



loc AA048400007
rap AA048400521

Coupépolder

/ *CONCEPT*

Globiscode: ZH 048400007

Aanvullend onderzoek naar emissie van anorganische stoffen

dossier V0334-83-001
datum 20 april 2004
registratienummer MD-MO20040226
versie 1 fase 2

© DHV Milieu en Infrastructuur BV

Niets uit dit bestek/drukwerk mag worden veelevoudigd en/of openbaar gemaakt d.m.v. drukwerk, fotokopie, microfilm of op welke andere wijze ook, zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van DHV Milieu en Infrastructuur BV, noch mag het zonder een dergelijke toestemming worden gebruikt voor enig ander werk dan waarvoor het is vervaardigd.

Het kwaliteitssysteem van DHV Milieu en Infrastructuur BV is gecertificeerd volgens NEN ISO 9001.



INHOUD	BLAD
1 INLEIDING	6
2 LITERATUURONDERZOEK (FASE 1)	7
2.1 Werkzaamheden	7
2.1.1 Aanpak literatuuronderzoek	7
2.1.2 Resultaten literatuuronderzoek	8
2.1.3 Anorganische stoffen	8
2.2 Selectie relevante stoffen	9
2.2.1 Raad van State en Stab-advies	9
2.2.2 DHV literatuuronderzoek	9
2.2.3 CPR 15-1	10
2.2.4 Justitieel onderzoek	10
2.2.5 Overige met elkaar reagerende stoffen	10
2.3 Toelichting op de stoffenlijsten	11
2.3.1 Raad van State en Stab-advies	11
2.3.2 DHV literatuuronderzoek	11
2.3.3 CPR 15-1	11
2.3.4 Justitieel onderzoek	12
2.3.5 Overige met elkaar reagerende stoffen	12
3 EIGENSCHAPPEN EN REACTIES ANORGANISCHE STOFFEN (FASE 1)	13
3.1 Aanpak	13
3.2 Beschrijving eigenschappen (afval)stoffen en mogelijke gevolgen	13
3.3 Beschrijving mogelijk vrijkomende stoffen, effecten en gedrag	14
3.4 Gradaties in relevantie voor kwantitatieve beoordeling	15
3.5 Voorbereiding fase 2	15
3.6 Advies voor fase 2	16
4 UITGANGSPUNTEN VOOR KWANTITATIEVE RISICOSCHATTING (FASE 2)	18
4.1 Werkzaamheden	18
4.2 Aantal vaten in het stortlichaam	18
4.3 Bezwijken verpakking	19
4.4 Mengen van inhoud van twee verpakkingen	19
4.4.1 Reactie uitgangsstof met 5 andere uitgangsstoffen	20
4.4.2 Reactie specifieke stof met 1 andere specifieke stof	21
5 EMISSIE UIT HET STORTLICHAAM (FASE 2)	22
5.1 Direct relevante stoffen	22
5.2 Berekenen gasconcentratie en overdruk van vrijkomend gas in stortlichaam	22
5.2.1 Gasconcentratie en overdruk in standaard situatie intacte klei afdeklaag	23
5.2.2 Gasconcentratie en overdruk in bijzondere situatie tijdelijke scheuren in klei afdeklaag	23
5.3 Grootte van bronoppervlak bovenzijde stortplaats waaruit emissie plaatsvindt	24
5.4 Modelberekening emissie van dampen en gassen uit het stortlichaam	25
5.4.1 Rekenformules emissies uit stortplaatsen (algemeen)	25

5.4.2	Gehanteerd rekenmodel emissie (aangepast Volasoil)	25
5.4.3	Resultaten berekeningen emissies via Volasoil	26
6	KWANTITATIEVE RISICOBEOORDELING (FASE 2)	28
6.1	Werkwijze	28
6.2	Definiëren toetsingskader	28
6.3	Verspreidingsgedrag van gas of damp, berekenen van immissieconcentraties	30
6.3.1	SAVE-model	30
6.3.2	Doosmodel	31
6.4	Kwantificeren kans aanwezigheid personen op de voormalige stortplaats	31
6.5	Toetsen van de resultaten van de risicoberekeningen aan het toetsingskader	32
6.5.1	Standaardsituatie alle zes stoffen en toetsing AEGL-3	32
6.5.2	Bijzondere situatie Broomdamp en toetsing AEGL-3	33
6.5.3	Bijzondere situatie Waterstofcyanide en toetsing AEGL-3	33
6.5.4	Bijzondere situatie Chloor, Stikstofdioxide, Fosfine, Waterstofsulfide en toetsing AEGL-3	33
6.5.5	Toetsing bijzondere situatie Chloor, Stikstofdioxide, Fosfine, Waterstofsulfide op basis van toekomstige norm plaatsgebonden risico	34
6.5.6	Toetsing omwonenden en AEGL-3 contour en plaatsgebonden risico	34
6.5.7	Eindconclusie	35
6.6	Globale gevoeligheidsanalyse	35
6.6.1	Aantal vol gevulde vaten met uitgangsstoffen	35
6.6.2	Wijze van verdeling van verpakkingen met stoffen over stortplaats	35
6.6.3	Periode reactiviteit vrijgekomen inhoud verpakking	35
6.6.4	Kans dat vloeibare inhoud van verpakking andere verpakking snel aan te tasten	36
6.6.5	Beschadigen meerdere verpakkingen door gemeenschappelijke oorzaak	36
6.6.6	Oppervlak bij uitstroming	36
6.6.7	Reacties dampen en gassen met organisch materiaal	36
6.6.8	AEGL-3 waarden en kans op overlijden	36
6.7	Kwalitatieve bespreking van stoffen/gevolgen mogelijk relevant voor risicobeoordeling	36
6.7.1	Waterstofgas bij reacties	37
6.7.2	Heftige reactie met kans op brand en explosie (zonder luchtzuurstof)	37
6.7.3	Heftige reactie met warmteontwikkeling	37
6.7.4	Aantasting andersoortige verpakking bij reacties	37
6.7.5	Titaanchloridedamp	38
6.7.6	Zoutzuurniveaus bij reacties	38
6.7.7	Dizwavedichloride	38
6.7.8	Bis(chloromethyl)ether (=BCME)-damp bij reactie	38
6.7.9	Monochloraminedamp bij reactie	39
6.8	Conclusies van de risicoberekeningen van fase 2	40
6.9	Aanbevelingen na fase 2	41
7	COLOFON	42

BIJLAGEN

- 1 Literatuurlijst
- 2 Tabel B2.1 t/m B2.5, stoffen en reactieproducten
- 3 Tabel B3.1 en B3.2, stoffen en effecten
- 4 Berekeningswijze gasconcentratie en overdruk
- 5 Volasoil
- 6 Resultaten DOOS-model en SAVE
- 7 Matrixprint Justitieel onderzoek 1989
- 8 Output files van SAVE-berekeningen
- 9 Overzichtstekening Coupépolder

1 INLEIDING

In opdracht van de Provincie Zuid-Holland voert DHV Milieu & Infrastructuur een aanvullend onderzoek uit naar de kans en de mogelijk gevolgen voor omwonenden en gebruikers van het vrijkomen van anorganische stoffen op het terrein van de voormalige stortplaats Coupépolder te Alphen aan den Rijn. Dit onderzoek is een direct gevolg van de uitspraak van de Raad van State van 24 december 2002.

In het onderzoeksvoorstel van 7 april 2003 is een aanpak in vijf fasen voorgesteld.

De vijf fasen zijn als volgt omschreven:

- fase 1, inventarisatie van gegevens en relevante stoffen uit snel toegankelijke literatuurbronnen;
- fase 2, het verrichten van modelberekeningen en kwantitatieve risicobeoordeling inzake mogelijke incidenten met relevante anorganische stoffen;
- fase 3, het opstellen van het luchtmeetplan ter nadere bepaling van het uittreden van gassen en dampen en van de dampremmendheid van de deklaag;
- fase 4, het uitvoeren van de in fase 3 vastgestelde luchtmetingen;
- fase 5, het rapporteren van de metingen en de uitkomsten van de modelberekeningen en vergelijking van de gevonden waarden.

In het onderzoeksvoorstel is aangegeven dat de bevindingen van fase 1 van het onderzoek, het literatuuronderzoek, bepalend is voor de selectie van stoffen. Hierbij wordt rekening te houden met de overwegingen en uitspraak van de Raad van State. Per fase vindt rapportage plaats.

In hoofdstuk 2 is het literatuuronderzoek naar de relevante stoffen weergegeven. In hoofdstuk 3 wordt verder op de beschrijving van de anorganische stoffen ingegaan. Deze hoofdstukken beslaan fase 1 van dit project.

Vervolgens worden in hoofdstuk 4 de uitgangspunten voor de kwantitatieve risico schatting uiteengezet. In hoofdstuk 5 wordt op basis van de uitgangspunten de mogelijke emissie van de geselecteerde stoffen uit hoofdstuk 3 berekend. Deze berekende fluxen zijn gebruikt voor de kwantitatieve risicoschattingen die in hoofdstuk 6 beschreven zijn. De hoofdstukken 4 t/m 6 hebben betrekking op fase 2.

Fase 3 t/m 5 zullen opgenomen worden zodra deze verricht zijn.

2 LITERATUURONDERZOEK (FASE 1)

2.1 Werkzaamheden

Het literatuuronderzoek richt zich in detail op de volgende onderdelen:

- inventarisatie van snel toegankelijke gegevens omtrent ervaringen bij andere stortplaatsen met incidenten;
- selecteren van relevante anorganische stoffen en van reacties waarbij anorganische stoffen zijn betrokken;
- beschrijven van de eigenschappen van de (afval)stoffen, de vorm, de waarschijnlijk wijze van verpakking;
- nagaan van destijds gebruikelijke grootte van verpakkingen;
- globaal nagaan of desbetreffende stof (destijds) regelmatig in gebruik was.

De bevindingen zijn hieronder en in hoofdstuk 3 weergegeven. De literatuurverwijzing bevat de hoofdauteur en het jaartal van de publicatie. In bijlage 1 is de volledige literatuurlijst opgenomen.

2.1.1 Aanpak literatuuronderzoek

Er is allereerst een inventarisatie gedaan van gegevens omtrent ervaringen bij andere stortplaatsen met incidenten (door anorganische stoffen). Daarbij is er tevens op gelet of concrete anorganische stoffen, c.q. specifieke reacties, naar voren komen. Omdat het volgens het voorstel gaat om snel toegankelijke gegevens is grotendeels gebruik gemaakt van informatie op het Internet. De literatuurlijst is opgenomen als bijlage 1.

