk. De getoonde prijzen en tarieven zijn exclusief BTW. Verder is géén rekening gehouden met prijsverlaging door bijvoorbeeld kwantumkortingen bij chemische analyses.

8.1. Situatieschrijving

Het terrein in kwestie is een bedrijfsterrein van de firma „Blik”. De firma Blik produceert voedings- en genotmiddelen. Het terrein meet

Y4130-52 De kosten en achtergronden van bodemonderzoek en bodemsanering

circa 1 hectare en wordt reeds 17 jaar door deze fabrikant gebruikt. Op het middenterrein heeft een werkplaats gestaan van de technische dienst. Het gebouw van de technische dienst wordt gesloopt en er zal een nieuwe lijn voor groenteconserven worden gebouwd. Voor de nieuwbouw is een bouwvergunning en een milieuvergunning aangevraagd. In het kader van deze vergunningen heeft het bevoegd gezag verzocht om een nul-situatie bodemonderzoek.

8.1.1. Historisch bodemonderzoek

Besloten is om, voor dat begonnen wordt met het nulsituatie bodemonderzoek, een historisch onderzoek te laten verrichten. Op het terrein blijkt namelijk een garage gevestigd te zijn geweest voordat het in gebruik werd genomen door de firma Blik. Voor dit historisch bodemonderzoek wordt aan twee adviesbureaus gevraagd offerte te doen.

- Raadplegen „Hinderwet-archief” 4 uur à f 80,—	f 320,—
- Bestellen luchtfoto's (1960-1980) Topografische dienst	f 150,—
- Bestuderen en interpreteren dosiers en foto's 6 uur à f 80,—	f 480,—
- Opstellen rapportage 3 uur à f 100,—	f 300,—
- Typ en tekenwerk 4 uur à f 60,—	f 240,—
- Reis en verblijfkosten	f 150,—
- Reproductiekosten	f 25,—
- Overleg met opdrachtgever 2 uur à f 100,—	f 200,—
	<hr/>
	subtotaal f 1865,—
	<hr/>
- Winst en risico 10%	f 186,50
- Afronding	f 48,50
	<hr/>
	Totaal f 2100,—

Tabel 12. Kosten historisch onderzoek.

8.1.2. Nulsituatie bodemonderzoek

Op basis van het historisch onderzoek blijkt door de vorige eigenaar (inmiddels failliet) te zijn geëxploiteerd. Behalve een werkplaats behoorde ook een wasplaats voor voertuigen tot haar bedrijfspanden. Ook geven de luchtfoto's aan dat op verschillende plaatsen drums en chemicaliënvaten hebben gestaan.

Op de lokatie van de eigen technische dienst blijkt lang geleden een ondergrondse tank voor huisbrandolie (HBO) te hebben gelegen. De firma Blik wordt geadviseerd om niet alleen een nulsituatie onderzoek te doen van de nieuwbouwlocatie, maar – gelet op de vroegere risicovolle activiteiten (verdacht) – van het gehele terrein de nulsituatie van de bodemkwaliteit vast te leggen.

In de lijn van dit advies wordt op basis van het protocol Nulsituatie/BSB de volgende onderzoeksstrategie voorgesteld:

De kosten en achtergronden van bodemonderzoek en
bodemsanering

Y4130-53

<i>Voorbereiding en projectleiding</i>		
- projectleider 2 uur à f 140,—	subtotaal	f 280,—
<i>Veldwerk</i>		
- plaatsen 2 peilbuizen tot onder grondwaterniveau, inclusief afwerking		f 630,—
- maken grondboringen, boorbeschrijvingen en monsternamen		f 1040,—
- bemonstering grondwater		f 220,—
- materiaalkosten		f 50,—
- reis- en verblijfkosten		f 100,—
	subtotaal	f 2190,—
<i>Analysekosten</i>		
- 2 × grondmonster minerale olie en aromaten		f 370,—
- 1 × grondmonster BTEX en chloorkoolwaterstoffen		f 175,—
- 1 × grondmonster op NVN-pakket		f 450,—
- 4 × grondmonster droge stofbepaling		f 88,—
- 1 × grondwatermonster minerale olie en aromaten pakket		f 185,—
- 1 × grondwatermonster BTEX en chloorkoolwaterstoffen		f 175,—
- 3 × grondwatermonsters pH en EC		f 135,—
	subtotaal	f 1578,—
<i>Rapportage</i>		
- adviseur 8 uur à f 100,—		f 800,—
- tekenwerk 4 uur à f 60,—		f 240,—
- reproductiekosten		f 20,—
	subtotaal	f 1060,—

Tabel 13. Nulsituatie bodemonderzoek.

Projectleiding		f 280,—
Veldwerk		f 2190,—
Analyses		f 1578,—
Rapportage		f 1060,—
	subtotaal	f 5108,—
Winst en risico 10%		f 510,80
Afronding		f 131,20
	Totaal	f 5750,—

Tabel 14. Kostenoverzicht nulsituatie/BSB-onderzoek.

Het onderzoek wordt conform de onderzoeksstrategie en de specificaties van deze offerte uitgevoerd. Uit dit onderzoek blijkt dat de bodem en het grondwater onder de voormalige wasplaats van de garage verontreinigd is met trichloorethyleen (tri). Deze stof wordt veel gebruikt als ontvettingsmiddel.

Ook op de plaats waar nieuwbouw gepleegd moet gaan worden is de bodem verontreinigd met huisbrandolie (HBO). Vermoedelijk als gevolg van de ondergrondse HBO-tank die daar heeft gelegen voor de verwarming van de werkplaats van de technische dienst.

