

**Milieukundige begeleiding van
landbodemsanering met
in-situ methoden en nazorg**

Protocol 6002



**Dit protocol, versie 4.0, is op 13-12-2012 vastgesteld door het
Centraal College van Deskundigen (CCvD) Bodembeheer,
ondergebracht bij de Stichting Infrastructuur Kwaliteitsborging
Bodembeheer (SIKB) te Gouda**

Protocol 6002

Inhoudsopgave

1	Doel van het protocol	5
2	Taken en principe	6
2.1	Taken.....	6
2.2	Werkingsgebied, randvoorwaarden, principe	7
2.2.1	Sanering.....	7
2.2.2	Nazorg	8
3	Plaats van het protocol in het kwaliteitssysteem	9
3.1	Verwijzing naar andere protocollen	9
3.2	Plaats binnen het kwaliteitszorgsysteem	9
4	Verantwoordelijkheden	10
4.1	Milieukundige processturing en -monitoring	10
4.1.1	Taken en werkzaamheden.....	10
4.1.2	Verantwoordelijkheden en vakbekwaamheid	11
4.2	Milieukundige verificatie (sanering).....	12
4.2.1	Taken en werkzaamheden.....	12
4.2.2	Verantwoordelijkheden en vakbekwaamheid	13
4.3	Milieukundige verificatie (nazorg)	13
4.3.1	Taken en werkzaamheden.....	13
4.3.2	Verantwoordelijkheden en vakbekwaamheid	13
5	Apparatuur en hulpmiddelen	14
6	Werkwijze Milieukundige Processturing	15
6.1	Omgaan met wijzigingen	15
6.2	Monsterneming algemeen	16
6.3	Monsterneming grond	16
6.4	Monsterneming grondwater.....	17
6.4.1	Tussenbemonstering grondwater	17
6.4.2	Overige bemonsteringen.....	17
6.5	Monsterneming lucht.....	17
6.6	Identificatie	17
6.7	Monsteropslag en -overdracht	18
7	Werkwijze Milieukundige Verificatie (sanering)	19
7.1	Controle uitvoering en opstellen verificatieplan.....	19
7.3	Controlebemonstering	19
7.4	Eindbemonstering	20
7.4.1	Eindbemonstering algemeen	20
7.4.2	Eindbemonstering grond.....	21
7.4.3	Vaststellen restverontreiniging	22
7.4.4	Eindbemonstering grondwater	22
7.4	Werkwijze milieukundige verificatie (nazorg).....	24
7.4.1	Omgaan met wijzigingen	24
7.4.2	Vaststellen stationairiteit restverontreiniging.....	25
7.4.3	Karteren van de eventuele restverontreiniging.....	25
7.4.4	Melden van een wijziging.....	25
7.5	Identificatie	26
7.6	Monsteropslag en -overdracht	26
8.	Registratie en evaluatieverslag	27
8.1	Logboek	27
8.2	Evaluatieverslag processturing (sanering).....	27
8.3	Evaluatieverslag verificatie (sanering)	28
8.4	Nazorgstatusrapport	28
8.5	Nazorgevaluatieverslag	29
Bijlage 1	Stappenschema beoordeling eindcontrole in-situ sanering	30
Bijlage 2	Inhoud van het kwaliteitsplan	31

Bijlage 3A	Inhoud evaluatieverslag bij sanering met saneringsplan	32
Bijlage 3B	Inhoud evaluatieverslag bij sanering o.b.v. melding (BUS)	34
Bijlage 4	Inhoud van het verificatieplan	35
Bijlage 5	Inhoud van het nazorgstatusrapport.....	39
Bijlage 6	Inhoud van het nazorgplan	41
Bijlage 7	In-situ saneringstechnieken en te monitoren systeem- en bodemprocesparameters	42

Eigendomsrecht

Dit protocol is opgesteld in opdracht van en uitgegeven door de Stichting Infrastructuur Kwaliteitsborging Bodembeheer, Postbus 420, 2800 AK Gouda. Dit protocol wordt inhoudelijk beheerd door het Centraal College van Deskundigen (CCvD) Bodembeheer, ondergebracht bij de SIKB te Gouda. Het is niet toegestaan om wijzigingen aan te brengen in de originele en door het CCvD Bodembeheer goedgekeurde en vastgestelde teksten opdat er rechten aan ontleend kunnen worden. De actuele versie van het protocol staat op de website van de SIKB en is op elektronische wijze tegen ongewenste aanpassingen beschermd.

Vrijwaring

De SIKB is behoudens in geval van opzet of grove schuld niet aansprakelijk voor schade die bij de certificatie-instelling of derden ontstaat door het toepassen van dit protocol en het gebruik van deze certificatie-regeling.

© 2012 Copyright SIKB

Bestelwijze

Dit protocol is in digitale vorm kosteloos te verkrijgen via de website van de SIKB: www.sikb.nl. Een ingebonden versie van dit protocol kunt u bestellen tegen kosten, op te vragen bij de SIKB, Postbus 420, 2800 AK Gouda, e-mail: info@sikb.nl, fax: 0182-540676.

Update service

Vastgestelde mutaties in dit protocol door het CCvD Bodembeheer kunt u verkrijgen bij de SIKB, aanmelden via www.sikb.nl. Bij de SIKB kunt u ook terecht voor het verzoek tot toezending per post van de reguliere nieuwsbrief info@sikb.

Helpdesk / gebruiksaanwijzing

Voor vragen over de inhoud en toepassing kunt u terecht bij uw certificatie-instelling of de SIKB. Voor geschillen zie de klachten- en geschillenregeling in de relevante beoordelingsrichtlijn.

1 Doel van het protocol

Het doel van het protocol "milieukundige begeleiding van landbodemsaneringen met in-situ methoden en nazorg" is het beschrijven van de specifieke eisen voor het waarborgen van:

- de kwaliteit van milieukundige processturing en milieukundige verificatie voor landbodemsanering met in-situ methoden;
- de kwaliteit van milieukundige verificatie voor nazorg bij landbodemsanering met in-situ methoden.

Het protocol is van toepassing bij de uitvoering van bodemsaneringen en nazorg in het kader van de Wbb en de Wm. De aanwezigheid van een goedgekeurd saneringsplan en/of nazorgplan, afgegeven door het bevoegde gezag Wbb, de melding in het kader van het Besluit Uniforme Saneringen (BUS), ofwel de aanwijzingen op een melding van een ongewoon voorval (art. 13 en 27 Wbb), ofwel een goedkeuringsverklaring op het saneringsplan (Wm), afgegeven door het bevoegde gezag Wm, is een uitgangspunt voor dit protocol. Zie hiervoor ook paragraaf 1.2 van BRL SIKB 6000.

Het protocol bevat de beschrijving van de eisen waaraan de uitvoering van de milieukundige processturing en milieukundige verificatie van de sanering en de milieukundige verificatie van de nazorg moet voldoen. Het betreffen geen inhoudelijke eisen. Deze liggen vast in het saneringsplan, de BUS-melding en het nazorgplan en – indien van toepassing – in de beschikkingen daarop.

Tevens bevat het protocol de vakbekwaamheidseisen voor de milieukundige begeleiding van landbodemsaneringen met conventionele methoden en nazorg.

Het protocol maakt onderdeel uit van de BRL SIKB 6000, "Milieukundige begeleiding (water)bodemsaneringen en nazorg". In de BRL staan de algemene eisen, waaraan de organisaties en de personen die onder het certificaat van BRL SIKB 6000 werken, moeten voldoen.

Deze versie van het protocol vervangt alle vorige versies.

2 Taken en principe

2.1 Taken

Bij de milieukundige begeleiding van bodemsanering en nazorg worden twee hoofdtaken onderscheiden:

- 1) de milieukundige processturing (sanering)
- 2) de milieukundige verificatie (sanering en nazorg)

De taken van de milieukundige begeleiding (processturing en verificatie) kunnen door één opdrachtnemer of persoon worden uitgevoerd indien aan de eisen en randvoorwaarden, die zijn opgenomen in BRL SIKB 6000, is voldaan. Voor eisen aan de functiescheiding, wordt verwezen naar par. 3.1 van BRL SIKB 6000.

Milieukundige processturing

De milieukundige sturing van de bodemsanering in het veld. Hieronder vallen onder meer het aangeven van de verontreinigingsgrenzen, het aangeven van de bestemming van vrijkomende grond- en afvalstromen, het toezien op de juiste plaatsing en instelling van installaties, het maken van een beschrijving van de uitvoering van de sanering en het nemen van monsters ten behoeve van voortgangscontrole en vergunningen. Onder de processturing valt ook de milieukundige begeleiding van grondwatersaneringen. Voor een deel zijn dit taken die vallen onder de verantwoordelijkheid van de directie. Er zijn directe consequenties voor de opdrachtgever in termen van financiën, planning en het werken conform de voorschriften en bestekken (lozingsvergunningen etc.).

Milieukundige verificatie (sanering en nazorg)

Het beschrijven van het eindresultaat van de sanering met als doel het bevoegde gezag in staat te stellen te kunnen beoordelen of de saneringsdoelstelling is bereikt zoals die is vastgelegd in de beschikking op het saneringsplan of een andere goedkeuring conform de mogelijkheden genoemd in hoofdstuk 1. De taak van de milieukundige verificatie voor nazorg is het vaststellen en vastleggen van de status van de nazorg om te kunnen beoordelen of de nazorgmaatregelen in stand zijn gehouden zoals die zijn vastgelegd in het nazorgplan (Wbb). Vastlegging vindt plaats in het nazorgstatusrapport. Het is niet ondenkbaar dat de nazorg op een locatie op enig moment kan worden beëindigd. In een dergelijk geval legt het bedrijf dat de milieukundige verificatie uitvoert de eindsituatie vast in een afsluitend nazorgevaluatieverslag.

De milieukundige begeleider die gecertificeerd is voor processturing en/of verificatie van saneringen hoeft niet apart gecertificeerd zijn voor verificatie van nazorg. Bij toetsing op de eisen van protocol 6001 of 6002 is in voldoende mate aangetoond dat deze milieukundige begeleider aan de eisen voldoet voor verificatie van nazorg. De MKB'er hoeft tijdens de audit van de certificerende instelling niet meer apart te worden getoetst op de eisen van "milieukundige verificatie van nazorg".

Specifiek op **milieukundige processturing** hebben betrekking:

- paragraaf 4.1;
- hoofdstuk 6;
- paragraaf 8.2.

Specifiek op **milieukundige verificatie (sanering)** hebben betrekking:

- paragraaf 4.2;
- hoofdstuk 7 (m.u.v. paragraaf 7.4);
- paragraaf 8.3.

Specifiek op **milieukundige verificatie (nazorg)** hebben betrekking:

- paragraaf 4.3;
- paragraaf 7.4;
- paragraaf 8.4 + 8.5.

De overige hoofdstukken en paragrafen hebben betrekking op beide taken.

2.2 Werkingsgebied, randvoorwaarden, principe

2.2.1 Sanering

Milieukundige processturing en milieukundige verificatie zijn taken die de milieutechnisch verantwoorde voortgang en het eindresultaat van een bodemsanering borgen. De bijbehorende certificatieregeling conform de BRL SIKB 6000 sluit aan op dat wat vermeld staat in de Wbb en de Wm over de milieukundige begeleiding van bodemsanering. In BRL SIKB 6000 wordt de certificatie van het proces milieukundige begeleiding geregeld en is geen persoonscertificatie uitgewerkt.

Voor eisen aan milieukundige begeleiding bij ontgraving van kernen van verontreiniging bij in-situ saneringen en van bodemsaneringen waarbij geen sprake is van een in situ-behandeling, is protocol 6001 van toepassing. De toepassing van alle in-situ technieken valt onder de werking van onderhavig protocol. Op voorhand worden geen methoden uitgesloten. In bijlage 7 is een niet-limitatieve opsomming van in-situ technieken opgenomen. Deze is indicatief en bedoeld ter ondersteuning van de milieukundige begeleiding. In deze lijst zijn per groep van technieken de belangrijkste relevante systeem- en bodemprocesparameters opgenomen.¹

Het is verplicht deze parameters op te nemen in het saneringsplan, kwaliteitsplan en/of verificatieplan om inzicht te krijgen in de werking van het systeem en de voortgang van de sanerende processen in de bodem. In genoemde plannen kan gemotiveerd worden afgeweken van de keuze van de parameters en de frequentie waarmee de parameters kunnen worden gemeten.

De werking van het protocol eindigt na goedkeuring van het evaluatierapport over de in-situ bodemsanering door het bevoegd gezag.

Het onderhavige protocol omschrijft de eisen aan bedrijven of personen die belast zijn met de uitvoering van de 'milieukundige processturing' en 'milieukundige verificatie'. Per taak zijn omschreven:

- de eisen aan de projectorganisatie en de personen;
- de normen en protocollen die bij de verschillende werkzaamheden moeten worden gehanteerd;

¹ In de tabel van bijlage 7 wordt onderscheid gemaakt tussen systeempparameters en bodemprocesparameters. De systeempparameters zijn van belang voor monitoring van de werking van het systeem en de controle of het systeem levert wat het moet leveren zoals afgesproken in het saneringsplan en/of het bestek. De bodemprocesparameters zijn van belang voor meting van de voortgang van de processen in de bodem. Daarbij is onderscheid gemaakt in relevante parameters en incidenteel relevante parameters. In de tabel is een indicatie gegeven van de range waarbinnen het resultaat van de meting zou moeten vallen. Resultaten van metingen buiten de aangegeven range moeten kritisch worden beschouwd en kunnen een aanwijzing zijn dat of het systeem onvoldoende presteert dan wel er onvoldoende voortgang is in de processen in de bodem. De aangegeven ranges van de bodemprocesparameters hebben betrekking op metingen binnen de verontreinigingscontour. In specifieke gevallen moeten metingen van bodemprocesparameters stroomopwaarts of stroomafwaarts van de verontreinigingscontour gemeten worden om de resultaten van de metingen binnen de contour op de juiste wijze te kunnen interpreteren. Daarnaast wordt in de tabel de frequentie gegeven waarmee parameters worden gemeten en met welke techniek dit zou kunnen. De meest gangbare meetmethode is daarbij aangegeven. Zowel de methode als de frequentie moeten als indicatief worden opgevat.

- een bemonsteringsprotocol voor de vaststelling van het eindresultaat van de sanering in bodem en grondwater;
- de eisen aan de verslaglegging van de werkzaamheden en aan de rapportage ervan.

2.2.2 Nazorg

Milieukundige verificatie moet borgen dat de controle van de met een bodemsanering bereikte situatie op een milieuhygiënische verantwoorde wijze wordt uitgevoerd en vastgelegd. De bijbehorende certificatieregeling BRL SIKB 6000 sluit aan op hetgeen vermeldt staat in de Wbb over de milieukundige begeleiding van nazorg.

Het toepassingsgebied beslaat verschillende typen nazorg², afhankelijk van het bereikte saneringsdoel van de sanering van de mobiele verontreinigingen:

- Nazorg die bestaat uit monitoring;
- Nazorg die bestaat uit beheersing.

Het nazorgplan (indien aanwezig) en de beschikking die betrekking heeft op de nazorg (indien afgegeven), is het inhoudelijk uitgangspunt van dit protocol en vormt daarmee de basis voor de taken van de milieukundige begeleiding. Hierin is – afhankelijk van het type nazorg en de aard van de locatie – uitgewerkt welke nazorgactiviteiten nodig zijn. Het protocol 6001 geeft vervolgens aan welke van deze activiteiten onder de verantwoordelijkheid van de milieukundige begeleiding vallen. In principe is nazorg niet eindig. Er zijn echter situaties denkbaar dat dit anders loopt. In dat geval eindigt dit protocol na goedkeuring van het afsluitend nazorgevaluatieverslag door het bevoegd gezag.

Het onderhavige protocol omschrijft de specifieke eisen aan de personen of groepen personen (projectorganisatie) die belast zijn met de uitvoering van de verificatie van de nazorg.

Om gedurende de uitvoering van de nazorg aan te kunnen tonen of al dan niet aan de nazorgdoelstelling is voldaan of achteraf nadat de nazorg is beëindigd, is het voor nazorg van belang dat er toezicht is op de installatie en processen tijdens de nazorgperiode. De milieukundige verificatie kan dan ook op verschillende momenten gedurende de nazorg nodig zijn. De opdrachtnemer moet het besluit van de verificatie alsmede de output van de verificatie aantoonbaar vast leggen. Gedoeld wordt op de volgende momenten:

- Lopende de nazorg op specifieke toets momenten en voorzien van nazorgstatusrapporten;
- Bij eindcontrole van de milieuhygiënische situatie. Indien sprake is van een beëindiging van de nazorg.

² Met deze typen nazorg wordt aangesloten bij art 39d lid 2 van de Wbb, waarbij onderscheid is in “beperkingen in gebruik” (beheren) en “maatregelen”. Voorts is er aansluiting bij de terminologie uit de Circulaire bodemsanering 2009.

3 Plaats van het protocol in het kwaliteitssysteem

3.1 Verwijzing naar andere protocollen

Veldwerk

Veldwerk en monsternemingen (het uitvoeren van visuele inspecties in geval van asbest, handboringen, nemen, verpakken en conserveren van monsters, monsterneming van grondwater, verrichten van veldmetingen, maken van boorbeschrijvingen en inmeten van boorpunten en waterpassen) ten behoeve van zowel de milieukundige processturing als de milieukundige verificatie, moeten worden uitgevoerd conform de protocollen 2001 en 2002. De visuele inspectie en monsterneming van asbest in bodem moet worden uitgevoerd conform het protocol 2018.

De milieukundige begeleider die geregistreerd is voor protocol 6002 is niet automatisch geregistreerd voor de protocollen onder de BRL SIKB 1000 of 2000.

Monsterneming partijen grond

Voor de monsterneming van grond om de gemiddelde kwaliteit ervan vast te stellen (depots, af te voeren grond), wordt verwezen naar:

- Monsterneming van grond uit partijen (protocol 1001 onder BRL SIKB 1000);
- Grond uit projecten (protocol 9335-2 onder BRL SIKB 9335).