Er is eerst een oriënterende zoektocht met de Nederlandse trefwoorden 'stortplaats' plus 'incident' en met 'stortplaats' plus 'chemische' plus 'reactie' en met 'stortplaats' plus 'giftige' plus 'lucht' op de (vernieuwde) zoekmachine van Ilse (www.ilse.nl) gedaan. De in werking zijnde stortplaats Derde Merwedehaven in Dordrecht komt naar voren. Maar de geuremissies eind 90-er jaren hadden te maken met regulier stortgas en een defecte stortgas-onttrekkingsinstallatie.

Deze zoekactie leverde geen bruikbare informatie c.q. anorganische stoffen op.

Er is vervolgens intensief gezocht naar informatie met diverse Engelse trefwoorden op vooral de internationale zoekmachine van Google (www.google.nl) en daarnaast ook op de internationale zoekmachine van Yahoo (www.yahoo.com). De belangrijkste trefwoorden (in combinatie) waren 'incident' en 'waste' en/of 'disposal' en/of 'landfill' en/of 'hazardous' en/of 'chemical' en/of 'reaction'. Er heeft specificering plaatsgevonden met de woorden 'inorganic' en/of 'health' en/of 'air' en/of 'toxic' en/of 'incompatible' en/of 'hydrocyanic acid'. In veel combinaties zijn er weliswaar grote aantallen treffers doordat de ingevoerde woorden allemaal in het document voorkomen. Maar er blijkt nauwelijks sprake van directe samenhang tussen de woorden, c.q. een concreet verband met incidenten bij een (voormalige) stortplaats. Herhaaldelijk komt men uit op berichten inzake (gewone) branden op in werking zijnde stortplaatsen. Wel wordt een belangrijk Amerikaans document (Randolph, 1999) gevonden.

2.1.2 Resultaten literatuuronderzoek

Het gaat om het 'Report on Emergency Incidents at Hazardous Waste Combustion Facilities and Other Treatment, Storage and Disposal Facilities (TSDFs)' van het federale Amerikaanse milieubureau EPA van June 1999 (EPA530-R-99-014). Dat rapport geeft een compilatie van informatie van gerapporteerde incidenten bij verbrandingsinrichtingen voor gevaarlijk afval en andere afvalverwerkinginrichtingen die onder een bepaalde Amerikaanse wet (RCRA = Resource Conservation and Recovery Act) vallen. Het is beperkt tot incidenten zoals vuren, explosies, uitstromen van gevaarlijk afval of ongeoorloofde lozingen van gevaarlijk afval. Het rapport bestrijkt de periode van December 1977 tot en met augustus 1995, waaraan nog enkele incidenten uit 1997 en 1998 zijn toegevoegd. Het aantal verbrandingsinstallaties met gerapporteerde incidenten bedroeg 24 en andere behandelings-, opslag en stortinrichtingen met gerapporteerde incidenten bedroeg 26.

Het algemene beeld dat uit dit rapport volgt is als volgt. Relatief de meeste beschreven incidenten gebeurden bij verzamelplaatsen en verwerkingsplaatsen voor gevaarlijk afval waaronder shredderinstallaties voor drums (totaal 66 incidenten). Een wat lager aantal incidenten is gerapporteerd in, of in relatie met, verbrandingsinstallaties (totaal 38 incidenten) en enige incidenten zijn gerapporteerd bij voormalige stortplaatsen zelf (totaal 4 incidenten). Op de laatste gaan wij verder in.

Bij de GSX Laidlaw Landfill te Pinewood in de staat South Carolina is in 1991 de berm van de stortplaats bij constructiewerkzaamheden ingestort. Daarbij waren geen gevaarlijke stoffen betrokken.

Bij de stortplaats van Chemical waste management Inc. te Emelle in de staat Alabama is door een medewerker op 9 januari 1993 een reactie in de stortplaats waargenomen die leek op een 'Romeinse kaars' (soort vuurwerk uit koper) in de natuur. De medewerker nam ook een vuurbal waar die enkele voet boven de actieve sleuf uitkwam en werd gevolgd door een 'puf' rook en een andere vuurbal.

Bij de USPCI 'Grassy Mountain' stortplaats te Tooele County in de staat Utah is op 16 september 1988 uit een truck ca. 50 gallon onbekend vloeibaar gevaarlijk afval gemorst in de stortplaats, waar alleen vast afval was toegestaan. De staat besloot dat geen sanering nodig was en uit monitoren bleek dat de weerstandbiedende lagen (voeringen) van de stortplaats niet beschadigd waren en dat er geen sprake was van grondwaterverontreiniging.

Bij de stortplaats van CWMNW te Arlington in de staat Oregon is op 5 mei 1994 een brand ontdekt in een gedeelte van de inrichting. Het vuur is beheerst en gedoofd. Uit registraties van stortingen bleek dat houtafval was geplaatst in de relatieve nabijheid van gestabiliseerde hittegenererende afvalstromen die volgens CWMNW normaal gescheiden werden gehouden.

2.1.3 Anorganische stoffen

Er zijn uit het Amerikaanse rapport enige concrete anorganische stoffen, c.q. specifieke reacties, naar voren gekomen, overigens niet bij de incidenten bij stortplaatsen.

Dat gaat om het volgende:

- reactie van aluminiumafval met cementovenstof;
- reactie van waterstofperoxide met maiskolven;
- reactie van chloor en broom in een opengelaten getransporteerde container met lucht leiden tot verbranding van de container waarbij verontreiniging vrijkwam;

-elementair fosfor is oververhit geraakt en gespat op brandbare verpakkingsmateriaal leidend tot vuur;
 -reactie afvalslib die zwavelzuur bevatte met petroleumslib die resulteerde in explosie en brand;
 -reactie bij het lossen van een tanker die chroom in water bevatte naar een tank met een vloeistof die een mengsel van zuren bevatte, leidend tot het vrijkomen van lachgas (N₂O) in de lucht.

Deze betrokken stoffen of specifieke reacties zijn, voor zover al niet in ander verband naar voren gekomen (zie onder), door ons aanvullend meegenomen bij de selectie van relevante stoffen.

In het boek (Devinny, 1990) wordt kort ingegaan op 'waste interactions'. Daar wordt melding gemaakt van serieuze problemen die ontstaan wanneer zure afvalstoffen in contact komen met afvalstoffen van metaalbedrijven die cyanide-ionen bevatten met als reactieproduct waterstofcyanide.

Zuren en basen worden volgens deze bron in bepaalde mate geneutraliseerd door natuurlijke bodem en (huishoudelijk) afval. *Dat laatste ondersteunt de gedachte dat, indien een zuur of een base weglekt, de mogelijke risico's van bijvoorbeeld aantasting van verpakking van andere stoffen en/of van reacties met andere stoffen, afnemen met de afstand tot de lekkende verpakking.*

2.2 Selectie relevante stoffen

In een volgende stap van deze fase zijn relevante anorganische stoffen geselecteerd die als zodanig of bij combinaties risico's kunnen opleveren. Uit diverse bronnen zijn stoffen en combinaties van stoffen geselecteerd. Hieronder wordt in het kort op de stoffen ingegaan. Daarna volgt per bron een alinea tekst met toelichting.

2.2.1 Raad van State en Stab-advies

De volgende stoffen en combinaties zijn naar voren gekomen:

- zoutzuur
- fluorwaterstof
- perchloorzuur
- zwavelzuur
- salpeterzuur
- fosforpentoxide
- titaantetrachloride
- cyanide in alkalische oplossing
- broom en kaliumbichromaat
- zuren in contact met cyaniden

2.2.2 DHV literatuuronderzoek

De volgende stoffen en combinaties zijn naar voren gekomen:

- aluminiumpoeder, elementair fosfor
- al genoemd in Stab-advies: broom

- al genoemd in CPR 15-1: waterstofperoxide (via oxiderende stoffen), zwavelzuur
- niet meegenomen: chloorgas, vorming lachgas

2.2.3 CPR 15-1

De volgende stoffen en combinaties zijn naar voren gekomen:

CPR 15-1 (met elkaar reagerende gevaarlijke stoffen):

- zuren en logen, zuren en (hypo)chlorietoplossingen, salpeterzuur bij mierenzuur, azijnzuur of formaldehydeoplossingen
- al genoemd in Stab-advies: zuren en cyaniden
- al genoemd in justitieel onderzoek 1989 (lijst matrixprint): ammoniumsulfide en zuren

CPR 15-1 (gescheiden opslag hoofdcategorieën van stoffen):

- oxiderende stoffen en ontvlambare vloeistoffen
- oxiderende stoffen en ontvlambare vaste stoffen
- oxiderende stoffen en (zeer) vergiftige stoffen
- oxiderende stoffen en corrosieve/bijtende stoffen
- ontvlambare vloeistoffen en (zeer) vergiftige stoffen
- ontvlambare vloeistoffen en corrosieve/bijtende stoffen
- ontvlambare vaste stoffen en corrosieve/bijtende stoffen
- (zeer) vergiftige stoffen en corrosieve/bijtende stoffen

2.2.4 Justitieel onderzoek

De volgende stoffen en combinaties zijn uit het Justitieel onderzoek uit 1989 (lijst matrixprint; opgenomen als bijlage 7) naar voren gekomen:

- dizwavedichloride
- al genoemd bij eigen literatuuronderzoek: aluminiumpoeder
- ammoniumsulfide houdende vloeistof

2.2.5 Overige met elkaar reagerende stoffen

Naast de informatie uit de verschillende bronnen kunnen de volgende stoffen en combinaties voorkomen:

- zoutzuur en formaldehyde (waterige oplossing)
- al genoemd bij CPR 15-1 (met elkaar reagerende gevaarlijke stoffen): bleekwater en zuren
- bleekwater en ammonia
- bleekwater en vele metalen

2.3 Toelichting op de stoffenlijsten

Per bron wordt hieronder in de volgende paragrafen een toelichting op de geselecteerde stoffen gegeven.

2.3.1 Raad van State en Stab-advies

In het Stab-advies wordt gewezen op het justitieel onderzoek van 1989. In het ambtsbericht van Stab zijn de (anorganische) bijtende stoffen en zuren gememoreerd. Daarbij wordt opgemerkt dat van belang is de reactie van zuren in contact met cyanide, die leidt tot vorming van blauwzuurgas. De anorganisch chemische afvalstoffen zouden, naast organisch-chemische afvalstoffen, zijn bijgestort in deze voormalige huisvuilstortplaats. Er wordt in het Stab-advies en in de uitspraak van de Raad van State vermeld dat de stoffen zoutzuur, ammoniumsulfide, blauwzuur en broom en meer anorganische stoffen uit de stort kunnen emitteren. Daarbij wordt opgemerkt dat bovengenoemde stoffen, anders dan organische stoffen, nogal snel en soms heftig reageren. Bij de selectie is daarom in het bijzonder rekening gehouden met reacties waarin anorganische stoffen zijn betrokken.

