

AANPASSING IPO-CHECKLIST BEOORDELING NAZORGPLANNEN

Deelonderzoek A3

IPO PROJECTGROEP AF4A

Eindrapport

Juni 2002

Barbarossastraat 35
Postbus 151
6500 AD NIJMEGEN
024 - 3 284 284
024 - 360 47 37

AANPASSING IPO-CHECKLIST BEOORDELING NAZORGPLANNEN

Deelonderzoek A3

IPO PROJECTGROEP AF4A

Eindrapport

Opgesteld : ing. A.A.M. Boerboom/ing. H. van der Meijden

Gecontroleerd
en

goedgekeurd : ing. A.A.M. Boerboom Paraaf:

INHOUDSOPGAVE

	blz.
1. INLEIDING EN DOELSTELLING	1
1.1 Inleiding	1
1.2 Doelstelling	2
1.3 Leeswijzer	2
1.4 Toelichting bij tabellen	2
2. VRAAGSTELLING EN ONDERZOEKSOPZET	4
2.1 Vraagstelling	4
2.1.1 Herijking	4
2.1.2 Ontbrekende onderdelen	5
2.2 Onderzoeksopzet	6
3. WATERBALANS	8
3.1 Inleiding	8
3.2 Uitgangspunten	8
3.3 Interpretatie	9
4. HERIJKING CHECKLIST ONDERDELEN	11
4.1 Inleiding	11
4.2 Monitoring en controle	11
4.2.1 Huidige situatie	11
4.2.2 Per onderdeel	14
4.3 Doorspuiten en onderhoud	27
4.3.1 Huidige situatie	27
4.3.2 Per onderdeel	28
4.4 Periodieke vervangingen	36
4.4.1 Huidige situatie	36
4.4.2 Per onderdeel	38
5. TECHNISCHE AANVULLINGEN	40
5.1 Inleiding	40
5.2 Onderhoud en vervanging leiding- en drainagesystemen	40
5.3 Amovering van objecten	43
5.4 Onderhoud en vervanging van civieltechnische voorzieningen	43
5.5 Vervanging bovenafdichting inclusief hemelwaterdrainage	46

6.	ORGANISATORISCHE MAATREGELEN	47
6.1	Inleiding	47
6.2	Overdracht relevante documenten	47
6.3	Organisatie	48
6.4	Rapportage/evaluatie	49
6.5	Communicatie	50
6.6	Apparaatskosten	51
7.	LITERATUUR	53
8.	TERMEN EN DEFINITIES	56
9.	SAMENSTELLING IPO WERKGROEP BENTIN EN BEGELEIDINGCOMMISSIE	59
10.	INDEX	60

BIJLAGEN

1. Modelmatige benadering leeglooptijd
2. Eenheidsprijzen nazorg

1. INLEIDING EN DOELSTELLING

1.1 Inleiding

Op grond van de Leemtewet bodembescherming dienen de exploitanten van stortplaatsen waar na 1 september 1996 nog afval is of zal worden gestort een nazorgplan op te stellen. Het plan dient ter goedkeuring te worden voorgelegd aan het College van Gedeputeerde Staten van de provincie waarin de stortplaats is gelegen.

Bij de beoordeling van het plan hanteert de provincie de zogenaamde IPO-checklist als leidraad. Tijdens besprekingen van ingediende nazorgplannen en de inspraakprocedures die het plan moet doorlopen, is geconstateerd dat er over de technische inhoud en onderbouwing van de diverse parameters uit de huidige IPO-checklist verschillende inzichten bestaan. De technische werkgroep BENTIN (geformeerd door het IPO) heeft tot taak om de inhoud van de IPO-checklist te evalueren. Daartoe worden meerdere deelonderzoeken uitgevoerd. In Tabel 1.1 zijn de deelonderzoeken weergegeven.

Tabel 1.1 Overzicht deelonderzoeken

Deelonderzoek	Beschrijving
A1	Technische onderbouwing onderhoud/inspectie/monitoring
A2	Vervanging bovenafdichting
A3	Resterende technische aspecten
A6	Opzet nieuwe checklist
B	Financiële aspecten (rente en inflatie)
C	Uitwerken risico-opslag
D2	Software-ontwikkeling nazorgrekenmodel en kwaliteitskeur rekenmodel

De werkgroep heeft de belangrijkste discussiepunten over de checklist geïnventariseerd en de punten die een nadere beschouwing en/of onderzoek vergen geselecteerd. Daarbij zijn een aantal concrete vragen geformuleerd.

De gestelde vragen in deelonderzoek A3 zijn onder te verdelen in bestaande punten uit de checklist die een milieutechnisch inhoudelijke herijking behoeven, en onderdelen die in de checklist ontbreken. Verder is bij de uitwerking van de vraagstelling van deelonderzoek A1 gebleken dat inzicht in de waterbalans (bepaling van 'leeglooptijd') van een stortplaats in de nazorgfase ontbreekt.

Haskoning Nederland heeft opdracht gekregen een antwoord op de gestelde vragen van deelonderzoek A3 (zie hoofdstuk 2) te geven. Daarbij zijn in het offertestadium een aantal ontbrekende onderdelen door Royal Haskoning aangedragen. Deze onderdelen hebben met name betrekking op overdracht van de documentatie, nazorgorganisatie en –communicatie.

Conform de offerte-aanvraag is bij de beantwoording van de vragen:

- voor zover relevant een relatie gelegd met hetgeen is opgenomen in ondermeer het Stortbesluit bodembescherming (laatst gewijzigd juli 2001), de Uitvoeringsregeling Stortbesluit bodembescherming (laatst gewijzigd juli 2001), de Richtlijn Dichte Eindafwerking, de Richtlijn Drainage- en controlesystemen, de Leidraad Storten en de Richtlijn 1999/31/EG van de betreffende het storten van afvalstoffen;
- ervan uitgegaan dat uit te voeren werkzaamheden aan aannemers en ingenieursbureaus zullen worden uitbesteed;
- indien aan de orde, de mate van onzekerheid van een antwoord aangegeven.

1.2 Doelstelling

Doel van het deelonderzoek A3 is om een goed onderbouwd antwoord op de gestelde vragen te formuleren.

1.3 Leeswijzer

Het rapport is gebaseerd op de vragen die gesteld zijn. De vragen zijn in hoofdstuk 2 weergegeven. In hoofdstuk 2 is tevens de onderzoeksopzet beschreven. In hoofdstuk 3 wordt nader ingegaan op de waterbalans in een stortplaats die is voorzien van een bovenafdichting.

In hoofdstuk 4 zijn de resultaten van de milieutechnisch inhoudelijke herijking van de diverse onderdelen uit de checklist beschreven.

Hoofdstuk 5 bevat aanvullingen op de checklist die een technisch inhoudelijk aspect bevatten. Hoofdstuk 6 bevat aanvullingen die gerelateerd zijn aan overdracht van de nazorg en organisatorische aspecten (rapportage, organisatie, communicatie).

Per hoofdstuk worden conclusies en aanbevelingen gegeven. In de bijlage 2 is een overzicht van eenheidsprijzen opgenomen.

1.4 Toelichting bij tabellen

Bij het beoordelen van nazorgplannen dient rekening te worden gehouden met de locatiespecifieke fasering van de aanleg van de bovenafdichting in relatie tot het moment waarop de stortplaats voor gesloten is verklaard. In deze rapportage zijn de perioden aangegeven na aanleg van de bovenafdichting. Bij stortplaatsen kan de bovenafdichting in één keer of fasegewijs worden aangebracht.

Het bevoegd gezag verklaart een stortplaats voor gesloten, indien:

- a. het storten van afvalstoffen is beëindigd,
- b. voor zover een daartoe strekkend voorschrift voor de inrichting geldt, een bovenafdichting is aangebracht, en

- c. een eindinspectie door het bevoegd gezag is uitgevoerd waaruit is gebleken dat aan alle voorschriften, verbonden aan de vergunning voor de stortplaats, is voldaan en dat ook geen andere maatregelen ingevolge de Wet bodembescherming getroffen dienen te worden door degene die de stortplaats drijft, in geval van verontreiniging of aantasting van de bodem onder de stortplaats.

Voor het opstellen van de checklist is het noodzakelijk een aanname te doen voor de periode tussen de aanleg en de (laatste fase van de) bovenafdichting en het begin van de nazorg. Als aanname wordt een periode van twee jaar gehanteerd.

2. VRAAGSTELLING EN ONDERZOEKSOPZET

2.1 Vraagstelling

Door de werkgroep BENTIN (zie hoofdstuk 9) zijn in de voorbereidingsfase vragen geformuleerd. In onderstaande paragrafen zijn de afzonderlijke vragen weergegeven. Waar nodig is de vraagstelling 'breed' geïnterpreteerd om zo doende een zorgvuldige beantwoording te kunnen geven.

2.1.1 Herijking

Milieutechnisch inhoudelijke herijking van de volgende punten uit de checklist (nummering conform huidige checklist [IPO]):

Checklist nr.	Aandachtspunten
2.1.4	Bemonstering en analyse effluent waterzuivering <i>(hoe lang wordt dit voortgezet, welke frequentie)</i>
2.1.6	Monitoring/controle oppervlaktewater <i>(doel van de monitoring, relatie met monitoring ringdrainage, relatie met slibanalyses)</i>
2.2.1	Zetting en klink <i>(frequentie, duur, onderscheiden van zettingsgevoelige gebieden, definities)</i>
2.2.3	Waarnemingen peilfilters <i>(stijghoogtemetingen, aantal filters, kosten per filter, periodiciteit, afnemende frequentie, mogelijk onderscheiden van locaties in westen en oosten van het land met het oog op controle droogleggingseis)</i>
2.2.4	Visuele inspectie bovenafdichting, stortgasonttrekking, waterzuiveringsinstallatie <i>(inspecties in combinatie met andere nazorgactiviteiten, gebruik van luchtfoto's en relatie met frequentie van inspecties, inhoud van inspecties)</i>
2.2.5	Gasmetingen <i>(inhoud en doel metingen, relatie met luchtfoto's)</i>
3.1.5	Doorspuiten en onderhoud peilbuizen <i>(doorspuiten lijkt niet zinvol, bescherming van peilbuis voorschrijven)</i>
3.2.1	Onderhoud gasonttrekkingsinstallatie <i>(periode van onderhoud, onderscheiden van soorten stortplaatsen, onderscheiden actief en passief systeem, vervanging onderdelen e.d.)</i>
3.2.2	Onderhoud waterzuivering <i>(wanneer is zuivering ter plaatse rendabel t.o.v. afvoer water naar elders of op riolering. In dit verband is een analyse, (en vervolgens het leggen van een relatie met de hiervoor gestelde vragen) van belang over de vraag welke tijdsperiode is gemoeid met het "leeglopen" van het stortlichaam als gevolg van de aanleg van (een deel van) de bovenafdichting)</i>
3.2.3	Onderhoud terrein/algemene voorzieningen <i>(uitgangspunt is extensieve recreatie, onderhoud sloten meenemen)</i>
4.1.3	Vervanging waarnemingsfilters <i>(inclusief beschermingsmaatregelen)</i>
4.1.4	Vervanging overige objecten <i>(b.v. stortgasinstallatie (in dit verband een mogelijke vervanging door biofilter(s) per bron of centraal), gasregelstation, fakkel, waterzuivering, pompen, debietmeters, civieltechnische en elektronische installaties, damwanden)</i>

2.1.2 Ontbrekende onderdelen

De uitwerking van ontbrekende onderdelen genoemd in de offerte-aanvraag hebben met name betrekking op onderhoud, vervanging en amovering van voorzieningen die niet in de checklist zijn opgenomen. Daarnaast dient aandacht te worden besteed aan de invulling van een integrale (jaarlijkse) rapportage/evaluatie van de nazorgactiviteiten.

De onderdelen die nader worden uitgewerkt, betreffen technische aanvullingen en organisatorische maatregelen. Onderstaand zijn deze samengevat:

Technische aanvullingen

De technische aanvullingen voor de checklist betreffen:

- onderhoud en vervanging afvoerleidingen/persleidingen/ringdrainages
Het gaat hierbij om leidingen die niet opgenomen zijn in de checklist of het model maar die wel regelmatig toegepast worden op stortplaatsen;
- amovering van objecten
Bijvoorbeeld afbreken stortbordes en gebouwen die na het sluiten van de stortplaats geen functie meer hebben;
- onderhoud en vervanging van damwanden, bentonietschermen, tunnelconstructies en dergelijke;
- vervanging van afdichtingsconstructie (op basis van Deelonderzoek A2).

Organisatorische maatregelen

De organisatorische maatregelen die zullen worden beschouwd zijn:

- rapportage/evaluatie
*In de kentallen van het IPO-nazorgmodel is mede het opstellen van de rapportage verwerkt van afzonderlijke onderdelen, b.v. analyses grondwater, stijghoogten, zettingen, inspecties.
Om een totaalbeeld van de nazorg te krijgen is evenwel ook een jaarlijks verslag nodig waarin per stortplaats de afzonderlijke deelrapporten met elkaar in verband worden gebracht en waarbij integraal vastgesteld wordt of de nazorg milieuhygiënisch verantwoord verloopt. De daarmee verbonden kosten dienen inzichtelijk te worden gemaakt;*
- overdracht relevante documenten
overdracht documenten (contracten, vergunningen, uitgevoerde onderzoeken, e.d.) aan de nazorgorganisatie, inclusief het samenstellen van een volledig en actueel nazorgdossier;

- de organisatie tijdens de nazorg
overzicht van de betrokkenen en bijbehorende taken, bevoegdheden en verantwoordelijkheden;
- de communicatie tijdens de nazorg
welke informatie wordt op welke wijze aan welke betrokkenen geleverd.

2.2 Onderzoeksopzet

Voor het deelonderzoek A3 is bij de start van het project de volgende opzet voorgesteld:

- uitvoeren literatuuronderzoek;
- beschrijving ervaringen, eventuele knelpunten en nieuwe technieken/ meetmethoden/onderhoudsmethoden;
- beantwoording van de vragen van de IPO werkgroep BENTIN;
- voorleggen van de antwoorden aan een 'praktijk' klankbordgroep;
- rapportage en voorstel (aangepaste) onderdelen checklist nazorg.

Vooraf was de verwachting dat de gestelde vragen niet met een eenduidig antwoord kunnen worden afgedaan. Een antwoord zal derhalve bestaan uit een benadering, waarvan de achterliggende argumentatie van groot belang is. De argumenten zijn primair ontleend aan de eigen ervaring van Royal Haskoning met stortplaatsen. Waar nodig is aanvullend daarop informatie verzameld via telefonische interviews met:

- exploitanten van stortplaatsen (ervaringsgegevens);
- nazorgspecialisten van provincies (kennis nazorg en regelgeving);
- leveranciers van materialen en systemen (productonderzoek en - informatie);
- specialistische bedrijven die stortplaatsen hebben aangelegd en/of ondersteuning leveren bij de onderhoudswerkzaamheden bij stortplaatsen.

Voor de beantwoording van de vragen is gebruik gemaakt van informatie verkregen uit literatuuronderzoek. Het betreft rapporten die o.a. zijn verzameld via leden van de werkgroep BENTIN en via het bedrijfsinformatiecentrum van Royal Haskoning (zie hoofdstuk 7 Literatuur).

Relevante wet- en regelgeving is eveneens bij de beantwoording van de vragen toegepast; in het bijzonder de Richtlijn 1999/31/EG van de Raad van 26 april 1999 betreffende het storten van afvalstoffen. De richtlijn bevat bepalingen voor de nazorgperiode. Het Stortbesluit en de Uitvoeringsregeling zijn in juli 2001 aan de hand van de EG Richtlijn gewijzigd.

Bij de nadere uitwerking van de vraagstelling en de verzamelde gegevens is gebleken dat een verschil moet worden gemaakt in een modelstort¹ en stortplaatsen die op onderdelen afwijken van het Stortbesluit en de daarbij behorende richtlijnen. Een aantal stortplaatsen is namelijk voor de inwerkingtreding van het Stortbesluit aangelegd, en hebben vaak een afwijkend voorzieningenniveau.

Gelet op het feit dat er vaak sprake is van afwijkende voorzieningen, is een locatiespecifieke benadering noodzakelijk. Een 'standaard' toepassing van algemene regels is immers niet effectief en/of efficiënt.

Daar waar mogelijk is in deze rapportage getracht een locatiespecifieke benaderingswijze te hanteren die toepasbaar is op alle stortplaatsen; het is namelijk noodzakelijk locatiespecifieke factoren te kunnen inbrengen. Basis voor deze benaderingswijze is een beoordeling van alle gegevens uit de exploitatiefase, voorafgaand aan de overdracht van de nazorg. Op basis van deze gegevens kan een afgemeten nazorgplan worden opgesteld.

¹ Onder modelstort wordt in deze rapportage verstaan een stortplaats die conform de richtlijnen van het Stortbesluit is aangelegd.

3. WATERBALANS

3.1 Inleiding

Voor zowel de aard als de kosten van tijdens de nazorgperiode te treffen maatregelen is het van belang inzicht te hebben in de 'leeglooptijd' van een stortplaats (periode van percolaatafname na aanbrengen van de bovenafdichting). De 'leeglooptijd' is maatgevend voor het beheer en onderhoud van percolaatopvangsystemen, zuivering en lozingsheffingen. De 'leeglooptijd' kan worden benaderd door toepassing van indicatieve hydrologische berekeningen voor een modelstort. Op locatiespecifiek niveau kan een verdere detaillering worden doorgevoerd, rekening houdend met locatiespecifieke omstandigheden (type bovenafdichting, percolaatsystemen, afvalsamenstelling, verticale weerstand, etc.). Echter de gegevens die nodig zijn voor meer specifieke metingen blijken vaak niet beschikbaar, en door de heterogeniteit van het afval en de stortopbouw onvoldoende representatief. Derhalve moet in eerste instantie volstaan worden met een indicatieve "leeglooptijd".

Bij slibdepots en aanverwante locaties en monodeponieën kan de waterbalans afwijken ten opzichte van reguliere stortplaatsen. Deze dienen afzonderlijk te worden beoordeeld.

3.2 Uitgangspunten

Bij een stortplaats die beschikt over een onderafdichting met percolaatdrainage zal na het aanbrengen van de bovenafdichting een afname van de percolaatafvoer plaatsvinden. De bruikbaarheid van de percolaatdrainage neemt in de tijd af (zie Deelonderzoek A1). Bij een stortplaats waarbij sprake is van contact met het grondwater, speelt, naast voeding van bovenaf en verticale weerstand, de opbolling een rol van betekenis (in geval van beheersdrainage de opbolling tussen de drains). Is er geen contact met het grondwater, dan treedt er geen opbolling op.

Ervaringsgegevens inzake 'leeglooptijd' zijn slechts in beperkte mate beschikbaar. Deze bieden geen inzicht in langdurig gedrag van water in een stortplaats. Langdurige meetreeksen zijn niet beschikbaar. Derhalve zijn op basis van literatuurgegevens aannamen gedaan ten behoeve van modelmatige berekeningen [Blakey], [Bleiker e.a.], [Blight e.a.], [Tchobenoglous e.a.].

In bijlage 1 is een modelmatige benadering van de 'leeglooptijd' gegeven (zie tabel 3.1).

