Evaluatieverslag sanering bij stortplaats Zelhem

Bovenafdichting, hydrologisch scherm en grondwatermonitoring

Definitief

Regio Achterhoek
Postbus 53
7000 AB DOETINCHEM

Grontmij Nederland B.V.
Houten, 17 juni 2015

Verantwoording

Titel	:	Evaluatieverslag sanering bij stortplaats Zelhem
Subtitel	:	Bovenafdichting, hydrologisch scherm en grondwatermonitoring
Projectnummer	:	337053
Referentienummer	:	GM-0163050
Revisie	:	D1
Datum	:	17 juni 2015

Auteur(s)	:	drs. R. van Wijhe
E-mail adres	:	ruurd.vanwijhe@grontmij.nl
Gecontroleerd door	:	ing. R van Oijen
Paraaf gecontroleerd	:	
Goedgekeurd door	:	drs. P.A.A. Verhaagen
Paraaf goedgekeurd	:	
Contact	:	Grontmij Nederland B.V. De Molen 48 3994 DB Houten Postbus 119 3990 DC Houten T +31 88 811 66 00 www.grontmij.nl

Inhoudsopgave

1 Inleiding 4
1.1 Algemeen 4
1.2 Aanleiding 4
1.3 Beschikking 5
1.4 Doelstelling 6
1.5 Opbouw rapport 6

2 Uitgangssituatie 7
2.1 Algemeen 7
2.2 Saneringstype en variant 7
2.3 Organisatie en planning 8
2.4 Genomen besluiten 9

3 Uitgevoerde saneringsmaatregelen en afwijkingen 10
3.1 Voorbereidende werkzaamheden 10
3.2 Uitwerking saneringsmaatregelen 10
3.3 Afwijkingen tijdens de sanering 14

4 Evaluatie van de saneringsmaatregelen 15
4.1 Verloop van de sanering 15
4.2 Eindresultaat van de sanering 19

5 Gebruiksbeperkingen 20
5.1 Gebruiksbeperkingen 20

6 Nazorg 21
6.1 Verantwoordelijkheden nazorg en verplichtingen 21
6.2 Beschrijving nazorg 21
6.3 Kosten uitvoering nazorg 21

Bijlage 1: Regionale ligging locatie

Bijlage 2: Verontreinigingssituatie bij aanvang

Bijlage 3: Restverontreiniging grondwater

Bijlage 4: Analyseresultaten grondwatermonsters

Bijlage 5: Achtergronddocumenten

Bijlage 6: Genomen Besluiten Wbb

Bijlage 7: Genomen Belsuiten Wm

1 Inleiding

1.1 Algemeen

In opdracht van de Regio Achterhoek B.V. is in de periode 1998-2015 een grondwatersanering op de stortplaats 'de Langenberg' te Zelhem uitgevoerd. Regio Achterhoek heeft Grontmij Nederland B.V. opdracht gegeven voor het opstellen van het evaluatierapport.

De locatie is kadastraal bekend als Gemeente: Zelhem, Sectie: U, Nummers: 832, 847 en 848

Het gevalsnummer van de verontreiniging is 12094/GE/465/009 Voor de topografische ligging van de locatie wordt verwezen naar bijlage 1. In bijlage 2 is een overzichtstekening van de locatie met de verontreinigingssituatie (voorafgaand aan de sanering) opgenomen.

1.2 Aanleiding

De aanleiding voor het uitvoeren van de bodemsanering wordt gevormd door hetgeen gepresenteerd in het 'Nader onderzoek stortplaats de Langenberg', Grontmij 1998. Geconcludeerd wordt dat nabij de noordstort een urgent geval van ernstige bodemverontreiniging aanwezig is, aangezien er actuele verspreidingsrisico's zijn in verband met de aangetroffen gehalten minerale olie. Omdat er benedenstrooms aan de zuidstort reeds een beheersdrain aanwezig is, betreft dit geen urgent geval. In de Beschikking op het saneringsplan is het geheel wel als een geval gedefinieerd.

In 1998 is door Grontmij een grondwatermodel opgesteld en zijn stoftransportberekeningen uitgevoerd voor de stortplaats de Langenberg te Zelhem. Met deze berekeningen is inzicht verkregen in de verspreiding van verontreinigingen vanuit de stortplaats

De doelstelling van de sanering is niet gericht op het herstel van de functionele eigenschappen van de bodem voor mens, plant en dier. De voorkeursvariant die is beschreven in het saneringsplan is gericht op het isoleren, beheersen en controleren van de stortplaats.

De in het saneringplan omschreven saneringsvariant omhelst op hoofdlijnen:

- de aanleg van een vloeistofdichte bovenafdichting over de gehele stortplaats;
- het in werking houden van de reeds aanwezige zuidelijke beheersdrain;
- het aanleggen van een noordelijke beheersdrain gelijktijdig met de bovenafdichting;
- het onttrekken van grondwater uit beide beheersdrains voor een periode van circa 10 jaar;
- het uitvoeren van grondwatermonitoring benedenstrooms aan de stortplaats.

NB: er is geen 'rapportage' saneringsplan opgesteld. De basis van de beschikking is een vijftal rapportages, die tezamen als het saneringsplan worden beschouwd. Deze rapportages zijn genoemd in de beschikking en zijn:

- nader onderzoek (Grontmij, 14 augustus 1998);
- saneringsonderzoek (Grontmij, 14 augustus 1998);
- grondwaterbeheersplan (Grontmij, 16 oktober 1998), inclusief Erratum d.d. 28 januari 1999, Grontmij, doc GLD5290;
- bovenafdichtingsplan (Grontmij, 21 oktober 1998);
- monitoringsplan (Grontmij, 21 oktober 1998).

Bovengenoemde rapportages zijn als bijlage 5 bij voorliggend evaluatieverslag toegevoegd, voor zover die nog beschikbaar zijn. Het NO, SO en het grondwaterbeheersplan zijn in de definitieve versie bijgevoegd. Van het bovenafdichtingsplan is het concept van augustus 1998 bijgevoegd. Van het monitoringsplan is de versie van maart 1998 bijgevoegd. De papieren definitieve versies zijn allen bij de provincie beschikbaar.

1.3 Beschikking

Op 27 november 1998 heeft een melding ex artikel 28 Wbb plaatsgevonden. Het betreft een voornemen tot saneren, verminderen of verplaatsen van een bodemverontreiniging aan de Kattekolkweg 1 (stortplaats De Langenberg) te Zelhem. Het gaat om een bestaand geval van bodemverontreiniging.

De beschikking op het saneringsplan is vastgesteld op 4 november 1999 (nr. MW98.59231). In deze beschikking wordt vastgesteld dat de uitvoering van de sanering overeenkomstig hetgeen beschreven is in het saneringplan kan worden uitgevoerd en dat de variant die is gericht op het isoleren, beheersen en controleren van de stortplaats als aanvaardbare eindoplossing wordt beschouwd.

Een kopie van de betreffende beschikking is opgenomen in bijlage 6.

Voor de sanering van onderhavig geval van bodemverontreiniging was in 1998 de provincie Gelderland het bevoegd Gezag. Heden is de provincie Gelderland nog steeds het bevoegd gezag, de provincie heeft de uitvoering van toezicht en handhaving echter gemandateerd naar de Regionale Uitvoeringsdienst Arnhem.

Connectie met Wm-vergunning van de stortplaats (1999, geactualiseerd 2006).
De stortplaats Zelhem is op dit moment in het bezit van de volgende Wm-vergunning:

- Wm-vergunning voor de stortplaats, d.d 2 november 1999 (Nr. MW96.52123). Deze vergunning is geëxpireerd, behoudens de voorschriften 6.2 t/m 6.14 en hoofdstuk 7;
- Wm-vergunning voor de ZAMC (Noordstort) d.d. 27 juli 2006 (Nr. MPM5034).

In de Wm-vergunning van de stortplaats zijn voorschriften opgenomen met betrekking tot het de bovenafdichting, het hydrologisch scherm en de grondwatermonitoring (gehele tekst opgenomen in bijlage 7). Samengevat houdt dit het volgende in:

- voorschrift 6.1 t/m 6.4: verplichting tot aanleg bovenafdichting, aanleg conform bovenafdichtingsplan, richtlijn dichte eindafwerking en richtlijn drainage- en controlesystemen.
- voorschrift 6.5: monitoring dient te geschieden conform monitoringsplan.
- voorschrift 6.6: Grondwaterbeheersing dient te worden uitgevoerd conform Grondwaterbeheersplan.

In alle drie de gevallen wordt ook het volgende opgemerkt: ‘in het geval dat nieuwe inzichten een afwijkende aanpak rechtvaardigen, kan aan GS een gemotiveerd verzoek ter goedkeuring worden ingediend. Met betrekking tot de uitvoering van de grondwatermonitoring is dit een aantal maal gebeurd, met als belangrijkste wijziging het monitoren conform het monitoringsplan uit 2011:

In de goedkeuring op het monitoringsplan in 2011 (brief provincie Gelderland d.d. 6 juli 2011, kenmerk 2011-000909/MPM21673) is de volgende passage opgenomen over het in de toekomst uitzetten van het hydrologisch scherm*:*

“beëindiging van de percolaatonttrekking en de schermbemaling dient ter goedkeuring aan ons te worden te worden voorgelegd”.

Op 8 oktober 2014 heeft de Regio Achterhoek een verzoek ingediend bij de provincie om de onttrekking te beëindigen. In de brief d.d. 6 november 2014 (kenmerk 2013-018011) heeft Provincie Gelderland hierop als volgt gereageerd:

"Op basis van de overlegde gegevens stemmen wij in met het verzoek om de schermbemaling stop te zetten en het evaluatieverslag van de sanering op te gaan stellen. Een definitieve goedkeuring op de beëindiging van de schermbemaling kan pas worden gegevens op basis van dit nog op te stellenevaluatierapport".

1.4 Doelstelling

Doel van onderhavig evaluatierapport is enerzijds de verslaglegging van het verloop van de sanering en anderzijds het verkrijgen van instemming met de behaalde resultaten om de sanering als beëindigd te beschouwen.

1.5 Opbouw rapport

Het rapport is zoveel mogelijk opgebouwd overeenkomstig bijlage 1d van de 'Beleidsnota Bodem 2012:'de Gelderse Wegwijzer door Bodemland: Uitvoering en Toetsing'.

2 Uitgangssituatie

2.1 Algemeen

Terreinsituatie

Stortplaats De Langenberg bestaat uit een IBC-gedeelte (fase III, 9,4 ha) en twee oude stortdelen (fase I en II, totaal 13,65 ha).
Het beheer van de locatie in zijn huidige vorm is begonnen in 2004, toen de beide stortgedeelten van een bovenafdichting zijn voorzien. De stortplaats is deels ingericht als openbaar recreatieterrein (fase 2 en 3) en deels als niet-openbaar motortrialterrein (fase 1).

Conceptueel model

Ten tijde van de aanvraag van de Wbb-beschikking (in 1998) was het toepassen van een conceptueel model nog niet voorgeschreven. Wel is in het nader onderzoek op basis van doorsneden de toekomstige ontwikkeling van de vuilpluim weergegeven, hetgeen feitelijk als een conceptueel model beschouwd kan worden. In het grondwaterbeheersplan is de toekomstige ontwikkeling van de vuilpluim inclusief de beheersdrain weergegeven. Uitgangspunt van de grondwateronttrekking was dat de bron van de vuilpluim werd afgevangen, waardoor de aanwezige vuilpluim in omvang gelijk blijft (geen voeding meer) en door NA processen (verdunning, adsorptie etc.) uiteindelijk in omvang zal afnemen.

Deze toekomst prognoses hebben de basis gevormd voor de uitgevoerde saneringsvariant.
In 2009 is een herberekening van het grondwatermodel uitgevoerd en is de situatie naar de toekomst geactualiseerd middels doorsneden. Hier is aangetoond aan de hand van milieuhygienische gegevens van de periode 1999-2008 dat het in 1998 gehanteerde model inderdaad tot gevolg heeft dat de vuilpluim in omvang is afgenomen. Tevens is in een prognose naar de toekomst gebleken dat ook dat wanneer de grondwateronttrekking uit de beide beheersdrains wordt stopgezet, dit geen negatieve invloeden op de milieuhygiënische kwaliteit van het grondwater heeft.

Gevalsdefinitie

In de gevalsdefinitie (Wbb-beschikking) is geen onderscheid gemaakt tussen het noord- en de zuidstort:

- geconcludeerd wordt dat er een urgent geval van ernstige bodemverontreiniging aanwezig is, aangezien er actuele verspreidingsrisico's zijn in verband met de aangetroffen gehalten minerale olie.

2.2 Saneringstype en variant

De doelstelling van de sanering is niet gericht op het herstel van de functionele eigenschappen van de bodem voor mens, plant en dier. De variant die is beschreven in het saneringsplan, en beschikt is in de Wbb-beschikking, is gericht op het isoleren, beheersen en controleren van de stortplaats.

De uitgevoerde maatregelen komen in globale zin overeen met variant 2a uit het saneringsonderzoek. Uitzondering vormt het feit dat een tijdelijke grondwateronttrekking wordt voorgesteld in plaats van een permanente onttrekking.

De in het saneringplan omschreven saneringsvariant omhelst op hoofdlijnen:

- de aanleg van een vloeistofdichte bovenafdichting over de gehele stortplaats;
- het in werking houden van de reeds aanwezige zuidelijke beheersdrain;
- het aanleggen van een noordelijke beheersdrain;

- het onttrekken van grondwater uit beide beheersdrains, voor een periode van circa 10 jaar;
- het uitvoeren van grondwatermonitoring benedenstrooms aan de stortplaats.

De geohydrologische beheersing van fase 1 en 2 wordt gecontinueerd tot maximaal tien jaar na aanleg van de bovenafdichting, ofwel tot 2014. De reden is dat de nalevering naar het grondwater na aanleg van de bovenafdichting langzaam zal afnemen en dat de concentraties aan verontreinigingen in het grondwater stroomafwaarts van het stort verder zullen dalen.

2.3 Organisatie en planning

Organisatie

De volgende partijen zijn betrokken geweest bij de uitvoering van de saneringswerkzaamheden:

- Regio Achterhoek → opdrachtgever;
- Grontmij: directievoering bij de aanleg bovenafdichting;
  - Cofra: aanleg van de folie
  - Trisoplast: aanleg van de minerale laag
  - Dusseldorp: aanvoer en aanleg asbesthoudende steunlaag van fase 1.
- Lareco/NTP Infra: aannemer bij de aanleg van de bovenafdichting en het noordelijke hydrologisch scherm;
- Tauw: uitvoering en rapportage van de grondwatermonitoring;
- Dusseldorp: onderhoud van de pompen en de debietmeters van de grondwateronttrekking.

NAW gegevens van bovengenoemde organisaties:

In tabel 2.1 wordt een overzicht gegeven van de betrokken partijen.

Tabel 2.1 Betrokken partijen

Relatie t.a.v. saneringslocatie	Naam, adres en woonplaats	Contactpersoon	Contactgegevens (telefoon, e-mail, voor zover bekend)
Melder	Regio Achterhoek Terborgseweg 21 7001 GM Doetinchem	mevr. J Emaus	j.emaus@regio-achterhoek.nl
Eigenaar	Regio Achterhoek Terborgseweg 21 7001 GM Doetinchem	mevr. J Emaus	j.emaus@regio-achterhoek.nl
Adviseur	Grontmij Nederland BV Postbus 119 3990 DC HOUTEN	De heer ing R. van Oijen De heer R. van Wijhe	Rob.vanoijen@grontmij.nl; Ruurd.vanwijhe@grontmij.nl
Bevoegd gezag Wbb	Provincie Gelderland Postbus 9090, 6800 GX Arnhem	dhr. W. van Hoorn	w.van.hoorn@gelderland.nl
Bevoegd gezag Wm	Provincie Gelderland Postbus 9090, 6800 GX Arnhem	dhr. W. van Hoorn	w.van.hoorn@gelderland.nl
Aannemers	Lareco De Schans 5b 7773 AA Hardenberg NTP Infra De Koppeling 18 6986 CS Angerlo	De heer Anton Jansen Holleboom	a.jansenholleboom@ntp-hattem.nl
aanleg folie	Cofra Kwadrantweg 9, 1042 AG Amsterdam	De heer R. Vorselman	r.vorselman@cofra.nl
aanleg Trisoplast	GID Milieutechniek B.V. Oude Weistraat 17 5334 LK Velddriel	E. Timmermans	e.timmermans@trisoplast.nl

Relatie t.a.v. saneringslocatie	Naam, adres en woonplaats	Contactpersoon	Contactgegevens (telefoon, e-mail, voor zover bekend)
aanvoer grond	Dusseldorp Groep B.V. Galileïstraat 18 7131 PE Lichtenvoorde	dhr. R. Krabben	r.krabben@dusseldorp.nl
onderhoud pompen etc.	Dusseldorp Groep B.V. Galileïstraat 18 7131 PE Lichtenvoorde	dhr. R. Krabben	r.krabben@dusseldorp.nl
Grondwatermonitoring	Tauw bv. Handelskade 37 Postbus 133 7400 AC Deventer	dhr. J. Daas	jeroen.daas@tauw.nl

Uitvoeringsperiode
De sanering is uitgevoerd in de periode 1999-2015. In deze periode zijn de volgende activiteiten uitgevoerd:

- de aanleg van een vloeistofdichte bovenafdichting → 2001 t/m 2004;
- het aanleggen van een noordelijke beheersdrain. → 2003;
- het onttrekken van grondwater uit beheersdrains: → 1999 (Zuid)/2004(Noord) t/m 2015;
- het uitvoeren van grondwatermonitoring → 1999 t/m 2015.

Gedurende deze periode zijn de volgende rapporten opgesteld naar aanleiding van voortschrijdend inzicht:

- herberekening grondwatermodel in 2009.
- monitoringsplan 2011.

2.4 Genomen besluiten

Gedurende de sanering zijn de onderstaande besluiten genomen. Deze zijn tevens opgenomen in bijlagen 6 en 7.

- Besluit Wbb 1999: 4 november 1999 (nr. MW98.59231).
- Besluit WvO 1999: 5 oktober 1999, (nr 99.09844).
- Besluit Wm 1999: 2 november 1999 (nr. MW96.52123).
- Goedkeuring bovenafdichting 2006: brief van de provincie Gelderland van 22 augustus 2006 (verzonden 31 aug 2006).
- Besluit Wm 2006: 27 juli 2006 (nr. MPM5034).
- Besluit aanpassing monitoringsplan 2011: (brief provincie Gelderland d.d. 6 juli 2011, kenmerk 2011-000909/MPM21673).
- Goedkeuring beëindiging onttrekking hydrologisch scherm: brief provincie Gelderland d.d. 6 november 2014 (kenmerk 2013-018011).

3 Uitgevoerde saneringsmaatregelen en afwijkingen

3.1 Voorbereidende werkzaamheden

Voorafgaande aan de aanleg van de bovenafdichting en de beheersdrain is de stortplaats geherprofileerd en is de uiteindelijk vorm aangebracht. Hiertoe is de steilheid van de taluds aangepast, is voorkomen dat ingesloten laagten ontstaan, voorkomen dat vlakke gedeelten ontstaan, zodat overal afschot is. Bovendien is genoeg ruimte gecreëerd aan onderzijde van de taluds om een goede aansluiting te krijgen voor de bovenafdichting op de aanwezige onderafdichting.

3.2 Uitwerking saneringsmaatregelen

Onderstaand zijn de saneringsmaatregelen beschreven. Er is per maatregel in een afzonderlijke subparagraaf een beschrijving weergegeven.

3.2.1 Aanleg Bovenafdichting 2001,2002 en 2004

De bovenafdichting is gefaseerd aangelegd. Het noordstort in 2001/2002, het zuidstort in 2002 en het IBC-stort in 2003/2004.

De gehele stortplaats is voorzien van een bovenafdichting om indringing van regenwater en uittreding van stortgas en percolaat te voorkomen. Deze bovenafdichting bestaat uit een kunststof folie, aangevuld met een minerale laag (zie tabel 2.3).
Het huidig stortterrein is in drie verschillende deellocaties onder te verdelen:

- fase 1 (5,70 ha);
- fase 2 (7,96 ha);
- fase 3 (9,40 ha).

Het totaal afgedichte oppervlak is 25,19 ha. Dit oppervlak is verkregen door
3% toe te voegen op het platte oppervlak als correctie voor de bolling en een strook van 5 meter rondom.
In onderstaande tabel wordt weergegeven op welke wijze dit oppervlak is afgedicht.

Tabel 3.1 Bovenafdichting

fase	Noordstort	Zuidstort	IBC-stort
Aanleg	juni 2001 – januari 2002	maart 2002 – oktober 2002	februari 2003 - februari 2004
Oppervlakte (in ha)	5,70	7,96	9,4
Afdeklaag	400 mm schone grond 1100 mm[#] categorie 1 grond	400 mm schone grond 600 mm categorie 1 grond	400 mm schone grond 600 mm categorie 1 grond
Geotextiel	100 gr/m^2	100 gr/m^2	100 gr/m^2
Drainagelaag	300 mm drainzand	300 mm drainzand	300 mm drainzand
Folie	2,00 mm VLDPE	2,00 mm VLDPE	2,00 mm VLDPE
Minerale laag	90 mm Trisoplast	90 mm Trisoplast	90 mm Trisoplast
Geotextiel	190 gr/m^2	190 gr/m^2	190 gr/m^2
Isolatielaag	-	-	150 mm zand t.p.v. asbesthoudende grond
Geotextiel	100 gr/m^2	100 gr/m^2	100 gr/m^2
Steunlaag	300 mm baggerspecie (klasse 3 en 4)	300 mm baggerspecie (klasse 3 en 4)	300 mm asbesthoudende grond

[#] *deze dikte is alleen gerealiseerd op het gedeelte wat in gebruik is door ZAMC, elders is 600 mm verwerkt.*

Onder de steunlaag, zijn voorafgaand aan het aanbrengen van de bovenafdichting gasdrains (strabusil, ∅ 100 mm) in het afvalpakket aangebracht.

3.2.2 Hydrologisch scherm

De ligging van de hydrologische schermen zijn weergegeven op bijlage 3.

3.2.2.1 Hydrologisch scherm zuid (aangelegd in 1989)

Aan de westzijde van fase 2 is in 1989 (dus voorafgaande aan de saneringsperiode) reeds een beheersdrain aangebracht. Deze beheersdrain is aangelegd om te voorkomen dat verontreinigd grondwater vanuit fase 2 in de controle drainage van fase 3 terechtkomt.
In 1989 is de beheersdrain geïnstalleerd met een ontwerpdebiet van circa 10,5 m^3 per uur. Het betreft een HDPE ribbeldrain met een diameter van 200 mm welke ingebed ligt in een sleuf die opgevuld is met drainagezand. De drain ligt in de noord-zuidrichting en heeft een lengte van circa 280 m. De aanleghoogte betreft aan de noordzijde NAP +11,80 m en aan de zuidzijde NAP +11,60 m. Vanuit beide zijden ligt de drain onder verval naar pompput 2. De pompput ligt circa 85 m ten noorden van de zuidpunt van de drain. Het afslagpunt in de pompput bevindt zich op NAP +11,50 m. De onttrekking vindt bijgevolg plaats indien de grondwaterstand zich boven NAP +11,50 m bevindt.
Bij een onttrekkingsdebiet van circa 15 m^3 per uur wordt het grondwater tot een diepte van ten minste 15 m-mv afgevangen. Aan beide uiteinden van de beheersdrain zijn inspectieputten aangebracht.

3.2.2.2 Hydrologisch scherm noord (aangelegd in 2003)

Bij het aanbrengen van de bovenafdichting is aan de west- en noordzijde van fase 1 (noordstort) een 160 mm HDPE beheersdrain in een sleuf met drainagezand aangelegd. De aanleghoogte betreft aan de noordzijde NAP+11.30 m en aan de zuidzijde en de meest oostelijke zijde NAP +11.50 m. Zowel het zuid-noord (circa 100 m) als het noord-oost (circa 220 m) deel monden onder verval uit in pompput 4. Vanuit pompput 4 wordt het water via een persleiding (en deels vrij verval) via pompput 3 in pompput 1 gepompt.

Deze beheersdrain is in 2004 in werking gesteld en maakt deel uit van het saneringsplan. Met deze drain wordt een grondwateronttrekking uitgevoerd tot circa 10 jaar na aanleg van de bovenafdichting. De werking van de drain is vergelijkbaar met de beheersdrain van fase 2.

3.2.3 Grondwateronttrekking hydrologische schermen

In het saneringsplan en bij de aanvang van de onttrekking is aangenomen dat de beide beheersdrains circa 10 jaar na het aanbrengen van de bovenafdichting buiten werking worden gesteld, dat wil zeggen in 2014. In de herberekening van het grondwatermodel is berekend dat de stopzetting van de grondwateronttrekking naar verwachting niet zal leiden tot een meetbare toename van de grootte van de vuilpluim (stabiele eindsituatie).

Onttrekkingsdebiet

De onttrokken hoeveelheden uit de beide beheersdrains wordt gemeten in pompput 2 (zuidelijke drain) en pompput 4 (noordelijke drain).

In de Wbb-beschikking worden geen eisen gesteld aan het te onttrekken debiet. In de rapporten uit 1998 (deel uitmakend van het saneringsplan) wordt een verschillend onttrekkingsdebiet weergegeven:

In variant 2a van het saneringsonderzoek is uitgegaan van een interceptiedebiet van 800m^3/etmaal (= 33,3 m^3/uur).

In het bovenafdichtingsplan (Grontmij, 1998) is aangegeven dat het debiet van de zuidelijke beheersdrain 15m^3/uur bedraagt. Tevens is opgenomen dat het nog aan te leggen noordelijke beheersdrain een vergelijkbaar debiet zal onttrekken, en dat de onttrekking tot ten minste 10 jaar na aanleg van de bovenafdichting gehandhaafd zal blijven.

In het grondwaterbeheersplan (Grontmij 1998) is het volgende opgenomen:
"Berekeningen tonen aan dat bij het huidige onttrekkingsdebiet, het type drain en de draindiameter in de drain een verhang ontstaat van slechts enkele centimeters. Dit leidt niet tot een onevenredig verdeelde onttrekking over de drainlengte.

Van belang is tevens de diepte waarover de drain het grondwater afvangt. In figuur 3.1 is het verband weergegeven tussen de beïnvloede diepte en het onttrekkingsdebiet. Uit de figuur volgt dat bij een onttrekkingsdebiet van 10 à 14,5 m^3/u het grondwater tot een diepte van ten minste 15 en 20 m -mv het grondwater wordt afgevangen. Dit is ruim voldoende om verdere verspreiding van de verontreinigingen te voorkomen.'

In de modellering van de effecten van de onttrekking (Grontmij, 2009) wordt uitgegaan van een onttrekkingsdebiet van de (noordelijke) beheersdrain van in totaal 10m^3/uur.
In 1989 is de zuidelijke beheersdrain geïnstalleerd met een ontwerpdebiet van circa 10,5 m^3 per uur.

Bij de start van de onttrekking uit beide drains in 2004 is het debiet ingesteld op in totaal 15 m^3/uur (10 m^3/uur uit de zuidelijke drain en 5m^3/uur uit de noordelijke drain).

3.2.4 Grondwatermonitoring 1999-2015

De uitvoering van de grondwatermonitoring is aanvankelijk uitgevoerd conform het monitoringsplan van 1998. Hierbij is gebruik gemaakt van bestaande peilbuizen, die reeds deel uitmaakten van de monitoringsstrategie van de stortplaats. Er zijn geen boorstaten van deze boringen beschikbaar.
Gedurende de looptijd van de sanering is de strategie een aantal keren gewijzigd. Zo is een aantal keer de frequentie van monstername gewijzigd en is ook een aantal keer het te analysepakket gewijzigd (zie tabellen 3.2 en 3.3).
Sinds de goedkeuring van het monitoringsplan 2011 wordt de monitoring conform dat plan uitgevoerd.

Belangrijk is dat elk monsternamepunt een bepaalde functie in het geheel heeft. Deze functie is weergegeven in de eerste kolom van tabel 3.2 en hieronder puntsgewijs uitgelegd:

- **boven**:refentiepeilbuis. Deze peilbuis bewaakt de bovenstroomse kwaliteit van het grondwater en dient ter referentie van het water dat onder de stortplaats doorstroomt. Bij beïnvloeding van deze peilbuis wordt altijd naar een externe oorzaak gekeken.
- **beneden noord/zuid**: deze peilbuizen staan direct benedenstrooms aan de noord- dan wel zuidstort en dienen ter controle van het grondwater dat onder de noord- en zuidstort doorgestroomd is.
- **1e lijn vuilpluim**: Deze peilbuizen staan benedenstrooms aan fase 3, maar dienen ter controle van eventuele verspreiding van de onder fase 3 aanwezig vuilpluim.
- **2e en 3e lijn vuilpluim**: Deze peilbuizen staan verder weg benedenstrooms van fase 3 en dienen als back-up, ingeval de vuilpluim zich manifesteert in de eerste lijn.
- **1e lijn beneden/onder fase 3**: De controledrainage en gesegmenteerde drain dienen ter controle van de onderafdichting onder fase 3, en maken in feite geen onderdeel uit van de monitoring in het kader van de Wbb-beschikking.

In de volgende 2 tabellen wordt weergegeven met welke frequentie de verschillende monsternamepunten zijn bemonsterd in de periode 1999-2014, en hoe vaak de verschillende parameters zijn meegenomen tijdens die bemonsteringsronden.

Tabel 3.2: aantal bemonsteringen per meetpunt per jaar.

	meetpunt	99	00	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	13	14
Bovenstrooms																	
boven	4	2															
boven	8ABCD	2	2	1	1	1	1										
boven	10ABCD		1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
overige peilbuizen																	

	meetpunt	99	00	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	13	14
beneden noord	1AB	2	2	2	2	1	2	2	2	1	1	2	2	1	1	1	1
beneden zuid	3AB	2	2	2	2	2	2	2	2	1	1	2	2	1	1	1	1
beneden zuid	5ABCD	2	2	2	2	2	2	2	2		1	2	2				
1e lijn vuilpluim	20AB	2	2	2	2	2	2	2	2	1	1	2	2	1	1	1	1
1e lijn vuilpluim	21AB	2	2	2	2	2	2	2	2	1	1	2	2	1	1	1	1
1e lijn vuilpluim	22ABCD	2	2	2	2	2	2	2	2	1	1	2	2	1	1	1	1
1e lijn vuilpluim	23AB	2	2	2	2	2	2	2	2	1	1	2	2	1	1	1	1
1e lijn vuilpluim	24AB	2															
2e lijn vuilpluim	25ABCD	2	2	2	2	2	2	2	2	1	1	2	2	1	1	1	1
2e lijn vuilpluim	40ABCD	2	2	2	2	2	2	2	2		1	2	2				
2e lijn vuilpluim	41ABCD	2	2	2	2	2	2	2	2		1	2	2				
3e lijn vuilpluim	42ABCD	2	2	2	2	2	2	2	2		1	2	2				
3e lijn vuilpluim	43ABCD		1	2	2	2	2	2	2		1	2	2				
Gesegmenteerde drain																	
1e lijn beneden fase 3	S1-S21					1	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Controledrainage																	
1e lijn onder fase 3	D1	1	1	2	1		1	1	1								
1e lijn onder fase 3	D2	2	2	2	1	1	1						1	1			
1e lijn onder fase 3	D3	2	2	2	1	1	1	1	1		1	1	1	1	1	1	1
1e lijn onder fase 3	D4	2	2	2	1	1	1	1	1		1	1	1	1	1	1	1
1e lijn onder fase 3	D5	2	2	2	1	1	1	1	1		1	1	1	1	1	1	1
1e lijn onder fase 3	D6	1			1	1	1	1	1		1	1	1	1	1	1	1
1e lijn onder fase 3	D7	2	2	2	1	1	1	1	1		1	1	1	1	1	1	1
1e lijn onder fase 3	D8/D16																1*
Hydrologisch scherm																	
	noord				1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2
	zuid	2	2	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1

** het betreft de nog aanwezige drains D10, D12, D13 en D16.*

Tabel 3.3: aantal bemonsteringsronden waarbij parameters geanalyseerd zijn.

parameter	99	00	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	13	14
EC	2	2	2	2	2	2	2	2	1	1	2	2	1	1	1	1
pH	2	2	2	2	2	2	2	2	1	1	2	2	1	1	1	1
Cl	2	2	2	2	2	2	2	2	1	1	2	2	1	1	1	1
CZV	2	1	2	0	1	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0
Nitraat	2	2	2	1	1	1	1	1	0	1	1	1	0	0	0	0
Ammonium	2	2	2	2	2	2	2	2	1	1	2	2	1	1	1	1
Arseen	2	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Chroom	2	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Nikkel	2	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Cadmium	2	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	0	1
Koper	2	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	0	1
Kwik	2	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	0	1
Lood	2	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	0	1
Zink	2	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	0	1

parameter	99	00	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	13	14
BTEX	2	2	2	2	2	2	2	2	1	1	2	0	0	1	0	1
CKW	2	2	2	2	2	2	2	2	0	1	2	2	0	1	0	1
Min. olie C10-C40	1	2	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	0	1	0	1

Kort samengevat is de monitoringsstrategie sinds 2011 als volgt:

- controledrainage:
  1x/jaar: pH, Ec, Chloride, Ammonium, arseen, nikkel en chroom.
- gesegmenteerde drain:
  1x/jaar pH, Ec, Chloride, Ammonium, arseen, nikkel en chroom.
  1x/2jaar NEN-5740 pakket op 5 gesegmenteerde drains.
- peilbuizen
  1x/jaar pH, Ec, Chloride, Ammonium, arseen, nikkel en chroom.
  1x/2jaar NEN-5740 pakket op 12 peilfilters.

De resultaten van de grondwatermonitoring zijn ieder jaar gerapporteerd in een monitoringsrapport. In voorliggend evaluatieverslag worden in hoofdstuk 4 enkel de gegevens van de monitoring in de periode 2012 t/m 2014 gebruikt, aangezien in die periode met de huidige toetsingswaarden is gewerkt.
De oudere informatie is opvraagbaar bij de Regio Achterhoek en is in principe jaarlijks ingediend bij de provincie Gelderland. In bijlage 4 is aangegeven om welke rapportages het gaat.

3.2.5 Invloed op omgeving

Tijdens de aanleg van de bovenafdichting en de beheersdrain is beperkte invloed van de omgeving geweest als gevolg van de volgende activiteiten:

- transportbeweging van en naar het stort (geluid, stof).
- werkende machines (graafmachines, compactors, et cetera) op het stort.

In de periode 2004 t/m 2014: zijn verder geen activiteiten op de locatie geweest die hinder geven voor de omgeving.
Het uitvoeren van grondwatermonitoring, het onttrekken van grondwater en het doen van onderhoud aan pompen en putten zijn activiteiten die geen hinder veroorzaken.

3.2.6 Veiligheid en gezondheid

Tijdens aanleg bovenafdichting en de beheersdrain is gewerkt conform de V&G plannen die tijdens de uitvoering van toepassing waren. Per bestek (fase 1, Fase 2 en fase 3 is een V&G plan opgesteld en goedgekeurd door de provincie Gelderland.

In de periode 2004-2014 zijn de normale ARBO-regels betreffende bedrijfsvoering op de locatie van toepassing.

3.3 Afwijkingen tijdens de sanering

Er zijn geen formele ‘melding afwijking’ op het saneringsplan ingediend in de periode 1999-2015. Wel is in 2011 het grondwatermonitoringsregime aangepast. Dit is beschreven in het monitoringsplan 2011, en goedgekeurd door de Provincie Gelderland in 2011.

4 Evaluatie van de saneringsmaatregelen

4.1 Verloop van de sanering

Gedurende de loop van de sanering zijn een 2-tal voorzieningen aangebracht (de bovenafdichting en het hydrologisch scherm noord) en zijn 2 doorlopende activiteiten uitgevoerd (de grondwatermonitoring en de grondwateronttrekking). Deze 4 activiteiten worden hieronder afzonderlijk beschreven.

4.1.1 Bovenafdichting

De bovenafdichting is in de periode 2001-2004 aangebracht. Voor een technische beschrijving wordt verwezen naar paragraaf 3.2.4. Het evaluatierapport is op 23 november 2005 door de provincie Gelderland ontvangen en ingeboekt onder MPM8326. Met de brief van de provincie Gelderland van 22 augustus 2006 (verzonden 31 aug 2006) is door de provincie Gelderland goedkeuring gegeven aan het evaluatierapport eindafdichting.

4.1.2 Hydrologisch scherm Noord

Gelijktijdig met de bovenafdichting op fase 1 is in 2004 het hydrologisch scherm noord aangebracht. De aanleg van de beheersdrain is onder hetzelfde werk als de aanleg van de bovenafdichting gebeurd. In paragraaf 4.2 van het evaluatierapport van het bovenafdichting is aangegeven dat de beheersdrain conform bestek is aangelegd.
Het evaluatierapport is op 23 november 2005 door de provincie Gelderland ontvangen en ingeboekt onder MPM8326. Met de brief van de provincie Gelderland van 22 augustus 2006 (verzonden 31 aug 2006) is door de provincie Gelderland goedkeuring gegeven aan het evaluatierapport eindafdichting.

4.1.3 Grondwatermonitoring

De grondwatermonitoring is gedurende de gehele periode uitgevoerd door Tauw bv. Tauw bv hanteert een managementsysteem dat is gecertificeerd dan wel geaccrediteerd volgens:

- NEN-EN-ISO 9001
- VCA**-certificering voor veilig werken bij meet- en inspectieactiviteiten en bodemsaneringen, ook in risicogebieden railinfra
- Er zijn analyses uitgevoerd door het NEN-EN-ISO/IEC 17025 geaccrediteerde milieulaboratorium van AL-West
- Tauw bv is erkend voor het uitvoeren van veldwerk bij milieuhygiënisch bodem- en waterbodemonderzoek conform de protocollen 2001, 2002, 2003 en 2018.

Tauw bv verklaart in de jaarlijkse monitoringsrapportages dat het veldwerk onafhankelijk van de opdrachtgever is/wordt uitgevoerd conform de eisen van BRL SIKB 2000 en stelt verder in de monitoringsrapportage van 2014 het volgende:

“Bij interne opdrachtverlening is gebruik gemaakt van interne functiescheiding onder de voorwaarden die het Besluit bodemkwaliteit hieraan stelt.
De werkzaamheden zijn uitgevoerd conform BRL SIKB 2000: Beoordelingsrichtlijn voor het SIKB procescertificaat Veldwerk bij milieuhygiënisch bodemonderzoek:

- *Protocol 2002: Het nemen van grondwatermonsters*

Vanaf 1 oktober 2012 geldt de NEN 5744 norm, waarbij een nieuwe bemonsteringsmethode geldt. Deze bemonsteringsmethode is voor de huidige monitoring gehanteerd.
Tauw verklaart hierbij dat het een onafhankelijke positie heeft (en kan behouden) ten opzichte van de opdrachtgever. Dat wil zeggen dat er geen organisatorische relatie bestaat met de opdrachtgever (zuster- of moederbedrijf) of diens eigenaar, maar ook dat er geen belangenverstrengeling is of kan optreden in relatie tot andere Tauw-projecten of andere opdrachtgevers.

De chemische analyses zijn uitgevoerd door het NEN-EN-ISO/IEC 17025 geaccrediteerde milieulaboratorium van AL-West in Deventer. Voor de zware metalen (met uitzondering van arseen, chroom en nikkel), ammonium, BTEXN, CKW en minerale olie is de analyse conform AS3000 gedaan."

De monitoring bestaat uit het bemonsteren van de controledrains (onder en stroomafwaarts van het nieuwe stortdeel met onderafdichting), het bemonsteren van de hydrologische schermen (zuidelijk en noordelijk hydrologisch scherm) en het peilen en bemonsteren van peilbuizen op en in de omgeving van de stortplaats, één en ander conform het vigerende monitoringsplan.

Resultaten monitoring en toetsing aan toetsingswaarden
De monitoringsresultaten zijn ieder jaar gerapporteerd aan Bevoegd Gezag in het kader van de verplichting in de Wm-vergunning. Al deze rapportages zijn in bezit van het Bevoegd Gezag. Onderstaand is een kort overzicht gegeven van het verloop van een aantal maatgevende parameters in de peilbuizen, en de meest recente milieuhygiënische situatie. Met de ODRA (dhr E Sportel) is afgesproken dat in voorliggend evaluatierapport enkel de monitoringsresultaten van de laatste jaren gepresenteerd worden.

De analyseresultaten zijn getoetst aan toetsingswaarden die zijn vastgesteld gebruik makend van de ontwerprichtlijn grondwatermonitoring. De toetsingswaarden zijn tot 2011 ieder jaar geactualiseerd. In 2011 zijn de toetsingswaarden vastgesteld aan de hand van de beschikbare data en opgenomen in het addendum op het monitoringsplan 2011. Vanaf de monitoring van 2012 worden de analyseresultaten van de parameters chloride, EC, ammonium, Arseen, chroom en nikkel getoetst aan de toetsingswaarden uit 2011.

In de periode 2012 t/m 2014 zijn de volgende toetsingswaardeoverschrijdingen geconstateerd:

Tabel 4.1: Peilbuizen: overschrijdingen actiewaarde

	2012	2013	2014
Chloride	10A	10A	
EC	10A	10A	
Ammonium	10C		10D, 20B
Arseen		10C	10C
Chroom			
Nikkel			10A

Opmerking bij bovenstaande tabel is dat P10 de referentiepeilbuis is, en dat een eventuele beinvloeding dus waarschijnlijk een externe oorzaak heeft. In totaal worden jaarlijks 22 filters bemonsterd waarbij in de afgelopen 3 jaar slechts eenmaal een toetsingswaardeoverschrijding gemeten is in de peilbuizen.

Huidige situatie grondwaterkwaliteit
In bijlage 3 is de concentratie chloride (de parameter die binnen dit geval de traceerfunctie heeft) weergegeven van de afgelopen drie jaar. Hierop is te zien dat er geen overschrijdingen van de toetsingswaarde zijn gemeten.

In de concept- monitoringsrapportage van 2014 (Tauw, februari 2015) wordt het volgende geconcludeerd met betrekking tot de grondwaterkwaliteit:

"Oude stort (saneringsmaatregel: bovenafdichting en hydrologische schermen)
Chloride heeft een tracerfunctie (stroomt net zo snel als grondwater en reageert niet met andere stoffen) waardoor afname van de concentratie een indicatie is voor een afname van de beïnvloeding van het grondwater door de stort. Dit is een gevolg van de aanleg van de bovenafdichting en de werking van de hydrologische schermen.

Het effect van de bovenafdichting op de analyseresultaten is de afgelopen jaren in toenemende mate zichtbaar in de vorm van een afname in concentraties aan chloride en verontreinigingen (arseen, chroom en nikkel). De toetsingswaarden voor arseen, chroom en nikkel worden niet overschreden. Er zijn enkele aandachtspunten vast te stellen:

- *Ammonium en arseen worden in het zuidelijke hydrologische scherm boven de toetsingswaarde gemeten, maar de concentraties zijn vergelijkbaar met eerdere jaren. Minerale olie en PAK zijn in lichte hoeveelheden gemeten, dit is eerder ook aangetoond*
- *Arseen wordt in het noordelijke hydrologische scherm boven de toetsingswaarde gemeten, maar de waarde wijkt niet af van de meerjarige trend*
- *In het grondwater stroomafwaarts van de oude stort (peilbuis 25A) wordt de toetsingswaarde van de Ec licht overschreden. Er is echter geen sterke afwijking ten opzichte van voorgaande jaren. Daarnaast worden van andere parameters geen toetsingswaarden overschreden*
- *In het grondwater aan de rand van de oude stort (peilbuis 1A) wordt Cis aangetoond. Eerdere jaren werden in dit filter ook CKW's in soortgelijke concentratie boven de detectielimiet aangetoond*

IBC-stort (saneringsmaatregel: boven- en onderafdichting)
In de peilbuizen, hydrologische schermen, controledrains en gesegmenteerde drains van de IBC-stort is over het algemeen sprake van een afname in concentraties van de gidsparameters en verontreinigingen."

Algemene conclusie grondwatermonitoring 1999-2014
Met enige fluctuatie is een dalende trend over langere tijd te zien waar het gaat over de historisch grondwaterverontreiniging. Uit de monitoringsresultaten blijkt dat er beperkt sprake is van overschrijding van de toetsingswaarden. De monitoringsresultaten van de laatste jaren bevestigen het beeld dat in de hercalculatie van het grondwatermodel is geschetst en geeft voldoende onderbouwing om de hydrologische schermen buiten werking te stellen en de sanering af te ronden.

De grondwatermonitoring wordt overigens voortgezet als eis binnen de Wm-vergunning. Na beëindiging van de Wm-vergunning zal de Provincie Gelderland vanuit haar verantwoordelijkheid voor de nazorg de grondwatermonitoring eeuwigdurend voortzetten..

4.1.4 Grondwateronttrekking

Debieten
Bij de start van de onttrekking uit beide drains in 2003 is het debiet ingesteld op in totaal 15 m^3/uur (10 m^3/uur uit de zuidelijke drain en 5m^3/uur uit de noordelijke drain). In onderstaande tabel zijn de werkelijke jaardebieten van de onttrekking uit beide drains weergegeven, ook voor zover bekend, de onttrekkingsdebieten in de periode voor 2003.

Tabel 4.2: overzicht onttrekkingsdebieten noordelijke en zuidelijke beheersdrain

Jaar	Zuidelijke beheersdrain		Noordelijke beheersdrain	
	debiet (m^3/jaar)	debiet (m^3/uur)	debiet (m^3/jaar)	debiet (m^3/uur)
1992	36.163	4,2		
1993	138.246	15,8		
1994	296.895	33,9		
1995	169.753	19,4		
1996	35.261	4,0		
1997	94.094	10,7		
1998				
1999				
2000				
2001				

2002	16.399	1,9	nvt	nvt
2003	42.520	4,9	*35.904*	*4,1*
2004	79.398	9,1	*51.193*	*5,8*
2005	80.215	9,2	*40.308*	*4,6*
2006	80.624	9,2	*28.568*	*3,3*
2007	117.135	13,4	*43.354*	*4,9*
2008	94.271	10,7	*27.730*	*3,2*
2009	55.545	6,3	4.264	0,5
2010	83.833	9,6	3.231	0,4
2011	89.402	10,2	1.894	0,2
2012	86.097	9,8	1.212	0,1
2013	72.191	8,2	9.585	1,1
2014	55.432	6,3	10.824	1,2

Cursief: gegevens zijn inclusief percolaat fase 3.

De totaaldebieten blijven met name in de noordstort achter ten opzichte van de ontwerpdebieten. In de periode 2003 t/m 2008 wordt 5 m^3 uur nog wel gehaald omdat alleen de totaalstroom inclusief het percolaat van fase 3 is gemeten, maar in de laatste 6 jaar niet meer. De oorzaak hiervan is niet bekend.

De onttrokken debieten in de zuiddrain benaderen de 10m^3/uur gedurende de gehele periode.

Als geheel blijven de debieten dus iets achter ten opzichte van de debieten zoals die zijn ingesteld bij aanvang van de onttrekking. De grondwatermonitoring laat echter zien dat de milieuhygiënische kwaliteit van het grondwater benedenstrooms aan het hydrologisch scherm duidelijk verbeterd is, en het beeld vertoond dat in het grondwaterbeheersmodel is voorspeld.
De onttrekking is dus in de afgelopen 10 jaar wel voldoende effectief gebleken.

Het verbeteren van de milieuhygiënische kwaliteit met een lager debiet dan geraamd, ondersteund de beslissing dat de beheersdrain haar functie heeft gehad, maar nu uitgeschakeld kan worden.

Kwaliteit onttrokken grondwater
Het grondwater in de hydrologische schermen is jaarlijks door Tauw bv in de reguliere grondwatermonitoring bemonsterd middels een specifiek voor deze locatie gevormd protocol. Dit protocol is opgenomen in de jaarrapportages van Tauw.

In de monitoringsrapportage van 2014 (Tauw,februari 2015) wordt het volgende geconcludeerd met betrekking tot de grondwaterkwaliteit van het water uit de hydrologische schermen:

Hydrologische schermen
Tijdens huidige monitoringsronde zijn voor het grondwater bij de hydrologische schermen enkele toetsingswaardeoverschrijdingen aangetoond:

- *Voor het hydrologische scherm van de noordstort (31) voor de Ec-waarde en arseen. De Ec-waarde is niet sterk afwijkend van de meerjarige trend. Arseen werd in 2013 ook boven de toetsingswaarde aangetoond, de huidig aangetoonde concentratie wijkt niet sterk af. In 2011 en 2012 lag de detectiegrens hoger dan de toetsingswaarde, waardoor geen goede vergelijking mogelijk is. De gemeten waarde wijkt niet af van een meerjarige trend.*
- *Voor het hydrologische scherm voor de zuidstort (30) worden de toetsingswaarden overschreden van ammonium en arseen. Eerdere jaren werden arseenconcentraties van 11 en 14 µg/l aangetoond, deze liggen net beneden de toetsingswaarde. De huidig gemeten waarde van 15 µg/l wijkt dus niet sterk af. De toetsingswaarde van ammonium werd voorgaande monitoringsrondes ook overschreden, de concentraties blijven stabiel*

De toetsingswaardeoverschrijdingen zijn dermate gering dat er geen direct invloed van het stort (bijvoorbeeld lekkage) wordt verwacht.

De gemeten pH-waarden in het water uit de hydrologische schermen is vergelijkbaar met voorgaande monitoringsrondes.

De chloride- en nikkelconcentraties zijn vergelijkbaar met voorgaande jaren en worden niet boven de toetsingswaarden aangetroffen. Chroom wordt niet in het water aangetoond.

Afvoer onttrokken grondwater
Vanuit pompput 1 (percolaat en hydrologisch scherm noord) en pompput 2 (hydrologisch scherm zuid) wordt het water via twee gesloten persleidingen (beide circa 1.000 m lengte) afgevoerd naar het gemeentelijk riool (Toonkweg). Hiervoor zijn in beide putten twee pompen geïnstalleerd.
De riolering is aangesloten op de waterzuivering van het Waterschap Rijn en IJssel te Olburgen.

4.1.5 Bijsturingsmomenten
Gedurende de loop van de sanering is op twee momenten een rapportage opgesteld en aangevelerd, die hebben geleid tot een aanpassing van de saneringsaanpak:
- Herberekening geohydrologisch model in 2009: Dit is de basis geweest voor de aangepaste monitoring, en vormt de onderbouwing voor het beëindigen van de grondwateronttrekking in 2014 (10 jaar na aanleg van de laatste fase van de bovenafdichting.
- Monitporingsplan 2011: Dit is de basis van de actualisatie van de uitgevoerde grondwatermonitoring en vormt de basis van de huidige monitoringsstrategie, inclusief de vaststellen in peilbuisspecifieke toetsingscriteria.

4.2 Eindresultaat van de sanering
In bijlage 3 is de concentratie chloride (de parameter die binnen dit geval de traceerfunctie heeft) weergegeven van de afgelopen 3 jaar. Hierop is te zien dat er geen overschrijdingen van de toetsingswaarde zijn gemeten.

In de herberekening van het grondwatermodel [Grontmij,2009] is het volgende weergegeven:

Op basis van de monitoringsdata kan worden geconcludeerd dat de aanleg van een bovenafdichting in 2001 en de onttrekking sinds 2003 heeft geleid tot een afname van de omvang van de vuilpluim en een afname van de concentraties in deze vuilpluim.

Uit de berekeningen in voorliggend rapport blijkt:
- *de huidige vuilpluim bij het noordstort is heden (vrijwel) stabiel geworden;*
- *deze vuilpluim verandert niet van vorm na beëindiging van de grondwateronttrekking (in 2013);*
- *een vervroegde beëindiging van deze grondwateronttrekking zal vrijwel geen verschil maken;*
- *benedenstrooms van het IBC-stort zal in de toekomst (na einde levensduur onderafdichting) een (beperkte) beïnvloeding ontstaan, die na enkele tientallen jaren stabiel wordt. De absolute waarden van deze beïnvloeding zijn zeer laag (beneden de streefwaarde, namelijk <10 µg/l voor nikkel en <80 mg/l voor chloride).*

De resultaten van de grondwatermonitoring de afgelopen jaren bevestigen het in de grondwatermodel bepaalde beeld dat de aanleg van de bovenafdichting en onttrekking van grondwater via de schermbemaling heeft geleid tot afname van de grondwaterverontreiniging en een verbetering van de situatie (vermindering van de vuilpluim).

Bovenstaande houdt in dat de stabiele eindsituatie van de locatie ‘de Langenberg’geclassificeerd kan worden (volgends blz. 52-54 van de Beleidsnota Bodem) als situatie B1: beperkt van omvang (feitelijk zijn er geen I-waardeoverschrijdingen), en heeft zich zeer beperkt verspreid. Daarmee kan een specifieke monitoring van de vuilpluim in de verdere toekomst achterwege worden gelaten.

NB: de monitoring van de stortplaats zoals die nu wordt uitgevoerd wordt wel gehandhaafd, maar vanuit de verplichtingen in de Wm-vergunning en nazorg.

5 Gebruiksbeperkingen

5.1 Gebruiksbeperkingen

Aan de oppervlakte:
Er zijn geen aanvullende gebruiksbeperkingen als gevolg van het Wbb-geval onder de stortplaats. Wel zijn alle gebruiksbeperkingen, die gelden voor een gesloten stortplaats van kracht.

De functie van de stortplaats zal hetzelfde blijven als sinds de aanleg van de bovenafdichting het geval is:

- Noordstort: intensieve recreatie door motortrialvereniging ZAMC.
- Zuidstort en fase 3: extensieve recreatie als graasweide voor ezels en wandelpaden.

Beïnvloeding grondwater/geohydrologie
Indien er in de omgeving een grootschalige grondwateronttrekking gepland wordt, dient rekening te worden gehouden met de eventuele aanwezigheid van restverontreiniging: Bij de modellering van de invloed van deze grootschalige onttrekking van grondwater moet de aanwezigheid van de vuilpluim worden meegenomen.

6 Nazorg

6.1 Verantwoordelijkheden nazorg en verplichtingen

De nazorg van de locatie valt binnen het stramien van de Wet Milieubeheer artikel 8.49 en is daarmee gewaarborgd. De provincie Gelderland neemt het beheer van de locatie over, en zal dus ook verantwoordelijk zijn voor de uitvoering van de grondwatermonitoring, en voor het nemen van maatregelen in geval van het aantreffen van verhoogde gehalten in het grondwater.

Nazorg vanuit de Wbb is niet noodzakelijk aangezien de stabiele eindsituatie is geclassificeerd als B1: een beperkte omvang (feitelijk zijn er geen I-waardeoverschrijdingen), en zeer beperkte verspreiding. Daarmee kan volgens de Beleidsnota Bodem monitoring van de vuilpluim in de verdere toekomst achterwege worden gelaten.

6.2 Beschrijving nazorg

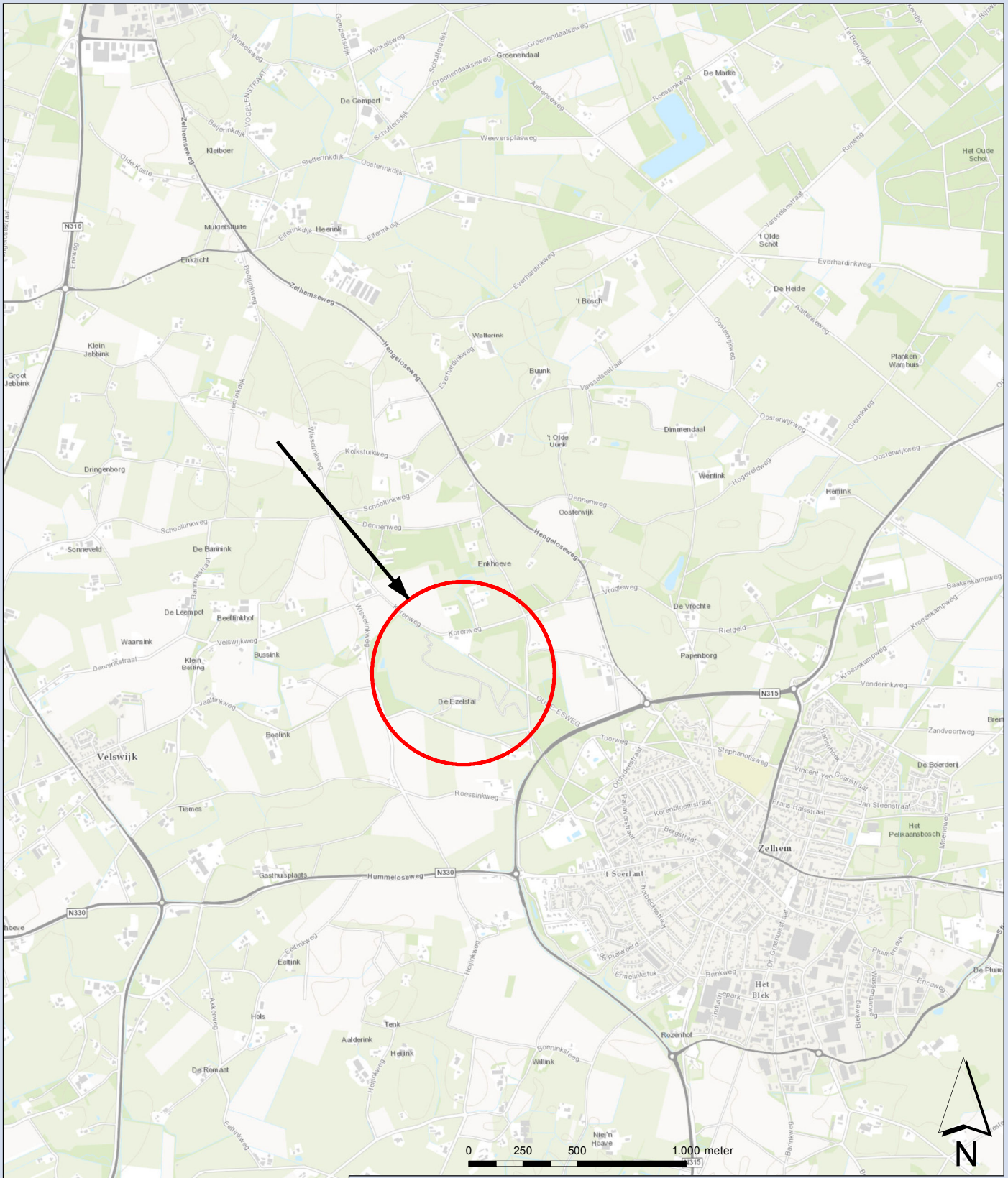
In het nazorgplan (bij het moment van schrijven nog in conceptfase) wordt de uitvoering van de nazorg gedetailleerd beschreven.

6.3 Kosten uitvoering nazorg

Op basis van het nazorgplan wordt door de Provincie Gelderland het doelvermogen bepaald. Dit doelvermogen wordt zodanig bepaald, dat de nazorgwerkzaamheden zoals die in het nazorgplan zijn weergegeven eeuwigdurend kunnen worden uitgevoerd. De uitvoering van de grondwatermonitoring, en het nemen van eventuele maatregelen als gevolg van de resultaten van de monitoring vallen ook binnen de verantwoordelijkheden van de Provincie, en zullen dus betaald worden uit het doelvermogen.

Bijlage 1

Regionale ligging locatie



Ligging locatie

Evaluatie sanering bij stortplaats Zelhem

Opdrachtgever: Regio Achterhoek
Projectnummer: 337053

Status: Definitief
Datum: 15-6-2015
Schaal: 1:25.000

© Grontmij Nederland bv Alle rechten voorbehouden

\\nlahls01\projecten\337053\GIS\mxd\Ligloc.mxd
15-6-2015 10:52:13

Bijlage 2

Verontreinigingssituatie bij aanvang

uit: Nader onderzoek, Grontmij 1998

T20 1. × 2.

T25

T1 1. ×××× 2. ×××

T21 3. × 4. ×

T22 1. 0 2. × 3. ×× 4. ×

T23 1. × 2. ×

T24 1. 2.

T5 1. × 2. 0 3. 0 4. 0

1. 0 2. × 3. × 4. 0

5 +15.00 +15.05 · 4 +15.00 +15.10 · 3 +15.17 · 2 +15.22 · 1 +15.75 +15.55 · 6 +15.75 · 7 · 8 +16.00 +16.07 · 9 +16.07 +16.04 · 10 +16.11 +16.10

13 +26.25 +25.75 1. ×××× · 14 +26.72 +26.26 · 12 +26.34 +25.83 · 28 +26.05 +25.36 · 15 +25.98 +25.38 · 11 +23.62 +23.13 · 16 +26.13 +25.84 · 19 +22.33 +21.88 1. ×××× · 17 +22.32 +21.80 · 18 +21.62 +21.06

T4 1. 0

24 +27.16 +26.75 1. ×××× · 29 +22.37 +21.61 · 23 +26.96 +26.41 · 30 +20.32 +19.71 · 25 +27.79 +27.29 · 27 +27.05 +26.58 · 22 +26.11 +26.31 · 26 +27.52 +26.90 · 20 +26.70 +26.18 · 21 +27.06 +27.00

T8 1. 0 2. 0 3. 0 4. 0

Vuilstortplaats

VERKLARING

PEILBUIS OF BORING MET NUMMER
HOOGTE PEILBUIS
HOOGTE MAAIVELD

5 +15.07 +15.05

FILTERDIEPTE

1. CA NAP +12m
2. CA NAP +2m
3. CA NAP -8m
4. CA NAP -20m

BEOORDELING ~~BEINVLOEDING~~ DOOR CHLORIDE, WATERSTOFCARBONAAT EN CZV

O GEEN
× LICHT (1-2× DE NORM)
×× MATIG (2-5× DE NORM)
××× STERK (5-10× DE NORM)
×××× ZEER STERK (>10× DE NORM)

THEORETISCHE OMVANG BEINVLOEDING VANUIT ZUIDELIJK DEEL (zie figuur 5.4)

THEORETISCHE OMVANG BEINVLOEDING VANUIT NOORDELIJK DEEL (zie figuur 5.3)

Grontmij

project: STORTPLAATS DE LANGENBERG TE ZELHEM

opdrachtgever: REGIO ACHTERHOEK

onderdeel: BEINVLOEDING GRONDWATERKWALITEIT

wijzigingen:
code: d.d.: omschrijving: get.: acc.:
12-1-'96 diverse D.RISA

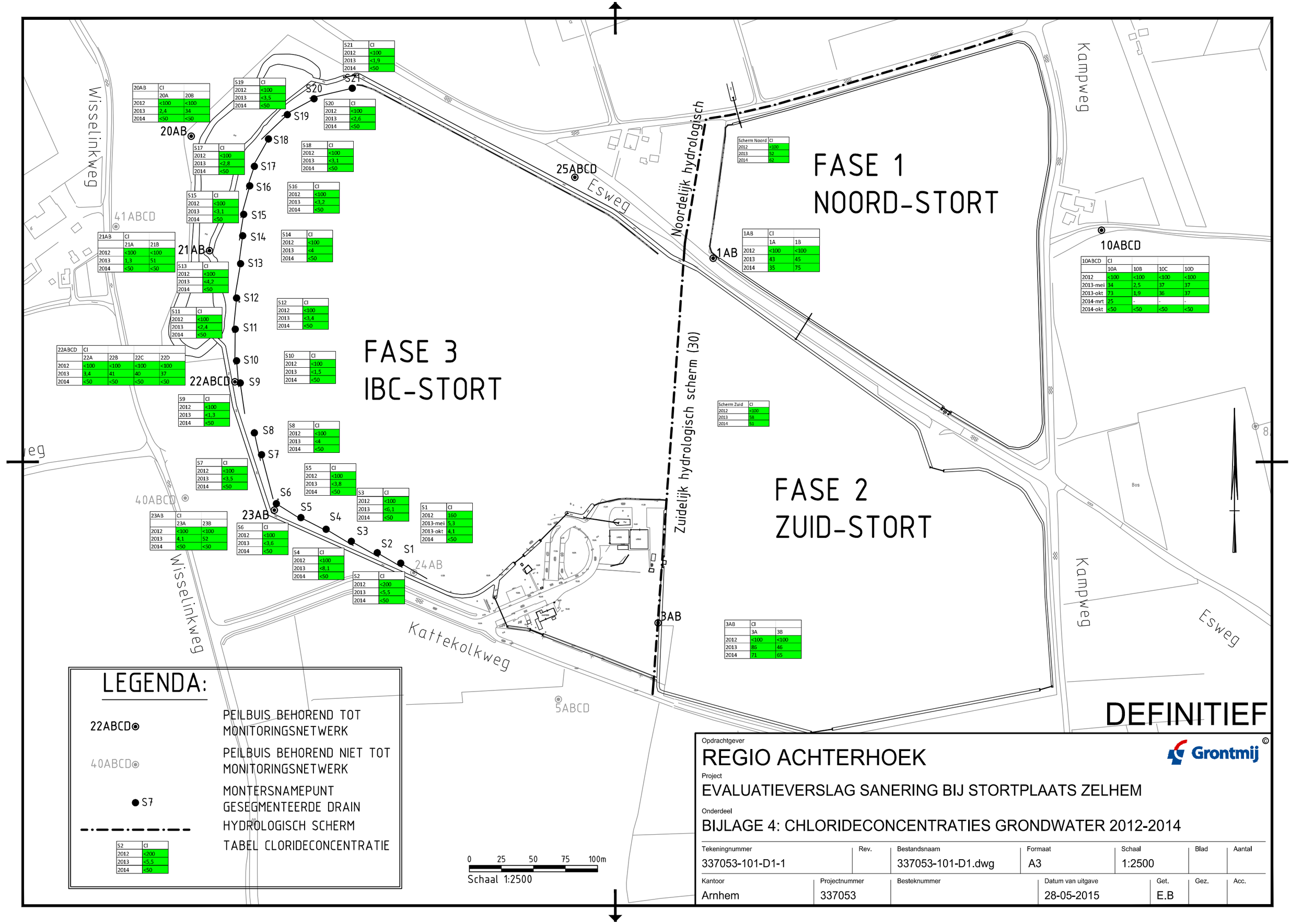
schaal: 1 : 2000 bestek:
datum: 30-10-'95 get.: G.v.V. acc.: formaat: G42
order nr.: 1252262
tekening nr.: 44A-18995
bijlage nr.: 10 in bladen bladnr.:

© Grontmij
tel.: afd./prov. kantoor:

FILE NR. 44A16866

Bijlage 3

Restverontreiniging grondwater



20AB	Cl	
	20A	20B
2012	<100	<100
2013	2,4	34
2014	<50	<50

21AB	Cl	
	21A	21B
2012	<100	<100
2013	1,3	51
2014	<50	<50

22ABCD	Cl			
	22A	22B	22C	22D
2012	<100	<100	<100	<100
2013	3,4	41	40	37
2014	<50	<50	<50	<50

23AB	Cl	
	23A	23B
2012	<100	<100
2013	4,1	52
2014	<50	<50

1AB	Cl	
	1A	1B
2012	<100	<100
2013	43	45
2014	35	75

3AB	Cl	
	3A	3B
2012	<100	<100
2013	86	46
2014	71	65

10ABCD	Cl			
	10A	10B	10C	10D
2012	<100	<100	<100	<100
2013-mei	34	2,5	37	37
2013-okt	73	1,9	36	37
2014-mrt	25	-	-	-
2014-okt	<50	<50	<50	<50

Scherm Noord	Cl
2012	<100
2013	52
2014	62

Scherm Zuid	Cl
2012	<100
2013	58
2014	51

S1	Cl
2012	160
2013-mei	5,3
2013-okt	4,1
2014	<50

S2	Cl
2012	<200
2013	<5,5
2014	<50

S3	Cl
2012	<100
2013	<6,1
2014	<50

S4	Cl
2012	<100
2013	<8,1
2014	<50

S5	Cl
2012	<100
2013	<3,8
2014	<50

S6	Cl
2012	<100
2013	<3,6
2014	<50

S7	Cl
2012	<100
2013	<3,5
2014	<50

S8	Cl
2012	<100
2013	<4
2014	<50

S9	Cl
2012	<100
2013	<1,3
2014	<50

S10	Cl
2012	<100
2013	<1,5
2014	<50

S11	Cl
2012	<100
2013	<2,4
2014	<50

S12	Cl
2012	<100
2013	<3,4
2014	<50

S13	Cl
2012	<100
2013	<4,2
2014	<50

S14	Cl
2012	<100
2013	<4
2014	<50

S15	Cl
2012	<100
2013	<3,1
2014	<50

S16	Cl
2012	<100
2013	<3,2
2014	<50

S17	Cl
2012	<100
2013	<2,8
2014	<50

S18	Cl
2012	<100
2013	<3,1
2014	<50

S19	Cl
2012	<100
2013	<3,5
2014	<50

S20	Cl
2012	<100
2013	<2,6
2014	<50

S21	Cl
2012	<100
2013	<1,9
2014	<50

LEGENDA:

- 22ABCD◉ PEILBUIS BEHOREND TOT MONITORINGSNETWERK
- 40ABCD◉ PEILBUIS BEHOREND NIET TOT MONITORINGSNETWERK
- ● S7 MONTERSNAMEPUNT GESEGMENTEERDE DRAIN
- -·-·-·-·- HYDROLOGISCH SCHERM
- TABEL CLORIDECONCENTRATIE

S2	Cl
2012	<200
2013	<5,5
2014	<50

DEFINITIEF

Opdrachtgever
REGIO ACHTERHOEK

Grontmij ©

Project
EVALUATIEVERSLAG SANERING BIJ STORTPLAATS ZELHEM

Onderdeel
BIJLAGE 4: CHLORIDECONCENTRATIES GRONDWATER 2012-2014

Tekeningnummer	Rev.	Bestandsnaam	Formaat	Schaal	Blad	Aantal
337053-101-D1-1		337053-101-D1.dwg	A3	1:2500		

Kantoor	Projectnummer	Besteknummer	Datum van uitgave	Get.	Gez.	Acc.
Arnhem	337053		28-05-2015	E.B		

Bijlage 4

Analyseresultaten grondwatermonsters

De analyseresultaten van de grondwatermonitoring zijn opgenomen in de volgende monitoringsrapportages:

- Grondwateronderzoek stortplaats de Langenberg te Zelhem, mei 1999 (TAUW, 16 juli 1999, kenmerk R002/3200396/JUD/D01/D)
- Grondwateronderzoek stortplaats De Langenberg, november 1999', Tauw, projectnummer 3200396, 18 januari 2000)
- Grondwateronderzoek stortplaats de Langenberg te Zelhem, april 2000 (TAUW, 17 juli 2000, kenmerk R003-3842568JUD-C01-D)
- Monitoring grondwater stortplaats de Langenberg te Zelhem, oktober 2000 (TAUW, 19 januari 2001, kenmerk R004-3842568JUD-D01-D)
- Monitoring grondwater stortplaats de Langenberg, 2001 (TAUW, 21 maart 2002, kenmerk R002-3933172JUD-D02-D)
- Monitoring grondwater stortplaats de Langenberg, 2002 (TAUW, 21 mei 2003, kenmerk R001-4228219AJA-D01-D)
- Monitoring grondwater stortplaats de Langenberg, 2003 (TAUW, 4 juni 2004, kenmerk R001-4286376JED-C02-D,)
- Monitoring grondwater 2004 stortplaats de Langenberg te Zelhem, (TAUW, 1 juni 2005, kenmerk R001-4340774JED-beb-V02-NL)
- Monitoring grondwater 2005 stortplaats de Langenberg te Zelhem (TAUW, 6 april 2006, kenmerk R001-4393547JED-beb-V02-NL)
- Monitoring grondwater 2006 stortplaats de Langenberg te Zelhem (TAUW, 31 januari 2007, kenmerk R001-4449341JED-ris-V01-NL)
- Monitoring grondwater 2007 stortplaats de Langenberg te Zelhem (TAUW, 4 april 2008, kenmerk R001-4490689JED-ris-V01-NL)
- Monitoring grondwater 2008 stortplaats de Langenberg te Zelhem, (TAUW, 2 juni 2009, kenmerk R001-4587189IAG-nij-V02-NL)
- Monitoring grondwater 2009 stortplaats de Langenberg te Zelhem, (TAUW, 26 april 2010, kenmerk R001-4659701IAG-beb-V02-NL)
- Monitoring grondwater 2010 stortplaats de Langenberg te Zelhem (TAUW, 8 december 2011, Kenmerk R001-4717273IAG-beb-V02-NL)
- Monitoring grondwater 2011 stortplaats de Langenberg te Zelhem (TAUW, 16 januari 2013 R001-4778371VME-sbb-V01)
- Monitoring grondwater 2012 stortplaats de Langenberg te Zelhem (TAUW, 24 oktober 2013, Kenmerk R001-1207286IHV-beb-V03-NL)
- Monitoring grondwater 2013 stortplaats de Langenberg te Zelhem (TAUW, 19 maart 2014, Kenmerk R001-1214334IHV-los-V02-NL)
- Monitoring grondwater 2014 stortplaats de Langenberg te Zelhem (TAUW, feb 2015, Kenmerk, rapportage nog niet definitief).

Bijlage 5

Achtergronddocumenten

Nader onderzoek stortplaats De Langenberg te Zelhem

Onderzoek naar de verontreinigingssituatie en de hoogteligging van het afval

geactualiseerde versie

Opdrachtgever: Regio Achterhoek

Grontmij Advies & Techniek bv, adviesgroep Bodem
Houten, 14 augustus 1998

Grontmij

Inhoudsopgave

1	Inleiding		5
2	Probleemanalyse		7
3	Huidige situatie		9
	3.1	Algemeen	9
	3.2	Terreinsituatie	9
	3.3	Huidig voorzieningenterrein	10
4	Verrichte werkzaamheden		11
	4.1	Inleiding	11
	4.2	Veldonderzoek	11
	4.3	Laboratoriumonderzoek	12
	4.4	Aanvullend onderzoek	12
5	Geohydrologische beschrijving		13
	5.1	Algemeen	13
	5.2	Bodemopbouw en geohydrologische schematisatie	13
	5.3	Grondwaterstanden	13
	5.4	Grondwaterstromingen	17
	5.5	Grondwateronttrekkingen	17
	5.6	Verspreiding grondwaterverontreiniging	19
6	Resultaten milieuhygiënisch onderzoek		25
	6.1	Inleiding	25
	6.2	Zintuiglijke waarnemingen	25
	6.3	Analyseresultaten	25
7	Verontreinigingssituatie		27
	7.1	Inleiding	27
	7.2	Verontreinigingssituatie grond	27
	7.3	Verontreinigingssituatie grondwater	28
	7.3.1	Microparameters	28
	7.3.2	Macroparameters	29
8	Risico-evaluatie		31
	8.1	Inleiding	31
	8.2	Uitgangspunten bij de risico-evaluatie	31
	8.3	Actuele humane risico's	31
	8.4	Actuele ecologische risico's	33
	8.5	Actuele verspreidingsrisico's	33
	8.6	Conclusies risico-evaluatie	34
9	Conclusies en aanbevelingen		37
	9.1	Conclusies	37
	9.2	Aanbevelingen	37
	Verantwoording		

Inhoudsopgave (vervolg)

Bijlagen:

1	Ligging locatie
2	Ligging monitoringpeilbuizen en boringen (tek. nr. 44A-18903)
3	Toegepaste methoden bij veld- en laboratoriumonderzoek
4	Ligging huidige GHG
5	Ligging huidige GLG
6	Boorprofielen (tek. nr. O44-1816-95)
7	Analyseresultaten grondmonsters
8.1	Analyseresultaten grondwatermonsters (Grontmij)
8.2	Analyseresultaten grondwatermonsters monitoringpeilbuizen (TAUW)
9	Toelichting toetsingkader
10	Beïnvloeding grondwaterkwaliteit (tek. nr. 44A-18995)
11	Onderkant afval ten opzichte van GHG en GLG
12	Algemeen toetsingskader risico's
13	Onderzijde afval (tek. nr. 44A-18996)
14	Doorsnede afvallichaam (tek. nr. 44A-19179)
15	Conclusies monitoring

1 Inleiding

Door de Regio Achterhoek is d.d. 26 september 1995, kenmerk RON 95.375/ JE/5J opdracht verleend voor het uitvoeren van een onderzoek naar de hoogteligging van het afval en naar de verontreinigingssituatie op de stortlocatie "De Langenberg".
Doel van het nader onderzoek is het vaststellen van:

- de ligging van de onderkant van het afval ten opzichte van de grondwaterstand;
- de mate van beïnvloeding van de onderliggende bodem (grond en grondwater) door de aanwezigheid van de stortplaats;
- de saneringsnoodzaak en door middel van een risico-analyse de urgentie van een eventuele sanering.

De opzet van de rapportage is als volgt:

- hoofdstuk 2 bevat de probleemanalyse;
- in hoofdstuk 3 wordt de huidige situatie beschreven;
- in hoofdstuk 4 worden de verrichte werkzaamheden beschreven;
- in hoofdstuk 5 wordt de geohydrologische situatie beschreven;
- hoofdstuk 6 beschrijft de resultaten van het uitgevoerde veldwerk en laboratoriumonderzoek;
- in hoofdstuk 7 wordt de verontreinigingssituatie beschreven;
- hoofdstuk 8 bevat de risico-analyse;
- in hoofdstuk 9 worden de conclusies en aanbevelingen weergegeven.

2 Probleemanalyse

De Regio Achterhoek heeft besloten de stortplaats "De Langenberg" niet verder uit te breiden. De resterende stortcapaciteit wordt nog benut, waarna de locatie wordt afgewerkt. Deze afwerking dient op een milieuhygiënisch verantwoorde wijze plaats te vinden.
In technische termen kan deze afwerking worden beschreven als het instellen en handhaven van een IBC-situatie (isoleren, beheersen en controleren).

Teneinde een beslissing te kunnen nemen omtrent een verantwoorde wijze van afwerking is een nader onderzoek noodzakelijk naar de (hoogte)ligging van het afval en naar de verontreinigingssituatie.
Op basis van de onderzoeksresultaten wordt tevens een risico-analyse uitgevoerd. Het nader onderzoek wordt gevolgd door een saneringsonderzoek. In het saneringsonderzoek wordt onderzocht op welke wijze en met welke maatregelen een IBC-situatie kan worden bereikt en kan worden gehandhaafd.

Omdat de stortplaats op dit moment nog in gebruik is, is het Stortbesluit van toepassing op de locatie. In het Stortbesluit wordt voorgeschreven dat de stortplaats een adequaat beschermingsniveau moet bereiken een en ander conform diverse richtlijnen.
De provincie zal de huidige beschikking aanpassen aan de eisen vanuit het Stortbesluit, waarbij rekening zal worden gehouden met de resultaten van het voorliggend nader onderzoek en het nog op te stellen saneringsonderzoek (gereed medio 1996).

3 Historische gegevens

3.1 Algemeen

In dit hoofdstuk worden de huidige beschikbare gegevens weergegeven. Deze gegevens zijn ontleend aan de volgende rapporten:

- Milieu-effectrapportage ten behoeve van keuze van de uitbreidingsrichting en vergunningaanvraag voor uitbreiding van afvalverwerkingslocatie De Langenberg te Zelhem. Hoofdrapport + bijlagen. DHV 1994;
- Detailplannen Uitbreiding afval verwerkingslocatie De Langenberg. Grontmij, 1994;
- Grondwateronderzoek stortplaats De Langenberg te Zelhem, oktober 1995. TAUW Milieu b.v., november 1995;
- Onttrekkingsproef stortplaats De Langenberg te Zelhem, Grontmij, september 1995.

3.2 Terreinsituatie

Op bijlage 1 is de ligging van de locatie weergegeven. Het overzicht van de locatie is weergegeven op bijlage 2.

Het huidig stortterrein is in drie verschillende deellocaties onder te verdelen.
Fase 1 betreft de noordelijke stortplaats (5,7 ha). In 1966 heeft hier een ontgronding plaatsgevonden. Vanaf 1967 is aanvankelijk alleen door de gemeente Zelhem en later door meerdere gemeenten afval gestort zonder milieubeschermende voorzieningen.
Fase 2 is (7,95 ha) ontgrond in 1972. Vanaf 1972 is hier afval gestort zonder milieubeschermende voorzieningen.
Vanaf medio 1989 wordt afval gestort op het IBC-gedeelte (fase 3) (9,40 ha). De onderafdichting bestaat uit een HDPE-folie (2 mm). De folie is onder verhang (0,1 %) aangelegd (noordzijde NAP +14,65 m, zuidzijde NAP +14,30 m). Aan de randen van het stort zijn stortkaden aangelegd met een hoogte van 1,5 m boven de drainagelaag. Op de folie is een 0,5 m dikke zandlaag aangebracht. In de zandlaag zijn percolaatdrains (HDPE) aangelegd met een onderlinge afstand van 20 m. In de compartimenten I tot en met III bedraagt de diameter 110 mm en in de compartimenten IV tot en met VI 125 mm. Het percolaat wordt onder vrij verval in zuidelijke richting afgevoerd.
Per drie drains wordt het percolatiewater opgevangen en met een dichte doorvoer naar de verzamelleiding buiten de folie gebracht. Deze leiding brengt het percolaat naar een pompput op het voorzieningenterrein. Vandaar wordt het percolaat met een gesloten persleiding afgevoerd naar de rioolwaterzuivering van het ZOG (Zuiveringsschap Oostelijk Gelderland) te Olburgen (± 15 km).

Het controlesysteem bestaat uit een tweetal systemen (horizontaal en verticaal). Onder de folie-afdichting is het horizontale controlesysteem gelegd, bestaande uit noordzuidelijk gelegen drainagebuizen (pvc, diameter 100 mm) met een onderlinge afstand van 20 m. De drains liggen op NAP +12,30 (noordzijde) tot NAP +12,00 (zuidzijde). De drains zijn aan de zuidzijde via een controleput onderling verbonden aan een verzamelleiding. De verzamelleiding komt uit in een pompput. Ter controle worden één keer per jaar de controledrains bemalen en bemonsterd op chloride en geleidingsvermogen. Het verticaal controlesysteem bestaat uit elf peilbuizen.

De oude stortplaats heeft geen bodembeschermende voorzieningen. Hierdoor is het grondwater verontreinigd geraakt. Geohydrologisch gezien ligt de oude stortplaats bovenstrooms van de IBC-stortplaats.

Om deze reden is tussen het zuidelijke deel van de oude stortplaats en de IBC-stortplaats een beheersdrain aangebracht. Deze beheersdrain is aangelegd om te voorkomen dat verontreinigd grondwater vanuit het oude stort in de controled-rainage van de IBC-stortplaats terechtkomt. In 1989 is de beheersdrain geïnstalleerd met een ontwerpdebiet van circa 10,5 m^3/u. De drain ligt in noord-zuidrichting en heeft een lengte van circa 280 m. De drain ligt op een diepte van circa 1 m beneden de GLG en bevindt zich derhalve altijd in het grondwater. Het betreft een HDPE-ribbeldrain met een diameter van 200 mm, welke ingebed ligt in een sleuf opgevuld met drainagezand. De pompput ligt circa 85 m ten noorden van de zuidpunt van de drain. Vanaf medio 1989 tot 1994 is circa 10 m^3/u onttrokken. In 1994 is overgeschakeld op een hoger onttrekkingsdebiet, circa 14,5 m^3/u. Bij deze onttrekkingshoeveelheden wordt het grondwater tot een diepte van ten minste 15 en 20 m -mv afgevangen.

Benedenstrooms van het noordelijke deel van de oude stortplaats is geen beheersdrain aanwezig.

Op de fase 1 en 2 en het IBC-stort is een gasonttrekkingssysteem aangelegd.

Het stortterrein is omgeven met beplanting en een hekwerk.

Er bevindt zich in de directe omgeving van de locatie geen oppervlaktewater.

3.3 Huidig voorzieningenterrein

De centrale voorzieningen zijn gesitueerd aan de zuidzijde van het stort, nabij de ingang aan de Kattekolkweg. De volgende faciliteiten zijn hier aangebracht (zie bijlage 2):

1 weegbrug;
2 kantoor;
3 overslag GFT;
4 loods voor overslag hoog calorisch afval (HC-overslaghal);
5 tijdelijke opslag koelkasten;
6 tijdelijke opslag containers en container wisselplaats;
7 percolaatkelder + pomp;
8 kca-depot;
9 gasverwerkingsinstallatie (fakkel + generator);
10 stallingsruimte voor een compactor;
11 transportwegen en stortwegen open nabij het voorzieningenterrein;
12 stortperron voor particulieren.16

4 Verrichte werkzaamheden

4.1 Inleiding

In dit hoofdstuk worden de verrichte veld- en laboratoriumwerkzaamheden beschreven. Deze zijn uitgevoerd conform de Voorlopige Praktijkrichtlijnen (VPR, deel 55B, reeks Bodembescherming, Ministerie van VROM, juli 1986) of meer recente NEN-richtlijnen voor onderzoek. De vakgroep Terreinonderzoek van Grontmij voldoet aan de accreditatiecriteria van STERIN (gebaseerd op EN 45004 en ISO/IEC guide 39 en de relevante criteria uit ISO 9001 en ISO 9002). De erkenning omvat het kwaliteitssysteem van de vakgroep alsmede een pakket van 33 gespecificeerde veldwerkactiviteiten. De toegepaste methoden bij veld- en laboratoriumonderzoek staan vermeld in bijlage 3.

4.2 Veldonderzoek

Op de stortplaats is door het afvalpakket heengeboord. Hiervoor is gebruik gemaakt van het zogenaamde holle-avegaarsysteem. Met deze boormethode wordt allereerst een holle buis mechanisch in het afvalpakket gebracht tot de (waarschijnlijke) onderkant van het afval. Het aanwezige afval wordt opzij en naar boven verdrongen. Een holle monsterbuis (lengte circa 1,00 m) wordt binnendoor in de bodem geslagen. Deze buis wordt "overboord" waarna de buis met een ongeroerd grondmonster omhoog kan worden getakeld. Om het eventueel optreden van kortsluitstromen te voorkomen wordt het boorgat afgedicht. Deze boormethode heeft de volgende, in het voorliggende onderzoek toegepaste, mogelijkheden:

- het nauwkeurig vaststellen van de onderkant van het stortpakket;
- het nemen van ongeroerde grondmonsters op elke gewenste diepte (maximaal 25 m -mv) onder het afvalpakket over een traject van 1,00 m;
- het plaatsen van peilbuizen in de boorgaten.

Met de in het bovenstaande beschreven methode zijn in de periode van 1 september tot en met 9 oktober 1995 op de locatie de volgende boringen verricht:

- 10 tot een diepte variërend van circa 10 tot 17 m -mv op noordelijk deel van het oude stort (boringnummers 11 tot en met 19 en 28);
- 10 tot een diepte variërend van circa 11 tot 17 m -mv op het zuidelijk deel van het oude stort (boringnummers 20 tot en met 27, 29 en 30).

Het bij de boringen vrijkomende materiaal is voor zover mogelijk zintuiglijk beoordeeld op bodemkundige eigenschappen en eventuele verontreinigingskenmerken.
In alle boorgaten is een peilbuis geplaatst met een filter van 1 m op boordiepte. Enkele weken na plaatsing van de peilbuizen, op 12 oktober 1995, zijn de volgende werkzaamheden verricht:

- het nemen van watermonsters uit de geplaatste peilbuizen. Tevens is de zuurgraad (pH) en het elektrisch geleidingsvermogen (EC) gemeten;
- het opnemen van de grondwaterstanden en het waterpassen van de peilbuizen ten opzichte van NAP.

De situering van de boringen is weergegeven op bijlage 2. Op deze bijlage staan ook de boringen 1 tot en met 10 weergegeven. Deze zijn in september 1995 in het kader van een onttrekkingsproef verricht (Grontmij, doc. 8661).

4.3 Laboratoriumonderzoek

De analyses zijn verricht door het laboratorium van ALcontrol te Raamsdonksveer (Sterlab). Op de grond- en grondwatermonsters zijn de volgende analyses verricht:

Grond (16 monsters):

- het gehalte aan droge stof;
- het gehalte aan arseen en de zware metalen cadmium, chroom, koper, kwik, lood, nikkel en zink;
- het gehalte aan polycyclische aromatische koolwaterstoffen (PAK, 16 van EPA);
- het gehalte aan minerale olie (GC);
- het gehalte aan extraheerbare organische halogeenverbindingen (EOX).

Naast de bovenstaande analyses zijn nog twee grondmonsters onderzocht op het gehalte aan droge stof, lutum en organische stof.

Grondwater (6 monsters):

- het gehalte aan arseen en de zware metalen cadmium, chroom, koper, kwik, lood, nikkel en zink;
- het gehalte aan ammonium;
- het gehalte aan chloride;
- het chemisch zuurstofverbruik (CZV);
- het gehalte aan waterstofcarbonaat (HCO_3^-);
- het gehalte aan polycyclische aromatische koolwaterstoffen (PAK, 16 van EPA);
- het gehalte aan minerale olie (GC);
- het gehalte aan de vluchtige aromaten benzeen, tolueen, ethylbenzeen en xylenen en het gehalte aan vluchtige chloorkoolwaterstoffen (5 verbindingen) (de gehalten zijn bepaald door middel van een screentest).

4.4 Aanvullend onderzoek

Naar aanleiding van de eerste resultaten van het nader onderzoek is een aanvullende bemonstering van de aanwezige monitoringpeilbuizen uitgevoerd op 30 november 1995 door TAUW-milieu bv. Monsters zijn genomen uit de monitoringpeilbuizen: 1, 3, 4, 5, 8, 20, 21, 22, 23, 24 en 25 en vanuit de beheersdrain. De grondwatermonsters zijn geanalyseerd op:

- vluchtige aromaten;
- minerale olie (met fractionering).

5 Geohydrologische beschrijving

5.1 Algemeen

De geohydrologie is beschreven op basis van de volgende bronnen:

- de grondwaterkaart van Nederland;
- peilbuizen uit het TNO/OLGA-archief;
- Milieu-effectrapportage ten behoeve van keuze van de uitbreidingsrichting en vergunningaanvragen voor uitbreiding van afvalverwerkingslocatie De Langenberg te Zelhem DHV, 1994;
- Haalbaarheidsonderzoek Bestrijding verdroging; Project 't Zand/de Wiersse, basisrapport, Grontmij Zeist, 1994;
- onttrekkingsproef stortplaats de Langenberg te Zelhem, Grontmij, september 1995;
- in het kader van deze studie uitgevoerd veldwerk.

5.2 Bodemopbouw en geohydrologische schematisatie

Op basis van ondiepe boringen, een diepe boring en enkele sonderingen is de bodemopbouw te beschrijven. Deze is als volgt te beschrijven:

- het maaiveld ligt gemiddeld op NAP +16,5 m;
- van maaiveld tot circa 4 m beneden maaiveld is de bodem opgebouwd uit zwak tot sterk lemig, fijn tot zeer fijn zand. De doorlaatfactor is circa 1-5 m/d;
- van circa 4 m tot 10 m beneden maaiveld bestaat de bodem uit matig grove zandlagen. De doorlaatfactor is 24 à 30 m/d;
- van 10 m tot 36 m -mv is grof zand aangetroffen. De doorlaatfactor is circa 40 m/d;
- op 36 m -mv is lemig fijn zand aangetroffen.

Op basis van deze bodemopbouw is de geohydrologische beschrijving als volgt:

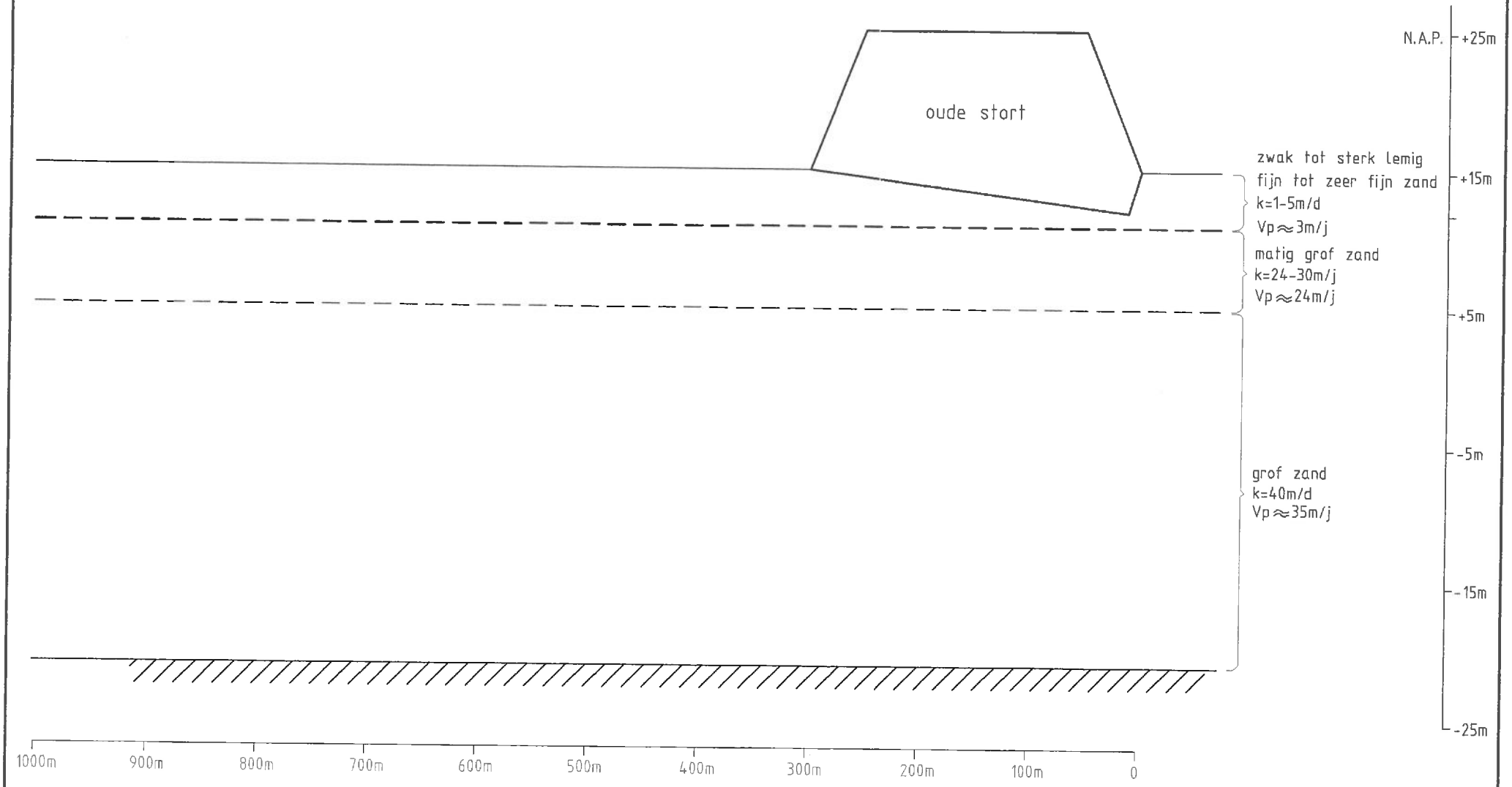
- van maaiveld tot 36 m -mv bestaat de bodem uit één groot watervoerend pakket met een doorlaatvermogen van 1.110 à 1.200 m^2/d. Hierbij draagt het grove zand van 10 m tot 36 m beneden maaiveld voor het grootste deel bij aan het doorlaatvermogen;
- hierbeneden ligt een complex van afzettingen die tot de ondoorlatende basis worden gerekend.

In figuur 5.1 is de bodemopbouw schematisch weergegeven.

5.3 Grondwaterstanden

De grondwaterstandgegevens bestaan uit gegevens uit het OLGA-grondwaterarchief van TNO en gegevens uit het grondwateronderzoek van Tauw Milieu bv. Voor de locatie van de peilbuizen wordt verwezen naar bijlage 1.
Figuur 5.2 toont de fluctuatie van de grondwaterstand ter plaatse van het stortterrein. De gegevens zijn afkomstig uit het OLGA-grondwaterarchief.

N:\USR\TEK\PROJECT\ACAD\PROJECT\Z\ZELHEM\LANGENB\VUILPLM.DWG



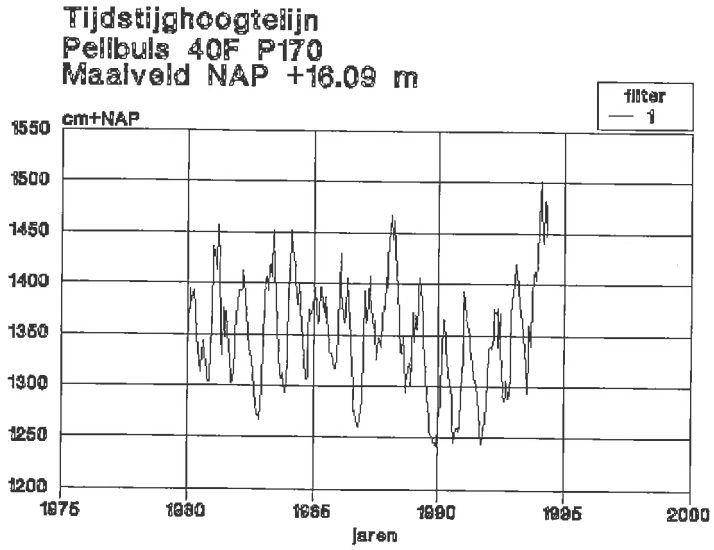
k = doorlaatfaktor (m/d)
Vp= verplaatsingssnelheid grondwater (m/j)

Grontmij

Zelhem

Bodemopbouw en stroomsnelheden grondwater

schaal vert.1:400/hor.1:5.000 *o.n. 1252262.3 / 020-96* *figuur 5.1*



Figuur 5.2: *Tijdstijghoogtelijn van de peilbuis 40F P170 (eerste filter) In de onderstaande tabel staan enkele gegevens van TNO-peilbuizen weergegeven*

Tabel 5.1: **Peilbuisgegevens en afgeleide gegevens***

Peilbuis	x-coör.	y-coör.	Onderkant filter (m +NAP)	Maaiveld (m +NAP)	LG (m +NAP)	GLG (m +NAP)	Gem. (m +NAP)	GHG (m +NAP)	HG (m +NAP)
40F L001001	217,9	447,8		13,00	10,97	11,34	11,73	12,18	12,67
40F L001301	218,8	446,0			11,70	12,13	12,23	12,31	12,95
40F P017001	219,8	448,8	12,22	16,09	12,42	12,97	13,49	14,18	15,02
40F P017002	219,8	448,8	-18,91	16,09	12,28	12,84	13,34	14,00	14,69
40F B001601	220,5	446,8	-3,33	16,67	13,02	13,81	13,97	14,11	14,85

* *Gebaseerd op gegevens van april 1980 tot april 1994. Peilbuis L13 tot december 1991*

De relatie tussen de grondwaterstand bij peilbuis P170 en de grondwaterstanden ter plaatse van het stort staat weergegeven in tabel 5.2. Hierbij is peilbuis T5A op het stort genomen.

Tabel 5.2: **Relatie tussen de grondwaterstand bij peilbuis P170 en de grondwaterstand op De Langenberg (peilbuis T5A)**

Peilbuis	Datum			
	25-11-91	27-10-92	18-10-93	06-01-94
T5A (m+NAP)	12,82	12,87	14,17	14,83

Peilbuis	Datum			
	28-11-91	28-10-92	14-10-93	14-01-94
P170 (m+NAP)	12,82	12,92	14,09	14,83

Uit tabel 5.2 volgt dat de relatie tussen peilbuis P170 en de grondwaterstand op het stortterrein zeer groot is. Peilbuis 170 is representatief voor het grondwaterstandfluctuaties ter plaatse van De Langenberg.
Op basis van de gegevens van peilbuis P170 en de gegevens van de grondwatermonitoring van TAUW kan een inschatting worden gemaakt van de GHG en GLG ter plaatse van het stortterrein. Op de bijlagen 4 en 5 zijn respectievelijk de GHG en de GLG weergegeven.

De laagste grondwaterstand (LG) op het stortterrein zal dan ook circa 0,50 m beneden de GLG liggen (zie tabel 5.1).

Toekomstige GLG en GHG
Eventuele ingrepen zoals de aanleg van een bovenafdichting hebben invloed op de grondwaterstanden en als gevolg daarvan invloed op de GLG en GHG. Op termijn zal op de gehele stortplaats, circa 25 ha, een bovenafdichting liggen.

In de winter is de neerslaghoeveelheid groter dan de verdamping. Normaal infiltreert dit water in de bodem en zorgt voor opbolling van de grondwaterstand tussen de ontwateringsmiddelen. Na het aanbrengen van een afdichting kan dit water niet meer in de bodem infiltreren met als gevolg minder voeding van het watervoerend pakket en lagere grondwaterstanden en stijghoogten. In de winter zijn over het algemeen de stijghoogten hoog: de winterse stijghoogten bepalen dan ook de GHG. Ten gevolge van de aanleg van de afdichting zal de GHG minder hoog worden.
In de zomer is de verdamping groter dan de neerslag. Deze netto-verdamping heeft een verlagend effect op de grondwaterstanden en de stijghoogten in het eerste watervoerend pakket. Door het aanbrengen van een afdichting zal geen water meer aan het watervoerend pakket onttrokken kunnen worden met als gevolg een verhogend effect op de stijghoogten onder het stort. De GLG wordt over het algemeen bepaald door de zomerse grondwaterstanden en stijghoogten. Het aanbrengen van de afdichtingen zal in de zomer dan ook leiden tot een verhoging van de GLG.

Met behulp van het numerieke Micro-Fem-model kan de invloed op de GLG en GHG worden bepaald.

In het navolgende worden achtereenvolgens de gevolgen van de aanleg van de bovenafdichting zonder en met herinfiltratie beschreven.

De verminderde voeding ten gevolge van de aanleg van het IBC-stort heeft gevolgen voor respectievelijk de GHG en GLG. In de winter is het neerslagoverschot circa 1,5 à 2 mm/d. Deze verminderde voeding leidt tot verlaging van de grondwaterstanden en daardoor verlaging van de GHG. Modelberekeningen tonen een verlaging van circa 0,15 m, ten opzichte van een niet beïnvloedde situatie (geen stortterrein).

Tijdens de zomer zal onder het stort geen verdamping optreden het geen leidt tot verhoging van de GLG. De gemiddelde zomerse verdamping van 0,4 mm wordt verhinderd, wat levert tot een gemiddelde verhoging van de grondwaterstanden van 0,02 m. De GLG wordt dus met 0,02 m verhoogd.

In de toekomst wordt een waterdichte bovenafdichting op de afvalstoffen aangebracht. Het overtollig neerslagwater wordt door middel van een drainagesysteem afgevoerd naar een om het stort liggende aan te brengen infiltratiesloot (aan de benedenstroomzijde). Het neerslagwater zal zo veel mogelijk worden geherïnfiltreerd. Dit heeft een compenserend effect op de grondwaterfluctuaties.

Invloed stoppen grondwaterwinningen
De invloed van het stoppen van de grondwaterwinningen in het Klooster zijn weergegeven in het Grontmij rapport betreffende bestrijding verdroging 't Zand en de Wiersse (1994). Hieruit volgt dat ter plaatse van het stort een verhoging van de grondwaterstand met maximaal circa 0,10 m valt te verwachten. In de toekomst zijn daarom geen grote veranderingen in de grondwaterstandfluctuaties te verwachten.

5.4 Grondwaterstromingen

Horizontale grondwaterstroming
Op basis van de grondwaterkaart van Nederland is een globaal westelijke stromingsrichting af te leiden, waarbij het verhang van het grondwater in het eerste watervoerend pakket 1,25 m/km is. Op basis van de peilbuisgegevens TNO en TAUW is het stijghoogteverhang bepaald. Hieruit volgt een verhang van circa 0,85 m/km. Bij een doorlaatfactor van 40 m/dag voor het onderste deel van het watervoerend pakket is de verplaatsingssnelheid van het grondwater 35 m/jaar. In het bovenste deel van het watervoerend pakket is de verplaatsingssnelheid circa 24 m/jaar (doorlaatfactor 24-30 m/d).

Verticale grondwaterstroming
TNO-peilbuis 40F P170 heeft filters op twee diepten. De stijghoogte in het filter op 3 m -mv is circa 0,15 m hoger dan het filter op 35 m -mv. Hieruit volgt dat er ter plaatse van deze peilbuis sprake is van een infiltratiesituatie. Uit de peilbuisgegevens van TAUW is geen duidelijk verticaal verhang aanwezig, de ondiepe grondwaterstand wijkt slechts enkele centimeters af van de diepere stijghoogten. Tevens is het zo dat de ondiepe grondwaterstanden zowel iets hoger als iets lager kunnen zijn.
Uit andere literatuurbronnen blijkt echter dat het stort in een infiltratiegebied ligt (zie studie DHV).

5.5 Grondwateronttrekkingen
De provinciale overzichten geven inzicht in de onttrekkingen in de omgeving van Zelhem. De grootste onttrekkingen zijn in de onderstaande tabel gegeven.

Tabel 5.3: Onttrekkingen nabij de stortplaats De Langenberg (1993)

Naam	x-coör.	y-coör.	Onttrekkingshoeveelheid ($1.000\ m^3$/jaar)
Pompstation de Pol	219,8	439,3	3.600
Papierfabriek	217,3	441,7	1.200
Pompstation Olde Kaste	217,9	450,4	220
Pompstation 't Klooster	221,2	451,5	4.700

De grote onttrekkingen liggen ten noorden en ten zuiden van de locatie. Het pompstation Olde Kaste ligt circa 3 km ten noordwesten van de locatie. Het intrekgebied van dit pompstation bevat echter niet de stortplaats, zodat geen gevaar bestaat voor beïnvloeding van de grondwaterkwaliteit ter plaatse van de drinkwaterwinningen. In de omgeving is een tweetal kleinere grondwateronttrekkingen gesitueerd:

- camping de Betteld: (ten oosten van Zelhem) — proces-, spoel- en waswater;
- Vreeland b.v.: (zuidoostkant van Zelhem) — koel-, proces-, spoel- en waswater en ketelvoeding.

Beide onttrekkingen liggen bovenstrooms van de stortplaats.

Zoals al beschreven is stroomafwaarts van het oude stort een beheersdrain geïnstalleerd met een ontwerpdebiet van circa 10,5 m^3/u. De drain ligt in noord-zuidrichting en heeft een lengte van circa 280 m. De drain ligt op een diepte van circa 1 m benenden de GLG en bevindt zich altijd in het grondwater. Het betreft een HDPE-ribbeldrain met een diameter van 200 mm, welke ingebed ligt in een sleuf opgevuld met drainagezand. De pompput ligt circa 85 ten noorden van de zuidpunt van de drain.

Vanaf 1989 tot 1994 is circa 10 m^3/u onttrokken. In 1994 is overgeschakeld op een hoger onttrekkingsdebiet, circa 14,5 m^3/u. De onttrokken hoeveelheden voldoen aan de vereiste. Berekeningen tonen aan dat bij het huidige onttrekkingsdebiet, het type drain en de draindiameter in de drain een verhang ontstaat van slechts enkele centimeters. Dit leidt niet tot een onevenredig verdeelde onttrekking over de drainlengte.

Van belang is tevens de diepte waarover de drain het grondwater afvangt. In het Grondwaterbeheersplan is op figuur 3.1 het verband weergegeven tussen de beïnvloede diepte en het onttrekkingsdebiet. Uit de figuur volgt dat bij een onttrekkingsdebiet van 10 en 14,5 m^3/u het grondwater tot een diepte van ten minster 15 en 20 m -mv wordt afgevangen. Dit is ruim voldoende om verdere verspreiding van de verontreinigingen te voorkomen.

De onttrekkingen hebben verlaging van grondwaterstanden in de omgeving tot gevolg. In de onderstaande tabel staan de verlagingen weergegeven.

Tabel 5.4: Grondwaterstandverlagingen ten gevolge van de onttrekking met de beheersdrain

	Onttrekkingsdebiet (m^3/u)	
	10	14,5
Afstand (m)	Verlaging (m)	
10	0,08	0,12
20	0,07	0,10
50	0,06	0,09
100	0,05	0,07

De grondwateronttrekking beïnvloed eveneens het grondwater stroomafwaarts van de drain. Deze invloed is echter beperkt tot circa 20 m stroomafwaarts.

5.6 Verspreiding grondwaterverontreiniging

In deze paragraaf wordt een theoretische inschatting gemaakt van de verspreiding van de grondwaterverontreiniging. Doel hiervan is inzicht te krijgen in de potentiële omvang van de grondwaterverontreiniging.

Ter plaatse van het oude stort, daterend uit 1969, heeft een vuilpluim zich jarenlang naar de ondergrond kunnen verspreiden. De ontwikkeling van de vuilpluim naar de diepte is afhankelijk van een groot aantal factoren. Deze worden hieronder opgenoemd:

- ten eerste is de geohydrologische situatie van belang (zie figuur 5.1). Onder invloed van het stromingsbeeld zal de verontreiniging zich verspreiden;
- ten tweede is de grootte van de lekkage van belang. Vooralsnog wordt aangenomen dat het gehele neerslagoverschot op het oude stort in het verleden aan de onderzijde van het stort in de bodem is geïnfiltreerd. Dit neerslagoverschot bedraagt gemiddeld circa 300 mm/j;
- ten derde verplaatst niet iedere stof zich met dezelfde snelheid naar de diepte. Zware metalen worden sterk vastgelegd (retardatie). Retardatie van stoffen heeft alleen invloed op de snelheid waarmee deze vuilpuim zich zal ontwikkelen en niet op de vorm van de vuilpluim.

In figuur 5.2 is de (theoretische) vuilpluim weergegeven zoals die vanuit het niet-IBC-stort zich op basis van de bovenstaande uitgangspunten zal heeft ontwikkeld in de periode 1967-1988 (de pluimontwikkeling is bepaald op een methode gelijk aan die van Hoeks).
In figuur 5.3 is de huidige theoretische vuilpluim weergegeven, die zich heeft ontwikkeld vanuit het noordstort. Door de aanleg van de IBC-stort verandert ter plaatse de verticale component tot min of meer nul. Over de onderzijde van het watervoerend pakket is weinig bekend (kwel of inzijging). Derhalve is de precieze ontwikkeling in de vorm van de vuilpluim in het onderste deel van het watervoerend pakket onbekend.

In figuur 5.4 is de huidige theoretische vuilpluim vanuit het zuidstort weergegeven. Medio 1987 is de beheersdrain in werking. Verontreinigingen die na deze datum vanuit het stort komen, worden opgevangen en gecontroleerd afgevoerd naar de riolering.

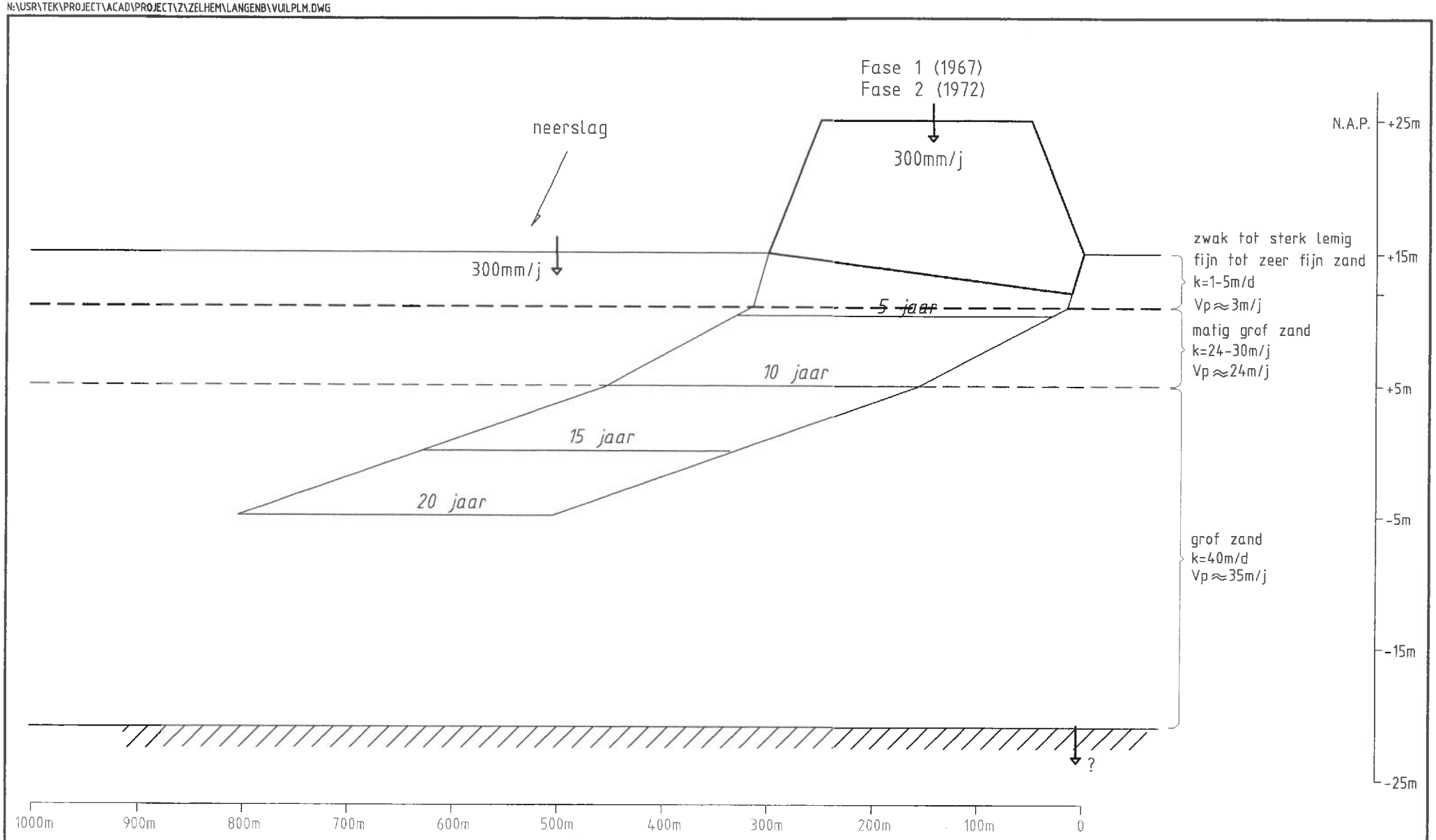
De pluim achter deze drain wordt niet beïnvloed door deze onttrekking en zal zich derhalve verder verspreiden. Mede door de gelijktijdige aanleg van het IBC-stort ontstaat een complexe verspreidingsroute.

In de weergegeven pluimontwikkelingen zijn de volgende processen niet meegenomen:

- doordat percolaat zwaarder is dan schoon grondwater kan er in theorie sprake zijn van dichtheidsstroming;
- tengevolge van inhomogeniteiten in de bodemopbouw en met betrekking tot de doorlaatfactoren is er sprake van verdunning van het percolaat met het grondwater. Deze worden samengevat onder de term dispersie. Het gevolg van deze processen is dat de overgang tussen verontreinigd en schoon grondwater diffuser is dan op basis van de stroombanen is berekend.

Het bovenstaande betekent dat de weergegeven verontreinigingspluim een indicatie geeft van de ligging van de kern van het beïnvloedingsgebied.

N:\USR\TEK\PROJECT\ACAD\PROJECT\Z\ZELHEM\LANGENB\VUILPLM.DWG



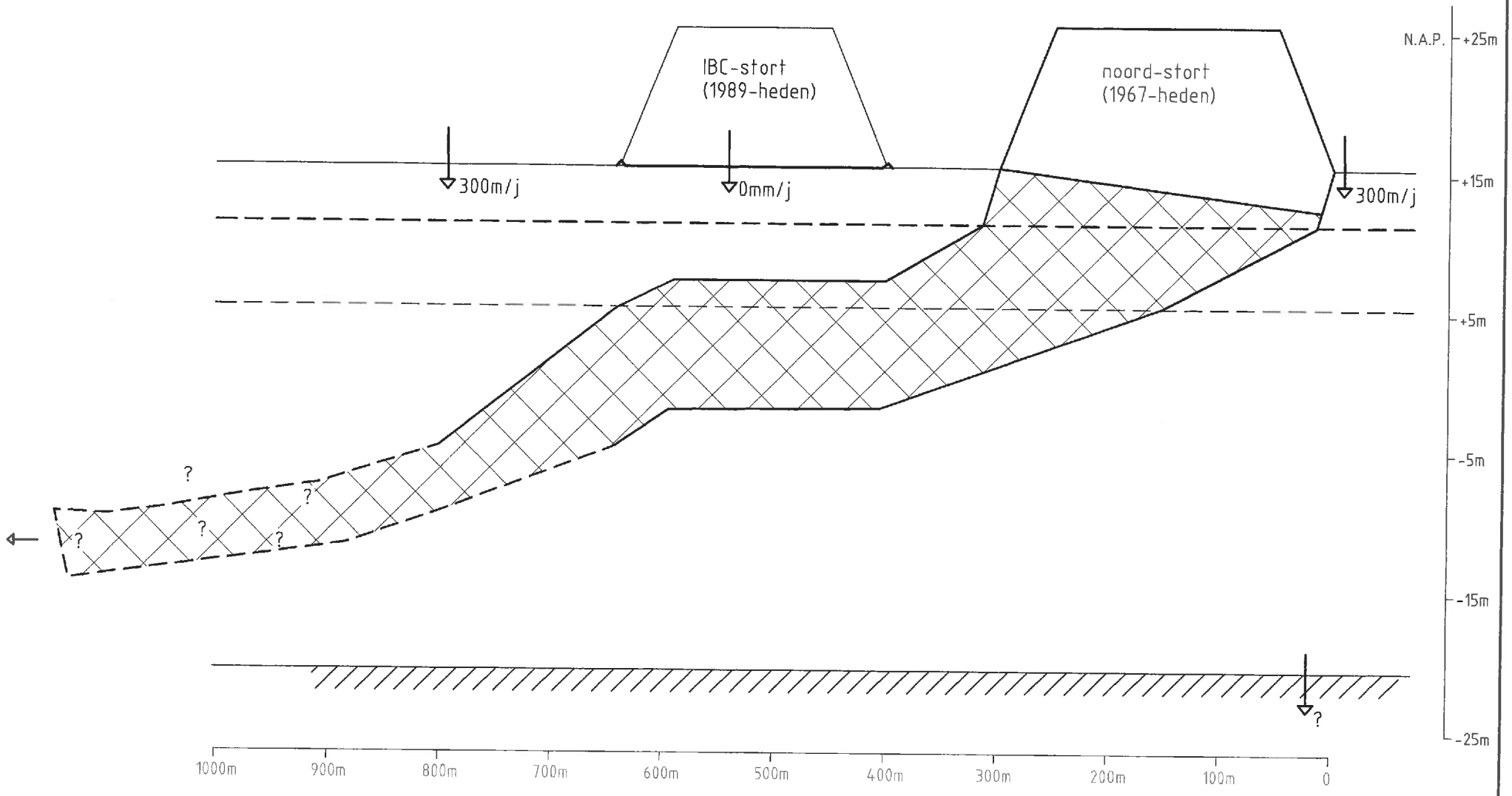
k = doorlaatfaktor (m/d)
Vp= verplaatsingssnelheid grondwater (m/j)

Grontmij

Theoretische ontwikkeling vuilpluim (periode 1967-1988)

schaal vert.1:400/hor.1:5.000 *o.n. 1252262.3 / 021-96* *figuur 5.2*

I:\PROJECT\ZELHEM\1252262.3\BODEMOPB.DWG



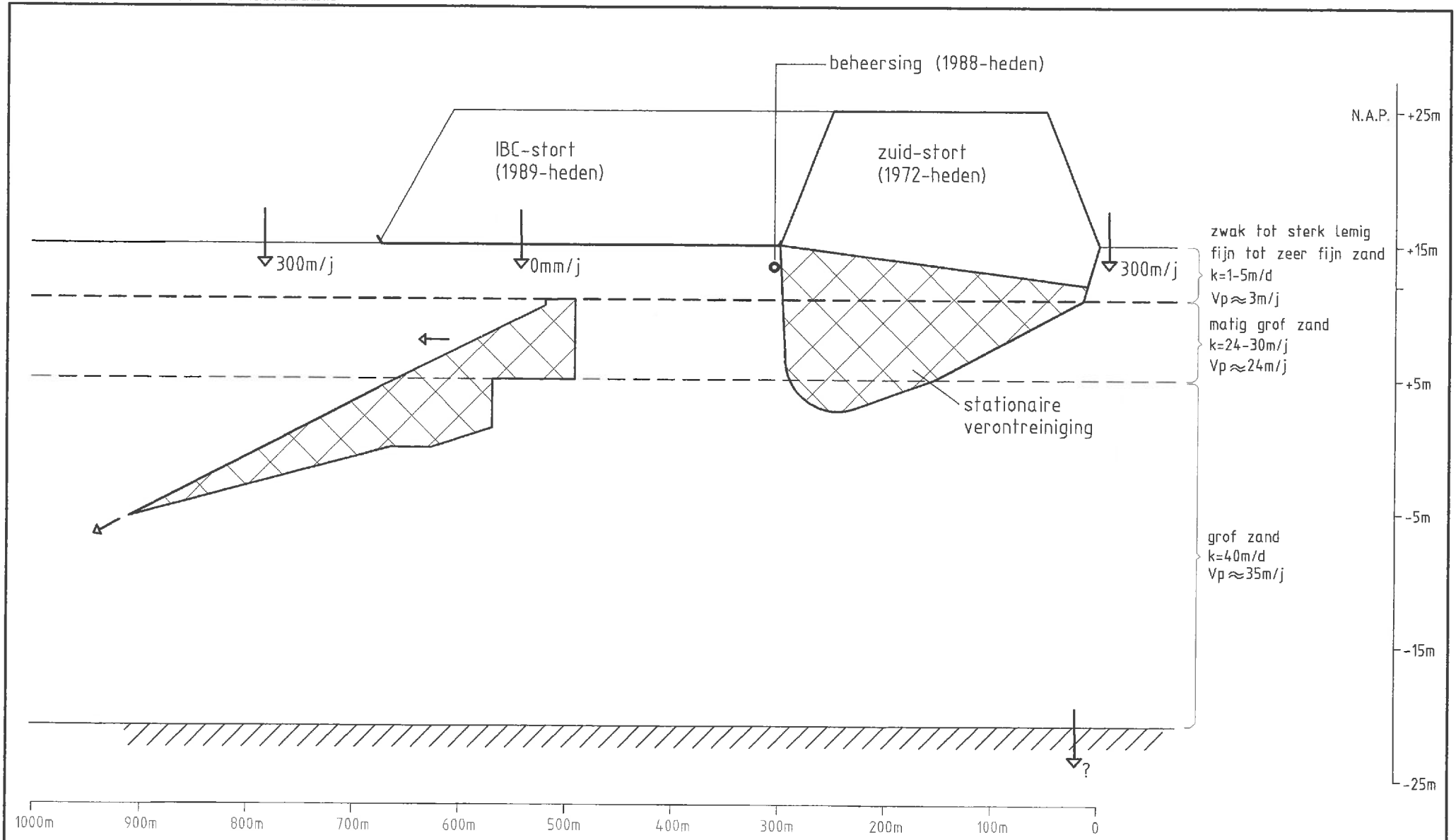
k = doorlaatfaktor (m/d)
Vp= verplaatsingssnelheid grondwater (m/j)

Grontmij

Theoretische ontwikkeling vuilpluim Noord-stort (jan.'96)

schaal vert.1:400/hor.1:5.000 *o.n. 1252262.3 / 031-96* *figuur 5.3*

N:\USR\TEK\PROJECT\ACAD\PROJECT\Z\ZELHEM\LANGENB\VUILPLM.DWG



k = doorlaatfaktor (m/d)
Vp= verplaatsingssnelheid grondwater (m/j)

Grontmij

Theoretische ontwikkeling vuilpluim zuid-stort (jan.'96)

schaal vert.1:400/hor.1:5.000 *o.n. 1252262.3 / 032-96* *figuur 5.4*

6 Resultaten milieuhygiënisch onderzoek

6.1 Inleiding

In dit hoofdstuk wordt ingegaan op de tijdens het veldwerk zintuiglijk waargenomen verontreinigingen en op de resultaten van het laboratoriumonderzoek. Bij de beschrijving van de verontreinigingssituatie in hoofdstuk 7 zullen ook de resultaten van voorgaand onderzoek worden betrokken.

6.2 Zintuiglijke waarnemingen

Bij alle boringen is ongeveer vanaf een diepte van 0 à 2 m -mv tot een diepte van minimaal circa 6 m -mv en maximaal circa 15 m -mv het stortpakket aangetroffen. Bij alle boringen, met uitzondering van de boringen 16 en 17 is beneden het stortpakket nog een lichte stortgeur waargenomen. Bij de onderstaande boringen is beneden het stortpakket nog bijmenging met stortmateriaal aangetroffen:

- boring 11: 10,15-10,65 m -mv, iets plastic;
- boring 16: 10,55-12,70 m -mv, bijmenging met huisvuil;
- boring 19: 8,30-8,75 m -mv, bijmenging met plastic en hout
  8,75-9,00 m -mv, iets ijzerdraad;
- boring 20: 14,80-16,80 m -mv, iets ijzer en plastic;
- boring 21: 15,50-15,65 m -mv, bijmenging met huisvuil;
- boring 22: 12,15-13,00 m -mv, bijmenging met afval.

De zintuiglijke waarnemingen zijn aangegeven op de boorprofielen in bijlage 6. In deze bijlage zijn ook de boorprofielen van de boringen 1 tot en met 10, die in het kader van een onttrekkingsproef zijn verricht, weergegeven. Bij deze boringen, die verricht zijn ten westen van het noordelijk deel van het oude stort, zijn zintuiglijk geen verontreinigingskenmerken waargenomen.

6.3 Analyseresultaten

De analyseresultaten van de grond- en de grondwatermonsters staan vermeld in tabel 1 in respectievelijk de bijlagen 7 en 8.1. Achter de gehalten staat door middel van sterretjes de mate van overschrijding ten opzichte van de toetsingswaarden, voor zover deze voor de betreffende parameters zijn opgesteld, aangegeven. De toetsingswaarden zijn door het Ministerie van VROM vastgesteld in de Circulaire "interventiewaarden bodemsanering" d.d. 9 mei 1994. De toegepaste toetsingswaarden staan eveneens in tabellen (tabel 2) in de bijlagen 7 en 8.1 vermeld. Een toelichting op het toetsingskader is beschreven in bijlage 9.
In bijlage 8.2 zijn de analyseresultaten van de monitoringpeilbuizen weergegeven.
In bijlage 15 zijn de conclusies van de monitoring weergegeven.

Grond

Uit tabel 1, bijlage 7 blijkt dat in een groot aantal grondmonsters, afkomstig van beneden het stort, gehalten aan enkele zware metalen (cadmium, nikkel en zink) en minerale olie boven de streefwaarde, maar over het algemeen beneden het gemiddelde van de streef- en de interventiewaarde zijn aangetroffen. In één monster (16 (10,30-10,55 m -mv)) is een cadmiumgehalte (100 mg/kg d.s.) boven de interventiewaarde aangetroffen.
PAK zijn in twee monsters (11 (8,80-9,05 m -mv) en 20 (15,00-15,25 m -mv)) in een gehalte boven de streefwaarde aangetroffen.
Het EOX-gehalte ligt in een aantal monsters tussen 0,11 en 0,46 mg/kg d.s. (voor EOX zijn geen toetsingswaarden beschikbaar).

Grondwater onder oude stort

Zware metalen
Uit tabel 1, bijlage 8.1 blijkt dat nikkel in de peilbuizen 13 en 20 in een gehalte boven de interventiewaarde is aangetroffen. In de peilbuizen 19 en 24 is ook een verhoogd nikkelgehalte aanwezig, respectievelijk boven de streefwaarde en boven het gemiddelde van de streef- en de interventiewaarde. Chroom is in alle peilbuizen in een gehalte boven de streefwaarde aangetroffen, arseen alleen in de peilbuizen 28 en 30.

Organische verbindingen
In alle grondwatermonsters zijn enkele individuele PAK in gehalten boven de streefwaarde aangetroffen. Het gehalte aan minerale olie is ook in alle grondwatermonsters verhoogd. In de peilbuizen 13, 24 en 30 ligt het gehalte boven de interventiewaarde, in de peilbuizen 19 en 20 boven het gemiddelde van de streef- en de interventiewaarde en in peilbuis 28 boven de streefwaarde.
De vluchtige aromaten zijn, met uitzondering van peilbuis 28, in alle peilbuizen in een gehalte boven de streefwaarde aangetroffen. In het grondwatermonster uit peilbuis 13 ligt het gehalte aan xylenen boven het gemiddelde van de streef- en de interventiewaarde. Vluchtige chloorkoolwaterstoffen zijn, met uitzondering van een gehalte aan trichlooretheen boven de streefwaarde in de monsters uit de peilbuizen 13 en 30, niet in verhoogde gehalten aanwezig.
In de monitoringpeilbuizen (T-nummering) is bij de peilbuizen 1, 3, 5 en 20 een zeer lichte verhoging van de streefwaarden aangetoond.

Macroparameters
Chloride is aangetroffen in gehalten uiteenlopend van 100 tot 450 mg/l. De gemeten CZV loopt uiteen van 58 tot 424 mg/l. Het gemeten gehalte aan waterstofcarbonaat ligt tussen 11 en 38 meq/l. Het ammoniumgehalte ligt tussen 47 en 400 mgN/l. In de tabel is bij de macroparameters aangegeven of een bepaalde norm, gebaseerd op gehalten in een referentiepeilbuis, wordt overschreden. Dit wordt besproken in hoofdstuk 7, de verontreinigingssituatie.

Grondwater buiten oude stort
Zie bijlage 15 voor de resultaten van de monitoring van peilbuizen buiten de oude stort.

7 Verontreinigingssituatie

7.1 Inleiding

In dit hoofdstuk wordt de verontreinigingssituatie van de grond en het grondwater beschreven zoals deze op basis van het voorgaand onderzoek en het voorliggende onderzoek kan worden weergegeven. Het voorgaand onderzoek betreft de resultaten van de grondwatermonitoring over de periode 1994 tot en met 1997 (Tauw, 1994 t/m 1997), de resultaten van een onttrekkingsproef uit september 1995 (Grontmij, Onttrekkingsproef stortplaats de Langenberg te Zelhem, doc. 8661) en de resultaten van een onderzoek uitgevoerd in 1993 en beschreven in het saneringsplan uit november 1994 (Grontmij, Saneringsplan Stortplaats de Langenberg te Zelhem, doc. 7245).

Bij de bespreking van de verontreinigingssituatie worden de geanalyseerde monsters op basis van de gemeten gehalten als niet, licht, matig en sterk verontreinigd getypeerd. Voor de indeling niet tot en met sterk verontreinigd zijn de volgende criteria gebruikt:

"niet":	het gemeten gehalte ligt beneden de streefwaarde;
"licht":	het gemeten gehalte ligt boven de streefwaarde en beneden het gemiddelde van de streef- en de interventiewaarde;
"matig":	het gemeten gehalte ligt boven het gemiddelde van de streef- en de interventiewaarde en beneden de interventiewaarde;
"sterk":	het gemeten gehalte ligt boven de interventiewaarde.

Bovenstaande begrippen "niet" tot en met "sterk" dienen niet absoluut te worden gezien maar fungeren als ondersteuning bij de bespreking van de verontreinigingssituatie. Bij de bespreking wordt tevens rekening gehouden met de zintuiglijke waarnemingen.

7.2 Verontreinigingssituatie grond

De diepteligging van de stortzool is bij elke uitgevoerde boring weergegeven op bijlage 2. Tevens zijn de GLG en de GHG (gemiddeld laagste en gemiddeld hoogste grondwaterstand) aangegeven. Op bijlage 13 en 14 is de diepte van de afvalzool grafisch weergegeven. De onderkant van het afval en de GHG en GLG zijn eveneens in tabelvorm opgenomen (bijlage 11, tabel 1). Het blijkt dat de afvalzool van het noordelijk deel van de oude stortplaats varieert van NAP + 11 à 12 m in de zuidoosthoek tot NAP + 13 à 15 m in de rest van het noordelijk deel. De GLG en GHG bedragen respectievelijk circa NAP + 13,25 m en circa NAP + 14,25 m. De ligging van de afvalzool ten opzichte van het grondwater varieert per boorlocatie.
Op het hoogste gedeelte van het noordelijk deel van het oude stort ligt de onderkant van het afval op de meeste plaatsen (boringen 12, 13, 15, 16 en 28) boven de GHG. Op de overige boorlocaties ligt de afvalzool onder de GLG of tussen de GHG en de GLG.
Langs de zuidrand van het zuidelijk deel van de oude stort ligt de afvalzool onder de GLG, langs de noordrand boven de GHG. Bij de overige boorlocaties ligt de onderkant van het afval boven de GHG of tussen de GHG en de GLG.

De grond beneden de stortlaag, waar plaatselijk nog bijmenging met stortmateriaal aanwezig is, is licht verontreinigd met enkele zware metalen (cadmium, nikkel en zink), minerale olie en plaatselijk met PAK. Op één plaats is een sterke cadmiumverontreiniging in de grond aangetroffen. Mogelijk is dit hoge gehalte veroorzaakt door een afvaldeeltje in het onderzochte monster.

De stortlaag zelf is bij het onderzoek beschouwd als een black-box en derhalve niet onderzocht. Aan de noordzijde en uiterste zuidzijde van het oude stort is de stortlaag direct vanaf het maaiveld aangetroffen. Op de overige plaatsen is een afdeklaag met een dikte variërend van 0,2 tot 2 m en bestaande uit zwak tot sterk lemig zand aanwezig. Ook deze afdeklaag is niet onderzocht.

7.3 Verontreinigingssituatie grondwater

7.3.1 Microparameters

Onder oude stort
In tabel 7.1 is de verontreinigingssituatie per peilbuis weergegeven.
Het grondwater direct onder het oude stort (circa 10 tot 17 m -mv en circa NAP + 9 tot 12 m) is wat betreft de zware metalen licht verontreinigd met chroom en plaatselijk met nikkel en arseen. Plaatselijk is het grondwater ook sterk verontreinigd met nikkel. Het grondwater is verder overwegend matig tot sterk verontreinigd met minerale olie en licht verontreinigd met vluchtige aromaten en PAK. Op één plaats zijn geen vluchtige aromaten in het grondwater aangetroffen en is de verontreiniging met minerale olie licht (peilbuis 28). Trichlooretheen is plaatselijk in licht verhoogde gehalten aangetroffen. Het onderzoek verricht in 1993, waarbij vier grondwatermonsters van vlak onder het stort en vier grondwatermonsters van circa 5 à 6 m onder het stort zijn gemengd, is gebleken dat de verontreinigingsgraad naar de diepte duidelijk afneemt. Vlak onder het stort is destijds hetzelfde beeld verkregen als beschreven in het bovenstaande, dieper is alleen nog een lichte verontreiniging met chroom aangetroffen. Het grondwater op circa 6 m onder het stort is ook matig verontreinigd met arseen. De aanwezigheid van arseen kan echter worden toegeschreven aan een natuurlijke oorzaak. In de bodem komen namelijk zogenaamde ijzerconcreties voor, die tot zeer hoge arseenconcentraties in het grondwater kunnen leiden.