2.3.2 DHV literatuuronderzoek

Het eigen literatuuronderzoek is allereerst bedoeld voor inventarisatie van gegevens omtrent ervaringen bij andere stortplaatsen met incidenten (door anorganische stoffen). Daarbij is er echter tevens gelet op concrete anorganische stoffen, c.q. specifieke reacties. De uitkomsten daarvan zijn hiervoor al weergegeven. De selectie daaruit wordt als volgt gemotiveerd.

- Aluminium(poeder) is op zich zelf niet gevaarlijk is, maar kan bij reacties wel een belangrijke rol spelen. Het is bij onderzoek van de Coupépolder, eind 80-er jaren van de vorige eeuw, ook gevonden. Het is niet genoemd in het Stab-advies en in de uitspraak van de Raad van State.
- Voorts is elementair Fosfor (elementair) door ons meegenomen, hoewel er geen concrete aanwijzingen zijn dat dit is bijgestort. Dat hangt samen met de reactiviteit.
- In de Verenigde Staten is bij afvalverwerking ook een mengsel van chloor en broom naar voren gekomen. Gelet op de algemeen bekende eigenschappen wordt er niet van uitgegaan dat destijds in de Coupépolder chloorgas (normaal opslag in drukcilinders) is gestort.
- Broom is reeds naar voren gekomen in de uitspraak van de Raad van State en is hierdoor al geselecteerd.
- De vorming van lachgas uit een mengsel zuren is, vanwege de relatief geringe toxiciteit van het gas, niet geselecteerd.

2.3.3 CPR 15-1

In de internationale literatuur zijn diverse lijsten van onverenigbare chemische stoffen samengesteld, die toegepast worden bij gebruik en opslag, ook als afval. In de CPR 15-1 (richtlijn inzake opslag van gevaarlijke stoffen in emballage) is ook een paragraaf en een tabel opgenomen met stoffen of hoofdcategorieën van stoffen waarvan combinaties onverenigbaar zijn. Omdat opslag van stoffen in emballage in dit opzicht duidelijke raakvlakken heeft met

aanwezigheid van verpakkingen met stoffen hebben wij deze CPR mede gebruikt om te kijken welke risico's kunnen voortvloeien uit de aanwezigheid van meerdere stoffen in de nabijheid van elkaar.

2.3.4 Justitieel onderzoek

In het kader van de procedure bij de Raad van State is de matrixprint met ca. 60 stoffen en stofgroepen uit een justitieel onderzoek in 1989 van uit de voormalige stortplaats Coupépolder opgegraven afvalstoffen naar voren gekomen. Deze lijst is mede betrokken bij het opstellen van het Stab-advies. De lijst is door ons zelf ook doorgenomen op anorganische stoffen die als zodanig of door reacties mogelijke gevolgen kunnen hebben. De matrixprint is als bijlage 7 opgenomen.

De volgende stoffen zijn geselecteerd:

- dizwavedichloride is als zodanig niet aangetroffen, maar er zijn wel enkele lege flesjes met een etiket met die vermelding gevonden. Vanwege de reactiviteit met water en lucht is de stof geselecteerd.
- aluminiumpoeder is op de lijst genoemd en is reeds in ons eigen literatuuronderzoek naar voren gekomen.
- ammoniumsulfide is ook vermeld op de lijst. Deze stof kan, na reactie met zuren, naast warmteontwikkeling zeer giftig waterstofsulfidegas opleveren en is daarom geselecteerd.

2.3.5 Overige met elkaar reagerende stoffen

Bij het eigen literatuuronderzoek zijn, los van incidenten bij stortplaatsen, nog enkele andere specifieke reacties van stoffen naar voren gekomen die hiervoor nog niet zijn genoemd. Omdat het gaat om stoffen die (destijds) regelmatig in gebruik zijn, zijn deze overige stoffen ter algemene aanvulling geselecteerd. Deze stoffen zijn ook opgenomen in bijlage 2.

3 EIGENSCHAPPEN EN REACTIES ANORGANISCHE STOFFEN (FASE 1)

3.1 Aanpak

In dit hoofdstuk wordt eerst een beschrijving gegeven van de eigenschappen van de (afval)stoffen, van de vorm, de waarschijnlijke wijze en de grootte van de verpakking. Daarbij wordt ook ingegaan op de mogelijke gevolgen van de aanwezigheid van zo'n stof of van reactie tussen stoffen.

Vervolgens worden de mogelijk vrijkomende stoffen beschreven, met inbegrip van effecten op de mens en gedrag in het milieu. Door het aangeven van een gradatie in risico in stoffen wordt een stoffenlijst verkregen die als basis dient voor de kwantitatieve risico berekening. Hierbij wordt ook de hoeveelheid aangegeven die vrij zou kunnen komen.

3.2 Beschrijving eigenschappen (afval)stoffen en mogelijke gevolgen

Nu anorganische stoffen en reacties tussen (anorganische) stoffen zijn geselecteerd, zijn een aantal aspecten van belang. Het gaat dan om de mogelijke afvalstof, waarin de stof aanwezig kan zijn, de concentratie daarin en de denkbare grootte en aard van de verpakking. Ook is van belang in hoeverre de stof destijds in gebruik was. Bij reacties tussen twee stoffen geldt één en ander ook voor de tweede stof. Tevens is het van belang te vermelden wat het mogelijke (schadelijke) gevolg is van een stof als zodanig, of van de reactie tussen stoffen en/of van het reactieproduct.

Als voorbeeld noemen wij zoutzuur, dat onder meer als 36% waterige oplossing in de handel is in kunststof vaten (tot 200 l). Het vormt corrosieve zuurnevels in de lucht. Bij reactie met cyaniden in alkalische oplossing is er warmteontwikkeling en wordt het zeer giftige waterstofcyanidegas gevormd.

De aard van het denkbare verpakkingsmateriaal en de denkbare grootte daarvan zijn van belang met het oog op kwantitatieve risicobeoordeling.

In verband de meerdere mogelijkheden en de vele informatie is tabel B2.1 t/m B2.5 gemaakt en als bijlage 2 opgenomen.

In de tabel zijn in de eerste (linker) kolom anorganische stoffen weergegeven met nummering. Er is weer gestart met de anorganische stoffen die zijn genoemd in het Stab-advies (17 december 2001) en de uitspraak van de Raad van State van 24 december 2002. Daaronder in de linker kolom volgen enkele stoffen uit het hiervoor beschreven eigen literatuuronderzoek van incidenten bij stortplaatsen. Dan volgen, ter algemene aanvulling, stoffen of hoofdcategorieën van stoffen waarvan combinaties onverenigbaar zijn volgens de CPR 15-1 (richtlijn inzake opslag van gevaarlijke stoffen in emballage). Vervolgens, ter aanvulling, nog enige stoffen genoemd in een lijst (matrixprint) van het onderzoek van afval, dat in de Coupépolder gestort zou zijn, opgesteld door Justitie in 1989. Tot slot volgen ter algemene aanvulling nog enige overige met elkaar reagerende stoffen. In de kolom is bij vermeld als de stof naar inschatting destijds regelmatig in gebruik was.

In de tweede kolom is in elke rij de concentratie van de stof (in water), of de mogelijke afvalstof aangegeven en/of de denkbare grootte van de verpakking.

Wat betreft dit laatste is aangesloten bij de grootte van thans gangbare verpakkingen. Sinds het begin van de 60-er jaren van de vorige eeuw deden moderne (o.a. kunststof) verpakkingen van chemicaliën hun intrede. Er is op deze voormalige stortplaats, afval gestort in de periode 1959-1985.

In de derde kolom zijn eventuele andere stoffen genoemd die bij combinatie een reactie kunnen aangaan met de in de linker kolom genoemde stof. Deze mogelijke reacties hebben bij het nummer van de stof in de linker kolom een volletter, dus 1a, 1b enzovoort. Als de stof als zodanig bij het vrijkomen ook relevant is, dan is daar in de rij met volgnummer zonder subletter, bijvoorbeeld 1, aandacht aan besteed. Doorgaans komen de stoffen in de derde kolom ook voor in de eerste kolom. Maar er zijn enige malen ook andere stoffen opgenomen, zoals organische stoffen die een reactie kunnen aangaan die leidt tot een anorganische stof of tot een ander gevolg. De vierde kolom geeft, analoog aan de tweede kolom, ten opzichte van de stoffen in de derde kolom de mogelijke afvalstof en/of mogelijke verpakking aan.

In de vijfde kolom van tabel B2.1 t/m B2.5 staat het mogelijke gevolg van het reactieproduct bij de combinatie van stoffen in algemene zin. Het kan gaan om een gevolg als het vrijkomen van een enkele stof, of om aantasting van een verpakking van een andere stof en/of een reactieproduct, en om reactiewarmte bij een combinatie van stoffen.

3.3 Beschrijving mogelijk vrijkomende stoffen, effecten en gedrag

Nu de relevante stoffen en reacties tussen stoffen zijn geselecteerd, is het van belang om na te gaan welke stoffen vrij zouden kunnen komen uit het stortlichaam of welke andere gevolgen kunnen optreden door combinatie van stoffen. Welke verschijningsvorm de vrijkomende stof heeft, wat de effecten op de mens zijn, wat het milieugedrag van de stof is en om welke hoeveelheid zou kunnen gaan. Deze informatie maakt het mogelijk om een gradatie aan te brengen in de relevantie van een stof, of reactie tussen stoffen om te voorkomen dat in fase 2 onnodig inspanning wordt gericht op minder relevante vrijkomende stoffen of andere gevolgen van combinaties van stoffen.

Op basis daarvan kan dan worden geadviseerd ten aanzien van welke stoffen (als zodanig, bijvoorbeeld broomdamp, of als reactieproduct, bijvoorbeeld waterstofcyanidedamp) en eventuele andere gevolgen van combinaties van stoffen (bijvoorbeeld heftige reactie met warmteontwikkeling) in fase 2 van het onderzoek worden meegenomen. In stap 2 gaat het om modelberekeningen en kwantitatieve risicobeoordeling inzake mogelijke incidenten met relevante anorganische stoffen.

3.4 Gradaties in relevantie voor kwantitatieve beoordeling

Wij brengen de volgende gradaties aan in de relevantie voor kwantitatieve risicobeoordeling van een mogelijk vrijkomende stof en eventueel ander mogelijk gevolg van combinaties van stoffen.

****direct relevant***

De stof is als zodanig vanwege effecten op de mens en gedrag in het milieu relevant voor kwantitatieve risicobeoordeling.

****relevant***

De stof, of het eventuele andere gevolg van reactie van stoffen, is relevant voor kwantitatieve risicobeoordeling. Er is echter sprake van een noodzakelijke combinatie van stoffen die uit verschillende verpakkingen komen. De noodzakelijke combinatie is van invloed op de kans van de gebeurtenis.