Bemonsteringsprotocol

Bij het opstellen van het bemonsteringsprotocol is gebruik gemaakt van:

- Protocol voor het nader onderzoek deel 1, naar de aard en concentratie van verontreinigende stoffen en de omvang van bodemverontreiniging;
- Richtlijn voor nader onderzoek deel 1, voor specifieke gevallen van bodemverontreiniging.
- Notitie "Gecontroleerd verwijderen", Richtlijn voor de beoordeling van het saneringsresultaat, provincie Zuid-Holland, augustus 2000.
- NEN 5707 – Bodem – Inspectie, monsterneming en analyse van asbest in bodem.

3.2 Plaats binnen het kwaliteitssysteem

De plaats van dit protocol in het kwaliteitssysteem moet ingevuld worden door de individuele opdrachtnemer zelf. De opdrachtnemer (veelal het adviesbureau) legt in haar kwaliteitshandboek de borging van de eisen van dit protocol vast.

4 Verantwoordelijkheden

De rol van processturing bij milieukundige begeleiding bevindt zich in het speelveld tussen opdrachtgever en directie/opdrachtnemer. De rol 'processturing' wordt meestal ingevuld door een externe partij (bijvoorbeeld een adviesbureau) maar kan ook door de aannemer worden uitgevoerd. In die laatstgenoemde situatie vallen de taken van de milieukundige processturing onder verantwoordelijkheid van de aannemer, in eerstgenoemde situatie onder de verantwoordelijkheid van de directie.

De rol van de milieukundige verificatie (sanering en nazorg) bevindt zich in het speelveld tussen opdrachtgever en bevoegd gezag. De rol 'verificatie' kan worden ingevuld door de opdrachtgever zelf, waarbij interne functiescheiding van toepassing is, of door een onafhankelijke partij (externe functiescheiding).

Voorafgaand aan de sanering moet op projectniveau zijn vastgelegd wat voor het specifieke werk de kritische werkzaamheden zijn.

4.1 Milieukundige processturing en -monitoring

4.1.1 Taken en werkzaamheden

Het is mogelijk dat één persoon of organisatie meerdere taken en functies gelijktijdig uitoefent. De werkzaamheden van de milieukundige processturing vallen onder de verantwoordelijkheid van de directievoering door of namens de opdrachtgever. Besluiten worden dan ook genomen door de directievoering en niet door de milieukundige processturing, tenzij dit in het mandaat of in het kwaliteitsplan anders is vastgelegd.

Voorafgaand aan de uitvoering moet het mandaat van de directie aan de medewerker milieukundige processturing eenduidig zijn vastgelegd, in overeenstemming met het gestelde in de geldende UAV of UAV-GC en de BRL SIKB 6000, waaronder dit protocol valt. Indien de UAV of UAV-GC niet van toepassing is verklaard, dan moeten de taken en verantwoordelijkheden worden vastgelegd in het kwaliteitsplan (zie bijlage 3).

De milieukundige processturing omvat de volgende taken:

- toezicht op het gehele traject van de fysieke aanleg van het in-situ systeem tot en met ontmanteling;
- uitvoeren van metingen en monsterneming ten behoeve van het in-situ systeem;
- toezicht of de sanering volgens het saneringsplan en de uitwerking hiervan in het bestek/kwaliteitsplan wordt uitgevoerd;
- aangeven van mogelijkheden om bij te sturen indien wijzigingen worden gesignaleerd en indien noodzakelijk de opdrachtgever er op wijzen dat de wijziging gemeld moet worden aan het bevoegd gezag;
- vastleggen van de uitgevoerde werkzaamheden en vastleggen van de eventuele wijzigingen ten behoeve van het evaluatieverslag.
- verrichten van monsterneming en analyses ten behoeve van controle op naleving van voor de sanering afgegeven vergunningen en ontheffingen;
- het aangeven van de instellingen van de apparatuur;
- toezicht op de werking van de apparatuur en de registratie van hoeveelheden, debieten, tijden, etc.;
- het verrichten van tussentijdse controlemetingen aan grond, grondwater en bodemlucht en influent en effluent van de waterzuivering / lozing, etc.;
- het adviseren over afregeling van de installatie op basis van bovenstaande gegevens;
- bijhouden van de verzamelde gegevens in een logboek en rapportages;

- tussentijds rapporteren aan de directie van alle wijzigingen;
- rapportage van de verzamelde gegevens tot een evaluatierapport.

Alle taken van de milieukundige begeleiding tijdens de uitvoering van kritische werkzaamheden door de aannemer, moeten door een geregistreeerde milieukundige begeleider worden uitgevoerd. Eventuele inzet van een extra veldwerker is mogelijk indien de geregistreeerde milieukundige begeleider direct toezicht houdt. Onder direct toezicht wordt verstaan: de geregistreeerde milieukundige begeleider is fysiek op de locatie beschikbaar. Alle overige werkzaamheden kunnen ook door een veldwerker (geregistreeerd voor protocol 2001 en 2002) worden uitgevoerd onder aansturing van de milieukundige begeleiding (door een onder protocol 6001 door de certificatie-instelling positief beoordeeld projectleider of door de geregistreeerde milieukundige begeleider).

4.1.2 Verantwoordelijkheden en vakbekwaamheid

De milieukundige processturing kan door een team worden verricht waarbij de besluitvorming (binnen de randvoorwaarden van het mandaat van de directie) moet liggen bij één persoon, de **projectleider**. De projectleider moet aan de onderstaande opleidings- en ervaringseisen voldoen.

- minimaal functioneren op HBO werk- en denkniveau;
- minimaal 4 jaar ervaring hebben als (assistent) projectleider met de uitvoering van (in-situ/water) bodemsanering en/of nazorg³;
- minimaal twee saneringsprojecten met in-situ technieken hebben begeleid, waarvan minimaal één project binnen het certificatiesysteem van zijn eigen werkgever;
- kennis van de protocollen 6002 en 7002;
- kennis van bodemkunde, bodemverontreiniging en bodemsanering met verschillende in-situ technieken;
- kennis van relevante wet- en regelgeving;
- in het bezit zijn van het veiligheidscertificaat VOL-VCA. Een persoon met het diploma middelbare of hogere veiligheidskunde (MVK of HVK) is vrijgesteld van de eis tot het hebben van diploma VOL-VCA.

Als onderhoudseis wordt gesteld:

- de projectleider moet op jaarbasis aantoonbaar minimaal 320 uur aan sanering gerelateerde werkzaamheden⁴ hebben besteed;
- de projectleider heeft aantoonbaar minstens 40 uur op jaarbasis binnen dit certificatieschema uitgevoerd.

In geval van asbest in de bodem zijn aanvullende kwalificatie-eisen voor de projectleider van toepassing (registratie is echter niet vereist); deze zijn opgenomen in protocol 2018.

De **milieukundige begeleider** moet voldoen aan de onderstaande eisen:

- voor saneringen: minimaal een MBO-opleiding in een relevante richting: Civiele, Milieu- of Cultuurtechniek dan wel Procestechologie, dan wel met goed gevolg het examen deel A heeft afgelegd van een door de CCvD aangewezen opleiding m.b.t. milieukundige begeleiding;

³ Onder "met de uitvoering van (in situ/water) bodemsanering en/of nazorg" mag worden verstaan het uitvoeren van werkzaamheden ter voorbereiding van de uitvoering (na goedkeuring saneringsplan en/of nazorgplan) en de begeleiding van de uitvoering door de aannemer, inclusief directievoering.

⁴ Onder "aan sanering gerelateerde werkzaamheden" mag worden verstaan het aansturen van saneringen en nazorgprojecten als projectleider (processturing/monitoring of verificatie) en/of het ontwerpen van saneringen (saneringsonderzoek en saneringsplan) en nazorgsystemen, het schrijven van bestekken, het opstellen van verificatieplannen, het opstellen van (nazorg)evaluatieverslagen en het uitvoeren van saneringen en nazorg (als milieukundig begeleider of uitvoerder) en directievoering van saneringen en nazorg

- minimaal twee jaar ervaring hebben opgedaan met de uitvoering van (in situ/water) bodemsanering en/of nazorg⁵;
- minimaal twee projecten (met sanering met in situ methoden of nazorg) hebben begeleid, waarvan minimaal één project binnen het certificatiesysteem van zijn eigen werkgever;
- kennis van de protocollen 2001, 2002 en 6002;
- in het bezit zijn van veiligheidscertificaat VCA-basisveiligheid;
- kennis van relevante wet- en regelgeving;

Als onderhoudseis wordt gesteld:

- de milieukundige begeleider moet op jaarbasis aantoonbaar minimaal 320 uur aan milieukundige begeleiding binnen dit certificatieschema hebben besteed;
- de milieukundige begeleider heeft aantoonbaar minstens 40 uur op jaarbasis binnen dit certificatieschema op de saneringslocatie uitgevoerd.

In het geval van asbest in de bodem zijn aanvullende kwalificatie-eisen voor de milieukundige begeleider van toepassing; deze zijn opgenomen in het SIKB protocol 2018.

Beide taken kunnen door één persoon worden vervuld als door betrokkene aan de vakbekwaamheidseisen voor beide taken wordt voldaan. Indien beide taken door verschillende personen worden uitgevoerd moet een duidelijke en schriftelijke werkafpraak tussen projectleider en milieukundig begeleider aanwezig zijn die garandeert dat de projectleider zijn verantwoordelijkheid voor de kwaliteit van de werkzaamheden van de milieukundig begeleider kan waarmaken.

4.2 Milieukundige verificatie (sanering)

4.2.1 Taken en werkzaamheden

Milieukundige verificatie (sanering) omvat de volgende taken:

- controleren van de voortgang van de sanering (realisatie van de doelstelling van de sanering) op vastgestelde tussentijdse ijkmomenten;
- controleren of het resultaat van de sanering overeenkomt met de gestelde saneringsdoelstelling in de beschikking of een andere goedkeuring conform de mogelijkheden genoemd in hoofdstuk 1;
- vastleggen in het evaluatieverslag van de resultaten van de in-situ sanering van de verontreinigingen in grond en grondwater (middels eindbemonstering);
- vastleggen van de eventuele restverontreinigingen in grond en grondwater (middels eindbemonstering);
- controle op de rapportage van de milieukundige processturing;
- opstellen van een verificatieplan, waarin wordt beschreven op welke kritische punten en momenten de voortgang wordt gecontroleerd. Een verificatieplan is vereist voor alle in-situ saneringen die onder dit protocol worden uitgevoerd. De inhoud van een verificatieplan is opgenomen in bijlage 4;
- monsterneming en analyse van grond en grondwater in het kader van de eindcontrole en tussentijdse controles conform het verificatieplan;

De geregistreerde milieukundige verificatie voert alle voor de verificatie noodzakelijke werkzaamheden zelf uit. Het is niet toegestaan taken uit te laten voeren door niet geregistreerde personen of door voor uitsluitend BRL SIKB 2000 geregistreerde personen.

⁵ Onder "met de uitvoering van (in situ/water) bodemsanering en/of nazorg" mag worden verstaan het uitvoeren van werkzaamheden gericht op het toezicht van de sanering en/of nazorg (uitvoeren niet-kritische werkzaamheden MKB, DLP-werk, veldwerk tijdens MKB), inclusief uitvoerder van de aannemer.

4.2.2 Verantwoordelijkheden en vakbekwaamheid

De milieukundige verificatie kan door één persoon of door een projectleider en één of meerdere medewerkers milieukundige verificatie worden verricht. De besluitvorming en verantwoordelijkheid voor het evaluatieverslag van de sanering ligt bij de projectleider. De projectleider moet aan dezelfde eisen voldoen als de projectleider voor de milieukundige processturing (zie 4.1.2.). De milieukundig begeleider verificatie moet aan dezelfde eisen voldoen als de milieukundige begeleider processturing (zie 4.1.2.).

Beide taken kunnen door één persoon worden vervuld als door betrokkene aan de opleidings- en ervaringseisen voor beide functies wordt voldaan. Indien beide taken door verschillende personen worden gedaan moet een duidelijke en schriftelijke werkafpraak tussen projectleider en milieukundige verificatie aanwezig zijn die garandeert dat de projectleider zijn verantwoordelijkheid voor de kwaliteit van de werkzaamheden van de milieukundige verificatie kan waarmaken.

4.3 Milieukundige verificatie (nazorg)

4.3.1 Taken en werkzaamheden

Milieukundige verificatie (nazorg) omvat de volgende taken:

- toezicht of de nazorg volgens het nazorgplan (en de eventuele nadere regels van het bevoegd gezag in de beschikking) wordt uitgevoerd;
- monitoren en controleren van de nazorgmaatregelen;
- aangeven aan de opdrachtgever van de mogelijkheden om bij te sturen indien wijzigingen worden gesignaleerd;
- vastleggen van de uitgevoerde werkzaamheden en vastleggen van de eventuele wijzigingen in de vorm van een melding van wijziging;

Onderdelen van deze taken kunnen zijn:

- Toezicht of het ontwerp uit het nazorgplan (en eventueel aangepast in de melding van wijziging) overeenkomt met de in het veld aangebrachte installatie en of deze installatie juist is afgesteld;
- Monsterneming en analyse van grond en grondwater in het kader van de eindcontrole en tussentijdse controles conform het nazorgplan;
- Rapportage van de gegevens en de resultaten in het nazorgstatusrapport.

4.3.2 Verantwoordelijkheden en vakbekwaamheid

De milieukundige verificatie kan door meerdere personen worden verricht:

- de onder protocol 6002 of protocol 6001 geregistreerde milieukundig begeleider;
- de onder BRL SIKB 2000 geregistreerde veldwerker.

De besluitvorming en verantwoordelijkheid voor het evaluatieverslag van de sanering ligt bij de projectleider. De projectleider moet aan dezelfde eisen voldoen als de projectleider voor de milieukundige processturing (zie 4.1.2.).

Beide taken kunnen door één persoon worden vervuld als door betrokkene aan de vakbekwaamheidseisen voor beide functies wordt voldaan. Indien beide taken door verschillende personen worden uitgevoerd moet een duidelijke en schriftelijke werkafpraak tussen projectleider en milieukundige begeleider verificatie aanwezig zijn die garandeert dat de projectleider zijn verantwoordelijkheid voor de kwaliteit van de werkzaamheden van de milieukundige begeleider verificatie kan waarmaken.

5 Apparatuur en hulpmiddelen

Voor het bemonsteringsgereedschap wordt verwezen naar de van toepassing zijnde documenten, zoals hieronder is uitgewerkt.

- Voor de benodigdheden voor bemonstering van grond wordt verwezen naar -protocol 2001 uitvoering van handboringen en protocol 1001 inzake partijkeuringen;
- Voor de benodigdheden voor het plaatsen en afwerken van een peilbuis wordt verwezen naar protocol 2001;
- Voor de benodigdheden voor het verrichten van waarnemingen en *in-situ* metingen wordt verwezen naar paragraaf 5 van protocol 2001;
- Voor de benodigdheden voor het bemonsteren van peilbuizen wordt verwezen naar protocol 2002;
- Voor de visuele inspectie en monsterneming van grond in het kader van een verontreiniging met asbesthoudend materiaal wordt verwezen naar protocol 2018;

Toelichting

De te gebruiken persoonlijke beschermingsmiddelen zijn overeenkomstig de eisen van CROW P132 en eventuele aanvullingen hierop in het V&G-plan.

Hierbij valt te denken aan:

- *veiligheidshelm en -bril, handschoenen, overall, -laarzen;*
- *door de opdrachtgever voorgeschreven aanvullingen;*
- *uit het saneringsplan en/of het veiligheidsplan volgende aanvullingen.*

In het geval van asbest in de bodem zijn specifieke eisen gesteld aan beschermingsmiddelen; deze zijn benoemd in protocol 2018 'Locatie-inspectie en monsterneming van asbest in bodem'. Voor zover de materialen niet in bovenstaande protocollen zijn omschreven - met name geldt dit voor het gereedschap voor *in-situ* metingen - zijn hieronder algemene eisen voor kwaliteitsborging van de metingen opgenomen.

Algemene eisen (meet)apparatuur

- de apparatuur moet adequaat zijn voor het beoogde doel. Hiermee wordt bedoeld dat de geschiktheid van de apparatuur ten aanzien van het doel moet kunnen worden aangetoond;
- de gebruiksmethode en het werkingsprincipe van de apparatuur moet bij de milieukundige begeleiding bekend zijn;
- de meetgrenzen van de apparatuur moeten bij de milieukundige begeleiding bekend zijn.

Onderhoudseisen (meet)apparatuur

- er moet regelmatig onderhoud aan de meetapparatuur worden uitgevoerd, minimaal conform de richtlijnen van de fabrikant. Van de apparatuur moet een onderhoudsprogramma aantoonbaar zijn, waarin de frequentie van het onderhoud is vastgelegd, alsmede welk onderhoud op welk moment is gepleegd (bijvoorbeeld in een logboek);
- er moet zijn geadministreerd hoe het onderhoud van de apparatuur is geregeld en wie hiervoor verantwoordelijk is.

In geval van te ijken apparatuur

- er moet een ijkprogramma zijn;
- duidelijk moet zijn onder welke omstandigheden ijking van de apparatuur noodzakelijk is (m.a.w. wanneer de apparatuur onbetrouwbare resultaten geeft);
- de tijdens de metingen te verrichten ijkingen, moeten bij de meetgegevens worden geadministreerd (schriftelijk dan wel digitaal).

6 Werkwijze Milieukundige Processturing

6.1 Omgaan met wijzigingen

De milieukundige processturing (de projectleider of de geregistreerd milieukundig begeleider) controleert of wijzigingen bij de uitvoering van de bodemsanering optreden ten opzichte van de beschikking op het saneringsplan, BUS-melding of een andere goedkeuring/beschikking conform de mogelijkheden genoemd in hoofdstuk 1. Onder wijziging wordt het volgende verstaan:

- de aard van het geval blijkt af te wijken van het saneringsplan of de voornoemde BUS-melding of het geval blijkt significant groter (mits van invloed op de aanpak en het resultaat van de sanering);
- de sanering duurt significant langer (of korter) dan is aangegeven in het saneringsplan of de BUS-melding;
- de saneringswijze (methode of techniek) wordt aangepast;
- het eindresultaat is anders dan de saneringsdoelen waarop het saneringsplan of de BUS-melding is geschreven.