De kosten en achtergronden van bodemonderzoek en
bodemsanering

Y4130-55

Fase 2

Veldwerk

- plaatsen van 3 peilbuizen tot ca. 2,0 m +/- m.v. inclusief materiaal en afwerking à f 150,—	f 450,—
- uitvoering boringen, grondmonsternamen en veldwaarnemingen 6 uur veldploeg à f 130,—	f 780,—
- waterpassen peilbuizen en stijghoogte opname 4 uur veldploeg à f 130,—	f 520,—
- monsternamen peilbuizen 6 stuks à f 65,—	f 390,—
- materiaalkosten monsternamen 6 stuks à f 20,—	f 120,—
- reis- en verblijfkosten	f 200,—
subtotaal	f 2460,—

Analysekosten

- grondmonsters	
• 5 × droge stof à f 25,—	f 125,—
• 2 × minerale olie (GC) à f 140,—	f 280,—
• 3 × gechloreerde koolwaterstoffen (GC) à f 120,—	f 360,—
- grondwater	
• 3 × pH en EC à f 35,—	f 105,—
• 3 × minerale olie (GC) à f 120,—	f 360,—
• 3 × gechloreerde koolwaterstoffen à f 120,—	f 360,—
subtotaal	f 1590,—

Eindrapportage en overleg

- adviseur 16 uur à f 100,—	f 1600,—
- projectleider 8 uur à f 140,—	f 1120,—
- tekenwerk 5 uur à f 60,—	f 300,—
- reproductiekosten	f 50,—
subtotaal	f 3070,—

Tabel 15. Kostenoverzicht nader bodemonderzoek.

Projectleiding	f 1.280,—
Veldwerk	f 5.795,—
Analyses	f 4.345,—
Rapportage en overleg	f 4.810,—
subtotaal	f 16.230,—
Winst en risico 10%	f 1.623,—
Afronding	f 147,—
Totaal	f 18.000,—

Tabel 16. Kostenoverzicht fase 1 en 2.

Uit het nader bodemonderzoek blijkt dat de interventiewaarden voor minerale olie en voor gechlooreerde koolwaterstoffen worden overschreden. Op basis hiervan bestaat er een saneringsnoodzaak. Rondom de voormalige HBO-olietank bevindt zich een olievrontreiniging in de bodem en in het grondwater. De olie is via GCMS-

Y4130-56 De kosten en achtergronden van bodemonderzoek en bodemsanering

onderzoek erkend als HBO. De verontreiniging wordt qua grootte berekend op circa 180 m². Uitgaande van een dikte van de verontreiniging van 1 tot 2 meter komt dit neer op circa 200 m³ oftewel zo'n 350 ton. De minerale olie in het grondwater is niet erg ver verspreid en beperkt zich tot de contouren van de bodemverontreiniging.

Geadviseerd wordt om de tank uit te graven en met de verwijdering van de tank de meeste hoeveelheid verontreinigde grond mede af te graven en af te voeren naar een reinigingsinstallatie. De grondwaterverontreiniging zal voor het grootste gedeelte door middel van de bemaling (die nodig is om „in het droge” te kunnen graven) weggehaald kunnen worden. Geadviseerd wordt om tijdens de graafwerkzaamheden een vacuümwagen de meeste verontreiniging op het grondwater af te laten zuigen. Na de verwijdering van de grond dient een bronbemaling te worden aangelegd om de restverontreiniging in het grondwater te saneren.

Rond de voormalige wasplaats is het grondwater verontreinigd met ontvettingsmiddelen (tri). De tri blijkt afkomstig te zijn van de voormalige wasplaats waar het garagebedrijf dit als ontvetter heeft gebruikt bij het schoonmaken van motoren. Deze verontreiniging kan het beste door middel van een grondwateronttrekking weggehaald worden. Voor de lozing van het opgepompte grondwater zal een zuiveringsinstallatie (striptoren met actief koolfilter) nodig zijn.

In een saneringsonderzoek zullen de exacte saneringswijzen onderzocht worden voor de HBO- en tri-verontreiniging. Tevens zal binnen dit onderzoek het saneringsplan worden geschreven en vervolgens met het bevoegd gezag worden besproken.

- Adviseur 40 uur à f 100,—	f 4000,—
- Projectleider 8 uur à f 140,—	f 1120,—
- Tekenswerk 8 uur à f 60,—	f 480,—
- Typewerk 4 uur à f 60,—	f 240,—
- Reproductiekosten	f 50,—
- Overleg met opdrachtgever en bevoegd gezag 4 uur à f 160,—	f 640,—
- Reiskosten	f 100,—
	<hr/>
subtotaal	f 6630,—
	<hr/>
- Winst en risico 10%	f 663,—
- Afronding	f 57,—
	<hr/>
Totaal	f 7350,—

Tabel 17. Kosten saneringsonderzoek.

8.1.4. Saneringsonderzoek

Het resultaat van het saneringsonderzoek is een rapport met daarin opgenomen de beoordeling van de verschillende mogelijke saneringsvarianten. Hieruit is één saneringsvariant geselecteerd als zijnde de meest doelmatige en effectieve uitvoeringsvorm.

Voor de verontreiniging op het terrein van Blik wordt deze saneringsvariant als volgt omschreven:

De HBO-verontreiniging zal apart van de tri-verontreiniging aangepakt moeten worden. De HBO verontreiniging dient door middel van ontgraving en wegpompen verwijderd te worden. Dit in verband met de behoefte om op de vervuilde lokatie te gaan bouwen (geen bouwvergunning). De tri-verontreiniging kan door middel van een langer durende saneringsvariant gesaneerd worden waardoor een in-situ techniek de voorkeur krijgt.