Tabel 3.1 Benadering verblijftijden (meetbaar) percolaat bij variërende stortdiktes

Stortdikte	Veldcapaciteit	Gemiddelde porositeit	Verblijftijd percolaat onderste storthelft
Tot 10 m	0,36-0,6	0,51	<8 jaar
10-20 m	0,27-0,6	0,45	<15 jaar
20-30 m	0,22-0,6	0,42	<21 jaar

3.3 Interpretatie

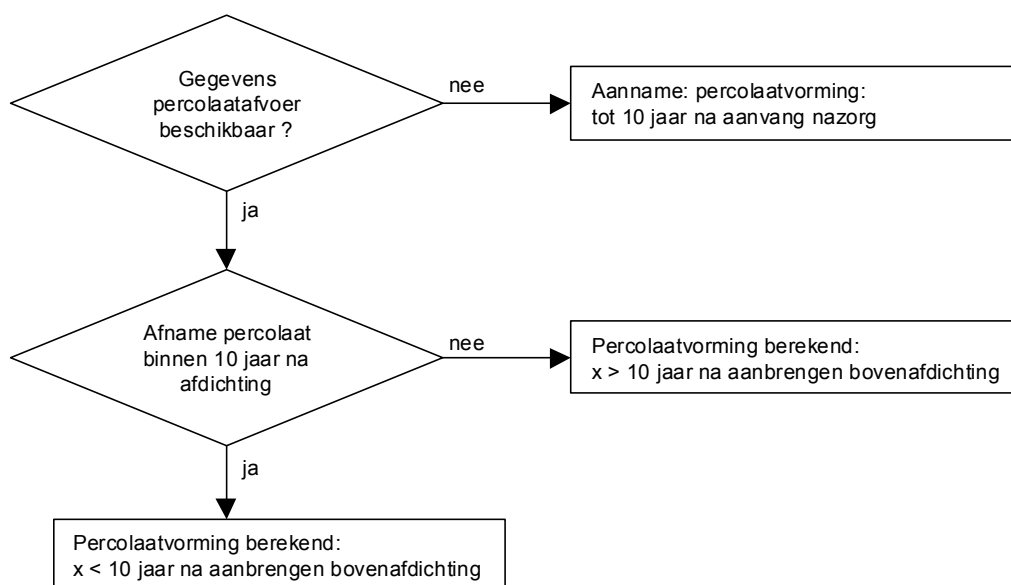
Uit tabel 3.1 blijkt dat de belangrijkste hoeveelheden percolaat uit het stort treden binnen een periode van minder dan 8 jaar bij een stortdikte tot 10 m, tot minder dan 21 jaar bij een storthoogte tot 30 m.

Het water dat uit het stortlichaam treedt zal in de eerste jaren (van de in tabel 3.1 genoemde verblijftijd) het grootst zijn, en neemt in de resterende periode af.

In het vervolg zal in deze rapportage als 'praktische' waarde een periode van 10 jaar na het aanbrengen van de bovenafdichting worden aangehouden (uitgaande van een stortdikte van 10-20 m).

Op basis van locatiespecifieke gegevens kan van deze periode worden afgeweken, zie Figuur 3.1.

Figuur 3.1 Aanbevolen besluitvorming inzake periode percolaatvorming



Het verdient aanbeveling de theoretische benadering in de komende jaren te toetsen aan ervaringsgegevens. Dit betekent dat in de Wm-vergunning (in de vorm van een voorschrift) moet zijn opgenomen dat tijdens de periode na het aanbrengen van de bovenafdichting en tijdens de nazorgfase de percolaat-afvoer moet worden gemeten.

4. **HERIJKING CHECKLIST ONDERDELEN**

4.1 **Inleiding**

De milieutechnisch inhoudelijke herijking betreft de volgende punten uit de checklist (nummering conform huidige checklist [IPO]) :

Monitoring en controle

2.1.4 Bemonstering en analyse effluent waterzuivering

2.1.6 Monitoring/controle oppervlaktewater

2.2.1 Zetting en klink

2.2.3 Waarnemingen peilfilters

2.2.4 Visuele inspectie bovenafdichting, stortgasonttrekking, waterzuiveringsinstallatie

2.2.5 Gasmetingen

Doorspuiten en onderhoud

3.1.5 Doorspuiten en onderhoud peilbuizen

3.2.1 Onderhoud gasonttrekkingsinstallatie

3.2.2 Onderhoud waterzuivering

3.2.3 Onderhoud terrein/algemene voorzieningen

Periodieke vervangingen

4.1.3 Vervanging waarnemingsfilters

4.1.4 Vervanging overige objecten

Per onderdeel is de huidige situatie beschreven. Dit betreft de wet- en regelgeving, en de praktijksituatie.

4.2 **Monitoring en controle**

4.2.1 Huidige situatie

Wet- en regelgeving

Stortbesluit

Monitoring en controle

Voor monitoring en controle zijn in de Uitvoeringsregeling Stortbesluit voorschriften opgenomen voor de periode tot de stortplaats gesloten is verklaard. Voorgeschreven is de zakking van de bovenafdichting jaarlijks te meten.

Inspectie en controle

In de toelichting van de Uitvoeringsregeling Stortbesluit is aangegeven dat inspectie er op gericht is er zorg voor te dragen dat de bodembeschermende voorzieningen zo lang mogelijk kunnen functioneren.

Controle is bedoeld voor het waarnemen van (veranderingen in) de werking van de voorzieningen, inspectie van de technische staat en het vaststellen van de resterende levensduur.

Meting grondwaterstanden

In het Stortbesluit is aangegeven dat de gestorte afvalstoffen (na zetting van de bodem) niet beneden 0,7 meter boven de te verwachten gemiddeld hoogste grondwaterstand mogen liggen². Een aantal malen per jaar moet worden nagegaan of aan dit voorschrift wordt voldaan. In de uitvoeringsregeling wordt dit nader ingevuld: tenminste twee maal per maand (rondom de 14e en 28e) dient de grondwaterstand in de grondwaterbemonsteringsbuizen ter plaatse van waar is/wordt gestort te worden gemeten. Op basis van de grondwaterstanden dient de GHG en GLG te worden vastgesteld door een ter zake kundige.

EG-Richtlijn

Bijlage 3 van de EG-Richtlijn beschrijft de controleprocedures die minimaal moeten worden uitgevoerd. In deze bijlage van de EG-Richtlijn worden de in Tabel 4.1 beschreven kentallen gehanteerd.

Tabel 4.1 Kentallen EG-Richtlijn

Voorziening	Periode	Frequentie
Bemonstering en analyse percolaat - Als de evaluatie aangeeft dat langere tussenpozen voor percolaatanalyse effectief zijn, kunnen de tussenpozen worden aangepast. Jaarlijks wordt evenwel de geleidbaarheid gemeten.	Nazorgfase	1 x per half jaar (percolaat)
Monitoring en controle oppervlaktewater - Hoeveelheid en samenstelling - Op grond van de kenmerken van het stortterrein mag de bevoegde instantie bepalen dat deze metingen niet vereist zijn.	Nazorgfase	1 x per half jaar
Zetting en klink - Inklinkingsgedrag van de gestorte massa	Nazorgfase	1 x per jaar
Waarnemingen grondwatervniveau in peilfilters - in geval van veranderende grondwatervniveaus wordt de frequentie verhoogd	Nazorgfase	1 x per half jaar
Samenstelling grondwater	Nazorgfase	Stortplaatsspecifieke frequentie
Visuele inspectie bovenafdichting	Nazorgfase	Zie zetting en klink
Visuele inspectie stortgasonttrekking - De doelmatigheid van het gasopvangsysteem wordt regelmatig gecontroleerd	Nazorgfase	'regelmatig'
Visuele inspectie waterzuivering	--	--
Gasmetingen - De gascontrole moet representatief zijn voor elk gedeelte van de stortplaats	Nazorgfase	1 x per half jaar

² Afwijking van de droogleggingseis is in specifieke gevallen mogelijk

Voor bemonstering van oppervlaktewater geldt:

- oppervlaktewatermonsters dienen op representatieve plaatsen te worden vergaard;
- controle van eventueel aanwezig oppervlaktewater wordt uitgevoerd op tenminste twee punten: 1 stroomafwaarts en 1 stroomopwaarts.
- tijdens de nazorgfase dient halfjaarlijks de hoeveelheid en samenstelling van het oppervlaktewater te worden bepaald;
- op grond van kenmerken van stortterreinen kan bevoegde instantie bepalen dat metingen niet vereist zijn;
- als de evaluatie van gegevens aangeeft dat langere tussenpozen even effectief zijn, kunnen deze tussenpozen worden aangepast.

IPO-checklist

Tabel 4.2 geeft een overzicht van de kentallen zoals in het huidige nazorgmodel [DHV 1997-2] worden gehanteerd.

Tabel 4.2 Kentallen huidige IPO-checklist

Voorziening	Periode	Frequentie
Bemonstering en analyse effluent	15 jaar	7-12 x per jaar (rekenmodel 7 x per jaar)
Monitoring en controle oppervlaktewater	--	Geen frequentie opgegeven
Zetting en klink	Afhankelijk van waarnemingen	1 x per jaar
Waarnemingen peilfilters	5 jaar Eeuwig	24 x per jaar 4 x per jaar
Visuele inspectie bovenafdichting, stortgasonttrekking, waterzuivering	--	'regelmatig', 'periodiek'
Gasmetingen	Tot einde stortgasvorming	Niet vermeld

In de bestaande IPO-checklist wordt bij oppervlaktewater onderscheid gemaakt tussen lokale en regionale watergangen. Lokale watergangen (op de stortlocatie) kunnen een rol spelen bij de waterafvoer (hemelwater en/of gezuiverd percolaat). Lokale watergangen worden veelal onderhouden door de nazorgorganisatie. Oppervlaktewater in de ruimere omgeving kan de grondwaterstroming en grondwaterstanden (GHG) beïnvloeden en kan als bedreigd object worden beschouwd indien verontreinigingen uit de stortplaats treden.

Wvo

De Wvo is vooral in relatie tot de bemonstering en analyse van effluent van belang. In een Wvo-vergunning zijn lozingseisen opgenomen. De zuivering moet dusdanig werken dat het effluent voldoet aan de lozingseisen. Door bemonstering en analyse dient te worden getoetst of dit het geval is. De onderzoeksinspanning (wijze van bemonstering, analysepakket en bemonsteringsfrequentie) is als voorschrift in de Wvo-vergunning opgenomen.

Grondwaterwet

Bij stortplaatsen met een vergunning in het kader van de grondwaterwet (als gevolg van aanwezige onttrekkingen) worden eisen gesteld aan het peilen van grondwaterstanden (14e en 28e van de maand).

Praktijk

In de praktijk is er reeds ervaring opgedaan met monitoring en controle, vooral tijdens de exploitatieperiode. In iedere paragraaf is waar nodig ingegaan op praktische aspecten en ervaring met monitoring en controle. Tevens zijn per paragraaf relevante literatuurgegevens beschreven en gebruikt voor de aanbevelingen.

4.2.2 Per onderdeel

2.1.4 Bemonstering en analyse effluent waterzuivering (hoe lang wordt dit voortgezet, welke frequentie)

Bij vele stortplaatsen is een percolaatzuivering en/of grondwaterzuivering aanwezig. De bemonstering en analyse van het effluent van de zuivering is nodig:

- voor het bestuderen van de werking van de zuivering (verloopt het zuiveringsproces naar wens en moet wel of niet bijgestuurd worden);
- om te beoordelen of aan de lozingseisen conform de Wvo-vergunning wordt voldaan;
- voor het bepalen van de lozingsheffing.

Frequentie

De onderzoeksfrequentie is afhankelijk van:

- soort zuiveringsproces;
- fluctuaties in waterkwaliteit;
- fluctuaties in waterhoeveelheden.

Voorgesteld wordt om bij aanvang van de nazorg een standaard bemonsteringsfrequentie van één keer per maand te hanteren. Bij beperkte fluctuaties in waterkwaliteit en waterhoeveelheden kan met een minder hoge frequentie worden volstaan. Dit kan plaatsvinden op basis van een betrouwbare onderbouwing (statistisch voldoende meetresultaten uit het verleden). Een minimumfrequentie van 1 maal per half jaar is conform de EG Richtlijn voorgescreven.

Voorgesteld wordt om voor berekening van het doelvermogen de meetfrequentie volgens tabel 4.3 te hanteren.

Duur

Met de bemonsteringen dient te worden doorgedaan tot dat er geen waterstromen meer worden gezuiverd/geloozd. Voor percolaatzuiveringen hangt de duur dus samen met de periode van percolaatvorming. Deze bedraagt gemiddeld circa 10 jaar (zie hoofdstuk 3). Enige nalevering van percolaat blijft ook na die periode plaatsvinden.

Tabel 4.3 Aanbevolen frequentie meting effluent waterzuivering

Periode na aanvang nazorg (en/of na aanvang zuivering grondwater)	Frequentie ¹⁾
1 ^e tot en met 10 ^e jaar	12x per jaar ²⁾
11 ^e jaar en verder (conform EG Richtlijn)	2x per jaar

¹⁾ Mede afhankelijk van voorschriften Wvo-vergunning

²⁾ Bij voldoende, statistisch betrouwbare, gegevens is een lagere frequentie mogelijk

Voor grondwaterzuiveringen hangt de duur af van de geschatte saneringsduur. Indien de saneringsduur niet bekend is dient rekening te worden gehouden met een eeuwigdurende periode.

Analysepakket

De volgende analysepakketten (zie bijlage 5 van het rapport Deelonderzoek A1) zijn van toepassing:

- Wvo-pakket. Aanbevolen wordt deze minimaal één keer per half jaar toe te passen. Bij sterk wisselende samenstelling van het water kan het nuttig zijn voor het vaststellen van de lozingsheffing deze maandelijks toe te passen;
- overige zuiveringsparameters, afhankelijk van het zuiveringsproces en/of het type grondwaterverontreiniging. Bijvoorbeeld 'grondwater mobiel' pakket (waarin aromaten en gechloreerde koolwaterstoffen) één keer per maand.

Kosten

Het analysepakket is volgens de vorige paragraaf deels afhankelijk van het zuiveringsproces en/of type grondwaterverontreiniging. Om de kosten van een analysepakket te kunnen benaderen, is gekozen voor een volledig Wvo-pakket voor effluent van de percolaatzuivering/-lozing en een 'grondwater mobiel' pakket (zie bijlage 5 van het rapport Deelonderzoek A1) voor effluent van een grondwaterzuivering.

2.1.6 Monitoring/controle oppervlaktewater

(doel van de monitoring, relatie met monitoring ringdrainage, relatie met slibanalyses)

Monitoring en controle van het oppervlaktewater heeft tot doel inzicht te verkrijgen in de waterkwaliteit en eventuele beïnvloeding als gevolg van de stortplaats. De Uitvoeringsregeling (toelichting) geeft aan dat een monster moet worden genomen dat representatief is voor de gemiddelde samenstelling van het oppervlaktewater.

Bij aaneengesloten sloten of met elkaar in verbinding staande sloten kunnen twee monsters worden genomen die geanalyseerd dienen te worden. Per individuele sloot dient, onafhankelijk van de lengte, één monster te worden genomen. De EG-Richtlijn stelt dat bemonstering halfjaarlijks dient plaats te vinden.

Kosten

De kosten worden bepaald door het aantal monsters vast te stellen (ten minste twee), waarbij analyse plaatsvindt conform het Wvo-pakket (zie bijlage 5 van het rapport Deelonderzoek A1).

2.2.1 Zetting en klink

(frequentie, duur, onderscheiden van zettingsgevoelige gebieden, definities)

Zetting betreft vervorming van de ondergrond onder het afvalpakket. Dit betreft vooral klei-/veenlagen die door het gewicht van het afvalpakket samengedrukt worden. In gebieden met een ondergrond van zand treedt zetting in de nazorgfase vrijwel niet op.

Klink is het samendrukken van het stortlichaam tijdens en na de stortactiviteiten en is afhankelijk van de samenstelling en behandeling van het afval.

Door metingen uit te voeren tijdens de exploitatieperiode kan voldoende inzicht worden gekregen in het te verwachten zettings- en klinkgedrag in de nazorgfase.

Zetting

Een te grote of onregelmatige zetting van de ondergrond kan mogelijk leiden tot (1) schade aan de onderafdichting door zettingsverschillen en/of (2) overschrijding van de droogleggingseis. De zetting van de ondergrond wordt bepaald voordat een stortplaats wordt aangelegd door middel van geotechnisch onderzoek. Zetting wordt veroorzaakt door het aanbrengen van een belasting op de bodem. Bij een stortplaats bestaat deze belasting uit de afdichtingsconstructie(s) en het stortlichaam. De grootste zettingsverschillen in de ondergrond treden op bij het aanbrengen van de eerste afvallagen. Het effect van de navolgende afvallagen en de bovenafdichting op de zetting is relatief gezien kleiner. In zettingsgevoelige gebieden dienen voorzieningen aanwezig te zijn om de zetting tijdens de exploitatieperiode te meten.

De metingen moeten worden getoetst aan de ontwerpberekeningen. Door voldoende metingen tijdens de exploitatie kan door deskundigen een goede inschatting worden gemaakt van het zettingverloop in de toekomst.

Indien resultaten van zettingsmetingen aan het einde van de exploitatieperiode nog significante zettingsverschillen aantoont, bijvoorbeeld door het aanbrengen van een dik afvalpakket vlak voor sluiting van de stortplaats, is het noodzakelijk om de zetting in de nazorgperiode te blijven monitoren. De frequentie en de periode van deze monitoring dient in een dergelijk geval in samenspraak met het bevoegd gezag te worden vastgesteld voor deze specifieke situatie.

Dit geldt vooral voor zettingsgevoelige ondergrond (klei/veen) in combinatie met een relatief recente verhoging van de belasting (afvallaag, bovenafdichting). Voor gebieden met een zettingsgevoelige ondergrond is in dat geval de monitoringsfrequentie éénmaal per jaar gedurende een periode van vijf jaar na het aanbrengen van de bovenafdichting.

Uiteraard dienen voorzieningen aanwezig te zijn. De voorzieningen om de zetting te kunnen meten zijn dezelfde als reeds tijdens de exploitatiefase zijn toegepast. Dit betreft meestal water gevulde zettingslangen.

Bij toepassing van zettingslangen kan door middel van een drukdoos de diepteligging van de slangen en dus de diepteligging van de zool van de stortplaats worden bepaald. De kosten van metingen en rapportage bedragen circa € 1.250,- tot € 3.500,- afhankelijk van toegankelijkheid, grootte van de stortplaats en aantal meetpunten.

Klink

Een te grote of onregelmatige klink kan mogelijk leiden tot schade aan de bovenafdichting. Literatuuronderzoek in [Boels, e.a.] liet overigens zien dat in de praktijk gemeten ongelijkmatige zettingen (alzijdige rek < 5%) geringer zijn dan de materialen Trisoplast, bentonietmatten en Hydrostab zonder functieverlies kunnen opvangen (< 10 %).

Het klinkverloop van het afvalpakket is te benaderen door modellen [Stulgis e.a. 1995] [Gertloff e.a. 1996] [Burkhardt e.a. 1996] die het verloop van de gemiddelde samendrukking van de diverse lagen simuleren. Te onderscheiden klinkperioden zijn: (1) initiële klink, direct na het aanbrengen van het afval, (2) primaire klink in ca. 30 dagen na het aanbrengen van een bovenbelasting als gevolg van water en lucht die uit poriën ontsnappen, en (3) de secundaire klink. De secundaire klink is een gevolg van het in elkaar drukken van afval (dat al gelijktijdig met de primaire klink start) en biologische afbraak.

De initiële klink treedt op door het aanbrengen van belasting. De duur van de initiële zettingsperiode is zeer kort (enkele minuten) [Pereboom, e.a.].

Door [Wall, e.a.] is geconstateerd dat door aard en samenstelling van het afval in beginsel geen sprake is van primaire klink. Het afval is namelijk grof (goed doorlatend) en wordt relatief droog aangebracht.

De secundaire klink, vooral van belang voor de nazorg, wordt dus mede veroorzaakt door biologische afbraak. De mate van klink door biologische afbraak wordt bepaald door (1) de hoeveelheid koolstof die afgebroken wordt; (2) de snelheid waarmee afbraak optreedt en (3) de mate waarin het massa-verlies wordt omgezet in klink.

De afbraak vindt plaats in meerdere stappen, waaronder de omzetting van vaste naar vloeibare vorm en omzetting naar methaan en kooldioxide. Vooral de stap van vaste naar vloeibare vorm is van invloed op de secundaire klink.