Voor een verdere omschrijving van de term 'significant groter' en een uitwerking van de mate van wijziging, wordt verwezen naar de HandhavingsUitvoeringsMethode (HUM) Wbb, zie www.SIKB.nl. De lijst van criteria die in dit protocol is opgenomen, is niet normatief. Het betreft een indicatieve, niet limitatieve opsomming van te melden wijzigingen aan het bevoegd gezag. De milieukundige begeleider moet zich vergewissen van het beleid van het bevoegd gezag ter plaatse met betrekking tot het melden van wijzigingen.

Genoemde wijzigingen worden verplicht vastgelegd in het logboek en worden direct gemeld aan de directie / opdrachtgever. Indien het wijzigingen betreft zoals hiervoor beschreven, moeten deze door de directie / opdrachtgever worden gemeld aan het bevoegd gezag.

De directie / opdrachtgever wordt door de medewerker milieukundige processturing geadviseerd over de volgende punten:

- treden er wijzigingen op ten opzichte van de beschikking op het saneringsplan of een andere goedkeuring conform de mogelijkheden genoemd in hoofdstuk 1, of dreigen deze op te treden;
- voldoet het resultaat van een eventuele wijziging aan het beleid van het bevoegd gezag;
- is het voor de wijziging noodzakelijk een nieuw saneringsplan op te stellen, een nieuwe melding te doen of een nieuwe beschikking aan te vragen;
- is er sprake van een wijziging ten opzichte van de beschikking of de melding, waarbij het belang van derden in het geding is? (zoals omwonenden etc.).

Indien de wijzigingen zodanig groot zijn, dat wijzigingen ten opzichte van het saneringsplan, BUS-melding of een andere goedkeuring conform de mogelijkheden genoemd in hoofdstuk 1 noodzakelijk zijn, dan moet een melding van wijziging (bij saneringsplan of BUS-melding) worden opgesteld, een nieuwe melding worden gedaan of een nieuw saneringsplan of BUS-melding worden opgesteld. Een melding van wijziging moet door de opdrachtgever / directie ter goedkeuring aan het bevoegd gezag worden gestuurd.

De melding van wijziging moet de volgende gegevens bevatten:

- een verwijzing naar het saneringsplan en de beschikking;
- de geconstateerde of de verwachte wijziging;

- de motivatie voor de wijziging;
- de consequenties hiervan voor de belangen van derden en de aanwezigheid van milieuhygiënische- en/of andere risico's;
- eventuele aanpassingen van het saneringsdoel.

In het logboek wordt de melding van wijziging aangetekend met daarbij vermeld de datum waarop de melding van wijziging aan de opdrachtgever / directievoering is aangeboden.

Indien een andere verontreinigingssituatie - of een niet eerder ontdekte verontreiniging - wordt geconstateerd dan uit het saneringsplan (of de beschikking daarop), de BUS-melding (of het besluit daarop) en/of het nazorgplan (en de beschikking) blijkt, dan moeten aard en omvang hiervan worden vastgesteld. Ook moet worden geanalyseerd of al dan niet sprake is van gevolgen voor de nazorg en eventueel de beschikking. De te hanteren onderzoeksmethoden zijn beschreven in de NTA 5755: Bodem – Landbodem – Strategie voor het uitvoeren van nader onderzoek – Onderzoek naar de aard en omvang van bodemverontreiniging. In geval van een verontreiniging met asbesthoudend materiaal geldt de NEN 5707: Bodem – Inspectie, monsterneming en analyse van asbest in bodem. Voor de duidelijkheid wordt hierbij opgemerkt dat het niet de bedoeling is het nader onderzoek te herhalen, maar op een zo efficiënt mogelijke wijze een aanvulling hierop uit te voeren, waarbij de onbekende verontreiniging wordt gekarteerd, voor zover dit relevant is voor de uitvoeringswijze van de bodemsanering.

6.2 Monsterneming algemeen

In dit protocol worden geen strategieën voorgeschreven voor de tussensbemonsteringen van grond, grondwater en bodemlucht. Het wordt aan de directievoering en milieukundige begeleiding overgelaten om een praktische werkwijze te kiezen. De werkwijze moet vooraf in het kwaliteitsplan worden beschreven en de resultaten moeten in het evaluatieverslag zijn vastgelegd. Indien de wijze van tussensbemonstering is vastgelegd in het saneringsplan moet deze worden gevolgd.

Opmerking:

Indien gekozen wordt voor monsterneming analoog aan de controlebemonstering, dan is de kans op verschillen tussen het resultaat van eind- en tussensbemonstering het kleinst.

Een tussensbemonstering kan alleen gebruikt worden als eindbemonstering als deze voldoet aan alle eisen voor eindbemonstering zoals beschreven in hoofdstuk 7.

6.3 Monsterneming grond

De monsterneming en beschrijving moeten worden uitgevoerd conform SIKB protocol 2001 of protocol 2018 in geval van een asbestverontreiniging. De beschrijving van de monsterneming moet bij een sanering voldoen aan de registratie-eisen in hoofdstuk 8.

De te analyseren parameters zijn de voor de sanering/nazorg relevante verontreinigende stoffen, eventueel uitgebreid met andere stoffen zoals afbraakproducten, indien deze zijn genoemd in het sanerings- of nazorgplan of de beschikking/toestemmingsverklaring van het bevoegd gezag hierover.

In-situ metingen

In-situ metingen kunnen o.a. worden uitgevoerd met apparatuur die de betreffende stof of stofgroep, kan meten in de bodemlucht (bijvoorbeeld PID of gasdetectiebuizen).

6.4 Monsterneming grondwater

Het plaatsen van peilbuizen en nemen van grondwatermonsters moet worden verricht conform de protocollen 2001 en 2002.

Bij monsterneming van grondwater kunnen een aantal specifieke situaties worden onderscheiden, die onderstaand in afzonderlijke paragrafen worden behandeld:

- tussenbemonstering;
- overige monsternemingen.

De te analyseren parameters zijn de voor de sanering/nazorg relevante verontreinigende stoffen, eventueel uitgebreid met andere stoffen zoals afbraakproducten indien deze zijn genoemd in het saneringsplan, goedkeuring of melding van het bevoegd gezag, of stoffen voortkomend uit de lozingsvergunning.

6.4.1 Tussenbemonstering grondwater

In dit protocol wordt geen monsternemingspatroon voorgeschreven voor tussenbemonsteringen van grondwater. Het wordt aan de milieukundige begeleiding / directievoering vrijgelaten om een praktische werkwijze te kiezen. Deze werkwijze moet in het evaluatieverslag worden beschreven.

6.4.2 Overige bemonsteringen

In de vergunningsvoorwaarden voor de lozing kunnen aanvullende eisen zijn gesteld aan de bemonstering van in- en effluent van de zuiveringsinstallatie en het lozingspunt ten opzichte van het vermelde in dit protocol. Een omschrijving van de aanvullende eisen moet aanwezig zijn tijdens de bemonstering. De aanvullende voorschriften moeten worden opgevolgd. In de rapportage moeten de gehanteerde methode en de aanvullende eisen worden beschreven. De monsternemingsplaatsen en tijdstippen zijn omschreven in de lozingsvergunningen en/of ontheffingen en/of in het kwaliteitsplan.

6.5 Monsterneming lucht

Voor de monsterneming van (bodem)lucht zijn in dit protocol geen specifieke voorschriften opgenomen. Gevolgde werkwijzen en gehanteerde protocollen moeten worden vastgelegd, met een motivatie waarom deze zijn gehanteerd.

6.6 Identificatie

Voor de identificatie van de monsters wordt op het etiket op eenduidige wijze vermeld:

- projectnummer;
- monstervak (indien van toepassing), monsternummer of monsternemingspunt (peilbuisnummer);
- datum monsterneming.

Monsters worden eenduidig en uniek gecodeerd waarmee de relevante veldwerkgegevens eenduidig te herleiden zijn. Het moet mogelijk zijn de analyseresultaten van een monster te relateren aan het sanerings- of nazorgresultaat in een monstervak / monsterpunt op een bepaalde datum. De gegevens kunnen ook digitaal met behulp van een (veld)computer worden vastgelegd (barcoderegistratie).

6.7 Monsteropslag en -overdracht

De opslagcondities van monsters zijn beschreven in het protocol 2001 en 2002 of 2018 in geval van asbest. Opslag van grondmonsters die mogelijk vluchtige verbindingen bevatten, moet onder gekoelde condities plaatsvinden.

Monsters worden overgedragen aan een laboratorium dat door de Minister is erkend voor de monstervoorbewerking en analyses, conform AS 3000 dan wel conform AP04 (zoals voorgeschreven in protocol 1001 Monsterneming grond ten behoeve van Partijkeuringen en ten behoeve van het aanvragen van een Verklaring van Niet-reinigbaarheid bij Agentschap NL / Bodem+).

Monsters moeten binnen 24 uur bij het laboratorium aanwezig zijn. Indien dit niet mogelijk blijkt moet elders opslag conform protocollen 2001, 2002 of 2018 plaatsvinden.

7 Werkwijze Milieukundige Verificatie (sanering)

7.1 Controle uitvoering en opstellen verificatieplan

De controle door de milieukundige verificatie van de milieukundige processturing omvat een toets of de gehanteerde werkwijze overeenkomt met het gestelde in het saneringsplan en de beschikking op het saneringsplan, een administratieve toetsing van de hoeveelheden en bestemmingen van aan- en afgevoerde partijen en materialen en toetsing van certificaten of gewerkt is met erkende verwerkers, laboratoria en andere bedrijven. Daarnaast wordt toegezien op de naleving van wettelijke eisen en vergunningen. Vastgesteld wordt welke meldingen van wijzigingen zijn opgesteld door de milieukundige processturing. Op basis van de gegevens van de milieukundige processturing en het saneringsplan wordt vastgesteld wat de eventuele kritische punten zijn voor de verificatie van het saneringsresultaat. Deze kritische punten moeten worden meegenomen bij de monsterneming van grond en grondwater.

Op basis van de voorschriften in het saneringsplan of de informatie uit de melding, de kritische punten die uit het ontwerp of het kwaliteitsplan of de realisatie naar voren komen en de minimale eisen in dit protocol, wordt het verificatieplan opgesteld. Bij het opstellen van het plan moet onder andere gebruik worden gemaakt van reeds bekende kennis met betrekking tot:

1. de verontreinigingssituatie;
2. de kritieke punten ten aanzien van de aanwezige verontreiniging (grenscontouren, bronpunten, wel geen drijfslag);
3. de kritieke punten vanuit de gevolgde aanpak (aanleg, instelling en afregeling installatie);
4. de resultaten van de controle door de milieukundige processturing.

Een verificatieplan omvat de volgende ijkmomenten:

- Vaststellen van de nulsituatie. Hiervoor kan gebruik gemaakt worden van meetgegevens uit het nader bodemonderzoek en / of het saneringsplan;
- De controle na het opstarten van de sanering;
- In ieder geval de eindcontrole.

In het verificatieplan wordt daarnaast de wijze waarop de controle plaatsvindt beschreven:

- Het te bemonsteren medium: grond, grondwater, bodemlucht;
- De wijze waarop vastgesteld wordt waar (horizontaal, verticaal) monsters worden genomen;
- De hoeveelheid te nemen monsters.

Een voorbeeld van de inhoud van het verificatieplan is nader uitgewerkt in bijlage 4.

7.3 Controlebemonstering

In dit protocol wordt minimaal één controlebemonstering voorgeschreven. De frequentie van controlebemonstering is afhankelijk van de afspraken die met het bevoegd gezag zijn gemaakt inzake de inhoud van de (jaarlijkse) voortgangrapportages en de vaststelling van de ijkmomenten waarin wordt getoetst of de sanering loopt zoals wordt verwacht.

De analyses worden gericht op de verontreinigende stoffen en de parameters zoals in bijlage 7 is aangegeven. Hiervan mag gemotiveerd worden afgeweken.

Voor de controlebemonstering wordt minstens 33 % van het aantal monsters uit het eindbemonsteringsprogramma gehanteerd.

Indien uit een controlebemonstering blijkt dat de sanering in een bepaald gebied het vereiste kwaliteitsniveau heeft bereikt, dan kan het bemonsteringsprogramma in dit gebied worden aangepast. Voor definitieve oplevering moet minstens de monsternemingsdichtheid van de eindbemonstering zijn gehanteerd.

De resultaten van de controlebemonstering worden gebruikt in het kader van de vereiste voortgangsrapportage en de tussentijdse evaluatiemomenten met het bevoegd gezag.

7.4 Eindbemonstering

7.4.1 Eindbemonstering algemeen

De wijze van eindbemonstering is afhankelijk van de gekozen saneringsmethode en wordt vastgelegd in het saneringsplan en de beschikking hierop van het bevoegd gezag. Indien de wijze van eindbemonstering niet eenduidig is beschreven in het saneringsplan, de melding BUS-sanering, of het bestek, wordt deze nader uitgewerkt in het verificatieplan. De hier beschreven methoden moeten hierbij worden gehanteerd tenzij met motivatie en instemming van het bevoegd gezag een andere werkwijze is vastgelegd. De milieukundig begeleider is verplicht de vastgelegde wijze van verificatie op te volgen.

Bij een in-situ bodemsanering wordt in beginsel zowel de grond als het grondwater bemonsterd. De eindbemonsteringsmethoden voor grond zijn verschillend voor de landbodemsanering met conventionele methoden (bemonstering putbodems/putwanden), en pump & treat (inclusief geohydrologische beheersing), isolatie met een afdeklaag (controle kwaliteit leeflaag) en de in-situ bodemsanering (ruimtelijk gespreide boringen in het oorspronkelijk verontreinigd volume). De intensiteit van de eindbemonstering van het grondwater zijn voor zowel de conventionele grondwateronttrekking als de in-situ saneringsmethoden gelijk gehouden.

De wijze van controle van de werking van een beheersing van verspreiding van het grondwater met in-situ methoden kan hiervan afwijken en moet zijn vastgelegd in het saneringsplan en/of verificatieplan.

Voor de beoordeling van de meetresultaten met betrekking tot de besluitvorming of (het betreffende deel van) de bodemsanering kan worden beëindigd, wordt verwezen naar het saneringsplan en de afspraken die conform het vigerende beleid met het bevoegd gezag hierover zijn gemaakt. In geval van een BUS-sanering wordt verwezen naar het gestelde in de Ministeriele regeling BUS. Als hulpmiddel voor de beoordeling van grondwaterresultaten is in bijlage 1 een stappenschema opgenomen voor de besluitvorming of met een grondwateronttrekking kan worden gestopt.

Opmerking:

Dit protocol beschrijft geen methode hoe de eindresultaten van langlopende bodemsaneringen moeten worden beoordeeld en de wijze waarop de besluitvorming plaatsvindt over stoppen, doorgaan of overgaan op een andere methode ("faal- of terugvalscenario").

7.4.2 Eindbemonstering grond

De beschrijving van de monsterneming moet voldoen aan protocol 2001 en de registratie-eisen in hoofdstuk 8.

Minstens een derde deel van de boringen wordt gericht geplaatst op punten die als kritiek punt naar voren komen uit het verificatieplan. Dat zijn:

- de oorspronkelijke verontreinigingssituatie vóór de sanering werd opgestart (zoals de bron, de oorspronkelijke grenzen van de verontreiniging - met name in de oorspronkelijke verspreidingsrichting - en drijf- of zaklagen);
- punten waar kan worden verwacht dat de in-situ saneringstechniek minder effectief is geweest;
- punten die mogelijk bedreigd zijn door de in-situ sanering (bijvoorbeeld indien de stromingsrichting tijdens de sanering gewijzigd was, stroomafwaarts hiervan).

De overige monsternemingspunten worden binnen het te onderzoeken gebied ruimtelijk gespreid (horizontaal en verticaal).

Bemonsterd wordt in ieder geval van 0,5 m boven tot 0,5 m onder de oorspronkelijke verontreinigde zone. Indien zintuiglijk nog verontreiniging aanwezig is, dan moeten deze boringen minstens tot 0,5 m in de zintuiglijk schone bodem worden doorgezet.

Het aantal te verrichten boringen voor een eindbemonstering is aangegeven in tabel 1. Het minimum aantal te analyseren grondmonsters is afhankelijk van het oorspronkelijk verontreinigde volume en is weergegeven in tabel 2. De in de tabel aangegeven aantallen gelden als minimum. Bij heterogene bodems kan het noodzakelijk zijn meer monsters te analyseren.

Tabel 1. Eindbemonstering grond: aantal boringen

(aantal te verrichten boringen per oorspronkelijk verontreinigd oppervlak).

verontreinigd oppervlak in m ²)	aantal te verrichten boringen
<50	2
50	3
200	4
300	5
400	6
500	7
600	8
700	9
800	10
900	11
1000	12
1100	13
1300	14
1500	15
1700	16
2000	17
2500	18
3000	19
3500	20
4000	21
5000	22
> 5000	maatwerk

Tabel 2. Eindcontrole grond: aantal analyses

(Aantal te analyseren monsters per oorspronkelijk verontreinigd volume)

verontreinigd volume in m ³	aantal te analyseren monsters
< 50	3
100	4
200	6
300	8
400	9
500	10
700	12
800	13
1000	14
1250	15
1500	16
2000	18
3000	21
4000	24
5000	26
> 5000	maatwerk

Voor tussenliggende oppervlaktes/volumes moet de hogere waarde uit de tabel worden gekozen.