Onderstaand zijn summier de geselecteerde saneringsvarianten uitgewerkt:

HBO-verontreiniging

De ondergrondse tank zal te zamen met de zwaarste olieverontreiniging weggehaald worden. Voor deze ontgraving zal een kleine bronbemaling worden aangelegd die het grondwater verlaagd. De verlaging van het grondwater wordt minimaal gehouden om verspreiding naar de diepte te voorkomen. De periode van bemaling zal niet langer zijn dan één week. De grond (circa 350 ton) zal worden afgevoerd naar een biologische reinigingslokatie. Tijdens het weghalen van de HBO-tank zal een vacuümtank de drijfslagen direct wegzuigen.

Na afloop van de ontgraving zal een eindbemonstering plaatsvinden van de putbodem en de putwanden. Tevens zal een drain met een pompput in de bouwput worden geïnstalleerd. Zodoende kan over dit onttrekkingsstelsel heengebouwd worden en kan de grondwatersanering nog enige tijd voortduren. Voor deze grondwatersanering zal met een klokpomp met niveauregelaar, gedurende maximaal 6 maanden vervuild grondwater worden onttrokken. Het grondwater heeft een beperkte concentratie minerale olie (100 µg/l) en zal na overleg met de waterkwaliteitsbeheerder op het riool worden aangesloten. Na 6 maanden is de restconcentratie in de bodem naar schatting 100 mg/l gedaald.

Daarmee is 75% van de verontreiniging weggehaald. De olie-verontreiniging zal naar verwachting verder worden afgebroken door

Y4130-58 De kosten en achtergronden van bodemonderzoek en bodemsanering

de aanwezige micro-organismen in de bodem. Daardoor zal de verontreiniging na enkele jaren geheel verwijderd zijn.

De kosten voor een sanering conform deze aanpak en met deze doelstelling worden voorlopig geraamd op f 100.000,—. Bij deze sanering zal in totaal circa 150 kg verontreiniging worden verwijderd. Strikt genomen blijft dan nog 25 kg achter.

Het milieurendement van het verwijderen van deze resterende 25 kg is echter zeer laag; zie daarvoor onderstaande vergelijking:

- verwijdering 150 kg à f 100.000,— = f 666,66 om 1 kg verontreiniging te verwijderen;
- verwijdering 175 kg à f 250.000,— = f 1.428,57 om 1 kg verontreiniging te verwijderen.

Een sanering tot aan de streefwaarde wordt daarmee ondoelmatig bevonden. Aan het bevoegd gezag zal (via het te maken saneringsplan) verzocht worden hiermee akkoord te gaan.

Tri-verontreiniging

De mogelijke manieren om de tri-verontreiniging te saneren zijn:

- ontgraving;
- wegpompen middels het grondwater;
- bodemlucht-extractie.

Het rapport van het saneringsonderzoek meldt het volgende:

Gelet op bebouwing bovenop de verontreiniging is weggraven niet zinvol. Bodemlucht-extractie blijkt bij nadere studie niet effectief omdat het grondwater zeer hoog staat en er weinig „afzuigbare bodemruimte” bestaat. Geadviseerd wordt om de verontreiniging te verwijderen door middel van grondwateronttrekking waarbij het opgepompte vervuilde water nagezuiverd wordt.

De grondwateronttrekking zal ongeveer 5 jaar lopen met een debiet van 10 m³/uur. Met een dergelijke uitvoering zal 99% van de verontreiniging weggehaald kunnen worden blijkt uit de berekeningen. Dit houdt een saneringsresultaat in waarbij een restconcentratie van < 1 µg/l achterblijft. Dit zal aan het bevoegd gezag moeten worden voorgelegd aangezien dit boven de streefwaarde van 0,01 µg/l ligt. Dit wordt door de adviseur echter als acceptabel geacht omdat de achtergrondwaarde van omliggende terreinen niet lager blijkt te zijn dan deze 1 µg/l. De sanering wordt geraamd op f 500.000,—.

Het rapport van het saneringsplan wordt toegestuurd aan de provincie (tevens waterkwaliteitbeheerder) ter informatie en instemming.

Omdat de tri-verontreiniging niet veroorzaakt is door de firma Blik schrijft de directie van Blik aan het provinciaal bestuur dat Blik zich weliswaar verantwoordelijk acht voor de sanering van de HBO-verontreiniging, echter niet voor de sanering van de tri-verontreiniging. De directie nodigt de provincie uit om een reactie te geven en uitspraak te doen.

Na een overleg met de betrokken ambtenaren van de provincie wordt overeenstemming bereikt over de volgende aanpak en verantwoordelijkheid:

- HBO-verontreiniging wordt gesaneerd op kosten van Blik;
- tri-verontreiniging wordt op het provinciale bodemsaneringsprogramma geplaatst. Op de provinciale lijst zal de sanering niet binnen 5 jaar aan de beurt zijn (prioriteiten volgorde).

In het geval dat firma Blik op de vervuilde lokatie wil gaan (ver)bouwen (bouwvergunning nodig) zal het moeten wachten op een saneringsactie vanuit dit saneringsprogramma of anders de sanering zelf dienen voor te financieren. Wel zal de firma Blik moeten zorgdragen voor de noodzakelijke beveiligingsmaatregelen om te voorkomen dat mens/dier of plant wordt blootgesteld aan de verontreiniging.

De provincie verzoekt de firma Blik een saneringsplan in te dienen voor de sanering van de HBO-verontreiniging.

8.1.5. Saneringsplan

Het adviesbureau dat ook het saneringsonderzoek heeft uitgevoerd wordt gevraagd offerte te doen voor de opstelling van het saneringsplan voor de HBO-verontreiniging. Het adviesbureau biedt een offerte aan op basis van bestede tijd en uurtarief. Voor deze, als lump sum, aangeboden werkzaamheden zullen naar schatting 32 adviesuren nodig zijn tegen een gemiddeld tarief van f 90,—. De kosten komen daarmee op f 2880,—. Het adviesbureau krijgt opdracht voor het maken van een saneringsplan voor dit bedrag.