Er kan van uit worden gegaan dat onder het grootste deel (minimaal 2,5 ha) van het oude stort de interventiewaarde voor minerale olie wordt overschreden. In verticale zin strekt de verontreiniging zich uit van direct onder het stort tot maximaal 5 m onder het stort. Dit betekent dat het bodemvolume waarin de interventiewaarde voor minerale olie in grondwater wordt overschreden veel groter is dan 100 m^3. Er is hier derhalve sprake van "een geval van ernstige bodemverontreiniging".

Buiten oude stort
Het grondwater stroomafwaarts van het oude stort is op de diepte die overeenkomt met de onderzijde van de stortlaag (circa 10 tot 17 m -mv, NAP + 9 tot 12 m) licht verontreinigd met chroom en/of zink. Op één plaats is cadmium in een licht verhoogd gehalte aangetroffen.
Dieper (vanaf circa NAP + 2 m) zijn over het algemeen geen verhoogde gehalten aan metalen aangetroffen. Op één plaats is het grondwater op een diepte van circa NAP + 2 m nog licht verontreinigd met zink en op één plaats matig met arseen.
Direct naast het stort, aan de stroomopwaartse zijde, is het grondwater evenals het grondwater beneden het stort, licht verontreinigd met chroom.
In de dicht bij het stort gelegen monitoringpeilbuizen (T1, T3, T5 en T25) is het grondwater (zeer) licht verontreinigd met vluchtige aromaten. In de verder gelegen monitoringpeilbuizen zijn geen verhoogde gehalten aan organische verbindingen aangetoond.

7.3.2 Macroparameters

Uit de analyseresultaten blijkt dat op de onderzoekslocatie niet alleen sprake is van verontreiniging van het grondwater met stoffen die in het VROM-toetsingskader zijn opgenomen, maar ook met zogenaamde macroparameters (Cl^-, HCO_3^-, NH_4^+ en CZV).
Om een indicatie te krijgen van de achtergrondgehalten aan deze parameters kan worden vergeleken met analyseresultaten van een monitoring-peilbuis die circa 150 à 200 m stroomopwaarts van het oude stort staat. Deze peilbuis is een aantal jaren achtereen onderzocht op macroparameters, waarbij de aangetroffen gehalten relatief constant zijn.
In het grondwater direct onder het oude stort is duidelijk een beïnvloeding vanuit het stort waargenomen. De gehalten aan chloride, bicarbonaat en het CZV zijn hoger dan de aan de hand van de gehalten in de referentiepeilbuis opgestelde normen. Ook stroomafwaarts van het stort is een beïnvloeding waar te nemen.

Bij peilbuis 22, gesitueerd op ongeveer 350 m vanuit de rand van de bovenstroomse zijde vanaf het oude stort, is met name het diepere grondwater beïnvloed. Op een diepte van circa 25 m -mv (circa NAP -8 m) is de grootste beïnvloeding waargenomen. Op circa 15 m -mv is de waargenomen beïnvloeding minder groot. Nog dieper, circa 38 m -mv, geeft alleen het gemeten CZV een lichte beïnvloeding aan.
In de peilbuizen 40 en 41 op de rand van de locatie en peilbuis 42 buiten de locatie wordt in de diepere filters een lichte beïnvloeding door chloride en ammonium aangetroffen. Het feit dat alleen in de bovenstroomsgelegen peilbuis 25 eveneens een verhoging wordt aangetroffen en niet in peilbuis 5 duidt op de effectiviteit van de bestaande beheersdrain.
De globale omvang van het theoretisch beïnvloede gebied is weergegeven op bijlage 10. De theoretische inschatting van de verontreinigingssituatie is afgeleid uit de figuren 5.2 t/m 5.4 (hoofdstuk 5). Uit deze bijlagen en figuren blijkt dat de beïnvloeding theoretisch op een afstand van circa 900 m vanuit de rand van de bovenstroomse zijde van het oude stort op een diepte van NAP -5 tot -15 m kan worden aangetroffen. De waarnemingen in de (monitoring)peilbuizen bevestigen de ligging van de vuilpluim.

Tabel 7.1: Overzicht verontreinigingssituatie grondwater

peilbuisnr.	diepte filter	verontreinigingsgraad macroparameters	verontreinigingsgraad licht	matig	sterk
G13	f	***	Cr, Ni, [1)]	-	Ni, olie
G19	f	***	Cr, Ni, [1)]	olie	-
G20	f	***	Cr, [1)]	olie	Ni
G24	f	***	Cr, [1)]	Ni	olie
G28	f	**	As, Cr, [1)], olie	-	-
G30	f	**	As, Cr, [1)]	-	olie
T1	f	****	aromaten	-	-
	o	***	aromaten	-	-
T3	f	**	-	-	-
T4	f	-	-	-	-
T5	f	*	-	-	-
	o	-	-	-	-
	m	-	-	-	-
	d	-	-	-	-
T8	f	-	-	-	-
	o	-	-	-	-
	m	-	-	-	-
	d	-	-	-	-
T20	f	*	-	-	-
	o	*	-	-	-
T21	m	*	-	-	-
	d	*	-	-	-
T22	f	-	-	-	-
	o	*	-	-	-
	m	**	-	-	-
	d	*	-	-	-
T23	f	*	-	-	-
	o	*	-	-	-
T24	f	*	-	-	-
	o	*	-	-	-
T25	f	-	-	-	-
	o	*	As, Ni, aromaten	-	-
	m	*	aromaten	-	-
	d	-	-	-	-

f= *freatisch (NAP +12 m)*
o= *ondiep (NAP +2 m)*
m= *middeldiep (NAP -8 m)*
d= *diep (NAP -20 m)*
G= *peilbuizen (Grontmij)*
T= *monitoringpeilbuizen*
1) *individuele PAK-verbinding(en)*
* *tussen 1-2 maal overschrijding voorgestelde norm*
** *tussen 2-5 maal overschrijding voorgestelde norm*
*** *tussen 5-10 maal overschrijding voorgestelde norm*
**** *meer dan 10 maal overschrijding voorgestelde norm*
\- *geen beïnvloeding*

8 Risico-evaluatie

8.1 Inleiding

In dit hoofdstuk worden de risico's geëvalueerd die de in de grond en in het grondwater aanwezige verontreinigingen kunnen vormen voor de volksgezondheid en het milieu. Hierbij wordt de beoordelingsmethode gevolgd zoals beschreven in de "Urgentiesystematiek" behorende bij de Circulaire tweede fase inwerkingtreding saneringsregeling Wet bodembescherming, d.d. december 1994.
Bij het bepalen van risico's veroorzaakt door bodemverontreiniging kan onderscheid worden gemaakt in:

- actuele humane risico's;
- actuele ecologische risico's;
- actuele risico's op verspreiding van de verontreiniging.

In de volgende paragrafen worden allereerst de uitgangspunten beschreven (paragraaf 8.2), vervolgens wordt ingegaan op de actuele humane risico's (paragraaf 8.3), de actuele ecologische risico's (paragraaf 8.4) en de actuele risico's op verspreiding (paragraaf 8.5). In paragraaf 8.6 worden tenslotte de conclusies beschreven.

8.2 Uitgangspunten bij de risico-evaluatie

In de risico-evaluatie wordt ingegaan op de risico's die zijn verbonden aan de verontreinigingen die ten gevolge van de stortplaats aanwezig zijn. Uitgegaan is van de gehalten zoals deze tijdens het onderhavig en het voorgaand onderzoek zijn aangetroffen (het voorgaand onderzoek is vermeld in paragraaf 7.1).

Omdat de stortplaats bij het onderzoek als black-box is beschouwd, zijn geen analyseresultaten van het stortmateriaal beschikbaar. De stortplaats is op de meeste plaatsen voorzien van een afdeklaag met een dikte variërend van 0,2 tot 2 m. Aan de noordzijde en de uiterste zuidzijde ontbreekt deze deklaag op een aantal plaatsen, hier is het stortpakket direct vanaf het maaiveld aangetroffen. De stortplaats kan worden beschouwd als een braakliggend terrein.

De risico-evaluatie is uitgevoerd conform de beoordelingsmethode zoals beschreven in de Urgentiesystematiek. Het algemene toetsingskader dat wordt gebruikt bij het beoordelen van de risico's is weergegeven in bijlage 12.

8.3 Actuele humane risico's

Er kan alleen sprake zijn van risico's voor de mens als er blootstelling aan de verontreinigende stoffen optreedt. Bij bodemverontreiniging moeten hierbij de volgende blootstellingsroutes in beschouwing worden genomen:

1. het opeten van bodemdeeltjes (ingestie van grond). Dit risico is met name van belang voor kleine spelende kinderen, omdat die hand-mond-gedrag vertonen;
2. huidcontact (dermaal contact met de verontreinigde grond);
3. het inademen van verontreinigde gronddeeltjes (stof);
4. het inademen van verontreinigde lucht;
5. het eten van verontreinigde voedingsgewassen;
6. het drinken van verontreinigd drinkwater. Drinkwater kan verontreinigd zijn doordat organische verontreinigingen in staat zijn door kunststof waterleidingen te dringen;

7 inhalatie van dampen tijdens douchen (eveneens als gevolg van permeatie door waterleidingen);
8 huidcontact tijdens baden en douchen (ook door permeatie van leidingen).

In de praktijk blijken de routes 2, 3, 7 en 8 nauwelijks een relevante bijdrage aan de blootstelling bij bodemverontreiniging te leveren. Route 6 levert eveneens geen relevante bijdrage aan de totale blootstelling, maar er kan wel een risico bestaan op overschrijding van drinkwaterindicatiewaarden. Route 6 wordt daarom, indien relevant, wel meegenomen bij de risicobeoordeling. Gebleken is dat de routes 1, 4 en 5, als ze van toepassing zijn, wel een aanzienlijke bijdrage aan de totale blootstelling leveren. Bovendien zijn in de omgeving van de stortplaats particuliere bronnen aanwezig. Dit zal ook worden meegenomen in de risicoevaluatie. In het onderstaande worden de routes 1, 4, 5, 6 en particuliere bronnen besproken.

Ingestie
Ingestie van grond treedt vooral op bij spelende kinderen in de leeftijd van 0 tot 4 jaar. De stortplaats is niet toegankelijk (er staan hekken omheen), derhalve wordt er van uitgegaan dat kleine kinderen niet in contact kunnen komen met het plaatselijk direct vanaf het maaiveld aangetroffen stortpakket.

Inademen van verontreinigde lucht
In het grondwater beneden het stortpakket zijn verhoogde gehalten aan vluchtige organische verbindingen aangetroffen. De gehalten zijn echter niet dusdanig hoog en zijn op een zodanig grote diepte aangetroffen dat geen relevante uitdamping naar de buitenlucht wordt verwacht. Bovendien treedt in de buitenlucht door de wind een grote mate van verdunning op.

Eten van verontreinigde voedingsgewassen
Op de stortplaats worden geen voedingsgewassen geteeld. Deze route kan derhalve buiten beschouwing worden gelaten. Wel kan in eventueel aanwezige moestuinen bij de woningen in de omgeving van de stortplaats besproeiing met mogelijk verontreinigd grondwater uit particuliere bronnen plaatsvinden. In het bovenste grondwater, waaruit naar verwachting het water wordt onttrokken, is geen beïnvloeding door de stortplaats waargenomen. Dit betekent dat het besproeien van gewassen met grondwater uit particuliere bronnen geen risico's ten gevolge van de verontreiniging bij de stortplaats oplevert.

Drinkwater
Ter plaatse van de stortlaag, waar de hoogste gehalten aan verontreinigende stoffen worden verwacht, zijn geen drinkwaterleidingen aanwezig. Buiten het stort, bij de ingang van het stort, worden in de grond niet dusdanig hoge gehalten verwacht dat permeatie kan optreden.
Naast permeatie van leidingen kan ook verontreinigd drinkwater worden geconsumeerd als grondwater wordt opgepompt ten behoeve van consumptie. In de omgeving van de stortplaats zijn particuliere bronnen aanwezig. Het opgepompte grondwater wordt echter niet als drinkwater gebruikt. Bovendien wordt onttrokken uit het bovenste grondwater, waarin geen beïnvloeding vanuit het stort is waargenomen. Dit betekent ook dat als het onttrokken grondwater wordt gebruikt voor veedrenking het niet waarschijnlijk is dat de door de Veterinaire Inspectie gehanteerde veedrenknormen worden overschreden.

8.4 Actuele ecologische risico's

Aangezien het stortpakket met de afdeklaag feitelijk geen bodemsysteem is, kan conform de Urgentiesystematiek de aanwezigheid van actuele ecologische risico's niet worden bepaald. De onderstaande beschouwing is opgesteld om een idee te krijgen bij welke gehalten sprake is van actuele ecologische risico's in geval een bodemsysteem aanwezig zou zijn.
De risico's voor het ecosysteem worden beoordeeld door de gemeten gehalten in (de bovenste 1,5 m van) de grond te toetsen aan de HC50-waarden (de concentratie waarbij 50% van de soorten een negatieve invloed ondervindt).

In de Urgentiesystematiek wordt uitgegaan van een actueel ecologisch risico bij een braakliggend terrein als aan één van de onderstaande voorwaarden wordt voldaan:

- over een oppervlakte van 0,5 km^2 (50 ha) of meer wordt de HC50 overschreden;
- over een oppervlakte van 5.000 m^2 of meer wordt tienmaal de HC50 overschreden.

De locatie is circa 20 ha groot, derhalve moet een toets worden uitgevoerd met de 10 x HC50-waarde.

Tabel 8.1: De 10 x HC50-waarden voor de bovenste 1,5 m van de bodem

	10x HC50-waarden (in mg/kg d.s.)	
	Afdeklaag[1] (circa 0-0,5 m -mv)	Bovenlaag stortpakket[1] (circa 0,5-1,5 m -mv)
cadmium	75	120
nikkel	840	2.100
zink	3.420	7.200
PAK	120	400

[1] *bodemtype: afdeklaag 0,5 3%, lutum 4%*
bovenlaag stort 0,5 10%, lutum 25%

Indien de gehalten uit tabel 8.1 worden overschreden kan sprake zijn van actuele ecologische risico's bij aanwezigheid van een bodemsysteem. De 10 x HC50-waarden zijn dermate hoog dat een overschrijding in de huidige afdeklaag onwaarschijnlijk is.

8.5 Actuele verspreidingsrisico's

Verspreiding van de verontreinigingen vindt plaats via het grondwater, waarbij verspreiding in principe via dezelfde stroombanen en met dezelfde snelheden als het grondwater kan plaatsvinden. In de praktijk treedt afhankelijk van stofeigenschappen en bodemeigenschappen door hechting aan bodemdeeltjes vertraging (retardatie) op van de verplaatsing van de verontreinigingen ten opzichte van de grondwaterstroming.

De verspreiding kan worden getoetst volgens de systematiek voor de beoordeling van actuele verspreidingsrisico's zoals beschreven in de "Urgentiesystematiek". Conform de urgentiesystematiek is sprake van actuele verspreidingsrisico's als de jaarlijkse toename van de hoeveelheid bodem waarin de interventiewaarde voor grondwater wordt overschreden groter is dan 100 m^3.

De toename van de hoeveelheid verontreinigde bodem kan als volgt worden bepaald:

$$T = v/R * O \ (m^3/jaar)$$

waarin:

T = toename hoeveelheid bodem waarin grondwater tot boven de interventie waarde is verontreinigd (m^3/jaar);
v = stromingssnelheid grondwater (m/jaar);
R = retardatiefactor (-);
O = contactoppervlak van de verontreiniging die afgebakend wordt door de interventiewaardecontour (m^2). Dit wil zeggen de maximale doorsnede van de verontreiniging die loodrecht op de verspreidingrichting staat.

De bovenstaande berekening is uitgevoerd voor de verontreiniging met minerale olie aangezien voor deze stof onder het grootste deel van het oude stort de interventiewaarde wordt overschreden. Verder zijn berekeningen uitgevoerd voor horizontale en verticale verspreiding. Voor minerale olie is conform hetgeen vermeld staat in de circulaire een retardatiefactor van 1 gehanteerd. Dit is weliswaar te laag, aangezien olie zich langzamer zal verspreiden dan het grondwater zelf, maar wordt vanwege het gebrek aan inzicht in de werkelijke retardatie toch gehanteerd. De verticale en horizontale verplaatsingssnelheden die in voorgaand onderzoek (Grontmij, november 1994, Saneringsplan en Geotechnisch onderzoek Stortplaats De Langenberg te Zelhem, respectievelijk doc. 7245 en doc. 7247) zijn vastgesteld worden hier gehanteerd. De verticale verplaatsingssnelheid is ingeschat op circa 1 m/jaar. De horizontale verplaatsingssnelheid in de deklaag is ingeschat op circa 3 m/jaar.
Voor de contactoppervlakken is uitgegaan van een oppervlakte waar de interventiewaarde voor minerale olie wordt overschreden van 2,5 ha en een verticale doorsnede van 200 m x 5 m = 1.000 m^2 (het maximale traject waarover interventiewaarde-overschrijdingen plaatsvinden is op 5 m gesteld).

De volgende toenames kunnen worden berekend:

Olie $T_{vert} = 1/1 * 25.000 = 25.000 \ m^3/jaar$

$T_{hor} = 3/1 * 1.000 = 3.000 \ m^3/jaar$

Uit bovenstaande blijkt dat voor minerale olie een actueel verspreidingsrisico in zowel horizontale als verticale richting aanwezig is. In hoofdstuk 7 is reeds gesteld dat ook werkelijk verspreiding is aangetoond conform de verspreiding die berekend kan worden als bovenstaande verplaatsingssnelheden worden gehanteerd. De overeenkomst tussen theorie en praktijk heeft betrekking op de macroparameters en niet op minerale olie. Minerale olie is niet aangetoond stroomafwaarts van het oude stort. Een tweede kanttekening die kan worden geplaatst is de aanwezigheid van een beheersdrain direct stroomafwaarts van het zuidelijke stort. Door het huidig pompregime wordt een beheersing van dit stortgedeelte bereikt (zie figuur 5.4).

8.6 Conclusies risico-evaluatie

De verontreinigingen ter plaatse van en in de omgeving van het stort leveren geen onaanvaardbare risico's op voor de mens, wel is sprake van een actueel verspreidingsrisico. Derhalve is de locatie een zogenaamd urgent geval. Omdat op het zuidelijk stort een beheersing wordt bereikt, is dit deel van de locatie niet meer een urgent geval zolang de beheersing gehandhaafd blijft. De urgentie is derhalve van toepassing op de noordelijke stort.

Over de aanwezigheid van eventuele actuele ecologische risico's kan geen uitspraak worden gedaan omdat van de bovenste 1,5 m van de locatie geen gegevens bekend zijn.

9 Conclusies en aanbevelingen

9.1 Conclusies

Op basis van de resultaten van het onderzoek worden de volgende conclusies getrokken:

- de stortlaag heeft een dikte variërend van 4,5 tot 15,0 m. Plaatselijk ontbreekt de deklaag. De diepte van de ondergrens van het afval varieert van circa NAP 11 tot 15 m. Deze ondergrens bevindt zich deels boven de GHG, deels beneden de GLG en deels ertussen;
- de grond beneden de stortlaag van het oude stort is licht verontreinigd met zware metalen, minerale olie en PAK. De kwaliteit van de deklaag en de stortlaag zijn niet onderzocht;
- het grondwater onder het grootste deel van het oude stort is sterk verontreinigd met minerale olie;
- in de monitoringpeilbuizen op circa 350 m stroomafwaarts van het oude stort is op een diepte van circa NAP -10 m nog beïnvloeding vanuit het stort aangetoond (licht verhoogd gehalte aan macroparameters). Een (zeer) lichte beïnvloeding met aromaten wordt tot 175 m stroomafwaarts aangetroffen;
- er is, op grond van de Wet bodembescherming, sprake van "een geval van ernstige bodemverontreiniging" vanwege de verontreiniging van het grondwater met minerale olie;
- de grondwaterverontreiniging met minerale olie leidt tot een actueel verspreidingsrisico. Derhalve is sprake van een urgent geval. Er is geen sprake van actuele risico's voor de mens. Over de aanwezigheid van actuele risico's voor het ecosysteem kan, door het ontbreken van gegevens over de kwaliteit van de bovenste 1,5 m -mv (afdeklaag), geen uitspraak worden gedaan;
- de beheersdrain resulteert in een beheersing van het zuidelijk stort, derhalve is dit deel van de locatie bij handhaving van de beheersing geen urgent geval.

9.2 Aanbevelingen

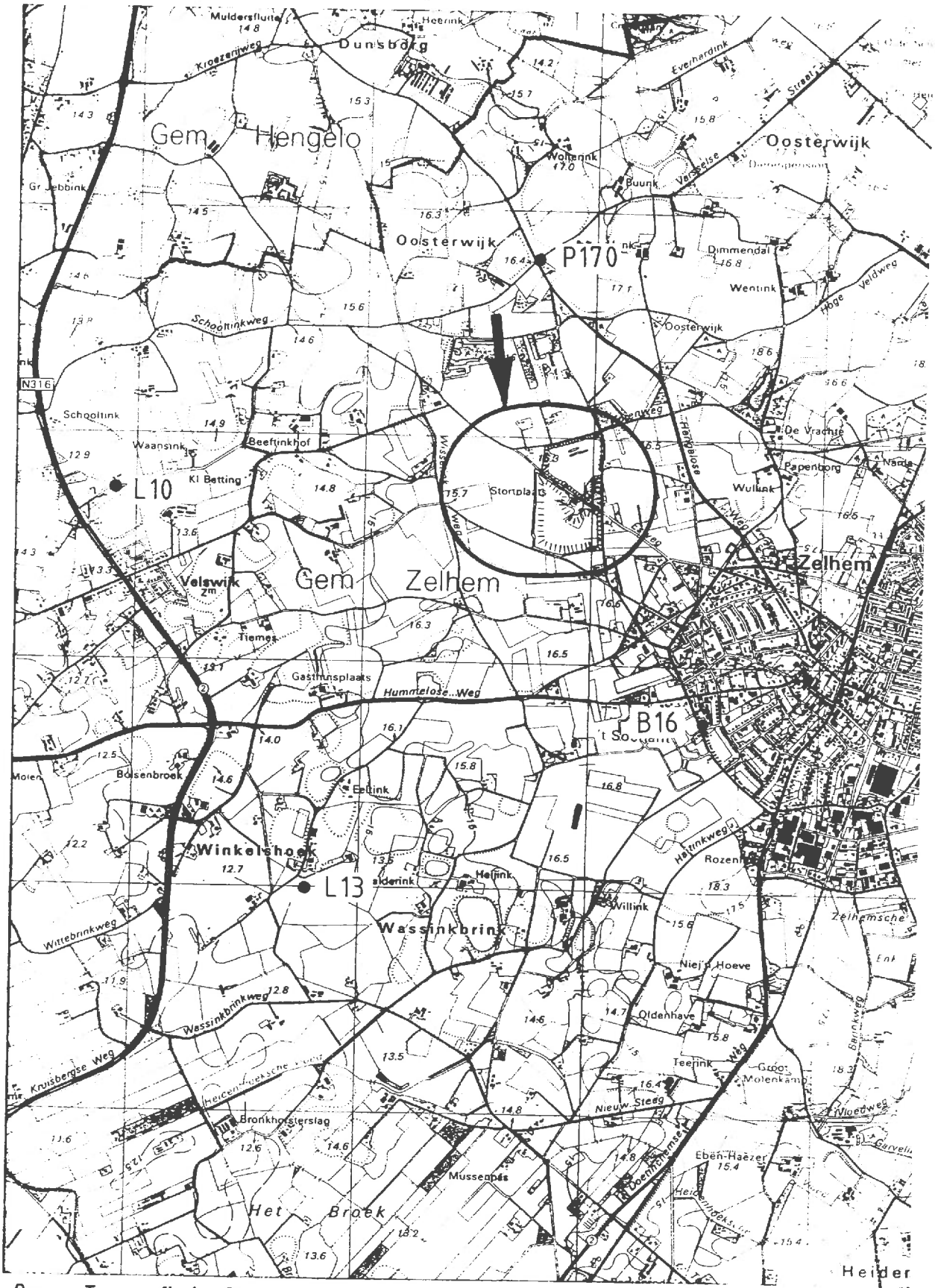
Naar aanleiding van de conclusies in paragraaf 9.1 wordt het volgende aanbevolen:

- uitvoeren van een saneringsonderzoek;
- specifieke analyse naar de kwaliteit van de afdeklaag wordt niet noodzakelijk geacht.

Verantwoording

Titel	:	Nader onderzoek stortplaats De Langenberg te Zelhem (geactualiseerde versie)
Opdrachtgever(s)	:	Regio Achterhoek
Uitgegeven door	:	Grontmij Advies & Techniek bv, adviesgroep Bodem
Plaats en datum	:	Houten, 14 augustus 1998
Auteur(s)	:	ir. H.L.J. Geusebroek, ir. M.C.G. Klous, ir. P.E. Dik
Illustraties	:	
O.N.	:	1252262
Doc.nr.	:	95001676.wp5/atl
Oplage	:	
Druk	:	
Informatie	:	
Gezien door	:	dr. A.A. Vergouwen
Akkoord	:	

Bijlage 1: Ligging locatie



Bron: Topografische Dienst Nederland

LIGGING LOKATIE

o.n. 1252262.3 schaal 1 : 25.000 bijlage 1

Bijlage 2: Ligging boringen en monitoringpeilbuizen (tek. nr. 44A-18903)

Bijlage 3: Toegepaste methoden bij veld- en laboratorium-onderzoek

Algemeen
Het veld- en laboratoriumonderzoek is uitgevoerd conform de Voorlopige Praktijkrichtlijnen voor bemonstering en analyse bij bodemverontreiniging (VPR; zie deel 55B van de reeks Bodembescherming, Ministerie van VROM, juli 1986).

Laboratoriumonderzoek
De laboratoriumanalyses zijn uitgevoerd door het laboratorium van ALcontrol bv te Raamsdonksveer. Dit laboratorium heeft voor onderstaande analyses de Sterlab-erkenning.

1 Analyse grond- en slibmonsters:

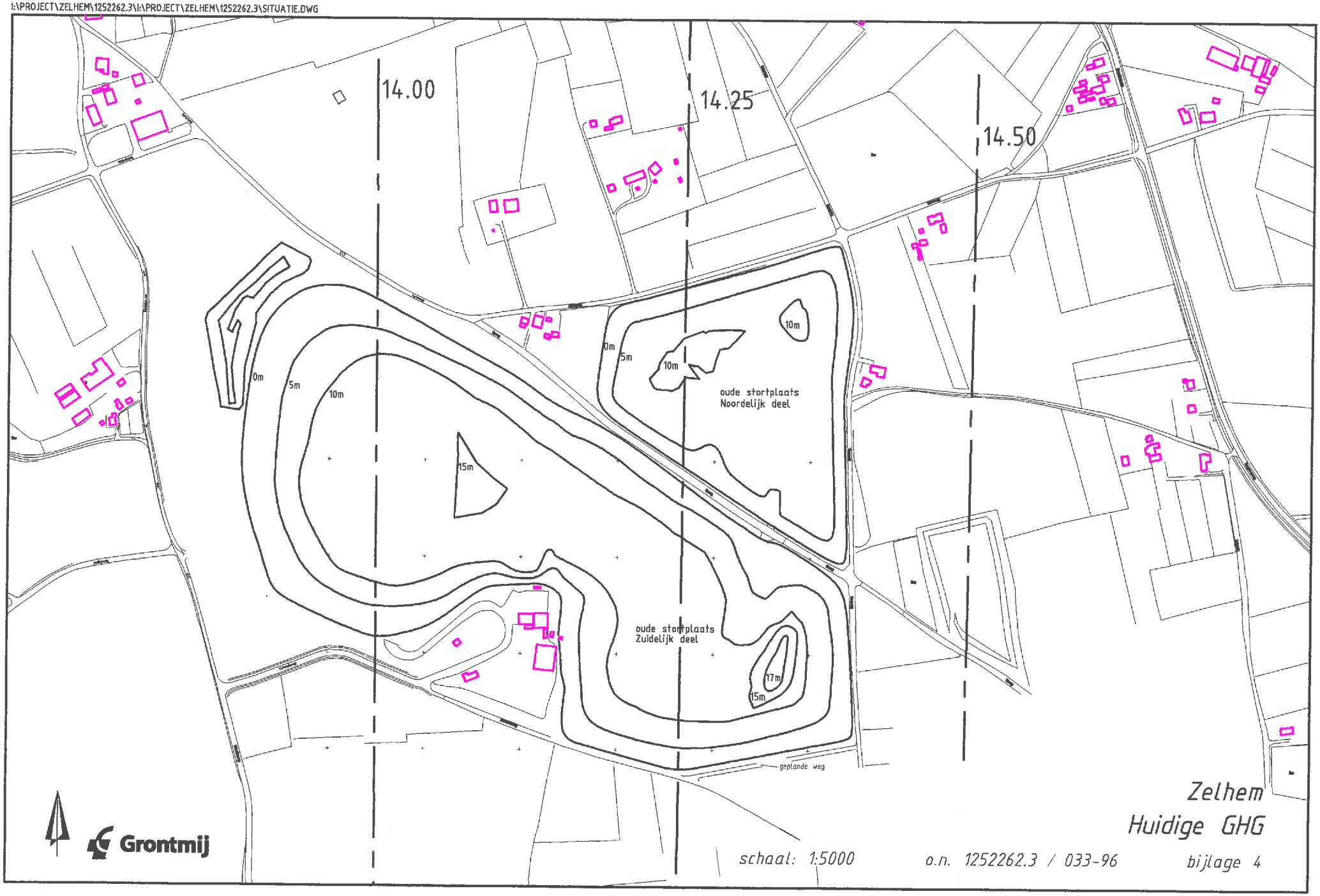
Droge stof:	NEN 5747
Organische stof:	NEN 5754
Minerale delen <2 µm:	NEN 5753
Arseen en de zware metalen, m.u.v. kwik:	Ontsluiting o-NEN 5770, analyse AES/ICP
Kwik:	Ontsluiting o-NEN 5770, analyse koude-damptechniek
Minerale olie (GC):	VPR C85-19
PAK (totaal, 16):	o-NEN 5731
EOX:	o-NEN 5735

2 Analyse grondwatermonsters:

Zuurgraad:	NPR 6616
Geleidbaarheid:	NEN 6412
Ammonium:	NEN 6646
Chloride:	NEN 6651
CZV:	NEN 6633
Waterstofcarbonaat:	NEN 1056-IV-6

Minerale olie (GC):	VPR C85-19
Arseen en de zware metalen m.u.v. kwik:	AES/ICP
Kwik:	Ontsluiting gebaseerd op NEN 6445, analyse m.b.v. koude damp-techniek
PAK (totaal, 16):	VPR C85-11/NEN 6524
Screentest vluchtig:	ALcontrol huismethode Analyse m.b.v. GC met purge & trap-injectie, FID- en ECD-detectie

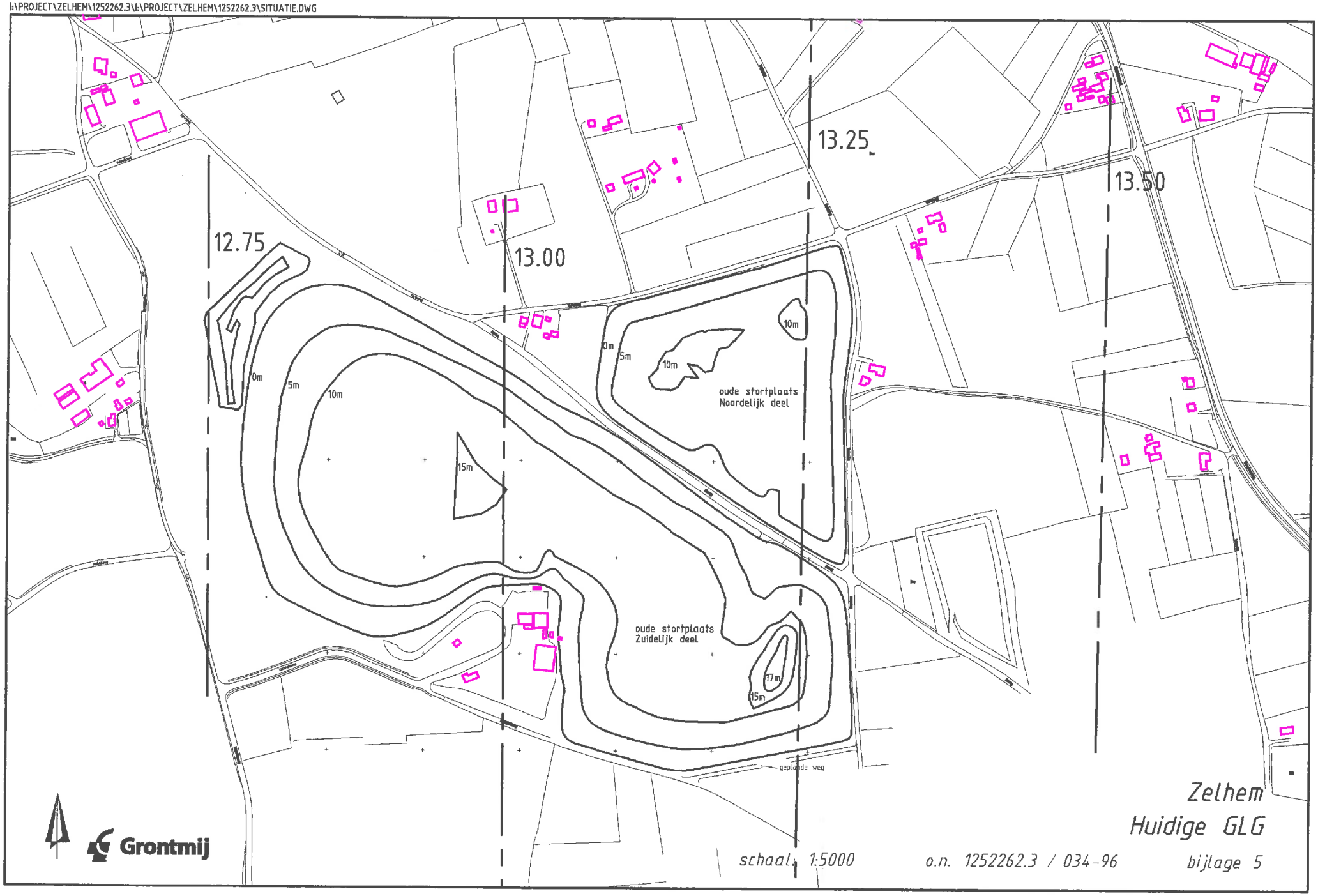
I:\PROJECT\ZELHEM\1252262.3\I:\PROJECT\ZELHEM\1252262.3\SITUATIE.DWG



Zelhem
Huidige GHG

schaal: 1:5000 o.n. 1252262.3 / 033-96 bijlage 4

I:\PROJECT\ZELHEM\1252262.3\I:\PROJECT\ZELHEM\1252262.3\SITUATIE.DWG



Bijlage 6: Boorprofielen (tek. nr. O44-1816-95)

Minerale sedimenten

Indeling naar lutumgehalte (delen < 2 μm)
(voor waterafzettingen)

zeer kleiarm zand	0 - 3%
matig kleiarm zand	3 - 5%
kleiig zand	5 - 8%
zeer lichte zavel	8 - 12%
matig lichte zavel	12 - 18%
zware zavel	18 - 25%
lichte klei	25 - 35%
matig zware klei	35 - 50%
zeer zware klei	> 50%

Indeling naar leemgehalte (delen < 50 μm)
(voor windafzettingen)

zeer leemarm zand	0 - 5%
matig leemarm zand	5 - 10%
zwak lemig zand	10 - 18%
sterk lemig zand	18 - 33%
zeer sterk lemig zand	33 - 50%
zandige leem	50 - 85%
siltige leem	> 85%

Veen

	veen
	kleiig veen
z	zandig veen

Waterbodems

	water
	bagger / slib

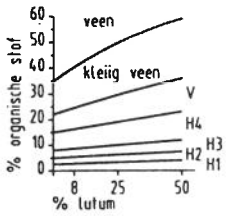
Aanduidingen (gebruikt in combinatie met voorgaande indeling)

Indeling van zand naar korrelgrootte

UF	uiterst fijn zand	M50-cijfer	50 - 105
ZF	zeer fijn zand	"	105 - 150
MF	matig fijn zand	"	150 - 210
MG	matig grof zand	"	210 - 420
ZG	zeer grof zand	"	420 - 2000

Indeling naar gehalte organische stof

H1	humusarm
H2	matig humeus
H3	zeer humeus
H4	humusrijk
V	venig



Bijzondere afzettingen

LS	löss
KL	keileem
KZ	keizand
PZ	pre-glaciaal zand
PK	potklei

Toevoegingen

G	grindhoudend	L	gelaagd
P	puin	S	katteklei
R	houtresten	F	ijzerconcreties
M	schelpen	C	kalkconcreties
W	rietwortels	O	ongerijpt

Grondwaterstand en hydromorfe kenmerken

- bovenkant gleyzône
- grondwaterstand met opname datum
- onderkant gleyzône

Peilbuis- en monstertrajecten

- grondwaterstand
- peilbuis
- filter
- I ongeroerd grondmonster
- II geroerd grondmonster

Plaatsaanduidingen van boringen, peilbuizen en sonderingen

1. plaats en nummer van boring
2. plaats en nummer van boring met peilbuis
3. plaats en nummer van boring met twee of meer peilbuizen
4. plaats en nummer van sondering
5. plaats en nummer van boring met sondering
6. plaats en nummer van sondering met peilbuis

Verklaring van plaatsaanduidingen en boorprofieltekens

Grontmij

19.033

Bijlage 7: Analyseresultaten grondmonsters

Bijlage 7
Tabel 1: Analyseresultaten grondmonsters (gehalten in mg/kg d.s., tenzij anders vermeld)

Boringnummer	G11		G11		G11		G12		G13		G14		G15	
Monstertraject (in m -mv)	8,80-9,05		9,05-9,30		10,40-10,65		12,90-13,15		12,50-12,75		12,30-12,55		10,60-10,85	
Bodemtype[1)]	*I*		*I*		*I*		*II*		*I*		*II*		*I*	
Droge stof (gew.%)	86,2	--	87,7	--	80,4	--	83,5	--	81,6	--	83,3	--	87,4	--
Metalen														
Arseen	< 2		< 2		< 2		< 2		< 2		2		< 2	
Cadmium	0,6	*	< 0,5		0,5	*	< 0,5		< 0,5		< 0,5		< 0,5	
Chroom	15		15		20		20		20		20		15	
Koper	10		9		7		9		9		10		6	
Kwik	< 0,2		< 0,2		< 0,2		< 0,2		< 0,2		< 0,2		< 0,2	
Lood	10		< 10		< 10		< 10		< 10		< 10		< 10	
Nikkel	10		10		20	*	10		10		15		6	
Zink	240	**	95	*	25		20		20		40		10	
Polycyclische Aromatische Koolwaterstoffen (PAK)														
Naftaleen	< 0,1	--	< 0,1	--	< 0,1	--	< 0,1	--	< 0,1	--	< 0,1	--	< 0,1	--
Antraceen	< 0,05	--	< 0,05	--	< 0,05	--	< 0,05	--	< 0,05	--	< 0,05	--	< 0,05	--
Fenanthreen	0,16	--	< 0,05	--	< 0,05	--	< 0,05	--	< 0,05	--	< 0,05	--	< 0,05	--
Fluorantheen	0,21	--	< 0,05	--	< 0,05	--	< 0,05	--	< 0,05	--	< 0,05	--	< 0,05	--
Benzo(a)anthraceen	0,07	--	< 0,05	--	< 0,05	--	< 0,05	--	< 0,05	--	< 0,05	--	< 0,05	--
Chryseen	0,08	--	< 0,05	--	< 0,05	--	< 0,05	--	< 0,05	--	< 0,05	--	< 0,05	--
Benzo(a)pyreen	0,07	--	< 0,05	--	< 0,05	--	< 0,05	--	< 0,05	--	< 0,05	--	< 0,05	--
Benzo(ghi)peryleen	0,05	--	< 0,05	--	< 0,05	--	< 0,05	--	< 0,05	--	< 0,05	--	< 0,05	--
Benzo(k)fluorantheen	< 0,05	--	< 0,05	--	< 0,05	--	< 0,05	--	< 0,05	--	< 0,05	--	< 0,05	--
Indeno(123-cd)pyreen	< 0,05	--	< 0,05	--	< 0,05	--	< 0,05	--	< 0,05	--	< 0,05	--	< 0,05	--
Acenaftyleen	< 0,1	--	< 0,1	--	< 0,1	--	< 0,1	--	< 0,1	--	< 0,1	--	< 0,1	--
Acenaftheen	< 0,1	--	< 0,1	--	< 0,1	--	< 0,1	--	< 0,1	--	< 0,1	--	< 0,1	--
Fluoreen	< 0,05	--	< 0,05	--	< 0,05	--	< 0,05	--	< 0,05	--	< 0,05	--	< 0,05	--
Pyreen	0,17	--	< 0,05	--	< 0,05	--	< 0,05	--	< 0,05	--	< 0,05	--	< 0,05	--
Benzo(b)fluorantheen	0,09	--	< 0,05	--	< 0,05	--	< 0,05	--	< 0,05	--	< 0,05	--	< 0,05	--
Dibenz(ah)anthraceen	< 0,05	--	< 0,05	--	< 0,05	--	< 0,05	--	< 0,05	--	< 0,05	--	< 0,05	--
PAK (totaal,10 van VROM)	0,64	*	-	--	-	--	-	--	-	--	-	--	-	--
PAK (totaal,16 van EPA)	0,90	--	-	--	-	--	-	--	-	--	-	--	-	--

Bijlage 7
Tabel 1 (vervolg): Analyseresultaten grondmonsters (gehalten in mg/kg d.s., tenzij anders vermeld)

Boringnummer		G11		G11		G11		G12		G13		G14		G15.	
Monstertraject (in m -mv)		8,80-9,05		9,05-9,30		10,40-10,65		12,90-13,15		12,50-12,75		12,30-12,55		10,60-10,85	
Bodemtype[1)]		*I*		*I*		*I*		*II*		*I*		*II*		*I*	
EOX	0,22	--	< 0,1	--	< 0,1	--	0,11	--	< 0,1	--	< 0,1	--	< 0,1	--	
Minerale olie															
Fraktie C10-C20	< 20	--	< 20	--	< 20	--	< 20	--	< 20	--	< 20	--	< 20	--	
Fraktie C20-C30	30	--	< 20	--	< 20	--	< 20	--	< 20	--	< 20	--	< 20	--	
Fraktie C30-C36	20	--	< 20	--	< 20	--	< 20	--	< 20	--	< 20	--	< 20	--	
Fraktie C36 t/m C40	< 20	--	< 20	--	< 20	--	< 20	--	< 20	--	< 20	--	< 20	--	
Totaal olie	70	*	< 20		40	*	< 20		< 20		< 20		< 20		
Soort olie (waarschijnlijk) (-)	onduid,	--	-	--	onduid,	--	-	--	-	--	-	--	-	--	

De analyseresultaten zijn getoetst aan het toetsingskader van VROM (circulaire d.d. 9 mei 1994).
De gehalten die de betreffende streefwaarde overschrijden zijn als volgt geclassificeerd:

* *het gehalte is groter dan de streefwaarde (of de detectiegrens, indien deze hoger is) en kleiner dan of gelijk aan het gemiddelde van de streef- en interventiewaarde*

** *het gehalte is groter dan het gemiddelde van de streef- en interventiewaarde en kleiner dan of gelijk aan de interventiewaarde*

*** *het gehalte is groter dan de interventiewaarde*

-- *geen toetsingswaarden voor opgesteld*

\- *niet geanalyseerd*

1) *De streef- en interventiewaarden zijn afhankelijk van de bodemsamenstelling. Voor de toetsing zijn de grondmonsters ingedeeld in de volgende bodemtypen:*
I lutum = 3 %; humus = 0 %
II lutum = 5 %; humus = 0 %

Bijlage 7
Tabel 1 (vervolg): Analyseresultaten grondmonsters (gehalten in mg/kg d.s., tenzij anders vermeld)

Boringnummer	G16		G18		G19		G20		G23		G25		G27	
Monstertraject (in m -mv)	10,30-10,55		9,00-9,25		8,75-9,00		15,00-15,25		13,35-13,60		13,20-13,45		10,55-10,80	
Bodemtype[1]	*I*		*I*		*I*		*I*		*I*		*II*		*II*	
Droge stof (gew.%)	85,2	--	76,5	--	84,5	--	74,8	--	82,8	--	84,5	--	88,3	--
Metalen														
Arseen	< 2		< 2		< 2		3		< 2		< 2		< 2	
Cadmium	100	***	< 0,5		< 0,5		< 0,5		< 0,5		< 0,5		< 0,5	
Chroom	20		25		15		35		20		20		8	
Koper	8		7		9		10		6		6		< 5	
Kwik	< 0,2		< 0,2		< 0,2		< 0,2		< 0,2		< 0,2		< 0,2	
Lood	< 10		< 10		< 10		< 10		< 10		< 10		< 10	
Nikkel	10		10		10		20	*	15	*	15		< 5	
Zink	20		20		20		35		25		20		15	
Polycyclische Aromatische Koolwaterstoffen (PAK)														
Naftaleen	< 0,1	--	< 0,1	--	< 0,1	--	< 0,1	--	< 0,1	--	< 0,1	--	@<0,20	--
Antraceen	< 0,05	--	< 0,05	--	< 0,05	--	0,15	--	< 0,05	--	< 0,05	--	< 0,05	--
Fenanthreen	< 0,05	--	<0,20[2]	--	< 0,05	--	0,62	--	< 0,05	--	< 0,05	--	< 0,05	--
Fluorantheen	< 0,05	--	< 0,05	--	< 0,05	--	0,53	--	< 0,05	--	< 0,05	--	< 0,05	--
Benzo(a)anthraceen	< 0,05	--	< 0,05	--	< 0,05	--	0,16	--	< 0,05	--	< 0,05	--	< 0,05	--
Chryseen	< 0,05	--	< 0,05	--	< 0,05	--	0,18	--	< 0,05	--	< 0,05	--	< 0,05	--
Benzo(a)pyreen	< 0,05	--	< 0,05	--	< 0,05	--	0,14	--	< 0,05	--	< 0,05	--	< 0,05	--
Benzo(ghi)peryleen	< 0,05	--	< 0,05	--	< 0,05	--	0,07	--	< 0,05	--	< 0,05	--	< 0,05	--
Benzo(k)fluorantheen	< 0,05	--	< 0,05	--	< 0,05	--	0,07	--	< 0,05	--	< 0,05	--	< 0,05	--
Indeno(123-cd)pyreen	< 0,05	--	< 0,05	--	< 0,05	--	0,05	--	< 0,05	--	< 0,05	--	< 0,05	--
Acenaftyleen	< 0,1	--	< 0,1	--	< 0,1	--	< 0,1	--	< 0,1	--	< 0,1	--	< 0,1	--
Acenaftheen	< 0,1	--	< 0,1	--	< 0,1	--	<0,30[2]	--	< 0,1	--	< 0,1	--	< 0,1	--
Fluoreen	< 0,05	--	< 0,05	--	< 0,05	--	0,08	--	< 0,05	--	< 0,05	--	< 0,05	--
Pyreen	< 0,05	--	< 0,05	--	< 0,05	--	0,46	--	< 0,05	--	< 0,05	--	< 0,05	--
Benzo(b)fluorantheen	< 0,05	--	< 0,05	--	< 0,05	--	0,13	--	< 0,05	--	< 0,05	--	< 0,05	--
Dibenz(ah)anthraceen	< 0,05	--	< 0,05	--	< 0,05	--	< 0,05	--	< 0,05	--	< 0,05	--	< 0,05	--
PAK (totaal,10 van VROM)	-	--	-	--	-	--	2,0	*	-	--	-	--	-	--
PAK (totaal,16 van EPA)	-	--	-	--	-	--	2,6	--	-	--	-	--	-	--

Bijlage 7
Tabel 1 (vervolg): Analyseresultaten grondmonsters (gehalten in mg/kg d.s., tenzij anders vermeld)

Boringnummer	G16		G18		G19		G20		G23		G25		G27	
Monstertraject (in m -mv)	10,30-10,55		9,00-9,25		8,75-9,00		15,00-15,25		13,35-13,60		13,20-13,45		10,55-10,80	
Bodemtype[1]	*I*		*I*		*I*		*I*		*I*		*II*		*II*	
EOX	< 0,1	--	0,16	--	< 0,1	--	0,46	--	0,16	--	< 0,1	--	0,17	--
Minerale olie														
Fraktie C10-C20	< 20	--	< 20	--	< 20	--	20	--	< 20	--	< 20	--	< 20	--
Fraktie C20-C30	< 20	--	< 20	--	< 20	--	50	--	< 20	--	< 20	--	20	--
Fraktie C30-C36	< 20	--	< 20	--	< 20	--	< 20	--	< 20	--	< 20	--	< 20	--
Fraktie C36 t/m C40	< 20	--	< 20	--	< 20	--	< 20	--	< 20	--	< 20	--	< 20	--
Totaal olie	< 20		20	*	< 20		90	*	30	*	< 20		60	*
Soort olie (waarschijnlijk) (-)	-	--	onduid,	--	-	--	onduid,	--	onduid,	--	-	--	onduid,	--

De analyseresultaten zijn getoetst aan het toetsingskader van VROM (circulaire d.d. 9 mei 1994).
De gehalten die de betreffende streefwaarde overschrijden zijn als volgt geclassificeerd:

* *het gehalte is groter dan de streefwaarde (of de detectiegrens, indien deze hoger is) en kleiner dan of gelijk aan het gemiddelde van de streef- en interventiewaarde*

** *het gehalte is groter dan het gemiddelde van de streef- en interventiewaarde en kleiner dan of gelijk aan de interventiewaarde*

*** *het gehalte is groter dan de interventiewaarde*

-- *geen toetsingswaarden voor opgesteld*

\- *niet geanalyseerd*

1) *De streef- en interventiewaarden zijn afhankelijk van de bodemsamenstelling. Voor de toetsing zijn de grondmonsters ingedeeld in de volgende bodemtypen:*
I lutum = 3 %; humus = 0 %
II lutum = 5 %; humus = 0 %

2) *Verhoogde rapportagegrens in verband met storende monstermatrix*

Bijlage 7
Tabel 1 (vervolg): Analyseresultaten grondmonsters (gehalten in mg/kg d.s., tenzij anders vermeld)

Boringnummer	G12		G26		G29		G30	
Monstertraject (in m -mv)	14,75-15,00		14,65-14,90		6,50-6,75		5,50-5,75	
Bodemtype[1)]	*I*		*I*		*II*		*II*	
Droge stof (gew.%)	81,4	--	81,3	--	95,0	--	88,0	--
Organische stof (in gew.% d.s.)	0,8	--	0,8	--	-		-	
Lutum (in gew.% d.s.)	< 0,5	--	1,7	--	-		-	
Metalen								
Arseen	-		-		< 2		< 2	
Cadmium	-		-		< 0,5		0,5	*
Chroom	-		-		8		20	
Koper	-		-		< 5		< 5	
Kwik	-		-		< 0,2		< 0,2	
Lood	-		-		< 10		< 10	
Nikkel	-		-		6		9	
Zink	-		-		15		120	*
Polycyclische Aromatische Koolwaterstoffen (PAK)								
Naftaleen	-		-		< 0,1	--	< 0,1	--
Antraceen	-		-		< 0,05	--	< 0,05	--
Fenanthreen	-		-		< 0,05	--	< 0,05	--
Fluorantheen	-		-		< 0,05	--	< 0,05	--
Benzo(a)anthraceen	-		-		< 0,05	--	< 0,05	--
Chryseen	-		-		< 0,05	--	< 0,05	--
Benzo(a)pyreen	-		-		< 0,05	--	< 0,05	--
Benzo(ghi)peryleen	-		-		< 0,05	--	< 0,05	--
Benzo(k)fluorantheen	-		-		< 0,05	--	< 0,05	--
Indeno(123-cd)pyreen	-		-		< 0,05	--	< 0,05	--
Acenaftyleen	-		-		< 0,1	--	< 0,1	--
Acenaftheen	-		-		< 0,1	--	< 0,1	--
Fluoreen	-		-		< 0,05	--	< 0,05	--
Pyreen	-		-		< 0,05	--	< 0,05	--
Benzo(b)fluorantheen	-		-		< 0,05	--	< 0,05	--
Dibenz(ah)anthraceen	-		-		< 0,05	--	< 0,05	--
PAK (totaal,10 van VROM)	-		-		-	--	-	--
PAK (totaal,16 van EPA)	-		-		-	--	-	--

Bijlage 7
Tabel 1 (vervolg): Analyseresultaten grondmonsters (gehalten in mg/kg d.s., tenzij anders vermeld)

Boringnummer	G12		G26		G29		G30	
Monstertraject (in m -mv)	14,75-15,00		14,65-14,90		6,50-6,75		5,50-5,75	
Bodemtype[1)]	*I*		*I*		*II*		*II*	
EOX	-		-		0,12	--	< 0,1	--
Minerale olie								
Fraktie C10-C20	-		-		< 20	--	< 20	--
Fraktie C20-C30	-		-		< 20	--	< 20	--
Fraktie C30-C36	-		-		< 20	--	< 20	--
Fraktie C36 t/m C40	-		-		< 20	--	< 20	--
Totaal olie	-		-		< 20		< 20	
Soort olie (waarschijnlijk) (-)	-		-		-	--	-	--

De analyseresultaten zijn getoetst aan het toetsingskader van VROM (circulaire d.d. 9 mei 1994).
De gehalten die de betreffende streefwaarde overschrijden zijn als volgt geclassificeerd:

* *het gehalte is groter dan de streefwaarde (of de detectiegrens, indien deze hoger is) en kleiner dan of gelijk aan het gemiddelde van de streef- en interventiewaarde*

** *het gehalte is groter dan het gemiddelde van de streef- en interventiewaarde en kleiner dan of gelijk aan de interventiewaarde*

*** *het gehalte is groter dan de interventiewaarde*

-- *geen toetsingswaarden voor opgesteld*

\- *niet geanalyseerd*

1) *De streef- en interventiewaarden zijn afhankelijk van de bodemsamenstelling. Voor de toetsing zijn de grondmonsters ingedeeld in de volgende bodemtypen:*

I *lutum = 3 %; humus = 0 %*
II *lutum = 5 %; humus = 0 %*
III *lutum = 0 %; humus = 0 %*

Tabel 2: Toetsingswaarden voor grond (VROM, circulaire d.d. 9 mei 1994). Het betreft gehalten in mg/kg d.s.

Toetsingswaarden[1]	S	½(S+I)	I	S	½(S+I)	I
Bodemtype[2]		*I*			*II*	
Metalen						
Arseen	16	23	30	17	25	32
Cadmium	0,4	3,4	6,4	0,4	3,5	6,6
Chroom	55	132	209	60	144	228
Koper	17	52	87	18	57	95
Kwik	0,2	3,6	6,9	0,2	3,7	7,2
Lood	53	190	327	55	199	343
Nikkel	13	44	75	15	53	90
Zink	58	177	296	65	200	334
PAK (totaal,10 van VROM)	0,2	4,1	8,0	0,2		
Minerale olie						
Totaal olie	10	505	1.000	10	505	1.000

1) S *streefwaarde*
½(S+I) *gemiddelde van streef- en interventiewaarde*
I *interventiewaarde*

2) *De streef- en interventiewaarden zijn afhankelijk van de bodemsamenstelling.*
Voor de toetsing zijn de grondmonsters ingedeeld in de volgende bodemtypen:
I *lutum = 3 %; humus = 0 %*
II *lutum = 5 %; humus = 0 %*

Bijlage 8.1: Analyseresultaten grondwatermonsters (Grontmij)

Bijlage 8.1
Tabel 1: Analyseresultaten grondwatermonsters (gehalten in ug/l, tenzij anders vermeld)

Peilbuisnummer	13		19		20		24		28		30	
Filtertraject (in -mv)	13,50-14,50		9,00-10,00		16,00-17,00		14,10-15,10		16,00-17,00		9,00-10,00	
Zuurgraad (pH)	6,8		6,9		7,0		7,8		7,2		7,1	
Geleidingsvermogen (in mS/m)	250		290		260		490		120		130	
Metalen												
Arseen	6		< 2,5		5		9		15	*	25	*
Cadmium	< 1		< 1		< 1		< 1		< 1		< 1	
Chroom	1,3	*	3	*	3	*	7	*	1,1	*	1,6	*
Koper	< 10		< 10		< 10		< 10		< 10		< 10	
Kwik	< 0,1		< 0,1		< 0,1		< 0,1		< 0,1		< 0,1	
Lood	< 10		< 10		< 10		< 10		< 10		< 10	
Nikkel	130	***	20	*	80	***	75	**	10		15	
Zink	25		< 20		< 20		< 20		< 20		< 20	
Polycyclische Aromatische Koolwaterstoffen (PAK)												
Naftaleen	< 0,2		1,58	*	< 0,2		< 0,2		0,28	*	1,3	*
Antraceen	< 0,02		< 0,02		0,04	*	0,03	*	< 0,02		0,08	*
Fenanthreen	< 0,02		< 0,02		0,22	*	0,19	*	0,16	*	0,08	*
Fluorantheen	0,05	*	< 0,02		< 0,02		< 0,02		< 0,02		< 0,02	
Benzo(a)anthraceen	< 0,02		< 0,02		< 0,02		< 0,02		< 0,02		< 0,02	
Chryseen	< 0,02		< 0,02		< 0,02		< 0,02		< 0,02		< 0,02	
Benzo(a)pyreen	< 0,01		< 0,01		< 0,01		< 0,01		< 0,01		< 0,01	
Benzo(ghi)peryleen	< 0,02		< 0,02		< 0,02		< 0,02		< 0,02		< 0,02	
Benzo(k)fluorantheen	< 0,01		< 0,01		< 0,01		< 0,01		< 0,01		< 0,01	
Indeno(123-cd)pyreen	< 0,02		< 0,02		< 0,02		< 0,02		< 0,02		< 0,02	
Acenaftyleen	< 0,2	--	< 0,2	--	< 0,2	--	< 0,2	--	< 0,2	--	< 0,2	--
Acenaftheen	0,26	--	< 0,2	--	0,23	--	0,34	--	< 0,2	--	< 0,2	--
Fluoreen	0,16	--	0,04	--	0,36	--	0,22	--	< 0,05	--	0,48	--
Pyreen	0,23	--	< 0,02	--	< 0,02	--	0,03	--	< 0,02	--	< 0,02	--
Benzo(b)fluorantheen	< 0,02	--	< 0,02	--	< 0,02	--	< 0,02	--	< 0,02	--	< 0,02	--
Dibenz(ah)anthraceen	< 0,02	--	< 0,02	--	< 0,02	--	< 0,02	--	< 0,02	--	< 0,02	--
Interventie factor,PAK (som 10)	0,05		0,02		0,05		0,04		0,04		0,05	
PAK (som 10)	0,05	--	1,6	--	0,26	--	0,22	--	0,44	--	1,5	--
PAK (som 16)	0,70	--	1,6	--	0,85	--	0,81	--	0,44	--	1,9	--

De analyseresultaten zijn getoetst aan het toetsingskader van VROM (circulaire d.d. 9 mei 1994).
De gehalten die de betreffende streefwaarde overschrijden zijn als volgt geclassificeerd:

* *het gehalte is groter dan de streefwaarde (of de detectiegrens, indien deze hoger is) en kleiner dan of gelijk aan het gemiddelde van de streef- en interventiewaarde*

** *het gehalte is groter dan het gemiddelde van de streef- en interventiewaarde en kleiner dan of gelijk aan de interventiewaarde*

*** *het gehalte is groter dan de interventiewaarde*

-- *geen toetsingswaarden voor opgesteld*

\- *niet geanalyseerd*

Bijlage 8.1
Tabel 1 (vervolg): Analyseresultaten grondwatermonsters (gehalten in ug/l, tenzij anders vermeld)

Peilbuisnummer Filtertraject (in -mv)	13 13,50-14,50		19 9,00-10,00		20 16,00-17,00		24 14,10-15,10		28 16,00-17,00		30 9,00-10,00	
Chloride (mg/l)	250	N	140	N	450	N	390	N	110	N	100	N
CZV (mg/l)	218	N	320	N	358	N	424	N	58	N	109	N
Waterstofcarbonaat (meq/l)	28	N	38	N	23	N	42	N	11	N	15	N
Ammonium (mgN/l)	150	--	310	--	100	-	400	--	67	--	47	--
Minerale olie												
Fraktie C10-C20	520	--	510	--	500	--	970	--	68	--	750	--
Fraktie C20-C30	73	--	77	--	72	--	150	--	< 50	--	63	--
Fraktie C30-C36	< 50	--	< 50	--	< 50	--	< 50	--	< 50	--	< 50	--
Fraktie C36 t/m C40	< 50	--	< 50	--	< 50	--	< 50	--	< 50	--	< 50	--
Totaal olie	610	***	600	**	590	**	1100	***	110	*	830	***
Soort olie (waarschijnlijk) (-)	onduid,	--	onduid,	--	onduid,	--	onduid,	--	onduid,	--	onduid,	--
Screentest Vluchtig												
Aromaten												
Benzeen	6,4	*	5,8	*	1,3	*	2,4	*	< 0,2		1,9	*
Tolueen	3,1	*	5,2	*	5,1	*	5,6	*	< 0,2		12	*
Ethylbenzeen	17	*	9,9	*	3,6	*	8,8	*	< 0,2		12	*
Xylenen	44	**	15	*	7,9	*	25	*	< 0,5		9,6	*
Haloformen												
Chloroform	< 0,2		< 0,2		< 0,2		< 0,2		< 0,2		< 0,2	
111-trichloorethaan	< 1	--	< 1	--	< 1	--	< 1	--	< 1	--	< 1	--
Tetrachloormethaan	< 0,2		< 0,2		< 0,2		< 0,2		< 0,2		< 0,2	
Trichlooretheen	0,3	*	< 0,2		< 0,2		< 0,2		< 0,2		0,4	*
Tetrachlooretheen	< 0,2		< 0,2		< 0,2		< 0,2		< 0,2		< 0,2	

De analyseresultaten zijn getoetst aan het toetsingskader van VROM (circulaire d.d. 9 mei 1994).
De gehalten die de betreffende streefwaarde overschrijden zijn als volgt geclassificeerd:

* *het gehalte is groter dan de streefwaarde (of de detectiegrens, indien deze hoger is) en kleiner dan of gelijk aan het gemiddelde van de streef- en interventiewaarde*

** *het gehalte is groter dan het gemiddelde van de streef- en interventiewaarde en kleiner dan of gelijk aan de interventiewaarde*

*** *het gehalte is groter dan de interventiewaarde*

-- *geen toetsingswaarden voor opgesteld*

\- *niet geanalyseerd*

N *het gehalte is groter dan de norm (vastgesteld op basis van gehalten in een referentiepeilbuis) waarboven sprake is van beïnvloeding vanuit het stort (zie tabel 3)*

Tabel 2: Toetsingswaarden voor grondwater (VROM, circulaire d.d. 9 mei 1994). Het betreft gehalten in ug/l

Toetsingswaarden[1)]	S	½(S+I)	I
Metalen			
Arseen	10	35	60
Cadmium	0,4	3,2	6,0
Chroom	1,0	16	30
Koper	15	45	75
Kwik	0,05	0,2	0,3
Lood	15	45	75
Nikkel	15	45	75
Zink	65	433	800
Polycyclische Aromatische Koolwaterstoffen (PAK)			
Naftaleen	0,10	35	70
Antraceen	0,02	2,5	5,0
Fenanthreen	0,02	2,5	5,0
Fluorantheen	0,005	0,5	1,0
Benzo(a)anthraceen	0,002	0,3	0,5
Chryseen	0,002	0,03	0,05
Benzo(a)pyreen	0,001	0,03	0,05
Benzo(ghi)peryleen	0,0002	0,03	0,05
Benzo(k)fluorantheen	0,001	0,03	0,05
Indeno(123-cd)pyreen	0,0004	0,03	0,05
Interventie factor,PAK (som 10) ()		0,5	1,0
Minerale olie			
Totaal olie	50	325	600
Screentest Vluchtig Aromaten			
Benzeen	0,2	15	30
Tolueen	0,2	500	1000
Ethylbenzeen	0,2	75	150
Xylenen	0,2	35	70
Haloformen			
Chloroform	0,010	200	400
Tetrachloormethaan	0,010	5,0	10
Trichlooretheen	0,010	250	500
Tetrachlooretheen	0,010	20	40

1) S *streefwaarde*
½(S+I) *gemiddelde van streef- en interventiewaarde*
I *interventiewaarde*

Tabel 3: Gehalten aan macroparameters in referentiepeilbuis (T8) en daarvan afgeleide overschrijdingsnorm

Diepte onderkant filter m -mv m +NAP	8A 4,10 12,30	8B 7,91 8,46	8C 21,50 -4,99	8D 39,90 -23,41	Norm[1)]
chloride (mg/l)	5	29	38	19	50
CZV (mg/l)	8	7	5	6	10
Bicarbonaat (meq/l)	2,2	1,8	4,2	2,8	5

1) *Gehalte waarboven ervan uit wordt gegaan dat beïnvloeding vanuit het stort is opgetreden*

Bijlage 8.2: Analyseresultaten grondwatermonster monitoringpeilbuizen (TAUW)

Bijlage 9: Toelichting toetsingskader

Algemene toelichting toetsingskader
In de circulaire "Interventiewaarden bodemsanering" (d.d. 9 mei 1994) van het Ministerie van Volkshuisvesting, Ruimtelijke Ordening en Milieubeheer (VROM) is een toetsingskader opgenomen voor de beoordeling van de milieukwaliteit van een bodem. Dit toetsingskader is vastgesteld voor grond/sediment en grondwater en geldt voor land- en waterbodems.

In genoemde circulaire worden drie toetsingswaarden onderscheiden:

De streefwaarde
Geeft het milieukwaliteitsniveau aan van een "schone" bodem, die alle mogelijke functies kan vervullen.

De interventiewaarde bodemsanering
Geeft het milieukwaliteitsniveau aan waarboven ernstige vermindering optreedt van de functionele eigenschappen van de bodem. Indien deze waarde gemiddeld in een volume van 25 m^3 in grond/sediment of van 100 m^3 in grondwater wordt overschreden, is sprake van een geval van ernstige bodemverontreiniging en is er een noodzaak om te saneren.

Het gemiddelde van de streef- en interventiewaarde
Geeft het gemiddelde aan van het milieukwaliteitstraject waarin sprake is van een zekere, maar niet ernstige, vermindering van de functionele eigenschappen van de bodem. Indien deze waarde wordt overschreden, is in principe een nader onderzoek noodzakelijk.

Voor de onderhavige locatie zijn de toetsingswaarden berekend en weergegeven in de in deze bijlage opgenomen tabel(len). Voor de berekeningswijze wordt verwezen naar bovengenoemde circulaire.

Toelichting streefwaarden
De streefwaarde geeft het milieukwaliteitsniveau aan, waarbij de risico's van als nadelig te waarderen effecten op mens en milieu verwaarloosbaar worden geacht.

Bij het vaststellen van de streefwaarden is voor een aantal stoffen uitgegaan van achtergrondgehalten die van nature aanwezig zijn of die zijn veroorzaakt door diffuse verontreiniging via de atmosfeer. Hierbij zijn voor onder andere metalen de bovengrenzen genomen van achtergrondgehalten die in natuurgebieden zijn gevonden. Voor andere stoffen zijn de streefwaarden berekend, uitgaande van een verwaarloosbaar risico voor mens en milieu.

Voor veel stoffen is de streefwaarde voor grond/sediment afhankelijk van het bodemtype. Hierbij zijn het lutumgehalte (de minerale bestanddelen met een doorsnede kleiner dan 2 µm als gewichtspercentage van het totale drooggewicht) en het organische-stofgehalte (het gloeiverlies als gewichtspercentage van het totale drooggewicht) bepalend. De differentiatie naar bodemtype heeft te maken met:

- het van nature in hogere gehalten voorkomen van metalen in lutum, vergeleken met de grovere minerale bestanddelen;
- de afname van de dichtheid van grond naarmate het organische-stofgehalte stijgt, zodat de bijdrage van diffuse achtergrondbelasting per kg drooggewicht groter wordt;
- de binding van veel bodemverontreinigende stoffen aan lutum en organische stof.

Uit het bovenstaande blijkt dat zowel de kans op aantreffen als de beschikbaarheid van stoffen afhankelijk is van beide genoemde bodemparameters.

De streefwaarden voor grondwater zijn bepaald uitgaande van de streefwaarden in grond. De streefwaarden voor grondwater zijn onafhankelijk van het bodemtype.

Bij het vaststellen van de streefwaarden is rekening gehouden met milieuhygiënische randvoorwaarden vanuit andere beleidsterreinen (zoals drinkwater- en warenwetnormen). De streefwaarden zijn bij curatieve (bodemsanerende) en preventieve (bodembeschermende) maatregelen van belang. Voor deze beide soorten maatregelen geven de streefwaarden respectievelijk het uiteindelijk te bereiken en het te handhaven kwaliteitsniveau aan.

Toelichting interventiewaarden
De interventiewaarde geeft het milieukwaliteitsniveau aan, waarboven de risico's van als nadelig te waarderen effecten op mens en milieu onaanvaardbaar worden geacht.

De interventiewaarden zijn gebaseerd op een uitgebreide RIVM-studie naar zowel humaantoxicologische als ecotoxicologische risico's van bodemverontreinigende stoffen. Het RIVM heeft humaantoxicologische C-waarden opgesteld die het gehalte in de grond aangeven waarboven sprake is van overschrijding van het Maximaal Toelaatbaar Risiconiveau (MTR) en ecotoxicologische C-waarden die het gehalte in de grond aangeven waarboven 50% van de soorten in het ecosysteem worden bedreigd. Voor de interventiewaarden is in principe de laagste van deze twee gekozen. Aangezien mogelijke effecten afhankelijk zijn van de mate van beschikbaarheid van een stof zijn ook de interventiewaarden in grond/sediment afhankelijk gesteld van het lutum- en organische-stof-gehalte. De interventiewaarden voor grondwater, die hiervan zijn afgeleid, zijn onafhankelijk van het bodemtype.

Blootstelling aan een verontreiniging kan via een groot aantal routes in verschillende mate plaatsvinden. In welke mate deze routes van belang zijn is afhankelijk van lokale factoren (bij voorbeeld het voorkomen van verhardingen) en, bij de mens, van het gedrag (bij voorbeeld consumptie van vis uit oppervlaktewater met verontreinigde waterbodem). Voor de afleiding van de algemeen geldende interventiewaarden is uitgegaan van een "standaard" gedragspatroon, waarbij alle blootstellingsroutes een rol spelen. De interventiewaarden zijn derhalve gekoppeld aan de potentiële risico's van een verontreiniging.
Na de toetsing aan de interventiewaarden kan alleen worden aangegeven of er een saneringsnoodzaak is. De urgentie van de sanering is afhankelijk van de actuele risico's die op een locatie aanwezig zijn.

Het is mogelijk dat uit de toetsing blijkt dat sprake is van een ernstig geval van bodemverontreiniging, zonder dat bij het huidige gebruik een onaanvaardbaar risico aanwezig is. Dit is het geval op het moment dat de blootstellingsroutes die tot dit potentiële risico aanleiding geven niet van toepassing zijn. Door het ontbreken van actuele risico's zal dan aan de sanering van de verontreiniging een lage urgentie worden toegekend.
Voor situaties waarin sterk wordt afgeweken van het "standaard" gedragspatroon en één blootstellingsroute een onevenredig grote rol speelt (bij voorbeeld bij consumptie van gewassen uit de eigen verontreinigde volkstuin), kan een onaanvaardbaar risico aanwezig zijn, zonder dat een interventiewaarde wordt overschreden. In deze situaties is dan ook sprake van een ernstig geval van bodemverontreiniging.

Toelichting gemiddelde van streef- en interventiewaarden
Deze waarde geeft het gemiddelde aan van het milieukwaliteitstraject, waarbij er sprake is van verhoogde, maar in het algemeen niet onaanvaardbare, risico's voor mens en milieu. Het betreft een rekenkundig gemiddelde van gehalten, dat niet rechtstreeks aan een specifiek risico-niveau kan worden gekoppeld. Overschrijding van deze waarde heeft slechts een indicatieve functie (het aangeven van de noodzaak om een nader onderzoek uit te voeren).

Bijlage 10: Globale omvang beïnvloeding (tek. nr. 44A-18995)

T20 1. × 2.

T25

T1 1. ×××× 2. ×××

T21 3. × 4. ×

T22 1. 0 2. × 3. ×× 4. ×

T23 1. × 2. ×

T24 1. 2.

T5 1. × 2. 0 3. 0 4. 0

1. 0 2. × 3. × 4. 0

5 +15.00 +15.05 · 4 +15.00 +15.10 · 3 +15.17 · 2 +15.22 · 1 +15.75 +15.55 · 6 +15.75 · 7 · 8 +16.00 +16.07 · 9 +16.07 +16.04 · 10 +16.11 +16.10

13 +26.25 +25.75 1. ×××× · 14 +26.72 +26.26 · 12 +26.34 +25.83 · 28 +26.05 +25.36 · 15 +25.98 +25.38 · 11 +23.62 +23.13 · 16 +26.13 +25.84 · 19 +22.33 +21.88 1. ×××× · 17 +22.32 +21.80 · 18 +21.62 +21.06

T4 1. 0

24 +27.16 +26.75 1. ×××× · 29 +22.37 +21.61 · 23 +26.96 +26.41 · 30 +20.32 +19.71 · 25 +27.79 +27.29 · 27 +27.05 +26.58 · 22 +26.11 +26.31 · 26 +27.52 +26.90 · 20 +26.70 +26.18 · 21 +27.06 +27.00

T8 1. 0 2. 0 3. 0 4. 0

Vuilstortplaats

VERKLARING

PEILBUIS OF BORING MET NUMMER
HOOGTE PEILBUIS
HOOGTE MAAIVELD

5 +15.07 +15.05

FILTERDIEPTE

1. CA NAP +12m
2. CA NAP +2m
3. CA NAP -8m
4. CA NAP -20m

BEOORDELING ~~BEINVLOEDING~~ DOOR CHLORIDE, WATERSTOFCARBONAAT EN CZV

O GEEN
× LICHT (1-2× DE NORM)
×× MATIG (2-5× DE NORM)
××× STERK (5-10× DE NORM)
×××× ZEER STERK (>10× DE NORM)

THEORETISCHE OMVANG BEINVLOEDING VANUIT ZUIDELIJK DEEL (zie figuur 5.4)

THEORETISCHE OMVANG BEINVLOEDING VANUIT NOORDELIJK DEEL (zie figuur 5.3)

Grontmij

project: STORTPLAATS DE LANGENBERG TE ZELHEM

opdrachtgever: REGIO ACHTERHOEK

onderdeel: BEINVLOEDING GRONDWATERKWALITEIT

wijzigingen:
code: d.d.: omschrijving: get.: acc.:
12-1-'96 diverse D.RISA

schaal: 1 : 2000 bestek:
datum: 30-10-'95 get.: G.v.V. acc.: formaat: G42
order nr.: 1252262
tekening nr.: 44A-18995
bijlage nr.: 10 in bladen bladnr.:

© Grontmij
tel.: afd./prov. kantoor:

FILE NR. 44A16866

Bijlage 11: Onderkant afval ten opzichte van GHG en GLG

Tabel 1: Onderkant afval ten opzichte van GHG en GLG (hoogten in NAP +m)

Boring	GHG	GLG	Onderkant afval	Ligging t.o.v. grondwater
11	14,35	13,27	14,50	boven
12	14,33	13,25	12,90	onder
13	14,31	13,23	14,80	boven
14	14,26	13,17	14,00	tussen
15	14,27	13,19	14,80	boven
16	14,31	13,23	15,30	boven
17	14,31	13,23	11,30	onder
18	14,31	13,22	12,20	onder
19	14,35	13,27	14,20	tussen
20	14,21	13,13	11,40	onder
21	14,29	13,21	12,00	onder
22	14,34	13,26	14,20	tussen
23	14,27	13,18	13,20	tussen
24	14,18	13,10	14,20	boven
25	14,20	13,12	14,10	tussen
26	14,26	13,18	14,30	boven
27	14,28	13,20	18,40	boven
28	14,22	13,14	15,10	boven
29	14,26	13,18	15,10	boven
30	14,33	13,24	14,20	tussen

Ligging onderkant afval:
onder : onder de GLG
tussen : tussen GLG en GHG
boven : boven de GHG

Bijlage 12: Algemeen toetsingskader risico's

Inleiding

Bij het beoordelen van de risico's van bodemverontreiniging kan onderscheid worden gemaakt tussen actuele en potentiële risico's. Bij het beschouwen van potentiële risico's worden alle mogelijke gebruikswijzen van een locatie meegenomen en worden alle mogelijke blootstellingsroutes meegewogen. Potentiële risico's kunnen daarom direct worden gekoppeld aan gehalten aan verontreinigde stoffen. Bij het beschouwen van actuele risico's wordt wel rekening gehouden met het actuele gebruik van de locatie. Alleen de blootstellingsroutes die van toepassing zijn worden bij de beoordeling meegenomen.

De streef- en interventiewaarden zijn gekoppeld aan potentiële risiconiveaus. De streefwaarden geven een concentratieniveau aan voor verontreiniging in grond- en grondwater waarbij de risico's voor de mens en voor het ecosysteem verwaarloosbaar zijn. De interventiewaarden geven een concentratieniveau aan waarboven ernstige vermindering optreedt van de functionele eigenschappen van de bodem voor mens en ecosysteem. De interventiewaarden vertegenwoordigen het maximaal aanvaardbare niveau van potentiële risico's.

Risico-onderbouwing interventiewaarden

De interventiewaarden zijn gebaseerd op de door het RIVM opgestelde humaan-toxicologische en ecotoxicologische C-waarden (thans genoemd HC50-waarden). Voor de vaststelling van de interventiewaarden is per stof in principe de laagste van de twee gekozen. Dit betekent dat de interventiewaarde bij sommige parameters vooral een indicatie geeft voor risico's voor het ecosysteem en bij andere parameters vooral een indicatie geeft voor risico's voor de mens.

Een gehalte in de bodem dat overeenkomt met de humaan-toxicologische C-waarde van een stof leidt, door blootstelling als gevolg van de bodemverontreiniging, tot opname van die stof tot het niveau van het Maximaal Toelaatbaar Risico voor de mens (MTR-humaan). Hierbij is uitgegaan van een standaardgedragspatroon en een standaardlocatiegebruik voor "wonen met tuin". Er is geen rekening mee gehouden dat mensen ook op andere manieren kunnen worden blootgesteld aan de betreffende stof (achtergrondbelasting door bij voorbeeld voeding of arbeidsomstandigheden). De MTR-humaan is bij de berekening uitsluitend opgevuld door blootstelling als gevolg van de bodemverontreiniging. Overschrijding van het MTR-humaan vindt plaats bij overschrijding van één van de volgende grootheden:

- de Toxicologisch Toelaatbare Dagelijkse Inname (TDI, in μg/kg lichaamsgewicht per dag);
- de Toxicologisch Toelaatbare Concentratie in Lucht (TCL, in $\mu g/m^3$ lucht), voor vluchtige verbindingen;
- het criterium van één extra kankergeval per 10.000 levenslang blootgestelde individuen (voor genotoxische stoffen zonder drempelwaarde).

Om een gehalte aan de bodem te kunnen koppelen aan de mate van blootstelling voor de mens is door het RIVM het model CSOIL ontwikkeld (RIVM-rapport 725201006, Blootstelling van de mens aan bodemverontreiniging. Een kwalitatieve en kwantitatieve analyse, leidend tot voorstellen voor humaan-toxicologische C-toetsingswaarden (beperkt herziene versie), R. van den Berg, april 1991/januari 1994).

Vanwege de achtergrondbelasting leidt een gehalte in de bodem overeenkomend met de humaan-toxicologische C-waarde feitelijk tot een overschrijding van het MTR-humaan.

Een gehalte in de bodem dat overeenkomt met de ecotoxicologische C-waarde van een stof, leidt bij 50% van de soorten organismen in een ecosysteem tot een effect (bij voorbeeld vermindering groei of reproduktie). Voor de helft van de organismen wordt dus de NOAEL (No Observed Adverse Effect Level) overschreden. Het betreffende gehalte in de bodem wordt thans aangeduid met de HC50 (Hazardous Concentration 50%). De HC50 is op dezelfde manier als de interventiewaarde afhankelijk van het lutum- en organische-stofgehalte in de bodem.

De waarden voor de MTR-humaan (in µg/kg lichaamsgewicht per dag) en voor de HC50 voor een standaardbodem (in mg/kg d.s.) zijn opgenomen in de Circulaire Inwerkingtreding Saneringsregeling Wet Bodembescherming, Tweede Fase, december 1994, Ministerie van VROM.

Toetsingskader risico's

Uit het bovenstaande blijkt dat de opvulling van het MTR-humaan kan worden gebruikt als maatstaf voor het risiconiveau voor de mens. Hierbij kan eventueel rekening worden gehouden met de achtergrondbelasting.

De opvulling van het MTR-humaan als gevolg van bodemverontreiniging hangt af van het bodemgebruik, omdat het bodemgebruik de mate van blootstelling aan verontreinigende stoffen bepaalt. In het kader van een RIVM-project in opdracht van de VNG is bepaald hoe belangrijk de verschillende blootstellingsroutes zijn bij verschillende wijzen van bodemgebruik. (RIVM-rapport 715810001, Beoordelingssystematiek bodemkwaliteit ten behoeve van bouwvergunningsaanvragen. Deel I. Bodemgebruiksspecifieke beoordelingsmethodiek voor de humane blootstelling, G.J.M. Bockting, F.A. Swartjes, J.G.M. Koolenbrander en R. van den Berg, juni 1994). De ontwikkelde standaardwaarden bij diverse vormen van bodemgebruik zijn ook gebruikt voor de bepaling van de saneringsurgentie voor gevallen van ernstige bodemverontreiniging zoals toegelicht in "Urgentie van bodemsanering. De Handleiding", ir. J.G.M. Koolenbrander, ministerie van VROM, Sdu-uitgeverij, 1995. Hieruit blijkt dat deze aanpak wordt gebruikt in het landelijke bodemsaneringsbeleid.

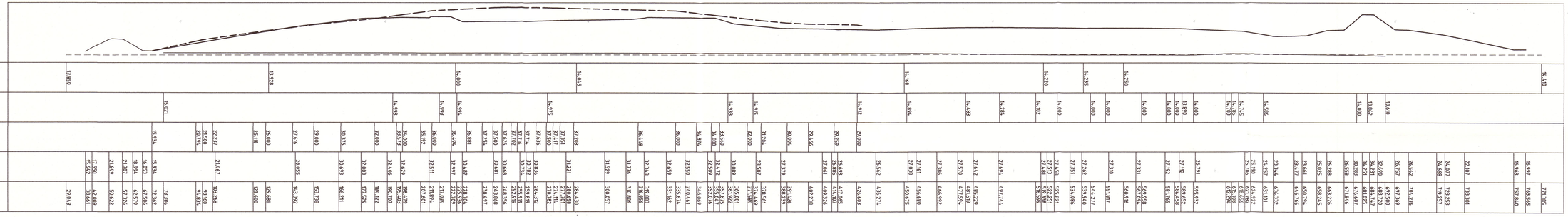
Als maatstaf voor de risico's voor het ecosysteem kan de HC50 worden gebruikt. In de Circulaire Inwerkingtreding Saneringsregeling Wet Bodembescherming, Tweede Fase (Ministerie van VROM, december 1994) is aangegeven dat de beoordeling van de risico's voor het ecosysteem afhangt van het bodemgebruik. Het bodemgebruik geeft een indicatie voor het belang van het ecosysteem en het aantal hierin voorkomende soorten organismen. Het beoordelingssysteem uit de Circulaire, waarbij de oppervlakte van het verontreinigde gebied van belang is, kan worden meegenomen bij de beoordeling van de risico's voor het ecosysteem.

Indien wordt teruggesaneerd tot een concentratie-niveau beneden de interventiewaarde, is er (bij standaard bodemgebruik, of bij bodemgebruik dat minder gevoelig is dan standaard bodemgebruik) geen sprake van "actuele of potentiële humane risico's" of "actuele of potentiële ecologische risico's" zoals gedefinieerd in de genoemde Circulaire. Dit betekent echter niet dat er bij gehalten beneden de interventiewaarden helemaal geen sprake is van risico's; de risico's liggen in het algemeen wel beneden een bepaald maximaal aanvaardbaar niveau (een uitzondering hierop kan voorkomen bij erg gevoelig bodemgebruik, bij voorbeeld bij gebruik als moestuin).

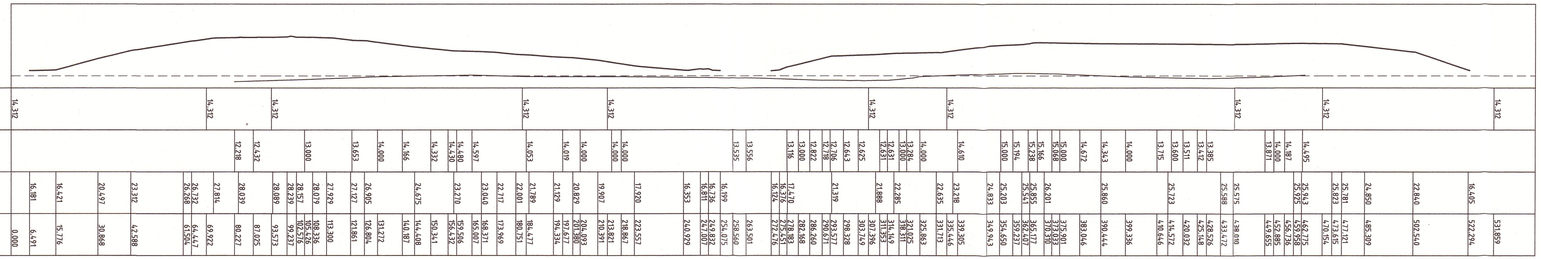
Bijlage 13: Onderzijde afval (tek. nr. 44A-18996)

Bijlage 14: Doorsnede afvallichaam (tek. nr. 44A-19179)

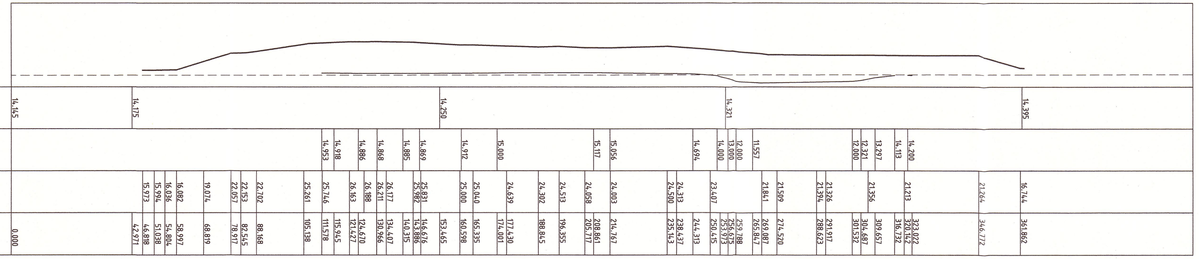
DOORSNEDE A-A



DOORSNEDE B-B



DOORSNEDEC-C



VOOR PLAATS DOORSNEDE ZIE TEK.NR. 44A-18996

Grontmij

Grontmij Oost bv
Vestiging Gelderland
Velperweg 26
Postbus 485
6800 AL Arnhem
Telefoon (026) 355 88 88
Telefax (026) 445 92 81

Project: STORTPLAATS DE LANGENBERG TE ZELHEM

Opdrachtgever: REGIO ACHTERHOEK

Onderdeel: DOORSNEDE A-A, B-B EN C-C

Rev.	Wijziging	Dat.	Get.	Acc.	Projectnummer	Tekeningnummer	Bladnummer
					125226	44A-19179	14
					Besteknummer	Formaat	Schaal
						900x400	1:1000
					Get. Gez. Acc.	Datum	Filenaam
					E.B.	16-01-1996	

© Grontmij Groep Alle rechten voorbehouden

Plotdatum :

Bijlage 15 Conclusies monitoring

4 SAMENVATTING, CONCLUSIES EN AANBEVELINGEN

In opdracht van Regio Achterhoek heeft Tauw Milieu bv in oktober 1994 de volgende bemonsteringen en analyses uitgevoerd:
- op 10, 11 en 12 oktober zijn alle meetpunten bemonsterd en gepeild. In totaal 37 monsters;
- de grondwatermonsters zijn geanalyseerd op TOC, CZV, chloride, HCO_3^-. De monsters van peilbuis 8 zijn ook geanalyseerd op arseen, cadmium, chroom, koper, kwik, nikkel, lood, antimoon, vanadium, zink, EOX en PAK. De monsters uit de controledrains zijn aanvullend geanalyseerd op antimoon, vanadium en kwik.

De resultaten kunnen als volgt omschreven worden:
- de stroomrichting van het grondwater is niet veranderd en heeft een westelijke richting;
- vergeleken met de achtergrondwaarde voor chloride gemeten in peilbuis 8, zijn de gehalten verhoogd bij de volgende meetpunten: 1, 3, 25B, M30, 20B, 21B, 23B, 22B, 22C, 22D, D1, D2 en D3. Deze verhoging van gehalten is het gevolg van beïnvloeding van de grondwaterkwaliteit door het oude stortdeel zonder onderafdichting;
- de gehalten aan HCO_3^- zijn verhoogd ten opzichte van de achtergrondwaarde in de meetpunten: 1, 3, 25B, M30 en 22C;
- de CZV en TOC zijn duidelijk verhoogd in de meetpunten 1, 3, 25 en M30;
- duidelijk verhoogd is het geleidingsvermogen (EC) in de meetpunten 1, 3, 25B, M30 en 22C. Ook in peilbuis 5A is een verhoogde EC-waarde gemeten. Beïnvloeding door de stort is in 5A niet waarschijnlijk;
- de uitgebreide analyse van de monsters uit peilbuis 8 hebben de volgende achtergrondwaarden opgeleverd:

chroom	- net boven de streefwaarde (1 µg/l);
antimoon	- < 0,5 tot 3 µg/l;
vanadium	- < 4 µg/l;
PAK	- fluorantheen 0,02 µg/l;
overige stoffen	- lager dan streefwaarde;

- de verhoging van kwik- en vanadiumgehalten in de controledrains is niet meer aangetroffen. In april 1994 waren lichte verhogingen geconstateerd;
- het antimoongehalte in de controledrains D2, D3 en D4 bedraagt 5 tot 8 µg/l. Dit ligt boven het achtergrondgehalte en boven de gehalten die in 1992 en 1993 zijn aangetroffen. De verhoging is echter niet zo groot dat duidelijk sprake is van een verontreiniging. Ook de andere parameters duiden niet op een verontreiniging die ontstaan zou kunnen zijn door een lekkage van de onderafdichting.

Er zijn geen aanwijzigingen die op lekkage van de onderafdichting wijzen. De peilbuizen en het hydrologisch scherm waarin de kwaliteit van door het oude stortdeel beïnvloed grondwater wordt gemeten, vertonen een stabiel verhoogd verloop van gehalten.

Aanbevolen wordt het geplande analysepakket te handhaven voor de bemonstering van april 1995 en extra aandacht te besteden aan peilbuis 5A door deze ook in april 1995 te bemonsteren.

5 CONCLUSIES EN AANBEVELINGEN

5.1 Conclusies

In oktober en november 1996 zijn de peilbuizen, controledrains en het hydrologische scherm bemonsterd. In totaal zijn 48 monsters genomen. In juli 1996 zijn drie nieuwe peilbuizen aan de westzijde van de stortplaats met in totaal 12 filters voor het eerst bemonsterd.

De grondwaterstand daalt sinds januari 1994. Het verschil tussen de hoogste grondwaterstand in januari 1994 en de laagste grondwaterstand in oktober 1996 bedraagt meer dan 2,5 m. De grondwaterstroming is van oost naar west.

De grondwatermonsters zijn geanalyseerd op CZV, chloride, bicarbonaat, zware metalen, EOCl, PAK, aromaten, minerale olie en chloorhoudende oplosmiddelen. De pH en de EC zijn in het veld bepaald.

De analyseresultaten kunnen als volgt worden samengevat.

Macroparameters:
Voor het **ondiepe** grondwater op ca. 5 m -mv zijn de concentraties/waarden vooral duidelijke verhoogd in de peilbuizen 1 en 3, die zich aan de rand van het oude stortdeel bevinden. Tot in april 1996 werden dezelfde waarden in het hydrologisch scherm aangetroffen, maar in oktober 1996 is een daling opgetreden van de waarden voor EC, chloride en bicarbonaat. Aan de westrand van het nieuwe stortdeel was steeds sprake van een daling van de waarden. In oktober 1996 is een lichte verhoging opgetreden in de peilbuizen 21 en 24. In de peilbuizen 41 en 42 zijn sommige macroparameters verhoogd ten opzichte van de achtergrondwaarde. Waarschijnlijk heeft dit een andere oorzaak dan de invloed van de stortplaats.

In het **middeldiepe** grondwater (ca. 8 tot 24 m -mv) is de constante lichte beïnvloeding door de stortplaats in vrijwel alle peilbuizen ten westen van de stortplaats te constateren. Een sterkere beïnvloeding wordt gevonden in de peilbuizen 1, 3, 25B en 22BC.

Ook het **diepe** grondwater (ca. 40 m -mv) is licht beïnvloed, gezien de waarden gemeten in 22, 40, 41 en 42.

In de controledrains zijn sommige macroparameters licht verhoogd. Deze verhogingen zijn sinds de eerste meting in 1992 geconstateerd. Aangenomen wordt dat het oude stortdeel deze verhogingen veroorzaakt heeft.

Zware metalen:
Aan de rand van het oude stortdeel wordt in peilbuis 1A arseen boven de interventiewaarde aangetroffen. In peilbuis 25B wordt de toetsingswaarde overschreden. Verder wordt nikkel boven de streefwaarde aangetroffen. Chroom is in peilbuis 3A boven de toetsingswaarde aangetroffen.

Aan de westrand van het nieuwe stortdeel is zink in de peilbuizen 22A, 23A en 24A boven de toetsingswaarde en de streefwaarde aangetroffen. Het betreft ondiep grondwater waardoor er geen duidelijk verband is met de stortplaats.

Kwik is aangetroffen boven de streefwaarde in verschillende peilbuizen ten westen van de stortplaats en op verschillende diepten. Voorgesteld wordt om pas bij de volgende bemonstering conclusies aan deze resultaten te verbinden.

Chroom is boven de toetsingswaarde aangetroffen in controledrain D7 en boven de interventiewaarde in peilbuis 41A. Een verband met de stortplaats is niet duidelijk aanwezig. Aanbevolen wordt deze verontreiniging nader te onderzoeken door middel van herbemonstering.

Antimoon is boven de achtergrondwaarde aangetroffen in peilbuis 42A. Vanadium is verhoogd aangetroffen in de meetpunten 3A, M30, D3 en D4. Aangezien bij de vorige bemonstering ook verhoging is geconstateerd in de referentiepeilbuis, houdt deze verontreiniging waarschijnlijk geen verband met de stortplaats.

Overige stoffen:
Bij drie meetpunten (1A, D2 en D6) wordt de detectiegrens voor EOX net overschreden. In controledrain D5 is een gehalte van 12 µg/l aangetroffen.

PAK zijn alleen in M30 aangetroffen. Voor meerdere componenten wordt de interventiewaarde overschreden.

Aromaten worden in de meeste peilbuizen boven de detectiegrens/streefwaarde aangetroffen en kunnen beschouwd worden als achtergrondwaarden. In M30 is het hoogste gehalte aangetroffen (tolueen, 19 µg/l).

Minerale olie is in geen enkel meetpunt boven de detectiegrens aangetroffen.

In door de stort beïnvloede peilbuizen zijn chloorhoudende oplosmiddelen nét boven de detectiegrens/streefwaarde aangetroffen.

5.2 Aanbevelingen

Aanbevolen wordt:
- de bovenkant van de peilbuizen 25, 40 t/m 42 ten opzichte van NAP te waterpassen, dan kan grondwaterstand t.o.v. NAP bepaald worden;
- peilbuis 20A schoon te spuiten waardoor bemonstering weer mogelijk wordt;
- herbemonstering van peilbuis 41A in verband met de interventiewaarde-overschrijding voor chroom;
- bij de bemonstering van april 1997 het monster van D5 ook analyseren op de individuele componenten van EOX;
- minerale olie is bij de drie uitgevoerde periodieke bemonsteringen niet aangetroffen boven de detectiegrens. Aanbevolen wordt om in het vervolg alleen monsters direct bij de mogelijke bron, dus uit de drains M30 en D1 t/m D7, op minerale olie te analyseren.

5 CONCLUSIES

In november 1997 zijn de peilbuizen, controledrains en het hydrologische scherm bemonsterd. In totaal zijn 48 meetpunten bemonsterd (en putwater bij de boerderij Eenink).

De grondwaterstand is ongeveer 0,7 m gedaald sinds mei 1997. Van januari 1994 tot oktober 1996 is de grondwaterstand steeds gedaald. Het verschil tussen de hoogste grondwaterstand in januari 1994 en de laagste grondwaterstand in oktober 1996 bedroeg meer dan 2,5 m. De grondwaterstroming ter plaatse van de stortplaats is van oost naar west. In mei en november 1997 is de invloed van het hydrologisch scherm te zien aan de verlaagde grondwaterstand in peilbuis 3.

De grondwatermonsters zijn geanalyseerd op CZV, chloride, bicarbonaat, ammoniumstikstof, zware metalen, EOCl, PAK, aromaten en chloorhoudende oplosmiddelen. De controledrains en het hydrologisch scherm zijn ook geanalyseerd op minerale olie. De pH en de EC zijn in het veld bepaald.

De analyseresultaten kunnen als volgt worden samengevat.

Macroparameters:
Voor het **ondiepe** grondwater van 4 tot 8 m -mv zijn de concentraties/waarden vooral duidelijk verhoogd in de peilbuizen 1, 3 en 42. In het hydrologisch scherm waren in eerdere jaren de meeste concentraties/waarden ook duidelijk verhoogd, maar in november 1997 is er nauwelijks verontreiniging gemeten. In de referentiepeilbuis 8 vertoont de EC een daling en het Cl-gehalte een lichte stijging.

In het **middeldiepe** grondwater (ca. 8 tot 24 m -mv) is de constante lichte beïnvloeding door de stortplaats in vrijwel alle peilbuizen ten westen van de stortplaats te constateren. Hierin is geen verandering opgetreden.

Ook het **diepe** grondwater (ca. 40 m -mv) is licht beïnvloed, gezien de waarden gemeten in 22, 40, 41 en 42.

In de controledrains is bijna geen verhoging van de macroparameters geconstateerd, in tegenstelling tot eerdere jaren. Dit houdt in dat de beïnvloeding door de oude stortplaats afneemt.

Zware metalen:
Het gehalte aan **arseen** overschrijdt in peilbuis 25B de toetsingswaarde. In peilbuis 1A wordt de streefwaarde overschreden, terwijl in mei 1997 nog een gehalte werd aangetroffen boven de toetsingswaarde. In peilbuis 1B wordt de streefwaarde overschreden. Verhoogde waarden aan **chroom** zijn aangetroffen in peilbuis 41A en C, waarbij in 41C de toetsingswaarde overschreden wordt en in 41A de streefwaarde. In controledrain 3 is een verhoogd gehalte aan **antimoon** aangetroffen. Hiervan was eerder nog geen sprake.

Aan de westrand van het nieuwe stortdeel is **cadmium** boven de streefwaarde aangetroffen in de peilbuizen 20A en 22A.

Er zijn geen verhoogde gehalten aangetroffen voor **nikkel, koper, lood en kwik.**

De gehalten aan **vanadium** vertonen een vreemde variatie.

Zink is boven de streefwaarde aangetroffen in de peilbuizen 20A, 21A, 22A, 23AC, M30 en 41A. Hierbij vallen M30 en 41A op, omdat daar niet eerder dergelijke hoge gehalten zijn aangetroffen.

Overige stoffen:

In peilbuis 21AB zijn verhoogde **EOCL**-gehalten gemeten.

PAK zijn in mei 1997 in de peilbuizen 4, 5A en 5B voor meerdere componenten boven de streefwaarde aangetroffen. In november 1997 is in deze peilbuizen niets (of weinig) meer aangetroffen. Wel zijn in de peilbuizen 25A en B chryseen aangetroffen boven de toetsingswaarde en meerdere componenten boven de streefwaarde. In de controledrains zijn meerdere componenten boven de streefwaarde aangetroffen.

Aromaten zijn eerdere jaren in de meeste peilbuizen boven de detectiegrens/streefwaarde aangetroffen. In november 1997 is slechts voor de peilbuizen 1AB, 5B en 20A een overschrijding van de streefwaarde aangetroffen. In peilbuis 1AB bestaat deze overschrijding uit benzeen, in de andere twee peilbuizen uit tolueen.

In enkele door de stort beïnvloedde peilbuizen zijn **chloorhoudende oplosmiddelen** net boven de detectiegrens/streefwaarde aangetroffen met cis (1,2-dichlooretheen) als meest voorkomende stof.

Zowel in het water van de buitenkraan als in de regeninstallatie van boerderij Eenink is een licht verhoogd chloride-gehalte aangetroffen. De EC is niet verhoogd. Tevens is de S-waarde overschreden voor chroom in het water van de buitenkraan. Een direct verband met de stortplaats is niet te leggen, omdat deze stof ook bovenstrooms verhoogd is aangetroffen.

Saneringsonderzoek stortplaats De Langenberg te Zelhem

geactualiseerde versie

Opdrachtgever: Regio Achterhoek

Grontmij Advies & Techniek bv, adviesgroep Bodem
Houten, 14 augustus 1998

Grontmij

Inhoudsopgave

1 Inleiding 4
1.1 Algemeen 4
1.2 Aanleiding 4
1.3 Doelstelling 4
1.4 Opzet rapportage 4

2 Uitgangspunten en randvoorwaarden 5
2.1 Relevante literatuur 5
2.2 Doelstelling 5
2.3 Locatiespecifieke omstandigheden 6
2.3.1 Algemeen 6
2.3.2 Beoordeling locatiespecifieke omstandigheden (LSO-toets) 7
2.4 Saneringsvarianten 8
2.5 Uitgangspunten en randvoorwaarden 8

3 Inventarisatie en beoordeling beschikbare saneringstechnieken 9
3.1 Inleiding 9
3.2 Beschikbare verwijderingstechnieken 9
3.2.1 Verwijdering brongebied 9
3.2.2 Verwijdering grondwaterverontreiniging verspreidingsgebied 9
3.3 Beschikbare isolatietechnieken 10
3.3.1 Algemeen 10
3.3.2 Geohydrologische isolatietechnieken 10
3.3.3 Civieltechnische isolatietechnieken 11
3.3.4 Fysisch-chemische isolatietechnieken 12
3.3.5 Immobilisatietechnieken 12
3.4 Beoordeling saneringstechnieken 13

4 Samenstelling saneringsvarianten 15
4.1 Inleiding 15
4.2 Samenstelling saneringssystemen 15
4.3 Samenstelling saneringsvarianten 16

5 Uitwerking saneringsvarianten 19
5.1 Inleiding 19
5.2 Variant 1 19
5.3 Variant 2a 20
5.4 Variant 2b 20
5.5 Variant 2c 21
5.6 Variant 3a 22
5.7 Variant 4a 23
5.8 Variant 4b 23
5.9 Variant 4c 24
5.10 Variant 5 24
5.11 Verwerking waterstromen 27
5.12 Bovenafdichting 31
5.13 Nazorg 32

Inhoudsopgave (vervolg)

6	Beoordeling saneringsvarianten		34
	6.1	Algemeen	34
	6.2	Beoordelingsaspecten	34
	6.3	Beoordeling saneringsvarianten	35
	6.3.1	Inleiding	35
	6.3.2	Beoordeling per variant	37
	6.3.3	Samenvatting	40
	6.3.4	Toetsing aan het grondwaterbeleid	41
	6.4	Rendementsafweging	42
	6.4.1	Inleiding	42
	6.4.2	Rendementsvergelijking	42
	6.4.3	Conclusies	44
	6.5	Voorkeursvariant	45

Verantwoording

Bijlagen:

1	Ligging locatie
2	Situatie monitoringpeilbuizen en boringen
3.1	Dwarsprofiel A-A' (tek. nr. 1252262/610-96)
3.2	Dwarsprofiel B-B'(tek. nr. 1252262/560-96)
4	Saneringsvarianten (tek. nr. 1252262.3/233-96)
5.1	Maatregelen brongebied
5.2	Maatregelen verspreidingsgebied
6	Afweging verticale afscherming
7	Kostenramingen
8	Modelberekeningen
9	Resultaten boringen 40, 41, 42 en beheersdrain
10	Boorprofielen boringen 40, 41 en 42 (tek. nr. O44-1019-96)
11	Analyseresultaten beheersdrain
12	Analyseresultaten peilbuizen 40, 41 en 42

1 Inleiding

1.1 Algemeen

De Regio Achterhoek te Doetinchem heeft Grontmij opdracht verleend voor het uitvoeren van een saneringsonderzoek met betrekking tot de regionale stortplaats "De Langenberg", gelegen in de gemeente Zelhem. Voor de ligging van de locatie wordt verwezen naar bijlage 1.

1.2 Aanleiding

De aanleiding voor het uitvoeren van een saneringsonderzoek wordt gevormd door de resultaten van het nader onderzoek. In dit door Grontmij recent uitgevoerde onderzoek naar de verontreinigingssituatie en de hoogteligging van het afval, is onder andere het volgende geconcludeerd:

- het afval bevindt zich deels boven de GHG, deels beneden de GLG en deels ertussen;
- onder de oude stort is het grondwater sterk verontreinigd met minerale olie. Bovendien is tot op 350 m stroomafwaarts van het oude stort nog een beïnvloeding vanuit het stort aangetoond (verhoging macroparameters);
- op grond van de Wet bodembescherming is sprake van "een geval van ernstige bodemverontreiniging" en op basis van het verspreidingsrisico zelfs sprake van een urgent geval.

In het nader onderzoek is op basis van het bovenstaande aanbevolen een saneringsonderzoek te laten uitvoeren.

1.3 Doelstelling

Doelstelling van het saneringsonderzoek is het op een zodanige wijze samenstellen en uitwerken van een aantal saneringsvarianten op milieuhygiënische, (uitvoerings)technische, financiële en maatschappelijke aspecten, dat op basis hiervan een afgewogen en beargumenteerde keuze voor één variant kan worden gemaakt. Deze voorkeursvariant kan vervolgens in een saneringsplan worden uitgewerkt, waarna op basis hiervan een bestek kan worden opgesteld.

1.4 Opzet rapportage

Het saneringsrapport is als volgt opgebouwd:

- in hoofdstuk 2 worden de uitgangspunten en de randvoorwaarden voor de sanering beschreven;
- in hoofdstuk 3 worden de beschikbare saneringstechnieken geïnventariseerd en beoordeeld;
- in hoofdstuk 4 worden de uit te werken saneringsvarianten ontwikkeld;
- in hoofdstuk 5 worden de saneringsvarianten nader uitgewerkt;
- in hoofdstuk 6 vindt een beoordeling van de saneringsvarianten plaats.

2 Uitgangspunten en randvoorwaarden

2.1 Relevante literatuur

Het saneringsonderzoek wordt uitgevoerd conform de gebruikelijke eisen die worden gesteld aan een saneringsonderzoek uitgevoerd in het kader van de Wbb. Deze eisen zijn verwoordt in de volgende literatuur:

- Richtlijnen in de Circulaire tweede fase van inwerkingtreding saneringsregeling Wet bodembescherming (december 1994);
- de door de provincie Gelderland opgestelde eisen aan saneringsonderzoeken;
- Beslismodel systeemkeuze bodemsanering (IPO, december 1993);
- Kiezen voor een IBC-sanering is kiezen voor nazorg (IPO, augustus 1992);
- Verdroging in Gelderland - Grondwaterbeleid bij milieukundige activiteiten;
- Ontwerp-/Grondwaterverordening Gelderland 1997 (d.d. 9 april 1996);
- Toetsing aan, gezien de te verwachten saneringskosten, de circulaire d.d. 22 december 1988 inzake de "rijksbetrokkenheid bij omvangrijke gevallen van bodemverontreiniging" die is opgenomen in de Leidraad bodembescherming.

2.2 Doelstelling

Als algemeen uitgangspunt van het bodembeschermingsbeleid geldt het duurzaam handhaven of herstellen van een goede bodemkwaliteit.
Voor de bodemsanering geldt als algemene doelstelling "het herstellen van de functionele eigenschappen van de bodem voor mens, plant en dier" (Circulaire tweede fase inwerkingtreding saneringsregeling Wet bodembescherming, december 1994).
Als het bereiken van deze doelstelling op grond van locatiespecifieke omstandigheden (LSO) niet mogelijk is, wordt gekozen voor het isoleren, beheersen en controleren van de verontreiniging als eindoplossing. Bij deze oplossing worden de functionele eigenschappen van de bodem weliswaar niet hersteld, maar worden de gevolgen van de verontreiniging tegengegaan. Onder voorwaarden is het mogelijk het doel gefaseerd in de tijd te bereiken dan wel een deelsanering uit te voeren.

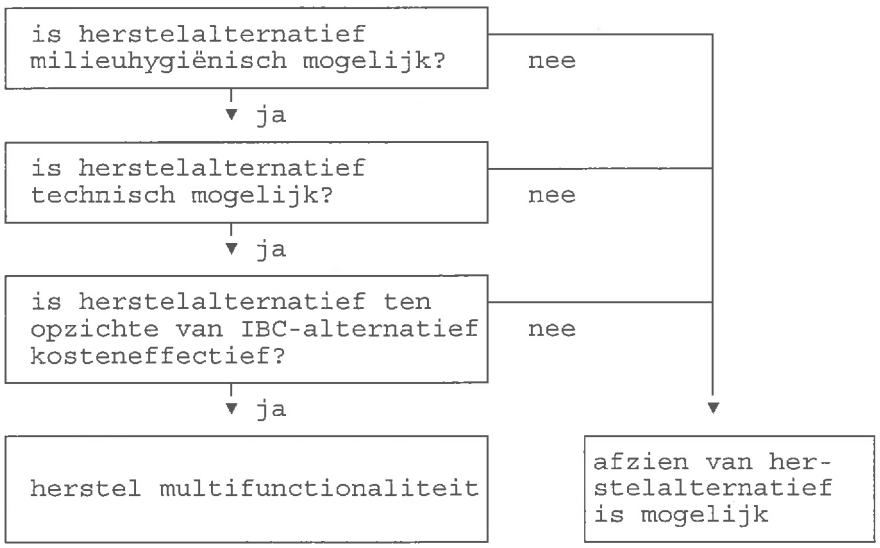
Doel van het saneringsonderzoek is te komen tot een pakket van saneringsmaatregelen, waardoor de aanwezige risico's voor de volksgezondheid en het milieu worden geminimaliseerd. Conform de Circulaire tweede fase van inwerkingtreding saneringsregeling Wet bodembescherming, dient in eerste instantie te worden uitgegaan van een beschouwing van maatregelen gericht op een herstel van de multifunctionaliteit (herstelalternatief). Het pakket van maatregelen dient daarbij zodanig te zijn samengesteld, dat van een sobere en doelmatige sanering kan worden gesproken. Als het bereiken van herstel van de multifunctionaliteit als gevolg van locatiespecifieke omstandigheden niet mogelijk is, wordt gekozen voor isoleren, beheersen en controleren (in het vervolg aangeduid met IBC; IBC-alternatief). Dit is het geval indien milieuhygiënische, technische of financiële locatiespecifieke omstandigheden van toepassing zijn.
In hoeverre voor de onderhavige stortplaats locatiespecifieke omstandigheden van toepassing zijn, wordt in paragraaf 2.3 nader toegelicht.

Afhankelijk van de resultaten van de LSO-toets worden vervolgens varianten uitgewerkt gericht op herstel van de multifunctionaliteit of varianten uitgaande van een volledige of gedeeltelijke IBC-situatie. Deze varianten worden uitgewerkt en vervolgens beoordeeld op milieuhygiënische, (uitvoerings)technische, financiele en maatschappelijke aspecten. Op basis hiervan kan de voorkeursvariant worden bepaald. Deze voorkeursvariant zal in een later stadium in een saneringsplan zodanig worden gedetailleerd, dat op basis hiervan een vergunning kan worden aangevraagd en een bestek kan worden opgesteld.

2.3 Locatiespecifieke omstandigheden

2.3.1 Algemeen

De locatiespecifieke omstandigheden spelen een cruciale rol bij het bepalen van de eindkwaliteit van de bodem. In de besluitvorming gaat het gebruik van de milieuhygiënische en technische locatiespecifieke omstandigheden vooraf aan dat van de financiële locatiespecifieke omstandigheden. Schematisch is deze werkwijze in de onderstaande figuur weergegeven.



Figuur 2.1: Gebruik locatiespecifieke omstandigheden in besluitvorming (fase 1 saneringsonderzoek)

In bijlage 9 van de Circulaire tweede fase inwerkingtreding saneringsregeling Wbb wordt een nadere toelichting gegeven op het gebruik van locatiespecifieke omstandigheden. Deze bijlage is gebaseerd op de LSO-notitie van augustus 1992.

Onder *milieuhygiënische locatiespecifieke omstandigheden* worden omstandigheden verstaan, waarin ontgraving extreme gevaren voor de omgeving oplevert of slechts het verplaatsen van een stortplaats van een oude locatie naar een nieuwe betekent. Onder een stortplaats wordt een inrichting verstaan waarvoor een vergunning op grond van de Afvalstoffenwet of de Wet milieubeheer, voorheen de Hinderwet, van kracht is (geweest). Wat betreft (voormalige) legale stortplaatsen wordt ervan uitgegaan, dat een dergelijke inrichting in beginsel niet meer wordt verplaatst. Immers, het inrichten van een stortplaats heeft tot doel (gehad) afvalstoffen definitief te verwijderen door het storten ervan. Bij de besluitvorming rond de situering van de legale stortplaats zijn ruimtelijke en milieuhygiënische gebruiksbeperkingen meegewogen. Op basis hiervan wordt in beginsel van het verplaatsen van een stortplaats van een oude locatie naar een nieuwe afgezien.

Het is noodzakelijk dat de voormalige stortplaats in het kader van de bodemsanering alsnog conform de IBC-criteria wordt geïsoleerd. Het niet verplaatsen van een stortplaats laat onverlet dat er evenwel sprake kan zijn van een saneringsnoodzaak voor de verontreinigde onderliggende en omliggende bodem.

Bij *technische locatiespecifieke omstandigheden* wordt vooral gedacht aan geofysische, geohydrologische of civieltechnische belemmeringen van ontgraving. In algemene zin kan worden gesteld dat technisch vrijwel alles te realiseren is, maar dit kan zich vertalen in omvangrijke kosten.

Met *financiële locatiespecifieke omstandigheden* wordt gedoeld op extreme kostenverschillen tussen isolatie en verwijdering van de verontreiniging. Ten behoeve van het vaststellen of zich deze omstandigheden voordoen, worden de geraamde kosten tussen de meest sobere en doelmatige herstel- en IBC-alternatieven vergeleken. Voor het bepalen of zich financiële locatiespecifieke omstandigheden voordoen, is een verhoudingsfactor vastgesteld, afhankelijk van de geraamde kosten van het herstelalternatief.

2.3.2 Beoordeling locatiespecifieke omstandigheden (LSO-toets)

Stortplaats Zelhem betreft een voormalige legale stortplaats. Derhalve zijn op de onderhavige locatie milieuhygiënische locatiespecifieke omstandigheden van toepassing, waardoor het verwijderen en het elders storten van het afval, niet als een reële optie kan worden beschouwd.

Ten aanzien van de technische mogelijkheden kan worden opgemerkt dat het ontgraven van circa 1,2 miljoen m^3 afval van het niet-IBC deel tot een diepte van (maximaal) circa 3 m -mv uitvoeringstechnisch gezien niet uitzonderlijk complex is. Hierdoor zijn omvangrijke belemmeringen op grond van technische locatiespecifieke omstandigheden op de onderhavige locatie niet van toepassing.

De kosten voor het herstelalternatief zullen overwegend worden bepaald door de kosten van het transport, het storten van de afvalstoffen op een IBC-stortplaats en het weer aanvullen van de ontgraving met schoon materiaal. Op basis van gedetailleerde kostenramingen voor de voorgenomen uitbreiding en sanering van de stortplaats worden de kosten van het herstelalternatief geraamd op circa *f* 250 mln (exclusief BTW).
De kosten van het IBC-alternatief (inclusief aanleg bovenafdichting) zijn in het verleden door Grontmij globaal geraamd op *f* 25 tot *f* 35 mln (exclusief BTW). Op grond van financiële locatiespecifieke omstandigheden wordt het herstelalternatief als een niet reële optie beschouwd.

Op basis van het bovenstaande wordt geconcludeerd dat voor stortplaats de Langenberg te Zelhem milieuhygiënische en financiële locatiespecifieke omstandigheden van toepassing zijn. Derhalve mag worden afgezien van het principe van herstel van de multifunctionaliteit en mag voor de saneringsmaatregelen voor de stortplaats (het brongebied) worden uitgegaan van het IBC-principe. Als referentie zal voor het brongebied echter wel de totale verwijderingsvariant worden uitgewerkt. Hierbij zal het afval ter plaatse van het oude stort worden verwijderd, en op dezelfde locatie weer worden opgeslagen onder IBC-condities.
Het brongebied wordt gedefinieerd als de stortplaats (het afval) en de direct onderliggende verontreinigde grond. Het verspreidingsgebied wordt gedefinieerd als de bodemlaag waarin een aantoonbare beïnvloeding vanuit het brongebied heeft plaatsgevonden (grondwaterverontreiniging).

Het verspreidingsgebied grondwater is in het kader van het nader onderzoek in grote lijnen afgeperkt. Onderscheid kan worden gemaakt in het verspreidingsgebied voor de macroparameters (chloride, waterstofcarbonaat en CZV) en het verspreidingsgebied voor minerale olie.
In het verspreidingsgebied, waar sprake is van een grondwaterverontreiniging met macro-parameters en minerale olie, kunnen zowel verwijderings- als isolatiemaatregelen worden getroffen.

2.4 Saneringsvarianten

In het saneringsonderzoek zullen, op basis van het voorgaande en de in de volgende paragraaf genoemde uitgangspunten en randvoorwaarden, een aantal saneringsvarianten worden samengesteld. Bij deze varianten worden IBC-maatregelen voorgesteld voor het brongebied en verwijderings- en/of isolatiemaatregelen voor het verspreidingsgebied. Als referentie zal voor het brongebied tevens de totale verwijderingsvariant worden meegenomen, waarbij het afval op dezelfde locatie weer wordt verwerkt.

Na het uitwerken van de diverse saneringsvarianten, kunnen deze onderling worden afgewogen. De projectgroep, met vertegenwoordigers vanuit de Regio Achterhoek, Provincie, gemeente, Zuiveringschap en bewoners, kiest hieruit een voorkeursvariant, welke wordt voorgedragen aan het bestuur van de Regio Achterhoek. De Regio zal na goedkeuring de voorkeursvariant voor overleg en overeenstemming voorleggen aan de gemeente Zelhem.

Nadat de voorkeursvariant is gedetailleerd in een saneringsplan, wordt dit rapport ingediend bij de Provincie Gelderland.

2.5 Uitgangspunten en randvoorwaarden

Voor het saneringsonderzoek worden de volgende uitgangspunten gehanteerd:

- de verontreinigingssituatie, aangevuld met de resultaten uit de extra bemonstering van enkele monitoringpeilbuizen (zie nader onderzoek en bijlage 3.1 en 3.2);
- de beschrijving van de risico's van de huidige verontreinigingssituatie (zie nader onderzoek);
- de saneringsdoelstelling, zoals beschreven in paragraaf 1.3;
- de bestemming en het toekomstig terreingebruik zal extensieve recreatie worden (nog nader te detailleren);
- de reeds verplichte bovenafdichtingsconstructie, met een beschermingsniveau conform Stortbesluit, gaat onderdeel uitmaken van de uiteindelijke voorkeursvariant. Hiertoe zal tevens een herprofilering van de oude stort moeten plaatsvinden.

Als randvoorwaarden voor de toe te passen saneringstechnieken kunnen worden genoemd:

- bij de uitvoering van de maatregelen moeten hinder en overlast voor alle betrokkenen (gebruikersterrein, omwonenden) zoveel mogelijk worden beperkt;
- de te nemen saneringsmaatregelen dienen, sober en doelmatig van aard te zijn;
- de wijze van uitvoering dient in overeenstemming te zijn met het beleid van de Provincie Gelderland;
- de toe te passen technieken moeten in de onderhavige situatie, dat wil zeggen, gelet op de verontreinigingssituatie, de geohydrologische situatie en de grondmechanische situatie uitvoerbaar zijn.

De bovengenoemde uitgangspunten en randvoorwaarden zijn voorgelegd, besproken en goedgekeurd door de projectgroep.

3 Inventarisatie en beoordeling beschikbare saneringstechnieken

3.1 Inleiding

In dit hoofdstuk zullen de beschikbare saneringstechnieken worden besproken en op hun toepasbaarheid in de onderhavige situatie worden beoordeeld en geselecteerd. Op basis hiervan worden in hoofdstuk 4 de saneringsvarianten samengesteld.

Zoals in het vorige hoofdstuk is aangegeven zal voor de uitwerking van de te treffen saneringsmaatregelen onderscheid worden gemaakt tussen het brongebied, in casu de afvalberging (en onderliggende verontreinigde grond), en het verspreidingsgebied, zijnde het vanuit het stort beïnvloedde grondwater.

Voor het brongebied komen, gezien de zeer omvangrijke hoeveelheid afval die ter plaatse aanwezig is, isolatiemaatregelen in aanmerking. Toch zullen ook de te treffen saneringsmaatregelen en de consequenties van verwijdering van de in het verleden gestorte hoeveelheid afval worden beschouwd. De maatregelen ten aanzien van het brongebied richten zich op het niet-IBC-stortgedeelte.
Op de beschikbare verwijderingstechnieken wordt in paragraaf 3.2 nader ingegaan, terwijl in paragraaf 3.3 een overzicht wordt gegeven van de toepasbare isolatietechnieken in de onderhavige situatie.

Saneringsmaatregelen voor het verspreidingsgebied kunnen bestaan uit:
- het verwijderen van de grondwaterverontreiniging. Hierop wordt in paragraaf 3.2 nader ingegaan;
- het isoleren van het grondwater ter plaatse van het verspreidingsgebied. De te treffen isolatiemaatregelen kunnen eventueel worden gecombineerd met de te treffen isolatiemaatregelen voor het brongebied. In paragraaf 3.3 worden de mogelijk toepasbare isolatietechnieken besproken.

Ten aanzien van het verspreidingsgebied geldt dat een afbakening heeft plaatsgevonden. In het verspreidingsgebied is met name sprake van een verhoging van minerale olie en de macroparameters (chloride, waterstofcarbonaat en CZV). Daarnaast is in mindere mate een verontreiniging met zware metalen en vluchtige aromaten aangetroffen.

3.2 Beschikbare verwijderingstechnieken

3.2.1 Verwijdering brongebied

Het verwijderen van de verontreinigingen ter plaatse van het brongebied kan alleen worden gerealiseerd door het *ontgraven* van het in het verleden gestorte afval. In-situ reinigingstechnieken komen niet in aanmerking. Het is gewenst om de ontgraving van het in het verleden gestorte afval in den droge uit te voeren. De diepteligging van het afval vormt geen belemmering voor het ontgraven van het afval. Het ontgraven van circa 1,2 miljoen m^3 afval en het weer op dezelfde plaats terugbrengen van het afval (onder IBC-condities), zal echter de nodige logistieke problemen met zich meebrengen.

3.2.2 Verwijdering grondwaterverontreiniging verspreidingsgebied

Een veel toegepaste techniek is het *doorspoelen* van de verontreinigde bodem door middel van onttrekking van grondwater, waarbij schoon grondwater vanuit de omgeving wordt aangetrokken. Derhalve is een goede doorlatendheid van de bodem een voorwaarde voor deze toepassing.

Indien de toestroming van grondwater vanuit de omgeving beperkt is of indien de onttrekking tot ongewenste effecten leidt, kan worden overwogen grondwater in de bodem te *herinfiltreren* (e.e.a. mede afhankelijk van het provinciale beleid). Door herinfiltratie van grondwater kan het onttrekkingsdebiet worden verhoogd en kan de duur van de grondwatersanering afnemen.

Door aan het te herinfiltreren water stoffen, die bij voorbeeld de pH reguleren of complexvormers toe te voegen, kan het verwijderingsproces mogelijk worden versneld of kan afbraak van de verontreinigingen (bijv. CZV) in de bodem worden versneld. Het infiltreren van water, met name met toevoegingen, kan echter wel leiden tot verstoppingsproblemen (bij infiltratiedrains).

Gezien de aard van een deel van de verontreinigingen (macroparameters) is verwijdering van de verontreinigingen via de luchtfase niet mogelijk.

Het toepassen van *elektroreclamatie* voor de verwijdering van de verontreiniging met zware metalen is niet mogelijk, gezien de geringe geleidbaarheid van de bodem. Bovendien is het grondwater slechts plaatselijk licht verontreinigd met zware metalen.

In-situ technieken, gebaseerd op *biologische afbraak* van verontreinigingen, zijn eventueel toepasbaar voor de CZV- en minerale olieverontreiniging. De overige macroparameters en zware metalen zijn niet biologisch afbreekbaar.

3.3 Beschikbare isolatietechnieken

3.3.1 Algemeen

Isolatietechnieken zijn gericht op het terugbrengen dan wel elimineren van de risico's die samenhangen met de aanwezigheid van de verontreinigende stoffen, waarbij niet als primair doel wordt gesteld dat deze stoffen uit de bodem worden verwijderd.

De isolatietechnieken kunnen worden onderverdeeld in:
- geohydrologische technieken;
- civieltechnische technieken;
- fysisch-chemische technieken;
- immobilisatietechnieken.

3.3.2 Geohydrologische isolatietechnieken

Onder geohydrologische isolatietechnieken wordt verstaan het zodanig beheersen van de grondwaterbeweging met horizontale en/of verticale grondwateront-trekkingssystemen, dat (verdergaande) verspreiding van verontreinigingen wordt tegengegaan.

Geohydrologische isolatie kan op twee manieren worden toegepast:
- een *peilbeheersing* rondom het verontreinigde gebied (bij voorbeeld door middel van verticale bronnen), waardoor een stroming in de richting van de verontreinigde locatie wordt gecreëerd;
- een *interceptie* bestaande uit stroomafwaarts gelegen bronnen, waardoor het verontreinigde grondwater wordt afgevangen en zich niet verder kan verspreiden. In hoeverre hiermee kan worden volstaan, wordt bepaald door het onttrekkingsdebiet in relatie met de grondwaterstroming en de lokale bodemopbouw.

Daarnaast kan een horizontaal onttrekkingssysteem (zoals reeds aanwezig) als onderdeel van een geohydrologisch isolatiesysteem fungeren.

Het isoleren door middel van het onttrekken van grondwater met behulp van bronnen in het -in het grondwater gelegen- afvalpakket wordt als niet reëel beschouwd, gezien de heterogeniteit van het afvalpakket.

3.3.3 Civieltechnische isolatietechnieken

Onder civieltechnische isolatietechnieken wordt verstaan het aanbrengen van horizontale en/of verticale afschermingen. Veelal worden de civieltechnische isolatietechnieken gecombineerd met geohydrologische maatregelen.

De nog aan te brengen *bovenafdichting* wordt tot de civieltechnische isolatietechnieken gerekend. Door het aanbrengen van deze bovenafdichting wordt de infiltratie van neerslagwater in belangrijke mate gereduceerd. In het nader onderzoek is reeds vastgesteld dat hierdoor de GHG circa 0,15 m zal uitzakken, terwijl de GLG in geringe mate zal stijgen (0,02 m). Hierdoor zal de gemiddelde grondwaterstand ter plaatse van het stort op den duur enigszins lager zijn dan de huidige grondwaterstand. De instroming van grondwater in het afvalpakket die mede de verspreiding naar de omgeving bepaalt, zal hierdoor afnemen.

Door het aanbrengen van een *verticale wand* rondom het oude stort tot in de ondoorlatende basis kan verspreiding van verontreinigingen naar de omgeving in belangrijke mate worden voorkomen. De aanwezige ondoorlatende basis op circa 36 m -mv vormt in de onderhavige situatie een natuurlijke onderafdichting van het eerste watervoerend pakket.
De verticale wand kan worden gecombineerd met een onttrekking binnen het afgeschermde gebied, waarmee te allen tijde een grondwaterstromingsgradiënt naar het afgeschermde gebied toe wordt gecreëerd (volledige isolatie). Indien geen geohydrologische maatregelen worden getroffen zal, afhankelijk van de waterdoorlatendheid van de bovenafdichting en de verticale afscherming, toch sprake zijn van een geringe verspreiding van verontreinigingen naar de omgeving.

Daarnaast kan een verticale wand met een beperkte aanlegdiepte mogelijk een isolerende functie hebben, indien dit gecombineerd wordt met een geohydrologische maatregel. De verticale wand kan dan tevens een onttrekkings- en effectbeperkende functie hebben.

In combinatie met geohydrologische maatregelen kan toepassing van een verticale wand worden overwogen indien:

- de onttrekkingshoeveelheden van het onttrekkingssysteem vanuit bij voorbeeld zuiveringstechnisch of beleidsmatig oogpunt, te groot zijn;
- de effecten op/in de omgeving van de ten gevolge van de onttrekking optredende grondwaterstandverlagingen, niet aanvaardbaar zijn;
- de kosten voor het aanbrengen van een verticale wand een grotere besparing opleveren op de onttrekkings-, zuiverings- en infiltratiekosten (kostenoptimalisatie).

De toepassing van een verticale wand heeft derhalve een debietreducerende of effectbeperkende functie. Daarom zullen met name eisen worden gesteld aan de waterdoorlatendheid van de toe te passen wand. Daarnaast zal een verticale wand een functie kunnen vervullen in geval van uitvallen van het onttrekkingssysteem. Indien het onttrekkingssysteem uitvalt, wordt door de aanwezigheid van de verticale wand een verspreiding van verontreinigingen naar de omgeving sterk vertraagd. Een specifiek voor de onderhavige locatie negatief aspect van een verticale wand is, dat deze ofwel ter plaatse van de scheiding oude stort/nieuwe stort door het afval heen zal moeten worden aangebracht dan wel om de gehele locatie moet worden aangebracht.

3.3.4 Fysisch-chemische isolatietechnieken

Fysisch-chemische methoden kunnen worden aangewend om een afdichtende laag in de bodem te bereiken. Het is bij voorbeeld mogelijk om door middel van chemische injectie met een hardend materiaal (bij voorbeeld waterglas, harsen etc.) een ondoorlatende laag in de ondergrond aan te brengen.

Met behulp van fysisch-chemische isolatietechnieken is het derhalve mogelijk om een onderafdichting op geringere diepte te maken, waardoor een verticaal scherm minder diep behoeft te zijn.
Fysisch-chemische isolatietechnieken zijn echter nog beperkt operationeel en zeker in de onderhavige locatie uitvoeringstechnisch moeilijk toepasbaar (injectielansen door het afval) en dus kostbaar.

Het maken van een verticale afscherming met behulp van fysisch-chemische isolatietechnieken is niet relevant, omdat hiervoor betere en goedkopere technieken beschikbaar zijn.

3.3.5 Immobilisatietechnieken

Onder immobilisatietechnieken worden verstaan fysische, chemische en thermische technieken waarmee de verontreiniging geïmmobiliseerd wordt.

Fysische technieken
Dit zijn technieken waarbij een verhardende vloeistof in het verontreinigde materiaal wordt gebracht. Het poriënwater wordt hierbij verdrongen en na verharding van de vloeistof zijn de verontreinigingen die aan de vaste fase zijn gebonden, vastgelegd.

Deze techniek is derhalve alleen geschikt voor immobilisatie van verontreinigingen die preferent aan de vaste fase gebonden zijn en is dus alleen toepasbaar voor het brongebied. Door toepassing van deze techniek treedt in eerste instantie extra verspreiding van verontreinigd grondwater op. Er zullen dus aanvullende maatregelen voor het grondwater moeten worden getroffen. Bij relatief grote verontreinigde locaties, zoals de onderhavige, is dit een bezwaar.

Bovendien is een voorwaarde voor toepassing van deze techniek, dat het te immobiliseren materiaal homogeen en relatief goed doorlatend is. Voor immobilisatie van afval is deze techniek derhalve niet toepasbaar.

Chemische technieken
Hierbij wordt door een chemische reactie met de aanwezige verontreinigende componenten een immobilisatie bewerkstelligd. De chemische reactie kan op gang worden gebracht door het toevoegen van bepaalde stoffen aan het verontreinigde materiaal, dan wel door het beïnvloeden van de redoxpotentiaal of zuurgraad.

Voorwaarde voor deze techniek is dat de omstandigheden waaronder de immobilisatie plaatsvindt, gehandhaafd blijven en dat het verontreinigde materiaal homogeen en goed doorlatend is. Voor immobilisatie van afval is deze techniek derhalve niet geschikt.

Thermische technieken (in-situ vitrificatie)
Bij een temperatuur van 1.600 à 2.000 °C worden vrijwel alle organische verbindingen verdampt, gepyrolyseerd of verbrand. Als restprodukt blijft een verglaasd produkt over, waarin alle anorganische verbindingen permanent worden geïmmobiliseerd. Deze techniek is voor grond succesvol toegepast in de VS. Voor afval is deze techniek niet geschikt.

3.4 Beoordeling saneringstechnieken

Bij de beoordeling van de toepasbare saneringstechnieken zijn de volgende criteria van primair belang:

- de aard van de verontreinigingen, de bodemopbouw en de wijze waarop de verontreinigingen zich in de bodem bevinden (toepasbaarheid);
- of met behulp van de technieken aan de doelstelling van de sanering wordt voldaan (effectiviteit);
- de praktische uitvoerbaarheid uit het oogpunt van de stand van de techniek en uit het oogpunt van wetgeving (operationaliteit) van de technieken.

In tabel 3.1 wordt de beoordeling van de verschillende verwijderings- en isolatietechnieken schematisch weergegeven.

Uit tabel 3.1 blijkt dat voor het verwijderen van de bron alleen ontgraving als mogelijke techniek beschikbaar is.
Ten aanzien van de verwijdering van de grondwaterverontreiniging bestaan de volgende mogelijkheden:

- een *grondwateronttrekkingssysteem*, waarmee het verontreinigd grondwater wordt onttrokken (eventueel gecombineerd met herinfiltratie);
- een *grondwateronttrekkingssysteem en (her-)infiltratie van water met toevoegingen*, waarmee een verdere versnelling van het doorspoelproces kan worden bereikt.

Uit tabel 3.1 blijkt verder dat de meest geëigende technieken om de afvalberging te isoleren geohydrologische en/of civieltechnische isolatietechnieken zijn, bestaande uit het aanbrengen van een onttrekkingssysteem eventueel aangevuld met een verticale afscherming. De horizontale bovenafdichting, waarmee de infiltratie van neerslagwater in belangrijke mate wordt voorkomen, wordt in ieder geval aangebracht (zie uitgangspunten in hoofdstuk 2).