De meest verdachte monsters uit de boringen moeten worden geanalyseerd. Hierbij worden monsters gekozen die zintuiglijk of op basis van veldmetingen het meest verdacht zijn voor het voorkomen van de te onderzoeken stoffen. Ook van de vooraf in het verificatieplan vastgestelde kritieke punten worden grondmonsters voor analyse genomen. Indien in de beschikking op het saneringsplan was vastgesteld dat een (deel van de) verontreiniging geen deel zou uitmaken van de sanering, dan worden hiervan geen monsters geanalyseerd.

Voor de eindcontrole van enkele typen van verontreiniging zal maatwerk nodig zijn. Dit betreft:

- grote verontreinigingen wat betreft oppervlakte en/of volume (zie tabel 1 en 2);
- verontreinigingen over een bodemlaag dikker dan 6 meter;
- verontreinigingen die in zaklagen aanwezig zijn.

7.4.3 Vaststellen restverontreiniging

Als een eventuele restverontreiniging wordt verondersteld of in kaart is gebracht door middel van de controle- en eindbemonsteringen, moet aanvullend bodemonderzoek worden verricht op basis van het Protocol voor het nader bodemonderzoek en de Richtlijn voor nader onderzoek voor specifieke gevallen van bodemverontreiniging.

7.4.4 Eindbemonstering grondwater

De milieukundige verificatie beoordeelt of voor de meetpunten bestaande peilbuizen ten behoeve van de eindbemonstering kunnen worden gebruikt of dat nieuwe peilbuizen moeten worden geplaatst. Het plaatsen van peilbuizen is bijvoorbeeld aan de orde als (perslucht-) injectie plaatsvindt, waarbij door voorkeursstroming de situatie in en om een reeds bestaande peilbuis niet representatief is voor de bodem. Algemene richtlijn hierbij is dat minstens een derde deel van het voorgeschreven aantal peilbuizen voor de eindbemonstering nieuw wordt geplaatst op punten die als kritisch worden beschouwd met betrekking tot het behalen van de saneringsdoelstelling. Wijzigingen hiervan moeten in het evaluatieverslag worden gemotiveerd. Van alle toegepaste peilbuizen moet een plaatsingsrapport beschikbaar zijn (conform protocol 2001).

Saneringsdoelstelling in de tijd

Om vast te stellen of het behaalde resultaat stabiel in de tijd is, moeten de analyseresultaten van minstens twee achtereenvolgende metingen lager zijn dan de saneringsdoelstelling en de laatste meting mag niet meer dan een factor 2 hoger zijn dan de voorlaatste meting. In bijlage 1 is het stappenschema weergegeven op basis waarvan kan worden beoordeeld of de saneringsdoelstelling is behaald (niet van toepassing op BUS-saneringen). Voor de laatste meting moet minstens een rustperiode van één maand⁶ in acht worden genomen. Met rustperiode wordt bedoeld een periode waarin geen grondwateronttrekking of infiltratie plaatsvindt.

Saneringsdoelstelling en plaatsen van monsterneming

Het aantal te nemen monsters voor een eindbemonstering is afhankelijk van de volgende situaties:

- grondwater binnen de verontreinigingscontour (situatie voor de sanering);
- grondwater buiten de verontreinigingscontour;
- grondwater binnen de ontgravingsput (indien de kern van de verontreiniging is verwijderd door ontgraving).

In tabel 3 zijn de minimum aantallen peilbuizen in de eindbemonstering aangegeven, die binnen de verontreinigingscontour moeten worden geplaatst. Van deze tabel moet worden uitgegaan tenzij kan worden aangetoond, en na goedkeuring van het bevoegd gezag, dat met minder peilbuizen en een andere frequentie een vergelijkbare betrouwbaarheid van de beoordeling van het eindresultaat kan worden bereikt.

De aantallen te plaatsen peilbuizen zijn opgegeven ten opzichte van het oorspronkelijk verontreinigd oppervlak/volume. Per watervoerende laag worden peilbuizen geplaatst met filters in de oorspronkelijke grondwaterverontreiniging (de aantallen moeten dan ook bij elkaar worden opgeteld). Onderscheid wordt gemaakt tussen het ondiepe grondwater met een laagdikte van maximaal 3 meter (aantal peilbuizen per oppervlakte-eenheid) en de diepere watervoerende lagen (aantal peilbuizen/volume).

Indien het tot de mogelijkheden behoort dat vanwege de gekozen saneringstechniek de verontreiniging is verplaatst tot buiten de oorspronkelijke saneringscontour moeten hier extra peilbuizen worden geplaatst.

Tabel 3. Eindbemonstering grondwater

Aantal peilbuizen per oorspronkelijk verontreinigd oppervlak (ondiep grondwater) en volume (diepe grondwaterlagen).

verontreinigd oppervlak in m ² (laagdikte < 3 m)	binnen contour verontreiniging aantal peilbuizen
100	2
250	3
500	4
1.000	6
2.500	8
5.000	10
10.000	14
25.000	20

⁶ De rustperiode gaat in vanaf het moment dat het evenwicht in de bodem is hersteld. Dit moment wordt vastgesteld met behulp van stijghoogtemetingen van het grondwater, pH/EC-metingen, eventueel aangevuld met andere parameters als redox-potentiaal en bodemtemperatuur, die afhankelijk zijn van de geohydrologische situatie en de gekozen saneringstechniek.

50.000	25
100.000	Maatwerk
verontreinigd volume in m ³ (laagdikte > 3 m)	binnen contour verontreiniging aantal peilbuizen
100	2
500	4
1.000	6
2.500	7
5.000	8
10.000	10
25.000	11
50.000	15
100.000	21
250.000	26
500.000	Maatwerk

Indien de kern van de verontreiniging is verwijderd door ontgraving, dan zijn de aantallen monsternemingspunten van het grondwater binnen de ontgravingsput indicatief aangegeven in de onderstaande tabel 4. De aantallen van tabel 4 vervangen de aantallen van tabel 3 voor zover het de ontgravingsput betreft. Voor een aanvullende grondwatersanering buiten de ontgravingsput gelden tevens de aantallen van tabel minus de peilbuizen die al zijn geplaatst.

Tabel 4. Aantal te analyseren grondwatermonsters per ontgraven oppervlak.

ontgraven oppervlak in m ²	aantal te analyseren monsters
<200	1
1.000	2
2.500	3
5.000	4
10.000	5

Voor tussenliggende volumes moet de hogere waarde worden gekozen uit de tabel.

7.4 Werkwijze milieukundige verificatie (nazorg)

7.4.1 Omgaan met wijzigingen

De milieukundige begeleider verificatie controleert of bij de uitvoering inhoudelijke wijzigingen optreden ten opzichte van de beschikking op het nazorgplan. Wijzigingen kunnen verschillend van aard zijn. Onder wijzigingen wordt het volgende verstaan:

- De beschermende, monitorings- of controlerende methoden zijn niet toereikend;
- Levensduur van voorzieningen en / of technische maatregelen blijkt korter of langer te zijn dan voorzien of beschadiging door ingrepen van derden (mollest) resulterend in vroegtijdige vervanging of onderhoud van systeemonderdelen;
- Niet naleven van gebruiksbeperkingen op of buiten de locatie (en welke inbreuk hebben op de status van de nazorg);
- Zichtbare functiewijziging op of in de omgeving van de locatie;

De lijst is niet limitatief en niet normatief.

Voorts beoordeelt de milieukundige begeleider de gevolgen van deze wijzigingen voor de nazorg. Afhankelijk van de gevolgen zijn de volgende vervolgstappen nodig:

- *wijzigingen die enkel aanpassing van het nazorgprogramma vereisen:*
Deze wijzigingen worden vastgelegd in het logboek en gerapporteerd in het nazorgstatusrapport. Eventuele noodzakelijke wijzigingen in het nazorgprogramma worden doorgevoerd. Het aangepast nazorgprogramma wordt gebruikt voor de eerstvolgende nazorgactiviteiten;
- *wijzigingen die vereisen dat het nazorgplan wordt aangepast:*
Dergelijke wijzigingen worden vastgelegd in het logboek en gerapporteerd in het nazorgstatusrapport. In de melding wijziging worden voorstellen voor aanpassing van het nazorgplan ter goedkeuring voorgelegd aan het bevoegd gezag.
- *wijzigingen die aanvullende sanerende maatregelen vereisen of haalbaar maken:*
Dergelijke wijzigingen worden vastgelegd in het logboek en gerapporteerd in het nazorgstatusrapport.

Genoemde wijzigingen worden verplicht vastgelegd in het logboek en gemeld in het nazorgstatusrapport aan de opdrachtgever. Indien het kritieke wijzigingen betreffen zoals hiervoor beschreven, moeten deze door de directie / opdrachtgever worden gemeld aan het bevoegd gezag.

De directie / opdrachtgever wordt door de milieukundige begeleider geadviseerd over de volgende punten:

- Treden er (tijdelijke) wijzigingen op ten opzichte van de beschikking op het nazorgplan, vergunningen en / of ontheffingen of dreigen deze op te treden;
- Is het voor de wijziging noodzakelijk een nieuw nazorgplan op te stellen, of een nieuwe beschikking aan te vragen;
- Is het voor de wijziging noodzakelijk een aanpassing in het bestemmingsplan voor te stellen;
- Is er sprake van een wijziging ten opzichte van de beschikking in het belang van derden (zoals omwonenden etc.).

In het logboek wordt verwezen naar de rapportage en de datum waarop de melding wijziging aan de opdrachtgever is aangeboden.

7.4.2 Vaststellen stationairiteit restverontreiniging

Periodiek moet worden aangegeven waar de restverontreiniging zich bevindt en in welke mate sprake is van mobiliteit dan wel het beoogd bereiken van een stabiele (eind)situatie een en ander zoals is verwoord in het nazorgplan.

7.4.3 Karteren van de eventuele restverontreiniging

Indien een andere verontreinigingssituatie - of een niet eerder ontdekte verontreiniging - wordt geconstateerd dan uit het saneringsplan, de beschikking daarop of de melding resp. uit het nazorgplan en de beschikking daarop blijkt, dan moeten aard en omvang hiervan worden vastgesteld. Ook moet worden geanalyseerd of al dan niet sprake is van gevolgen voor de nazorg en eventueel de beschikking.

7.4.4 Melden van een wijziging

De melding van wijziging betreft een rapport van alle wijzigingen ten opzichte van het nazorgplan waarbij de consequenties van een wijziging op alle onderdelen moeten zijn aangegeven. Het plan wordt opgesteld op basis van het nazorgstatusrapport.

In de melding van wijziging worden voorstellen voor aanpassing van het nazorgplan of voor aanvullende saneringsmaatregelen in een saneringsplan ter goedkeuring voorgelegd aan het bevoegd gezag. Deze maatregelen kunnen noodzakelijk zijn om blijvend de kwaliteit van de bodem in stand te houden of kunnen worden toegepast om de nazorg eindig te maken.

7.5 Identificatie

Voor de identificatie van de monsters wordt op het etiket op eenduidige wijze vermeld:

- projectnummer;
- monstervak, monsternummer, monsternemingspunt (peilbuisnummer);
- datum monsterneming.

Monsters worden eenduidig en uniek gecodeerd waarmee de relevante veldwerkgegevens eenduidig te herleiden zijn. Het moet mogelijk zijn de analyseresultaten van een monster te relateren aan het sanerings- of nazorgresultaat in een monstervak / monsterpunt op een bepaalde datum. De gegevens kunnen ook digitaal met behulp van een (veld)computer worden vastgelegd (barcoderegistratie).

7.6 Monsteropslag en -overdracht

De opslagcondities van monsters zijn beschreven in het protocol 2001, 2002 of protocol 2018 in geval van asbest. Opslag van grondmonsters die mogelijk vluchtige verbindingen bevatten, moet onder gekoelde condities plaats vinden. Monsters worden overgedragen aan een laboratorium dat geaccrediteerd is voor de monstervoorbewerking en analyses conform AS 3000 (bij milieuhygiënisch bodemonderzoek) dan wel conform AP04 (zoals voorgeschreven in protocol 1001 Monsterneming grond ten behoeve van Partijkeuringen). Monsters moeten binnen 24 uur bij het laboratorium aanwezig zijn. Indien dit niet mogelijk blijkt moet elders opslag conform protocollen 2001 en 2002 plaatsvinden.

8. REGISTRATIE EN EVALUATIEVERSLAG

8.1 Logboek

Gedurende de sanering wordt relevante informatie met betrekking tot milieuhygiënische aspecten vastgelegd in een logboek van de milieukundige processturing. Het logboek geldt als onderliggend document voor het evaluatieverslag of het evaluatieformulier in het kader van BUS.

De inhoud van het logboek moet minimaal voorzien in de navolgende informatie:

- algemene projectgegevens (een eenduidige omschrijving van de locatie);
- verrichte werkzaamheden milieukundige processturing;
- visuele inspectie, monsterneming, aantallen grepen en analyses monsters en de locaties -diepten vastgelegd op tekeningen op schaal en/of aanmeettekeningen;
- onderbouwen van beslissingen ten aanzien van de sanering (zoals verder graven dan gepland, eerder stoppen dan gepland) op basis van analyseresultaten;
- beoordeling van de analyseresultaten van grondmonsters (tussenbemonstering, eindbemonstering en depotbemonstering) en grondwater- en afvalwatermonsters (controlepeilbuizen, influent en effluent van zuiveringsinstallatie);
- bijzonderheden die tijdens de sanering zijn opgemerkt, indien mogelijk vastgelegd op tekening en met foto's;
- bijzondere situaties tijdens de werkzaamheden, gedacht kan worden aan omgevingsomstandigheden (waaronder sociale, biologische en archeologische aspecten);
- afwijkende omstandigheden waardoor afgeweken is van eerder vastgesteld veiligheidsregime (bijvoorbeeld door aantreffen van verontreinigingskernen, niet gesprongen explosieven of asbest).

Indien van toepassing moet de volgende informatie eveneens in het logboek opgenomen worden:

- periodieke meetgegevens (debietmeterstanden, etc);
- registratie van hoeveelheden middels weegbonnen (afvoer en aanvoer, verschrotingsbewijzen, etc.) indien dit door de directie is gedelegeerd;
- monsterneming depots ten behoeve van bepaling verwerkingsmogelijkheid;
- grondwaterstanden, in geval van bemaling;
- zettingsmetingen en deformatiemetingen, in geval van een eventuele bemaling.

8.2 Evaluatieverslag processturing (sanering)

Door middel van het evaluatieverslag processturing vindt de overdracht plaats van de verzamelde gegevens aan de opdrachtgever, of - afhankelijk van de opdracht - rechtstreeks aan de partij die milieukundige verificatie verricht. Dit evaluatieverslag is een verantwoording van de uitgevoerde werkzaamheden en speelt een rol tussen opdrachtgever en opdrachtnemer. Dit verslag maakt deel uit van het evaluatieverslag verificatie. Het evaluatieverslag over de milieukundige processturing wordt door het bedrijf dat de milieukundige processturing heeft uitgevoerd, opgesteld. De gegevens betreffen zelf verzamelde gegevens en door de opdrachtgever, directievoerder en / of aannemer aan te leveren gegevens (zoals vrachtbonnen van afgevoerde grond en gegevens uit het logboek).

Voorafgaand aan de beoogde beëindiging van de actieve sanering wordt een evaluatieverslag over de milieukundige processturing opgesteld ten behoeve van het evaluatieverslag verificatie.

In bijlage 3 is normatief aangegeven wat de vereiste minimale inhoud van het evaluatieverslag processturing is bij een sanering met een saneringsplan (bijlage 2A) en bij een sanering met een BUS-melding (bijlage 2B).

8.3 Evaluatieverslag verificatie (sanering)

Door middel van het evaluatieverslag vindt de overdracht plaats van alle tijdens de sanering verzamelde gegevens aan de opdrachtgever. Dit rapport wordt opgesteld onder verantwoordelijkheid van de milieukundige verificatie. Hiervoor krijgt hij het evaluatieverslag van de processturing aangeleverd met de gegevens zoals beschreven in paragraaf 8.1.

In dit verslag en de bijbehorende bijlagen verwerkt de milieukundige verificatie de resultaten van de eindcontrole:

- monsterneming, aantallen grepen en analyses van monsters en de locaties en locatiediepten vastgelegd op tekeningen op schaal en/of aanmeettekeningen;
- beoordeling van de analyseresultaten van eindbemonstering van grond en grondwater inclusief eventuele risicobeoordeling of gebruiksbependingen van restverontreinigingen, voor zover deze afwijkt van de situatie in het saneringsplan;
- bijzonderheden die in het veld zijn opgemerkt, vastgelegd op tekening en/of met foto's;
- bijzonderheden die in de administratie (o.a. van weegbonnen) zijn opgemerkt.

Tezamen met de evaluatieverslag van de processturing omvat het evaluatieverslag verificatie een volledig rapport dat aan de opdrachtgever en vervolgens het bevoegd gezag wordt aangeboden om een beschikking voor beëindiging van de sanering te verkrijgen. Bij werkzaamheden die zijn uitgevoerd met een melding kan worden volstaan met een evaluatieverslag BUS (zie bijlage 2B). De in de beschikking voorgeschreven administratieve aspecten moeten worden ingevuld in de rapportage. Dit betekent dat in de meeste gevallen de rapportage eveneens zal moeten voldoen aan de standaard voor de gegevens, die in het kader van de landelijke beleidsmonitoring bodemsanering moeten worden verstrekt.

Indien door de opdrachtgever een digitale dataset wordt gevraagd van de eindsituatie na sanering, moet dit voldoen aan het uitwisselingsformat van het SIKB protocol 0101 en de gegevens set 6002 Verificatieonderzoek in situ bodemsanering (zie www.SIKB.nl).

8.4 Nazorgstatusrapport

Door middel van het nazorgstatusrapport vindt de overdracht plaats van de verzamelde gegevens aan de opdrachtgever. In bijlage 5 is indicatief aangegeven wat de inhoud van het nazorgstatusrapport is (de inhoud van het rapport moet worden aangepast aan de gekozen nazorgtechnieken en relevante parameters).