Afbraakproducten worden in de vorm van percolaat afgevoerd of verder omgezet naar methaan en kooldioxide. In [Wall e.a.] wordt op basis van literatuuronderzoek geconstateerd dat de visies van verschillende onderzoekers op de bijdrage van biologische afbraak aan het klinkproces niet eenduidig zijn. In het onderzoek [Wall e.a.] werd bij vergelijking van drie 'droge' cellen en drie biologisch actieve cellen (relatief korte onderzoeksperiode ca. 220 dagen!) geconstateerd dat er geen sprake is van een significante bijdrage van biologische afbraak aan de secundaire klink. Waarschijnlijk wordt het effect van biologische afbraak op klink beïnvloed door bridging (tussen kleine afvaldeeltjes), door de vorming van een 'skelet' van grotere afvaldelen of beide.

De secundaire klink treedt logaritmisch met de tijd op, en biologische afbraak treedt op als een eerste-orde model. In het begin van de secundaire klinkperiode heeft biologische afbraak een relatief gering effect. De totale hoeveelheid afgebroken materiaal bedraagt 5 tot 8 massa% van de hoeveelheid afval na circa vijf jaar. De verwachte secundaire klink in de eerste vijf jaar bedraagt 5 tot 10%.

Naarmate de tijd vordert (aantal jaren) zal de invloed van biologische afbraak relatief groter zijn. [Burkhardt e.a. 1996] berekent een massaverlies van circa 25% gedurende de gehele secundaire klinkperiode als gevolg van biologische afbraak (theoretisch), en vermeldt dat uit eerder onderzoek is gebleken dat het massaverlies door uitloging (percolaat) circa 1% van het massaverlies van stortgas bedraagt.

Geconstateerd wordt dat massaverlies en klink niet gelijk aan elkaar zijn als gevolg van bridging en skeletvorming. Er wordt geen inschatting gegeven welke verhouding er bestaat tussen massaverlies en klink.

Onderstaand is een indicatieve berekening weergegeven van het massaverlies van huishoudelijk afval, bij een aanname van de gasontwikkeling van 100 m³ tot 160 m³ (theoretisch haalbaar) per ton afval.

Tabel 4.4 Massaverlies per ton huishoudelijk afval tengevolge van biologische afbraak (stortgasvorming)

m ³ stortgas/ton afval	100	160
kg/m ³ stortgas	1,28	1,28
Massaverlies (kg)	128	205
Massaverlies (%)	13%	20%

Zoals reeds gesteld zal door bridging en skeletvorming het effect op de klink minder zijn dan op basis van massaverlies verwacht kan worden. Echter, door toenemende belasting kunnen onderdelen van het skelet 'bezwijken', waardoor alsnog (locale) klinkverschillen kunnen optreden. Het massaverlies zal gedurende de actieve periode van het stort (25 tot 30 jaar na beëindiging van de exploitatie) doorzetten.

Dekgrond en drainagezand in de bovenafdichting zijn bij het aanbrengen niet of nauwelijks verdicht. Tot circa 5 jaar na realisatie van de bovenafdichting zal klink van deze lagen optreden. Bij de interpretatie van de klinkmetingen dient derhalve met de invloed van klink in de bovenafdichting (in de periode direct na aanbrengen) rekening te worden gehouden.

Het vaststellen van de mate van klink kan in de nazorgfase op twee manieren geschieden. Enerzijds kan de mate van klink worden gekwantificeerd door middel van veldmetingen. Anderzijds kan de invloed van klink door middel van visuele inspectie worden waargenomen.

Visuele inspectie

Voor de eerste twee jaar na realisatie van de bovenafdichting worden twee visuele inspecties uitgevoerd, **specifiek** om te beoordelen of er al dan niet klink optreedt die visueel waarneembaar is. Na deze twee jaar wordt de frequentie van inspectie terug gebracht naar éénmaal per jaar. Bij de visuele inspectie voor klink, die gelijktijdig met de algemene visuele inspecties plaatsvindt, dient de locatie te worden beoordeeld op:

- ingesloten laagten waar zich water in verzamelt;
- drassige locaties;
- verzadiging van taluds;
- controle van het afschot van de leidingen.

Tevens vinden er regelmatig algemene veldinspecties plaats, die mede gericht zijn op het waarnemen van klink (zie verder).

Metingen

In verband met het verkrijgen van inzicht in het verloop van de inklinking van het stortlichaam is tenminste één meting per hectare nodig. De meetpunten dienen te zijn geplaatst op voor klink van het stortlichaam representatieve locaties. Dit betreft een net van vaste meetpunten over een stort en daarnaast op specifieke plaatsen, bijvoorbeeld recent volgestorte delen, dik afvalpakket, etc.

Tijdens de eerste twee jaar na het aanbrengen van de bovenafdichting dient tweemaal per jaar een meetronde te worden uitgevoerd om een goed beeld van het zettingsverloop na de werkzaamheden te krijgen. Na deze twee jaar dient de klink jaarlijks te worden bepaald.

De verwachting is dat vijf jaar na eindafwerking van de locatie het grootste deel van de klink is opgetreden. Daarna zou een lagere frequentie voldoende

zijn, zie ook [CUR 2001]. De vigerende wetgeving (EG Richtlijn en Stortbesluit) schrijft echter jaarlijkse meting voor.

Tabel 4.5 Aanbevolen frequentie meting zetting en klink

Periode na eindafwerking (zie paragraaf 1.3)	Frequentie
<i>Zetting ondergrond</i>	
In zettingsgevoelige gebieden (veen, klei) en significante zetting tijdens de exploitatiefase (standaard, frequentie afhankelijk van actuele zettingsverloop) 1 ^e tot en met 5 ^e jaar	1x per jaar
<i>Klink afvalberging visuele inspectie</i>	
1 ^e en 2 ^e jaar	2x per jaar
3 ^e jaar en verder	1x per jaar
<i>Klink afvalberging metingen</i>	
1 ^e en 2 ^e jaar	2x per jaar
3 ^e jaar en verder	1x per jaar

De kosten van metingen op de stortplaats bedragen per meetronde circa € 60,-- tot € 90,-- per hectare, inclusief dataverwerking. De variatie in bedragen is een gevolg van de grootte van de stortplaats.

2.2.3 Waarnemingen grondwaterniveau peilfilters (stijghoogtemetingen, aantal filters, kosten per filter, periodiciteit, afnemende frequentie, mogelijk onderscheiden van locaties in westen en oosten van het land met het oog op controle droogleggingseis)

Met waarnemen van het grondwaterniveau in peilfilters wordt in dit geval bedoeld het beoordelen van de drooglegging van de stortplaats. Is er in specifieke gevallen sprake van een grondwaterbeheersing, dan dient daarvoor een afzonderlijk meetregime te worden vastgesteld, om inzicht te verkrijgen in:

- werking van eventuele sanerings- of beheersmaatregelen;
- eventuele gevolgen van aanwezige onttrekkingen (verdroging, landbouwschade e.d.).

Het waarnemen van regionale grondwaterstanden in het landelijke meetnet wordt 24 keer per jaar uitgevoerd, op de 14^e en 28^e van iedere maand. Waarnemingen op de stortplaats worden bij voorkeur ook op deze data uitgevoerd om vergelijking met regionale metingen mogelijk te maken.

Deze vergelijking vindt plaats met meetreeksen uit de exploitatieperiode. Zonder uit de vergelijking met waterstanden van het landelijk meetnet blijkt dat de grondwaterstand op een stortplaats dezelfde fluctuatie/amplitude kent, kan op de stortplaats worden volstaan met 2 waarnemingen per jaar (eens per 6 maanden op de 14^e of 28^e van de maand).

Deze waarnemingen worden dan jaarlijks getoetst aan de regionale metingen, met als doel te beoordelen of er trends aanwezig zijn die kunnen leiden tot onvoldoende drooglegging.

Is een vergelijking met regionale grondwaterstanden niet mogelijk, dan dient door een deskundige te worden beoordeeld of met een frequentie van minder dan 24 keer per jaar voldoende inzicht wordt verkregen in het verloop van de grondwaterstand op een stortplaats.

De metingen dienen plaats te vinden bij een aantal significante peilfilters (ten minste vier) in het (freatisch) grondwater. Deze peilfilters kunnen worden geselecteerd op basis van de meetgegevens uit de exploitatieperiode.

Voor stortplaatsen in zettingsgevoelige gebieden (veen/klei ondergrond) wordt de periode van metingen afgestemd op de zettingsmetingen (zie Tabel 4.5). In deze gebieden dient tijdens de periode dat zetting van de ondergrond nog kan optreden de freatische grondwaterstand frequent te worden gemeten.

De periode waarin de metingen dienen plaats te vinden is afhankelijk van de grondwaterstand in relatie tot de droogleggingseis. Indien sprake is van een groot verschil van de grondwaterstand ten opzichte van de droogleggingseis en een stabiele grondwatersituatie, is meting van de grondwaterstand voor dat doel niet noodzakelijk. Dit is bijvoorbeeld het geval in hoog gelegen gebieden. In dat geval kan worden volstaan met het meten van grondwaterstanden tijdens de bemonstering van peilbuizen (standaardprocedure).

Tabel 4.6 Aanbevolen frequentie waarnemingen peilfilters

Periode na eindafwerking (zie paragraaf 1.3)	Frequentie
In zettingsgevoelige gebieden (veen, klei)	
1 ^e tot en met 5 ^e jaar	24 x per jaar ¹
6 ^e jaar en verder	2 x per jaar ^{2,3}
Bij grondwateronttrekkingen	
Gedurende de onttrekkingperiode	24 x per jaar ¹
Overige gebieden	
Eeuwigdurend	2 x per jaar ^{2,3}

1 (14^e en 28^e van iedere maand)

2 Bij ruim voldoende drooglegging en stabiele grondwatersituatie kan worden volstaan met waarnemingen tijdens monsternamen

3 Bij onvoldoende of niet vergelijkbare regionale meetpunten dient een frequentie van 24 x per jaar te worden gehanteerd.

Voor het bepalen van de kosten kan worden uitgegaan van de gegevens in Tabel 4.6. Frequente metingen kunnen handmatig worden uitgevoerd, of door middel van automatische registratie-apparatuur. Automatische registratie-apparatuur dient te worden gecontroleerd en ten minste eens per jaar te worden 'uitgelezen'. Minder frequente metingen (2 x per jaar) kunnen worden uitgevoerd tijdens inspectieronden en tijdens monsternamen.

Alleen de vergelijking met regionale grondwaterstanden en interpretatie daarvan zijn dan kostenbepalend. Het aantal peilbuizen verschilt per locatie. Voor de bepaling van de GHG is het voldoende de nabij het stortlichaam aanwezige peilbuizen te peilen.

Om de invloed van onttrekkingen in de omgeving te bepalen, is meting van alle daarvoor geplaatste peilbuizen in de omgeving noodzakelijk.

Bij de kostenraming geldt als uitgangspunt dat grondwaterstandsmetingen separaat van de bemonstering worden uitgevoerd, aangezien bemonstering niet altijd gelijktijdig zal kunnen plaatsvinden. De kosten van het uitvoeren van 24 meetronden per jaar bedragen (24 x 2 uur = 48 uur = 6 mensdagen) circa € 2.400,--. De jaarlijkse kosten van vergelijking, interpretatie en rapportage van metingen worden geraamd op € 900,--.

Bij twee meetronden per jaar bedragen de kosten (2 x 2,5 uur = 5) circa € 250,--. De jaarlijkse kosten van vergelijking, interpretatie en rapportage van metingen worden dan geraamd op € 250,--.

Bij automatische registratie van waterstanden worden sondes in de peilfilters aangebracht die met een ingegeven frequentie de waterstanden meten. De investeringskosten van dergelijke sondes bedragen circa € 800,-- per stuk. Uitgaande van vier meetpunten, correctie voor druk en materialen bedragen de investeringskosten € 3.600,-- (exclusief software). Het overzetten van de meetgegevens naar een centraal bestand vindt 1x per jaar plaats. De tijdsbesteding bedraagt bij vier sondes maximaal 1 dag. De jaarlijkse kosten van vergelijking, interpretatie en rapportage van metingen worden dan geraamd op € 700,--. De (jaarlijkse) kosten bedragen dan circa € 1.400,-- inclusief afschrijving van de apparatuur (geraamde levensduur 10 jaar).

Bij frequenties van 2-4 keer per jaar is automatische registratie niet rendabel. Automatische waterstandsmetingen zijn aantrekkelijk indien gedurende meerdere jaren (afschrijving is dan maatgevend) waterstanden met een frequentie van 24 keer per jaar gemeten moeten worden, bijvoorbeeld bij geohydrologische beheersing en de in Tabel 4.6 genoemde situaties.

2.2.4 *Visuele inspectie bovenafdichting, stortgasonttrekking, waterzuiveringsinstallatie* *(inspecties in combinatie met andere nazorgactiviteiten, gebruik van luchtfoto's en relatie met frequentie van inspecties, inhoud van inspecties)*

Inspectie bovenafdichting

In de bestaande checklist wordt voor de inspectie van de bovenafdichting uitgegaan van veldinspecties. Het uitvoeren van veldinspecties is arbeidsintensief maar is zeker effectief als het waarneming van ongelijkmatige klink en vegetatieschade betreft.

Luchtfoto's, of in het algemeen remote sensing, kunnen een algemeen beeld geven van een stortplaats, maar dienen zeker ondersteund te worden door veldinspecties. Onder remote sensing vallen vele technieken en waarnemingsmethoden, waaronder het maken van foto's met behulp van satellieten en vliegtuigen.

Spectrometrische metingen en warmtemetingen kunnen eveneens met behulp van vliegtuigen en satellieten worden uitgevoerd. De effectiviteit van luchtfoto's is vooralsnog gering, doordat vele aspecten de waarnemingen onzeker maken. De theoretische gevoeligheid van warmtemetingen is bijvoorbeeld groot (gevoeligheid 0,2 °C), maar in de praktijk worden de metingen door externe factoren (invloed zonlicht en schaduw, aanwezigheid stortgasleidingen en -putten, etc) zodanig beïnvloed dat het moeilijk is om eenduidige conclusies uit de metingen te trekken. Door laag te vliegen kan de nauwkeurigheid van waarnemingen worden vergroot, maar dit verhoogt de kosten.

Veldinspecties genieten derhalve de voorkeur. Hierbij kan tevens worden gelet op andere aspecten, zoals vandalisme (hekwerken, objecten, etc. Inspectievluchten zijn enkel aan te bevelen als additionele maatregel bij zeer grote stortplaatsen en na calamiteiten (zoals bijvoorbeeld na lokale aardbevingen zoals bijvoorbeeld in Noord-Holland en Limburg zijn opgetreden).

Veldinspectie

Stagnerend water op het oppervlakte of in greppels kan wijzen op ingesloten laagten. Deze ingesloten laagten kunnen lokaal aanwezig zijn, maar niet worden opgemerkt bij meting van klink op de stortplaats; deze metingen vinden immers op een beperkt aantal meetpunten op het stortoppervlak plaats.

Dode plekken in de vegetatie kunnen worden veroorzaakt door de uittreding van stortgas. Stortgas verdringt de lucht in de bodem en wordt tevens in de bodem geoxideerd (omgezet tot kooldioxide en water). Door beide processen ontstaat een zuurstoftekort hetgeen leidt tot het afsterven van vegetatie. Door middel van veldmetingen kan de bron van de stortgasemissie worden opgespoord. De verhouding methaan (CH₄) en kooldioxide (CO₂) is daarbij bepalend. Is er veel methaan in verhouding tot kooldioxide, dan is er sprake van verdringing van de bodemlucht (en dus hoge concentraties stortgas). Is er weinig methaan en veel kooldioxide, dan is voldoende lucht aanwezig om oxidatie te kunnen laten optreden; in dat geval is de afstand tot het emissiepunt groter.

Tijdens de inspecties dient verder gecontroleerd te worden op:

- aanwezigheid ongedierte en schade door vergraving (klein wild);
- erosie:
 - * uitspoeling bovengrond;
 - * blootliggen van afdichtingslaag;
- instabiliteit:
- verzakkende taluds;
 - * bolling in taluds;
 - * afschuivende afdichtingslaag;
 - * scheuren aan bovenzijde taluds;
- vandalisme (beschadigde hekwerken en objecten).

Rapportage van de inspectiegegevens vindt plaats door middel van foto's en beschrijvingen. De inspectiegegevens worden ingetekend op een overzichtskaart (waar nodig met inmeetgegevens). Het is raadzaam een inspectieformulier te ontwikkelen die de inspecteur invult. Het inspectieformulier vermeld de aandachtspunten (naast bovengenoemde punten bijvoorbeeld ook: schade aan omheining, controle op door derden uit te voeren onderhoudswerkzaamheden, etc.) en uit te voeren werkzaamheden (waarnemingen peilfilters, lichte onderhoudswerkzaamheden). Volledige samenvoeging van onderhoudswerkzaamheden en inspectietaken lijkt niet reëel, aangezien de kans bestaat dat er te weinig aandacht wordt besteed aan inspectietaken en dat er sprake kan zijn van een 'gewenning', waardoor bijzonderheden niet of te laat worden geconstateerd.

De inspectie van de bovenafdichting vindt 12 x per jaar plaats in de eerste vijf jaar na aanleg van de bovenafdichting op het desbetreffende deel van de stortplaats. In die periode is de kans het grootst dat er bijzonderheden worden geconstateerd. Naderhand is de kans kleiner dat bijzonderheden worden aangetroffen die in de eerste vijf jaar niet zijn geconstateerd. De frequentie kan dan worden teruggebracht tot eens per drie maanden (per jaargetijde 1 inspectie).

Tabel 4.7 Aanbevolen frequentie terreininspectie

Periode na aanbrengen bovenafdichting (zie paragraaf 1.3)	Frequentie
1 ^e tot en met 5 ^e jaar ¹	12 x per jaar
6 ^e jaar en verder	4 x per jaar

¹ Dit betreft (delen van) een stortplaats waar recent een bovenafdichting is aangelegd

Stortgas

Vrij algemeen wordt aangenomen dat de stortgas wordt gevormd, ten minste 25 tot 30 jaar na beëindiging van de exploitatieperiode. Actieve stortgasonttrekking vindt plaats gedurende een periode van circa 15 tot 20 jaar na beëindiging van de stortactiviteiten. Daarna zal de gevormde hoeveelheid gas zo gering zijn, dat wordt overgegaan op passieve ontgassing. Bij het maandelijks inregelen van bronnen (zie paragraaf 4.3.2, onderdeel 3.2.1 'onderhoud stortgasinstallatie') dient inspectie van het gehele systeem plaats te vinden, dus ook inspectie van bovengrond bij de bronnen (gasdichtheid doorvoeringen) en het functioneren van sifons.

De kosten van inspecties worden geacht te zijn opgenomen in het onderhoudsplan van de stortgasonttrekkingsinstallatie.

Nadat de actieve stortgasonttrekking wordt beëindigd, kan passieve afvoer van stortgas nodig blijken te zijn. Passieve afvoer kan door middel van de overdruk in een stortlichaam. Gasbehandeling kan noodzakelijk zijn indien verwacht wordt dat emissienormen zullen worden overschreden, en kan bestaan uit het toepassen van compostfilters, actief kool, etc. Inspecties en metingen die noodzakelijk zijn:

- vochtmetingen (compostfilters);
- drukmetingen;
- analyses (actief kool, doorslag);
- metingen gaskwaliteit.

In het nazorgplan dient een inschatting te worden gemaakt van het aantal emissiepunten. Vooral nog uitgegaan van circa 1 emissiepunt per ha (cluster van onttrekkingsbronnen). Inspectie daarvan dient 2 x per jaar plaats te vinden. De kosten daarvan bedragen circa € 300,- tot € 700,- per keer (uurkosten, huur materiaal, analyses) per meetpunt.

De gasmetingen zijn separaat in dit hoofdstuk beschreven (onderdeel 2.2.5).