Het saneringsplan is na 4 weken gereed. In de rapportage staat onder andere:

- een uitwerking van de voor de uitvoering van de sanering relevante werkzaamheden;
- de vrijkomende hoeveelheid verontreinigde grond en de debieten en concentraties verontreinigd grondwater;
- de begroting van de kosten van de totale werkzaamheden;
- de benodigde milieukundige begeleiding (werkzaamheden en kosten);

Y4130-60 De kosten en achtergronden van bodemonderzoek en bodemsanering

- de benodigde vergunningen en de hoogte van de leges;
- het verwachte saneringsresultaat (restconcentraties);
- de doorlooptijd van de sanering;
- een voorstel voor de evaluatie van de risico's van de achterblijvende restconcentratie.

De sanering van de HBO-verontreiniging wordt in twee fasen aangepakt. Allereerst wordt de tank en tegelijk met daarbij de meest vervuilde grond afgegraven en weggevoerd. Nadat de tank en de vervuilde grond verwijderd zijn en de putwanden bemonsterd zijn, volgt de grondwatersanering.

Hiertoe wordt een ondergrondse drain aangelegd die wordt aangesloten op een aan te leggen pompput. In de pompput wordt een klokpomp gehangen waarmee circa 5 m³ grondwater per uur wordt onttrokken. Het (beperkt) verontreinigde grondwater zal direct op het riool worden geloosd.

De begroting voor de sanering van de HBO-verontreiniging is als volgt:

Fase 1.

Grondsanering

- opnemen en herstellen bestrating	f	6.000,—
- aanbrengen bronnering	f	4.500,—
- huur bronneringspomp (2 weken)	f	500,—
- huur olieafscheider (2 weken)	f	500,—
- aanbrengen rioolaansluiting	f	1.000,—
- huur en aanbrengen rijplaten	f	50,—
- kraan en grondwerker 4 dagen	f	4.800,—
- verwijderen en afvoeren HBO-tank	f	1.000,—
- afvoer en reiniging van 350 ton verontreinigde grond à f 120,—	f	42.000,—
- aanvullen en verdichten met zand 360 ton à f 15,—	f	5.400,—
subtotaal	f	65.750,—

Milieukundige begeleiding fase 1

- 32 uur milieukundige à f 80,—	f	2.560,—
- analyses:		
• 4 × minerale olie grond (GC) à f 140,—	f	560,—
• 2 × minerale olie grondwater (GC) à f 120,—	f	240,—
• 4 × droge stof à f 22,—	f	88,—
- reis- en verblijfskosten	f	500,—
subtotaal	f	3.948,—

De kosten en achtergronden van bodemonderzoek en
bodemsanering

Y4130-61

Fase 2.

Grondwatersanering

- aanbrengen drain	f	1.200,—
- exploitatie grondwatersanering (6 maanden)	f	1.100,—
- huur grondwatersaneringspomp (6 maanden)	f	2.400,—
- lozing grondwater (20.000 m ³ à f 0,25)	f	5.000,—
subtotaal	f	9.700,—

Milieukundige begeleiding fase 2

- 50 uur milieukundige à f 80,—	f	4.000,—
- analyses geloosd water 8 × minerale olie GC à f 120,—	f	960,—
subtotaal	f	4.960,—

Opstellen evaluatie rapport gehele sanering

- eindbemonstering minerale olie (GC) à f 140,—	f	140,—
- 16 uur milieukundige à f 80,—	f	1.280,—
- 4 uur projectleider à f 140,—	f	560,—
- 12 uur teken en typwerk à f 60,—	f	720,—
- reprotkosten	f	50,—
- reis en verblijfskosten	f	750,—
subtotaal	f	3.500,—

Aanvraag ontheffingen en vergunningen¹

- verordening bedrijfsafvalstoffen in verband met de afvoer van de verontreinigde grond	f	100,—
- aanvraag ontheffing lozing op riolering tot (6 maanden)	f	4.445,—
- vergunning voor aansluiting op de riolering	f	1.000,—
- leges goedkeuring saneringsplan ²	f	1.000,—
subtotaal	f	6.545,—

subtotaal f 94.403,—

- winst en risico 10%	f	9.340,—
- afronding	f	257,—

Totale kosten sanering HBO-verontreiniging (excl. BTW) f 104.000,—

1. De hier opgevoerde bedragen gelden in de Provincie Utrecht.
2. De leges voor de goedkeuring saneringsplan dienen nog door het bevoegd gezag te worden vastgesteld, het opgevoerde bedrag is een schatting.

Tabel 18. Begroting van de sanering van de HBO-verontreiniging.

Het saneringsplan wordt aan het bevoegd gezag gezonden waarna er een bilateraal overleg volgt. Het adviesbureau begeleidt de firma Blik in dit overleg. Na afloop van dit overleg is het saneringsplan ambtelijk akkoord verklaard. Het saneringsplan dient echter nog bestuurlijk te worden vastgesteld hetgeen 13 tot 26 weken kan duren. Voor deze goedkeuringsprocedure zijn leges verschuldigd.

Y4130-62 De kosten en achtergronden van bodemonderzoek en bodemsanering

8.1.6. De uitvoering van de sanering

Voor de uitvoering van de sanering wordt door het eerder genoemde adviesbureau een CROW-bestek voorbereid. De voorbereidingskosten hiervoor bedragen f 3.200,— (32 uur à f 100,—).