Tabel 3.1: Beoordeling verwijderings- en isolatietechnieken

Techniek	Toepasbaarheid	Effectiviteit	Operationaliteit	Totale beoordeling
Verwijderingstechnieken				
Brongebied				
Ontgraving	+	+	+	+
In-situ reinigingstechnieken	-	-	±	-
Verspreidingsgebied				
Grondwateronttrekking (evt. met infiltratie)	+	+	+	+
Grondwateronttrekking en infiltratie + toevoegingen	+	+	±	±
Bodemluchtextractie	-	-	±	-
Elektroreclamatie	-	-	-	-
In-situ biorestauratie	-	-	±	-
Isolatietechnieken				
Brongebied en Verspreidingsgebied				
Geohydrologische isolatie	+	+	+	+
Civieltechnische isolatie				
▪ bovenafdichting	+	+	+	alleen in combinatie met andere technieken effectief
▪ verticale afscherming	±	+	+	alleen in combinatie met andere technieken effectief
Fysisch chemische isolatie	-	±	-	-
Immobilisatie				
▪ fysisch-chemisch	±	±	-	-
▪ chemisch	-	-	-	-
▪ thermisch	-	-	-	-

Beoordeling:
+: *positief*
±: *twijfelachtig of alleen in combinatie met een andere techniek*
-: *negatief*

4 Samenstelling saneringsvarianten

4.1 Inleiding

De saneringsvarianten worden ontwikkeld aan de hand van het bron-pad-bedreigd object-model. Bodemverontreinigingsgevallen worden in hun algemeenheid gekenmerkt door de aanwezigheid van een bron (de verontreiniging), die zich via verschillende paden (grondwater, lucht) kan verspreiden en daardoor een bedreiging kan vormen voor een object (bij voorbeeld een woonwijk of een waterwingebied). In de onderstaande figuur is dit schematisch weergegeven.

Figuur 4.1: Bron-pad-bedreigd object-model



In de onderhavige situatie wordt de bron gevormd door de stortplaats. Verspreiding vindt met name plaats via het grondwater. De bedreigde objecten zijn de particuliere grondwaterwinningen in de nabije omgeving.

Oplossingsrichtingen kunnen op basis van het bovenstaand model worden ingedeeld in drie hoofdgroepen, namelijk:

- oplossingsrichtingen, waarbij de verontreiniging wordt verwijderd (wegnemen van de bron);
- oplossingsrichtingen, waarbij verspreiding van de verontreinigingen wordt tegengegaan zonder dat de verontreiniging zelf wordt verwijderd (afsnijden van het pad);
- oplossingsrichtingen, waarbij de gebiedsbestemming wordt veranderd (wegnemen van het bedreigd object).

Het verwijderen van de bron kan alleen worden gerealiseerd door de stortplaats te ontgraven.

Uitgaande van het "bron-pad-bedreigd object"-model, zal bij isolatie het pad waarlangs verontreinigingen zich kunnen verspreiden, moeten worden opgeheven. In de onderhavige situatie betekent dit dat de verspreiding via het grondwater wordt tegengegaan.

4.2 Samenstelling saneringssystemen

Bij de samenstelling van de saneringssystemen wordt uitgegaan van de volgende (reeds eerder vermelde) vaste onderdelen:

- de over de gehele stortplaats aan te leggen bovenafdichting;
- de noodzakelijke herprofilering van de stortplaats, ten behoeve van de aanleg van de bovenafdichting.

Door combinatie van de in het vorige hoofdstuk aangegeven toepasbare saneringstechnieken kan een aantal saneringssystemen worden samengesteld. In tabel 4.1 zijn deze saneringssystemen weergegeven.

Tabel 4.1: Overzicht saneringssystemen

Algemene maatregelen	Maatregelen brongebied	Maatregelen verspreidingsgebied	Saneringssysteem
Bovenafdichting	monitoring	monitoring	1
	geohydrologische isolatie	monitoring	2
		geohydrologische isolatie	3
		verwijdering	4
	verwijdering	verwijdering	5

Bij saneringssysteem 1 wordt volstaan met het aanbrengen van de bovenafdichting en het uitvoeren van een monitoring. Op basis van de monitoringresultaten kunnen in de toekomst eventueel aanvullende maatregelen worden getroffen.
Bij saneringssysteem 5 vindt verwijdering plaats van de verontreiniging ter plaatse van zowel het bron- als het verspreidingsgebied. Het afval wordt op dezelfde locatie weer verwerkt onder IBC-condities.

4.3 Samenstelling saneringsvarianten

Binnen de saneringssystemen 1 en 5 lijkt een nadere onderverdeling in varianten niet zinvol, in tegenstelling tot de systemen 2 t/m 4.
Aangezien bij isolatie of verwijdering van de verontreinigingen in het verspreidingsgebied in principe moet worden uitgegaan van een grondwateronttrekking, kunnen binnen de saneringssystemen 2 t/m 4 alleen varianten worden onderscheiden op grond van de toegepaste isolatietechniek voor het brongebied.

Voor de isolatie van het brongebied worden binnen het saneringsonderzoek de volgende varianten beschouwd:

a geohydrologische beheersing;
b geohydrologische drooglegging;
c civieltechnische isolatievariant (in combinatie met geohydrologische isolatie).

Voor met name de varianten a en b geldt dat de toepassing met herinfiltratie zeer waarschijnlijk is (uit beleidsoogpunt dan wel uit effectreducerend oogpunt). Binnen de hydrologische beschouwing van deze varianten kan nog worden afgewogen in hoeverre het zinvol is om bovenstrooms schoon grondwater te onttrekken, teneinde de hoeveelheid benedenstrooms te onttrekken grondwater en daarmee de hoeveelheid te zuiveren grondwater te beperken.

Door het combineren van de drie isolatievarianten voor het brongebied met drie systemen voor het verspreidingsgebied kunnen in principe negen saneringsvarianten worden samengesteld, binnen de saneringssystemen 2 t/m 4.

In geval van saneringssysteem 2 wordt (vooralsnog) volstaan met het uitvoeren van een monitoring in het verspreidingsgebied. Dit op basis van de verwachting dat de isolatie van het brongebied, de nalevering vanuit het brongebied naar het verspreidingsgebied opheft, waardoor de grondwaterkwaliteit in het verspreidingsgebied zal verbeteren. Binnen saneringssysteem 2 zijn dus drie varianten te onderscheiden (a, b en c).

Saneringssysteem 3 voorziet in een isolatie van het verspreidingsgebied. Deze (geohydrologische) isolatie is logischerwijs uitsluitend te combineren met een geohydrologische isolatie van het brongebied (variant 3a).

In het geval van saneringssysteem 4 worden de verontreinigingen in het verspreidingsgebied verwijderd. Een dergelijke verwijdering is te combineren met het droogleggen van de bron en het civieltechnisch isoleren van de bron (varianten 4b en 4c).

In tabel 4.2 staat een overzicht van de nader uit te werken saneringsvarianten. Voor een schematische weergave van de verschillende saneringsvarianten wordt verwezen naar bijlage 4.

Tabel 4.2: Overzicht nader uit te werken saneringsvarianten

Saneringssysteem	Maatregelen brongebied	Maatregelen verspreidingsgebied	Saneringsvariant
1	monitoring	monitoring	1
2	geohydrologische isolatie	monitoring	2a
2	drooglegging	monitoring	2b
2	verticale wand en geohydrologische isolatie	monitoring	2c
3	geohydrologische isolatie	geohydrologische isolatie	3a
4	drooglegging	verwijderen	4b
4	verticale wand en geohydrologische isolatie	verwijderen	4c
5	totale verwijdering	verwijdering	5

In geval van de saneringssystemen 1 en 2 wordt alleen voorzien in een monitoring van het verspreidingsgebied. Afhankelijk van de huidige risico's, dienen eventueel tijdelijke beveiligingsmaatregelen te worden getroffen.
Hierbij wordt gedacht aan het treffen van maatregelen om de risico's op te heffen (bij voorbeeld het opleggen van gebruiksbeperkingen voor het onttrokken grondwater). Op basis van de resultaten van de monitoring, kan jaarlijks een gefundeerde afweging worden gemaakt voor de noodzaak tot aanvullende saneringsmaatregelen voor het verspreidingsgebied. Een dergelijke gefaseerde aanpak wordt momenteel voor meerdere stortplaatsen binnen Nederland, met name in de provincie Noord-Brabant, gehanteerd.

Binnen alle saneringssystemen is voorzien in een herprofilering van de stortplaats in verband met de aanleg van de bovenafdichting. Hiertoe dient met name ter plaatse van het noord-stort een omvangrijke hoeveelheid afval te worden verplaatst (totale verplaatsing circa 45.000 m^3).
Te overwegen valt om deze ontgraving (herprofilering) uit te breiden met de lagere stortgedeelten, met de bedoeling om deze stortgedeelten (nu veelal beneden de GLG) op een hoger niveau te leggen.
Het verhogen van het diepliggende afval kan aantrekkelijk zijn indien met een geringe inspanning het afval zodanig verhoogd kan worden dat het niet of nauwelijks meer in contact staat met het grondwater, waardoor in geval van beheersing en drooglegging een minder omvangrijke grondwateronttrekking nodig is. Hiertoe kan bij voorbeeld worden uitgegaan van een verhoging van het afval tot boven de GHG, of de HG (= hoogste grondwaterstand).

Uit het nader onderzoek is echter gebleken dat het grootste deel van het afval ter plaatse van de oude stortcompartimenten op de noord- en zuidlocatie beneden de GHG is gelegen, waardoor het uitvoeren van deze verhoging, de maatregelen van saneringssysteem 5 benaderd. Het aandragen van een tussenvariant wordt derhalve niet zinvol geacht.

5 Uitwerking saneringsvarianten

5.1 Inleiding

In de vorige hoofdstukken heeft een afweging van saneringstechnieken plaatsgevonden en zijn negen saneringsvarianten opgesteld, waarvan een nadere uitwerking zinvol wordt geacht. In dit hoofdstuk worden deze saneringsvarianten op globaal niveau uitgewerkt. Uitwerking vindt plaats tot een zodanig niveau dat een beoordeling en afweging van de varianten kan plaatsvinden.
In bijlage 5 is een uitgebreide beschrijving weergegeven van de geohydrologische aspecten van de diverse varianten. In dit hoofdstuk worden de gegevens uit deze bijlage samengevat. De aspecten ten aanzien van de verwerking van de vrijkomende waterstromen worden behandeld in paragraaf 5.11.
Bij een tweetal varianten maakt een verticale wand onderdeel uit van de te treffen saneringsmaatregelen. In bijlage 6 is hiervoor een afweging gemaakt tussen de diverse beschikbare wandtypen. In bijlage 7 zijn de kosten van de verschillende saneringsvarianten geraamd.

5.2 Variant 1

Bij variant 1 wordt volstaan met het uitvoeren van een monitoring. In het Nader Onderzoek is een risico-evaluatie uitgevoerd, op basis waarvan kan worden geconcludeerd dat op dit moment geen risico's voor de mens aanwezig zijn, wel is sprake van een verspreidingsrisico. Door het aanbrengen van een bovenafdichting conform Stortbesluit over de gehele stortplaats, zal de hoeveelheid uittredend percolaat en daarmee het verspreidingsrisico sterk afnemen. Omdat een deel van het afvalmateriaal in het grondwater ligt, zal er echter sprake zijn van een zekere restemissie en daarmee restrisico. Door de aanleg van de bovenafdicht zal de kwaliteit van het grondwater in zowel het bron- als het verspreidingsgebied sterk zal verbeteren.
Op basis van de resultaten van de monitoring kan op ieder moment een afweging worden gemaakt voor de noodzaak tot het nemen van eventuele (tijdelijke) aanvullende saneringsmaatregelen voor het verspreidingsgebied.

Het monitoringsysteem bestaat uit een aantal peilbuizen, welke zijn gesitueerd in zowel het *brongebied* als het *verspreidingsgebied.* De thans aanwezige peilbuizen kunnen in het monitoringsysteem worden geïntegreerd. Vooralsnog wordt ervan uitgegaan dat de afstand tussen de monitoringpunten (peilbuizen) maximaal circa 100 m zal bedragen. Dit komt erop neer dat in het brongebied circa zes peilbuizen aan de westzijde (stroomafwaarts) van de oude stortdelen worden geplaatst. Deze peilbuizen worden uitgerust met filters op drie niveaus (NAP +12 - NAP +10; NAP +2 - NAP +0; NAP -8 - NAP -10). Bovendien kunnen enkele peilbuizen uit het Nader Onderzoek, welke zijn geplaatst door het stort heen, in het monitoringsysteem worden opgenomen.
In het verspreidingsgebied wordt eveneens uitgegaan van een aantal peilbuizen op een onderlinge afstand van circa 100 m. Vooralsnog wordt uitgegaan van het bijplaatsen van tien peilbuizen, met filters op drie diepten (NAP +2 - NAP +0; NAP -8 - NAP -10 en NAP -18 - NAP -20). Een aantal van de bestaande peilbuizen, gelegen rond de huidige IBC-stort, kunnen worden geïntegreerd in het monitoringsysteem.
Met het bovengenoemde monitoringsysteem kan de ontwikkeling van de grondwaterkwaliteit worden gevolgd en kan op ieder moment worden vastgesteld in hoeverre het treffen van aanvullende saneringsmaatregelen noodzakelijk is.

5.3 Variant 2a

Variant 2a voorziet in een geohydrologische isolatie van het brongebied, in combinatie met een monitoring in het verspreidingsgebied.

Een geohydrologische isolatie van het *brongebied* kan worden bereikt door het plaatsen van een interceptiesysteem stroomafwaarts van het brongebied. Tussen het zuidelijke deel van het oude stort en het IBC-stort is reeds een beheersdrain aanwezig. Deze drain beheerst op dit moment reeds het zuidelijke deel. Om het interceptiesysteem te complementeren dient stroomafwaarts van het noordelijk deel van het oude stort eveneens een drain te worden aangelegd. Om droogtrekken te voorkomen dient de drain op circa NAP +11 m te worden aangelegd. Om het watervoerend pakket tot minimaal NAP +0 te kunnen beheersen is een onttrekkingsdebiet van circa 700 m^3/etm (circa 29 m^3/uur) benodigd.

Te overwegen valt om stroomopwaarts een onttrekking uit te voeren met de bedoeling om het interceptiedebiet te beperken. Immers, het onttrokken grondwater uit het interceptiesysteem dient te worden gezuiverd, zodat op deze manier een besparing op de zuiveringskosten kan plaatsvinden. Als gevolg van een stroomopwaartse onttrekking met een soortgelijk debiet van 700 m^3/dag, zal het interceptiedebiet met circa 25% afnemen. Het totale onttrekkingsdebiet zal echter met 80% toenemen. Uit oogpunt van een doelmatig grondwatergebruik wordt dit niet wenselijk geacht. Bovendien zal de hoeveelheid (waarschijnlijk) te herinfiltreren water hierdoor flink stijgen.

Zoals reeds aangegeven zal het onttrokken grondwater naar verwachting weer opnieuw moeten worden geïnfiltreerd. Door herinfiltratie zal het interceptiedebiet echter weer toenemen, waarbij de hoeveelheid afhankelijk is van de afstand tussen het interceptie- en het herinfiltratiesysteem. Vooralsnog wordt uitgegaan van een toename van 15%. Dit betekent dat het interceptiedebiet circa 800 m^3/etm zal bedragen. Als gevolg van het interceptiesysteem zullen verlagingen in de grondwaterstand optreden (zie bijlage 5). Met behulp van een herinfiltratie kunnen de verlagingen, welke met name stroomafwaarts optreden, worden geminimaliseerd.

In het *verspreidingsgebied* zal een monitoring van de grondwaterkwaliteit plaatsvinden. Als gevolg van de beheersing van het brongebied zal in principe geen nalevering meer plaatsvinden naar het verspreidingsgebied. Hierdoor kan een monitoring van het verspreidingsgebied wellicht op termijn worden afgebouwd. Het monitoringsysteem in het verspreidingsgebied kan op dezelfde wijze worden ingericht als is aangegeven bij variant 1. De situering van de peilbuizen dient nog te worden vastgesteld aan de hand van een aanvullend onderzoek. Vooralsnog wordt derhalve uitgegaan van het bijplaatsen van 10 peilbuizen, met filters op drie diepten (NAP +2 - NAP +0; NAP -8 - NAP -10 en NAP -18 - NAP -20). Een aantal van de bestaande peilbuizen, gelegen rond de huidige IBC-stort, kunnen worden geïntegreerd in het monitoringsysteem.
Met het bovengenoemde monitoringsysteem kan de ontwikkeling van de grondwaterkwaliteit worden gevolgd en kan worden vastgesteld in hoeverre het treffen van aanvullende saneringsmaatregelen noodzakelijk is.

5.4 Variant 2b

Bij variant 2b vindt een drooglegging van het brongebied plaats, gecombineerd met een monitoring van het verspreidingsgebied.

De drooglegging van het *brongebied* houdt in dat door middel van een onttrekking de grondwaterstand zodanig wordt verlaagd dat de stortzool over de gehele oppervlakte permanent boven het grondwaterniveau komt te liggen. Afhankelijk van de grondwaterstand dient hiertoe een onttrekking van gemiddeld 3.100 m^3/etm. (130 m^3/uur) plaats te vinden. Dit debiet fluctueert tussen 80 en 180 m^3/uur bij een wisselende grondwaterstand tussen GHG en GLG.

Het onttrekkingssysteem dient te bestaan uit verticale filters rond de stortcompartimenten waarvan de stortzool onder het grondwaterniveau ligt. Gezien de diepteligging van een aantal delen van het stort kan worden overwogen om in deze laaggelegen delen extra onttrekkingsfilters te plaatsen.

De verontreinigingsgraad van het onttrokken grondwater zal relatief laag zijn en min of meer gelijk zijn aan de huidige grondwaterkwaliteit onder het stort. In het begin is sprake van het uitlekken van het stort. Na verloop van tijd zal dit eindigen en zal de verontreinigingsgraad uitsluitend nog worden bepaald door de zeer beperkte restemissie ten gevolge van de lekkage van de bovenafdichting. Het opgepompte grondwater zal dan nagenoeg schoon zijn.

Uitgaande van een noodzaak tot herinfiltratie van onttrokken grondwater, zal het onttrekkingsdebiet toenemen, waarbij deze mate van toenam afhankelijk is van de situering van het infiltratiesysteem. Vooralsnog wordt uitgegaan van een toename van 15%, zodat het onttrekkingsdebiet circa 3.500 m^3/etm. zal bedragen. Als gevolg van herinfiltratie zullen de grondwaterstandverlagingen in de omgeving worden genivelleerd. De mate van nivellering wordt bepaald door de plaats van het infiltratiesysteem.

In het *verspreidingsgebied* zal worden volstaan met een monitoring van de grondwaterkwaliteit. Door de drooglegging van het brongebied is een verspreiding naar het verspreidingsgebied te verwaarlozen en zal de grondwaterkwaliteit aanzienlijk verbeteren (zie bijlage 5). Aangezien de drooglegging tevens een sanerend effect heeft zal een monitoring in het verspreidingsgebied op termijn wellicht kunnen worden afgebouwd. Vooralsnog wordt ervan uitgegaan dat het monitoringsysteem globaal kan worden vergeleken met het monitoringsysteem als genoemd bij de varianten 1 en 2a.
Op basis van de monitoringresultaten kan worden besloten of het treffen van aanvullende saneringsmaatregelen noodzakelijk is.

5.5 Variant 2c

Bij variant 2c zal het brongebied worden geïsoleerd door middel van een verticale wand (en een geohydrologische isolatie), terwijl in het verspreidingsgebied wordt volstaan met een monitoring.

Bij het isoleren van het *brongebied* door middel van een verticale wand, dient binnen de wand een grondwateronttrekking plaats te vinden ten behoeve van het creëren van een toestroming van omgevingswater. Door het plaatsen van de verticale wand tot in de ondoorlatende laag op circa NAP -20 m, kan een belangrijke debietreductie worden bereikt. Het onttrekkingsdebiet binnen de verticale wand wordt nu uitsluitend bepaald door het percolaatwater en de lekkage door de wand. Om een grondwaterstandverlaging van 0,5 m ten opzichte van de omgeving in stand te kunnen houden, is een onttrekking van circa 41 m^3/etm. (circa 2 m^3/uur) benodigd. Indien de damwand niet tot in de ondoorlatende laag wordt geplaatst heeft deze nagenoeg geen debietreducerend effect en benaderd het onttrekkingsdebiet de hoeveelheid als genoemd bij variant 2a. Een dergelijke subvariant wordt verder niet in beschouwing genomen.

In bijlage 6 heeft een afweging plaatsgevonden van het toe te passen schermtype. In deze bijlage is geconcludeerd dat een toepassing van een zand(cement)-bentonietwand vooralsnog als de beste optie wordt beschouwd.

Een positief aspect van het toepassen van een verticaal scherm is, dat de grondwateronttrekkingen nagenoeg geen effect op de omgeving hebben. Door de aanwezigheid van de wand zal uitsluitend direct naast de wand stroomopwaarts een beperkte opstuwing en stroomafwaarts een beperkt daling van de grondwaterstand plaatsvinden. Deze zullen echter naar verwachting niet meer bedragen dan 0,1 à 0,2 m.

Als gevolg van de beperkte grondwateronttrekking zal de verontreinigingsgraad van het opgepompte grondwater relatief sterk zijn, aangezien het onttrokken grondwater voor circa 20% uit percolaat bestaat.

In het *verspreidingsgebied* zal worden volstaan met een monitoring van de grondwaterkwaliteit. Door de civieltechnische en geohydrologische isolatie van het brongebied zal geen nalevering naar het verspreidingsgebied meer plaatsvinden. Hierdoor zal een monitoring in het verspreidingsgebied wellicht op termijn kunnen worden afgebouwd. Vooralsnog wordt ervan uitgegaan dat het monitoringsysteem globaal kan worden vergeleken met het monitoringsysteem als genoemd bij de vorige varianten.
Op basis van de monitoringresultaten kan worden besloten of het treffen van aanvullende saneringsmaatregelen noodzakelijk is.

5.6 Variant 3a

Variant 3a voorziet in een geohydrologische isolatie van zowel het bron- als het verspreidingsgebied. In principe kan dan worden volstaan met een interceptiesysteem stoomafwaarts van het verspreidingsgebied. Immers, hiermee wordt tevens het brongebied afgevangen. Indien het brongebied afzonderlijk wordt geïsoleerd, zal op termijn een sanering van het verspreidingsgebied plaatsvinden. Hiermee wordt echter variant 4a benaderd, waardoor van een afzonderlijke isolatie van het brongebied wordt afgezien. Dit houdt tevens in dat de thans aanwezige beheersdrain niet meer zal worden gebruikt.

Stroomafwaarts van het verspreidingsgebied zal derhalve een interceptiesysteem worden aangelegd, waarmee zowel het *brongebied* als het *verspreidingsgebied* worden geïsoleerd. Dit interceptiesysteem dient het gehele watervoerend pakket af te vangen. Hiervoor worden circa acht verticale onttrekkingsbronnen geplaatst, met een onderlinge afstand van circa 80 m. Geadviseerd wordt om de bronnen met meerdere filterdiepten uit te voeren om gericht te kunnen onttrekken. Het interceptiedebiet dient circa 1.740 m^3/etm te bedragen, om het gehele watervoerend te kunnen isoleren.

De verontreinigingsgraad van het onttrokken grondwater zal hierbij relatief laag zijn. Enerzijds vanwege lichte verontreiniging van het grondwater in het verspreidingsgebied en anderzijds door processen als verdunning en ad- en desorptie met de bodem.

In geval van herinfiltratie van het opgepompte grondwater zal het interceptiedebiet met circa 10% toenemen tot circa 1.900 m^3/etm (e.e.a. afhankelijk van de situering van het infiltratiesysteem).

5.7 Variant 4a

Variant 4a bestaat uit een geohydrologische isolatie van het brongebied, terwijl de verontreinigingen in het verspreidingsgebied worden verwijderd.

Een isolatie van het *brongebied* is mogelijk op dezelfde wijze als bij variant 2a. Hierbij wordt gebruik gemaakt van de reeds aanwezige beheersdrain stroomafwaarts van de zuidstort, aangevuld met een nieuw aan te leggen drain stroomafwaarts van de noordstort. Om het watervoerend pakket tot minimaal NAP +0 te kunnen beheersen is een onttrekkingsdebiet van circa 700 m^3/etm (circa 29 m^3/uur) benodigd. In verband met een eventuele herinfiltratie zal het interceptiedebiet toenemen met circa 15% tot circa 800 m^3/etm.

In het *verspreidingsgebied* zal een verwijdering van de verontreinigingen plaatsvinden. Voor het saneren van het grondwater in het verspreidingsgebied wordt uitgegaan van een intensief onttrekkingssysteem bestaande uit een raster van 25 verticale onttrekkingsbronnen.

Als voorwaarde voor een effectieve grondwatersanering moet rekening worden gehouden met een zodanig grondwateronttrekking dat ter plaatse van de randen van het verspreidingsgebied een grondwaterstandverlaging van 0,2 m wordt gerealiseerd. Op deze manier wordt een goede toestroming naar de bronnen gegarandeerd. Het onttrekkingsdebiet voor de grondwatersanering wordt aldus vastgesteld op circa 1.500 m^3/etm.

Het grondwater in het verspreidingsgebied bevat met name licht verhoogde waarden aan macroparameters. Met het bovengenoemde onttrekkingsdebiet zal de grondwatersanering circa drie jaar in beslag nemen, uitgaande van de verontreinigingssituatie zoals die is beschreven in het Nader Onderzoek.

In verband met een eventuele herinfiltratie van onttrokken grondwater zal het onttrekkingsdebiet met circa 10% toenemen tot circa 1.650 m^3/etm.

5.8 Variant 4b

Bij variant 4b zal een drooglegging plaatsvinden van het brongebied, in combinatie met een verwijdering van de verontreinigingen in het verspreidingsgebied. Deze maatregelen zijn reeds beschreven bij de varianten 2b (drooglegging brongebied) en 4a (grondwatersanering verspreidingsgebied). Kortheidshalve wordt derhalve verwezen naar de paragrafen 5.4 en 5.7. Onderstaand worden de maatregelen kort samengevat.

De drooglegging van het *brongebied* houdt in dat de gehele stortzool permanent boven het grondwaterniveau komt te liggen. Hiertoe dient een onttrekking van gemiddeld 3.100 m^3/etm. (gemiddeld 130 m^3/uur) plaats te vinden.
Het onttrekkingssysteem dient te bestaan uit verticale filters rond de stortcompartimenten waarvan de stortzool onder het grondwaterniveau ligt. Gezien de diepteligging van een aantal delen van het stort kan worden overwogen om in deze laaggelegen delen extra onttrekkingsfilters te plaatsen.

De verontreinigingsgraad van het onttrokken grondwater zal relatief laag zijn en min of meer gelijk zijn aan de huidige grondwaterkwaliteit onder het stort. In het begin is sprake van het uitlekken van het stort. Na verloop van tijd zal dit eindigen en zal de verontreinigingsgraad uitsluitend nog worden bepaald door de zeer beperkte restemissie ten gevolge van de lekkage van de bovenafdichting. Het opgepompte grondwater zal dan nagenoeg schoon zijn.

Uitgaande van een noodzaak tot herinfiltratie van onttrokken grondwater, zal het onttrekkingsdebiet toenemen met circa 15% (afhankelijk van situering infiltratiesysteem), zodat het onttrekkingsdebiet circa 3.500 m³/etm. zal bedragen. Als gevolg van herinfiltratie zullen de grondwaterstandverlagingen in de omgeving worden genivelleerd.

In het *verspreidingsgebied* zal een verwijdering van de verontreinigingen plaatsvinden. Voor het saneren van het grondwater in het verspreidingsgebied wordt uitgegaan van een intensief onttrekkingssysteem bestaande uit een raster van 25 verticale onttrekkingsbronnen. Bij een onttrekkingsdebiet van circa 1.500 m³/etm zal de grondwatersanering circa drie jaar in beslag nemen, uitgaande van de verontreinigingssituatie zoals die is beschreven in het Nader Onderzoek.

Bij een eventuele herinfiltratieplicht zal het onttrekkingsdebiet met circa 10% toenemen tot circa 1.700 m³/etm.

5.9 Variant 4c

Bij variant 4c zal het brongebied worden geïsoleerd door middel van een verticale wand (en een geohydrologische isolatie), terwijl in het verspreidingsgebied een verwijdering van de verontreinigingen zal plaatsvinden.

Deze maatregelen zijn reeds uitgewerkt bij variant 2c (brongebied) en 4a (verspreidingsgebied). Kortheidshalve wordt derhalve verwezen naar de paragrafen 5.5 en 5.7. Onderstaand worden de maatregelen kort samengevat.

Bij het isoleren van het *brongebied* door middel van een verticale wand tot in de ondoorlatende laag, dient binnen de wand een grondwateronttrekking plaats te vinden ten behoeve van het creëren van een toestroming van omgevingswater. Het onttrekkingsdebiet binnen de verticale wand wordt uitsluitend bepaald door het percolaatwater en de lekkage door de wand en bedraagt circa 41 m³/etm. (circa 2 m³/uur).
Als gevolg van de beperkte grondwateronttrekking zal de verontreinigingsgraad van het opgepompte grondwater relatief sterk zijn, aangezien het onttrokken grondwater voor circa 20% uit percolaat bestaat.

In het *verspreidingsgebied* zal een verwijdering van de verontreinigingen plaatsvinden. Voor het saneren van het grondwater in het verspreidingsgebied wordt uitgegaan van een intensief onttrekkingssysteem bestaande uit een raster van 25 verticale onttrekkingsbronnen. Bij een onttrekkingsdebiet van circa 1.500 m³/etm zal de grondwatersanering circa drie jaar in beslag nemen, uitgaande van de verontreinigingssituatie zoals die is beschreven in het Nader Onderzoek.

In verband met een eventuele herinfiltratie van onttrokken grondwater zal het onttrekkingsdebiet met circa 10% toenemen tot circa 1.700 m³/etm.

5.10 Variant 5

Bij variant 5 wordt voorzien in een totale verwijdering van het afval ter plaatse van de beide oude stortdelen. Dit afval wordt onder IBC-condities weer teruggebracht op dezelfde locatie. Als subvariant wordt tevens bekeken in hoeverre een scheiding van stortmateriaal extra mogelijkheden biedt. Als onderdeel van deze variant vind bovendien een verwijdering van de verontreinigingen in het grondwater plaats.

Verwijdering afval
Ter plaatse van zowel het zuid- als noordelijke stortdeel dient een totale verwijdering van de afdeklaag (circa 105.000 m³), het afval (circa 1.200.000 m³) en de onderliggende verontreinigde grond (bij een gemiddelde laagdikte van 0,2 m circa 28.000 m³) plaats te vinden.

Na het aanbrengen van schoon ophoogzand en een onderafdichtingsconstructie kan het afval weer op dezelfde locatie worden teruggebracht.
Het ontgraven van de afdeklaag, het afval en de verontreinigde ondergrond dient gecombineerd en stapsgewijs plaats te vinden. Hierbij wordt in stroken ontgraven, waarna de vrijgekomen strook wordt ingericht conform het Stortbesluit. De naastliggende afvalstrook kan vervolgens worden verplaatst naar het zojuist ingerichte gedeelte. Op deze wijze kan de gehele stort worden ingericht conform Stortbesluit en is relatief weinig depotruimte benodigd.

Vooralsnog wordt uitgegaan van een strookbreedte van 50 m, wat inhoudt dat de beide oude stortdelen in zes stroken worden ontgraven. Op basis van ervaringen kan vooralsnog een dagproduktie van gemiddeld 2.000 m^3 te verplaatsen afvalmateriaal per werkbare dag worden aangehouden. Bij een totale hoeveelheid te verplaatsen materiaal van circa 1.333.000 m^3 zal de sanering 667 werkbare dagen duren. Uitgaande van 160 werkbare dagen per jaar, zal de sanering ruim 4 jaar in beslag nemen.

Ten behoeve van het in den droge verwijderen van het afval en de verontreinigde ondergrond is plaatselijk (met name de zuidelijke delen van zowel de noord- als de zuidstort) een verlaging van de grondwaterspiegel noodzakelijk.

In totaal zal over een oppervlakte van circa 25.000 m^2 een ontgraving beneden de grondwaterspiegel moeten plaatsvinden (uitgaande van een gemiddelde grondwaterstand van NAP +13,7 m). Hierbij moet naar verwachting circa 30.000 m^3 afval worden verwijderd. In totaal zal hierbij circa 73.000 m^3 grondwater moeten worden onttrokken.

Scheiding afval
Bij de hierboven omschreven werkwijze wordt ervan uitgegaan dat het afval op dezelfde locatie opnieuw wordt opgeslagen.
Binnen deze verwijderingsvariant is het tevens mogelijk om een scheiding van ontgraven afval uit te voeren. Uit de beschikbare informatie is echter niet meer te achterhalen in welke hoeveelheden de verschillende afvalmaterialen zijn gestort. Op basis van ervaringen met stortplaats Armhoede te Lochem kan wellicht een scheiding plaatsvinden in:

- zand (vermoedelijk licht verontreinigd);
- puin (vermoedelijk licht verontreinigd);
- overig afval.

Naar verwachting bestaat de noord-stort (totaal circa 440.000 m^3 afval) voor circa 50% uit zand en puin (waarvan ⅔deel zand) en circa 40% uit huisvuil. Het restant betreft overig stortmateriaal (circa 10%). De zuidstort (totaal circa 723.000 m^3 afval) bestaat voor 40% uit zand en organisch materiaal (waarvan circa 60% zand), voor 50% uit huishoudelijk afval en circa 10% uit het overige stortmateriaal.
Uit de bovengenoemde gegevens is af te leiden dat in totaal circa 310.000 m^3 (licht verontreinigd) zand op het oude stortdeel aanwezig is. Aangevuld met de circa 70.000 m^3 licht verontreinigde grond afkomstig van onder het stort, zal in totaal circa 380.000 m^3 licht verontreinigd zand vrijkomen bij een gescheiden ontgraving. Uit de noordstort komt tevens nog circa 90.000 m^3 puin vrij.

Scheiding van afval kan interessant zijn indien de verschillende vrijkomende afvalstromen elders te gebruiken zijn en om deze reden nog een economische waarde hebben. Daarnaast kan het hergebruiken van afvalstromen een extra stortcapaciteit inhouden. Beide aspecten zijn echter in het geval van De Langenberg niet van toepassing:

- het afzetten van het licht verontreinigde zand en puin is in de huidige marktsituatie voor secundaire materialen waarschijnlijk niet eenvoudig en vermoedelijk ook financieel gezien niet lucratief;
- de stortcapaciteit kan op korte en middellange termijn niet worden benut, enerzijds vanwege de beslissing van de Regio om de stortactiviteiten op De Langenberg te beëindigen en anderzijds omdat de Provincie Gelderland op dit moment een geprognotiseerde stortruimte heeft van circa dertig jaar.

Het licht verontreinigde zand kan eventueel in de afdeklaag van de bovenafdichting worden toegepast. Hiermee kan een besparing op nieuw aan te voeren afdekmateriaal worden bereikt. Aan het gebruik van licht verontreinigd zand in de afdeklaag zullen uitlogingseisen worden gesteld. Op voorhand is niet aan te geven of een aanzienlijke fractie van het vrijkomende zand zal voldoen aan deze eisen.
Gezien de hoeveelheid van het vrijkomende zand (380.000 m^3), de hoeveelheid reeds aanwezig afdekmateriaal (105.000 m^3) en de hoeveelheid benodigd afdekmateriaal (circa 230.500 m^3) zal een deel van het vrijkomende zand niet op de locatie kunnen worden toegepast en zal derhalve moeten worden afgevoerd met mogelijke negatieve economische effecten.

Grondwatersanering
Bij het saneren van het grondwater kan onderscheid worden gemaakt in een sanering van het brongebied en een sanering van het verspreidingsgebied.
De sanering van het *brongebied* zal maatgevend zijn in verband met de aanwezigheid van minerale olie. Indien wordt uitgegaan van een gemiddelde grondwaterstandverlaging van circa 0,5 m ter plaatse van het brongebied, dient het onttrekkingsdebiet circa 1.800 m^3/etm te bedragen. Hiertoe moet gebruik worden gemaakt van een intensief verticaal onttrekkingssysteem, eventueel aangevuld met een horizontaal onttrekkingssysteem. Uitgaande van een ideaal ontworpen onttrekkingssysteem en een sanering tot de streefwaarde wordt een saneringsduur verwacht van circa 20 jaar. In combinatie met een herinfiltratie kan de saneringsduur mogelijk worden verkort.
De sanering van het *verspreidingsgebied* kan veel eerder worden afgerond, aangezien in het verspreidingsgebied met name sprake is van een (lichte) verhoging van macroparameters. Voor het saneren van het grondwater in het verspreidingsgebied wordt uitgegaan van een intensief onttrekkingssysteem bestaande uit een raster van verticale onttrekkingsbronnen. Bij een onttrekkingsdebiet van circa 1.500 m^3/etm zal de grondwatersanering circa drie jaar in beslag nemen.

5.11 Verwerking waterstromen

In de paragrafen 5.2 tot en met 5.10 heeft een nadere uitwerking van de varianten plaatsgevonden. Aan de hande van deze uitwerking kan worden vastgesteld welke waterstromen, gedurende welke perioden vrijkomen. Voor een kort overzicht wordt verwezen naar tabel 5.1.

Tabel 5.1: Overzicht vrijkomende waterstromen

Variant	Waterstromen brongebied (m^3/dag*) - m^3/dag**) - tijdsduur)	Waterstroom verspreidingsgebied (m^3/dag*) - m^3/dag**) - tijdsduur)
1	n.v.t.	n.v.t.
2a	700 - 800 - ∞	n.v.t.
2b	3.100 - 3.500 - ∞	n.v.t.
2c	41 n.v.t. - ∞	n.v.t.
3a	n.v.t.	1.740 - 1.900 - ∞
4a	700 - 800 - ∞	1.500 - 1.700 3 jaar
4b	3.100 - 3.500 - ∞	1.500 - 1.700 3 jaar
4c	41 - n.v.t. - ∞	1.500 - 1.700 3 jaar
5	1.800 - 2.000 20 jaar***)	1.500 - 1.700 3 jaar

*) *bij directe lozing op riool*
**) *bij herinfiltratie*
***) *bovendien zal tijdens de verplaatsing van het afval circa 73.000 m^3 grondwater worden onttrokken (ten behoeve van ontgraving in den droge)*

Voor gegevens met betrekking tot de kwaliteit van deze waterstromen wordt verwezen naar bijlage 5.

Voor de verwerking van de vrijkomende waterstromen zijn in principe de volgende mogelijkheden voorhanden:

- afvoer via de riolering naar RWZI-Olburgen. De lozingseisen ten aanzien van concentraties aan verontreinigende stoffen zijn ruim. Voor N-totaal geldt een maximum aangevoerde vracht van 125 kg/etm, Indien echter het stikstof in geoxideerde vorm kan worden aangeboden zal een groot deel reeds in de persleiding en na contact met overige afvalwaterstromen door denitrificatie worden verwijderd. De daadwerkelijke aangevoerde vracht ligt in dat geval aanmerkelijk lager. Voor verwijdering van het ammonium wordt vooralsnog uitgegaan van oxidatie door middel van een slib-op-drager systeem zoals biorotoren;
- herinfiltratie in de bodem. De hieraan verbonden normen ten aanzien van kwaliteit van het te infiltreren water zijn zodanig scherp dat het water tot ver onder de voor drinkwater geldende normen dient te worden behandeld (streefwaarden of achtergrondwaarden).

Voor elke saneringsvariant zullen de effecten van lozing op de riolering en herinfiltratie in het onderstaande nader worden uitgewerkt.

Variant 2a

Riolering
Zuiveringsmaatregelen zijn niet nodig, aangezien de Ammonium-N vracht circa 94 kg/etm bedraagt. Bij aanvang derhalve reeds onder de maximale vracht van 125 kg N-totaal/etm.

Herinfiltratie
Uit het grondwater dienen de volgende categorieën verontreinigingen te worden verwijderd: BTEX, olie, VOX, Cr, Ni, CZV, Cl, bicarbonaat en ammonium. De zuiveringstechnieken hiervoor zijn:

- beluchting + zandfiltratie ten behoeve van verwijdering van ijzer en gesuspendeerde stoffen die niet alleen de opvolgende behandelingsprocessen storen, maar ook de infiltratie zouden kunnen verstoren;
- hyperfiltratie. De waterstroom wordt gesplitst in een gezuiverd permeaat (640 m^3/etm), direct geschikt voor infiltratie en een concentraatstroom (van circa 160 m^3/etm);
- het concentraat kan worden geloosd op de riolering, aangezien de concentratie- en vrachtnormen voor lozing op riolering niet worden overschreden.

Voor het bereiken van de vereiste, zeer lange concentraties zou in principe ook aktief-kool-filter gevolgd door sterk zure kationenwisseling (ten behoeve van zware metalen en ammonium) en sterk basische anionenwisseling (ten behoeve van chloride) kunnen worden toegepast. Gekozen is vooralsnog voor hyperfiltratie aangezien het volume van de regeneraatstromen die bij ionenwisseling vrijkomen, in een zelfde orde-grootte kunnen liggen als de bij hyperfiltratie vrijkomende concentraatstroom. Voorts gaat toepassing van ionenwisselaars met een hoog verbruik aan regeneratiechemicaliën gepaard, waardoor de totale emissie aan zouten fors wordt verhoogd. Daarnaast zijn er relatief hoge kosten verbonden aan het vernieuwen en (mogelijk als gevaarlijk afval) afvoeren van het verbruikte aktief kool.
Als gevolg van de langdurige onttrekking, kan met een lagere afschrijvingstermijn worden rekening gehouden, wat de kosten gunstig beïnvloedt. De kosten worden geraamd op *f* 2,50 tot 3,00 m^3 indien het concentraat op de riolering kan worden geloosd en derhalve geen verdere behandeling noodzakelijk is.

Variant 2b

Riolering
Vanwege het grote debiet (130 m^3/h) en de relatief hoge concentratie aan ammonium, wordt de maximale vracht (125 kg/etm) met 558 kg N-totaal/etm ruimschoots overschreden, waardoor bij deze variant zuiveringstechnische maatregelen moeten worden getroffen. Deze maatregelen kunnen bestaan uit een biorotorsysteem. De geschatte kosten hiervan bedragen circa *f* 1,00 m^3.

Herinfiltratie
De behandelingstechniek is hierbij identiek al bij variant 2a, dus zandfiltratie en hyperfiltratie. Echter, vanwege de te hoge vracht aan ammonium en nikkel (respectievelijk 550 en 0,157 kg/etm) is hierbij ook een behandelijk van het concentraat noodzakelijk alvorens lozing op de riolering mogelijk is. De kosten bedragen circa *f* 4,00 m^3.

Variant 2c

Riolering
Gezien het geringe debiet (2 m^3/u) worden van geen enkele verontreiniging de vrachtnormen overschreden.

Herinfiltratie
Gelet op het geringe debiet is een herinfiltratie niet aannemelijk.

Variant 3a

Riolering
Het concentratie-niveau in het verspreidingsgebied is zodanig laag dat naar verwachting geen vracht- of concentratienormen worden overschreden.

Herinfiltratie
De concentraties aan BTEX, minerale oliën, chloride en bicarbonaat zijn hoger dan de streefwaarde. Gezien de variatie in verontreinigingen, is hyperfiltratie ook hier de aangewezen techniek. het permeaat kan zonder bezwaren op de riolering worden geloosd. De kosten bedragen circa *f* 2,50 m^3 .

Variant 4a
Deze variant is identiek aan variant 2a, echter met het verschil dat de grondwater-onttrekking van 700 m^3/etm (800 m^3/etm bij herinfiltratie) uit het brongebied in de eerste 3 jaar is uitgebreid met een 1.500 m^3/etm onttrekking (1.700 m^3/etm bij herinfiltratie) in het verspreidingsgebied.

Riolering
Zuiveringsmaatregelen zijn niet nodig, aangezien de ammonium-N vracht uit brongebied circa 94 kg/etm bedraagt (bij aanvang), dus onder de maximale vracht van 125 kg N-totaal/etm. De bijdrage in de ammoniumvracht vanuit het verspreidingsgebied is hierbij op nul gesteld.

Herinfiltratie
De te behandelen hoeveelheid grondwater bedraagt 2.500 m^3/etm gedurende de eerste drie jaar. Daarna neemt de aanvoer sterk af tot 800 m^3/etm afkomstig uit het brongebied. Dit houdt in dat een groot deel van de installatie (1.700/2.500 deel) in 3 jaar dient te worden afgeschreven. In de eerste installatie wordt voor een onbepaald lange tijd een grondwaterstroom van 800 m^3/etm uit het brongebied aangevoerd. Dit water kan voor een prijs van circa *f* 3,00 m^3 worden behandeld (evenals bij variant 2a). De 1,700 m^3/etm stroom uit het bicarbonaat. In technisch opzicht is hyperfiltratie daarvoor het meest geschikte proces, aangezien bovengenoemde stoffen in één processtap uit de waterstroom kunnen worden verwijderd. Het daarbij vrijkomende concentraat kan zonder bezwaren op de riolering worden geloosd. Vanwege de korte afschrijftermijn, dient bij de behandeling van grondwater uit het verspreidingsgebied rekening te worden gehouden met een prijs van circa *f* 5,00 m^3.

Variant 4b
Deze variant is identiek aan variant 2b, echter met het verschil dat de grondwateronttrekking van 3.100 m^3/etm (3.500 m^3/etm bij herinfiltratie) gedurende de eerste 3 jaar is uitgebreid met een onttrekking van 1.500 m^3/etm (1.700 m^3/etm bij herinfiltratie) in het verspreidingsgebied.

Riolering
De ammonium-N vracht uit het brongebied bedraagt bij aanvang circa 560 kg/etm. De bijdrage in deze ammoniumvracht vanuit het verspreidingsgebied is hierbij op nul gesteld. Bij lozing op de riolering dient derhalve het ammonium uit de waterstroom ui het brongebied te worden verwijderd. Dit is mogelijk door middel van biologische behandeling, waarbij de kosten worden geraamd op circa *f* 1,00 m^3.

Herinfiltratie
De totaal te behandelen hoeveelheid grondwater bedraagt 5.200 m^3/etm gedurende de eerste drie jaar.
Daarna neemt de aanvoer af tot 3.500 m^3 afkomstig uit het brongebied. Dit houdt in dat een deel van de installatie (1.700/5.200 deel) in drie jaar dient te worden afgeschreven. In de eerste installatie wordt voor een onbepaald lange tijd een grondwaterstroom van 3.500 m^3/etm uit het brongebied aangevoerd. Dit water kan voor een prijs van circa *f* 4,00 m^3 worden behandeld (evenals bij variant 2b), inclusief verwijdering van ammonium en nikkel uit het hyperfiltratie-concentraat. De 1.500 m^3/etm stroom uit het verspreidingsgebied dient te worden ontdaan van BTEX, CZV, Chloride en bicarbonaat. Evenals bij variant 4a, dient bij de behandeling van grondwater uit het verspreidingsgebied rekening te worden gehouden met een prijs van circa *f* 5,00 m^3.

Variant 4c
Deze variant is identiek aan 2 c, echter met het verschil dat de grondwateronttrekking van 41 m^3/etm gedurende de eerste drie jaar is uitgebreid met een 1.500 m^3/etm onttrekking (1.700 m^3/etm bij herinfiltratie) in het verspreidingsgebied.

Riolering
Gezien het lage debiet vanuit het brongebied en de geringe vracht vanuit het verspreidingsgebied zijn geen zuiveringstechnische maatregelen nodig.

Herinfiltratie
De totaal te behandelen hoeveelheid grondwater bedraagt circa 1.700 m^3/etm gedurende de eerste drie jaar. Daarna stopt de herinfiltratie. Dit houdt in dat de gehele installatie in drie jaar dient te worden afgeschreven. De 1.700 m^3/etm stroom uit het verspreidingsgebied dient te worden ontdaan van BTEX, CZV, Chloride en bicarbonaat. Evenals bij de varianten 4a en 4b, dient bij de behandeling van grondwater uit het verspreidingsgebied rekening te worden gehouden met een prijs van circa *f* 5,00 m^3.

Variant 5
Bij variant 5 wordt gedurende 20 jaar een debiet van 1.800 m^3/etm uit het brongebied onttrokken (in geval van herinfiltratie circa 2.000 m^3/etm). Gedurende de eerste drie jaar zal tevens een onttrekking van circa 1.500 m^3/etm in het verspreidingsgebied plaatsvinden (bij herinfiltratie circa 1.700 m^3/etm).

Riolering
De stikstofvracht bedraagt circa 240 kg N-totaal/etm vanuit het brongebied. Derhalve dienen zuiveringstechnische maatregelen te worden getroffen. Dit kan door middel van nitrificatie met biorotoren of andere slib-op-drager systemen, waarbij mogelijk extra CZV dient te worden gesuppleerd om de CZV/N verhouding te optimaliseren. Verwijdering van het aldus geproduceerde nitraat door middel van denitrificatie ten behoeve van lozing op de riolering is een vreemde eis indien de ontvangende waterzuiveringsinstallatie is ingesteld op denitrificatie. Voorts zal de meeste denitrificatie in het rioleringsstelsel kunnen plaatsvinden na contact met het overige afvalwater. De kosten voor nitrificatie door middel van biorotoren worden geraamd op circa *f* 1,00 m^3.

Herinfiltratie
De totaal te behandelen hoeveelheid grondwater bedraagt circa 3.700 m^3/etm gedurende de eerste drie jaar. Daarna neemt de aanvoer af tot circa 2.000 m^3/etm afkomstig uit het brongebied. Dit houdt in dat 1.700/3.700 deel van de installatie in drie jaar dient te worden afgeschreven. In de eerste installatie wordt voor een onbepaald lange tijd een grondwaterstroom van 2.000 m^3/etm uit het brongebied aangevoerd. Dit water kan voor een prijs van circa *f* 4,00 worden behandeld, waarbij rekening is gehouden met het verwijderen van ammonium uit het hyperfiltratie-concentraat. De 1.700 m^3/etm waterstroom uit het verspreidingsgebied dient te worden ontdaan van BTEX, CZV, Chloride en bicarbonaat.

Evenals bij de varianten 4a, 4b en 4c, dient bij de behandeling van grondwater uit het verspreidingsgebied rekening te worden gehouden met een prijs van circa *f* 5,00 m^3.

5.12 Bovenafdichting
De hoofdfunctie van de bovenafdichting is het voorkomen van de infiltratie van neerslagwater in het afvalpakket, zodat percolaatvorming en emissie van verontreinigende stoffen naar de omgeving wordt tegengegaan. Voor de stortgedeelten die niet zijn voorzien van een onderafdichting, vormt de bovenafdichting (eventueel in combinatie met een grondwaterbeheersing) de enige bodembeschermende voorziening. Voor de stortgedeelten die wel van een onderafdichting zijn voorzien, heeft de bovenafdichting op de korte termijn, dat wil zeggen zolang als de onderafdichting functioneert, een extra bodembeschermende functie. Echter wanneer de functionele levensduur van de onderafdichting is verstreken, neemt de bovenafdichting de bodembeschermende functie van de onderafdichting over.

Naast het tegengaan van de infiltratie van regenwater, vervult de bovenafdichting ook functies als het voorkomen van de emissie van stortgas naar de atmosfeer, het bieden van een standplaats voor vegetatie, het geven van een inpassing in het landschap en het vormen van ondergrond voor de verschillende gebruiksvormen. Vanwege deze verscheidenheid aan functies bestaat de bovenafdichting uit meerdere onderdelen. De isolatielaag (folie en minerale afdichting) speelt de hoofdrol bij het tegengaan van de infiltratie van regenwater.
De overige lagen zijn van belang voor andere: bescherming van de isolatielaag, drainage van overtollig hemelwater, standplaats voor het gebruik en afvoer van stortgas. De nazorgwerkzaamheden dienen op deze functies te zijn afgestemd.

De bovenafdichting bestaat uit (van boven naar beneden):
- afdekgrond (teelaarde en zand);
- drainagelaag (draineerzand met drains);
- isolatielaag (synthetische en minerale afdichting);
- steunlaag (zand zonder grove delen met ontgassingssysteem).

Van deze opbouw mag worden afgeweken, mits het alternatief gelijkwaardig is aan de eisen uit de Richtlijn dichte eindafwerking (VROM, 1991).

Na aanleg van de bovenafdichting zal de hoeveelheid percolaat geleidelijk afnemen.

Het neerslagoverschot wordt in het drainagestelsel dat in de bovenafdichting in de drainagelaag aanwezig is, opgevangen. Dit neerslagwater zal samen met het runoff-water (het water dat oppervlakkig afstroomt) via de teen van het talud worden afgevoerd naar een lozingspunt naar oppervlaktewater. Het drainagestelsel in de bovenafdichting zal zijn voorzien van inspectieputten, van waaruit de drains kunnen worden doorgespoten. Uitgaande van een neerslagoverschot van 1 mm/dag, zal gemiddeld 240 m^3/d schoon regenwater moeten worden afgevoerd. Dit water zal vanwege de grote afstand tot oppervlaktewater, worden afgevoerd naar een infiltratiesysteem.

De produktie van stortgas zal in de nazorgfase nog vele jaren doorgaan. Echter naar verwachting zal de hoeveelheid geleidelijk afnemen. De aanwezige benutting zal over een aantal jaren eindigen.

5.13 Nazorg

De inrichting van stortplaatsen dient op basis van de IBC-criteria te worden uitgevoerd (IBC = Isoleren, Beheersen en Controleren). Met deze IBC-criteria, die wettelijk zijn vastgelegd in het Stortbesluit bodembescherming, wordt een beschermingsniveau voor de bodem tot stand gebracht met betrekking tot het storten van afvalstoffen. Naast het isoleren dienen tevens het beheersen en controleren van de volledige inrichting plaats te vinden. Immers, de risico's voor de bodem houden niet op wanneer de stortactiviteiten zijn beëindigd. Om het ingestelde beschermingsniveau te handhaven, zullen de bodembeschermende voorzieningen ook na het sluiten van de afvalberging in stand moeten blijven. De activiteiten die daartoe moeten worden uitgevoerd, vallen onder het begrip "nazorg".

De nazorg van stortplaatsen wordt wettelijk niet via het Stortbesluit bodembescherming geregeld, maar via een aparte aanvulling op de Wet Milieubeheer en de Wet bodembescherming. Deze aanvulling ligt momenteel bij de Tweede Kamer voor behandeling (wetsvoorstel nazorg stortplaatsen). Het doel van deze regeling is te voorzien in een zodanig beheer van stortplaatsen na sluiting, dat in de toekomst (vrijwel) geen nadelige gevolgen voor het milieu kunnen ontstaan. De regeling nazorg stortplaatsen wordt van toepassing op stortplaatsen die na 1 maart 1995 in exploitatie zijn. Derhalve zal deze regeling van toepassing zijn op de locatie De Langenberg. Naar verwachting zal de regeling medio 1996 in het Staatsblad worden gepubliceerd.

Nazorg wordt in het wetsvoorstel nazorg stortplaatsen (tekst medio 1995) omschreven als het na sluiting van de stortplaats in stand houden, onderhouden en alsmede het herstellen, verbeteren of vervangen van de bodembeschermende voorzieningen die op de stortplaats zijn getroffen, alsmede het regelmatig inspecteren van de voorzieningen en het regelmatig onderzoeken van de bodem onder de stortplaats (artikel 8.49). Onder bodem wordt tevens grondwater verstaan. De nazorg dient voor onbepaalde tijd ("eeuwig") te worden uitgevoerd.

Een stortplaats is volgens het wetsvoorstel nazorg stortplaatsen gesloten als:
- het storten van afvalstoffen is beëindigd;
- voor zover een daartoe strekkend voorschrift voor de inrichting geldt, een bovenafdichting is aangebracht;
- een eindinspectie door het bevoegd gezag is uitgevoerd (artikel 8.47).

Naast bovengenoemde Stortbesluit en de Leemtewet is de zorgplicht van artikel 13 van de Wet bodembescherming van belang. Degenen die handelingen verricht op of in de bodem is verplicht maatregelen te nemen teneinde verontreinigingen te voorkomen dan wel, indien een verontreiniging zich voordoet, de bodem te saneren of de aantasting zo veel mogelijk te beperken en ongedaan te maken. Deze zorgplichtbepaling geldt alleen voor nieuwe gevallen van verontreiniging die op of na 1 januari 1987 zijn ontstaan.

Sinds 1 februari 1995 geldt een risico-aansprakelijkheid voor exploitanten van stortplaatsen voor schade die vóór of na sluiting van de stortplaats ontstaat als gevolg van verontreiniging van lucht, water of bodem met de daar voor die sluiting gestortte stoffen (art.6:176 BW). Deze risico-aansprakelijkheid geldt voor stortplaatsen die op of na 1 februari 1995 open zijn. De exploitant kan zich in geval van schade alleen van zijn risico-aansprakelijkheid onttrekken, indien hij kan aantonen dat de verontreiniging uitsluitend is veroorzaakt door stoffen die daar vóór 1 februari 1995 zijn gestort. Als de schade bekend is geworden is na sluiting van de stortplaats dan is de laatste exploitant aansprakelijk gedurende een periode van 20 jaar na sluiting van de stortplaats.

6 Beoordeling saneringsvarianten

6.1 Algemeen

Na uitwerking in hoofdlijnen van de saneringsvarianten, wordt in dit hoofdstuk per variant een beoordeling en "weging" uitgevoerd, zodanig dat uiteindelijk een keuze voor de meest optimale variant kan plaatsvinden. De beoordeling van de saneringsvarianten is uitgevoerd aan de hand van een algemene "sterkte-zwakte" analyse. In paragraaf 6.2 worden de aspecten, waar de saneringsvarianten op worden beoordeeld, besproken. De daadwerkelijke beoordeling vindt plaats in paragraaf 6.3. In paragraaf 6.4 wordt een rendementsafweging uitgevoerd van de geselecteerde varianten. In paragraaf 6.5 wordt de voorkeursvariant beargumenteerd gekozen.

6.2 Beoordelingsaspecten

De beoordelingsaspectengroepen zijn als volgt ingedeeld:

- milieuhygiënische aspecten;
- (uitvoerings-)technische aspecten;
- economische aspecten;
- maatschappelijke aspecten.

A Milieuhygiënische aspecten

- de mate waarin vanuit het brongebied op korte en lange termijn nog verspreiding kan plaatsvinden van verontreinigende stoffen, dat wil zeggen risico's van potentiële verspreiding, zowel in horizontale als in verticale richting;
- de mate waarin verwijderingsmaatregelen worden getroffen ter plaatse van het verspreidingsgebied;
- de functiegevoeligheid van het systeem ten aanzien van de kwaliteit van de uitvoering en van de lokale situatie;
- de controleerbaarheid, dat wil zeggen de mate waarin de eindsituatie (milieuhygiënisch) controleerbaar is;
- de beheersbaarheid, dat wil zeggen de mate waarin de eindsituatie (milieuhygiënisch) beheersbaar is. Dit is met name bij IBC-maatregelen van belang omdat de dan gecreëerde situatie beheersbaar moet zijn om verspreiding van, en contact met de verontreiniging te voorkomen;
- effectiviteit, dat wil zeggen de mate waarin de voorgestelde maatregelen milieuhygiënisch effectief zijn;
- de vergunningtechnische haalbaarheid.

B (Uitvoerings-)technische aspecten

- de mate waarin de maatregelen uitvoerbaar zijn onder de gegeven omstandigheden, met name de geschiktheid van de maatregelen in relatie tot de bodem (bodemsamenstelling in verband met grondmechanische en hydrologische consequenties, de aanwezigheid van obstakels in de ondergrond), de praktische uitvoerbaarheid en de mogelijke verspreiding van verontreinigingen tijdens de sanering;
- de geohydrologische en grondmechanische consequenties (risico's) voor het onderhavige gebied alsmede de omgeving;
- de flexibiliteit van de te treffen saneringsmaatregelen. De mate waarop tijdens de uitvoering kan worden ingespeeld op onverwachte en onvermoede situaties zonder dat het resultaat van de sanering negatief wordt beïnvloed;
- de duurzaamheid van de constructie en constructie-onderdelen.

C *Financiële aspecten*
- de totale kosten (investeringskosten, exploitatiekosten en kosten voor herinvesteringen) in geval van directe lozing op het riool en in geval van herinfiltratie (en zuivering op locatie);

D *Maatschappelijke aspecten*
- de periode van de voorbereiding en de uitvoering;
- consequenties ten aanzien van het toekomstige gebruik van de locatie en het verspreidingsgebied. Door de saneringsmaatregelen kan het (met name bij IBC-locaties) voorkomen dat bepaalde activiteiten niet meer (geheel) mogelijk zijn;
- de omvang en intensiteit van de nazorgmaatregelen;
- hinder en overlast voor omwonenden tijdens de sanering en tijdens de nazorgperiode;
- de mate waarin de situatie na uitvoering door betrokkenen (en met name omwonenden) als bezwarend wordt ervaren (psychosociale consequenties);
- de vergunningtechnische haalbaarheid.

Ten aanzien van de verwerking van de vrijkomende waterstromen is reeds in paragraaf 5.11 aangegeven dat in principe onderscheid kan worden gemaakt tussen:
- directe (ongezuiverde) lozing op het riool;
- herinfiltratie van opgepompt grondwater, voorafgegaan door zuivering op locatie.

De eerste optie houdt in dat het water wordt afgevoerd naar de AWZI te Olburgen (zoals op dit moment gebeurt met het afgevangen grondwater uit de beheersdrain). De capaciteit van deze zuivering is beperkt. In het verleden is echter door het ZOG aangegeven dat vanaf 1999 een vergrote capaciteit beschikbaar is.
De tweede optie betreft een herinfiltratie van opgepompt grondwater. Hiertoe is vergaande zuivering van het te herinfiltreren grondwater noodzakelijk. Bij de beoordeling van de saneringsvarianten zal ten aanzien van de kosten, beide opties worden meegenomen (zie bijlage 7).

6.3 Beoordeling saneringsvarianten

6.3.1 Inleiding
In de navolgende tabel 6.1 is de beoordeling van de saneringsvarianten weergegeven. Het betreft een relatieve vergelijking tussen deze varianten op basis van de in paragraaf 6.2 beschreven beoordelingscriteria, resulterend in een positieve, neutrale of negatieve beoordeling. In het navolgende wordt per saneringsvariant een korte toelichting op deze beoordeling gegeven. Hierbij moet rekening worden gehouden met het feit dat het aanbrengen van een bovenafdichting onderdeel uitmaakt van iedere variant.

Als ondersteuning bij de beoordeling van de saneringsvarianten, zijn verspreidingsberekeningen uitgevoerd.
In bijlage 8 zijn de berekeningen toegelicht en de resultaten weergegeven.

In totaal zijn een drietal situaties te onderscheiden:
- huidige situatie met een maximale percolaat-emissie van 120 m^3/etm (= 300 mm/jr);
- variant 1 (alleen bovenafdichting) met een rest-emissie van 5 m^3/etm;
- overige varianten met een beëindiging van de emissie naar de bodem.

Tabel 6.1: Beoordeling saneringsvarianten

Beoordelingsaspect	Saneringsvarianten 1	2a	2b	2c	3a	4a	4b	4c	5
Milieuhygiënisch									
■ verspreiding vanuit brongebied	-	+	+	+	±	+	+	+	+
■ maatregelen t.p.v. verspreidingsgebied	-	-	-	-	+	+	+	+	+
■ functiegevoeligheid	+	±	±	±	±	±	±	-	+
■ controleerbaarheid	+	+	+	+	+	+	+	+	+
■ beheersbaarheid	-	+	+	+	+	+	+	+	+
■ effectiviteit	-	±	±	±	±	+	+	+	+
■ vergunningstechnischehaalbaarheid	±	+	-	+	±	+	-	+	±
(Uitvoerings-)technisch									
■ uitvoerbaarheid	+	+	±	±	+	+	±	±	±
■ geohydrologische en grondmechanische consequenties	+	±	-	+	±	±	-	+	±
■ flexibiliteit	-	±	±	±	±	±	±	±	+
■ duurzaamheid	+	±	-	+	±	±	-	+	±
Financiële aspecten									
■ totale kosten bij directe lozing op riool	+	±	±	-	+	±	±	-	--
■ totale kosten bij herinfiltratie	+	-	--	-	-	-	--	-	--
Maatschappelijke aspecten									
■ voorbereidings- en uitvoeringsperiode	+	+	+	±	+	+	+	±	-
■ consequenties gebruik verspreidingsgebied	-	±	±	±	-	+	+	+	+
■ intensiteit nazorg	±	-	-	-	-	-	-	-	+
■ hinder en overlast	+	+	+	±	+	+	+	±	-
■ psychosociale consequenties	-	-	-	-	-	±	±	±	+

\+ *positief*
± *neutraal*
\- *negatief*

6.3.2 Beoordeling per variant

Saneringsvariant 1
Bij saneringsvariant 1 worden geen saneringsmaatregelen getroffen maar wordt volstaan met het uitvoeren van een monitoring. De verspreiding vanuit het brongebied en de maatregelen in het verspreidingsgebied worden derhalve negatief beoordeeld. De functiegevoeligheid is positief (geen saneringsmaatregelen). De controleerbaarheid wordt ook positief beoordeeld, aangezien door middel van een goede opzet van een monitoringnet een betrouwbaar inzicht verkregen kan worden in de verontreinigingssituatie. De beheersbaarheid is echter negatief omdat op korte termijn geen middelen voorhanden zijn om eventuele maatregelen te treffen. De effectiviteit wordt negatief beoordeeld, aangezien geen directe saneringsmaatregelen worden getroffen.
De uitvoerbaarheid van een monitoring is positief beoordeeld, terwijl de geohydrologische en grondmechanische consequenties nihil zijn (positief). De flexibiliteit wordt negatief beoordeeld, aangezien geen maatregelen kunnen worden getroffen in geval dat dit noodzakelijk zou zijn.

De kosten van variant 1 zijn relatief laag en worden derhalve als positief beoordeeld. De kosten worden met name bepaald door de kosten voor bemonstering en analyse.

Ten aanzien van de maatschappelijke aspecten zijn de voorbereidings-/uitvoeringsperiode en de hinder en overlast als positief beoordeeld, de intensiteit van de nazorg is neutraal, terwijl de consequenties voor het gebruik van het verspreidingsgebied en de psychosociale consequenties negatief worden beoordeeld omdat er geen actieve saneringsmaatregelen worden getroffen.

Saneringsvariant 2a
Variant 2a voorziet in een beheersing van het brongebied (verspreiding brongebied positief) en een monitoring van het verspreidingsgebied (maatregelen verspreidingsgebied negatief). De functiegevoeligheid wordt neutraal beschouwd (eenvoudig systeem, maar geen "vangnet" in het verspreidingsgebied). De controleerbaarheid en de beheersbaarheid worden positief beoordeeld, omdat door middel van een monitoring een goede controle op het effect van de saneringsmaatregelen kan plaatsvinden en vervolgens de onttrekkingsdebieten eventueel kunnen worden aangepast om de situatie te beheersen.
De effectiviteit wordt neutraal beoordeeld, aangezien pas op termijn een verbetering in het verspreidingsgebied zal optreden.

De uitvoerbaarheid van een geohydrologische isolatie in het brongebied is als positief te beschouwen. De geohydrologische en grondmechanische consequenties zijn, gezien het beperkte onttrekkingsdebiet, gering (neutraal). Ook de flexibiliteit wordt neutraal beoordeeld, omdat met het onttrekkingssysteem in zekere mate kan worden ingesprongen op onverwachte situaties. De duurzaamheid van het onttrekkingssysteem is neutraal.

De kosten bij een directe lozing op het riool zijn aanzienlijk hoger dan variant 1 en worden met name bepaald door de lozingskosten (bij directe lozing) en door de zuiveringskosten (bij herinfiltratie). De kosten bij herinfiltratie liggen globaal een factor 5 hoger dan bij een directe lozing.

Net als bij variant 1 zijn de voorbereidings-/uitvoeringsperiode en de hinder en overlast als positief te beschouwen. De consequenties voor het verspreidingsgebied zijn neutraal (verbetering op termijn), maar de intensiteit van de nazorg en de psychosociale consequenties worden negatief beoordeeld. Omdat geen daadwerkelijke saneringsmaatregelen worden getroffen.

Saneringsvariant 2b
Bij variant 2b vind in het brongebied een drooglegging plaats (verspreiding brongebied positief) en een monitoring van het verspreidingsgebied (maatregelen verspreidingsgebied negatief). De functiegevoeligheid wordt evenals bij variant 2a neutraal beschouwd. Ten aanzien van de controleerbaarheid, beheersbaarheid en de effectiviteit geldt hetzelfde als gesteld bij variant 2a (positief).

De uitvoerbaarheid wordt neutraal beoordeeld, omdat voor de drooglegging een vrij intensief systeem moet worden aangelegd (tussen de stortdelen). Het onttrekkingsdebiet is hierbij zodanig hoog dat de geohydrologische en grondmechanische consequenties aanzienlijk zijn (negatief). De flexibiliteit is gelijk aan variant 2a (neutraal), doch de duurzaamheid is vanwege het intensieve systeem als negatief beoordeeld.
De kosten bij directe lozing liggen enigszins hoger dan bij variant 2a, wat met name wordt veroorzaakt door de hogere lozings- en zuiveringskosten (groter debiet en grotere vracht). Dit hoge debiet is de oorzaak van het feit dat in geval van herinfiltratie extreem hoge zuiveringskosten moeten worden gemaakt.

De beoordeling van de maatschappelijke aspecten is gelijk aan de beoordeling van variant 2a).

Saneringsvariant 2c
Variant 2c voorziet in een civieltechnische en een geohydrologische isolatie van het brongebied (verspreiding brongebied positief). In het verspreidingsgebied vindt een monitoring plaats (maatregelen verspreidingsgebied negatief). Het functioneren van het isolatiesysteem wordt voor een belangrijk deel bepaald door de kwaliteit van de uitvoering (met name de verticale wand). De functiegevoeligheid wordt derhalve als negatief beoordeeld. Ten aanzien van de controleerbaarheid en beheersbaarheid geldt hetzelfde als gesteld bij variant 2a (positief). De effectiviteit is neutraal (gelijk aan 2a).

De uitvoerbaarheid wordt negatief beoordeeld, aangezien de verticale wand voor een deel tussen het oude stort en het IBC-stort moet worden aangelegd. Door de wand zijn de geohydrologische en grondmechanische consequenties echter zeer gering (positief). De flexibiliteit is gelijk aan variant 2a (neutraal), terwijl de duurzaamheid positief is wegens de lange levensduur van de verticale wand.

De kosten voor variant 2c zijn relatief hoog en worden met name bepaald door de verticale wand. Herinfiltratie is gezien het lage onttrekkingsdebiet niet in beeld.

De voorbereidings-/uitvoeringsperiode, de hinder en overlast en de consequenties voor het verspreidingsgebied zijn neutraal (enigszins omvangrijkere uitvoering en een verbetering in het verspreidingsgebied op termijn), maar de intensiteit van de nazorg en de psychosociale consequenties worden negatief beoordeeld (zoals in variant 2a.

Saneringsvariant 3a
Bij variant 3a worden zowel het bron- als verspreidingsgebied geohydrologisch geïsoleerd door een interceptiesysteem in het verspreidingsgebied. Hierdoor vind dus nog wel een verspreiding vanuit het brongebied plaats (neutraal), maar worden de verontreinigingen in het verspreidingsgebied afgevangen (maatregelen verspreidingsgebied positief). De functiegevoeligheid wordt neutraal beoordeeld (eenvoudig systeem, maar geen "vangnet"). Ten aanzien van de controleerbaarheid en beheersbaarheid geldt hetzelfde als gesteld bij variant 2a (positief). De effectiviteit wordt neutraal beoordeeld, omdat de kwaliteit in het verspreidingsgebied nagenoeg gelijk blijkt.

Zowel de uitvoeringstechnische als de maatschappelijke aspecten worden gelijk beoordeeld als variant 2a, met uitzondering van de consequenties voor het gebruik van het verspreidingsgebied. Omdat de interceptie van verontreinigingen in het verspreidingsgebied zal plaatsvinden, zal hier niet of nauwelijks een verbetering van de kwaliteit optreden. Hierdoor worden de consequenties voor het gebruik van het verspreidingsgebied negatief beoordeeld.

De kosten voor variant 3a, in geval van directe lozing, zijn uiteraard hoger dan voor variant 1, maar ook lager dan voor de overige varianten. In geval van herinfiltratie wordt de variant aanmerkelijk duurder.

Saneringsvariant 4a
Variant 4a voorziet in een geohydrologische isolatie van het brongebied (positief) en een verwijdering van de verontreinigingen in het verspreidingsgebied (positief). De functiegevoeligheid wordt neutraal beschouwd, aangezien na enkele jaren de grondwatersanering in het verspreidingsgebied is afgerond, zodat vanaf dat moment variant 2a wordt benaderd. Ten aanzien van de controleerbaarheid en beheersbaarheid geldt hetzelfde als gesteld bij variant 2a (positief). Omdat het verspreidingsgebied in principe wordt gesaneerd, is de effectiviteit als positief beoordeeld.

De uitvoeringstechnische aspecten zijn gelijk beoordeeld als variant 2a. De flexibiliteit is met name de eerste drie jaar (grondwatersanering verspreidingsgebied) hoger, maar na drie jaar is deze gelijk aan variant 2a.

De kosten voor variant 4a liggen, in geval van directe lozing, in dezelfde orde van grootte als bij de varianten 2a, 2b, en 4b. Bij herinfiltratie liggen de kosten aanmerkelijk hoger.

Van de maatschappelijke aspecten worden de voorbereidings-/uitvoeringsperiode, de hinder en overlast en de consequenties voor het verspreidingsgebied als positief beoordeeld. De intensiteit van de nazorg is negatief en de psychosociale consequenties neutraal (verspreidingsgebied schoon).

Saneringsvariant 4b
Variant 4b voorziet in een drooglegging van het brongebied (positief) en een verwijdering van de verontreinigingen in het verspreidingsgebied (positief). De functiegevoeligheid wordt net als bij variant 4a neutraal beschouwd (benadering variant 2b). Ten aanzien van de controleerbaarheid en beheersbaarheid geldt hetzelfde als gesteld bij variant 2a (positief). De effectiviteit is net als bij variant 4a positief.

De uitvoeringstechnische aspecten zijn gelijk beoordeeld als variant 2b. De flexibiliteit is met name de eerste drie jaar (grondwatersanering verspreidingsgebied) hoger, maar hierna is deze gelijk aan variant 2b.

In geval van directe lozing kunnen de kosten van variant 4b worden vergeleken met de varianten 2a, 2b en 4a (enigszins hoger). Indien echter een herinfiltratie in beeld is, zullen de kosten extreem hoog liggen, gezien het hoge onttrekkingsdebiet.

De maatschappelijke aspecten zijn gelijk beoordeeld als bij variant 4a.

Saneringsvariant 4c
Variant 4c voorziet in een civieltechnische en geohydrologische isolatie van het brongebied (positief) en een verwijdering van de verontreinigingen in het verspreidingsgebied (positief). Na afronding van de grondwatersanering komt deze variant nagenoeg overeen met variant 2c. De functiegevoeligheid wordt derhalve om dezelfde reden als negatief beoordeeld. Ten aanzien van de controleerbaarheid en beheersbaarheid geldt hetzelfde als gesteld bij variant 1 (positief). De effectiviteit is net als bij variant 4a positief.

De uitvoeringstechnische aspecten zijn gelijk beoordeeld als variant 2c. De flexibiliteit is met name de eerste drie jaar (grondwatersanering verspreidingsgebied) hoger, maar hierna is deze gelijk aan variant 2c.
De kosten voor variant 4c zijn relatief hoog en worden met name bepaald door de verticale wand. In het geval van directe lozing zijn de kosten derhalve te vergelijken met variant 2c. Herinfiltratie is echter in dit geval wel in beeld, aangezien in het verspreidingsgebied een grondwatersanering zal plaatsvinden. De kosten bij herinfiltratie zijn hoger.

Omdat het verspreidingsgebied wordt gesaneerd zijn de consequenties voor het gebruik positief. De overige aspecten worden, met uitzondering van de intensiteit van de nazorg (negatief), als neutraal beoordeeld.

Saneringsvariant 5
Bij variant 5 wordt al het stortmateriaal onder IBC-condities verwerkt. Derhalve zal geen verspreiding vanuit het brongebied plaatsvinden (positief), terwijl het verspreidingsgebied wordt gesaneerd (positief). De functiegevoeligheid wordt derhalve eveneens positief beoordeeld. De controleerbaarheid en beheersbaarheid is positief. De effectiviteit wordt uiteraard als positief beoordeeld.

De uitvoerbaarheid wordt ten opzichte van de overige varianten negatief beoordeeld gezien het ingrijpende en omvangrijke karakter van de sanering (tijdsduur, hinder en overlast, arbeidsomstandigheden). Terwijl de geohydrologische en grondmechanische consequenties en de duurzaamheid neutraal worden beoordeeld, omdat het een langdurige grondwateronttrekking en een intensief onttrekkingssysteem betreft. De flexibiliteit wordt wel als positief beoordeeld, omdat tijdens de ontgravingen en de intensieve grondwateronttrekkingen relatief eenvoudig op onverwachte situaties kan worden ingesprongen.

In geval van directe lozing is variant 5 aanmerkelijk duurder dan de overige varianten. Aangezien tevens een omvangrijke grondwateronttrekking zal plaatsvinden, zijn de kosten in geval van herinfiltratie extreem hoog (vergelijkbaar met de damwandvarianten).

Bij de maatschappelijke aspecten worden de psychosociale consequenties, de consequenties voor het verspreidingsgebied en de nazorg als positief beoordeeld. Immers, op termijn wordt het afval onder IBC-condities geborgen en de grondwaterverontreiniging gesaneerd. De voorbereidings-/uitvoeringsperiode en hinder en overlast worden echter als negatief beoordeeld.

6.3.3 Samenvatting
Samenvattend kan het volgend worden gesteld:
Uit *milieuhygiënisch* oogpunt worden met name de varianten waarbij een verwijdering plaatsvindt (4 en 5), goed beoordeeld. De varianten met een geohydrologische isolatie (2 en 3) zijn uit milieuhygiënisch oogpunt iets minder aantrekkelijk doch ook positief.

Variant 1 wordt milieuhygiënisch als minder aantrekkelijk beoordeeld, aangezien daadwerkelijke saneringsmaatregelen (vooralsnog) achterwege blijven.

Ten aanzien van *uitvoeringstechnische* aspecten worden alle varianten globaal gelijk beoordeeld. De varianten met intensieve onttrekkingssystemen worden flexibeler beoordeeld, doch hebben meer geohydrologische en grondmechanische consequenties dan bij voorbeeld de monitoring variant.

Vanuit *financieel* oogpunt kan worden gesteld, dat variant 1 het meest aantrekkelijk is. Daarnaast is een lozing van overtollig water duidelijk goedkoper dan een eventuele herinfiltratieplicht. Dit is met name van toepassing op de varianten 2b, 4b en 5.

Ten aanzien van de *maatschappelijke* aspecten kan worden geconcludeerd dat iedere variant één of meerdere negatieve aspecten heeft. Voor de omwonenden zijn met name de psychosociale consequenties van belang, welke positiever worden beoordeeld in het geval dat de saneringsmaatregelen intensiever zijn. De vergunningtechnische haalbaarheid van de varianten met drooglegging (2b en 4b) is gelet op de omvangrijke hoeveelheden vrijkomend grondwater en het provinciaal beleid niet reëel.

6.3.4 Toetsing aan het grondwaterbeleid

In het Waterhuishoudingsplan van de provincie Gelderland (1996-2000) en de Ontwerp-Grondwaterverordening Gelderland wordt gesteld dat een vergunning moet worden aangevraagd bij de volgende situatie:

- permanente geohydrologische isolatie (=beheersmaatregel) bij een onttrekking groter dan 5 m^3/uur (120 m^3/etm);
- grondwatersanering met een onttrekking groter dan 10 m^3/uur (240 m^3/etm), verder dient de onttrekking niet groter te zijn dan 25.000 m^3/maand (= 833 m^3/etm ofwel 35 m^3/uur).

Indien een vergunning noodzakelijk is, zal een herinfiltratie van het opgepompte grondwater verplicht worden voorgeschreven. Alleen bij de varianten 1 en 2c en het brongebied bij variant 4c is geen vergunning noodzakelijk. Bij deze varianten wordt uitgegaan van een directe lozing op het riool. Bij de overige varianten zal naar alle waarschijnlijkheid een herinfiltratie dwingend worden voorgeschreven hetgeen de saneringskosten aanzienlijk verhoogd.
Gelet op het gestelde in het ontwerp-grondwaterverordening provincie Gelderland worden de varianten met drooglegging van het afval (2b en 4b) al niet reëel beschouwd.
Het bovenstaande betekent dat de volgende varianten resteren als vergunningtechnisch haalbare varianten. Voor de debieten wordt verwezen naar tabel 5.1.

Tabel 6.2: Geselecteerde varianten

Variant	afvoer verontreinigd grondwater
1	geen
2a	herinfiltratie
2c	riool
3a	herinfiltratie
4a	herinfiltratie
4c	tijdelijke herinfiltratie (3 jaar)
5	tijdelijke herinfiltratie (20 jaar)

6.4 Rendementsafweging

6.4.1 Inleiding

Om invulling te geven aan het begrip "zo sober en doelmatig mogelijk" wordt in deze paragraaf het begrip rendement geïntroduceerd.

Aan het begrip rendement kunnen meerdere betekenissen worden toegekend:

- technisch/financieel rendement; hiermee wordt het meest direct invulling gegeven aan het begrip "sober en doelmatig". De voorkeursvariant moet technisch haalbaar zijn en voldoen aan het saneringsdoel, namelijk de minimalisering van de risico's, heeft daarnaast de laagste kosten;
- milieurendement; hierbij wordt tussen de geselecteerde varianten het saneringsresultaat vergeleken met het effect op andere milieucompartimenten en op basis van deze vergelijking een voorkeursvariant gekozen. Een voorbeeld is de afweging dat bij het verplaatsen van olie-verontreinigde grond naar een grondreiniger een zekere hoeveelheid diesel wordt verbruikt (transport) om de grond naar de grondreiniger te brengen;
- maatschappelijk rendement; hierbij wordt een afweging gemaakt tussen verschillende maatschappelijke belangen (bijv. milieubehoud, woningbouw, waterwinning, bedrijfseconomische winstoogmerk etc.). Een voorbeeld is sanering van gebieden in het kader van VINEX-locaties waarbij verwijdering een verhoogde waardering krijgt ten opzichte van IBC-maatregelen.

Bij het onderling wegen van de verschillende varianten doet het probleem voor dat er geen toetsingskader beschikbaar is voor rendementsafwegingen.

Gelet op het gestelde in de "Circulaire inwerkingtreding saneringsregeling Wet bodembescherming wordt vanwege de zogenaamde vrachtbenadering (=grootte van de emissie aan verontreinigende stoffen) gehanteerd, waarbij alleen binnen het milieu-compartiment bodem een afweging plaatsvindt.
Het rendement van een saneringsvariant wordt als volgt gedefinieerd: de reductie van de emissie gedeeld door de kosten. Effecten zoals verlagingseffecten, invloed op de rioolwaterzuivering etc. worden derhalve niet meegewogen in deze rendementbenadering.

6.4.2 Rendementsvergelijking

In het onderstaande worden de in paragraaf 6.3 geselecteerde varianten onderling vergeleken. De aanleg van de bovenafdichting is opgenomen bij de uitgangspunten; daarom wordt zowel vanuit de huidige situatie als vanuit de situatie met een bovenafdichting een rendementsberekening uitgevoerd.

Variant 1
Bij variant 1 wordt alleen een bovenafdichting aangelegd en wordt geen onttrekking geplaatst. Er resteert een permanente rest-emissie (5 m^3/etm), daarmee voldoet deze variant niet geheel aan de doelstelling om een IBC-situatie te bereiken. Het effect van deze restemissie op de grondwaterkwaliteit is beperkt tot het gebied direct onder de stortplaats (zie bijlage 8, zie figuur 2).
De emissie-reductie voor het bodem-compartiment is 115 m^3/etm (120-5, 96% reductie). De kosten van deze variant bedragen *f* 22,7 mln (de bovenafdichting en nazorg voor 13,65 ha = oppervlak fase 1 en 2 (*f* 21,8 mln) en de monitoring (*f* 0,9 mln)). Daarmee wordt het rendement 5,07 (m^3/etm/mln).

Variant 2a
Bij variant 2a wordt een IBC-situatie bereikt door middel van de aanleg van de bovenafdichting. Het overtollig water wordt gezuiverd en geïnfiltreerd.
In deze situatie bedraagt de permanente onttrekking 800 m^3/etm. De emissiereductie voor het bodem-compartiment bedraagt 120 m^3/etm (100%). Het effect op de grondwaterkwaliteit is weergegeven in figuur 3. De kosten van deze variant bedragen *f* 45,7 mln (21,8 + 23,9). Daarmee wordt het rendement 2,63.
Ten opzichte van variant 1 heeft de beheersing een rendement van 0,21 (5 m^3/etm vrachtvermindering en *f* 23 mln kosten (23,9-0,9).

Variant 2b
Bij variant 2b wordt een IBC-situatie bereikt door middel van de aanleg van de bovenafdichting en de drooglegging van het afval. Gelet op het noodzakelijk beheersdebiet wordt deze variant als niet haalbaar beschouwd.

Variant 2c
Bij variant 2c wordt een IBC-situatie bereikt door middel van de aanleg van de bovenafdichting, verticale wanden en een onttrekkingssysteem. De permanente onttrekking bedraagt 41 m^3/etm. Hetgeen een directie lozing op de riolering mogelijk maakt. De emissiereductie voor het bodem-compartiment bedraagt 120 m^3/etm (100%). Het effect op de grondwaterkwaliteit is weergegeven in figuur 3. De kosten van deze variant bedragen *f* 46,5 mln (21,8 + 24,7). Daarmee wordt het rendement 2,58.
Ten opzichte van variant 1 heeft de beheersing een rendement van 0,21 (5 m^3/etm vrachtvermindering en *f* 23,8 mln kosten (24,7-0,9).

Variant 3a
Bij variant 3a wordt een IBC-situatie bereikt door de aanleg van een bovenafdichting en wordt aan het eind van de vuilpluim een onttrekkingssysteem geïnstalleerd. Gelet op het beheersdebiet kan een herinfiltratie worden voorgeschreven.
In deze situatie bedraagt de permanente onttrekking 1.900 m^3/etm. Het effect op de grondwaterkwaliteit is weergegeven in figuur 3. De kosten bedragen deze variant bedragen *f* 61,7 mln (21,8 + 39,9). Daarmee wordt het rendement 1,94.
Ten opzichte van variant 1 heeft de beheersing een rendement van 0,12 (5 m^3/etm vrachtvermindering en *f* 39 mln kosten (39,9-0,9).

Variant 4a
Bij variant 4a wordt een IBC-situatie bereikt door de aanleg van een bovenafdichting en een onttrekkingssysteem in het brongebied. Daarnaast wordt de in het verleden opgetreden emissie opgeruimd.
Gelet op het beheersdebiet kan een herinfiltratie worden voorgeschreven. In deze situatie bedraagt de permanente onttrekking 800 m^3/etm en een tijdelijke onttrekking (3 jaar) van 1.700 m^3/etm. Het effect op de grondwaterkwaliteit is weergegeven in figuur 3. De kosten bedragen van deze variant bedragen *f* 55,8 mln (21,8 + 34,0). Daarmee wordt het rendement 2,15.
Ten opzichte van variant 1 heeft de beheersing en sanering een rendement van 0,15 (5 m^3/etm vrachtvermindering en *f* 33,1 mln kosten (34,0-0,9).

Variant 4b
Bij variant 4b wordt een IBC-situatie bereikt door de aanleg van een bovenafdichting en een onttrekkingssysteem in het brongebied. Daarnaast wordt de in het verleden opgetreden emissie opgeruimd. Gelet op het noodzakelijke beheersdiebiet wordt deze variant als niet haalbaar beschouwd.

Variant 4c
Bij variant 4c wordt een IBC-situatie bereikt door middel van de aanleg van de bovenafdichting, verticale wanden en een onttrekkingssysteem. Daarnaast wordt de in het verleden opgetreden emissie opgeruimd.

De permanente onttrekking bedraagt 41 m³/etm en wordt via de riolering afgevoerd. De tijdelijke onttrekking (3 jaar) is dusdanig dat een herinfiltratie noodzakelijk is. De emissiereductie voor het bodem-compartiment bedraagt 120 m³/etm (100%). Het effect op de grondwaterkwaliteit is weergegeven in figuur 3. De kosten van deze variant bedragen *f* 56,5 mln (21,8 + 34,7). Daarmee wordt het rendement 2,12.
Ten opzichte van variant 1 heeft de beheersing een rendement van 0,15 (5 m³/etm vrachtvermindering en *f* 33,8 mln kosten (34,7-0,9).

Variant 5
Bij deze variant wordt al het gestorte afval opgenomen, wordt een onderafdichting aangebracht en wordt het afval teruggebracht. Daarnaast wordt de in het verleden opgetreden emissie opgeruimd. Voor het brongebied is een tijdelijke onttrekking (20 jaar) van 2.000 m³/etm en een tijdelijke onttrekking 3 jaar) van 1.700 m³/etm. Het effect van deze sanering zal zijn dat de grondwaterkwaliteit na twintig jaar de achtergrondwaarde zal hebben.
De kosten van deze variant bedragen *f* 130,1 mln (21,9 + 108,2). Daarmee wordt het rendement 0,92.
Ten opzichte van deze variant 1 heeft de beheersing en sanering een rendement van 0,05 (5 m³/etm vrachtvermindering en *f* 107,3 mln kosten (108,2-0,9).

In de onderstaande tabel is het rendement van de verschillende varianten samengevat.

Variant	Kosten[1] (mln)	Rendement	Rendement t.o.v. variant 1
1	22,7 (0,9)	5,07	-
2a	45,7 (23,9)	2,63	0,21
2c	46,5 (24,7)	2,58	0,21
3a	61,7 (39,9)	1,94	0,12
4a	55,8 (34,0)	2,15	0,15
4c	56,5 (34,7)	2,12	0,15
5	130,1 (108,2)	0,92	0,05

1 *tussen haakjes de kosten van de variant verminderd met de kosten van de bovenafdichting en nazorg van fase 1 en 2*

6.4.3 Conclusies
Uit bovenstaande paragraaf kunnen de volgende conclusies worden getrokken:
- de bovenafdichting heeft een duidelijk hoger rendement dan de grondwaterbeheersing/sanering ofwel verder beperken van de restemissie (5 m³/etm) gaat gepaard met een laag rendement (en relatief hoge kosten);
- het verschil in rendement tussen variant 2a en 4a (al dan niet verwijderen oude emissie) is beperkt;
- rendement van variant 5 (volledige verwijdering) is vergeleken met de andere varianten laag.

6.5 Voorkeursvariant

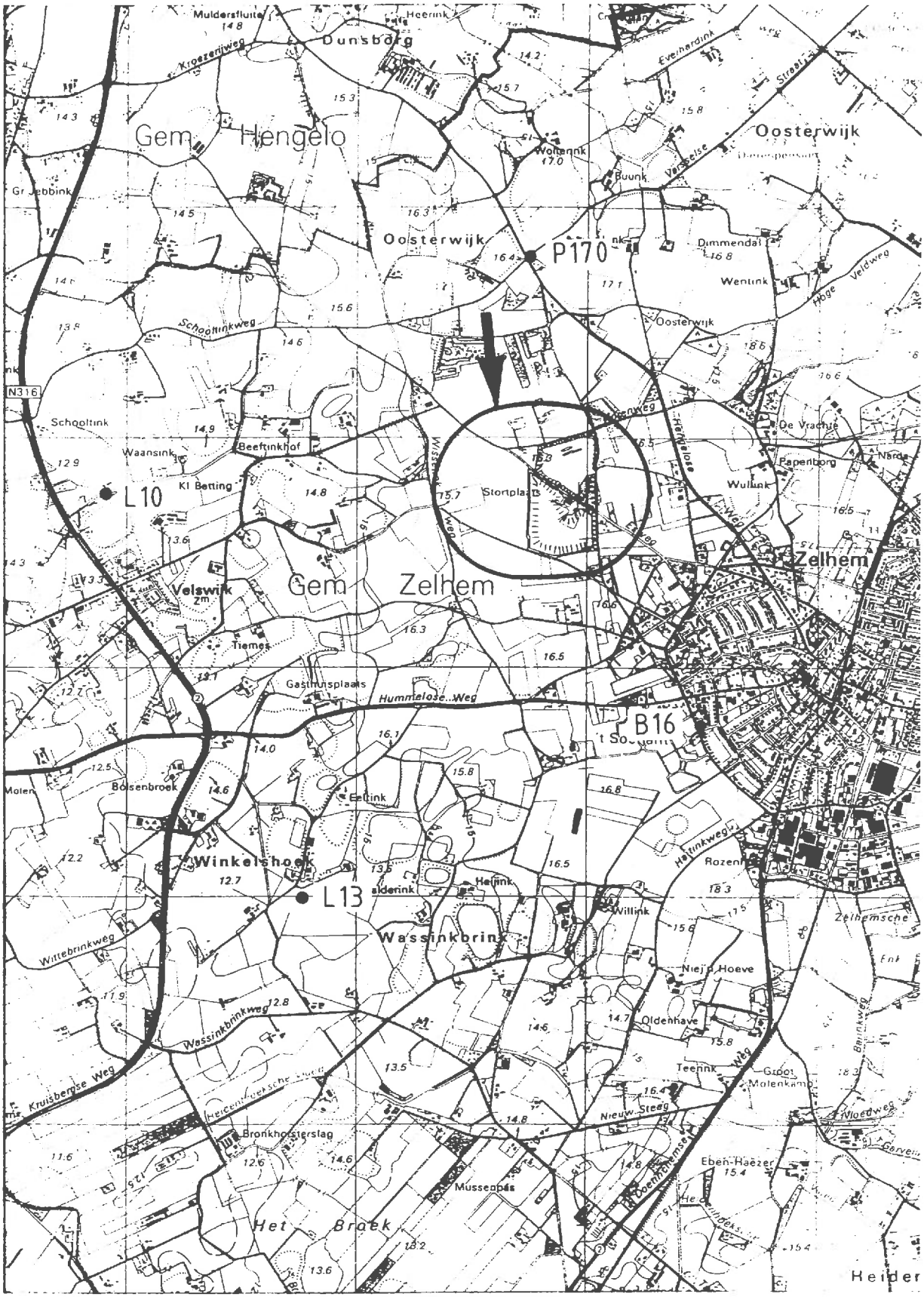
De voorkeursvariant dient zoveel mogelijk te voldoen aan alle geformuleerde uitgangspunten en randvoorwaarden. Daarnaast dient de voorkeursvariant zo sober en doelmatig mogelijk te zijn.
Gelet op de onderstaande argumenten wordt variant 1 als de voorkeursvariant voorgedragen:

- de rest-emissie bij variant 1 resulteert in een verontreinigingssituatie waarbij verhoogde concentraties in de eindsituatie op eigen terrein zullen voorkomen en derhalve vrijwel geen gebruiksbeperkingen opleggen aan de omgeving (zie figuur 2, bijlage 8);
- bij variant 1 wordt de emissie en daarmee het verspreidingsrisico op een kosteneffectieve (sober en doelmatige) wijze verminderd;
- de aanleg van een bovenafdichting belemmert een eventuele toekomstige keuze voor een andere variant niet;
- er is geen noodzaak voor een sanering in het gebied direct buiten de stortplaats aangetoond.

Bij de stortplaats wordt in de nazorgfase (na aanleg van de bovenafdichting) permanent de grondwaterkwaliteit bewaakt (monitoring). Het is niet uit te sluiten dat de ontwikkeling in de grondwaterkwaliteit anders verloopt dan is gebleken uit de in bijlage 8 beschreven modelberekeningen. Derhalve is het niet uit te sluiten dat in de toekomst aanvullende maatregelen noodzakelijk kunnen blijken. Om deze reden valt te overwegen om bij de aanleg van de bovenafdichting een beheersdrainage aan te leggen.
Bij de jaarlijkse meting van de grondwaterkwaliteit zal moeten worden getoetst of de bovenstaande voorkeursvariant verantwoord is.

Verantwoording

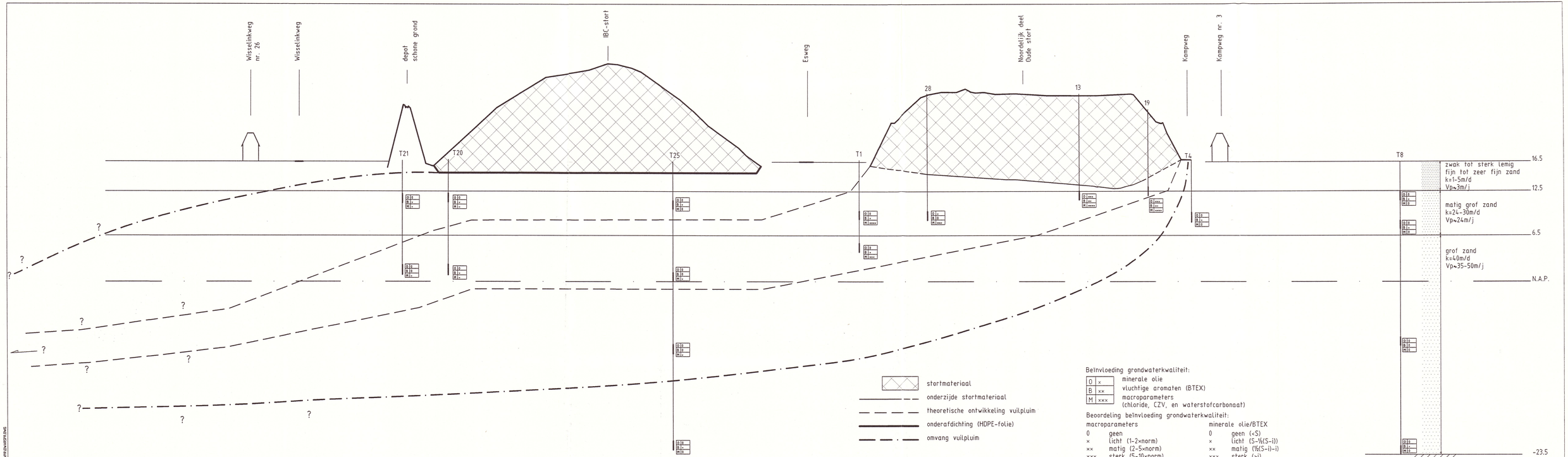
Titel	:	Saneringsonderzoek stortplaats De Langenberg te Zelhem (geactualiseerde versie)
Opdrachtgever(s)	:	Regio Achterhoek
Uitgegeven door	:	Grontmij Advies & Techniek bv, adviesgroep Bodem
Plaats en datum	:	Houten, 14 augustus 1998
Auteur(s)	:	ir. H.L.J. Geusebroek, ing. G. Clerkx, ir. M. Hartog
Illustraties	:	
O.N.	:	1252262
Doc.nr.	:	96001347.wp5/atl
Oplage	:	
Druk	:	
Informatie	:	
Gezien door	:	ir. A. de Wit
Akkoord	:	b.a.



Bron: Topografische Dienst Nederland

LIGGING LOKATIE

o.n. 1252262.3 schaal 1 : 25.000 bijlage 1



Beïnvloeding grondwaterkwaliteit:

O	x	minerale olie
B	xx	vluchtige aromaten (BTEX)
M	xxx	macroparameters (chloride, CZV, en waterstofcarbonaat)

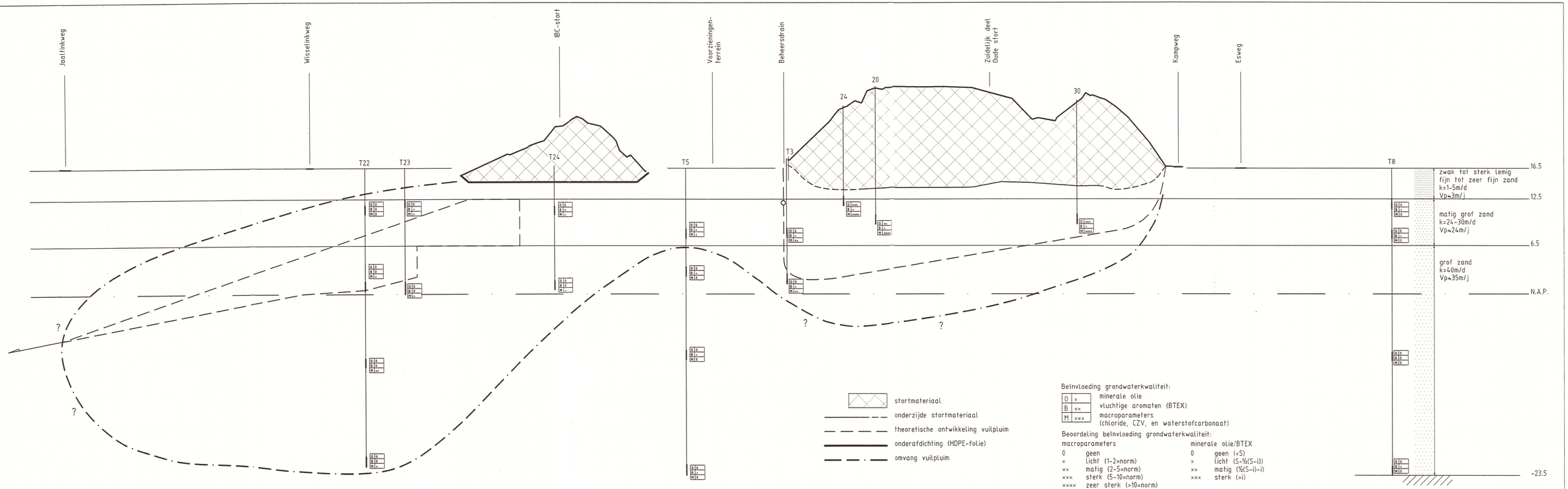
Beoordeling beïnvloeding grondwaterkwaliteit:

macroparameters		minerale olie/BTEX	
0	geen	0	geen (<S)
x	licht (1-2×norm)	x	licht (S-½(S-i))
xx	matig (2-5×norm)	xx	matig (½(S-i)-i)
xxx	sterk (5-10×norm)	xxx	sterk (>i)
xxxx	zeer sterk (>10×norm)		

Dwarsprofiel A-A'

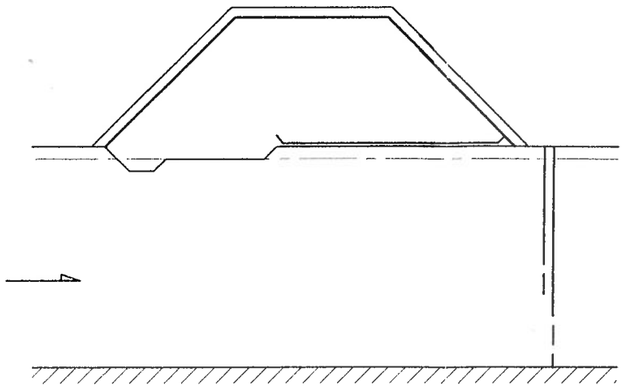
schaal hor. 1 : 1500/vert. 1 : 250 *o.n. 1252262 / 610-96* *bijlage 3.1*

U:\PROJECTEN\BRIKS\1252262\ZWART\DWARSPR.DWG

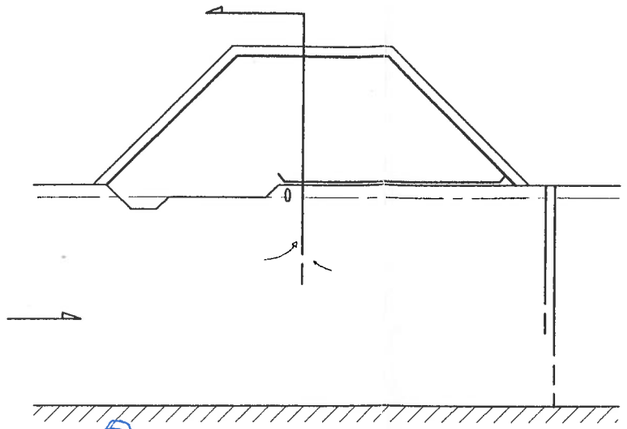


Dwarsprofiel B-B'

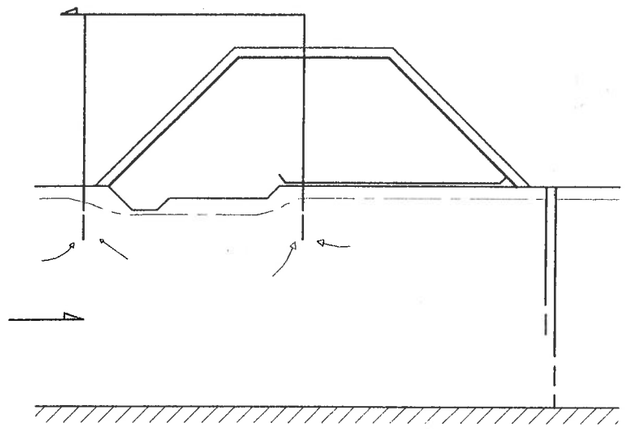
schaal hor. 1 : 1500/vert. 1 : 250 o.n. 1252262 / 560-96 bijlage 3.2



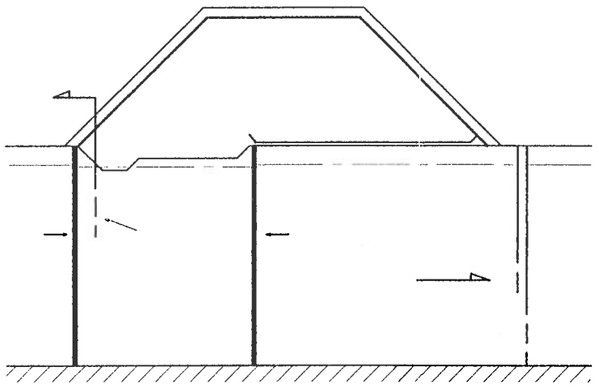
Variant 1 (Bovenafdichting + monitoring)



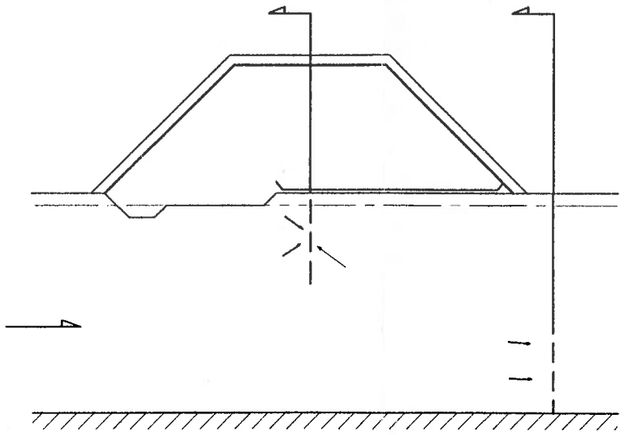
Variant 2a (Bovenafdichting + beheersing + monitoring)



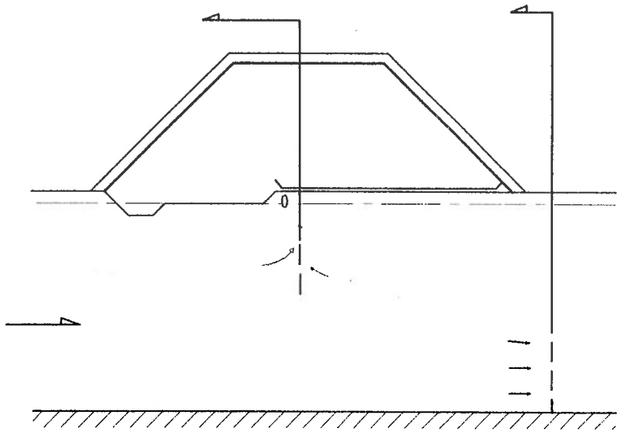
Variant 2b (Bovenafdichting + drooglegging + monitoring)



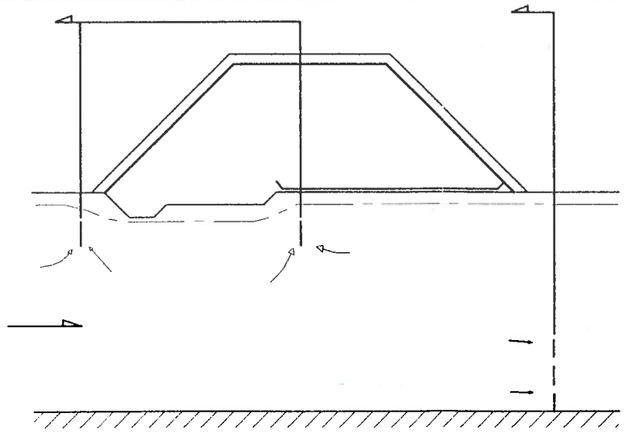
Variant 2c (Bovenafdichting + wand + monitoring)



Variant 3a (Bovenafdichting + beheersing)

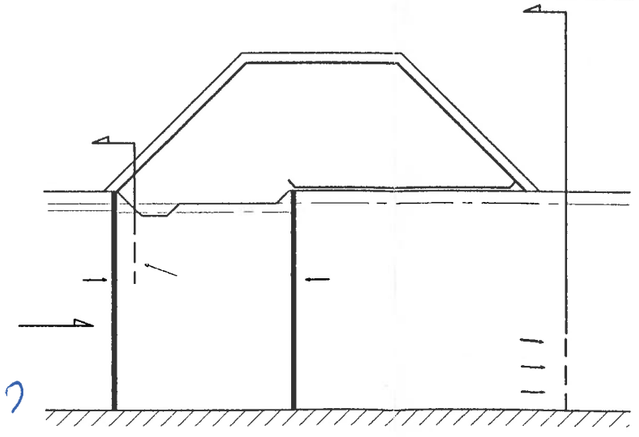


Variant 4a (Bovenafdichting + beheersing + verwijdering pluim)

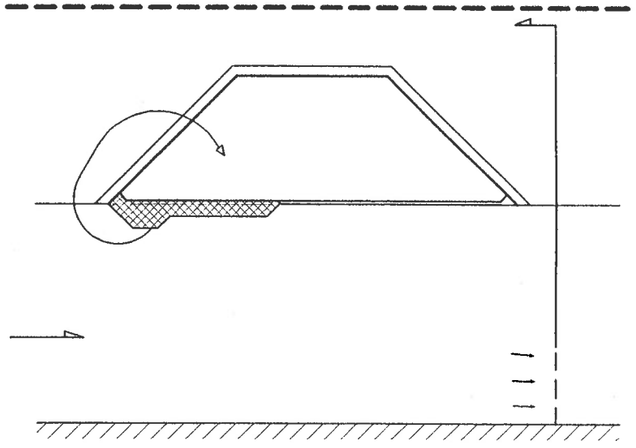


Variant 4b (Bovenafdichting + drooglegging + verwijdering pluim)

pluim : verontreinigd grondwater in verspreidingsgebied



Variant 4c (Bovenafdichting + wand + verwijdering pluim)



Variant 5 (Bovenafdichting + totale verwijdering afval en pluim/onderafdichting)

Saneringsonderzoek De Langenberg te Zelhem
Saneringsvarianten

o.n. 1252262.3 / 233-96 *bijlage 4*

\\PROJECT\2\ZELHEM\1252262.3\variant.DWG

Bijlage 5.1 Maatregelen brongebied

Algemeen
Bij het in beschouwing nemen van de diverse maatregelen voor het brongebied geldt als uitgangspunt dat in alle gevallen wordt uitgegaan van een bovenafdichting.
Er zijn geen gegevens beschikbaar van de concentraties van verontreinigingen van het uittredend percolaat, maar wel van het grondwater direct onder het stort.
De kwaliteit van het grondwater onder het huidige stort is het resultaat van het mengen van percolaat en langsstromend grondwater. Als aangenomen wordt dat de hoeveelheid langsstromend grondwater in de bovenste 4 meter onder de stortzool 14 m^3/etm bedraagt en de lekkage door het stort (bij 300 mm/jaar) 110 m^3/etm, betekent dit dat de gemeten concentraties in het grondwater onder het stort met een factor 1,13 moeten worden vermenigvuldigd om de oorspronkelijke concentraties in het uittredend percolaat te verkrijgen.
De op deze wijze benaderde percolaatsamenstelling is weergegeven bij de betreffende paragrafen en is gehanteerd als uitgangspunt bij het bepalen van de verontreinigingsgraad van het opgepompte grondwater bij de diverse beschouwde maatregelen.

Maatregelen brongebied
De saneringsmaatregelen die voor het brongebied in beschouwing worden genomen zijn:
1 Monitoring;
2 Geohydrologische isolatie;
3 Drooglegging;
4 Verticale wand en geohydrologische isolatie;
5 Totale verwijdering.

1 Monitoring

Algemeen
Overwogen kan worden om na het aanbrengen van een bovenafdichting de kwaliteit van het grondwater in het brongebied te monitoren. Door het aanbrengen van de bovenafdichting wordt de hoeveelheid uitstromend percolaat beperkt. Hierdoor zal de kwaliteit van het grondwater in het brongebied relatief verbeteren. Monitoring van de grondwaterkwaliteit kan het effect van deze maatregel registreren.
Op basis van de resultaten van de monitoring kan op ieder moment een afweging worden gemaakt voor de noodzaak tot het nemen van aanvullende saneringsmaatregelen voor het brongebied. Mogelijkerwijs neemt de kwaliteit zodanig toe dat verdere maatregelen kunnen uitblijven.

Monitoringsysteem
Het monitoringsysteem wordt gebaseerd op de huidige verontreinigingssituatie en de geohydrologische situatie. Het ontwerp dient zodanig te zijn dat een duidelijk inzicht kan worden verkregen in de verontreinigingssituatie en de ontwikkeling ervan in de tijd. Dit kan worden gedaan met verticale monitoringsbronnen. Deze bronnen worden aan de stroomafwaartse zijde van het brongebied geplaatst. Op basis van de stroomrichting en -snelheid wordt uitgegaan van twaalf bronnen met een onderlinge afstand van 50 m en filters op drie diepten (NAP +10 m tot NAP +8 m; NAP +7 m tot NAP +5 m en NAP +4 m tot NAP +2 m).

Monitoringprogramma
Het monitoringprogramma legt vast op welke momenten en waar monsters worden genomen en geanalyseerd en wie verantwoordelijk is voor de interpretatie van de resultaten.
De meetfequentie is afhankelijk van de stromingssituatie. Een mogelijke verslechtering van de waterkwaliteit in het brongebied moet tijdig worden gesignaleerd. De verplaatsingssnelheid van het grondwater bedraagt hier maximaal 35 m/jaar. Bij een meetfrequentie van driemaal per jaar (conform Stortbesluit) zal het grondwater zich dus maximaal circa 12 m verplaatsen. Uitgaande van het plaatsen van de monitoringbronnen op de rand van het brongebied betekent dit dus dat de verontreinigingen direct aangetroffen zullen worden. Het monitoringpakket dient te bestaan uit de mobiele en 'probleem' parameters. Bij de onderhavige locatie betekent dit het analyseren op chloride, CZV, bicarbonaat, vluchtige aromaten en minerale olie.

2 Geohydrologische isolatie

Algemeen
Bij een geohydrologische isolatie wordt grondwater onttrokken en de grondwaterstroming zodanig beïnvloedt dat (verdere) verspreiding naar de omgeving wordt voorkomen; het gebied wordt geohydrologisch geïsoleerd.
Geohydrologische isolatie van het brongebied kan op een aantal manieren worden gerealiseerd. Er kan onderscheid worden gemaakt tussen horizontale en verticale onttrekkingssystemen. Uitgangspunt bij het aan te brengen systeem is het minimaliseren van de netto te onttrekken hoeveelheid grondwater, hetgeen kan betekenen dat een belangrijk deel van het onttrokken water, zo mogelijk, weer zal worden geïnfiltreerd.

Voor de onderhavige situatie kan op basis van de onderlinge verschillen in het onttrekkingsdebiet onderscheid worden gemaakt in drie mogelijke isolatievarianten:
- gezien de eenduidige stromingsrichting in het watervoerend pakket kan worden uitgegaan van een interceptie aan de benedenstroomse zijde van het stortcompartiment;
- gelijktijdig met deze benedenstroomse onttrekking, kan een bovenstroomse onttrekking worden gerealiseerd. Deze onttrekkingswijze kan een debiet-reducerend effect hebben (het verhang van het grondwater wordt namelijk verkleind) waarmee tevens de hoeveelheid te zuiveren grondwater wordt gereduceerd;
- als een benedenstroomse onttrekking technisch niet mogelijk blijkt (boringen door het stortpakket) kan overwogen worden de interceptie uitsluitend aan de bovenstroomse zijde te plaatsen. Het onttrekkingsdebiet wordt dan zodanig ingesteld dat ter plaatse van de onttrekkingsmiddelen een verlaging van de grondwaterstand wordt gerealiseerd, zodanig dat de richting van de grondwaterstroming wordt omgekeerd en het (verontreinigde) grondwater dat zich onder de stortplaats bevindt richting de stroomopwaarts geplaatste onttrekking beweegt.

Onttrekkingsdebiet en optredende verlagingen
Bij het bepalen van het benodigde onttrekkings(isolatie)debiet is uitgegaan van de volgende uitgangspunten:
- interceptielengte: 550 m;
- verhang in wvp: 1,25 m/km;
- geen (in geohydrologische betekenis) 'deklaag' aanwezig, geen open water in de omgeving;
- eerste zandlaag: dikte 4 m, doorlaatfactor maximaal 5 m/etm, kD = 20 m^2/etm;

- tweede zandlaag: dikte 6 m, doorlaatfactor gemiddeld 30 m/etm, kD = 180 m²/etm;
- derde zandlaag: dikte 26 m, doorlaatfactor gemiddeld 40 m/etm, kD = 1.000 m²/etm;
- oppervlakte noordelijk stort: 5,7 ha;
- oppervlakte zuidelijk stort: 7,95 ha;
- aangenomen lekkage door bovenafdichting: 20 mm/jaar;
- neerslagoverschot (neerslag-verdamping): 300 mm/jaar.

Op basis van deze gegevens is een globale waterbalans opgesteld voor de benedenstroomse zijde van de stortplaats:

verticale toestroming door:	percolaat: 8 m³/etm;
horizontale toestroming door:	eerste zandlaag: 14 m³/etm;
	tweede zandlaag: 125 m³/etm;
	derde zandlaag: 690 m³/etm.

Als al het langs stromend water in het watervoerend pakket moet worden opgevangen betekent dit dan een debiet van (8+14+125+690) x 2 = 1.675 m³. De factor 2 is een veiligheidsfactor en wordt toegepast conform het IPO-beslismodel.

Bij het bepalen van de onttrekkingsdebieten ten behoeve van interceptie is op basis van de verontreinigingssituatie ervan uitgegaan dat dit voor het brongebied alleen noodzakelijk zal zijn tot een diepte van circa NAP.

Bij de eerste mogelijke isolatievariant wordt dan een onttrekkingsdebiet berekend van circa 700 m³/etm. Dit debiet is de som van het langs stromende water in de bovenste 15 m van het eerste watervoerend pakket, vermeerderd met de hoeveelheid percolaat. Deze som wordt vermenigvuldigd met de eerder genoemde veiligheidsfactor.

Bij een onttrekkingsdebiet aan de bovenstroomse zijde dat vergelijkbaar is met het onttrekkingsdebiet aan de benedenstroomse zijde (700 m³/etm) neemt het verhang in het grondwater met gemiddeld 25% af. Dit heeft dus als gevolg dat het isolatiedebiet aan de benedenstroomse zijde met 25% wordt gereduceerd. Het totale onttrekkingsdebiet (beneden- en bovenstrooms) neemt echter met circa 80% toe. Geconcludeerd kan worden dat de tweede mogelijke isolatievariant geen gunstig effect zal hebben op het te onttrekken debiet.

De derde mogelijke isolatievariant (het plaatsen van bovenstroomse bronnen en het volledig beheersen van het verontreinigde grondwater in het brongebied) betekent een onttrekkingsdebiet van circa 2.000 m³/etm. Hierbij is er van uitgegaan dat aan de stroomafwaartse zijde van het stort (een afstand van circa 250 m) een verlaging van de grondwaterstand moet worden gerealiseerd van 0,2 m. Het berekende debiet bij deze mogelijkheid is dusdanig hoog dat deze als niet reëel wordt beschouwd.

Elke interceptie zal verlagingen van de grondwaterstand in de omgeving tot gevolg hebben. Een indicatie van de invloed van de onttrekkingen op de grondwaterstanden in het eerste watervoerend pakket is in onderstaande tabel weergegeven. Hierbij zijn de verlagingen van het grondwater in de eerste zandlaag weergegeven, ten opzichte van de situatie waarin geen onttrekkingen plaatsvinden.

Tabel B5.1.1: Verlagingen in de bovenste zandlaag bij geohydrologische, stroomafwaartse isolatie, onttrekkingsdebiet 700 m^3/etm

Afstand tot interceptiebronnen (m)	Verlaging grondwater in eerste zandlaag (m t.o.v. uitgangssituatie)
0	0,30
25	0,10
50	0,08
100	0,07
150	0,05
200	0,04

Onttrekkingssysteem
In principe kan voor het onttrekken van het grondwater gebruik worden gemaakt van verticale en horizontale systemen. Hierbij kan voor de horizontale systemen nog onderscheid worden gemaakt tussen open drainage (sloten) en gesloten drainage.
Mede op basis van de ervaringen met het huidige horizontale beheerssysteem aan de westzijde van het zuidelijk stortgedeelte wordt uitgegaan van een uitsluitend horizontaal onttrekkingssysteem. Bij een aanlegdiepte van circa NAP +11,0 m wordt een invloedssfeer tot een diepte van circa NAP berekend. Dit betekent dat grondwater van die diepte in de drain terecht zal komen. Concreet zal deze maatregel inhouden dat de huidige situatie wordt uitgebreid met een horizontale drain aan de westzijde van het noordelijk stortgedeelte en een verdubbeling van het huidige isolatiedebiet van 15 m^3/uur naar 29 m^3/uur.

Retourbemaling
Het onttrokken water kan, na eventuele zuivering, via retourbronnen in de bodem worden teruggebracht. De plaats van de retourbronnen kan op basis van de volgende overwegingen worden gekozen:
- de grondwaterstandverlagingen in de omgeving worden, ten gevolge van de injectie van het onttrokken grondwater, beperkt. Hierbij kan extra aandacht worden besteed aan de meest kwetsbare gebieden in de omgeving;
- door retourbemaling kan worden getracht een (verdere) vergroting van het verspreidingsgebied tegen te gaan. Hierbij worden de infiltratie-middelen (bronnen of grindkoffer) aan de stroomafwaartse zijde van het verspreidingsgebied geplaatst;
- het onttrokken en gezuiverde grondwater kan tevens worden gebruikt bij het versneld doorspoelen van het verspreidingsgebied, zodat een eventuele verwijdering van de verontreinigingen in het verspreidingsgebied sneller verloopt.

In het voorgaande zijn de interceptiedebieten aangegeven. Bij een retourbemaling zal het interceptiedebiet toenemen. De toename van het onttrekkingsdebiet is afhankelijk van de afstand tussen de interceptie- en retourmiddelen. Vooralsnog wordt uitgegaan van een toename van 15%. Dit levert een interceptiedebiet op van circa 800 m^3/etm.
Bij het infiltreren van water moet rekening worden gehouden met intredeweerstanden. Hierdoor kan een grotere dimensionering van de van de infiltratiemiddelen benodigd zijn.

Verontreinigingsgraad onttrokken grondwater
Bij de bepaling van de verontreinigingsgraad van het vrijkomende bemalingswater is uitgegaan van informatie zoals beschikbaar in het Saneringsplan, augustus 1994 en nader onderzoek, januari 1996. De aangetroffen (gemiddelde) concentraties onder de stortzool zijn weergegeven in tabel B.5.1.2, in m onder de stortzool. Overige zware metalen die niet vermeld zijn, bevinden zich onder de streefwaarde, enkele individuele PAK overschrijden de streefwaarde.

Tabel B.5.1.2 Concentraties in het grondwater onder het oude stort, in een referentiebuis, in de beheersdrain en de theoretisch bepaalde percolaatconcentratie

component	eenheid	1-2 m*)	4-6 m*)	beheersdrain	referentiepeilbuis (zandlagen 1 en 2)	percolaat
BTEX	(µg/l)	90[1,2,(3)]	30[1,2,(4)]	5[1,(2)]	n.a.	68
Minerale olie	(µg/l)	710[1,2(3)]	465[1,2,(4)]	<0,1[1,(2)]	n.a.	665
VOX	(µg/l)	0,45[1,2,(3)]	0,2[1,2,(4)]	-[1,(2)]	n.a.	0,4
Chloride	(mg/l)	245[1,2,(3)]	220[1,2,(4)]	50[1,(2)]	17[2,(2)]	255
CZV	(mg/l)	215[2,(2)]	235[2,(3)]	n.a.	7,5[2,(2)]	250
Waterstofcarbonaat	(meq/l)	27[2,(2)]	27[2,(3)]	n.a.	2[2,(2)]	31
Arseen	(µg/l)	13[2,(2)]	10[2,(3)]	n.a.	n.a.	13
Chroom	(µg/l)	2,3[2,(2)]	3[2,(3)]	n.a.	n.a.	3
Nikkel	(µg/l)	18[2,(2)]	70[2,(3)]	n.a.	n.a.	50

*) *in meters beneden de stortzool*
1 *DHV, 1994*
2 *Grontmij, 1995*
(4) *gemiddelde van vier monsters*
n.a. niet geanalyseerd

De verontreinigingsgraad van het onttrokken water is afhankelijk van de plaats van het uiteindelijke interceptiesysteem. Bij de stroomafwaartse interceptie in het bovenste deel van het watervoerend pakket is, ten opzichte van de beschouwde drie mogelijkheden, sprake van de minste verdunning. Bij deze isolatiemogelijkheid wordt in feite het langs stromende grondwater in de eerste en tweede zandlaag onttrokken. Om toestroming naar de bronnen te verkrijgen zal echter actief water moeten worden onttrokken. Hierdoor zal deels (schoon) water vanuit de omgeving worden aangetrokken. Aangenomen wordt dat dit circa 25% van het totaal te onttrekken grondwater zal zijn. Deze verhouding zal geleidelijk veranderen omdat een bovenafdichting zal worden aangebracht, waardoor de hoeveelheid percolaat zal afnemen. De theoretisch te verwachten beginconcentraties in het onttrokken grondwater zijn weergegeven in tabel B.5.1.3. Deze wijken af van hetgeen nu in de beheersdrain wordt aangetroffen. Hier wordt echter uitgegaan van de theoretisch bepaalde concentraties, met de opmerking dat deze concentraties vermoedelijk 'worst-case' gehalten zijn.
Na het aanbrengen van de bovenafdichting neemt de hoeveelheid infiltrerend percolaat af. De verwachte eindconcentraties in het interceptiewater zijn in tabel B.5.1.3 weergegeven.

Tabel B.5.1.3: Verwachte concentraties (in µg/l, tenzij anders aangegeven) in het bemalingswater bij interceptie aan de benedenstroomse zijde

component	aanvang concentratie	eind concentratie
BTEX	45	25
Minerale olie	440	242
VOX	0,2	0,1
Chloride (mg/l)	180	93
CZV (mg/l)	170	91
Waterstofcarbonaat (meq/l)	21	11
Arseen	9	5
Chroom	2	1
Nikkel	41	18

Bij een isolatie volgens de derde mogelijkheid (bovenstroomse interceptie) zal meer grondwater worden onttrokken, dus ook meer schoon omgevingswater. De verontreinigingsgraad van het onttrokken water is daarmee belangrijk minder dan de eerste beschouwde isolatiemogelijkheid.

3 Drooglegging

Algemeen
Bij deze maatregel wordt de grondwaterstand, onder het deel van de stortplaats waarvan de stortzool in het grondwater ligt, verlaagd. De verlaging is zodanig dat de stortzool boven de grondwaterstand komt te liggen. Hierbij is aangenomen dat dit 0,3 m zal zijn.

Onttrekkingsdebiet en optredende verlagingen
Het onttrekkingsdebiet wordt bepaald door de vereiste verlaging. Bij een verlaging van de grondwaterstand met gemiddeld 1,3 m en plaatselijk 3,0 m voor het zuidelijk deel van het oude stort en gemiddeld 1,5 m en plaatselijk 3,1 m voor het noordelijk deel van het oude stort betekent dit een gemiddeld stationair onttrekkingsdebiet van circa 130 m^3/uur.
Bij het bepalen van de onttrekkingsdebieten is uitgegaan van de 'nieuwe' GHG (NAP +14,1 m) en de nieuwe GLG (NAP +13,25) die zich naar verwachting instellen door het aanbrengen van een bovenafdichting. Daarbij is aangenomen dat de GHG de ene helft van het jaar en de GLG de andere helft van het jaar optreedt.
Daarnaast is uitgegaan van een aantal 'vakken' met een vereiste verlaging. Hierbij is een drooglegging van de stortzool van 0,3 m aangenomen. Bij de berekening van het totale debiet is geen rekening gehouden met de onderlinge beïnvloeding van de afzonderlijke onttrekkingen. Het gepresenteerde onttrekkingsdebiet is daarmee een overschatting van de werkelijkheid.

Zuidelijk Oppervlak	Verlaging (in m t.o.v. GHG)	Debiet (in m^3/uur)	Verlaging (in m t.o.v. GLG)	Debiet (in m^3/uur)
150 x 30	0,9	20	0	
150 x 30	1,9	35	1	25
50 x 30	3,0	40	2,1	30
150 x 70	0,4	10	0	
20 x 20	1,2	15	0,3	5
Noordelijk Oppervlak				
70 x 50	1,5	25	0,6	12
100 x 60	0,4	9	0	
30 x 30	1,5	21	0,6	10

De vrijkomende hoeveelheid water wordt veroorzaakt door zijwaarts toestromend grondwater en grondwater dat als gevolg van de peilverlaging vanuit het diepere gedeelte van het watervoerend pakket toestroomt. De uiteindelijk, werkelijk te onttrekken hoeveelheid grondwater is afhankelijk van de actueel heersende grondwaterstanden, hetgeen bij de hoge doorlatendheid van het watervoerend pakket een belangrijke reductie kan betekenen. Tevens wordt opgemerkt dat het totaal te onttrekken debiet lager zal zijn als gevolg van gezamenlijk onttrekken op beide terreindelen.
De verlagingen die als gevolg van de gemiddelde onttrekking ontstaan zijn in tabel B.5.1.4 weergegeven.

Tabel B.5.1.4: Verlagingen in het grondwater bij een onttrekking van 130 m^3/uur

Afstand ten opzichte rand ontgraving op rand van het stort	verlaging in m t.o.v. uitgangssituatie 0,7
25	0,66
100	0,37
200	0,16
500	0,08
750	0,04

Onttrekkingssysteem
Gezien de verwachte verontreinigingsgraad van het onttrokken grondwater en de beheersbaarheid van het systeem wordt uitgegaan van een verticaal onttrekkingssysteem, rondom de compartimenten waarvan de stortzool in het grondwater ligt. Gezien de diepteligging van een aantal delen van het stort kan een verticale bronnering in de kern van deze laaggelegen delen worden overwogen waarbij de verlaging naar de omgeving voldoende kan blijken om de meer ondiep gelegen gedeelten van het stort droog te leggen. Hierbij kan worden gedacht aan het plaatsen van verticale bronnen nabij peilbuizen 20, 21, 23, 17 en 12. De filterstelling bedraagt NAP +12,5 tot NAP +9,5 m.

Retourbemaling
Ook bij deze maatregel zal een infiltratie van het onttrokken en eventueel gezuiverde grondwater leiden tot een nagenoeg gesloten waterbalans. Aangenomen wordt dat ook hier de hoeveelheid te onttrekken grondwater met circa 15% zal toenemen. Voor deze situatie betekent dat dus een gemiddelde onttrekking van circa 3.500 m^3/etm. De effecten naar de omgeving worden ook hier, afhankelijk van de plaats van de retourbemaling, genivelleerd.

Verontreinigingsgraad onttrokken grondwater
Bij deze maatregel wordt het ondiepe, verontreinigde water onttrokken. Daarnaast vindt tijdens de onttrekking toestroming van dieper en daarmee minder verontreinigd grondwater plaats. Tevens stroomt horizontaal schoon omgevingswater toe. Bij aanvang van de onttrekking zal het volume verontreinigd grondwater onder het stort worden vermengd met het schone, toestromende omgevingswater. De neerwaartse flux door het stort is afgenomen tot 8 m^3/etm als gevolg van de aangebrachte bovenafdichting. Het totale onttrekkingsdebiet bij deze maatregel is berekend op 3.100 m^3/etm (zonder infiltratie). Het onttrokken grondwater bestaat dus voornamelijk uit grondwater dat zich nu onder de stortplaats bevindt. De kwaliteit zal na verloop van tijd verbeteren. De te verwachten concentraties bij aanvang van de onttrekking zijn weergegeven in tabel B.5.1.5.

Tabel B.5.1.5: Verwachte concentraties bij drooglegging (gehalte in µg/l, tenzij anders weergegeven)

Component	aanvang concentratie	eind concentratie
BTEX	60	0,2
Minerale olie	590	1,7
VOX	0,3	<0,1
Chloride (mg/l)	230	0,7
CZV (mg/l)	220	0,6
Waterstofcarbonaat (meq/l)	27	<0,1
Arseen	12	<0,1
Chroom	3	<0,1
Nikkel	45	0,1

4 Verticale wand en geohydrologische isolatie

Algemeen
Bij deze maatregel wordt rondom het stortcompartiment een verticale wand geplaatst. Een belangrijk voordeel van zo'n voorziening is de aanzienlijke onttrekkingsreductie die kan worden bereikt. Om deze reductie te bereiken moet de damwand tot op een slecht doorlatende laag worden geplaatst. Onder het stortcompartiment bevindt de eerste scheidende laag van betekenis zich op een diepte van NAP -21 m (ondoorlatende basis). Hier wordt ervan uitgegaan dat de verticale wand tot op deze ondoorlatende basis wordt geplaatst. Een kortere damwand heeft hoegenaamd geen debiet-reducerend effect.
Voor het aanbrengen van een verticale wand zijn diverse technieken beschikbaar, elk met hun eigen karakteristiek. Hier is met name het waterkerend vermogen van belang. Binnen de wand wordt een onttrekking uitgevoerd, waarbij een alzijdige toestroming naar het brongebied ontstaat.

Bij deze maatregel zijn er verschillende effecten die in beschouwing moeten worden genomen:
- diepte en type wand en het daarmee samenhangende onttrekkingsdebiet en de effecten op de omgeving;
- de opstuwing van grondwater aan de stroomopwaartse zijde en de verlagingen aan de stroomafwaartse zijde.

Onttrekkingsdebiet en de effecten naar de omgeving
Het onttrekkingsdebiet binnen de wand dient zodanig te zijn dat een alzijdige toestroming wordt gecreëerd. Hierbij dient rekening te worden gehouden met opstuwing en verlaging van de grondwaterstanden ten gevolge van het plaatsen van de wand in het stromingsveld van het watervoerend pakket. Er wordt vanuit gegaan dat een permanente verlaging van de grondwaterstand van 0,5 m binnen de wand ten opzichte van de grondwaterstanden buiten het scherm voldoende is.
De waterbalans voor het gebied binnen de wand omvat:
- toestroming langs de bovenzijde, door de bovenafdichting;
- zijwaartse toestroming door de wand.