****mogelijk relevant***

De stof, of het eventuele andere gevolg van combinatie van stoffen, is relevant voor kwantitatieve risicobeoordeling. In geval van een vrijkomende stof wordt het risico, gelet op de verwachte hoeveelheid, vooralsnog relatief minder groot geacht. Uit een kwantitatieve risicobeoordeling kan eventueel nog het tegendeel blijken. Als het gaat om eventuele andere gevolgen bij combinaties van stoffen (bijvoorbeeld heftige reactie met kans op brand en explosie, zonder luchtzuurstof) wordt de kans en omvang van het risico relatief minder groot geacht. Ook hier kan uit een kwantitatieve risicobeoordeling nog het tegendeel blijken.

****minder relevant***

De stof, of het eventuele andere gevolg van combinatie van stoffen, is minder relevant voor kwantitatieve risicobeoordeling. Uit het verwachte gedrag van de stof of het andere gevolg in het stortlichaam wordt het risico duidelijk minder groot geacht. Er is daarom niet gekeken naar hoeveelheden.

Als uit de kwantitatieve risicobeoordelingen van 'mogelijk relevante' stoffen of andere gevolgen zou blijken dat, tegen de verwachting in, toch risico's bestaan, kan de indeling bij 'minder relevant' worden heroverwogen.

3.5 Voorbereiding fase 2

In verband de vele informatie is de, als bijlage 3 opgenomen, tabel II gemaakt.

Daarin zijn de mogelijk vrijkomende stoffen (direct als zodanig of door reactie bij combinatie van stoffen) opgenomen in de eerste kolom, op volgorde aangeduid met hoofdletters. In die eerste kolom zijn ook de verschijningsvormen van deze stoffen vermeld terwijl tevens is aangegeven of er bij reactie sprake is van een eventueel ander gevolg zoals warmteontwikkeling. Er is duidelijkheidshalve ook vermeld om welke volgnummers van stoffen en reacties uit tabel I het gaat.

In de tweede kolom van tabel B3.1 en B3.2 is in algemene termen informatie opgenomen over effecten van de stof op de mens bij blootstelling via de lucht en ook over het gedrag van de stof in het milieu bij vrijkomen in het stortlichaam. Deze kolom vormt gedeeltelijk al een overgang naar fase 2 van het onderzoek.

In de derde kolom van tabel B3.1 en B3.2 is beoordeeld wat de gradatie van relevantie de vrijkomende stof of het andere gevolg van reactie is voor de (latere) kwantitatieve risicobeoordeling in fase 2. Dit is met de hiervoor omschreven algemene termen gebeurd, zoals 'minder relevant', 'direct relevant', 'relevant' en 'mogelijk relevant'. Daarbij is herhaaldelijk een korte motivering gegeven.

In de vierde kolom van tabel B3.1 en B3.2 is alleen bij de (mogelijk) voor risicobeoordeling relevante stoffen de berekende hoeveelheid van een stof vermeld, die per keer (maximaal) zou kunnen ontstaan. Daarbij wordt uitgegaan van bepaalde (voorlopig aangehouden) denkbare verpakkingen en van bepaalde concentraties van de stof(fen) daarin. Deze kolom vormt al een overgang naar fase 2 van het onderzoek. Bij combinaties van stoffen uit verschillende verpakking is voor de maximale berekening aangehouden dat deze stoffen volledig met elkaar mengen en reageren. De maximale hoeveelheid van een stof die kan ontstaan is niet gelijk aan de hoeveelheid die uit het stortlichaam naar de buitenlucht zou kunnen gaan. Dat, en de snelheid waarmee dat kan geschieden, zijn onderwerpen voor de risicobeoordeling in fase 2.

3.6 Advies voor fase 2

Op basis van de bevindingen en afleidingen in fase 1 van het onderzoek bevelen wij aan om vooralsnog de stoffen en andere gevolgen (van combinaties van stoffen) met de aanduiding '*direct relevant*', '*relevant*' en '*mogelijk relevant*' voor risicobeoordeling in **tabel B3.1 en B3.2** mee te nemen in fase 2 van het onderzoek.

Dat gaat concreet om de volgende stoffen en andere gevolgen:

Direct relevant

- Broom-damp

Relevant

- Waterstofcyanidegas en warmteontwikkeling bij reacties
- Chloorgas bij reacties
- Stikstofdioxidegas bij reacties
- Fosfinegas bij reactie
- Waterstofsulfidegas bij reacties

Mogelijk relevant

- Waterstofgas bij reacties
- Heftige reactie met kans op brand en explosie (zonder luchtzuurstof)
- Heftige reactie met warmteontwikkeling
- Aantasting andersoortige verpakking bij reacties
- Titaantetrachloridedamp
- Zoutzuurniveaus bij reacties
- Dizwavedichloride
- Bis(chloromethyl)ether (=BCME)-damp bij reactie
- Monochloraminedamp bij reactie

Minder relevant

- Zoutzuurgas
- Fluorwaterstofnevel
- Ontbranding hout, papier, textiel
- Salpeterzuurdamp
- Fosforpentoxiderookwolk bij reactie
- Warmteontwikkeling, spatten bij reactie

Wij adviseren om daarbij verder onderscheid te maken tussen stoffen die bij vrijkomen als zodanig risico's met zich mee brengen of in combinatie met vocht of lucht, en stoffen die pas bij combinaties van grotere hoeveelheden van stoffen een risico vormen. In dat laatste geval speelt ook de kans een rol dat de stoffen dicht bij elkaar in het stortlichaam aanwezig zijn en bovendien in contact met elkaar komen.

Ten slotte bevelen wij aan om in fase 2 aandacht te besteden aan de mogelijkheid van heftige reactie bij bepaalde combinaties van stoffen met kans op brand en explosie (zonder luchtzuurstof); (zie voor combinaties van stoffen tabel B2.1 t/m B2.5).

4 UITGANGSPUNTEN VOOR KWANTITATIEVE RISICOSCHATTING (FASE 2)

4.1 Werkzaamheden

In fase 2 van het aanvullend onderzoek wordt een kwantitatieve risicoschatting van de kans en de mogelijke gevolgen voor omwonenden en gebruikers van het terrein van de voormalige stortplaats Coupépolder van het vrijkomen van uiteenlopende anorganische stoffen uitgevoerd. In fase 1 van dit onderzoek zijn anorganische stoffen geïdentificeerd die zelf, of als reactieproduct van verschillende stoffen vrij zouden kunnen komen in het stortlichaam.

Fase 2 is gerapporteerd in de hoofdstukken 4, 5 en 6. Voor het berekenen van de risico's, voor omwonenden en gebruikers op het terrein, als gevolg van het vrijkomen van anorganische stoffen uit het stortlichaam is de volgende werkwijze gehanteerd:

Hoofdstuk 4

- bepalen van mogelijk aantal vaten met een bepaalde stof in het stortlichaam (inschatting);
- bepalen van de kans op falen van de verpakking in de tijd (inschatting);
- bepalen van de kans dat de inhoud van twee verpakkingen met elkaar mengt (inschatting);

Hoofdstuk 5

- bepalen hoeveelheid (direct) relevante mogelijk vrijkomende stoffen (inschatting);
- berekenen van gasdruk (in het gedeelte van het stortlichaam) en de grootte van de oppervlakte van de deklaag waaruit emissie naar de buitenlucht plaatsvindt;
- modelberekening emissie van dampen en gassen uit het stortlichaam;

Hoofdstuk 6

- definiëren toetsingskader wat betreft plaatsgebonden risico en norm voor stof in lucht, beide aansluitend op de terminologie 'voldoende veilig' uit de uitspraak van de Raad van State;
- verspreidingsgedrag van gas of damp en berekenen van immisatieconcentraties;
- kwantificeren van de kans op aanwezigheid van personen in vak op stortplaats;
- toetsen van de resultaten van de risicoberekeningen aan het toetsingskader;
- globale gevoeligheidsanalyse;
- kwalitatieve bespreking van stoffen die mogelijk relevant zijn voor risicobeoordeling.

Voor het maken van de verschillende schattingen is in de literatuur gezocht naar vergelijkbare situaties bij stortplaatsen. Er zijn geen gedocumenteerde vergelijkbare situaties gevonden waardoor de noodzaak is ontstaan om de kansen zelf in te schatten. Hierbij is herhaaldelijk uitgegaan van 'worst-case'. Door de verschillende schattingen van invoerparameters (die aanzienlijke variabiliteit te zien kunnen geven) en de kwantificering van kansen ontstaan er in de uitkomsten grote onzekerheden.

4.2 Aantal vaten in het stortlichaam

Gelet op inofficieel (o.a. www.coupepolder.nl) genoemde getallen, voor de voormalige stortplaats Coupépolder gaan we voornamelijk uit van 20.000 vaten (verpakkingen) in het stortlichaam.

Vervolgens nemen wij aan dat de helft van deze vaten dermate diep, onder het huidige grondwaterniveau, in het stortlichaam aanwezig is dat geen effecten aan de oppervlakte van het stort zijn te verwachten. Van de 10.000 niet diep aanwezige vaten nemen wij verder aan dat nog 40% intact is en 60% niet (meer). Daarbij is gedacht dat direct na het storten bij het afwerken van de stortlaag en bovenliggende lagen er een naar verhouding beduidend grotere kans is op bezwijken. Ten slotte nemen we aan dat de helft van de intacte vaten vol zijn. Resumerend komen wij daarmee op 2.000 vol gevulde vaten.

In fase 1 zijn zes (direct) relevante mogelijk vrijkomende stoffen geselecteerd: broom, waterstofcyanide, chloor, stikstofdioxide, fosfine en waterstofsulfide. Er zijn globaal 20 destijds veel gebruikte uitgangsstoffen die direct, of meestal via chemische reacties met een andere uitgangsstof, kunnen leiden tot het vrijkomen van deze zes geselecteerde (direct) relevante stoffen.

Van de vaten/verpakkingen kunnen volgens globale schatting (matrixprint, bijlage 7) 10% (5 monsters van 51, te weten 18Z subnummers 6, 7, 8, 9 en 12) gevuld zijn met zo'n uitgangsstof. We gaan ervan uit dat elke van de 20 uitgangsstoffen even veel kans heeft om voor te komen in de 2000 vol gevulde vaten.

Dat levert globaal $2.000 \times 1/10 \times 1/20$ vaten = 10 vaten met één van de uitgangsstoffen op. Een opmerking hierbij is dat er meerdere soorten zuren zijn, zodat het totale aantal vaten met een zuur groter is.