Waterzuivering

De periode waarin zuivering plaatsvindt is afhankelijk van de 'leeglooptijd' die in hoofdstuk 3 is benaderd, in combinatie met de ondergrens (debiet, vuilvracht) van een efficiënt werkende zuiveringsinstallatie.

Voor het zuiveren van percolaat zijn diverse typen waterzuivering te onderscheiden. Op enkele stortplaatsen worden voorzuiveringen toegepast en in een aantal gevallen wordt het water ongezuiverd op het riool geloosd (met een hogere zuiveringsheffing tot gevolg) of naar een andere zuiveringsinstallatie afgevoerd.

Duur

In hoofdstuk 3 is aangenomen dat percolaatvorming nog gedurende een periode van circa 10 jaar zal plaatsvinden, of er dient te worden aangetoond dat een afwijkende periode kan worden gehanteerd (kosten/baten analyse). Het debiet zal in deze periode afnemen, bij een min of meer gelijkblijvende vuilvracht.

Werkzaamheden

Voor het vaststellen van de werkzaamheden en de daaraan verbonden kosten is het noodzakelijk om dit in overleg met de stortplaatsexploitant gezamenlijk vast te stellen. Inspectie, beheer en onderhoud van zuiveringsinstallaties is sterk afhankelijk van het type zuivering dat wordt toegepast, de hoeveelheid water die wordt gezuiverd en de staat van onderhoud respectievelijk leeftijd van de zuiveringsinstallatie. Het is dan ook niet zinvol om algemene bepalingen voor frequentie en wijze van inspectie, beheer en onderhoud te geven. In ieder afzonderlijk geval is een kosten/baten analyse de aangewezen methode om te beoordelen welke vorm van exploitatie het meest geschikt is.

Voor inspectie en onderhoud moet gebruik worden gemaakt van inspectie- en onderhoudsprotocollen. Deze moeten zijn vastgelegd in een handboek (met checklisten, formulieren, etc.). Het handboek is type-afhankelijk en moet bij oplevering van een installatie aan de exploitant zijn overgedragen.

Bij het vaststellen van het doelvermogen en wederom bij eindinspectie dient de nazorgorganisatie op de hoogte te zijn van de inhoud van de draiboeken, en dient te worden gecontroleerd of de installatie naar behoren functioneert en is onderhouden, en moeten worden vastgesteld of reserve-onderdelen conform de lijst van reserve-onderdelen aanwezig zijn en in goede staat verkeren.

Tabel 4.8 Aanbevelingen waterzuivering

Voorziening	Periode na aanbrenge bovenafdichting(zie paragraaf 1.3)	Frequentie
Inspectie en onderhoud zuiveringsinstallatie	10 jaar	Conform handboek
Reserve-onderdelen installaties	Bij eindinspectie controle op aanwezigheid en kwaliteit	

Voor de exploitatiekosten kan een bandbreedte van 3-7% van de investeringen worden gerekend. Dit is afhankelijk van ouderdom van de installatie en de algehele onderhoudsstaat van de installatie.

2.2.5 Gasmetingen

(inhoud en doel metingen, relatie met luchtfoto's)

De gasmetingen zijn gericht op de emissie van stortgas naar de omgeving. Dit betreft:

- gasmetingen bij hemelwaterdrainagesysteem (tijdens inspecties, zie deelonderzoek A1, paragraaf 5.4.7) en bij waargenomen afwijkingen (op basis van inspecties of luchtfoto's);
- emissiemetingen;
- uittreedtemperatuur fakkel (> 900 °C), verblijftijd 0,3 sec, zwavel;
- NO_x-metingen emissie gasmotoren 1x per 3 jaar (Besluit emissie-eisen stookinstallaties milieubeheer (BEES-B));
- waar nodig, monitoringsbuizen (= indien geen onderafdichting en afval in groeve of beneden maaiveld);
- controle passieve ontgassing (druk, vocht, stortgasanalyses, actief kool).

Gasmetingen dienen conform de EG-richtlijn in de nazorgfase 1 x per half jaar plaats te vinden, waarbij is gesteld dat de 'gascontrole' representatief moet zijn voor elk gedeelte van de stortplaats. Luchtfoto's (zie inspectie bovenafdichting) bieden geen directe mogelijkheid om het optreden van gasemissies te beoordelen.

In Deelonderzoek A1 is aanbevolen om tijdens inspectie en de metingen van de kwaliteit van het water in de hemelwaterdrainage tevens met behulp van een stortgasanalyzer na te gaan of stortgascomponenten (methaan en kool-dioxide) in het hemelwaterdrainagesysteem meetbaar zijn (ter indicatie van lekkage van de bovenafdichting).

4.3 Doorspuiten en onderhoud

4.3.1 Huidige situatie

Wet- en regelgeving

Stortbesluit

Voor het doorspuiten en onderhoud van voorzieningen wordt in de Uitvoeringsregeling Stortbesluit verwezen naar de onderliggende richtlijnen (Richtlijn onderafdichting, Richtlijn drainage- en controlesystemen, Richtlijn dichte eindafwerking). In deze richtlijnen worden voorzieningen voorgeschreven die doorspuiten en onderhoud mogelijk maken.

Voor drainagesystemen wordt in de Uitvoeringsregeling Stortbesluit voorgeschreven dat deze elke zes maanden worden gecontroleerd, en dat de drains tenminste één keer per jaar worden doorgespoten teneinde een goede werking te waarborgen. De doorspuitfrequentie wordt daarbij door de vergunninghouder proefondervindelijk bepaald.

EG-Richtlijn

In de EG-Richtlijn worden vrijwel geen specifieke eisen gesteld aan doorspuiten van peilbuizen respectievelijk het onderhoud van installaties e.d. in de nazorgfase. Enkel voor de stortgasonttrekkingsinstallatie wordt in bijlage 3 van de EG-Richtlijn het volgende specifiek vermeldt: 'De doelmatigheid van het gasopvangsysteem wordt regelmatig gecontroleerd'.

IPO-checklist

Tabel 4.9 geeft een overzicht van doorspuiten en onderhoud in de nazorgfase, zoals in het huidige nazorgmodel [DHV 1997-2] worden gehanteerd.

Tabel 4.9 Kentallen huidige IPO-checklist

Voorziening	Periode	Frequentie
Controledrainage	40 jaar	Gemiddeld 1 x per 10 jaar (benadering)
Percolaatdrainage	40 jaar	1 x per jaar
Hemelwaterdrainage	Eeuwigdurend	Gemiddeld 1 x per 10 jaar (benadering)
Doorspuiten en onderhoud peilbuizen en waarnemingsfilters	Eeuwigdurend	1 x per 10 jaar (na 10 jaar onderhoud, na 20 jaar vervanging)
Onderhoud gasonttrekkingsinstallatie	15 jaar	Jaarlijks
Onderhoud waterzuivering	15 jaar	Jaarlijks
Onderhoud terrein/algemene voorzieningen	Eeuwigdurend	Jaarlijks

Praktijk

In de praktijk is er reeds ervaring opgedaan met het beheer van systemen. In iedere paragraaf is waar nodig ingegaan op praktische aspecten en ervaring met inspectie en onderhoud van desbetreffende systemen. Tevens wordt per paragraaf relevante literatuurgegevens beschreven en gebruikt voor de aanbevelingen.

4.3.2 Per onderdeel

3.1.5 Doorspuiten en onderhoud peilbuizen (doorspuiten lijkt niet zinvol, bescherming van peilbuis voorschrijven)

Bij een waarnemingsput kunnen de volgende zaken worden onderscheiden:

- het boorgat (het gat dat in de grond wordt geboord);
- de peilbuizen (de stijgbuis en filterbuis samen; er kunnen meerdere peilbuizen in 1 put worden geplaatst);
- de filterbuis (het geperforeerde gedeelte van de peilbuis);
- de stijgbuis (het niet geperforeerde gedeelte van de peilbuis);
- de beschermkoker of straatpot;
- de aanwijspaal.

Een goed aangelegde waarnemingsput voldoet naast daarvoor relevante normen (zie o.a. de bijlage behorend bij artikel 13 van de Uitvoeringsregeling) aan de volgende eisen:

- er is geboord met de zogenaamde pulsboortechiek (met deze techniek is de bodem rondom het boorgat minimaal verstoord);
- de slechtdoorlatende lagen in de bodem zijn na het aanbrengen van de peilbuizen met zwelklei afgedicht (ter voorkoming van kortsluitstromen);
- het overige deel van het boorgat is voorzien van gekwalificeerd filtergrind;
- de filterbuis is omgeven door filtergrind en filterkous (om toestroming water te garanderen en snelle verstopping tegen te gaan);
- de peilbuizen zijn alle na aanleg voldoende schoongepompt (lichte materialen zijn verwijderd zodat spoedige verstopping wordt voorkomen);
- de waarnemingsput is afgewerkt met een beschermkoker of straatpot ter voorkoming van vandalisme (sloten) of stuk rijden verkeer of maaien;
- de waarnemingsput is voorzien van een duidelijke aanwijspaal (om terugvinden te vergemakkelijken; ter voorkoming van zoeken).

De levensduur van de peilfilters zoals aangegeven door een leverancier bedraagt circa 7,5 tot 10 jaar (afhankelijk van bodemopbouw en verontreinigings situatie en constructie put (wijze van boren, wijze van afwerking, materiaal peilbuis). De levensduur van peilfilters in monitoringsprojecten bedraagt 15 tot 20 jaar bij zorgvuldig gebruik en goede aanleg (op basis ervaring langdurige monitoringsprojecten van Royal Haskoning).

Processen die verstopping kunnen veroorzaken:

- aanwezigheid van ijzer en/of mangaan;
- aanwezigheid fijne bodemdelen.

Het *preventief* doorspuiten van een betrouwbare en goed functionerende peilbuis is niet zinvol. Het functioneren van een peilbuis kan namelijk negatief worden beïnvloed door het doorspuiten. Doorspuiten kan de bodemstructuur aantasten. Tevens kunnen door onttrekking met een groot debiet fijne deeltjes of ijzer/mangaan worden aangetrokken, waardoor versnelde neerslag of verstopping optreedt.

Het *curatief* doorspuiten van een minder goed functionerende peilbuis (de wateraanvoer bij bemonstering is bijvoorbeeld beperkt) kan soms wel zinvol zijn, bijvoorbeeld bij zeer diepe peilbuizen. Als gevolg van het doorspuiten kan het functioneren wellicht worden verbeterd.

Gelet op het feit dat de gemiddelde levensduur van goed aangelegde peilfilters circa 15 jaar bedraagt, wordt als uitgangspunt voor bepaling van de nazorgkosten aanbevolen om:

- geen onderhoud (doorspuiten) uit te voeren;
- een vervangingstermijn van 15 jaar te hanteren voor goed aangelegde peilbuizen.

3.2.1 *Onderhoud gasonttrekkingsinstallatie* (periode van onderhoud, onderscheiden van soorten stortplaatsen, onderscheiden actief en passief systeem, vervanging onderdelen e.d.);

Stortgasonttrekking vindt plaats bij stortplaatsen waar afval met een organische fractie is gestort. Slechts bij stortplaatsen waar enkel inerte afvalstoffen zijn gestort, en tijdens de exploitatie geen stortgasvorming is opgetreden, zal geen stortgasonttrekkingsinstallatie aanwezig zijn.

Bij stortplaatsen waar stortgas wordt gevormd, zijn de volgende onderdelen te onderscheiden:

- stortgasonttrekkingsstelsel, bestaande uit onttrekkingsbronnen, gascollectoren, -leidingen en sifons;
- afzuiginstallatie (leidingen, condensafvang, blower, meet- en regelapparatuur, behuizing) ;
- fakkelinstallatie (met toebehoren);
- benuttingsinstallatie (gasmotor/generator set(s), opwerkingsunit (aardgaskwaliteit), branders (directe verwarming)).

Het inregelen van de onttrekkingsbronnen dient regelmatig te worden uitgevoerd om de gasonttrekking en de stortgaskwaliteit te kunnen waarborgen. Bij stortplaatsen in exploitatie worden de bronnen (en gasdrains) één keer per week tot één keer per maand ingeregeld. Dan vindt er tevens controle plaats op aansluitingen, gasuittreding, water in putten, etc. Vaak wordt de instelling van afzonderlijke bronnen centraal geregeld. De instelkleppen zijn dan samengebracht in gascollectoren. Dit biedt een tijdsbesparing bij de inregeling. Tijdens de nazorg is er in beginsel sprake van een stabiel systeem in het stortlichaam. Externe invloeden zoals neerslag en luchtdruk zijn uitgesloten. Het maandelijks inregelen van de stortgasbronnen en -drains moet in dat geval voldoende zijn om de gasonttrekking en de stortgaskwaliteit te kunnen waarborgen, zolang er stortgas wordt gevormd; circa 15 tot 20 jaar na beëindiging van de stortactiviteiten. Bij het maandelijks inregelen van bronnen dient *inspectie* van het gehele systeem plaats te vinden, dus ook inspectie van bovengrond bij de bronnen (gasdichtheid doorvoeringen), het gasdrainagesysteem en het functioneren van sifons. Vindt de inregeling bij gascollectoren plaats, dan dient de inspectie van stortgasbronnen toch plaats te vinden. De gasmetingen zijn separaat in dit hoofdstuk beschreven (vraag 2.2.5).

Er worden momenteel praktijkproeven uitgevoerd om de mogelijkheid van percolaatinfiltratie, en de effecten daarvan op stortgasvorming te onderzoeken. Aangetoond is dat percolaatinfiltratie van invloed is op de stortgasvorming, maar een algemene conclusie die de invloed kwantificeert is niet beschikbaar. Dit geldt tevens voor de invloed van het aanbrengen van een afdichting op de stortplaats. Toekomstige ervaringen kunnen meer helderheid verschaffen.

Voor de afzuig- en fakkelininstallaties gelden inspectie- en onderhoudsprotocollen. Deze moeten zijn vastgelegd in een handboek (met checklisten, formulieren, etc.). Het handboek is type-afhankelijk en moet bij oplevering van een installatie aan de exploitant zijn overgedragen.

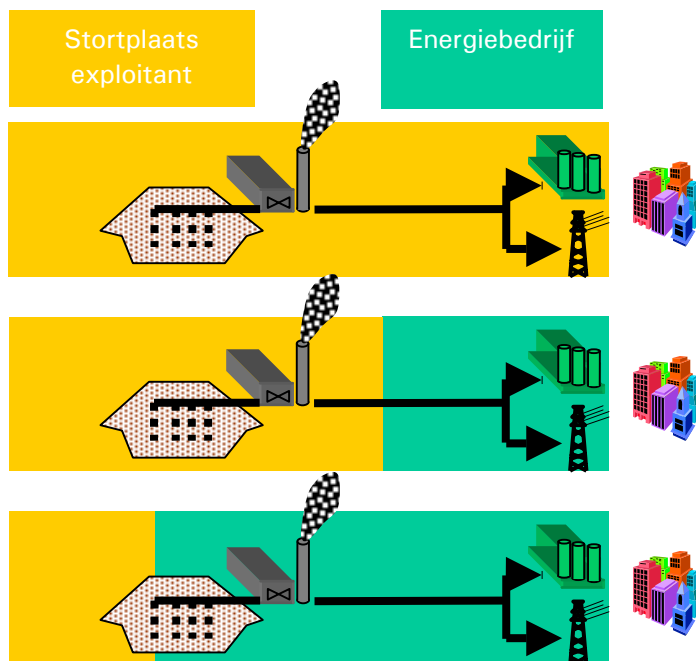
Bij het vaststellen van het doelvermogen en wederom bij eindinspectie dient de nazorgorganisatie op de hoogte te zijn van de inhoud van de draaiboeken, en dient te worden gecontroleerd of de installatie naar behoren functioneert en is onderhouden, en moeten worden vastgesteld of reserve-onderdelen conform de lijst van reserve-onderdelen aanwezig zijn en in goede staat verkeren.

Voor de benuttingsinstallatie kan als uitgangspunt worden gehanteerd dat deze nog ten minste tien tot vijftien jaar (rendabel) in bedrijf zal zijn na aanleg van de bovenafdichting. Ook hierbij is sprake van inspectie- en onderhoudsprotocollen. Deze moeten zijn vastgelegd in een handboek (met checklisten, formulieren, etc.). Het handboek is type-afhankelijk en moet bij oplevering van een installatie aan de exploitant zijn overgedragen.

Voor de benuttingsinstallatie geldt dat er sprake is van een relatie met een derde partij die stortgas afneemt of aan wie energie (elektriciteit, aardgas) wordt geleverd. De volgende contractsvormen kunnen in hoofdzaak worden onderscheiden:

- afzuig- en fakkelininstallatie in eigen beheer, benutting in eigen beheer;
- afzuig- en fakkelininstallatie in eigen beheer, benutting door derden (stortgasleverantie);
- afzuig- en fakkelininstallatie in eigendom van derden en door derden beheerd, en benutting eveneens door derden.

Figuur 4.1: Contractvormen stortgasonttrekking en benutting



Afhankelijk van de contractvorm vindt beheer en onderhoud van het onttrekkingssysteem, de afzuig- en fakkelsinstallatie en de benuttingsinstallatie in de exploitatiefase eventueel door derden plaats. Inzage in de contracten en eventuele bijstelling daarvan dient ruim voor de eindinspectie plaats te vinden. Dit betreft dan zowel de onttrekkingsbronnen, afzuig- en fakkelinstallatie als ook de benuttingsinstallatie binnen de inrichting. De nazorgorganisatie is namelijk verantwoordelijk voor het verantwoord onttrekken en benutten van stortgas.

Nadat de hoeveelheid stortgas is afgenomen tot een zodanig niveau dat stortgasonttrekking niet efficiënt meer kan plaatsvinden, kan er nog wel stortgas gevormd worden. Dit dient via geleide weg vanuit de stortplaats te emitteren.

Dit kan op beheerste wijze (passief) gebeuren door op stortgasbronnen en op andere onderdelen waar stortgas vrijkomt (bijvoorbeeld percolaatputten) eenvoudige (compost)filters aan te brengen, waarmee de emissie methaan en geurcomponenten wordt verminderd.

Tabel 4.10 Aanbevelingen stortgas

Voorziening	Periode na beëindiging storten ¹⁾ (zie paragraaf 1.3)	Frequentie
Inregelen onttrekkingsbronnen en gelijktijdige inspectie gasonttrekkingssysteem	15 jaar	12 x per jaar
Afzuiginstallatie	15 jaar	Conform handboek ²⁾
Fakkelinstallatie	15 jaar	Conform handboek ²⁾
Benuttingsinstallatie	15 jaar	Conform handboek(en) ²⁾
Reserve-onderdelen installaties	Bij eindinspectie controle op aanwezigheid en kwaliteit	
Aanbrengen compostfilters	Na 15 jaar	Enmalig (met onderhoud nadien)

¹⁾ De tijdsduur (15 jaar) is een benadering. Een kosten-/batenanalyse is op het einde van deze periode noodzakelijk om de bedrijfsduur van de afzuiging en benutting en de overgang naar een passief systeem nader vast te stellen.

²⁾ Indien geen onderhoudshandboek aanwezig, dan gelden jaarlijkse onderhoudskosten van 3-7 % van de investering

3.2.2 Onderhoud waterzuivering

(wanneer is zuivering ter plaatse rendabel t.o.v. afvoer water naar elders of op riolering. In dit verband is een analyse, (en vervolgens het leggen van een relatie met de hiervoor gestelde vragen) van belang over de vraag welke tijdsperiode is gemoeid met het "leeglopen" van het stortlichaam als gevolg van de aanleg van (een deel van) de bovenafdichting;

De leeglooptijd wordt benaderd met het model dat is beschreven in hoofdstuk 3. Voor iedere afzonderlijke locatie is afweging van de kosten van (voor)zuivering versus afvoer naar of directe lozing op een riolering noodzakelijk. Bij deze afweging is inzicht nodig in:

- exploitatiekosten van (voor)zuivering, inclusief inspectie, onderhoud en beheer van leidingen, pompen, gebouwen, etc;
- (resterende) kapitaalslasten;
- resterende lozingsheffing;
- lozingsheffing van onbehandeld percolaat/grondwater.