Na gereedkoming van het bestek (na 3 weken) wordt een onderhandse aanbesteding gehouden. Daarvoor worden 3 „saneringsaannemers” uitgenodigd in te schrijven. Na bestudering en controlering van de bestekken wordt de aannemer die het laagste geoffreerd heeft het werk gegund. Voor de afdracht van de CROW is f 113,— (0,15% van de kosten van de bodem- en grondwatersanering zijn f 75.450,—) afdracht aan de stichting CROW verschuldigd.

De sanering duurt in totaal 6 maanden. In de twee eerste weken worden de graafwerkzaamheden uitgevoerd. Deze eerste twee weken zijn het meest „arbeidsintensief”. Na de graafwerkzaamheden krijgen de werkzaamheden van het project een „extensief karakter”. De onttrekkingsinstallatie kan zonder personeel doorwerken (automatische storingsmelding). Een monteur van de aannemer komt na inregeling wel iedere week de werking controleren. De nieuwbouw van de „groenteconserverlijn” kan direct na de graafwerkzaamheden worden gestart.

Tijdens de uitvoering van de gehele sanering neemt het eerder genoemde adviesbureau het projectmanagement voor zijn rekening. Een ander technisch adviesbureau wordt ingeschakeld voor de milieukundige begeleiding.

De extra kosten bedragen daarvoor:

– projectmanagement 40 uur à f 100,—	f 4.000,—
– milieukundige begeleiding en evaluatie (zie saneringsplan)	f 12.000,—

Na de 6 maanden grondwatersanering worden de peilbuizen voor het laatst bemonsterd. Tezamen met een samenvatting van de uitgevoerde werkzaamheden en de registratie van de sanering (hoeveelheid afgevoerde grond en grondwater etc.) en de periodieke bemonsteringen wordt een evaluatierapport opgemaakt door de milieukundige begeleider. Dit evaluatierapport wordt aan het bevoegd gezag toegezonden. Na verloop van 3 weken ontvangt de firma Blik een brief van het bevoegd gezag met de vermelding dat op basis van het evaluatierapport vastgesteld is dat de verontreiniging gesaneerd is.

Men krijgt echter géén „schone grondverklaring” aangezien er een beperkte restconcentratie achterblijft. Voor het terrein geldt volgens het bevoegd gezag een gebruiksbepijking. Het terrein mag alleen

gebruikt worden voor bijvoorbeeld industrieel gebruik. Bepaalde gevoelige gebruiksfuncties (woningen, moestuin, speelplaats) zijn niet toegestaan zolang de bodem niet voldoet aan de streefwaarde.

De firma Blik kan hiermee instemmen. Daarbij wordt verondersteld dat, door verdere biologische afbraak, de olieverontreiniging na enkele jaren volledig (onder streefwaarde) verdwenen zal zijn. De achtergebleven peilbuizen zullen ieder jaar bemonsterd en geanalyseerd worden op minerale olie.

De nazorg- en monitoringskosten blijven daarmee jaarlijks beperkt tot:	
- 3 × peilbuisbemonstering à f 55,—	f 165,—
- 3 × grondwatermonster minerale olie (GC) à f 120,—	f 360,—
- reiskosten	f 90,—
- rapportagekosten 2 uur à f 100,—	f 200,—
Totaal	f 815,—

8.1.7. Overall-overzicht onderzoeks- en saneringskosten

In tabel 19 zijn van de totale kosten vermeld die in de case „firma Blik” gemaakt zijn voor het onderzoek naar de bodemkwaliteit van het terrein en de sanering van de HBO-verontreiniging.

Onderdeel van onderzoek en saneringsproject	Kosten (in gulden)
Historisch onderzoek	f 2.100,—
Nulsituatie bodemonderzoek	f 5.750,—
Nader bodemonderzoek	f 18.000,—
Saneringsonderzoek	f 7.350,—
Opstellen saneringsplan	f 2.880,—
Saneringsbestek	
- voorbereiden CROW-bestek	f 3.200,—
- afdracht CROW-systematiek	f 113,—
Uitvoering sanering	
- bodemsanering	f 65.750,—
- grondwatersanering	f 9.700,—
- milieukundige begeleiding	f 8.908,—
- leges van vergunningen en ontheffingen	f 6.545,—
- projectmanagement	f 4.000,—
- post van onvoorziene uitgaven (10%)	f 9.500,—
Evaluatie rapportage	f 3.500,—
Nazorg en monitoring (3 jaar)	f 2.445,—
Subtotaal	f 149.741,—
Afronding	f 259,—
Totaal	f 150.000,—

Tabel 19. Overall-overzicht onderzoeks- en saneringskosten.

Y4130-64 De kosten en achtergronden van bodemonderzoek en bodemsanering

9. Literatuur

- Circulaire Interventiewaarde bodemsanering*, Directoraat-Generaal Milieubeheer 09-05-1994 (Staatscourant 24 mei 1994 nr. 95).
- Eindrapport van de werkgroep bodemsanering onder voorzitterschap van de heer Welschen „*Saneren zonder Stagneren*”, Den Haag, november 1993.
- Eindrapport van de *Commissie „in gebruik zijnde bedrijfsterreinen”* (commissie BSB) onder voorzitterschap van de heer Oele, juni 1991.
- Protocollen voor het gecombineerd bodemonderzoek en nader onderzoek, naar de aard en de concentratie van verontreinigende stoffen en de omvang van bodemverontreiniging*, Staatsdrukkerij en Uitgeverij, 1994.
- Leidraad bodembescherming* (losbladige uitgave van de Staatsdrukkerij en Uitgeverij in opdracht van het Ministerie van VROM), aflevering 9, 09-10-1994.
- Rapport „bodemsanering”* door de algemene rekenkamer, Tweede Kamer vergaderjaar 1992-1993, 22.985 nrs. 1 en 2.
- Wet tot uitbreiding van de Wet bodembescherming met een regeling inzake sanering van de bodem*, Staatsblad 1994, nr. 331 en 331 (novelle).