4.3 **Bezwijken verpakking**

De kans dat een verpakking met een chemische uitgangsstof bezwijkt (faalt), wordt vanaf nu geschat als op 1 op 100 per jaar. Omdat de verpakkingen al enkele 10-tallen jaren geleden zijn gestort betekent dit dat een deel van de verpakkingen in het verleden al zal hebben gefaald.

De kans dat een verpakking met vloeibare broom faalt is zo 1 op 100 per jaar. Als er 10 volle verpakkingen met broom zouden zijn, wordt de kans 1 op 10 per jaar, of 10 keer per 100 jaar.

Voor het bezwijken van verpakkingen gaan wij vanaf nu uit van een lineair mechanisme in de tijd. De grootste kans op bezwijken treedt op bij de storthandelingen of het afwerken van de stort door mechanische belastingen.

4.4 **Mengen van inhoud van twee verpakkingen**

Een 200 liter vat heeft bij lekkage in het stortlichaam een invloedssfeer met een oppervlak van ongeveer 8 m^2 . Dit uitgangspunt is reeds bij eerdere risicoberekeningen ten aanzien van de Coupépolder gehanteerd (DHV MI notitie d.d. 24 april 1995, kenmerk EFP/MT-RE951237: Het vrijkomen van gasvormige componenten uit het stort). De oppervlakte van het stortgedeelte van de Coupépolder bedraagt ongeveer $24 \text{ ha} = 240.000 \text{ m}^2$. Op basis van dit gegeven kan de Coupépolder dus denkbeeldig worden verdeeld in 30.000 vakken van 8 m^2 ($240.000 \text{ m}^2 / 8 \text{ m}^2 = 30.000$).

In totaal gaan we uit van twee situaties:

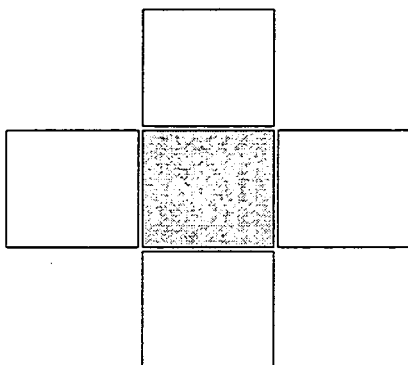
- reactie uitgangsstof met 5 andere uitgangsstoffen: bijvoorbeeld cyanide met één van vijf verschillende zuren, of salpeterzuur met één van vijf andere stoffen; of:
- reactie specifieke stof met 1 andere specifieke stof: in dit geval elementair fosfor met loog.

Voor het modelleren van de kans op het mengen van de inhoud van twee verpakkingen is vooralsnog naar het aantal vaten in het "platte vlak" (twee dimensionaal) gekeken. Dit onder meer omdat de incidentele emissie van een damp of gas via de deklaag ook vanuit een horizontaal oppervlak plaatsvindt. De dikte van het stortpakket zal weinig invloed hebben op de intensiteit van de emissies, omdat stortmateriaal een veel hogere luchtdoorlatendheid kent dan een klei afdeklaag. Daarnaast speelt mee dat bij vaten die onder de (grond/stort)-waterstand aanwezig zijn de anorganische stoffen na vrijkomen zullen oplossen in het water of daarin verspreid zullen worden.

4.4.1 Reactie uitgangsstof met 5 andere uitgangsstoffen

In totaal zijn er 10+50 (inschatting) volle intacte onverenigbare vaten zijn (bijvoorbeeld 10 vaten met cyanidehoudende vloeistof en 50 vaten met 5 verschillende soorten zuren). Het stort bestond uit 30.000 denkbeeldige vakken met de wetenschap 10 vaten per eerstgenoemde stof = $30.000/10 = 3.000$ vakken. (1 op de 3.000).

Er zijn echter 5 maal zo veel andere vaten waar mee gereageerd kan worden. Bovendien bestaat de kans dat twee onverenigbare vaten in een aangrenzend vak aanwezig zijn. We gaan uit van een "echt aangrenzend" vak (zie figuur hieronder). De vloeibare inhoud van een eventuele verpakking in een vak met een alleen een hoekcontact met het centrale vak wordt geacht de andere kant op weg te stromen.. Dat komt neer op $8+4 \times 8 = 40 \text{ m}^2$ waarin het andere vat zou kunnen zitten en er reactie op zou kunnen treden.



Afbeelding: aangrenzende vlakken

De kans dat een tweede vat, met de andere onverenigbare uitgangsstof, aanwezig is in deze 40 m^2 bij een vat met de ene uitgangsstof kan (afgerond) worden berekend:

$$10 \times 50 \times 5 \times 8 / 240.000 = 0,0833 = 1 \text{ op } 12$$

Bij deze kansberekening is impliciet voornamelijk aangehouden dat de verpakkingen met onverenigbare inhoud willekeurig zijn verdeeld over de stortplaats. Bij de globale gevoeligheidsanalyse en bij de aanbevelingen wordt teruggekomen op de invloed op de kansberekening van aanwezigheid van clusters van nabij gelegen verpakkingen met onverenigbare anorganische inhoud.

De vrijgekomen inhoud van een vat maximaal blijft maximaal één maand reactief (aanname), terwijl de kans dat een vat faalt 1:100 jaar is, ofwel 1:1.200 maanden. De kans dat twee nabijgelegen vaten falen, in een overlappend deel van een maand is:
 $1/1.200 \times 2 = 0,001667 = 1 \text{ op } 600$.

Opmerking: het is theoretisch denkbaar dat als de inhoud van een verpakking na falen vrijkomt, daardoor de nabijgelegen verpakking van een andersoortige stof wordt aangetast en daardoor ook relatief snel gaat falen. De afgeleide kans van 1 op 600 zal dan groter zijn. Hierop wordt teruggekomen in hoofdstuk 6, in de paragraaf globale gevoeligheidsanalyse, en bij de aanbevelingen.

De totale kans dat bijvoorbeeld een vol vat met cyanidehoudende vloeistof reageert met een vol vat met een zuur waarbij waterstofcyanidedamp ontstaat is:

$$1/12 \times 1/600 = 1 \text{ op } 7.200 \text{ in een periode van } 100 \text{ jaar.}$$

Dezelfde kans kan worden gehanteerd voor andere reacties waarbij respectievelijk chloorgas, stikstofdioxidegas en waterstofsulfidegas ontstaat.

4.4.2 Reactie specifieke stof met 1 andere specifieke stof

De kans dat elementair fosfor reageert met loog (tot fosfine gas) uit een vol vat is, op analoge wijze (zie 4.4.1) benaderd:

$$10 \times 10 \times 5 \times 8/240.000 \times 1/600 = 1 \text{ op } 36.000 \text{ gedurende } 100 \text{ jaar.}$$

5 EMISSIE UIT HET STORTLICHAAM (FASE 2)

5.1 Direct relevante stoffen

In fase 1 van dit onderzoek zijn een aantal stoffen naar voren gekomen die direct relevant of relevant zijn voor de risico beoordeling. Tevens is daarbij de maximale hoeveelheid damp of gas dat vrij kan komen per stof vermeld.

Opmerking: bij de vermelde hoeveelheden vrijkomende stof is geen rekening gehouden met verlies door reactie met stortmateriaal, ijzeroxide in grond en/of vocht. Dit betekent dat de verdere berekeningen hierdoor een "worst-case" uitgangspunt hebben.

Het gaat om de volgende stoffen en hoeveelheden:

Direct relevant

- Broomdamp (4 kg)

Relevant

- Waterstofcyanidedamp en warmteontwikkeling bij reacties (11 kg)
- Chloorgas bij reacties (30 kg)
- Stikstofdioxidegas bij reacties (15 kg)
- Fosfinegas bij reacties (6,9 kg)
- Waterstofsulfidegas bij reacties (11 kg)

In fase 1 zijn naast deze zes stoffen ook negen stoffen en andere mogelijke gevolgen als "mogelijk relevant" voor risicobeoordeling aangeduid. Deze stoffen worden in hoofdstuk 6 met de kwantitatieve resultaten voor de (direct) relevante stoffen beschouwd.

5.2 Berekenen gasconcentratie en overdruk van vrijkomend gas in stortlichaam

In fase 1 van dit onderzoek is een kwalitatieve beschrijving gemaakt van het milieugedrag van stoffen die direct of door chemische reactie vrijkomen (Tabel B3.1 en B3.2, bijlage 3). Voor de risicobeoordeling zijn de stoffen die mogelijk uit het stort kunnen vrijkomen onderverdeeld. Bij de onderverdeling heeft het gedrag van deze stoffen in het stortlichaam een belangrijke rol gespeeld.

Ten behoeve van de onderstaande berekeningen van het uittreden van dampen of gassen uit het stortlichaam is een meer specifieke beschrijving van de situatie in het stortlichaam na het vrijkomen van de dampen of gassen nodig. Dat gaat hierbij enerzijds om de berekeningswijze van de damp- of gasdruk van de vrijgekomen stof in het stortlichaam. Anderzijds gaat om de laterale (horizontale) verspreiding van de damp of het gas binnen het stortlichaam tot aan het uittreden naar de buitenlucht.

Deze verspreiding bepaalt de grootte van het oppervlak van de deklaag van de voormalige stortplaats waaruit emissie naar de buitenlucht zal optreden. Er is weinig bekend over het gedrag van plotseling door reactie vrijgekomen anorganische dampen of gassen in (oud) afvalmateriaal in stortlichamen.

Er zijn maar enkele auteurs (Thibodeaux en Valsaraj) die publiceren over mathematische modellen die de emissies van dampen uit stortplaatsen voorspellen en die behandelen vluchtige organische vloeistoffen. En daarbij gaat het dan nog om processen die niet plotseling verlopen.

Berekeningswijze damp- en gasdruk algemeen

Mede naar aanleiding van een publicatie (Thibodeaux e.a., 1988) gaan we bij damp van vloeibaar broom, en bij de gassen chloor, stikstofdioxide, fosfine en waterstofsulfide uit van een druk van de pure component. Bij oplosbare waterstofcyanide, dat ontstaat in waterige oplossing, gaan we uit van een dampconcentratie die is gebaseerd op evenwichtpartitie tussen de drie fasen in de bodem (grond ofwel afval, water en bodemlucht) en met name evenwicht tussen de vloeistoffase en de gasfase in het stortmateriaal.

De berekening van de dampdruk van broom en waterstofcyanide geschiedt als stap in het kader van het uittreedmodel (Volasoil, zie onder).

Voor de berekeningen van de gasconcentratie en overdruk is uitgegaan van een standaard situatie met intacte klei afdeklaag en van een bijzondere situatie dat er tijdelijk scheuren aanwezig zijn in die afdeklaag. Voor de verspreiding in het stortlichaam van plotseling door reactie vrijgekomen damp of gas is hierbij een eenvoudig zelf ontwikkeld concept gehanteerd.