Door het plaatsen van de verticale wand tot op de geohydrologische basis (ondoorlatend) vindt geen stroming van onderaf plaats.

De toestroming langs de bovenzijde wordt bepaald door het lekdebiet te vermenigvuldigen met het totale lekoppervlak. Uitgaande van een toestroming van 20 mm/jaar en een oppervlak van 136.500 m^2 betekent dit een debiet van 8 m^3/etm.

In de onderhavige situatie (onderzijde watervoerend pakket opgebouwd uit grof zand) heeft een gegraven wand van cementbentoniet de voorkeur (zie bijlage 5). Voor de hydraulische weerstand van de wand wordt, bij een dikte van 0,4 m, uitgegaan van 1.000 etm.
De opstuwing tegen een damwand is met behulp van analytische formules niet eenvoudig te bepalen maar zal naar verwachting niet meer bedragen dan 0,1 à 0,2 m. Aan de benedenstroomse zijde kan de grondwaterstand buiten de wand relatief sterk dalen, als gevolg van het beperkte watervoerend vermogen van de bovenste zijde van het watervoerend pakket. De daling zal echter naar verwachting niet meer bedragen dan 0,1 m. Geadviseerd wordt om na het aanbrengen van de damwand de grondwaterstanden ook buiten de damwand te monitoren. Voor het verschil in potentiaal binnen en buiten de damwand is gemiddeld 0,6 m aangehouden. Het totale debiet door de damwand is met onderstaande relatie bepaald:

$$Q_w = \frac{A \Delta h}{c_d}$$

waarin:

Q_w	:	debiet door wand (m^3/etm)
A	:	totaal oppervlak wand (omtrek x diepte van de wand: 1.540 x 36 = 55.440 m^2)
Δh	:	verschil in potentiaal binnen en buiten de damwand (0,6 m)
c_d	:	hydraulische weerstand wand (1.000 etm)

De zijwaartse toestroming van grondwater wordt bepaald door het potentiaalverschil en de hydraulische weerstand van de wand. Dit betekent een lekdebiet van 33 m^3/etm.
In totaal zal dus circa 41 m^3/etm moeten worden onttrokken.

Verontreinigingsgraad onttrokken grondwater
Het te onttrekken grondwater bestaat uit circa 20% percolaatwater en 80% schoon water dat door de damwand lekt. De samenstelling van het percolaatwater is afgeleid uit de kwaliteit van het grondwater onder het stort (zie A).
Deze omrekening, verdund met 80% schoon omgevingswater leidt tot de verwachte concentraties, zoals vermeld in tabel B.5.1.6.

Tabel B.5.1.6: Verwachte concentraties bij onttrekking binnen de damwand (gehalte in µg/l, tenzij anders weergegeven)

Component	
BTEX	13
Minerale olie	130
VOX	<0,1
Chloride (mg/l)	50
CZV (mg/l)	49
Waterstofcarbonaat (meq/l)	6
Arseen	2,5
Chroom	1
Nikkel	10

5 Totale verwijdering

Algemeen
Bij een totale verwijdering van de verontreiniging in het brongebied moeten twee aspecten worden beschouwd:
- uitgaande van een ontgraving van het stortcompartiment in den droge een bouwputbemaling;
- een verwijdering van de verontreiniging in het grondwater via een intensieve grondwateronttrekking.

Bouwputbemaling
Het onttrekkingsdebiet wordt bepaald door de vereiste verlaging. De vereiste verlaging is overeenkomstig hetgeen bepaald is bij de drooglegging. Hier wordt ervan uitgegaan dat bij een ontgraving van het stort strooksgewijs zal worden ontgraven. Bij de berekening van de hoeveelheid vrijkomend grondwater is uitgegaan van stroken van 50 m breed en een drooglegging van 0,3 m. De diepte van de ontgraving varieert met de diepteligging van het stort. Uitgaande van een gemiddelde grondwaterstand (NAP +13,7 m) kan vervolgens een gemiddeld onttrekkingsdebiet worden berekend. Hierbij wordt ervan uitgegaan dat een bemaling noodzakelijk is daar waar het afval beneden de gemiddelde grondwaterstand ligt. Op basis van de gegevens uit het Nader Onderzoek is uitgegaan van een viertal deelgebieden, waar het afval beneden de gemiddelde grondwaterstand voorkomt, te weten:

Deelgebied	oppervlakte (m^2)	gem. diepteligging afval (m +NAP)	hoeveelheid afval (m^3)
A (centraal noordstort)	3.300	13,3	1.320
B (zuidoost noordstort)	8.900	12,5	10.680
C (midden zuidstort)	2.100	13,5	420
D (zuid zuidstort)	3.300	12,6	11.550

Aan de hand van de benodigde grondwaterstandverlaging (inclusief 0,3 m drooglegging) en het ontgravingsoppervlakte kunnen de onttrekkingsdebieten worden bepaald. Deze bedragen voor de deelgebieden A, B, C en D respectievelijk 70, 170, 45 en 160 m^3/uur. Uitgaande van een ontgraving met een dagproduktie van 2.000 m^3 kan worden berekend hoeveel grondwater moet worden onttrokken ten behoeve van een ontgraving in den droge, bij een gemiddelde grondwaterstand. Deze bedragen bij de deelgebieden respectievelijk circa 5.000, 33.000, 3.300 en 31.000 m^3. Dit houdt in dat bij de ontgraving in totaal circa 73.000 m^3 grondwater moet worden onttrokken (gemiddeld). De vrijkomende hoeveelheid water wordt veroorzaakt door zijwaarts toestromend grondwater en grondwater dat als gevolg van de peilverlaging vanuit het diepere gedeelte van het watervoerend pakket toestroomt. De uiteindelijk, werkelijk te onttrekken hoeveelheid grondwater is afhankelijk van de op dat moment heersende grondwaterstand

De concentraties in het te onttrekken bronneringswater zijn naar verwachting circa 20% van hetgeen in de huidige situatie in het grondwater onder de stortplaats is aangetroffen.

De verlagingen die optreden worden bepaald door de diepte van de ontgraving (en dus de vereiste grondwaterstandverlaging) en de duur van de bemaling. Op basis van de beschikbare gegevens kan worden gesteld dat de grootste verlaging circa 2,5 m zal bedragen. Gezien de beperkt tijdsduur van deze maximale verlagingen worden de verlagingseffecten naar de omgeving toe als zeer beperkt beschouwd.

Grondwatersanering
Bij een verwijdering van de verontreinigingen in het grondwater wordt hier uitgegaan van een doorspoeling van de verontreinigde bodem met toestromend, schoon grondwater uit de omgeving of geïnfiltreerd water. Op basis van de verontreinigingssituatie wordt bij het bepalen van de saneringsduur uitgegaan van de verontreinigingen met minerale olie. Deze verontreiniging is gezien het gedrag waarschijnlijk maatgevend voor de saneringsduur. Het water wordt onttrokken met een intensief verticaal onttrekkingssysteem, eventueel aangevuld met een horizontaal systeem, dit met het oog op het herinrichten van de locatie tot een stortplaats onder IBC-condities.
Als wordt uitgegaan van een gemiddelde verlaging van de grondwaterstand met 0,5 m betekent dit voor het verontreinigde brongebied (160 x 160 m) een onttrekkingsdebiet van circa 1.800 m^3/etm. De saneringsduur wordt onder andere bepaald door het ontwerp van het onttrekkingssysteem, de aard en omvang van de verontreinigingen, de hoeveelheid beschikbaar spoelwater en de eisen ten aanzien van de terugsaneerwaarde. Op basis van de verontreinigingsgraad, uitgaande van een ideaal ontworpen systeem en een sanering tot de streefwaarde wordt bij een verontreinigd volume met minerale olie van 37.500 m^3 (nader onderzoek) een saneringsduur verwacht van 20 jaar. Na 5 jaar wordt de ½(S+I)-waarde bereikt.
Het opgepompte en gezuiverde grondwater kan worden geïnfiltreerd. Hiermee kan het invloedsgebied worden beperkt en de doorspoeling versneld.

Bijlage 5.2 Maatregelen verspreidingsgebied

Algemeen
Bij het beschouwen van de maatregelen in het verspreidingsgebied moet bedacht worden dat deze zullen worden beïnvloed door de eventueel te treffen maatregelen in het brongebied. Omdat nog niet bekend is wat eventuele maatregelen voor het brongebied inhouden worden de maatregelen voor het verspreidingsgebied hier behandeld, uitgaande van de huidige bestaande situatie.

Maatregelen verspreidingsgebied
De saneringsmaatregelen die voor het verspreidingsgebied in beschouwing worden genomen zijn:
- Monitoring;
- Geohydrologische isolatie;
- Totale verwijdering.

1 Monitoring

Algemeen
Overwogen kan worden om in het verspreidingsgebied in eerste instantie geen maatregelen te treffen, maar te volstaan met een monitoring van de grondwaterkwaliteit.
Afhankelijk van de bestaande, huidige risico's dienen eventueel tijdelijke maatregelen te worden getroffen om directe risico's op te heffen.
Op basis van de resultaten van de monitoring kan op ieder moment een afweging worden gemaakt voor de noodzaak tot het nemen van aanvullende maatregelen voor het verspreidingsgebied.

Monitoringsysteem
Het monitoringsysteem dient zo ontworpen te worden dat een duidelijk inzicht kan worden verkregen in de verontreinigingssituatie en de ontwikkeling hiervan in de tijd. Het ontwerp van het systeem wordt gebaseerd op de huidige verontreinigingssituatie en de verwachte ontwikkeling ervan in de tijd. De belangrijkste factor hiervoor is de stromingsrichting en -snelheid van het grondwater. Onder invloed van de maatregelen ten aanzien van het brongebied kan het stromingspatroon veranderen. Bij de bespreking van de monitoring van het verspreidingsgebied wordt er vanuit gegaan dat het stromingsbeeld niet sterk zal veranderen. In elk geval zal de stromingsrichting niet veranderen, zodat het ontwerp van het monitoringsysteem wordt gebaseerd op de huidige situatie en van een monitoring aan de benedenstroomse zijde van het stortcompartiment wordt uitgegaan. Op basis van de hiervoor genoemde factoren wordt voorgesteld om een monitoringsysteem te construeren waarbij gebruik gemaakt wordt van verticale waarnemingsfilters. Om een redelijke trefkans te hebben wordt uitgegaan van verticale bronnen die geplaatst worden met een onderlinge afstand van circa 100 m. Bij een breedte van het verspreidingsgebied van 550 m betekent dat circa zes peillocaties. Daarnaast wordt ervan uitgegaan dat ook aan de noord- en zuidzijde van de 'verspreidingspluim' een viertal waarnemingslocaties zullen worden ingericht. De diepte van de peilfilters dient afgestemd te worden op de mogelijke verspreidingsroutes. Door het gefaseerd plaatsen van de monitoringpeilbuizen (plaatsen enkele peilbuizen en afhankelijk van de resultaten de overige peilbuizen plaatsen) kan de situering van de monitoringpeilbuizen worden geoptimaliseerd.

Hierbij kan gebruik worden gemaakt van het theoretisch bepaalde verspreidingsgebied in het nader onderzoek, Grontmij, januari 1996. Er wordt van uitgegaan dat de waarnemingsfilters op globaal twee dieptes (in de tweede en derde zandlaag) zullen worden geplaatst. De exacte ligging wordt bepaald, afhankelijk van de te kiezen maatregel voor het brongebied en de definitieve vaststelling van de omvang van het verspreidingsgebied.

Monitoringprogramma
De meetfrequentie is afhankelijk van de stromingssituatie. Een mogelijke verslechtering van de verontreinigingssituatie moet binnen het programma tijdig worden gesignaleerd. De maximale verplaatsingssnelheid van het grondwater bedraagt 35 m/jaar. De meetfrequentie wordt hierop aangepast. Het monitoringpakket wordt afgestemd op de huidige verontreinigingssituatie in het bron- en verspreidingsgebied. Daarnaast wordt rekening gehouden met de mobiliteit van de diverse parameters. Bij deze locatie houdt een en ander in dat geanalyseerd zal worden op chloride, CZV, bicarbonaat, vluchtige aromaten en minerale olie.

2 Geohydrologische isolatie

Algemeen
Met het isoleren van het verspreidingsgebied wordt bereikt dat de aangetroffen verontreinigingen zich niet verder kunnen verspreiden. Aangezien het ontstaan van het verspreidingsgebied het gevolg is van de verontreinigingen in het brongebied houdt het isoleren van het verspreidingsgebied in dat tegelijkertijd ook een isolatie van het brongebied wordt bereikt. Een belangrijke consequentie van deze maatregel is dat, vanwege de nalevering vanuit het stortcompartiment, de interceptie een permanent karakter zal moeten hebben.
Evenals de geohydrologische isolatie van het brongebied zijn voor de geohydrologische isolatie van het verspreidingsgebied meerdere mogelijkheden beschikbaar. De meest voor de hand liggende variant is in het onderhavige geval echter een benedenstroomse interceptie. Deze zal hier dan ook als enige worden besproken.

Onttrekkingsdebiet en invloedsgebied
Het onttrekkingsdebiet wordt bepaald op basis van de omvang van de verontreinigings'pluim' en het doorlaatvermogen van het watervoerend pakket. In principe is het opvangen van de hoeveelheid langsstromend, verontreinigd water aan de benedenstroomse zijde van het verspreidingsgebied voldoende. Voor het geohydrologisch isoleren van het verspreidingsgebied zal, in tegenstelling tot de geohydrologische isolatie van het brongebied, uitgegaan moeten worden van het opvangen van al het langsstromend grondwater in het eerste watervoerend pakket. Deze hoeveelheid kan worden bepaald met de volgende relatie:

$$Q_i = k.D.b.i.2$$

waarin:
Q_l : langsstromend, af te vangen grondwater (interceptiedebiet in m^3/etm)
k : gemiddelde doorlaatfactor van watervoerend pakket (33 m/etm)
D : doorstroomde dikte in het watervoerend pakket (36 m)
b : doorstroomde breedte in het watervoerend pakket (550 m)
i : verhang van het grondwater in het watervoerend pakket (m/m)
2 : veiligheidsfactor (-)

Op basis van bovenstaande relatie wordt een interceptiedebiet bepaald van 1.740 m^3/etm.
De globaal optredende verlagingen als gevolg van deze onttrekking is in tabel B.5.2.1 weergegeven.

Tabel B.5.2.1: Verlagingen van het grondwater bij een onttrekking van 1.740 m^3/etm, gemeten vanuit de bronnenrij

Afstand uit bronnenrij	Verlaging in m t.o.v. uitgangssituatie
10	0,3
50	0,25
100	0,2
150	0,17
300	0,10
500	0,05
750	0,02

Onttrekkingssysteem
Het onttrekkingssysteem moet zodanig worden ontworpen dat al het passerende water in het watervoerend pakket wordt opgevangen. Gezien de stromingsrichting kan worden volstaan met een interceptie aan de benedenstroomse zijde van het verspreidingsgebied. Op basis van de diepteligging van de verontreinigingen wordt uitgegaan van een verticaal onttrekkingssysteem. De bronnen worden over de hele dikte van het watervoerend pakket geplaatst. De onderlinge afstand bedraagt circa 80 m, hetgeen betekent dat circa acht bronnen moeten worden geplaatst. Geadviseerd wordt om per bronlocatie, in verband met de verticale verontreinigingssituatie, onderscheid te maken tussen twee diepten (tot maximaal NAP -5 m). Hiermee wordt een flexibel en beter te sturen interceptiesysteem verkregen, in tegenstelling tot een systeem waarbij uitgegaan wordt van volkomen bronnen. De definitieve plaatsbepaling van de afzonderlijke bronnen dient gebaseerd te worden op een nog uit te voeren nadere kartering van het verspreidingsgebied.

Retourbemaling
Ook bij deze maatregel betekent het infiltreren van het onttrokken grondwater een nivellering van het netto onttrokken grondwater. Afhankelijk van de plaats van de infiltratiebronnen ten opzichte van de onttrekkingsbronnen betekent dit een meer of mindere toename van het interceptiedebiet. Hier wordt er vooralsnog van uitgegaan dat infiltratie een toename van circa 10% zal betekenen.

Verontreinigingsgraad onttrokken grondwater
Door de relatief grote afstand van de interceptiebronnen tot het brongebied zal het opgepompte grondwater bij deze maatregel een relatief lage verontreinigingsgraad hebben. Dit wordt onder andere veroorzaakt door adsorptie van verontreinigingen aan de bodem en verdunning. Op basis van de kwalitatieve beoordeling van het grondwater in het verspreidingsgebied in het nader onderzoek (Grontmij januari 1996), wordt voor het effluent verwacht dat hierin de normen voor chloride, waterstofcarbonaat en CZV licht zullen worden overschreden. Als "licht" wordt vertaald als 2 maal de norm, betekent dit globaal gehalten chloride, waterstofcarbonaat en CZV van respectievelijk 100 mg/l, 10 meq/l en 20 mg/l.

3 Totale verwijdering

Algemeen
Bij een verwijdering van de verontreinigingen in het grondwater wordt hier uitgegaan van een doorspoeling van het verontreinigde verspreidingsgebied met toestromend, schoon grondwater uit de omgeving en eventueel geïnfiltreerd, gereinigd grondwater. Het water wordt onttrokken met een intensief verticaal onttrekkingssysteem.

Met intensief wordt bedoeld een zodanige verdeling van de onttrekkingsmiddelen, dat een optimale doorspoeling en minimale reistijden worden bereikt. Bij een verwijdering van de verontreinigingen in het verspreidingsgebied moet wel worden bedacht dat dit alleen zinvol is als de verontreiniging in het brongebied eveneens wordt verwijderd of in ieder geval wordt geïsoleerd.

Onttrekkingsdebiet, invloedsgebied en saneringsduur
Bij een sanering van het grondwater wordt hier uitgegaan van een onttrekking van grondwater, doorspoeling met toestromend grondwater vanuit de omgeving en infiltratie van het gezuiverde grondwater. Bij het vaststellen van het onttrekkingsdebiet en de saneringsduur is het bepalen van het te saneren volume grondwater van groot belang. Het volume van het verontreinigde gebied is bepaald op basis van het nader onderzoek, Grontmij 1995 en wordt geschat op $1{,}7.10^6$ m^3. Hierbij is uitgegaan van een oppervlakte van 480.000 m^2 en een gemiddelde dikte van 10 m.
Het grondwater in het verspreidingsgebied is voornamelijk verontreinigd met de macro-parameters chloride, waterstofcarbonaat en CZV, waarbij de norm voor de afzonderlijke parameters met een factor 2 worden overschreden.

Het bepalen van de saneringsduur is afhankelijk van het gedrag (adsorptie/desorptie) van de stoffen in de ondergrond. Voor de betreffende macro-parameters wordt een retardatiefactor van 1 aangehouden. Bij het overschrijden van de normen voor de afzonderlijke macroparameters betekent dit dat na het éénmaal doorspoelen van het verspreidingsgebied een reductie van de verontreinigingen tot de (huidige) normen zal zijn bereikt.
Het vaststellen van de saneringsduur en onttrekkingshoeveelheden is naast de retardatiefactor afhankelijk van een aantal andere factoren, waaronder:

- volume verontreiniging ($1{,}7.10^6$ m^3);
- toelaatbare verlaging van het grondwater;
- onttrekkingsdebiet, gebaseerd op toelaatbare verlaging van het grondwater, er moet rekening worden gehouden met een verlaging op de randen van het verontreinigde terreindeel van minimaal 0,2 m, dit om toestroming naar de onttrekkingsbronnen te garanderen.

Als wordt uitgegaan van een verlaging op de rand van het verspreidingsgebied van 0,2 m betekent dit een onttrekkingsdebiet van 1.500 m^3/etm. Dit onttrekkingsdebiet is dus nagenoeg even groot als het debiet waarbij uitgegaan wordt van een benedenstroomse interceptie. Uitgaande van het optimaal plaatsen van de onttrekkingsmiddelen in het verspreidingsgebied is echter sneller een doorspoeling bereikt dan bij een benedenstroomse interceptie.
Bij het onttrekkingsdebiet van 1.500 m^3/etm, een volume verontreinigd grondwater van $1{,}7.10^6$ m^3 en ervan uitgaand dat er een eenmalige doorspoeling is vereist, betekent dit een saneringsduur van circa drie jaar.

Onttrekkingssysteem
Om de sanering zo doelmatig mogelijk te kunnen uitvoeren is zoals gezegd een optimaal onttrekkingssysteem van belang. De saneringsduur die hiervoor is bepaald gaat uit van zo'n optimaal systeem. Hierbij moet worden gedacht aan een raster van zo'n 25 bronlocaties (onderlinge afstand circa 160 m) in het verspreidingsgebied. De filterstelling wordt aangepast op de bodemopbouw en de verontreinigingssituatie.

Verontreinigingsgraad onttrokken grondwater
Bij het plaatsen van de onttrekkingsbronnen in het verspreidingsgebied wordt in de 'kern' van het verontreinigde gebied onttrokken. De ingeschatte verontreinigingsgraad van het opgepompte grondwater is gebaseerd op de peilbuizen die in het verspreidingsgebied zijn geplaatst. Hieruit blijkt dat de normen voor chloride, waterstofcarbonaat en CZV circa tweemaal worden overschreden.

Dit betekent dat de concentraties in het onttrokken grondwater bij aanvang van de onttrekking nagenoeg hetzelfde zullen zijn als nu is aangetroffen in de diverse peilbuizen. Er is echter wel sprake van verdunning als gevolg van het toestromen van (schoon) omgevingswater.

Bijlage 6 Afweging verticale afscherming

1 Algemeen

Een verticale isolatie van de verontreinigingen ter plaatse van de voormalige stortplaats zal bij een aantal varianten plaatsvinden door middel van het installeren van een verticale wand rondom de afvalberging. Er bestaan in principe vele verticale wandtypen. Onderscheid kan worden gemaakt in:

I Schermen gebaseerd op verdringing van de grond, zoals:
- a stalen damwanden;
- b kunststof schermen;
- c bentoniet-foliewanden;
- d slibwanden;
- e bentoniet-cementwanden (jet-grouting);
- f panelen wanden;
- g chemische injectiewanden;

II Schermen gebaseerd op vergraving van grond en aanvulling met afdichtend materiaal, zoals:

a	open sleuf	-	vullen met klei;
b	slurry trench	-	vullen met bentoniet-grond;
c	zand(cement)-bentoniet	-	vullen met zand-bentoniet of bentonietcement;
d	zand(cement)-bentoniet wand + folie	-	vullen met zand-bentoniet of zand-bentoniet(cement) en folie;
e	ongewapende betonnen diepwand	-	vullen met beton;
f	gewapende betonnen diepwand	-	vullen met beton en wapeningskorf;
g	kunststof folie	-	vullen met uitkomende grond;
h	schroefboorpalen	-	vullen met bentoniet-cement.

In paragraaf 2 van deze bijlage is een korte beschrijving van de afzonderlijke systemen gegeven, waarbij wordt uitgegaan van de volgende opzet:
- toepasbaarheid;
- beheersbaarheid;
- afwegingspunten;
- kostenindicatie.

Aan de hand van deze beschrijving zal vervolgens een afweging op basis van technische en economische haalbaarheid plaatsvinden gevolgd door een ontwerpkeuze voor de alternatieven (paragraaf 3). In paragraaf 4 wordt kort de uitvoeringswijze van de gekozen wand aangegeven.

2 Beschrijving schermtypen

I Schermen gebaseerd op verdringing van de grond

Ia Stalen damwanden:
- korte omschrijving techniek:
  - een aaneengesloten rij damwandplanken wordt door middel van heien of trillen rondom de verontreinigde locatie aangebracht;

- toepasbaarheid:
  - in vrijwel alle grondsoorten;
  - tot een lengte van circa 30 m;
  - niet in agressieve milieus (PH<4 of zeewater) in verband met corrosie;
  - niet goed mogelijk indien er obstakels in de grond aanwezig zijn;
  - niet bestand tegen bepaalde soorten chemicaliën;
- beheersbaarheid:
  - het heiproces is een zeer veel gebruikte civiele techniek;
  - er zijn controlemogelijkheden om het uit het slot lopen van planken te signaleren;
- afwegingspunten:
  - wand bezit in sterke mate constructieve eigenschappen en kan de optredende horizontale vervormingen opnemen;
  - wanneer de damplanken met behulp van spuiten op diepte worden gebracht, is het moeilijk te controleren of de onderafsluiting waterdicht is;
  - de sloten zullen nooit geheel waterdicht zijn. Met slotinjecties is deze waterdichtheid voor een goed deel wel te verwezenlijken;
  - bij toepassing in agressieve milieus is een uitgebreid laboratoriumonderzoek naar de te verwachten mate van aantasting noodzakelijk;
  - levensduur kan worden beïnvloed door omstandigheden. Maatregelen ter bevordering levensduur zijn echter mogelijk. Door het toepassen van deklagen, extra materiaaldikte of kathodische bescherming kan het corrosieproces worden vertraagd;
  - veel ervaring onder zeer uiteenlopende omstandigheden aanwezig;
- kostenindicatie:
  - kosten sterk afhankelijk van profieltype.

Ib Kunststof scherm:

- korte omschrijving techniek:
  - met behulp van een speciale spuitplank worden kunststof-panelen in de grond getrild en gespoten. Koppeling tussen de panelen geschiedt via een speciale slotconstructie. Verdringing van de grond vindt plaats gelijktijdig met het inbrengen van de kunststof folie.
- toepasbaarheid:
  - tot een diepte van circa 15 à 20 m;
  - in elke grondsoort waarin men met trillen en spuiten op diepte kan komen;
  - wanneer er grote obstakels in de grond aanwezig zijn, is deze techniek niet toepasbaar;
- beheersbaarheid:
  - tijdens de uitvoering kan beschadiging van het folie optreden door obstakels in de ondergrond en door de op de sloten uitgeoefende trekkrachten;
  - controle op de waterdichtheid van de sloten kan door middel van pompproeven. Bij eventuele lekkage is herstel zeer moeilijk. Injecteren met een injectiemiddel dat niet door de aanwezige verontreinigingen aangetast kan worden, is dan vaak nog de enige oplossing. In praktische zin kunnen daarbij echter problemen ontstaan;

- afwegingspunten:
  - de wand bezit geen constructieve eigenschappen;
  - een goede aansluiting op de onderliggende waterondoorlatende laag is moeilijk te controleren of bij lekkage te herstellen;
  - er moet een goede controle zijn op de waterdichtheid van de sloten en de onderafdichting;
  - levensduur bij zorgvuldige keuze van materiaal afgestemd op de verontreinigingssituatie naar verwachting zeer gunstig;
  - zeer weinig praktijkervaring onder verschillende omstandigheden;
- kostenindicatie:
  - relatief goedkope oplossing.

Ic Bentoniet-foliewand:

- korte omschrijving techniek:
  - met behulp van een speciale spuitplank wordt een stalen frame in de grond getrild en gespoten. Bij het optrekken van het frame wordt de vrij gegeven ruimte direct opgevuld met een zware steunvloeistof. Door de stalen plaat achtereenvolgens overlappend ten opzichte van de eerste positie de grond in te trillen en weer te trekken, ontstaat een doorgaande sleuf.
    In tweede instantie worden met behulp van een speciaal schot de foliesegmenten in de met vloeistof gevulde sleuf gedrukt;
- toepasbaarheid:
  - tot een diepte van circa 20 m;
  - in elk grondsoort waarin men met trillen en spuiten op diepte kan komen;
  - wanneer er grote obstakels in de grond aanwezig zijn, dient het tracé te worden aangepast. Door uitvoering in twee fasen levert dit geen problemen;
- beheersbaarheid:
  - de techniek is goed beheersbaar. Door de open sleuf bestaat er nauwelijks kans op beschadiging. De wand wordt wrijvingsloos op diepte gebracht;
  - door de keuze van de samenstelling van de steunvloeistof kan worden bereikt dat er een goede afdichting in de sloten en aan de onderzijde van de wand ontstaat. De steunvloeistof zal volledig in de slotconstructie penetreren;
- afwegingspunten:
  - de wand bezit geen constructieve eigenschappen;
  - een controle op het "in het slot" blijven is bij de uitvoering op eenvoudige wijze mogelijk;
  - door een juiste samenstelling van de steunvloeistof vormde de waterdichtheid aan de basis van de wand en van de sloten geen enkel probleem;
  - levensduur naar verwachting zeer gunstig;
  - zeer weinig praktijkervaring onder verschillende omstandigheden;
- kostenindicatie:
  - belangrijk duurder dan de kunststof schermwand.

Id Slibwanden:

- korte omschrijving techniek:
  - een stalen HEA-1.000-profiel, waarbij aan het lijf kamers zijn gemaakt, zodat een totale profieldikte van ongeveer 100 mm wordt verkregen, wordt met behulp van een vibrator op diepte gebracht en wederom getrokken. Bij het trekken wordt de achtergebleven ruimte onder hoge druk opgevuld met een suspensie van bentoniet-cement. De profielen worden overlappend ten opzichte van elkaar aangebracht;
- toepasbaarheid:
  - in vrijwel alle grondsoorten waarbij men met trillen en spuiten op diepte kan komen;
  - tot een lengte van circa 20 m. Bij grotere diepte gaat de stijfheid van het profiel een belangrijke rol spelen;
  - bij de aanwezigheid van obstakels in de ondergrond niet toepasbaar;
- beheersbaarheid:
  - door de relatief geringe dikte van de wand is er sprake van een bijzondere functiegevoeligheid ten gevolge van de kwaliteit van de uitvoering;
- afwegingspunten:
  - de wand bezit geen constructieve eigenschappen;
  - door de geringe dikte zal scheefstand van de profielen ten opzichte van elkaar leiden tot een niet aaneen gesloten wand met als gevolg grote kans op lekken;
  - door de geringe dikte zal er sprake kunnen zijn van een min of meer belangrijk waterbezwaar in de eindsituatie;
  - slechts praktijkervaring als waterremmend scherm aanwezig;
  - levensduur naar verwachting zeer gunstig;
- kostenindicatie:
  - Geen bijzonderheden.

Ie Bentoniet-cement wand (jet-grouting):

- korte omschrijving techniek:
  - in een vooraf gemaakt boorgat laat men een speciale lans voorzien van een of twee horizontale spuitmonden neer. Vervolgens wordt een bentoniet-cementgrout onder hoge druk (100-300 bar) via de spuitmonden in de grond geblazen. De grout mengt zich met de stukgespoten grond tot over een afstand van 1 à 2 m.
    Onder voortdurend inpersen van grout wordt de lans getrokken. Op deze wijze ontstaat een bentoniet-cement wand;
- toepasbaarheid:
  - tot een diepte van circa 15 m;
  - in alle grondsoorten;
  - niet in zeer zure milieus (toepassing van gesulfateerd cement kan hierop mogelijk een antwoord zijn);
  - dichtbij bebouwing;
- beheersbaarheid:
  - door de relatief geringe dikte is er sprake van een bijzondere functiegevoeligheid ten gevolge van de kwaliteit van de uitvoering;
  - controle op waterdichtheid van de wand kan door middel van pompproeven;

- er is nog weinig ervaring met deze techniek in Nederland;
- afwegingspunten:
  - de wand bezit geen constructieve eigenschappen;
  - een goede aansluiting op de onderliggende waterondoorlatende laag moet mogelijk zijn;
  - er bestaat geen controle op de dikte van de wand;
  - door de geringe dikte zal er sprake kunnen zijn van een min of meer belangrijk waterbezwaar in de eindsituatie;
  - levensduur als bij slibwanden;
  - zeer weinig ervaring aanwezig;
- kostenindicatie:
  - er is veel energie nodig.

If Panelen wand (bentoniet-cement of beton):

- korte omschrijving techniek:
  - een stalen mal wordt in de grond geheid of getrild. Deze mal heeft de vorm van een rechthoekige koker en is aan de bodem voorzien van een loos voetplaat. Aan weerszijden van de voetplaat is een kunststof buis in een losse stalen buis gemonteerd. Na vulling van de kokermal met bentoniet-cement of beton wordt deze vibrerend getrokken. De losse stalen buis die diende ter bescherming van de kunststof buizen tijdens het inbrengen van de mal, volgt de mal tijdens het trekken.
    Vervolgens wordt een paneel overgeslagen en herhaalt zich dit procédé.
    Na verharding brengt men de tussenliggende panelen op dezelfde wijze aan waarbij de kunststof buizen als geleiding dienst doen. Daarna worden de kunststof buizen onder druk gevuld;
- toepasbaarheid:
  - diepte tot 35 m;
  - niet mogelijk in zure milieus;
  - alleen toepasbaar in niet te vaste grondsoorten. Bij obstakels of harde zandlagen is de mal niet op diepte te krijgen;
  - niet toepasbaar in de buurt van bebouwing in verband met het optreden van trillingen;
  - er is alleen een goede onderafdichting te verkrijgen als de afsluitende laag een minimale dikte heeft van 2,5 m en de wand 1 à 1,5 m in deze laag steekt;
- beheersbaarheid:
  - controle op waterdichtheid mogelijk door pompproeven;
- afwegingspunten:
  - geen;
- kostenindicatie:
  - geen bijzonderheden.

Ig Chemische injectiewand:

- korte omschrijving techniek:
  - een chemische injectiewand wordt gemaakt door de poriën aan de zandgrond met een verhardende chemische oplossing te vullen waarna door een chemische reactie, deze oplossing overgaat van de vloeibare fase in de vaste fase. Ten behoeve van het inbrengen van het injectiemiddel worden injectielansen in de grond gebracht door vooraf geplaatste filterelementen;

- toepasbaarheid:
  - uitsluitend in zandgrond;
  - tot circa 20 m diepte;
  - bij afwezigheid van obstakels;
- beheersbaarheid:
  - bij het in de grond persen, zal de chemische vloeistof via dispersie per definitie steeds de wegen van de minste weerstand kiezen. Het resultaat is derhalve sterk afhankelijk van de homogeniteit van de te injecteren bodem;
  - door de relatief geringe dikte van de wand is er sprake van een bijzondere functiegevoeligheid ten gevolge van de kwaliteit van de uitvoering;
- afwegingsfactoren:
  - de wand bezit geen constructieve eigenschappen;
  - bij een minder homogene bodemopbouw kan er sprake zijn van een zeer sterk wisselend resultaat;
  - de plaatsbepaling van de filterelementen vergt een zeer grote nauwkeurigheid;
  - achterblijvend (ingesloten) poriënwater kan het resultaat sterk beïnvloeden;
  - aanbrengen vanaf het water zonder voorzieningen niet mogelijk;
  - levensduur naar verwachting gunstig;
- kostenindicatie:
  - bij grove zandpakketten bijzonder kostbaar.

II Schermen gebaseerd op vergraving van grond en aanvulling met afdichtend materiaal

IIa Open sleuf:

- korte omschrijving techniek:
  - de gegraven sleuf wordt gevuld met klei. Tijdens de uitvoering is soms een tijdelijke waterstandverlaging nodig;
- toepasbaarheid:
  - in vrijwel elke grondsoort;
  - diepte tot maximaal 10 m;
  - ondoorlatende laag moet op 5 à 10 m diepte zitten;
  - afhankelijk van soort van verontreinigingen. Sommige chemicaliën kunnen de klei aantasten;
  - door zijn dikte en adsorptief vermogen (zware metalenionen) is deze wand geschikt voor vele soorten van verontreinigingen;
- beheersbaarheid:
  - het is een standaardtechniek zonder bijzonderheden;
  - de kleilagen moeten zorgvuldig aangebracht worden;
  - controle op waterdichtheid mogelijk door pompproeven;
- afwegingspunten:
  - de wand bezit geen sterkte-eigenschappen;
  - veel controle nodig bij het aanbrengen van de kleilagen;
  - bij het toepassen van een waterstandverlaging bestaat de mogelijkheid dat verontreinigd grondwater uit het te isoleren gebied wordt aangezogen.
    Lozing is dan mogelijk na reiniging. Of er moeten maatregelen getroffen worden om deze aanzuiging te voorkomen;
  - de klei moet goed verdicht worden bij een zo optimaal mogelijke vochtigheidsgraad;

- klei is niet bestand tegen doorgroei van wortels en evenmin tegen aantasting door knaagdieren en mollen. Het aanbrengen van een folie kan dit tegengaan;
- kostenindicatie:
  - geen bijzonderheden.

IIb Slurry-trench
- korte omschrijving techniek:
  - met een dragline wordt een brede sleuf gegraven tot in de slecht doorlatende laag. Als steunvloeistof in de sleuf is bentoniet geschikt. De uitgegraven grond vermengd met bentoniet vult de sleuf weer op;
- toepasbaarheid:
  - in gronden die goed met bentoniet te mengen zijn. Indien dit niet het geval is, moet de grond vervangen worden door zand;
  - op plaatsen waar de grondwaterspiegel niet verlaagd mag worden;
  - tot een diepte van 20 m;
  - in alle grondsoorten;
  - in niet zure omstandigheden;
- beheersbaarheid:
  - de waterdichtheid is te controleren met pompproeven;
  - dit is een normale ontgravings- en aanvullingstechniek zonder bijzondere moeilijkheden;
- afwegingspunten:
  - de wand bezit geen constructieve eigenschappen;
  - veel grondverzet;
  - veel bentonietverbruik;
  - het is een oplossing die zettingen kan volgen;
  - een folie kan in de sleuf worden aangebracht met als gevolg een positief effect op de waterdichtheid;
  - goede menging van grond met bentoniet mogelijk zijn;
- kostenindicatie:
  - de kosten worden beïnvloed door de hoeveelheid grondverzet en het al dan niet moeten aanvullen met zand.

IIc Zand(cement)-bentonietwand:
- korte omschrijving techniek:
  - er wordt paneelgewijs een sleuf gegraven waarbij bentoniet als steunvloeistof dienst doet. De bentoniet verhard en vormt een waterdicht scherm. In plaats van bentoniet is het ook mogelijk een mengsel van zand--bentoniet of zand(cement)-bentoniet aan te brengen. De bentoniet doet daarbij dienst als steunvloeistof en wordt in tweede instantie vervangen door zand-bentoniet;
- toepasbaarheid:
  - diepte tot 50 à 80 m;
  - in elke grondsoort;
  - vlakbij bebouwing;
  - niet toepasbaar in zure milieus;
- beheersbaarheid:
  - in zeer slappe gronden of bij hoge grondwaterstand moet veel aandacht aan de stabiliteit van de wanden worden besteed;
  - controle waterdichtheid door middel van pompproeven.

IId Zand(cement)-bentonietwand met folie
Wat betreft techniek geldt hetzelfde als genoemd bij de zand(cement)-bentonietwand. Alleen wordt nu in de met bentoniet gevulde sleuf een folie gehangen. Dit beperkt de toe te passen diepte tot circa 30 m. Daarnaast zal de wand beter in staat zijn horizontale verplaatsingen te volgen zonder verlies aan waterdichtheid.

IIe Betonnen diepwand
- korte omschrijving techniek:
  - zie bentoniet-cementwand waarbij het bentoniet wordt vervangen door beton;
- toepasbaarheid:
  - diepte tot circa 100 m;
- beheersbaarheid:
  - zie bentoniet-cementwand;
- afwegingspunten:
  - de wand bezit geen constructieve eigenschappen;
  - de doorlatendheid van de wand wordt bepaald door de gebruikte voegconstructie en de aanwezigheid van grindresten;
  - de chemische resistentie is in het algemeen goed, met uitzondering van zure milieus;
- kostenindicatie:
  - belangrijk duurder dan bentoniet-cementwand.

IIf Gewapend betonnen diepwand:
- korte omschrijving techniek:
  - zie betonnen diepwand maar in de wand wordt voorafgaand aan het betonstorten een wapeningskorf aangebracht;
- toepasbaarheid:
  - zie betonnen diepwand;
- beheersbaarheid:
  - zie betonnen diepwand;
- afwegingspunten:
  - door de aanwezigheid van een wapeningskorf is het moeilijk het bentoniet te verdringen met als gevolg dat er in de wand slechte plekken (grindresten) voorkomen;
  - de doorlatendheid van de wand wordt naast de gebruikte voegconstructie en de aanwezigheid van grindresten bepaald door bovengenoemde slechte plekken;
- afwegingspunten:
  - wand bezit constructieve eigenschappen;
  - het is een techniek die dieper gaat dan 30 m;
- kostenindicatie:
  - belangrijk duurder dan bentonietcementwand.

IIg Kunststof folie:
- korte omschrijving techniek:
  - met een kettinggraafmachine zoals gebruikt wordt bij het leggen van diepdrainage wordt een sleuf gegraven. In de lengterichting van de sleuf plaatst men een folie in de sleuf. Daarna geschiedt aanvulling van de sleuf met de uitgekomen grond;
- toepasbaarheid:
  - maximale diepte 5,0 m;
  - niet gasdicht;
  - in alle typen grond;

- beheersbaarheid:
  - er zal een langdurige bewaking nodig zijn omdat de chemische en bacteriologische bestendigheid van de folie nog niet volledig bekend zijn;
  - controle is mogelijk door pompproeven;
- afwegingspunten:
  - de wand bezit geen sterkte-eigenschappen;
  - kans op onderloopsheid;
  - geschikt voor tijdelijk werk;
  - beperkte diepte;
  - alle eigenschappen van deze dunne folie zijn nog niet bekend;
  - aanbrengen vanaf het water niet mogelijk;
- kostenindicatie:
  - geen bijzonderheden.

IIh Schroefboorpalen

- korte omschrijving techniek:
  - deze techniek berust op het maken van boorpalen. De grond wordt uitgeboord en het boorgat gevuld met bentoniet of bentoniet-beton. Voordat de vulling verhard is, brengt men met een overlap de volgende paal aan. Na verharding is een palenwand gevormd. Met dezelfde techniek als genoemd in het onderdeel jet-grouting is het ook mogelijk een palenwand te construeren. De injectielans wordt dan langzaam roterend getrokken. In plaats van een verticale wand ontstaat dan een paal;
- toepasbaarheid:
  - maximale diepte circa 50 m;
- beheersbaarheid:
  - zie diepwand;
  - alleen uitvoering door gespecialiseerde bedrijven;
- afwegingspunten:
  - de wand kan onder bepaalde omstandigheden constructieve eigenschappen bezitten;
  - meer kans op lekkage doordat er meer voegen zijn;
  - bij groutpalen is het van belang dat de lans niet te snel wordt getrokken: anders ontstaat er een schroef in de grond en geen aaneengesloten paallichaam;
  - het aanbrengen geschiedt trillingsvrij;
- kostenindicatie:
  - geen bijzonderheden.

3 Ontwerpeisen en afweging

Voor de keuze van het wandtype is het primair van belang dat de constructie met voldoende zekerheid de functies kan vervullen waarvan bij het ontwerp is uitgegaan.
Om het een en ander meer inzichtelijk te maken, zijn de in paragraaf 2 aangegeven wandtypen in een waarderingstabel uitgezet tegen de belangrijkste ontwerpeisen. Hierbij worden de wanden onderscheiden in twee groepen:

groep I : schermen gebaseerd op verdringing van de grond;
groep II: schermen gebaseerd op vergraving van grond en aanvulling met afdichtend materiaal.

Groep I
a stalen damwand
b kunststof schermen
c bentoniet-folie
d slibwanden
e bentoniet-cement (jet-grouting)
f panelen wanden
g chemische injectie

Groep II
a open sleuf (klei)
b slurry wand (bentoniet cement)
c zand (cement)-bentonietwand
d zand (cement)-bentonietwand + folie
e (ongewapend) betonnen diepwand
f gewapend betonnen diepwand
g kunststof folie
h schroefboorpalen

Tabel 1: Waarderingstabel

Wandtypen	Groep I							Groep II							
	a	b	c	d	e	f	g	a	b	c	d	e	f	g	h
1 Aanlegdiepte (ca. 38 m -mv)	±	-	-	-	-	+	-	-	-	+	±	+	+	-	+
2 Constructieve waarde	+	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	+	-	±
3 Hydraulische weerstand >= 15.000 etm.	±	+	+	±	±	±	+	±	+	+	+	±	±	+	±
4 Horizontale verplaatsingen	+	-	-	-	±	±	?	+	+	±	+	±	+	+	+
5 Chemische resistentie	±	+	+	+	+	+	+	±	+	+	+	+	+	+	+
6 Obstakels in de ondergrond	-	-	±	-	±	-	-	+	+	+	+	+	+	+	+
7 Uitvoeringskosten	+	+	+	+	±	+	-	+	±	±	±	-	-	+	-

Indien de wand kan voldoen aan de betreffende ontwerpeis is een "+" toegekend. Indien dit niet mogelijk is, is een "-" toegekend. Indien twijfels bestaan omtrent het voldoen aan de eis is een "+/-" aangegeven en wanneer geen gegevens bekend zijn een "?".

De eerste zes ontwerp-eisen zijn bepalend voor de keuze. De zesde ontwerp-eis, de uitvoeringskosten, betreft een relatieve vergelijking van de verschillende wandtypen.
Uitgaande van onder andere de uitvoeringskosten zal een keuze worden gemaakt uit de wandtypen, die voldoen aan de overige ontwerp-eisen.

Uit de boorbeschrijvingen van de in het kader van het nader onderzoek uitgevoerde boringen blijkt dat het eerste watervoerend pakket overwegend grofzandig is (tot zeer grofzandig met grindinsluitingen). Op basis hiervan wordt het aanbrengen van een schermtype, gebaseerd op verdringing van de grond, met een voldoende hydraulische weerstand niet reëel geacht. Derhalve zal de voorkeur uitgaan naar een scherm gebaseerd op vergraving van grond en aanvulling met een afdichtend materiaal.

Voor de open sleuf, de slurry-trench en de kunststof folie is het dieptebereik van deze technieken onvoldoende. Derhalve zal de keuze moeten worden gemaakt tussen een diepwandconstructie of een schroefpalenwand. Ten aanzien van de diepwandconstructie dient nog een keuze te worden gemaakt tussen het materiaal waarmee de sleuf wordt opgevuld (zand(cement)-bentoniet of beton) en of het gewenst is aanvullend een folie in de wand aan te brengen, teneinde de waterdoorlatendheid te verlagen.

In de onderhavige situatie behoeft de wand geen grondmechanische sterkte te hebben en is het dus niet noodzakelijk om voor beton te kiezen. Vanuit kosten-oogpunt heeft derhalve een opvulling met bentoniet-cement de voorkeur. Omdat de bentoniet-cement opvulling vooralsnog in voldoende mate waterdicht wordt geacht, wordt het aanvullend aanbrengen van een folie niet noodzakelijk geacht. Een schroefpalenwand heeft ten opzichte van de zand(cement)-bentonietwand als nadelen dat de kans op lekkage groter is omdat er meer voegen zijn en zich kostbaarder zijn omdat meer bentoniet nodig is voor een vergelijkbare wand. Derhalve gaat de voorkeur uit naar een zand(cement)-bentonietwand zonder folie.

4 Bentoniet cementwand

Dit wandtype is vergelijkbaar met het meer bekende, in beton uitgevoerde diepwand. De dikte voor deze toepassing zal liggen tussen 400 en 600 mm, omdat de dichtheid reeds bij deze maat voldoende is.

Als regel worden de afzonderlijke wandsecties, met een werkende breedte van circa 2,5 à 3,0 m, om en om gegraven en gevuld met cement/bentoniet, eventueel vermengd met fijn zand.

Nadat dit mengsel in beperkte mate is opgestijfd, worden de tussengelegen secties ontgraven en gevuld. De aansluiting tussen dergelijke secties behoeft geen bijzondere voorzieningen en is zal goed zijn afgedicht. De aansluiting tussen de afzonderlijke panelen is dus op betrouwbare wijze te realiseren. Dit geldt ook wanneer wordt uitgegaan van de kleinste wanddikte van 400 mm. Voor lange wanden zal de afwijking groter zijn, waardoor een grotere wanddikte is vereist. In deze gevallen wordt een wanddikte van 600 mm voorgesteld.

Voordat de secties kunnen worden ontgraven moeten, voorafgaande aan deze ontgraving betonnen, in het werk gemaakte geleidebalken op het terrein worden gemaakt. Binnen deze geleidebalken worden de wandsecties ontgraven. Het gehele werk zal zich nauwelijks onderscheiden van het aanbrengen van een normale diepwand. Wel kan worden gesteld dat het vullen van de sleuven eenvoudiger is, door het ontbreken van een wapeningskorf. Diepwanden zijn reeds vaak in ons land met succes toegepast.
De uitvoering van de isolatiewanden ligt binnen het ervaringsgebied van meerdere Nederlandse aannemersbedrijven.

Per werkdag kunnen per installatie niet meer dan twee korte wandsegmenten van 2,0 à 3,0 m breedte per machine worden gemaakt dan wel één lange wandsectie. De kosten voor het aanbrengen van een bentoniet-cement wand liggen (bij het hier noodzakelijke dieptebereik van 40 m) rond de *f* 250,- per m^2 (dikte van 400 mm) en *f* 300,- per m^2 (dikte van 600 mm). Deze prijs is inclusief de geleidebalken, maar exclusief de kosten voor mobilisatie en demobilisatie, die geraamd worden op circa *f* 175.000,-.

Bijlage 7 Kostenramingen

In deze bijlage is per saneringsvariant een indicatieve kostenraming weergegeven. Deze kosten zijn gebaseerd op de in hoofdstuk 5 beschreven uitwerking van de saneringsvarianten. Uitgegaan is van het huidige prijspeil en de volgende uitgangspunten:

Variant 1

- het monitoringsysteem bestaat uit 6 peilbuizen (met drie filters) in het brongebied en 10 peilbuizen (met drie filters) in het verspreidingsgebied. De kosten per peilbuis zijn circa *f* 10.000,-;
- jaarlijks worden 58 monsters geanalyseerd. Per monster bedragen de kosten circa *f* 400,-.

Variant 2a

- het geohydrologisch isolatiesysteem bestaat uit de reeds aanwezige drain aan de benedenstroomse zijde van het zuidelijke stort. De kosten van uitbreiding (noordelijke stort) worden geraamd op *f* 25.000,-.

Variant 2b

- voor de drooglegging zijn circa 35 bronnen nodig tot een diepte van circa 8 m -mv. De kosten per bron worden geraamd op circa *f* 6.000,-.

Variant 2c

- voor het aanbrengen van een verticale wand tussen de zuidelijke stort en het IBC-deel moet een verplaatsing van afval plaatsvinden (circa 30.000 m^3). Inclusief het weer terugbrengen van het afval worden de kosten hiervoor geraamd op circa *f* 14,-/m^3;
- de kosten van de verticale wand zijn afhankelijk van de keuze van het materiaal. In de kostenraming is uitgegaan van een verticaal scherm met een lengte van circa 1.600 m, een diepte van circa 38 m en een kostprijs van *f* 300,-/m^2 (dikte van 600 mm);
- voor de grondwateronttrekking binnen de verticale wand wordt uitgegaan van 14 bronnen tot circa 5 m -mv. De kosten per bron worden geschat op circa *f* 4.000,-.

Variant 3a

- het aan te leggen interceptiesysteem in het verspreidingsgebied bestaat uit circa 8 bronnen met 2 filters tot een diepte van maximaal 36 m -mv. De kosten per bron worden geraamd op circa *f* 25.000,-;

Variant 4a

- het interceptiesysteem in het brongebied komt overeen met variant 2a.
- het aan te leggen grondwatersaneringssysteem ter plaatse van het verspreidingsgebied bestaat uit circa 25 verticale bronnen tot een diepte van 25 à 36 m -mv. Uitgegaan wordt van een gemiddelde prijs van *f* 17.000,- per bron.

Variant 4b

- het systeem voor de drooglegging van het brongebied komt overeen met variant 2b;
- het systeem voor een grondwatersanering in het verspreidingsgebied komt overeen met variant 4a.

Variant 4c

- de civieltechnische en geohydrologische isolatie van het brongebied komt overeen met variant 2c;
- het systeem voor een grondwatersanering in het verspreidingsgebied komt overeen met variant 4a.

Variant 5

- voor het ontgraven, verplaatsen en weer terugleggen van het afval wordt rekening gehouden met een prijs van *f* 14,-/m^3;
- voor het in den droge ontgraven van het afvalmateriaal moet een bronnering plaatsvinden. De kosten hiervoor worden vooralsnog geschat op *f* 50.000,-;
- het aan te leggen grondwatersaneringssysteem ter plaatse van het brongebied bestaat uit circa 12 verticale bronnen (2 filters) tot een diepte van 25 m -mv. Uitgegaan wordt van een prijs van *f* 20.000,- per bron;
- de kosten voor het aanbrengen van een onderafdichting over een oppervlakte van 136.500 m^2 worden geraamd op *f* 75,-/m^2.

Algemeen

- een infiltratiesysteem bestaande uit verticale bronnen in een grindkoffer aangebracht. Uitgegaan wordt van een prijs van *f* 10.000,- per bron. Ter bepaling van het aantal infiltratiebronnen wordt uitgegaan van een infiltratiedebiet van circa 100 m^3/dag per bron;
- er worden geen hulpstoffen bij de grondwatersanering toegepast;
- de kosten voor verwerking van het vrijkomende grondwater zijn gebaseerd op een vaste prijs per m^3 te verwerken grondwater (zie paragraaf 5.11);
- bij kapitalisatie van jaarlijkse kosten voor een oneindig lange periode (∞) is uitgegaan van een rentepercentage van 7% en een inflatiepercentage van 2% (resulterend in een kapitalisatiefactor van 21,4);
- bij kapitalisatie van periodieke kosten wordt met dezelfde percentages gerekend.
  Voor de verticale wand wordt een levensduur van 50 jaar (factor= 0,101) en voor geohydrologische systemen van 15 jaar (factor= 0,953) aangehouden;
- in de kostenraming is geen rekening gehouden met de kosten voor het aanbrengen van een bovenafdichting, de hiervoor noodzakelijke herprofilering en de nazorg. Dit aspect betreft immers alle varianten;
- bij de kostenraming is geen rekening gehouden met eventuele schadevergoeding aan derden;
- jaarlijks worden 58 monsters geanalyseerd. Per monster bedragen de analysekosten *f* 400,-;
- de post algemene kosten en uitvoeringskosten aannemer ten behoeve van de aanneemsom kan als volgt worden gespecificeerd:
  - algemene kosten (kantoor, administratie en dergelijke);
  - renteverlies;
  - rekenvergoeding bij inschrijving;
  - bouwplaatskosten (directiekeet, inrichten werkterrein, transportkosten personeel, verzekeringen en dergelijke);
  - milieukundige kosten (persoonlijke bescherming en arbeidshygiëne, draaiboek, logboek, meetstrategie, gezondheidskeuringen, veiligheidskundige, voorlichting, training en dergelijke);

- de post voorbereiding omvat onder andere aanvullend onderzoek, het opstellen van een grondwatersaneringsplan voor de gekozen saneringsvariant, het opstellen van het bestek en de aanbesteding. De post begeleiding bestaat uit directievoering, milieukundig toezicht, projectmanagement.

De kostenramingen zijn gebaseerd op de hierboven vermelde aannamen en uitgangspunten en kunnen derhalve alleen dienen als een globale schatting en om een onderlinge vergelijking mogelijk te maken. Voor een nauwkeuriger kostenraming dienen de aannamen te worden geverifieerd. Aangezien onderscheid kan worden gemaakt tussen een tweetal opties ten aanzien van de verwerking van de vrijkomende waterstromen zijn twee kostenramingen opgesteld:

- kosten bij directe lozing op het riool (tabel B7.1);
- kosten bij herinfiltratie (na zuivering) (tabel B7.2).

Tabel B7.1: **Indicatieve kostenramingen saneringsvarianten (x ƒ 1.000,-) bij lozing op het riool** **Bijlage 7**

Aspect	Saneringsvarianten 1	2a	2b	2c	3a	4a	4b	4c	5
Investeringskosten									
Brongebied:									
▪ interceptiesysteem	-	25	-	56	-	25	-	56	-
▪ drooglegginssysteem	-	-	210	-	-	-	210	-	-
▪ verticale wand	-	-	-	18.240	-	-	-	18.240	-
▪ bronnering afvalverwijdering	-	-	-	-	-	-	-	-	50
▪ ontgraving afval	-	-	-	420	-	-	-	420	18.662
▪ onderafdichting	-	-	-	-	-	-	-	-	10.238
▪ grondwatersanering	-	-	-	-	-	-	-	-	240
Verspreidingsgebied:									
▪ interceptie	-	-	-	-	200	-	-	-	-
▪ grondwatersanering	-	-	-	-	-	425	425	425	425
Monitoringsysteem	160	160	160	160	160	160	160	160	160
Subtotaal	160	185	370	18.876	360	610	795	19.301	29.350
Algemene kosten, uitvoeringskosten aannemer (9%)	14,4	16,7	33,3	1.699	32,4	54,9	71,6	1.737	2.642
Winst/risico (6%)	9,6	11,1	22,2	1.133	21,6	36,6	47,7	1.158	1.761
Aanneemsom	184	212,8	425,5	21.708	414	701,5	914,3	22.196	33.753
Voorbereiding/begeleiding	50	100	100	150	100	100	100	150	250
Totaal investeringskosten	**234**	**313**	**526**	**21.860**	**514**	**802**	**1.015**	**22.350**	**34.003**
Exploitatiekosten (gekapitaliseerd, factor 21,4)									
Lozingskosten (directe lozing riool)	-	3.770	4.942	150	835	3.870	5.042	250	1.766
Monitoring (monsterneming+analyse)	497	497	497	497	497	497	497	497	497
Onderhoud onttrekkingssysteem	-	100	100	100	100	100	100	100	66
Totaal exploitatiekosten	**497**	**4.367**	**5.539**	**747**	**1.432**	**4.467**	**5.639**	**847**	**2.329**
Herinvesteringskosten									
Brongebied	-	24	200	1.896	-	24	200	1.896	-
Verspreidingsgebied	-	-	-	-	191	-	-	-	-
Monitoringsysteem	152,5	152,5	152,5	152,5	152,5	152,5	152,5	152,5	-
Totaal herinvesteringskosten	**153**	**177**	**353**	**2.049**	**344**	**177**	**353**	**2.049**	**-**
Totale kosten, exclusief BTW (afgerond)	**884**	**4.857**	**6.418**	**24.656**	**2.290**	**5.446**	**7.007**	**25.246**	**36.332**
Kosten bovengenoemde saneringsmaatregelen	884	4.857	6.418	24.656	2.290	5.446	7.007	25.246	36.332
Bovenafdichting[2] (ƒ 100,-/m²)	23.050	23.050	23.050	23.050	23.050	23.050	23.050	23.050	23.050
Nazorg (ƒ 60,-/m²)	13.830	13.830	13.830	13.830	13.830	13.830	13.830	13.830	13.830
Totale kosten, exclusief BTW (afgerond)	37.764	41.737	43.298	61.536	39.170	42.326	43.887	62.126	73.212

1) *bij drooglegging is gedurende circa 1 jaar een zuivering nodig ten aanzien van de N-vracht. Deze kosten bedragen circa 1,-/m³ en zijn hierin opgenomen. Bij variant 5 is een zuivering voor de N-vracht nodig tijdens de bouwputbemaling en gedurende circa 1,5 jaar van de grondwatersanering*

2) *bovenafdichting en nazorg van de gehele locatie (= circa 23,05 ha)*

Tabel B7.2: **Indicatieve kostenramingen saneringsvarianten (x ƒ 1.000,-) bij herinfiltratie**

Aspect	Saneringsvarianten 1[1]	2a	2b	2c[1]	3a	4a	4b	4c	5
Investeringskosten									
Brongebied:									
▪ interceptiesysteem		25	-		-	25	-	56	-
▪ drooglegginsysteem		-	210		-	-	210	-	-
▪ verticale wand		-	-		-	-	-	18.240	-
▪ bronnering afvalverwijdering		-	-		-	-	-	-	50
▪ ontgraving afval		-	-		-	-	-	420	18.662
▪ onderafdichting		-	-		-	-	-	-	10.238
▪ grondwatersanering		-	-		-	-	-	-	240
Verspreidingsgebied:									
▪ interceptie		-	-		200	-	-	-	-
▪ grondwatersanering		-	-		-	425	425	425	425
Monitoringsysteem		160	160		160	160	160	160	160
Herinfiltratiesysteem		80	350		190	250	520	170	370
Subtotaal		265	720		550	860	1.315	19.471	30.145
Algemene kosten, uitvoeringskosten aannemer (9%)		23,9	64,8		49,5	77,4	118,4	1.752	2.713
Winst/risico (6%)		15,9	43,2		33	51,6	78,9	1.168	1.809
Aanneemsom		304,8	828		632,5	989	1.512,3	22.391	34.667
Voorbereiding/begeleiding		100	100		100	100	100	150	250
Totaal investeringskosten		**405**	**928**		**733**	**1.089**	**1.612**	**22.541**	**34.917**
Exploitatiekosten									
Zuiveringskosten		18.746	109.354		37.102	28.054	118.662	9.308	71.796
Lozingskosten (lozing concentraat)		3.770	3.810		835	3.870	3.910	250	707
Monitoring (monsterneming+analyse)		497	497		497	497	497	497	497
Onderhoud onttrekkingssysteem		100	100		100	100	100	100	66
Onderhoud herinfiltratiesysteem		100	100		100	100	100	15	66
Totaal exploitatiekosten		**23.213**	**113.861**		**38.634**	**32.621**	**123.269**	**10.170**	**73.132**
Herinvesteringskosten									
Brongebied		24	200		-	24	200	1.896	-
Verspreidingsgebied		-	-		191	-	-	-	-
Monitoringsysteem		152,5	152,5		152,5	152,5	152,5	152,5	-
Herinfiltratiesysteem		76	334		182	76	334	-	180
Totaal herinvesteringskosten		**253**	**687**		**526**	**253**	**687**	**2.049**	**180**
Totale kosten, exclusief BTW (afgerond)		**23.871**	**115.476**		**39.893**	**33.963**	**125.568**	**34.760**	**108.229**
Kosten bovengenoemde saneringsmaatregelen		23.871	115.476		39.893	33.963	125.568	34.760	108.229
Bovenafdichting (ƒ 100,-/m^2)		23.050	23.050		23.050	23.050	23.050	23.050	23.050
Nazorg (ƒ 60,-/m^2)		13.830	13.830		13.830	13.830	13.830	13.830	13.830
Totale kosten, exclusief BTW (afgerond)		60.751	152.356		76.773	70.843	162.448	71.640	145.109

1) *bij drooglegging is gedurende circa 1 jaar een zuivering nodig ten aanzien van de N-vracht. Deze kosten bedragen circa 1,-/m^3 en zijn hierin opgenomen. Bij variant 5 is een zuivering voor de N-vracht nodig tijdens de bouwputbemaling en gedurende circa 1,5 jaar van de grondwatersanering*

2) *bovenafdichting en nazorg van de gehele locatie (= circa 23,05 ha)*

Bijlage 8 Modelberekeningen

1 Inleiding

In het kader van het saneringsonderzoek zijn voor de variantvergelijking de effecten van verschillende maatregelen op de verspreiding van verontreinigingen vanuit de stortplaats bepaald.
In deze bijlage worden de uitgevoerde modelberekeningen gepresenteerd. Verder worden de uitgangspunten en de randvoorwaarden die gehanteerd zijn bij de berekeningen toegelicht. Voor een beschrijving van de geohydrologische situatie in het onderzoeksgebied wordt verwezen naar eerder verschenen rapportages van de Grontmij.

De berekeningen is gebruik gemaakt van het twee-dimensionale stoftransport-rekenprogramma CTRAN/W in combinatie met het geohydrologische rekenprogramma SEEP/W.
Met SEEP/W is de stromingssituatie van het grondwater gemodelleerd. De volgende situaties zijn doorgerekend:

- huidige situatie;
- variant 1 (alleen bovenafdichting);
- variant 2a (bovenafdichting en geohydrologische beheersing), deze variant is maatgevend voor de andere varianten. De eindsituatie die bij deze variant wordt bereikt is vergelijkbaar aan de andere varianten. Opgemerkt wordt dat het bereiken van de eindsituatie vele honderden jaren in beslag kan nemen.

Vervolgens is met behulp van CTRAN/W, voor de hierboven weergegeven situaties, de concentratie in het grondwater berekend. De beschouwde stoffen zijn chloride, tolueen en minerale olie.

2 SEEP/W

2.1 Inleiding

SEEP/W 3.0 is een eindige-elementen-programma waarmee de grondwaterstroming en de drukverdeling van het water in de ondergrond kan worden berekend. Met het programma is het mogelijk relatief eenvoudige tot zeer complexe grondwaterstromingssituaties te berekenen. Het model wordt vooral gebruikt voor geotechnische, civiele, geohydrologische en mijntechnische vraagstukken. Het model is ontwikkeld door Geo-Slope International Ltd. in Calgary, Alberta, Canada.

2.2 Mogelijkheden van het model

In het volgende wordt een opsomming gegeven van de geohydrologische en de technische mogelijkheden alsmede de verschillende resultaten die door het model worden berekend.

Geohydrologische mogelijkheden van het model:

- verzadigde en onverzadigde grondwaterstroming (gecombineerd);
- stationaire en niet-stationaire stroming;
- twee-dimensionale en asymmetrische problemen;
- toepassing voor gespannen en freatische watervoerende pakketten;
- door toepassing van zogenaamde oneindige elementen zijn oneindig lange schematisaties mogelijk;

- toepasbaar voor vele bodemsoorten waarbij de doorlaatfactor maatgevend is;
- voor niet-stationaire toepassingen: gebruik van (evt. voorgeprogrammeerde) doorlatendheid/druk-curven;
- voor stationaire toepassingen: gebruik van doorlaatfactoren onafhankelijk van de druk (constant);
- anisotrope hydraulische doorlaatfactoren;
- niet-stationaire randvoorwaarden.

Berekeningsresultaten:
- stijghoogte per knooppunt;
- berekening van stromingsrichting, stijghoogte en kwelhoeveelheden per doorsnede;
- berekening van freatisch niveau;
- grafische weergave van berekeningsresultaten.

Het model is door de ontwikkelaars uitgebreid getest en vergeleken met in de wetenschappelijke literatuur beschreven grondwaterstromingssituaties. Het programma wordt toegepast voor dijkberekeningen en andere grondwaterstromingsvraagstukken die geschematiseerd kunnen worden tot twee-dimensionale situaties. De onderhavige situatie is gezien de uniforme stromingsrichting goed te schematiseren tot een twee-dimensionaal geval.

2.3 Theoretische achtergrond van het model

SEEP/W is gebaseerd op de Darcy-vergelijking. De uiteindelijk op te lossen vergelijking is hieronder weergegeven. Deze vergelijking beschrijft het verschil tussen de binnenkomende en uitgaande stroming in een element op een bepaald tijdstip, welke gelijk is aan het volumetrisch vochtgehalte. Bij het bepalen van de stromingssnelheid moet de porositeit dus nog worden verdisconteerd. Afhankelijk van de omstandigheden (stationair, etc.) kan de vergelijking worden vereenvoudigd.

$$\frac{\partial}{\partial x}\left(k_x \frac{\partial H}{\partial x}\right) + \frac{\partial}{\partial y}\left(k_y \frac{\partial H}{\partial y}\right) + Q = \frac{\partial \theta}{\partial t}$$

waarin:

H	stijghoogte
k_x	doorlaatfactor in x-richting
k_y	doorlaatfactor in y-richting
Q	flux aan randen
θ	porositeit
t	tijd

De eindige elementenvergelijking wordt uiteindelijk opgelost door toepassing van de Galerkin-methode en Gauss-eliminatie.

Voor een meer uitgebreide toelichting op de theoretische achtergronden van de oplossingsmethoden, de te gebruiken standaard-curven en het gebruik van het model wordt verwezen naar de gebruikershandleiding (SEEP/W v3.0, User's Guide, GEO-SLOPE International Ltd. Calgary, Alberta, Canada, 1991-1994).

2.4 Gehanteerde randvoorwaarden en modelopbouw

In zijn algemeenheid geldt dat bij het simuleren (modelleren) van een werkelijke situatie, vereenvoudigingen moeten worden gemaakt. Hierdoor kunnen verschillen ontstaan tussen de werkelijke en berekende situatie. Zo wordt de geohydrologische situatie geschematiseerd tot een situatie met slecht doorlatende en goed doorlatende lagen. Verder dienen aanpassingen te worden gedaan om gemiddelde situaties na te bootsen. Hierbij moet worden gedacht aan de gemiddelde stromingsrichting en -snelheid en hoeveelheden percolatiewater. De gehanteerde aannames en vereenvoudigingen worden in de verschillende beschouwde situaties beschreven.
De in het "nader onderzoek stortplaats De Langenberg te Zelhem" beschreven geohydrologische schematisatie is gevolgd bij het definiëren van het model. Ruimtelijk gezien is sprake van watervoerende pakketten die van elkaar worden gescheiden door waterscheidende lagen. In de directe omgeving van de beschouwde locatie is sprake van één watervoerend pakket, aan de onderzijde begrensd door een als ondoorlatend beschouwde basis. Bij de berekeningen is een hogere gradiënt aangehouden dan in het nader onderzoek. Hetgeen als een worst-case aanname kan worden gezien.

Bij zowel het kwantiteitsmodel (SEEP/W) als het kwaliteitsmodel (CTRAN/W) is gewerkt met de parameters en eenheden zoals die in tabel 1 zijn vermeld.

Tabel 1: Gehanteerde parameters met eenheden

Parameter	Eenheid	Afkorting
lengte	meter	m
tijd	etmaal	etm
kracht	kilonewton	kN
massa	kilo	kg
druk	kracht per opp.	kN/m^2
gewicht van water	kracht per volume	kN/m^3
doorlaatfactor	lengte per etmaal	m/etm
concentratie	gewicht per vol	$\mu g/m^3$
diffusiecoëfficiënt	opp per tijdseenheid	m^2/etm
dispersie	meter	m
adsorptie	massa per massa	kg/kg
drooggewicht	massa per volume	kg/m^3
massaflux	gewicht/opp./tijd	mg/ha/jaar
porositeit	vol per vol	-

Ten behoeve van presentatiedoeleinden wordt bij de dwarsdoorsneden een verhouding tussen de verticale en horizontale schaal van 1:15 aangehouden. Hetgeen een sterke vertekening is van de werkelijke situatie.

2.5 Modellering huidige situatie (uitgangssituatie)

Voor de simulatie van de huidige situatie is uitgegaan van een stortplaats waarbij geen boven- of onder-afdichting aanwezig is en waarbij dus het totale neerslagoverschot kan infiltreren. Op basis van stijghoogtemetingen kan een westelijke stromingsrichting in het watervoerend pakket worden aangenomen.

In het model zijn voor de simulatie van de huidige toestand, de volgende geohydrologische parameters gehanteerd:

Tabel 2: Geohydrologische parameters (simulatie)

Onderscheiden bodemlaag	geohydrologische parameter	waarde
▪ eerste zandlaag	▪ verticale doorlaatfactor	▪ 0,3 m/etm
	▪ horizontale doorlaatfactor	▪ 3,0 m/etm
	▪ porositeit	▪ 0,3 (-)
▪ tweede zandlaag	▪ horizontale doorlaatfactor	▪ 25 m/etm
	▪ porositeit	▪ 0,3 (-)
▪ derde zandlaag	▪ horizontale doorlaatfactor	▪ 40 m/etm
	▪ porositeit	▪ 0,3 (-)
▪ stortmateriaal	▪ doorlaatfactor (horizontaal en verticaal)	▪ 1 m/etm
	▪ porositeit	▪ 0,3

In alle drie onderscheiden zandlagen is een verhang van 1 m/km ingevoerd. Hierdoor bedragen de gemiddelde stromingssnelheden van boven naar beneden respectievelijk 4, 30 en 50 m/jaar. Aan de bovenzijde van het model is een freatische grondwaterstand aangenomen en vindt voeding plaats als gevolg van het infiltrerend neerslagoverschot. Aan de rechterzijde van het model is de stijghoogte NAP +14,6 m. Als maaiveldhoogte is aan de rechterzijde NAP +16,5 aangehouden. Dit betekent een waterstand van circa 2 m -mv.

Bij het modelleren van de huidige situatie is onderscheid gemaakt in een periode waarin de IBC-stortplaats nog niet aanwezig was (tot 1989) en in een periode waar deze wel aanwezig was. In deze laatste periode is in het model, ter plaatse van dit IBC-stort, aangenomen dat er geen verticale aanvulling als gevolg van neerslag optrad.

2.6 Modellering situatie met alleen bovenafdichting

Voor deze situatie is uitgegaan van de situatie waarbij het IBC-stort aanwezig is (dus geen voeding ter plaatse van deze stortlocatie). Ter plaatse van het oude stort is een bovenafdichting aangebracht waarbij aangenomen is dat de resterende voeding 20 mm/jaar bedraagt.

2.7 Modellering situatie met bovenafdichting en drainage aan de benedenstroomse zijde

Voor deze situatie is uitgegaan van dezelfde uitgangspunten waarbij een bovenafdichting aanwezig is met daarbij een drainage op een diepte van 3 m-mv. Het onttrekkingsdebiet bedraagt 0,85 m^3/etm/m^1.

3 Berekening emissies met CTRAN/W

3.1 Inleiding

CTRAN/W 3.0 is een eindige elementenprogramma waarmee het transport van verontreinigingen door de bodem kan worden berekend. Met het programma is het mogelijk om naast relatief eenvoudig advectief transport ook meer complexe processen zoals diffusie, dispersie, adsorptie en afbraak te simuleren. Het model is direct gekoppeld aan en functioneert alleen in combinatie met SEEP/W.

3.2 Mogelijkheden van het model

In het volgende wordt een opsomming gegeven van de technische mogelijkheden alsmede de verschillende resultaten die door het model worden berekend.

Technische mogelijkheden van het model:

- concentraties en verontreinigingsgraad kunnen als constanten en als functie van tijd worden opgegeven;
- de diffusiecoëfficiënt kan worden opgegeven als functie van het vochtgehalte; hiermee bestaat de mogelijkheid tot het berekenen van verzadigd en onverzadigd transport;
- adsorptie kan worden gedefinieerd als functie van de concentratie;
- door de mogelijkheid van afbraak is simulatie van het transport van radioactieve elementen en biologische omzetting van organische microverontreinigingen mogelijk;
- massa-balansen kunnen worden opgesteld voor alle van toepassing zijnde processen zoals advectie, dispersie en afbraak;
- voor elk element is de massa voor zowel de vaste als vloeibare fase te berekenen;
- voor elk element wordt het Peclet en Courant nummer berekend; hiermee wordt goed inzicht verkregen in de optredende numerieke dispersie en oscillatie;
- bij het bepalen van advectief transport kan elke stroombaan zichtbaar worden gemaakt, met daarbij de op te vragen coördinaten, gemiddelde stroomsnelheid (Darcy), afgelegde afstand en tijd.

Het model is door de ontwikkelaars uitgebreid getest en vergeleken met in de wetenschappelijke literatuur beschreven transportvraagstukken. Het model wordt toegepast voor verspreidingssituaties die geschematiseerd kunnen worden tot twee-dimensionale situaties zoals de onderhavige studie en bijvoorbeeld stortplaatsen.

3.3 Theoretische achtergrond van het model

CTRAN/W is gebaseerd op de zogenaamde advectie-dispersie vergelijking. De uiteindelijk op te lossen vergelijking is hieronder (in één-dimensionale vorm) weergegeven.

$$\theta D\frac{\delta^2 C}{\delta x^2} - U\frac{\delta C}{\delta x} - \lambda\theta C - \lambda S\rho_d = (\theta + \rho_d\frac{\delta S}{\delta C})\frac{\delta C}{\delta t}$$

Waarin:

θ	= porositeit
D	= hydrodynamische dispersie-coëfficiënt
C	= concentratie
x	= celgrootte
U	= stroomsnelheid volgens Darcy
λ	= afbraakcoëfficiënt
S	= adsorptie
ρ_d	= massa-dichtheid
t	= tijd

Voor een meer uitgebreide toelichting op de theoretische achtergronden van de oplossingsmethoden en gebruik van het model, wordt verwezen naar de gebruikershandleiding (CTRAN/W v3.0, User's Guide, GEO-SLOPE International Ltd. Calgary, Alberta, Canada, 1991-1994).

3.4 Invoerparameters

In het hiervoor behandelde is reeds ingegaan op de geohydrologische schematisatie en de gemodelleerde, gemiddelde situatie. De resultaten van de berekeningen met SEEP/W vormen de basis voor de uit te voeren verspreidingsberekeningen met CTRAN/W. Ook bij het berekenen van de verspreiding vanuit de stortplaats en de invloed van de te treffen maatregelen moeten schematisaties worden toegepast.

De verspreiding van verontreinigingen wordt bepaald door de eigenschappen van de doorstroomde bodemcompartimenten en de eigenschappen van de diverse stoffen. De bepalende invoerparameters van de verschillende bodemcompartimenten zijn in tabel 3 weergegeven.

Tabel 3: Invoerparameters ten behoeve van emissieberekeningen van de referentiesituatie

Parameter	eerste zandlaag	tweede zandlaag	derde zandlaag	stort-materiaal
long. dispersie (m)	3	3	3	3
trans. dispersie (m)	0,3	0,3	0,3	0,3
dichtheid (kg/m^3)	1.900	1.900	1.900	1.250
diffusie-coëf. (m^2/jr)	0,01	0,01	0,01	0,01
log K_{oc} (tolueen)	2,31	2,31	2,31	2,31
log K_{oc} (min. olie)	2,94	2,94	2,94	2,94
Kd (tolueen)	0,00092	0,000204	0,000204	0,000204
Kd (min. olie)	0,0039	0,00087	0,00087	0,0087

Voor chloride wordt aangenomen dat dit zich conservatief gedraagt. Dit betekent dat er geen adsorptie optreedt en dat de stof zich even snel verplaatst als het grondwater. De fractie organische koolstof (f_{oc}) is bepaald aan de hand van gemeten (eerste zandlaag) en geschatte (tweede, derde zandlaag en stortmateriaal) organische-stofgehalten (f_{om}). De gehanteerde relatie in: $f_{oc} = 0,58 * f_{om}$.

Voor minerale olie is een log K_{oc} aangehouden die beduidend lager is dan de in de literatuur aangehouden waarden (voor hexadecaan (C16)) is log K_{oc} bijvoorbeeld 6,36).
De nu gekozen log K_{oc} (2,94) komt overeen met een retardatie van circa 25, hetgeen overeenkomt met in de praktijk aangetroffen retardatiefactoren. Onder aanname van de log K_{oc} = 6,36 wordt na 30 jaar nog geen minerale olie direct onder het stort berekend. Met de nu aangehouden log K_{oc} (2,94) kunnen de gemeten gehalten in de peilbuizen 28, 13 en 19 worden benaderd.

Bij zowel minerale olie als tolueen is de (biologische) afbraak op nul gesteld. Dit betekent dat de resultaten de worst-case situatie weergegeven. In werkelijkheid zullen de concentraties naar verwachting lager uitvallen.

3.5 Huidige situatie

In de huidige situatie kan de situatie voor de oude stortgedeelten als volgt worden gekarakteriseerd:

- totaal oppervlak 13,65 (5,7 + 7,95) ha;
- geen onder- en bovenafdichting;
- afval ligt tot NAP+ 11 à 11,5 m (maximaal 2 m beneden GLG);
- percolaatproductie van circa 120 m^3/etm (neerslagoverschot 300 mm/-jaar) ;
- overschrijding interventiewaarde door minerale olie onder de stortplaats;
- in de monitoringpeilbuizen wordt een lichte beïnvloeding aangetroffen (geen overschrijding normen);
- aanwezigheid van een actueel verspreidingsrisico voor minerale olie;
- maximale verspreidingsgebied (nog aantoonbare verontreiniging) tot circa 550 m stroomafwaarts (vanaf de rand van de oude stortplaats) gemeten.

In figuur 1 zijn de gemeten en berekende situatie weergegeven. De modelparameters zijn zodanig gekozen dat onder aanname van de gemodelleerde stromingssituatie de *berekende* gehalten in het grondwater zo goed mogelijk overeenkomen met de *gemeten* gehalten in het grondwater. Dit wordt de zogenaamde calibratie van het model genoemd (toekennen van modelparameters).

Uit deze figuur blijkt dat de chloride-pluim (snelste parameter) tot buiten de locatie ligt. In de figuur zijn de meetwaarden en de berekende gehalten weergegeven.

Chloride
De berekende chloride-gehalten in de huidige situatie in het grondwater zijn weergegeven in figuur 1a. Als gehalte in het stortmateriaal is 250 mg/l aangehouden. Als achtergrondconcentratie is 22 mg/l aangehouden.

Minerale olie
De concentratie in het stortmateriaal is gesteld op 795 µg/l, als achtergrondwaarde is 0 µg/l aangehouden.
De berekende gehalten minerale olie in de huidige situatie in het grondwater zijn weergegeven in figuur 1b. In figuur 1d is de autonome ontwikkeling van de concentraties minerale olie na 100 jaar, zonder beheersmaatregelen, weergegeven.

Tolueen
In figuur 1c zijn de berekende gehalten tolueen voor de huidige situatie weergegeven. De concentratie in het stortmateriaal bedraagt 20 µg/l. Opgemerkt wordt dat de gemeten gehalten in de diverse peilbuizen onder en benedenstrooms van de stortlocatie niet significant afwijken van de gehalten in de peilbuizen T4 en T8, die bovenstrooms van de stortlocatie zijn geplaatst. Het "herkennen" van een verontreinigingspluim is daarmee niet goed mogelijk. Alleen in de peilbuizen 13 en 19 kan worden gesproken van verhoogde gehalten.
Op basis van reële inschattingen is toch getracht de huidige verontreinigingssituatie voor tolueen weer te geven.

3.6 Situatie met alleen bovenafdichting (variant 1)

In de toekomstige situatie wordt een bovenafdichting op de beide oude stortlocaties aangebracht (evenals op de IBC-gedeelten). Na aanleg van de bovenafdichting is de volgende situatie ontstaan:

- bovenafdichting met een maximale lekkage van minder dan 5 mm/jaar, kosten (noord -en zuidstort incl. nazorg) *f* 21,8 mln;
- percolaatproductie van enerzijds lekkage bovenafdichting (2 m^3/etm bij 5 mm/jr) en anderzijds horizontale doorstroming. Deze stroming is moeilijk te schatten vanwege de onbekendheid van de doorlaatfactor. Geschat wordt een debiet van circa 2,5 m^3/etm (kDbi= 5*2*200*0,00125= 2,5m^3/etm). Dit resulteert in een totale percolaat-produktie van 5 m^3/etm;
- de overschrijding van de interventiewaarde door minerale olie onder de stortplaats zal waarschijnlijk aanwezig blijven;
- maximale verspreidingsgebied zal afnemen tot circa 450 m stroomafwaarts (vanaf de rand gemeten). De kwaliteit in het verspreidingsgebied zal op termijn enerzijds verbeteren door de verminderde voeding naar het watervoerend naar het pakket en anderzijds door de eventuele (beheers)-maatregelen.

In de figuren 2a, 2b en 2c is de verontreinigingssituatie 50 jaar na aanleg van de bovenafdichting weergegeven. Uit de berekeningen is af te leiden dat de grondwaterkwaliteit door de aanleg van de bovenafdichting zal verbeteren. In de toekomst zullen in het grondwater alleen direct onder de stortplaats verhoogde gehalten worden aangetroffen.

Voor chloride betekent het aanbrengen van de bovenafdichting een snelle afname van de gehalten in het grondwater. Dit wordt veroorzaakt door de verdunning met neerslagwater en schoon omgevingswater. Voor minerale olie en in mindere mate voor tolueen verloopt deze afname (veel) langzamer. Dit wordt veroorzaakt door de lange nalevering van verontreinigingen (minerale olie en tolueen) vanuit het thans verontreinigde deel van het watervoerend pakket.

De uitgevoerde berekeningen zijn gebaseerd op een berekende uitgangssituatie welke is gecalibreerd op een zeer beperkt aantal meetgegevens. Ook de nalevering (log K_{oc}-waarden) is gebaseerd op theoretische waarden. De weergegeven situaties zijn daarmee slechts een goede indicatie van de in werkelijkheid optredende situatie.

3.7 Situatie met bovenafdichting en beheersing (variant 2a)

In de figuren 3a, 3b en 3c is de verontreinigingssituatie circa 50 jaar na aanleg van de bovenafdichting en de beheersdrainage weergegeven. Uit deze berekeningen is af te leiden dat de grondwaterkwaliteit door de aanleg van de bovenafdichting en de beheersdrainage sterk zal verbeteren.
Na 50 jaar (anno 2047) zal alleen in de eerste en tweede zandlaag de streefwaarde voor minerale olie worden overschreden. Naar verwachting wordt het beïnvloedt gebied na verloop van tijd steeds kleiner. Verspreiding van verontreinigingen vanuit het stort wordt in elk geval voorkomen.

Op de lange termijn zal het verschil tussen al dan niet beheersdrainage (variant 1 versus variant 2a/3a/4a (figuur 2 en 3) beperkt zijn. Voor bepaalde verontreinigingen kan dit belangrijker langer duren. Dit wordt veroorzaakt door de omvang van de huidige verontreiniging, maar in nog belangrijkere mate door de eigenschappen van de betreffende stof.

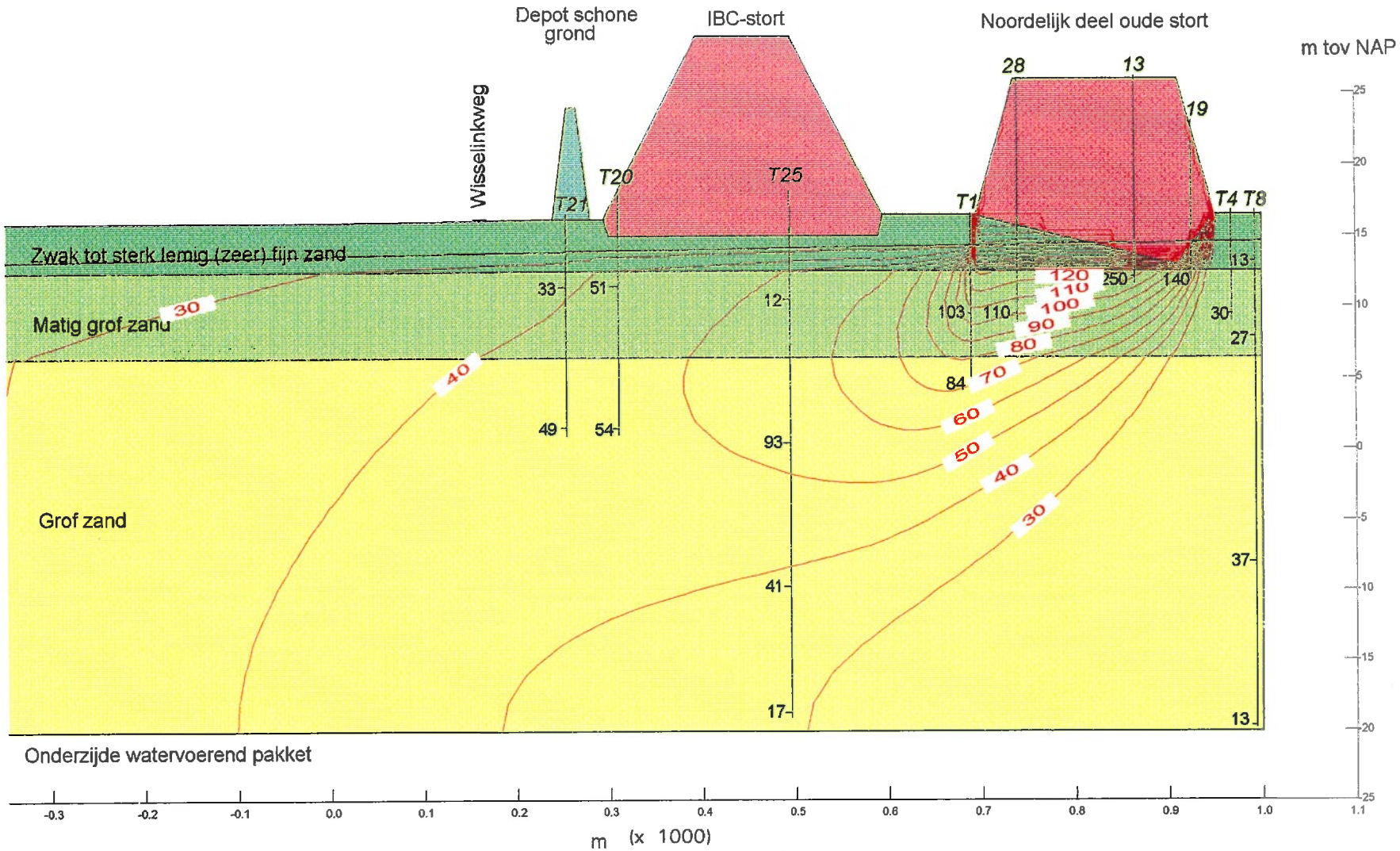
West

Oost

Saneringsonderzoek stortplaats De Langenberg te Zelhem

Figuur 1a: Huidige situatie - chloride

berekende chloridegehalten in het grondwater (mg/l),
gecalibreerd op basis van het gemiddelde van gemeten concentraties

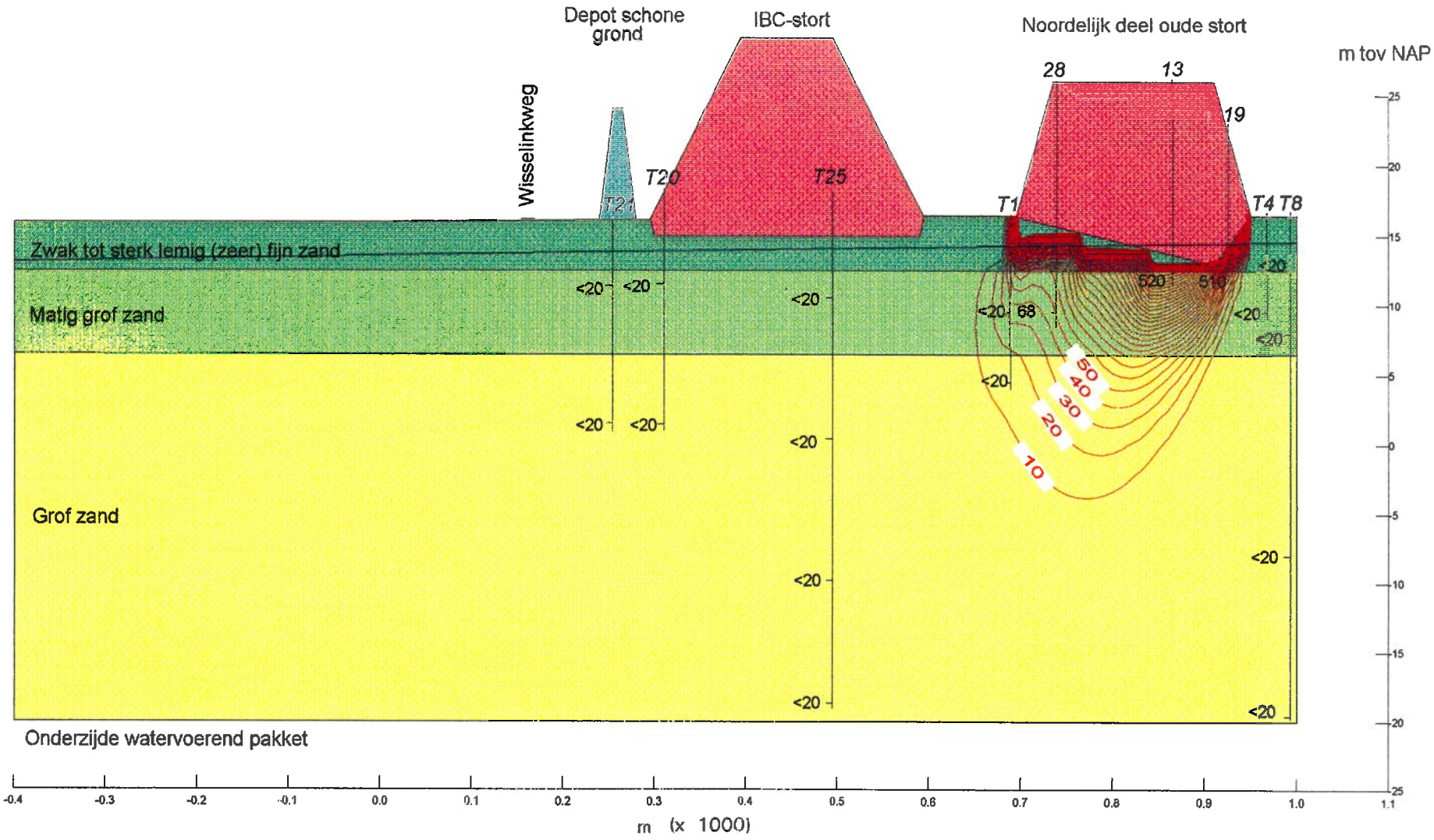


West **Oost**

Saneringsonderzoek stortplaats De Langenberg te Zelhem

Figuur 1b: Huidige situatie - minerale olie

berekende gehalten minerale olie in het grondwater (µg/l), gecalibreerd op basis van gemeten concentraties (d.d. nov '95)



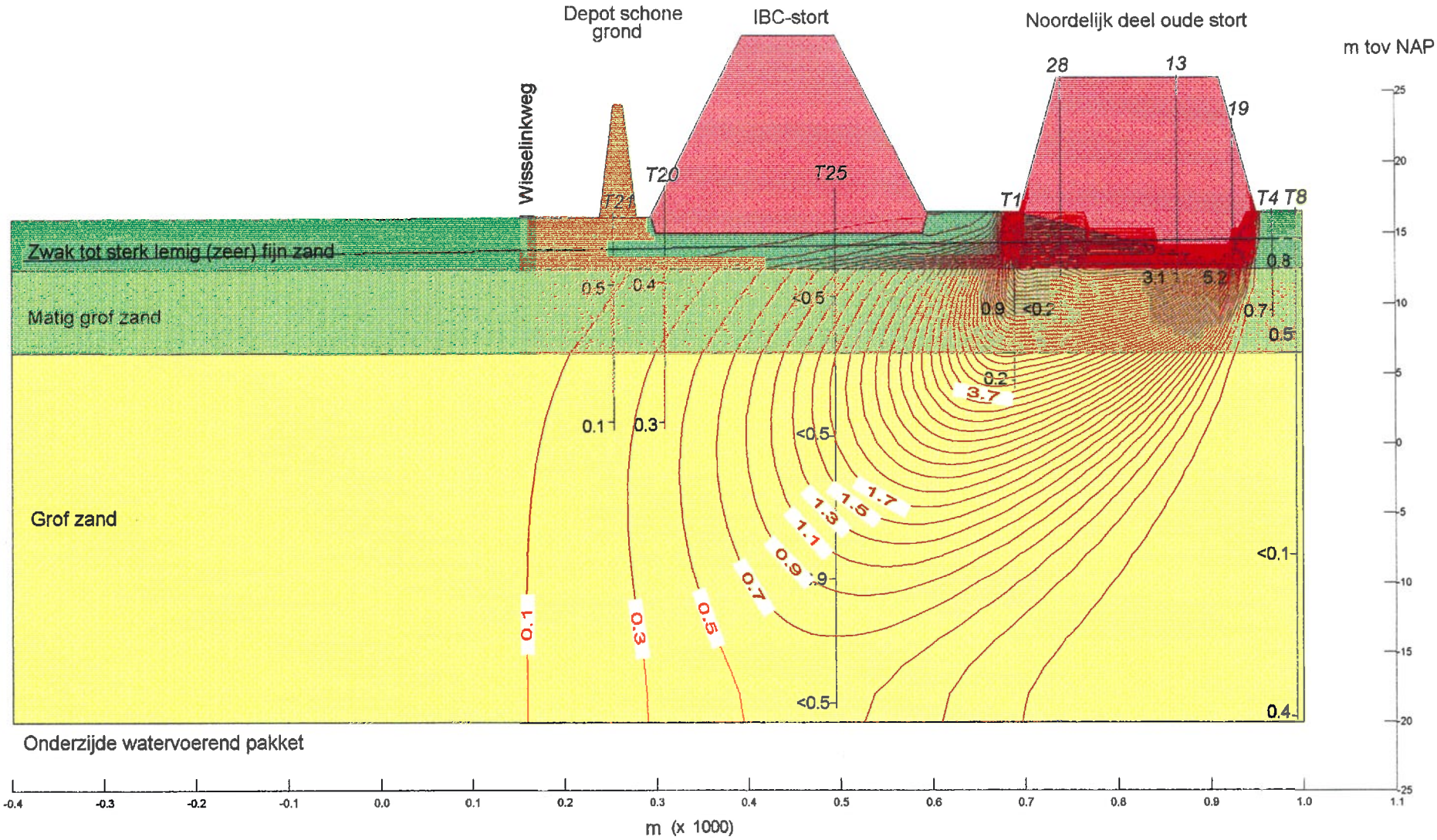
West

Oost

Saneringsonderzoek stortplaats De Langenberg te Zelhem

Figuur 1c: Huidige situatie - tolueen

berekende tolueengehalten in het grondwater (µg/l),
gecalibreerd op basis van het gemiddelde van gemeten concentraties



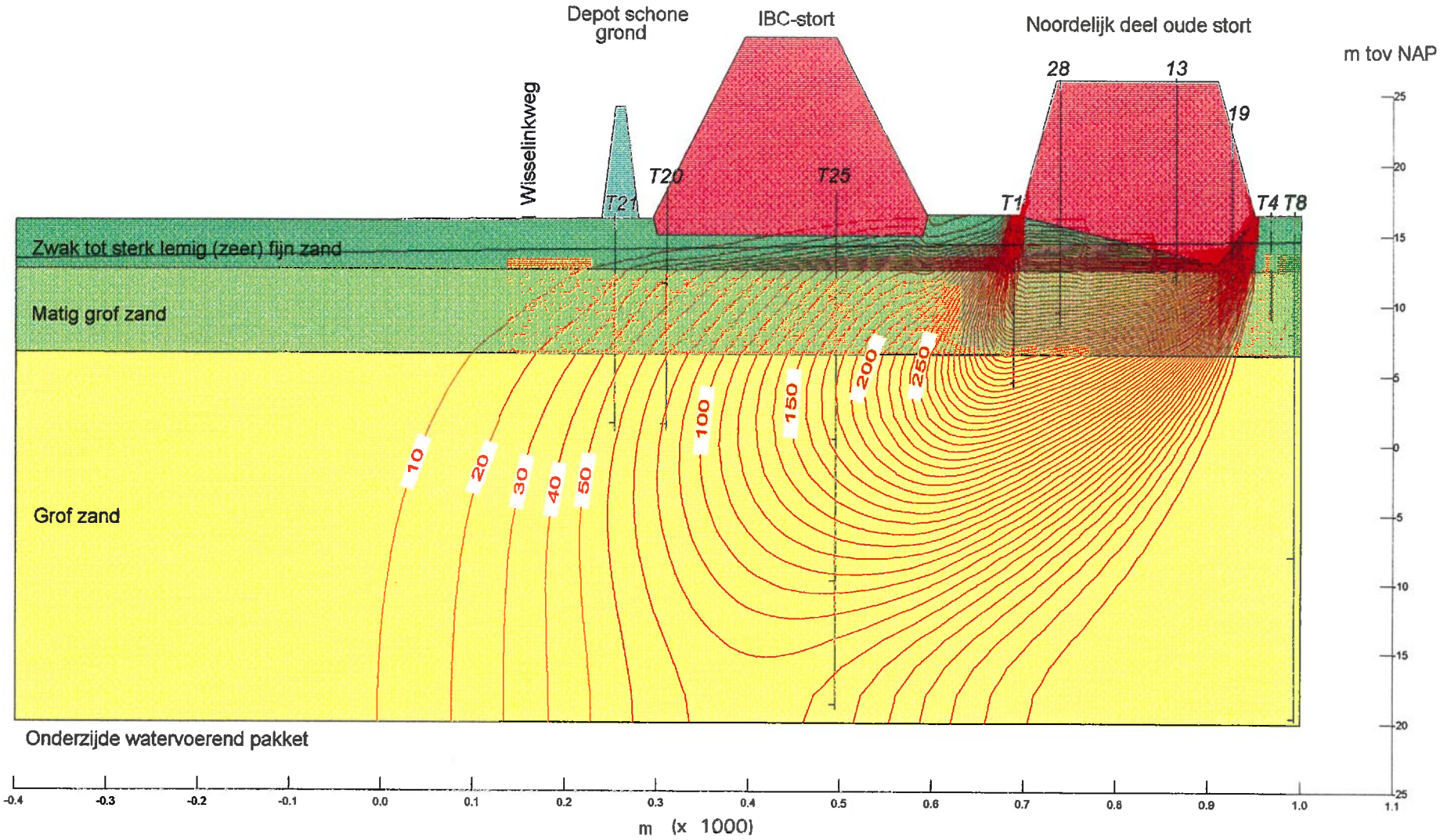
West

Oost

Saneringsonderzoek stortplaats De Langenberg te Zelhem

Figuur 1d: autonome ontwikkeling - minerale olie

berekende gehalten minerale olie in het grondwater (µg/l), zonder bovenafdichting, na 100 jaar (anno 2097)

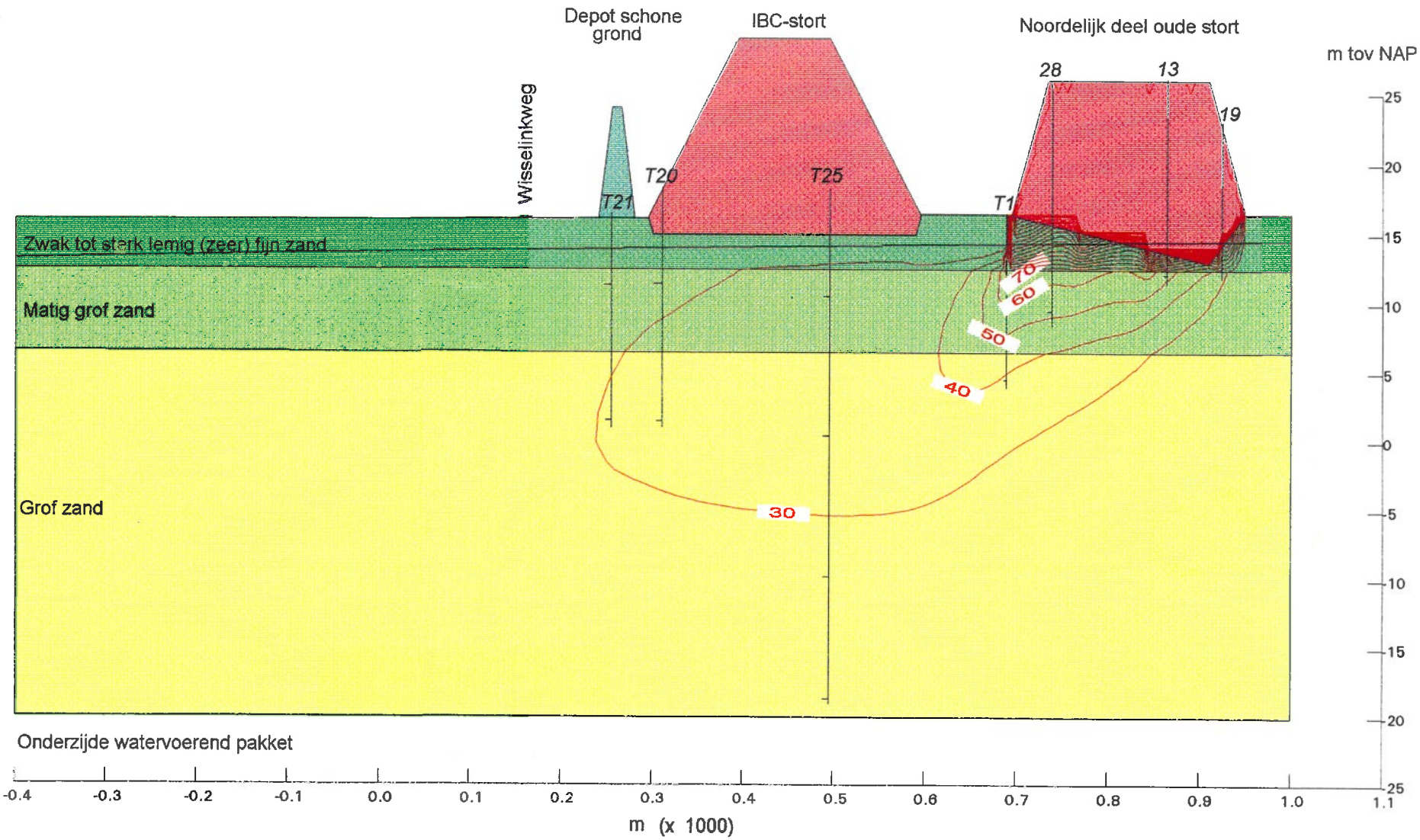


West

Oost

Saneringsonderzoek stortplaats De Langenberg te Zelhem
Figuur 2a: alleen bovenafdichting - chloride

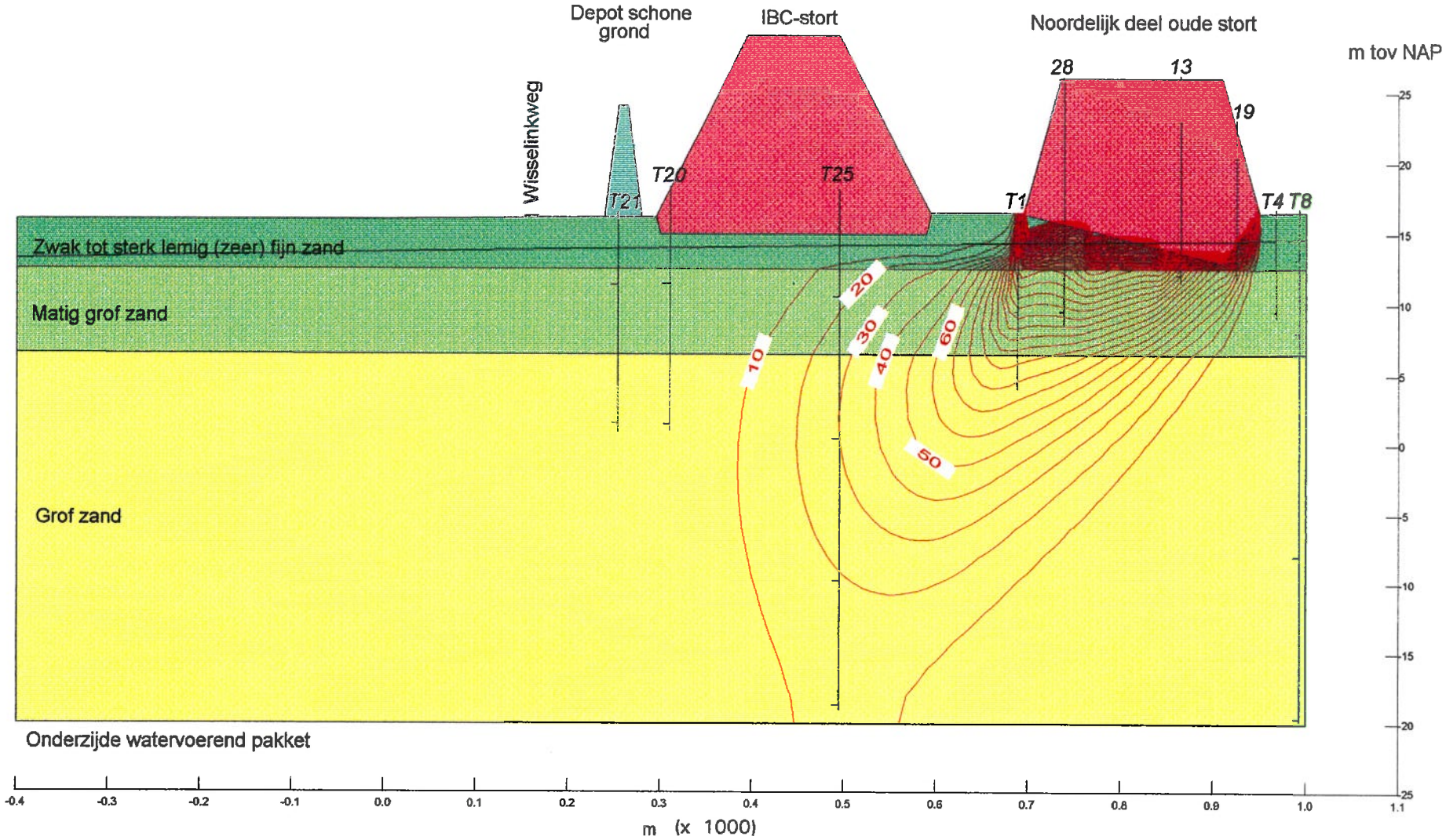
**berekende chloride-gehalten in het grondwater (mg/l),
50 jaar (anno 2047) na aanbrengen bovenafdichting**



West **Oost**

Saneringsonderzoek stortplaats De Langenberg te Zelhem
Figuur 2b: alleen bovenafdichting - minerale olie

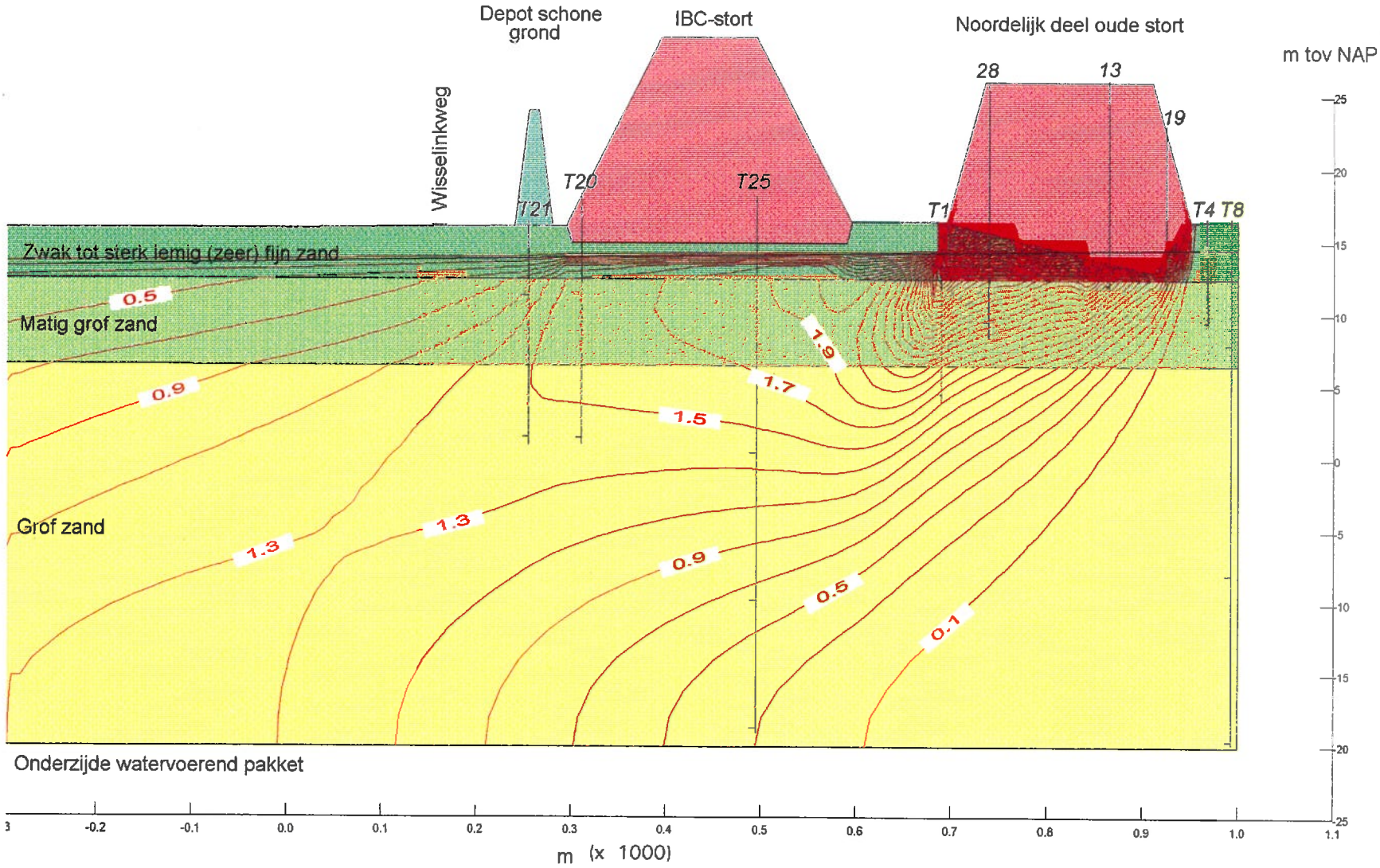
berekende gehalten minerale olie in het grondwater (µg/l), 50 jaar (anno 2047) na het treffen van de maatregel



West Oost

Saneringsonderzoek stortplaats De Langenberg te Zelhem
Figuur 2c: alleen bovenafdichting - tolueen

**berekende tolueengehalten in het grondwater (µg/l),
50 jaar (anno 2047) na het treffen van de maatregel**

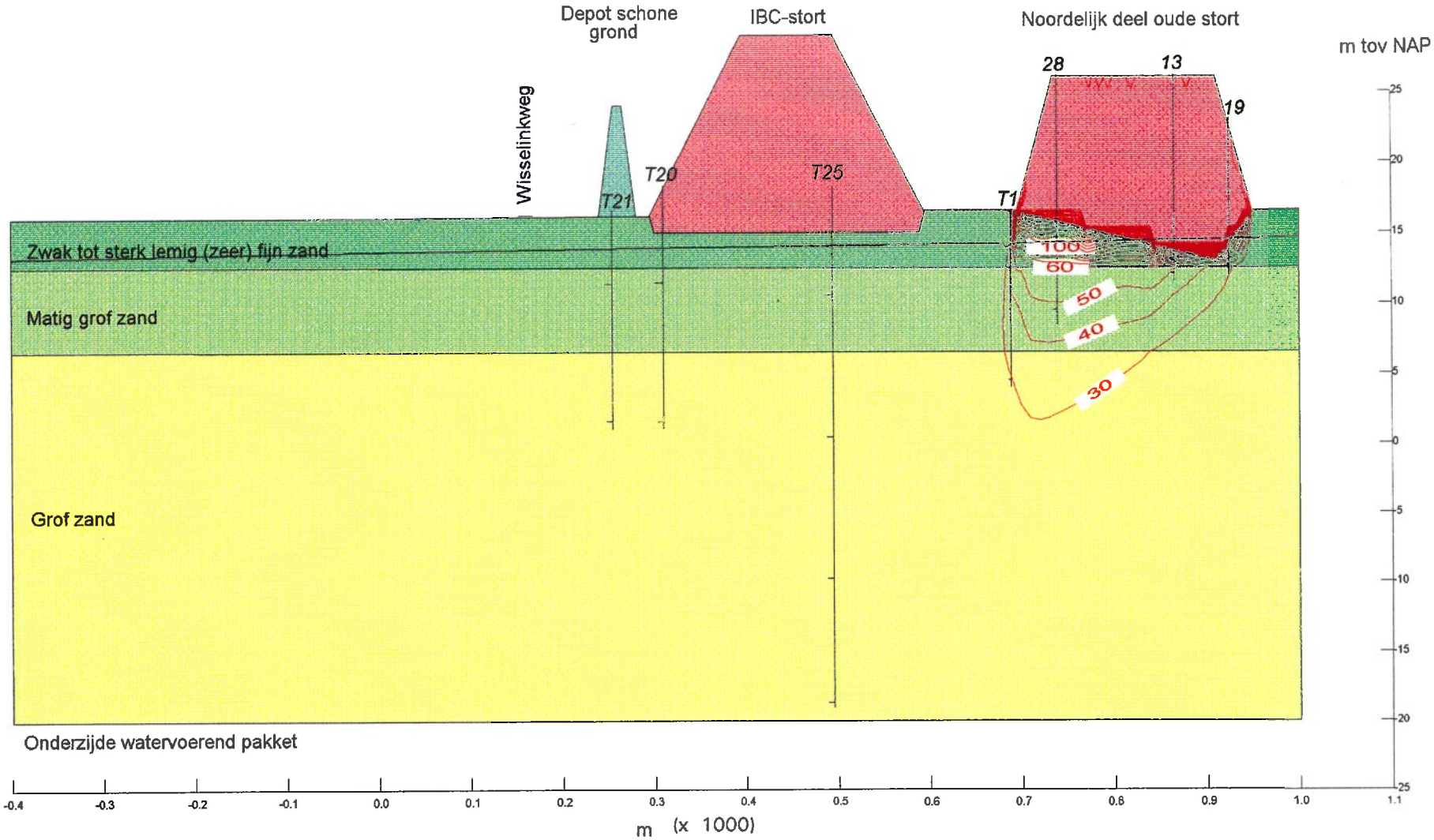


West

Oost

Saneringsonderzoek stortplaats De Langenberg te Zelhem
figuur 3a: bovenafdichting en beheersing - chloride

berekende gehalten in het grondwater (mg/l),
50 jaar (anno 2047) na het treffen van de maatregelen



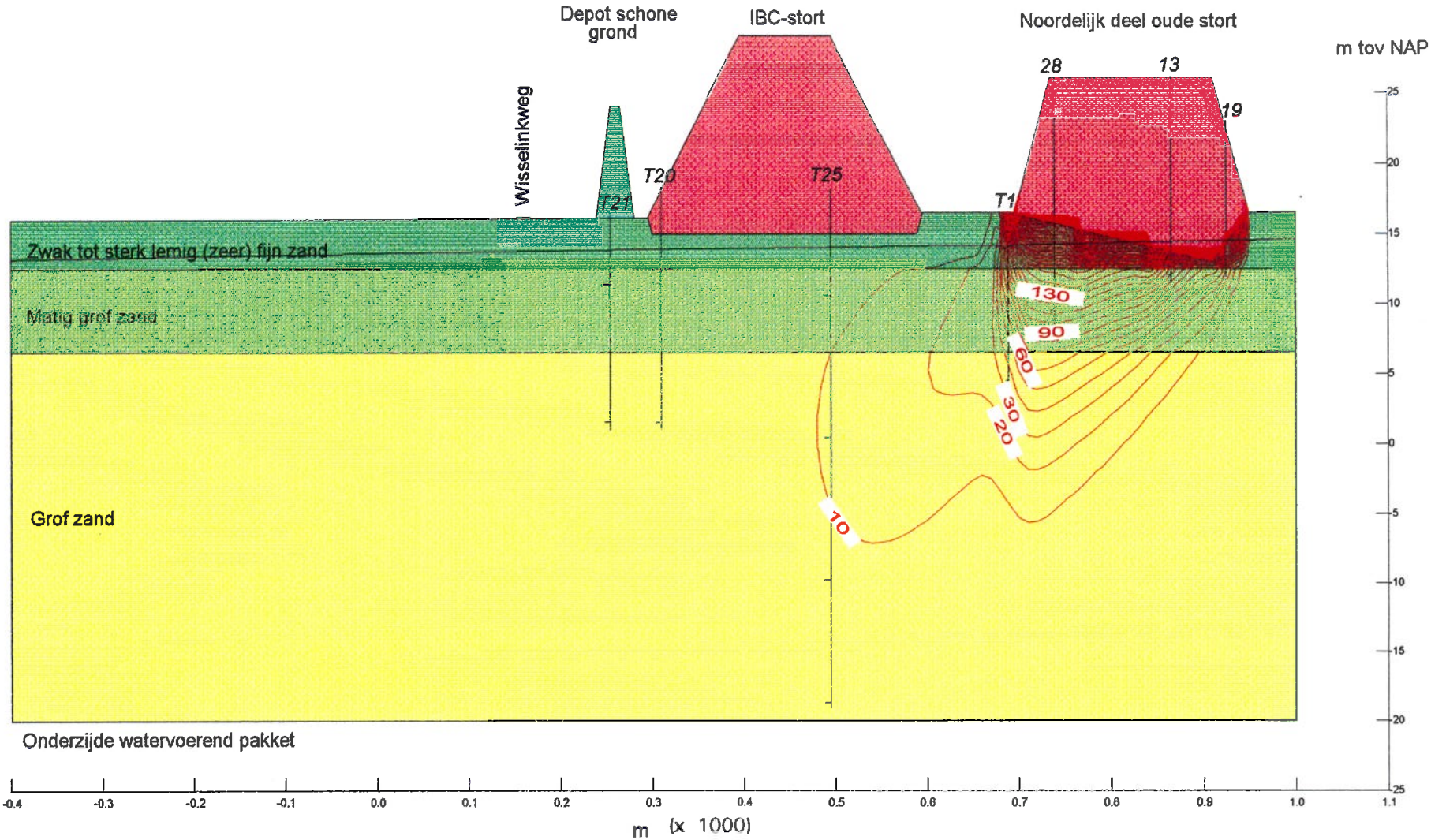
West

Oost

Saneringsonderzoek stortplaats De Langenberg te Zelhem

Figuur 3b: bovenafdichting en beheersing - minerale olie

berekende gehalten in het grondwater (µg/l),
50 jaar (anno 2047) na het treffen van de maatregelen

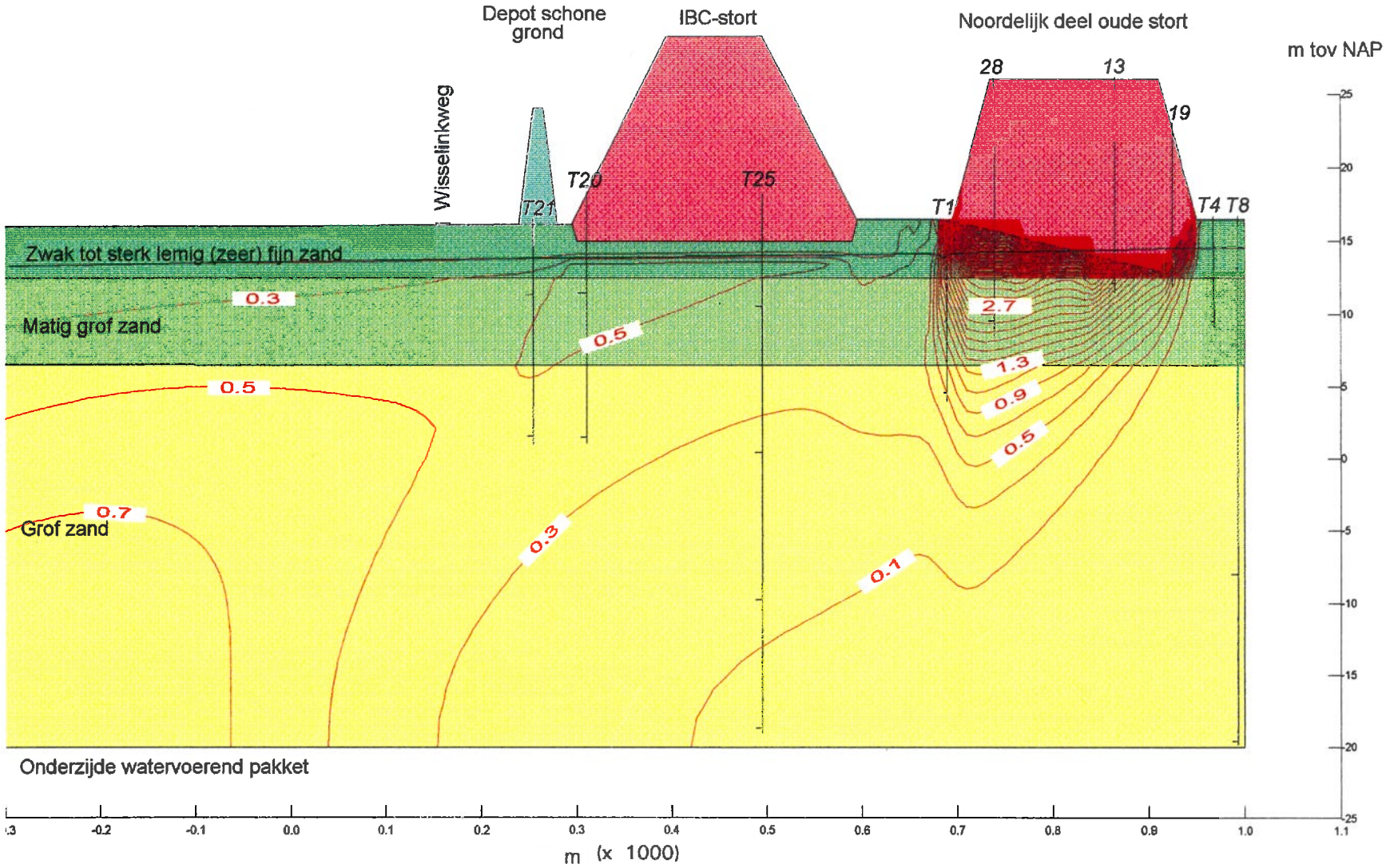


West

Oost

Saneringsonderzoek stortplaats De Langenberg te Zelhem
Figuur 3c: bovenafdichting en beheersing - tolueen

**berekende tolueengehalten in het grondwater (µg/l),
50 jaar (anno 2047) na het treffen van de maatregelen**



Bijlage 9 Resultaten boringen 40, 41, 42 en beheersdrain

In weken 24 en 25 1996 zijn een drietal boringen (nummers 40, 41 en 42) door Grontmij verricht aan de westzijde van de IBC-stortplaats. Voor de ligging van de boringen wordt verwezen naar bijlage 2. Voor de boorbeschrijving wordt verwezen naar de boorprofielen in bijlage 10.
In de onderstaande tabel zijn de NAP-hoogten van de filters weergegeven.

peilbuis	diepte (m-mv)	mv (NAP)	BKB (NAP)	grondwaterstand 17-6-96 (NAP)	
40	1	5	15,73	16,15	12,02
	2	15		16,14	12,07
	3	25		16,10	11,99
	4	40		16,07	12,07
[1)]41	1	5	15,30	15,74	12,10
	2	15		15,73	12,10
	3	25		15,69	12,15
	4	33		15,64	12,12
42	1	6	14,45	14,78	11,62
	2	15		14,74	11,59
	3	25		14,70	11,60
	4	40		14,65	11,60

mv= maaiveld ten opzichte van NAP, BKB= bovenkant peilbuis)
[1)]= de hoogten van de BKB van peilbuis 41 zijn recentelijk gewijzigd, nadere informatie zal in een later stadium door de Regio Achterhoek worden geleverd)

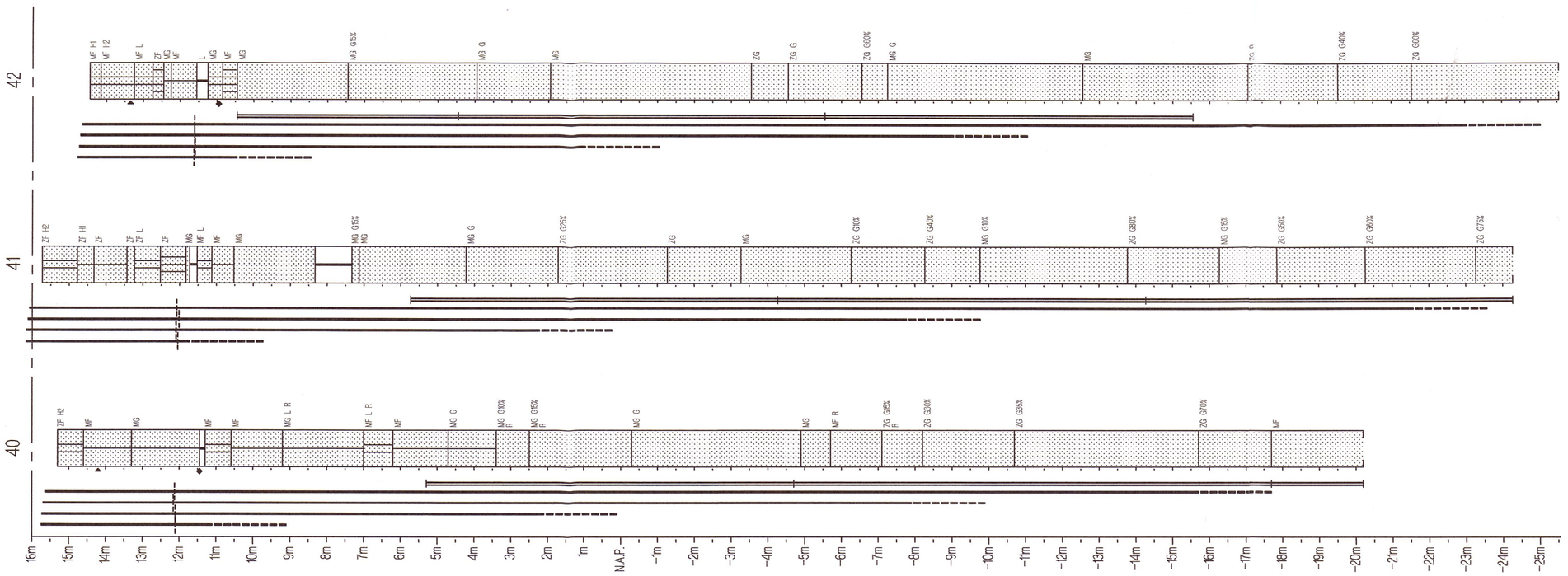
Vóór monsterneming is een wachtperiode van vier weken in acht genomen. Op 18 juli 1996 zijn door TAUW de peilbuizen bemonsterd en geanalyseerd op het gebruikelijke monitoringpakket.
In de bijgevoegde bijlage zijn de resultaten weergegeven. Tevens is een overschrijdingstabel bijgevoegd. Uit de resultaten dat voor vrijwel geen enkele parameter een overschrijding is aangetoond. Uitzondering zijn chroom (chroom heeft een (te) lage referentiewaarde) en zink. Verder is voor chloride een (zeer) licht verhoogd gehalte aangetroffen in de diepere peilbuizen.
De analyseresultaten van chloride, tolueen en minerale olie zijn in doorsneden van de verspreidingsberekeningen toegevoegd. Omdat de meetwaarden de eerste monsterneming moet met het trekken van conclusies voorzichtigheid worden betracht.

Op 9 mei 1996 is de opgepompte grondwater uit de beheersdrain opgepompt. Uit de bijgevoegde analyseresultaten (bijlage 11) kan worden geconcludeerd dat de gehalten aan verontreinigde stoffen relatief laag zijn. Opvallend is het feit dat tolueen en minerale olie niet boven de respectievelijke detectielimiet komen.

Uit de bovenstaande resultaten kunnen de volgende voorlopige conclusies worden getrokken:

- de gehalten aan chloride zijn licht verhoogd ten opzichte van de model-uitvoer;
- de in het model aangenomen 'chloridepluim' komt overeen met de aangetroffen verhoogde gehalten, de gehalten zijn licht hoger (figuur 1a);
- de 'tolueen- en minerale-oliepluim' is juist weergegeven;
- de verhoogde aanvanggehalten voor chloride hebben geen effect op de berekende gehalten na 50 jaar (figuur 2a);
- de meetwaarden zijn geen aanleiding om de conclusies van het saneringsonderzoek te herzien;
- de peilbuizen dienen in de reguliere monitoring te worden opgenomen;
- er is geen aanleiding om de conclusies van de risico-evaluatie van het nader onderzoek te wijzigen, derhalve zijn er geen gebruiksbeperkingen voor het gebruik van het grondwater (veedrenking of sproeiwater).