**Bijlage 1. Streef-, tussen- en interventiewaarden Wet
bodembescherming**

	Grond (mg/kg.ds)			Grondwater (µg/l)		
	Lutumgehalte		25 (gewicht %)	Org. stofgehalte		10 (gewicht %)
	Streef- waarde	1/2 (Sw +Iw)	Inter- ventie- waarde	Streef- waarde	1/2 (Sw +Iw)	Inter- ventie- waarde
1. Metalen						
Arseen (As)	28	42	55	10	35	80
Barium (Ba)	200	413	625	50	338	625
Cadmium (Cd)	0,8	6,4	12	0,4	3,2	6
Chroom (Cr)	100	240	380	1	16	30
Cobalt (Co)	20	130	240	20	60	100
Koper (Cu)	36	113	190	15	45	75
Kwik (Hg)	0,3	5,2	10	0,05	0,18	0,3
Lood (Pb)	85	308	530	15	45	75
Molybdeen (Mo)	10	105	200	5	153	300
Nikkel (Ni)	35	123	210	15	45	75
Zink (Zn)	140	430	720	65	433	800
2. Anorganische verbindingen						
Cyaniden vrij	1	11	20	5	755	1500
Cyaniden-complex (pH < 5)	5	328	650	10	755	1500
Cyaniden-complex (pH > 5)	5	28	50	10	755	1500
Thiocyanaten (som)			20			1500
3. Aromatische verbindingen						
Benzeen	0,05 (D)	0,5	1	0,2	15	30
Ethylbenzeen	0,05 (D)	25	50	0,2	75	150
Fenol	0,05 (D)	20	40	0,2	1000	2000
Creolen (som)			5	(D)	100	200
Tolueen	0,05 (D)	65	130	0,2	500	1000
Xylenen	0,05 (D)	13	25	0,2	35	70
Catechol			20	(d)	625	1250
Resorcinol			10			600
Hydrochinon			10			600
4. PAK						
PAK (totaal 10)	1	21	40			
Naftaleen				0,1	35	70
Antraceen				0,02	2,5	5
Fenantreen				0,02	2,5	5
Fluoranteen				0,006	0,5	1
Benzo (a) antraceen				0,002	0,3	0,5
Chryseen				0,001	0,03	0,05
Benzo (a) pyreen				0,0002	0,03	0,05
Benzo (ghi) peryleen				0,001	0,03	0,05
Benzo (k) fluoroanteen				0,0004	0,03	0,05
Indeno (1,2,3 cd) pyreen						

Y4130-66 De kosten en achtergronden van bodemonderzoek en bodemsanering

	Grond (mg/kg.ds)			Grondwater (µg/l)		
	Lutumgehalte		25 (gewicht %)	Streef- waarde		Inter- ventie- waarde
	Org. stofgehalte		10 (gewicht %)	1/2 (Sw +Iw)	1/2 (Sw +Iw)	Inter- ventie- waarde
5. Gechloreerde koolwaterstoffen						
1,2 Dichloorethaan			4	0,01 (D)	200	400
Dichloormethaan	(D)	10	20	0,01 (D)	500	1000
Tetrachloormethaan	0,001	0,5	1	0,01 (D)	5	10
Tetrachlooretheen	0,01	2	4	0,01 (D)	20	40
Trichloormethaan	0,001	5	10	0,01 (D)	200	400
Trichlooretheen	0,001	30	60	0,01 (D)	250	500
Vinyl Chloride			0,1			0,7
Chloorbenzenen (som)			30			
Monochloorbenzenen	(D)			0,01 (D)	90	180
Dichloorbenzenen (som)	0,01			0,01 (D)	25	50
Trichloorbenzenen (som)	0,01			0,01 (D)	5	10
Tetrachloorbenzenen (som)	0,01			0,01 (D)	1,3	2,5
Pentachloorbenzenen	0,0025			0,01 (D)	0,5	1
Hexachloorbenzenen	0,0025			0,01 (D)	0,3	0,5
Chloorfenolen (som)			10			
Monochloorfenolen (som)	0,0025			0,25	50	100
Dichloorfenolen (som)	0,003			0,08	15	30
Trichloorfenolen (som)	0,001			0,025	5	10
Tetrachloorfenolen (som)	0,001			0,01	5	10
Pentachloorfenol	0,002		5	0,02	2	3
Chloornaftaleen			10			6
Polychloorbifenylen (som)	0,02	0,5	1	0,01 (D)	0,01	0,01
6. Bestrijdingsmiddelen						
DDT/DDE/DDD	0,0025	2	4	(D)	0,01	0,01
Drins			4			0,1
Aldrin	0,0025			(D)		
Dieldrin	0,0005			0,00002		
Endrin	0,001			(D)		
HCH-verbindingen			2			1
Alfa HCH	0,0025			(D)		
Beta HCH	0,001			(D)		
Gamma HCH	0,00005			0,0002		
Carbaryl			5	0,01 (D)	0,05	0,1
Cabofuran			2	0,01 (D)	0,05	0,1
Maneb			35	(D)	0,05	0,1
Atrazin	0,00005	3	6	0,0075	75	150
7. Overige verontreinigingen						
Cyclohexanon	0,1	135	270	0,5	7500	15000
Ftalaten (som)	0,1	30	80	0,5	3	5
Minerale olie	50	2525	5000	0,5	325	600
Pyridine	0,1	0,6	1	0,5	2	3
Styreen	0,1	50	100	0,5	150	300
Tetrahydrofuran	0,1	0,3	0,4	0,5	0,6	1
Tetrahydrothiofeen	0,1	45	80	0,5	15	30