5.2.1 Gasconcentratie en overdruk in standaard situatie intacte klei afdeklaag

De berekening van de gasdrukken van chloor, stikstofdioxide, fosfine en waterstofsulfide (druk van de pure component zie kader hierboven), die zijn ingevoerd in Volasoil, zijn weergegeven in bijlage 4

Uitgegaan wordt van een stortvak met 'zijwanden' van grond binnen de voormalige stortplaats. Het gas komt vrij in de bodemlucht in dat vak. De aangehouden afmetingen van het vak zijn 50m bij 50m. Het grondwater niveau in het stortlichaam licht op 2,5m (aanname) onder de onderkant van de afdeklaag.

Van dit vak is het volume bodemlucht onder de afdeklaag te berekenen (poriënvolume). In de standaard situatie, met intacte klei afdeklaag, verspreidt het vrijgekomen gas zich goed door het doorlatende stortmateriaal over de bodemlucht in het hele vak terwijl het niet oplost in water of bindt aan stortmateriaal (worst case aanname). Er vindt dan langzame diffusie plaats door de klei afdeklaag. De extra gasdruk die door het vrijkomen van het gas in het vak ontstaat valt, aan de hand van de inmiddels berekende concentratie van het gas, te berekenen uit de gasdruk van de pure gasvormige stof.

5.2.2 Gasconcentratie en overdruk in bijzondere situatie tijdelijke scheuren in klei afdeklaag

Voor de bijzondere situatie van het plotseling vrijkomen van gassen in het stortlichaam met tijdelijke scheuren in de klei afdeklaag is er geen model dat de verspreiding in het stortlichaam zelfs maar benadert. Om deze reële situatie te kunnen beoordelen is een eenvoudige benadering voor deze situatie opgesteld.

We gaan uit van het oppervlak dat de uit twee vaten van elk 200 liter gestroomde vloeistof in het stortlichaam innemen ($2 \times 8m = 16 m^2$). De straal van een cirkelvormig oppervlak van $16 m^2$ is ca. 2,26m. Door de afmeting van de vaten (200 liter) komt de vloeistof op een afstand van

minstens 0,5 beneden de onderkant van de klei deklaag terecht en dieper tot aan het grondwaterniveau.

Verder is geredeneerd dat de doorlatendheid van stortmateriaal lateraal (horizontale richting) ca. 5 maal groter is dan in verticale richting (Hydro Geo Chem, 2002). Er is daarom aangehouden dat als, door de druk van het plotseling vrijkomende gas, convectie (advectie) van gas optreedt over een afstand van 0,5 m richting de deklaag, het gas door convectie lateraal over een 5 maal grotere afstand wordt verplaatst, dus 2,5m. Dat houdt in dan in dat de straal van het oppervlak van de uitgestroomde vloeistof (2,26 m) toeneemt met 2,5m tot 4,76m.

Het bovenoppervlak van het denkbeeldige cilindervormige deel van het stortlichaam waarin het gas zich bevindt is dan afgerond 70 m^2 . Er wordt weer vanuit gegaan dat het grondwaterniveau in het stortlichaam zich 2,5 m onder de onderkant van de klei afdeklaag bevindt. Het volume bodemlucht binnen die cilindervormige ruimte onder de deklaag is te berekenen, de concentratie van het gas in de bodemlucht ook. Er vindt door convectie snel uittreden van gas door de scheuren in de klei deklaag plaats.

De extra gasdruk die door het vrijkomen van het gas af zal nemen, veronderstellen wij gelijk aan die bij de standaard situatie. De druk verdeelt zich, in tegenstelling tot het gas, wel snel over hele vak. Doordat gas snel uittreedt via de tijdelijke scheuren in de kleilaag zal de gasdruk overigens snel afnemen.

5.3 Grootte van bronoppervlak bovenzijde stortplaats waaruit emissie plaatsvindt

Broom-damp

De grootte van het bronoppervlak wordt bij broom gelijk aan het oppervlak van uitgestroomde vloeistof in het stortlichaam gesteld uitgaande van één verpakking (1,3 liter) Dit wordt, analoog aan de berekening bij vaten van 200 liter met waterige inhoud, $1,3/200 \times 8 \text{ m}^2 = 0,052 \text{ m}^2$. Opmerking: in werkelijkheid zal broom, zwaarder dan water, de tendens hebben een zaklaag te vormen wat uitdamping beperkt.

Waterstofcyanide-damp

De grootte van het bronoppervlak wordt bij waterstof-cyanidedamp gelijk gesteld aan het oppervlak van de uitgestroomde vloeistof in het stortlichaam, uitgaande van twee vaten (elk 200 liter). Het oppervlak wordt, analoog aan de berekening bij een enkel vat van 200 liter met waterige inhoud: $2 \times 8 \text{ m}^2 = 16 \text{ m}^2$.

Chloor-gas, Stikstofdioxide-gas, Fosfine-gas en Waterstofsulfide-gas

De bronoppervlakken van deze emissies zijn voor elk van de gassen gelijk en volgen uit de voorgaande afleidingen van de gasconcentraties en overdrukken in het stortlichaam. Voor de standaard situatie met intacte kleilaag is een vak van 2.500 m^2 (50 bij 50m) en in de bijzondere situatie met tijdelijke scheuren in de kleilaag om een oppervlak van 70 m^2 aangehouden. Dat laatste oppervlak is rond van vorm, maar ten behoeve van de verspreidingsberekeningen is dit oppervlak als vierkant verondersteld (8,37m bij 8,37m).

5.4 Modelberekening emissie van dampen en gassen uit het stortlichaam

Stortgas algemeen, diffusie en convectie van dampen en gassen door afdeklaag

Bij een afgedekte voormalige stortplaats waarin nog stortgas wordt gevormd ontwijkt stortgas via diffusie en via convectie (advectie) door de afdeklaag (California Energy Commission, 2002). Transport via diffusie komt tot stand door concentratieverschillen. Transport via convectie wordt gedreven door drukverschillen. Bij dat laatste mechanisme speelt de doorlatendheid van de deklaag een grote rol. Als er sprake is van een intacte slecht doorlatende kleilaag zal er nauwelijks sprake zijn van convectie. Als er sprake is van bijvoorbeeld grof zand zal, bij drukverschil, vooral sprake zijn van convectie. Bij zowel kleigrond als zandgrond zal via diffusie transport kunnen plaatsvinden. Bij een intacte klei afdeklaag overheerst dit mechanisme. Dat betekent dat stortgas dan verspreid over het oppervlak geleidelijk ontwijkt naar de buitenlucht.

Een belangrijk onderdeel van dit onderzoek is het ontwikkelen van een uittreed-model (rekening houdend met onzekerheden) van vrijgekomen anorganische dampen en gassen naar de buitenlucht, uitgaande van bestaande modellen voor vluchtige verontreinigingen in de bodem.

5.4.1 Rekenformules emissies uit stortplaatsen (algemeen)

Door enkele auteurs (Thibodeaux, Valsaraj et al., 1988) zijn wel rekenformules gepubliceerd om de emissie van dampen (bijvoorbeeld benzeen) uit stortplaatsen te voorspellen. Deze gaan er van uit dat er al een bepaalde snelheid is waarmee stortgas ontwijkt en berekenen dan de flux (massastroom) van de beschouwde damp naar het oppervlak via diffusie en convectie. In dit geval is de productie van stortgas niet bekend en ook niet de snelheid waarmee stortgas uittreedt. Gezien de leeftijd van deze voormalige stortplaats (stort tot ca. 1985) zal er nog wel sprake zijn van enige stortgasontwikkeling, maar dooft dit de komende jaren uit. Het is niet goed mogelijk om een passende uittreedsnelheid van stortgas in te voeren in de gepubliceerde rekenformules. Een benadering zou op zich kunnen volstaan, maar een aangepast model Volasoil biedt hier ruimere mogelijkheden. Bij de Volasoil berekeningen is overigens wel rekening gehouden met een aangenomen overdruk door stortgas in het stortlichaam bij een intacte klei afdeklaag.

5.4.2 Gehanteerd rekenmodel emissie (aangepast Volasoil)

Het rekenmodel voor vluchtige bodemverontreiniging Volasoil, versie 2.0, van het RIVM (Waitz, 1996) kan locatiespecifiek berekeningen uitvoeren van de binnenluchtconcentratie in een huis dat is gebouwd op een bodem die verontreinigd is met vluchtige verontreinigingen. Er kunnen berekeningen worden uitgevoerd voor verschillende verontreinigingsituaties (bijvoorbeeld situatie met onopgeloste verontreiniging boven het grondwater niveau of situatie met invoer van bodemluchtconcentraties).

Gerekend wordt met transport naar boven via zowel diffusie als convectie. Uiteraard is een voormalige stortplaats niet direct vergelijkbaar met een woning met een kruipruimte en binnenruimten. Wat wel vergelijkbaar is, is de berekening van de flux (massatransport per m²) door de bodem naar de buitenlucht. De exacte aanpassingen en werkingen van het model worden in bijlage 5 weergegeven.

Er zijn berekeningen uitgevoerd voor twee situaties (intacte klei afdeklaag en bijzondere situatie met tijdelijke scheuren in klei afdeklaag).

5.4.3 Resultaten berekeningen emissies via Volasoil

De uitkomsten van de berekeningen van de emissies zijn, met enige andere parameters, weergegeven in de volgende tabel 5.1. De uitdraaien van de berekeningen met Volasoil zelf zijn opgenomen in bijlage 5.

Bij de bijzondere situatie met tijdelijke scheuren in de klei afdeklaag worden bij de vier gassen dermate hoge emissies berekend dat deze niet realistisch zijn. Het zou betekenen dat de bron van het gas binnen globaal een minuut zou zijn uitgeput. In werkelijkheid zal, als een vat faalt en de vloeibare inhoud leegstroomt, er gedurende bijvoorbeeld globaal een half uur vloeistof beschikbaar komen en mengen met de vloeistof uit het andere vat. Ten behoeve van de verspreidingsberekeningen is aangehouden dat de hoeveelheid gas gelijkmatig verdeeld over een half uur vrij komt. Dat sluit aan op de definitie van de AEGL luchtnorm voor incidenten.