Bijlage 10 Boorprofielen boringen 40, 41 en 42 (tek. nr. O44-1019-96)



grondwaterstandsdatum 960617

voor verklaring van de boorprofieltekens zie bijgaand verklaringsblad

Grontmij

project: AANVULLEND ONDERZOEK STORT LANGENBERG TE ZELHEM

opdrachtgever: REGIO ACHTERHOEK

onderdeel: Boorprofielen

wijzigingen:
code: d.d.: omschrijving: get.: acc.:

schaal: 1 : 100 bestek:

datum: aug. '98 get: acc: formaat:
j.j.

order nr: 1252262 3Z

tekening nr: 013-1019-96

bijlage nr: 10 in bladen bladnr:

©Grontmij

tel: afd. / prov. kantoor:

zelhem\oo-langen\tanvulle

Minerale sedimenten

Indeling naar lutumgehalte (delen < 2 μm)
(voor waterafzettingen)

zeer kleiarm zand	0 - 3%
matig kleiarm zand	3 - 5%
kleiig zand	5 - 8%
zeer lichte zavel	8 - 12%
matig lichte zavel	12 - 18%
zware zavel	18 - 25%
lichte klei	25 - 35%
matig zware klei	35 - 50%
zeer zware klei	> 50%

Indeling naar leemgehalte (delen < 50 μm)
(voor windafzettingen)

zeer leemarm zand	0 - 5%
matig leemarm zand	5 - 10%
zwak lemig zand	10 - 18%
sterk lemig zand	18 - 33%
zeer sterk lemig zand	33 - 50%
zandige leem	50 - 85%
siltige leem	> 85%

Veen

veen
kleiig veen
z zandig veen

Waterbodems

water
bagger / slib

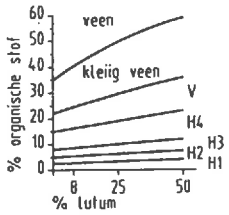
Aanduidingen (gebruikt in combinatie met voorgaande indeling)

Indeling van zand naar korrelgrootte

UF	uiterst fijn zand	M50-cijfer	50 - 105
ZF	zeer fijn zand	"	105 - 150
MF	matig fijn zand	"	150 - 210
MG	matig grof zand	"	210 - 420
ZG	zeer grof zand	"	420 - 2000

Indeling naar gehalte organische stof

H1	humusarm
H2	matig humeus
H3	zeer humeus
H4	humusrijk
V	venig



Bijzondere afzettingen

LS	löss
KL	keileem
KZ	keizand
PZ	pre-glaciaal zand
PK	potklei

Toevoegingen

G	grindhoudend	L	gelaagd
P	puin	S	katteklei
R	houtresten	F	ijzerconcreties
M	schelpen	C	kalkconcreties
W	rietwortels	O	ongerijpt

Grondwaterstand en hydromorfe kenmerken

- bovenkant gleyzône
- grondwaterstand met opname datum
- onderkant gleyzône

Peilbuis- en monstertrajecten

- grondwaterstand
- peilbuis
- filter
- I ongeroerd grondmonster
- II geroerd grondmonster

Plaatsaanduidingen van boringen, peilbuizen en sonderingen

1. plaats en nummer van boring
2. plaats en nummer van boring met peilbuis
3. plaats en nummer van boring met twee of meer peilbuizen
4. plaats en nummer van sondering
5. plaats en nummer van boring met sondering
6. plaats en nummer van sondering met peilbuis

Verklaring van plaatsaanduidingen en boorprofieltekens

Grontmij

19.033

Bijlage 11 Analyseresultaten beheers-drain (09-05-1996)

parameter	eenheid	meetwaarde
chloride	mg/l	107
ammonium	mg/l	42
Kjeldahl-N	mg/l	29
CZV	$mg0_2/l$	55
olie-GC	mg/l	<50
vluchtige componenten[1)]		
benzeen	µg/l	0,21
tolueen	µg/l	<0,05
ethylbenzeen	µg/l	<0,05
M+P-xyleen	µg/l	0,06
O-xyleen	µg/l	<0,05
naftaleen	µg/l	0,06
tetrachloormethaan	µg/l	<0,05
trichlooretheen	µg/l	<0,05
trichloormethaan	µg/l	<0,05
tetrachlooretheen	µg/l	<0,05
1,1,1-trichloorethaan	µg/l	<0,05
1,1,2-trichloorethaan	µg/l	<0,05
dichloormethaan	µg/l	0,05
1,2-dichloorethaan	µg/l	<0,05
1,2-dichlooretheen trans	µg/l	0,31
1,2-dichlooretheen cis	µg/l	0,31
1,1-dichloorethaan	µg/l	0,05
1,1-dichlooretheen	µg/l	<0,05

[1)] *isopropylbenzeen: 0,12 µg/l*

Bijlage 12 Analyseresultaten peilbuizen 40, 41 en 42

Tabel 1 Analyseresultaten grondwater (µg/l) en interpretatie

Peilbuis filterdiepte (m -mv)	Pb 40-1 6,44	Pb 40-2 15,40	Pb 40-3 25,44	Pb 40-4 34,10	Pb 41-1 5,80
METALEN					
Arseen (As)	<0,5 -	3,0 -	2,5 -	17 -	<0,5 -
Cadmium (Cd)	<0,1 -	<0,1 -	<0,1 -	<0,1 -	<0,1 -
Chroom (Cr)	<1 -	1,5 -	1,5 -	3,0 -	7 +
Koper (Cu)	<2 -	<2 -	<2 -	2,5 -	<2 -
Kwik (Hg)	<0,03 -	<0,03 -	<0,03 -	<0,03 -	<0,03 -
Lood (Pb)	<5 -	<5 -	<5 -	11 -	<5 -
Nikkel (Ni)	2,0 -	3,5 -	1,5 -	3,5 -	1,5 -
Zink (Zn)	<2 -	<2 -	<2 -	75 +	<2 -
Antimoon (Sb)	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5
Vanadium (V)	<4	<4	<4	7	<4
AROMATISCHE VERBINDINGEN					
Benzeen	<0,1 -	<0,1 -	<0,1 -	<0,1 -	<0,1 -
Tolueen	0,1 -	<0,1 -	<0,1 -	<0,1 -	<0,1 -
Ethylbenzeen	<0,1 -	<0,1 -	<0,1 -	<0,1 -	<0,1 -
Meta- en Paraxyleen	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
Orthoxyleen	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
POLYCYCLISCHE AROMATISCHE KOOLWATERSTOFFEN					
Naftaleen	<0,1 - <0,05 -	<0,1 - <0,05 -	<0,1 - <0,05 -	<0,1 - <0,05 -	<0,1 - <0,05 -
Fenanthreen	<0,01 -	<0,01 -	<0,01 -	<0,01 -	<0,01 -
Anthraceen	<0,01 -	<0,01 -	<0,01 -	<0,01 -	<0,01 -
Fluorantheen	<0,01 -	<0,01 -	<0,01 -	<0,01 -	<0,01 -
Benzo(a)anthraceen	<0,01 -	<0,01 -	<0,01 -	<0,01 -	<0,01 -
Chryseen	<0,01 -	<0,01 -	<0,01 -	<0,01 -	<0,01 -
Benzo(k)fluorantheen	<0,01 -	<0,01 -	<0,01 -	<0,01 -	<0,01 -
Benzo(a)pyreen	<0,01 -	<0,01 -	<0,01 -	<0,01 -	<0,01 -
Benzo(g,h,i)peryleen	<0,01 -	<0,01 -	<0,01 -	<0,01 -	<0,01 -
Indeno(1,2,3-c,d)pyreen	<0,01 -	<0,01 -	<0,01 -	<0,01 -	<0,01 -
Acenaftheen	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
Acenaftyleen	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
Benzo(b)fluorantheen	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Dibenz(a,h)anthraceen	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Pyreen	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Fluoreen	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
GECHLOREERDE KOOLWATERSTOFFEN					
Dichloormethaan	<1 -	<1 -	<1 -	<1 -	<1 -
Chloroform	<0,1 -	<0,1 -	<0,1 -	<0,1 -	<0,1 -
Tetrachloormethaan (tetra)	<0,1 -	<0,1 -	<0,1 -	<0,1 -	<0,1 -
1,1-Dichloorethaan	<0,1 «	<0,1 «	<0,1 «	<0,1 «	<0,1 «
1,2-Dichloorethaan	<0,1 -	<0,1 -	<0,1 -	<0,1 -	<0,1 -
1,1,1-Trichloorethaan	<0,1 «	<0,1 «	<0,1 «	<0,1 «	<0,1 «
1,1,2-Trichloorethaan	<0,1 «	<0,1 «	<0,1 «	<0,1 «	<0,1 «
1,2-Dichlooretheen (cis)	<0,1 «	<0,1 «	0,1 «	<0,1 «	<0,1 «
Trichlooretheen (tri)	<0,1 -	<0,1 -	<0,1 -	<0,1 -	<0,1 -
Tetrachlooretheen (per)	<0,1 -	<0,1 -	<0,1 -	<0,1 -	<0,1 -
OVERIGE STOFFEN					
Bicarbonaat (HCO_3^-) gehalte	4,5	4,8	3,8	3,9	3,9

Peilbuis filterdiepte (m -mv)	Pb 40-1 6,44	Pb 40-2 15,40	Pb 40-3 25,44	Pb 40-4 34,10	Pb 41-1 5,80
Carbonaat (CO3 2-) gehalte	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
Chemisch zuurstofverbruik (CZV	29	14	22	17	18
Chloride	15	67	42	45	29
EOX* uitgedrukt als chloor	<1	<1	<1	<1	<1
Koolwaterstoffractie C10-C40	<50	<50	<50	<50	<50
Koolwaterstoffractie C10-C12	<10	<10	<10	<10	<10
Koolwaterstoffractie C12-C16	<10	<10	<10	<10	<10
Koolwaterstoffractie C16-C20	<5	<5	<5	<5	<5
Koolwaterstoffractie C20-C24	<5	<5	<5	<5	<5
Koolwaterstoffractie C24-C28	<5	<5	<5	<5	<5
Koolwaterstoffractie C28-C32	<5	<5	<5	<5	<5
Koolwaterstoffractie C32-C36	<5	<5	<5	<5	<5
Koolwaterstoffractie C36-C40	<5	<5	<5	<5	<5
pH(-)	7,4	7,6	7,2	7,3	7,5
EC (µS/cm)	653	638	667	688	773

*: fungeert als "trigger" voor een eventuele aanwezigheid van organohalogeenverbindingen en heeft als zodanig geen toetsingswaarde

**: fungeert als "trigger" voor een eventuele aanwezigheid van fenol en chloorfenolen en heeft als zodanig geen toetsingswaarde

Tabel 2 Analyseresultaten grondwater (µg/l) en interpretatie

Peilbuis filterdiepte (m -mv)	Pb 41-2 16,13	Pb 41-3 28,16	Pb 41-4 39,55	Pb 42-1 6,65	Pb 42-2 15,35
METALEN					
Arseen (As)	<0,5 -	1,0 -	0,5 -	<0,5 -	<0,5 -
Cadmium (Cd)	<0,1 -	<0,1 -	<0,1 -	<0,1 -	<0,1 -
Chroom (Cr)	<1 -	2,5 +	<1 -	<1 -	<1 -
Koper (Cu)	<2 -	<2 -	<2 -	<2 -	<2 -
Kwik (Hg)	<0,03 -	<0,03 -	<0,03 -	<0,03 -	<0,03 -
Lood (Pb)	<5 -	<5 -	<5 -	<5 -	<5 -
Nikkel (Ni)	8 -	3,5 -	<1 -	1,5 -	<1 -
Zink (Zn)	<2 -	<2 -	<2 -	<2 -	<2 -
Antimoon (Sb)	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5
Vanadium (V)	<4	<4	<4	<4	<4
AROMATISCHE VERBINDINGEN					
Benzeen	<0,1 -	0,1 -	<0,1 -	<1 -	<0,1 -
Tolueen	<0,1 -	0,1 -	<0,1 -	<0,5 -	<0,1 -
Ethylbenzeen	<0,1 -	<0,1 -	<0,1 -	<0,5 -	<0,1 -
Meta- en Paraxyleen	<0,1	<0,1	<0,1	<0,5	<0,1
Orthoxyleen	<0,1	<0,1	<0,1	<0,5	<0,1
POLYCYCLISCHE AROMATISCHE KOOLWATERSTOFFEN					
Naftaleen	<0,1 - <0,05 -	<0,1 - <0,05 -	<0,1 - <0,05 -	<1 - <0,05 -	<0,1 - <0,05 -
Fenanthreen	<0,01 -	<0,01 -	<0,01 -	<0,01 -	<0,01 -
Anthraceen	<0,01 -	<0,01 -	<0,01 -	<0,01 -	<0,01 -
Fluorantheen	<0,01 -	<0,01 -	<0,01 -	<0,01 -	<0,01 -
Benzo(a)anthraceen	<0,01 -	<0,01 -	<0,01 -	<0,01 -	<0,01 -
Chryseen	<0,01 -	<0,01 -	<0,01 -	<0,01 -	<0,01 -
Benzo(k)fluorantheen	<0,01 -	<0,01 -	<0,01 -	<0,01 -	<0,01 -
Benzo(a)pyreen	<0,01 -	<0,01 -	<0,01 -	<0,01 -	<0,01 -
Benzo(g,h,i)peryleen	<0,01 -	<0,01 -	<0,01 -	<0,01 -	<0,01 -
indeno(1,2,3-c,d)pyreen	<0,01 -	<0,01 -	<0,01 -	<0,01 -	<0,01 -
Acenaftheen	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
Acenaftyleen	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
Benzo(b)fluorantheen	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Dibenz(a,h)anthraceen	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Pyreen	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Fluoreen	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
GECHLOREERDE KOOLWATERSTOFFEN					
Dichloormethaan	<1 -	<1 -	<1 -	<20 -	<1 -
Chloroform	<0,1 -	<0,1 -	<0,1 -	<1 -	<0,1 -
Tetrachloormethaan (tetra)	<0,1 -	<0,1 -	<0,1 -	<0,5 -	<0,1 -
1,1-Dichloorethaan	<0,1 «	<0,1 «	<0,1 «	<0,5 «	<0,1 «
1,2-Dichloorethaan	<0,1 -	<0,1 -	<0,1 -	<2 -	<0,1 -
1,1,1-Trichloorethaan	<0,1 «	<0,1 «	<0,1 «	<0,5 «	<0,1 «
1,1,2-Trichloorethaan	<0,1 «	<0,1 «	<0,1 «	<2 «	<0,1 «
1,2-Dichlooretheen (cis)	<0,1 «	0,2 «	<0,1 «	<0,5 «	<0,1 «
Trichlooretheen (tri)	<0,1 -	<0,1 -	<0,1 -	<0,5 -	<0,1 -
Tetrachlooretheen (per)	<0,1 -	<0,1 -	<0,1 -	<0,5 -	<0,1 -
OVERIGE STOFFEN					
Bicarbonaat (HCO_3^-) genalte	5,3	5,6	4,6	4,3	2,5

Peilbuis filterdiepte (m -mv)	Pb 41-2 16,13	Pb 41-3 28,16	Pb 41-4 39,55	Pb 42-1 6,65	Pb 42-2 15,35
Carbonaat (CO3 2-) gehalte	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
Chemisch zuurstofverbruik (CZV	16	22	20	17	12
Chloride	73	67	54	46	35
EOX* uitgedrukt als chloor	<1	<1	<1	<1	<1
Koolwaterstoffractie C10-C40	<50	<50	<50	<50	<50
Koolwaterstoffractie C10-C12	<10	<10	<10	<10	<10
Koolwaterstoffractie C12-C16	<10	<10	<10	<10	<10
Koolwaterstoffractie C16-C20	<5	<5	<5	<5	<5
Koolwaterstoffractie C20-C24	<5	<5	<5	<5	<5
Koolwaterstoffractie C24-C28	<5	<5	<5	<5	<5
Koolwaterstoffractie C28-C32	<5	<5	<5	<5	<5
Koolwaterstoffractie C32-C36	<5	<5	<5	<5	<5
Koolwaterstoffractie C36-C40	<5	<5	<5	<5	<5
pH(-)	7,7	7,4	7,5	7,6	7,6
EC (µS/cm)	749	765	680	992	863

*: fungeert als "trigger" voor een eventuele aanwezigheid van organohalogeenverbindingen en heeft als zodanig geen toetsingswaarde

**: fungeert als "trigger" voor een eventuele aanwezigheid van fenol en chloorfenolen en heeft als zodanig geen toetsingswaarde

Tabel 3 Analyseresultaten grondwater (µg/l) en interpretatie

Peilbuis filterdiepte (m -mv)	Pb 42-3 26,30		Pb 42-4 39,60	
METALEN				
Arseen (As)	3,5	-	1,0	-
Cadmium (Cd)	<0,1	-	<0,1	-
Chroom (Cr)	<1	-	<1	-
Koper (Cu)	<2	-	<2	-
Kwik (Hg)	<0,03	-	<0,03	-
Lood (Pb)	<5	-	<5	-
Nikkel (Ni)	5,0	-	2,5	-
Zink (Zn)	17	-	<2	-
Antimoon (Sb)	<0,5		<0,5	
Vanadium (V)	<4		<4	
AROMATISCHE VERBINDINGEN				
Benzeen	<0,1	-	<0,1	-
Tolueen	<0,1	-	<0,1	-
Ethylbenzeen	<0,1	-	<0,1	-
Meta- en Paraxyleen	<0,1		<0,1	
Orthoxyleen	<0,1		<0,1	
POLYCYCLISCHE AROMATISCHE KOOLWATERSTOFFEN				
Naftaleen	<0,1	-	<0,1	-
	<0,05	-	<0,05	-
Fenanthreen	<0,01	-	<0,01	-
Anthraceen	<0,01	-	<0,01	-
Fluorantheen	<0,01	-	<0,01	-
Benzo(a)anthraceen	<0,01	-	<0,01	-
Chryseen	<0,01	-	<0,01	-
Benzo(k)fluorantheen	<0,01	-	<0,01	-
Benzo(a)pyreen	<0,01	-	<0,01	-
Benzo(g,h,i)peryleen	<0,01	-	<0,01	-
Indeno(1,2,3-c,d)pyreen	<0,01	-	<0,01	-
Acenaftheen	<0,05		<0,05	
Acenaftyleen	<0,05		<0,05	
Benzo(b)fluorantheen	<0,01		<0,01	
Dibenz(a,h)anthraceen	<0,01		<0,01	
Pyreen	<0,01		<0,01	
Fluoreen	<0,01		<0,01	
GECHLOREERDE KOOLWATERSTOFFEN				
Dichloormethaan	<1	-	<1	-
Chloroform	<0,1	-	<0,1	-
Tetrachloormethaan (tetra)	<0,1	-	<0,1	-
1,1-Dichloorethaan	<0,1	«	<0,1	«
1,2-Dichloorethaan	<0,1	-	<0,1	-
1,1,1-Trichloorethaan	<0,1	«	<0,1	«
1,1,2-Trichloorethaan	<0,1	«	<0,1	«
1,2-Dichlooretheen cis)	<0,1	«	<0,1	«
Trichlooretheen (tri)	<0,1	-	<0,1	-
Tetrachlooretheen (per)	<0,1	-	<0,1	-
OVERIGE STOFFEN				
Bicarbonaat (HCO_3^-) gehalte	6,9		5,5	

Peilbuis filterdiepte (m -mv)	Pb 42-3 26,30	Pb 42-4 39,60
Carbonaat (CO3 2-) gehalte	<0,1	<0,1
Chemisch zuurstofverbruik (CZV	33	24
Chloride	68	56
EOX* uitgedrukt als chloor	<1	<1
Koolwaterstoffractie C10-C40	<50	<50
Koolwaterstoffractie C10-C12	<10	<10
Koolwaterstoffractie C12-C16	<10	<10
Koolwaterstoffractie C16-C20	<5	<5
Koolwaterstoffractie C20-C24	<5	<5
Koolwaterstoffractie C24-C28	<5	<5
Koolwaterstoffractie C28-C32	<5	<5
Koolwaterstoffractie C32-C36	<5	<5
Koolwaterstoffractie C36-C40	<5	<5
pH(-)	7,4	7,5
EC (µS/cm)	849	704

*: fungeert als "trigger" voor een eventuele aanwezigheid van organohalogeenverbindingen en heeft als zodanig geen toetsingswaarde

**: fungeert als "trigger" voor een eventuele aanwezigheid van fenol en chloorfenolen en heeft als zodanig geen toetsingswaarde

Grondwaterbeheersplan

Stortplaats 'De Langenberg' te
Zelhem

definitief rapport

opdrachtgever: Regio Achterhoek

Grontmij Advies & Techniek bv, adviesgroep Bodem
Houten,16 oktober 1998 doc.: GLD 5128 o.n: 1273882

Inhoudsopgave

1 Inleiding 3
1.1 Algemeen 3
1.2 Probleemstelling 3
1.3 Doelstelling 3
1.4 Opbouw rapport 3

2 Probleemanalyse 4
2.1 Inleiding 4
2.2 Nader onderzoek 4
2.3 Saneringsonderzoek 4
2.4 Reacties 5

3 Beheersplan 6
3.1 Aanpak 6
3.2 Civieltechnische maatregelen 7
3.3 Geohydrologische maatregelen 7
3.4 Monitoring 9
3.4.1 Inleiding 9
3.4.2 Normering 9
3.4.3 Evaluatieprocedure monitoring 10
3.4.4 Resultaten monitoring ammonium 11
3.5 Organisatie 13
3.6 Financiering 13

4 Verspreidingsberekeningen 14
4.1 Inleiding 14
4.2 Berekeningen 14
4.3 Conclusies 14

Literatuurlijst

Verantwoording

Bijlage 1 Verspreiding van verontreinigingen

Bijlage 2 Modelberekeningen

Bijlage 3 Berekening achtergrond- en actiewaarde

Bijlage 4 Normen

Bijlage 5 Risico's chloride en ammonium

1 Inleiding

1.1 Algemeen

Het grondwaterbeheersplan is één van de detailplannen dat is opgesteld in het kader van de vergunningsaanvraag voor de eindafwerking van de stortplaats 'De Langenberg' te Zelhem.

1.2 Probleemstelling

Op dit moment is bij de locatie Zelhem sprake van een ontoelaatbare emissie van verontreinigingen in het watervoerend pakket. De aanpak van deze emissie is in een bestuurlijk overleg (d.d. 19 december 1996) tussen de gedeputeerde en de voorzitter van de Regio "afgesproken om aan de hand van het begrip 'marginale bodembelasting' te bekijken of een beschermingsniveau kan worden gedefinieerd dat kan dienen als toetsingskader ten aanzien van de noodzaak tot het treffen van voorzieningen bij de afwerking en sanering van de stortplaats De Langenberg te Zelhem" (citaat uit brief provincie Gelderland d.d 11 juli 1997 kenmerk MW97.19391-6093034).
In dit voorliggend plan wordt een aanpak voorgesteld waarmee naar de mening van de Regio Achterhoek de getroffen voorzieningen voldoende beschermingsniveau bieden zodanig dat de restemissie naar een niveau is gebracht dat er slechts sprake is van een 'marginale bodembelasting' (ofwel een toelaatbare emissie). Daarnaast wordt door de Regio voldoende (financiële) zekerheden worden geboden dat bij het eventuele optreden van onvoorziene gebeurtenissen de noodzakelijk maatregelen kunnen worden getroffen.

In de Richtlijn onderafdichtingsconstructies wordt met betrekking tot emissies gesteld:
'omdat het in de praktijk meestal (nog) onmogelijk is om aan de eerder geschetste ideale randvoorwaarden te voldoen, zal een voor een stortplaats op een bepaalde locatie ontworpen isolatiesysteem moeten worden getoetst op de aanvaardbaarheid van de te verwachten effecten in de omgeving. Zolang er echter geen landelijk effectgericht toetsingskader beschikbaar is waarmee bijvoorbeeld op zekere afstand van de stortplaats de te verwachten risico's worden beoordeeld van de voorspelde contaminatie, zal het bevoegd gezag zelf een uitspraak dienen te doen over de aanvaardbaarheid van de bij de voorgestelde constructie(s) te verwachten emissies.'

1.3 Doelstelling

Doelstelling van het grondwaterbeheersplan is:
- inzicht te verschaffen in de aanpak van de grondwaterproblematiek. Dit betreft de technische, procedurele, de organisatorische en de financiële aanpak;
- presenteren van verspreidingsberekeningen.

1.4 Opbouw rapport

In het voorliggende rapport wordt eerst een probleemanalyse gegeven (hoofdstuk 2). In hoofstuk 3 wordt de aanpak van de grondwaterproblematiek besproken. In hoofdstuk 4 en in bijlage 2 worden de verspreidingsberekeningen gepresenteerd.

2 Probleemanalyse

2.1 Inleiding

In de begeleidende projectgroep heerst verschil van mening over de wijze waarop moet worden omgegaan met grondwaterproblematiek bij de stortplaats. In dit hoofdstuk wordt een korte schets van de historie gegeven.

2.2 Nader onderzoek

In het Nader onderzoek is de verontreinigingssituatie uitgebreid beschreven. In het onderstaande wordt volstaan met een samenvatting.
De stortplaats De Langenberg bestaat uit een IBC-gedeelte (9,4 ha) en twee oude stortdelen (13,65 ha). Afhankelijk van de heersende grondwaterstand ligt ter plaatse van de oude stortdelen een groter of kleiner deel van de afvalstoffen in direct contact met het grondwater.
Direct onder het oude stort in het bovenste deel van het watervoerend pakket is onder de stortplaats een sterke grondwaterverontreiniging met minerale olie aanwezig. Op grond van de urgentiesystematiek van de Wet Bodembescherming is er sprake van een urgent geval van bodemverontreiniging.
Stroomafwaarts van het oude stort (verspreidingsgebied) is tot buiten het eigen terrein een lichte verontreiniging van het grondwater aanwezig, die zich kenmerkt door een verhoging van enkele macro-parameters (chloride, ammonium, bicarbonaat). In dit verspreidingsgebied worden geen interventiewaarden overschreden. Het zuidelijke gedeelte van de oude stortplaats wordt geohydrologisch geïsoleerd door middel van een beheersdrain.

2.3 Saneringsonderzoek

In het saneringsonderzoek zijn verschillende saneringsvarianten onderzocht. De goedkoopste variant bestaat uit de aanleg van een bovenafdichting (variant 1), de duurste uit een bovenafdichting, verticale wanden met een onttrekkingssysteem en een verwijdering van de verontreinigingen in het verspreidingsgebied (variant 4c). Daar tussenin zijn varianten beschouwd die bestaan uit een bovenafdichting in combinatie met geohydrologische isolatie van het bron- en of verspreidingsgebied. Op basis van de LSO-toets (beoordeling locatie-specifieke omstandigheden) mag worden afgezien van verwijdering van het afval (variant 5).

In het saneringsonderzoek is een voorkeur uitgesproken voor variant 1 (aanleg bovenafdichting en grondwatermonitoring). Hiervoor zijn de volgende argumenten aangedragen:

- met de aanleg van een bovenafdichting wordt de emissie vanuit het brongebied (het oude stort) op een kosteneffectieve wijze (sober en doelmatig) verminderd;
- de restemissie (vanuit het afval dat in het grondwater ligt en de geringe lekkage door de bovenafdichting) resulteert nauwelijks in een verhoging van de concentraties in het grondwater. Uit de verspreidingsberekeningen blijkt dat in de toekomstige situatie geen gebruiksbeperkingen voor de omgeving noodzakelijk zijn;
- aanvullende geohydrologische maatregelen zullen nauwelijks leiden tot een verhoging van het milieurendement;
- er is geen noodzaak voor een grondwatersanering in het verspreidingsgebied aangetoond.

2.4 Reacties

De bezwaren van de provincie Gelderland op het saneringsonderzoek, weergegeven bij brief d.d. 6 december 1996, kunnen als volgt worden samengevat:

- de inrichting (IBC-stort en oude stort) valt onder de reikwijdte van het Stortbesluit bodembescherming. Het Stortbesluit geeft aan dat indien door het ontbreken van een onderafdichting verontreinigende stoffen in het grondwater geraken, civieltechnische of geohydrologische maatregelen moeten worden getroffen, die voldoende tegengaan dat verontreinigende stoffen zich uit de gestorte afvalstoffen in de bodem verspreiden;
- conform de wettelijke saneringsregeling (Wet Bodembescherming) dient isolatie van de verontreiniging plaats te vinden (IBC). Dit moet volgens de provincie met een civieltechnische isolatie plaatsvinden. Daarnaast dient ook de grondwaterverontreiniging in het verspreidingsgebied te worden gesaneerd. Deze variant komt overeen met variant 4c uit het saneringsonderzoek;
- nader onderzocht mag worden of met minder diepe damwanden toch het gewenste isolerend effect wordt bereikt en de bodem niet meer dan marginaal wordt belast. De benodigde gelden voor het eventueel aanbrengen van een diepe damwand moeten gereserveerd blijven.

Uit de standpunten van de betrokken partijen is tijdens gezamenlijk overleg over de problematiek gebleken dat het noodzakelijk is om eerst het begrip 'bodembeschermingsniveau' te definiëren om vast te kunnen stellen met welke voorzieningen dit niveau kan worden bereikt.

In een bestuurlijk overleg tussen de provincie Gelderland en de Regio Achterhoek (d.d. 19 december 1996) is afgesproken dat voor de stortplaats De Langenberg een beschermingsniveau moet worden gedefinieerd van waaruit maatregelen kunnen worden afgeleid. Met het beschermingsniveau dient de grondwaterkwaliteit te allen tijde rondom de stortplaats te zijn gegarandeerd. Dit betekent dat het beschermingsniveau toetsbaar dient te zijn.

Bij brief d.d. 11 juli 1997 kenmerk MW97-19391-6093034 heeft de provincie haar standpunt met betrekking tot de discussie omtrent het beschermingsniveau weergegeven. In deze brief geeft de provincie aan de actiewaarde te hanteren . Bij een overschrijding van de actiewaarde op de locatiegrens dienen maatregelen te worden getroffen om deze overschrijding teniet te doen en verdere verspreiding te voorkomen. Als uiterste consequentie zou een damwand om de stortplaats dienen te worden aangelegd.
Een goede monitoring, uit te werken in een monitoringplan, is van belang.
In een beheersplan dient te worden aangegeven welke mogelijkheden er zijn om maatregelen te treffen bij overschrijding van de actiewaarden.
Aangezien reeds van een aantal parameters (chloride en ammonium) de actiewaarde worden overschreden, dient in een risicobenadering te worden onderzocht of eventueel maatregelen noodzakelijk zijn. Indien geen risico aanwezig is, zijn geen maatregelen noodzakelijk.
Verder vraagt de provincie meer inzicht in de financiële gevolgen van het eventueel plaatsen van een damwand en in de kosten van de nazorg.

De Regio Achterhoek heeft zich bereid verklaard de nodige basisvoorzieningen voor variant 2a reeds aan te brengen (bovenafdichting en beheersdrain) en gelden te reserveren ter grootte van *f* 20 miljoen voor eventuele toekomstige grondwaterbeschermende maatregelen. Voor eventueel aanvullende noodzakelijke financiële middelen hebben de zeventien aangesloten Regiogemeenten zich unaniem garant gesteld.

3 Beheersplan

3.1 Aanpak

Voor de grondwaterproblematiek wordt een samenstel van maatregelen voorgestaan, bestaande uit:

- civieltechnische maatregelen (zie ook bovenafdichtingsplan);
- tijdelijke geohydrologische maatregelen (zie ook bovenafdichtingsplan);
- controle activiteiten (zie ook monitoringplan);
- organisatorische maatregelen;
- financiële maatregelen.

Bovenstaande maatregelen komen in globale zin overeen met variant 2a uit het saneringsonderzoek. Uitzondering vormt het feit dat een tijdelijke grondwateronttrekking wordt voorgesteld in plaats van een permanente onttrekking.
Met het samenstel van bovenstaande maatregelen wordt naar de mening van de Regio Achterhoek voldoende beschermingsniveau gegarandeerd en zal de bodembelasting marginaal zijn.
Uit uitgebreide verspreidingsberekeningen (bijlage 2) blijkt dat met de aanleg van een bovenafdichting de emissies dermate laag zullen worden dat door natuurlijke (afbraak)processen de concentraties aan verontreinigingen zodanig zullen zijn dat een stabiele verontreinigingscontour zal ontstaan waarbij de concentraties op de grens van de locatie beneden de actiewaarde ligt. Uitzondering zijn chloride en ammonium deze stoffen passeren de locatiegrens. De concentraties zijn dermate laag dat deze situatie geen risico’s met zich mee brengt.

Voorgesteld wordt om de controle op het beschermingsniveau te laten verlopen via de risicobenadering. Een risicobenadering heeft ten opzichte van een emissiebenadering de volgende voordelen:

- een directe controle. Risico's hangen direct samen met de grondwaterkwaliteit. Derhalve vindt een directe controle op risico's plaats door middel van het meten van de grondwaterkwaliteit. Het meten van een emissie is veel complexer. Daarnaast zijn voor emissies geen normen beschikbaar, derhalve is een toetsing op basis van emissies eveneens veel complexer;
- flexibele aanpak. Door voortschrijdend toxicologisch inzicht dan wel veranderd beleid kan een aanpassing van de toetsingswaarden plaatsvinden zonder grote consequenties voor de aanwezige voorzieningen/werkwijze.

Voor het bepalen van de risico's kan het 'Bron-Pad-Bedreigd object'-model worden gebruikt. Als het risico niet acceptabel is, moet het risico worden gereduceerd tot een acceptabel niveau. Daartoe kunnen maatregelen worden getroffen die ingrijpen op de keten (verwijderen/isoleren bron, afsnijden/manipuleren emissiepad of wegnemen bedreigde objecten). Voor stortplaats Zelhem wordt de terreingrens als bedreigd object beschouwd.

Met betrekking tot de controle is een permanente monitoring noodzakelijk. Met monitoring moet de grondwaterkwaliteit en de daarmee samenhangende risico's worden gecontroleerd.

3.2 Civieltechnische maatregelen

Bij fase 3 (IBC-gedeelte) is bij de monitoring geen falen van de onderafdichting geconstateerd. De oorzaak van de huidige grondwaterverontreiniging is de emissie van verontreinigingen vanuit fase 1 en 2. Door het zo snel mogelijk treffen van civieltechnische maatregel (aanleg bovenafdichting) wordt de grootte van deze emissie sterk gereduceerd. In het saneringsonderzoek is een afname berekend van 120 naar 5 m^3/etmaal. Circa 2 m^3/etmaal is de lekkage van de bovenafdichting (5 mm*136.500 m^2). De overige 3 m^3/etmaal is afkomstig van het deel van de afvalstoffen die onder het grond-waterniveau liggen.
In het bovenafdichtingplan wordt de constructie van de bovenafdichting nader toegelicht.

3.3 Geohydrologische maatregelen

Voorgesteld wordt om een geohydrologische beheersing van fase 1 en 2 in te stellen tot maximaal tien jaar na aanleg van de bovenafdichting. De reden is dat de emissie na aanleg van de bovenafdichting langzaam zal afnemen naar 5 m^3/etmaal. Er is sprake van een zogenaamd 'naijleffect'. Naar verwachting is dit effect korter dan vijf jaar.
Het onttrekkingssysteem bij fase 1 wordt bij de aanleg van de bovenafdichting aangelegd (zie bovenafdichtingsplan). De onttrekkingsdrain komt aan de noord- en westzijde van fase 1 te liggen. Aan de noordwesthoek van de stortplaats (langs de Korenweg) wordt een pompput geplaatst. Het opgepompte grondwater wordt middels een persleiding naar het lozingspunt afgevoerd.
Het onttrekkingssysteem bij fase 2 ligt tussen fase 2 en het IBC-stort. Dit systeem is reeds aanwezig en in bedrijf vanaf 1989.

Berekeningen tonen aan dat bij het huidige onttrekkingsdebiet, het type drain en de draindiameter in de drain een verhang ontstaat van slechts enkele centimeters. Dit leidt niet tot een onevenredig verdeelde onttrekking over de drainlengte.

Van belang is tevens de diepte waarover de drain het grondwater afvangt. In figuur 3.1 is het verband weergegeven tussen de beïnvloede diepte en het onttrekkingsdebiet. Uit de figuur volgt dat bij een onttrekkingsdebiet van 10 à 14,5 m^3/u het grondwater tot een diepte van ten minste 15 en 20 m -mv het grondwater wordt afgevangen. Dit is ruim voldoende om verdere verspreiding van de verontreinigingen te voorkomen. De monitoring duidt erop dat de beheersdrain effectief is.

De onttrekkingen hebben verlaging van grondwaterstanden in de omgeving tot gevolg. In de onderstaande tabel staan de verlagingen weergegeven.

Tabel 3.1 Verlagingen bij een onttreking van 700 m^3/etmaal

Afstand tot de interceptiemiddelen (m)	Verlaging grondwaterstqand in de eerste zandlaag (m)
25	0,10
50	0,08
100	0,07
150	0,05
200	0,04

In bijlage 2 is het effect op de grondwaterkwaliteit van alleen de aanwezigheid van een bovenafdichting weergegeven. De resulterende concentraties zijn zogenaamde 'worst-case' resultaten, enerzijds vanwege het feit dat voor een periode van 10 jaar een onttrekking wordt geïnstalleerd en anderzijds omdat bij de berekeningen zogenaamd 'worst-case' aannames zijn gekozen.

Figuur uit doc 7247.btw/lb

3.4 Monitoring

3.4.1 Inleiding

Rondom de locatie is reeds een monitoringsysteem aanwezig. Met de voorgestelde aanpak is de kwaliteit van het monitoringsysteem van groot belang. In het monitoringplan is een verbeterd monitoringsysteem ontworpen, waarbij rekening is gehouden met de aanleg van de bovenafdichting. Het ontwerp is gebaseerd op de 'Ontwerp-procedure grondwatermonitoring stortplaatsen' [VVAV, 1995]. In het monitoringplan wordt een aangepast monitoringsysteem en analysepakket voorgesteld.
In het onderstaande wordt de normering en de evaluatieprocedure nader uitgewerkt.

3.4.2 Normering

De volgende waarden worden onderscheiden:

- achtergrondwaarde. De achtergrondwaarde is de van nature aanwezige concentratie in het watervoerend pakket. De achtergrondwaarde wordt bepaald aan de hand van de resultaten van de monitoringpeilbuizen (pb. 8 en A).
- actiewaarde. De actiewaarde is de achtergrondwaarde met daarbij opgesteld de standaarddeviatie van de achtergrondwaarde. De standaarddeviatie wordt bij de achtergrondwaarde om te voorkomen dat natuurlijke fluctuaties leiden tot een onjuist signaal. De actiewaarde is derhalve de waarde waarboven verhoogde gehalten niet meer worden toegeschreven aan natuurlijke fluctuaties in het achtergrondgehalte. Bij een overschrijding van deze waarde is een actie geboden. Dit kan uit herbemonstering, vaststellen oorzaak en omvang en onderzoek met daarop volgend overleg of sanerende maatregelen noodzakelijk zijn. De marge tussen de achtergrondwaarde en de actiewaarde die hiervoor gehanteerd wordt is de standaarddeviatie. De actiewaarden zijn berekend uit de waarnemingen van peilbuis 8. Omdat de actiewaarde afhankelijk is van de waarnemingen aan de bovenstroomse peilbuizen moet deze waarde jaarlijks worden bijgesteld. In bijlage 3 is de berekening van de actiewaarde gepresenteerd. Voor parameters die niet worden gemeten, wordt de laagste waarde van de attenderingswaarden voor grondwater bij gebruik voor beregening en drinkwater gebruikt (bijlage 4, tabel 3).

In bijlage 4 is een overzicht van relevante normen weergegeven. In tabel 1 zijn de streef- en interventiewaarden afkomstig uit de circulaire ‘Interventiewaarden bodemsanering’ d.d. 9 mei 1994 weergegeven. Interventiewaarden geven het niveau aan waarboven de risico’s van als nadelig te waarderen effecten op mens en milieu onaanvaardbaar worden geacht. De interventiewaarden geven het gehalte aan, waarboven sprake is van overschrijding van het maximaal toelaatbaar risiconiveau (MTR).
In tabel 2 zijn de normen voor leidingwater weergegeven. In tabel 3 zijn gebruiksnormen weergegeven waaronder drinkwaternormen en attenderingswaarden die in de landbouw worden gehanteerd.
Op dit moment overschrijden de stoffen chloride en ammonium de in bijlage 3 berekende actiewaarde. Voor deze stoffen is in bijlage 5 een risicobenadering weergegeven. De conclusie van deze bijlage is een aanpassing van de actiewaarde van chloride en ammonium.

In de volgende tabel zijn de te hanteren actiewaarden weergegeven.

Parameter	(eenheid)	actiewaarde
zuurgraad	-	-
geleidbaarheid	µS/cm	730
chloride	mg/l	300
ammonium	mgN/l	10
nitraat	mg/l	50
benzeen	µg/l	1
tolueen	µg/l	1
ethylbenzeen	µg/l	1
xylenen (som)	µg/l	1
dichloormethaan	µg/l	0,1
1,1-dichloorethaan	µg/l	0,1
1,2-dichloorethaan	µg/l	0,1
trichlooretheen	µg/l	0,1
minerale olie	mg/l	50
arseen	µg/l	10
cadmium	µg/l	0,4
chroom	µg/l	2
koper	µg/l	15
kwik	µg/l	0,05
lood	µg/l	15
nikkel	µg/l	15
zink	µg/l	65

3.4.3 Evaluatieprocedure monitoring

De evaluatie van de monitoringresultaten heeft tot doel aan te geven in welke situaties actie moet worden ondernomen. In figuur 3.2 is de evaluatieprocedure schematisch weergegeven. Hieronder wordt de procedure per stap toegelicht.

Stap 1: uitvoeren van de bemonstering van de monitoringpeilbuizen volgens de vastgestelde meetfrequentie.

Stap 2: de resultaten van de laboratoriumanalyses worden opgeslagen in een (digitale) databank ten behoeve van evaluatie van de gehalten in relatie tot de gehalten uit voorgaande monitoring ronden.
Stap 3: berekenen van de achtergrond- en actiewaarden op basis van de nieuw gemeten gehalten van peilbuis 8 en 8A en de gehalten die in de voorgaande monitoringronden zijn gemeten.

Stap 4: de gehalten worden getoetst aan de actiewaarden.

Stap 5: indien geen overschrijdingen van de actiewaarden wordt geconstateerd, vindt rapportage van de resultaten plaats. Bij de jaarlijkse rapportage wordt een evaluatie van de monitoring uitgevoerd. Dit kan leiden tot adviezen tot aanpassing van de monitoringfrequentie, het monitoringsysteem, het monitoringpakket en/of de actiewaarden.

Stap 6: bij overschrijding actiewaarde wordt binnen drie maanden een herbemonstering in duplo uitgevoerd om te verifiëren of daadwerkelijk sprake is van een overschrijding.

Stap 7: als na een tweede herbemonstering nog steeds een overschrijding wordt geconstateerd, wordt nadere actie ondernomen.

Stap 8: binnen zes maanden zal een onderzoek worden uitgevoerd naar de oorzaak, ernst en de omvang van de aangetroffen verhoging. Ondubbelzinnig dient vast te staan dat de stortplaats de oorzaak is van de overschrijding waarde. Daarna wordt vastgesteld of (sanerende) maatregelen noodzakelijk zijn. Bij deze afweging zal gebruik worden gemaakt van een risicobenadering die gebaseerd is op de op dat moment geldende regelgeving, beleidskaders en inzichten.

Bij deze risicobenadering zal naast de actiewaarden gebruik worden gemaakt van de normen zoals genoemd in bijlage 4. Bij de beslissing betreffende noodzakelijke maatregelen zal de kosteneffectiviteit van eventuele maatregelen worden meegewogen.

Stap 9: indien wordt besloten dat maatregelen noodzakelijk zijn, zal binnen zes maanden een saneringsplan worden opgesteld. Bij de afweging tussen verschillende potentiële saneringsmaatregelen is het zorgplichtartikel, uit de Wet bodembescherming van toepassing. De geselecteerde maatregelen worden, na akkoord van het bevoegd gezag, zo spoedig mogelijk uitgevoerd.

3.4.4 Resultaten monitoring ammonium

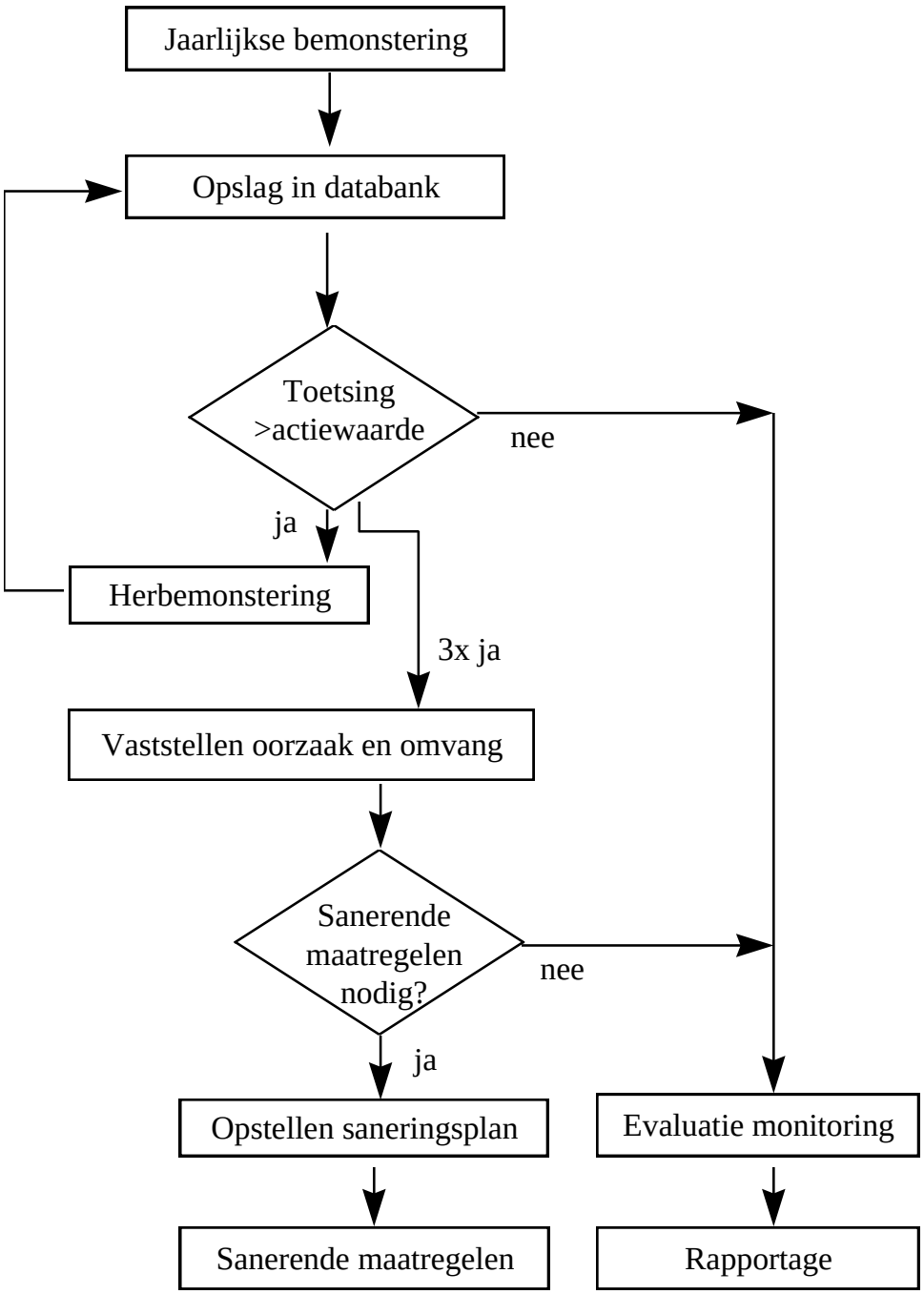
Door TAUW wordt de monitoring van de stortplaats uitgevoerd. Jaarlijks wordt een rapport opgesteld. Voor gedetailleerde bespreking van de resultaten wordt verwezen naar deze rapportage [TAUW, 1997]
In het monitoring rapport van 1997 is voor het eerst ammonium gemeten. Uit de resultaten kunnen de volgende voorlopige conclusies worden getrokken:

- ammonium is benedenstrooms verhoogd;
- met de afstand tot de stort verplaatst de beïnvloeding zich naar diepere grondlagen;
- de zuidstort wordt geohydrologisch beheerst (peilbuis 5 geeft geen beïnvloeding te zien);
- aan de rand en buiten de locatie wordt in de diepere grondlagen een lichte beïnvloeding aangetroffen, waarschijnlijk afkomstig van het noordstort.

De resultaten vormen een bevestiging van de verspreidingsberekeningen.

De resultaten zijn aanleiding om in de toekomst nitraat (het omzettingsproduct van ammonium) te gaan meten. Hierbij dient te worden bedacht dat nitraat een parameter is die op vele plaatsen in verhoogde concentraties wordt aangetroffen, veelal ten gevolge van agrarische activiteiten. Op een aantal plaatsen in Oost-Nederland zijn drinkwaterwinningen ten gevolge van hoge concentraties nitraat (boven 50 mg/l) gesloten.

Figuur 3.2: Schematische weergave evaluatie procedure



3.5 Organisatie

De onderzoeksresultaten worden jaarlijks aan het bevoegd gezag gerapporteerd in de vorm van een jaarrapportage. Jaarlijks wordt bezien of naar aanleiding van de onderzoeksresultaten de betreffende werkwijze moeten worden aangepast. Deze evaluatie gaat altijd in overleg met de betrokken overheden.

De milieucoördinator beoordeelt en archiveert de rapportage van de adviseur waarin tenminste vermeld staat:
- uitslag analyseresultaten grondwatermonsters;
- toetsing uitslagen aan de actiewaarde;
- advies welke maatregelen bij overschrijding genomen moeten worden.

In het geval er een norm overschreden is archiveert de milieucoördinator welke maatregelen er genomen zijn dan wel genomen gaan worden en meld dit aan het bevoegd gezag.

Eindverantwoording: milieucoördinator Regio Achterhoek;
- rapportage: gecertificeerd adviesbureau;
- monstername: geaccrediteerd bureau;
- analyse: STERLAB erkend laboratorium.

De milieucoördinator geeft opdracht aan een adviesbureau, deze draagt er zorg voor dat de monstername uitgevoerd wordt en vervolgens de monsters, door een STERLAB erkend laboratorium onderzocht worden. Het adviesbureau rapporteert jaarlijks aan de milieucoördinator. De jaarrapportage wordt vóór eind april van het opvolgend jaar aan het bevoegd gezonden en besproken.

3.6 Financiering

De Regio Achterhoek financiert de in dit plan beschreven activiteiten. Na overdracht van de locatie naar een nazorgorganisatie zal deze organisatie de nazorg financieren vanuit het zogenaamde nazorgfonds.
Naast financiering van geplande, voorzienbare activiteiten wordt een financiële zekerheidstelling afgegeven voor een periode van vijftien jaar. Mocht uit de monitoring blijken dat aanvullende grondwaterbeschermende maatregelen noodzakelijk zijn dan kan dit worden gefinancierd worden vanuit deze zekerheidstelling.

4 Verspreidingsberekeningen

4.1 Inleiding

In het saneringsonderzoek zijn voor een drietal stoffen (chloride, minerale olie en tolueen) verspreidingsberekeningen uitgevoerd. Hierbij zijn een drietal situaties doorgerekend:

- huidige situatie en geen afbraak (figuur 1a t/m 1c);
- aanleg bovenafdichting en geen afbraak (figuur 2a t/m 2f);
- aanleg bovenafdichting, lekkage IBC-stort en geen afbraak (figuur 3a);
- huidige situatie met afbraak (figuur 4a en 5a);
- aanleg bovenafdichting met afbraak (figuur 4b en 5b).

4.2 Berekeningen

In bijlage 2 worden aanvullende verspreidingsberekeningen gepresenteerd.

De volgende aannames zijn aangehouden:

- omdat de bovenafdichting verplicht is, wordt de aanleg van een bovenafdichting als vaststaand gegeven meegenomen. Deze bovenafdichting zal conform de stand der techniek een maximale lekkage van 5 mm/jaar hebben (in het saneringsonderzoek is gerekend met de worst-case aanname van een lekkage van 20 mm/jaar);
- bij alle varianten wordt gerekend met een constante samenstelling van het percolaat;
- de berekeningen zijn uitgevoerd uitgaande van de gemiddelde (geohydrologische) situatie;
- de berekeningen zijn uitgevoerd met chloride als gidsparameter (conservatief gedrag) en de signaalparameters tolueen en minerale olie;
- de berekeningen zijn uitgevoerd met en zonder afbraak van tolueen en minerale olie;
- bij de keuze van de invoerparameters is de worst-case aangehouden. Dit heeft tot gevolg dat de kans op overschatting groter is dan op onderschatting.

4.3 Conclusies

Uit de modelberekeningen kunnen de volgende conclusies worden getrokken:

- de huidige situatie (grondwaterstroming en verontreiniging) is met het model goed te benaderen;
- in de huidige situatie wordt alleen bij chloride de actiewaarde overschreden. De verspreiding van tolueen en minerale olie is beperkt;
- na aanleg van de bovenafdichting zal de huidige vuilpluim in omvang afnemen. In de toekomst zullen de chloridegehalten, tolueen en minerale oliegehalten op de locatiegrens (duidelijk) onder de actiewaarde liggen (de figuren 2a t/m 2f);
- als de IBC-stort vanaf 2019 een lekkage geeft van 5 mm/jaar dan resulteert dit in een situatie waarbij de actiewaarde voor chloride wordt overschreden (figuur 3a). Tolueen en minerale olie zijn niet berekend. De verspreiding zal vergelijkbaar zijn aan de verspreiding vanuit de oude stort zoals weergegeven in de figuren 1b en 1c;
- wordt rekening gehouden met afbraak, dan blijkt dat de huidige situatie minder goed te kalibreren is (de figuren 4a en 5a). Twee oorzaken liggen voor de hand. Ten eerste kan de concentratie in het stort hoger zijn en anderzijds kan de afbraak bij hogere concentraties (in de nabijheid van de stortplaats) langzamer zijn dan in het model wordt aangenomen. Duidelijk is dat met afbraak de verspreiding duidelijk kleiner is (figuur 4b en 5b).

Literatuurlijst

Anoniem, (1996). *Handboek voor milieubeheer*. Bodembescherming,;

Appelo, (1988). C.A.J. Appelo. *The retardation of pollutants in aquifers by ion exchange and adsorption*.

Boels et.al., (1993). D. Boels, P. Groenendijk, A.G. Hengeveld, M.M. Nass. *Verspreiding van stoffen uit afvalstortterreinen in relatie tot de kwaliteit van afdichtingen*. Rapport SC-DLO 246.

Christensen et.al., (1995). Cristensen. *Degradation of organic chemicals in a leachate polution plume: an in-situ experiment*. Uit: Proceedings Sardinia.

Coops et. al. (1995). Coops, et al. *Emissies van stortplaatsen. VROM. Publikatiereeks Emissieregistratie. nr. 28*.

CUR, (1996). CUR Aanbeveling 33. *Granulaire afdichtingslagen op basis van zandbentoniet*, tweede druk. september 1996.

Diependaal et.al., (1993). Diependaal. *Effectiviteit op lange termijn van isolatievoorzieningen voor verontreinigde bodems*. Milieu.

Driessen, (1995). Driessen. *Kennis monitoring ongebruikt*. Land+Water.

Egmond et.al., (1995). Egmond et.al. *Regionale variatie in grondwaterkwaliteit*.

Hinchee et.al., (1995). R.E. Hinchee, J.T. Wilson, D.C. Dawney. *Intrinsic bioremediation.* Bioremediation series. 1991-1995.

IPO, (1996). IPO. *Systematiek voor tijdstipbepaling*.

IWACO,(1994).IWACO. *Kennisdocument geohydrologische isolatie voor bodembescherming*.

Knox, (1995). K. Knox. *Leachate recirculation and its role in sustainable development*. Fifth joint INCPEN/IWM/BPF Seminar, 13th October 1995.

Kooper, (1984). Kooper. *Bodemverontreiniging door vuilstortplaatsen*. Bodembescherming rapport nr. 31. 1984.

Lagas et al., (1990). Lagas, P., H. Snelling, R. van den Berg, 1990. *Verspreiding van stoffen bij bodembeverontreiniging*. RIVM rapport nr. 725201002.

Lijzen et al. (1996). J.P.A. Lijzen, R.O.G. Franken. *Kritische bodembelasting voor prioritaire stoffen; afleiding en toepassing*. deel 1 en 2. RIVM.

Staatsblad, (1986). *Wet bodembescherming*. Staatsblad 1986, 374.

Staatsblad, (1993). *Stortbesluit bodembescherming*. Staatsblad 1993, 55.

Staatsblad, (1995). *Bouwstoffenbesluit Bodem en Oppervlaktewaterbescherming*. Staatsblad 1995, 567.

TAUW, (1997). *Grondwateronderzoek stortplaats De Langenberg te Zelhem*, november 1997.

TNO, (1991). TNO. *Richtlijn voor het toepassen van geomembranen ten behoeve van bodembescherming*. Rapport 296/91.

TNO, (1993). TNO. *Protocollen voor het toepassen van geomembranen ten behoeve van bodembescherming*. Rapport 794.

VVAV, (1995). VVAV, *Ontwerp-procedure grondwatermonitoring stortplaatsen*.

VVAV, (1996). VVAV. *Richtlijn geohydrologische isolatie van bestaande stortplaatsen*. Concept-rapport.

VROM, (1985). *Richtlijn gecontroleerd storten*.

VROM, (1993a). VROM. *Richtlijn onderafdichtingsconstructies voor stort- en opslagplaatsen*. Publicatiereeks bodembescherming nr. 1993/2.

VROM, (1993b). VROM. *Richtlijn drainagesystemen en controlesystemen voor stort- en opslagsystemen*. Publicatiereeks bodembescherming nr. 1993/1.

VROM, (1993c). VROM. *Leidraad storten*.

VROM, (1994). *Circulaire inwerkingtreding Saneringsregeling Wbb 2e fase*.

VROM, (1997a)*Circulaire bepaling saneringstijdstip voor gevallen met ernstige verontreiniging waarvoor sanering urgent is.*

VROM, (1997b). *Kabinetsstandpunt over de vernieuwing van het bodemsaneringsbeleid* .

VROM, (1998). *Nationaal Milieubeleidsplan 3* februari 1998.

Verantwoording

Titel	:	Grondwaterbeheersplan stortplaats De Langenberg te Zelhem
Opdrachtgever(s)	:	Samenwerkingsverband Regio Achterhoek
Uitgegeven door	:	Grontmij Advies & Techniek bv, adviesgroep Bodem
Plaats en datum	:	Houten, 3 april jjjj
Auteur(s)	:	ir. H.L.J. Geusebroek , drs. M. Hartog
Illustraties	:	
O.N.	:	12.7388.2
Doc.nr.	:	GLD 5128 (98001908.doc/jg/def)
Oplage	:	eindconcept
Aantal pagina's	:	14
Informatie	:	H. Rikkers (tel. 026 -3558888)
Goedgekeurd door [naam en paraaf]	:	H. Rikkers

Bijlage 1 Verspreiding van verontreinigingen

In deze bijlage worden enkele achtergronden over het gedrag van verontreinigingen in de bodem behandeld.

Bodem
De bodem bestaat uit drie fasen, namelijk de vaste fase, vloeibare fase en gasfase.
De vaste fase kan worden onderverdeeld in:
- minerale bestanddelen (zoals grind, zand, leem, klei, löss);
- organische bestanddelen (zoals humus, houtresten, veen);
- overige stoffen (zoals kalk, schelpen).

In Nederland komen veelal bodems voor die gekenmerkt worden door een gelaagde opbouw. Dit is te verklaren door het feit dat de meeste Nederlandse bodems rivier- dan wel zee-afzettingen zijn.

De vloeibare fase bestaat uit grondwater. Grondwater maakt deel uit van de zogenaamde hydrologische kringloop. Water stroomt naar de oceanen, verdampt, vormt wolken en valt als regen terug naar de aarde. Dit regenwater stroomt via de bodem en eventuele riviersystemen terug naar de oceanen. De vloeibare fase is derhalve in beweging (zie figuur 1).

De gasfase bestaat uit bodemlucht. De fase komt veelal alleen in het bovenste deel van de bodem voor (de onverzadigde fase). De bodemlucht bestaat uit een mengsel van buitenlucht en gassen die in de bodem zijn ontstaan (zoals CO_2).

De ruimte tussen de vaste delen (poriën) kan gevuld zijn met grondwater en/of bodemlucht. Op de grondwaterspiegel is de gehele poriënruimte gevuld met grondwater (de verzadigde zone), erboven betreft het veelal een mengsel van grondwater (capillair water) en bodemlucht (de onverzadigde zone) (zie figuur 2).

Grondwaterstroming
De geohydrologie houdt zich bezig met het beschrijven van de grondwaterbewegingen. Zoals in het voorgaande reeds is aangegeven is grondwater een dynamische component in de bodem, het is voortdurend in beweging. De richting en snelheid van deze grondwaterbeweging is afhankelijk van enerzijds de drukverschillen en anderzijds van de bodemopbouw. In een goed doorlatende bodem is de weerstand lager en zal derhalve de stroming sneller zijn. Echter voor stroming is een drukverschil nodig. Drukverschillen (ofwel grondwaterstandverschil) ontstaan door neerslag, bodemopbouw, aanwezigheid van riviersystemen, menselijke ingrepen etcetera (zie figuur 1).
Om op een bovenaanzicht van een gebied de grondwaterstroming inzichtelijk te maken, worden vaak isohypsenkaarten gemaakt. Een isohyps is een lijn tussen punten met een gelijke druk. Grondwater stroomt van de hoogste naar de laagste druk. De stroming is derhalve haaks op de isohypsen, deze lijnen worden aangeduid met stroomlijn (zie figuur 3).
In een dwarsdoorsnede kan een dergelijke stroomlijn ook worden gebruikt. Aangezien bij Zelhem de doorlatendheid met de diepte toeneemt wordt de horizontale component met de diepte groter (zie figuur 4).

Figuur 1

Figuur 2

Figuur 3

Figuur 4

Verspreidingsprocessen
In het grondwater zijn van nature stoffen opgelost. Veelal zijn de concentraties in het grondwater laag. Door menselijke activiteiten kan de natuurlijke grondwaterkwaliteit veranderen. Hierbij zal met name het ondiepe grondwater het eerst en het duidelijkst van kwaliteit veranderen. Een goed voorbeeld is de nitraatproblematiek ten gevolge van overbemesting.
Als stoffen op de bodem terechtkomen dan zullen deze stoffen in de bodem opgelost in grondwater verplaatst worden. Door de interactie met de bodem en door verdunning met het grondwater zal de concentratie met de afstand tot de bron afnemen.

Voor een situatie als stortplaats De Langenberg Zelhem zijn de volgende transportprocessen van belang voor de verplaatsing van stoffen in de bodem:

- transport met het stromend grondwater: voor stoffen die geen interactie met de bodem ondervinden zal de verplaatsingssnelheid gelijk zijn aan de grondwaterstromingssnelheid. Dergelijke stoffen worden conservatieve stoffen genoemd. Voorbeeld hiervan zijn chloride en bicarbonaat. Deze stoffen kunnen als 'tracer' worden gebruikt;
- verdunning: door aanvoer van schoon regenwater treedt bij het emissiepunt een menging op met het percolaat hetgeen een verlaging van de concentratie veroorzaakt. Daarnaast treedt stroomafwaarts eveneens menging op met nieuwe voeding (regenwater);
- dispersie: doordat de bodem inhomogeen is treden bij de stroming door de bodem snelheidsverschillen op. Deze snelheidsverschillen leiden tot een soort (fysische) menging, hetgeen de aanvankelijke scherpe verschillen minder scherp maakt. Daarnaast kan dit ook leiden tot een sneller transport dan het gemiddelde. Veelal wordt voor dispersie een factor van 10% aangehouden;
- diffusie: is het transportverschijnsel dat optreedt onder invloed van concentratieverschillen. Met name in situaties met geringe stroomsnelheden kan diffusie een bijdrage leveren aan het transport. Echter in het geval bij De Langenberg kan deze bijdrage als beperkt worden gekenschetst;
- chemische interactie (zoals oplossing, neerslag, complexvorming, adsorptie, desorptie, ionenwisseling, oxydatie en reductie reacties): een aantal opgeloste stoffen gaat een chemische interactie aan met de vaste bodem. Door deze interactie treedt een vertraging van de verspreiding op ten opzichte van het grondwater. Deze chemische interactie kan tot gevolg hebben dat de stoffen worden afgebroken in andere stoffen;
- microbiologische afbraak. In de bodem is een microflora van microorganismen aanwezig. Door haar activiteit kunnen bepaalde stoffen worden afgebroken. Bekende voorbeelden zijn organische verbindingen zoals minerale olie en olie-componenten zoals benzeen en tolueen.

Uit het bovenstaande blijkt dat de interactie van stoffen met de bodem zeer complex is.
Door uitgebreid onderzoek is voor een groot aantal stoffen bij benadering bekend op welke wijze interactie met de bodem optreedt. De vertraging die optreedt wordt gekarakteriseerd met de zogenaamde retardatiefactor (Rd). Bij de berekeningen is gebruikt van deze Rd-factor.
Een andere belangrijke factor in het verspreidingsgedrag is de microbiologische afbraak. Op dit moment is kennis op de gebied van microbiologische afbraak van organische verontreinigingen nog beperkt. Er vinden op dit moment grootschalige onderzoekingen plaats naar de biologische afbraakcapaciteit van de bodem.
De grootte van de micro biologische afbraak kan worden beschreven met de zogenaamde halfwaardetijd. Dit is de tijd waarin de concentratie gehalveerd wordt. Vooralsnog wordt een 1e-orde-reactie-kinetiek (lineair verband met de concentratie) aangenomen.

Stofgedrag
In het onderstaande is een globale beschrijving van het stofgedrag per categorie gegeven.

Macroparameters
Bij chloride, bicarbonaat en ammonium treedt niet of nauwelijks adsorptie op. Deze stoffen vertonen zogenaamde conservatief gedrag. De verplaatsing in de bodem is min of meer gelijk aan de verplaatsing van het grondwater.

Zware metalen
Voor zware metalen is de adsorptie met name afhankelijk van de CEC (ionenuitwisselingscapaciteit), organische-stofgehalte, redoxpotentiaal en de zuurgraad (pH) van de bodem. Veelal is de Rd voor metalen hoog. Zware metalen zijn niet afbreekbaar.

Organische stoffen
Vastlegging van organische stoffen in de bodem vindt voornamelijk plaats aan het daarin aanwezige organische (kool)stof. De mate van adsorptie is sterk afhankelijk van het soort verbinding. Stoffen met een sterk apolair karakter (minerale olie, zwaardere PAK) lossen niet of nauwelijks op in een polair medium zoals water. De Rd-waarden kunnen onderling zeer sterk verschillen.
Organische stoffen zijn afbreekbaar. De afbraak is onder andere afhankelijk van temperatuur, zuurgraad, nutriënten. Over het algemeen worden lichte organische stoffen (zoals benzeen, tolueen, lichte olie) sneller afgebroken dan de zwaardere organische stoffen (zoals PAK, zware olie).
Bij aromaten ligt de halfwaardetijd bij maximaal één jaar.

Vuilpluim
Bij een continue voeding van stoffen aan de bodem ontstaat een zogenaamde vuilpluim. Na verloop van tijd zal zich een zogenaamde 'stationaire vuilpluim' ontwikkelen. Bij een dergelijke vuilpluim bewegen de isoconcentratielijnen niet meer. Met andere woorden de verontreinigingssituatie is stabiel geworden. De tijd die nodig is voordat zo'n situatie ontstaat is afhankelijk van de geohydrologie (hoe sneller stromend, hoe sneller stationair). Veelal moet gedacht worden aan een periode van enkele decennia. Bij een stationaire vuilpluim is nog wel sprake van verspreiding echter de situatie verslechterd niet. Bij een ingreep in de geohydrologische situatie zal de ligging van de stationaire vuilpluim zich weer aanpassen (zie figuur 5).
figuur 5).

Figuur 5: Vuilpluim

Bijlage 2 Modelberekeningen

1. Inleiding
Voor de stortplaats de Langenberg te Zelhem, zijn modelberekeningen uitgevoerd naar de effecten van een bovenafdichting op de verspreiding van verontreinigingen vanuit de stortplaats. Een goed functionerende bovenafdichting heeft een lekkage van maximaal 5 mm/jaar. Er worden twee varianten doorgerekend.

Variant A:
- bovenafdichting op het oude stort vanaf 1998;
- geen emissie vanuit het IBC-stort (de onderafdichting functioneert);
- geen onttrekking vanuit de beheersdrain.

Variant B:
- bovenafdichting op het oude stort vanaf 1998;
- geen emissie vanuit het IBC-stort tot 2019 (de onderafdichting functioneert) ;
- vanaf 2019 faalt de onderafdichting. De resulterende emissie bedraagt de lekkage door de bovenafdichting (5 mm/jaar);
- geen onttrekking vanuit de beheersdrain.

De verspreidingsberekeningen zijn gemaakt voor chloride, tolueen en minerale olie. Chloride is een goede gidsparameter voor een eventuele vuilpluim. Terwijl tolueen en minerale olie als signaalparameters kunnen worden beschouwd.
Bij alle berekeningen met tolueen en minerale olie is rekening gehouden met diffusie en adsorptie.
Daarnaast is het effect van afbraak op de gehalten in het grondwater berekend.

In deze bijlage worden de uitgevoerde modelberekeningen gepresenteerd. Verder worden de uitgangspunten en de randvoorwaarden toegelicht die gehanteerd zijn bij de berekeningen. Voor een beschrijving van de geohydrologische situatie in het onderzoeksgebied wordt verwezen naar het nader- en saneringsonderzoek. De gevoeligheidsanalyse (keuze van parameters) wordt niet apart beschreven maar de resultaten van de gevoeligheidsanalyse worden steeds bij het betreffende onderdeel toegelicht.

Bij de berekeningen is gebruik gemaakt van het twee-dimensionale stoftransport-rekenprogramma CTRAN/W in combinatie met het geohydrologische rekenprogramma SEEP/W. Met SEEP/W is de geohydrologische situatie gemodelleerd. Vervolgens is met behulp van CTRAN/W, voor de hierboven weergegeven situaties (huidige situatie en de twee varianten), voor chloride, tolueen en minerale olie, de concentratie in ndwater berekend.
het grondwater berekend.

2. SEEP/W

2.1 Inleiding

SEEP/W 3.0 is een eindige-elementen-programma waarmee de grondwaterstroming en de drukverdeling van het water in de ondergrond kan worden berekend. Met het programma is het mogelijk relatief eenvoudige tot zeer complexe grondwaterstromingssituaties te berekenen.

Het model wordt vooral gebruikt voor geotechnische, civiele, geohydrologische en mijntechnische vraagstukken.
Het model is ontwikkeld door Geo-Slope International Ltd. in Calgary, Alberta, Canada.

2.2 Mogelijkheden van het model

In het volgende wordt een opsomming gegeven van de geohydrologische en de technische mogelijkheden alsmede de verschillende resultaten die door het model worden berekend.

Geohydrologische mogelijkheden van het model:
- verzadigde en onverzadigde grondwaterstroming (gecombineerd);
- stationaire en niet-stationaire stroming;
- twee-dimensionale en asymmetrische problemen;
- toepassing voor gespannen en freatische watervoerende pakketten;
- door toepassing van zogenaamde oneindige elementen zijn oneindig lange schematisaties mogelijk;
- toepasbaar voor vele bodemsoorten waarbij de doorlaatfactor maatgevend is;
- voor niet-stationaire toepassingen: gebruik van (evt. voorgeprogrammeerde) doorlatendheid/druk-curven;
- voor stationaire toepassingen: gebruik van doorlaatfactoren onafhankelijk van de druk (constant);
- anisotrope hydraulische doorlaatfactoren;
- niet-stationaire randvoorwaarden.

Berekeningsresultaten:
- stijghoogte per knooppunt;
- berekening van stromingsrichting, stijghoogte en kwelhoeveelheden per doorsnede;
- berekening van freatisch niveau;
- grafische weergave van berekeningsresultaten.

Het model is door de ontwikkelaars uitgebreid getest en vergeleken met in de wetenschappelijke literatuur beschreven grondwaterstromingssituaties. Het programma wordt toegepast voor dijkberekeningen en andere grondwaterstromingsvraagstukken die geschematiseerd kunnen worden tot twee-dimensionale situaties. De onderhavige situatie is gezien de uniforme stromingsrichting goed te schematiseren tot een twee-dimensionaal geval.

2.3 Theoretische achtergrond van het model

SEEP/W is gebaseerd op de Darcy-vergelijking. De uiteindelijk op te lossen vergelijking is hieronder weergegeven. Deze vergelijking beschrijft het verschil tussen de binnenkomende en uitgaande stroming in een element op een bepaald tijdstip, welke gelijk is aan het volumetrisch vochtgehalte. Bij het bepalen van de stromingssnelheid moet de porositeit dus nog worden verdisconteerd. Afhankelijk van de omstandigheden (stationair, etc.) kan de vergelijking worden vereenvoudigd.

$$\frac{\partial}{\partial x}\left(k_x \frac{\partial H}{\partial x} \right) + \frac{\partial}{\partial y}\left(k_y \frac{\partial H}{\partial y} \right) + Q = \frac{\partial \theta}{\partial t}$$

waarin:

H	stijghoogte
k_x	doorlaatfactor in x-richting
k_y	doorlaatfactor in y-richting
Q	flux aan randen
θ	porositeit
t	tijd

De eindige elementenvergelijking wordt uiteindelijk opgelost door toepassing van de Galerkin-methode en Gauss-eliminatie.

Voor een meer uitgebreide toelichting op de theoretische achtergronden van de oplossingsmethoden, de te gebruiken standaard-curven en het gebruik van het model wordt verwezen naar de gebruikershandleiding (SEEP/W v3.0, User's Guide, GEO-SLOPE International Ltd. Calgary, Alberta, Canada, 1991-1994).

2.4 Gehanteerde randvoorwaarden en modelopbouw

In zijn algemeenheid geldt dat bij het simuleren (modelleren) van een werkelijke situatie, vereenvoudigingen moeten worden gemaakt. Hierdoor kunnen verschillen ontstaan tussen de werkelijke en berekende situatie. Zo wordt de geohydrologische situatie geschematiseerd tot een situatie met slecht doorlatende en goed doorlatende lagen. Verder dienen aanpassingen te worden gedaan om gemiddelde situaties na te bootsen. Hierbij moet worden gedacht aan de gemiddelde stromingsrichting en -snelheid, hoeveelheden percolatiewater en effectieve neerslag. De gehanteerde aannames en vereenvoudigingen worden in de verschillende beschouwde situaties beschreven.
De in het 'nader onderzoek stortplaats De Langenberg te Zelhem' beschreven geohydrologische schematisatie is gevolgd bij het definiëren van het model. Ruimtelijk gezien is sprake van watervoerende pakketten die van elkaar worden gescheiden door waterscheidende lagen. In de directe omgeving van de beschouwde locatie is sprake van één watervoerend pakket, aan de onderzijde begrensd door een als ondoorlatend beschouwde basis.

Bij zowel het kwantiteitsmodel (SEEP/W) als het kwaliteitsmodel (CTRAN/W) is gewerkt met de parameters en eenheden zoals die in tabel 1 zijn vermeld.

Tabel 1: De in het model gehanteerde parameters met eenheden

Parameter	Eenheid	Afkorting
lengte	meter	m
tijd	etmaal	etm
kracht	kilonewton	kN
massa	kilo	mg
druk	kracht per opp.	kN/m^2
gewicht van water	kracht per volume	kN/m^3
doorlaatfactor	lengte per etmaal	m/etm
concentratie	gewicht per vol	mg/m^3
diffusiecoëfficiënt	opp per tijdseenheid	m^2/etm
dispersie	meter	m
adsorptie	massa per massa	mg/mg
drooggewicht	massa per volume	mg/m^3
massaflux	gewicht/opp./tijd	mg/ha/jaar
porositeit	vol per vol	-

Ten behoeve van presentatiedoeleinden wordt bij de dwarsdoorsneden een verhouding tussen de verticale en horizontale schaal van 1:15 aangehouden. Dit betekent dat een sterke vertekening van de werkelijke situatie optreedt.

In de figuren is de concentratie van chloride uitgedrukt in mg/l, de concentraties van tolueen en minerale olie in µg/l.

2.5 Modellering huidige situatie (uitgangssituatie)

In deze paragraaf wordt ingegaan op de wijze waarop de huidige situatie in het grondwater wordt berekend. Hierbij wordt onderscheid gemaakt in twee tijdvakken namelijk:

- een tijdvak waarbij ter plaatse van de oude stortplaats geen boven- of onderafdichting aanwezig is en waarbij dus het totale neerslagoverschot kan infiltreren. Op basis van stijghoogtemetingen kan een westelijke stromingsrichting in het watervoerend pakket worden aangenomen. Deze situatie deed zich voor van 1967 tot 1989.
- tijdens het tweede tijdvak is het IBC-stort aangelegd. Hierbij wordt aangenomen dat vanaf 1989 tot 1997 geen voeding optreedt ter plaatse van dit IBC-stort. Tevens werd tussen het oude stort en de IBC-stort over een lengte van 350 m een drain aangelegd. Hieruit werd vanaf 1989 gemiddeld 10 m^3/uur onttrokken. Dit betekent in het model een onttrekking van circa 0,7 m^3/etm/m^1.

In het model zijn voor de simulatie van de huidige toestand, de volgende geohydrologische parameters gehanteerd:

Tabel 2: Geohydrologische parameters (simulatie)

onderscheiden bodemlaag	geohydrologische parameter	waarde
• eerste zandlaag (NAP +16 tot +12)	• verticale doorlaatfactor • horizontale doorlaatfactor • porositeit	• 0,2 m/etm • 5 m/etm • 0,3 (-)
• tweede zandlaag (NAP +12 tot +6)	• horizontale doorlaatfactor • verticale doorlaatfactor • porositeit	• 25 m/etm • 2,5 m/etm • 0,3 (-)
• derde zandlaag (NAP +6 tot -24)	• horizontale doorlaatfactor • verticale doorlaatfactor • porositeit	• 45 m/etm • 4,5 m/etm • 0,3 (-)
• stortmateriaal	• doorlaatfactor (horizontaal en verticaal) • porositeit	• 0,25 m/etm* • 0,3

**gebaseerd op Knox, 1995

In alle drie zandlagen is een verhang van 1 m/km ingevoerd. Hierdoor bedragen de gemiddelde stromingssnelheden in de eerste, tweede en derde zandlaag respectievelijk 12, 30 en 55 m/jaar. Aan de bovenzijde van het model is een freatische grondwaterstand aangenomen en vindt voeding plaats als gevolg van het infiltrerend neerslagoverschot. Aan de rechterzijde van het model is de stijghoogte NAP +14,8 m. Aan de linkerzijde is dat NAP +13,2 m. Als maaiveldhoogte is aan de rechterzijde NAP +16,5 aangehouden. Dit betekent een waterstand van circa 2 m -mv.

Om de modelberekeningen uit te kunnen voeren zijn, ten opzichte van de werkelijke situatie, een aantal vereenvoudigingen doorgevoerd:
Ten eerste is de geohydrologische situatie geschematiseerd (de onderzijde van het model is ondoorlatend verondersteld).
Ten tweede is gerekend met gemiddelde situatie betreffende verhang, stromingspatroon onttrekking vanuit de interceptiedrainage.
Ten derde is de voeding aan de bovenrand van het model, welke gevormd wordt door neerslag, aangepast. Dit om een (model)verstoring van het gemiddelde stromingsbeeld (zowel horizontaal als verticaal) te voorkomen.

Het invoeren van de werkelijke voeding (gemiddeld 300 mm/jaar) aan de bovenrand niet goed mogelijk. Dit wordt veroorzaakt door het tweedimensionale karakter van het programma. Een dwarsdoorsnede moet, net als andere modellen, worden beschouwd als een bak. De hoogte van de randen van de bak is vastgelegd door de stijghoogte die aan de linker- en rechterzijde als vaste waarde is ingevoerd. Deze vaste waarde is benodigd om een gemiddeld, evenredig stijghoogteverloop te verkrijgen. Wordt nu aan de bovenrand water toegevoerd (neerslag) dan vormt dit een extra hoeveelheid water die aan de laagste zijde van de bak (in dit geval de linkerzijde) zal afstromen. Dit gaat gepaard met een opbolling van de waterstand in de bak.

Aan de rechterzijde betekent dit een afvlakking van de waterstanden en aan de linkerzijde betekent dit een steiler verloop van de grondwaterstanden. Dit heeft bij een gelijkblijvend doorlaatvermogen van het pakket een beïnvloeding van de stromingssnelheden tot gevolg die in werkelijkheid niet zal optreden.
Wordt geen voeding aan de bovenzijde ingevoerd dan treedt dit effect niet op, echter, er is dan ook geen sprake van een neerwaartse stromingscomponent. Dit levert een belangrijke afwijking op ten opzichte van de werkelijkheid. Eén en ander heeft ook gevolgen voor de lekkage vanuit de stortplaatsen. Op dit aspect zal bij het bespreken van de verspreidingsberekeningen nader worden ingegaan. Na een gevoeligheidsanalyse werd een bevredigend resultaat bereikt met een voeding van 100 mm/jaar: de opbolling is beperkt, de horizontale stromingssnelheden worden met minder dan 10% beïnvloed en er is sprake van een verticale stromingscomponent.

2.6 Variant A

Voor deze variant is uitgegaan van de situatie waarbij het IBC-stort aanwezig is maar er geen lekkage (= emissie) ter plaatse van deze stortlocatie optreedt. Er is dan dus ook geen sprake van een emissie vanuit dat stort. Ter plaatse van het oude stort is een bovenafdichting aangebracht waarbij aangenomen is dat de resterende lekkage vanaf 1998, 5 mm/jaar bedraagt. Er is geen beheersdrainage werkzaam. De berekende huidige situatie is als uitgangspunt gekozen. Deze variant is doorgerekend voor een periode van vijftig jaar.

2.7 Variant B

Aangezien de onderafdichting van het IBC-stort een eindige levensduur heeft, zal na verloop van tijd op het IBC-stort eveneens een zekere lekkage optreden. De grootte van deze lekkage wordt volledig bepaald door de lekkage vn de bovenafdichting (zijnde 5 mm/jaar). Bij variant B is uitgegaan van een lekkage van 5 mm/jaar ter plaatse van het oude stort vanaf 1998 en een lekkage vanuit het IBC-stort van 5 mm/jaar die optreedt vanaf 2019. Ook hier is de berekende uitgangssituatie als uitgangspunt gekozen en is geen beheersdrainage werkzaam. Deze variant is doorgerekend tot het jaar 2048.

3 Berekening emissies met CTRAN/W

3.1 Inleiding

CTRAN/W 3.0 is een eindige elementenprogramma waarmee het transport van verontreinigingen door de bodem kan worden berekend. Met het programma is het mogelijk om naast relatief eenvoudig advectief transport ook meer complexe processen zoals diffusie, dispersie, adsorptie en afbraak te simuleren. Het model is direct gekoppeld aan en functioneert alleen in combinatie met SEEP/W.

3.2 Mogelijkheden van het model

In het volgende wordt een opsomming gegeven van de technische mogelijkheden alsmede de verschillende resultaten die door het model worden berekend.

Technische mogelijkheden van het model:
- concentraties en verontreinigingsgraad kunnen als constanten en als functie van tijd worden opgegeven;
- de diffusiecoëfficiënt kan worden opgegeven als functie van het vochtgehalte. Hiermee bestaat de mogelijkheid tot het berekenen van verzadigd en onverzadigd transport;
- adsorptie kan worden gedefinieerd als functie van de concentratie;
- door de mogelijkheid van afbraak is simulatie van het transport van radioactieve elementen en biologische omzetting van organische microverontreinigingen mogelijk;
- massa-balansen kunnen worden opgesteld voor alle van toepassing zijnde processen zoals advectie, dispersie en afbraak;
- voor elk element is de massa voor zowel de vaste als vloeibare fase te berekenen;
- voor elk element wordt het Peclet en Courant nummer berekend. Hiermee wordt goed inzicht verkregen in de optredende numerieke dispersie en oscillatie;
- bij het bepalen van advectief transport kan elke stroombaan zichtbaar worden gemaakt, met daarbij de op te vragen coördinaten, gemiddelde stroomsnelheid (Darcy), afgelegde afstand en tijd.

Het model is door de ontwikkelaars uitgebreid getest en vergeleken met in de wetenschappelijke literatuur beschreven transportvraagstukken. Het model wordt toegepast voor verspreidingssituaties die geschematiseerd kunnen worden tot twee-dimensionale situaties zoals de onderhavige studie.

Hier wordt, wellicht ten overvloede, opgemerkt dat het modelleren, maar belangrijker nog het kalibreren van verontreinigingssituaties in het grondwater van vele factoren afhankelijk is. Allereerst zijn er de onzekerheden in de geohydrologische situatie en de schematisatie ervan. De modellering in een dwarsdoorsnede is een volgende, noodzakelijke, vereenvoudiging van de werkelijkheid.
Bij het ontstaan van een verontreinigingssituatie en het optreden van verspreiding via het grondwater zijn vele processen werkzaam (zie bijlage 1). Zo bestaat nog steeds discussie over, en vindt diepgaand onderzoek plaats naar afbraak, dispersie, diffusie en de adsorptie (verdelingscoëfficiënten) van verontreinigingen. Er bestaan onzekerheden over de gehalten in het stort (de bronterm). Bij de betreffende onderdelen zal kort worden aangegeven wat de onzekerheden zijn bij de toegepaste parameters en wat het effect op de berekeningen is.
Gerealiseerd moet worden dat de hier gepresenteerde berekeningen niet veronderstellen de absolute gehalten en verspreidingsbeelden weer te geven maar meer een beeld geven van de effecten op het verspreidingsbeeld in het grondwater van de processen die werkzaam zijn. Het modelleren van een conservatieve stof als chloride is redelijk betrouwbaar uit te voeren. Als het gaat om stoffen die ook onderhevig zijn aan adsorptie en afbraak gaat dit met meer onzekerheden gepaard.

3.3 Theoretische achtergrond van het model

CTRAN/W is gebaseerd op de zogenaamde advectie-dispersie vergelijking. De uiteindelijk op te lossen vergelijking is hieronder (in één-dimensionale vorm) weergegeven.

$$\theta D\frac{\delta^2 C}{\delta x^2} - U\frac{\delta C}{\delta x} - \lambda\theta C - \lambda S\rho_d = (\theta + \rho_d\frac{\delta S}{\delta C})\frac{\delta C}{\delta t}$$

Waarin:
θ = porositeit
D = hydrodynamische dispersie-coëfficiënt
C = concentratie
x = celgrootte

U = stroomsnelheid volgens Darcy
λ = afbraakcoëfficiënt
S = adsorptie
ρ_d = massa-dichtheid
t = tijd

Voor een meer uitgebreide toelichting op de theoretische achtergronden van de oplossingsmethoden en gebruik van het model, wordt verwezen naar de gebruikershandleiding (CTRAN/W v3.0, User's Guide, GEO-SLOPE International Ltd. Calgary, Alberta, Canada, 1991-1994).

3.4 Invoerparameters

In het hiervoor behandelde is reeds ingegaan op de geohydrologische schematisatie en de gemodelleerde, gemiddelde situatie. De resultaten van de berekeningen met SEEP/W vormen de basis voor de uit te voeren verspreidingsberekeningen met CTRAN/W. Ook bij het berekenen van de verspreiding vanuit de stortplaats en de invloed van de te treffen maatregelen moeten schematisaties worden toegepast.

De verspreiding van verontreinigingen wordt bepaald door de eigenschappen van de doorstroomde bodemcompartimenten en de eigenschappen van de diverse stoffen. De bepalende invoerparameters van de verschillende bodemcompartimenten zijn in tabel 3 weergegeven.

Tabel 3: Invoerparameters ten behoeve van emissieberekeningen van de referentiesituatie

Parameter	eerste zandlaag	tweede zandlaag	derde zandlaag	stort-materiaal
long. dispersie (m)	10	10	10	10
trans. dispersie (m)	1	1	1	1
dichtheid (kg/m^3)	1.900	1.900	1.900	1.250
diffusie-coëf. (m^2/jr)	0,01	0,01	0,01	0,01
log K_{oc} (tolueen) (dm^3/kg)	2,31	2,31	2,31	2,31
log K_{oc} (min. olie) (dm^3/kg)	3,5	3,5	3,5	3,5
organische stof (%)	0,4	0,2	0,2	0,4
Kd (tolueen) (dm^3/kg)	0,474	0,237	0,237	0,474
Kd (min. olie) (dm^3/kg)	7,34	3,67	3,67	7,34
Halfwaardetijd tolueen (etm)	100	100	100	100
Halfwaardetijd min. olie (etm)	500	500	500	500

De gehanteerde waarden voor de dispersie zijn aan de bovenzijde van de bandbreedte voor deze parameter ingeschat. In de literatuur worden waarden genoemd die variëren tussen 0,1 en 50 m. Een hoge waarde voor deze parameter leidt tot een versnelling van het transport van verontreinigingen. De reden voor deze hoge waarden houdt verband met de discretisatie van het modelnetwerk. Omwille van rekentijd en betrouwbaarheid van de berekeningen is naar een optimum gezocht tussen de celgroottes en dispersielengtes en tijdstappen waarmee in het model wordt gerekend. Voor chloride wordt aangenomen dat dit zich conservatief gedraagt. Dit betekent dat er geen adsorptie optreedt en dat de stof zich even snel verplaatst als het grondwater.

De fractie organische koolstof (f_{oc}) is bepaald aan de hand van gemeten organische-stofgehalten (f_{om}). Het organische koolstofgehalte f_{oc} (benodigd bij de bepaling van de verdelingscoëfficiënt Kd) is bepaald volgens $f_{oc} = 0,58 * f_{om}$.

Voor minerale olie is een log K_{oc} aangehouden die beduidend lager is dan de in de literatuur aangehouden waarden (voor hexadecaan (C16)) is de log K_{oc} bijvoorbeeld 6,36 dm^3/kg).

De nu gekozen log K_{oc} (3,5 dm^3/kg) komt overeen met een retardatie in de zandlaag 1 en 2 van circa 25, hetgeen overeenkomt met in de praktijk aangetroffen retardatiefactoren. Onder aanname van de log K_{oc} = 6,36 dm^3/kg wordt na dertig jaar nog geen minerale olie direct onder het stort berekend. Met de nu aangehouden log K_{oc} (3,5 dm^3/kg) kunnen de gemeten gehalten in de peilbuizen 28, 13 en 19 worden benaderd.

Verder zijn aannames gedaan met betrekking tot de gehalten van verontreiniging in het stort. Voor het oude stort zijn geen gehalten van het percolaat zelf beschikbaar. Derhalve is hier een schatting gemaakt op basis van enkele, onder de stortzool geplaatste, peilbuizen. Een gedeelte van het oude stort ligt beneden het gemiddelde niveau van het grondwater. De kwaliteit van het grondwater onder het stort is het resultaat van het mengen van percolaat en langsstromend grondwater. Op basis van de eerder aangegeven uitgangspunten (zie § 2.5) wordt uitgegaan van 14 m^3/etm langstromend 'schoon' grondwater in de bovenste meters van het watervoerend pakket dat gemengd wordt met circa 120 m^3/etm percolaatwater. Dit betekent dat de gemeten concentraties in de peilbuizen met een factor van circa 1,13 moeten worden vermenigvuldigd om de gehalten in het stort (percolaat) te verkrijgen. Voor chloride, tolueen en minerale olie resulteert dit in gehalten van respectievelijk 250 mg/l, 20 µg/l en 665 µg/l.

Voor de verschillende onderscheiden varianten zijn berekeningen uitgevoerd zonder en met afbraak. Het complexe proces afbraak is in het gehanteerde programma (CTRAN/W), geschematiseerd tot een halfwaardetijd. In § 3.6 wordt verder ingegaan op dit proces.

3.5 Berekeningen zonder afbraak

3.5.1 Huidige situatie

Algemeen
Voor de huidige situatie is de situatie voor de oude stortgedeelten als volgt gekarakteriseerd:

- totaal oppervlak 13,65 (5,7 + 7,95) ha;
- geen onder- en bovenafdichting;
- afval ligt tot NAP +11 à 11,5 m (maximaal 2 m beneden GLG);
- in het model is een voeding aan de bovenrand aangenomen van 100 mm/jaar. Dit resulteert aan de onderzijde van het stort tot in een uitstroom van percolaat van circa 74 m^3/etm. In werkelijkheid wordt bij een neerslagoverschot van 300 mm/jaar echter circa 120 m^3/etm percolaat geproduceerd. Om toch een zelfde uitstroom van percolaat vanuit het stort naar het watervoerend pakket te simuleren zijn de concentraties in het stort in eerste instantie verhoogd. Dit leidt echter (als gevolg van de relatief hoge dispersielengtes) tot een sterke overschrijding van de gemeten gehalten. De concentraties zijn verlaagd totdat de gemeten waarden in de peilbuizen werden benaderd. Uit de berekeningen volgt dat de hoge waarden voor de dispersie, de wellicht wat lage inschatting van de concentraties compenseren.
- overschrijding interventiewaarde door minerale olie onder de stortplaats;
- in de monitoringpeilbuizen wordt een lichte beïnvloeding aangetroffen (geen overschrijding normen);
- aanwezigheid van een actueel verspreidingsrisico voor minerale olie;
- maximale verspreidingsgebied (nog aantoonbare chloride-verontreiniging) tot circa 550 m stroomafwaarts (vanaf de rand van de oude stortplaats) gemeten.

Chloride
De berekende chloride-gehalten in de huidige situatie (1997) in het grondwater zijn weergegeven in figuur 1a. Als gehalte in het stortmateriaal is 250 mg/l chloride ingevoerd. Als achtergrondconcentratie is 22 mg/l aangehouden (zie bijlage 3). In de figuur zijn de berekende waarden weergegeven als isoconcentratielijnen (rood).

De gemeten waarden zijn bij het betreffende peilfilter in zwart vermeld. Op basis van de ingevoerde parameters komen de berekende gehalten redelijk goed overeen met de gemeten situatie.

Tolueen
In figuur 1b zijn de berekende gehalten tolueen voor de huidige situatie weergegeven. Voor de concentratie in het stortmateriaal is 20 µg/l aangehouden (het op basis van de peilbuiswaarnemingen teruggerekende percolaatgehalte). Opgemerkt wordt dat de gemeten gehalten in de diverse peilbuizen onder de stortlocatie en benedenstrooms van de stortlocatie niet significant afwijken van de gehalten in de bovenstroomse peilbuizen (T4 en T8). De waarnemingen in het watervoerend pakket op een diepte van circa 40 m -mv liggen nog net onder de actiewaarde en zijn mogelijk te wijten aan analysefouten. Het is namelijk zeer onwaarschijnlijk dat deze gehalten veroorzaakt worden door de aanwezigheid van de storten. Alleen in de peilbuizen 13 en 19 kan worden gesproken van verhoogde gehalten.
Ondanks het gebrek aan verhoogde gehalten is op basis van inschattingen toch getracht de huidige verontreinigingssituatie voor tolueen weer te geven. De berekeningen wijzen eveneens uit dat het zeer onwaarschijnlijk is dat de licht verhoogde gehalten in het diepe watervoerend pakket veroorzaakt worden door de stortplaats.

Minerale olie
De concentratie in het stortmateriaal is gesteld op 750 µg/l, als achtergrondwaarde is 0 µg/l aangehouden. De berekende gehalten minerale olie in de huidige situatie in het grondwater zijn weergegeven in figuur 1c. Vanwege de zeer beperkte hoeveelheid metingen van minerale olie in de beschikbare peilbuizen is de 'calibratie' van de huidige situatie indicatief.

Samenvatting
In de figuren 1a, 1b en 1c zijn de gemeten en berekende, huidige situaties voor de concentraties chloride, tolueen en minerale olie in het watervoerend pakket weergegeven. De modelparameters zijn (binnen bepaalde bandbreedtes) zodanig gekozen dat onder aanname van de gemodelleerde stromingssituatie de *berekende* gehalten in het grondwater zo goed mogelijk overeenkomen met de *gemeten* gehalten in het grondwater. Dit wordt opgevat als de calibratie van het model (toekennen en verifiëren van modelparameters). In deze figuren en alle andere figuren die op basis van de berekeningen
zijn gemaakt is de westelijke terreingrens van de stortlocatie middels een streeplijn weergegeven. De voorgestelde normering (actiewaarde) is bij de streeplijn weergegeven.

3.5.2 Variant A
In de toekomstige situatie wordt een bovenafdichting op de oude stortlocaties aangebracht (evenals op de IBC-gedeelten). Na aanleg van de bovenafdichting is een situatie ontstaan met een maximale lekkage van 5 mm/jaar. Ter plaatse van het IBC-stort is aangenomen dat geen lekkage optreedt.
Als gevolg van de lekkage van 5 mm/jaar betekent dit een percolaatproduktie van circa 2 m^3/etm. Een voeding van 5 mm/jaar levert in het model geen verstoring op van de stroombeelden.
De effecten op de verspreiding zijn berekend voor een periode van vijftig jaar. Hierbij is uitgegaan van de huidige (berekende) situatie.

Chloride
De berekende chloride-gehalten na vijftig jaar zijn voor deze variant weergegeven in figuur 2a. Als gehalte in het stortmateriaal is 250 mg/l aangehouden. Als uitgangspunt is de, berekende, huidige situatie aangehouden.
Na het aanbrengen van de bovenafdichting wordt de vuilpluim in omvang kleiner. Dit wordt veroorzaakt door de reductie (met een factor 60) van de toevoer van (verontreinigd) percolaat naar het watervoerend pakket en de verdunning van het al aanwezige chloride met langstromend, schoon grondwater. Op basis van de berekeningen wordt verwacht dat na vijftig jaar de actiewaarde voor chloride niet zal worden overschreden.

Tolueen
In figuur 2b zijn de berekende gehalten tolueen na vijftig jaar weergegeven. De concentratie in het stortmateriaal bedraagt 20 µg/l. Ook hier is uitgegaan van de berekende gehalten voor de huidige situatie. Ook hier treedt een verbetering op van de grondwaterkwaliteit. De vuilpluim wordt minder groot en de gehaltes in de vuilpluim nemen af. Dit proces verloopt echter trager dan bij chloride. Dit wordt veroorzaakt door de nalevering van tolueen uit de vaste fase in het watervoerend pakket.

Minerale olie
De concentratie in het stortmateriaal is gesteld op 750 µg/l, als uitgangspunt is de huidige, berekende, situatie aangehouden.
De berekende gehalten minerale olie na vijftig jaar in het grondwater zijn weergegeven in figuur 2c. De rode lijnen aan de linker- en rechterzijde in de figuur zijn geen werkelijke concentraties. Het betreft hier het resultaat van numerieke oscillatie, hetgeen samenhangt met de configuratie van het model (celgrootte) en de gehanteerde eenheden (µg/l). Aan deze berekende resultaten dient geen aandacht te worden besteed.
Ook voor minerale olie geldt dat door het verkleinen van de uitstromende hoeveelheid percolaat een afname van de concentraties in het watervoerend pakket optreedt. Dit proces verloopt weer trager dan bij tolueen, hetgeen samenhangt met de grotere mate van adsorptie van minerale olie en daarmee gepaard gaande tragere nalevering.

In de figuren 2d, 2e en 2f zijn de bovenstaande resultaten in een bovenaanzicht weergegeven.

Geconcludeerd kan worden dat het aanbrengen van de bovenafdichting een afname van de gehalten in het grondwater betekent. Dit wordt veroorzaakt door de verdunning met neerslagwater en schoon omgevingswater. Voor chloride verloopt deze afname relatief snel, voor minerale olie en in mindere mate voor tolueen verloopt deze afname langzamer. Dit laatste wordt veroorzaakt door de nalevering van verontreinigingen (minerale olie en tolueen) vanuit het thans verontreinigde deel van het watervoerend pakket.
De uitgevoerde berekeningen zijn gebaseerd op een berekende uitgangssituatie die is gecalibreerd op een beperkt aantal meetgegevens. Ook de nalevering (log K_{oc}-waarden) is gebaseerd op theoretische waarden. De weergegeven situaties zijn daarmee slechts een goede indicatie van de in werkelijkheid te verwachten situatie.

3.5.3 Variant B
In deze variant wordt uitgegaan van een bovenafdichting op de oude stortlocaties welke een lekkage vertoont vanaf 1998 van 5 mm/jaar. Ter plaatse van het IBC-stort treedt vanaf 2019 een lekkage op van 5 mm/jaar. Omdat het effect van zo'n gecombineerde lekkage in principe voor alle parameters (chloride, tolueen en minerale olie) hetzelfde is (er vindt een extra toevoer van verontreinigd percolaat plaats), is deze situatie alleen doorgerekend voor de effecten op de verspreiding van chloride. Als uitgangspunt zijn de berekende gehalten voor de huidige situatie gebruikt.

In het IBC-stort is op basis van metingen van de percolaatsamenstelling een chloridegehalte aangenomen van 1500 mg/l. In totaal is een verspreidingsduur van vijftig jaar berekend (gerekend vanaf 1997).

In figuur 3a is de verontreinigingssituatie anno 2047 weergegeven. Uit de berekeningen is af te leiden dat de grondwaterkwaliteit door de aanleg van de bovenafdichting op het oude stort zal verbeteren. Een lekkage van 5 mm/jaar vanuit het IBC-stort leidt al snel tot een invloed op de grondwaterkwaliteit die groter is dan de invloed vanuit het oude stort. Dit wordt veroorzaakt door het chloridegehalte dat is ingevoerd (zes maal hoger dan in het oude stort) en het (in het model) grotere oppervlak van het IBC-stort. De gehalten op de terreingrens liggen boven de berekende actiewaarde.

3.6 Berekeningen met afbraak

In deze paragraaf wordt het effect berekend op de concentraties in het grondwater wanneer afbraak in de berekeningen wordt opgenomen. Het proces van afbraak is alleen beschouwd voor tolueen en minerale olie, bij chloride is geen sprake van afbraak. Afbraak is een proces dat afhankelijk is van vele factoren. Zo zijn de halfwaarde-tijden voor tolueen in de onverzadigde zone laag enkele dagen. Minerale olie bijvoorbeeld breekt goed af onder aërobe omstandigheden maar onder anaërobe omstandigheden is er nauwelijks sprake van afbraak. In de literatuur zijn relatief veel laboratorium- en veldgegevens beschikbaar voor vluchtige aromaten (waaronder tolueen). De halfwaarde-tijden in grondwater variëren van enkele dagen tot circa 110 dagen. Voor zowel tolueen als minerale olie is op basis van de beschikbare peilbuisgegevens moeilijk na te gaan hoe de daadwerkelijke situatie in het grondwater zal zijn. Daarom is bij de berekeningen van de variant A uitgegaan van de hier **berekende** huidige situatie.

Tolueen

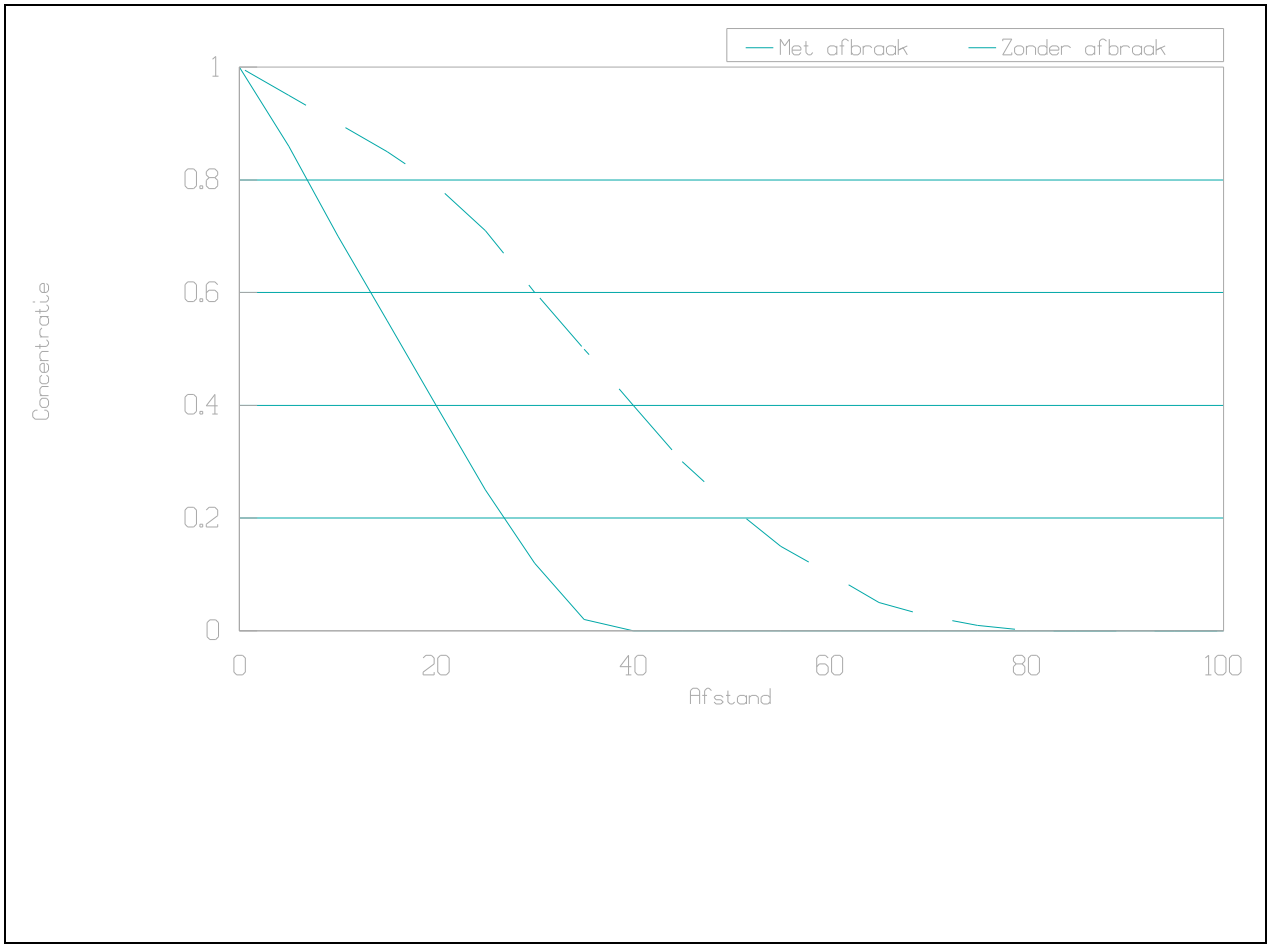
Voor tolueen is in de literatuur een range voor de halfwaarde-tijd in grondwater gevonden die varieert van 10 tot 110 dagen.
Bij het berekenen van de huidige situatie voor tolueen is een halfwaarde-tijd van 110 dagen gebruikt.

De resultaten van het doorrekenen van de huidige situatie met afbraak is voor tolueen in figuur 4a opgenomen. Op basis van de resultaten van de uitgevoerde berekeningen kan worden geconcludeerd dat als er sprake is van afbraak, de verspreiding van tolueen vanuit het stort belangrijk minder zal zijn. Het grillige concentratieverloop nabij peilbuis 28 wordt veroorzaakt door de onttrekking vanuit de beheersdrain en de configuratie van het netwerk (celgrootte en -vorm).

In figuur 4b is het berekende effect van variant 1 na vijftig jaar (een bovenafdichting op het oude stort) op de concentraties tolueen, met afbraak, in beeld gebracht.
Als deze figuren worden vergeleken met de figuren 1b en 2b is duidelijk het verschil in omvang van de vuilpluim te herkennen en kan vastgesteld worden dat de concentraties lager zijn. Dit wordt veroorzaakt door de afbraak die in deze berekeningen is ingevoerd.

In de onderstaande figuur is ter verduidelijking in algemene zin aangegeven dat wanneer er sprake is van afbraak, de verontreiniging in het grondwater zich minder ver zal verspreiden.

Figuur 1 verloop van concentraties in het grondwater met en zonder afbraak



Minerale olie
Het voorspellen van de wijze waarop minerale olie wordt afgebroken wordt naast de afhankelijkheid van omgevingsfactoren bemoeilijkt door het feit dat minerale olie een som is van een brede range van koolwaterstoffen. Zo is van diesel bekend dat dit onder aërobe omstandigheden snel afbreekt (halfwaardetijden in de orde van weken). Zware smeeroliën daarentegen vertonen nauwelijks afbraak.

Bij de analyses van het grondwater is weliswaar onderscheid gemaakt in vele koolwaterstoffracties (oplopend van C10 tot C40) maar in geen van de peilbuizen in het potentiële verspreidingsgebied wordt minerale olie aangetroffen. Zodoende kan geen uitspraak worden gedaan over de aard van de minerale olie. Het feit dat in de peilbuizen niets wordt aangetroffen doet vermoeden dat er sprake is van een bepaalde mate van afbraak of dat andere randvoorwaarden gelden dan bij de voorgaande berekeningen zijn aangenomen (lagere concentraties in het stort, hogere retardatiefactoren).

Of de omstandigheden voor afbraak ter plaatse gunstig zijn zou nader onderzocht kunnen worden. Vaststaat dat de freatische grondwaterstanden fluctueren. Periodieke aëratie (luchtintreding) van de grond is daarmee een feit, hetgeen aërobe afbraak stimuleert.
Een belangrijk verschil met tolueen is dat in de literatuur niet veel gegevens beschikbaar zijn over de halfwaardetijd van deze (uit verschillende componenten) samengestelde parameter. Als wordt aangenomen dat de halfwaardetijd belangrijk groter zal zijn dan voor tolueen, kan worden geconcludeerd dat dit proces een relatief klein, maar duidelijk effect zal hebben op de verspreidingsmogelijkheden van minerale olie. De in de figuren zonder afbraak gepresenteerde verspreidingsbeelden zullen derhalve de 'worst-case' situatie weergeven.

Om toch een idee te krijgen van het effect van afbraak is een situatie doorgerekend met een halfwaardetijd van 500 dagen. Een 'calibratie' van de huidige situatie is op basis van de peilbuiswaarnemingen niet mogelijk.
In figuur 5a is de huidige, berekende, verontreinigingssituatie van minerale olie in het grondwater, met afbraak, weergegeven.
Figuur 5b laat de situatie zien in het grondwater na vijftig jaar, waarbij ter plaatse van het oude stort een bovenafdichting wordt aangebracht (lekkage 5 mm/jaar) en waarbij tevens sprake is van afbraak. Ook in deze figuur is het resultaat van numerieke oscillatie aan de linker- en rechterzijde herkenbaar. Dit effect kan bij de interpretatie van de figuren buiten beschouwing worden gelaten. De gepresenteerde figuren hebben slechts een indicatieve waarde ter verduidelijking van het effect van afbraak op de verspreidingsmogelijkheden in het grondwater.

Als deze figuren worden vergeleken met de respectievelijke figuren 1c en 2c is duidelijk het verschil in de concentraties te zien. Dit wordt veroorzaakt door het effect van de in deze berekeningen opgenomen afbraak.
Het zal duidelijk zijn dat wanneer de afbraak sneller verloopt, de concentraties in de huidige situatie al lager zullen zijn en dat het aanbrengen van de bovenafdichting, in combinatie met afbraak, een positief effect zal hebben op de concentraties in het verspreidingsgebied.

4 Conclusies

Op basis van de berekeningen die zijn uitgevoerd en waarover in deze bijlage is gerapporteerd, kan worden geconcludeerd dat de aanleg van een bovenafdichting zal leiden tot een afname van de omvang van de huidige vuilpluim en een afname van de concentraties in deze vuilpluim (figuren 2a, 2b en 2c ten opzichte van1a, 1b en 1c).
Bij de berekeningen met afbraak blijkt dat de concentraties belangrijk minder zullen zijn (figuur 4a, 4b, 5a en 5b). Dit is ook het geval in de berekeningen van de huidige situatie. De situaties waarbij afbraak niet is meegenomen (figuren 2b en 2c) kunnen, als een 'worst-case' situatie worden aangeduid.
Indien lekkage vanuit de IBC-stort wordt meegenomen (Stortbesluit-lekkage 5 mm/jaar) dan resulteert dit in een vuilpluim (figuur 3a) waarbij de berekende actiewaarde voor chloride wordt overschreden. Echter een aangepaste actiewaarde is voorgesteld op basis van een risico-benadering.

Bijlage 3 Berekening achtergrond- en actiewaarde

Bijlage 4 Normen

Tabel 1: ***Normen uit de circulaire inwerkingtreding Saneringregeling (gehalten in µg/l, tenzij anders vermeld)***

toetsingswaarden[1)]	S	½(S+I)	I
screentest vluchtig			
aromaten			
benzeen	0,2	15	30
tolueen	0,2	500	1.000
ethylbenzeen	0,2	75	150
xylenen	0,2	35	70
haloformen			
dichloormethaan	0,010	500	1.000
1,1-dichloorethaan	0,010	1.300	2.600
1,2-dichloorethaan	0,010	200	400
trichlooretheen	0,010	250	500
minerale olie (mg/l)			
totaal olie	50	325	600
metalen			
arseen	10	35	60
cadmium	0,4	3,2	6,0
chroom	1,0	16	30
koper	15	45	75
kwik	0,05	0,2	0,3
lood	15	45	75
nikkel	15	45	75
zink	65	433	800

Bijlage 5 Risico's chloride en ammonium

Chloride
Chloride neemt niet deel aan interactieprocessen in de bodem en is daarmee het meest mobiel anion in het percolatiewater. Chloride is een goede gidsparameter.
Chloride is evenals andere zouten (Na^+, K^+, Ca^{2+}, Mg^{2+} en SO_4^{2-}) niet giftig. Bij hoge concentraties wordt water niet geschikt voor drink-, proces- en koelwater.
Uit het Landelijk meetnet grondwaterkwaliteits-metingen kunnen de volgende achtergrondwaarden voor een diepte van 25 m -mv worden afgeleid:

- 15 tot 54 mg/l (Achterhoek);
- 1 tot 200 mg/l (Oost-Nederlannd);
- 25 tot 18000 mg/l (West-Nederland).

Bij de stortplaats is op basis van waarnemingen aan peilbuis 8 een actiewaarde van 35 mg/l afgeleid.
In leidingwater is de grenswaarde 150 mg/l.
De laagste IKC-L relevante norm 300 mg/l (beregening groente en fruit).
Op basis van het bovenstaande wordt voor chloride een aangepaste actiewaarde voorgesteld van 300 mg/l.

Ammonium
Ammonium is een mobiel ion, die beperkt geadsorbeerd wordt aan kleideeltjes en aan organische stof. De mobiliteit van ammonium is derhalve relatief hoog. Ammonium komt van nature voor in grondwater en maakt deel uit van de stikstofkringloop.
Ammonium komt in hoge concentraties voor in dierlijke mest en sommige kunstmest soorten. In oppervlaktewater stimuleert ammonium algenbloei gestimuleerd.
Onder door de hoge veedichtheid in Nederland komt ammonium in regenwater voor (2 mg/l). Door beleidsmaatregelen (verzurings/vermestingsbeleid) neemt de ammonium-emissie naar de luchtfase af.

Ammonium is bij hoge concentraties in de gasfase (> 20 mg/m^3 lucht) irriterend op de longen. Bij zeer hoge inname (bv. inslikken pure ammonia) treedt schade aan longen, nier en hart op. Over de toxiciteit bij lage concentraties is helaas weinig bekend.

Ammonium wordt in de bodem met zuurstof omgezet in nitraat (nitrificatie). Nitraat vormt een probleemstof. Bij inname van hoge concentraties kan in de maag nitraat via nitriet worden omgezet in kankerverwekkende nitrosamines. Daarnaast zijn baby's gevoelig voor te hoge concentraties (blue-baby's). De drinkwaternorm voor nitraat ligt op 50 mg/l.

In agrarisch gebied is de nitraat concentratie in het grondwater verhoogd. In enkele zandgebieden in Oost- en Zuid-Nederland is de nitraatconcentratie dermate hoog dat het water niet geschikt is voor menselijke consumptie.

Uit het Landelijk meetnet grondwaterkwaliteits-metingen kunnen de volgende achtergrondwaarden voor ammonium bij een diepte van 25 m -mv worden afgeleid:

- 0,01 tot 2,8 mgN/l (Achterhoek);
- 0,01 tot 13 mgN/l (Oost-Nederland);
- 0,01 tot 78 mgN/l (West-Nederland).

Bij de stortplaats is op basis van waarnemingen in 1998 aan peilbuis 8 een actiewaarde van 0,12 mgN/l afgeleid. Omdat slechts tweemaal waarnemingen zijn uitgevoerd kan de actiewaarde in de toekomst nog wijzigen.

In de directe omgeving van de stortplaats wordt geen grondwater onttrokken voor menselijke consumptie en voor veedrenking. In het register van de provincie zijn geen onttrekkingsputten geregistreerd. Daarnaast is door de Regio veelvuldig aan de omwonenden verzocht om eventueel onttrekkingsputten te melden.
In leidingwater is de grenswaarde 0,16 mgN/l. Voor akkerbouw en grasland is geen attenderingswaarde beschikbaar omdat voor deze gewassen ammonium een meststof is. Gelet op het bovenstaande en het bodemgebruik akkerbouw en bospercelen wordt voor ammonium een aangepaste actiewaarde voorgesteld van 10 mg/l.

Bovenafdichtingsplan

Stortplaats 'De Langenberg' te
Zelhem

opdrachtgever: Regio Achterhoek

Grontmij Advies & Techniek bv, adviesgroep Bodem
Houten, 14 augustus 1998 doc.: 98001984.doc/jg o.n.: 12.7388.2

Grontmij

Inhoudsopgave

1 Inleiding 4
1.1 Algemeen 4
1.2 Doelstelling 4
1.3 Opbouw rapport 4

2 Basisgegevens 5
2.1 Huidige situatie 5
2.2 Vergunningensituatie 5
2.3 Vormgeving 5

3 Toepasbare materialen 6
3.1 Algemeen 6
3.2 Afdeklaag 6
3.3 Drainagelaag 6
3.4 Afdichtingslagen 8
3.4.1 Algemeen 8
3.4.2 Kunststof folies 8
3.4.3 Minerale lagen 10
3.5 Steunlaag 12
3.6 Voorlopige voorkeursconstructie 13

4 Aanleg bovenafdichting 15
4.1 Vormgeving 15
4.2 Steunlaag 15
4.3 Minerale afdichtingslaag 15
4.4 Folie 16
4.5 Drainagelaag 16
4.6 Afdeklaag 17
4.7 Kwaliteitscontrole 17
4.8 Tijdstip aanleg bovenafdichting 17

5 Drainagesysteem en waterafvoer 18
5.1 Algemeen 18
5.2 Drainagestelsel 18
5.3 Opvang neerslagwater 19
5.4 Infiltratiebekken 23

6 Teenconstructie 25

7 Stortgas 26
7.1 Opbouw van het huidige systeem 26
7.2 Aanvulling van het huidige systeem 26

8 Afvoer verontreinigd water 27
8.1 Algemeen 27
8.2 Percolaat 27
8.3 Verontreinigd grondwater 27
8.4 Perswater 27
8.5 Condenswater 27

Literatuurlijst

Inhoudsopgave (vervolg)

Verantwoording

Bijlage 1 Ligging locatie

Bijlage 2 Huidige situatie en voorgestelde eindvorm (tek. nr. 44A-)

Bijlage 3 Gegevens materialen

Bijlage 4 Lay-out waterafvoer (tek. nr. 44A-22983)

Bijlage 5 Principe details eindafwerking (tek. nr. 44A-23110)

1 Inleiding

1.1 Algemeen

Het bovenafdichtingsplan is één van de detailplannen dat is opgesteld in het kader van de vergunningsaanvraag voor de eindafwerking van de stortplaats 'De Langenberg' te Zelhem.

1.2 Doelstelling

Doel van het bovenafdichtingsplan:

- het maken van een globaal ontwerp van de bovenafdichting;
- keuzen maken met betrekking tot toe te passen materialen;
- basis te vormen voor op te stellen bestekken.

1.3 Opbouw rapport

In hoofdstuk 2 worden de basisgegevens weergegeven. In hoofdstuk 3 worden toepasbaar materialen toegelicht en wordt een voorkeursconstructie voorgesteld. In hoofdstuk 4 wordt ingegaan op de aanleg van de bovenafdichting. In hoofdstuk 5 wordt het regenwaterafvoersysteem ontworpen. In hoofdstuk 6 wordt de teenconstructie weergegeven. In hoofdstuk 7 wordt ingegaan op noodzakelijke aanpassing van het gasopvangsysteem. In hoofdstuk 8 worden de verschillende verontreinigde waterstromen beschreven.

2 Basisgegevens

2.1 Huidige situatie

In bijlage 1 is de ligging van de locatie weergegeven. De bestaande maaiveldhoogten zijn ingemeten d.d. 12-12-1997 weergegeven in bijlage 2.

Het huidig stortterrein is in drie verschillende deellocaties onder te verdelen. Fase 1 betreft de noordelijke stortplaats (5,7 ha). In 1966 heeft hier een ontgronding plaatsgevonden. Vanaf 1967 is aanvankelijk alleen door de gemeente Zelhem en later door meerdere gemeenten afval gestort zonder milieubeschermende voorzieningen.
Fase 2 (7,96 ha) is ontgrond in 1972. Vanaf 1972 is hier afval gestort zonder milieubeschermende voorzieningen.
Vanaf medio 1989 is afval gestort op het IBC-gedeelte, fase 3 (9,40 ha). Deze fase is sinds medio 1996 geheel volgestort.

Voor verdere gegevens betreffende de terreinsituatie, bodemopbouw en grondwaterhuishouding wordt verwezen naar de rapporten 'Nader onderzoek stortplaats De Langenberg te Zelhem', d.d. januari 1996 (Grontmij, 1996a), en 'Saneringsonderzoek stortplaats de Langenberg te Zelhem', d.d. april 1996 (Grontmij, 1996b).

2.2 Vergunningensituatie

De bovenafdichting van stortplaats 'De Langenberg' moet voldoen aan de eisen zoals opgenomen in de huidige afvalstoffenwetvergunning, besluit d.d. 27 maart 1990 nr. MW90.16373-MW2114.

Overeenkomstig de voorschriften uit de afvalstoffenwetvergunning moet de aan te brengen bovenafdichtingsconstructie voldoen aan de volgende eisen:
- een leeflaag, bestaande uit een laag schone grond van tenminste 1 meter dikte;
- een drainagelaag;
- een vloeistofdichte laag, bestaande uit een zand/bentonietmengsel (dikte ten minste 0,20 meter en doorlatendheid van minder dan 10^{-10} m/s) en een folie van HDPE, dan wel gemodificeerd HDPE;
- een steunlaag, bestaande uit zand, ter dikte van 0,30 meter.

De provincie heeft aangegeven de vigerende vergunningvoorschriften in de nieuw aan te vragen vergunning aan te passen aan (meer recente) eisen uit het Stortbesluit (Staatsblad, 1993) en de Leemtewet (Staatsblad, 1997), waarbij rekening wordt gehouden met de resultaten van het 'Nader onderzoek Stortplaats De Langenberg te Zelhem' (Grontmij, 1996a) en het 'Saneringsonderzoek Stortplaats De Langenberg te Zelhem' (Grontmij, 1996b).

2.3 Vormgeving

De vormgeving van de stortplaats dient het functioneren van de aan te leggen bovenafdichting niet te belemmeren. Met name zijn de taluds van belang. Een te steil talud levert grote uitvoerings- en onderhoudstechnische problemen op. Tevens dienen ingesloten lagen te worden voorkomen.
De uiteindelijke vormgeving van de stortplaats, zoals beschreven in het op te stellen Landschapsplan, voldoet aan deze eisen. In bijlage 2 is vooruitlopend op het landschapsplan een tekening van de uiteindelijke (globale) vormgeving opgenomen

3 Toepasbare materialen

3.1 Algemeen

In dit hoofdstuk zijn materialen geïnventariseerd die in principe toepasbaar zijn in de bovenafdichting. Uitgaande van de opbouw van de bovenafdichting zoals die in § 2.2 is geformuleerd, resulteert dit voor elke bovenafdichtingslaag in een voorkeursconstructie.

In bijlage 3 worden de eigenschappen van de materialen nader gespecificeerd voor wat betreft de milieutechnische, uitvoeringstechnische en financiële aspecten. Op basis van deze materiaalgegevens vindt in dit hoofdstuk een afweging plaats tussen de materiaalvarianten. Dit leidt ten slotte tot de keuze voor een bepaalde voorkeursconstructie. De toetsingscriteria die daarbij worden gehanteerd, zijn onderverdeeld in milieutechnische, uitvoeringstechnische, financiële en procedurele criteria. De criteria kunnen per laag verschillend zijn. Per criterium zijn scores in de vorm van +, o of - gegeven. Deze scores vergelijken de varianten met elkaar op grond van de toegepaste criteria.

3.2 Afdeklaag

Functie

De afdeklaag dient als gebruikslaag tijdens de eindbestemming, als stand- en groeiplaats voor de vegetatie en als bescherming van de onderliggende drainagelaag en afdichtingslagen.

Functionele eisen

De eisen die zowel aan de dikte als aan de samenstelling van de afdeklaag worden gesteld, hangen samen met de vochtvoorziening van de vegetatie (de hoeveelheid beschikbaar vocht moet minimaal 150 mm bedragen) en het eindgebruik van de stortplaats. De minimale dikte van de afdeklaag bedraagt 80 cm. Bij beplanting met struiken is een laagdikte van tenminste een meter vereist en bij boombeplantingen kan zelfs een dikte van circa 1,50 m noodzakelijk zijn. De infiltratiecapacteit dient minimaal 0,018 m/uur te bedragen, hetgeen overeenkomt met een doorlatendheid van 0,5 m/etmaal.

De grond voor de afdeklaag dient te voldoen aan de volgende eisen:

- grond dient te bestaan uit gebiedseigen grond;
- matig leemarm tot zwak lemig zand (leemfractie 5-18%, M50-cijfer 150-400 mm). Voor de bovenste 0,30 m dient het organischstofgehalte hoger te zijn dan 3%;
- niet fysisch verontreinigd is met puin, glas, sintels, slakken, etcetera;
- de chemische samenstelling dient te voldoen aan de eisen zoals geformuleerd voor categorie 1 grond in het IPO-beleid 'Werken met secundaire grondstoffen' (3e en geactualiseerde druk, juni 1997).

3.3 Drainagelaag

Functie

De drainagelaag heeft als hoofdfunctie de afvoer van het overtollige neerslagwater. Tevens beschermt de drainagelaag de onderliggende afdichtingslagen tegen beschadiging door indringing van plantewortels en graafactiviteiten van bodemdieren.

Functionele eisen
De doorlaatfactor van de drainagelaag dient minimaal 5 m/dag te bedragen (Hoeks et al. 1990). De drainagelaag moet bestand zijn tegen worteldoorgroei en knaagdieren.

Materialen
Voor de drainagelaag zijn twee materialen beschikbaar: drainagezand met drains en drainagematten.

1. Drainagezand is zand met een zodanige samenstelling en textuur dat het geschikt is voor de afvoer van regenwater. De drains zorgen voor een snelle afvoer van het regenwater en voorkomen een sterke opbolling van water bovenop de afdichtingslagen. De dikte van de zandlaag dient 0,3 m te bedragen. Beschadiging door graven van bodemdieren kan worden tegengegaan door humusarm zand toe te passen (organische-stofgehalte <3%). Indringing van plantewortels wordt voorkomen door het drainagezand te verdichten tot een maximaal poriënvolume van 40%. Dit komt gemiddeld neer op een soortelijkgewicht van 1600 kg/m^3;
2. een drainagemat bestaat uit twee geotextielen (vliezen) met daartussen een drainerende laag. De dikte bedraagt één tot enkele centimeters.

Op basis van de materiaalgegevens uit bijlage 3 geeft onderstaande tabel de beoordeling van drainagezand en drainagemat weer.

Tabel 3.1: Beoordeling drainagezand en drainagemat

	Drainagezand met drains	Drainagemat
• milieutechnische aspecten		
– doorlaatvermogen	+	+
– controleerbaarheid en onderhoud	+	-
– duurzaamheid	+	o
– bescherming afdichtingslaag	+	-
• uitvoeringstechnische aspecten		
– stabiliteit talud	+	+
– ruimtebeslag teen	-	+
• financiële aspecten	o	o

\+ *positief*
o neutraal
\- *negatief*

Uit de beoordeling blijkt dat drainagezand met drains beter scoort dan drainagematten voor wat betreft de criteria controleerbaarheid, onderhoud, duurzaamheid en bescherming van de afdichtingslaag. Drainagematten scoren beter ten aanzien van het ruimtebeslag in de teen: vanwege de geringe dikte van de matten wordt in de teen minder ruimte ingenomen. Omdat aan het aspect duurzaamheid en bescherming afdichtingslaag een hoger gewicht wordt toegekend dan aan het aspect ruimtebeslag, gaat de voorkeur uit naar het toepassen van drainagezand met drains in de drainagelaag

Materiaaleisen drainagezand
Het drainagezand moet voldoen aan de kwalificatie 'draineerzand' volgens de Standaard RAW bepalingen 1995 artikel 23.16.01. De doorlaatfactor dient minimaal 5 m per dag te bedragen. Omdat het zand op de folie wordt aangebracht, geldt tevens de eis dat het gehalte aan minerale delen op zeef C5,6 ten hoogste 0,0% (m/m) mag bedragen en dat op zeef C4 ten hoogste 0,5% (m/m).

De bepaling moet worden uitgevoerd volgens proef 6,0 van de Standaard RAW Bepalingen 1995.

3.4 Afdichtingslagen

3.4.1 Algemeen

Functie

De afdichtingslagen, die worden gevormd door een kunststof folie en een minerale laag, hebben als belangrijkste functies het voorkomen van infiltratie van regenwater in het stortlichaam en van uittreding van stortgas naar de atmosfeer.

Functionele eisen

De kunststof folie dient minimaal 2 mm dik te zijn en te voldoen aan diverse richtlijnen die voor de toepassing van folies in stortplaatsen zijn opgesteld (KIWA, 1995; TNO, 1991; TNO, 1993).

De minerale afdichting mag maximaal een doorlatendheid hebben van 20 mm per jaar onder ontwerpomstandigheden (VROM, 1991). Onder ontwerpomstandigheden wordt verstaan:

- een zuigspanning onder de bovenafdichting van 0,5 m;
- een waterkolom op de bovenafdichting van 0,5 m;
- een lekkageperiode van 200 dagen.

3.4.2 Kunststof folies

Polyetheen (PE) is (tot nu toe) het enige materiaal dat in aanmerking komt voor toepassing als afdichtingslaag in de bovenafdichting. Al naar gelang het vervaardigingsproces van de PE-grondstof kan relatief stijf (hoge dichtheid of high density) tot zeer flexibel (lage dichtheid of low density) polyetheen worden gemaakt. Ook kunnen polymeren worden toegevoegd om de flexibiliteit en verwerkbaarheid te vergroten (gemodificeerde of flexibele PE) en profileringen worden aangebracht om de stabiliteit op taluds te vergroten. De volgende typen PE kunnen worden onderscheiden: HDPE, HDPE-flex LLDPE en VLDPE. Daar de eigenschappen van LLDPE en VLDPE grotendeels overeenkomen worden ze samen behandeld en moet daar waar 'VLDPE' staat, 'VLDPE en LLDPE' worden gelezen.

1. HDPE (high-density-polyetheen) is het materiaal waar zeer veel ervaring mee is opgedaan in stortplaatsen (meer dan tien jaar). Het materiaal is qua flexibiliteit in vergelijking met HDPE-flex en VLDPE het minst soepel. HDPE heeft van de typen PE de beste chemische weerstand tegen aromatische en gechloreerde koolwaterstoffen en oplosmiddelen (apolaire verbindingen) en de geringste permeatie (door diffusie) voor deze stoffen. De gevoeligheid voor spanningscorrosie (dit is de gecombineerde werking van milieu en spanning die leidt tot versneld falen; andere termen zijn milieuspanningsbrosheid en environmental stress-cracking) is relatief hoog. HDPE voldoet aan de folieprotocollen (TNO, 1991, TNO, 1993);
2. HDPE-flex (gemodificeerde HDPE met copolymeer) is een nieuwere PE (ongeveer tien jaar oud). Door de toevoeging van het copolymeer is de flexibiliteit van HDPE-flex groter dan van HDPE. Hierdoor is het materiaal eenvoudiger te verleggen. Daarentegen is in de praktijk gebleken dat HDPE-flex kritisch is ten aanzien van de lasomstandigheden. Relatief geringe afwijkingen leveren een kwalitatief mindere las op.
   HDPE-flex is in Nederland vaak toegepast. De chemische resistentie tegen en de permeatie voor de verbindingen als hierboven genoemd bij HDPE-folie, zijn iets lager (onder extreme laboratoriumomstandigheden).

De gevoeligheid voor spanningscorrosie is lager dan bij HDPE. Voor HDPE-flex zijn eisen opgenomen in de folieprotocollen (TNO,1991; TNO,1993);

3. VLDPE (very-low-density-polyetheen) en LLDPE (lineair-low-density-polyetheen) zijn de nieuwste PE's. Het is zeer flexibel waardoor de verwerkbaarheid en de lange-duursterkte beduidend hoger zijn dan HDPE-flex en HDPE. De chemische resistentie tegen en de permeatie voor de verbindingen als hierboven genoemd bij HDPE-folie, zijn lager dan bij HDPE en HDPE-flex (onder extreme laboratoriumomstandigheden). De gevoeligheid voor spanningscorrosie blijkt laag te zijn.

Op basis van de gegevens uit bijlage 3 geeft onderstaande tabel de beoordeling weer.

Tabel 3.2: ***Beoordeling folies***

	HDPE	HDPE-flex	VLDPE
• milieutechnische aspecten			
– waterdoorlatendheid	+	+	+
– gasdoorlatendheid	+	+	+
– doorlatendheid van chemicaliën	+	+/o	o
– chemische bestendigheid	+	+/o	o
– mechanische sterkte korte duur	+	+	+
– mechanische sterkte lange duur			
▪ rek <5%	+	+	+
▪ rek 5-10%	-/o	+/o	+
▪ rek 10-20%	-	-	+
– spanningscorrosie	o/+	+	+
– controleerbaarheid	o	o	o
– duurzaamheid	o	o/+	+
• uitvoeringstechnische aspecten			
– uitvoerbaarheid	o	o/+	+
– weersgevoeligheid	o	oo	
– stabiliteit op talud	o	o	o
– praktische ervaring	+	+	+
• financiële aspecten	o	o	o

\+ *positief*
o neutraal
\- *negatief*

Uit de beoordeling blijkt dat de aspecten lange-duursterkte, spanningscorrosie en uitvoering scoren in de volgorde: VLDPE >HDPE-flex >HDPE. De chemische resistentie tegen aromatische en gechloreerde koolwaterstoffen en oplosmiddelen (apolaire verbindingen) en de permeatie (door diffusie) voor deze stoffen scoren in de volgorde: HDPE >HDPE-flex >VLDPE.
Aan de aspecten lange-duursterkte en spanningscorrosie wordt bij toepassing in bovenafdichtingen een hoger gewicht toegekend dan aan de aspecten chemische bestendigheid en permeatie door diffusie. Folies zijn namelijk in de bovenafdichting meer onderhevig aan zakkingsverschillen dan aan chemische invloeden.
Op grond hiervan gaat de voorkeur uit naar de toepassing van VLDPE of LLDPE, als meest geschikte folie voor toepassing in een bovenafdichting.

Optioneel is het gebruik van geo-elektrische controle van de folielaag. Een geo-elektrisch controle kan als eenmalige controle (bij oplevering) op de integriteit van de folieconstructie worden toegepast en als systeem waarmee een permanente controle op het functioneren van de afdichtingsconstructie mogelijk is. Bij deze methode wordt met behulp van elektroden het potentiaalverschil bepaald aan de onder- en bovenzijde van de folie. Hiermee kunnen beschadigingen worden gelocaliseerd in de folieconstructie. De eenmalige controle wordt in enkele landen incidenteel toegepast. Voor zover bekend wordt deze methode in Nederland alleen bij onderwater-toepassingen van folieconstructies toegepast.
De permanente controle is in het teststadium. De resultaten tot nu toe zijn wisselend. De belangrijkste nadelen zijn naast de hoge investerings- en beheerskosten, onzekerheden met betrekking tot de duurzaamheid (systeem moet langer functioneren dan folieconstructie), onderhoud (slecht bereikbaar, hoge kosten) en betrouwbaarheid (vals alarm). Reden om een permanent systeem niet toe te passen. In het besteksstadium zal een afweging plaatsvinden of een eenmalige elektrische controle een zinvolle toevoeging is op het controleprogramma.

Materiaaleisen folie
De eisen te stellen aan de VLDPE- of LLDPE-folie zijn conform het gestelde in de KIWA Beoordelingsrichtlijn-K546/01 'Afdichtingsfolies van lage dichtheid polyetheen (PE-LD + PE-LLD) zonder versterking' (Kiwa, 1995). In aanvulling hierop of afwijking hiervan worden de volgende eisen gesteld:

- minimale foliebreedte: 7 m;
- effectieve foliedikte: 2,0 mm;
- dichtheid granulaat: ≥915 kg/m^3;
- lasdraad ten behoeve van extruder lassen: zelfde granulaat als de folie;
- lasstrookbescherming: 0,15 m aan beide zijden van de folie aan onder en bovenzijde;
- biaxiale rek: ≥100% (bepaald volgens DIN 53373);
- rek bij breuk: ≥700%;
- roetgehalte: ≥2%;
- trekslagsterkte: ≥1.000 kJ/m^2.

De producent van de folie en de producent van de grondstoffen van de folie dient te zijn gecertificeerd overeenkomstig: ISO-9002.

De wrijvingsweerstand van de folie dient aantoonbaar voldoende te zijn voor de in het werk voorkomende taluds.
De buitentaluds van de stortcompartimenten zullen voor het grootste deel op een maximale helling van 1:3 worden afgewerkt. Korte taluds kunnen zonodig wat steiler worden afgewerkt.