Gelet op de grote verschillen in hoeveelheden en kwaliteit van percolaat/grondwater, waterzuiveringsmethoden en –rendement is het niet mogelijk om voor een 'gemiddelde' stortplaats op representatieve wijze de kosten van onderhoud te berekenen. Dit zal per locatie specifiek moeten worden uitgewerkt. De exploitant dient daarvoor de benodigde gegevens te overleggen.

Is er sprake van een grondwaterbeheerssysteem, dan geldt hiervoor dezelfde benadering. In veel gevallen zal een grondwaterbeheerssysteem eeuwigdurend nodig zijn, tenzij er sprake is van een stabiele eindsituatie. In dat geval zal door het optreden van uitdroging van het stortlichaam en door het verschijnen van natural attenuation (NA) in het grondwater geen grondwaterbeheerssysteem meer nodig zijn. Zolang dit niet is aangetoond, dient te worden uitgegaan van een eeuwigdurend onderhoud van een grondwaterzuiveringsinstallatie. De jaarlijkse kosten daarvan dienen door de exploitant te worden opgegeven.

Als vuistregel kan worden gehanteerd dat de exploitatiekosten van zuiveringsinstallaties (jaarlijks onderhoud) circa 7 % van de investeringskosten bedragen. Als bandbreedte kan een waarde van 5 tot 8 % worden gehanteerd.

3.2.3 Onderhoud terrein/algemene voorzieningen (uitgangspunt is extensieve recreatie, onderhoud sloten meenemen);

Het periodiek onderhoud van het terrein betreft:

- onderhoud groenzones (gras, beplanting);
- onderhoud wegen en paden;
- onderhoud watergangen, sloten en greppels;
- afrastering.

Wordt het onderhoud intensiever als gevolg van een gewijzigde bestemming van een stortplaats, dan dienen de meerkosten daarvan door de initiatiefnemer van de gewijzigde bestemming te worden vergoed.

Onderhoud van groenzones bestaat uit het maaien van het gras en snoeien van struiken. Het gras moet een tot twee keer per jaar worden gemaaid, afhankelijk van de voedselrijkdom van de grond. Het gras wordt bij voorkeur na de zaadvorming (het afrijpen) gemaaid (omstreeks juni/juli). Geadviseerd wordt het maaisel af te voeren, waardoor verschraling optreedt. De grasgroei is daardoor minder overvloedig, wat zowel voor de soortenrijkdom als de onderhoudskosten gunstig is. Is een tweede maaibeurt (rond oktober) noodzakelijk, dan kan het maaisel blijven liggen. Na een aantal jaren zal de verschraling zijn opgetreden, waardoor met een keer maaien per jaar kan worden volstaan.

Begrazing is een alternatief voor maaien. Bij begrazing is het noodzakelijk afrastering aan te brengen. Door vertrapping (grazers) kan mogelijk schade ontstaan, bijvoorbeeld in de vorm van veepadten. Deze schade moet tijdens het onderhoud worden hersteld. Bij begrazing kan gebruik worden gemaakt van de volgende organisatievormen [Ziel]:

- eigen vee en werkzaamheden in eigen beheer;
- inscharen van vee van derden, zelf zorgen voor voorzieningen;
- volledig uitbesteden van de begrazing aan een gespecialiseerd bedrijf.

Vergelijking van de kosten van begrazing en de lagere kosten van maaien moet resulteren in een keuze van beheer. Begrazing is echter ook een vorm van beheer die direct is gerelateerd aan het terreingebruik. Eventuele meerkosten van begrazing zijn geen onderdeel van de reservering voor nazorg.

Het snoeien van struiken is sterk afhankelijk van het type beplanting en het onderhoudsregime. Bij een gesloten struikbeplanting kan worden uitgegaan van dunnen eens per vijf jaar, en afzetten en opnieuw aanplanten per twintig jaar.

Asfaltwegen op de stortplaats (toegangsweg, ringweg) verliezen grotendeels hun functie bij extensieve recreatie. Slechts sporadisch zal van de wegen gebruik worden gemaakt, in geval van onderhoudswerkzaamheden en inspecties. Als onderhoudsmaatregel voor asfaltwegen worden oppervlakreparaties aanbevolen. Gelet op het extensieve gebruik lijkt een grotere maatregel (aانبrenge van een nieuwe deklaag) niet noodzakelijk.

Dient de bereikbaarheid van een waterzuivering of stortgasinstallatie langdurig te worden gewaarborgd, dan is herstel van de toplaag door middel van een oppervlakbehandeling wel noodzakelijk.

Extensief belaste elementverhardingen (betontegels, klinkers, grasbetonstenen) dienen eens per tien jaar te worden onderhouden (herstel verzakkingen en verwijderen onkruid).

Halfverharde paden en wegen (kleischelpen, silex, slakken) die extensief worden gebruikt dienen periodiek te worden hersteld. Als vuistregel kan daarvoor een periode van vijf jaar worden aangehouden. Onderhoud bestaat uit herstel van de toplaag (bijvoorbeeld herprofilering, doorfrezen en/of aانبrenge nieuwe laag). Door afstroming op taluds kan erosieschade aan halfverhardingen optreden. Herstel dient dan jaarlijks plaats te vinden.

Indien terreinvoorzieningen worden gebruikt ten behoeve van extensieve recreatie dienen de kosten van onderhoud en vervanging in het doelvermogen te worden opgenomen. Kosten van alle overige voorzieningen dienen door de terreinbeheerder/-gebruiker te worden betaald. Dit dient in het contract met de terreinbeheerder/-gebruiker te worden vastgelegd.

Snelle afvoer van hemelwater is van belang voor de kwaliteit van de bovenafdichting. Derhalve is jaarlijks onderhoud van sloten en greppels noodzakelijk. Sloten en greppels moeten worden gemaaid/opgeschoond, waarbij het maaisel op de kant kan worden gelegd.

Voor afrastering geldt dat jaarlijks reparatie van schade nodig is. Schade ontstaat o.a. door vandalisme.

Voorziening	Periode na eindafwerking	Frequentie
Grasvelden (voedselarm, extensief beheer) Maaien en afvoer gras	Eeuwigdurend	1 keer per jaar
Grasvelden (voedselrijk, extensief beheer) Maaien en afvoer gras (1x)	1-5 jaar 6e jaar en later	2 keer per jaar 1 keer per jaar
Dunnen struikbeplanting	Eeuwigdurend	1 keer per 5 jaar
Afzetten struiken en nieuwe aanplant	Eeuwigdurend	1 keer per 20 jaar
Oppervlakreparaties asfalt	Eeuwigdurend	1 keer per twee jaar
Oppervlakbehandeling asfalt (bij stortgasinstallatie)	20 jaar	1 keer per 10 jaar
Halfverharde paden, verbetering toplaag	Eeuwigdurend	1 keer per 5 jaar
Halfverharde paden op taluds, herstel erosie	Eeuwigdurend	1 keer per jaar
Elementverhardingen	Eeuwigdurend	1 keer per 10 jaar
Sloten en greppels maaien/opschonen	Eeuwigdurend	1 keer per jaar
Afrastering, reparaties	Eeuwigdurend	1 keer per jaar

4.4 Periodieke vervangingen

4.4.1 Huidige situatie

Wet- en regelgeving

IPO-checklist

In de wet- en regelgeving zijn geen vervangingstermijnen voor objecten op stortplaatsen vastgelegd. De vervangingsperiode voor een combinatieafdichting van zandbentoniet en een folie is in de huidige IPO-checklist vastgesteld op vijftig jaar [DHV 1997-2].

Tabel 4.11 geeft een overzicht van de kentallen van een aantal voorzieningen in de nazorgfase, zoals in het huidige nazorgmodel [DHV 1997-2] worden gehanteerd.

Tabel 4.11 Kentallen huidige IPO-checklist

Voorziening	Periode	Frequentie vervanging
Vervanging waarnemingsfilters	Eeuwigdurend	1 x per 20 jaar
Vervanging overige objecten	--	--

Praktijk

In de praktijk is er reeds veel ervaring opgedaan met het beheer van installaties, gebouwen en systemen. Per onderdeel is waar nodig ingegaan op praktische aspecten en ervaring met inspectie en onderhoud. Tevens is per paragraaf relevante literatuurgegevens beschreven en gebruikt voor de aanbevelingen.

Voor de levensduur van bouwproducten wordt verwezen naar de SBR-publicatie 355 'Levensduur van bouwproducten, praktijkwaarden' [SBR].

Hierin wordt de levensduur gedefinieerd als: 'de periode waarin de prestatiecapaciteit van een bouwproduct groter dan of gelijk is aan de gestelde eisen'. Het betreft een gemiddelde levensduur waarbij de werkelijke waarden en spreiding rond dit gemiddelde zullen vertonen. Uiteraard is de materiaalkeuze en constructie bepalend voor de levensduur, bijvoorbeeld: afzonderlijke gevelementen van baksteen/betonsteen kennen een levensduur van gemiddeld 75 jaar; als afwerking van een gevel als geheel is de levensduur afhankelijk van het type voeg dat wordt gebruikt (bij een kalkvoeg 40 jaar, bij een cementvoeg (na-/aangestroken) 60 jaar).

In [SBR] wordt ook de levensduur van werktuigkundige en elektrotechnische installaties voor gebouwen beschreven.

Voor werktuigkundige installatiedelen met bewegende delen (warmte/krachtunit, persluchtcompressor, rookgasventilator, luchtklepmotoren) wordt rekening gehouden met een levensduur van gemiddeld 15 jaar, met daarbij jaarlijks terugkerend onderhoud.

Hierbij is vooral het aantal draaiuren maatgevend. Voor stationaire werktuigkundige installatiedelen varieert de gemiddelde levensduur (enkele uitzonderingen niet meegenomen) tussen 25 en 40 jaar. De levensduur van elektrotechnische installaties varieert van 15 jaar (schakelklok, verlichtingsarmatuur) tot 35-50 jaar (bedrading). Voor beeldschermen en gebouwautomatisering wordt een levensduur van 10 jaar gehanteerd.

In [NEN 6702] Technische Grondslagen voor Bouwconstructies worden voor bouwconstructies een veiligheidsklasse en referentieperiode voorgeschreven. De referentieperiode wordt gedefinieerd als: 'beoogd tijdsbestek waarin de bouwconstructie moet blijven voldoen aan de gestelde eisen'. Voor een aantal van de in de NEN 6702 bouwwerken is onderstaand de referentieperiode weergegeven. Voor een nadere toelichting wordt verwezen naar [NEN 6702].

Bouwwerkaanduiding	Veiligheidsklasse ¹	Referentieperiode
Bijeenkomstgebouw	3	50
Industrieel gebouw	2	15
Kantoorgebouw	3	50
Alle gebouwen t.b.v. een primaire nutsvoorziening, of gebouwen met een primaire maatschappelijke of culturele functie	3	50
Overige bouwwerken	1	15
Overige bouwwerken	2	15/50
Overige bouwwerken	3	50/100

¹ Zie [NEN 6702]

Op basis van ervaringsgegevens van Royal Haskoning wordt voor gebouwinstallaties een levensduur van 15-18 jaar gehanteerd. Voorgesteld wordt om een levensduur van 15 jaar te hanteren, met gemiddelde onderhoudskosten van ca. 3% van de investeringskosten van een installatie.

4.4.2 Per onderdeel

4.1.3 Vervanging waarnemingsfilters (inclusief beschermingsmaatregelen);

De frequentie van vervanging of reparatie van beschermingsmaatregelen van peilbuizen is moeilijk voorspelbaar. Dit is mede afhankelijk van de ligging en genomen beschermingsmaatregel. De ervaring leert dat beschermingsmaatregelen worden beschadigd bij bijvoorbeeld grondwerk en vooral bij het maaien van gras, etc. Uitgangspunt voor de kostenraming is dat 1 keer per 5 jaar voor 50% van de aanwezig beschermingsmaatregelen wordt vervangen.

Vervanging peilfilters

Het vervangen van peilfilters is sterk afhankelijk van de geplaatste put (wijze van aanleg, gebruik van terrein in nazorgfase) en de verontreinigingssituatie. Voor goed aangelegde putten en weinig kans op beschadiging wordt aanbevolen een gemiddelde vervangingstermijn van 1 keer per 15 jaar te hanteren.

4.1.4 Vervanging overige objecten (b.v. stortgasinstallatie (in dit verband een mogelijke vervanging door biofilter(s) per bron of centraal), gasregelstation, fakkel, waterzuivering, pompen, debietmeters, civieltechnische en elektronische installaties, damwanden).

Onder de vervanging van overige objecten wordt verstaan: het vervangen van onderdelen van installaties of gebouwen, en waar nodig het volledig vervangen van een installatie of gebouw. Dit betreft o.a. de stortgasinstallatie, gasregelstation, fakkel, waterzuivering, pompen, debietmeters, civieltechnische en elektronische installaties, en damwanden.

Voor het vervangen van totale objecten zijn geen algemene richtlijnen te geven. Vervanging is sterk afhankelijk van de kwaliteit, materiaalkeuze, intensiteit van gebruik en de staat van onderhoud.

Voorbeeld: pomp in percolaatput.

Worden bepaalde (goedkope) materiaalsoorten in een agressief milieu gebruikt, dan zal een pomp minder lang functioneren dan bij een type waarin duurzamere materiaalsoorten zijn toegepast. Wordt de pomp slechts gebruikt op momenten dat percolaat boven een bepaald niveau komt, dan zal deze regelmatig stilstaan in een agressief milieu. Onderdelen kunnen vast gaan zitten. Wordt deze pomp intensief gebruikt, dan zullen bewegende delen snel slijten. Is er stelselmatig onderhoud, dan zal deze pomp langer functioneren dan bij extensief onderhoud.

Voor een inschatting van de vervanging is aangenomen dat aan de volgende uitgangspunten is voldaan:

- het ontwerp van het betreffende object is afgestemd op de functie en het gebruik (type, materiaalkeuze);
- bij ontwerp en aanleg is uitgegaan van duurzame materiaalsoorten en constructies;
- extreme omstandigheden zijn buiten beschouwing gelaten;
- inspectie en onderhoud tijdens exploitatie en nazorg zijn gericht op duurzame instandhouding van objecten;
- als gevolg van nieuwe uitgangspunten (bijvoorbeeld afname ontwerpcapaciteit), voortschrijdend inzicht, technische ontwikkelingen en economische afschrijving zal een volledige vervanging van een object na een bepaalde tijd noodzakelijk zijn.

In het algemeen kunnen voor vervanging van objecten de volgende kentallen worden gehanteerd (zie Tabel 4.12).

Voor gasmotoren geldt dat na ca. 80.000 draaiuren (10 jaar) groot onderhoud met vervanging van bewegende delen (zuigers, lagers) nodig is.

Tabel 4.12 Aanbevolen frequentie vervanging van objecten

Object	Periode na aanleg (zie paragraaf 1.3)	Frequentie
Gebouwen	Eeuwigdurend	50 jaar
Hekwerken en poorten (goede kwaliteit)	Eeuwigdurend	1 keer per 30 jaar
Werktuigbouwkundige installaties	Eeuwigdurend	1 keer per 15 jaar
Infrastructurele werken	Eeuwigdurend	1 keer per 50 jaar

5. TECHNISCHE AANVULLINGEN

5.1 Inleiding

In de huidige IPO-checklist is onvoldoende aandacht besteed aan onderhoud en vervanging van leiding- en drainagesystemen, amovering van objecten en onderhoud en beheer van civieltechnische werken. In dit hoofdstuk wordt nader ingegaan op deze onderwerpen.

In bestaande wet- en regelgeving worden geen gerichte eisen gesteld aan onderhoud en vervanging. Ook is de wijze waarop met objecten wordt omgegaan bij overdracht van de nazorg niet specifiek beschreven. Ervaringen op dit gebied zijn gering

5.2 Onderhoud en vervanging leiding- en drainagesystemen

Op stortplaatsen zijn naast drainagesystemen andere soorten kabels/leidingen in gebruik. Afhankelijk van de mate van nazorg en de daarvoor benodigde voorzieningen dient een deel van de kabels/leidingen te worden gehandhaafd gedurende korte of langere tijd. Voor overdracht van de nazorg dienen de ligging en de staat van onderhoud van kabels en leidingen bekend te zijn. Onderscheid valt te maken in:

Kabels

- Communicatieleidingen (telefoon, data, besturingssignalen, alarmmeldingen).
- Elektrische kabels (pompen, verlichting).
- Aardgasleidingen (t.b.v. gebouwen).
- Bliksembeveiliging/aarding.

Leidingen

- Afvoerleidingen percolaat.
- Persleidingen influent en effluent PWZI.
- Ringdrainages/afvoer drainagesystemen.
- Riolering terreinafwatering/gebouwen.
- Waterleiding (gebouwen).

De meeste leidingen op een stortplaats bestaan uit kunststof (PVC, PE, PP). Rioleringen voor terreinafwatering en gebouwen kunnen ook van beton zijn. Waterleidingen zijn veelal van kunststof (PE, PP of PVC). Als hiervoor gecertificeerde kunststof leidingsystemen worden toegepast is een levensduur van 50 jaar zeker haalbaar. De vervangingstermijn van betonleidingen bij infrastructurele werken is in algemeen ten minste 50 jaar. In Tabel 5.1 zijn de kentallen voor levensduur van voorzieningen weergegeven. De levensduur kan als vervangingstermijn worden gehanteerd, ervan uitgaande dat juiste ontwerp- en aanlegcriteria zijn gehanteerd, en er sprake is van gecertificeerde materialen.

Door leveranciers kan worden aangetoond dat een levensduur van materialen groter is dan vijftig jaar [Boels, e.a.]. Indien aangetoond wordt dat de levensduur meer dan vijftig jaar bedraagt, wordt aanbevolen dit bij bepaling van de vervangingskosten te betrekken.

Tabel 5.1 Verwachte ((minimale) levensduur van kabels en leidingen gebaseerd op literatuurgegevens

Voorziening	Type	Minimale levensduur ¹ na aanleg (zie paragraaf 1.4)	Opmerkingen/ Bronvermelding
<i>Kabels</i>			
Distributienet elektra	(kunststofleidingen)	50	[SBR]
Communicatieleidingen	PVC mantel	50	
Bedrading	VD draad	50	[SBR]
	RD draad	35	[SBR]
Aarding		25	[SBR]
<i>Leidingen</i>			
Aardgasleidingen	Koper	50	[SBR]
Leidingen koelwater	Staal, geïsoleerd	15	[SBR]
Afvoerleidingen percolaat	HDPE	50	[Boels, e.a.]
	PVC	50	[Boels, e.a.]
Persleidingen Influent en effluent PWZI	HDPE	50	[Boels, e.a.]
	PVC	50	[Boels, e.a.]
Ringdrainages/ afvoer drainagesystemen	HDPE	50	[Boels, e.a.]
	PVC	50	[Boels, e.a.]
Riolering	PVC	50	[Boels, e.a.]
Terreinafwatering/gebouwen	Beton	50	
Waterleiding	PVC	50	[Boels, e.a.]
	Koper	50	

¹ Bij de (minimaal) verwachte levensduur is er van uit gegaan dat de juiste ontwerp- en aanlegcriteria zijn gehanteerd, en er sprake is van gecertificeerde materialen. Verder is er buiten het afvalpakket in het algemeen geen sprake van extreme situaties waaraan materialen worden blootgesteld.

Inspectie en onderhoud van leidingen is o.a. afhankelijk van de gebruikintensiteit. In de nazorgperiode neemt de gebruikintensiteit van veel systemen af. Bijvoorbeeld: wordt de ontwerpcapaciteit van een afvoerleiding voor percolaat in de nazorgfase slechts in beperkte mate gebruikt, of is er sprake van stroomsnelheden die lager zijn dan de ontwerpuitgangspunten, dan kan dichtslibbing optreden. In Tabel 5.2 en Tabel 5.3 zijn aanbevelingen gegeven voor de frequentie van inspectie respectievelijk onderhoud en vervanging van kabels en leidingen.