Tabel 5.1: Resultaten, met enige andere parameters, berekeningen emissies via Volasoil

Situatie en gas of damp	Flux naar buitenlucht (g/m ² h)	Bronoppervlak (m ²)	Maximaal aanwezige massa (g)	Emissie t.b.v. verspreidingsberekeningen (g/h)
Standaardsituatie intacte klei 0,5 m				
Broom	2,17	0,052	4.000	0,113
Waterstofcyanide	0,31	16	11.000	4,96
Chloorgas	5,26.10 ⁻²	2.500	30.000	131,5
Stikstofdioxidegas	3,26.10 ⁻²	2.500	15.000	81,5
Fosfinegas	1,74.10 ⁻²	2.500	6.900	43,5
Waterstofsulfidegas	2,78.10 ⁻²	2.500	11.000	69,5
Bijzondere situatie tijdelijke scheuren				
Broom	99,0	0,052	4.000	5,15
Waterstofcyanide	5,85	16	11.000	93,6
Chloorgas	21.139	70	30.000	60.000 (0,5 uur)
Stikstofdioxidegas	8.580	70	15.000	30.000 (0,5 uur)
Fosfinegas	2.627	70	6.900	13.800 (0,5 uur)
Waterstofsulfidegas	6.280	70	11.000	22.000 (0,5 uur)

Uit de tabel kan tevens een indruk worden verkregen hoe lang een emissie op de berekende grootte theoretisch kan voortduren.

Opmerking

Bij het passeren van een weersfront kan er over een periode van uren een snelle verandering (daling) van de luchtdruk optreden van bijvoorbeeld 2.500 Pa. Bij een intacte kleilaag is de invloed van drukverschillen op de emissie minimaal omdat het transport voor het overgrote deel via diffusie verloopt. Bij de bijzondere situatie van een kleilaag met tijdelijke scheuren zal de emissie van broom en waterstofcyanide door transport via convectie veel hoger worden.

Overigens is het dan de vraag of er nog sprake is van modelmatige 'steady state' condities. Het is denkbaar om te simuleren dat de aanwezige hoeveelheid dan in bijvoorbeeld twee uur (tijd passage front) uittreedt (P.M.). Dat lijkt dan op de benadering bij de vier gassen in de bijzondere situatie van tijdelijke scheuren. Aan de andere kant is er bij zulke weersomstandigheden sprake van veel wind, van een turbulente atmosfeer (meer verdunning) en doorgaans ook van neerslag. Mensen zullen onder zulke weersomstandigheden bovendien niet geneigd zijn om op de voormalige stortplaats te verblijven.

6 KWANTITATIEVE RISICOBEOORDELING (FASE 2)

6.1 Werkwijze

In dit hoofdstuk worden de resultaten van de kwantitatieve risicoschatting uitgewerkt voor de stoffen die (direct) relevant zijn voor risicobeoordeling. Tevens wordt kwalitatief en/of semi-kwantitatief ingegaan op stoffen en andere gevolgen die 'mogelijk relevant' zijn voor risicobeoordeling.

In de opeenvolgende paragrafen zijn de volgende onderdelen weergegeven:

- definiëren van het toetsingskader
- verspreidingsgedrag van gas of damp, berekenen van immissieconcentraties
- kwantificeren kans aanwezigheid personen op de voormalige stortplaats
- toetsen van de resultaten van de risicoberekeningen aan het toetsingskader
- globale gevoeligheidsanalyse
- kwalitatieve bespreking van stoffen/gevolgen mogelijk relevant voor risicobeoordeling
- conclusies van de risicoberekeningen van fase 2

Opmerking

Het definiëren van het toetsingskader geschiedt voordat de berekeningen van verspreiding van dampen en gassen in buitenlucht verricht worden, omdat ten behoeve van bepaalde verspreidingsberekeningen met computerprogramma's de invoer van een zogenaamde effectconcentratie nodig is.

6.2 Definiëren toetsingskader

In de uitspraak van de Raad van State is aangegeven dat bij de beoordeling van de locatie ook in de toekomst het 'voldoende veilig' zijn voor omwonenden en gebruikers van het terrein gegarandeerd wordt. Hiervoor is geen concrete norm aangegeven.

Gezien de voorwaarde van de Raad van State hanteren wij de volgende normen bij het plotseling uittreden van anorganische stoffen:

- AEGL-3 waarden (30 minuten en 8 uur) voor vrijkomen van stoffen in buitenlucht bij noodsituaties; en ook:
- Plaatsgebonden risico voor bestaande situatie, zoals bedoeld in Beleidsvernieuwing externe veiligheid van de rijksoverheid (gehanteerd norm vanaf 2010: extra kans op overlijden individu van 1 op miljoen per jaar).

Als toetsingskader voor vluchtige stoffen in buitenlucht gedurende beperkte tijdsduur in een noodsituatie worden de zogenaamde AEGL-3 waarden gebruikt: Acute Exposure Guideline Level (US-EPA). Nederland heeft zich inmiddels aangesloten bij het AEGL-programma.

De AEGL-waarden zijn gegeven op drie niveaus:

1. De AEGL-1 is de luchtconcentratie van een stof waarop of waarboven wordt voorspeld dat de algemene bevolking, inclusief gevoelige, maar uitgezonderd hypergevoelige, individuen bijzonder ongemak kunnen ondervinden. Luchtconcentraties onder AEGL-1 vertegenwoordigen blootstellingniveaus die milde geur, smaak of andere zintuiglijke prikkelingen kunnen veroorzaken.
2. De AEGL-2 is de luchtconcentratie van een stof waarop of waarboven wordt voorspeld dat de algemene bevolking, inclusief gevoelige, maar uitgezonderd hypergevoelige, individuen irreversibele of andere serieuze langdurige effecten kunnen ondervinden, of een verzwakt vermogen om te ontsnappen. Luchtconcentraties onder de AEGL-2 maar op of boven AEGL-1 vertegenwoordigen blootstellingniveaus die bijzonder ongemak kunnen veroorzaken.
3. De AEGL-3 is de luchtconcentratie van een stof waarop of waarboven wordt voorspeld dat de algemene bevolking, inclusief gevoelige, maar uitgezonderd hypergevoelige, individuen levensbedreigende effecten of overlijden kunnen ondervinden. Luchtconcentraties onder AEGL-3, maar op of boven AEGL-2, impliceren blootstellingniveaus die irreversibele of andere serieuze, langdurige effecten kunnen veroorzaken of verzwakt vermogen om te ontsnappen.

Er zijn waarden gegeven voor 10 minuten, 30 minuten, 1 uur, 4 uur en 8 uur. Wij gebruiken hier de AEGL-3, dat wil zeggen het ruimste criterium.

De AEGL-3 waarden voor bijvoorbeeld 10 minuten blootstelling zijn, afhankelijk van de stof, meerdere malen tot tientallen malen strenger dan waarden die de aangeven wanneer verwacht kan worden dat 50% van de personen zal overlijden na 10 minuten blootstelling.

De AEGL-3 waarden voor 30 minuten en 8 uur zijn wat betreft de behandelde dampen en gassen opgenomen in de tabellen met resultaten van de verspreidingsberekeningen.

Wij gebruiken bij de toetsing van de kans op blootstelling van een individu boven AEGL-3 ook het zogenaamde plaatsgebonden risico uit het risicobeleid van de rijksoverheid (Beleidsvernieuwing externe veiligheid) dat in feite is gedefinieerd als een extra kans op overlijden van een individu door een voorval. Door deze combinatie van toetsingscriteria vindt in feite een strengere toetsing plaats. Zie de opmerking in het kader hieronder.

Bij bestaande situaties, en voor minder kwetsbare objecten zoals kantoren en bedrijven, wordt tot 2010 een norm voor het plaatsgebonden risico gehanteerd van 10^{-5} per jaar (extra kans op overlijden van een individu is 1 op 100.000 per jaar).

Na 2010 is het plaatsgebonden risico gelijk aan nieuwe situaties bij woningen en andere kwetsbare objecten oftewel 10^{-6} per jaar. Omdat het bij deze studie gaat om toekomstige risico's over een lange periode gaan wij bij deze bestaande situatie al uit van een plaatsgebonden risico op het niveau van 10^{-6} per jaar (10^{-4} per 100 jaar).

Opmerkingen

In het algemeen wordt bij kwantitatieve risicoanalyse (QRA) alleen getoetst aan de vermelde norm voor plaatsgebonden risico (extra kans **op overlijden**). Daartoe wordt dan gerekend met de kans op een incident met blootstelling van een individu die in de gevarezone aanwezig is en met concentratieniveaus in de lucht waarbij 50% van de individuen overlijdt. Bij blootstelling aan een luchtconcentratie op het niveau van de AEGL-3 is die kans op overlijden duidelijk kleiner dan 50%. Onze wijze van toetsing is strenger dan die bij QRA. Als de AEGL-3 waarde in buitenlucht plaatselijk kan worden overschreden, wordt door ons ook gekeken naar de kans dat de gebeurtenis plaatsvindt en naar de kans dat een persoon binnen de AEGL-3 contour aanwezig is. Die kans wordt getoetst aan het genoemde plaatsgebonden risico (extra kans op overlijden) van 1 op miljoen per jaar.

Gezien de (vooralsnog) geringe berekende kans op een incident enerzijds en de beperkte kans dat dan zich ook een groep vanaf 10 personen tegelijk in de gevarezone bevindt (lintbebouwing in de omgeving) is vooralsnog geen berekening voor een toetsing aan de Nederlandse norm voor het groepsrisico verricht.

6.3 Verspreidingsgedrag van gas of damp, berekenen van immissieconcentraties

Uitgaande van bronoppervlak en van de emissiesnelheid van de stof kunnen via verspreidingsberekeningen de luchtconcentraties benedenwinds worden benaderd.

6.3.1 SAVE-model

Met behulp van het in Nederland veel gebruikte verspreidingsmodel SAVE II kunnen contouren worden bepaald waarbinnen een bepaalde (ingevoerde) effectconcentratie wordt overschreden. De ingevoerde effectconcentratie is hier dan de AEGL-3 waarde. Met dit programma worden ook de wolkbreedte, de wolkengte en de concentraties van de stof in lucht in de pluimas berekend. Andere invoerparameters van het rekenmodel zijn de aard van het gas (bijvoorbeeld zwaar of neutraal), de afmetingen van de oppervlaktebron, de middelingtijd, de windsnelheid, de stabiliteitsklasse en de terreinruwheidslengte. In eerste instantie zijn voor beide situaties en bij alle zes stoffen (broomdamp, waterstofcyanidedamp, chloorgas, stikstofdioxidegas, fosfinegas, waterstofsulfidegas) verspreidingsberekeningen verricht voor een neutraal (zelfde dichtheid als lucht) gas. In Bijlage 6 zijn de berekeningen met SAVE opgenomen.

Overwogen kan worden om voor de bijzondere situatie met tijdelijke scheuren in de klei afdeklaag in tweede instantie uit te gaan van een zwaar gas dat gemengd met lucht uittreedt. De afmetingen van de oppervlaktebronnen zijn ingevoerd als een vierkant raam. Het computerprogramma vat deze bron op als een virtuele lijnbron waarbij de hoogte van het raam geen invloed blijkt uit te maken. De middelingtijden zijn 30 minuten en 8 uur. Dat laatste is een maximale verblijftijd overdag buiten in één zone op of nabij de voormalige stortplaats.