3.4.3 Minerale lagen
Op dit moment zijn in Nederland de volgende minerale materialen voor het vervaardigen van een afdichtingslaag voorhanden: zand-bentoniet, klei, triso-plast en bentonietmatten:

1. zand-bentoniet is een mengsel van zand en bentoniet (een kleimineraal). Door menging van het zand en de bentoniet en water worden de poriën tussen de zandkorrels met bentoniet opgevuld. Bij bevochtiging zwelt het kleimineraal (montmorilloniet) sterk, waardoor de poriën worden afgesloten en een waterdichte laag ontstaat. De benodigde dikte (om te voldoen aan de lekkage-eis van 20 mm/jaar) bedraagt ongeveer 0,25 m. Zandbentoniet is tot nu toe het meest toegepaste en ook meest geaccepteerde minerale afdichtingsmateriaal in Nederland. Desondanks bestaan er nog veel witte vlekken ten aanzien van het gedrag van zand-bentoniet. Op dit moment wordt er gewerkt aan een inventarisatie van deze vlekken. Aansluitend zal aanvullend onderzoek worden uitgevoerd;

2. de kleisoorten die kunnen worden toegepast zijn voornamelijk tertiaire kleien zoals Boomse klei, Tegelse klei, Reuverse klei en Brunsummer klei. De waterdichte werking berust op de zweleigenschappen van kleimineralen uit de smectietengroep. De benodigde laagdikte (om te voldoen aan de lekkage-eis van 20 mm/jaar) is ongeveer 0,40 m.Boomse klei uit Winterswijk vormt, afgezien van beschikbaarheid, voor de stortplaats 'De Langenberg' wellicht een aantrekkelijk alternatief vanwege de relatief beperkte transportafstand tussen circa 30-40 km;
3. trisoplast is een mengsel van bentoniet, een polymeer en zand. Het is een nieuw product (ongeveer drie jaar oud) waarvoor onlangs protocollen zijn opgesteld voor de toepassing in onder- en bovenafdichtingen in stortplaatsen (Grontmij, 1996). De waterdoorlatendheid is dermate gering dat in theorie volstaan kan worden met zeer geringe laagdikten. Om te compenseren voor de spreiding in laagdikte bij de aanleg is een minimale ontwerpdikte van 0,08 m gewenst. De lekkage bij deze laagdikte bedraagt maximaal 10 mm/jaar. VROM heeft bij brief aangegeven dat Trisoplast gelijkwaardig is aan zand-bentoniet;
4. bentonietmatten zijn fabrieksmatig geproduceerde vloeistof remmende lagen, bestaande uit pure bentoniet met aan weerszijden geotextielen en/of geomembranen die verbonden worden door naaldprikken, vernaaiing of verlijming. De dikte van de matten is gering (circa 0,01 m). De matten kunnen handmatig, snel en zonder verdichting worden aangebracht. In Nederland is weinig ervaring met bentonietmatten op stortplaatsen, in tegenstelling tot de VS, waar bentonietmatten veelvuldig zijn toegepast. Door CUR-commissie C93 is geconcludeerd (CUR, 1997) dat bentonietmatten toegepast in combinatie-(boven-)afdichtingen ten minste gelijkwaardig kunnen zijn aan zandbentoniet ten aanzien van de volgende aspecten:
   - taludstabiliteit;
   - duurzaamheid;
   - procesmatige verwerkbaarheid.

   De waterdoorlatendheid verschilt per bentonietmat en moet per mat in beeld worden gebracht;
5. naast bovenstaande materialen is het tevens mogelijk met vormzand een afdichtingsmateriaal te maken. Goede ervaringen zijn opgedaan met zowel bijmenging met bentoniet als met bijmenging met trisoplast. De stortplaats Meerendonk te 's Hertogenbosch is voorzien van een afdichtingslaag bestaande uit vormzand. Alvorens vormzand kan worden toegepast zal een vooronderzoek nodig zijn.

Op basis van de gegevens uit bijlage 3 is in de onderstaande tabel de afweging beoordeling weergegeven. In de tabel is ook een beoordeling gegeven voor het criterium 'acceptatie door bevoegd gezag'.

Tabel 3.3: Beoordeling minerale afdichtingsmaterialen

	zand-bentoniet	trisoplast	klei	bentoniet-mat	vormzand
• milieutechnische aspecten					
– waterdoorlatendheid	o	+	o	o	o
– gasdoorlatendheid	o	+	o	o	o
– doorlatendheid van					
– chemicaliën (permeatie)	o	o	o	o	o
– chemische bestendigheid	o	+	o	o	o
– plasticiteit	-	+	+	+	-
– controleerbaarheid	o	o	o	o	o
– duurzaamheid	o	+	o	o	o
• uitvoeringstechnische aspecten					
– uitvoerbaarheid	o	o/+	o	+	o
– weersgevoeligheid	o	o	o	o/+	o
– stabiliteit op talud	o	o	o/+	o	o
– praktische ervaring	+	+	+	o	+
– ruimtebeslag teen	-	o	-	+	-
• financiële aspecten	o	o	o	+	+
• procedurele aspecten/acceptatie bevoegd gezag	+	+	+	o	o

\+ *positief*
o *neutraal*
\- *negatief*

Uit de beoordeling blijkt dat Trisoplast betere milieutechnische kwaliteiten heeft dan zand-bentoniet, vormzand en/of bentonietmatten. De voordelen zijn een lagere doorlatendheid (met ongeveer een factor 10), een grote plasticiteit, een grotere chemische stabiliteit, een geringe gasdoorlatendheid en het ruimtebeslag in de teen.

Het voordeel van de bentonietmatten is de eenvoudige wijze van uitvoering, het geringe ruimtebeslag en de fabrieksmatige productie waarmee een constante productkwaliteit kan worden geleverd. Daarnaast leveren bentonietmatten een financieel voordeel op.

Het voordeel van vormzand is het feit dat een afvalproduct nuttig wordt toegepast. Financieel is vormzand aantrekkelijk, echter mogelijk wordt een afvalstoffenheffing geheven hetgeen de toepassing niet aantrekkelijk maakt. Overleg met de Belastingdienst is noodzakelijk.

Op grond van het voorgaande wordt vooralsnog de voorkeur uitgesproken voor de toepassing van Trisoplast als minerale afdichtingslaag.

Materiaaleisen Trisoplast
Trisoplast moet voldoen aan de eisen gesteld in de 'Protocollen Trisoplast' (Grontmij, 1996).

3.5 Steunlaag

Functie
De steunlaag dient als werkvloer voor de bovenliggende lagen (klankbodemfunctie) en als doorlaatmedium voor stortgas. Tevens beschermt de steunlaag de bovenliggende lagen tegen indringing van voorwerpen vanuit de stortplaats.

Functionele eisen
De steunlaag moet voldoende stevigheid hebben en kunnen worden verdicht om een goede werkvloer te krijgen voor het aanbrengen van de minerale laag.

De steunlaag moet tevens een goede stortgasdoorlatendheid bezitten. De laagdikte dient minimaal 0,30 m te bedragen.

Materialen
Materiaal voor de steunlaag kan zijn redelijk tot goed doorlatend zand (zand in zandbed). Dit zand moet voldoen aan de eisen van artikel 22.06.03 van de Standaard RAW Bepalingen 1995. De gehalten aan verontreinigende stoffen moeten beneden de grenzen liggen van de BAGA (Besluit Aanwijzing Gevaarlijke Afvalstoffen).

Naast zand is het tevens mogelijk andere materialen toe te passen in de steunlaag. Hierbij valt te denken aan zeefzand, slakken, de zandige baggerspecie of gebroken puin. Voorwaarde is dat deze materialen vergelijkbare fysische en milieuhygiënische eigenschappen hebben als te stellen aan het zand.

Van de huidige afdekking van de stortplaats moet worden geverifieerd of deze geschikt is als steunlaag.

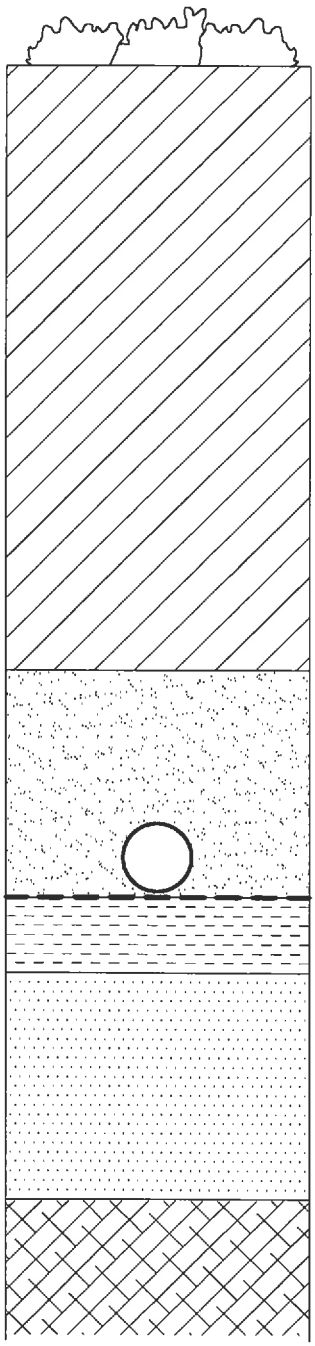
3.6 Voorlopige voorkeursconstructie

Op grond van de afwegingen die in de vorige paragrafen zijn gemaakt, wordt voor de stortplaats 'De Langenberg' vooralsnog de voorkeur gegeven aan de volgende bovenafdichtingsconstructie.

Tabel 3.4: Voorkeursvolgorde bovenafdichting

bovenafdichtingslaag	voorkeursmateriaal	
afdeklaag	0,8 - 1,0 m	afdekgrond
drainagelaag	0,3 m	drainagezand
kunststof folie	2 mm	VLDPE- of LLDPE-folie
minerale afdichting	0,08 m	Trisoplast
steunlaag	0,3 m	zand/grond

In figuur 3.1 is schematisch de opbouw van de voorkeursconstructie weergegeven.



Vegetatie

leeflaag

drainagelaag (zand)
incl. drain

folie-laag (VLDPE/LLDPE)

trisoplastlaag (of bentonietmat)

steunlaag (zand/grond)

afval

Voorkeursconstructie bovenafdichting

schaal 1:100 o.n. 1273882 / 1077-98 figuur 3.1

T:\BoWaProj\CAD_PROJ\PROJECT\ZELHEM\1273882\BOVENAF.DWG plotdatum: 98.08.13 _ 14:01

4 Aanleg bovenafdichting

4.1 Vormgeving

De vormgeving van de stortplaats mag het functioneren van de aan te leggen bovenafdichting niet belemmeren. Daarbij gelden de volgende randvoorwaarden:

- de taluds mogen niet steiler zijn dan 1:3;
- er mogen geen ingesloten laagten voorkomen waarin regenwater kan blijven staan;
- vlakke gedeelten moeten worden voorkomen door de bovenzijde van het stort met een bolling of afschot van minimaal 3% aan te leggen.

4.2 Steunlaag

De steunlaag dient als volgt te worden aangelegd:

- huidige afdekking verwijderen tot een resterende dikte van circa 0,2 m (basislaag);
- de basislaag moet worden verdicht met een wals;
- de gasdrains worden in een grofzand- of betonpuinomhulling (0,4 x 0,4 m) in de basislaag aangebracht;
- na verwerken dient de steunlaag te worden verdicht tot minimaal 95% van de maximale proctordichtheid. De indringingsweerstand moet minimaal 1,5 MPa bedragen (bepaald met een handsondeerapparaat met een conusoppervlakte van 1 cm^2 en de tophoek van 60°). De verdichting dient onder normale vochtomstandigheden te worden bepaald;
- de steunlaag dient vlak te worden afgewerkt (+/- 0,02 m), omdat anders grote spreidingen in de dikte van de overige aan te brengen lagen het gevolg kunnen zijn. Eventueel aanwezige oneffenheden dienen te worden uitgevlakt;
- nadat de steunlaag is aangebracht, verdicht en vlak afgewerkt, moeten de opeenvolgende lagen binnen relatief korte perioden worden aangebracht om erosie (met name op de taluds) en onwerkbare situaties te voorkomen.

Indien de draagkracht van de steunlaag onvoldoende is, dient op de steunlaag een geotextiel te worden verwerkt. Hierbij valt te denken aan een woven geotextiel van PP met een breuksterkte van 40 kN/m.

4.3 Minerale afdichtingslaag

De aanleg van Trisoplast moet voldoen aan 'Protocollen Trisoplast ten behoeve van boven- en onderafdichtingen' (Grontmij, 1996).

Het aanleggen van een proefvak is wenselijk. Dit proefvak maakt deel uit van het totale werk. Op dit eerste deel van het werk is de controle en keuring van de aanleg van de bovenafdichting intensiever, teneinde een optimale werkwijze te verkrijgen en de kans op afkeuringen te minimaliseren. Aan de hand van de resultaten van het proefvak moet worden aangetoond dat met de voorgestelde werkwijze(n) kan worden voldaan aan de gestelde eisen uit bestek en vooronderzoek. Tijdens de aanleg van het proefvak dient de werkwijze verder te worden geoptimaliseerd.

Het proefvak is onderdeel van het totale werk en dient te voldoen aan de eisen gesteld in het bestek. De resultaten van het proefvak dienen schriftelijk beschikbaar en goedgekeurd te zijn door de directie voordat met de eigenlijke uitvoering een start wordt gemaakt.

De situering van het proefvak dient wat betreft helling en opbouw van de ondergrond representatief te zijn voor het gehele af te dichten oppervlak. Per te toetsen wijze van werken, dient een oppervlakte te worden aangelegd van minimaal 500 m^2. In overleg met de directie worden de verschillende te toetsen werkwijzen bepaald.

De volgende resultaten verkregen bij de aanleg van het proefvak, dienen minimaal te worden vastgelegd in een protocol:
- de wijze van uitvoering en eventuele varianten;
- de gebruikte hulpmiddelen en ingezet materieel;
- de mengverhouding van de grondstoffen;
- de gemiddeld gehaalde en maximaal haalbare verdichting;
- de spreiding in de laagdikte in relatie tot de wijze van verwerking;
- de laagdikte voor en na verdichting;
- de visuele kwaliteit van de aangebrachte laag;
- de homogeniteit van het verwerkte mengsel (mengkwaliteit);
- de weersinvloeden;
- de kwaliteit van de onderbouw.

Op basis van de resultaten van het proefvak kan de wijze van uitvoering eventueel worden aangepast.

4.4 Folie

De verwerkingswijze van de folie moet voldoen aan de 'Protocollen voor het toepassen van kunststof geomembranen ten behoeve van bodembescherming. Deel II Aanleg en acceptatie' (TNO, 1993) en de KIWA-beoordelingsrichtlijn BRL-K 537/02 'Verwerken van kunststof folie' (KIWA, 1995). De verlegger dient gecertificeerd te zijn overeenkomstig deze BRL.

Als aanvulling op het bovengenoemde geldt het volgende:
- direct voor het aanbrengen van de folie moeten eventuele verontreinigingen of plassen op de granulaire laag worden verwijderd;
- de aan elkaar te lassen geomembranen mogen alleen worden gelast als het onderlinge temperatuurverschil kleiner is dan 10° C;
- het toepassen van 'verloren' beschermende constructies is verboden (bijvoorbeeld bij het lassen van de folie);
- graafmachines voor het verwerken van bouwstoffen op de folie moeten zijn voorzien van een gladde bak waarvan de snijrand is voorzien van een rubberen bekleding met een dikte van minimaal 20 mm;
- de definitieve ballastlaag mag bij grote temperatuurverschillen tussen dag en nacht en/of felle zon met als gevolg een hoge folietemperatuur alleen worden aangebracht gedurende de eerste drie uren van de morgen.

4.5 Drainagelaag

De drainagelaag dient als volgt te worden aangelegd:
- voor het aanbrengen van de drains moet eerst het drainagezand worden aangebracht. Hierbij mag de folie en de drainagelaag niet worden bereden om beschadiging van de afdichtingslaag te voorkomen;
- rijbanen over het drainagezand (minimale dikte 0,30 m) moeten zijn voorzien van rijplaten;
- bij verdichten van de drainagelaag dient de conusweerstand minstens 1,8 MPa te bedragen (in verband met het voorkomen van doorgroei van plantewortels). Na verdichten moet het poriënvolume kleiner zijn dan 40%;
- in verband met het instabiele karakter van het zand (niet-cohesief materiaal), de zeer slecht doorlatende afdichtingslaag en de daarmee samenhangende kans op afschuiving moet de drainagelaag zo snel mogelijk (binnen 1 à 2 etmaal) worden afgedekt met de afdeklaag. Deze laag heeft een groter waterbergend vermogen en een grotere weerstand tegen instabiliteit/afschuiven.

4.6 Afdeklaag

De afdeklaag dient als volgt te worden aangelegd:

- het aanbrengen van deze laag dient in ieder geval binnen 1 à 2 etmaal na afwerking van de drainagelaag plaats te vinden;
- het aanbrengen dient onder droge weers- en terreinomstandigheden te gebeuren;
- de opgebrachte afdekgrond moet na het aanbrengen worden losgewoeld. Na woelen dient de indringingsweerstand 1 tot 1,5 MPa te bedragen;
- oppervlakkige erosie wordt voorkomen door na het op dikte brengen van de afdeklaag:
  - de bovenlaag evenwijdig aan de hoogtelijnen los te maken met een frees of cultivator;
  - zo snel mogelijk in te zaaien (bij voorkeur vóór 1 september).

4.7 Kwaliteitscontrole

Tijdens de aanleg van de bovenafdichting dient een goede kwaliteitscontrole te worden uitgeoefend. Een goede controle is noodzakelijk omdat herstel van aanlegfouten zeer kostbaar is. De kwaliteitscontrole wordt uitgevoerd conform de bepalingen uit de Richtlijn dichte eindafwerking (VROM, 1991). De kwaliteitscontrole van de minerale afdichtingslaag dient te worden uitgevoerd overeenkomstig de 'Protocollen Trisoplast ten behoeve van boven- en onderafdichtingen' (Grontmij, 1996). De keuring van de folie dient te gebeuren overeenkomstig de BRL-K537/02 (KIWA, 1995a) en BRL-K546/01 (KIWA, 1995b).

4.8 Tijdstip aanleg bovenafdichting

Het tijdstip waarop de bovenafdichting kan worden aangelegd, wordt bepaald door de zetting van het afvalpakket die optreedt als gevolg van inklinking van het afval door de microbiologische afbraak van organisch materiaal. Uit ervaringen met stortplaatsen blijkt dat na ongeveer drie jaar nadat het storten is beëindigd, de grootste zetting van het afvalpakket is opgetreden en de aanleg van een bovenafdichting verantwoord is.
De fasen 1 (noord) en 2 (zuid) zijn inmiddels zodanig oud dat hierin naar verwachting geen noemenswaardige zetting meer zal optreden.
In fase 3 (IBC) treedt wel nog zetting op (daarnaast zal nog enige zetting optreden tengevolge van het aanbrengen van de bovenafdichtingsconstructie en het verplaatsen van afval)
In december 1997 zijn op het IBC compartiment een aantal zakbakens geplaatst en ingemeten. Tevens zijn op dat tijdstip enkele controle zakbakens geplaatst op het zuidelijke compartiment. Jaarlijks zullen de zettingen worden gerapporteerd en zal een aanbeveling betreffende mogelijke aanleg van de bovenafdichting worden geformuleerd.

5 Drainagesysteem en waterafvoer

5.1 Algemeen

De neerslag die op de bovenafdichting valt, wordt op een gecontroleerde wijze verwerkt.
Op de bovenafdichting vallend water wordt op de volgende wijze verwerkt:

- berging door de begroeiing die op de bovenafdichting staat (gras en/of struiken);
- het overschot zal infiltreren in de afdeklaag/drainagelaag en afgevoerd worden door de drainagestelsel;
- als de infiltratiecapaciteit wordt overschreden zal het overschot tot run-off komen en worden opgevangen in een run-off-greppel/run-off sloot.

De drainagelaag heeft de volgende functies:

- het zorgen voor voldoende ontwatering van de afdeklaag ten behoeve van de stabiliteit (met name in de teen);
- het zorgen voor voldoende ontwatering van de afdeklaag ten behoeve van de vegetatie;
- het creëren van een tijdelijke berging in het ontwateringssysteem met als doel de afvoerintensiteiten over een langere tijd te spreiden.

Het water dat wordt opgevangen in de drainage, run-off sloot en de run-off-greppels wordt afgevoerd naar het infiltratiebekken. In dit bekken kan het water infiltreren in de bodem.

5.2 Drainagestelsel

Het drainagestelsel in de drainagelaag voert het overtollig water in de drainagelaag af naar de run-off sloot/afvoerleiding.
De drains (PE of PP) worden voorzien van een polypropyleen (pp)omhulling (700 µm). De diameter van de drains is 80 mm.
Bij de berekening van de benodigde drainafstand wordt onderscheid gemaakt in twee situaties.

- De taluds
  De drainafstand op de taluds wordt berekend met de formule van Ernst:

$$L^2 = \frac{4k * h^2}{S}(\cos^2(\alpha) + \frac{k}{4S}\sin^2(\alpha)) \qquad (1)$$

met: L = drainafstand (m);
k = doorlatendheid drainagelaag (m/etmaal);
h = maximale opbolling (m);
S = maatgevende afvoer (m/etmaal);
α = hellingshoek talud (graden).

Bij de dimensionering wordt uitgegaan van een maatgevende afvoer van 10 mm/etmaal, een doorlatendheid van de drainagelaag van 5 m/etmaal, een maximale opbolling van 0,5 m en een dikte van de drainagelaag van 0,3 m. De helling van het talud bedraagt 1:3 (= 18,43°). De theoretisch berekende drainafstand bij deze uitgangspunten bedraagt circa 90 m.

- Het bovenvlak
  De drainafstand op het bovenvlak wordt berekend met de volgende formule (de Formule van Ernst is alleen op hellingen toepasbaar):

$$\frac{h}{S} = \frac{L^2}{8 * k * D} \qquad (2)$$

  met: D = dikte drainagelaag (m)
  overige symbolen zie formule (1)

  Uitgaande van een maatgevende afvoer van 10 mm per etmaal en een doorlatendheid van de drainagelaag van 5 m/etmaal, bedraagt de benodigde drainafstand circa 25 m.

Het bovenstaande geeft de lay-out van het drainagestelsel. Bij het ontwerp van het drainagesysteem wordt een zekere veiligheid aangehouden, in de richtlijn dichte eindafwerking wordt een factor van 1,5 aangehouden.
Op het bovenvlak wordt een h.o.h afstand aangehouden van 30 m. De drains worden zoveel mogelijk evenwijdig aan de hoogtelijn gelegd met een beperkt verhang van minimaal 0,2% (2 promille).
Op de taluds worden een drietal ringdrains gelegd, bij de overgang naar het talud, halverwege het talud en op circa 1 m afstand van de run-off voorziening.

De ringdrains worden met elkaar verbonden door middel van gesloten verzamelbuizen (onderlinge afstand 200 m, diameter 125 mm), die loodrecht op de ringdrains staan. De verbinding tussen de ringdrains en de verzamelbuizen bestaat op een aantal plaatsen uit een inspectie- en doorspuitput. Bij het plaatsen van de putten moet ermee rekening worden gehouden dat de maximale doorspuitbare drainlengte 100-150 m bedraagt. De inspectieputten worden op 0,10 m beneden het maaiveldoppervlak afgewerkt (met een tegel) en gemarkeerd met een paal.

5.3 Opvang neerslagwater

Bij korte, hevige regenval is de neerslagintensiteit groter dan de infiltratiecapaciteit van de bodem. Dit heeft tot gevolg dat neerslag oppervlakkig zal afstromen (run-off). Dit water dient aan de teen van het talud in een afvoervoorziening te worden opgevangen. De afvoervoorziening kan bestaan uit een open sloot, een betonnen afvoergoot of een drainleiding. Omdat een open sloot het goedkoopste, beter te controleren en te onderhouden is dan de twee andere mogelijkheden, gaat de voorkeur uit naar een open voorziening, in het vervolg aan geduid als run-off greppel.

Run-off sloot

Voor de afvoer van het run-off-water wordt op de plaatsen waar de afwatering van het drainagestelsel wordt verzorgd door een afvoerleiding, een run-off greppel aangelegd. Deze wordt aangelegd aan de teen van het talud. Daar waar een run-off sloot wordt aangelegd wordt de run-off greppel met deze sloot gecombineerd.
De greppel heeft een bodembreedte van 0,5 m, een effectieve diepte van 0,3 m en een talud van 1:1. De natte doorsnede bedraagt dan 0,24 m^3/m^1. Bij een totale lengte van 990 m betekent dit een berging van circa 240 m^3. De bergingscapaciteit kan worden vergroot door meerdere greppels op het talud van de stort aan te brengen.

De hoeveelheid run-off-water hangt af van de regenintensiteit, de regenduur, de infiltratiecapaciteit van de bodem, de grootte van het gebied en de aard van het grondgebruik. Voor wat betreft de neerslag wordt uitgegaan van onderstaande neerslaghoeveelheden, die volgens KNMI-gegevens met een bepaalde periodiciteit mogen worden verwacht (Bouwknecht en Gelok, 1988).

Tabel 5.1: Neerslaghoeveelheden (in m)

tijdsduur (etmaal)	1 keer per 2 jaar	1 keer per 5 jaar	1 keer per 10 jaar
0,003	0,007	0,008	0,01
0,010	0,012	0,015	0,018
0,042	0,018	0,022	0,027
0,250	0,028	0,034	0,039
1	0,04	0,045	0,051
4	0,059	0,07	0,079
10	0,089	0,105	0,118

De maatgevende regenbui bij een bepaalde periodiciteit is die regenbui waarbij de oppervlakkig afstromende hoeveelheid regenwater maximaal is.

Hoeveelheid oppervlakkig tot afstroming komende neerslag
Op grond van bovenstaande uitgangspunten kan de oppervlakkig tot afstroming komende hoeveelheid regenwater worden berekend. Hierbij geldt de volgende formule:

$$Q_{rt} = A_s * (N_t - I_m * t - B_m)$$

met:
- Q_{rt} = maximale hoeveelheid run-off-water die per oppervlakte-eenheid binnen een tijdsduur t wordt afgevoerd (mm);
- A_s = oppervlakte stort (m^2);
- t = tijdsduur (uur);
- N_t = maximale neerslaghoeveelheid binnen tijdsduur t (mm);
- I_m = infiltratiecapaciteit afdeklaag (mm/uur);
- B_m = maximale hoeveelheid interceptiewater dat door vegetatie en oneffenheden wordt vastgehouden (mm).

De oppervlakte van het stort omvat het oude gedeelte en het IBC deel. De gezamenlijke oppervlakte is 13,65 + 9,4 = 23,05 ha.
Niet alle neerslag komt tot oppervlakkige afstroming. Een deel blijft achter in oneffenheden in het terrein, wordt opgenomen door de vegetatie of verdampt direct. Hiervoor wordt in de berekeningen een zogenaamde terreinberging van 1 mm verdisconteerd. Daarnaast infiltreert een deel in de bodem. Deze hoeveelheid is afhankelijk van de vormgeving, de bodemgesteldheid, het bodemgebruik en de mate waarin de bodem reeds is bevochtigd. Voor de situatie waarbij de stortplaats is afgewerkt wordt uitgegaan van de aanwezigheid van een bodembedekking in de vorm van beplanting of gras. Daarnaast wordt verondersteld dat voor de afdeklaag geen slechtdoorlatende grond wordt gebruikt. Om die redenen wordt in de berekeningen een gemiddelde (veilige) infiltratiesnelheid voor de bodem aangehouden van 0,05 m/etmaal. In tabel 5.2 is in de derde kolom de berekende run-off (Qrt) aangegeven voor de gehele stortplaats.

Hoeveelheid te verwachten drainageafvoer
Bij een bepaalde neerslagintensiteit zal het water niet langer oppervlakkig afstromen maar zal het water infiltreren. Dit water wordt opgevangen in het drainagestelsel en afgevoerd naar een run-off-sloot of ontwateringsbuis die rondom de stortplaats wordt aangelegd. In de run-off sloot wordt ook het water geloosd dat in de run-off-greppels wordt opgevangen.

De benodigde capaciteit voor de afvoer van het drainagewater wordt bepaald door de neerslaghoeveelheden die binnen een bepaalde periode moeten worden verwerkt en de berging in het drainagestelsel.

De maximale hoeveelheid af te voeren drainagewater kan worden benaderd door de volgende formule:

$$Q_{dt} = A_s . N_t . (1 + \frac{j}{t} . (\exp(-\frac{t}{j}) - 1))$$

waarin:

Q_{dt}	maximale hoeveelheid drainagewater die binnen een tijdsduur t moet worden afgevoerd en/of gebufferd (m^3);
A_s	oppervlakte stort (m^2);
N_t	maximale neerslaghoeveelheid binnen tijdsduur t (m);
j	reservoircoëfficiënt van het drainagesysteem (etmaal);
t	tijdsduur (etmaal).

Op basis van de afmetingen van het drainagestelsel is een reservoircofficiënt j berekend van circa 5 etmaal (reservoircoëfficiënt $j = \mu * c_{dr}$, waarin μ de bergingscoëfficiënt (=0,1) en c_{dr} de drainageweerstand (30 etmaal) is).

De te verwachten hoeveelheden drainagewater zijn eveneens berekend met behulp van de in tabel 5.1 weergegeven neerslaggegevens. In de vierde kolom van tabel 5.2 is de berekende hoeveelheid drainagewater (Q_{dt}) weergegeven.

Run-off sloot

De run-off sloot heeft een bodembreedte van 1 m en heeft een effectieve waterdiepte van 0,5 m. De berging bedraagt dan 0,75 m^3/m^1. Bij een totale lengte van 1.800 m betekent dit een berging van 1.350 m^3.
De run-off sloten worden rondom de stortplaats aangelegd in de relatief slecht doorlatende deklaag. Infiltratie vanuit de ringsloot naar het watervoerend pakket verloopt langzaam. De infiltratie vanuit de sloot naar de ondergrond wordt in de berekeningen verwaarloosd.

De ontwateringsbuis heeft een diameter van 250 mm. De maximale berging in de buis bedraagt dan circa 0,05 m^3/m^1. Bij een aan te leggen lengte van circa 870 m betekent dit een totale berging van circa 40 m^3.

Resultaten

De berekening van de run-off en drainage-afvoer is gemaakt voor drie verschillende frequenties en zeven verschillende bui-duren. Gedurende de bui is de neerslagintensiteit als constant verondersteld. De Q_t in de kolom vijf van tabel .2 is de maatgevende hoeveelheid af te voeren hoeveelheid run-off water (Q_{rt}) of drainagewater (Q_{dt}). Hierbij is de hoogst berekende waarde voor Q_{rt} of Q_{dt} maatgevend.

Tabel 5.2: Run-off en drainageafvoer bij overschrijdingsfrequentie één keer per twee jaar (in m3 tenzij anders weergegeven)

bui-duur	Nt (m)	Q_{rt}	Q_{dt}	Q_t	S_{sloot}	overschot	$S_{landbouw}$	te bergen
5 min	0,007	1343	0	1343	1588	-245*	3,5	0
15 min	0,012	2415	0	2415	1588	828	10	817
1 uur	0,018	3438	3	3438	1588	1851	41	1809
6 uur	0,028	3342	77	3342	1394	1949	249	1700
1 dag	0,04	0	863	863	1394	-530	996	0
4 dagen	0,059	0	4238	4238	1394	2845	3983	0
10 dagen	0,089	0	11645	11645	1394	10252	9958	294

* *een minteken houdt in dat de berging groter is dan de toevoer, er is dus geen overschot*

Run-off en drainageafvoer bij overschrijdingsfrequentie één keer per vijf jaar

bui-duur	Nt (m)	Q_{rt}	Q_{dt}	Q_t	S_{sloot}	overschot	$S_{landbouw}$	te bergen
5 min	0,008	1573	0	1573	1588	-14	3,5	0
15 min	0,015	3107	0	3107	1588	1519	10	1509
1 uur	0,022	4360	3	4360	1588	2773	41	2731
6 uur	0,034	4725	77	4725	1588	3138	249	2889
1 dag	0,045	0	971	971	1394	-422	996	0
4 dagen	0,07	0	5029	5029	1394	3635	3983	0
10 dagen	0,105	0	13739	13739	1394	12345	9958	2388

Run-off en drainageafvoer bij overschrijdingsfrequentie één keer per tien jaar

bui-duur	Nt (m)	Q_{rt}	Q_{dt}	Q_t	S_{sloot}	overschot	$S_{landbouw}$	te bergen
5 min	0,01	2034	0	2034	1588	447	3,5	443
15 min	0,018	3798	0	3798	1588	2211	10	2200
1 uur	0,027	5513	3	5516	1588	3925	41	3884
6 uur	0,039	5878	77	5954	1588	4290	249	4041
1 dag	0,051	0	1101	1101	1394	-293	996	0
4 dagen	0,079	0	5675	5675	1394	4282	3983	299
10 dagen	0,118	0	15440	15440	1394	14046	9958	4089

Zoals blijkt uit de bovenstaande tabel zijn voor de hoeveelheid run-off-water, de kortdurende buien met een hoge neerslagintensiteit maatgevend: bij een bui-duur van een kwartier treedt eens in de tien jaar een afvoer op van 3.798 m^3.
Vervolgens is nagegaan wat de beschikbare berging is in de sloten en greppels (S_{sloot}).

Wanneer sprake is van korte, hevige buien kan het water worden geborgen in de run-off greppels en de run-off sloten (vallen voor een groot deel van de stortplaats samen).
Wanneer de lange, minder intensieve buien maatgevend worden voor de afvoer, kan het water in de run-off sloten en de afvoerleiding worden geborgen. De hoeveelheid die na berging in de sloten en greppels overblijft zal op andere wijze moeten worden afgevoerd. Dit kan worden bereikt door het afvoeren naar een infiltratiebekken.

5.4 Infiltratiebekken

De voorkeur gaat uit om het neerslagwater vanuit het drainagestelsel op de locatie te infiltreren, teneinde de verdrogingseffecten van de bovenafdichting te neutraliseren. Daarnaast wordt zonder een infiltratiebekken in tijden van verhoogde neerslag de toegestane afvoercapaciteit overschreden.
Voor de toegestane afvoercapaciteit wordt uitgegaan van de afvoernorm voor een landelijk gebied, zijnde 0,5 à 1 l/sec/ha. Bij het Waterschap IJsselland-Baakse Beek is niet bekend wat de norm voor het gebied is. Het streven is echter zo veel mogelijk water in het gebied te houden (mondelinge mededeling de heer v.d. Mast). In kolom acht in tabel 5.2 ($S_{landbouw}$) is voor de verschillende tijdsduren van de buien weergegeven wat de toegestane afvoer van water is bij een afvoernorm van 0,5 l/s/ha is. Hieruit blijkt dat de landbouwkundige afvoernorm met name bij korte, hevige buien wordt overschreden. Bij langere, minder intensieve buien wordt de landbouwkundige afvoernorm niet overschreden.

Het bovenstaande betekent dat het infiltratiebekken een zekere bergingscapacteit dient te hebben voor korte, hevige buien. Er wordt voorlopig vanuit gegaan dat dit bekken aan de westzijde van de stortlocatie zal worden aangelegd.

Op basis van kolom 9 in tabel 5.2 (te bergen) is bepaald wat de maatgevende hoeveelheid te bergen water in het bekken zal zijn. Dit is de maximale waarde van het verschil tussen het restant (overschot) en de maximale landbouwkundige afvoer.

Infiltratiebekken
De benodigde afmetingen van het bekken wordt bepaald volgens de volgende relatie:

$$A_b * D_b = Q_t * I_b * t$$

waarin:

A_b	=	oppervlak bergings-/infiltratiebassin indien tot halve diepte gevuld (m^2);
D_b	=	maximale waterdiepte in bekken (m);
Q_t	=	maximale hoeveelheid water die binnen een periode t moet worden afgevoerd en/of gebufferd (m^3);
I_b	=	infiltratiecapaciteit bodem infiltratiebekken (m/etmaal);
t	=	tijdsduur (etmaal).

Met bovenstaande relatie is nagegaan wat, onder aanname van een aantal vaste randvoorwaarden, de afmetingen van zo'n bekken moet zijn.

Naast een bergende functie heeft het bekken een infiltrerende functie. Wil in het geval van de stortplaats Zelhem een bekken een infiltrerende werking hebben, dan zal het bekken door de slecht waterdoorlatende deklaag moeten worden verwijderd (ontgraving tot circa 4 m -mv).
De voorkeur gaat uit naar een zogenaamde bekken waarvan de bodem boven de GHG ligt.

Van een bekken met permanent water zal de infiltratiecapaciteit door aanslibbing afnemen. Dit heeft als consequentie dat het bekken meerdere malen per jaar zal moeten worden opgeschoond (onder nader het verwijderen of verstoren van de sliblaag bijvoorbeeld door middel van het ploegen van de bodem).

Op basis van bovenstaande overwegingen wordt ervan uitgegaan dat het bekken wordt aangelegd boven de GHG, hetgeen betekent dat de slechtdoorlatende deklaag (tot 4 m -mv) wordt verwijderd en wordt aangevuld met goed doorlatend zand tot boven de GHG (circa 2,0 m -mv). Omdat de onderzijde van de ringsloot op circa 1 m -mv ligt, is de effectieve waterdiepte circa 0,75 m. Vanuit het bekken is een overloop nodig naar het regionale oppervlaktewaterstelsel.

Als randvoorwaarden voor de dimensionering van het bekken zijn dus gehanteerd:
- infiltratie snelheid van 3 m/etmaal (doorlaatfactor eerste watervoerend pakket;
- bodem boven de GHG (circa 2 m -mv) met een effectieve waterdiepte van circa 0,75 m;
- maximale afvoernorm naar buiten het terrein is 0,5 l/s/ha;
- de deklaag wordt verwijderd en aangevuld met zand met een doorlaatfactor van 5 m/etmaal (dainagezand).

Het te infiltreren water is schoon neerslagwater zodat geen nadelige effecten voor de grondwaterkwaliteit zijn te verwachten.

Bij de dimensionering van het bekken is uitgegaan van de grootste te verwachten hoeveelheid water per tijdseenheid in relatie tot de maximale infiltratiecapacitieit van het bekken. Bij de genoemde randvoorwaarden in de infiltratiecapaciteit van het bekken maximaal 13.350 m^3/etmaal. Maatgevend is een bui van één uur van 27 mm, welke eens in de tien jaar voorkomt. Bij deze bui is de benodigde berging circa 3.900 m^3. Met bovenstaande uitgangspunten wordt een bekken berekend van circa 4.500 m^2. In dit bekken kan tijdens de maatgevende bui 3.300 m^3 worden geborgen en kan 600 m^3 infiltreren.

Bij de dimensionering van het bekken is er dus vanuit gegaan dat een deel van het opgevangen water op het oppervlaktewatersysteem in de omgeving wordt geloosd. Anti-verdrogingsbeleid in de omgeving vraagt om dit zoveel mogelijk te beperken. Het berekende oppervlak van het bekken is relatief groot. Als alternatief kan het totale benodigde oppervlak worden verdeeld over een tweetal bekkens. Een tweede bekken kan aan de noordzijde van de locatie worden aangelegd waarbij afvoer van overtollig water van de noordzijde van het oude stort kan worden geloosd (het noordelijk deel wordt 'afgekoppeld').

Een tweede alternatief kan zijn het overtollig water niet in bekkens maar in de omgeving te bufferen. Transport naar verdroogde delen in het gebied (ten noorden van de locatie) kan dan worden overwogen.

6 Teenconstructie

Aan de voet van het talud (de teen) komen de lagen van de bovenafdichting samen. Ter plaatse van de teen moeten deze lagen op adequate wijze op het maaiveld worden aangesloten. De belangrijkste functies van de teenconstructie zijn de opvang en afvoer van het neerslagwater, waaronder wordt verstaan het runoff-water en het water uit het drainagestelsel.
In bijlage 5 zijn een aantal maatgevende profielen weergegeven.

7 Stortgas

7.1 Opbouw van het huidige systeem

Vanaf 1992 zijn in het afvallichaam (van zowel de oude stortdelen als het IBC-stort) verticale bronnen met gasonttrekkingsbuizen geplaatst (zie het Ontgassingsplan voor overzicht van de ligging van de bronnen). De gasonttrekkingsbuizen bestaan uit HDPE met sleuven en een omhulling van goed doorlatend grind. Het cirkelvormige onttrekkingsgebied van de grindomhulling heeft een diameter van 50 tot 60 meter.

Een horizontale verzamelleiding voert het stortgas naar een generator op het huidige voorzieningenterrein. In de generator wordt het stortgas omgezet in elektriciteit, die aan het hoogspanningsnet wordt geleverd. Bij storingen van de gasmotor/generator, of een te lage gasproductie, wordt het stortgas via een grondfakkelinstallatie afgefakkeld.
Het huidige (verticale) gasonttrekkingssysteem wordt geëxploiteerd door NUON.

7.2 Aanvulling van het huidige systeem

Voor een maximale opvang van het stortgas is, als aanvulling op het verticale bronnensysteem, de aanleg van een horizontale gasdrainagesysteem nodig. Hierbij kan gebruik gemaakt, door een juiste materiaalkeuze, van de steunlaag. Bij de materiaaleisen in § 3.5 is hier al rekening mee gehouden. Naast de steunlaag bestaat het horizontale gasonttrekkingssysteem uit een stelsel van HDPE-drainleidingen met een sleufbreedte afgestemd op het omhullende materiaal. Het systeem wordt gesitueerd direct onder de steunlaag in een grofzand- of betonpuinkoffers. Door het aanbrengen van een dicht net aan drainleidingen is een voldoende gasopvang gewaarborgd. Op hetzelfde niveau vindt ook de aansluiting op verzamelleidingen plaats. De dimensionering van het horizontale gasonttrekkingssysteem (drainafstanden, draindiameter, sleufbreedte drains) moet in overleg met de NUON plaatsvinden.

Bij de dimensionering van het horizontale gasonttrekkingssysteem moet aandacht worden besteed aan de ontgassing van de bovenste meters van het afvalpakket. Door het ontbreken van perforaties in het bovenste deel van de verticale gasbronnen is een goede ontgassing van dit deel van het afvalpakket niet bij voorbaat gegarandeerd. Bij het aanbrengen van de bovenafdichtingsconstructie zal het huidige stortgasonttrekkingssysteem waarschijnlijk moeten worden uitgebreid met een meer oppervlakkig onttrekkingsstelsel.

8 Afvoer verontreinigd water

8.1 Algemeen

De volgende afvalwaterstromen zullen op gecontroleerde wijze worden afgevoerd:

- percolaat
- verontreinigd grondwater;
- perswater;
- condenswater stortgas.

Op bijlage 5 zijn deze drie waterstromen schematisch weergegeven.

8.2 Percolaat

Uit fase 3 (IBC) wordt het percolaat opgevangen en gecontroleerd afgevoerd via de riolering. Het huidig percolaaatdebiet ligt in de range 30 tot 35 m^3/dag. Na aanleg van de bovenafdichting zal het debiet in circa tien jaar afnemen naar minder dan 1 m^3/dag.

8.3 Verontreinigd grondwater

De beheersdrain benedenstrooms van fase 2 blijft gehandhaafd. Het onttrekkingsdebiet bedraagt circa 15 m^3/uur (360 m^3/dag).
Bij fase 1 wordt bij de aanleg van de bovenafdichting eveneens een beheersdrain aangelegd. De drain wordt aan de noord- en westzijde van fase 1 gelegd. Het onttrekkingsdebiet zal vergelijkbaar zijn aan fase 2, namelijk 15 m^3/uur.
De onttrekking in beide beheersdrains zal tot circa tien jaar na aanleg bovenafdichting op fase 1 en fase 2 worden gehandhaafd. Na deze periode is de lekkage vanuit het stort dermate afgenomen dat het verder onttrekken als weinig zinvol wordt gezien. Het onttrokken grondwater wordt geloosd op de riolering.

8.4 Perswater

Door de aanleg van de bovenafdichting en de gelaagde opbouw van het stortlichaam zal tijdelijk aan de taluds percolaat worden uitgedreven. Uit ervaringen bij andere stortplaatsen blijkt dat het debiet minder 10 m^3/dag bedraagt en dat deze hoeveelheid in de tijd (enkele jaren) afneemt tot 0 m^3/dag.

8.5 Condenswater

In het gasonttrekkingssysteem ontstaat door afkoeling condenswater. Een deel van het condenswater wordt via de onttrekkingsbronnen teruggebracht in het stortlichaaam. Het condenswater dat in de tranportleidingen ontstaat wordt opgevangen en gecontroleerd afgevoerd. Het condenswater dat bij fase 1 ontstaat wordt afgevoerd via de persleiding. Het condenswater dat bij het gasstation ontstaat wordt direct afgevoerd via de riolering. Naar schatting bedraagt de hoeveelheid condenswater minder dan 0,5 m^3/dag.

Literatuurlijst

Bouwknecht, (1988). J. en A.J. *Gelok. Regenduurlijnen voor het ontwerp en beheer van waterbeheersings- en rioleringsprojecten.*

CUR/PBV. (1996). Aanbeveling 33. *Granulaire afdichtingslagen op basis van zand-bentoniet.* Tweede druk,

CUR/PBV, (1997). Aanbeveling 49. Bentonietmatten in bodembeschermende voorzieningen - beoordeling geschiktheid. Gouda.

CUR/PBV. (1997). Aanbeveling 50 (concept). *Bentonietmatten in bodembeschermende voorzieningen - productie en verwerking.*

CUR, (1997). Rapport 97-6. *Bovenafdichtingen van afval- en reststofbergingen.*

Grontmij. (november 1994). *Inrichtingsplan stortplaats 'De Langenberg' te Zelhem.* Afdeling Milieu.

Grontmij. (januari 1996). *Nader onderzoek stortplaats De Langenberg te Zelhem.* Afdeling Milieu.

Grontmij. (april 1996). *Saneringsonderzoek stortplaats De Langenberg te Zelhem.* Afdeling Milieu.

Grontmij. (1994). *Voorschriften voor verwerking van zand-bentonietmengsels bij de aanleg van onder- en bovenafdichtingen van afvalbergingen.* Afdeling Milieu.

Grontmij. (1996). *Protocollen voor Trisoplast in boven- en onderafdichtingen van stortplaatsen.* Tweede druk. Grontmij Advies & Techniek bv.

Grontmij. (1995).Toepassing van bentonietmatten voor milieubeschermende constructies, afdeling Milieu.

Hoeks et.al. (1990). *Richtlijnen voor ontwerp en constructie van eindafdekkingen van afval- en reststofbergingen.* Staring Centrum Wageningen, rapport 91.

KIWA. (1995). Beoordelingsrichtlijn-K537/02 *'Verwerken van kunststof folies'.*

KIWA. (1995). Beoordelingsrichtlijn-K546/01 *'Afdichtingsfolies van lage dichtheid polyetheen (PE-LD + PE-LLD) zonder versterking'.*

Staatsblad, (1993). *Stortbesluit bodembescherming*, Staatsblad 1993-55.

Staatsblad, (1997). *Leemtewet. Staatsblad 1997-532.*

TNO. (1991). *Richtlijn voor het toepassen van geomembranen ten behoeve van bodembescherming.* Rapport 296/91.

TNO, (1993). *Protocollen voor het toepassen van kunststof geomembranen ten behoeve van bodembescherming.* Rapport 794,

VROM. (1991). *Richtlijn dichte eindafwerking.* Publikatiereeks bodembescherming nr. 1991/2.

VROM. (1993). *Richtlijn drainagesystemen en controlesystemen voor stort- en opslagplaatsen. Publikatiereeks bodembescherming nr. 1993/1.*

Verantwoording

Titel	:	Bovenafdichtingsplan, Stortplaats 'De Langenberg' te Zelhem
Opdrachtgever(s)	:	Regio Achterhoek
Uitgegeven door	:	Grontmij Advies & Techniek
Plaats en datum	:	Houten, 14 augustus 1998
Auteur(s)	:	ir. H.L.J. Geusebroek, drs. M. Hartog, ing. O. Coops
Illustraties	:	
O.N.	:	12.7388.2
Doc.nr.	:	98001984.doc/jg
Oplage	:	definitief rapport
Aantal pagina's	:	26
Informatie	:	H. Rikkers (tel. 026 - 3558888)
Goedgekeurd door	:	ir. A. de Wit
(naam en paraaf)		b.a.

Bijlage 1

Ligging van de locatie

Bijlage 2

Huidige situatie en voorgestelde eindvorm

(tek. 44A-22983)
(Globale eindvormgeving en waterafvoer)

Bijlage 3 Gegevens materialen

1 Afdeklaag

- Gebiedseigen grond.

2 Drainagezand met drains

- Laagdikte 0,3 m;
- toepasbare maximale helling 1:2,5 à 1:3;
- waterdoorlatendheid groter dan 5m/dag;
- om worteldoorgroei te voorkomen moet het zand worden verdicht;
- onderhoud vindt plaats door middel van het doorspuiten van het drainagestelsel;
- controle vindt plaats door middel van inspectieputten die in het drainagestelsel zijn opgenomen;
- ervaringen: zowel bij stortplaatsen als bij andere toepassingen (landbouw, wegenbouw) is in Nederland veel ervaring opgedaan;
- levensduur drainagezand: >100 jaar; levensduur drainagestelsel: 50 jaar.

3 Drainagemat

- Laagdikte 0,01 tot 0,03 m, afhankelijk van eisen aan doorlaatfactor en type geotextiel;
- eenvoudig aan te brengen;
- volgens fabrikant toepasbaar op steile hellingen;
- onderhoud en controle is niet mogelijk;
- ervaringen: pas de laatste jaren worden ervaringen opgedaan;
- levensduur is onbekend. Onzekere factor is het dichtslibben van het bovenste geotextiel en het ingroeien van plantewortels, waardoor de infiltratiecapaciteit afneemt.

4 HDPE-folie

- Dikte 2 mm;
- waterdoorlatendheid; de doorlaatfactor is circa $0{,}15*10^{-13}$ m/s (vrijwel waterondoorlatend);
- gasdoorlatendheid: geen gegevens bekend;
- doorlatendheid voor chemicaliën: vanwege zijn apolaire eigenschappen bezit HDPE een zekere mate van doorlatendheid voor apolaire stoffen zoals vluchtige organische verbindingen. Het transport door de folie vindt plaats via moleculaire diffusie. Polaire verbindingen, zoals anorganische zouten en metalen, worden geweerd;
- chemische bestendigheid: HDPE-folies zijn goed bestand tegen percolatiewater en tegen aromatische koolwaterstoffen, gechloreerde koolwaterstoffen en andere oplosmiddelen, wanneer deze in beperkte concentraties voorkomen. Met toevoeging van een UV-stabilisator (meestal Carbon Black), wordt een goede bestandheid tegen zonlicht verkregen;
- toepasbare maximale helling: 1:2;
- mechanische eigenschappen: HDPE-folies zijn flexibel en hebben een hoge langeduursterkte. Ze kunnen alzijdig een rek opnemen van maximaal 5% met behoud van mechanische en fysische eigenschappen;
- uitvoerbaarheid in relatie tot waterdichtheid: de waterondoorlatendheid van de folie is afhankelijk van de kwaliteit van de lasnaden. Daarom moeten hoge eisen worden gesteld aan het lassen. Daarnaast wordt de waterondoorlatendheid bepaald door het optreden van fabrieksfouten en beschadigingen tijdens transport of aanleg.

De weersafhankelijkheid is beperkt; alleen bij temperaturen lager dan 5°C, veel wind (>5 Beaufort), regen/vocht en hoge temperatuurschommelingen kan folie niet worden verwerkt. Het verdichten van minerale lagen direct op een folie is niet mogelijk;
- ervaringen: in Nederland is HDPE-folie een veel toegepaste folie;
- verwachte functionele levensduur: minimaal 50 jaar.

5 HDPE-flex folie
- Dikte 2 mm;
- waterdoorlatendheid: zie bij HDPE-folie;
- gasdoorlatendheid: zie bij HDPE-folie;
- doorlatendheid voor chemicaliën: iets hoger dan bij HDPE-folie;
- chemische bestendigheid: de chemische resistentie van een CHD-folie is iets kleiner dan van een HDPE-folie;
- toepasbare maximale helling: zie bij HDPE-folie;
- mechanische eigenschappen: HDPE-flex folies kunnen alzijdig een rek opnemen van maximaal 10% met behoud van mechanische en fysische eigenschappen. Dit maakt het materiaal flexibeler en makkelijker te verwerken dan HDPE;
- uitvoerbaarheid in relatie tot waterdichtheid: zie bij HDPE-folie;
- ervaringen: in Nederland is HDPE-flex veelvuldig toegepast;
- verwachte functionele levensduur: minimaal 50 jaar.

6 VLDPE- of LLDPE-folie
- Dikte 2 mm;
- waterdoorlatendheid: zie bij HDPE-folie;
- gasdoorlatendheid: zie bij HDPE-folie;
- doorlatendheid voor chemicaliën: groter dan bij HDPE-folie;
- chemische bestendigheid: VLDPE is het minst resistent van de PE-folies;
- toepasbare maximale helling: een fractie steiler dan HDPE-folie;
- mechanische eigenschappen: VLDPE-folies kunnen alzijdig een rek opnemen van >10% met behoud van mechanische en fysische eigenschappen. Dit maakt het materiaal flexibeler en makkelijker te verwerken dan HDPE en CHD;
- uitvoerbaarheid in relatie tot waterdichtheid: zie bij HDPE-folie;
- ervaringen: in Nederland is VLDPE-folie als bovenafdichtingsmateriaal bij enkele stortplaatsen toegepast (o.a. DSM- Maurits deponie, Meerendonk, Landgraaf);
- verwachte functionele levensduur: minimaal 50 jaar.

7 Zand-bentoniet
- Dikte 0,25 m (Richtlijn dichte eindafwerking);
- waterdoorlatendheid: onder ontwerpomstandigheden (waterkolom 0,5 m, zuigspanning 0,5 m, lekkageperiode 200 dagen per jaar) bedraagt de doorlaatfactor $2{,}3*10^{-10}$m/s. Dit komt overeen met een jaarlijkse lekkage van minder dan 20 mm/jaar;
- gasdoorlatendheid: afhankelijk van watergehalte en drukverschil met atmosfeer (bij uitdroging zand-bentoniet beperkt gasdoorlatend);
- doorlatendheid voor chemicaliën: de belangrijkste transportmechanisme zijn convectie via de waterfase en moleculaire diffusie. Organische apolaire verbindingen zullen worden geweerd doordat ze niet in de waterfase oplossen. De snelheid waarmee verbindingen zich verplaatsen hangt af van de waterdoorlatendheid van het zand-bentoniet en de mate van ad- en desorptie aan de kleideeltjes;
- chemische bestendigheid: de doorlatendheid van zand-bentoniet wordt vergroot bij inwerking van oplossingen met een relatief hoge concentratie aan meerwaardige kationen (zoals calcium) en zouten (zoals in percolatiewater);
- toepasbare maximale helling (afhankelijk van wijze van verdichten): 1:1,5 (verdichten met bulldozer) à 1:3 (verdichten met shovel);

- mechanische eigenschappen: zand-bentoniet is een matig plastisch mengsel (plasticiteitsindex circa 12%). Droogtescheuren en kleine scheuren als gevolg van zettingen zullen vermoedelijk dichtzwellen (zogenaamd zelfherstellend vermogen);
- uitvoerbaarheid in relatie tot waterdichtheid: bij het aanbrengen van zand-bentoniet zijn aspecten als homogeniteit van het mengsel, vochtgehalte, bereikte verdichting en laagdikte zeer belangrijk. Een goede ingangs-, productie- en afnamecontrole tijdens de uitvoering is noodzakelijk. Zand-bentoniet kan niet bij regen en vorst worden verwerkt;
- ervaringen: in Nederland is veel ervaring met het gebruik van zand-bentoniet in stortplaatsen opgedaan;
- verwachte functionele levensduur: >50 jaar.

8 Klei

- Dikte minimaal 0,4 m;
- waterdoorlatendheid: onder ontwerpomstandigheden (waterkolom 0,5 m, onderdruk 0,5 m, lekkageperiode 200 dagen per jaar) bedraagt de doorlaatfactor $2{,}8*10^{-10}$m/s, uitgaande van de lekkage-eis van 20 mm/jaar;
- gasdoorlatendheid: zie bij zand-bentoniet;
- doorlatendheid voor chemicaliën: zie bij zand-bentoniet;
- chemische bestendigheid: zie bij zand-bentoniet;
- toepasbare maximale helling (afhankelijk van wijze van verdichten): 1:2,5 à 1:3;
- mechanische eigenschappen: zie bij zand-bentoniet;
- uitvoerbaarheid in relatie tot waterdichtheid: de verwerkbaarheid van klei is moeilijk. Het aanbrengen van klei vergt een uiterst nauwkeurige uitvoering met intensieve controle. Klei kan niet bij regen en vorst worden aangelegd;
- ervaringen: in Nederland is ervaring opgedaan met het gebruik van klei in de onderafdichting van stortplaatsen;
- levensduur: >50 jaar.

9 Trisoplast

- Dikte 0,08 m;
- waterdoorlatendheid: onder ontwerpomstandigheden is de doorlaatfactor van Trisoplast een factor 10 lager dan van zand-bentoniet. Bij een laagdikte van 0,05 m en de lekkage-eis van 20 mm/jaar is de doorlaatfactor $5*10^{-11}$ m/s;
- gasdoorlatendheid: bij maximale te verwachten zuigspanningen van 100 m/bar in bovenafdichtingen is Trisoplast gasdicht;
- doorlatendheid voor chemicaliën: zie zand-bentoniet;
- chemische bestendigheid: Trisoplast is UV-bestendig. Proeven tonen aan dat in contact met percolaat de doorlatendheid afneemt. De chemische stabiliteit is beter dan van zand-bentoniet;
- toepasbare maximale helling: 1:2;
- mechanische eigenschappen: Trisoplast heeft een hoge plasticiteit (plasticiteitsindex circa 140-180%), als gevolg van de bindingseigenschappen van het polymeer;
- uitvoerbaarheid in relatie tot waterdichtheid: de verwerkbaarheid van Trisoplast is goed. De relatieve ongevoeligheid voor variatie in de verdichting, maakt Trisoplast minder gevoelig voor uitvoeringsfouten en minder afhankelijk van verdichtingsapparatuur, kwaliteit ondergrond, variatie in grondstoffen enz.;
- ervaringen: in Nederland is reeds een aantal jaren ervaring in zowel bovenafdichting als onderafdichting. Daarnaast is een onderafdichting gemaakt onder een shredder-installatie (1 ha);
- verwachte functionele levensduur: minimaal 50 jaar.

10 Bentonietmat

- Bestaande uit pure bentoniet ingepakt tussen twee geotextielen of verlijmd op een folie;
- dikte circa 0,01 m;
- waterdoorlatendheid: $1*10^{-11}$ tot $5*10^{-11}$ m/s afhankelijk van dikte en type bentoniet;
- gasdoorlatendheid: zie bij zand-bentoniet;
- doorlatendheid voor chemicaliën: zie bij zand-bentoniet;
- chemische bestendigheid: afhankelijk van het type geotextiel/type zand-bentoniet;
- toepasbare maximale helling: 1:2 à 1:3;
- mechanische eigenschappen: bentonietmatten kunnen alzijdig een rek opnemen van circa 15% met behoud van mechanische en fysische eigenschappen;
- uitvoerbaarheid in relatie tot waterdichtheid: uitvoering kan snel en zonder verdichting, weersgevoeligheid zelfde als bij zand-bentoniet;
- ervaringen: vooral in Duitsland en de Verenigde Staten zijn bentonietmatten toegepast als afdichtingsmateriaal bij stortplaatsen. CUR-commissie (C-93) heeft geconcludeerd dat enkele typen bentonietmatten in combinatie met folie in een bovenafdichting een vergelijkbaar beschermingsniveau wordt bereikt aan de standaardconstuctie zoals voorgeschreven in het Stortbesluit;
- verwachte functionele levensduur: afhankelijk van type geotextiel.

Bijlage 4

Lay-out waterafvoer

(tek. 44A-22983)
(Globale eindvormgeving en waterafvoer)

Monitoringplan

stortplaats De Langenberg
te Zelhem

definitief rapport

opdrachtgever: Regio Achterhoek
Postbus 53
7000 AB Doetinchem

Grontmij Advies & Techniek bv, adviesgroep Bodem
Houten, 3 april jjjj, doc.: GLD 5127 o.n.: 12.7388.2.

Grontmij

Inhoudsopgave

1 Inleiding 3
1.1 Algemeen 3
1.2 Doelstelling 3
1.3 Opbouw rapport 3

2 Ontwerp monitoringsysteem 4
2.1 Algemeen 4
2.2 Verspreidingsgedrag verontreiniging oude stort 4
2.3 Verspreidingsgedrag IBC-stort 5
2.4 Ontwerp monitoringsysteem 5

3 Monitoringprogramma 9
3.1 Algemeen 9
3.2 Bemonsteringfrequentie 9
3.3 Analysepakket 9

Verantwoording

Bijlage 1. Onderbouwing ontwerp monitoringsysteem

Bijlage 2. Overzicht monitoringsysteem (tek.nr. 44A-23990)

1 Inleiding

1.1 Algemeen

Het monitoringplan is één van de detailplannen dat is opgesteld in het kader van de vergunningsaanvraag voor de eindafwerking van stortplaats 'De Langenberg' te Zelhem. Belangrijke basisrapporten voor dit plan betreffen de VVAV rapporten: 'Richtlijn geohydrologische isolatie' en de 'Ontwerpprocedure grondwatermonitoring stortplaatsen'.

1.2 Doelstelling

Doel van het monitoringplan is:

- het ontwerpen van een monitoringsysteem;
- het beschrijven van het monitoringprogramma.

Met het monitoringsysteem moet een eventuele beïnvloeding van grondwaterkwaliteit door de aanwezigheid van de stortplaats kunnen worden vastgesteld.

1.3 Opbouw rapport

In hoofdstuk 2 wordt het ontwerp van het monitoringsysteem toegelicht, inclusief de modelberekeningen waarmee het ontwerp is geoptimaliseerd. Hierbij komt onder meer het aantal benodigde monitoringpeilbuizen aan de orde alsmede de inpassing van de reeds bestaande monitoringpeilbuizen in het monitoringsysteem. In hoofdstuk 3 wordt het monitoringprogramma beschreven. Hierbij wordt onder andere ingegaan op de bemonsteringsfrequentie, het analysepakket, de normering en evaluatie van de analyseresultaten.

2 Ontwerp monitoringsysteem

2.1 Algemeen

Het ontwerp van het monitoringsysteem dient gebaseerd te zijn op het verspreidingsgedrag van verontreinigingen. Hiertoe zijn verspreidingsberekeningen uitgevoerd (zie bijlage 2 grondwaterbeheersplan) .
In bijlage 1 wordt een onderbouwing gegeven van het ontwerp van het monitoringsysteem bij stortplaats Zelhem. Op basis van hetgeen in deze bijlage is gesteld wordt in de onderstaande paragrafen een monitoringsysteem voorgesteld.
De locatie bestaat uit twee duidelijk verschillende terreindelen, namelijk het oude stort en het IBC-stort. Het verspreidingsgedrag van verontreinigingen vanuit deze terreindelen is verschillend en derhalve is het te ontwerpen monitoringsysteem verschillend.

De volgende monitoringbegrippen afkomstig uit de Richtlijn geohydrologische isolatie [VVAV, 1997] zullen worden toegepast:

- de emissielijn is de rand van het IBC-stort aan de benedenstroomse zijde ('worst-case' situatie);
- de monitoringgrens, dit is de uiterste grens tot waar de verontreiniging zich mag verplaatsen alvorens deze wordt gedetecteerd, wordt ter plaatse van de locatiegrens gelegd;
- de breedte van de monitoringzone (= de afstand tussen de emissielijn en de monitoringgrens) wordt bepaald door de afstand tussen de grens van het stortmateriaal en de locatiegrens. Deze varieert tussen de 25 m (Zuid-Westrand van het stortterrein) en 60 m (Westrand van het stortterrein).

De optimale ligging van de monitoringslijn (= de lijn waarop de monitoringspeilbuizen liggen) is het midden van de monitoringszone. Aan de Westzijde ligt deze op circa 30 m van de stortgrens aan de zuidwestzijde circa 12 m van de stortgrens.

2.2 Verspreidingsgedrag verontreiniging oude stort

Bij het oude stort is op dit moment sprake van een volledige infiltratie van het neerslagoverschot. Daarnaast ligt een beperkt gedeelte van het afval in direct contact met het grondwater. Bij het zuidstort wordt door middel van de aanwezige onttrekking een beheersing bereikt. Op het noordstort is deze voorziening gepland bij de aanleg van de bovenafdichting. Op dit moment is een vuilpluim aanwezig die door middel van aanwezige peilbuizen wordt bewaakt. Bij relatief grote lekkages bewegen de verontreinigingen zich naar de onderzijde van het watervoerend pakket. Derhalve dient voor de huidige situatie de nadruk te liggen op diepe filters.

Na aanleg van de bovenafdichting zal de emissie vanuit dit terreindeel sterk afnemen. Echter een zekere restemissie zal blijven optreden. De grootte van deze restemissie is afhankelijk van de kwaliteit van de bovenafdichting. Beperkte lekkages (5 tot 50 mm/jaar) zullen zich in hoofdzaak bewegen in het bovenste deel van het watervoerend pakket. Na aanleg van de bovenafdichting is een beperkte lekkage het meest waarschijnlijk. Derhalve moet de nadruk liggen op ondiepe filters.

Omdat een onderafdichting ontbreekt zal de restemissie vanuit dit terreindeel over het gehele oppervlak optreden. Dit heeft als consequentie dat met een beperkt aantal peilbuizen een goede controle op de restemissie mogelijk is.

2.3 Verspreidingsgedrag IBC-stort

Het IBC-stort is volledig voorzien van een onderafdichting. Uit de beschikbare monitoringgegevens blijkt dat de onderafdichting naar behoren functioneert. Vanwege de beperkte ouderdom van het IBC-stort, wordt de kans op het optreden van lekkages als zeer laag ingeschat.
Na aanleg van de bovenafdichting zal bij een eventuele lekkage van de onderafdichting de grootte van de lekkage worden bepaald door enerzijds de grootte van het lek, de aanwezige overdruk aan percolaat in de foliebak en de grootte van de lekkage door de bovenafdichting. Een goede controle en onderhoud van het percolaatsysteem is derhalve van belang.
Omdat de foliebak afwatert in zuidelijk richting is aan de zuidzijde de waterdruk op de onderafdichting het grootst. Derhalve is dit het meest kritische gebied.
Het IBC-stort ligt het dichtst bij de (benedenstrooms gelegen) monitoringzone. Een lekkage zal lokaal optreden, hetgeen een detectie moeilijker maakt. Omdat naar verwachting een lekkage vanwege de aanwezige bovenafdichting beperkt van grootte zal zijn, zullen verontreinigingen zich voornamelijk verspreiden in het bovenste deel van het watervoerend pakket. Derhalve dient de nadruk te liggen op ondiepe detectiemogelijkheden.

2.4 Ontwerp monitoringsysteem

In de figuren 2.1 en 2.2 is in doorsneden aangegeven op welke wijze de vuilpluimen zich ontwikkelen in het watervoerend pakket. Uit deze figuren kan worden bepaald op welke diepte de hoogste kans is op het aantonen van een eventuele vuilpluim. In de figuur is dit aangeduid als de meetzone.

Op basis van het bovenstaande gecombineerd met hetgeen is gesteld in bijlage 1 wordt het volgende monitoringsysteem voorgesteld (voor de situatie na aanleg van een bovenafdichting):

- oude stort
  - vier benedenstroomse peilbuizen oude-stort (T1 en T25 noordstort en T3 en T5 zuidstort);
- IBC-stort
  - horizontale drain, bestaande uit segmenten van ieder 25 m, direct stroomafwaarts van de teen van het IBC-stort. Met de gesegmenteerde drain kan een eventuele beperkte lekkage vanuit het IBC-stort het beste worden gedetecteerd;
  - benedenstroomse peilbuizen IBC-stort op de monitoringlijn (bestaande peilbuizen: T20, T21, T22, T23, 40 en 41);
  - twee benedenstroomse peilbuizen buiten de locatie (42 en 43);
- referentiepeilbuizen
  - twee bovenstroomse referentie-peilbuizen (nr. T8 en 8A).

Op bijlage 2 is de ligging van de horizontale drain en de peilbuizen weergegeven.

In tabel 2.1 is de filterstelling van de peilbuizen weergegeven.

Tabel 2.1 Onderkant filters (m -mv)

peilbuis	filter	filter	filter	filter
T1	8,10	14,15	-	-
T3	7,90	14,10	-	-
T5	7,55	12,90	24,25	38,25
T8	4,10	7,91	21,50	39,90
T20	4,65	14,60	-	-
T21	4,60	14,65	-	-
T22	4,60	14,60	24,45	38,45
T23	4,60	14,55	-	-
40	6,44	15,40	25,44	43,10
41	5,80	16,13	28,16	39,55
42	6,65	15,35	26,30	39,60
43[1]	4,00	8,00	21,50	40,00
8A[2]	4,00	8,00	21,50	40,00

[1] nog te plaatsen stroomafwaartse peilbuis

[2] nog te plaatsen referentie-peilbuis

figuur 2.1

Figuur 2.2

3 Monitoringprogramma

3.1 Algemeen

In dit hoofdstuk wordt aandacht besteed aan de volgende onderdelen:
- bemonstering van de monitoringpeilbuizen;
- analysepakket;
- toetsing van de gehalten aan normen;
- evaluatie van de resultaten.

3.2 Bemonsteringfrequentie

De optimale bemonsteringsfrequentie is bepaald op basis van de uitkomsten van de pluimberekeningen (zie bijlage 1). De bemonsteringfrequentie hangt onder meer af van de afstand van de monitoringpeilbuizen tot het stort en van de grondwaterstroomsnelheid in het betreffende pakket.

De volgende aanpak wordt voorgesteld:
- voor de controle IBC-stort (drain) een frequentie van één keer/jaar;
- voor de controle noord- en zuid stort (T1, T25, T3 en T5) een frequentie van twee keer/jaar;
- voor de controle van oude pluim (T20, T21, T22, T23, 40 ,41, 42 en 43) een frequentie van twee keer/jaar;
- voor de referentiepeilbuizen (T8 en 8A) een frequentie van één keer per jaar.

3.3 Analysepakket

Het analysepakket dient zowel gidsparameters als kritische parameters te bevatten. Gidsparameters zijn parameters die met een hoge concentratie in het stortpakket voorkomen en een hoge mobiliteit in de bodem hebben. Kritische parameters zijn parameters met een lage actiewaarde.

Tabel 3.1 Mobiliteit in de bodem

mobiliteit	parameter
hoog	Cl, CZV, N-Kjeldahl, nitraat
matig	aromaten, haloformen, minerale olie
laag	EOCl, PAK, zware metalen

Onderscheid met de achtergrondwaarde in het grondwater

De mate van onderscheid is een maat voor de betrouwbaarheid van de desbetreffende parameter voor het signaleren van een eventuele falen van bodembeschermende voorzieningen.
In bijlage 3 zijn de analyseresultaten van de referentiepeilbuis weergegeven. Uit het quotiënt tussen de concentratie in het percolaat en (het gemiddelde van) de achtergrondwaarde valt de mate van onderscheid af te leiden (zie onderstaande tabel).

Tabel 3.2 Mate van onderscheid tussen percolaat en achtergrondwaarde

onderscheid	verhouding	parameter
hoog	>50	BTEX, PAK
matig	10-50	Cl, CZV, haloformen, arseen, chroom, nikkel
laag	2-10	koper, zink, minerale olie, EOCl
niet	<2	cadmium, kwik, lood

Betrouwbaarheid analysemethode
Voor het aspect betrouwbaarheid van de analysemethode zijn een tweetal opmerkingen te plaatsen:

- reproduceerbaarheid; gesteld kan worden dat de reproduceerbaarheid hoger is naarmate de concentratie hoger is;
- effect van vóórbehandeling: bij de vergelijking tussen grond- en afvalwater (percolaat) is een complicerende factor het feit dat de monstervóórbehandeling verschillend is. De analysemethode is echter wel dezelfde. Uit mondelinge informatie van ALcontrol-Heinrici blijkt het volgende.

Tabel 3.3 Monstervóórbehandeling grondwater en percolaat (conform NEN-voorschriften)

parameter	grondwater	percolaat	verschil in gehalten
CZV, N-Kjeldahl	geen	geen	geen verschil
zware metalen	filtreren (0,45 μm)	ontsluiting met zuur	veel verschil, afvalwater hoger
aromaten	decanteren	homogeniseren	weinig/geen verschil
haloformen	decanteren	homogeniseren	weinig/geen verschil
PAK	decanteren		homogeniseren, weinig/geen verschil
EOX	decanteren	homogeniseren	weinig/geen verschil
minerale olie	decanteren	homogeniseren	weinig/geen verschil

Uit bovenstaande tabel blijkt dat vrijwel alle parameters goed vergelijkbaar zijn, met uitzondering van zware metalen. Hierbij moet worden opgemerkt dat, indien percolaat zou worden vóórbehandeld conform grondwater, het gehalte aan zware metalen duidelijk lager zal zijn.

Conclusies
Uit het voorgaande is de mate van geschiktheid van de diverse parameters af te leiden. Deze geschiktheid is onder meer afhankelijk van de concentratie in het percolaat, mobiliteit in de bodem en het kunnen maken van onderscheid ten opzichte van de natuurlijke achtergrond. Combinatie van deze drie aspecten levert de volgende samenvattende tabel op.

Tabel 3.4 Mate van geschiktheid parameters

geschiktheid	parameter
hoog	Cl, N-Kjeldahl, nitraat
matig	BTEX, haloformen
laag	minerale olie, zware metalen, CZV
niet	PAK, EOCl

Op basis van het bovenstaande wordt in de onderstaande tabel een voorstel gedaan voor parameters in het analysepakket en een frequentie voor de betreffende parameter. Voor goede gids- en kritische parameters wordt een frequentie conform Stortbesluit aangehouden (2 x/jaar) en voor minder geschikte parameters een verlaagde frequentie van één keer/jaar.

Tabel 3.5 Voorgesteld analysepakket

parameter	frequentie (per jaar)
zuurgraad (pH)	2
elektrische geleidbaarheid (Ec)	2
chloride (Cl^-)	2
ammonium ($NH4^+$)[1)]	2
nitraat (NO_3^-)	2
aromaten	2
haloformen	2
minerale olie	1
zware metalen	1

[1)] N-kjeldahl is een somparameter, voor deze parameters is geen grondwaternorm beschikbaar, derhalve wordt ammonium voorgesteld

Na verloop van tijd kan een aanpassing van het voorgestelde pakket plaatsvinden op basis van metingen en nieuwe inzichten.

Verantwoording

Titel	:	Monitoringplan stortplaats De Langenberg te Zelhem
Opdrachtgever(s)	:	Regio Achterhoek, Postbus 53, 7000 AB Doetinchem
Uitgegeven door	:	Grontmij Advies & Techniek bv, adviesgroep Bodem
Plaats en datum	:	Houten, 3 april jjjj
Auteur(s)	:	ir. H.L.J. Geusebroek , drs. M.P. Hartog
Illustraties	:	
O.N.	:	12.7388.2
Doc.nr.	:	GLD 5128 (98001886.doc/jg)
Oplage	:	definitief rapport
Aantal pagina's	:	11
Informatie	:	H. Rikkers (026 - 3558888)
Goedgekeurd door	:	H. Rikkers
[naam en paraaf]		

Bijlage1 Onderbouwing ontwerp monitoringsysteem

1 Inleiding

De doelstelling van deze bijlage is een onderbouwing te geven voor het ontwerp van een optimaal monitoringsysteem. Bij de onderbouwing is gebruik gemaakt van:

- het onderdeel PLUME van het pakket MAP (Monitoring Analysis Package, Golder Associates, version 1.1, september 1992);
- de geohydrologische situatie (bodemopbouw, grondwaterstanden, grondwaterstromingsrichting) is gebaseerd op het 'Saneringsonderzoek stortplaats De Langenberg te Zelhem', Grontmij 1996.

De opbouw van deze bijlage is als volgt:

- algemeen principe van een monitoringsysteem;
- invoergegevens en uitgangspunten;
- beschouwing randvoorwaarden monitoringsysteem;
- conclusies en aanbevelingen.

2 Principe van een monitoringsysteem

2.1 Algemeen

Met een monitoringsysteem moet de grondwaterkwaliteit op een betrouwbare wijze kunnen worden vastgesteld. Bij een stortplaats moeten eventuele emissies kunnen worden gedetecteerd.
Een monitoringsysteem kan tevens gebruikt worden voor het tijdig signaleren van veranderingen in de geohydrologische situatie, bijvoorbeeld door het meten van de stijghoogte.

2.2 Opbouw van een monitoringsysteem

Controlezone
De basis voor een monitoringssysteem is de controlezone. Dit is de zone tussen de bron en de locatiegrens. De controlezone bestaat uit een monitoringzone en een interventiezone.
In de monitoringzone dient een eventuele beïnvloeding (= verspreiding van verontreiniging vanuit het stort) te worden geconstateerd.
De interventiezone is de zone die een buffer vormt. Allereerst vindt in deze zone verdere verdunning plaats. Daarnaast ligt er altijd zekere tijd tussen het moment dat een beïnvloeding is geconstateerd en het moment dat eventuele beheersmaatregelen worden getroffen. De verspreiding die optreedt in deze periode, wordt opgevangen in de interventiezone.

Het monitoringssysteem bestaat uit twee hoofdonderdelen met verschillende functies:

- de bovenstroomse referentiepeilbuizen, bedoeld voor het bepalen van (fluctuaties in) de achtergrondconcentraties;
- het benedenstrooms signaleringssysteem, bedoeld om de grondwaterkwaliteit te bewaken.

Referentiepeilbuizen
Het bovenstroomse deel van het netwerk dient als referentiekader voor de benedenstroomse metingen. In deze peilbuizen worden de achtergrondwaarden van de te monitoren parameters vastgelegd, evenals de fluctuatie hierin. De bovenstroomse meetpunten geven tevens inzicht in de bijdrage van eventuele bovenstrooms van de stortplaats gelegen verontreinigingsbronnen. Voor de dichtheid van het bovenstroomse netwerk kan, op basis van literatuurgegevens (Christensen et.al., 1991), worden uitgegaan van een onderlinge afstand tussen de peilbuizen van circa 100 m tot 150 m.

Benedenstrooms signaleringssysteem
Het benodigd aantal peilbuizen is afhankelijk van de afstand tussen de monitoringslijn en de verwachtte omvang van de te detecteren vuilpluim. Beide ontwerpgrootheden zullen in deze rapportage worden berekend. Tussen de monitoringbuizen dient een minimale afstand aanwezig te zijn van een pluimbreedte. Bij een trefkans van 100% is de dichtheid van het monitoringnetwerk daarom direct gerelateerd aan de ligging van de monitoringslijn. De omvang en de vorm van de vuilpluim is dus bepalend voor de dichtheid van het monitoringnetwerk.

Binnen het monitoringsysteem zijn samenvattend de volgende elementen te onderscheiden (zie figuur B.1):
- referentiepeilbuizen ter bepaling van de fluctuaties in de achtergrondconcentraties;
- de emissielijn zijnde het startpunt van de vuilpluimen;
- de monitoringslijn waarop zich idealiter de monitoringbuizen bevinden;
- de monitoringgrens: de uiterste grens tot waar de verontreiniging zich kan verplaatsen alvorens hij wordt gedetecteerd;
- de monitoringzone: de zone tussen stortplaats en monitoringgrens;
- de interventiezone: de zone buiten de monitoringzone, welke noodzakelijk wordt geacht om verspreiding 'op te vangen' in de periode na detectie, en voordat eventuele maatregelen worden getroffen;
- de controlezone: de strook welke bestaat uit de monitoring- en interventiezone.

Uit het bovenstaande kan worden afgeleid dat een brede monitoringzone leidt tot een meer trefzeker systeem. Stroomafwaarts wordt de pluim namelijk geleidelijk breder zodat met een grotere peilbuisafstand kan worden volstaan en een lagere bemonsteringsfrequentie.
Bij een bredere monitoringzone worden de concentraties lager hetgeen de kans op het niet detecteren verhoogd.
In het algemeen wordt een onderlinge afstand van 50 tot 100 meter gepropageerd. Voor de monitoringzone zijn algemene richtlijnen beschikbaar.

Het ontwerp van een monitoringssysteem wordt in hoofdzaak bepaald door:
- de locatie en het aantal meetpunten;
- de meetfrequentie;
- de te analyseren parameters.

Deze drie aspecten kunnen niet los van elkaar worden beschouwd en dienen ten opzichte van elkaar geoptimaliseerd te worden om een acceptabel (betrouwbaar en betaalbaar) monitoringssysteem te verkregen.

figuur B.1 Onderdelen monitoringsysteem

3 Invoergegevens en uitgangspunten

3.1 Algemeen

Bij de evaluatie van het monitoringsysteem worden de volgende situaties beschouwd:

- de huidige situatie met IBC-stort (9,4 ha) en het oude stort (13,65 ha) zonder bovenafdichting;
- de situatie na aanleg van een bovenafdichting ter plaatse van het oude stort;
- lekkages van respectievelijk 5, 30 en 300 mm/jaar.

Bij de evaluatie wordt uitgegaan van een aantal gidsparameters die op basis van de gehalten in het stort en hun eigenschappen veelbelovend lijken als tracer voor de vaststelling van een eventuele lekkage.

3.2 Oude stort en IBC-stort

Bij het oude stort doet zich een principieel andere situatie voor dan bij het IBC-gedeelte van de stortplaats Zelhem.

Bij het **IBC-stort** van 'De Langenberg' is aan de onderzijde een onderafdichting aangebracht. Na het beëindigen van de stortactiviteiten zal dat deel van de stortplaats aan de bovenzijde worden afgesloten. Eventuele lekkage kan optreden wanneer de onderafdichting faalt. Dit zal naar verwachting alleen op relatief beperkte schaal kunnen optreden (hierbij kan worden gedacht aan scheuren in de onderafdichting). Omdat de folie onder verhang ligt naar de zuidzijde is de kans op lekkage aan deze zijde het hoogst. Om dergelijke lekkages (calamiteiten) vast te kunnen stellen met behulp van een verticaal monitoringsysteem is een intensief systeem (veel peilbuizen) nodig.

Ter plaatse van het **oude stort** is bij aanleg geen onderafdichting aangebracht, een belangrijk deel van de stortzool (circa 50%) ligt gedurende langere perioden (natte seizoenen) beneden grondwaterniveau. Op dit stort wordt zo spoedig mogelijk een bovenafdichting aangebracht. De restemissie (lekkage) wordt vrijwel volledig bepaald door de lekkage van de bovenafdichting, deze wordt vooralsnog geraamd op 5 mm/jaar over het hele oppervlak.
Bovenbeschreven verschillen leiden tot een verschil in risico van verspreiding en daarmee tot een verschil in de mogelijkheden tot het vaststellen van verspreiding van verontreinigingen. Bij het beschrijven van de effectiviteit van het monitoringsysteem zal hier onderscheid tussen worden gemaakt.

3.3 Kwaliteit van het percolaat en keuze signaalparameter (tracer)

De kwaliteit van het percolaat in het oude stort is in eerdere onderzoeken afgeleid op basis van gehalten in het grondwater, direct onder de oude stortplaats. Op basis van die afleiding zijn gehalten voor onder andere chloride en vluchtige aromaten (BTEX) bepaald. De gehalten voor deze stoffen zijn afgeleid uit eerdere studies en zijn weergegeven in tabel 1.
In een stortplaats zal de samenstelling van het percolaat in de loop van de tijd veranderen. Factoren als omzettingsprocessen in het stort en de fysieke opbouw van het stort (wel of geen boven- of onderafdichting) spelen hierbij een rol.
Het oude stort is aangelegd zonder boven- of onderafdichting en is enkele tientallen jaren ouder dan het IBC-stort. Dit kan een verklaring zijn voor de verschillen tussen de concentraties van genoemde parameters in beide storten. Voor de gehalten van andere parameters in het percolaat wordt verwezen naar de eerder genoemde studies.

Tabel B.1 Percolaatsamenstelling

parameter	eenheid	oude stort	IBC-stort
BTEX	µg/l	70	10-100
Chloride	mg/l	250	1000-3000

De meest geschikte tracer is die waarbij de verhouding tussen de concentratie in het percolaat en de natuurlijke concentratie in het natuurlijke grondwater het grootst is. Het achtergrondgehalte voor chloride is gemiddeld 22 mg/l, voor BTEX is dat in principe 0,0 µg/l. Als actiewaarde wordt voor chloride 300 mg/l en voor BTEX 1 µg/l aangehouden. Uitgaande van de gehalten in het percolaat in het IBC-stort levert dit voor chloride een verhouding van 1:10 en voor BTEX een verhouding van 1:100 op.

3.4 Lekintensiteit, lekoppervlakte en brongehalte

Als percolaat uit het stortlichaam in het watervoerend pakket terecht komt, treedt ten gevolge van menging, verdunning op. Het percolaat heeft hogere gehalten aan stoffen dan het grondwater. De grootte van de verdunning is van belang voor de grootte van de vuilpluim en de concentraties die binnen de vuilpluim kunnen voorkomen. De mate van verdunning (verdunningsfactor) is afhankelijk van de grote van de laag water waarover verdunning optreedt, de stromingssnelheid in het watervoerend pakket, de lekintensiteit en de lekoppervlakte.
Met de verdunningsfactor kan, voorafgaand aan de pluimberekeningen, worden bepaald of een bepaalde lekkage tot detecteerbare gehalten in het watervoerend pakket leidt en welke combinatie van *brongehalte, lekintensiteit* en *lekoppervlakte* tot een detecteerbare verhoging in het watervoerend pakket leidt. Tevens kan worden nagegaan welke lekkage maatgevend is, die vanuit het IBC-stort of vanuit het oude stort.

De *lekintensiteit* wordt omschreven als het debiet waarmee verontreinigende stoffen in het watervoerend pakket terechtkomen. Voor de lekintensiteit zijn waarden van 5, 30 en 300 mm/jaar gehanteerd (zie § 3.1). Deze komen overeen met respectievelijk een goed functionerende bovenafdichting, een beperkte lekkage en, voor het oude stort, de huidige situatie.

De *lekoppervlakte* is de oppervlakte waarover de verontreiniging in het watervoerend pakket terecht komt. Voor het IBC-stort is hiervoor 5, 25, 50, 125, 250, 1500, 7500 m^2 en het hele stortoppervlak van 94.000 m^2 gekozen. Voor het oude stort zijn dezelfde oppervlakken gehanteerd alsmede het hele oppervlak van het stort: 136.500 m^2.

Het *brongehalte* (concentratie in het percolaat) is het gehalte waarmee de verontreinigende stof in het watervoerend pakket terecht komt. Hier is uitgegaan van BTEX (brongehalte 100) en chloride (3.000).

Bovenbeschreven elementen zijn van belangrijke invloed op de effectiviteit van een monitoringsysteem. In tabel B.2 zijn de diverse combinaties tussen het lekoppervlak, lekintensiteit en brongehalte welke hier worden beschouwd, weergegeven.

Tabel B.2 Combinaties van brongehalte, lekintensiteit en lekoppervlakte die hier worden beschouwd

brongehalte	lekintensiteit (mm/jaar)	lekoppervlak (m^2)
100/3000	5, 30, 300	5,25,50,125,250,2500,7500,94000 of 136500

3.5 Verdunning

Voor de berekening van de verdunningsfactor zijn onderstaande uitgangspunten gehanteerd:

- er wordt geen rekening gehouden met dichtheidstroming;
- in de huidige situatie (dus zonder bovenafdichting) bereikt het percolaat midden onder het stort gemiddeld (het indringingsverloop is niet lineair) een diepte van circa 15 m in het watervoerend pakket. Deze diepte wordt bereikt als gevolg van een infiltratie van het volledige neerslagoverschot van 300 mm/jaar en menging als gevolg van dispersie. Met behulp van de formule van Hoeks wordt voor de huidige situatie een gemiddelde indringingsdiepte van circa 7,5 meter berekend. Op basis van metingen van de grondwaterkwaliteit in het watervoerend pakket wordt een invloed van het stort vastgesteld tot een diepte van gemiddeld 15 m. Na aanleg van de bovenafdichting neemt de indringingsdiepte ter plaatse van het oude stort af. De met behulp van Hoeks berekende gemiddelde indringingsdiepte bij verschillende infiltratiedebieten is vermenigvuldigd met een factor 2. Deze factor is gebaseerd op de waarnemingen ter plaatse van het oude stort. Bij een voeding op het stort van 30 mm/jaar wordt dan een waterschijf met een dikte van circa 2,5 * 2 = 5 m berekend. Bij een voeding van 5 mm/jaar is dat 1 * 2 = 2 m;
- het grondwater in het bovenste deel van het watervoerend pakket (tweede zandlaag) stroomt met een gemiddelde snelheid van 22 m/jaar, uitgaande van een westelijke stromingsrichting met een verhang van 1 m/km, een gemiddelde doorlaatfactor van 18 m/etmaal en een porositeit van 0,3. Direct onder het stortmateriaal is sprake van een dunne laag fijn lemig zand (de eerste zandlaag met een dikte van maximaal drie meter). De stroomsnelheid in dit deel van het watervoerend pakket is lager dan het diepere deel van het watervoerend pakket en bedraagt circa 3 m/jaar. Dit betekent dat direct onder het stort de verdunningsfactor lager zal zijn. Een voeding vanuit het stort welke kleiner is dan 30 mm/jaar betekent dat percolaat niet meer dan circa 5 meter in de bodem onder het stort infiltreert. Een hogere stroomsnelheid leidt tot een hogere verdunning. Een hogere verdunning betekent een intensiever monitoringsysteem. De hier gehanteerde gemiddelde stroomsnelheid van 22 m/jaar is wellicht te hoog waarmee dus mogelijk een overdimensionering van het monitoringsysteem plaatsvindt en is daarmee dus een veilige aanname;
- ter plaatse van het IBC-stort is voor de waterschijf waarover menging optreedt eveneens 2, 5 en 15 m aangehouden bij een lekkage van respectievelijk 5, 30 en 300 mm/jaar;
- uitgegaan is van een zogenaamd propstromingsmodel waarbij het percolaat dat het stort verlaat, zich direct mengt over de volledige dikte van de waterschijf en vervolgens als een ‘front’, horizontaal afstroomt;
- de grootste lengte (west-oost richting) en breedte (noord-zuid richting) van het oude stort in het stromingsveld van het grondwater bedraagt 550 x 250 m. Van het IBC-stort is dat 375 x 350 m.

De met onderstaande vergelijkingen berekende verdunningsfactor is weergegeven in tabel B.3:

$$Q_g = kD.\frac{\delta h}{\delta x}.\sqrt{A}$$

$$Q_p = A\ .q$$

$$V = \frac{Q_g + Q_g}{Q_p}$$

waarin:

Qg	langsstromend debiet onder het stort	[m^3/etmaal]
Qp	infiltrerend debiet op het stort	[m^3/etmaal]
kD	doorlaatvermogen van het doorstroomde deel van het watervoerend pakket	[m^2/etmaal]
dh/dx	verhang	[m/m]
A	lekoppervlak	[m^2]
q	lekintensiteit	[m/etmaal]
V	verdunningsfactor	[-]

In tabel B.3 zijn de berekende verdunningsfactoren weergegeven.

Tabel B.3 Verdunningsfactoren als functie van lekintensiteit en lekoppervlakte

	Verdunningsfactor		
Lekintensiteit (mm/jaar)	5	30	300
Lekoppervlak (m^2)			
5	1.176	491	148
25	527	220	67
50	372	156	47
125	236	99	30
250	167	70	22
1.500	69	29	10
2.500	54	23	8
7.500	31	14	5
94.000	10	5	2
136.500	8	4	2

Uit tabel B.3 kan worden afgelezen dat bij een lekoppervlak van 1.500 m^2 en een lekintensiteit van 300 mm/jaar, de verdunningsfactor 9,5 bedraagt. Verder blijkt uit de tabel dat bij hogere lekintensiteiten en grotere lekoppervlakken de mate van verdunning afneemt. Dit komt doordat de vracht aan verontreiniging die bij toenemende lekintensiteit in het watervoerend pakket terechtkomt, groter wordt. Hierdoor wordt de verdunning door langsstromend (schoon) grondwater kleiner.

3.6 Toename van het gehalte ter plaatse van het lek

In tabel B.4 is het gehalte in het watervoerend pakket weergegeven ter plaatse van het lek, uitgaande van brongehalten van 100 (BTEX) en 3.000 (chloride) als functie van de lekoppervlakken en de lekintensiteit.

Tabel B.4 Toename van het gehalte in het watervoerend pakket

	Toename		
Lekintensiteit (mm/jaar)	5	30	300
Lekoppervlak (m^2)			
Brongehalte 100 (BTEX)			
5	0,09	0,20	0,6
25	0.19	0,45	1,50
50	0,27	0,64	2,11
125	0,42	1,01	3,29
250	0,60	1,42	4,59
1.500	1,45	3,42	10,55
2.500	1,87	4,37	13,21
7.500	3,19	7,33	20,86
94.000	10,45	21,87	48,28
136.500	12,33	25,23	52,93
Brongehalte 3000 (Chloride)			
5	2,55	6,11	20,28
25	5,70	13,64	44,98
50	8,05	19,25	63,22
125	12,71	30,32	98,74
.250	17,94	42,70	137,77
1.500	43,57	102,48	316,39
2.500	56,01	131,00	396,30
7.500	95,71	219,88	625,89
94.000	313,43	656,24	1.448,26
136.500	756,85	756,85	1.588,03

De gehalten in het watervoerend pakket zijn berekend door het brongehalte te delen door de verdunningsfactor uit tabel B.3. Op basis van de tabel kan worden geconcludeerd dat lekkage van bijvoorbeeld chloride vanuit het IBC-stort (brongehalte circa 3000 mg/l) bij een lekintensiteit van 30 mm/jaar (beperkte lekkage) boven de actiewaarde van 35 mg/l komt wanneer het lekoppervlak groter dan 7500 m^2 is. Immers de actiewaarde ligt bij 300 mg/l en het achtergrondgehalte op 22 mg/l. Een lekkage van BTEX (brongehalte in IBC-stort is 10-100 µg/l is bij een lekintensiteit van 30 m/jaar meetbaar bij eveneens een lekoppervlak van meer dan 125 m^2 (detectiegrens van BTEX is 0,2 µg/l, de actiewaarde 1 µg/l).
Logischerwijs leiden hogere brongehalten reeds bij kleinere lekoppervlakken tot detecteerbare concentraties in het watervoerend pakket.

4 Ontwerp monitoringsysteem

4.1 Algemeen

Om een vuilpluim vanuit de stortplaats te detecteren staan verschillende methodes ter beschikking. De meest voorkomende zijn:

- een horizontaal drainagesysteem dat onder het stort wordt aangelegd;
- een verticaal systeem dat bestaat uit peilbuizen rondom de stortplaats.

Het belangrijkste voordeel van een horizontaal systeem is de grote trefkans. Nadeel is de grote verdunning die optreedt bij monstername. Hierdoor kan pas bij relatief hoge lekconcentraties worden vastgesteld dat er een lekkage optreedt. Bovendien kan niet direct worden vastgesteld waar de lekkage optreedt.

Voordelen van een verticaal systeem zijn de flexibiliteit bij aanleg en het relatief eenvoudige onderhoud. Belangrijk nadeel is de, ten opzichte van het horizontale systeem, kleinere trefkans. Dit is sterk afhankelijk van het aantal peilbuizen.

Bepalend voor het kunnen vaststellen van verontreinigingen, is de mate van verdunning van de vuilpluim in het watervoerend pakket en in het meetmedium (drain of peilbuis) en daarmee de afstand van het monitoringsysteem tot de bron. Achtergrondgehalte en detectiegrens van de betreffende verontreinigingen zijn andere belangrijke factoren bij het kunnen vaststellen van verspreiding.

Op de stortplaats 'De Langenberg' is sprake van twee stortgedeelten met verschillende eigenschappen. De configuratie (aantal en dieptestelling peilbuizen) van een monitoringsysteem zal moeten worden afgestemd op het stortgedeelte met de meest maatgevende omstandigheden.

Oude stort
Zoals eerder aangegeven kan percolaat vanuit het oude stort momenteel ongehinderd naar het watervoerend pakket stromen. Uit tabel B.4 blijkt dat dit resulteert in detecteerbare gehalten in het watervoerend pakket. Of en wanneer een vuilpluim detecteerbaar is hangt af van lekoppervlak, lekintensiteit, brongehalte en het achtergrondgehalte. Het huidige monitoringssysteem voldoet voor deze situatie.
Het kan zo zijn dat op sommige plaatsen hogere gehalten in het stort voorkomen waardoor het lekoppervlak beperkt van omvang kan zijn. In eerder uitgevoerd onderzoek is de kwaliteit van het grondwater op verschillende plaatsen onder het stort vastgesteld. Hieruit blijkt dat de gehalten van de verschillende parameters overal onder de stortplaats in meer of mindere mate verhoogd zijn. Het ontbreken van een onder- en boven-afdichting en de gemeten gehalten maken het aannemelijk ervan uit te gaan dat lekkage optreedt over het gehele stortoppervlak. De vuilpluim die daar het gevolg van is heeft een breedte die even groot is als de breedte van het stort en zal als gevolg van dispersie in stroomafwaartse richting breder en dieper worden. De verdunning bij een voeding van 300 mm/jaar is dermate laag dat de gehalten chloride boven de achtergrondwaarde komen. Met behulp van de huidig aanwezige peilbuizen aan de rand van de stortplaats zal deze vuilpluim met een trefkans van 100% kunnen worden vastgesteld. Het betreft hier de peilbuizen T5, T24, T23, T22, T21, T20 en T25.
Na aanleg van de bovenafdichting op het oude stortgedeelte neemt de voeding af tot minder dan 5 mm/jaar. Uit tabel B.4 kan worden opgemaakt dat de combinatie van de reductie van uitstroom van percolaat, de dunnere waterschijf die wordt beïnvloedt (het percolaat infiltreert minder diep) en de grotere verdunningsfactor, leidt tot gehalten chloride in het watervoerend pakket onder de stortplaats die lager liggen dan de achtergrondgehalten. Deze zullen met de peilbuizen aan de rand van de stortplaats (huidige systeem) niet kunnen worden gedetecteerd.
Dit kan worden geconcludeerd op basis van de hier berekende verdunningsfactor en berekeningen die zijn uitgevoerd en gerapporteerd in het grondwaterbeheersplan. Met peilbuizen die nabij het oude stortgedeelte zijn geplaatst is het effect van een bovenafdichting (afname van de concentraties in het watervoerend pakket) op de gehalten chloride, mits een voldoende lange meetreeks wordt verzameld, vast te stellen (peilbuis T5, T3 bij zuidstort en T25 en T1 bij noordstort). Voor een stof met lagere achtergrondgehalten en voldoende hoge brongehalten (bijvoorbeeld ammonium) is het effect van een bovenafdichting waarschijnlijk wel aan de westrand van de stortplaats merkbaar. Een complicerende bijkomstigheid is de eigenschap van een stof als ammonium dat in de ondergrond omzettingen plaatsvinden waardoor deze stof zich niet bij uitstek leent als tracer voor lekkage.

Om de effectiviteit van het huidige monitoringsysteem met betrekking tot het oude stort te bepalen worden om bovenstaande redenen hier verder geen berekeningen uitgevoerd.

IBC-stort
Voor het IBC-stort van de stortplaats is sprake van een andere situatie. Lekkages kunnen hier in principe overal op het stort ontstaan. De lekoppervlakken zijn, gelet levensduurschattingen van onderafdichtingen zeker de eerste tientallen jaren naar verwachting klein. De kans om dergelijke lekkages vast te kunnen stellen is dan ook klein en wordt bepaald door de lengte en breedte van de vuilpluim in relatie tot het meetnet. De omvang die dergelijke vuilpluimen aan de rand van het stort (de monitoringzone) kunnen bereiken is naast de stromingssnelheid van het grondwater in het watervoerend pakket, het lekoppervlak en de lekintensiteit afhankelijk van de plaats op het stort waar de lekkage optreedt. Deze factoren zijn bepalend voor de effectiviteit van een monitoringsysteem.

Geconcludeerd wordt derhalve dat met name het IBC-stort maatgevend zal zijn voor het te ontwerpen monitoringsysteem van de stortplaats 'De Langenberg'.

4.2 Uitgangspunten

- bij de onderbouwing van het ontwerp wordt in beginsel uitgegaan van monitoring via verticale waarnemingsfilters aan de benedenstroomse zijde van het IBC-stort;
- als emissielijn (zie § 2.2) wordt de rand van de IBC-stort genomen, dit is de 'worst-case' situatie. Immers, een vuilpluim die op de emissielijn start, heeft de minste mogelijkheden om zich in de breedte en de diepte te ontwikkelen en is daarmee het lastigst vast te stellen;
- de monitoringgrens is de uiterste grens tot waar de verontreiniging zich kan (mag) verplaatsen alvorens deze wordt gedetecteerd. Er wordt vanuit gegaan dat wanneer verontreinigingen worden gedetecteerd binnen een jaar maatregelen worden getroffen. Op basis van de stroomsnelheid van het grondwater wordt ervan uitgegaan dat eventuele verspreiding voorbij de monitoringgrens binnen zo'n periode nog kan worden 'teruggehaald'. De interventiezone is derhalve 0 m breed. Aangenomen wordt dat de breedte van de monitoringgrens varieert van 12 m aan de zuidwestrand van het stortterrein tot 60 m ter plaatse van het depot schone grond. De monitoringslijn (lijn waarop de monitoringbronnen zijn gesitueerd) is op dit moment gemiddeld circa 10 m van de emissielijn verwijderd. Volgens de 'Ontwerp-procedure Grondwatermonitoring Stortplaatsen'[VVAV,1995].is een monitoringslijn op minder dan 10 m van de stortplaats af te raden in verband met het mogelijk optreden van voorkeursstroming en de aanwezigheid van heterogeniteiten in de eigenschappen van de bodem;
- de afstand tussen de emissielijn en de monitoringgrens wordt gedefinieerd als de monitoringszone en bedraagt 12 m tot 60 m. Het moment van detectie van een vuilpluim hangt af van de lengte en breedte van de pluim, de onderlinge afstanden tussen de monitoringbuizen en de ligging van de monitoringgrens. De onderlinge afstand van de peilbuizen in het monitoringsnet is de onbekende variabele en moet worden bepaald. Om de lengte van de vuilpluim te berekenen is een rekenmethode toegepast uit de 'Ontwerpprocedure Grondwatermonitoring Stortplaatsen'. Uit de ontwerpprocedure blijkt dat de onderlinge afstand tussen de monitoringpeilbuizen en de monitoringsfrequentie zodanig op elkaar moet worden afgestemd, dat een pluim wordt gedetecteerd op het moment dat deze de helft van de monitoringszone heeft afgelegd. Dit uitgangspunt garandeert dat de pluim in maximaal twee monitoringronden wordt gedetecteerd en dat de lengte van de pluim bij detectie niet groter is dan de breedte van de monitoringszone. Met andere woorden: op het moment van detectie, zal de pluim de monitoringgrens niet overschrijden.

Toepassing van deze benadering levert bij monitoringbreedtes van 12 m en 60 m, pluimlengtes van 6 m en 30 m op. Het bij deze pluimlengte behorende lekoppervlak en de breedte van de pluim en de daarvan afhankelijke, onderlinge peilbuisafstand wordt hierna berekend;
- bij het bepalen van de vuilpluim wordt een gemiddelde stroomsnelheid van 22 m/jaar aangehouden;
- de lekoppervlakken zijn omgerekend tot vlakken met gelijke lengte en breedte. Met deze benadering wordt elk lekoppervlak uitgedrukt als lijnbron. Aangenomen wordt dat de brongehalten direct in het watervoerend pakket terechtkomen en vervolgens door verdunning en stoftransportprocessen een vuilpluim veroorzaken;
- de berekening van de vuilpluimen is uitgevoerd voor chloride en BTEX. Dit zijn stoffen die in relatief hoge gehalten in het percolaat voorkomen en waarvan de achtergrondgehalten relatief laag zijn;
- een belangrijk bijkomend proces bij stoftransport is dispersie. Dit proces is schaalafhankelijk en wordt bepaald door de stroomsnelheid van het grondwater en discontinuïteiten in de bodem. Dispersie veroorzaakt een versnelde stroming in zowel horizontale als verticale richting. Bij berekening van de verspreiding is een longitudinale dispersiecoëfficiënt aangehouden, die berekend is met onderstaande vergelijking (uit: "Ontwerpprocedure grondwatermonitoring stortplaatsen"):

  $L_{disp} = 0{,}32 * \text{pluimlengte}^{0,83}$

  Voor de dispersie in verticale richting (transversale dispersiecoëfficiënt) is een waarde van $1/20 * L_{disp}$ gehanteerd;

- bij de berekeningen is geen rekening gehouden met diffusie en dichtheidsstroming. Diffusie speelt met name een rol van betekenis wanneer de stroomsnelheden zeer klein zijn (kleiner dan 1 mm/jaar). Dichtheidsstroming gaat pas een rol spelen bij concentratieverschillen van meer dan 10.000 mg/l. Deze stroming wordt derhalve buiten beschouwing gelaten. De verplaatsing van de verontreinigingen in het stort vindt grotendeels plaats door dispersie. Bovendien is ervan uitgegaan dat geen afbraak van verontreinigingen optreedt. Dit betekent dat een 'worst-case' situatie wordt doorgerekend omdat afbraak tot een vertraging in de verspreidingssnelheid leidt.

4.3 Resultaten

4.3.1 Algemeen

Uit de berekeningen in § 4.1 is gebleken welke combinaties van lekoppervlakte, lekintensiteit en brongehalte tot detecteerbare concentraties in het watervoerend pakket leiden. Een stof voldoet als tracer wanneer de brongehalten hoog zijn, de achtergrondgehalten laag zijn en de stof niet onderhevig is aan afbraak, vastlegging of omzetting.
Van chloride en BTEX zal worden nagegaan of deze voldoen als tracer. Tabel B.4 is opgesteld voor de verdunning voor BTEX (100) en chloride (3000).

De pluimberekeningen zijn uitgevoerd met het model PLUME (onderdeel van het Monitoring Analyses Pakket). In figuur B.2 is als voorbeeld het berekeningsresultaat van een pluimberekening grafisch weergegeven. Het betreft een verontreinigingsbron met een breedte van 5 m, een lekintensiteit van 30 mm/jaar en een brongehalte van 1.000 mg/l. Op het tijdstip waarop de pluim is afgebeeld, heeft deze de helft van de monitoringszone (in dit geval 38,75) afgelegd. Als uitgangspunt geldt dat op dit tijdstip de pluim dient te worden gedetecteerd in de monitoringsbuizen. Uit figuur B.2 valt duidelijk af te lezen dat in dit geval de afstand van de monitoringpeilbuizen tot het stort circa 20 m (monitoringslijn) moet zijn en dat de onderlinge afstand tussen de peilbuizen circa 26 m moet zijn.

In de volgende paragrafen worden de modeluitkomsten voor de doorgerekende combinaties van brongehalte,

4.3.2 Detectietijd en onderlinge afstanden monitoringspeilbuizen

De resultaten van de pluimberekeningen, zijnde de onderlinge afstanden van de monitoringsbuizen op de monitoringslijn en de detectietijd, zijn weergegeven in tabel B.5.

In tabel B.5 is de concentratie in het stort (het brongehalte), de lekintensiteit, de breedte van de verontreiniging in relatie tot de bijbehorende afstanden van de monitoringbronnen en de tijd welke de verontreiniging nodig heeft om de halve monitoringsbreedte af te leggen, weergegeven. Aangezien de pluimen vanaf de rand van het stort zijn berekend wordt hiermee het 'worst-case' scenario berekend waarbij de minimale verplaatsingstijden en minimale peilbuisafstanden worden berekend.

De tabel dient als volgt gelezen te worden: bij een concentratie in het stort van 100 µg/l (BTEX), een lekintensiteit van 30 mm/jaar en een breedte van de verontreiniging van 50 m (dit is de wortel van 2.500 m^2) wordt bij een breedte van de monitoringszone van 60 m (pluimlengte 30 m) een detectietijd van 350 dagen berekend, waarbij de onderlinge afstand tussen de peilbuizen op de monitoringslijn circa 55 m bedraagt.

Zoals eerder is aangegeven geldt hierbij dat op het moment dat de pluimlengte de helft van de monitoringszone heeft overschreden de pluim dient te worden gedetecteerd. De met behulp van PLUME berekende detecteerbare contour (contourwaarde) is gedefinieerd als het quotiënt van de waarnemingsconcentratie (dit is de achtergrondwaarde vermeerderd met de standaarddeviatie) en de concentratie in het brongebied (dit is de concentratie in het watervoerend pakket, zoals berekend op basis van de concentraties in het stort en de verdunningsfactor, niet te verwarren met het brongehalte).

Figuur B.2 Resultaten voorbeeld pluimberekening

Tabel B.5 Onderlinge peilbuisafstand (m) en detectietijd (d)

		pba	dt	pba	dt	contour-waarde
Monitoring breedte (m)		12	12	60	60	
Lekintensiteit (mm/jaar)	Lekoppervlakte (m^2)					
Brongehalte 100 (BTEX)						
30	250	14	125	14	700	0,70
300	250	14	50	20	350	0,22
30	2.500	55	50	55	350	0,23
300	2.500	55	325	55	225	0,08
Brongehalte 3000 (chloride)						
30	250	12	300	14	950	0,82
300	250	14	50	20	350	0,25
30	2.500	55	55	55	350	0,27
300	2.500	55	325	55	210	0,09

dt = detectietijd in dagen
pba = onderlinge afstand monitoringpeilbuizen

Dit betekent dus de volgende werkwijze:
1. bepaal de actiewaarde;
2. bepaal welk lekoppervlak, bij welke lekintensiteit moet kunnen worden vastgesteld;
3. bepaal de detecteerbare contour die in PLUME moet worden gehanteerd.

ad 1) De actiewaarde voor chloride is vastgesteld op 300 mg/l, die voor BTEX op 1 µg/l.

ad.2) Een lekkage van 30 mm/jaar wordt reëel geacht. Op basis van tabel B.4 kan dan worden vastgesteld dat lekkages van chloride en BTEX niet kunnen worden vastgesteld wanneer het lekoppervlak kleiner is dan respectievelijk 7.500 en 125 m^2. Immers kleinere lekoppervlakken hebben als gevolg van de verdunning gehalten van BTEX en chloride tot gevolg die lager zijn dan de actiewaarde. Wanneer de lekintensiteit groter zou worden kunnen kleinere lekoppervlakken worden vastgesteld.
Als gevolg van verdunning en dispersie tijdens het vormen van de pluim, zullen de gehalten in het watervoerend pakket lager worden. Daarom moet worden gekozen voor een concentratie in het watervoerend pakket die men wil kunnen detecteren. Deze zal hoger moeten zijn dan de actiewaarden. Bij een gelijkblijvende lekintensiteit betekent dat automatisch een groter lekoppervlak. Uit tabel B.4 kan worden opgemaakt dat bij een lekintensiteit groter dan 300 mm/jaar dit gehalte pas voorkomt wanneer het lekoppervlak groter is dan 1.500 m^2 bij chloride en 50 m^2 bij BTEX;

ad 3) De definitie voor de detecteerbare contour is hiervoor gegeven. De verhouding tussen het gehalte in het watervoerend pakket en de actiewaarde is bepalend voor de breedte van de pluim die kan worden gedetecteerd. Des te kleiner die verhouding, hoe lager de concentratie is die gedetecteerd kan worden. Een kleinere verhouding betekent dus bij gelijkblijvende actiewaarde, een hogere concentratie in het watervoerend pakket, hetgeen op zijn beurt betekent dat bij gelijkblijvende lekintensiteit een groter lekoppervlak nodig is. Wanneer kleinere lekoppervlakken gedetecteerd moeten kunnen worden betekent dit automatisch een grotere waarde voor de detectiecontour en dit betekent kleinere onderlinge peilbuisafstanden.

Hierbij moet worden gerealiseerd dat kleine lekoppervlakken in combinatie met kleine lekintensiteiten kan leiden tot gehalten die beneden de actiewaarde liggen.

4.3.3 Monitoringsfrequentie, aantal peilbuizen en ligging monitoringslijn

Monitoringsfrequentie
De monitoringfrequentie hangt af van de grondwaterstromingssnelheid en het moment dat deze in de monitoringpeilbuizen kan worden gedetecteerd. Zoals eerder is aangegeven is als uitgangspunt gekozen dat een vuilpluim dient te worden gedetecteerd op het moment dat deze de helft van de monitoringszone heeft afgelegd. De monitoringsperiode is daarom gelijk aan de leeftijd van de vuilpluim bij het bereiken van de helft van de monitoringszone.

Aantal peilbuizen
Bij de bepaling van het aantal benodigde peilbuizen is uitgegaan van een emissielijn aan de westzijde en zuid-westzijde van het IBC-stort. Dit is het deel dat zich aan de (grondwater)benedenstroomse zijde van het stort bevindt. De lengte van de monitoringslijn bedraagt 450 m.

In tabel B.6 is een overzicht opgenomen van de berekende monitoringsfrequenties voor verschillende combinaties van brongehalte, lekintensiteit en breedten van de monitoringszone.

Tabel B.6 Bemonsteringfrequentie en het aantal benodigde peilbuizen

		Breedte monitoringszone (m)	
		12	60
Lekintensiteit	Lekoppervlak	Brongehalte 100	
30 mm/jaar	250	30/3*	30/0,5
300 mm/jaar	250	30/7	21/1
30 mm/jaar	2500	8/7	8/1
300 mm/jaar	2500	8/2	8/0,5
		Brongehalte 3000	
30 mm/jaar	250	35/1	30/0,4
300 mm/jaar	250	30/7	21/1
30 mm/jaar	2500	8/7	8/1
300 mm/jaar	2500	8/1	8/0,6

* *bij een lekintensiteit van 30 mm/jaar, een monitoringsbreedte van 12 m en een brongehalte van 100 zijn 30 peilbuizen (zie tabel B.4: pas bij een oppervlakte van 125 m² is er sprake van detecteerbare gehalten in het watervoerend pakket ter plaatse van het lek) nodig die drie keer per jaar moeten worden bemonsterd.*

Uit de tabel kan worden opgemaakt dat er ten aanzien van het aantal benodigde peilbuizen weinig verschil is tussen een brongehalte van 100 en 3.000. Dit wordt veroorzaakt door het feit dat de verhouding tussen de gehalten in het watervoerend pakket (na verdunning) en de voor beide gekozen stoffen vrijwel gelijk is. De peilbuisafstanden worden groter naarmate het lekoppervlak groter wordt. Dit is niet verwonderlijk daar grotere lekoppervlakken bredere pluimen veroorzaken. Belangrijk om vast te stellen is dat kleine lekoppervlakken in combinatie met kleine lekintensiteiten tot gevolg hebben dat lekkages niet kunnen worden gemeten, eenvoudigweg omdat deze door verdunning beneden de actiewaarde komen te liggen.

Voorbeeld (zie tabel B.4): bij een brongehalte van 100 (BTEX), leidt een lekintensiteit van 30 mm/jaar en een lekoppervlak van 50 m² tot een concentratie in het watervoerend pakket van 0,64. Dit is lager dan de actiewaarde en zal niet worden opgemerkt.

Bij het huidige monitoringssysteem zijn vijf peilbuizen geplaatst. Uit de tabel kan worden afgelezen dat dit aantal bijna voldoende is wanneer sprake is van lekkages over oppervlakken van circa 2.500 m^2 en lekintensiteiten van meer dan 30 mm/jaar.
Van een dergelijke situatie is in ieder geval sprake ter plaatse van het oude stort. Om lekkage vanuit dit stortgedeelte te kunnen vaststellen is het huidige meetnet voldoende, voor het IBC-stort is het huidige systeem onvoldoende. Het IBC-stort is daarmee maatgevend voor het aan te leggen monitoringsysteem.

Uit de tabellen B.4, B.5 en B.6 kan worden afgelezen dat wanneer sprake is van een brongehalte van 100 µg/l (BTEX), de lekintensiteit 30 mm/jaar is en de actiewaarde 1 µg/l is, lekoppervlakken van circa 2.500 m^2 (lijnbron van circa 50 m) met 100% zekerheid zullen worden gedetecteerd wanneer circa acht peilbuizen aanwezig zijn. Voor dat geval betekent dat dus het bijplaatsen van drie peilbuizen aan de benedenstroomse zijde van het IBC-stort. Kleinere lekoppervlakken leiden tot waarden lager dan de actiewaarde en vormen geen probleem. N.B. wanneer echter de lekintensiteit groter en het lekoppervlak kleiner wordt, worden de gehalten in het watervoerend pakket groter en de pluim smaller en zullen meer peilbuizen nodig zijn.

Bij het ontwerp van het monitoringsysteem zal dus overeenstemming moeten worden bereikt over de grootte van het lekoppervlak en de lekintensiteit waarvan het wenselijk wordt geacht dat die via monitoring kan worden vastgesteld.

Ligging van de monitoringslijn
De monitoringslijn (= de afstand van de monitoringspeilbuizen vanaf de rand van het stort) ligt ter hoogte van het breedste punt van de pluim (zie figuur B.2). Een ontwikkelde vuilpluim is niet geheel symmetrisch. In verband met de hier beschouwde, relatief smalle breedte van de monitoringszone en de relatief grote waarden voor de contourwaarde bedraagt de afstand van de monitoringslijn tot de emissiezone minder dan de helft van de breedte van de monitoringsbreedte. In tabel B.7 is de afstand van de monitoringslijn tot de emissielijn, voor de in dit rapport beschouwde breedtes van de monitoringszone, opgenomen.

Tabel B.7 Afstand van de monitoringslijn vanaf de rand van het stort voor verschillende breedtes van monitoringszones

breedte monitoringszone (m)	afstand monitoringslijn (m)
12	4
60	20

4.3.4 Filterstelling
Behalve de ligging van de monitoringspeilbuizen in het horizontale vlak is ook de diepte van de filters (filterstelling) van belang bij het ontwerp van een monitoringsysteem. Behalve in horizontale richting beweegt een vuilpluim zich ook in verticale richting. De snelheid van verticale verplaatsing is afhankelijk van de voeding ter plaatse en de horizontale verplaatsingssnelheid.

Percolaat dat aan de oostzijde van het IBC-stort in het watervoerend pakket terechtkomt kan, tot het de monitoringslijn bereikt, potentieel tot grotere diepte infiltreren dan percolaat dat op de emissielijn infiltreert. Om beide verontreinigingen te detecteren zijn verschillende filterstellingen benodigd.

Percolaat dat vanuit het oude stort in het watervoerend pakket terechtkomt is tot reeds grote diepte verspreid. Dit is het gevolg van de infiltratie van het volledige neerslagoverschot ter plaatse van het oude stort. Om dergelijke verontreinigingen vast te kunnen stellen dienen de filters dieper dan de eerder genoemde filters te worden geplaatst. Wanneer een bovenafdichting wordt aangebracht neemt de voeding belangrijk af en zal de verspreiding naar de diepte belangrijk afnemen. Scheiding tussen 'IBC-percolaat' en 'oude stortwater' op basis van de diepte waarop het voorkomt in het watervoerend pakket is dan niet meer te maken. Om deze reden is het aan te raden om tussen het IBC-stort en het oude stort peilbuiswaarnemingen te (blijven) doen om de effecten als gevolg van het aanbrengen van een bovenafdichting ter plaatse van het oude stort waar te kunnen nemen.

Een bijkomende complicerende factor is dat uit geleidbaarheidssonderingen is gebleken dat de mate van verspreiding van verontreinigingen in het verticale vlak, sterk kan variëren. Vaak is sprake van een zeer grillig patroon, dat binnen een traject van enkele meters grote wisselingen in concentratie laat zien. Dit fenomeen pleit daarom juist voor grotere filterlengtes. Alleen zo kan worden voorkomen dat een concentratieverhoging over het hoofd wordt gezien. Daar staat tegenover dat grote filterlengtes tot grotere verdunning kunnen leiden als gevolg van menging met schoon water dat afkomstig is van boven en onder de pluim. Een vuilpluim met een gering verhoogd gehalte is dan door dit verdunningseffect niet meer meetbaar. Op basis van deze overwegingen wordt een filterlengte van 5 meter geadviseerd. Verder wordt de filterstelling bepaald door de afstand van de peilbuizen tot de rand van het stort (monitoringlijn). De geadviseerde filterstelling zijn met behulp van de formules van Hoeks bepaald en in tabel B.8 opgenomen.

Tabel B.8 Filterstelling monitoringsysteem (t.o.v. NAP)

breedte monitoringszone	ten behoeve van detectie van vuilpluim van :			
	westrand IBC	oostrand IBC en oude stort (bij lage lekintensiteit)	oude stort	onderzijde vuilpluim
12 m	+12 tot +7 m	+5 tot 0 m	-1 tot -6 m en - 7 tot -12 m	-15 tot -20 m
60 m	+9 tot +4 m	+2 tot 3 m	-4 tot -9 m	-16 tot -21 m

In deze onderbouwing is uitgegaan van een monitoring met behulp van verticale filters. Hierbij zijn aannames gedaan met betrekking tot de diepte die het percolaat kan bereiken. Gebleken is dat grote lekoppervlakken in combinatie met grote lekintensiteiten en hoge brongehalten nodig zijn om tot meetbare gehalten in het watervoerend pakket te komen. Bovendien moet de verhouding tussen het brongehalte en de actiewaarde voor de betreffende stof groot genoeg zijn.
Aan deze randvoorwaarden wordt voor de situatie in Zelhem niet voldaan en daarom het volgende:

De stroomsnelheden van het grondwater in de ondergrond nemen toe met toenemende diepte. Het is reëel aan te nemen dat de lekintensiteit en de lekoppervlakken bij het IBC-stort beperkt van omvang zullen zijn. Dit heeft tot gevolg dat uit het stort lekkend percolaat geen grote diepte zal bereiken. Immers, de voeding naar het grondwater is onder het IBC-stort nihil. Nabij de noord- en zuidrand is sprake van zijwaarts toestromend water.

Omdat er ter plaatse van het IBC-stort geen neerslag kan infiltreren zal een eventuele lekkage vanuit het IBC-stort, mits deze niet te groot is, niet tot in de tweede zandlaag terechtkomen. Verontreinigingen zullen met name in de bovenste, relatief slecht doorlatende eerste zandlaag blijven. Dit heeft tot gevolg dat:
1. de verdunning minder is;
2. als gevolg daarvan de gehalten in het watervoerend pakket hoger zullen zijn;
3. de verontreinigingen niet in de benedenstrooms geplaatste peilbuizen zullen aankomen.

Om dergelijke (reëel geachte) lekkages toch te kunnen vaststellen wordt geadviseerd een ondiepe drainage (aanlegniveau beneden de GLG) aan te leggen. Om te grote verdunning in de drain te voorkomen wordt aanbevolen de drain als verschillende kortere drains op te splitsen. Tevens dient de drainagesleuf aan de bovenzijde afgeschermd worden. Dit is nodig om verdunning in de drainagesleuf met schoon neerslagwater (van de bovenafdichting) te voorkomen.

5 Conclusies en aanbevelingen

- Verontreinigingen zijn alleen detecteerbaar wanneer de gehalten significant hoger zijn dan het achtergrondgehalte en een lage detectiegrens (en daarmee lage actiewaarde) hebben. Chloride en BTEX bereiken pas goed detecteerbare gehalten in het watervoerend pakket bij een combinatie van grote lekintensiteit en grote lekoppervlakken. Grote lekoppervlakken vertalen zich in een gering aantal monitoringpeilbuizen. Dit heeft dan tot gevolg dat kleine lekoppervlakken met grote lekintensiteiten niet zullen worden gedetecteerd. De conclusie daarvan is dat om tot een betrouwbare monitoring te komen, de monitoring met een groot aantal verticale filters moet worden uitgevoerd (meer dan 30 filters aan de benedenstroomse zijde van het IBC-stort).

- Betrouwbaardere tracers dan chloride en BTEX zijn niet voorhanden. Dit wordt veroorzaakt door de eigenschappen van deze parameters ten opzichte van andere. Hierbij kan ammonium als voorbeeld dienen. De gehalten ammonium in het percolaat zijn hoog, de achtergrondgehalten laag. In principe is dit dus gunstig. Echter, ammonium is onderhevig aan omzettingsprocessen in de bodem en daarmee niet geschikt als tracer.

- Het huidig monitoringsysteem voldoet voor de detectie van de vuilpluim die afkomstig is van het oude stort in de huidige situatie. Na aanleg van een bovenafdichting, verdient het aanbeveling om direct naast het oude stort (tussen het oude stort en het IBC-stort) te monitoren, met de peilbuizen T1, T25, T3 en T5.

- Een verticaal meetnet voldoet niet voor een betrouwbare monitoring van het IBC-stort. Aanbevolen wordt om de stroomafwaarts aanwezige peilbuizen op te nemen in het monitoringprogramma met een lage meetfrequentie.

- Kleine lekoppervlakken in combinatie met kleine (reëel geachte) lekintensiteiten van 30 mm/jaar zullen als gevolg van de lage verticale stromingscomponent, ertoe leiden dat uit het stort lekkend percolaat niet tot grote diepte in het watervoerend pakket zal dringen. Verontreinigingen zullen aan de bovenzijde van het watervoerend pakket blijven. Om deze reden wordt geadviseerd om in plaats van een grote hoeveelheid verticale filters, een ondiepe drainage aan de benedenstroomse zijde van de IBC-stortplaats aan te leggen. De drain dient circa 2 m beneden de GLG te worden aangelegd. Om te grote verdunning in de drains te voorkomen wordt geadviseerd deze in korte lengtes aan te leggen en aan de bovenzijde te beschermen tegen instromend schoon neerslagwater.

Bijlage 2 Overzicht monitoringsysteem (tek.nr. 44A-18930)

Bijlage 6

Genomen Besluiten Wbb

De volgende besluiten zijn opgenomen:

- Wbb-beschikking
- Goedkeuring bovenafdichting
- Goedkeuring monitoringsplan 2011
- Goedkeuring beeindiging onttrekking hydrologisch scherm

Gedeputeerde Staten

provincie GELDERLAND

Bezoekadres
Arnhem Building
Oude Oeverstraat 120
Arnhem

Postadres
Postbus 9090
6800 GX Arnhem

telefoon (026) 359 91 11
telefax (026) 359 94 60
e-mail post@gelderland.nl

AANTEKENEN MET HANDTEKENING RETOUR

Het dagelijks bestuur van de Regio Achterhoek
T.a.v. mevrouw mr. J.W.T. Emaus
Postbus 53
7000 AB DOETINCHEM

NR: 99.1669
12 NOV 1999
CLASS: - I. 777. 311
KOPIE: HVD
DB HHL

datum
4 november 1999

nummer
MW1998.59231

onderwerp
Wet bodembescherming

Melding ex artikel 28 Wbb
Gevalsnaam : Kattekolkweg 1 (stortplaats De Langenberg)
Gemeente : Zelhem
Gevalsnummer : 12094/GE/465/009

Geachte mevrouw Emaus,

Op 27 november 1998 ontvingen wij van u een melding van een voornemen tot saneren, verminderen of verplaatsen van een bodemverontreiniging, gelegen aan de Kattekolkweg 1 (stortplaats De Langenberg) te Zelhem.

Zoals wij u reeds eerder hebben bericht, dienen wij op grond van de Wet bodembescherming in een beschikking vast te stellen of al dan niet sprake is van een geval van ernstige bodemverontreiniging. Bij ernstige gevallen moeten wij ook het saneringsplan beoordelen.

Wij hebben de ontwerpbeschikking(en) ter inzage gelegd. Hierop is een reactie ingekomen. Deze reactie heeft ons geen aanleiding gegeven de beschikking(en) aan te passen.

Hierbij treft u de beschikking(en) aan. Hieruit blijkt dat er sprake is van een urgent geval van ernstige bodemverontreiniging.
De consequenties van deze beschikking(en) voor u zijn als volgt (zie ook de brochure Wet bodembescherming).

Bij de melding hebt u ook een saneringsplan overgelegd. Met de uitvoering van de saneringswerkzaamheden kunt u beginnen de dag na de dag waarop de termijn afloopt voor het indienen van een bezwaarschrift. Indien gedurende die termijn een verzoek om een voorlopige voorziening is gedaan, kunt u eerst beginnen nadat op dat verzoek, te uwer gunste, is beslist.

inlichtingen bij mw. T.R. Schiphof

doorkiesnr. 359 88 18

verzonden 11 NOV. 1999

provincie
GELDERLAND

In verband met steekproefsgewijze controles dient de start van de sanering minimaal twee weken voor aanvang te worden gemeld bij de onderafdeling Bodembeheer van de provinciale dienst Milieu en Water, tel. (026) 359 99 81 of 359 99 89. Tevens dient bij sanering door middel van ontgraving het bereiken van de einddiepte van de ontgraving te worden gemeld bij de genoemde onderafdeling.

Door middel van deze toezending maken wij de beschikking(en) bekend.
Dit betekent dat vanaf heden belanghebbenden ingevolge de Algemene wet bestuursrecht bezwaar kunnen aantekenen tegen deze beschikking(en).

Tot slot merken wij op dat u voor het verrichten van werkzaamheden met de grond en/of het grondwater mogelijk andere vergunningen of ontheffingen nodig hebt. Wij verzoeken u hierop alert te zijn.

Mocht u vragen hebben, dan kunt u u wenden tot mevrouw ing. T.R. Schiphof (tel. (026) 359 88 18) van de onderafdeling Bodembeheer van onze dienst Milieu en Water. Zij is op donderdag afwezig.

Hoogachtend,
Gedeputeerde Staten van Gelderland

Commissaris griffier
van de Koningin

bijlagen:
- beschikking(en)
- brochure Awb

coll. -/ 4
code: NS/21455/1

provincie GELDERLAND

BESCHIKKING D.D. 4 NOVEMBER 1999 - NR. MW1998.59231 VAN GEDEPUTEERDE STATEN VAN GELDERLAND

Wet bodembescherming ex artikel 39

Gevalsnaam : Kattekolkweg 1 (stortplaats De Langenberg)
Gemeente : Zelhem
Gevalsnummer : 12094/GE/465/009

Saneringsplan

1 AANVRAAG

Op 27 november 1998 ontvingen wij van het dagelijks bestuur van de Regio Achterhoek een melding ex artikel 28 Wbb. Het betreft een voornemen tot saneren, verminderen of verplaatsen van een bodemverontreiniging aan de Kattekolkweg 1 (stortplaats De Langenberg) te Zelhem. Het gaat om een bestaand geval van bodemverontreiniging (veroorzaakt vóór 1 januari 1987).

Bij de melding hebben wij ontvangen:
- Nader Onderzoek stortplaats De Langenberg te Zelhem: Grontmij, d.d. 14 augustus 1998, Doc.: 95001676.wp5/atl;
- Saneringsonderzoek stortplaats De Langenberg te Zelhem: Grontmij, d.d. 14 augustus 1998, Doc.: 96001347.wp5/atl;
- Grondwaterbeheersplan: Grontmij, d.d. 16 oktober 1998, Doc.:GLD5128;
- Bovenafdichtingsplan: Grontmij, d.d. 21 oktober 1998, Doc.: GLD1529;
- Monitoringsplan: Grontmij, d.d. 21 oktober 1998, Doc.: GLD5127.

Over de ernst en de urgentie van deze bodemverontreiniging hebben wij heden een beschikking vastgesteld (nr. MW98.59231).

2 TOELICHTING

Volgens artikel 39 Wbb moeten wij bij gevallen van ernstige bodemverontreiniging een saneringsplan beoordelen.
Voor de bodemsanering geldt als doelstelling het herstellen van de functionele eigenschappen van de bodem voor mens, plant of dier. Als het bereiken van deze doelstelling als gevolg van omstandigheden die verband houden met bijzondere kenmerken van het betrokken geval (locatie-specifieke omstandigheden), niet mogelijk is, kan gekozen worden voor het isoleren, beheersen en controleren van de verontreiniging als eindoplossing.

1 NOV. 1999

Het saneringsplan zullen wij aan deze doelstelling toetsen.

Voor het vaststellen van de beschikking volgen wij op grond van de provinciale milieuverordening hoofdstuk 3.4 van de Algemene wet bestuursrecht. Dit betekent dat de beschikking pas wordt genomen nadat een ontwerpbeschikking ter inzage is gelegd en belanghebbenden de gelegenheid hebben gehad hun zienswijze over het ontwerp naar voren te brengen.

3 OVERWEGINGEN

Saneringsonderzoek
In het saneringsonderzoek is als saneringsdoelstelling niet gekozen voor het herstel van de functionele eigenschappen die de bodem voor mens, plant of dier heeft maar voor een isolatievariant.

Op grond van milieuhygiënische en financiële locatiespecifieke omstandigheden kan voor het onderhavige geval van bodemverontreiniging worden volstaan met IBC-maatregelen (isoleren, beheersen en controleren).

Met betrekking tot het realiseren van de IBC-doelstelling merken wij het volgende op.

Uit het saneringsonderzoek is gebleken dat in dit geval sprake is van een extreem kostenverschil tussen een sobere en doelmatige IBC-variant en een variant waarbij uitgegaan wordt van herstel van de multifunctionaliteit. Ook om milieuhygiënische redenen is het niet wenselijk om te saneren door middel van het verplaatsen van het stortmateriaal naar een andere stortplaats. Op grond van deze overwegingen is gekozen voor een IBC-variant.

Saneringsplan
De sanering zal als volgt worden uitgevoerd.
De stortplaats zal aan de bovenzijde worden afgedekt met een vloeistofdichte bovenafdichting.
De bestaande beheersdrain die gelegen is tussen het zuidelijk deel van de oude stortplaats en de IBC-stortplaats zal in werking blijven. Stroomafwaarts van het noordelijk deel van de oude stortplaats zal een nieuwe beheersdrain worden aangelegd.
De grondwaterkwaliteit zal worden gecontroleerd door middel van een monitoringssysteem dat ontworpen is voor deze specifieke situatie. Emissies vanuit de oude stortplaats zullen worden gecontroleerd door middel van benedenstroomse peilbuizen. De IBC-stort zal worden gecontroleerd door middel van een horizontale drain aan de teen van de stortplaats en diverse benedenstroomse peilbuizen.
De monitoringsresultaten zullen worden geëvalueerd aan de hand van de evaluatieprocedure zoals omschreven in het Grondwaterbeheersplan en het erratum d.d. 28 januari 1999.
Aan de hand van de evaluatieprocedure kan bij overschrijding van de in het Grondwaterbeheersplan voorgestelde actiewaarden als gevolg van emissies uit de stortplaats door ons worden besloten dat maatregelen dienen te worden getroffen om deze emissies tegen te gaan, bijvoorbeeld door middel van het onttrekken van grondwater of het aanbrengen van een damwand rondom de stortplaats. De Regio Achterhoek heeft geld gereserveerd om deze maatregelen te kunnen uitvoeren.

De stortplaats zal nog ca. vijftien jaar in beheer blijven bij de Regio Achterhoek, daarna zal de provincie Gelderland de verantwoordelijkheid voor de nazorg van de Regio Achterhoek overnemen.

Inspraakreacties
De ontwerpbeschikking heeft vier weken ter inzage gelegen. Naar aanleiding van de terinzagelegging is op de openbare zitting een reactie gegeven door de heer J. van Raaij. De heer van Raaij spreekt mede namens de buurtbewoners zijn zorg uit over de mogelijke schade als gevolg van de onttrekking van grondwater ten behoeve van de beheersing van de grondwaterverontreiniging.
Met betrekking tot deze reactie merken wij het volgende op.
De Regio Achterhoek heeft zich bereid verklaard om alle aantoonbare schade ten gevolge van de grondwateronttrekking te vergoeden.
De reactie heeft ons geen aanleiding gegeven af te wijken van de conclusie en het besluit van de ontwerpbeschikking.