D = Detectiegrens

Bijlage 2. Voormalige toetsingswaarden in het kader van de Interimwet Bodemsanering

	Grond (mg/kg.ds)			Grondwater (µg/l)		
	A-waarde	B-waarde	C-waarde	A-waarde	B-waarde	C-waarde
1. Metalen						
Chroom (Cr)	100*	250	800	1	50	200
Cobalt (Co)	50	50	300	20	50	200
Nikkel (Ni)	35*	100	500	15	50	200
Koper (Cu)	36*	100	500	15	50	200
Zink (Zn)	140*	500	3000	150	200	800
Arsen (As)	29*	30	50	10	30	100
Molybdeen (Mo)	10	40	200	5	20	100
Cadmium (Cd)	0,8**	5	20	1,5	2,5	10
Tin (Sn)	20	50	300	10	30	150
Barium (Ba)	200	400	2000	50	00	500
Kwik (Hg)	0,3*	2	10	0,05	0,5	20
Lood (Pb)	85	150	600	15	50	200
2. Anorganische verbindingen						
NH4 (als N)	-	-		*	1000	3000
F (totaal)	500*	400	2000	*	1200	4000
CN (totaal vrij)	1	10	100	5	30	100
CN (totaal complex)	5	50	500	10	50	200
S (totaal sulfiden)	2	20	200	10	100	300
Br (totaal)	20	50	300	*	500	2000
PO4 (als P)	-	-	-	*	200	700
3. Aromatische verbindingen						
Benzeen	0,05 (D)	0,5	5	0,2	1	5
Ethylbenzeen	0,05 (D)	5	50	0,2	20	60
Tolueen	0,05 (D)	3	30	0,2	15	50
Xylenen	0,05 (D)	5	50	0,2	20	60
Fenolen	0,05 (D)	1	10	0,2	15	50
Aromaten (totaal)	-	7	70	-	30	100
4. PAK						
Naftaleen	0,01*	5	50	0,2	7	30
Fenantreen	0,1*	10	100	0,005	2	10
Antraceen	0,1*	10	100	0,005	2	10
Fluoranteen	0,1*	10	100	0,005	1	5
Chryseen	0,01*	5		0,005	0,5	2
Benzo (a) antraceen	1	5	50	0,005	0,5	2
Benzo (a) pyreen	0,1*	1	10	0,005	0,2	1
Benzo (k) fluoranteen	10*	5	50	0,005	0,5	2
Indeno (123cd) pyreen	10*	5	50	0,005	0,5	2
Benzo (ghi) peryleen	10*	10	100	0,005	1	5
PAK (totaal)	1	20	200		10	40
5. Gechloreerde koolwaterstoffen						
Alif. kws (ind.)	0,001*	5	50	0,01	10	50
Alif. kws (totaal)	-	7	70	-	15	70
Chloorbenzenen (ind)	0,01*	1	10	0,01	0,5	2
Chloorbenzenen (totaal)	-	2	20	-	1	5
Chloorfenolen (ind.)	0,1	0,5	5	0,01	0,3	1,5

Y4130-68 De kosten en achtergronden van bodemonderzoek en bodemsanering

	Grond (mg/kg.ds)			Grondwater (µg/l)		
	A-waarde	B-waarde	C-waarde	A-waarde	B-waarde	C-waarde
Chloorfenolen (totaal)	-	1	10	-	0,5	2
Chloorpck's (totaal)	0,01*	1	10	-	0,2	1
PCB's (totaal)	0,01*	1	10	0,01	0,2	1
EOCL (totaal)	0,1	8	80	1	15	70
6. Bestrijdingsmiddelen						
Organisch Chloor (ind)	0,1*	0,5	5	1/0,01	0,2	1
Organisch Chloor (totaal)	-	1	10	-	0,2	2
Niet Chloor (ind)	0,1*	1	10	1/0,01	0,5	2
Niet Chloor (totaal)	-	2	20	-	1	5
7. Overige verontreinigingen						
Tetrahydrofuran	0,1	4	40	0,5	20	60
Pyridine	0,1	2	20	0,5	10	30
Tetrahydrothiofeen	0,1	5	50	0,5	20	60
Cyclohexanon	0,1	6	60	0,5	15	50
Styreen	0,1	5	50	0,5	20	60
Ftalaten (totaal)	0,1	50	500	0,5	10	50
Geoxideerde PAK (totaal)	1	200	2000	0,2	100	400
Minerale olie	50*	1000	5000	50	200	600

* Deze waarden zijn variabel; afhankelijk van organische stoffen en het lutum-gehalte. In deze tabel zijn de waarden voor een standaardbodem vermeld (organische stof 10% en lutumgehalte 25%).
(D) = Detectiegrens

Bijlage 3. Onderzoeksprotocol Nulsituatie/BSB en NVN 5740

In tabel 1 staan de aantallen boringen, peilbuizen, te nemen monsters en uit te voeren analyses volgens het onderzoeksprotocol nulsituatie/BSB.

Dit protocol combineert elementen uit de NVN 5740 A en B waarmee de onderzoeksstrategie toegepast kan worden voor een:

- nulsituatie-onderzoekvergunning in het kader van de Wet milieubeheer/Wet bodembescherming en/of
- inventariserend onderzoek in het kader van de BSB-operatie.

Voor onderzoek in het kader van de Bouwverordening wordt aanbevolen het NVN 5740 onderzoek te gebruiken. De onderzoeksstrategie voor onverdachte terreinen staat in tabel 2 opgenomen.