Op basis van deze resultaten van de periodieke controles beschrijft de milieukundige verificatie de status van de nazorg. Daarnaast neemt de milieukundige verificatie in het nazorgstatusrapport (voor zover van toepassing) aanbevelingen op voor:

- aanpassing van het nazorgplan. Deze aanpassingen worden in een melding van wijziging uitgewerkt;

- aanvullende saneringsmaatregelen (nieuw saneringsplan);
- beëindiging van de nazorg. Deze aanbevelingen worden in het nazorgevaluatieverslag verder uitgewerkt.

De in de beschikking voorgeschreven administratieve aspecten moeten worden ingevuld in de rapportage. Dit betekent dat in de meeste gevallen de rapportage eveneens zal moeten voldoen aan de standaard voor de gegevens, die in het kader van de landelijke beleidsmonitoring nazorg moeten worden verstrekt.

8.5 Nazorgevaluatieverslag

In geval de nazorg wordt beëindigd zonder dat aanvullende sanerende maatregelen worden uitgevoerd, vindt door middel van het nazorgevaluatieverslag de overdracht plaats van de verzamelde gegevens aan de opdrachtgever. Deze rapportage wordt ter goedkeuring voorgelegd aan het bevoegd gezag.

Het nazorgevaluatieverslag wordt opgesteld door de milieukundige verificatie op basis van het nazorgstatusrapport, het nazorgplan en gegevens van de verificatie.

Daarnaast verwerkt de milieukundige verificatie de resultaten van de eindcontrole:

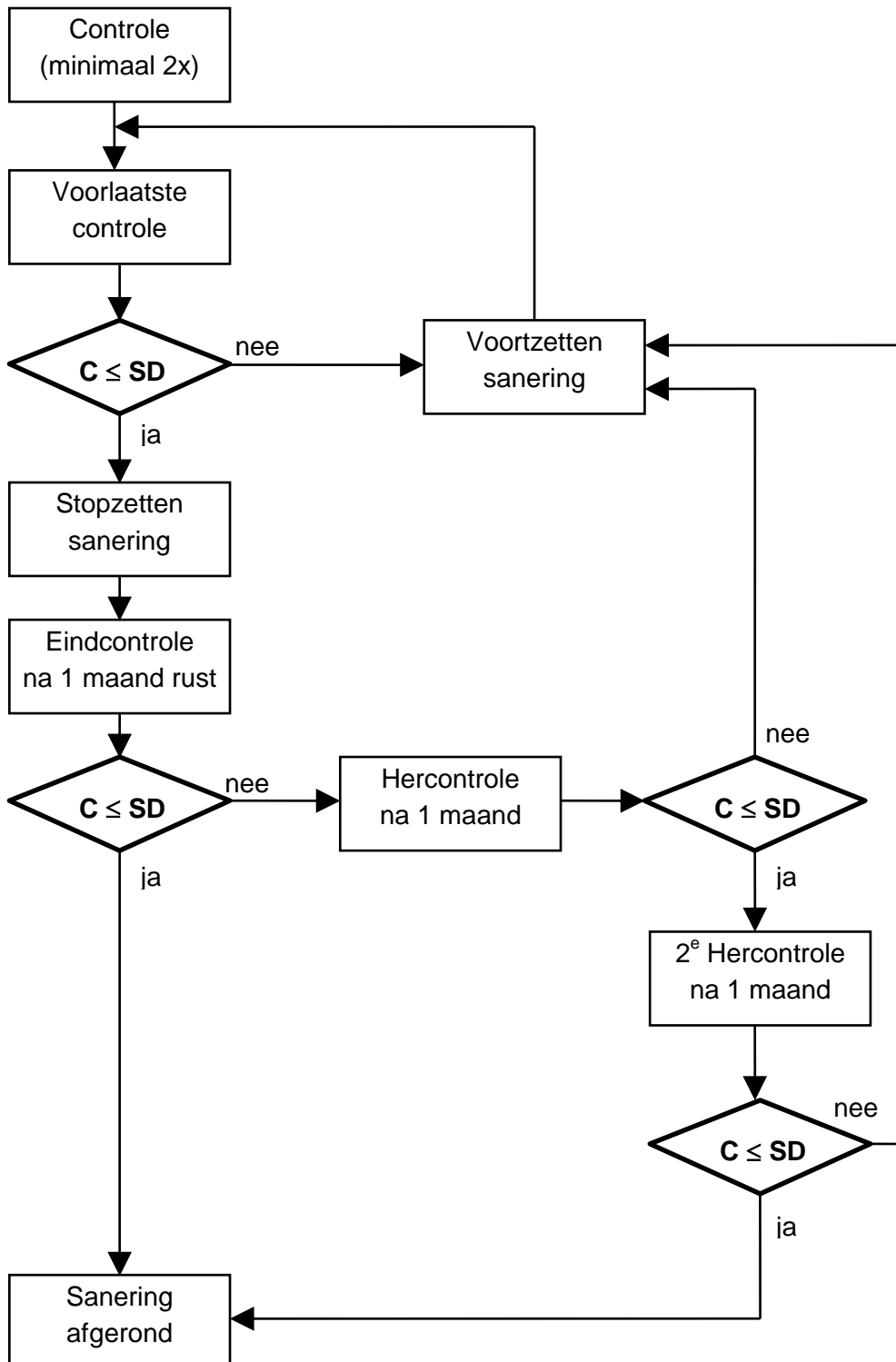
- Monsterneming, metingen en controles met, indien van toepassing, locaties en diepten vastgelegd op tekeningen op schaal en / of aanmeettekeningen;
- Beoordeling van de analyse-, controle- en / of meetresultaten;
- Bijzonderheden die in het veld of in de administratie zijn opgemerkt, vastgelegd op tekening en / of met foto's;
- Onderbouwd voorstel voor beëindiging van de nazorg op basis van de resultaten van het verloop van de uitgevoerde nazorg.

De in de beschikking voorgeschreven administratieve aspecten moeten worden ingevuld in de rapportage. Dit betekent dat in de meeste gevallen de rapportage eveneens zal moeten voldoen aan de standaard voor de gegevens, die in het kader van de landelijke beleidsmonitoring nazorg moeten worden verstrekt.

De nazorg kan ook worden beëindigd na uitvoering van aanvullende sanerende maatregelen. Uit het verslag van de sanering moet blijken of inderdaad sprake is van een nazorgloze situatie.

Bijlage 1 Stappenschema beoordeling eindcontrole in-situ sanering

In het onderstaande schema moet controle worden gelezen als bemonstering en analyse op de relevante parameters. De aanduiding "SD" staat voor saneringsdoelstelling. De beslissing of daadwerkelijk met een in-situ sanering gestopt kan worden, moet uiteraard door het bevoegd gezag worden genomen.



Bijlage 2 Inhoud van het kwaliteitsplan

Onderstaande aspecten moeten minimaal (mits van toepassing) in een kwaliteitsplan zijn verwerkt:

- De beschikbare gegevens (rapporten) die relevant zijn voor de sanering: onderzoeken, saneringsplan, beschikkingen, vergunningen, relevante geachte contracten;
- Bevestiging van de milieukundige processtuurder dat deze kennis genomen heeft van de vermelde relevante gegevens en deze heeft begrepen;
- Onzekerheden en faalkansen van de saneringsaanpak;
- stappenplan hoe met bovenstaande wordt omgegaan;
- verplichtingen die in het saneringsplan, in de vergunningen en in de beschikking op het saneringsplan zijn opgenomen;
- ontgravingsplan en grondstromenbalans;
- bemalings- en zuiveringsplan;
- planning van de uit te voeren werkzaamheden met:
 - overzicht van stop- controle- en toetsmomenten
 - overzicht van de bijbehorende acties
- welke partij aanspreekpunt is voor het bevoegd gezag en wijzigingen aan deze meldt;
- welke partij verantwoordelijk is voor de melding aan vergunningverleners;
- welke partij verantwoordelijk is voor contact met derden;
- hoe wordt gehandeld in conflictsituaties;
- hoe de functiescheiding is geborgd van de milieukundige verificatie.

Bijlage 3A Inhoud evaluatieverslag bij sanering met saneringsplan

I. Inleiding met daarin

- NAW-gegevens opdrachtgever;
- aanleiding en doel werkzaamheden;
- ligging locatie;
- type verontreiniging en vermelding grond en/of grondwater;

II. Achtergrondinformatie met daarin

- algemene gegevens omtrent de locatie, zoals adres, oppervlak, NAW-gegevens eigenaar, huidig en toekomstig gebruik, kadastrale vermelding, kadastrale tekening en X,Y,Z coördinaten;
- verwijzing naar het goedgekeurde saneringsplan (titel, adviesbureau, projectnummer, datum) en de beschikking inzake het geval;

III. Uitvoering van de sanering met daarin

- definitie van het saneringsgeval, conform saneringsplan en/of de beschikking op het saneringsplan;
- NAW-gegevens van de aannemer en milieukundige begeleiding;
- uitvoering grondsanering (eventueel per deellocatie) met startdatum, inrichting van (tijdelijke) depots, chronologische opsomming van de hoofdwerkzaamheden, vermelding van bijzonderheden (waaronder calamiteiten), problemen en oplossingen, einddatum;
- grondbalans (uitsluitend van de sanering): kwantiteit van de afgevoerde, aangevoerde en hergebruikte grond of materialen (betrouwbaarheidsmarges) inclusief informatie over de kwaliteit van de eventuele aanvulgrond of materialen volgens het saneringsplan;
- uitvoering grondwatersanering (eventueel per deellocatie) met startdatum, chronologische opsomming van de hoofdwerkzaamheden, opstelling onttrekkings- en infiltratiepunten, wanneer zuivering is verwijderd, wanneer grondwatersanering in werking is geweest en is stopgezet, gebruik van infiltratiemiddelen, vermelding van bijzonderheden (waaronder calamiteiten), problemen en oplossingen, einddatum van grondwatersanering;
- registratie (eventueel per deellocatie) van afgevoerde hoeveelheden (grond), waaronder afgevoerd verontreinigd materiaal (naar type en bestemming), ontgravingsgrenzen en -diepten met verwijzing naar tekening(en), vergelijking met geraamde hoeveelheden uit saneringsplan en motivatie voor wijziging waar noodzakelijk;
- registratie (eventueel per deellocatie) van aangevoerde hoeveelheden (aangebrachte grond), waaronder teruggeplaatste schone en verontreinigde grond (met verwijzing naar onderbouwende analyses), aangeleverde schone grond en aangeleverde teelaarde (met wederom verwijzing naar bijbehorende analyseresultaten) voor zover de aanvulgrond deel uitmaakt van de saneringsdoelstelling;
- registratie (eventueel per deellocatie) van hoeveelheden (grondwater), waaronder hoeveelheid onttrokken, geloosd en geïnfilterd water, wijze van reiniging van grondwater, hoeveelheid verbruikt materiaal (o.a. actief kool), vergelijking met geraamde hoeveelheden en tijdsduur uit saneringsplan en motivatie voor wijziging waar noodzakelijk;
- revisiegegevens (inclusief controleresultaten) van alle maatregelen die zijn getroffen in het belang van de bescherming van de bodem al dan niet voortvloeiend uit de beperkingen in het gebruik van de bodem door restverontreinigingen die in de eventuele nazorgfase in stand moeten worden gehouden.

Alles voor zover van toepassing.

IV. Bemonstering en analyseresultaten (eventueel per deellocatie) met daarin

- voor grond, aangeven controlemonsters (parameters, locatie en verwijzing naar tekening), bespreken analyseresultaten in volgorde, tussencontrole, ontgraving, gevolgd door eindcontrole en vermelding in tabel, bespreken analyseresultaten in volgorde depotbemonstering, aanvullend en vermelding in tabel;
- voor grondwater, bespreken verloop grondwatersanering aan de hand van analyseresultaten bemalingswater, aangeven controlemonsters grondwatersanering (parameters, peilbuis / -filter en verwijzing naar tekening), bespreken analyseresultaten in volgorde tussencontrole gevolgd door eindcontrole en vermelding in tabel, bespreken analyseresultaten van het effluent en terugkoppeling naar vergunningsvoorschriften;

Alles voor zover van toepassing.

V. Conclusies en aanbevelingen met daarin

- voor grond, terugkoppeling eindresultaat naar uitgangspunten grondsanering, aangeven wijzigingen van voorafgaande ramingen, aangeven wat niet gehaald is inclusief oorzaak, aangeven restverontreiniging en eventuele restrisico's, aangeven gebruiksbepalingen en getroffen maatregelen die in de eventuele nazorgfase in stand moeten worden gehouden, volgens de daarvoor geldende wetgeving en richtlijnen;
- voor grondwater, terugkoppeling eindresultaat naar uitgangspunten grondwatersanering, aangeven wijzigingen van voorafgaande ramingen, aangeven wat niet gehaald is inclusief oorzaak, terugkoppeling naar vergunningsvoorwaarden (lozing), aangeven restverontreiniging en eventuele restrisico's, gebruiksbepalingen en getroffen maatregelen die in de eventuele nazorgfase in stand moeten worden gehouden, volgens de daarvoor geldende wetgeving en richtlijnen.

Alles voor zover van toepassing.

Toe te voegen informatie in bijlagen:

- profielbeschrijvingen, zintuiglijke waarnemingen en in-situ meetresultaten;
- analysecertificaten monsters grond, grondwater en effluent;
- analyseresultaten of erkende kwaliteitsverklaring aanvullend en teelaarde voor zover deze deel uitmaakt van de saneringsdoelstelling;
- analysecertificaten en bemonsteringsgegevens controlepeilbuizen;

Alles voor zover van toepassing.

Toe te voegen tekeningen:

- Overzichtstekening;
- Ontgravingstekening met ontgravingsdiepten en locatie tussen- en eindcontrolemonsters;
- Restverontreiniging grond;
- Restverontreiniging grondwater;
- Revisietekening met alle maatregelen en eventuele certificaten daarvan die zijn getroffen in het belang van de bescherming van de bodem al dan niet voortvloeiend uit de beperkingen in het gebruik van de bodem door restverontreinigingen die in de eventuele nazorgfase in stand moeten worden gehouden.

Alles voor zover van toepassing.

Bijlage 3B Inhoud evaluatieverslag bij sanering o.b.v. melding (BUS)

In Bijlage 5 van de RUS is per categorie uniforme saneringen een formulier evaluatieverslag opgenomen. In deze formulieren 'evaluatieverslag' zijn per categorie de inhoudsvereisten weergegeven. Deze standaardformulieren zijn te downloaden via www.rijksoverheid.nl.

Bijlage 4 Inhoud van het verificatieplan

In het verificatieplan moeten de volgende aspecten zijn opgenomen:

1. Algemeen
 - Projectgegevens
 - Taken milieukundige verificatie
2. Beschrijving controle aanleg grondwatersaneringsstelsel
 - Beschrijving stelsel en kritische punten
 - Beschrijving wijze van controle
 - Rapportage
3. Wijze vastlegging saneringsresultaat
 - Vastlegging nulsituatie
 - Controle na opstarten
 - Beschrijving tussentijdse ijkmomenten
 - Voortgangscontrole
 - Eindcontrole

Het verificatieplan omvat tevens de wijze waarop met de *relevante systeem- en bodemprocesparameters (zie bijlage 1 van dit protocol) wordt omgegaan. Deze moeten in principe worden gemeten* om inzicht te krijgen in de werking van het stelsel en de voortgang van de sanerende processen in de bodem. Indien wordt afgeweken van de keuze van deze parameters en de frequentie waarmee de parameters kunnen worden gemeten, wordt de motivatie voor dit besluit opgenomen in het verificatieplan.

Model verificatieplan

1. Algemeen

In opdracht van [opdrachtgever] wordt [datum] gestart met de bodemsanering [locatie] te [plaats]. De werkzaamheden worden uitgevoerd door [bedrijf], waarbij de directievoering wordt verzorgd door [bedrijf]. Milieukundige processturing wordt verzorgd door [bedrijf] en de milieukundige verificatie door [bedrijf]. De sanering bestaat uit het ontgraven/reinigen van [grond en/of grondwater] door middel van [principe].

De taken die onder milieukundige verificatie in dit project worden verricht zijn:

- opstellen van een verificatieplan met beschrijving op welke kritische punten en momenten controles op de voortgang wordt verricht;
- controle of het door de opdrachtgever/directievoering aangeleverde (en eventueel aangepaste) ontwerp overeenkomt met de in het veld aangebrachte installatie;
- controleren of de sanering volgens het saneringsplan wordt uitgevoerd;
- monsterneming en analyse van grond en grondwater in het kader van de eindcontrole en tussentijdse controles;
- vastleggen van de resultaten van de bodemsanering;
- vastleggen van de eventuele restverontreinigingen;
- rapportage van de gegevens en de resultaten in het evaluatieverslag.

2. Controle aanleg saneringssysteem

Voor het toezicht of de sanering volgens het saneringsplan wordt uitgevoerd, is als basis het bestek of de werkomschrijving gebruikt. De verschillen tussen het bestek/werkomschrijving en het saneringsplan worden vastgelegd door de milieukundige processturing. Deze verschillen worden onderbouwd met de reden waarom de wijziging ten opzichte van het saneringsplan is doorgevoerd, de gevolgen voor de saneringsduur en de gevolgen voor het te behalen saneringsresultaat.

Indien er sprake is van wijzigingen (zie 6.2) van de beschikking op het saneringsplan, dan wordt dit door de opdrachtgever/directie gemeld bij het bevoegd gezag. De wijzigingen ten opzichte van het saneringsplan worden vastgelegd in het kwaliteitsplan en/of melding van wijziging, dat met het bevoegd gezag wordt overlegd. Deze documenten worden eveneens gebruikt bij het toezicht op de aanleg van het saneringssysteem.

Kritische punten

Voor het vaststellen van de punten waarop tijdens de uitvoering van de bodemsanering gecontroleerd wordt, is in de bestekfase nagegaan, welke werkzaamheden van invloed zijn op het te behalen saneringsresultaat. Indien een bestekpost wordt aangemerkt als kritisch punt, wat betreft het te behalen saneringsresultaat, is de bestekpost overgenomen in het verificatieplan.