4 BESLUIT

Hiervoor hebben wij geconstateerd dat de doelstelling van het saneringsplan niet is gericht op het herstel van de functionele eigenschappen die de bodem heeft voor mens, plant en dier. De locatiespecifieke omstandigheden staan het toe af te wijken van deze doelstelling. De voorgestelde variant, namelijk het isoleren, beheersen en controleren van de stortplaats, is in deze omstandigheden een aanvaardbare eindoplossing.

Wij menen dat met de maatregelen als voorgesteld in het saneringsplan deze doelstelling op (milieuhygiënisch) verantwoorde wijze wordt gerealiseerd.
Het saneringsplan keuren wij hierbij dan ook goed (artikel 39).

Eventueel aanvullende eisen die worden gesteld door de vergunningverlenende instanties, dienen in acht te worden genomen.

In verband met steekproefsgewijze controles dient de start van de sanering minimaal twee weken voor aanvang te worden gemeld bij de onderafdeling Bodembeheer van de provinciale dienst Milieu en Water, tel. (026) 359 99 81 of 359 99 89. Tevens dient bij sanering door middel van ontgraving het bereiken van de einddiepte van de ontgraving te worden gemeld bij de genoemde onderafdeling.

Het saneringsplan dient uitgevoerd te worden conform de bij het plan gevoegde tijdsplanning.
Mocht niet uiterlijk twaalf maanden na goedkeuring van het plan met de feitelijke uitvoering van de sanering worden begonnen, dan wordt gehandeld in strijd met de - goedgekeurde - tijdsplanning.
De provincie heeft de mogelijkheid om genoemde termijn op verzoek eenmalig met twaalf maanden te verlengen.

Doen zich bij de uitvoering van het saneringsplan feiten of omstandigheden voor op grond waarvan (mogelijkerwijze) afgeweken zal worden van het plan, dan dient dit ons in een zo vroeg mogelijk stadium - schriftelijk - gemeld te worden. Als deze situatie zich voordoet, dan zullen wij bezien of en in hoeverre het plan aanvulling behoeft.

Het evaluatierapport moet zo spoedig mogelijk na afronding van de sanering ter goedkeuring worden gezonden aan de onderafdeling Bodembeheer van onze dienst Milieu en Water.

Wij hebben de gemeente Zelhem, het waterschap Rijn en IJssel en de Inspectie Milieuhygiëne Oost in kennis gesteld van de melding.

5 MOGELIJKHEID VAN BEZWAAR EN VOORLOPIGE VOORZIENING

Belanghebbenden kunnen ingevolge de Algemene wet bestuursrecht binnen zes weken na de datum van de bekendmaking van dit besluit hiertegen bezwaar maken door het indienen van een bezwaarschrift. Het bezwaarschrift dient te worden gericht aan ons college, ter attentie van de griffier van de Commissie bezwaar- en beroepschriften, Postbus 9090, 6800 GX Arnhem. Op envelop en brief duidelijk "bezwaarschrift" vermelden.

Het bezwaarschrift dient te zijn ondertekend en ten minste te bevatten:

a de naam en het adres van de indiener;
b de dagtekening;
c een omschrijving van het besluit waartegen het bezwaar is gericht;
d de gronden van het bezwaar.

Als een bezwaarschrift is ingediend, kan aan de voorzitter van de Afdeling bestuursrechtspraak van de Raad van State (Postbus 20019, 2500 EA 's-Gravenhage) worden verzocht een voorlopige voorziening te treffen, indien - gelet op de betrokken belangen - onverwijlde spoed dat vereist. Bij het verzoek dient een afschrift van het bezwaarschrift te worden overgelegd. Voor het behandelen van een verzoek om een voorlopige voorziening wordt griffierecht geheven. Over de hoogte en de wijze van betaling van dit griffierecht kunt u informatie verkrijgen bij de genoemde Afdeling van de Raad van State, tel. (070) 362 48 71.

6 MOGELIJKE HERZIENING

De beschikking wordt genomen op basis van de door de melder overgelegde gegevens. Bij bestudering van het saneringsplan met de daarop betrekking hebbende gegevens is bij ons geen twijfel gerezen over de juistheid en/of volledigheid van de overgelegde gegevens. Mocht in een later stadium blijken dat de gegevens niet juist en/of niet volledig zijn, dan behouden wij ons het recht voor een nieuwe beschikking te nemen. Wij achten ons niet aansprakelijk voor de schade die hieruit kan voortvloeien.

Gedeputeerde Staten van Gelderland

Commissaris griffier
van de Koningin

coll. -/ PR/4
code: NS/21457

provincie GELDERLAND

BESCHIKKING D.D. 4 NOVEMBER 1999 - NR. MW1998.59231 VAN GEDEPUTEERDE STATEN VAN GELDERLAND

Wet bodembescherming ex artikelen 29 en 37

Gevalsnaam : Kattekolkweg 1 (stortplaats De Langenberg)
Gemeente : Zelhem
Gevalsnummer: 12094/GE/465/009

Onderzoek

1 AANVRAAG

Op 27 november 1998 ontvingen wij van het dagelijks bestuur van de Regio Achterhoek een melding ex artikel 28 Wet bodembescherming. Het betreft een voornemen tot saneren, verminderen of verplaatsen van een bodemverontreiniging aan de Kattekolkweg 1 (stortplaats De Langenberg) te Zelhem. Het gaat om een bestaand geval van bodemverontreiniging (veroorzaakt vóór 1 januari 1987).

Bij de melding hebben wij ontvangen:
- Nader Onderzoek stortplaats De Langenberg te Zelhem: Grontmij, d.d. 14 augustus 1998, Doc.: 95001676.wp5/atl;
- Saneringsonderzoek stortplaats De Langenberg te Zelhem: Grontmij, d.d. 14 augustus 1998, Doc.: 96001347.wp5/atl;
- Grondwaterbeheersplan: Grontmij, d.d. 16 oktober 1998, Doc.: GLD5128;
- Bovenafdichtingsplan: Grontmij, d.d. 21 oktober 1998, Doc.: GLD1529;
- Monitoringsplan: Grontmij, d.d. 21 oktober 1998, Doc.: GLD5127.

2 TOELICHTING

Volgens artikel 29 Wet bodembescherming stellen wij in een beschikking vast of sprake is van een geval van ernstige verontreiniging. Hiervan is sprake bij gemiddelde overschrijding van de interventiewaarden in een bodemvolume van meer dan 25 m3 vaste bodem en/of 100 m3 grondwater.
De interventiewaarden en de wijze waarop daarmee omgegaan dient te worden, staan vermeld in "Circulaire interventiewaarden bodemsanering"; Staatscourant 95, 24 mei 1994, Staatscourant 120, 26 juni 1996; Staatscourant 169, 4 september 1997.

11 NOV. 1999

Bij gevallen van ernstige verontreiniging stellen wij op grond van artikel 37 Wet bodembescherming ook de urgentie vast. Hierbij verplicht de wet ons in ieder geval rekening te houden met het risico voor mens, plant of dier als gevolg van blootstelling aan de verontreiniging, gegeven het gebruik van de bodem op het moment van de beschikking.
De systematiek voor de beslissing of sprake is van een urgent dan wel niet-urgent geval van ernstige verontreiniging staat vermeld in bijlage 7 van de "Circulaire saneringsregeling Wet bodembescherming", 19 december 1997.

Bij urgente gevallen dient conform de wet ook aangegeven te worden wanneer begonnen moet worden met de sanering. De systematiek voor de bepaling van het tijdstip waarop met sanering van landbodems begonnen dient te worden, staat aangegeven in "Circulaire bepaling saneringstijdstip voor gevallen van ernstige verontreiniging waarvoor sanering urgent is", Staatscourant 47, 7 maart 1997.

Uitgangspunt voor de nadere invulling van de tijdstipbepaling in Gelderland is vervolgens dat de aanvang van de sanering van een urgent geval van ernstige verontreiniging plaatsvindt in het eerste jaar van de categorie waarin het geval op basis van milieuhygiënische criteria is ingedeeld. Hiervan kan worden afgeweken indien - bijvoorbeeld door de melder - op basis van maatschappelijke argumenten aangetoond kan worden dat het verantwoord is dat sanering op een later tijdstip binnen genoemde categorie kan plaatsvinden.

Voor het vaststellen van de beschikking volgen wij op grond van de provinciale milieuverordening hoofdstuk 3.4 van de Algemene wet bestuursrecht. Dit betekent dat de beschikking pas wordt genomen nadat een ontwerpbeschikking ter inzage is gelegd en belanghebbenden de gelegenheid hebben gehad hun zienswijze over het ontwerp naar voren te brengen.

3 OVERWEGINGEN

Uit de onderzoeksresultaten blijkt het volgende.

Algemeen
Stortplaats De Langenberg is te verdelen in een deel zonder bodembeschermende voorzieningen waar het afval gedeeltelijk in het grondwater ligt en een deel dat een onderafdichting heeft van HDPE-folie met daaronder een controledrainagesysteem.
Op de stortplaats wordt momenteel geen afval meer gestort.
De omgeving van De Langenberg bestaat uit agrarisch gebied.

Bodemopbouw en geohydrologie
- De bodem bestaat tot ca. 4 meter beneden maaiveld uit lemig fijn tot zeer fijn zand, van 4 tot 10 meter uit matig grof zand en van 10 tot 36 meter beneden maaiveld uit grof zand; de ondoorlatende basis ligt op 36 meter beneden maaiveld.
- De gemiddeld hoogste grondwaterstand (GHG) is ca. 14,25 meter +NAP (is 2,25 meter - maaiveld), de gemiddeld laagste grondwaterstand is ca. 13,00 meter +NAP (is 3 meter - maaiveld).
- De grondwaterstromingsrichting is westelijk.

Verontreinigingssituatie vaste bodem
- Er zijn boringen in de ondergrond van de stortplaats verricht door het stortpakket heen.
- De grond onder de stortplaats is op één plaats sterk verontreinigd met cadmium.
- Cadmium, nikkel, zink, minerale olie en PAK zijn in licht verhoogde gehaltes aangetroffen.
- De verontreiniging van de vaste bodem is niet afgeperkt.

Verontreinigingssituatie grondwater
- Onder de oude stortplaats zijn minerale olie en nikkel in sterk verhoogde concentraties aangetroffen.
- Chroom, vluchtige aromaten, PAK en trichlooretheen zijn boven de streefwaarden aangetoond.
- Arseen is in matig verhoogde concentraties gevonden, maar is wellicht van natuurlijke oorsprong.
- Stroomafwaarts van de oude stort is tot voorbij de Wisselinkweg een lichte verontreiniging met chloride, ammonium en bicarbonaten (macroparameters) aangetoond.
- Het diepe grondwater is tot ca. 40 meter beneden maaiveld beïnvloed door macroparameters.
- Op enkele plaatsen is cadmium, vanadium, zink, PAK, aromaten en 1,2-dichlooretheen in licht verhoogde concentraties aanwezig.
- Chroom wordt zowel bovenstrooms als benedenstrooms licht verhoogd aangetroffen.
- De verontreiniging van het grondwater is voldoende afgeperkt.

Risico-evaluatie
Bij het uitgevoerde onderzoek is een risico-evaluatie gevoegd.

Uit de risico-evaluatie blijkt dat voor minerale olie en enkele macroparameters verspreiding plaatsvindt. De verspreiding bedraagt per jaar meer dan 5000 m3.

Inspraakreacties
De ontwerpbeschikking heeft vier weken ter inzage gelegen. Naar aanleiding van de terinzagelegging is op de openbare zitting een reactie gegeven door de heer J. van Raaij. De heer Van Raaij spreekt mede namens de buurtbewoners zijn zorg uit over de mogelijke schade als gevolg van de onttrekking van grondwater ten behoeve van de beheersing van de grondwater-verontreiniging.
Met betrekking tot deze reactie merken wij het volgende op.
De Regio Achterhoek heeft zich bereid verklaard om alle aantoonbare schade ten gevolge van de grondwateronttrekking te vergoeden.
De reactie heeft ons geen aanleiding gegeven af te wijken van de conclusie en het besluit van de ontwerpbeschikking.

4 CONCLUSIE

Ernstig/niet ernstig
Hiervoor hebben wij geconstateerd dat de interventiewaarden voor een aantal stoffen in de vaste bodem en het grondwater worden overschreden.

Gezien de aard, de concentratie en de omvang van de verontreiniging is hier sprake van een geval van ernstige bodemverontreiniging in de zin van artikel 1 Wet bodembescherming.

De verontreiniging in de vaste bodem is niet volledig afgeperkt.

De verontreiniging in het grondwater is afgeperkt.

In de bijlage is een kadastrale kaart opgenomen, waarop de verontreiniging van de vaste bodem is ingetekend. Deze kadastrale kaart maakt onlosmakelijk onderdeel uit van deze beschikking.

Urgent/niet urgent
Op grond van de blootstellingsrisico's voor mens, plant en dier en/of de risico's van verspreiding van de verontreiniging(en) is hier sprake van een urgent geval van bodemverontreiniging in de zin van artikel 37 Wet bodembescherming.

Tijdstipbepaling
Gezien het feit dat de bodemverontreiniging een stortplaats betreft, vindt op grond van de circulaire (nog) geen tijdstipbepaling plaats.

Met betrekking tot een mogelijke bronbemaling ten behoeve van werkzaamheden binnen het nu onderzochte gebied en de directe omgeving daarvan merken wij het volgende op.

Als gevolg van de bronbemaling kan verontreinigd grondwater worden opgepompt. Dit grondwater dient met inachtneming van de daarvoor geldende regels zo nodig gezuiverd te worden alvorens het geloosd kan worden.
Door het aantrekken van verontreinigd grondwater kan de bodem ter plaatse opnieuw en/of verder verontreinigd raken, waardoor schade ontstaat. Wij verzoeken eenieder hier alert op te zijn.

5 BESLUIT

Op basis van de ons overgelegde gegevens en gelet op de binnengekomen reactie concluderen wij dat aan de Kattekolkweg 1 (stortplaats De Langenberg) te Zelhem sprake is van een urgent geval van ernstige bodemverontreiniging.

Wijzigingen in het gebruik van de bodem dienen schriftelijk bij ons gemeld te worden.

Wij hebben de gemeente Zelhem, het waterschap Rijn en IJssel en de Inspectie Milieuhygiëne Oost in kennis gesteld van de melding.

6 MOGELIJKHEID VAN BEZWAAR EN VOORLOPIGE VOORZIENING

Belanghebbenden kunnen ingevolge de Algemene wet bestuursrecht binnen zes weken na de datum van de bekendmaking van dit besluit hiertegen bezwaar maken door het indienen van een bezwaarschrift. Het bezwaarschrift dient te worden gericht aan ons college, ter attentie van de griffier van de Commissie bezwaar- en beroepschriften, Postbus 9090, 6800 GX Arnhem. Op envelop en brief duidelijk "bezwaarschrift" vermelden.

Het bezwaarschrift dient te zijn ondertekend en ten minste te bevatten:

a de naam en het adres van de indiener;
b de dagtekening;
c een omschrijving van het besluit waartegen het bezwaar is gericht;
d de gronden van het bezwaar.

Als een bezwaarschrift is ingediend, kan aan de voorzitter van de Afdeling bestuursrechtspraak van de Raad van State (Postbus 20019, 2500 EA 's-Gravenhage) worden verzocht een voorlopige voorziening te treffen, indien - gelet op de betrokken belangen - onverwijlde spoed dat vereist. Bij het verzoek dient een afschrift van het bezwaarschrift te worden overgelegd. Voor het behandelen van een verzoek om een voorlopige voorziening wordt griffierecht geheven. Over de hoogte en de wijze van betaling van dit griffierecht kunt u informatie verkrijgen bij de genoemde Afdeling van de Raad van State, tel. (070) 362 48 71.

7 MOGELIJKE HERZIENING

Wij kunnen op grond van artikel 37 Wet bodembescherming de urgentie aanpassen en wel wanneer sprake is van verandering in de verontreinigingssituatie, een wijziging van het bodemgebruik en/of een wijziging van omstandigheden. Deze wijzigingen moeten bij ons gemeld worden.

De beschikking wordt genomen op basis van de door de melder overgelegde gegevens. Bij bestudering van het onderzoek is bij ons geen twijfel gerezen over de juistheid en/of volledigheid van de overgelegde gegevens. Mocht in een later stadium blijken dat de gegevens niet juist en/of niet volledig zijn, dan behouden wij ons het recht voor een nieuwe beschikking te nemen. Wij achten ons niet aansprakelijk voor de schade die hieruit kan voortvloeien.

Gedeputeerde Staten van Gelderland



Commissaris griffier
van de Koningin

coll. -/ PR/ y
code: NS/21456



Bodemverontreiniging Provincie Gelderland
Gevalsnaam: Kattekolluweg
Gevalsnr.: 120641/GE1465/005
Kadastrale gemeente: Zelhem
Sectie: L Schaal: 1 : 5000
PAR-nr.: MW gd 58231

streefwaardecontour vaste bodem

begrenzing stortlocatie

Kadastrale kaart
Schaal 1:5000

provincie
GELDERLAND

PROJECTGEGEVENS blad 1/2

Gevalsnaam :Kattekolkweg 1 te Zelhem

Gevalsnummer : 12094/GE/465/009

Kadastrale gemeente	sectie	perceel nummer	te hanteren code [1]	opmerkingen
Zelhem	L	542	WB	
	L	545	WB	
	L	563	WB	
	L	605	WB	
	L	607	WB	
	L	611	WB	
	L	612	WB	
	L	616	WB	
	L	617	WB	
	L	618	WB	
	L	634	WB	
	L	1400	WB	
	L	1487	WB	
	L	1488	WB	
	L	1917	WB	
	L	1918	WB	
	L	1979	WB	
	L	1980	WB	
	L	1920	WB	
	L	1921	WB	
	L	1922	WB	
	L	2216	WB	
	L	2296	WB	
	L	2297	WB	
	L	2299	WB	
	L	2340	WB	
	L	2341	WB	
	L	2342	WB	
	L	2343	WB	
	L	2344	WB	
	L	2345	WB	
	L	2347	WB	
	L	2348	WB	

:\gbo\bs\alge\tabel.kad
rintdatum: 10 augustus 1999

[1] WB geheel perceel; WBD deel van het perceel

PROJECTGEGEVENS blad 2/2

Gevalsnaam :Kattekolkweg 1 te Zelhem

Gevalsnummer : 12094/GE/465/009

Kadastrale gemeente	sectie	perceel nummer	te hanteren code [2]	opmerkingen
Zelhem	L	2350	WB	
	L	2351	WB	
	L	2352	WB	
	L	2367	WB	
	L	2368	WB	
	L	2369	WB	
	L	2370	WB	
	L	2371	WB	
	L	2509	WB	
	L	2534	WB	
	L	2535	WB	
	L	2636	WB	
	L	2637	WB	

:\gbo\bs\alge\tabel.kad
intdatum: 10 augustus 1999

[2] WB geheel perceel; WBD deel van het perceel

provincie
GELDERLAND

Bezoekadres
Huis der Provincie
Markt 11
6811 CG Arnhem

Postadres
Postbus 9090
6800 GX Arnhem

telefoonnummer (026) 359 91 11
telefaxnummer (026) 359 94 80
e-mailadres post@gelderland.nl
internetsite www.gelderland.nl

Bestuur Regio Achterhoek
T.a.v. de heer drs. R.C.P. Swieringa
Postbus 53
7000 AB DOETINCHEM

10 NOV. 2014
2014i00254
.07.354
JE TH

datum
6 november 2014

zaaknummer
2013-018011

onderwerp
Beëindiging hydrologisch scherm

Geachte heer Swieringa,

Hiermee bevestigen wij de ontvangst van uw brief d.d. 8 oktober 2014 met kenmerk 2014u00164/JE/IvdH, waarin u verzoekt om in te stemmen met het stopzetten van de schermbemaling, zoals omschreven in het grondwaterbeheersplan.

Vanaf 1989 is bij stortplaats De Langenberg te Zelhem een grondwateronttrekking in werking. In 1999 is deze uitgebreid en geformaliseerd als onderdeel van een saneringsmaatregel in het kader van de Wet bodembescherming. Op basis van een grondwatermodel werd aangenomen dat een onttrekking gedurende 10 jaar na aanbrengen van een bovenafdichting voldoende effectief is.

Naar aanleiding van het nieuwe monitoringsplan en de toen beschikbare informatie met betrekking tot het hydrologisch scherm hebben wij in onze brief van 6 juli 2011 aangegeven, alvorens de schermbemaling stop te zetten dit ter goedkeuring voor te leggen. Dit mede ingegeven door de overdracht van verantwoordelijkheden bij sluiting van de stortplaats en de nog dalende trend in de toen beschikbare gegevens. Een voorstel tot beëindiging van deze nazorgactiviteit dient te worden onderbouwd met meetgegevens. Zo nodig moet de onttrekking langer in werking blijven.

In 2009 is een herberekening gemaakt van het grondwatermodel. De grondwatermodellering, toont een stabilisatie van de grondwaterverontreiniging. De resultaten van de grondwatermonitoring de afgelopen jaren bevestigen het in de grondwatermodel bepaalde beeld dat de aanleg van de bovenafdichting en onttrekking van grondwater via de schermbemaling heeft geleid tot afname van de grondwaterverontreiniging en een verbetering van de situatie (vermindering van de vuilpluim). De grondwatermonitoring is de afgelopen jaren gecontinueerd. Uit de jaarlijkse monitorings-gegevens blijkt dat de dalende trend, die tot 2009 nog zichtbaar was in de concentraties van maatgevende parameters (chloride, arseen) in het onttrokken water van de hydrologische schermen, verder is afgevlakt. Gelet op deze bevinding en de relatief lage

inlichtingen bij dhr. W. van Hoorn
e-mailadres post@gelderland.nl

telefoonnummer (026) 359 99 63

BNG Bank Den Haag, rekeningnummer 28.50.10.824
IBAN-nummer: NL74BNGH0285010824
BIC-code van de BNG: BNGHNL2G

btw-nummer: NL001825100.B03
KvK-nummer: 51468751

concentraties van de nog aanwezige verontreiniging lijkt voortzetting van de onttrekking niet doelmatig.

Op basis van de overlegde gegevens stemmen wij in met uw verzoek om de schermbemaling stop te zetten en het evaluatieverslag van de sanering op te gaan stellen. Een definitieve goedkeuring aan de beëindiging van de schermbemaling kan pas worden gegeven op basis van dit nog op te stellen evaluatierapport.

Wij vertrouwen erop u hiermee voldoende te hebben geïnformeerd.

Hoogachtend,
namens Gedeputeerde Staten van Gelderland,

P.J. Blanken
teammanager Projectmanagement en Contractbeheer

Bijlage 7

Genomen Belsuiten Wm

De volgende besluiten zijn opgenomen:

- Wm-beschikking 1999
- Wm-beschikking 2006
- WVO-beschikking?

provincie GELDERLAND

BESCHIKKING D.D. 27 JULI 2006 - NR. MPM5034 VAN GEDEPUTEERDE STATEN VAN GELDERLAND

Wet milieubeheer

1 AANVRAAG

1.1 Algemeen

Op 12 oktober 2005 hebben wij een aanvraag van 26 september 2005 ontvangen van de Regio Achterhoek om een vergunning ingevolge artikel 8.1, lid 1 sub b, van de Wet milieubeheer (Wm) voor het veranderen van de inrichting als bedoeld in artikel 8.4.

De inrichting betreft stortplaats De Langenberg te Zelhem. De stortplaats is niet meer in exploitatie en op de stortplaats is inmiddels een eindafdichting aangebracht. De verandering betreft het gebruik van het noordelijk deel van de voormalige stortplaats voor het uitoefenen van motortrialsportactiviteiten en aanverwante activiteiten. De activiteiten bestaan uit het houden van trainingen en wedstrijden. Daarnaast kunnen sportactiviteiten plaatsvinden met mountainbikes, loop- dan wel survivaltrainingen, motortoeractiviteiten en fietstrialactiviteiten. Tevens wordt de inrichting uitgebreid met het naastgelegen ZAMC-terrein dat reeds vergund en in gebruik is als trialbaan voor motoren.

Daarmee valt de inrichting onder categorie 19.1, onder g sub 2 en categorie 28.4, onderdeel a sub 3 van bijlage I, van het Inrichtingen- en vergunningenbesluit milieubeheer (Ivb). Op grond daarvan zijn wij het bevoegd bestuursorgaan voor het beslissen op de vergunningaanvraag.

De aanvraag betreft de inrichting, gelegen aan de Kattekolkweg 1 te Zelhem, voorheen kadastraal bekend gemeente Zelhem, sectie L, nummers 542, 545, 563, 605, 607, 611, 612, 616, 617, 618, 634, 1400, 1487, 1488, 1917, 1918, 1979, 1980, 1920, 1921, 1922, 2216, 2296, 2297, 2299, 2340, 2341, 2342, 2343, 2344, 2345, 2347, 2348, 2350, 2351, 2352, 2367, 2368, 2369, 2370, 2371, 2509, 2534, 2535, 2636 en 2637.
De wijzigingsaanvraag heeft betrekking op de noordstort, sinds kort kadastraal bekend onder gemeente Zelhem, sectie U, nr. 541.

De inrichting is gesitueerd aan de noordzijde de Korenweg, de oostzijde de Kampweg, de zuidzijde de Jaaltinkweg en aan de westzijde van de Wisselinkweg in Zelhem.
Het motortrialterrein binnen de inrichting is gelegen in de driehoek Korenweg, Kampweg en Esweg. De bestemming van het motortrialterrein is geschikt gemaakt voor gebruik door de Zelhemse Auto- en Motorclub (ZAMC), vastgelegd door de gemeente Bronckhorst (Zelhem) bij raadsbesluit van 28 oktober 2004. De inrichting is gelegen op een ingevolge artikel 41 van de Wet geluidhinder gezoneerd terrein.

Wij hebben de aanvraag om een Wet-milieubeheervergunning ingeschreven onder nummer MPM5034.

1.2 Vergunde situatie

Ten behoeve van de stortplaats is door Gedeputeerde Staten van de provincie Gelderland op 2 november 1999 een revisievergunning afgegeven ingevolge de Wet milieubeheer met nr. MW96.52123 voor het afwerken en saneren van de stortplaats, voor een periode van tien jaar vanaf de datum van de beschikking. Overeenkomstig voorschrift 6.14 van de vergunning blijven de voorschriften met betrekking tot de bovenafdichting en monitoring van de stortplaats van kracht, ook nadat de vergunning haar geldigheid heeft verloren, totdat de stortplaats ingevolge artikel 8.47, derde lid, van de Wet milieubeheer voor gesloten is verklaard.

Ten behoeve van het al bestaande ZAMC-terrein is door Burgemeester en Wethouders van de gemeente Zelhem op 19 april 1994 een oprichtingsvergunning afgegeven ingevolge de Wet milieubeheer voor een trialbaan voor motoren, gelegen aan de Korenweg 4 te Zelhem, voorheen kadastraal bekend gemeente Zelhem, sectie L, nr. 2340. In deze vergunning van de Zelhemse Auto- en Motorclub (ZAMC) zijn de trialactiviteiten vergund voor maximaal 8,5 uur per week, verdeeld over de woensdag en zaterdagmiddag van 14.00 uur tot 17.00 uur, of in de zomermaanden op woensdag van 18.00 uur tot 20.30 uur.

1.3 Beschrijving van de aangevraagde verandering van activiteiten

Aanvrager vraagt een verandering van de milieuvergunning aan. De vergunning wordt aangevraagd voor onbepaalde tijd. De verandering betreft een uitbreiding met nieuwe activiteiten binnen de inrichting en een fysieke uitbreiding van de vergunning. De fysieke uitbreiding heeft betrekking op het ZAMC-terrein aan de Korenweg 4. De nieuwe activiteiten binnen de inrichting hebben betrekking op het organiseren van sportactiviteiten waaronder;

- motortrialsport, waaronder (jeugd)trainingen, clubwedstrijden en bondswedstrijden;
- fietstrialsport waaronder (jeugd)trainingen, clubwedstrijden en KNWU-wedstrijden;
- mountainbiketrainingen en wedstrijden;
- offroadauto en motorsportactiviteiten (uitsluitend start en finish);
- motortoeractiviteiten (uitsluitend start en finish);
- conditietrainingen;
- opleidings- en scholingsprogramma's;
- horeca (kantine).

Daarnaast wordt vergunning gevraagd voor:

- een materiaalopslagloods (nieuwe loods vervangt de bestaande berging);
- een nieuw clubgebouw ter vervanging van het bestaande clubgebouw.

De nieuwe activiteiten worden volgens de aanvraag uitgevoerd gedurende de navolgende dagen en tijden. Overigens vinden de trialactiviteiten gedurende het gehele jaar plaats.

Dagen	**Tijden**
woensdag	17.30-20.30 uur
zaterdag	13.30-17.30 uur
zondag*	10.00-17.00 uur

* 15 zondagen per jaar

Alle activiteiten worden gedurende de daguren en op woensdag in de avonduren gehouden. Voor zover in de winterperiode wordt gereden, wordt uitsluitend gereden bij daglicht.

Incidenteel, met een maximum van driemaal per jaar, wordt op zondag van 10.00-17.00 uur een bondswedstrijd verreden. Daarnaast vinden nog twaalf clubwedstrijden op zondag plaats. Incidenteel kan het voorkomen dat vanwege opleidings- en scholingsprogramma's een uitloop plaatsvindt tot 24.00 uur. Dit betreft alleen de activiteiten in het clubgebouw.

Gedurende de trialuren vindt een registratie plaats van het aantal gebruikers van de trialbaan. Dit wordt vastgelegd in een logboek. Daarnaast worden de dagen in de week en de tijden dat er gebruik wordt gemaakt van de trialbaan vastgelegd in het logboek.

De aanvraag bestaat uit:
- de aanvraag d.d. 26 september 2005, bestaande uit een aanvraagformulier van dertien pagina's en drie bijlagen bestaande uit;
  - een situatietekening;
  - een natuurtoets trialterrein Langenberg Noord, Zelhem;
  - een onderzoek naar de geluidbelasting omgeving trialterrein ZAMC Zelhem;
- aanvullende gegevens per brief van 21 maart 2006 met kenmerk 2006u0196/Mve/ij en twee bijlagen bestaande uit;
  - briefrapportage beoordeling luchtkwaliteit De Langenberg te Zelhem met kenmerk 193353, d.d. 22 februari 2006; en
  - aanvullend akoestisch onderzoek met kenmerk 02-244, d.d. 3 maart 2006.

Omdat de aanvraag naar onze mening niet volledig was, hebben wij bij brief van 6 januari 2006 om aanvullende gegevens verzocht. Wij hebben daarbij aangegeven dat de wettelijke proceduretermijn wordt opgeschort met maximaal acht weken. Wij hebben de aanvullende gegevens ontvangen op 21 maart 2006. Deze aanvullende gegevens maken deel uit van de vergunningaanvraag. Deze aanvullende gegevens zijn doorgezonden naar de wettelijke adviseurs en betrokken overheidsorganen.

De aanvraag voldoet aan de vereisten bij en krachtens de Wm, aan hoofdstuk 5 van het Ivb. Gelet op het voorgaande nemen wij de aanvraag van de Regio Achterhoek in behandeling.

2 DE PROCEDURE

Met betrekking tot deze vergunningaanvraag wordt de in Afdeling 3.4 van de Algemene wet bestuursrecht (Awb), hoofdstuk 8 en 13 van de Wet milieubeheer voorgeschreven procedure gevolgd.

De afhandeling van de aanvraag vindt plaats met toepassing van de betrokken bepalingen uit hoofdstuk 7 en 14 van de Wet milieubeheer die betrekking hebben op de milieueffectrapportage.

De aanvraag is toegezonden aan de volgende bij of krachtens de Wet milieubeheer aangewezen adviseurs en betrokken overheidsorganen.
- het college van Burgemeester en Wethouders van de gemeente Bronckhorst;
- VROM-Inspectie Regio Oost;
- het waterschap Rijn en IJssel.

Hierop zijn adviezen ontvangen van de gemeente Bronckhorst en het waterschap Rijn en IJssel.

Voor de samenvatting en de behandeling van deze adviezen verwijzen wij naar het hoofdstuk "Overwegingen naar aanleiding van de ingekomen adviezen en zienswijzen".

3 AFSTEMMING WET MILIEUBEHEER MET ANDERE WET- OF REGELGEVING

3.1 Wet verontreiniging oppervlaktewateren

Deze verandering van de inrichting is niet vergunningplichtig op grond van de Wet verontreiniging oppervlaktewateren omdat als gevolg van de verandering geen lozing op het oppervlaktewater plaatsvindt.

3.2 Woningwet

Binnen de inrichting is sprake van bouwen in de zin van de Woningwet vanwege de uitbreiding met een materiaalopslagloods en een nieuw clubgebouw. Voor dit onderdeel van de inrichting is een bouwvergunning ingevolge de Woningwet nodig. Deze wordt op korte termijn aangevraagd bij de gemeente Zelhem. De materiaalberging is inmiddels gerealiseerd.

De afstemmingsregeling tussen de Wet milieubeheer en de bouwvergunning ingevolge de Woningwet is in deze situatie van toepassing.

3.3 Wet op de Ruimtelijke Ordening

Voor het gebruik van de trialbaan is een wijziging van het bestemmingsplan nodig geweest. Tevens is een geluidszone opgenomen. Dit bestemmingsplan is bij raadsbesluit op 28 oktober 2004 vastgesteld en goedgekeurd door Gedeputeerde Staten van Gelderland op 13 januari 2005.

De beschikking op de aanvraag om een Wet-milieubeheervergunning staat los van het geldende bestemmingsplan. Aan de Wet-milieubeheervergunning kunnen dan ook geen rechten worden ontleend die betrekking hebben op de bestemming van genoemd terrein.

3.4 Natuurbeschermingswet, Natura-2000-gebieden

Het wettelijk kader voor de aanwijzing en bescherming van Natura-2000-gebieden is de gewijzigde Natuurbeschermingswet 1998. Natura-2000-gebieden zijn aangewezen op grond van de Vogel- of Habitatrichtlijn.

Om schade aan de natuurwaarden waarvoor Natura-2000-gebieden zijn aangewezen te voorkomen, bepaalt de wet dat projecten en andere handelingen die de kwaliteit van de habitats kunnen verslechteren of die een verstorend effect kunnen hebben op de soorten, niet mogen plaatsvinden zonder vergunning (artikel 19d, eerste lid). Als negatieve effecten van activiteiten op een Natura-2000-gebied niet kunnen worden uitgesloten is er sprake van een vergunningplicht.

De inrichting is niet gelegen in de nabijheid van een gebied dat is aangewezen als vogelrichtlijngebied of habitatrichtlijngebied.

Overigens is de invloed van de aanleg van het trialcircuit op de huidige natuurwaarden op de stortplaats onderzocht. Zie hiervoor het rapport “Natuurtoets trialterrein Langenberg Noord, Zelhem” dat als bijlage 2 bij de aanvraag is gevoegd. Op de huidige natuurwaarden zal de aanleg van het trialcircuit nauwelijks invloed hebben mits de aanleg plaatsvindt buiten het broedseizoen.

4 M.E.R.- (BEOORDELINGS)PLICHT

Ingevolge het bepaalde in categorie D, nummer 43 van het Besluit milieueffectenrapportage 1994, gewijzigd op 7 mei 1999, Stb. 224, dient het bevoegd gezag te beslissen omtrent de vraag of bij de vaststelling van het ruimtelijk plan dat als eerste in de mogelijke aanleg wijziging of uitbreiding voorziet, een MER moet worden gemaakt.

Voor het deel van de inrichting waar de nu aangevraagde activiteiten zullen worden uitgevoerd is door de gemeente Zelhem het Bestemmingsplan Buitengebied 2-1986, herziening 2003-1 (ZAMC) vastgesteld. In dat kader is door de gemeenteraad van Bronckhorst op 26 februari 2004 een MER-beoordelingsnotitie vastgesteld.

Uit de MER-beoordelingsnotitie blijkt dat zich ten aanzien van de voorgenomen ZAMC-activiteiten geen bijzondere omstandigheden voordoen, die noodzaken tot het opstellen van een milieueffectrapport. De gemeenteraad heeft dan ook vastgesteld dat in dit geval geen milieueffectrapport behoeft te worden opgesteld. Het bestemmingsplan is op 13 januari 2005 goedgekeurd.

Nu reeds in het kader van het vaststellen van het ruimtelijk plan een MER-beoordelingsnotitie is opgesteld en wij de conclusie daarvan delen achten wij het in het kader van de voorbereiding van deze vergunning niet noodzakelijk dat nogmaals een MER-beoordelingsnotitie wordt opgesteld.

5 TOETSINGSKADER

5.1 Relatie tussen de GPBV-richtlijn en de Wet milieubeheer

Het toetsingskader voor milieuvergunningen zoals dat is uitgewerkt in de Wet milieubeheer vindt zijn basis in de Europese Richtlijn 96/61/EG van 24 september 1996 inzake Geïntegreerde Preventie en Bestrijding van Verontreiniging (de IPPC- of GPBV-richtlijn).

De GPBV-richtlijn heeft ten doel een geïntegreerde preventie en beperking van verontreiniging voor een aantal genoemde activiteiten te bewerkstelligen. Gestreefd wordt naar een zo hoog mogelijk beschermingsniveau van het milieu. Zij bevat maatregelen ter voorkoming van en, wanneer dat niet mogelijk is, beperking van emissies door de bedoelde activiteiten in lucht, water en bodem, met inbegrip van maatregelen voor afvalstoffen.

De Nederlandse overheid heeft ervoor gekozen om bij de nadere precisering van de Wm en de Wvo op grond van de GPBV-Richtlijn geen onderscheid te maken tussen installaties die onder Bijlage I van de richtlijn vallen en installaties waar dit niet voor geldt. Installaties die gezien de aard of omvang niet hoeven te worden getoetst aan branche referentie documenten (BREF) dienen ten minste in overeenstemming te zijn met de best beschikbare technieken (BBT).

5.2 Toetsingskader van de aanvraag

De Wet milieubeheer omschrijft in de artikelen 8.8, 8.9 en 8.10 het toetsingskader voor de beslissing op de aanvraag. Hierna wordt aangegeven hoe de aanvraag zich tot het toetsingskader verhoudt. Wij beperken ons tot die onderdelen van het toetsingskader die ook daadwerkelijk op onze beslissing van invloed kunnen zijn.

Bij de beslissing op de aanvraag hebben wij betrokken:

a de bestaande toestand van het milieu, voor zover de inrichting daarvoor gevolgen kan veroorzaken;
b de gevolgen voor het milieu, mede in hun onderlinge samenhang bezien, die de inrichting kan veroorzaken, mede gezien haar technische kenmerken en haar geografische ligging;
c de met betrekking tot de inrichting en het gebied waar de inrichting zal zijn of is gelegen redelijkerwijs te verwachten ontwikkelingen die van belang zijn met het oog op de bescherming van het milieu;
d de mogelijkheden tot bescherming van het milieu, door de nadelige gevolgen voor het milieu, die de inrichting kan veroorzaken te voorkomen, dan wel zo veel mogelijk te beperken, voor zover zij niet kunnen worden voorkomen;
e de mate van milieuzorg die degene die de inrichting drijft, met betrekking tot de inrichting toepast, als mede het milieubeleid dat hij met betrekking tot die inrichting voert.

Ad a: de bestaande toestand van het milieu

De bestaande toestand van het milieu ter plaatse van de gehele inrichting is vastgesteld door middel van het onderzoek bij de aanvraag voor de revisievergunning van 2 november 1999 met nr. MW96.52123 voor het afwerken en saneren van de stortplaats.
In aanvulling daarop is in de nu voorliggende aanvraag onderzoek uitgevoerd naar de huidige natuurwaarden, is de geluidsbelasting als gevolg van de aangevraagde activiteiten berekend, is een geluidszonering voor de omgeving van de inrichting vastgesteld en is de luchtkwaliteit ter plaatse van de inrichting en als gevolg van de aangevraagde activiteiten vastgesteld.

Over de bestaande toestand merken wij op dat er bij toetsing van de bestaande toestand van het milieu geen normoverschrijdingen zijn geconstateerd. Er zijn, met andere woorden, geen specifieke milieuproblemen in de directe omgeving van de inrichting.

Ad b: de gevolgen voor het milieu

De gevolgen voor het milieu als gevolg van de aangevraagde activiteiten binnen de inrichting zijn beschreven in de aanvraag bij deze veranderingsvergunning. De gevolgen zijn per milieuessentie beschreven in hoofdstuk 6.

Ad c: relevante ontwikkelingen
Wij verwachten binnen de inrichting of in de directe omgeving van de inrichting geen ontwikkelingen die van belang zijn met betrekking tot de bescherming van het milieu. In het bijzonder verwachten wij geen ontwikkelingen die een significante wijziging kunnen betekenen in de afstand van de inrichting tot gevoelige bestemmingen.

Ad d: mogelijkheden voor bescherming van het milieu
Teneinde een hoog niveau van bescherming van het milieu mogelijk te maken, dient de inrichting de meest doeltreffende technieken toe te passen om de emissies en andere nadelige gevolgen voor het milieu die de inrichting kan veroorzaken te voorkomen of, indien dat niet mogelijk is, zo veel mogelijk te beperken.

Indien door verlening van de vergunning niet kan worden bereikt dat, rekening houdend met de voorzienbare kosten en baten van maatregelen en met het voorzorg- en het preventiebeginsel, in de inrichting ten minste de voor de inrichting in aanmerking komende best beschikbare technieken worden toegepast, moeten wij de vergunning weigeren.

Bij het bepalen van de best beschikbare technieken hebben wij in het bijzonder betrokken:
- de aard, effecten en omvang van de emissies die de activiteit kan veroorzaken;
- de noodzaak om die effecten en de risico's voor het milieu te voorkomen dan wel te minimaliseren;
- de toepassing van technieken die weinig afval veroorzaken;
- de toepassing van minder gevaarlijke stoffen;
- het verbruik en de aard van de grondstoffen (inclusief water) en de energie-efficiëntie;
- de noodzaak ongevallen te voorkomen dan wel te minimaliseren.

De voorgenomen verandering heeft geen betrekking op een GPBV-installatie. Bij het nemen van deze beschikking hebben wij zo veel mogelijk gebruikgemaakt van bestaande richtlijnen teneinde de best beschikbare technieken te bepalen. Dit is per milieuessentie nader uitgewerkt in hoofdstuk 6.

Ad e: milieuzorg door de inrichtinghouder
Er wordt met betrekking tot de inrichting geen specifiek milieubeleid gevoerd. Bijzonder aan deze inrichting is echter dat de verschillende partijen elkaar kunnen aanspreken op interne milieuzorg. De Regio Achterhoek is eigenaar en vergunninghouder, de ZAMC is feitelijk gebruiker.

6 OVERWEGINGEN BIJ MILIEUESSENTIES

Bij de beslissing op onderhavige aanvraag hebben wij, gelet op de gevolgen die de inrichting voor het milieu kan veroorzaken, de volgende milieuessenties betrokken;
- lucht;
- geluid;
- bodem;
- afvalwater.

6.1 Lucht

6.1.1 Beleidskader lucht

Op 4 mei 2005 is het Besluit luchtkwaliteit 2005 (hierna: Blk) in werking getreden en het eerder geldende Besluit luchtkwaliteit vervallen.

Op grond van artikel 7, lid 1 Blk moeten bestuursorganen bij het uitoefenen van bevoegdheden die gevolgen kunnen hebben voor de luchtkwaliteit de grenswaarden voor onder andere zwevende deeltjes (PM10) en stikstofdioxide in acht nemen.

In het Blk zijn grenswaarden opgenomen ten aanzien van de kwaliteit van de buitenlucht. In het onderhavige geval zijn de grenswaarden voor zwevende deeltjes en stikstofdioxide relevant. Voor deze stoffen gelden de volgende grenswaarden.

Artikel 20 Blk bevat de volgende grenswaarden voor zwevende deeltjes (PM10):
a 40 microgram per m^3 als jaargemiddelde concentratie;
b 50 microgram per m^3 als vierentwintiguurgemiddelde concentratie, waarbij geldt dat deze maximaal 35-maal per kalenderjaar mag worden overschreden.

Artikel 15, lid 1, sub b Blk bevat de volgende grenswaarden voor stikstofdioxide (NO_2):
- 40 microgram per m^3 als jaargemiddelde concentratie, uiterlijk op 1 januari 2010.

In zijn algemeenheid houdt het in acht nemen van de grenswaarden voor luchtkwaliteit het volgende in. In nieuwe situaties dragen bestuursorganen er zorg voor dat aan de luchtkwaliteitsnormen wordt voldaan. Met nieuwe situaties wordt bijvoorbeeld gedoeld op de situaties waarin een bestuursorgaan met haar besluit om een milieuvergunning te verlenen wijzigingen aanbrengt in een actuele situatie en dat is hier van toepassing.

6.1.2 Gevolgen van de aangevraagde wijzigingen

Als gevolg van de voorgenomen verandering zal er aan de noordzijde van de inrichting op de Kattekolkweg een toename zijn van het aantal verkeersbewegingen van en naar de inrichting en binnen het noordelijk deel van de inrichting een toename van trialactiviteiten. In het rekenmodel zijn deze trialactiviteiten als verkeersbewegingen uitgedrukt. De overige activiteiten binnen de inrichting wijzigen niet.

Het bij de aanvraag gevoegde onderzoek naar de luchtkwaliteit toont aan dat er ter plaatse in 2005 geen sprake was van normoverschrijdingen voor fijn stof of NO_2. Voor de toets is het rekenmodel CAR II, versie 4.0 gehanteerd.

6.1.3 Conclusie luchtvoorschriften

In zowel de situatie anno 2005 als in de autonome situatie in 2010 maar ook in 2010 bij ontwikkeling van de aangevraagde activiteiten vinden geen overschrijdingen plaats van de normen zoals gesteld in het Blk voor de jaargemiddelde NO_2 -concentratie en PM10-concentratie en het aantal overschrijdingen van de daggemiddelde concentratie PM10.

Nu voldoende is aangetoond dat de voorgenomen verandering geen negatieve gevolgen heeft voor de luchtkwaliteit en er ter plaatse geen sprake is van normoverschrijdingen behoeven de voorschriften bij de vergunning voor het aspect luchtkwaliteit geen aanpassing.

6.2 Geluid

6.2.1 Beleidskader geluid

In het kader van de beoordeling of de inrichting niet op ontoelaatbare wijze geluidshinder teweegbrengt is gebruikgemaakt van de "Handreiking industrielawaai en vergunningverlening, oktober 1998" (hoofdstuk 4).

Aangezien het totaal aantal openstellingsuren (inclusief clubwedstrijden) per week boven de acht ligt is geluidszonering van het terrein nodig; er is immers sprake van een artikel-2.4-inrichting op grond van artikel 41 Wet geluidhinder. Deze geluidszonering is door de gemeente Bronckhorst opgenomen in het bestemmingsplan Buitengebied 2-1986 Herziening 2003-1 (ZAMC).

Op grond van artikel 8.8, derde lid, van de Wm neemt het bevoegd bestuursorgaan bij de beslissing op de aanvraag in ieder geval in acht de voor de onderdelen van het milieu waarvoor de inrichting gevolgen kan hebben geldende grenswaarden voor gezoneerde (industrie)terreinen zoals bedoeld in de Wet geluidhinder.

Voor gezoneerde (industrie)terreinen geldt als uitgangspunt dat de etmaalwaarde van het equivalent geluidsniveau vanwege het gehele (industrie)terrein, buiten de zone niet meer mag bedragen dan 50-dB(A)-etmaalwaarde.

6.2.2 Gevolgen van de aangevraagde wijzigingen

De aangevraagde activiteiten hebben tot gevolg dat geluid wordt geproduceerd. De geluidsbelasting als gevolg van de aanlegwerkzaamheden voor de eindafwerking van de gehele stortplaats is reeds vergund. De geluidsemissie als gevolg van de aangevraagde verandering heeft betrekking op het noordelijk terreindeel en wordt met name bepaald door de trialsportactiviteiten.

De door de onderhavige inrichting in de omgeving veroorzaakte geluidsbelasting als gevolg van de aangevraagde veranderingen is in kaart gebracht in het akoestisch rapport van 24 mei 2004 van Adviesburo Van der Boom, kenmerk 02-244. Dit rapport heeft ten grondslag gelegen aan het bestemmingsplan Buitengebied 2-1986 Herziening 2003-1 (ZAMC). Het akoestisch rapport is op 23 maart 2006 geactualiseerd.

In het akoestisch rapport is aangetoond dat de geluidsbelasting als gevolg van de aangevraagde activiteiten op de zonegrens niet meer dan 50-dB(A)-etmaalwaarde bedraagt, zodat de zone in acht wordt genomen.

Trainingen vinden plaats op woensdag en zaterdag. Jaarlijks worden op zondag twaalf clubwedstrijden en drie bondswedstrijden georganiseerd. In de voorschriften hebben wij hiervoor afzonderlijke geluidniveaus vergund.

6.2.3 Beoordelingsniveaus

Van de beschreven activiteiten is in het akoestisch rapport de geluidsemissie berekend en getoetst aan de grenswaarden in de vigerende vergunning.

In onderstaande tabel zijn de berekende equivalente geluidsniveaus van de reguliere activiteiten vergeleken met de in de vigerende vergunning opgenomen grenswaarden. De reguliere activiteiten betreffen de trainingen en activiteiten op de parkeerplaats.

Referentiepunt	Grenswaarde vergunning 2 november 1999 in dB(A) dag	Grenswaarde vergunning 19 2 november 1999 in dB(A) avond	Geluidniveaus L_{Aeq} aangevraagde activiteiten* in dB(A) dag	Geluidniveaus (L_{Aeq}) aangevraagde activiteiten* in dB(A) avond
1	50	45	36	40
2	50	45	36	41
3	50	45	24	29
4	50	45	26	31
5	50	45	27	32

*inclusief correctie voor tonaal geluid

6.2.4 Toetsing aan de grenswaarde

De aangevraagde veranderingen passen binnen de geluidsruimte voor de gehele inrichting volgens voorschrift 9.1 van de vigerende vergunning. Daarbij zijn de rondom de inrichting gelegen gevoelige bestemmingen gebruikt als beoordelingspunten.
De aangevraagde veranderingen passen tevens binnen de zone zoals die ten behoeve van de trialactiviteiten in het kader van de procedure wijziging bestemmingsplan Buitengebied Herziening 2003-1 (zie hiervoor) is vastgesteld.

Bij de clubwedstrijden en de bondwedstrijden, gedurende maximaal vijftien zondagen per jaar, ligt het equivalente geluidsniveau in de dagperiode op het meest belaste referentiepunt 2 respectievelijk 8 en 12 dB(A) hoger dan de geluidsbelasting tijdens trainingen. Evenwel blijft het geluidsniveau nog beneden de grenswaarde uit de geldende vergunning.
Wij hebben het geluidsniveau vanwege de clubwedstrijden en de bondwedstrijden getoetst aan de geluidszone. Het geluidsniveau vanwege de clubwedstrijden en de bondswedstrijden blijft binnen de geluidszone.

Tijdens wedstrijden wordt gebruikgemaakt van een omroepinstallatie. De bijdrage van deze installatie aan de totale geluidsbelasting is verwaarloosbaar klein. In de voorschriften is evenwel opgenomen dat de omroepinstallatie enkel in gebruik mag zijn tijdens bondswedstrijden (drie zondagen per jaar) en enkel voor het doorgeven van wedstrijdinformatie, het oproepen van baancommissarissen en medische ondersteuning. Niet ten behoeve van het laten horen van muziek.

6.2.5 Maximale geluidsniveaus

De maximale geluidsniveaus liggen minder dan 10 dB(A) boven de equivalente geluidsniveaus en voldoen daarmee aan de eisen die op grond van de Handreiking industrielawaai en vergunningverlening gesteld kunnen worden. Als grenswaarde voor de dag- en avondperiode hanteren wij 50 dB(A) respectievelijk 45 dB(A) voor het maximale geluidsniveau.

6.2.6 Verkeersaantrekkende werking

Omdat de inrichting is gelegen op een geluidgezoneerd terrein is dit aspect niet getoetst.

6.2.7 Trillingshinder

Gezien de aangevraagde activiteiten in relatie tot de afstanden tot woningen of andere geluidsgevoelige objecten behoeft voor trillingshinder niet te worden gevreesd. Wij hebben het dan ook niet nodig geacht om trillingsvoorschriften op te nemen in de vergunning.

6.2.8 Conclusie geluidvoorschriften

De voorgenomen activiteiten passen binnen de geluidsnormering van de vigerende vergunning en passen tevens binnen de voor deze activiteiten vastgestelde geluidszonering. De toegestane geluidsbelasting als gevolg van de nu aangevraagde activiteiten op de beoordelingspunten rondom de inrichting is in de voorschriften vastgelegd.

6.3 Bodem

6.3.1 Beleidskader bodem

Het preventieve bodembeschermingbeleid is vastgelegd in de Nederlandse Richtlijn Bodembescherming bedrijfsmatige activiteiten (NRB). Dit beleid is gericht op het realiseren van een verwaarloosbaar bodemrisico voor de reguliere bedrijfsvoering binnen de afzonderlijke bedrijfsonderdelen en installaties van een inrichting voor zover sprake is van een bodembedreigende situatie.

Voor de nu aangevraagde activiteiten is vastgesteld dat de NRB het toetsingskader vormt bij het voorschrijven van bodembeschermende voorzieningen en beheersmaatregelen en controle daarop. Uitgangspunt daarbij is het bereiken van een beschermingsniveau waarbij kan worden gesproken van een verwaarloosbaar bodemrisico.

Bij de toetsing van de activiteiten aan de NRB is het van belang dat wordt aangegeven welke activiteiten als bodembedreigend moeten worden beschouwd. Uitgangspunt is dat bij bedrijfsmatige bodembedreigende activiteiten door middel van het aanleggen van voorzieningen en het treffen van beheersmaatregelen een verwaarloosbaar risico op verontreiniging van de bodem wordt behaald.

Een verwaarloosbaar bodemrisico kan volgens de Bodemrisicochecklist van de NRB op verschillende manieren worden gerealiseerd. Globaal is de NRB-aanpak samen te vatten als "vloeistofdichte vloeren met een minimum aan gedragsvoorschriften", of "kerende vloeren en/of lekbakken met een zwaar accent op de daarop toegesneden gedragsvoorschriften".

Overigens ziet de NRB niet op de stortplaats binnen de inrichting. Hierop is het Stortbesluit bodembescherming van toepassing. Het Stortbesluit stelt eisen aan de bodembeschermende voorzieningen zoals de onderafdichting van de stortplaats maar ook de bovenafdichting van de stortplaats omdat deze op de lange termijn de functie van de onderafdichting moet overnemen. Het Stortbesluit ziet tevens op de wijze waarop de hoedanigheid van de bodem onder de stortplaats dient te worden gemonitord en de wijze waarop de goede werking van de bodembeschermende voorzieningen dient te worden gecontroleerd.

6.3.2 Gevolgen van de aangevraagde wijzigingen

Als gevolg van de trialsportactiviteiten op het voormalige stortvak bestaat een risico op het beschadigen van de afdeklaag van de stortplaats. Bij de eindafwerking van dit deel van de bovenafdichting van de stortplaats is daarom reeds rekening gehouden met extra beschermende voorzieningen.
De bovenafdichtingsconstructie bestaat uit een dubbele afdichtende laag van 2 mm VLDPE-folie op een laag mineraal afdichtingsmateriaal van 90 mm Trisoplast. Ter bescherming van deze afdichtende laag is deze afgedekt met 300 mm drainagezand met daarop een afdeklaag van 1 meter grond. Ter plaatse van de trialactiviteiten is deze afdeklaag circa 1,5 meter dik. Tevens is op circa 30 tot 40 centimeter onder het oppervlak een signaleringsdoek aangebracht.

Het bestaande motortrialterrein van de ZAMC wordt onderdeel van de inrichting maar is niet gelegen op een stortvak. De bodembeschermende voorzieningen voor dat deel van de inrichting dienen te voldoen aan de eisen die de NRB daaraan stelt.

Uit de bodemrisico-analyse zoals weergegeven in paragraaf 5.2 van de aanvraag blijkt dat er op dit terreindeel potentieel bodembedreigende activiteiten plaatsvinden. De aangevraagde activiteiten die een risico kunnen vormen voor de bodem zijn;
- kleine reparaties en klein onderhoud aan motoren;
- het aftanken van motoren;
- het parkeren op het parkeerterrein voor crossdeelnemers (rennerskwartier).

6.3.3 Voorzieningen en beheersmaatregelen

De uit het Stortbesluit voortvloeiende voorschriften ten behoeve van de instandhouding van de bodembeschermende voorzieningen van de stortplaats zijn reeds aan de vigerende vergunning verbonden. In aanvulling daarop hebben wij in de voorschriften opgenomen dat beschadigingen van de bovenafdichting moeten worden voorkomen en indien nodig direct moeten worden hersteld. Daarbij moet in het bijzonder aandacht zijn voor het beperken van erosie ter plaatse van de opritten op de taluds van de stortplaats.

Ter plaatse van het bestaande motortrialterrein van de ZAMC dient door middel van het aanleggen van voorzieningen en het treffen van beheersmaatregelen een verwaarloosbaar risico op verontreiniging van de bodem te worden behaald. Aanvrager stelt voor om bodembedreigende activiteiten zo veel mogelijk uit te voeren met gebruikmaking van zogenaamde milieumatten. Bij een goed gebruik van deze milieumatten worden gemorste olie en brandstoffen opgevangen in deze milieumat.

In combinatie met daartoe toegesneden gedragsvoorschriften is naar ons oordeel sprake van een verwaarloosbaar bodemrisico en een best beschikbare techniek. De gedragsvoorschriften dienen ten minste te bestaan uit;

- het door de vergunninghouder informeren van de gebruikers van de locatie over de verplichting tot het gebruik van milieumatten;
- het door de vergunninghouder weigeren van gebruikers van de locatie die niet beschikken over een eigen milieumat;
- het toezien van de vergunninghouder op het correcte gebruik van milieumatten;
- het toezien door de vergunninghouder op het afvoeren van milieumatten door de gebruikers van de locatie;
- het door de vergunninghouder tijdelijk opslaan in een vloeistofdicht opslagvat en vervolgens afvoeren naar een erkend verwerker van abusievelijk achtergelaten poetsdoeken en/of milieumatten;
- het toezien door de vergunninghouder op het niet aftappen van olie of andere vloeistoffen uit motoren binnen de inrichting;
- het uitvoeren van een herhalingsonderzoek ter plaatse van de bestaande trialbaan bij beëindiging van de activiteiten of zo veel eerder als daar naar oordeel van de vergunninghouder of Gedeputeerde Staten aanleiding toe bestaat.

Het preventieve bodembeschermingsbeleid, uitgewerkt in de Nederlandse Richtlijn Bodembescherming bedrijfsmatige activiteiten (NRB), gaat er vanuit dat de maatregelen en voorzieningen die leiden tot een verwaarloosbaar bodemrisico, nooit volledig kunnen uitsluiten dat onverhoopt een belasting van de bodem optreedt. Om die reden blijft een bodembelastingonderzoek noodzakelijk. Voor het deel van de locatie dat al in gebruik is als trialbaan is in september 2002 door de Grontmij een bodemonderzoek uitgevoerd. De kwaliteit van de bodem vormt geen belemmering voor het gebruik van de locatie.

Na beëindiging van de betreffende activiteit(en) dient de eindsituatie-bodemkwaliteit te worden onderzocht om vast te stellen of ondanks de getroffen voorzieningen en beheersmaatregelen bodembelasting is opgetreden en herstel van de bodemkwaliteit nodig is.

6.3.4 Conclusie bodemvoorschriften

Op basis van het geschetste maatregelenpakket zijn wij van oordeel dat er sprake zal zijn van een acceptabel bodemrisico ter plaatse van de stortplaats en een verwaarloosbaar bodemrisico ter plaatse van het bestaande motortrialterrein van de ZAMC.

6.5 Afvalwater

Overeenkomstig de aanvraag en de wens van het waterschap Rijn en IJssel wordt het hemelwater van daken, parkeerterreinen en terrassen geïnfiltreerd in de bodem. Volledigheidshalve is aan deze vergunning het voorschrift gekoppeld dat het niet is toegestaan hemelwater te lozen op de riolering.

Binnen de inrichting vindt geen lozing plaats van afvalwater anders dan het lozen van afvalwater uit het clubgebouw op de gemeentelijke riolering. Het water van de toiletten, was- en kleedruimten en EHBO-ruimte en het afvalwater van de keuken wordt via een olie-/vetafscheider op het aanwezige drukriool afgevoerd.

7 OVERWEGINGEN NAAR AANLEIDING VAN DE INGEKOMEN ADVIEZEN/ZIENSWIJZEN

7.1 Adviezen

Wij hebben adviezen ontvangen van de gemeente Bronckhorst en van het waterschap Rijn en IJssel.

Van de gemeente Bronckhorst, per brief van 29 november 2005 met kenmerk BM05/5515, door ons ontvangen op 1 december 2005. De gemeente Bronckhorst plaatst de volgende opmerkingen;

1 *Wij verzoeken u na te gaan of geen onderzoek nodig is naar de luchtkwaliteit;*
2 *In het geluidrapport wordt in paragraaf 2.4 ter bepaling van de akoestische situatie voor trainingen, clubwedstrijden en grote wedstrijden het aantal rijders en uren vermeld. Deze gegevens zijn in overleg met de opdrachtgever tot stand gekomen. Graag zien wij deze relevante gegevens terug in de aanvraag zelf;*
3 *Voor het milieudossier onder paragraaf 2.1 is het van belang te vermelden dat de gemeente Zelhem op 10 april 1994 een oprichtingsvergunning heeft verleend voor de Zelhemse Auto- en MotorClub (ZAMC) aan de Korenweg 4 te Zelhem. Op 22 augustus 2005 is daarbij een artikel 8.19 Wm-melding van kracht. Door de bovenbedoelde wijzigingsvergunning komt de gemeentelijke vergunning inclusief melding onder de werking van de provinciale vergunning.*

In reactie daarop;
Ad 1
Inmiddels maakt een onderzoek naar de luchtkwaliteit onderdeel uit van de aanvraag.

Ad 2
Het akoestisch rapport maakt onderdeel uit van de aanvraag. De openingstijden, het aantal motoren en de vergunde geluidsniveaus zijn in de voorschriften bij deze vergunning vastgelegd.

Ad 3
De gemeentelijke vergunning is niet meer van toepassing zodra deze vergunning in werking treedt. De voorschriften bij deze vergunning treden op dat moment in de plaats van de voorschriften uit de gemeentelijke vergunning.

Van het waterschap Rijn en IJssel, per brief van 6 december 2005 met kenmerk “Advies Wm-aanvraag Motortrialterrein”, door ons ontvangen op 7 december 2005. Het waterschap Rijn en IJssel plaatst de volgende opmerkingen;
Gezien de Wm-aanvraag betreft de aanvraag een motortrialterrein. Hierbij is geen sprake van lozing van verontreinigingen op oppervlaktewater. Verder is er sprake van de lozing van hemelwater in een kikkerpoel en/of afvoersloot/zakgreppel. Hierbij is het advies voortvloeiend uit de verdrogingsproblematiek ter plaatse, er op toe te zien dat het hemelwater wordt geïnfiltreerd in de bodem.

In reactie daarop; in de voorschriften bij deze vergunning is opgenomen dat het niet is toegestaan om hemelwater af te voeren via de riolering.

7.2 Zienswijzen

Wij hebben zienswijzen ontvangen van de Regio Achterhoek. Daarin wordt gewezen op een recente wijziging van de kadastrale nummering. Tevens geeft de aanvrager aan van oordeel te zijn dat in voorschrift 3.10 ten onrechte de verplichting tot een nieuw nazorgplan is opgelegd.

In reactie daarop;
Het nieuwe kadastrale nummer van de noordstort is nu vermeld in de considerans van de definitieve beschikking.

Met betrekking tot het nazorgplan merken wij het volgende op.
Op grond van artikel 8.49 lid 4 van de Wet milieubeheer zijn Gedeputeerde Staten gerechtigd om een nieuw nazorgplan te eisen, onder andere in verband met een verandering van de stortplaats. Hiervan is naar ons oordeel sprake. De wijziging van de activiteiten binnen de inrichting zien weliswaar primair op het mogelijk maken van trialactiviteiten. Aangezien deze worden uitgevoerd op de bovenafdichting van de noordstort zijn wij van oordeel dat deze activiteiten relevantie kunnen hebben voor de nazorg. Daarbij hebben wij tevens in overweging genomen dat het huidige nazorgplan dateert van 1998 en er zich sindsdien naar verwachting voor de nazorg relevante ontwikkelingen hebben voorgedaan. Voorschrift 3.10 wordt derhalve gehandhaafd voor zover het betrekking heeft op het indienen van een geactualiseerd nazorgplan binnen zes maanden na het van kracht worden van het voorschrift.

Voorschrift 3.10 van de ontwerpbeschikking ziet tevens op de verplichting om eens in de tien jaar een nieuw nazorgplan in te dienen. Wij hebben een revisietermijn in het voorschrift willen opnemen om hiermee te bereiken dat het nazorgplan voldoende actueel blijft. Dit laat onverlet dat Gedeputeerde Staten ten allen tijde een nieuw nazorgplan kunnen eisen als de omstandigheden daar aanleiding toe geven. Dit heroverwegende stemmen wij in met de zienswijze van de aanvrager voor zover de zienswijze betrekking heeft op het schrappen van de verplichting tot een het eens per tien jaar indienen van een nieuw nazorgplan. Voorschrift 3.10 is hierop aangepast.

8 OVERIGE OVERWEGINGEN

Deze veranderingsvergunning treedt in de plaats van de eerder voor het reeds bestaande motortrialterrein van de ZAMC door de gemeente Zelhem verleende milieuvergunning. Die milieuvergunning vervalt derhalve op het moment dat deze veranderingsvergunning onherroepelijk is geworden.

De vigerende milieuvergunning voor stortplaats De Langenberg van 2 november 1999 met nr. MW96.52123 ziet op het;

1 afwerken en saneren van stortplaats De Langenberg voor een periode van tien jaar vanaf de datum van de beschikking, dus tot 2 november 2009;
2 oprichten en in werking hebben van een tijdelijk gronddepot, voor een periode van vijf jaar vanaf de datum van deze beschikking, dus tot 2 november 2004;
3 overslaan van afvalstoffen op de stortplaats voor de periode tot 1 augustus 1999.

Vorengenoemde activiteiten zijn inmiddels voor een belangrijk deel afgerond. Echter, overeenkomstig voorschrift 6.14 van de vigerende vergunning blijven de voorschriften 6.2 tot en met 6.14 en de voorschriften van hoofdstuk 7 van kracht, ook nadat de vergunning haar geldigheid heeft verloren, totdat de stortplaats ingevolge artikel 8.47, derde lid voor gesloten is verklaard. De voorschriften die van kracht blijven hebben betrekking op de bovenafdichting, de monitoring van de stortplaats en de stortgasinstallatie.

Deze veranderingsvergunning ziet op het wijzigen van de inrichting waarbij voor de aangevraagde activiteiten vergunning wordt gevraagd voor onbepaalde tijd. Dit brengt met zich mee dat, ook nadat de vigerende vergunning ten behoeve van het afwerken en saneren van de stortplaats op 2 november 2009 is vervallen, de Regio Achterhoek als vergunninghouder verantwoordelijk blijft voor de motortrialactiviteiten. In de voorschriften bij deze vergunning is daarmee rekening gehouden door ook algemene voorschriften op te nemen waardoor de vergunning separaat leesbaar moet zijn.

Zoals aangegeven zal de stortplaats op enig moment in de toekomst ingevolge artikel 8.47, derde lid voor gesloten worden verklaard. Het ligt daarbij voor de hand dat de ZAMC op dat moment alsnog vergunninghouder wordt voor de nu aangevraagde trialactiviteiten waarbij de inrichtingsgrens op dat moment wordt teruggebracht tot het in het bestemmingsplan voor deze trialactiviteiten bestemde gebied.

Van belang is dat de levensduur van de bovenafdichting en de toegang tot het terrein voor het nakomen van nazorgverplichtingen met betrekking tot de stortplaats blijft gewaarborgd. De Regio Achterhoek heeft daartoe een pachtovereenkomst met een gebruiksovereenkomst gesloten met de ZAMC. Zodra de nazorg van de stortplaats overgaat van de Regio Achterhoek naar de provincie Gelderland, vooralsnog voorzien in 2019, zal de provincie tevens zakelijke rechten vestigen om haar nazorgtaken te kunnen uitvoeren.

Het huidige nazorgplan voor stortplaats De Langenberg te Zelhem dateert van 25 november 1998. Gezien de aard van de aangevraagde activiteiten in relatie met de levensduur van de bovenafdichting en gezien de beleidsmatige ontwikkelingen met betrekking tot de levensduurverwachting van bovenafdichtingen is in deze vergunning voorgeschreven dat vergunninghouder na het van kracht worden van deze vergunning een nieuw nazorgplan moet indienen.

9 CONCLUSIE

Gezien de voorgaande overwegingen kunnen wij de gevraagde vergunning ingevolge de Wet milieubeheer verlenen aan de Regio Achterhoek, waarbij wij in het belang van de bescherming van het milieu voorschriften verbinden aan de vergunning. Deze voorschriften bieden in samenhang met de in de aanvraag vermelde maatregelen de grootst mogelijke bescherming tegen de nadelige gevolgen voor het milieu.

10 BESLUIT

Overwegende het hiervoor vermelde en gelet op de desbetreffende bepalingen in de Afdeling 3.4 van de Algemene wet bestuursrecht respectievelijk de Wet milieubeheer en de daarop gebaseerde uitvoeringsbesluiten met name het gestelde in het Inrichtingen- en vergunningenbesluit milieubeheer;

HEBBEN WIJ BESLOTEN

I Aan de Regio Achterhoek de gevraagde veranderingsvergunning ingevolge de Wet milieubeheer overeenkomstig de aanvraag en de daarbij behorende bescheiden te verlenen voor onbepaalde tijd.

II Dat de vergunningaanvraag onderdeel uitmaakt van de vergunning voor zover het betreft;
- de aanvraag d.d. 26 september 2005 inclusief de situatietekening volgens bijlage 1;
- bijlage III, figuur 1 en de uitgangspunten volgens paragraaf 2.4, 2.5 en 2.6 van het akoestisch onderzoek met kenmerk 02-244 d.d. 24 mei 2004 volgens bijlage 3 van de aanvraag;
- de aanvullende gegevens per brief van 21 maart 2006 met kenmerk 2006u0196/Mve/ij.

III Aan de vergunning in het belang van de bescherming van het milieu de volgende beperkingen en voorschriften te verbinden.

coll. -/
code: 51391.out/RB

Gedeputeerde Staten

provincie GELDERLAND

Bezoekadres
Huis der Provincie
Markt 11
Arnhem

Postadres
Postbus 9090
6800 GX Arnhem

telefoon (026) 359 91 11
telefax (026) 359 94 80
e-mail post@gelderland.nl
internet www.gelderland.nl

Regio Achterhoek
T.a.v. mevrouw J. Emaus
Postbus 53
7000 AB DOETINCHEM

2006i0537

-1.777-13

MIL

datum
22 augustus 2006

nummer
MPM8326

onderwerp
Goedkeuring Evaluatierapport Eindafdichting
Stortplaats "De Langenberg" te Zelhem

Geachte mevrouw Emaus,

Ter toetsing en goedkeuring hebben wij op 23 november 2005 uw evaluatierapport, opgesteld door de Grontmij Nederland B.V., met documentnummer 112-308-05 van 5 november 2005 ontvangen.

Het evaluatierapport heeft betrekking op het aanbrengen van de eindafdichting op uw afvalberging te Zelhem.
Het rapport is bij ons ingeboekt onder nummer MPM8326.

Per abuis hebben wij tot op heden niet gereageerd op de door u toegezonden rapportage. Daarvoor onze excuses.

Onderstaand wordt nader ingegaan op onze toetsing en beoordeling van het evaluatierapport en de levensduurverwachting van de bovenafdichting.

Grondslag
De grondslag voor de onderhavige toetsing en keuring van het evaluatierapport is gelegen in de voorschriften 6.2 en 6.3 van de vigerende Wet-milieubeheervergunning met nummer MW96.52123 van 2 november 1999 (verder Wm-vergunning).

Toetsing en beoordeling van het evaluatierapport
Het evaluatierapport is getoetst en geaccordeerd op onderdelen die van belang zijn voor de in het Stortbesluit bodembescherming (verder Stortbesluit), de Uitvoeringsregeling Stortbesluit en de vigerende Wm-vergunning omschreven eisen en voorwaarden.

inlichtingen bij dhr. T. Hillebregt
e-mail t.hillebregt@prv.gelderland.nl
verzonden 31 AUG. 2006

doorkiesnr. (026) 359 88 31
BNG 's-Gravenhage, rek. nr. 28.50.10.824
ABN • AMRO Arnhem, rek. nr. 53.50.26.463
Postbank-girorekening 869762
BTW nr. 001825100.B03

IBANnr.: NL74BNG0285010824
SWIFT/BIC: BNGHNL2G

Wij hebben gecontroleerd of de uitgevoerde werkzaamheden overeenkomen met de door ons goedgekeurde bestekken en aanvullende rapportages:

- Bestek Trisoplast van 14 juni 2001 met nummer 65-2001, door ons goedgekeurd op 6 juni 2001 met nummer MW2001.23362;
- Rapport "Kwaliteitsbepaling partij grond, Depot Vormzand op De Langenberg te Zelhem" van 14 mei 2001. Onze goedkeuringsbrief is aan u verzonden op 16 augustus 2001 met nummer MW2001.33437;
- Bestek noordstort fase 1 met besteksnummer 48-1999 en bestek zuidstort fase 2 met besteksnummer 56-2000 van 26 maart 2001. Onze goedkeuringsbrief is aan u verzonden op 6 juni 2001 met nummer MW2001.23362;
- Bestek voor het aanbrengen van een asbesthoudende steunlaag voor fase 3 met nummer 56-2002 van 14 februari 2003 en het Bestek zuidstort fase 3 met nummer 55-2002 van 25 februari 2002. Onze goedkeuringsbrief is aan u verzonden op 8 april 2003 en heeft als nummer MW2001.23362.

Tevens hebben wij getoetst of voldaan is aan de eisen en randvoorwaarden uit het "Bovenafdichtingsplan" (door Grontmij van 21 oktober 1998, GLD 1529 met documentnummer 98001984.doc.jg) en het "Grondwaterbeheersplan" (door Grontmij van 16 oktober 1998, GLD 5128, ordernummer 1273882). De eisen en voorwaarden die volgen uit deze beide plannen zijn weliswaar in de bestekken verwerkt en door ons goedgekeurd, maar toch nemen wij de hoofdlijnen van deze plannen mee in onze beoordeling.

Realisatie bovenafdichting
In onderstaande tabel is de accordering van de aangelegde constructie-elementen weergegeven.

Tabel 1 accordering constructie-elementen bovenafdichting

Onderwerp	overeenkomstig bestek	Accordering	Opmerkingen
Algemeen	ja	ja	combinatieafdichting aangelegd op - fase 1 5,70 hA - fase 2 7,96 hA - fase 3 9,40 hA
Grondwaterbeheerssysteem	ja	ja	- fase 1: noord- en westzijde onttrekkingsdrain (ontworpen op 15 m³ per uur) - fase 2: bestaande onttrekkingssysteem (aangelegd in 1989 en ontwortpen op 15 m³ per uur) - fase 3: onderafdichting
Bovenafdichting - leeflaag fase 1, 2 en 3[1)] - drainagelaag fase 1, 2 en 3	 ja ja	 ja ja	 accordering omvat tevens hoeveelheden en kwaliteitsbepaling aangebrachte gronden drainagelaag voldoet aan eis 5m/dag doorlatendheid

Onderwerp	overeen-komstig bestek	Accordering	Opmerkingen
- PE-HD folie fase 1, 2 en 3	ja	ja	folie conform bestek en protocollen aangebracht, conformiteitsverklaringen keuringsinstantie zijn opgenomen in evaluatie
- minerale laag (Trisoplast) fase 1, 2 en 3[2)]	ja	ja	aanleg Trisoplast is overeenkomstig bestekseisen
- steunlaag fase 1, 2 en 3	nee	ja	afwijking bestek: zie voetnoot [3)] overig zie voetnoot [4)]
- ontgassingssysteem	ja	ja	ontgassingssysteem ligt in het afval en onder de steunlaag
Revisietekeningen	ja	ja	-
Afwijkingen bestek			
- gewijzigde teenconstructie fase 3	nee	ja	vanwege bomenrij, is opgenomen in revisietekeningen
- ten westen van fase 3 geen ringsloot aangelegd	nee	ja	runn-off water wordt direct geloosd op infintratiebekken
- aan westzijde fase 3 is gesegmenteerde drain ten behoeve van monitoring aangelegd	nee	ja	uitgevoerd in overleg met ons
- persleiding omgelegd	nee	ja	persleiding voor percolaat van buizen P2, P3 en P4 rechtstreeks naar P1 om kwaliteit separaat te kunnen beoordelen
Totale grondbalans	ja	ja	inclusief kwaliteitsbepalingen

1 Leeflaag: het toepassen van categorie 1 of gebiedseigen grond is toegestaan bij brief van 29 februari 2000 met nummer 2000.9155.

2 Het vormzand dat in de minerale laag is toegepast is een bouwstof categorie I op grond van de partijkeuring conform Bouwstoffenbesluit bodembescherming. De toepassing is door ons goedgekeurd. De goedkeuringsbrief is verzonden op 16 augustus 2001 met nummer MW2001.33437. In afwijking van het bestek is in fase 2 geen vormzand, maar primair zand in de Trisoplast verwerkt, hetgeen wij bij brief op 27 mei 2002 met nummer MW2002.21403 hebben toegestaan.

3 Het ontwerp van het horizontale gasonttrekking is dusdanig (gelegen in het afval in plaats van in de steunlaag) dat de steunlaag geen drainerende werking voor de afvoer van stortgas heeft. Daarmee vervalt de doorlatendheidseis "zand voor zandbed" zoals omschreven in de verschillende bestekken. Deze afwijking is door ons toegstaan bij brief van 16 mei 2002 met nummer MW2002.21183.

4 In fase 3 is de toepassing van asbesthoudende materiaal in de steunlaag door ons toegestaan (brief van 8 april 2003 met nummer MW2001.23362). De uitvoering heeft onder begeleiding en met goedkeuring van de Arbeidsinspectie plaatsgevonden.
Tevens is toegestaan om puinhoudende materialen in de steunlaag te verwerken (besprekingsverslag 001/bc/dd, 1 oktober 2002) zolang de steunlaag afgewalst en gecontroleerd is op scherpe delen die in contact kunnen komen met de Trisoplast.

Wij menen dat het evaluatierapport een betrouwbaar beeld geeft van de uitgevoerde werkzaamheden. Wij hebben vastgesteld dat de werkzaamheden, zoals deze zijn beschreven in het evaluatierapport, zonder noemenswaardige afwijkingen van de door ons goedgekeurde bestekken zijn uitgevoerd.

Keuringen gerede afdichtingslagen
Wij constateren dat de keuringsinstantie RTD die de afdichtingslagen gekeurd heeft in het bezit is van een accreditatie volgens norm NEN EN-17020, voorheen de EN-45004, met de typering A.

In het evaluatierapport zijn de conformiteitsverklaringen van de RTD voor de fase 1 (CNI-nummer 4208 van 12 februari 2002), fase 2 (CNI-nummer 4208-2 van 1augustus 2002) en fase 3 (nummer RTD323810 van 25 augustus 2004) opgenomen waarin de RTD aangeeft dat de aanleg van de PE-HD folie overeenkomstig de "Protocollen voor het toepassen van geomembranen ten behoeve van bodembescherming, de delen I en II (Herziening 1999)" is uitgevoerd. Hiermee staat voor ons tevens vast dat de PE-HD folie is aangelegd overeenkomstig de eisen en voorwaarden uit het bestek.

De productie en aanleg van Trisoplast is onder kwaliteitsborging van de desbetreffende aannemer uitgevoerd. Het voor haar werkzaamheden geaccrediteerde keuringsbureau Fugro heeft de gerede Trispoplast conform de "Protocollen Trisoplast" onderzocht en gekeurd (voor de fasen 1, 2 en 3 respectievelijk de rapporten H-3152 van 26 maart 2002, H-3152 van 8 augustus 2002 en H05060000 van 3 november 2003). De bescheiden hierover zijn naar onze mening betrouwbaar en de resultaten van de onderzoeken komen minimaal overeen met de eisen en voorwaarden uit het bestek.
De resultaten van de kwaliteitsborging geven naar onze mening voldoende zekerheid omtrent de degelijkheid en ondoorlatendheid van de minerale laag. Hiermee staat voor ons tevens vast dat de minerale laag aangelegd is overeenkomstig de eisen en voorwaarden uit het bestek.

Keuringen werkterreinen
Het voorterrein is na ontmanteling van de opstallen op de milieuhygiënische kwaliteit onderzocht. In het "Verkennend bodemonderzoek" door Grontmij met nummer 12007757, van 30 augustus 2004, wordt geconcludeerd dat er vanuit milieuhygiënisch oogpunt geen beperkingen hoeven te worden opgelegd aan het toekomstig gebruik van de locatie. Wij menen dat de inhoud van het rapport betrouwbaar is en nemen de rapportage voor kennisgeving aan.

Het tijdelijk gronddepot is zowel voor ingebruikname (nulsituatieonderzoek door Grontmij met nummer GLD6054 van 13 januari 2000) als nadat het depot ontmanteld was (herhalingsonderzoek door Grontmij met nummer 12002979 van 9 september 2003) milieuhygiënisch onderzocht. De resultaten van het herhalingsonderzoek geven aan dat, vanwege het gebruik van de locatie, geen verslechtering opgetreden is van de milieuhygiënische kwaliteit van het depot-terrein.
Wij menen dat de inhoud van het rapport betrouwbaar is en nemen de rapportage voor kennisgeving aan.

Levensduurverwachting van de eindafdichting
Provinciale Staten van Gelderland (verder PS) hebben op 24 mei 2006 (zaaknummer 2006-008761) besloten om in de bijlage van de verordening Nazorgheffing Stortplaatsen Gelderland 1999 een levensduurverwachting voor de bovenafdichting van 75 jaar op te nemen.

Wij hebben getoetst of de bovenafdichting in aanmerking kan komen voor een levensduurverwachting van 75 jaar. In ons voorstel aan Provinciale Saten hebben wij de volgende algemene kernpunten opgenomen waaraan een afdichting moet voldoen:
- de hoofdconstructie moet bestaan uit een combinatie van twee materialen die elkaar wat betreft chemische en fysische bestendigheid aanvullen;
- de afdichting moet zonder menselijk ingrijpen haar afdichtende werking tijdens haar gehele levensduur behouden;
- de afdichting moet zo duurzaam en robuust mogelijk zijn;
- de bovenafdichting moet voorkomen dat regenwater inzijgt in de stort en moet de uittreding van stortgas voorkomen. De bovenafdichting veroorzaakt, tezamen met de chemische omzetting van organische materialen, een uitdroging van het stortlichaam waardoor op enig moment de onderafdichting haar functie verliest omdat er geen percolaat meer vrijkomt.

In afwachting van een door PS vast te stellen Gelders nazorgbeleid hebben wij getoetst aan de landelijk geaccepteerde "IPO-checklist 2002 stortplaatsen" met kenmerk 4K2455.B1/R0004/DZ/SVE/Nijm van 21 november 2002. In deze checklist wordt aangegeven dat een levensduurverwachting van 75 jaar acceptabel is wanneer voldaan wordt aan de volgende voorwaarden:
- de aanleg is uitgevoerd onder kwaliteitsborging. De borging moet door geaccrediteerde instanties zijn uitgevoerd;
- de kwaliteit van de werkzaamheden moet door een ter zake kundige directievoering zijn begeleid en gecontroleerd;
- de gebruikte materialen hebben ten minste een levensduurverwachting van 75 jaar.

Wij overwegen hierover het volgende.

Naar onze mening is voldoende vast komen te staan dat met betrekking tot de bovenafdichting bij de Langenberg aan onze algemene kernpunten voldaan is. In dit kader hebben wij indertijd de bestekken ook goedgekeurd. De hoofdconstructie bestaat uit de thans beste beschikbare materialen, te weten PE-HD folie van 2 mm dik en Trisoplast van 10 cm dik. De keuze van de hoofdconstuctie, de toegepaste leeflaagmaterialen en het ontwerp van de vorm van de stortplaats geven voor ons voldoende garantie voor een duurzaam afdichtende werking zonder dat in de nazorgfase actief, althans gedurende de verwachte levensduur van de eindafdichting, moet worden ingegrepen om de werking van de eindafdichting te garanderen. De keuze van de materialen en de wijze waarop deze zijn verwerkt geven aan dat de complete afdichting robuust en duurzaam is. De doorlatendheid gedurende de verwachte levensduur ligt naar verwachting lager dan vereisten uit het Stortbeluit bodembescherming. In ieder geval voldoet de afdichting bij aanvang ruimschoots aan de doorlatendheidseisen.

De hoofdconstructie (folie en minerale laag) is door de daartoe geaccrediteerde instanties Fugro en RTD gecontroleerd en goedbevonden. Daarnaast zijn van alle overige voorzieningen en toegepaste materialen voldoende kwalitatieve en kwantitatieve kenmerken, volgend uit de bestekken, door de directie gecontroleerd en is de verslaglegging van deze controles in het evaluatierapport opgenomen. De keuringsinstanties hebben tevens de materialen die in direct contact staan met de hoofdconstructie beoordeeld op eventuele negatieve invloeden op het functioneren van deze hoofdconstructie. Uit de beoordelingen zoals deze zijn opgenomen in het evaluatierapport blijkt dat de steunlaag en de drainagelaag geen negatieve effecten hebben op de degelijkheid en de levensduurverwachting van de hoofdconstructie.
Uit het evaluatierapport en de bezoeken die onze toezichthouders tijdens de aanleg hebben uitgevoerd is gebleken dat de directievoerende partij de werkzaamheden goed heeft begeleid en gecontroleerd.

Naar onze mening staat op grond van het vorenstaande vast dat het werk zorgvuldig en overeenkomstig de eisen uit het bestek is uitgevoerd en dat voldaan is aan de genoemde voorwaarden.
Wij zullen de gemandateerd heffingsambtenaar voor de nazorgheffing adviseren om bij de definitieve bepaling van het doelvermogen een levensduurverwachting van 75 jaar voor de eindafdichting op te nemen.

Besluit
Wij keuren het evaluatierapport, opgesteld door Grontmij Nederland B.V., met documentnummer 112-308-05 van 5 november 2005 met betrekking tot de aanleg van de eindafdichting van uw afvalberging te Zelhem, goed.

Inwerkingtreding
Deze beschikking treedt in werking op de dag na de dag waarop deze door verzending aan u bekend is gemaakt.

Mogelijkheid van bezwaar en voorlopige voorziening
Belanghebbenden kunnen binnen zes weken na de dag waarop het besluit is verzonden hiertegen een bezwaarschrift indienen. Het bezwaarschrift dient te worden gericht aan Gedeputeerde Staten, secretariaat Commissie bezwaar- en beroepschriften, t.a.v. mevrouw C.J.M. Kummeling, Postbus 9090, 6800 GX Arnhem. Op envelop en brief duidelijk "bezwaarschrift" vermelden.

Degene die een bezwaarschrift heeft ingediend, kan bij de voorzitter van de Afdeling bestuursrechtspraak van de Raad van State (Postbus 20019, 2500 EA 's-Gravenhage) een verzoek indienen om een voorlopige voorziening te treffen. Voor het behandelen van een verzoek om een voorlopige voorziening wordt griffierecht geheven. Over de hoogte en de wijze van betaling van het griffierecht kunt u informatie verkrijgen bij de Raad van State, tel. (070) 426 44 26.

provincie
GELDERLAND

Wij hopen u hiermede voldoende te hebben geïnformeerd. Wanneer u nog vragen hebt over deze brief, dan kunt u contact opnemen met de heer T. Hillebregt. Zijn telefoonnummer is (026) 359 88 31.

Hoogachtend,
namens Gedeputeerde Staten van Gelderland,

H 156-1

ing. M.J.B. Kaal
dienst Milieu en Water
onderafdelingshoofd EindVerwijdering & Nazorg
van de afdeling Bodem & Afval

coll. -/y
code: 52457.out/GS

Gedeputeerde Staten

provincie
GELDERLAND

Bezoekadres
Huis der Provincie
Markt 11
6811 CG Arnhem

Postadres
Postbus 9090
6800 GX Arnhem

telefoonnummer (026) 359 91 11
telefaxnummer (026) 359 94 80
e-mailadres post@gelderland.nl
internetsite www.gelderland.nl

Regio Achterhoek
Postbus 53
7000 AB DOETINCHEM

REGIO Achterhoek
NR: 20111 00385
07 JUL 2011
CLASS: 07.354
KOPIE:
JE

datum
6 juli 2011

zaaknummer
2011-000909/MPM21673

onderwerp
Goedkeuring rapport Monitoringsplan stortplaats De Langenberg te Zelhem

Geacht bestuur,

Op 24 december 2010 ontvingen wij van u het rapport: Monitoringsplan 2011 stortplaats 'De Langenberg' te Zelhem, Grontmij, ref. 99057361, d.d. 7 december 2010.
Naar aanleiding van enkele vragen ontvingen wij in aanvulling hierop op 25 maart 2011 uw brief met kenmerk 2011u00399/JE/CK en de Notitie van Grontmij "vaststellen toetsingswaarden stortplaats De Langenberg", kenmerk 299608 van 14 maart 2011.
Omdat de toetsingswaarden o.b.v. verkeerde uitgangspunten waren berekend, ontvingen wij op 4 mei 2011 per e-mail een aangepaste notitie met bijgestelde toetsingswaarden in tabel 2.

Grondslag
De grondslag voor de beoordeling van het monitoringsplan is gelegen in hoofdstuk 6 van de Wet milieubeheervergunning met nummer MW96.52123 van 2 november 1999. In voorschrift 6.5 is neergelegd dat de vergunninghouder in geval van nieuwe inzichten aan GS een nieuw monitoringplan ter goedkeuring kan voorleggen. In voorschrift 6.15 is aangegeven dat de vergunninghouder over een goedgekeurd onderhouds- en controleplan moet beschikken. In het voorgelegd monitoringplan heeft u een geactualiseerd onderhouds- en controleplan geïntegreerd.

Beoordeling
Het monitoringsplan hebben we getoetst aan de eisen van het Stortbesluit bodembescherming en de daarbij behorende richtlijnen als ook de voorwaarden die in de vergunning zijn omschreven. Hierbij in ogenschouw genomen dat de stortplaats zich reeds in de pre-nazorgfase bevindt (de stortplaats is in de periode 2001-2004 voorzien van een bovenafdichting, maar nog niet gesloten verklaard).

Bij stortplaats De Langenberg te Zelhem wordt reeds jaren een grondwatermonitoring uitgevoerd. Voor aanleg van de bovenafdichting is een grondwatermodel opgesteld en zijn stoftransport-berekeningen uitgevoerd om inzicht te krijgen in de verspreiding van verontreinigingen vanuit de stortplaats. Recent heeft een herberekening van het grondwatermodel plaatsgevonden.

inlichtingen bij dhr. D.H. Snel

e-mailadres post@gelderland.nl

telefoonnummer (026) 359 99 53

BNG 's-Gravenhage, rekeningnummer 28.50.10.824
Rabobank, rekeningnummer 14.39.37.529
ING, rekeningnummer 869762
btw-nummer NL001825100.B03

IBAN-nummer NL74BNGH0285010824
SWIFT/BIC: BNGHNL2G

In onze brief van 19 juli 2010 hebben wij al aangegeven, dat de modelberekening een stabilisatie van de grondwaterverontreiniging toont. De resultaten van de grondwatermonitoring de afgelopen jaren bevestigen dit beeld.
Het nu voorliggende monitoringplan sluit goed aan bij huidige inzichten. Voor de toetsing van de grondwaterkwaliteit is voor de gidsparameters per peilbuis/monsternamepunt een toetsingswaarde berekend. Een overzicht van deze toetsingswaarden (tabel 2 uit de notitie) is opgenomen als bijlage bij deze brief.

In het monitoringsplan zijn naast de grondwatermonitoring ook een aantal controle- en onderhoudsaspecten uitgewerkt (hoofdstuk 4). Het voorgestelde controle- en onderhoudsplan sluit aan bij of is een verbijzondering van de voorschriften uit H6 van de vergunning. De resultaten zullen jaarlijks (in april) aan ons worden gerapporteerd.

Opmerkingen
In het monitoringsplan wordt uitgegaan van een leeglooptijd van 10 jaar. De percolaatonttrekking en ook de schermbemaling eindigt op basis van die aanname in 2013. Daadwerkelijke beëindiging van deze nazorgactiviteit is afhankelijk van nog aanwezig percolaat, dat met meetgegevens (meetreeks, debiet) moet worden onderbouwd. Zo nodig moet de onttrekking langer in werking blijven. Beëindiging van de percolaatonttrekking als ook de schermbemaling dient ons ter goedkeuring te worden voorgelegd.

Conclusie
Met in achtneming van bovengenoemde opmerkingen stemmen wij in met het monitoringsplan (inclusief controle- en onderhoudsplan) voor stortplaats De Langenberg. Wij verwachten dat u met ingang van 2011 conform dit plan zult handelen en zien uw jaarrapportage op grond van vergunningvoorschrift 6.13 tegemoet.

Besluit
Het monitoringsplan, inclusief het controle- en onderhoudsplan, voor stortplaats De Langenberg is goedgekeurd. Aan deze goedkeuring verbinden wij de volgende voorwaarden:

- beëindiging van de percolaatonttrekking en de schermbemaling dient ter goedkeuring aan ons te worden voorgelegd;
- als toetsingswaarden dienen te worden aangehouden: de waarden die zijn opgenomen in de bij deze beschikking behorende bijlage (tabel 2).

Publicatie

Van de wijzigingen van het monitoringsplan, inclusief het controle- en onderhoudsplan wordt openbaar kennisgegeven in een plaatselijk dag- en/of weekblad. Zie hiervoor de bijgevoegde kennisgeving.

provincie
GELDERLAND

Wij vertrouwen u hiermede voldoende te hebben geïnformeerd. Indien u vragen hebt n.a.v. deze brief, dan kunt u contact opnemen met de heer W. van Hoorn op telefoonnummer (026) 359 99 63.

Hoogachtend,
namens Gedeputeerde Staten van Gelderland,

mr. J. de Leeuw
teammanager Toezicht en Handhaving Milieu 1

bijlage: tabel 2: toetsingswaarden

Tabel 2: Toetsingswaarden

Parameter Peilfilter	meting vanaf	Ec (µS/cm)	Cl (mg/l)	NH4 (mg/l)	As (µg/l)	Ni (µg/l)	Cr (µg/l)
1A	1995	2123	123,0	95,2	67,5	25,1	2,39
1B	1995	2027	140,4	75,8	33,1	21,5	3,24
3A	1995	2324	212,6	137,1	17,7	26,4	3,84
3B	1995	1947	161,5	49,6	12,4	24,2	3,24
20A	1995	729	43,4	7,0	6,9	14,2	4,53
20B	1995	1138	91,2	7,0	6,0	10,0	3,21
21A	1995	834	42,8	7,0	6,4	13,7	2,93
21B	1995	1272	106,2	17,3	5,6	10,0	3,13
22A	1995	656	44,9	7,0	6,3	14,8	2,81
22B	1995	1310	103,6	19,9	5,4	17,1	2,95
22C	1995	1196	96,1	17,1	6,2	10,0	2,95
22D	1995	1090	93,3	8,4	6,7	10,0	3,10
23A	1995	1021	38,7	7,0	6,5	14,5	3,09
23B	1995	1239	106,8	7,0	6,0	10,0	4,04
25A	1995	766	46,6	7,0	6,9	10,0	11,90
25B	1995	1662	130,3	60,4	57,5	22,2	2,70
25C	1995	968	85,5	7,0	7,5	10,0	3,24
25D	1995	649	54,7	7,0	12,2	10,0	3,89
HSZ 30	1995	1223	121,1	20,1	14,9	12,5	8,63
HSN 31	2003	1397	471,1	185,4	7,2	19,8	7,64
D1	1995	1449	97,0	7,0	6,6	13,8	2,14
D2	1995	1539	61,4	7,0	6,0	10,3	2,76
D3	1995	2316	49,9	7,0	6,4	11,5	16,36
D4	1995	2070	54,2	7,0	7,0	12,0	5,13
D5	1995	1198	71,4	7,0	6,5	11,6	3,59
D6	1995	2046	148,3	76,4	26,6	24,0	3,84
D7	1995	2438	149,2	122,3	26,8	50,4	2,43
S1	2003	2452	56,8	7,0	8,9	14,3	2,47
S2	2003	1953	58,5	7,0	8,6	16,1	2,47
S3	2003	985	39,5	7,0	8,3	13,2	2,47
S4	2003	1033	39,7	7,0	8,2	13,5	2,47
S5	2003	1315	41,5	7,0	9,0	14,6	2,76
S6	2003	1620	40,5	7,0	8,3	16,6	2,52
S7	2003	1587	39,8	7,0	8,4	14,2	2,58
S8	2003	2134	40,7	7,0	8,7	25,3	2,47
S9	2003	1308	39,5	7,0	9,1	16,6	2,76
S10	2003	1595	41,6	7,0	9,1	15,0	2,76
S11	2003	1630	41,4	7,0	9,4	14,9	2,76
S12	2003	1564	40,8	7,0	9,8	15,4	2,82
S13	2003	1839	42,3	7,0	9,6	22,7	5,07
S14	2003	1318	44,9	7,0	9,5	32,8	3,04
S15	2003	1612	45,2	7,0	10,4	29,9	2,83
S16	2003	1980	48,2	7,1	15,0	37,3	2,76
S17	2003	1804	46,5	14,2	12,7	66,8	2,76
S18	2003	2062	45,5	30,8	13,3	62,1	2,76
S19	2003	1235	43,2	7,0	10,3	25,3	2,76
S20	2003	2036	46,2	7,0	10,1	25,4	3,12
S21	2003	1786	45,1	7,0	10,2	25,1	2,84

Herberekening grondwatermodel stort De Langenberg

te Zelhem

Definitief

Regio Achterhoek
Postbus 53
7000 AB Doetinchem

Grontmij Nederland B.V.
Houten, 29 september 2009

13/99094623/HG, revisie D1

Grontmij

Verantwoording

Titel	:	Herberekening grondwatermodel stort De Langenberg
Subtitel	:	te Zelhem
Projectnummer	:	257756
Referentienummer	:	13/99094623/HG
Revisie	:	D1
Datum	:	29 september 2009

Auteur(s)	:	mevrouw drs. T. van Mossevelde en de heer drs. M. Hartog
E-mail adres	:	tyra.vanmossevelde@grontmij.nl
Gecontroleerd door	:	de heer ir. H.L.J. Geusebroek
Paraaf gecontroleerd	:	
Goedgekeurd door	:	de heer drs. P.A.A. Verhaagen
Paraaf goedgekeurd	:	
Contact	:	De Molen 48 3994 DB Houten Postbus 119 3990 DC Houten T +31 30 634 47 00 F +31 30 637 94 15 bodem@grontmij.nl www.grontmij.nl

Grontmij

Inhoudsopgave

1 Inleiding 4
1.1 Aanleiding 4
1.2 Doel 4
1.3 Achtergrond modelberekening 4

2 SEEP/W 5
2.1 Inleiding 5
2.2 Mogelijkheden van het model 5
2.3 Theoretische achtergrond van het model 5
2.4 Gehanteerde randvoorwaarden en modelopbouw 6
2.5 Modellering huidige situatie (uitgangssituatie) 7
2.6 Toekomstige situatie 8

3 Berekening emissies met CTRAN/W 9
3.1 Inleiding 9
3.2 Mogelijkheden van het model 9
3.3 Theoretische achtergrond van het model 10
3.4 Invoerparameters 10
3.5 Berekeningen 11
3.5.1 Huidige situatie 11
3.5.2 Toekomstige situatie 15

4 Conclusies en aanbevelingen 23
4.1 Conclusie huidige situatie 23
4.2 Conclusies toekomstige situatie 23
4.3 Aanbevelingen monitoring 23

1 Inleiding

1.1 Aanleiding

In 1998 is door Grontmij een grondwatermodel opgesteld en zijn stoftransportberekeningen uitgevoerd voor de stortplaats de Langenberg te Zelhem. Met deze berekeningen is inzicht verkregen in de verspreiding van verontreinigingen vanuit de stortplaats. In voorliggend advies zijn de berekeningen opnieuw uitgevoerd aan de hand van aangepaste uitgangspunten en recente meetgegevens.

1.2 Doel

Doel van het opnieuw uitvoeren van verspreidingsberekeningen is te bepalen of de geplande beëindiging van de grondwateronttrekking leidt tot een aanvaardbare eindsituatie.

1.3 Achtergrond modelberekening

In dit rapport worden de uitgevoerde modelberekeningen gepresenteerd. Verder worden de uitgangspunten en de randvoorwaarden toegelicht die gehanteerd zijn bij de berekeningen. Deze uitgangspunten komen grotendeels overeen met de rapportage uit 1998 (bijlage 2 uit 'Grondwaterbeheersplan. Stortplaats 'De Langenberg' te Zelhem' (Grontmij, 1998). In de tekst is vermeld waar de uitgangspunten afwijken van het grondwater- en stofstransportmodel uit 1998.

De verspreidingsberekeningen zijn gemaakt voor chloride, tolueen en nikkel. Chloride is een goede gidsparameter voor een eventuele vuilpluim. Tolueen en nikkel kunnen als signaalparameters worden beschouwd. Bij de berekeningen met tolueen en nikkel is rekening gehouden met diffusie en adsorptie. Daarnaast is voor tolueen het effect van afbraak op de gehalten in het grondwater berekend.

Bij de berekeningen is gebruik gemaakt van het twee-dimensionale stoftransportrekenprogramma CTRAN/W in combinatie met het geohydrologische rekenprogramma SEEP/W. Met SEEP/W is de geohydrologische situatie gemodelleerd. Vervolgens is met behulp van CTRAN/W voor chloride, tolueen en nikkel de concentratie in het grondwater berekend.

De volgende situatie is uitgerekend:
- een doorsnede van oost naar west, gelegen door het noordstort en het IBC-stort;
- in gebruik name van het noordstort in 1967;
- bovenafdichting op het noordstort vanaf 2001;
- 1989 in gebruikname IBC-stort;
- 2004 bovenafdichting IBC-stort;
- geen emissie vanuit het IBC-stort tot 2019 (30 jaar na aanleg);
- onttrekking vanuit de (noordelijke) beheersdrain van 2003 tot en met 2013 (10 m^3/uur).

Het zuidstort is in gebruik genomen sinds 1972. Bij de aanleg van het IBC-stort is een grondwateronttrekking tussen beide fasen gerealiseerd.

De berekeningsresultaten van de noordelijke doorsnede zijn derhalve maatgevend.

2 SEEP/W

2.1 Inleiding

SEEP/W 3.0 is een eindige-elementen-programma waarmee de grondwaterstroming en de drukverdeling van het water in de ondergrond kan worden berekend. Met het programma is het mogelijk relatief eenvoudige tot zeer complexe grondwaterstromingssituaties te berekenen.

Het model wordt vooral gebruikt voor geotechnische, civiele, geohydrologische en mijntechnische vraagstukken. Het model is ontwikkeld door Geo-Slope International Ltd. in Calgary, Alberta, Canada.

2.2 Mogelijkheden van het model

In het volgende wordt een opsomming gegeven van de geohydrologische en de technische mogelijkheden alsmede de verschillende resultaten die door het model worden berekend.

Geohydrologische mogelijkheden van het model:

- verzadigde en onverzadigde grondwaterstroming (gecombineerd);
- stationaire en niet-stationaire stroming;
- tweedimensionale en asymmetrische problemen;
- toepassing voor gespannen en freatische watervoerende pakketten;
- door toepassing van zogenaamde oneindige elementen zijn oneindig lange schematisaties mogelijk;
- toepasbaar voor vele bodemsoorten waarbij de doorlaatfactor maatgevend is;
- voor niet-stationaire toepassingen: gebruik van (evt. voorgeprogrammeerde) doorlatendheid/druk-curven;
- voor stationaire toepassingen: gebruik van doorlaatfactoren onafhankelijk van de druk (constant);
- anisotrope hydraulische doorlaatfactoren;
- niet-stationaire randvoorwaarden.

Berekeningsresultaten:

- stijghoogte per knooppunt;
- berekening van stromingsrichting, stijghoogte en kwelhoeveelheden per doorsnede;
- berekening van freatisch niveau;
- grafische weergave van berekeningsresultaten.

Het model is door de ontwikkelaars uitgebreid getest en vergeleken met in de wetenschappelijke literatuur beschreven grondwaterstromingssituaties. Het programma wordt toegepast voor dijkberekeningen en andere grondwaterstromingsvraagstukken die geschematiseerd kunnen worden tot tweedimensionale situaties. De onderhavige situatie is gezien de uniforme stromingsrichting goed te schematiseren tot een tweedimensionaal geval.

2.3 Theoretische achtergrond van het model

SEEP/W is gebaseerd op de Darcy-vergelijking. De uiteindelijk op te lossen vergelijking is hieronder weergegeven. Deze vergelijking beschrijft het verschil tussen de binnenkomende en uitgaande stroming in een element op een bepaald tijdstip, welke gelijk is aan het volumetrisch vochtgehalte. Bij het bepalen van de stromingssnelheid moet de porositeit dus nog worden verdisconteerd. Afhankelijk van de omstandigheden (stationair, etc.) kan de vergelijking worden vereenvoudigd.

$$\frac{\partial}{\partial x}\left(k_x \frac{\partial H}{\partial x}\right) + \frac{\partial}{\partial y}\left(k_y \frac{\partial H}{\partial y}\right) + Q = \frac{\partial \theta}{\partial t}$$

waarin:

H	stijghoogte
k_x	doorlaatfactor in x-richting
k_y	doorlaatfactor in y-richting
Q	flux aan randen
θ	porositeit
t	tijd

De eindige elementenvergelijking wordt uiteindelijk opgelost door toepassing van de Galerkin-methode en Gauss-eliminatie.

Voor een meer uitgebreide toelichting op de theoretische achtergronden van de oplossingsmethoden, de te gebruiken standaard-curven en het gebruik van het model wordt verwezen naar de gebruikershandleiding (SEEP/W v3.0, User's Guide, GEO-SLOPE International Ltd. Calgary, Alberta, Canada, 1991-1994).

2.4 Gehanteerde randvoorwaarden en modelopbouw

In zijn algemeenheid geldt dat bij het simuleren (modelleren) van een werkelijke situatie, vereenvoudigingen moeten worden gemaakt. Hierdoor kunnen verschillen ontstaan tussen de werkelijke en berekende situatie. Zo wordt de geohydrologische situatie geschematiseerd tot een situatie met slecht doorlatende en goed doorlatende lagen. Verder dienen aanpassingen te worden gedaan om gemiddelde situaties na te bootsen. Hierbij moet worden gedacht aan de gemiddelde stromingsrichting en -snelheid, hoeveelheden percolatiewater en effectieve neerslag. De gehanteerde aannames en vereenvoudigingen worden in de verschillende beschouwde situaties beschreven.
De in het ‘nader onderzoek stortplaats De Langenberg te Zelhem’ beschreven geohydrologische schematisatie is gevolgd bij het definiëren van het model. Ruimtelijk gezien is sprake van watervoerende pakketten die van elkaar worden gescheiden door waterscheidende lagen. In de directe omgeving van de beschouwde locatie is sprake van één watervoerend pakket, aan de onderzijde begrensd door een als ondoorlatend beschouwde basis.

Bij zowel het kwantiteitsmodel (SEEP/W) als het kwaliteitsmodel (CTRAN/W) is gewerkt met de parameters en eenheden zoals die in tabel 1 zijn vermeld.

Tabel 2.1 De in het model gehanteerde parameters met eenheden

parameter	eenheid	afkorting
lengte	meter	m
tijd	etmaal	etm
kracht	kilonewton	kN
massa	kilo	mg
druk	kracht per opp.	kN/m^2
gewicht van water	kracht per volume	kN/m^3
doorlaatfactor	lengte per etmaal	m/etm
concentratie	gewicht per vol.	mg/m^3
diffusiecoëfficiënt	opp. per tijdseenheid	m^2/etm
dispersie	meter	m
adsorptie	massa per massa	-
drooggewicht	massa per volume	mg/m^3
massaflux	gewicht/opp/tijd	mg/ha/jaar
porositeit	vol per vol	-

Ten behoeve van presentatiedoeleinden wordt bij de dwarsdoorsneden een verhouding tussen de verticale en horizontale schaal van 1:15 aangehouden. Dit betekent dat een sterke vertekening van de werkelijke situatie optreedt.
In de figuren is de concentratie van chloride uitgedrukt in mg/l, de concentraties van tolueen en nikkel in µg/l.

2.5 Modellering huidige situatie (uitgangssituatie)

In deze paragraaf wordt ingegaan op de wijze waarop de huidige situatie in het grondwater wordt berekend. Hierbij wordt onderscheid gemaakt in vier tijdvakken.

- een tijdvak waarbij ter plaatse van de oude stortplaats geen boven- of onderafdichting aanwezig is en waarbij dus het totale neerslagoverschot kan infiltreren. Op basis van stijghoogtemetingen kan een westelijke stromingsrichting in het watervoerend pakket worden aangenomen. Deze situatie deed zich voor van 1967 tot 1989;
- tijdens het tweede tijdvak is het IBC-stort aangelegd. Hierbij wordt aangenomen dat vanaf 1989 tot heden geen voeding optreedt ter plaatse van het IBC-stort;
- tijdens het derde tijdvak is vanaf 2001 een bovenafdichting aangebracht op het noordstort met een lekkage van 5 mm/jaar (in het model van 1998 is gerekend met een bovenafdichting vanaf 1998);
- in 2003 is het noordstort en het IBC-stort over een lengte van 350 m een drain aangelegd (100 m effectieve lengte). Hieruit werd gemiddeld 10 m^3/uur onttrokken. Dit betekent in het model een onttrekking van circa 1 m^3/etm/m^1. (in het model van 1998 vanaf 1998 niet gerekend met een drain).

In het model zijn voor de simulatie van de huidige toestand, de volgende geohydrologische parameters gehanteerd:

Tabel 2.2 Geohydrologische parameters (simulatie)

onderscheiden bodemlaag	geohydrologische parameter	waarde
eerste zandlaag	verticale doorlaatfactor	0,2 m/etm
(NAP +16 tot +12)	horizontale doorlaatfactor	5 m/etm
	porositeit	0,3 (-)
tweede zandlaag	horizontale doorlaatfactor	25 m/etm
(NAP +12 tot +6)	verticale doorlaatfactor	2,5 m/etm
	porositeit	0,3 (-)
derde zandlaag	horizontale doorlaatfactor	45 m/etm
(NAP +6 tot -24)	verticale doorlaatfactor	4,5 m/etm
	porositeit	0,3 (-)
stortmateriaal	doorlaatfactor (horizontaal en verticaal)	0,25 m/etm*
	porositeit	0,3

In alle drie zandlagen is een verhang van 1 m/km ingevoerd. Hierdoor bedragen de gemiddelde stromingssnelheden in de eerste, tweede en derde zandlaag respectievelijk 12, 30 en 55 m/jaar. Aan de bovenzijde van het model is een freatische grondwaterstand aangenomen en vindt voeding plaats als gevolg van het infiltrerend neerslagoverschot. Aan de rechterzijde van het model is de stijghoogte NAP +14,3 m. Aan de linkerzijde is dat NAP +12,9 m. (0,3 m lager dan in het model van 1998). Als maaiveldhoogte is aan de rechterzijde NAP +16,5 aangehouden.

Om de modelberekeningen uit te kunnen voeren zijn, ten opzichte van de werkelijke situatie, een aantal vereenvoudigingen doorgevoerd:

- ten eerste is de geohydrologische situatie geschematiseerd (de onderzijde van het model is ondoorlatend verondersteld);
- Ten tweede is gerekend met gemiddelde situatie betreffende verhang, stromingspatroon onttrekking vanuit de interceptiedrainage;

- ten derde is de voeding aan de bovenrand van het model, welke gevormd wordt door neerslag, aangepast. Dit om een (model)verstoring van het gemiddelde stromingsbeeld (zowel horizontaal als verticaal) te voorkomen.

Het invoeren van de werkelijke voeding (gemiddeld 300 mm/jaar) aan de bovenrand niet goed mogelijk. Dit wordt veroorzaakt door het tweedimensionale karakter van het programma. Een dwarsdoorsnede moet, net als andere modellen, worden beschouwd als een bak. De hoogte van de randen van de bak is vastgelegd door de stijghoogte die aan de linker- en rechterzijde als vaste waarde is ingevoerd. Deze vaste waarde is benodigd om een gemiddeld, evenredig stijghoogteverloop te verkrijgen. Wordt nu aan de bovenrand water toegevoerd (neerslag) dan vormt dit een extra hoeveelheid water die aan de laagste zijde van de bak (in dit geval de linkerzijde) zal afstromen. Dit gaat gepaard met een opbolling van de waterstand in de bak.

Aan de rechterzijde betekent dit een afvlakking van de waterstanden en aan de linkerzijde betekent dit een steiler verloop van de grondwaterstanden. Dit heeft bij een gelijkblijvend doorlaatvermogen van het pakket een beïnvloeding van de stromingssnelheden tot gevolg die in werkelijkheid niet zal optreden.
Wordt geen voeding aan de bovenzijde ingevoerd dan treedt dit effect niet op, echter, er is dan ook geen sprake van een neerwaartse stromingscomponent. Dit levert een belangrijke afwijking op ten opzichte van de werkelijkheid.
Eén en ander heeft ook gevolgen voor de lekkage vanuit de stortplaatsen. Op dit aspect zal bij het bespreken van de verspreidingsberekeningen nader worden ingegaan. Na een gevoeligheidsanalyse werd een bevredigend resultaat bereikt met een voeding van 100 mm/jaar: de opbolling is beperkt, de horizontale stromingssnelheden worden met minder dan 10% beïnvloed en er is sprake van een verticale stromingscomponent.

2.6 Toekomstige situatie

Voor de toekomstige situatie zijn de volgende uitgangspunten gehanteerd:

- het stopzetten van de grondwateronttrekking vanuit de drain in 2013;
- vanaf 2019 (30 jaar na aanleg van het IBC-stort) treedt een lekkage (= emissie) op van 5 mm/jaar
- de toekomstige situatie is doorgerekend voor een periode van vijftig jaar.

3 Berekening emissies met CTRAN/W

3.1 Inleiding

CTRAN/W 3.0 is een eindige elementenprogramma waarmee het transport van verontreinigingen door de bodem kan worden berekend. Met het programma is het mogelijk om naast relatief eenvoudig advectief transport ook meer complexe processen zoals diffusie, dispersie, adsorptie en afbraak te simuleren. Het model is direct gekoppeld aan en functioneert alleen in combinatie met SEEP/W.

3.2 Mogelijkheden van het model

In het volgende wordt een opsomming gegeven van de technische mogelijkheden alsmede de verschillende resultaten die door het model worden berekend.

Technische mogelijkheden van het model:

- concentraties en verontreinigingsgraad kunnen als constanten en als functie van tijd worden opgegeven;
- de diffusiecoëfficiënt kan worden opgegeven als functie van het vochtgehalte. Hiermee bestaat de mogelijkheid tot het berekenen van verzadigd en onverzadigd transport;
- adsorptie kan worden gedefinieerd als functie van de concentratie;
- door de mogelijkheid van afbraak is simulatie van het transport van radioactieve elementen en biologische omzetting van organische microverontreinigingen mogelijk;
- massabalansen kunnen worden opgesteld voor alle van toepassing zijnde processen zoals advectie, dispersie en afbraak;
- voor elk element is de massa voor zowel de vaste als vloeibare fase te berekenen;
- voor elk element wordt het Peclet en Courant nummer berekend. Hiermee wordt goed inzicht verkregen in de optredende numerieke dispersie en oscillatie;
- bij het bepalen van advectief transport kan elke stroombaan zichtbaar worden gemaakt, met daarbij de op te vragen coördinaten, gemiddelde stroomsnelheid (Darcy), afgelegde afstand en tijd.

Het model is door de ontwikkelaars uitgebreid getest en vergeleken met in de wetenschappelijke literatuur beschreven transportvraagstukken. Het model wordt toegepast voor verspreidingssituaties die geschematiseerd kunnen worden tot tweedimensionale situaties zoals de onderhavige studie.

Hier wordt, wellicht ten overvloede, opgemerkt dat het modelleren, maar belangrijker nog het kalibreren van verontreinigingssituaties in het grondwater van vele factoren afhankelijk is. Allereerst zijn er de onzekerheden in de geohydrologische situatie en de schematisatie ervan. De modellering in een dwarsdoorsnede is een volgende, noodzakelijke, vereenvoudiging van de werkelijkheid.
Bij het ontstaan van een verontreinigingssituatie en het optreden van verspreiding via het grondwater zijn vele processen werkzaam. Zo bestaat nog steeds discussie over, en vindt diepgaand onderzoek plaats naar afbraak, dispersie, diffusie en de adsorptie (verdelingscoëfficiënten) van verontreinigingen. Er bestaan onzekerheden over de gehalten in het stort (de bronterm). Bij de betreffende onderdelen zal kort worden aangegeven wat de onzekerheden zijn bij de toegepaste parameters en wat het effect op de berekeningen is.

Gerealiseerd moet worden dat de hier gepresenteerde berekeningen niet veronderstellen de absolute gehalten en verspreidingsbeelden weer te geven maar meer een beeld geven van de effecten op het verspreidingsbeeld in het grondwater van de processen die werkzaam zijn. Het modelleren van een conservatieve stof als chloride is redelijk betrouwbaar uit te voeren. Als het gaat om stoffen die ook onderhevig zijn aan adsorptie en afbraak gaat dit met meer onzekerheden gepaard.

3.3 Theoretische achtergrond van het model

CTRAN/W is gebaseerd op de zogenaamde advectie-dispersie vergelijking. De uiteindelijk op te lossen vergelijking is hieronder (in eendimensionale vorm) weergegeven.

$$\theta D\frac{\delta^2 C}{\delta x^2} - U\frac{\delta C}{\delta x} - \lambda\theta C - \lambda S\rho_d = (\theta + \rho_d\frac{\delta S}{\delta C})\frac{\delta C}{\delta t}$$

Waarin:

θ	= porositeit
D	= hydrodynamische dispersie-coëfficiënt
C	= concentratie
x	= celgrootte
U	= stroomsnelheid volgens Darcy
λ	= afbraakcoëfficiënt
S	= adsorptie
ρ_d	= massa-dichtheid
t	= tijd

Voor een meer uitgebreide toelichting op de theoretische achtergronden van de oplossingsmethoden en gebruik van het model, wordt verwezen naar de gebruikershandleiding (CTRAN/W v3.0, User's Guide, GEO-SLOPE International Ltd. Calgary, Alberta, Canada, 1991-1994).

3.4 Invoerparameters

In het hiervoor behandelde is reeds ingegaan op de geohydrologische schematisatie en de gemodelleerde, gemiddelde situatie. De resultaten van de berekeningen met SEEP/W vormen de basis voor de uit te voeren verspreidingsberekeningen met CTRAN/W. Ook bij het berekenen van de verspreiding vanuit de stortplaats en de invloed van de te treffen maatregelen moeten schematisaties worden toegepast.

De verspreiding van verontreinigingen wordt bepaald door de eigenschappen van de doorstroomde bodemcompartimenten en de eigenschappen van de diverse stoffen. De bepalende invoerparameters van de verschillende bodemcompartimenten zijn in tabel 3.1 weergegeven.

Tabel 3.1 Invoerparameters ten behoeve van emissieberekeningen van de referentiesituatie

Parameter	eerste zandlaag	tweede zandlaag	derde zandlaag	stortmateriaal
long. dispersie (m)	10	10	10	10
trans. dispersie (m)	1	1	1	1
dichtheid (kg/m^3)	1.900	1.900	1.900	1.250
diffusie-coëf. (m^2/jr)	0,01	0,01	0,01	0,01
log K_{oc} (tolueen) (dm^3/kg)	2,31	2,31	2,31	2,31
log K_{oc} (nikkel) (dm^3/kg)	4,45	4,45	4,45	4,45
organische stof (%)	0,4	0,2	0,2	0,4
Kd (tolueen) (dm^3/kg)	0,474	0,237	0,237	0,474
Kd (nikkel) (dm^3/kg)	115	58	58	115
Halfwaardetijd tolueen (etm)	100	100	100	100

De gehanteerde waarden voor de dispersie zijn aan de bovenzijde van de bandbreedte voor deze parameter ingeschat. In de literatuur worden waarden genoemd die variëren tussen 0,1 en 50 m. Een hoge waarde voor deze parameter leidt tot een versnelling van het transport van verontreinigingen. De reden voor deze hoge waarden houdt verband met de discretisatie van het modelnetwerk. Omwille van rekentijd en betrouwbaarheid van de berekeningen is naar een optimum gezocht tussen de celgroottes en dispersielengtes en tijdstappen waarmee in het model wordt gerekend. Voor chloride wordt aangenomen dat dit zich conservatief gedraagt. Dit betekent dat er geen adsorptie optreedt en dat de stof zich even snel verplaatst als het grondwater.

De fractie organische koolstof (f_{oc}) is bepaald aan de hand van gemeten organische-stofgehalten (f_{om}). Het organische koolstofgehalte f_{oc} (benodigd bij de bepaling van de verdelingscoëfficiënt Kd) is bepaald volgens $f_{oc} = 0{,}58 * f_{om}$.

Verder zijn aannames gedaan met betrekking tot de gehalten van verontreiniging in het stort. Voor het oude stort zijn geen gehalten van het percolaat zelf beschikbaar. Derhalve is (in 1998) hier een schatting gemaakt op basis van enkele, onder de stortzool geplaatste, peilbuizen. Een gedeelte van het oude stort ligt beneden het gemiddelde niveau van het grondwater. De kwaliteit van het grondwater onder het stort is het resultaat van het mengen van percolaat en langsstromend grondwater. Op basis van de eerder aangegeven uitgangspunten (zie § 2.5) wordt uitgegaan van 14 m^3/etm langsstromend 'schoon' grondwater in de bovenste meters van het watervoerend pakket dat gemengd wordt met circa 120 m^3/etm percolaatwater. Dit betekent dat de gemeten concentraties in de peilbuizen met een factor van circa 1,13 moeten worden vermenigvuldigd om de gehalten in het stort (percolaat) te verkrijgen. Voor chloride, tolueen en nikkel resulteerde dit in 1998 in gehalten van respectievelijk 250 mg/l, 20 μg/l en 50 μg/l. Deze gehalten zijn in voorliggend model niet aangepast.

3.5 Berekeningen

3.5.1 Huidige situatie

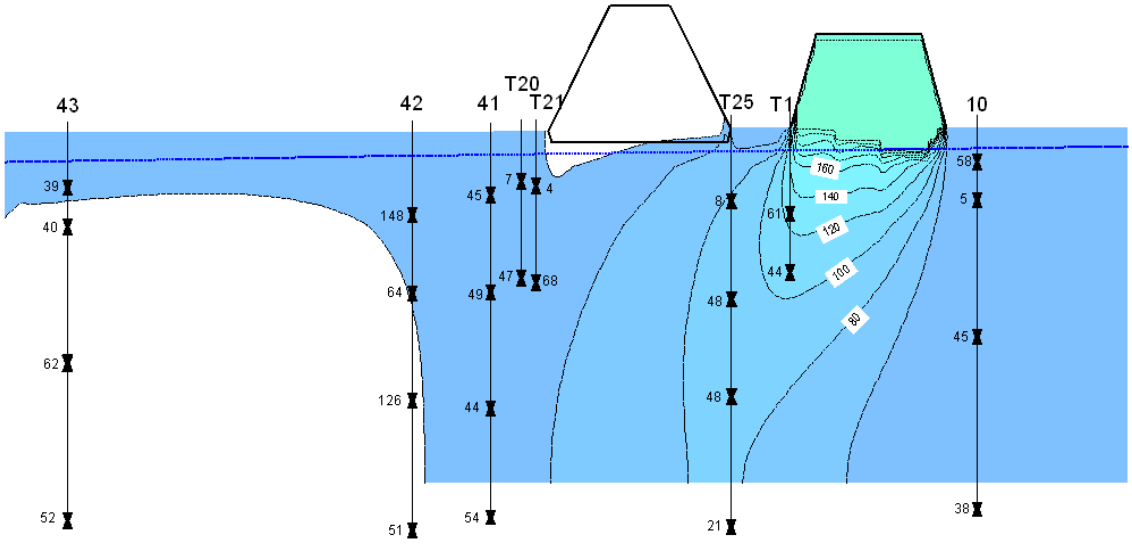
Algemeen
Voor de huidige situatie is de situatie voor de oude stortgedeelten als volgt gekarakteriseerd:

- totaal oppervlak 13,65 (5,7 + 7,95) ha;
- geen onder- en bovenafdichting;
- afval ligt tot NAP +11 à 11,5 m (maximaal 2 m beneden GLG);
- in het model is een voeding aan de bovenrand aangenomen van 100 mm/jaar. Dit resulteert aan de onderzijde van het stort tot in een uitstroom van percolaat van circa 74 m^3/etm. In werkelijkheid wordt bij een neerslagoverschot van 300 mm/jaar echter circa 120 m^3/etm percolaat geproduceerd. Om toch een zelfde uitstroom van percolaat vanuit het stort naar het watervoerend pakket te simuleren zijn de concentraties in het stort in eerste instantie verhoogd. Dit leidt echter (als gevolg van de relatief hoge dispersielengtes) tot een sterke overschrijding van de gemeten gehalten. De concentraties zijn verlaagd totdat de gemeten waarden in de peilbuizen werden benaderd. Uit de berekeningen volgt dat de hoge waarden voor de dispersie, de wellicht wat lage inschatting van de concentraties compenseren.

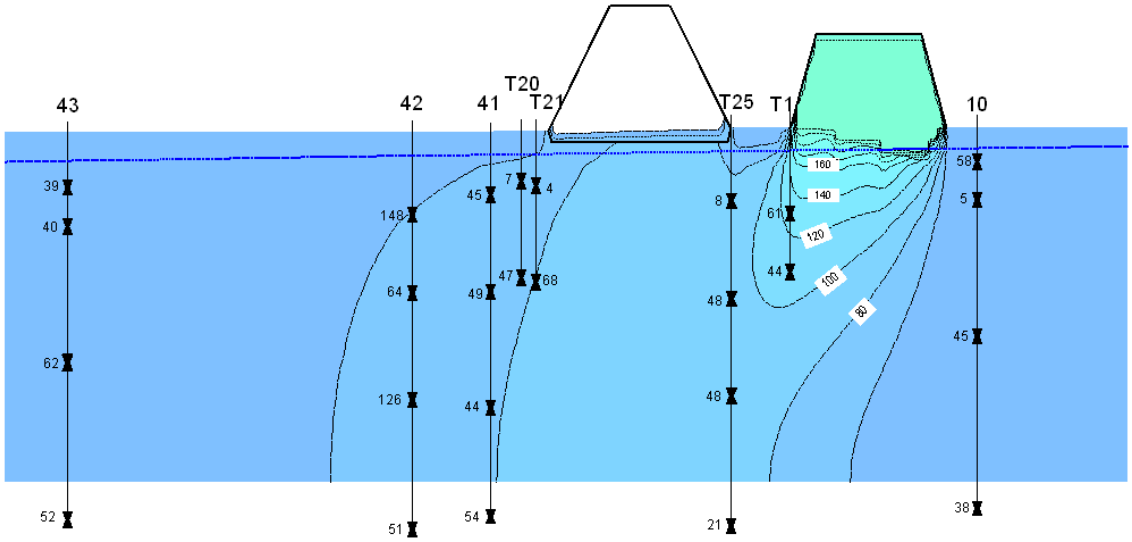
Chloride
Het verloop van de berekende chloride-gehalten tot de huidige situatie (2007) in het grondwater is weergegeven in figuur 3.1 tot en met 3.3. Als gehalte in het stortmateriaal is 250 mg/l chloride ingevoerd. Als achtergrondconcentratie is 50 mg/l aangehouden (in het model van 1998 is 22 mg/l aangehouden). In de figuur zijn de berekende waarden weergegeven als iso-concentratielijnen.

De gemeten waarden (gemiddelde waarde 2005-2006-2007) zijn bij de betreffende peilfilters in zwart vermeld.

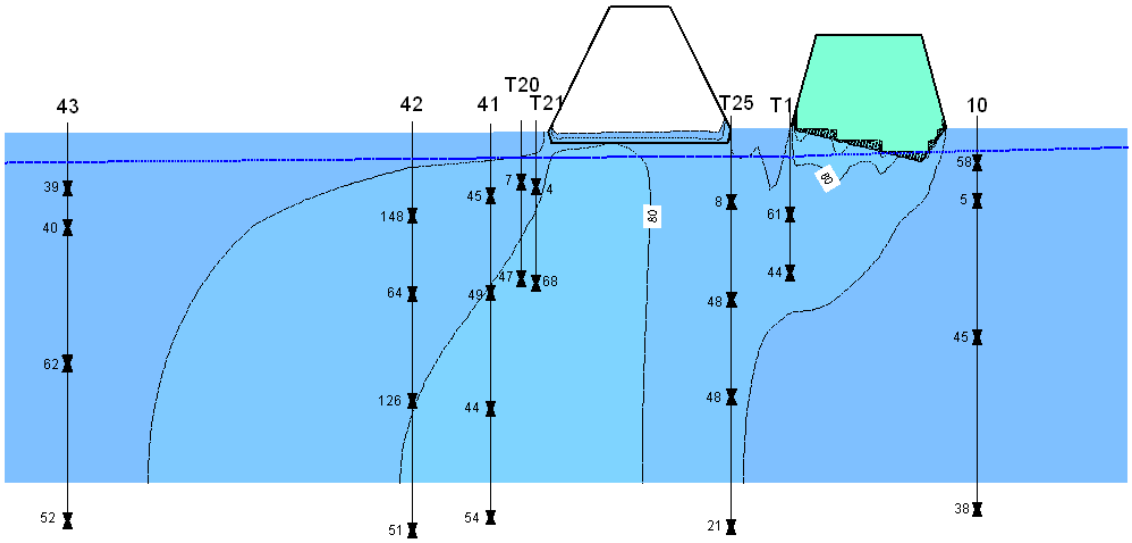
Uit de berekeningen volgt dat de vuilpluim in omvang kleiner wordt ten gevolge van de aanleg van de bovenafdichting. Dit wordt veroorzaakt door de reductie (met een factor 60) van de toevoer van (verontreinigd) percolaat naar het watervoerend pakket en de verdunning van het al aanwezige chloride met langsstromend, schoon grondwater.



Figuur 3.1 Chloride (mg/l) 1987.



Figuur 3.2 Chloride (mg/l) 1997.



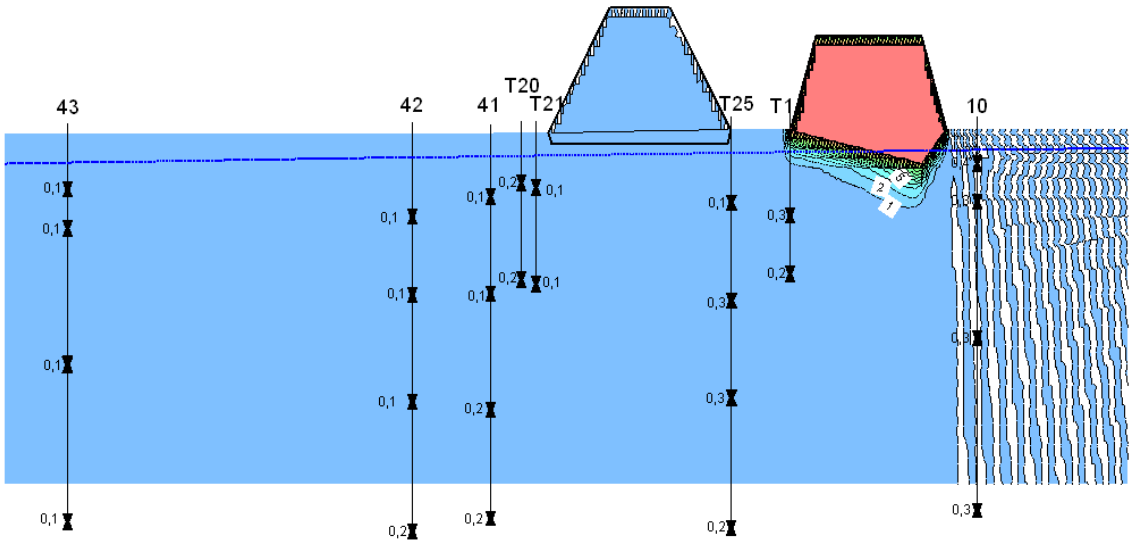
Figuur 3.3 Chloride (mg/l) 2007.

Tolueen

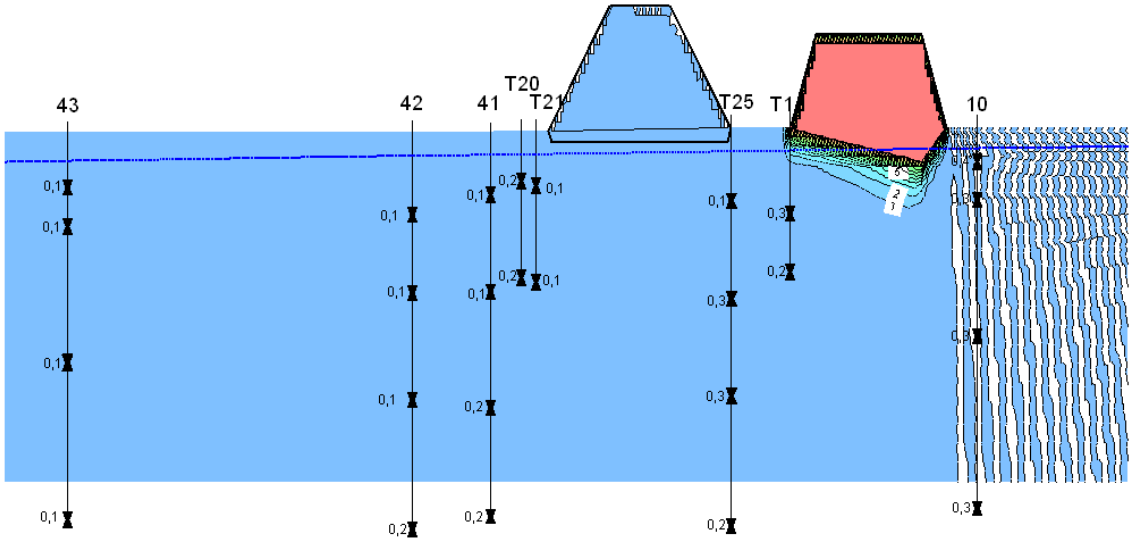
In figuur 3.4 tot en met 3.6 zijn de berekende gehalten tolueen van 1987 tot de huidige situatie weergegeven. Voor de concentratie in het stortmateriaal is 20 µg/l aangehouden (het op basis van de peilbuiswaarnemingen teruggerekende percolaatgehalte).

Voor tolueen is in de literatuur een range voor de halfwaarde-tijd in grondwater gevonden die varieert van 10 tot 110 dagen. Bij het berekenen van de huidige situatie voor tolueen is een halfwaarde-tijd van 100 dagen gebruikt.