Tabel 5.2 Aanbevolen frequentie van inspectie van kabels en leidingen

Voorziening	Type	Frequentie	Doorlooptijd ¹	Opmerkingen
<i>Kabels</i>				
Communicatieleidingen	PVC mantel	--	Gebruiksduur	'getest' tijdens gebruik
Elektriciteitskabels	PVC mantel	--	Gebruiksduur	'getest' tijdens gebruik
Aardgasleidingen	Koper	--	Gebruiksduur	'getest' tijdens gebruik
Bliksembeveiliging/aarding	Koper	1x per jaar	Gebruiksduur	Meten van aardingscapaciteit
<i>Leidingen</i>				
Afvoerleidingen percolaat	HDPE	1x per jaar	Levensduur percolaat-drains ³	Visuele inspectie afvoer ²
	PVC	1x per jaar	Levensduur percolaat-drains ³	Visuele inspectie afvoer ²
Persleidingen Influent en effluent PWZI	HDPE	1x per jaar	Gebruiksduur	Visuele inspectie afvoer ²
	PVC	1x per jaar	Gebruiksduur	Visuele inspectie afvoer ²
Ringdrainages/ Afvoer hemelwaterdrainagesystemen	HDPE	1x per jaar	Gebruiksduur	Visuele inspectie afvoer ²
	PVC	1x per jaar	Gebruiksduur	Visuele inspectie afvoer ²
Riolering Terreinafwatering/gebouwen	PVC	1x per jaar	Eeuwig resp. gebruiksduur	Visuele inspectie afvoer
	Beton	1x per jaar	Eeuwig resp. gebruiksduur	Visuele inspectie afvoer
Waterleiding	PVC	1x per jaar	Gebruiksduur	Vergelijk standen watermeter en ingeschat verbruik
	Koper	1x per jaar	Gebruiksduur	

¹ De kabels en leidingen dienen vaak diverse functies die tijdens de nazorgfase al dan niet vervallen. Per functie geldt derhalve een afzonderlijke gebruiksduur, soms gekoppeld aan processen in het stort (percolaat).

² Incidenteel of bij twijfel camera-inspectie. Aanname: gemiddeld 1x per 5 jaar.

³ Hoewel in hoofdstuk 3 een benadering van de gemiddelde 'leeglooptijd' is gegeven, is de levensduur van de percolaatdrains in dit geval maatgevend. Immers ook na de gemiddelde 'leeglooptijd' kan er sprake zijn van nalevering van kleine hoeveelheden percolaat.

Tabel 5.3 Aanbevolen frequentie van onderhoud en vervanging van kabels en leidingen

Voorziening	Vervanging na aanleg (zie paragraaf 1.3)	Onderhoud
Kabels en Communicatieleidingen	1 x per 50 jaar ¹	n.v.t.
Aarding	1 x per 25 jaar ¹	1 x per jaar doormeten
(Ring)drainages	50 jaar ¹	Zie Deelonderzoek A1
Afvoerleidingen, hemelwaterdrainages en riolering	50 jaar ¹	Gemiddeld 1 x per tien jaar onderhoud (reinen)

¹ tenzij is aangetoond dat de levensduur meer dan vijftig jaar bedraagt

5.3 **Amovering van objecten**

Bijvoorbeeld afbreken stortbordes en gebouwen die na het sluiten van de stortplaats geen functie meer hebben.

Op een stortplaats kunnen zich diverse objecten bevinden. Een aantal van deze objecten zal in de nazorgfase geen functie meer hebben. Hierbij valt te denken aan gebouwen, stortbordes, weegbrug etc. Daarnaast zijn er objecten die in de nazorgfase hun functie behouden, maar op termijn verliezen. Hierbij valt te denken aan zuiveringen, afzuig- en fakkelinstallaties, e.d. Verder zullen er objecten zijn die in de (pre-)nazorgfase een ander functie krijgen of behouden.

Voor zover genoemde objecten zich niet op de stortplaats bevinden, wordt er van uitgegaan dat deze objecten de uitvoering van de nazorg niet beïnvloeden. Objecten binnen de inrichting vallen onder verantwoordelijkheid van de nazorgorganisatie en dienen derhalve in de nazorg te worden opgenomen.

Objecten die zijn gelegen *op* de stortplaats dienen in principe te worden verwijderd. Uitgangspunt hierbij is dat de bovenafdichting moet zijn aangelegd volgens de criteria die hiervoor gelden. De verwachting is dat aanwezige objecten hier niet in kunnen worden geïntegreerd.

Voor afvoerleidingen en voorzieningen als bijvoorbeeld peilbuizen buiten de stortplaats dient in het nazorgplan rekening te worden gehouden met de kosten voor een zakelijk recht. Voor afvoerleidingen op particulier terrein geldt in het algemeen een bedrag van zakelijke recht van € 0,50 tot € 2,25 per m¹ per jaar (afhankelijk van grondgebruik en voorwaarden).

5.4 **Onderhoud en vervanging van civieltechnische voorzieningen**

Civieltechnische voorzieningen die een rol spelen bij het isoleren en beheersen van een stortplaats zijn o.a. damwanden, cementbentonietwanden en tunnelconstructies.

Damwanden

Voor damwanden en cementbentonietwanden geldt dat deze worden toegepast als verticale afscherming van de stortplaats en/of de daaronder aanwezige bodem.

Damwanden zijn stalen constructies, bestaande uit damwandplanken voorzien van slecht doorlatende of ondoorlatende voegverbindingen (bentoniet, polyurethaan) ter plaatse van de damwandsloten. De levensduur van de damwanden is afhankelijk van het 'milieu' waarin de damwand zich bevindt, de dikte van de damwand, het staaltype, eventuele beschermingslagen en de kwaliteit van de voegverbindingen.

In neutraal milieu (zoet water) bedraagt aan de 'waterzijde' de corrosiesnelheid van damwanden 0,01 tot 0,02 mm/jaar. Aantasting van een kwalitatief goede damwand in de bodem wordt verwaarloosbaar geacht, zelfs in een agressief milieu [EAU], [CUR 1993]. Dit betekent dat bij toepassing als geohydrologisch scherm in de bodem, aantasting van de wand verwaarloosbaar is.

Vervanging is dan ook in principe niet aan de orde. Voor de kostenraming kan met een vervangingstermijn 100 jaar worden gerekend, slechts indien wordt aangetoond dat de voegvulling eenzelfde levensduur kent. In andere gevallen is de levensduur van de voegvulling maatgevend.

Onderhoud van damwanden is niet mogelijk zonder een damwand vrij te graven, of deze deels te vervangen. Als aantasting plaatsvindt op de overgang (grond)water/lucht, kan behandeling door middel van conserveringsmiddelen plaatsvinden nadat het staal is gestraald. In hoeverre hier noodzaak toe is, is afhankelijk van het staaltype en de reeds aanwezige conserveringslaag. Gegevens hiervan dienen in het nazorgplan te worden opgenomen.

Cementbentonietwanden

Cementbentonietwanden bestaan uit een mengsel van cement en bentoniet dat in de bodem verhard tot een wand. Als de cementbentonietwand wordt toegepast in combinatie met een onderbemaling, kan de cementbentonietwand worden aangetast door verontreiniging van de waterstroom die van buiten de wand naar de stortlocatie is gericht. Als uitgangspunt geldt dat in deze waterstroom geen verontreinigingen aanwezig zijn die de wand aan kunnen tasten. Het water aan de buitenzijde dient immers te worden beschermd. Echter, als gevolg van activiteiten (door derden) kan in de toekomst het grondwater buiten de wand verontreinigd raken. De schade aan de wand die hierdoor op kan treden kan dan worden verhaald.

Tevens is het mogelijk dat aantasting van de wand optreedt tegen de waterstroom in. Het betreft hier massatransport als gevolg van diffusie. Bij de Derde Merwedehaven in Dordrecht [HASKONING] is berekend dat de concentratie van verontreinigingen die via diffusie tegen de waterstroom naar buiten bewegen zo snel afneemt dat geen massatransport van enige betekenis kan optreden. Vervanging is dan ook in principe niet aan de orde. Voor de kostenraming kan met een vervangingstermijn 100 jaar worden gerekend, tenzij wordt aangetoond dat de vervangingstermijn hiervan afwijkt.

Tunnelconstructies

In het algemeen hebben betonnen constructies in de bodem (funderingen, putten) een gemiddelde levensduur van meer dan 75 jaar [SBR]. De volgende punten kunnen de levensduur beïnvloeden:

- Externe factoren (percolaat, belasting(verschillen);
- Degradatie van beschermende lagen, met name bij doorvoeren.

Er is geen algemene levensduur voor tunnelconstructies te geven. De combinatie van ontwerpfactoren (veiligheidsfactoren bij belasting), materiaalkeuze en uitvoeringswijze zijn niet 'standaard'. Per toepassing dient de levensduur te worden beoordeeld door een ter zake kundige, aan de hand van eerder in deze rapportage verstrekte gegevens en de gegevens van het nazorgplan.

Aandachtspunten zijn:

- Ontwerpeisen (zijn deze tijdens exploitatie en nazorg ongewijzigd, of is er bijvoorbeeld sprake van grotere belasting door veranderende afvalsamenstelling of eindhoogte);
- opbouw onderafdichting (onder en boven tunnelconstructie);
- contactmogelijkheden met percolaat;
- doorvoerconstructies en bescherming (type voegafdichting);
- sterkteberekeningen;
- effecten op de afdichtingsconstructie en stortopbouw bij instorten van tunnel na afloop van functionele levensduur;
- evaluatie van uitvoeringswijze.

De tunnel dient met name om de percolaatdrains onder in het stort te 'ontsluiten'. De noodzaak van de tunnel vervalst in beginsel zodra de percolaatdrains niet meer functioneren. Al eerder is aangegeven dat de percolaatvorming circa tien jaar na het aanbrengen van de bovenafdichting sterk is afgenomen.

Aangezien dan nog kleine hoeveelheden percolaat kunnen worden nageleverd, is de levensduur van de percolaatdrains maatgevend voor het in stand houden van de tunnel.

Vervanging van voorzieningen (pompen, afsluiters, ventilatie, meet- en regelapparatuur, lift, etc.) dient ten minste eenmalig te worden berekend. De schacht van een tunnel dient eeuwigdurend te worden onderhouden. Deze is dan nodig om eventueel lekwater in de tunnel af te kunnen pompen.

Er zijn geen gegevens bekend over het risico van instorten van tunnels na afloop van de functionele levensduur, en de effecten daarvan op de (boven)afdichting van stortplaatsen. Aangezien bij het ontwerp diverse veiligheidsfactoren worden meegenomen, is de verwachting gerechtvaardigd dat enig risico van instorting pas op lange termijn (> 75 jaar na aanleg) zal optreden. Milieuhygiënische en financiële risico's kunnen worden beperkt door de tunnel na de functionele levensduur te verstevigen (bijvoorbeeld door deze te vullen met beton).

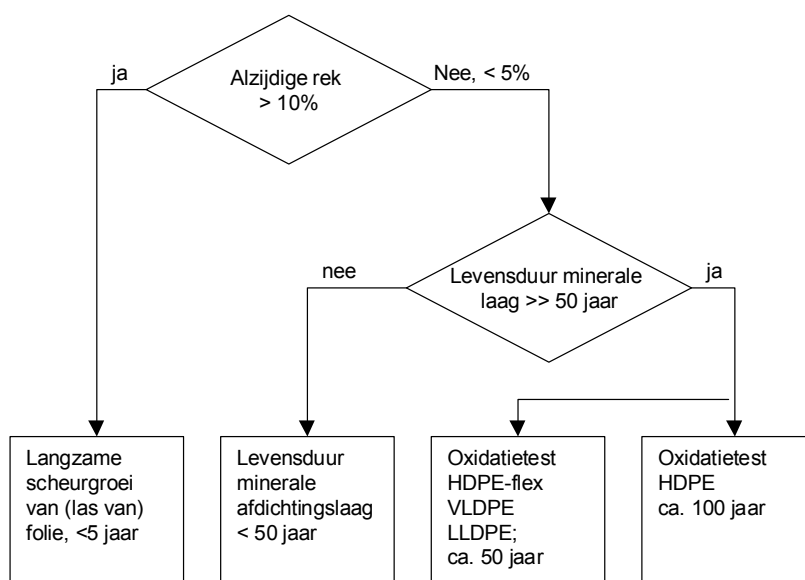
Een zinvolle afweging hiervan kan pas te zijner tijd worden gemaakt op basis van een kosten-/batenganalyse en risico-analyse. Een specifieke reservering voor desbetreffende maatregelen wordt momenteel niet noodzakelijk geacht.

5.5 Vervanging bovenafdichting inclusief hemelwaterdrainage

In deelonderzoek A2 [Boels e.a.] is geconcludeerd dat, mits aan bepaalde voorwaarden wordt voldaan, de levensduur van een bovenafdichting 100 jaar kan bedragen.

Figuur 5.1 geeft een schematische weergave van de verwachte duurzaamheid van een combinatie-afdichting bij verschillende omstandigheden en materiaaltoepassingen.

Figuur 5.1 Schematische weergave duurzaamheid combinatie-
bovenafdichting [Boels e.a.]



Vervanging van de hemelwaterdrainage dient te worden afgestemd op de vervangingstermijn van de bovenafdichting. Tussentijdse (volledige) vervanging van de hemelwaterdrainage is niet reëel. Aanbevolen wordt om geen kosten voor tussentijdse vervanging van hemelwaterdrainage op te nemen, tenzij producten/materialen worden/zijn toegepast die een geringe levensduur kennen (zie [Boels, e.a.], deel 2 'levensduur kunststoffen').

6. ORGANISATORISCHE MAATREGELEN

6.1 Inleiding

Dit hoofdstuk beschrijft de organisatie tijdens de nazorg. Het geeft een overzicht van de betrokkenen en bijbehorende taken, bevoegdheden en verantwoordelijkheden. Uit de praktijk blijkt de overdracht van relevante documenten tijdrovend te zijn. In paragraaf 6.2 wordt daar nader op ingegaan. In de overige paragrafen wordt aandacht besteed aan de noodzaak en wijze van registratie van gegevens, rapportage en communicatie.

6.2 Overdracht relevante documenten

Om als nazorgorganisatie een goed dossier op te kunnen zetten, is een gestructureerde verzameling van gegevens noodzakelijk. Het ontsluiten van archieven van exploitant, bevoegd gezag etc. is een tijdrovende activiteit, die echter essentieel is voor voortzetting van de nazorg. Het moet immers duidelijk zijn welke ontwerputgangspunten zijn gehanteerd, hoe deze zijn 'vertaald' naar de uitvoering, welke lopende afspraken en contracten er zijn, en welke verplichtingen daaruit voortvloeien. Door de lange looptijd van de stortplaatsexploitatie is volledige beschikbaarheid van alle noodzakelijke, bestaande documenten niet gegarandeerd.

Bronnen van documentatie zijn:

- archief van stortplaatsexploitant: mer-rapportage(s), ontwerpdocumenten, bestekken, installatiedocumentatie, revisiegegevens, evaluatierapporten, onderhoudshandboeken en –contracten, digitale bestanden (tekeningen, meetgegevens, etc.), financiële verslagen, correspondentie met derden;
- archief bevoegd gezag. Dit betreft zowel de provincie als ook gemeente en waterkwaliteitsbeheerder. Achtergronddocumenten, bestemmingsplan, vergunningaanvragen, etc. zijn van belang voor de nazorg. Als gevolg van het feit dat verschillende afdelingen (bijvoorbeeld handhaving en vergunningverlening) eigen archieven kunnen bijhouden, is het zaak volledige medewerking te vragen bij het verkrijgen van alle relevante documenten;
- archieven van betrokken aannemers en uitvoerders van onderhoud en reparatiewerkzaamheden;
- archieven van betrokken ontwerp- en adviesbureaus.

Geadviseerd wordt de overdracht vroegtijdig voor te bereiden, en vooral de meest actuele documenten te verzamelen. Geautomatiseerde dataopslag en –beheer (tekeningen, data, onderhoudsplanningen) vormt de basis voor keuzes die tijdens de nazorgfase nodig zijn.

6.3 Organisatie

Gedeputeerde Staten van de provincie (de provincie) dient zorg te dragen voor de eeuwigdurende nazorg. Dit betekent dat de provincie, vanaf het moment dat de stortplaats gesloten wordt verklaard, verantwoordelijk is voor de uitvoering van maatregelen die waarborgen dat de stortplaats geen nadelige gevolgen voor het milieu veroorzaakt, dan wel, voor zover dat redelijkerwijs niet kan worden gevegd, de groots mogelijke bescherming bieden tegen die nadelige gevolgen. De provincie kan de uitvoering van deze maatregelen opdragen aan een daartoe aangewezen rechtspersoon of instantie. In beide gevallen, zijnde uitvoering door de provincie of een externe organisatie, wordt in het vervolg gesproken over "de nazorgorganisatie".

In het navolgende wordt een overzicht gegeven van de bij de nazorg betrokken instanties en de bijbehorende taken, bevoegdheden en verantwoordelijkheden.

Gedeputeerde Staten

Gedeputeerde Staten van de provincie is verantwoordelijk voor de publieke taken die zijn gerelateerd aan de nazorg. Hieronder vallen onder andere het maken van nazorgbeleid, het beheer van de nazorggelden, het verlenen van vergunningen, het uitvoeren van handhaving en het (zorgdragen voor het) uitvoeren van de nazorg.

Nazorgorganisatie

De nazorgorganisatie is verantwoordelijk voor het feitelijk (laten) uitvoeren van de nazorgmaatregelen. De leidraad hierin wordt gevormd door de nazorgplannen die door de exploitanten zijn opgesteld en door de provincie zijn goedgekeurd. In de nazorgplannen zijn, voor de betreffende stortplaats, maatregelen omschreven met betrekking tot monitoring, onderhoud en vervanging. De nazorgorganisatie zal in de meeste gevallen de feitelijk maatregelen niet zelf uitvoeren maar optreden als regisseur en opdrachtgever.

De taak van de nazorgorganisatie zal derhalve voornamelijk bestaan uit het uitbesteden van werkzaamheden (offertes vragen, toezicht houden, resultaten beoordelen) en rapportage en advisering aan (Gedeputeerde Staten van) de provincie. Onderdeel hiervan vormen ook het opstellen van een begroting, een jaarrapportage en een jaarrekening.

Overige betrokkenen

Naast de direct betrokken partijen zoals deze hiervoor zijn beschreven zijn er diverse partijen die indirect of tijdelijk bij de nazorg zijn betrokken. Dit betreft met name de volgende:

- bevoegd gezag overig (gemeente, waterschap);
- uitvoerende instantie(s) (aannemers, adviesbureaus, hoveniers e.d.);

- adviserende instanties (juridisch, financieel, milieuhygiënisch, civieltechnisch e.d.);
- directe omgeving locatie (omwonenden).

Met betrekking tot de uitvoerende en adviserende instanties zullen de contacten voortvloeien uit de overeenkomsten die met deze partijen worden aangegaan. Afspraken over de te leveren producten, informatie-uitwisseling en communicatie dienen in deze overeenkomsten te worden vastgelegd.

Ten aanzien van de contacten met de bevoegde gezagen en de directe omgeving dient een communicatieplan te worden opgesteld. Hierop zal nader worden ingegaan in paragraaf 6.5.

6.4 **Rapportage/evaluatie**

Zoals in paragraaf 6.3 genoemd dient de nazorgorganisatie per stortplaats een jaarrapportage op te stellen. Hierin dienen de afzonderlijke activiteiten zoals bijvoorbeeld grondwateranalyses, stijghoogtegegevens, zettingen en inspecties integraal te worden gerapporteerd.