Bijlagen in verificatieplan:

In bijlage 1 is een lijst met deze bestekposten opgenomen.

In bijlage 2 is de controle van de aanleg van het sanerings systeem opgenomen. In deze bijlage is per relevante bestekpost het toetsingsaspect, de eisen en criteria, de toetsingsmethode en frequentie vastgesteld.

In bijlage 3 is de uitwerking van de monitoring van het systeem opgenomen. In deze bijlage zijn evenals in bijlage 2 de relevante bestekposten genoemd, met de toetsingsaspecten, eisen en criteria en frequentie.

Rapportage

Na de controle op de aanleg van het systeem is wel/niet voorzien in een rapportage van kritische punten aan het bevoegd gezag.

3. Vastleggen saneringsresultaat

Ijkmomenten

Bij grondwatersaneringen zijn minstens de volgende ijkmomenten opgenomen:

- nulsituatie.
- controle na opstarten van de sanering (op een door de verificatie vast te stellen moment);
- eindcontrole.

In de volgende paragrafen worden per ijkmoment de werkzaamheden beschreven.

Nulsituatie

In [datum] is op de locatie een [type] bodemonderzoek uitgevoerd, waarbij de verontreinigingssituatie ter plaatse is vastgesteld. Gezien de datum van het onderzoek en de start van de sanering, wordt voorgesteld dit onderzoek als basis voor de beschrijving van de nulsituatie te hanteren. In aanvulling op de meetgegevens uit dit

bodemonderzoek wordt het volgende verricht [beschrijving]:

Controle na opstarten

Gezien het feit dat de tijdens de installatiefase uit te voeren werkzaamheden invloed hebben op de verontreinigingssituatie wordt bij de controle na opstarten het volgende verricht:

Bij het aanbrengen van het saneringssysteem worden de volgende verontreinigingen doorboord [beschrijving], waarbij naar verwachting wel/geen verplaatsing op zal treden.

Voortgangscntrole

De voortgangscntrole vindt plaats op de volgende tijdstippen tijdens de saneringsperiode [data]:

De saneringsperiodes voor de verontreinigingen in de bron en de pluim verschillen. De saneringsperiode voor de bron (grond en grondwater) wordt conform het saneringsplan geraamd op [aantal] jaar. Als saneringscriteria voor de grond geldt [x]-waarde. Voor het grondwater in de bron geldt de [x-waarde] als stopcriterium. De saneringsperiode voor de pluim is ingeschat op [x] jaar. Gedurende deze periode wordt [frequentie] vastgesteld of in voldoende mate sprake is van verwijdering.

De voortgangscntrole voor de sanering van de verontreinigingen in het brongebied geschiedt na [aantal] jaar, de voortgangscntrole voor de pluim na X jaar.

Tijdens de voortgangscntrole wordt een bemonstering uitgevoerd soortgelijk aan de bemonstering zoals omschreven voor de eindcontrole. Het aantal te nemen monsters en uit te voeren analyses tijdens de eindcontrole wordt vastgesteld aan de hand van de voorschriften in hoofdstuk 7 van dit protocol. Tijdens de tussentijdse bemonstering kan worden volstaan met het bemonsteren en analyseren van [X] % van de voor de eindcontrole vastgestelde aantallen. Dit betekent dat bij elke voortgangscntrole het volgende meetprogramma wordt gehanteerd:

[aantallen monsters grond/grondwater + analyses]

Eindcontrole

De eindcontrole vindt plaats aan het einde van de saneringsperiode. De saneringsperiodes voor de verontreinigingen in de bron en de pluim verschillen. De saneringsperiode voor de bron wordt conform het saneringsplan ingeschat op [aantal] jaar. Als saneringscriteria voor de grond geldt [X-waarde]. Voor het grondwater in de bron geldt de [X-waarde] als stopcriterium. De saneringsperiode voor de pluim is ingeschat op [aantal] jaar. Hierna wordt vastgesteld of in voldoende mate sprake is van verwijdering.

Het aantal te nemen monsters en uit te voeren analyses van grond en grondwater wordt vastgesteld aan de hand van hoofdstuk 7 van dit protocol en het stappenschema eindcontrole grondwatersanering (bijlage II), maar is afhankelijk van de bodemopbouw.

Op basis van een verontreinigd oppervlak van [X] m² is vastgesteld dat voor de verontreinigingen in de grond [x] boringen en [x] analyses moeten worden uitgevoerd. Voor het verontreinigde grondwater in de bron met een verontreinigd oppervlak van circa [X] m² moeten bij de eindcontrole [x] peilbuizen bemonsterd en geanalyseerd worden. In de pluim met een verontreinigd oppervlak van circa [X} m² moeten bij de eindcontrole [x] peilbuizen bemonsterd en geanalyseerd worden. Voor de eindcontrole worden [X] peilbuizen nieuw geplaatst. Hiervan worden [x] peilbuizen buiten de oorspronkelijke saneringscontour geplaatst.

Bij deze toetsing wordt het stappenschema eindcontrole grondwatersanering (bijlage 1) doorlopen. Het aantal bemonsteringsronden tijdens de eindcontrole is dus afhankelijk van de analyseresultaten en het doorlopen van dit schema.

De monsters worden getoetst aan [analyseparameters]:

De omvang van de restverontreinigingen, die in de eindcontrole worden aangetroffen, worden vastgelegd middels [methode].

Bijlage 5 Inhoud van het nazorgstatusrapport

In het kader van nazorg moet periodiek een nazorgstatusrapport worden opgesteld. Hierin moeten onderstaande onderdelen – voor zover van toepassing – zijn opgenomen:

I. Inleiding met daarin

- NAW-gegevens opdrachtgever;
- ligging locatie en overzichtstekening;
- aanleiding en doel werkzaamheden;
- definitie van de uitgangspunten, waaronder algemene uitgangspunten uit het nazorgplan, nazorgdoelstelling voor grond en grondwater;
- type verontreiniging en vermelding grond en / of grondwater;
- rapportwijzer.

II. Achtergrondinformatie met daarin

- algemene gegevens omtrent de locatie, zoals adres, oppervlak, NAW-gegevens eigenaar, huidig en toekomstig gebruik, kadastrale vermelding en X, Y, Z coördinaten;
- verwijzing naar het door het bevoegd gezag goedgekeurde nazorgplan (titel, adviesbureau, projectnummer, datum) en de beschikking inzake het geval;
- historische informatie en terreinbeschrijving, zoals type (voormalige en huidige) bedrijfsactiviteiten en welke onderzoeken zijn verricht (titel, adviesbureau, projectnummer, datum en kader waarin);
- gedetailleerde beschrijving (eventueel aangevuld met kaarten of profielen) van de restverontreinigingen, voor zowel grond als grondwater, met informatie aangaande type verontreiniging, locatie, in welke (maximale) mate en verwijzing naar verontreinigingstekening;
- beschrijving van gebruik van en gebruiksbepalingen;
- juridische eigendomssituatie;
- vermelding van alle bij de nazorg betrokken relevante partijen, inclusief NAW-gegevens en contactpersonen;
- algemene organisatorische aspecten.

III. Uitvoering van de nazorg met daarin

- definitie van het nazorggeval, conform nazorgplan;
- verwijzing naar voorgaande nazorgstatusrapporten of melding wijziging;
- verwijzing naar het nazorgprogramma (titel, adviesbureau, projectnummer, datum) en de beschikking inzake het geval;
- situatietekeningen met geplande activiteiten uit het nazorgprogramma grond / grondwater (situering IBC-systeem monitoringssysteem)
- status en relevante data omtrent vergunningen, ontheffingen, meldingen en verzekeringen, waaronder beschikking Wbb, alle verrichte meldingen en verkregen vergunningen, nazorgverzekering inclusief bijbehorende voorwaarden;
- voorbereidende werkzaamheden voorafgaand aan de nazorg, waaronder bestek (naam etc.), aanbestedingswijze en gunning, veiligheidsaspecten, bouwkundige opname;
- uitvoering algemeen, met NAW-gegevens aannemer, milieukundige begeleiding en opdrachtgever;
- uitvoering nazorg (eventueel per deellocatie) met:
 - periode van uitvoering;
 - chronologische beschrijving en bespreken van voorbereidende en hoofdwerkzaamheden (metingen en waarnemingen, parameters, locatie

- en verwijzing naar tekening, vermelding in tabel in chronologische volgorde);
- registratie (eventueel per deellocatie) van hoeveelheden (grondwater), waaronder hoeveelheid onttrokken, geloosd en geïnfilteerd water, wijze van reiniging van grondwater, hoeveelheid verbruikt materiaal (o.a. actief kool), vergelijking met geraamde hoeveelheden en tijdsduur uit nazorgplan en motivatie voor verschil waar noodzakelijk;
- constatering van concentratieveranderingen, grondwaterstands- of stromingsrichtingswijzigingen, zettingen, toetsing aan bijvoorbeeld signaal- en actiewaarden en vergunningsvoorschriften),
- uitgevoerd onderhoud en vervangingen;
- vermelding van bijzonderheden (waaronder calamiteiten, wijzigingen in uitgangspunten), problemen en oplossingen;
- bespreking resultaten in termen van de status van de nazorg en wijzigingen hierin ten opzichte van de in stand te houden situatie.

IV. Conclusies en aanbevelingen met daarin

- terugkoppeling eindresultaat naar uitgangspunten;
- aangeven wijzigingen van nazorgprogramma;
- toetsing aan bijvoorbeeld signaal- en actiewaarden en terugkoppeling naar vergunningsvoorwaarden;
- aangeven van afwijkende resultaten van controles en metingen inclusief oorzaak;
- aangeven van aanpassingen van de nazorg (aanvullende maatregelen, gebruiksbeperkingen of controles).

Toe te voegen informatie in bijlagen

- meetresultaten, registraties en waarnemingen;
- analyseresultaten monsters;
- analyseresultaten en bemonsteringsgegevens controlepeilbuizen;

Het betreft een niet limitatieve opsomming, alles voor zover van toepassing.

Bijlage 6 Inhoud van het nazorgplan

In aanvulling op de eisen die bevoegde gezagen stellen aan de inhoud van het nazorgplan moet – voor zover van toepassing – het nazorgplan in aansluiting op de opzet van het voorliggende protocol minstens de onderstaande aspecten bevatten:

Uitgangspunten en basisgegevens:

- Beschrijving van de nulsituatie na afloop van de (water)bodemsanering (begin van de nazorg) op basis van het verslag van de sanering;
- Beschrijving van het ontwerp (incl. tekeningen), de dimensionering en de bouw van het nazorgsysteem;
- Prognose op het functioneren van de nazorgsystemen in de tijd en processen die dit functioneren kunnen beïnvloeden gedurende de gehele instandhoudingsduur (inclusief grafische weergave voor zover van toepassing mede gebaseerd op het resultaat van de inregelfase);
- Gebruiksbeperkingen van het terrein en daarbuiten gedurende de nazorg;

Werkwijze:

- Beschrijving hoe het nazorgsysteem wordt gecontroleerd en wat de kritieke punten daarin zijn.
- Beschrijving van het in stand houden van het nazorgsysteem;
- Bemonsterings-, controle- en / of meetprogramma (opgesteld op basis van de prognose op het functioneren van het nazorgsysteem en de processen die dit functioneren kunnen beïnvloeden, vergunningen en ontheffingen). Onder dit programma wordt verstaan een beschrijving van de manier waarop de kwaliteit van de (water)bodem en / of de kwaliteit en het functioneren van het nazorgsysteem in de tijd wordt vastgelegd in de vorm van een monitoringsschema;
- Beschrijving van acties bij calamiteiten (bijv. andere grondwaterstromingsrichting of erosie afdeklaag door scheepvaart);
- Beschrijving van de frequentie en inhoud van het op te stellen nazorgstatusrapport;

Analyse en evaluatie

- Beschrijving van de nazorgstatus (nazorgsysteem, verontreinigingssituatie van de (water)bodem, gebruik bodem) inclusief geconstateerde verschillen;
- Planning van alle uit te voeren werkzaamheden (details in nazorgprogramma).

Bijlage 7 In-situ saneringstechnieken en te monitoren systeem- en bodemprocesparameters

Onderstaande lijst met technieken is indicatief en bedoeld ter ondersteuning van de milieukundige begeleiding. In deze lijst zijn per groep van technieken de belangrijkste relevante systeem- en bodemprocesparameters opgenomen.⁷ Het is verplicht deze parameters op te nemen in het saneringsplan, kwaliteitsplan en/of verificatieplan om inzicht te krijgen in de werking van het systeem en de voortgang van de sanerende processen in de bodem. In genoemde plannen kan gemotiveerd worden afgeweken van de keuze van de parameters en de frequentie waarmee de parameters kunnen worden gemeten.

Biologische technieken	Chemische technieken	Fysische technieken
B1 Natuurlijke afbraak	C1 Chemische oxidatie	F1 Spoelen met grondwater
A reductieve afbraak (CKW)	A Fenton's	F2 Meerfase extractie
B oxidatieve afbraak (aromaten, olie)	B permanganaat	F3 Persluchtinjectie
B2 Gestimuleerde anaërobe afbraak	C/D ozon / perozon	F4 Bodemluchtonttrekking
A reductieve afbraak (CKW)	C2 Chemische reductie	F5 Elektroreclamatie
B oxidatieve afbraak (aromaten, olie)	C3 Vastlegging	F6 Cosolvent / surfactant flushing
B3 Gestimuleerde aërobe afbraak	C4 Sorptiescherm	F7 Bodemverwarming
		A stoominjectie
		B elektrisch verwarmen



⁷ In de tabel wordt onderscheid gemaakt tussen systeempparameters en bodemprocesparameters. De systeempparameters zijn van belang voor monitoring van de werking van het systeem en de controle of het systeem levert wat het moet leveren zoals afgesproken in het saneringsplan en/of het bestek. De bodemprocesparameters zijn van belang voor meting van de voortgang van de processen in de bodem. Daarbij is onderscheid gemaakt in relevante parameters en incidenteel relevante parameters. In de tabel is een indicatie gegeven van de range waarbinnen het resultaat van de meting zou moeten vallen. Resultaten van metingen buiten de aangegeven range moeten kritisch worden beschouwd en kunnen een aanwijzing zijn dat of het systeem onvoldoende presteert dan wel er onvoldoende voortgang is in de processen in de bodem. De aangegeven ranges van de bodemprocesparameters hebben betrekking op metingen binnen de verontreinigingscontour. In specifieke gevallen moeten metingen van bodemprocesparameters stroomopwaarts of stroomafwaarts van de verontreinigingscontour gemeten worden om de resultaten van de metingen binnen de contour op de juiste wijze te kunnen interpreteren. Daarnaast wordt in de tabel de frequentie gegeven waarmee parameters worden gemeten en met welke techniek dit zou kunnen. De meest gangbare meetmethode is daarbij aangegeven. Zowel de methode als de frequentie moeten als indicatief worden opgevat.



B1. Natuurlijke afbraak					
a) alifatische en aromatische chloorkoolwaterstoffen					
Relevante procesparameters	Fase	Frequentie*, **	Meetmethode (gangbaar) ***	Range	Rationale
afbraakproducten (lager gechloreerde CKW en ongevaarlijke eindproducten)	gw	altijd	gaschromatografie	zelfde als verontreiniging	bewijs voor (on)volledige afbraak
Total/dissolved organic carbon (TOC/DOC)	gw	periodiek	TOC/DOC analysator	> 5 mg/L	natuurlijk substraat voor afbraak, hoe hoger hoe beter
zuurstof	gw	periodiek	zuurstofelektrode (veld)	<1 mg/L	elektronen acceptor, remt anaërobe afbraak
nitraat	gw	periodiek	colorimetrisch, ionchromatografie	< 1 mg/L	elektronen acceptor, remt volledige CKW afbraak
ijzer(II)	gw	periodiek	colorimetrisch	> achtergrondwaarde	anaëroob omzettingsproduct
sulfaat	gw	periodiek	colorimetrisch, ionchromatografie	< 200-300 mg/L	elektronen acceptor, bij hoge concentratie kans op onvolledige afbraak
methaan	gw	periodiek	gaschromatografie	>1 mg/L (max ca 35 mg/L)	algemeen anaëroob afbraakproduct, vorming duidt op gunstige condities
pH	gw	altijd	pH-elektrode (veld)	6-8	bij pH < 6 kans op onvolledige afbraak
Aanvullende procesparameters (incidenteel relevant, extra bewijslast)					
redoxpotentiaal	gw	altijd	redox-elektrode (veld)	< -100 mv	indicatieve parameter, lage waarde (< -100 mv) nodig voor volledige afbraak
sulfide	gw	periodiek	colorimetrisch	hoger dan achtergrondwaarde	redoxparameter, vorming duidt op gunstige condities
16S-RNA	gw/gr	laag/eenmalig	PCR	nvt	aanwezigheid specifieke bacteriën
enzymspecifiek DNA (VC reductase)	gw/gr	laag/eenmalig	PCR	nvt	aanwezigheid capaciteit volledige afbraak Per/Tri/Cis/VC