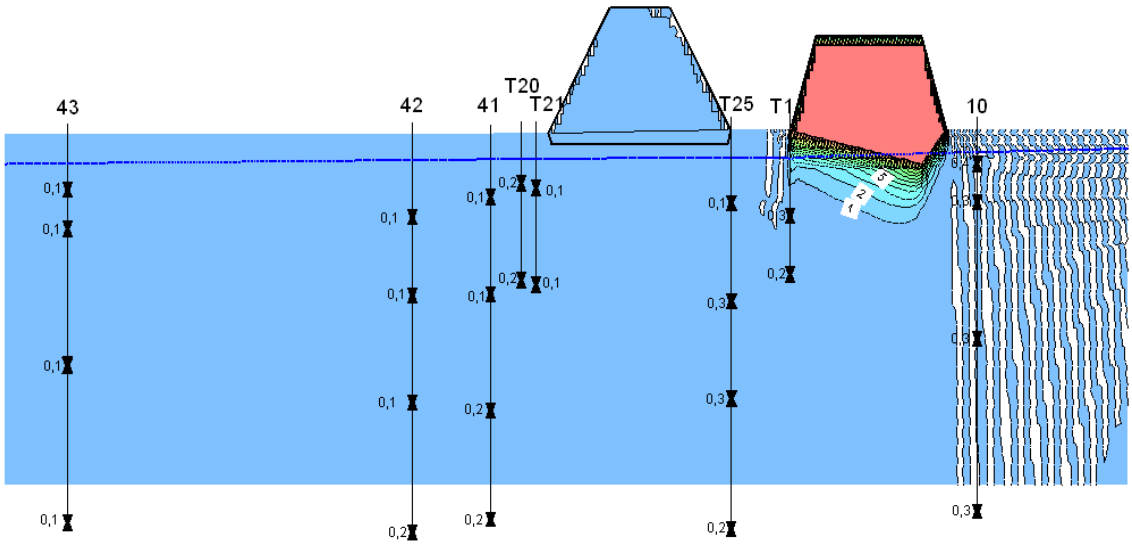
De lijnen aan de rechterzijde in de figuur zijn geen werkelijke concentraties. Het betreft hier het resultaat van numerieke oscillatie, hetgeen samenhangt met de configuratie van het model (celgrootte) en de gehanteerde eenheden (µg/l). Aan deze berekende resultaten dient geen aandacht te worden besteed.



Figuur 3.4 Tolueen (µg/l) 1987.



Figuur 3.5 Tolueen (µg/l) 1997.

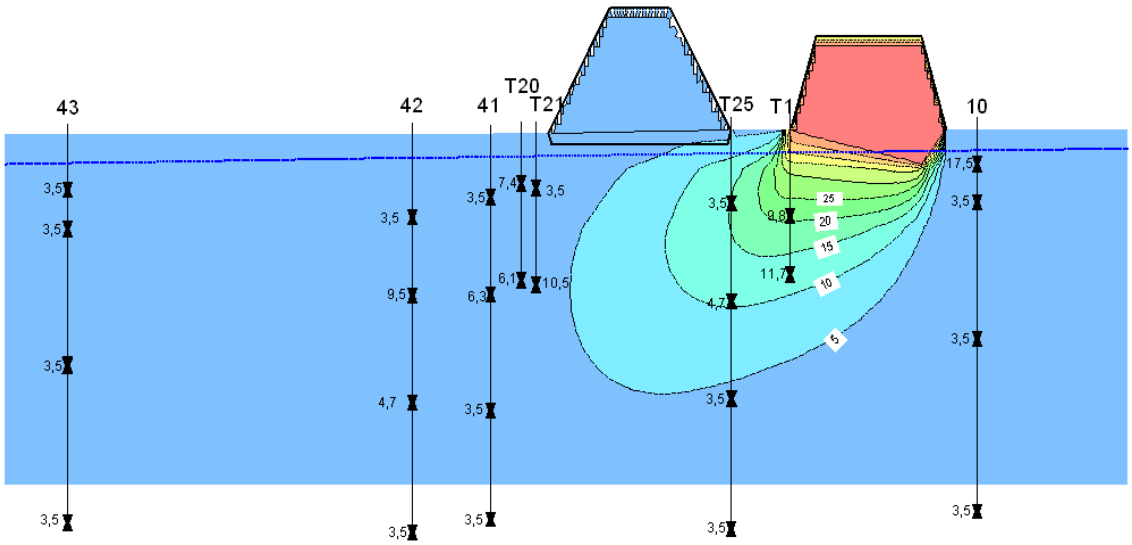


Figuur 3.6 Tolueen (µg/l) 2007.

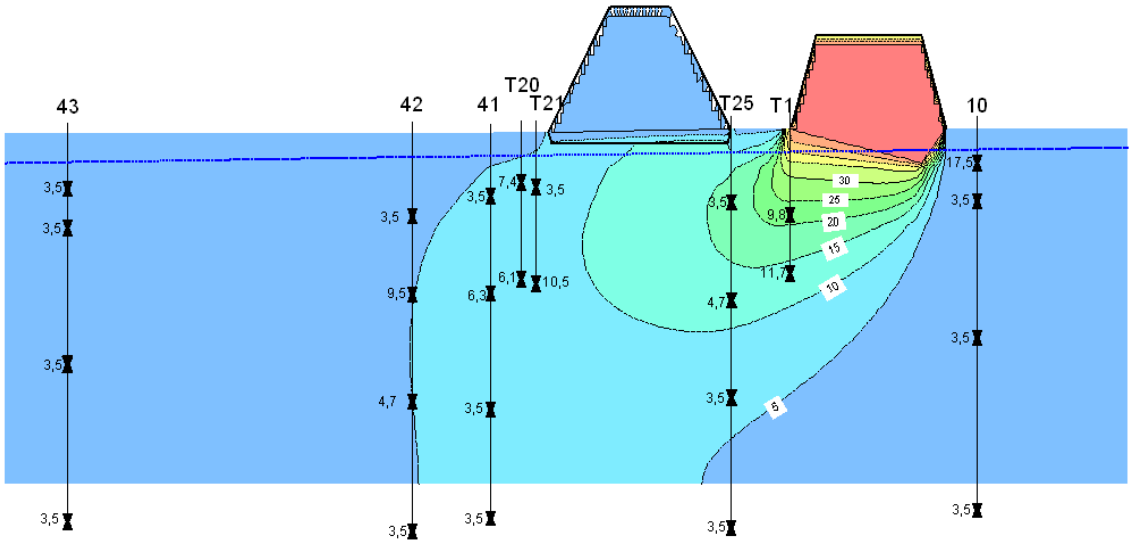
De vuilpluim reikt niet verder dan tot onder het stort. Deze verhoogde waarden komen overeen met de metingen onder het stort in 1997. Uit de berekeningen volgt dat de pluim zich iets verplaatst richting de drain.

Nikkel

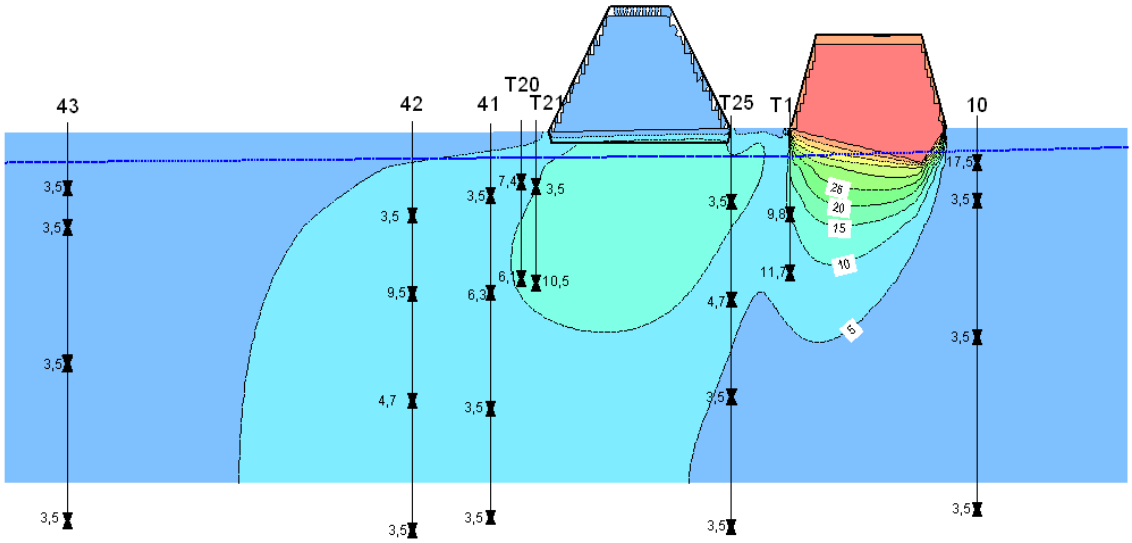
De concentratie in het stortmateriaal is gesteld op 50 µg/l, als achtergrondwaarde is 3,5 µg/l aangehouden. De berekende gehalten nikkel tot de huidige situatie in het grondwater zijn weergegeven in figuur 3.7 tot en met 3.8.



Figuur 3.7 Nikkel (µg/l) 1987.



Figuur 3.8 Nikkel (µg/l) 1997.



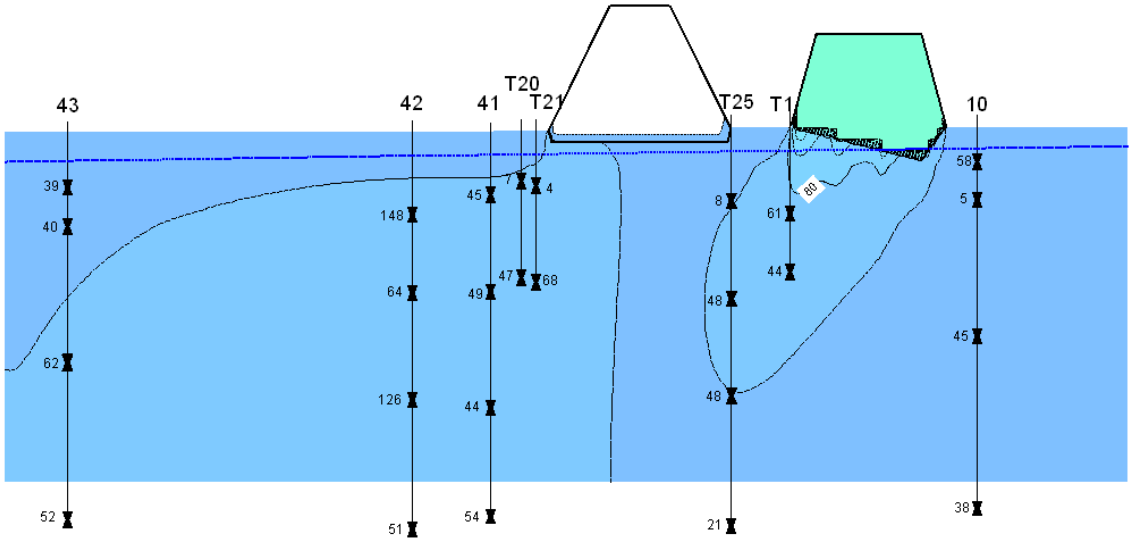
Figuur 3.9 Nikkel (µg/l) 2007.

Uit de berekeningen volgt dat de invloed van de bovenafdichting en van de drain duidelijk merkbaar is.

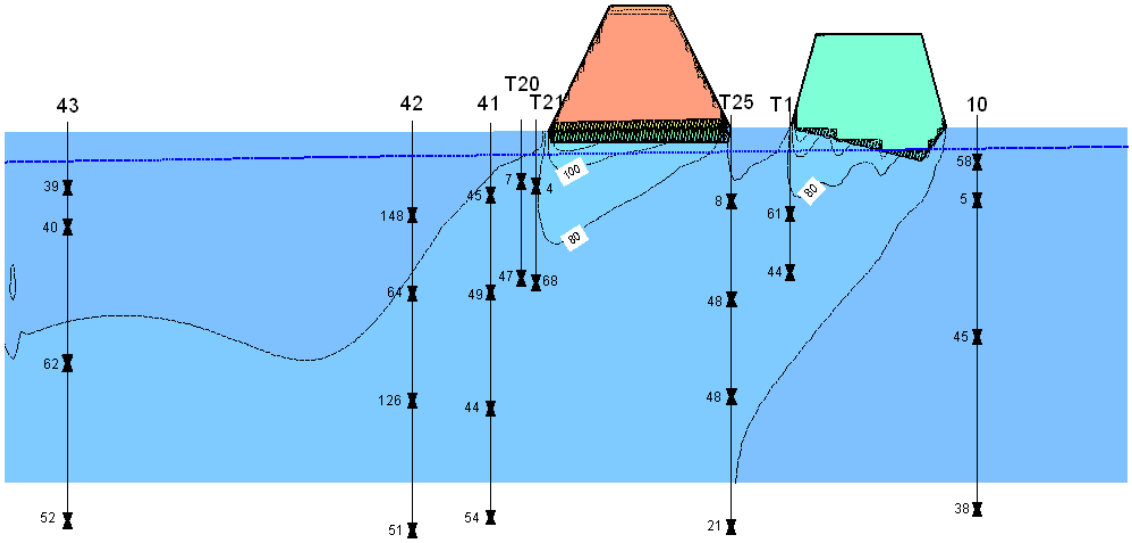
3.5.2 Toekomstige situatie

Chloride
De berekende chloride-gehalten zijn voor de toekomstige situatie per 10 jaar weergegeven in figuur 3.10 tot en met 3.15. Als gehalte in het stortmateriaal is 250 mg/l aangehouden. Als uitgangspunt is de berekende huidige situatie aangehouden.

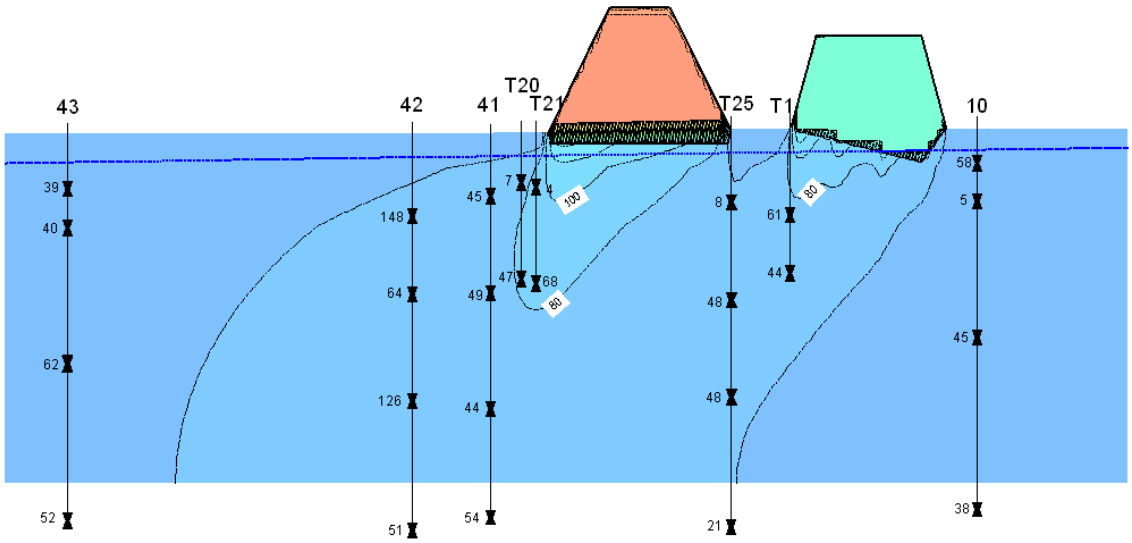
Zodra het IBC-stort in de berekening gaat lekken ontstaat onder deze stort ook een vuilpluim. Deze pluim is na circa 40 jaar stabiel.



Figuur 3.10 Chloride (mg/l) 2017.

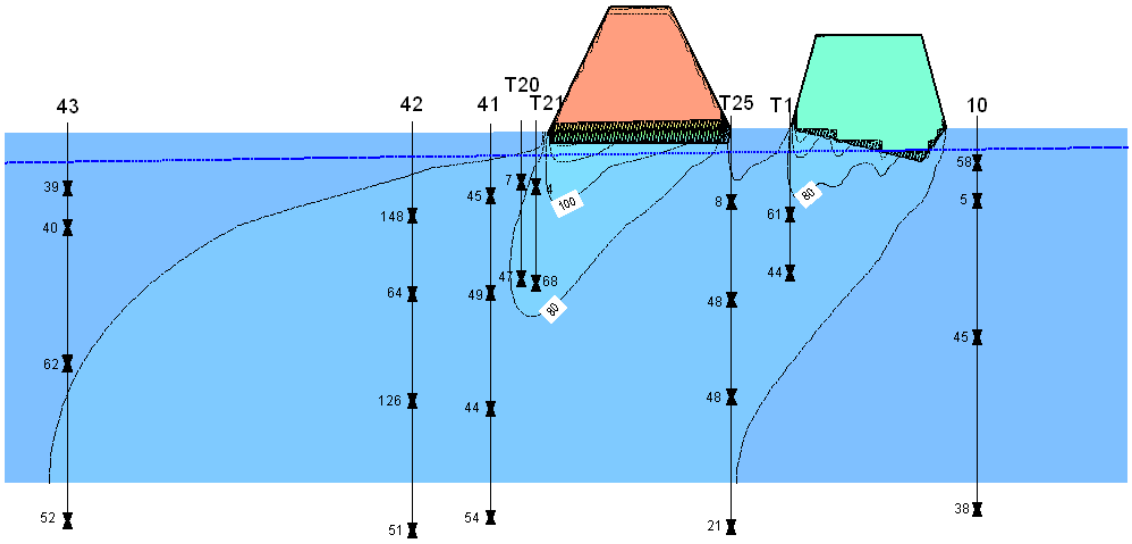


Figuur 3.11 Chloride (mg/l) 2027.

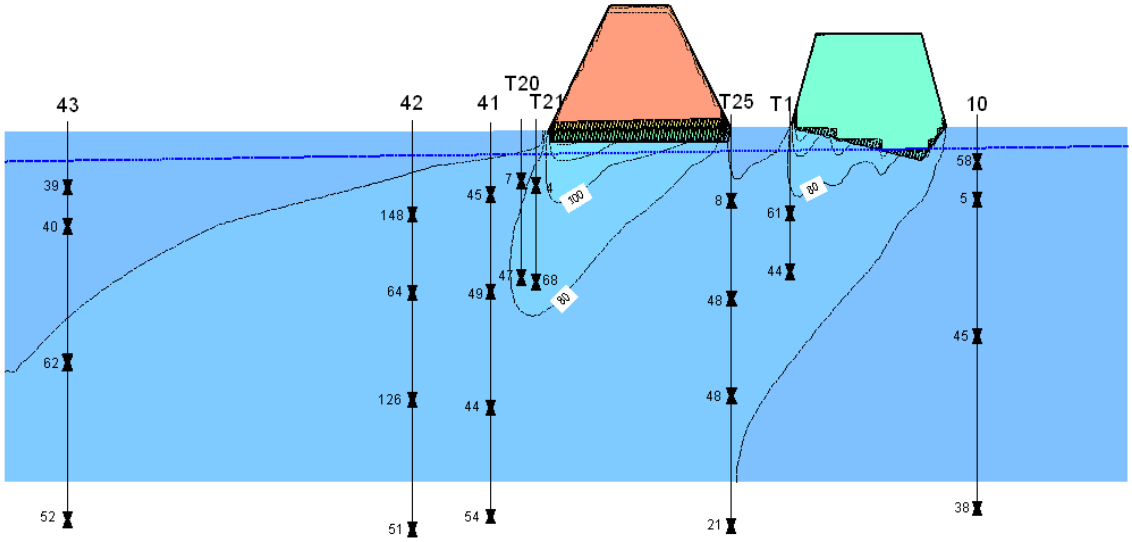


Figuur 3.12 Chloride (mg/l) 2037.

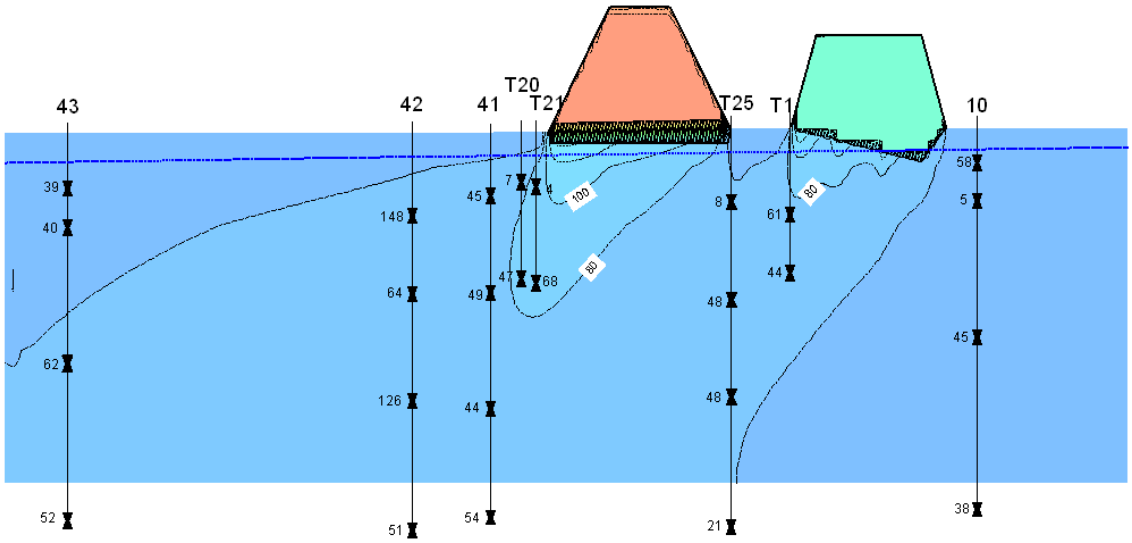
Grontmij



Figuur 3.13 Chloride (mg/l) 2047.



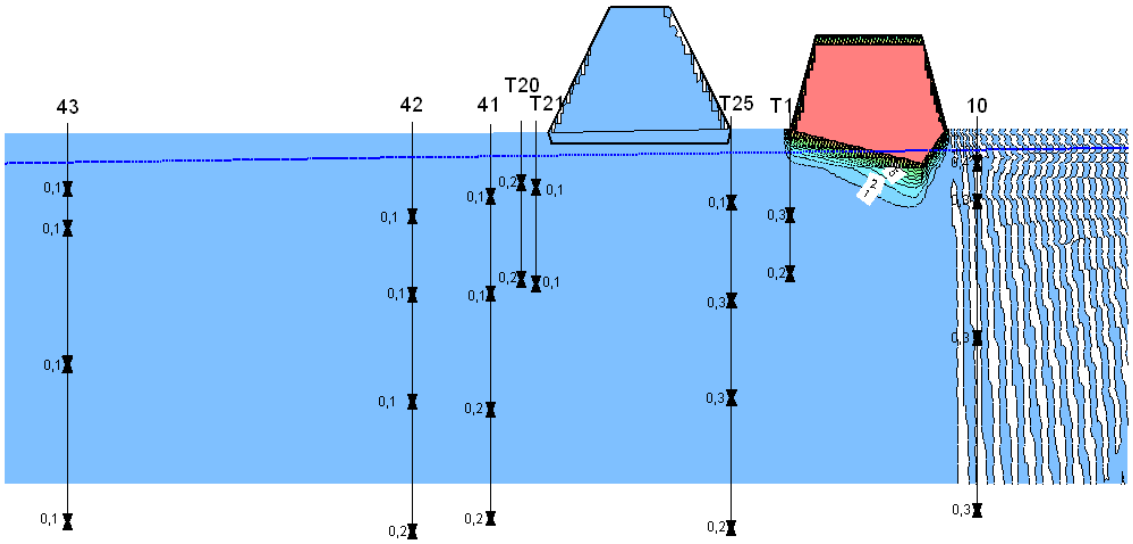
Figuur 3.14 Chloride (mg/l) 2057.



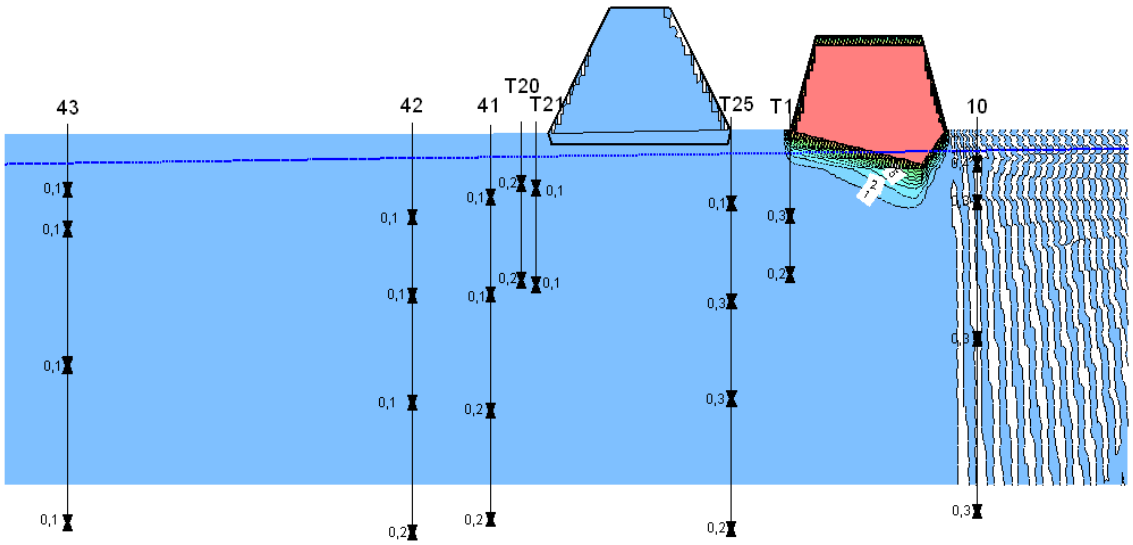
Figuur 3.15 Chloride (mg/l) 2067.

Tolueen

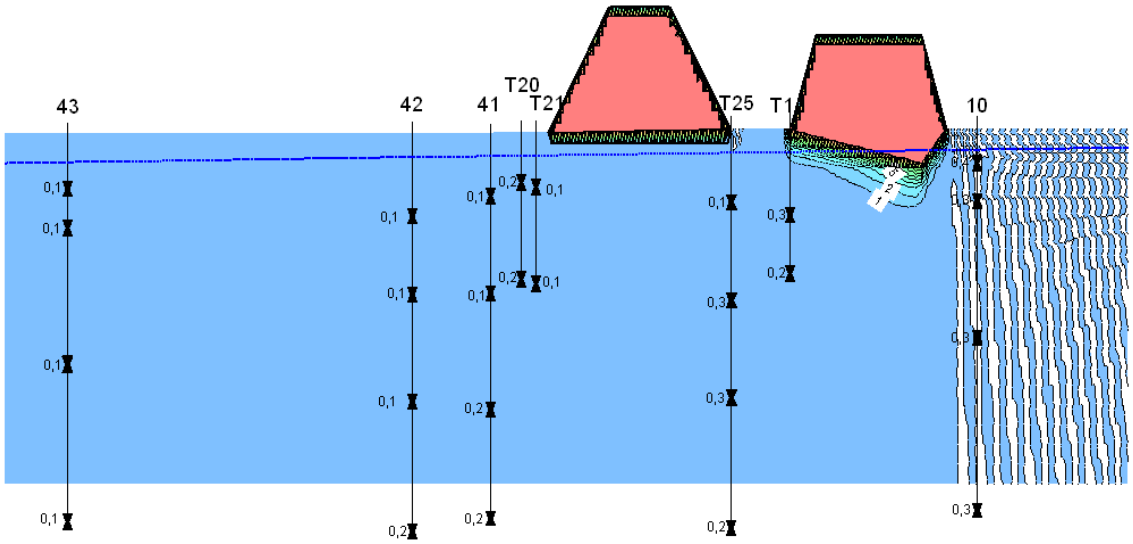
In figuur 3.16 tot en met 3.21 zijn de berekende gehalten tolueen per 10 jaar weergegeven. De concentratie in het stortmateriaal bedraagt 20 µg/l. Vanwege adsorptie processen en afbraak verandert de vuilpluim nauwelijks. Het lekken van het IBC-stort is niet zichtbaar in de berekeningen. De lijnen aan de rechterzijde in de figuur zijn geen werkelijke concentraties. Het betreft hier het resultaat van numerieke oscillatie, hetgeen samenhangt met de configuratie van het model (celgrootte) en de gehanteerde eenheden (µg/l). Aan deze berekende resultaten dient geen aandacht te worden besteed.



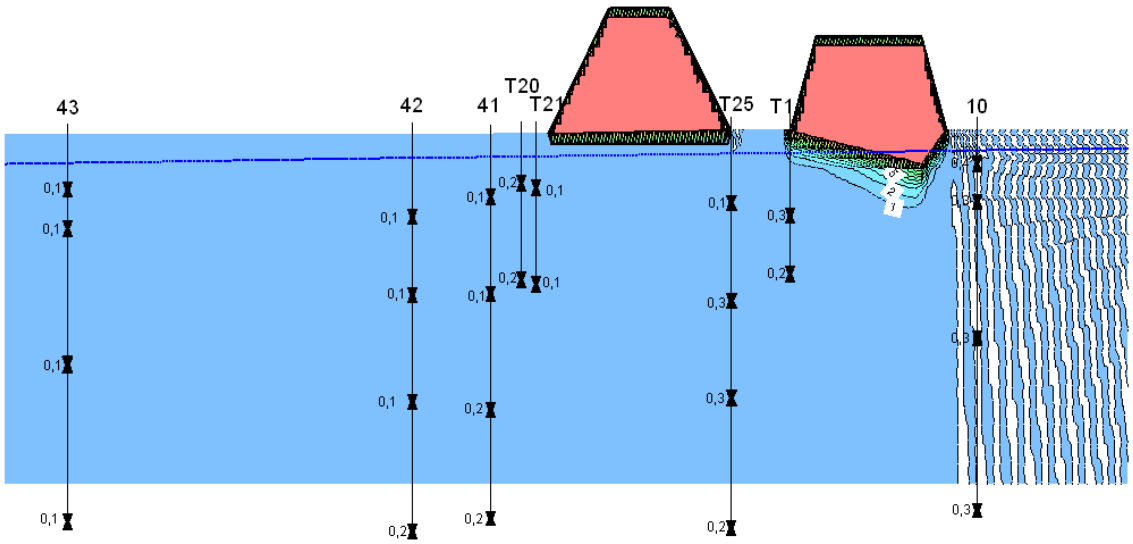
Figuur 3.16 Tolueen (µg/l) 2017.



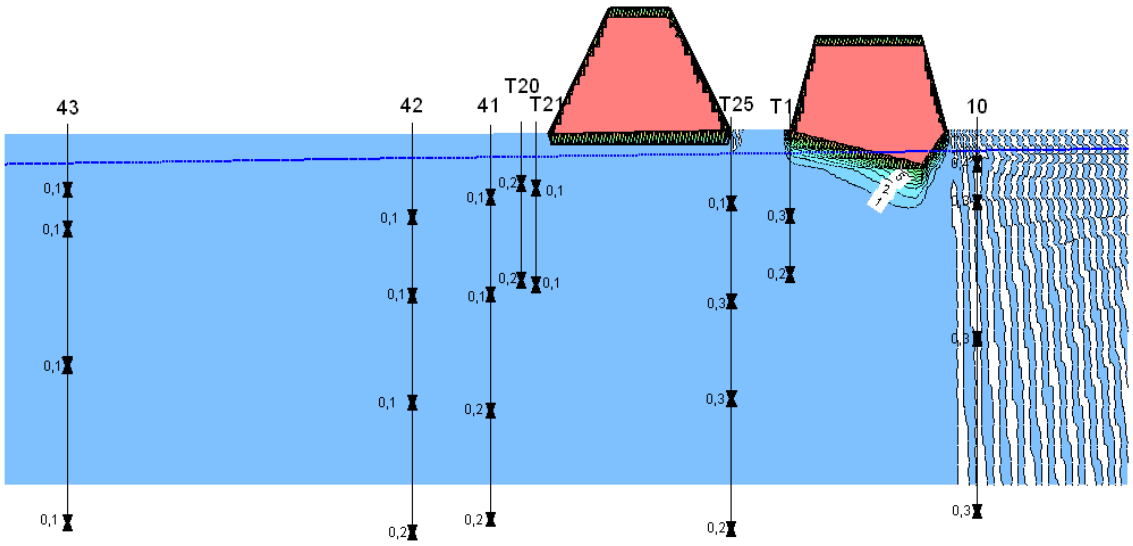
Figuur 3.17 Tolueen (µg/l) 2027.



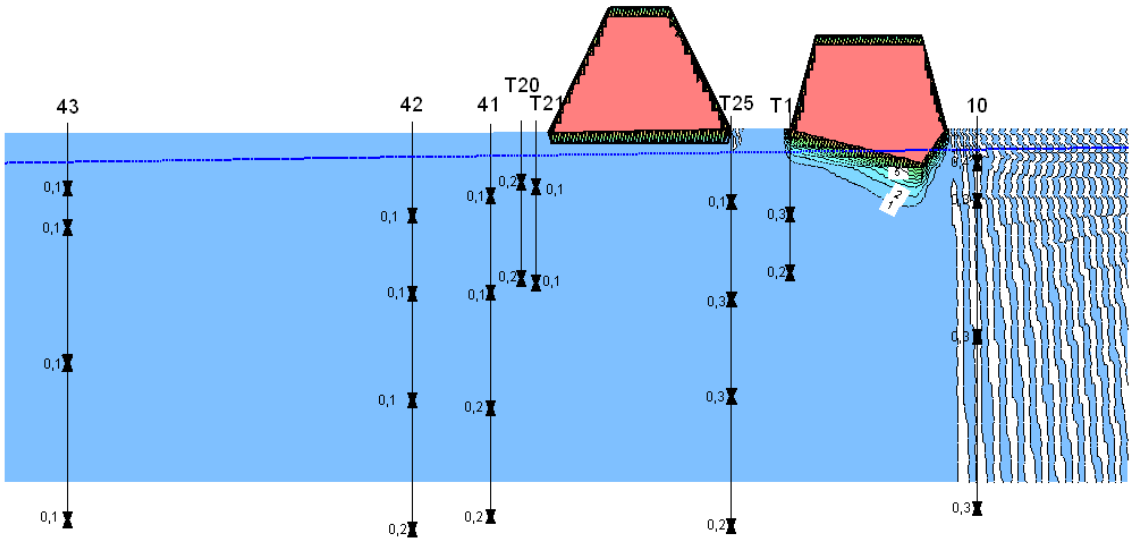
Figuur 3.18 Tolueen (µg/l) 2037.



Figuur 3.19 Tolueen (µg/l) 2047.



Figuur 3.20 Tolueen (µg/l) 2057.

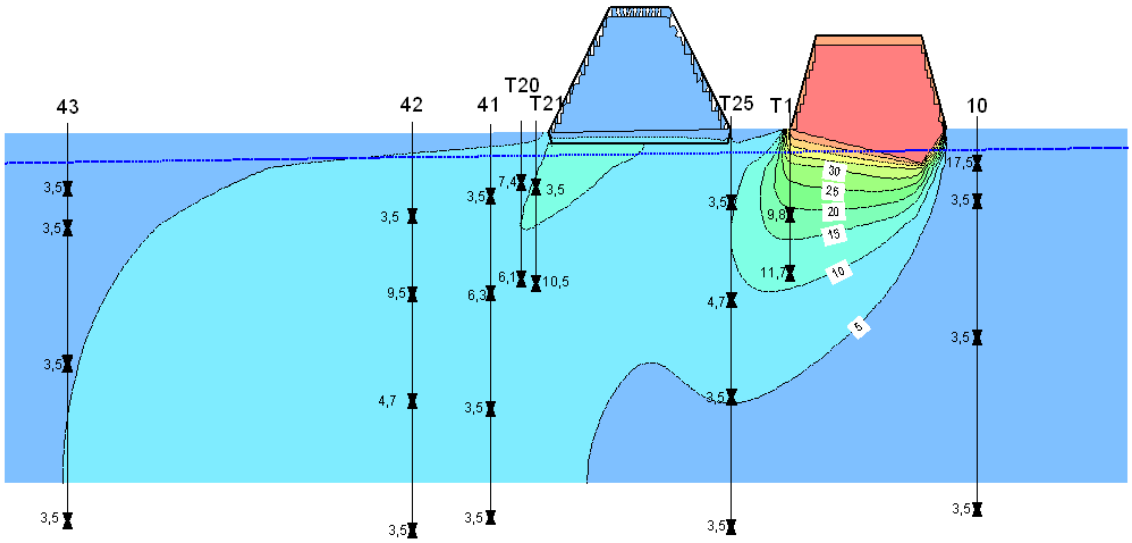


Figuur 3.21 Tolueen (µg/l) 2067.

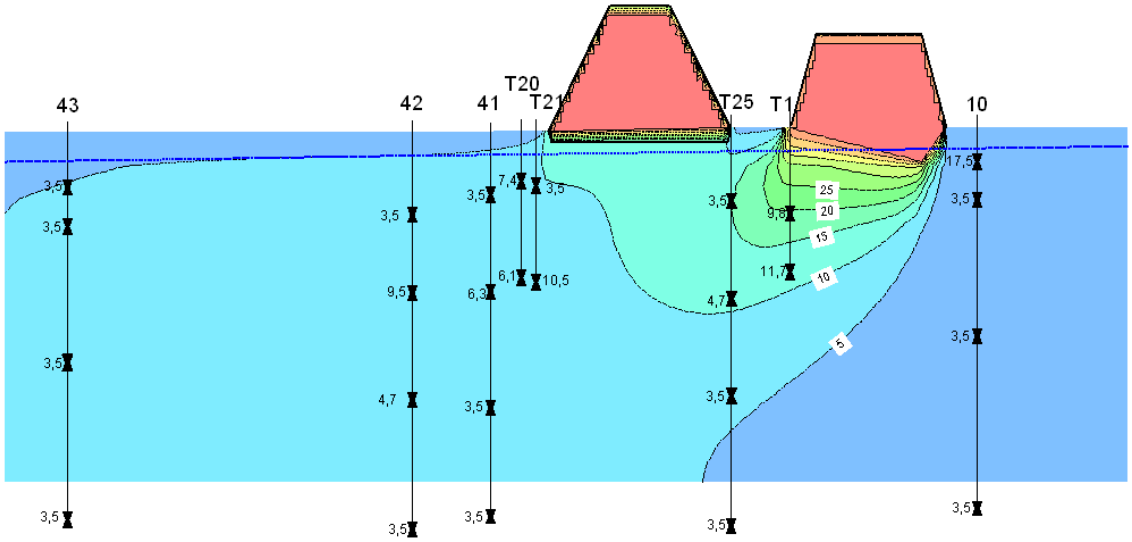
Nikkel

De concentratie in het stortmateriaal is gesteld op 50 µg/l, als uitgangspunt is de huidige, berekende, situatie aangehouden. In figuur 3.22 tot en met 3.27 is het verloop van de vuilpluim per 10 jaar weergegeven.

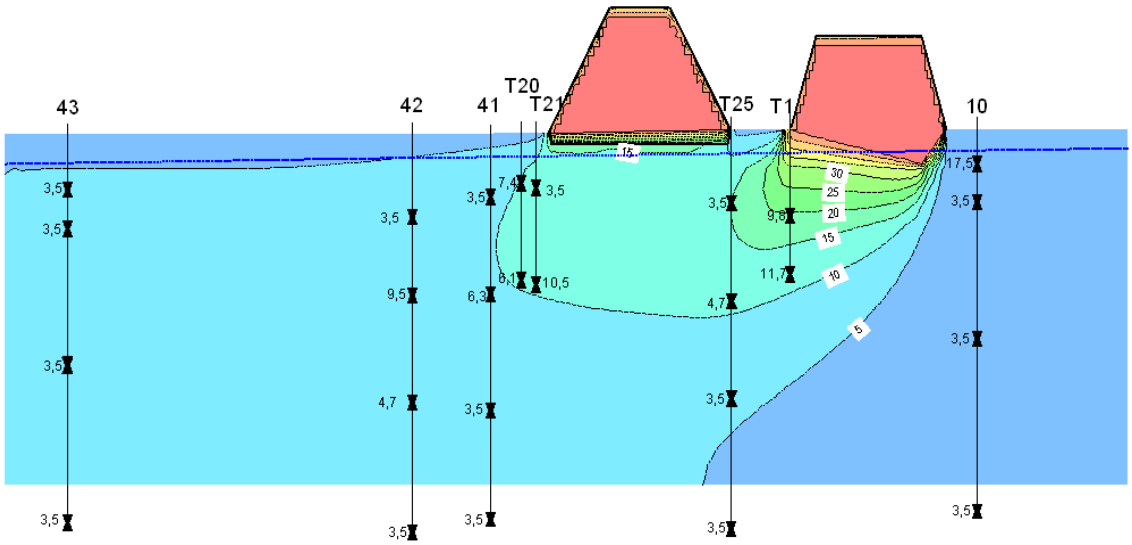
De vuilpluim onder het noordstort is in 2037 stabiel geworden. Zodra het IBC-stort in de berekening gaat lekken ontstaat onder deze stort ook een vuilpluim. De pluim is in 2047 stabiel geworden.



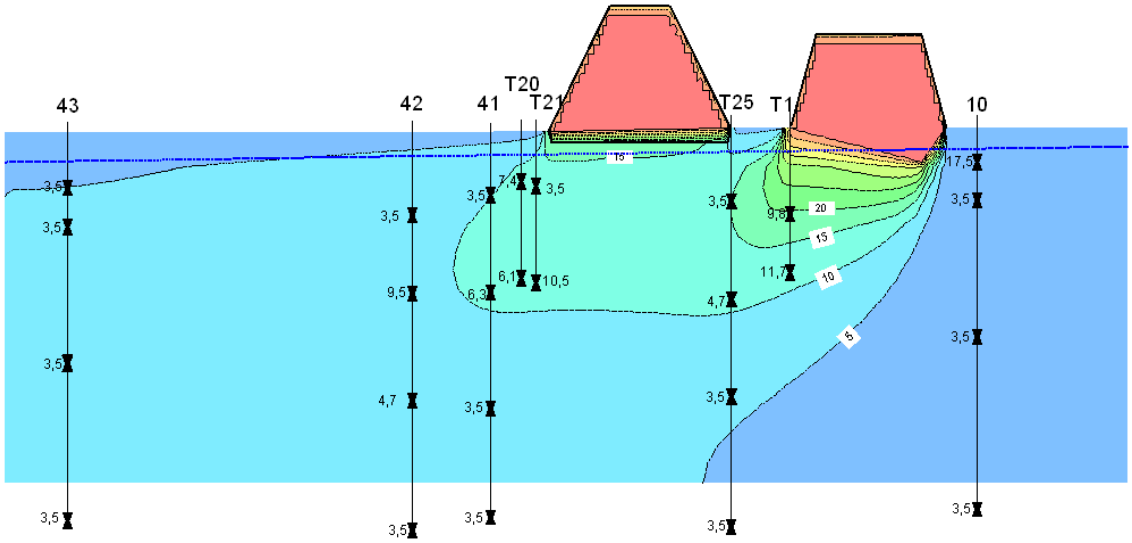
Figuur 3.22 Nikkel (µg/l) 2017.



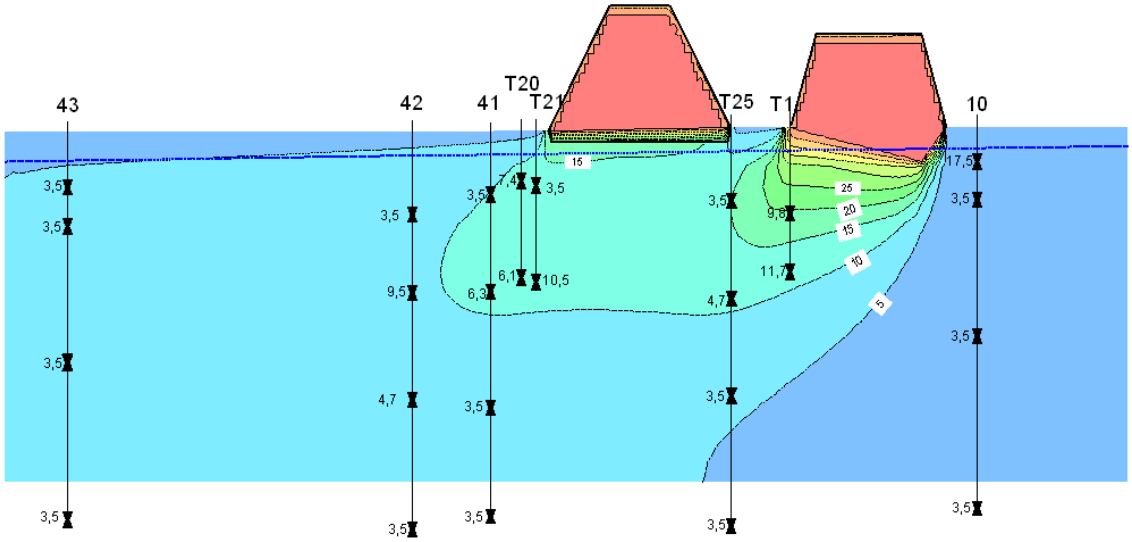
Figuur 3.23 Nikkel (µg/l) 2027.



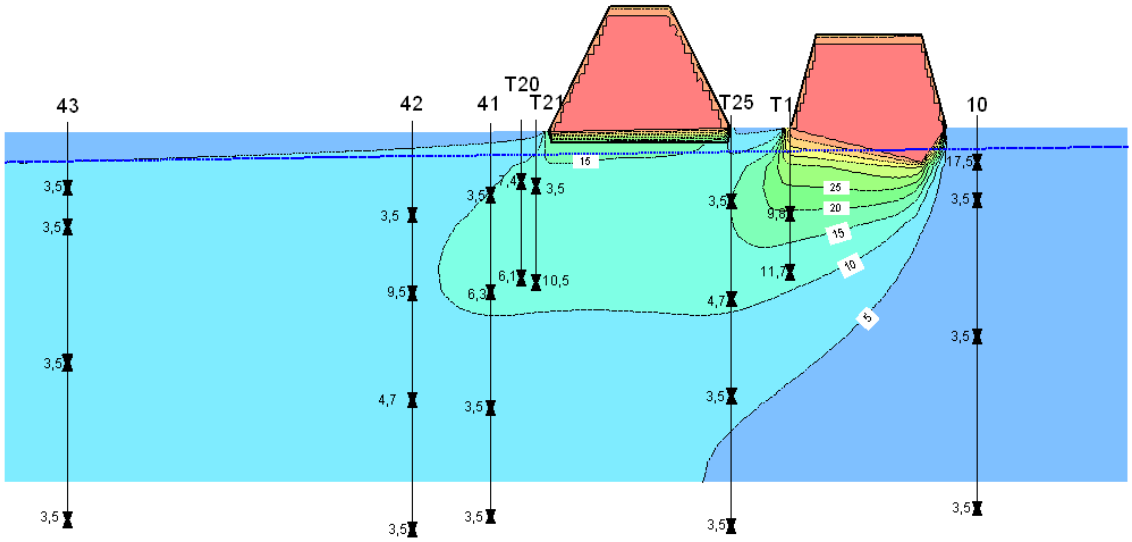
Figuur 3.24 Nikkel (µg/l) 2037.



Figuur 3.25 Nikkel (µg/l) 2047.



Figuur 3.26 Nikkel (µg/l) 2057.



Figuur 3.27 Nikkel (µg/l) 2067.

Grontmij

4 Conclusies en aanbevelingen

4.1 Conclusie huidige situatie

Op basis van de monitoringsdata kan worden geconcludeerd dat de aanleg van een bovenafdichting in 2001 en de onttrekking sinds 2003 heeft geleid tot een afname van de omvang van de vuilpluim en een afname van de concentraties in deze vuilpluim.

4.2 Conclusies toekomstige situatie

Uit de berekeningen in voorliggend rapport blijkt:

- de huidige vuilpluim bij het noordstort is heden (vrijwel) stabiel geworden;
- deze vuilpluim verandert niet van vorm na beëindiging van de grondwateronttrekking (in 2013);
- een vervroegde beëindiging van deze grondwateronttrekking zal vrijwel geen verschil maken;
- benedenstrooms van het IBC-stort zal in de toekomst (na einde levensduur onderafdichting) een (beperkte) beïnvloeding ontstaan, die na enkele tientallen jaren stabiel wordt. De absolute waarden van deze beïnvloeding zijn zeer laag (beneden de streefwaarde, namelijk <10 µg/l voor nikkel en <80 mg/l voor chloride).

Uit de modelberekeningen kan worden geconcludeerd dat de geplande beëindiging van de grondwateronttrekking benedenstrooms van het noordstort, zal leiden tot een aanvaardbare eindsituatie. Omdat de vuilpluim vrijwel stabiel is, heeft het tijdstip van beëindiging van de onttrekking weinig effect op de (grootte van de) vuilpluim.

Bovenstaande eindconclusie is eveneens van toepassing voor het zuidstort (met een lekkage sinds 1972 en een onttrekking sinds 1989).

4.3 Aanbevelingen monitoring

Gelet op het feit dat de verontreinigingsituatie min of meer stabiel is, kan de huidige monitoring worden verminderd, dit in lijn met de aanbevelingen in Monitoringrapportage 2004 [TAUW, 2005].
Samengevat luidt het voorstel om de monitoring intensief te houden in de 1^{e} lijn. In de overige lijnen wordt de monitoring gestopt. Dit betekent het volgende:

1. bovenstroomse peilbuis: 10ABCD;
2. noordstort:
    - onttrekkingssysteem (scherm noord),
    - 1^{e} lijn: 1A en 1B.
3. zuidstort:
    - onttrekkingssysteem (scherm zuid),
    - 1^{e} lijn: 3A en 3B.
4. IBC-stort:
    - Percolaatafvoer en percolaat;
    - 1^{e} lijn: gesegmenteerde drain (S1 t/m S21), 20A t/m 23A.
5. historische verontreiniging:
    - 1e lijn: 1AB, 3AB, 20B, 21B, 22BCD, 23B, 25ABCD.

Een bemonsteringsfrequentie voorgesteld van eenmaal per jaar.

Het volgende analysepakket wordt voorgesteld:

- pH, EC, chloride, ammoniumstikstof (eenmaal per jaar);
- arseen en nikkel (eenmaal per twee jaar);
- aromaten en chloorhoudende oplosmiddelen (eenmaal per vijf jaar).

Grontmij

Notitie

Referentienummer	Datum	Kenmerk
13/990908854/HG	2 juni 2010	295758

Betreft
Addendum bij rapport “Herberekening grondwatermodel stortplaats De Langenberg te Zelhem”

1 Inleiding

In 2009 hebben herberekeningen plaatsgevonden voor de verspreiding van stoffen uit stortplaats de Langenberg (rapport d.d. 29 september 2009, kenmerk 13/99094623/HG). In deze berekening is een doorsnede van oost-west door het noordstort en het IBC-stort doorgerekend met de volgende aannames:

- Noordstort in gebruik sinds 1967;
- een bovenafdichting op het noordstort vanaf 2001 (met een flux vanaf 2001 van 5 mm/jaar);
- het stopzetten van de (noordelijke) onttrekking in 2014;
- geen emissie vanuit de IBC-stort tot 2019 (daarna 5 mm/jaar).

De heer W. van Hoorn (provincie Gelderland) heeft in een memo gedateerd 2 april 2010 de volgende opmerkingen geplaatst over het rapport van 29 september 2009:

1. er is geen rekening gehouden met de leeglooptijd voor percolaat. Door aan te nemen dat direct na aanbrengen van de bovenafdichting de hoeveelheid percolaat daalt tot het lekverlies van 5 mm wordt een gunstiger beeld gegeven dan de werkelijkheid, waarbij de hoeveelheid percolaat afneemt in de tijd van …… voor aanbrengen bovenafdichting naar 2.500 m3 per jaar in 2007 tot 500 m³/jaar in …… → percolaatgegevens periode aanleg bovenafdichting tot nu opnemen + prognose komende jaren.
2. stopzetten van de grondwateronttrekking (schermbeheersing) in 2013. Tot nu toe zijn er geen onderzoeksgegevens (meetreeksen) overlegd waaruit blijkt dat dit geoorloofd en doelmatig is. Vooralsnog leid ik uit de monitoring 2008 af dat de scherm (gelet op nog steeds dalende concentraties) nog steeds effectief en zinvol is.
3. coor IBC-stort wordt gerekend met 30 jaar na aanleg IBC voor 5 mm/jaar lekverlies. Dit is niet in lijn met aannames bij bovenafdichting (5 mm direct na aanleg). Uitgangspunt moet zijn 5 mm/jaar direct na aanleg.. bij bovenstaande aanname van de flux. Een stapsgewijze afname zal de werkelijkheid waarschijnlijk beter benaderen.

Vervolgens heeft Regio Achterhoek Grontmij gevraagd om een extra modelberekening uit te voeren, met een stapsgewijs afnemende flux. In deze notitie worden de resultaten van uitgevoerde aanvullende berekeningen gepresenteerd.

2 Antwoorden bij opmerkingen

2.1 Flux-afname

Er zijn relatief weinig meetgegevens beschikbaar over de afname van de percolaatproductie na aanleg van een bovenafdichting. In het deelonderzoek A3 van de IPO-checklist 2002 wordt in bijlage 1 een berekeningsmethode beschreven gebaseerd op een literatuurverwijzing uit 1993. De dikte van het afvalpakket van de noordstort is circa 17 m. Met de IPO-formules wordt een leeglooptijd van 11,5 jaar berekend (bij een droog vol.gewicht van 1000 kg/m³).

Door Grontmij en Attero worden op dit moment gegevens verzameld over de leeglooptijd van Nederlandse stortplaatsen na aanleg van een bovenafdichting. Om bruikbare gegevens te krijgen

moet een stortplaats beschikken over een onderafdichting en bovenafdichting en over debietgegevens.
De volgende gegevens zijn beschikbaar/bruikbaar:

- bij de locatie Bavel (gefaseerd afgedicht 1995 tot 2000) is een relatief langer meetreeks beschikbaar. De jaarlijkse afname bij deze stortplaats is circa 30%.
- bij de locatie Weert is deze afname circa 40%.
- bij Bellegoor is de afname circa 30%, op basis van 1 meetgegeven (afvoer 2009).

Op basis van het bovenstaande is gerekend met een jaarlijkse afname van 35% (het gemiddelde van Bavel en Weert) (zie onderstaande tabel voor het jaardebiet). Bij de IBC-stort van Zelhem is helaas geen debietmeting mogelijk.

Tabel 1 Invoerwaarde afname flux in model

Jaar	Flux (mm)
2001	195
2002	127
2003	82
2004	54
2005	35
2006	23
2007	15
2008	10
2009	6
2010 en verder	5

De berekeningen zijn wederom uitgevoerd voor drie stoffen (chloride, tolueen en nikkel)

Het verloop van de concentraties is in bijlage 1 weergegeven voor de jaren 2017, 2027, 2037, 2047, 2057 en 2067. De modelresultaten zijn nagenoeg gelijk aan de eerder uitgevoerde berekeningen.
De conclusies uit de rapportage d.d. 29 september 2009 behoeven op basis van voorliggende resultaten geen aanpassing.

2.2 Stopzetten grondwateronttrekking

In de voorliggende modelberekeningen is gerekend met het stopzetten van de grondwateronttrekking na 2013 (net als in de berekening uit 2009). Deze aanname is gebaseerd op de planvorming, de vergunningaanvraag en Wm-vergunning (d.d. 2 november 1999) waarin is voorzien in een onttrekking van maximaal 10 jaar na aanleg van de bovenafdichting.

Uit de voorliggende berekeningen blijkt dat zich een stabiele eindsituatie zal instellen met een in grootte beperkte vuilpluim. Stopzetting van de grondwateronttrekking zal, naar verwachting, niet leiden tot een meetbare toename van de (grootte van de) verontreinigingspluim. Verder is, naar verwachting, de leeglooptijd van beide oude stortgedeelten (noordstort en zuidstort) in 2013 bereikt. Om die reden wordt het niet doelmatig gevonden om de huidige grondwateronttrekking te continueren na 2013.

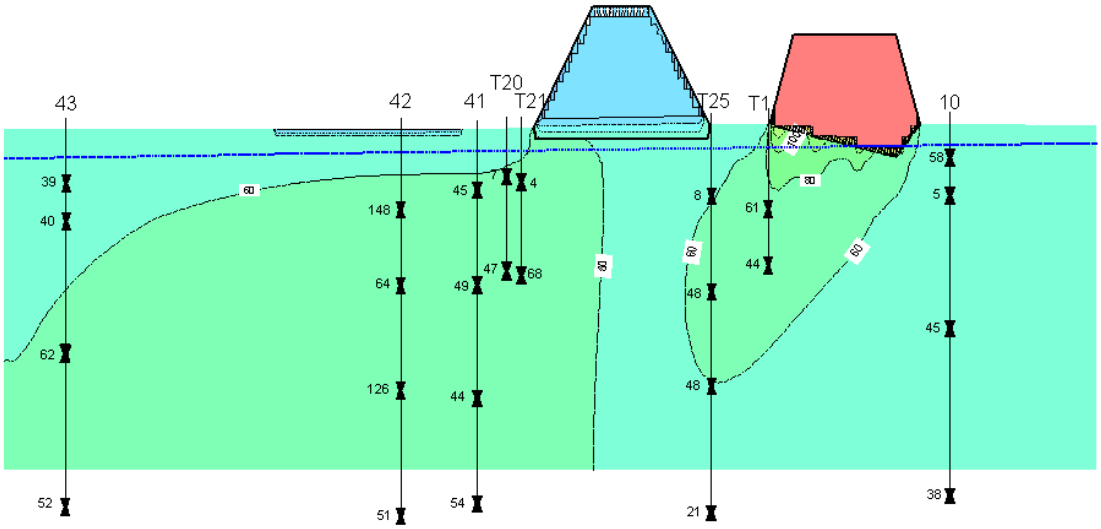
2.3 Lekverlies IBC-stort

De IBC-stort is voorzien van een waterdichte onderafdichting. Tot op heden is met de monitoring geen lekkage geconstateerd. In het Stortbesluit wordt als worst-case aangenomen dat een onderafdichting minstens 30 jaar na aanleg zal gaan falen (ofwel lekkage mogelijk vanaf 2019). De grootte van de lekkage naar de ondergrond wordt dan bepaald door de grootte van de lekkage van de aanwezige bovenafdichting (zijnde maximaal 5 mm/jaar). In de periode tot 2019 wordt de lekkage van de bovenafdichting afgevoerd als percolaat.

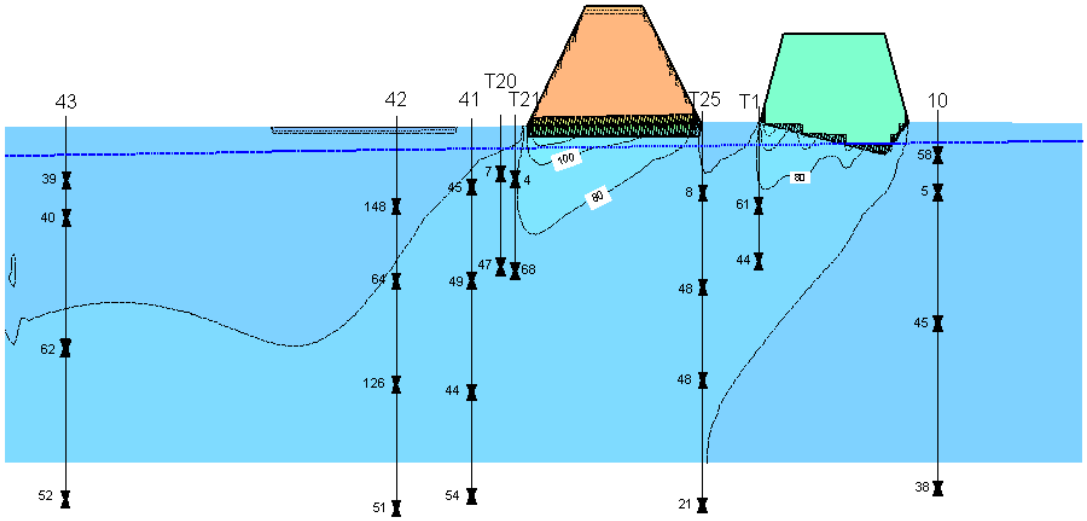
Bijlage 1

Resultaten modelberekening mei 2010

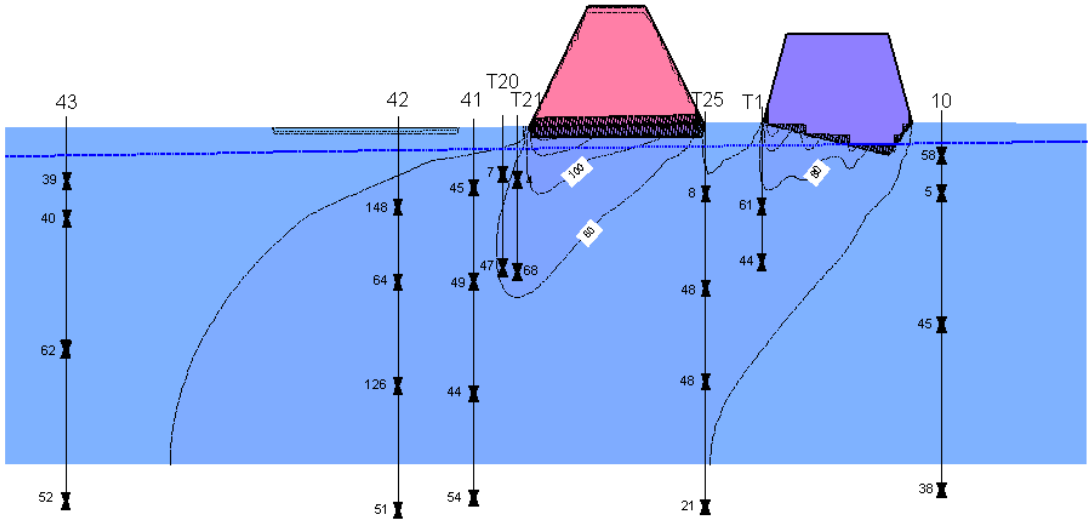
Chloride
In figuur 1A tot en met 1F is het verloop van de vuilpluim per 10 jaar weergegeven.



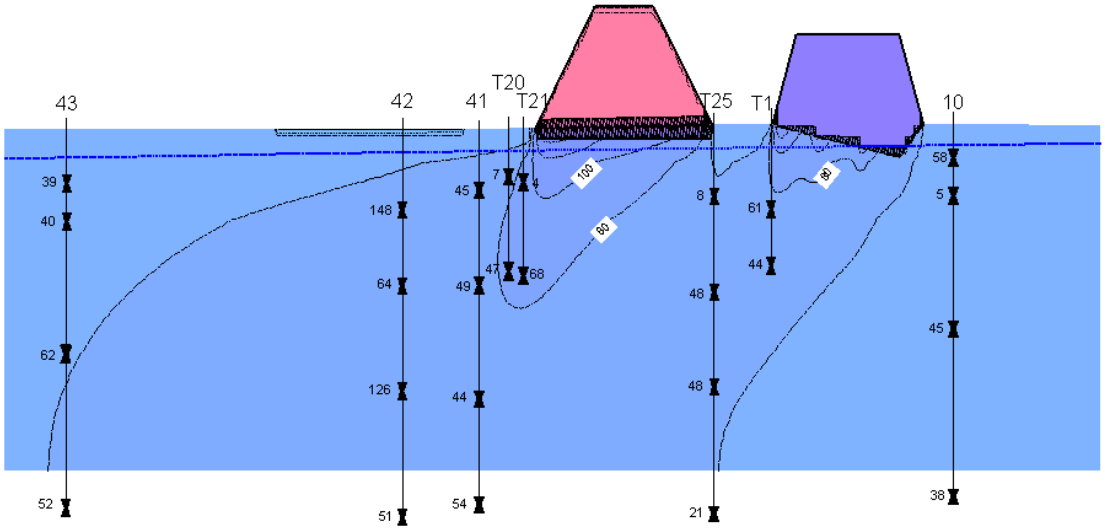
Figuur 1A Chloride (mg/l) 2017



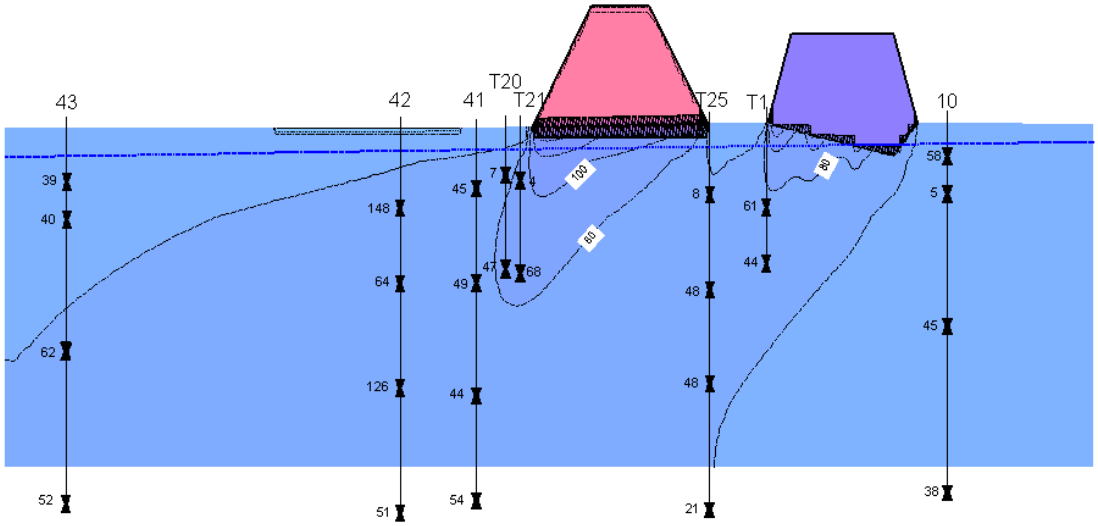
Figuur 1B Chloride (mg/l) 2027



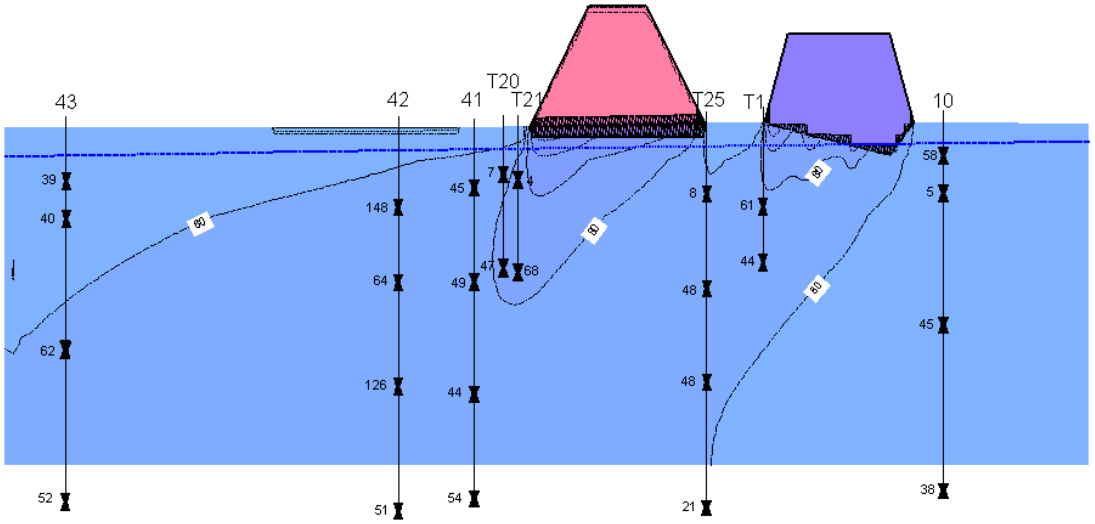
Figuur 1C *Chloride (mg/l) 2037*



Figuur 1D *Chloride (mg/l) 2047*

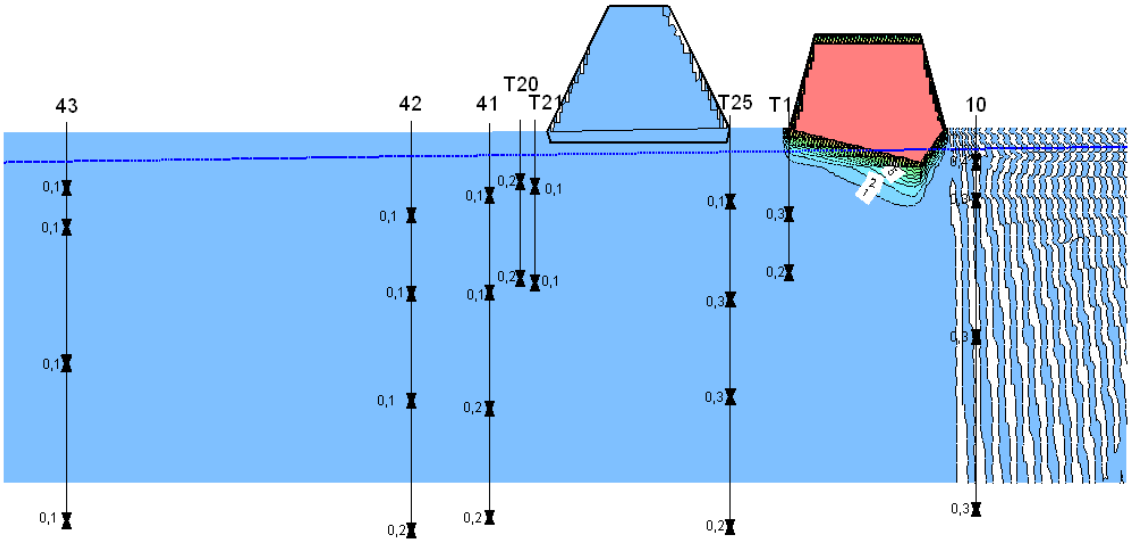


Figuur 1E Chloride (mg/l) 2057

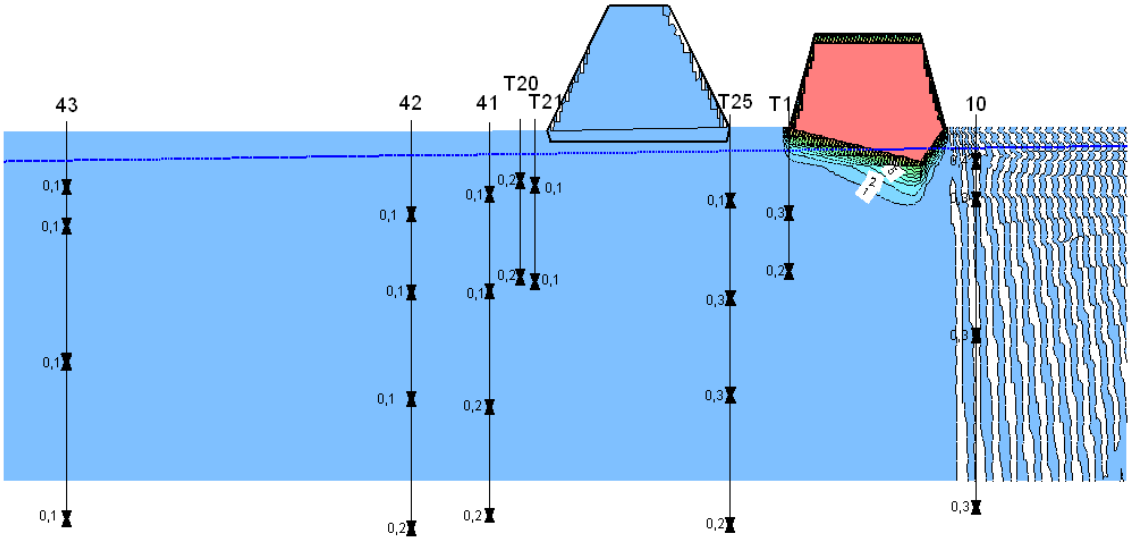


Figuur 1F Chloride (mg/l) 2067

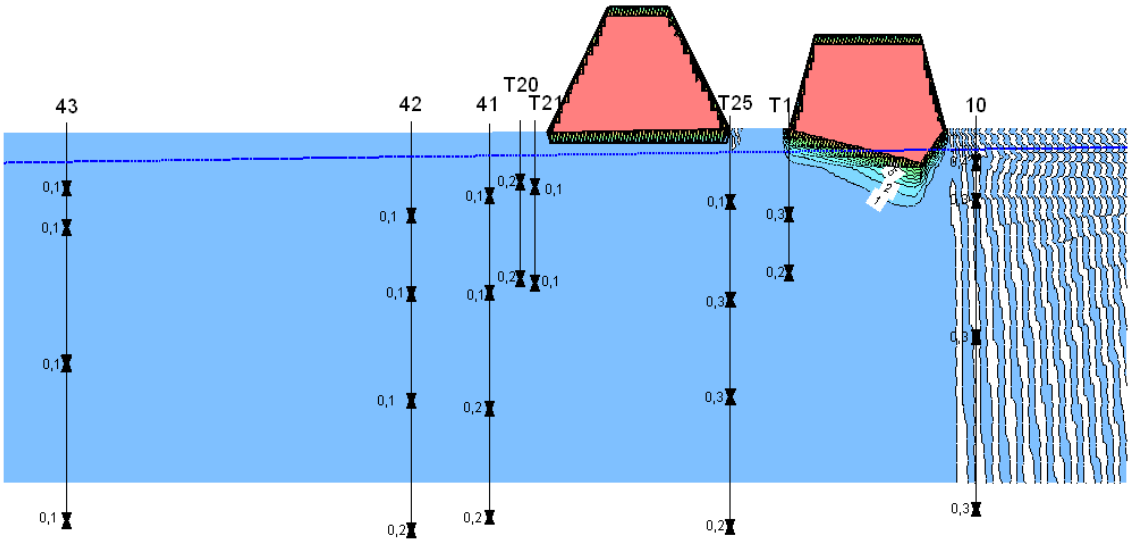
Tolueen
In figuur 2A tot en met 2F zijn de berekende gehalten tolueen per 10 jaar weergegeven.



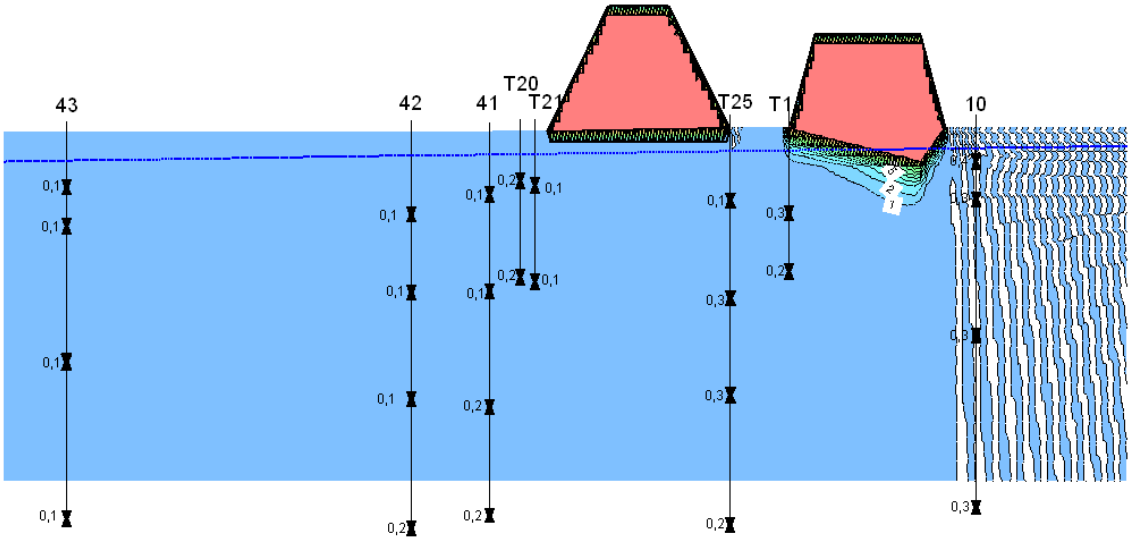
Figuur 2A *Tolueen (µg/l) 2017*



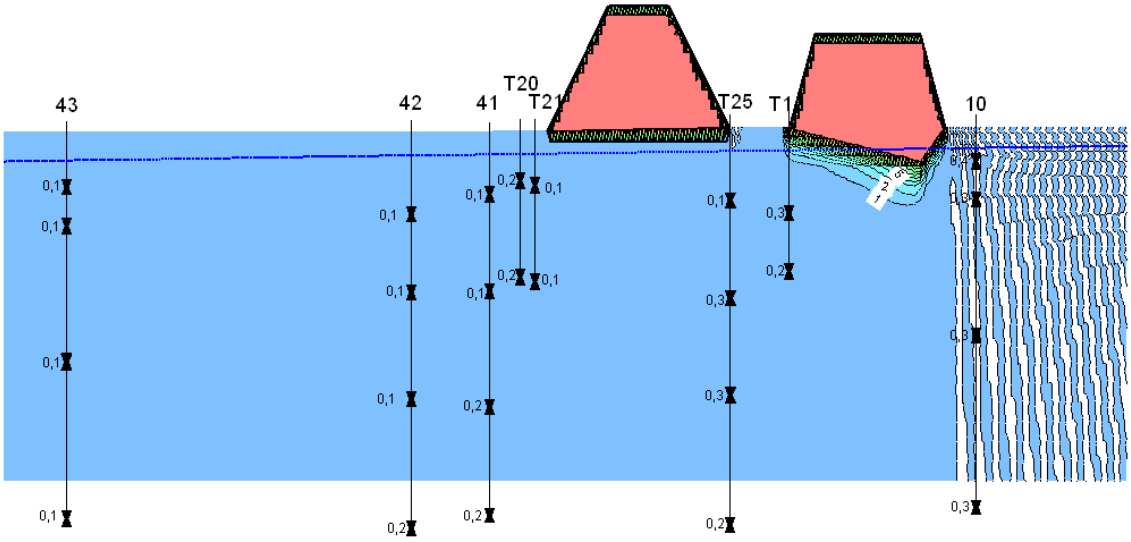
Figuur 2B *Tolueen (µg/l) 2027*



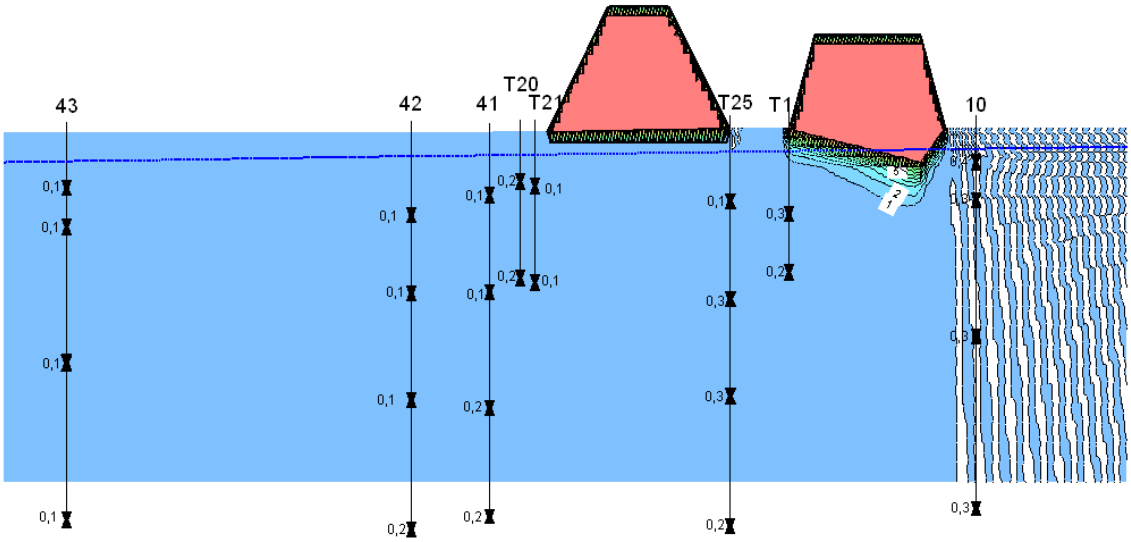
Figuur 2C Tolueen (µg/l) 2037



Figuur 2D Tolueen (µg/l) 2047

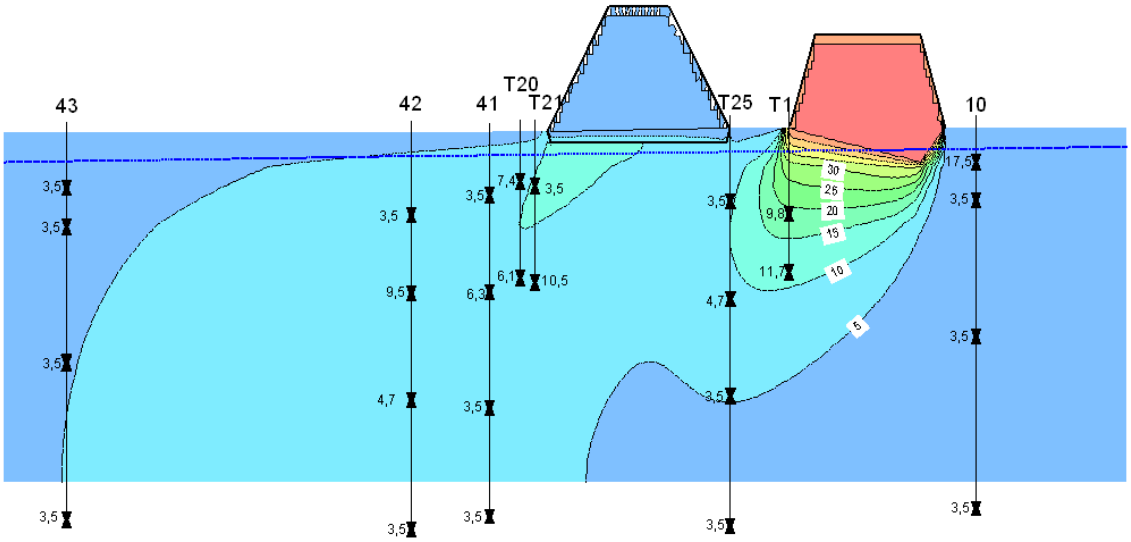


Figuur 2E Tolueen (µg/l) 2057

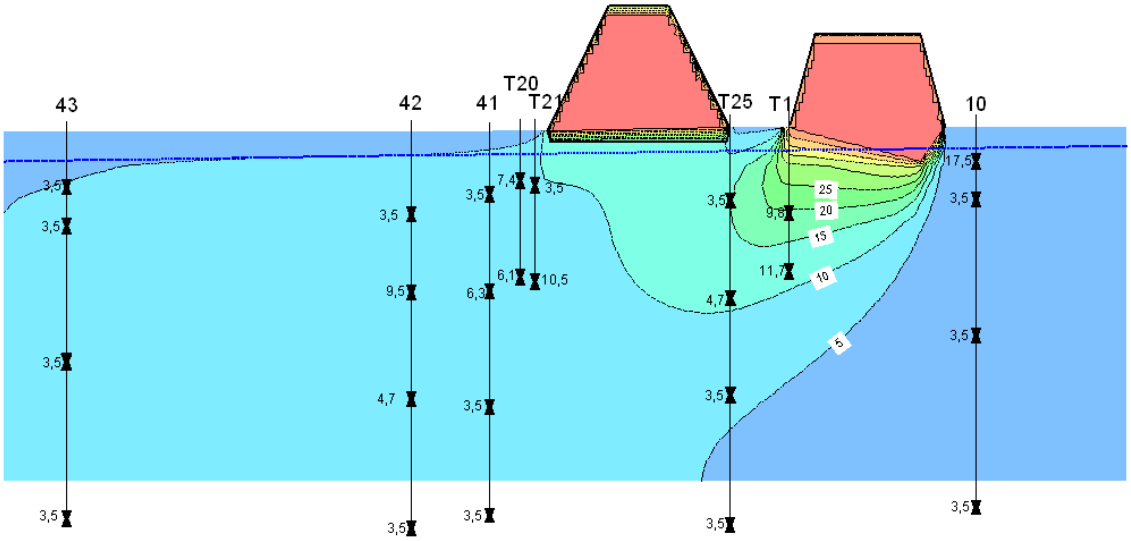


Figuur 2F *Tolueen (µg/l) 2067*

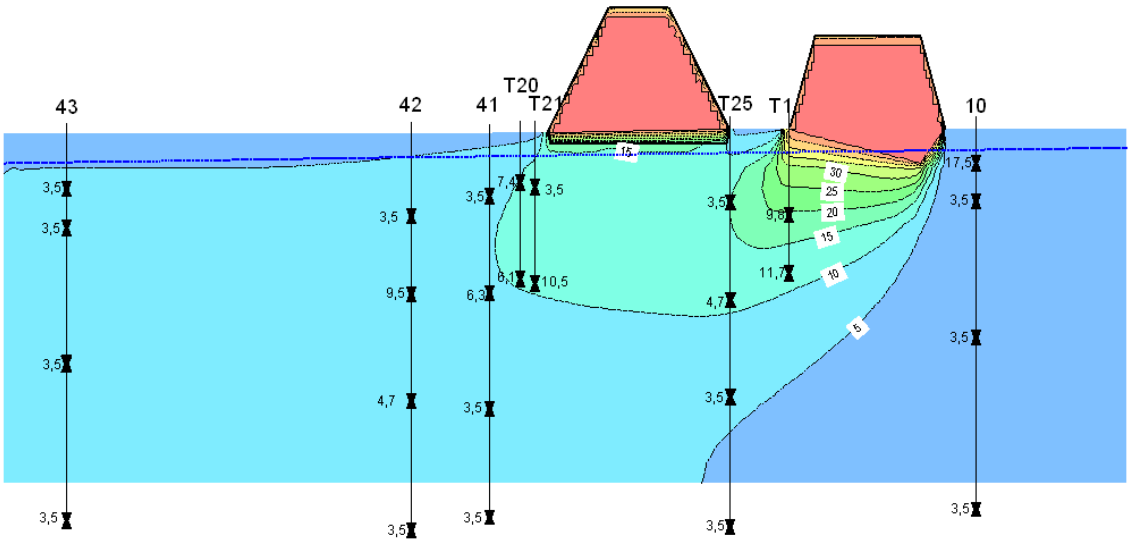
Nikkel
In figuur 3A tot en met 3F is het verloop van de vuilpluim per 10 jaar weergegeven.



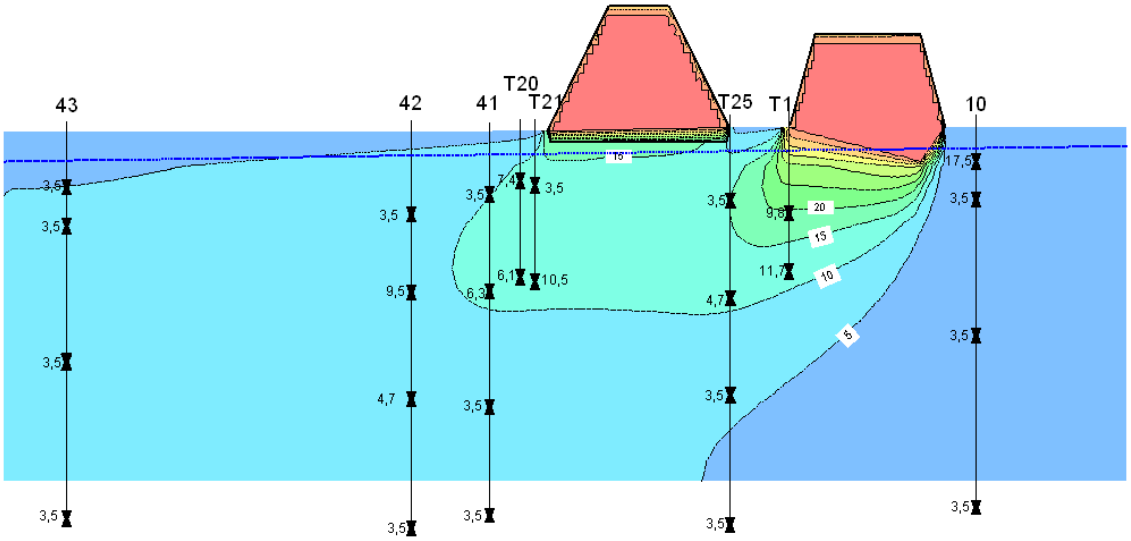
Figuur 3A *Nikkel (µg/l) 2017*



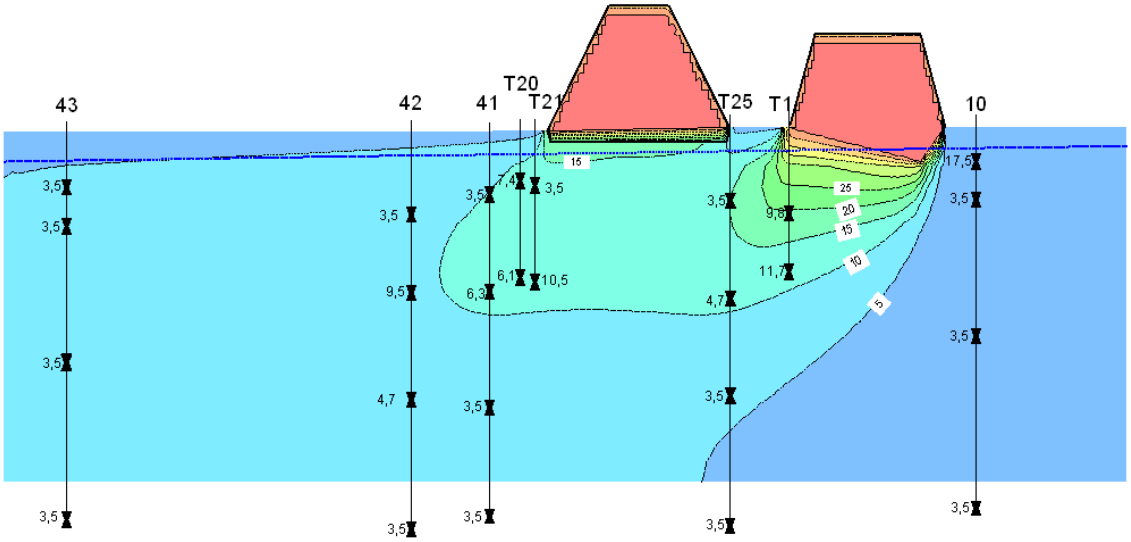
Figuur 3B *Nikkel (µg/l) 2027*



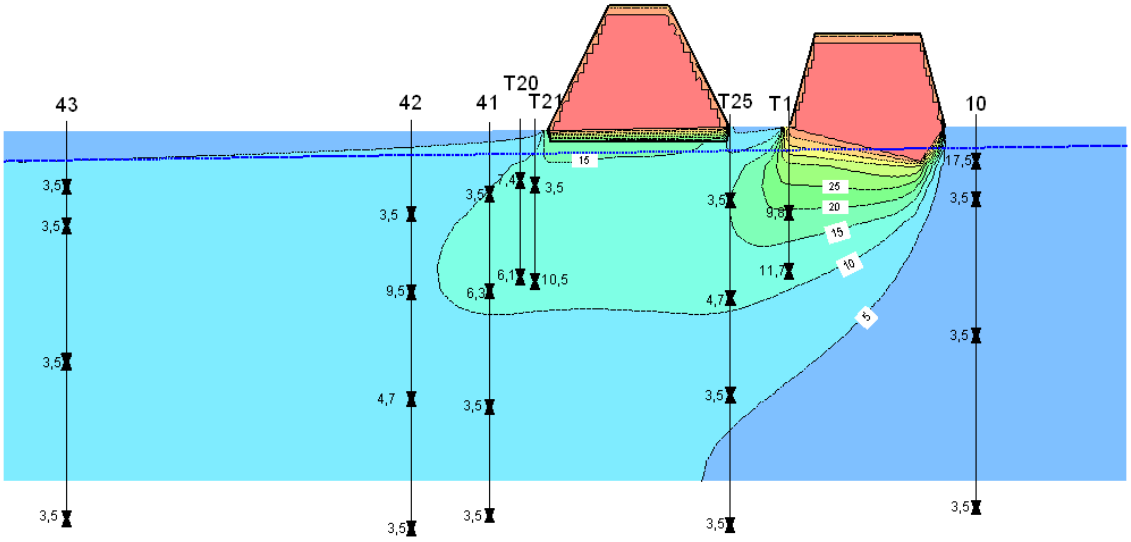
Figuur 3C *Nikkel (µg/l) 2037*



Figuur 3D *Nikkel (µg/l) 2047*



Figuur 3E *Nikkel (µg/l) 2057*



Figuur 3F Nikkel (µg/l) 2067

Monitoringsplan 2011 stortplaats 'De Langenberg' te Zelhem

inclusief controle- en onderhoudsplan

Definitief

Regio Achterhoek
Postbus 53
7000 AB DOETINCHEM

Grontmij Nederland B.V.
Arnhem, 7 december 2010

Verantwoording

Titel	:	Monitoringsplan 2011 stortplaats 'De Langenberg' te Zelhem
Subtitel	:	inclusief controle- en onderhoudsplan
Projectnummer	:	299608
Referentienummer	:	99057361
Revisie	:	D1
Datum	:	7 december 2010

Auteur(s)	:	drs. R. van Wijhe
E-mail adres	:	ruurd.vanwijhe@grontmij.nl
Gecontroleerd door	:	ir. H.L.J. Geusebroek
Paraaf gecontroleerd	:	
Goedgekeurd door	:	drs. G.J. van Rootselaar
Paraaf goedgekeurd	:	
Contact	:	Velperweg 26 6824 BJ Arnhem Postbus 485 6800 AL Arnhem T +31 26 355 83 55 F +31 26 445 92 81 www.grontmij.nl

Inhoudsopgave

1 Inleiding 4
1.1 Algemeen 4
1.2 Aanleiding 4
1.3 Doelstelling 4
1.4 Beschikbare documenten 4

2 Beschrijving locatie 5
2.1 Historie 5
2.2 Indeling 5
2.3 Bodemopbouw 6
2.4 Huidige grondwatermonitoringsysteem 7
2.5 Hydrologische schermen 8
2.6 Grondwaterkwaliteit verleden 9
2.7 Conclusies huidige grondwatermonitoring 9

3 Monitoring grondwater 10
3.1 Inleiding 10
3.2 Monitoring grondwater vanaf 2011 10
3.3 Grondwaterstanden 11
3.4 Vaststelling toetsingswaarden 12
3.5 Rapportage 12

4 Controle- en onderhoudsplan 13
4.1 Inleiding 13
4.2 Doelstelling 13
4.3 Eisen vergunning 13
4.4 Technische voorzieningen 14
4.5 Grondwatercontrolesysteem 16
4.6 Grondwateronttrekkingssysteem 16
4.7 Stortgasonttrekking- en verwerkingssysteem 16
4.8 Lozingseisen afvalwater 17

Literatuurlijst 18

Bijlage 1: Ligging locatie

Bijlage 2: Indeling van de locatie

Bijlage 3: Monitoringsnetwerk vanaf 2011

Bijlage 4: Brief provincie d.d. 19 juli 2010

1 Inleiding

1.1 Algemeen

Regio Achterhoek heeft Grontmij Nederland B.V. opdracht gegeven (e-mail d.d. 24 augustus 2010) voor het opstellen van een monitoringsplan 2011 voor haar stortplaats 'De Langenberg' te Zelhem. Voor de ligging van stortplaats de Langenberg wordt verwezen naar bijlage 1.

1.2 Aanleiding

In 1998 is op basis van de toenmalig bekende gegevens een monitoringsstrategie opgesteld. Ter ondersteuning van deze strategie zijn verspreidingsberekeningen uitgevoerd. In de vigerende Wm-vergunning wordt in voorschrift 6.5 aangegeven dat de monitoring dient te geschieden overeenkomstig het monitoringsplan [Grontmij, 1998a] en dat in het geval van nieuwe inzichten een gemotiveerd verzoek ter goedkeuring kan worden voorgelegd.

Aanleiding van het opstellen van het monitoringsplan 2011 is de brief van de provincie Gelderland d.d. 19 juli 2010 (kenmerk 2008-006871/MPM20345) (Bijlage 4). In deze brief wordt goedkeuring verleend op de bevindingen uit de rapportage "Herberekening grondwatermodel stort de Langenberg te Zelhem [Grontmij, 2009] in combinatie met het "addendum bij rapport herberekening grondwatermodel stortplaats De Langenberg te Zelhem [Grontmij, 2010].
In bovengenoemde rapportage wordt voorgesteld de monitoring aan te passen. De provincie geeft in haar brief d.d. 19 juli 2010 aan dat de voorgestelde aanpassing met een aantal kanttekeningen verdedigbaar is. Tevens verzoekt de provincie om de overige monitorings- en controleaspecten, die voortkomen uit de Wm-vergunning in het monitoringsplan te integreren.

1.3 Doelstelling

Voorliggend monitoringsplan heeft tot doel de monitoring van stortplaats De Langenberg in de periode vanaf 1 januari 2011 te beschrijven. Tevens worden de overige monitorings- en controleaspecten, die voortkomen uit de vigerende Wm-vergunning uit 1999 in het monitoringsplan beschreven.

Het monitoringsplan zal tevens de basis vormen van het nog te actualiseren nazorgplan.

1.4 Beschikbare documenten

In voorliggend monitoringsplan is naast de rapporten in de literatuurlijst gebruik gemaakt van de volgende documenten:

- 'brief van de provincie Gelderland d.d. 17 juni 2010 (nummer 2010-010592/MPM20174)';
- 'brief van de Provincie Gelderland d.d. 19 juli 2010 (zaaknummer 2008-006871/MPM20345)';
- Wm-beschikking, d.d 2 november 1999 (Nr MW96.52123) en voor de Noordstort aangevuld met Wm-beschikking d.d. 27 juli 2006 (Nr MPM5034);
- WVO-vergunning,4 oktober 1999 (kenmerk 99.09844) en de latere wijziging van 22 april 2004 (04.04563);
- e-mail plus attachment van provincie d.d.13 april 2010, inzake de beoordeling van het concept herberekening grondwatermodel.

2 Beschrijving locatie

2.1 Historie

De locatie De Langenberg te Zelhem is topografisch bekend als X: 219.60 en Y: 448.800.
De locatie is kadastraal bekend als gemeente Zelhem, sectie U nummers 541 en 577.
In bijlage 1 is de locatie op een topografische ligging weergegeven. Op bijlage 2 is de indeling van de locatie weergegeven.

In de periode 1967 tot 1989 zijn op de stortplaats te Zelhem afvalstoffen gestort. Hierbij zijn geen bodembeschermende voorzieningen (fase 1: Noordstort en fase 2: Zuidstort) getroffen.
Vanaf medio 1989 wordt gestort op IBC-voorzieningen (fase 3:IBC-stort).
Sinds 4 september 1996 is de stortplaats gesloten. Per 1 augustus 1999 zijn ook de overslagactiviteiten gestopt.

Tabel 2.1 Overzicht ontwikkeling stortplaats

Jaar	grootte	ontwikkeling
1966	5,7 ha	ontgronding fase 1
1967		in gebruik name fase 1
1972	7,96 ha	ontgronding fase 2 en in gebruik genomen
1967 tot medio 1989		storten fase 1 en 2, geen bodembescherming
medio 1989 tot 1996	9,40 ha	storten fase 3, met IBC-voorzieningen
1989		beheersdrain fase 2 actief (max. 15 m^3/uur)
1999		overslag-activiteiten gestopt
juni 2001 - jan 2002		noordstort bovenafdichting aangebracht
mrt 2002 - okt 2002		zuidstort bovenafdichting aangebracht
feb 2003 - feb 2004		IBC-stort bovenafdichting
2003		beheersdrain fase 1 actief (max. 15 m^3/uur)
2003		aanleg gesegmenteerde drain (geen onttrekking)
Planning:		
31-12-2013		beheersdrains fase 1 en fase 2 worden uitgezet
01-01-2019		start nazorg

2.2 Indeling

2.2.1 Fasering

In de onderstaande tabel is de fasering van de stortplaats opgenomen.

Tabel 2.2 Fasering stortplaats

Omschrijving	Fase 1 Noordstort	Fase 2 Zuidstort	Fase 3 IBC-stort (compartimenten 1 t/m 6)
afval in grondwater	Ja	Ja	Nee
Onderafdichting	geen	geen	IBC (enkelvoudig HDPE)
aanleghoogte stortzool t.o.v. NAP (m)	11 - 15 m+NAP	11 - 15 m+NAP	14,65 - 14,30 m+NAP
eindhoogte stortzool tav NAP [1)]	10,85 - 14,85 m+NAP	10,85 - 14,85 m+NAP	14,50 - 14,15 m+NAP

1) zetting bij 20m afval is circa 0,15 m

2.2.2 Bovenafdichting

De bovenafdichting is gefaseerd aangelegd. Het noordstort in 2001/2002, het zuidstort in 2002 en het IBC-stort in 2003/2004. Het vrijkomende percolaat uit de stortplaats wordt verzameld en afgevoerd naar de RWZI.

De gehele stortplaats is voorzien van een bovenafdichting om indringing van regenwater en uittreding van stortgas en percolaat te voorkomen. Deze bovenafdichting bestaat uit een kunststof folie, aangevuld met een minerale laag (zie tabel 2.3). Het huidig stortterrein is in drie verschillende deellocaties onder te verdelen:

- fase 1 (5,70 ha);
- fase 2 (7,96 ha);
- fase 3 (9,40 ha).

Het totaal afgedichte oppervlak is 25,19 ha. Dit oppervlak is verkregen door 3% toe te voegen op het platte oppervlak als correctie voor de bolling en een strook van 5 m rondom. In onderstaande tabel wordt weergegeven op welke wijze dit oppervlak is afgedicht.

Tabel 2.3 Bovenafdichting

Fase	Noordstort	Zuidstort	IBC-stort
Aanleg	juni 2001 – januari 2002	maart 2002 – oktober 2002	februari 2003 - februari 2004
Oppervlakte (in ha)	5,70	7,96	9,4
Afdeklaag	400 mm schone grond 1100 mm[#] categorie 1 grond	400 mm schone grond 600 mm categorie 1 grond	400 mm schone grond 600 mm categorie 1 grond
Geotextiel	100 gr/m^2	100 gr/m^2	100 gr/m^2
Drainagelaag	300 mm drainzand	300 mm drainzand	300 mm drainzand
Folie	2,00 mm VLDPE	2,00 mm VLDPE	2,00 mm VLDPE
Minerale laag	90 mm Trisoplast	90 mm Trisoplast	90 mm Trisoplast
Geotextiel	190 gr/m^2	190 gr/m^2	190 gr/m^2
Isolatielaag	-	-	150 mm zand tpv asbesthoudende grond
Geotextiel	100 gr/m^2	100 gr/m^2	100 gr/m^2
Steunlaag	300 mm baggerspecie (klasse 3 en 4)	300 mm baggerspecie (klasse 3 en 4)	300 mm asbesthoudende grond

[#] *deze dikte is alleen gerealiseerd op het gedeelte wat in gebruik is door ZAMC, elders is 600 mm verwerkt*

Onder de steunlaag zijn, voorafgaand aan het aanbrengen van de bovenafdichting, gasdrains (strabusil, ∅ 100 mm) in het afvalpakket aangebracht.

2.3 Bodemopbouw

2.3.1 Beschrijving bodem

De bodemopbouw ter plaatse van de stortplaats wordt in onderstaande tabel weergegeven.

Tabel 2.4 Bodemopbouw

Hoogte (in m+NAP)	Diepte (in m-mv)	Laag
NAP +16,5 (circa)	0	maaiveld
NAP +12 tot +16,5 (circa)	0-4	zwak tot sterk lemig, fijn tot zeer fijn zand
NAP +6 tot +12 (circa)	4 – 10	matige grove zandlagen
NAP -20 tot +6 (circa)	10 – 36	grof zand
NAP -20 (circa)	36	lemig fijn zand

Voor een meer gedetailleerde beschrijving wordt verwezen naar het rapport ‘Nader onderzoek’ [Grontmij, 1996].

Tijdens de herberekening van het grondwatermodel zijn voor de simulatie van de huidige toestand [Grontmij, 2009] de volgende geohydrologische parameters gehanteerd.

Tabel 2.5 Geohydrologische parameters (simulatie)

onderscheiden bodemlaag	geohydrologische parameter	waarde
eerste zandlaag	verticale doorlaatfactor	0,2 m/etm
(NAP +16 tot +12)	horizontale doorlaatfactor	5 m/etm
	Porositeit	0,3 (-)
tweede zandlaag	horizontale doorlaatfactor	25 m/etm
(NAP +12 tot +6)	verticale doorlaatfactor	2,5 m/etm
	Porositeit	0,3 (-)
derde zandlaag	horizontale doorlaatfactor	45 m/etm
(NAP +6 tot -24)	verticale doorlaatfactor	4,5 m/etm
	Porositeit	0,3 (-)
Stortmateriaal	doorlaatfactor (horizontaal en verticaal)	0,25 m/etm*
	Porositeit	0,3

2.3.2 Geohydrologie

Op basis van de grondwaterkaart van Nederland is een globaal westelijke stromingsrichting af te leiden. In [Tauw, 2010] is eveneens geconstateerd dat de stromingsrichting in het ondiepe grondwater westelijk gericht is.

In het onderste deel van het watervoerende pakket is de verplaatsingssnelheid van het grondwater 20 m per jaar. In het bovenste deel van het watervoerende pakket is de verplaatsingssnelheid circa 5 m per jaar. Uit literatuurbronnen blijkt dat het stort in een infiltratiegebied ligt [Grontmij, 1996].

2.4 Huidige grondwatermonitoringsysteem

De grondwatermonitoring is tot en met 2003 uitgevoerd conform het originele monitoringsplan uit 1998 [Grontmij, 1998a]. Van 2004 tot 2008 is 1x per jaar gemonitoord. Vanaf 2009 is de frequentie verhoogd naar 2 per jaar.

Huidige situatie

In de huidige situatie (tot 2010) bestaat het meetnet uit 14 peilbuizen met in totaal 46 filters, een 21-delige gesegmenteerde drain, een zevental monsternamepunten van de controledrainage en twee meetpunten van de hydrologische schermen. In onderstaande tabel zijn de monsternamepunten weergegeven die in 2010 aanwezig zijn.

Tabel 2.6 Monitoringssysteem

Situering	Peilbuis	Diepte bovenkant filter (m-mv), filterlengte 1m			
	filter:	A	B	C	D
Bovenstrooms	8* A-D	4	8	22	40
(referentiepeilbuizen)	10 A-D	4	8	22	40
fase 1	1A-B	8	14	--	--
(noordstort)	25 A-D	7	17	27	41
fase 2	3 A-B	8	14	--	--
(zuidstort)	5 A-D	8	13	24	38
Vuilpluim	20A-B	5	15	--	--
	21A-B	5	15	--	--
	22A-D	5	15	25	39
	23A-B	5	15	--	--

	40A-D	6	15	25	43
	41A-D	6	16	28	40
	42A-D	7	15	26	40
	43A-D	4	8	22	40
Drainages:					
onder IBC-stort	controledrains D1-D7	4			
Stroomafwaarts IBC-stort	gesegmenteerde drains S1-S21	4			
Percolaat	D108	nvt			
Hydrologisch scherm	zuid (30)	4			
	noord (31)	4			

** in 2008/2009 niet meegenomen in de bemonstering*

Onder fase 3 (compartimenten 1 tot en met 6) zijn in totaal 16 controledrains aangelegd in nood-zuid richting met een onderlinge afstand van 20 m h.o.h. Deze drains verliezen hun functie 7 jaar nadat het laatste percolaat is onttrokken. (2013 plus 7 jaar: in 2020).

Stroomafwaarts van de stort is aan de Westzijde van fase 3 een gesegmenteerde drain aangelegd in het ondiepe watervoerende pakket. Er zijn 21 segmenten aangelegd van ieder circa 25 m lengte. De totale lengte bedraagt 534 m. De functie van de gesegmenteerde drain is een fijnmazige controle van het benedenstroomse grondwater.

2.5 Hydrologische schermen

2.5.1 Hydrologisch scherm noord

Bij het aanbrengen van de bovenafdichting is aan de west- en noordzijde van fase 1 een 160 mm HDPE beheersdrain in een sleuf met drainagezand aangelegd. De aanleghoogte betreft aan de noordzijde NAP+11.30 m en aan de zuidzijde en de meest oostelijke zijde NAP +11.50 m. Zowel het zuid-noord (circa 100 m) als het noord-oost (circa 220 m) deel monden onder verval uit in pompput 4. Vanuit pompput 4 wordt het water via een persleiding (en deels vrij verval) via pompput 3 in pompput 1 gepompt. Deze beheersdrain is in 2004 in werking gesteld. Met deze drain wordt een grondwateronttrekking uitgevoerd. De werking van de drain is vergelijkbaar met de beheersdrain van fase 2.

2.5.2 Hydrologisch scherm zuid

Aan de westzijde van fase 2 is eveneens een beheersdrain aangebracht. Deze beheersdrain is aangelegd om te voorkomen dat verontreinigd grondwater vanuit fase 2 in de controle drainage van fase 3 terechtkomt. In 1989 is de beheersdrain geïnstalleerd met een ontwerpdebiet van circa 10,5 m^3 per uur. Het betreft een HDPE ribbeldrain met een diameter van 200 mm welke ingebed ligt in een sleuf die opgevuld is met drainagezand. De drain ligt in de noord-zuidrichting en heeft een lengte van circa 280 m. De aanleghoogte betreft aan de noordzijde NAP +11,80 m en aan de zuidzijde NAP +11,60 m. Vanuit beide zijden ligt de drain onder verval naar pompput 2. De pompput ligt circa 85 m ten noorden van de zuidpunt van de drain. Het afslagpunt in de pompput bevindt zich op NAP +11,50 m. De onttrekking vindt bijgevolg plaats, indien de grondwaterstand zich boven NAP +11,50 m bevindt. Bij een onttrekkingsdebiet van circa 15 m^3 per uur wordt het grondwater tot een diepte van ten minste 15 m-mv afgevangen. Aan beide uiteinden van de beheersdrain zijn inspectieputten aangebracht.

2.5.3 Beëindiging onttrekking

Beide beheersdrains zullen tien jaar na het aanbrengen van de bovenafdichting buitenwerking worden gesteld, dat wil zeggen in 2013. In [Grontmij, 2009] en [Grontmij, 2010] is berekend dat de stopzetting van de grondwateronttrekking naar verwachting niet zal leiden tot een meetbare toename van de omvang van de vuilpluim.

2.6 Grondwaterkwaliteit verleden

Sinds 1999 wordt de monitoring jaarlijks gerapporteerd in een monitoringsrapportage.

Op basis van de monitoringsdata kan worden geconcludeerd dat de aanleg van de bovenafdichting (2001-2004)en de onttrekking sinds 1989 (Zuidstort) en 2003 (Noordstort) heeft geleid tot een afname van de omvang van de vuilpluim en een afname van de concentraties in deze vuilpluim.

2.7 Conclusies huidige grondwatermonitoring

In [Tauw, 2010] zijn de resultaten van de grondwatermonitoring van 2009 beschreven. De volgende conclusies zijn getrokken

Stijghoogten en stromingsrichting
Op basis van de stijghoogtemetingen kan geconcludeerd worden dat de grondwaterstroming onveranderlijk westelijk is gericht.

Noordstort en Zuidstort (saneringsmaatregel: bovenafdichting en hydrologische schermen)
Verwacht wordt dat het effect van de bovenafdichting op de analyseresultaten in de komende jaren in toenemende mate zichtbaar zal worden en een verdere afname in concentraties aan chloride en verontreinigingen teweeg zal brengen. Geconcludeerd kan worden dat de saneren-de werking van de bovenafdichting in combinatie met de hydrologische schermen doelmatig is.

IBC-Stort (saneringsmaatregel: boven- en onderafdichting)
Ter plaatse van de gesegmenteerde drain zijn de chlorideconcentraties afgenomen ten opzichte van voorgaande meetronden. Hiermee is sprake van een aanhoudende dalende trend in concentraties vanaf de aanleg in 2003. Ook de jaarlijkse hoeveelheid afgevoerd percolaat neemt af (2006: +/- 4.000 m³, 2009: +/- 2.200 m³). Geconcludeerd kan worden dat de afdichting van de IBC-stort doelmatig werkt.

Historische verontreiniging (saneringsmaatregel: monitoren/natuurlijke afbraak)
De actiewaarden worden in verschillende peilbuizen overschreden. Over het algemeen is sprake van een trendmatige afname in concentraties aan chloride en ammonium (zie ook conclusies Noordstort en Zuidstort). Geconcludeerd kan worden dat de sanerende maatregelen doelmatig werken.

Percolaat
In 2009 is 2.208 m^3 (circa 6 m^3/dag) percolaat aan het westelijk stortdeel (fase 3) onttrokken. Het ligt in de verwachting dat dit debiet, als gevolg van de bovenafdichting, snel zal afnemen naar circa 500 m^3/jaar (circa 1,4 m^3/dag). Hierdoor wordt een potentiële bron van verontreiniging bijna geheel weggenomen.

Op basis van deze conclusies zijn in [Tauw, 2010] de volgende aanbevelingen gedaan:
- geen herbemonsteringen uit te voeren;
- op dit moment wordt een hydrologische modelstudie uitgevoerd met betrekking tot de verspreiding van de verontreinigingen in het grondwater ter plaatse van de stortplaats. Aanbevolen wordt de huidige werking van de hydrologische schermen te evalueren op basis van de uitkomsten van de hydrologische modelstudie, de recente kwaliteitsgegevens van het grondwater en de debietmetingen van de hydrologische schermen (N.B.: inmiddels gerapporteerd in [Grontmij, 2010]);
- verder wordt geadviseerd de drains D1 en D2 te herstellen, zodat deze weer kunnen worden bemonsterd tijdens de meetronde van 2010.

3 Monitoring grondwater

3.1 Inleiding

Gelet op het feit dat de verontreinigingsituatie min of meer stabiel is [Grontmij, 2009], [Grontmij 2010], kan de huidige monitoring worden verminderd, dit in lijn met de aanbevelingen in Monitoringsrapportage 2004 [Tauw, 2005]. De provincie heeft in haar brief d.d. 19 juli 2010 op de voorstellen voor aanpassing van de monitoring gereageerd (zie bijlage 4).

In dit hoofdstuk worden de voorstellen voor de aanpassing van de monitoring beschreven. Op basis van deze voorstellen wordt een voorstel gedaan voor de monitoring vanaf 1 januari 2011.

3.2 Monitoring grondwater vanaf 2011

De monitoring komt er vanaf 2011 als volgt uit te zien.

Monitoringsnetwerk

In onderstaande tabel is het monitoringsnetwerk weergegeven, inclusief de te hanteren analysepakketten.

Tabel 3.1 Monitoringssysteem

Situering	Peilbuis	Aantal monsters
	filter:	
Bovenstrooms	10 A-D	4
(referentiepeilbuis)		
Noordstort	hydrologisch scherm noord (31)**	1
• 1e lijn	1*A-B	2
Zuidstort	hydrologisch scherm zuid (30)**	1
• 1e lijn	3*A-B	2
IBC-stort	percolaat (D108)	1
• 1e lijn	20A	1
	21A	1
	22A	1
	23A	1
	controledrains D1-D7***	7
	gesegmenteerde drains S1-S21	21
historische verontreiniging	1*A-B	3*
	3*A-B	3*
	20B	1
	21B	1
	22B-D	3
	23B	1
	25A-D	4
Totaal		53

* *deze peilbuizen hebben een 'dubbelfunctie' en zijn bij twee onderdelen genoemd, maar hoeven niet tweemaal bemonsterd te worden.*

** *tot aan stopzetting onttrekking in 2013*

*** *tot aan 2020 (=7 jaar na einde percolaatonttrekking in 2013)*

In totaal worden dus per monitoringsronde 52 monsters van het grondwater en één monster van het percolaat genomen.

Vanaf 2013 komt de bemonstering van de hydrologische schermen te vervallen en worden dus 50 monsters per monitoringsronde genomen. Zeven jaar nadat het laatste percolaat uit het stort is onttrokken (bij een leeglooptijd van 10 jaar, vindt onttrekking van het laatste percolaat naar verwachting plaats in 2013), komt de bemonstering van de controledrainages D1-D7 te vervallen en worden nog 43 monsters per jaar genomen.

Frequentie
Frequentie voor de bemonstering van alle monsternamepunten van tabel 3.1 wordt eenmaal per jaar. Conform het Stortbesluit zou de monitoring tweemaal per jaar moeten worden uitgevoerd. Een afwijking ten opzichte van het Stortbesluit is voorgesteld, aangezien uit de herijking van het grondwatermodel blijkt dat de verontreinigingsituatie min of meer stabiel is en dus een jaarlijkse monitoringsronde als voldoende wordt geacht om eventuele wijzigingen in de verontreinigingsituatie vast te kunnen stellen.

In de WVO-vergunning staan geen aanvullende eisen met betrekking tot het grondwater. Wel heeft de WVO-vergunning eisen met betrekking tot eventueel te lozen onttrokken grondwater, dat wordt in paragraaf 4.9 behandeld.

Analysepakket
Het water afkomstig van alle monsternamepunten in tabel 3.1 worden op de volgende parameters geanalyseerd:
- pakket 1: Jaarlijks: pH, Ec, Chloride, Ammonium ,arseen, nikkel, chroom.

Daarnaast wordt tweejaarlijks een beperkt deel van het monitoringsmeetnet bemonsterd en geanalyseerd op het NEN-5740 pakket (Pakket 2). Hiervoor zijn een aantal bemonsteringspunten geselecteerd, gebaseerd op ruimtelijke verdeling.
- bovenstrooms: 10ABCD;
- benedenstrooms Noord- en Zuidstort: 1AB, 3AB;
- benedenstrooms IBC Stort: S2, S6, S10, S14, S18 en 22ABCD.

Zo wordt zowel bovenstrooms aan de gehele stortplaats als benedenstrooms aan de verschillende fasen het diepe en ondiepe grondwater meegenomen in de tweejaarlijkse analyse.

Het percolaat wordt jaarlijks op een uitgebreid pakket geanalyseerd, zoals tot op heden gebruikelijk is. Op deze wijze kunnen eventuele wijzigingen in de samenstelling van het percolaat vastgesteld worden. Dit pakket (Pakket 3) bestaat uit:
- pH, Ec, Chloride, Ammonium, Nitraat, Chloorkoolwaterstoffen, Vluchtige aromaten, minerale olie en zware metalen (8, As, Cr, Cu, Cd, Hg, Pb, Ni, Zn).

Bovenstaand beschreven monitoringsstrategie is in onderstaande tabel samengevat.

Tabel 3.2 Monitoringsstrategie

Situering	Peilbuis	Aantal	Analysepakket jaarlijks	Analysepakket 2-jaarlijks
Peilbuizen	1AB, 3AB, 10 ABCD, 20AB, 21AB, 22ABCD, 23AB, 25ABCD	22	Pakket 1	
Schermen	hydrologisch scherm zuid (30)* hydrologisch scherm noord (31)*	2	Pakket 1	
Drains	controledrains D1-D7**, gesegmenteerde drains S1-S21	28	Pakket 1	
pb/drains	10ABCD, 1AB, 3AB, S2, S6, S10, S14, S18 en 22ABCD.	17		Pakket 2
Percolaat	D103	1	Pakket 3	

* *tot aan stopzetting onttrekking in 2013*
*** tot aan 2020 (=7 jaar na einde percolaatonttrekking in 2013)*

3.3 Grondwaterstanden
De grondwaterstanden in alle bemonsteringspunten worden tweemaal per jaar vastgesteld. Eenmaal tijdens de monitoringsronden en eenmaal tijdens een aanvullende ronde. Beide ronden worden circa zes maanden uit elkaar gepland.

3.4 Vaststelling toetsingswaarden

De toetsingswaarden van de parameters, zoals die zijn vastgesteld in 2009, zullen voortaan gehanteerd worden bij de toetsing van het grondwater. Een jaarlijkse actualisatie wordt niet meer uitgevoerd, tenzij de gehalten in peilbuis 10ABCD significant afwijken van de langjarige reeks. De actiewaarden van de gidsparameters zijn als volgt:

Tabel 3.3 Actiewaarden grondwater (gebaseerd op gegevenspeilbuis 10ABCD t/m 2009)

Parameter	eenheid	Filter A/ drains	Filter B	Filter C	Filter D
Ec	µS/cm	552	774	818	657
Chloride	mg/l	67	40	48	42
Ammonium	mg/l	1,2	0,1	0,1	0,1
Arseen	µg/l	3,7	3,8	5,1	6,0
Nikkel	µg/l	17	6	6	6
Chroom	µg/l	4,2	2,6	3,1	2,3

3.5 Rapportage

Jaarlijks worden de resultaten die voortkomen uit de monitoring van het grondwater en het percolaat gerapporteerd aan bevoegd gezag. Deze rapportage wordt vergelijkbaar aan de rapportage, zoals die in 2009 [Tauw, 2010] is opgesteld.

4 Controle- en onderhoudsplan

4.1 Inleiding

In voorliggende monitoringsplan 2011 wordt als aanvulling op de beschrijving van de monitoring van het grondwater eveneens beschreven welke overige monitorings- en controleactiviteiten moeten worden uitgevoerd tot aan de start van de nazorg. De eisen zijn afkomstig uit de vigerende Wm-vergunning en WVO-vergunning.
De Wm-vergunning heeft haar geldigheid verloren. Ook de voorschriften zijn niet meer van toepassing, met uitzondering van de voorschriften 6.2 t/m 6.14 en de voorschriften uit hoofdstuk 7. Deze blijven van toepassing tot het verlenen van de sluitingsverklaring (zie voorschrift 6.14). Ook de vergunning van de motorclub blijft van kracht. De in dit hoofdstuk beschreven activiteiten geven een nadere invulling aan de voorschriften die nog van toepassing zijn.

4.2 Doelstelling

De doelstelling van het controle- en onderhoudsplan is om een overzicht te creëren van tijdstip en aard van de controle- , monitorings- en onderhoudsactiviteiten tot aan de start van de nazorg plaatsvinden. In bijlage 5 is in een schema weergegeven wanneer de betreffenbde activiteiten uitgevoerd dienen te worden. De activiteiten vanaf de start van het nazorg worden in het nazorgplan beschreven.

4.3 Eisen vergunning

De volgende eisen betrekking hebbend op controle-, monitoring en onderhoud komen voort uit de vigerende vergunningen.

Tabel 4.1 Eisen uit vigerende vergunningen

Voorschrift	Onderwerp	Activiteit in §
Wm		
6.4	reparatie bovenafdichting conform geldende Richtlijnen	4.4.3
6.4	reparatie overige voorzieningen conform geldende Richtlijnen	4.4.2; 4.4.4; 4.4.5; 4.4.6
6.5	monitoring grondwater conform monitoringsplan	3
6.6	Grondwaterbeheersing conform grondwaterbeheersplan	3
6.7	onderhoud voorzieningen: goede staat van onderhoud	4.4.2; 4.4.4; 4.4.5; 4.4.6
6.8	Grondwaterstand	3
6.9.1/6.9.2	Keuring	4.4.3
6.9.3	analyse percolaat	3; 4.4.2
6.11	zakking bovenafdichting	4.4.3
6.12.1/6.12.2	controle bovenafdichting	4.4.3
6.10/6.13.1	Rapportage	3.5
7.1 t/m 7.5	Stortgas	4.8
WVO		
3	beschikbaarheid voorzieningen voor meting	4.9
4	lozingseisen	4.9
5.3	bemonstering afvalwater	4.9
5.4	rapportage	4.9
9	calamiteitregeling	--

4.4 Technische voorzieningen

De volgende voorzieningen dienen gecontroleerd en/of onderhouden te worden:

1. onderafdichting;
2. percolaatopvang- en afvoersysteem;
3. bovenafdichting (inclusief regenwaterafvoersysteem);
4. grondwatercontrolesysteem;
5. grondwateronttrekkingssysteem;
6. stortgasonttrekking- en verwerkingssysteem.

4.4.1 Onderafdichting

Controle

Lekkage van de onderafdichting wordt indirect waargenomen middels monitoring van het grondwatercontrolesysteem (zie hoofdstuk 3) en de waterstanden in het stort (zie paragraaf 4.4.2).

Monitoring

Zie hoofdstuk 3 van voorliggend rapport.

Onderhoud

Onderhoud aan de onderafdichting is niet mogelijk.

4.4.2 Percolaatopvang- en afvoersysteem

Controle

Het functioneren van het percolaatopvangsysteem kan indirect worden waargenomen middels de percolaatwaterniveaus in de putten en aan de hand van het eventueel optreden van uittredend percolaat aan de taluds.

Tabel 4.2 Controle percolaatsysteem

Plaats	Aard	Methode	Frequentie
Percolaatdrains	toegankelijkheid	visueel bij doorspuiten	1x/jaar
Taluds	uittreding	visueel	1x/jaar
Inspectieput	waterniveau	visueel	1x/jaar
Doorvoerput	waterniveau	visueel	1x/jaar
Pompput	waterniveau	visueel	1x/jaar
Pompen	bedrijfsuren	Op afstand	wekelijks
Afsluiters	controle werking	draaien	1x/jaar
Meetput	waterniveau	visueel	1x/jaar
Flowmeter	controle werking	draaiuren	1x/mnd
Bemonsteringsapparaat	controle werking	visueel	1x/mnd
Persleiding	controle werking	visueel	1x/mnd-4x/jaar
gehele systeem	technische staat	onafhankelijk deskundige	1x per 2 jaar

Monitoring

De monitoring van het percolaat vindt plaats, zoals beschreven in hoofdstuk 3. Eenmaal per jaar wordt het percolaat bemonsterd op Pakket 3, daarnaast vindt debietregistratie plaats.

Onderhoud

Tabel 4.4 Onderhoud percolaatsysteem

Plaats	Methode	Frequentie
Percolaatdrains	doorspuiten/doorsteken	1x/jaar
Inspectieput	reinigen, verwijdering slib	1x/jaar
Doorvoerput	reinigen, verwijdering slib	1x/jaar
Pompput	reinigen, verwijdering slib	1x/jaar
Pompen	reinigen, evt. revisie	1x/jaar
Afsluiters	open en dichtdraaien	1x/jaar
Meetput	verwijdering slib	1x/jaar
Flowmeter	Ijking	1x/jaar
Bemonsteringsapparaat	Reinigen	1x/jaar
Debietmeter	Ijking	1x/jaar
Persleiding	n.v.t.[1]	

[1] *Onderhoud is in principe niet noodzakelijk, indien nodig wordt de leiding schoongemaakt*

4.4.3 Bovenafdichting

Controle

In de eerste tien tot vijftien jaar aanleg van de bovenafdichting kan lekkage van de bovenafdichting worden waargenomen door visuele waarneming van schade aan de vegetatie (verstikking door stortgas). Het overtollige regenwater wordt afgevoerd via de hemelwaterdrainage.

Tabel 4.5 Controle bovenafdichting

Plaats	Aard	Methode	Frequentie
Rasterpunt	Hoogtemeting	Waterpas	1xjaar
gehele oppervlak	Stabiliteit	Visueel	1x/jaar
Vegetatie	Vegetatieschade	Visueel	1x/jaar
Deklaag	Erosie	Visueel	1x/jaar
hemelwaterdrainage	Afvoer	Visueel	1x/jaar
hemelwater in drainageput	Kwaliteit	Ec-meting	1x/jaar
Ringsloot	Afvoer	Visueel	1x/jaar
Doorvoeringen	Vegetatieschade	Visueel,	1x/jaar
Ongedierte	Schade	Visueel	1x/jaar
Afdichting	technische staat	Analyse/visueel onafhankelijk deskundige	1x/jaar

Monitoring

Tabel 4.6 Monitoring bovenafdichting

Plaats	Aard	Methode	Frequentie
Bodem, enkele hemelwaterdrainageputten	gaslekkage	Methaangasmeting dmv veldapparatuur	1x/jaar

Onderhoud

Tabel 4.7 Onderhoud bovenafdichting

Plaats	Methode	Frequentie
vegetatie / struiken	Snoeien	1x/5 jaar
Gras	Maaien / bijzaaien	1 à 2x/jaar
Deklaag	Herstel	Incidenteel
hemelwaterdrainage	Doorspuiten	1x/10 jaar
Ringsloot	Maaien	1x/jaar
Ringsloot	op diepte brengen	1x/5 jaar
Doorvoering	Herstel	Incidenteel
distel bestrijding	maaien/bestrijding	Incidenteel
Ongedierte	Bestrijding	Incidenteel

Naast bovenstaande onderhoud aan de bovenafdichting is ook terreinonderhoud noodzakelijk. Dit wordt in onderling overleg uitgevoerd tussen de Regio Achterhoek en de gebruikers van de locatie.

4.5 Grondwatercontrolesysteem

Controle

Het grondwatercontrolesysteem wordt bij de reguliere bemonstering gecontroleerd.

Tabel 4.7 Controle grondwatercontrolesysteem

Plaats	Aard	Methode	Frequentie
Controledrains	toegankelijkheid	Visueel	1x/jaar
Peilbuis	toegankelijkheid, technische staat	Visueel	1x/jaar
Peilbuis	technische staat	Visueel onafhankelijk deskundige	1x/2 jaar

Monitoring

De monitoring van het grondwater is uitgewerkt in hoofdstuk 3.

Onderhoud

Tabel 4.8 Onderhoud grondwatercontrolesysteem

Plaats	Methode	Frequentie
Controledrains	Doorspuiten/doorsteken	1x/10 jaar
Peilbuis	herstel schade	Incidenteel
Gesegmenteerde drain	Doorspuiten/doorsteken	1x/10 jaar

4.6 Grondwateronttrekkingssysteem

Het grondwateronttrekkingsysteem bestaat uit de beide hydrologische schermen.

Controle

Tabel 4.9 Controle grondwateronttrekkingssysteem

Plaats	Aard	Methode	Frequentie[1]
Pompputten	Waterniveau	Visueel	1x/jaar
Pompen	Bedrijfsuren	Visueel	Wekelijks
Afsluiters	controle werking	Draaien	2x/jaar
Persleiding	controle werking	Visueel	1x/jaar

1 Eind 2013 wordt de beheersing beëindigd

Monitoring

Het grondwater uit de beheersdrains dient in het kader van de Wvo gemonitoord te worden. Zie paragraaf 4.9 voor de frequentie en het analysepakket.

Onderhoud

Tabel 4.10 Onderhoud grondwateronttrekkingssysteem

Plaats	Methode	Frequentie
Pompput	reinigen, verwijdering slib	1x/jaar
Pompen	reinigen, evt. revisie	1x/jaar
Beheersdrain	doorspuiten	1x/10 jaar
Afsluiters	open en dichtdraaien	1x/jaar
Persleiding	n.v.t[2]	

4.7 Stortgasonttrekking- en verwerkingssysteem

De aanwezige fakkel en WKK worden onderhouden, gecontroleerd en geëxploiteerd door een derde (Stortstroom B.V.). Resultaten worden jaarlijks aan de Regio Achterhoek geëxploiteerd.

4.8 Lozingseisen afvalwater

De afvalwaterstromen moeten worden afgevoerd via een goed functionerende voorziening, waarbij continue debietmeting en steekbemonstering altijd mogelijk is.

Via het vuilwaterriool van de gemeente Zelhem en de persleiding van het Waterschap Rijn en IJssel is lozing van de volgende afvalstoffen toegestaan:

- huishoudelijk afvalwater → niet meer van toepassing;
- percolatiewater, inclusief perswater en condenswater van het gasonttrekkingssysteem;
- hemelwater van het verhard terrein en gronddepot; → niet meer van toepassing;
- grondwater van de beheersdrain fase 1;
- grondwater van de beheersdrain fase 2.

In tabellen 4.PM en 4.PM zijn de maximaal toegestane waarden in het te lozen afvalwater volgens voorschrift 4 van de WVO-vergunning vermeld.

Tabel 4.1 Lozingseisen ten aanzien van huishoudelijk, percolatiewater en hemelwater

parameters	maximaal toegestaan
debiet	5 m^3/h
chloride	4000 mg/l
som zware metalen Cu,Cr,Ni,Pb,Zn	3,0 mg/l
minerale olie	10 mg/l
som vluchtige aromatische en vluchtige gechloreerde KWS	0,20 mg/l
som polycyclische aromatische KWS (PAK)	0,05 mg/l
arseen	0,05 mg/l
kwik	0,01 mg/l
cadmium	0,05 mg/l

Tabel 4.2 Lozingseisen ten aanzien van grondwater van de beheersdrain fase 1 en 2

parameters	maximaal toegestaan
debiet	30 m^3/h
chloride	300 mg/l
som zware metalen*	0,3 mg/l
som vluchtige aromatische en vluchtige gechloreerde KWS	0,05 mg/l

**som zware metalen is de som van het gehalte aan chroom, koper, lood, nikkel en zink*

De totaal te lozen stikstofvracht op het riool mag niet meer dan 100 kg/etmaal bedragen. In voorschrift 5 is de berekening ter bepaling van de stikstof vracht opgenomen.

Frequentie bemonstering en analyses

Het te lozen bedrijfsafvalwater dient elk kwartaal op de bovenstaande parameters (= 4 keer/ jaar) te worden bemonsterd en geanalyseerd. De analyses dienen uitgevoerd te worden volgens 'Methode voor analyse van Afvalwater' (NNI). Daarnaast wordt in het kader van de Heffingsverordening elk jaar opnieuw voor de debieten, het percolaat en het hydrologisch scherm een bemonsteringsschema opgesteld.

Literatuurlijst

[Grontmij, 1996]
Nader onderzoek stortplaats De Langenberg te Zelhem, onderzoek naar de verontreinigingssituatie de hoogte ligging van het afval, Grontmij, d.d. 12 januari 1996.

[Grontmij, 1998a]
Monitoringsplan, Stortplaats De Langenberg te Zelhem, Grontmij d.d. 21 oktober 1998.

[Grontmij, 1998b]
Grondwaterbeheersplan, Stortplaats De Langenberg te Zelhem, Grontmij d.d. 16 oktober 1998.

[Grontmij, 2007]
Nazorgplan stortplaats “De Langenberg”, versie 2006, versie eindconcept, d.d.26 april 2007
Brief: Reactie op opmerkingen concept nazorgplan, d.d. 8 november 2007, referentienummer 244438/CE/08-11-07, kenmerk 244438.

[Grontmij, 2009]
Herberekening grondwatermodel stort de Langenberg te Zelhem (Grontmij, pn 257756, d.d. 29 september 2009).

Grontmij, 2010]
Addendum bij rapport herberekening grondwatermodel stortplaats de Langenberg te Zelhem (Grontmij, d.d. 2 juni 2010).

[Tauw, 2005].
Monitoring grondwater 2004 stortplaats De Langenberg te Zelhem.

[Tauw, 2010]
Monitoring grondwater 2009 stortplaats De Langenberg te Zelhem, d.d. 26 april 2010, Kenmerk R001-4659701IAG-beb-V02-NL.

Bijlage 1

Ligging locatie

Bijlage 2

Indeling van de locatie

Bijlage 3

Monitoringsnetwerk vanaf 2011

Bijlage 4

Brief provincie d.d. 19 juli 2010