Bij de afzonderlijke onderdelen, die in het onderhavige rapport beschreven staan, zijn kosten voor rapportage opgenomen voor de betreffende nazorgactiviteit. Verwacht mag worden dat deze deelrapportages op een dusdanige manier zijn opgesteld dat deze integraal aan de jaarrapportage kunnen worden toegevoegd. Als aanvulling dient in het rapport een evaluatie te worden opgenomen waarin deze deelrapportages met elkaar in verband worden gebracht.

Daarnaast dient ook een beschouwing plaats te vinden van relevante wijzigingen ten opzicht van eerdere jaarrapportages. Een dergelijke evaluatie dient in beeld te brengen of de nazorg op een milieuhygiënisch verantwoorde wijze verloopt.

De extra kosten zijn uiteraard afhankelijk van de complexiteit en de omvang van de stortplaats. De kosten voor het opstellen van een jaarrapport zijn gelegen tussen de € 3.500,- en € 9.000,-. Voor een eenduidige berekening van de kosten wordt voorgesteld voor locaties tot 10 hectare het minimumbedrag te hanteren en dit vervolgens tot een maximumbedrag te laten oplopen in stappen van € 225,- per hectare.

Verder dienen op stortplaatsniveau de volgende rapportages te worden opgesteld:

- jaarplan uit te voeren nazorgactiviteiten;
- jaarverslag uitgevoerde nazorgactiviteiten;
- financieel jaarverslag, inclusief begroting, etc.

Deze laatstgenoemde rapportages worden beschouwd als algemene werkzaamheden die worden gefinancierd vanuit de apparaatskosten (zie paragraaf 6.6).

6.5 Communicatie

De nazorgorganisatie dient op stortplaatsniveau tenminste de informatie te verstrekken zoals in paragraaf 6.4 is vermeld. Daarnaast wordt aanbevolen een communicatieplan op te stellen om de communicatie activiteiten rondom de nazorg van de stortplaats(en) te structureren en te monitoren.

De algemene doelstelling van de communicatie is om alle partijen die bij de nazorg zijn betrokken zo goed mogelijk van informatie te voorzien. Ook moeten deze partijen tevreden zijn over de informatie die ze hebben ontvangen. Een goede terugkoppeling is hierbij van cruciaal belang. Het informeren en het terugkoppelen van de informatie en reacties over de nazorgactiviteiten zorgen voor een open proces, hetgeen resulteert in een groot draagvlak. De communicatie richt zich verder ook op het behouden van vertrouwen in de nazorgorganisatie over de aanpak van de nazorg.

Voor een communicatieplan moet een analyse worden gemaakt van alle actoren en factoren. De actoren zijn alle doelgroepen, publieksgroepen en intermediaire kaders die voor de communicatie van belang zijn. Factoren zijn feiten en omstandigheden die voor de communicatie van belang zijn.

Actoren zijn:

- overig bevoegd gezag (gemeente, waterschap);
- huidige exploitant;
- eigenaren en gebruikers;
- omwonenden (of vertegenwoordigers van de omwonenden);
- uitvoerende instantie(s) (aannemers, adviesbureaus, hoveniers e.d.);
- adviserende instanties (juridisch, financieel, milieuhygiënisch, civieltechnisch e.d.).

Factoren zijn (niet limitatief):

- beschermingsniveau dat de nazorgorganisatie nastreeft;
- daarvoor noodzakelijke werkzaamheden (naast reguliere werkzaamheden bijvoorbeeld activiteiten in relatie tot vervanging/herstel);
- resultaten van de nazorgactiviteiten, beschreven in:
 - * jaarplan uit te voeren nazorgactiviteiten;
 - * jaarverslag uitgevoerde nazorgactiviteiten;
 - * jaarverslag met beschrijving situatie op basis van meetresultaten.
- toekomstige plannen en activiteiten (gebruik, bestemming, etc.).

Een algemeen communicatieplan kan voor meerdere stortplaatsen (eenmalig) worden gemaakt, waarbij nadere detaillering op locatieniveau kan plaatsvinden.

De kosten van het opstellen van een communicatieplan kunnen worden opgenomen in de apparaatskosten (zie paragraaf 6.6). De communicatiekosten zijn jaarlijks terugkerende kosten voor bijvoorbeeld:

- periodieke nieuwsbrief (voor actoren);
- informatie avond (bijvoorbeeld tweejaarlijks);
- vaste overlegstructuur (bijvoorbeeld met gemeente en waterschap).

Voor locaties met een gering aantal actoren (bijvoorbeeld weinig omwonenden) zijn de kosten gering. De kosten van een communicatieplan en de daaruit voortvloeiende communicatie-activiteiten komen dan ten laste van de apparaatskosten. De kosten nemen toe bij een groter aantal actoren/factoren. Bijvoorbeeld veel omwonenden of ingrijpende nazorgwerkzaamheden die (tijdelijk) tot overlast kunnen leiden. Is hiervan sprake, dan dienen extra jaarlijkse kosten te worden geraamd. De gemiddelde jaarlijkse kosten daarvan kunnen worden geraamd op circa € 4.800,- (8 mensdagen á € 600,-, exclusief BTW).

6.6 Apparaatskosten

Artikel 15.47 van de Wet milieubeheer geeft aan dat kosten verband houdend met de nazorg van stortplaatsen vanuit het nazorgfonds worden bestreden. Onder de kosten worden niet de kosten begrepen die worden gemaakt ten behoeve van het bestuurlijk apparaat.

In de toelichting van de Wet Milieubeheer (zie Leidraad bodembescherming, afl. 21, maart 1998) is het volgende over de apparaatskosten geschreven. *De uitzondering in artikel 15.47 is opgenomen omdat voor de apparaatskosten reeds een bijdrage wordt verstrekt op grond van het Bijdragebesluit openbare lichamen milieubeheer. Anders ligt het met de apparaatskosten die gemaakt worden in verband met het nazorgfonds dat door de provincies moet worden opgericht en beheerd. Die kosten worden niet vergoed op basis van het Bijdragebesluit openbare lichamen milieubeheer en kunnen ingevolge artikel 15.47 lid 7 wel uit de heffing worden gefinancierd.*

Taken die gelieerd zijn aan de uitvoering en zodoende tot de nazorgorganisatie behoren zijn aanbesteding, directievoering, kwaliteitscontrole, opleveringscontroles, nacalculaties, maar ook het opstellen van jaarplannen, begrotingen etc.

De kosten die zijn genoemd in de paragrafen 6.4 (rapportage/evaluatie) en 6.5 (communicatie) zijn kosten die in relatie tot de nazorg worden besteed en die direct verbonden zijn met de desbetreffende locaties. Dit geldt dan ook voor kosten die nodig zijn om de bestekken voor nazorg voor te bereiden en de aanbesteding te verzorgen. De kosten hiervan worden ondermeer bepaald door:

- het voorzieningenniveau per locatie;
- de complexiteit van een locatie (bijvoorbeeld stortdelen voor en na in werking treden van het Stortbesluit);
- de bereidheid om standaard bestekken toe te passen;
- meerdere locaties gelijktijdig aan te besteden;
- de bereidheid om meerjarige contracten af te sluiten.

De kosten voor deze werkzaamheden zijn niet nauwkeurig in te schatten. Voorgesteld wordt om, naast de kosten voor rapportage en communicatie, een bedrag van ca.€ 2.250,-- tot ca. € 3.500,-- gemiddeld per jaar voor iedere locatie kan als bandbreedte te hanteren. Daarnaast wordt aanbevolen de 3% apparaatskosten uit de huidige checklist te handhaven.

7. LITERATUUR

[Blakey] Model Prediction of Landfill Leachate Production, in: Landfilling of waste: leachate, Christensen, T.H. 1997

[Bleiker e.a.] Landfill settlement and the impact on site capacity and refuse hydraulic conductivity, Bleiker, D.E., Farquhar, G. and McBean, E., Waste Management & Research Volume 13, No. 6, December 1995, pg 533-554

[Blight, e.a.] Blight, Geoffrey E., David J. Hojem & Jarrod M. Ball, Production of landfill leachate in water-deficient areas, in: Landfilling of waste: leachate, Christensen, T.H. 1997

[Boels, e.a.] Boels D., Breen J., Functionele levensduur van minerale afdichtingsmaterialen en kunststoffen in vloeistofdichte eindafwerkingen van stortplaatsen, Alterra rapport 290, 2000

[Burkhardt e.a. 1996] Setzungsbeobachtungen bei Oberflächenabdichtungssystemen von Siedlungsabfalldeponien, Egloffstein, Th., Burkhardt, G., Mainka, A., Müll und Abfall, Heft Nr. 5, Mai 1996, pg. 312-324

[CROW] CROW Publicatie 136, Uniformering Evaluatiemethodiek Cementbetonverhardingen

[CUR 1993] CUR-publicatie 166, Damwanden, 1993

[CUR 2001] CUR Aanbeveling 75, Vervormingscriteria en meetmethoden van minerale afdichtingslagen, 2001

[DHV 1997-1] Inventarisatie toetsingselementen nazorg, DHV, 4 maart 1997

[DHV 1997-2] Handleiding IPO Nazorgmodel versie 2, DHV, 27 november 1997

[DHV1999] Notitie maatgevende kentallen, DHV, 2 februari 1999

[EAU] Empfehlungen des Arbeitsausschusses "Ufereinfassungen" Hafen und Wasserstraßer, EAU 1990

[Elsevier] Beheer en onderhoud, Elsevier Bedrijfsinformatie bv, mei 2001

[EG] Richtlijn 1999/31/EG van de Raad van 26 april 1999 betreffende het storten van afvalstoffen, Publicatieblad van de Europese Gemeenschappen L182, 16 juli 1999

[Gertloff e.a. 1996] Setzung und Dichte im Innern einer Hausmülldeponie, Gertloff, K.H., Müll und Abfall, Heft Nr. 3, März 1996, pg. 178-185

[HASKONING] Deelrapport 1 van "Milieueffectrapport capaciteitsuitbreiding AVM, Bodem en water" juli 2000.

[IWACO 1995] Ontwerpmethodiek geohydrologisch beheerste stortplaatsen. Opgesteld in opdracht van N.V. Afvalzorg Noord-Holland, rapportnr. 10.56030.001

[IPO] Checklist beoordeling nazorgplannen Leemtewet bodembescherming, IPO-AF4A, juni 1998

[Knoll, 2000] Setzungsprognosen von Haldendeponien, Entsorgungspraxis 9/2000, pg. 34-38

[Landva e.a. 1990] Geotechnics of Waste Fills, Theory and practice, A. Landva, G.D. Knowles (editors), ASTM STP 1070, 1990

[E.A. McBean e.a.] Solid Waste Landfill Engineering and Design, E.A., McBean, F.A. Rovers, G.J. Farquhar, 1995

[NEN 6702] NEN 6702 Technische Grondslagen voor Bouwconstructies, Wijzigingsblad NEN 6702/A1, mei 1997

[Pereboom, e.a] Prognose van zetting in afvalstortplaatsen, D. Pereboom, J.J. van Meerten, syllabus symposium bovenafdicthingen stortplaatsen, 21 april 1993, 's-Hertogenbosch

[SBR] Levensduur van bouwproducten, praktijkwaarden, Stichting Bouwresearch, SBR-publicatie 355, 1995

[Stulgis e.a. 1995] Predicting landfill sediment, R.P. Stulgis, C. Soydemir, R.J. Telgener, 1995, ASCE Geotechnical Special Publication No. 64, pg. 980-994

[Tchobanoglous e.a.] Integrated solid waste management, G. Tchobanoglous, H. Theisen, S.A. Vigil, McGraw-Hill International Editions, 1993

[VROM 1991-1] Richtlijnen voor dichte eindafwerking op afval- en reststofberging, Publikatiereeks bodembescherming nr. 1991/2, Ministerie van VROM

[VROM 1991-2] Handleiding voor ontwerp en constructie van eindafdekkingen van afval- en reststofbergingen, Publikatiereeks bodembescherming nr. 1991/4, Ministerie van VROM

[VROM 1993-1] Richtlijn drainagesystemen en controlesystemen grondwater voor stort- en opslagplaatsen, februari 1993, Ministerie van VROM

[VROM 1993-2] Leidraad Storten, Ministerie van VROM, juni 1993

[VVAV 1995] Ontwerp-procedure Grondwatermonitoring Stortplaatsen, Vereniging van Afvalverwerkers, november 1995

[VVAV 1996] Percolaatdrainagesystemen in stortplaatsen, Evaluatie van ervaringen, Vereniging van Afvalverwerkers, Utrecht, december 1996

[VVAV 1997] Richtlijn geohydrologische isolatie van bestaande stortplaatsen, Eindrapportage, 17 april 1997

[Wall, e.a. 1995] Municipal landfill biodegradation and settlement, D.K. Wall, Ch. Zeiss, Journal of Environmental Engineering, Vol. 121, No. 3, March 1995

[Ziel] Begrazingsplan Ooijpolder, H.W. van Ziel, Bureau Hemmen, augustus 1999

8. TERMEN EN DEFINITIES

afdichting	de feitelijke gas- en/of vloeistofdichte laag in een afdichtingsconstructie
afdichtingsconstructie	een constructie, die in meer of mindere mate gas en/of vloeistofdicht is, waardoor een scheiding tussen twee grondlagen kan worden bewerkstelligd; hierin kunnen ook lagen met een niet direct afdichtende functie voorkomen
afdichtingslaag	minerale laag en/of kunststoflaag met een vloeistof- en gasremmende functie, die onderdeel vormt van de bovenafdichting
bridging	vorming van overbruggingen/structuren van kleine grond-/afvaldeeltjes
bovenafdichting	voorziening die tegengaat dat water in de gestorte afvalstoffen infiltreert
chemische aantasting	verandering van fysische en mechanische eigenschappen van een materiaal onder invloed van het milieu waarmee het in contact komt
combinatie-afdichting	een afdichtingsconstructie waarin zowel een folie als een minerale laag zijn verwerkt
doorlatendheid	de mate waarin een afdichtingslaag water c.q. vloeistof doorlaat
drainagelaag	de laag in een afdichtingsconstructie via welke de drainage plaatsheeft
drainagemat	een ruimtelijke structuur van geotextielen waardoor gas en/of vloeistof kan worden afgevoerd
EG-richtlijn	Richtlijn 1999/31/EG van de Raad van 26 april 1999 betreffende het storten van afvalstoffen
enkelvoudige afdichting	een afdichtingsconstructie waarin een folie of een minerale laag is verwerkt, maar niet beide
exploitatiefase	periode van aanvang van het storten tot overdracht van de stortplaats aan de nazorgorganisatie
folie	dunne laag kunststof met grote water- en gasdichtheid

gebruiksduur	de periode waarin een systeem voor het daartoe aangewezen doel gebruikt kan worden
geomembranen	vloeistofdichte membranen die worden gebruikt als vloeistof- of damp/gasbarrière in samenhang met grond of andere aanverwante materialen als een integraal onderdeel van een geotechnische constructie
geotextiel	textiel dat wordt aangewend voor verbetering of voor aanvulling van de eigenschappen van grond
IPO-checklist	met de IPO-checklist wordt in dit rapport bedoeld de checklist behorend tot de Inventarisatie toetsingselementen nazorg [DHV 1997]
IPO-nazorgmodel	onder het IPO-nazorgmodel wordt in dit rapport verstaan het nazorgmodel gebaseerd op de IPO-checklist
klink	volumevermindering van de afvalmassa
'leeglooptijd'	periode van percolaatafname na aanbrengen van de bovenafdichting
kwaliteitssysteem	een stelsel van vastgelegde bedrijfskundige procedures en regels, dat toto doel heeft te verzekeren dat een product, proces of dienst aan de gestelde eis voldoet
langeduursterkte	de sterkte van een materiaal op lange termijn, dat wil zeggen nadat diverse tijdgebonden invloeden hebben ingewerkt op het materiaal
levensduur	de periode waarin de prestatiecapaciteit van een product groter dan of gelijk is aan de gestelde eisen
modelstort	onder modelstort wordt in deze rapportage verstaan een stortplaats die conform de richtlijnen van het Stortbesluit is aangelegd
nazorgfase	periode na overdracht van de stortplaats door de exploitant aan de nazorgorganisatie
percolaat	vloeistof die uit de gestorte afvalstoffen komt of daarmee in contact is geweest
PWZI	percolaatzuiveringsinstallatie

RDE	richtlijn voor dichte eindafwerking op afval- en reststofbergingen (publicatiereeks bodembescherming nr. 1991/2)
stortbesluit	stortbesluit bodemscherming, Staatsblad 1993 55, 20 januari 1993 (gewijzigd Staatsblad 1998 22, 5 januari 1998 en Staatsblad 2001, 336, 13 juli 2001)
storten	het –al dan niet in verpakking- op of in de bodem brengen van afvalstoffen, teneinde zich van deze stoffen te ontdoen
stortgasanalyser	direct afleesbare (vaak draagbare) meetapparatuur voor meting van hoofdcomponenten van stortgas (m.n. methaan, zuurstof en kooldioxide).
stortplaats	inrichting waar afvalstoffen worden of zijn gestort
transmissiviteit	doorlatendheid evenwijdig aan het vlak (k_n)
uitvoeringsregeling	Uitvoeringsregeling Stortbesluit bodembescherming, Staatscourant 37, 23 februari 1993 (gewijzigd Staatsblad 133, 13 juli 2001)
UV	Ultraviolet (straling)
veldcapaciteit	volumefractie vocht dat achterblijft in de bodem/afval na het uitzakken van regenwater
vlies	een geotextiel dat is opgebouwd uit willekeurig geordende filamenten, die aan elkaar zijn gehecht
voorziening	constructie(onderdeel)
weefsel	een geotextiel dat is opgebouwd uit garens of bandjes die geordend zijn gerangschikt en hun samenhang aan deze ordening ontleen
zetting	deformaties van de ondergrond
zettingsgradiënt	verloop van grondzetting in de tijd
zettingsverschil	verschil in zetting van plaats tot plaats, waardoor deformaties in de afdichting ontstaan

9. **SAMENSTELLING IPO WERKGROEP BENTIN EN BEGELEIDINGCOMMISSIE**

De IPO werkgroep BENTIN bestaat uit de volgende personen:

- de heer M. Min, provincie Noord-Holland;
- de heer J. Ditters, provincie Noord-Brabant;
- de heer E. Foppen, provincie Zuid-Holland;
- mevrouw A. Kan, provincie Limburg;
- de heer M. Power, provincie Drenthe.

De begeleidingscommissie is samengesteld uit de volgende personen:

- de heer M. Min, provincie Noord-Holland (voorzitter);
- de heer J. Ditters, provincie Noord-Brabant;
- de heer E. Foppen, provincie Zuid-Holland;
- de heer R. Franken, RIVM-LBG;
- mevrouw A. Kan, provincie Limburg;
- mevrouw J. Kok, VVAV;
- de heer M. Power, provincie Drenthe (notulist);
- mevrouw S. Seuren, provincie Gelderland;
- de heer A. de Wit, Afvalzorg Noord-Holland (namens VVAV);
- de heer W. van der Zon, Geodelft.