B1. Natuurlijke afbraak

a) alifatische en aromatische chloorkoolwaterstoffen

stabiele koolstof isotopen	gw	laag/eenmalig	GC-C-IRMS	-50 tot + 50‰	verhoging ¹³ C-gehalte is bewijs voor afbraak specifieke componenten
vluchtige vetzuren	gw	laag/eenmalig	gaschromatografie	geen verlaging t.o.v. achtergrond	omzettingsproduct anaërobe afbraak DOC
purchable organic carbon (POC)	gw	laag/eenmalig	TOC/DOC analysator	geen verlaging t.o.v. achtergrond	maat voor beschikbare hoeveelheid DOC
waterstof	gw	laag/eenmalig	veld GC	> 2 nM	indicatie redoxtoestand

gw = grondwater
 gr = grond

* t.o.v. frequentie analyse verontreinigingen

** afhankelijk van voortgang en nulmeting

*** zie BRL SIKB 2000 voor monsternamen





B1. Natuurlijke afbraak					
b) olie, aromaten					
Relevante procesparameters	Fase	Frequentie*, **	Meetmethode (gangbaar) ***	Range	Rationale
carbonaten /alkaliteit	gw	periodiek	titratie	> achtergrondwaarde	algemeen biologisch afbraakproduct, vorming in verontreinigde zone is aspecifiek bewijs voor afbraak
zuurstof	gw	periodiek	zuurstofelektrode (veld)	0-10 mg/L	elektronen acceptor, gunstig voor afbraak, verbruik in verontreinigde zone aspecifiek bewijs voor afbraak
nitraat	gw	periodiek	colorimetrisch, ionchromatografie	0-200 mg/L	elektronen acceptor, verbruik in verontreinigde zone aspecifiek bewijs voor afbraak
ijzer(II)	gw	periodiek	colorimetrisch	0-100 mg/L	afbraakproduct ijzerreductie, vorming in verontreinigde zone is aspecifiek bewijs voor afbraak
sulfaat	gw	periodiek	colorimetrisch, ionchromatografie	0 -3.000 mg/L	elektronen acceptor, verbruik in verontreinigde zone is aspecifiek bewijs voor afbraak
methaan	gw	periodiek	gaschromatografie	0-35 mg/L	afbraakproduct, vorming in verontreinigde zone is aspecifiek bewijs voor afbraak
pH	gw	altijd	pH-elektrode (veld)	5-8	hogere of lagere pH algemeen ongunstig voor micro-organismen
Aanvullende procesparameters (incidenteel relevant, extra bewijslast)					
redoxpotentiaal	gw	altijd	redox-elektrode (veld)	-200 - +200 mv	redoxconditie grondwater, daling in verontreinigde zone is aspecifiek bewijs voor afbraak
sulfide	gw	periodiek	colorimetrisch	0-50 mg/L	afbraakproduct sulfaatreductie, vorming in verontreinigde zone is aspecifiek bewijs voor afbraak
tussenproducten	gw	periodiek	gaschromatografie	lage concentraties	bewijs voor afbraak, potentieel specifiek
stabiele koolstof isotopen	gw	laag/eenmalig	GC-C-IRMS	-50 - + 50‰	toename ¹³ C-gehalte specifiek bewijs voor afbraak

B1. Natuurlijke afbraak

b) olie, aromaten

waterstof	gw	periodiek	veld GC	0-100 Mn	redoxconditie grondwater
kooldioxide	bg	periodiek	diverse technieken	0,05 - 1%	algemeen biologisch afbraakproduct, vorming in verontreinigde zone is specifiek bewijs voor afbraak

gw = grondwater
 gr = grond
 bg = bodemgas

* t.o.v. frequentie analyse verontreinigingen
 ** afhankelijk van voortgang en nulmeting
 *** zie BRL SIKB 2000 voor monsternamen



B2. Gestimuleerde anaërobe CKW-afbraak

- a) 1. spoelen met substraat
 2. directe injectie substraat
 3. vernevelen substraat met stikstof
 4. aanvullende bioaugmentatie

Relevante procesparameters	Fase	Frequentie*, **	Meetmethode (gangbaar) ***	Range	Rationale
afbraakproducten	gw	altijd	gaschromatografie	zelfde als verontreiniging	let op optreden volledige afbraak tot ongevaarlijk eindproducten
TOC/DOC/CZV of specifieke substraat analyse	gw	altijd	TOC/DOC analysator, colorimetrisch, div	hoger dan omgeving	aspecifieke of specifieke maat voor substraat
zuurstof	gw	periodiek	zuurstofelektrode (veld)	< 1 mg/L	elektronen acceptor, remt anaërobe afbraak
nitraat	gw	periodiek	colorimetrisch, ionchromatografie	< 1 mg/L	elektronen acceptor, remt volledige CKW afbraak
ijzer(II)	gw	periodiek	colorimetrisch	> achtergrondwaarde	anaëroob omzettingsproduct, stijging wist op afbraak substraat
sulfaat	gw	altijd	colorimetrisch, ionchromatografie	< 10 mg/L	elektronen acceptor, remt volledige CKW afbraak
methaan	gw	periodiek	gaschromatografie	> 1 mg/L (max ca. 35 mg/L)	algemeen anaëroob afbraakproduct, vorming duidt op gunstige condities
pH	gw	altijd	pH-elektrode (veld)	6-8	bij pH < 6 kans op onvolledige afbraak
Systeem parameters					
injectiedebiet per injectiepunt (a1,a3)		altijd	debietmeter	relateren aan ontwerp	controle proces, afname debiet wijst



B2. Gestimuleerde anaërobe CKW-afbraak						
a) 1. spoelen met substraat						
2. directe injectie substraat						
3. vernevelen substraat met stikstof						
4. aanvullende bioaugmentatie						
injectiedruk (a1,a3)		altijd	manometer	relateren aan ontwerp		op verstoppingen verhoging druk wijst op verstoppingen
verontreiniging in onttrokken water (a1)		altijd	gaschromatografie			massabalans (eisen vergunningen)
geïnjecteerde hoeveelheden per injectiepunt (a2)		eenmalig		relateren aan ontwerp		
Aanvullende procesparameters (incidenteel relevant, extra bewijslast)						
redoxpotentiaal	gw	altijd	redox-elektrode (veld)	< -100 mv		lage waarde (< -100 mv) nodig voor volledige afbraak, betrouwbaarheid meting staat ter discussie
sulfide	gw	periodiek	colorimetrisch	hoger dan achtergrondwaarde		redoxparameter, vorming duidt op gunstige condities
conservatieve tracer	gw	periodiek	diversen	afhankelijk gebruikte concentratie		verspreiding injectievloeistof
16S rRNA	gw/gr	laag	PCR			aanwezigheid specifieke bacteriën
enzymspecifiek DNA (VC reductase)	gw/gr			nvt		aanwezigheid bacteriën met juiste afbraakcapaciteit
stabiele koolstof isotopen	gw	periodiek	GC-C-IRMS	-50 - + 50‰		bewijs voor afbraak specifieke componenten
vluchtige vetzuren	gw	periodiek	gaschromatografie			bewijs voor afbraak DOC
waterstof	gw	periodiek	veld GC	>2-10 Mn		redoxconditie



B2. Gestimuleerde anaërobe CKW-afbraak		
a) 1. spoelen met substraat		
2. directe injectie substraat		
3. vernevelen substraat met stikstof		
4. aanvullende bioaugmentatie		
		grondwater
Infiltratie aspecten (a1, a4)		
Infiltratie van:	rationale	monitoringsaspecten
organisch substraat (= koolstofbron en elektronendonor)	bacteriegroei, sulfaatreductie (precipitatie van metaalsulfiden)	drukverloop in systeem, zuurstof (gasdicht systeem), mengwater in onttrekkingsput, sulfiden
nutriënten (fosfaat, nitraat, ammonium)	precipitatie (fosfaat), bacteriegroei	drukverloop in systeem
biomassa	deeltjesverstopping	drukverloop in systeem, deeltjestelling, zwevende stof
tracers (lithium, bromide; evt. chloride, natrium)	kleizwelling, kleidispersie	Drukverloop in systeem; troebelheid, onderzoek interacties met bodem en grondwater.

gw = grondwater
 gr = grond

* t.o.v. frequentie analyse verontreinigingen
 ** afhankelijk van voortgang en nulmeting

*** zie BRL SIKB 2000 voor monsternamen



B2 Gestimuleerde anaërobe afbraak

aromaten

b) 1. spoelen met elektronen

acceptor

2. directe injectie elektronen

acceptor

Relevante procesparameters	Fase	Frequentie*, **	Meetmethode (gangbaar) ***	Range	Rationale
toe te voegen e-acceptor (nitraat, sulfaat)	gw	altijd	colorimetrisch, ionchromatografie	toegevoegde concentratie	effectiviteit injectie
carbonaten /alkaliteit	gw	periodiek	titratie	> achtergrondwaarde	algemeen biologisch afbraakproduct, vorming in verontreinigde zone is aspecifiek bewijs voor afbraak elektronen acceptor, gunstig voor afbraak, verbruik in verontreinigde zone is aspecifiek bewijs voor afbraak afbraakproduct ijzerreductie, vorming in verontreinigde zone is aspecifiek bewijs voor afbraak
zuurstof	gw	periodiek	zuurstofelektrode (veld)	0-10 mg/L	afbraakproduct, vorming in verontreinigde zone is aspecifiek bewijs voor afbraak
ijzer(II)	gw	periodiek	colorimetrisch	0 - 100 mg/L	afbraakproduct ijzerreductie, vorming in verontreinigde zone is aspecifiek bewijs voor afbraak
methaan	gw	periodiek	gaschromatografie	0 - 35 mg/L	afbraakproduct, vorming in verontreinigde zone is aspecifiek bewijs voor afbraak
pH	gw	altijd	pH-elektrode (veld)	5-8	hogere of lagere pH algemeen ongunstig voor micro-organismen
nitriet (alleen bij toedienen nitraat)	gw	altijd	colorimetrisch	< 1 mg/L	toxisch tussenproduct nitraatafbraak
Systeem parameters					
injectiedebiet per injectiepunt (b1)		altijd/continue	debietmeter, hvh	relateren aan ontwerp	effectiviteit systeem
onttrekkingsdebiet (b1)		altijd/continue	debietmeter	relateren aan ontwerp	effectiviteit systeem
verontreiniging in onttrokken		altijd	GC		massabalans (eisen

**B2 Gestimuleerde anaërobe afbraak
 aromaten**

b) 1. spoelen met elektronen

acceptor

2. directe injectie elektronen

acceptor

grondwater (b1) geïnjecteerde hoeveelheid per injectiepunt (b2)		elke injectie	debietmeter, hvh	relateren aan ontwerp	vergunningen) effectiviteit systeem
Aanvullende procesparameters (incidenteel relevant, extra bewijslast)					
conservatieve tracer (bv bromide)	gw	altijd	diverse technieken	toegevoegde concentratie	verspreiding injectievloeistof
redoxpotentiaal	gw	altijd	redox-elektrode (veld)	-200 - +200 mv	redoxconditie grondwater, stijging in sterk verontreinigde zones is bewijs voor verbetering condities voor afbraak
sulfide	gw	periodiek	colorimetrisch	0-50 mg/L	afbraakproduct sulfaatreductie, vorming in verontreinigde zone is aspecifiek bewijs voor afbraak
tussenproducten	gw	periodiek	gaschromatografie	lage concentraties	specifiek bewijs voor afbraak, potentieel specifiek
stabiele koolstof isotopen	gw	laag/eenmalig	GC-C-IRMS	-50 - + 50‰	toename ¹³ C-gehalte specifiek bewijs voor afbraak
waterstof	gw	periodiek	veld GC	0-100 Mn	redoxconditie grondwater
kooldioxide	bg		diverse technieken		algemeen biologisch afbraakproduct, vorming in verontreinigde zone is aspecifiek bewijs voor afbraak
Infiltratie aspecten (b1)					
Infiltratie van: elektronen-acceptoren (nitraat, sulfaat)		rationale bacteriegroei, ongewenste oxidatieproces sen	monitoringsaspecten drukverloop in systeem, zuurstof (gasdicht systeem), mengwater onttrekkingsput		





B2 Gestimuleerde anaërobe afbraak aromaten		
b) 1. spoelen met elektronen acceptor		
2. directe injectie elektronen acceptor		
tracers (lithium, bromide; evt. chloride, natrium)	kleizwelling, kleidispersie	drukverloop; troebelheid (MFI); meten ESP of SAR, onderzoek interacties met bodem, grondwater.
gw = grondwater bg = bodemgas	* t.o.v. frequentie analyse verontreinigen ** afhankelijk van voortgang en nulmeting	*** zie BRL SIKB 2000 voor monstername

B3. Gestimuleerde aërobe afbraak					
1. biosparging					
2. zuurstofdiffusie					
3. ORC injectie					
Relevante procesparameters	Fase	Frequentie*, **	Meetmethode (gangbaar) ***	Range	Rationale
zuurstof	gw	altijd	zuurstofelektrode (veld)	0-10 mg/L	voorwaarde voor aërobe afbraak
pH	gw	altijd	pH-elektrode (veld)	5-8	hogere of lagere pH, algemeen ongunstig voor micro-organismen, ORC kan pH-verhogen!
verontreiniging (1)	bg	periodiek	diversen	geen risico	controle op ongewenste vervluchtiging
Systeem parameters					
injectiedebiet per filter (1,2)		altijd/continu	diversen	relateren aan ontwerp	effectiviteit systeem
injectiedruk per filter (1,2)		altijd/continu	manometer	relateren aan	effectiviteit systeem

B3. Gestimuleerde aërobe afbraak					
1. biosparging					
2. zuurstofdiffusie					
3. ORC injectie					
injectiehoeveelheid per injectiepunt (3)		elke injectie		ontwerp relateren aan ontwerp	effectiviteit systeem
Aanvullende procesparameters (incidenteel relevant, extra bewijslast)					
kooldioxide	bg		diverse technieken		algemeen biologisch afbraakproduct, vorming is aspecifiek bewijs voor afbraak
nutriënten (N, P)	gw		ionchromatografie, colorimetrie	C:N:P 250:5:3	
stijghoogtes	gw	altijd	stijghoogtemeter of druksensor		
onttrekkingsdebiet gas (1)		altijd/continue	debietmeter	relateren aan ontwerp	effectiviteit proces
onderdruk (1)		altijd/continue	manometer	relateren aan ontwerp	effectiviteit proces
verontreiniging in onttrokken lucht (1)		altijd	GC	relateren aan ontwerp	effectiviteit proces, massabalans
verontreiniging in gezuiverde lucht (1) hoogtemetingen	-	altijd periodiek	GC meetbouten	< emissie-eis < specificatie	werking luchtzuivering controle op ongewenste zettingen

gw = grondwater
 bg = bodemgas

* t.o.v. frequentie
 analyse
 verontreinigingen

*** zie BRL SIKB
 2000 voor
 monsternamen



Biologische technieken	Chemische technieken	Fysische technieken
B1 Natuurlijke afbraak	C1 Chemische oxidatie	F1 Spoelen met grondwater
A reductieve afbraak (CKW)	A Fenton's	F2 Meerfase extractie
B oxidatieve afbraak (aromaten, olie)	B permanganaat	F3 Persluchtinjectie
B2 Gestimuleerde anaërobe afbraak	C/D ozon / perozon	F4 Bodemluchtonttrekking
A reductieve afbraak (CKW)	C2 Chemische reductie	F5 Elektroreclamatie
B oxidatieve afbraak (aromaten, olie)	C3 Vastlegging	F6 Cosolvent / surfactant flushing
B3 Gestimuleerde aërobe afbraak	C4 Sorptiescherm	F7 Bodemverwarming
		A stoominjectie
		B elektrisch verwarmen



C1. Chemische oxidatie		organische oxideerbare stoffen			
a) Fentons reagens					
Relevante procesparameters	Fase	Frequentie *, **	Meetmethode (gangbaar) ***	Range	Rationale
temperatuur	gw	altijd	thermokoppel, thermometer	<45°C	bij hogere temperatuur zelfontleding peroxide
pH	gw	altijd	pH-elektrode	4-5	optimale temperatuur voor Fenton's reactie
redox potentiaal	gw	altijd	redox-elektrode	hoger dan omgeving	invloedsstraal sanering
zuurstof	gw	altijd	zuurstofelektrode	hoger dan omgeving	invloedsstraal sanering
verontreiniging in onttrokken lucht		altijd	GC	laag	effectiviteit sanering
verontreinigingen na luchtzuivering		altijd	GC	lozingseis	effectiviteit luchtzuivering (indien van toepassing)
zware metalen	gw	periodiek	ICP	< I waarde	controle op ongewenste mobilisatie
verontreiniging	bg	periodiek	GC	geen risico	controle op (ongewenste) uitdamping
Systeemp parameters					
injectiedebieten (oxidant, primer) per injectiepunt		elke injectie	debietmeter /hvh	relateren aan ontwerp	effectiviteit proces
onttrekkingsdebiet lucht		altijd/continue	debietmeter /hvh	relateren aan ontwerp	effectiviteit proces
Aanvullende procesparameters (incidenteel relevant, extra bewijslast)					
conservatieve tracer	gw	periodiek	diversen	afhankelijk gebruikte concentratie	verspreiding injectievloeistof
injectiedruk		altijd	manometer	relateren aan SP	inzicht saneringsactiviteiten
hoogtemetingen	-	periodiek	meetbuiten	< 2 mm	controle op eventuele zettingen
chloride	gw	periodiek	ionchromatografie	hoger dan omgeving	eindproduct oxidatie reactie CKW
Infiltratie aspecten					
infiltratie van:		rationale	monitoringsaspecten		



C1. Chemische oxidatie organische oxideerbare stoffen		
a) Fentons reagens		
peroxide	ijzer neerslagen	drukverloop in systeem volgen, pH moet laag blijven
gw = grondwater bg = bodemgas	* t.o.v. frequentie analyse verontreinigingen ** afhankelijk van voortgang en nulmeting	*** monstername, zie BRL SIKB 2000





C1. Chemische oxidatie organische oxideerbare stoffen					
b) permanganaat					
Relevante procesparameters	Fase	Frequentie *, **	Meetmethode (gangbaar) ***	Range	Rationale
permanganaat	gw	altijd	colorimetrie	ingebrachte concentratie	effectiviteit methode
redox potentiaal	gw	altijd	redox-elektrode	> 0 mV	invloedsstraal sanering
verontreiniging	bg	periodiek	GC		controle op (ongewenste) uitdamping
verontreiniging	afgas	altijd	GC		
zware metalen	gw	periodiek	ICP	< I waarde	controle op ongewenste mobilisatie
Systeemp parameters					
injectiedebieten per injectiepunt	-	altijd	debietmeter	relateren aan ontwerp	inzicht saneringsactiviteiten
Aanvullende parameters					
conservatieve tracer	gw	periodiek	diversen	ingebrachte concentratie	verspreiding injectievloeistof
injectiedruk			manometer	relateren aan ontwerp	inzicht saneringsactiviteiten
hoogtemetingen	-	periodiek	meetbouts	< specificatie	controle op ongewenste zettingen
doorlatendheid	gr	laag	pompproef		controle op ongewenste verlaging doorlatendheid
chloride	gw	periodiek	ionchromatografie	hoger dan omgeving	eindproduct oxidatie reactie CKW
Infiltratie aspecten					
Infiltratie van:		rationale	monitoringsaspecten		
permanganaat		neerslag van gevormde mangaan oxides	drukverloop in systeem		
tracers (lithium, bromide; evt. chloride, natrium)		kleizwelling, kleidispersie	Drukverloop in systeem; troebelheid, onderzoek interacties met bodem en		