Aantal boringen ¹⁾	Aantal te nemen monsters ⁴⁾			Aantal te onderzoeken mengmonster				
	oppervlakte verdacht terreindeel (m ²)	tot 0,5 m	waarvan tot 2 m	waarvan met peilbuis ²⁾	grondmonsters per verdachte grondlaag	grondwatermonsters ⁵⁾	grondmonsters per verdachte bodemlaag ⁶⁾	grondwatermonsters ⁶⁾
< 100 ³⁾	3	1	1	1	3	1	1	1
100 - 499	4	1	1	1	4	1	1	1
500 - 749	5	1	1	1	5	1	1	1
750 - 999	6	2	1	1	6	1	1	1
1000 - 1199	7	2	1	1	7	1	1	1
1200 - 1399	8	2	1	1	8	1	1	1
1400 - 1549	9	2	1	1	9	1	1	1
1550 - 1699	10	3	1	1	10	1	2	1
1700 - 1849	11	3	1	1	11	1	2	1
1850 - 1999	12	3	1	1	12	1	2	1
2000 - 2999	13	3	1	1	13	1	2	1
3000 - 3999	14	4	1	1	14	1	2	1
4000 - 4999	15	4	1	1	15	1	2	1
5000 - 5999	16	4	1	1	16	1	2	1
6000 - 6999	17	5	2	2	17	2	2	2
7000 - 7999	18	5	2	2	18	2	2	2
8000 - 8999	19	5	2	2	19	2	2	2
9000 - 9999	20	6	2	2	20	2	3	2
1,0 - 1,1 ha	21	6	2	2	21	2	3	2
1,1 - 1,2 ha	22	6	2	2	22	2	3	2
1,2 - 1,3 ha	23	7	2	2	23	2	3	2
1,3 - 1,4 ha	24	7	2	2	24	2	3	2
1,4 - 1,5 ha	25	7	2	2	25	2	3	2
1,5 - 1,6 ha	26	8	3	3	26	3	3	3
1,6 - 1,7 ha	27	8	3	3	27	3	3	3
1,7 - 1,8 ha	28	8	3	3	28	3	3	3
1,8 - 1,9 ha	29	9	3	3	29	3	3	3
1,9 - 2,0 ha	30	9	3	3	30	3	4	3
p ⁵⁾	10+10p	3+3p	1+1p		10+10p	1+1p	2+1p	1+1p

Tabel 1. Bodemonderzoekstrategie nulsituatie/BSB (bron: Protocol Bodemonderzoek milieuvergunning en BSB; SDU 2e druk 1994).

Y4130-70 De kosten en achtergronden van bodemonderzoek en bodemsanering

1. Voor de diepte van de boringen wordt de tabel zoals weergegeven toegepast, met uitzondering van de volgende situaties:
 - indien een verdachte bodemlaag voorkomt op een grotere diepte dan 2 m onder maaiveld, worden alle boringen doorgezet tot in de verdachte bodemlaag. Voor het aantal boringen geldt dan de kolom „tot 0,5 m”;
 - bij verdachte terreindelen met ondergrondse tanks en/of leidingen worden de boringen doorgezet tot aan de grondwaterspiegel, indien deze ondieper is dan 5 m onder maaiveld. Voor het aantal boringen geldt ook dan de kolom „tot 0,5 m”. Voor situaties met dieper grondwater wordt verwezen naar punt 2.
2. Van de boringen tot 2 m moeten er dus één of meer boringen worden verdiept voor het plaatsen van een peilbuis. Bij een grondwaterstand dieper dan 5 m onder maaiveld en meerdere verdachte terreindelen kan het aantal peilbuizen worden beperkt. In die situatie is maatwerk vereist, waarvoor vooraf overleg dient plaats te vinden met het bevoegd gezag (vanuit nulsituatie-optiek).
3. Bij puntbronnen (oppervlak kleiner dan 10 m²), zoals bijvoorbeeld een vulpunt of ontluichtingsleiding van een tank, kan volstaan worden met het plaatsen van één boring, of, indien het mobiele stoffen betreft, één peilbuis.
4. Niet verdachte bodemlagen worden in dit bodemonderzoek *niet* onderzocht.
5. Is de getalswaarde van de oppervlakte van het verdachte terreindeel in ha (p 1 ha).
6. Analyse op onderzoekspakket nulsituatie/BSB.

Aantal boringen ¹	Aantal te nemen monsters		Aantal chemische analyses op NVN-pakket				
	tot 0,5 m - mv	2m - mv	peilbuis-zen ²	te mengen monsters	boven-grond	onder-grond	grondwater
Oppervlakte onverdacht terrein (m ²)							
< 100 m ²	2	-	1	6	1	1	1
100 - 500m ²	2	1	1	10	1	1	1
500 - 1000m ²	4	1	1	12	1	1	1
1000 - 1500m ²	6	1	1	14	1	1	1
1500 - 2000m ²	8	2	1	20	1	1	1
2000 - 3000m ²	9	2	1	21	2	1	1
3000 - 4000m ²	10	2	1	25	2	1	1
4000 - 5000m ²	11	3	1	27	2	1	1
5000 - 7000m ²	12	3	1	28	2	1	1
7 - 0,9 ha	13	4	2	37	3	2	2
1 ha	14	4	2	38	3	2	2
1,4 ha	17	5	2	45	3	2	2
1,7 ha	19	5	3	51	4	3	3
2 ha	21	6	3	57	4	3	3
3 ha	28	8	4	76	5	4	4
4 ha	35	10	5	95	6	5	5
5 ha	42	12	6	114	7	6	6
10 ha	77	22	11	209	12	11	11
per ha extra} vanaf 5 ha}	7	2	1	19	1	1	1

Tabel 2. Onderzoeksstrategie volgens NVN 5740 voor onverdacht terrein.