10. INDEX

A

amovering 5, 39

B

bentoniet 43

D

debiet 25, 28

debietmeter 4, 37

doorlatendheid 55, 57

drainage 26, 55, 59

drainagelaag 55

drainagemat 55

E

effluent 4, 11, 13, 14, 15, 39, 40, 41

F

fakkel 4, 26, 37

filter 4, 20

folie 35, 55

G

gasmetingen 24, 26

gebouw 36, 37

K

klink 4, 11, 12, 13, 16, 17, 18, 19, 20, 22,
23, 56

L

leeglooptijd 1, 8, 25, 32, 41, 56, 59

M

maaien 28, 33, 34, 35, 37

monitoring 1, 4, 11, 14, 15, 16, 47

P

peilbuis 4, 27, 28

R

riolering 4, 32, 42

S

snoeien 33, 34

stortgasonttrekking 4, 11, 12, 13, 22, 24,
30, 31

T

terrein 4, 11, 27, 33, 37, 42

transmissiviteit 57

tunnel 44, 45

Z

zetting 12, 16, 20, 21, 53, 57

zuivering 4, 8, 13, 14, 15, 25, 32

Bijlage 1

Modelmatige benadering leeglooptijd

Bijlage 1 Modelmatige benadering leeglooptijd

Waterbalans

Op en binnen een stortplaats doen zich verschillende hydrologische processen voor, welke in een waterbalans als volgt worden geformuleerd:

$$P_{bruto} = Q_{opp.afvoer} + AE_{tot} \pm Q_{ond.afvoer} \pm S + Q_{percolaat} \quad (1)$$

Hierbij geldt,

P_{bruto}	=	bruto neerslag	[mm/jr]
$Q_{opp.afvoer}$	=	oppervlakkige afvoer	[mm/jr]
AE_{tot}	=	totale actuele verdamping, zowel vanaf de bodem als via transpiratie van gewassen als bodembedekker	[mm/jr]
$Q_{ond.afvoer}$	=	ondergrondse zijwaartse afvoer/aanvoer	[mm/jr]
S	=	berging	[mm/jr]
$Q_{percolaat}$	=	drainage van percolaat vanuit onderzijde afval	[mm/jr]

Voor de percolaatvorming geldt dan:

$$Q_{percolaat} = P_{bruto} - Q_{opp.afvoer} - AE_{tot} \pm Q_{ond.afvoer} \pm S \quad (2)$$

Met verwaarloosbaar zijwaartse ondergrondse af-/aanvoer ($Q_{ond.afvoer}$) voor een gecontroleerde stortplaats met onderafdichting (en bovenafdichting) en uitgaande van een in de tijd verwaarloosbare bergingsterm S wordt duidelijk dat de percolaatvorming (overwegend) afhankelijk is van de geïnfiltreerde voeding aan het stortmateriaal. Bij stortgasvorming wordt vocht gebruikt; het effect op de waterbalans is verwaarloosbaar.

Voor slibdepots en aanverwante locaties kan de waterbalans afwijken.

Percolaatvorming en effect bovenafdichting

Het gestorte materiaal binnen een afvalberging bezit van zichzelf een bepaalde initiële porositeit dat deels gevuld is met vocht. Het proces van percolaatvorming binnen het stort kan worden beschreven door de stort in meerdere afvallagen op te delen.

Wanneer een bepaalde laag stortmateriaal gevoed wordt met geïnfiltreerd neerslagoverschot, worden de poriën tussen het afvalmateriaal eerst aangevuld met indringend vocht waarbij aansluiting wordt gevonden met reeds aanwezige vocht. Dit proces van vochtaanrijking gaat door totdat een bepaalde grens is bereikt en het vocht gaat uitzakken.

Het vochniveau waarboven drainage optreedt, wordt aangeduid door de zogenaamde veldcapaciteit³.

Vervolgens ontvangt een diepere laag afval met een initieel vochtgehalte aan de bovenzijde het percolerend drainagewater uit de bovenliggende afvallaag.

Ook hier wordt het vochtgehalte binnen deze afvallaag eerst aangevuld alvorens neerwaartse percolatie ontstaat naar de onderliggende afvallaag. Op deze manier verplaatst het vochtfront van percolaat zich neerwaarts door het profiel van de afvalberging. Aan de onderzijde van het stort treedt vervolgens het percolaat uit en wordt afgevangen door een werkend drainagesysteem. Bij afwezigheid van een werkend drainagesysteem wordt het uittredend percolaat niet (voldoende) afgevoerd en treedt berging op van het percolaat binnen de drainagelaag.

Na aanleg van een bovenafdichting op een afvalberging neemt de voeding aan het stortmateriaal sterk af van ruwweg 300 mm/jr (uitgangspunt) naar 5 mm/jr (maximale lekkage van goed aangelegde combinatie-afdichting), oftewel een voedingsafname met een factor 60. Het gevolg hiervan is dat het percolaatvormingsproces binnen het afvalmateriaal in snelheid afneemt. De sterk afgenomen voeding van bovenaf resulteert in een terugval van het vochtgehalte. Deze vochtafname gaat door totdat de veldcapaciteit is bereikt. Beneden de veldcapaciteit is het vochtgehalte ontoereikend om te leiden tot neerwaartse percolatie⁴. Het percolaatvormingsproces komt daarmee tot een einde. Het resultaat hiervan is dat uittredend percolaat aan de onderzijde van de stort geleidelijk afneemt tot verwaarloosbare hoeveelheden.

Reis- en verblijftijd

Nagegaan is wat het effect is van een afnemende voeding van geïnfiltreerde neerslag op drainerend percolaat nadat een gecontroleerde stortplaats is afgedekt met een bovenafdichting met een maximale lekkage van 5 mm per jaar.

Gedurende de exploitatieperiode heeft bevochtiging van het afvalmateriaal min of meer continu plaatsgevonden onder invloed van het geïnfiltreerde neerslagoverschot. Het vochttransport binnen het stortmateriaal wordt gestuurd door de voeding van bovenaf, oftewel het infiltrerend neerslagoverschot. Het zal duidelijk zijn dat wanneer de voeding aan de bovenzijde afneemt, het vochttransport binnen het stortmateriaal ook in snelheid afneemt.

³ Van afvalmateriaal is bekend dat drainage van percolaat ook reeds kan optreden ruim voordat de veldcapaciteit is bereikt [Blakey], [Blight, e.a.]). De sterke heterogeniteit van het afvalmateriaal met grote verschillen in porositeit geeft hiertoe aanleiding.

⁴ Bij afnemend vochtgehalte in afvalmateriaal kan in principe ook nog percolaatvorming beneden de veldcapaciteit optreden (zie ook voetnoot 3).

Omdat de afname van de voeding van circa 1 mm/d (tijdens exploitatie) naar maximaal 5 mm/jaar (na aanbrengen van de bovenafdichting) zo groot is, wordt verwacht dat het volledig "leeglopen" van het stort met percolaat een lang proces is. Met andere woorden, aan de onderzijde van het stort zal percolaat na afdichting aan de bovenzijde in eerste instantie nog relatief snel uittreden (onder invloed van de voeding van 1 mm/d). Dit zal met name het vocht betreffen in de onderste delen van het stortlichaam.

Boven in het stort zal het pas geïnfiltreerde neerslagoverschot na afdekking zeer langzaam in neerwaartse richting percoleren onder invloed van de (bijna verwaarloosbare) voeding van 5 mm/jaar. De verblijftijd van dit 'jonge' water voordat het aan de onderzijde van de stort uittreedt, zal zeer groot zijn omdat het onder invloed van de bijna verwaarloosbare drijvende kracht van maximaal 5 mm/jaar neerwaarts door het stortmateriaal migreert.

Voor het overgrote deel (middelste delen) van het stort zal de plotselinge voedingsafname van 1 mm/d naar 5 mm/jaar tot gevolg hebben dat het vochttransport binnen het stortmateriaal eveneens in snelheid afneemt, zij het minder abrupt dan aan de bovenzijde van het stort. Hiervoor geldt een overgangsfase waarin het vochttransport uiteindelijk in evenwicht komt met de voeding van 5 mm/jaar.

Uit bovenstaande procesbeschrijving kan afgeleid worden dat na aanbrengen van een bovenafdichting, percolaat in eerste instantie relatief snel (en met meetbare (waarneembare) debieten) aan de onderzijde van de stort uittreedt. Vervolgens treedt er een overgangperiode op waarin een sterke afname van het percolaatdebiet wordt verwacht, om uiteindelijk over te gaan in een langdurige fase waarin het percolaat onder zeer geringe debieten uit het stort treedt (in deze fase geldt bij benadering een asymptotische leegloopcurve).

Om de verblijftijd van percolaat binnen het stort na aanbrengen van een bovenafdichting te berekenen is verondersteld dat het percolaat in de onderste helft van een stortlichaam nog uittreedt onder invloed van de voeding van voor het aanbrengen van de bovenafdichting (circa 1 mm/d). Het bodemvocht in de bovenste helft van het stortlichaam is verondersteld uit te treden onder invloed van de maximale lekkage van 5 mm/jaar. Dit laatste geeft een veel langere leeglooptijd (en sterk afgenomen percolaatdebieten), waarvoor voorzieningen zoals de zuivering minder noodzakelijk worden en waar nodig afgekoppeld kunnen worden.

De reistijd van een waterdeeltje dat door het stortlichaam neerwaarts percolleert en aan de onderzijde van het stortlichaam uittreedt, is onder meer afhankelijk van de percolatiesnelheid, de stortdikte en de porositeit van het afvalmateriaal. Een grotere percolatiesnelheid resulteert in een kortere reistijd.

Daarnaast neemt de verblijftijd van een waterdeeltje toe naarmate het stortlichaam in dikte toeneemt. Vanwege de belasting van het bovenliggend stortmateriaal neemt de porositeit in de stort in neerwaartse richting af. In theorie treedt nog percolatie op van het vocht binnen het stortmateriaal wanneer het vochtgehalte groter is dan de veldcapaciteit.

In de berekeningen is uitgegaan dat het vochtgehalte gelijk is aan de veldcapaciteit en dat vochttransport nog net plaatsvindt. Een beschrijving van de veldcapaciteit in relatie tot de belasting van het bovenliggend stortmateriaal is gegeven door de vergelijking van [Tchobenoglous e.a.]:

$$f.c. = 0.6 - 0.55 \cdot \left(\frac{W}{10000 + W} \right)$$

waarbij

f.c. = veldcapaciteit als fractie vocht in droog afval (1 % f.c. = 1 mm vocht/10 cm gronddikte);

W = gewicht van bovenliggend afval, berekend vanaf een niveau halverwege de beschouwde afvallaag.

In onderstaande tabel is een overzicht gegeven van de verblijftijden van het (nog meetbare) percolaat in de onderste helft van het stortlichaam, gegeven een bepaalde stortdikte. Hieruit blijkt dat de belangrijkste hoeveelheden percolaat uit het stort treden binnen een periode van minder dan 8 jaar bij een stortdikte tot 10 m, tot minder dan 21 jaar bij een storthoogte tot 30 m.

Tabel 1: Benadering verblijftijden (meetbaar) percolaat bij variërende stortdiktes

Stortdikte	Veldcapaciteit	Gemiddelde porositeit	Verblijftijd percolaat onderste storthelft
Tot 10 m	0,36-0,6	0,51	<8 jaar
10-20 m	0,27-0,6	0,45	<15 jaar
20-30 m	0,22-0,6	0,42	<21 jaar

Het water dat uit het stortlichaam treedt zal in de eerste jaren (van de in tabel 1 genoemde verblijftijd) het grootst zijn, en neemt in de resterende periode af.

Indicatieve schatting doorlooptijd

Voor het benaderen van de verblijftijd van meetbare hoeveelheden percolaat uit (de onderste helft van) een stortlichaam na aanbrengen van een bovenafdichting kan de volgende formuleringen worden gebruikt:

$$T = \frac{0,5D.n}{v} \cdot \frac{1000}{365}$$

waarbij,

T = verblijftijd (meetbaar) percolaat [jaren]

D = dikte stortlichaam [m]
n = gemiddelde porositeit [-]
v = netto infiltratiesnelheid [mm/d]

Bij afwezigheid van lokale meteorologische metingen nabij een afvalberging kan als netto infiltratiesnelheid 0,8 mm/d worden aangehouden.

De gemiddelde porositeit van het stortlichaam wordt berekend op basis van een porositeitswaarde van 0,6 behorende bij het afval aan het maaiveld en een porositeitswaarde gebaseerd op veldcapaciteit onderin het stortlichaam, f.c.₍₀₎.

Oftewel:

$$n = \frac{0,6 + f.c._{(0)}}{2}$$

De veldcapaciteit onderin het stortlichaam is beschreven volgens Tchobanoglous et al (1993):

$$f.c._{(0)} = 0,6 - 0,55 \left(\frac{W_{(0)}}{10000 + W_{(0)}} \right)$$

waarbij,

f.c.₍₀₎ = veldcapaciteit in onderste afvallaag [-]
W₍₀₎ = gewicht van bovenliggend afval op onderste afvallaag [kg]

Rekenvoorbeeld

dikte afvalmateriaal = 10 m
netto infiltratiesnelheid = 0,8 mm/d
droog gewicht afval = 750 kg/m³

$$f.c._{(0)} = 0,6 - 0,55 \left(\frac{10 * 750}{10000 + 10 * 750} \right) = 0,6 - 0,24 = 0,36$$

zodat,

$$n = \frac{0,6 + 0,36}{2} = 0,48$$

en,

$$T = \frac{0,5 * 10 * 0,36}{0,8} * \frac{1000}{365} = 6,2 \text{ jaar}$$

Bijlage 2

Eenhedsprijzen nazorg

EENHEIDSPRIJZEN IPO CHECKLIST NAZORG STORTPLAATSEN (najaar 2001)					
Voorziening	Omschrijving	Eenheidsprijzen (in Euro)		Eenheid	Toelichting
		Minimum	Maximum		
INSTANDHOUDEN					
Waterzuivering	stroomvoorziening en chemicaliën	€ 0,25	€ 4,55	m3	
	bediening	€ 275,00	€ 365,00	mensdag	
Stortgastrekkingsysteem	stroomvoorziening	€ 0,07	€ 0,11	kwh	Grootverbruiktarief
	bediening	€ 275,00	€ 365,00	mensdag	
Grondwateronttrekkingsysteem	stroomvoorziening	€ 0,07	€ 0,11	kwh	Grootverbruiktarief
Lozingspunt	lozingsheffing	€ 40,00	€ 60,00	VE	
Leidingen	vastrecht heffing (gemeente e.d.)	€ 0,50	€ 2,25	meter leiding	
CONTROLEMETINGEN					
Nemen watermonster		€ 22,00	€ 68,00	monster	
Analyse watermonster	zie analysepakketten	€ 14,00	€ 315,00	monster	
Laagdikte teelaardelaag	diktemeting	€ 27,00	€ 36,00	ha*meetronde	Dagtarief 275 - 375 per mensdag
Grondwaterstand	peilen	€ 250,00	€ 375,00	meetronde	Handmatige meting 2 keer per jaar
Grondwaterstand	peilen	€ 140,00	€ 210,00	meetronde	Handmatige meting 24 keer per jaar
Grondwaterstand	automatisch registreren	€ 60,00	€ 65,00	meetronde	Automatische meting 24 keer per jaar
Bovenafdichting	gasmeting/analyse gas	€ 680,00	€ 1.360,00	meetronde	Uurkosten en huur materiaal
Bovenafdichting	meting kwaliteit folie en minerale laag	€ 2.000,00	€ 3.000,00	meetpunt	Aantal meetpunten baseren op aanlegmoment en type bovenafdichting ('per bestek')
Stortgastrekkingsysteem	gasmeting/analyse gas (+ inregeling)	€ 365,00	€ 455,00	per dag	Uurkosten en huur materiaal
Stortgas, passief systeem	analyses en metingen	€ 300,00	€ 700,00	ha*meetronde	Actief kool- of compostfilters, 1 meetpunt per ha
Zettingen ondergrond	Niveaumetingen	€ 2.500,00	€ 3.500,00	meetronde	Prijs afhankelijk van aantal metingen, registratie en verwerking resultaten
Klink stortlichaam	Hoogtemeting bovenvlak, vaste meetpunten	€ 60,00	€ 90,00	ha*meetronde	
INSPECTIES					
Terrein	visuele inspectie	€ 22,50	€ 25,00	ha*ronde	afhankelijk van grootte en toegankelijkheid
Afzuig- en fakkelinstallatie stortgas	visuele inspectie	€ 225,00	€ 455,00	keer	
Waterzuiveringsinstallatie	visuele inspectie	€ 225,00	€ 455,00	keer	
Percolaatdrainage	camera inspectie	€ 1,80	€ 2,30	m	
Leidingen	camera inspectie	€ 1,80	€ 2,30	m	
ONDERHOUD					
Algemeen terreinonderhoud	terreinbeheer extensieve recreatie	€ 680,00	€ 2.270,00	ha*jaar	(inclusief extensief onderhoud vegetatie)
Waterzuivering	exploitatie (inclusief electriciteitsverbruik, et	3%	7%	van investering	
Stortgastrekkingsysteem	exploitatie (inclusief electriciteitsverbruik, et	3%	7%	van investering	Conform gebruiks- en onderhoudshandleiding
Grondwateronttrekkingsysteem	exploitatie (inclusief electriciteitsverbruik, et	3%	7%	van investering	
	regeneratie putten	€ 2.270,00	€ 6.800,00	put	
Percolaatdrainage	doorspuiten	€ 0,25	€ 0,90	m	
Hemelwaterdrainage	doorspuiten	€ 0,25	€ 0,90	m	
Controledrainage	doorspuiten	€ 0,25	€ 0,90	m	
Leidingen	doorspuiten	€ 0,25	€ 0,90	m	
Peilbuisafwerking	vervanging beschermhuis	€ 30,00	€ 120,00	stuk	stalen beschermhuis exclusief hangslot variërend van €23 tot € 120 (van 51 tot 220 mm diameter)
Gras	maaien	€ 135,00	€ 180,00	ha per keer	gras
Vegetatie	snoeien	€ 4.540,00	€ 9.080,00	ha per keer	heesters (exclusief bomen)
Ringsloot	maaieren	€ 1,80	€ 3,10	m sloot	Maaieren en afvoeren
	baggeren	€ 1,35	€ 1,80	m sloot	Opschonen (exl. Afvoer)
Gebouwen	schilderen, klein onderhoud	1,5%	2%	van investering	
Installaties in gebouwen	klein onderhoud	3%	5%	van investering	gebouwinstallaties
Afrastering/hekwerk	herstellen	--	--		In kosten algemeen terreinonderhoud
Bovenafdichting	reparatie zandbentoniet	€ 45,00	€ 72,50	m2	
	reparatie Trisoplast	€ 40,00	€ 65,00	m2	
	reparatie bentonietmat	€ 35,00	€ 57,50	m2	
	reparatie Hydrostab	€ 40,00	€ 65,00	m2	
VERVANGING					
Bovenafdichting	vervanging	€ 35,00	€ 45,00	m2	Afhankelijk van soort bovenafdichting (zie onderhoud)
Hemelwaterdrainage		--	--		In vervanging bovenafdichting
Peilbuizen	vervanging	€ 35,00	€ 100,00	m1	Handmatig of machinaal afhankelijk van grondsoort en diepte en boommethode: avegaar € 45/m1, puls boring € 90/m1, exclusief peilbuismateriaal à € 6/m1 en exclusief bijkomende kosten (bemonstering, peilbuisafwerking, etc.)
Gebouwen	vervanging	pm	pm		Afhankelijk van voorzieningenniveau
Hekwerken en poorten	vervanging hekwerken	€ 30,00	€ 60,00	m1	Afhankelijk van voorzieningenniveau
	vervanging poorten	€ 3.200,00	€ 4.500,00	post	
Werktuigbouwkundige installaties	vervanging stortgasinstallatie en pompen	€ 65.000,00	€ 175.000,00	post	Exclusief waterzuiveringsinstallatie
Infrastructurele werken	vervanging verharding van wegen en pader	€ 8,00	€ 40,00	m2	
Leidingen (kunststof)	vervanging	€ 15,00	€ 35,00	m1	
Kabels	vervanging	€ 14,00	€ 23,00	m1	
Damwanden	vervanging	€ 80,00	€ 115,00	m2	
Cementbentonietwanden	vervanging	€ 50,00	€ 75,00	m2	
RAPPORTAGE/EVALUATIE					
		€ 3.500,00	€ 9.000,00	jaar	0-10 ha: € 3.500, elk ha meer € 225 extra
COMMUNICATIE					
		€ 4.600,00	€ 5.000,00	jaar	
APPARAATSKOSTEN ALGEMEEN					
		3% + € 2.250,00	3% + € 3.500,00	jaar	+ 3% apparaatskosten per jaar