C1. Chemische oxidatie	organische oxideerbare stoffen
b) permanganaat	grondwater.

gw = grondwater
gr = grond
bg = bodemgas

* t.o.v. frequentie
analyse
verontreinigingen
** afhankelijk van
voortgang en
nulmeting

*** monsternamen, zie
BRL SIKB 2000



C1. Chemische oxidatie organische oxideerbare stoffen					
c) ozon					
d) perozone					
Relevante procesparameters	Fase	Frequentie *, **	Meetmethode (gangbaar) ***	Range	Rationale
ozon	bg	altijd	ozon meter + gasdetectiebuisjes		effectiviteit proces
redox potentiaal	gw	altijd	Redox-elektrode	hoger dan omgeving	effectiviteit proces, ozon verhoogt redoxpotentiaal
zuurstof	gw	altijd	zuurstofelektrode	hoger dan omgeving	effectiviteit proces, zuurstof is
verontreiniging	bg	altijd	GC	geen risico	controle op (ongewenste) uitdamping
verontreiniging in onttrokken lucht		altijd	GC	laag	effectiviteit sanering
verontreinigingen in lucht na zuivering		altijd	GC	lozingseis	effectiviteit luchtzuivering (indien van toepassing)
Systeemparemeters					
injectiedebiet		altijd/continue	debietmeter	relateren aan ontwerp	effectiviteit systeem
onttrekkingsdebiet lucht		altijd/continue	debietmeter	relateren aan ontwerp	effectiviteit systeem
Aanvullende parameters					
hoogtemetingen	-	periodiek	meetbouten	< specificatie	controle op ongewenste zettingen
carbonaten	gw	periodiek	titratie	hoger dan omgeving	eindproduct oxidatie reactie
koolzuur	bg	periodiek	diversen	hoger dan omgeving	eindproduct oxidatie reactie
chloride	gw	periodiek	ionchromatografie	hoger dan omgeving	eindproduct oxidatie reactie CKW

gw = grondwater
 bg = bodemgas

* t.o.v. frequentie analyse verontreinigingen
 ** afhankelijk van voortgang en nulmeting

*** monsternamen, zie BRL SIKB 2000



C2. Chemische reductie		alifatische CKW			
1) ijzerscherm					
Relevante procesparameters	Fase	Frequentie *, **	Meetmethode (gangbaar) ***	Range	Rationale
afbraakproducten	gw	altijd	GC	zelfde als verontreiniging	aantonen werking proces, massabalans voor en na scherm
redox potentiaal	gw	altijd	redox-electrode	< -100 mV	uitstromend water moet lage redoxpotential hebben
pH	gw	altijd	pH-elektrode	<10	ijzerscherm verhoogt pH, toenemend stijghoogteverschil wijst op verminderde doorlatendheid
stijghoogte voor en achter scherm	gw	altijd	stijghoogte meter, diver		
nitraat	gw	periodiek	colorimetrie, ionchromatografie	< 1 mg/l achter scherm	effectiviteit proces
sulfaat	gw		colorimetrie, ionchromatografie	lager achter scherm	effectiviteit proces
ijzer(II)	gw		colorimetrie	hoger achter scherm	effectiviteit proces
Aanvullende parameters					
geleidbaarheid	gw		geleidbaarheidsmeter	hoger achter scherm	
carbonaat	gw		titratie	hoger achter scherm	
chloride	gw	altijd	ionchromatografie	zelfde als verontreiniging	aspecifiek eindproduct dechlorering
stabiele koolstof isotopen	gw	laag	GC-C-IRMS	-50 - + 50‰	toenemend 13C-gehalte bewijs voor afbraak specifieke componenten

gw = grondwater

* t.o.v. frequentie analyse verontreinigingen
 ** afhankelijk van voortgang en nulmeting

*** monsternamen, zie BRL SIKB 2000





C3. Vastlegging		zware metalen			
1) in-situ metaalprecipitatie					
2) toeslagstof bouwvoor					
Relevante procesparameters	Fase	Frequentie *, **	Meetmethode (gangbaar) ***	Range	Rationale
redox potentiaal	gw	altijd	redox-elektrode	< -100 mV	lage redoxpotentiaal nodig voor sulfaatreductie
pH	gw	altijd	pH-elektrode	>4	bij lagere pH remming sulfaatreductie
TOC/DOC/CZV of specifieke substraat analyse	gw	altijd	TOC/DOC analysator, colorimetrisch, div	hoger dan omgeving	aspecifieke of specifieke maat voor substraat
sulfaat	gw	altijd	ionchromatografie		nodig voor vastlegging
zuurstof	gw	altijd	zuurstofelektrode	< 1 mg/L	anaërobe condities noodzakelijk
Systeemparemeters					
injectiedebiet per injectiepunt (a)		altijd/continue	debietmeter	relateren aan ontwerp	effectiviteit proces
Aanvullende parameters					
conservatieve tracer	gw	periodiek	diversen	afhankelijk gebruikte concentratie	verspreiding injectievloeistof
Infiltratie aspecten (a)					
infiltratie van: organisch substraat (= koolstofbron en elektronendonor)		rationale bacteriegroei, sulfaatreductie (precipitatie van metaalsulfiden)	monitoringsaspecten drukverloop in systeem, zuurstof (gasdicht systeem), mengwater in onttrekkingsput, sulfiden		
nutriënten (fosfaat, nitraat, ammonium)		precipitatie (fosfaat), bacteriegroei	drukverloop in systeem		
tracers (lithium, bromide; evt. chloride, natrium)		kleizwelling, kleidispersie	drukverloop in systeem; troebelheid, onderzoek interacties met bodem en grondwater.		
gw = grondwater gr = grond		* t.o.v. frequentie analyse	*** monstername, zie BRL SIKB 2000		

C3. Vastlegging **zware metalen**

1) in-situ metaalprecipitatie

2) toeslagstof bouwvoor

bg = bodemgas

verontreinigingen

** afhankelijk van
voortgang en
nulmeting



C4. Sorptiescherm		zware metalen			
Relevante procesparameters	Fase	Frequentie *, **	Meetmethode (gangbaar) ***	Range	Rationale
stijghoogte voor en achter scherm	gw	altijd	stijghoogte meter, diver	-	toenemend stijghoogteverschil wijst op verminderde doorlatendheid

gw = grondwater
 gr = grond
 bg = bodemgas

* t.o.v. frequentie analyse verontreinigingen
 ** afhankelijk van voortgang en nulmeting

*** monsternamen, zie BRL SIKB 2000



Biologische technieken	Chemische technieken	Fysische technieken
B1 Natuurlijke afbraak	C1 Chemische oxidatie	F1 Spoelen met grondwater
A reductieve afbraak (CKW)	A Fenton's	F2 Meerfase extractie
B oxidatieve afbraak (aromaten, olie)	B permanganaat	F3 Persluchtinjectie
B2 Gestimuleerde anaërobe afbraak	C/D ozon / perozon	F4 Bodemluchtonttrekking
A reductieve afbraak (CKW)	C2 Chemische reductie	F5 Elektroreclamatie
B oxidatieve afbraak (aromaten, olie)	C3 Vastlegging	F6 Cosolvent / surfactant flushing
B3 Gestimuleerde aërobe afbraak	C4 Sorptiescherm	F7 Bodemverwarming
		A stoominjectie
		B elektrisch verwarmen



F1. Spoelen met grondwater		Mobiele stoffen			
Relevante procesparameters	Fase	Frequentie*, **	Meetmethode (gangbaar) ***	Range	Rationale
stijghoogtemetingen	gw	altijd	stijghoogtemeter, diver	relateren aan ontwerp	effectiviteit zuivering
verontreiniging in water na zuivering		altijd	GC	lozingseis	
Systeemparameters					
injectiedebiet per injectiepunt		altijd/ continue	debietmeter	relateren aan ontwerp	effectiviteit proces
injectiedruk		altijd/ continue	manometer	relateren aan ontwerp	controle op verminderde permeabiliteit
onttrekkingsdebiet		altijd/ continue	debietmeter	relateren aan ontwerp	effectiviteit proces
verontreiniging in onttrokken water (let op puur product)		altijd	GC	relateren aan ontwerp	effectiviteit proces
Aanvullende procesparameters (incidenteel relevant, extra bewijslast)					
hoogtemetingen		periodiek	meetbouten	< specificaties	controle op ongewenste zettingen
Infiltratie aspecten					
Infiltratie van: (gezuiverd) grondwater		rationale CO ₂ -ontgassing biomassa, groei (en ijzerprecipitatie) door mengwater	monitoringsaspecten drukverloop in systeem (omstorting en put)		

gw = grondwater

* t.o.v. frequentie analyse verontreinigingen
 ** afhankelijk van voortgang en nulmeting

*** monstername, zie BRL SIKB 2000



F2. Meerfase extractie

Relevante procesparameters	Fase	Frequentie*, **	Meetmethode (gangbaar) ***	Range	Rationale
dikte drijf laag		altijd	drijf laagmeter	verlaging t.o.v. uitgangssituatie	effectiviteit proces
stijg hoogte geëxtraheerde verontreiniging	gw	periodiek altijd	stijg hoogtemeter, diver berekenen uit systeem parameters	relateren aan ontwerp relateren aan ontwerp	effectiviteit proces effectiviteit proces
verontreiniging in gezuiverd water		altijd	GC	< lozingseis	werking waterzuivering
verontreiniging in gezuiverde lucht		altijd	GC	< emissie eis	werking luchtzuivering
Systeem parameters					
onttrekkingsdebiet lucht		altijd/ continue	debietmeter	relateren aan ontwerp	effectiviteit proces
onttrekkingsdebiet water		altijd/ continue	debietmeter	relateren aan ontwerp	effectiviteit proces
onttrekkingsdebiet puur product		altijd/ continue	hvh bepalen	relateren aan ontwerp	effectiviteit proces
onttrekkingsdebiet emulsie		altijd	hvh bepalen	relateren aan ontwerp	effectiviteit proces
verontreiniging in onttrokken water		altijd	GC	relateren aan SP	effectiviteit proces, massabalans
verontreiniging in onttrokken lucht		altijd	GC	relateren aan SP	effectiviteit proces, massabalans
onderdruk		altijd	manometer	relateren aan ontwerp	effectiviteit proces
Aanvullende procesparameters (incidenteel relevant, extra bewijslast)					
hoogtemetingen		periodiek	meetbuiten	< specificaties	controle op ongewenste zettingen

gw = grondwater

* t.o.v. frequentie analyse verontreinigingen
 ** afhankelijk van voortgang en nulmeting

*** monsternamen, zie BRL SIKB 2000



F3. Persluchtinjectie + bodemluchtonttrekking

Relevante procesparameters	Fase	Frequentie*, **	Meetmethode (gangbaar) ***	Range	Rationale
zuurstof	gw	altijd	zuurstofelektrode (veld)	0-10 mg/L	zuurstof is maat voor invloedsstraal
verontreiniging in onttrokken lucht		altijd	GC	relateren aan ontwerp	effectiviteit bodemluchtonttrekking, massabalans
verontreiniging in gezuiverde lucht		altijd	GC	< emissie-eis	werking luchtzuivering
verontreiniging	bg	periodiek	GC	geen risico	controle op (ongewenste) uitdamping
Systeem parameters					
injectiedebiet		altijd/continue	diversen	relateren aan ontwerp	effectiviteit PLI
injectiedruk		altijd/continue	manometer	relateren aan ontwerp	effectiviteit PLI
onttrekkingsdebiet lucht		altijd	debietmeter	relateren aan ontwerp	effectiviteit bodemluchtonttrekking
onderdruk		altijd	manometer	relateren aan ontwerp	effectiviteit bodemluchtonttrekking
Aanvullende procesparameters (incidenteel relevant, extra bewijslast)					
hoogtemetingen		periodiek	meetbouten	< specificaties	controle op ongewenste zettingen
stijghoogtes	gw	periodiek	stijghoogtemeter of diver		maat voor invloedsstaal

gw = grondwater
 bg = bodemgas

* t.o.v. frequentie analyse verontreinigingen
 ** afhankelijk van voortgang en nulmeting

*** monsternamen, zie BRL SIKB 2000



F4. Bodemluchtonttrekking		Vluchtige stoffen			
Relevante procesparameters	Fase	Frequentie*, **	Meetmethode (gangbaar) ***	Range	Rationale
verontreiniging in onttrokken lucht		altijd	GC	relateren aan ontwerp	effectiviteit proces, massabalans werking
verontreiniging in gezuiverde lucht		altijd	GC	< emissie-eis	luchtzuivering
verontreiniging	bg	periodiek	GC	geen risico	controle op (ongewenste) uitdamping
Systeemparameters					
onttrekkingsdebiet		altijd/continue	debietmeter	relateren aan ontwerp	effectiviteit proces
onderdruk		altijd/continue	manometer	relateren aan ontwerp	effectiviteit proces

bg = bodemgas

* t.o.v. frequentie analyse verontreinigingen
 ** afhankelijk van voortgang en nulmeting

*** monsternamen, zie BRL SIKB 2000



F5. Bodemverwarming					
a) stoominjectie					
b) elektrisch verwarmen					
Relevante procesparameters	Fase	Frequentie*, **	Meetmethode (gangbaar) ***	Range	Rationale
temperatuur	gw	altijd	thermokoppel, thermometer	> 70 °C	temperatuur boven kookpunt verontreiniging
verontreiniging onttrokken lucht	-	altijd	GC	relateren aan ontwerp	effectiviteit proces
temperatuur onttrokken lucht	-	altijd	thermokoppel, thermometer	relateren aan ontwerp	effectiviteit proces
verontreiniging lucht na zuivering bij CKW: verontreiniging onder saneringszone	- gw	altijd altijd	GC GC	< emissie-eis geen stijging	effectiviteit luchtzuivering controle op ongewenste neerwaartse migratie puur product
verontreiniging	bg	periodiek	GC	geen risico	controle op (ongewenste) uitdamping
Systeemp parameters					
onttrekkingsdebiet lucht		continue	debietmeter	relateren aan ontwerp	effectiviteit proces
stoomdebiet (a)	-	altijd/continu	stoomdebietmeter	relateren aan ontwerp	
injectiedruk (a)	-	altijd	manometer	relateren aan ontwerp	
doorlatendheid injectiefilters (a)		periodiek	hydrologische test		controle op verminderde doorlatendheid
stroomverbruik (b)		continue		relateren aan ontwerp	effectiviteit proces
Aanvullende procesparameters (incidenteel relevant, extra bewijslast)					
hoogtemetingen	-	periodiek	meetbouten	< specificatie	controle op eventuele ongewenste zettingen



Infiltratie aspecten (a)	rationale	monitoringsaspecten
Infiltratie van: stoom	geochemische precipitatie (kalkneerslag)	drukverloop in systeem
gw = grondwater bg = bodemgas	* t.o.v. frequentie analyse verontreinigingen ** afhankelijk van voortgang en nulmeting	*** monstername, zie BRL SIKB 2000





F6. Surfactant/cosolvent flushing					
Relevante procesparameters	Fase	Frequentie*, **	Meetmethode (gangbaar) ***	Range	Rationale
concentratie surfactant/cosolvent onttrokken water		altijd	GC,HPLC	ingebrachte concentratie	effectiviteit proces
verontreiniging in onttrokken water		altijd	GC	relateren aan SP	effectiviteit proces
verontreiniging in water na zuivering		altijd	GC	lozingseis	effectiviteit zuivering
bij CKW: verontreiniging onder saneringszone	gw	altijd	GC	geen stijging	controle op ongewenste neerwaartse migratie puur product
Systeemparameters					
injectiedebieten per injectiepunt		altijd/ continue	debietmeter	relateren aan SP	effectiviteit proces
injectiedruk		altijd	manometer		controle op verminderde permabiliteit
onttrekkingsdebiet		altijd/ continue	debietmeter	relateren aan SP	effectiviteit proces
Aanvullende procesparameters (incidenteel relevant, extra bewijslast)					
-					
Infiltratie aspecten					
infiltratie van Surfactants/ solvents		rationale verstopping door hoge viscositeit van emulsie		monitoringsaspecten deeltjestelling, zwevend stof	
gw = grondwater		* t.o.v. frequentie analyse verontreinigingen ** afhankelijk van voortgang en nulmeting		*** monstername, zie BRL SIKB 2000	

F7. Elektronreclamatie (metalen, andere ionen)

Relevante procesparameters	Fase	Frequentie*, **	Meetmethode (gangbaar) ***	Range	Rationale
pH	gw	altijd	pH-elektrode	afwijking < 1	proces kan bij elektrodes pH sterk beïnvloeden
verontreiniging in onttrokken water		altijd	ICP, ionchromatografie, ..	relateren aan ontwerp	effectiviteit proces
verontreiniging in water na zuivering		altijd	GC	lozingseis	effectiviteit zuivering
Systeemparematers					
onttrekkingsdebiet water		altijd/continue	debietmeter	relateren aan ontwerp	
stroomverbruik		continue		relateren aan ontwerp	
Aanvullende procesparameters (incidenteel relevant, extra bewijslast)					
temperatuur	gw	periodiek	thermokoppel, thermometer	30-60°C	

gw = grondwater

* t.o.v. frequentie analyse verontreinigingen
 ** afhankelijk van voortgang en nulmeting

*** monstername, zie BRL SIKB 2000