Bij de bijzondere situatie zal bij de vier gassen (zie ook H 5.2) volgens het eerder beschreven uitgangspunt alleen sprake zijn van emissie gedurende een half uur.

Voor de windsnelheid en de stabiliteitsklasse is uitgegaan van twee condities die in Nederland veel voorkomen: D5 en F2. D5 staat voor een neutrale atmosfeer en een windsnelheid van 5 m/s en F2 voor een stabiele atmosfeer en een windsnelheid van 2 m/s. De conditie F2 komt alleen

's-nachts voor; een windsnelheid van 2 m/s kan uiteraard overdag wel voorkomen. De ruwheidlengte van het terreinoppervlak is gesteld op 0,25 m. Deze waarde is van toepassing op cultuurland (kassengebied, veel begroeiing, verspreide huizen).

6.3.2 Doosmodel

Omdat het computermodel SAVE niet kan rekenen aan luchtconcentraties boven het bronoppervlak zelf zijn daarnaast berekeningen uitgevoerd met een zogenaamd doosmodel. De parameters daarin zijn de windsnelheid, de breedte van het vlak loodrecht op de windrichting, de hoogte van de doos en de emissiesnelheid. Voor de hoogte van de doos hebben wij 1,5m aangehouden, de inademinghoogte van een volwassene. Tot aan 1,5 hoogte wordt dan gelijkmatige verspreiding aangehouden. Via het model wordt de luchtconcentratie berekend op de lijn aan de benedenwindse rand van het bronoppervlak.

De uitslagen van de verspreidingsberekeningen via het DOOS-model en verder via SAVE II zijn, per stof, opgenomen in bijlage 6.

Na de volgende paragraaf zullen de resultaten worden getoetst.

6.4 Kwantificeren kans aanwezigheid personen op de voormalige stortplaats

In onderstaande schattingsberekening is bepaald hoeveel mensen er gemiddeld gedurende het jaar op een deeloppervlak van bepaalde grootte boven de voormalige stortplaats aanwezig zijn. De jaargemiddelde kans dat een persoon zich in een aangehouden deeloppervlak ($50\text{m} \times 50\text{m} = 2.500 \text{ m}^2$) op de voormalige stortplaats bevindt is: 0,031. Dat kan worden opgevat als een jaargemiddelde aanwezigheidsdichtheid op de stortplaats. In het zomerseizoen zijn op zich relatief meer mensen te verwachten op de stortplaats dan in het winterseizoen. Dat is in onderstaande afleiding impliciet meegenomen: de 100 'speeldagen' zullen merendeels in het zomerseizoen vallen. Er wordt geen duidelijk seizoenseffect verwacht wat betreft de kans op het plaatsvinden van een ongewenste reactie in het stortlichaam. Het zou wel zo kunnen zijn dat een periode met relatief sterkere aanwezigheid van mensen op de stortplaats is geassocieerd met een lange droge zomerperiode waarin tijdelijk scheuren in de deklaag kunnen ontstaan. Dat laatste kan overigens ook in de winter bij droge vorst. Bij de berekeningen van de kans op aanwezigheid van mensen op de stortplaats is daarmee vooralsnog geen rekening gehouden. Er wordt overigens geen heel grote invloed verwacht.

Uitgangspunten:

Gemiddeld zijn er naar ruwe schatting 40 recreanten op de voormalige stortplaats (recreatiegebied en golfbaan) aanwezig; deze recreanten bevinden zich gemiddeld 100 dagen per jaar, 6 uur per dag op de voormalige stortplaats.

Beroepshalve zijn er voorts 2 mensen op de golfbaan aanwezig; deze mensen bevinden zich 240 dagen per jaar, 6 uur per dag op de golfbaan.

Het aantal uren per jaar dat er mensen aanwezig zijn op de voormalige stortplaats wordt als volgt bepaald:

Recreanten: $100 \text{ dagen} * 6 \text{ uur} = 600 \text{ uur} * 40 \text{ (mensen)} = 24.000 \text{ mens/uren}$

Beroepshalve: $240 \text{ dagen} * 6 \text{ uur} = 1.440 \text{ uur} * 2 \text{ (mensen)} = 2.880 \text{ mens/uren}$

Totaal = $24.000 + 2.880 = 26.880 \text{ mensuren}$

1 jaar = $365 \text{ dagen} * 24 \text{ uur} = 8.760 \text{ uur}$

Het aantal mensen per jaar dat gemiddeld op de voormalige stortplaats aanwezig is laat zich nu berekenen:

$26.880 \text{ mensuren} / 8.760 \text{ uren per jaar} = 3,07 = \text{afgerond } 3,1 \text{ mensen/jaar}$

De einduitkomst is dat er gemiddeld gedurende het gehele jaar 3,1 mensen op de gehele voormalige stortplaats aanwezig zijn.

De jaargemiddelde kans dat een persoon zich in een aangehouden deeloppervlak ($50\text{m} \times 50\text{m} = 2.500 \text{ m}^2$) op de voormalige stortplaats bevindt is:

$2.500 \text{ m}^2 / 250.000 \text{ m}^2 \text{ (totale oppervlak van de Coupépolder)} = 0,01 * 3,1 = 0,031.$

Bij een deeloppervlak van bijvoorbeeld 4.000 m^2 is de jaargemiddelde kans dat een persoon zich daarin op de voormalige stortplaats bevindt: 0,050.

Opmerking: er is nog geen rekening gehouden met de tijdsduur dat de persoon in zo'n deeloppervlak aanwezig blijft en hoe snel de persoon over verschillende deeloppervlakken kan of zal bewegen.

6.5 Toetsen van de resultaten van de risicoberekeningen aan het toetsingskader

Uit de resultaten van de verspreidingsberekeningen en het toetsingskader volgt in grote lijnen het volgende voor de beoordeelde zes (direct) relevante stoffen: broom, waterstofcyanide, chloor, stikstofdioxide, fosfine en waterstofsulfide. Er wordt weer onderscheid gemaakt tussen de standaard situatie (intacte klei afdeklaag) en de bijzondere situatie met tijdelijke scheuren in de klei afdeklaag (gedurende 2 weken per jaar).

Wij nemen aan dat er gemiddeld gedurende 2 weken per jaar scheuren in de klei afdeklaag kunnen optreden, met name in de bult van de voormalige stortplaats. De periode van gemiddeld 2 weken is gebaseerd op de gedachte dat een heel droge periode in ons land ca. 4 weken kan duren en dat het ca. 2 weken duurt voordat de klei afdeklaag uitdroogt.

6.5.1 Standaard situatie alle zes stoffen en toetsing AEGL-3

Bij de standaard situatie (intacte klei afdeklaag) worden voor alle zes stoffen luchtconcentratie aan de benedenwindse zijde van de bronoppervlakken berekend die duidelijk tot ver onder de AEGL-3 waarden liggen. Bij de langste blootstellingstijd van 8 uur en een windsnelheid van 2 m/s is de onderschrijding een factor 7,8 bij fosfine en een factor 67 of meer bij de overige vijf

stoffen. Het bronoppervlak is bij broom $0,052 \text{ m}^2$, bij waterstofcyanide 16 m^2 en bij de vier gassen 2.500 m^2 . Verder benedenwinds zullen de luchtconcentraties lager zijn.

6.5.2 Bijzondere situatie Broomdamp en toetsing AEGL-3

Bij de bijzondere situatie met tijdelijke scheuren in de klei afdeklaag (gedurende 2 weken per jaar) wordt voor de damp broom, dat direct (zonder reactie) kan vrijkomen een luchtconcentratie aan de benedenwindse zijde van het bronoppervlak ($0,052 \text{ m}^2$) berekend die onder de AEGL-3 waarden ligt. Bij de langste blootstellingstijd van 8 uur en een windsnelheid van 2 m/s is de **onderschrijding** een factor 10. Verder benedenwinds zullen de luchtconcentraties lager zijn.

6.5.3 Bijzondere situatie Waterstofcyanide en toetsing AEGL-3

Bij de bijzondere situatie met tijdelijke scheuren in de klei afdeklaag (gedurende 2 weken per jaar) wordt voor de damp waterstofcyanide dat door reactie van verschillende stoffen kan vrijkomen een luchtconcentratie aan de benedenwindse zijde van het bronoppervlak (16 m^2) berekend die onder de AEGL-3 waarden ligt. Bij de langste blootstellingstijd van 8 uur en een windsnelheid van 2 m/s is de **onderschrijding** een factor 3,4. Deze concentratie blijft daarmee onder de AEGL-2 waarde voor 8 uur. Verder benedenwinds zullen de luchtconcentraties lager zijn. De kans op deze gebeurtenis is berekend op 1 op 720.000 per jaar. De voorraad gevormde waterstofcyanide is voldoende om de situatie twee weken in stand te laten. Indien er door ontwikkeling van (niet wegvloeiende) reactiewarmte sneller waterstofcyanide vrij zou komen, of als bij een plotselinge daling van de druk van de buitenlucht optreedt (passage front), dan gaat de situatie lijken op die bij het ontstaan van de vier gassen.

6.5.4 Bijzondere situatie Chloor, Stikstofdioxide, Fosfine, Waterstofsulfide en toetsing AEGL-3

Bij de bijzondere situatie met tijdelijke scheuren in de klei afdeklaag (gedurende 2 weken per jaar) worden voor de vier gassen, die door reacties van verschillende stoffen ontstaan, luchtconcentraties berekend die plaatselijk op de voormalige stortplaats boven de AEGL-3 waarde komen. Het gaat dan om concentraties die **heel plaatselijk** maximaal enkele malen (waterstofsulfidegas) tot ordegrrootte 10 maal (chloorgas, stikstofdioxidegas en fosfinegas) boven de AEGL-3 waarde uitkomen. De luchtconcentraties nemen snel af met de afstand tot de bron. De tijdsduur waarin de concentraties voorkomen is 30 minuten.

De afstand van de eindpunt van de wolk (AEGL-3 contour) vanaf het brongebied (bijzondere situatie) is bij de gasvormige stof fosfine ca. 172 m bij weersconditie F2 en ca. 25 m bij weersconditie D5. Voor de overige drie gassen de afstand onder beide weerscondities steeds minder dan 100 m. De afstand van verspreid staande gebouwen in de omgeving tot de bentonietrand van de voormalige stortplaats is minimaal bijna 100 m. Zie overzichtskaart, bijlage 9.

Het oppervlak binnen de AEGL-3 contour is bij fosfinegas globaal 4.000 m^2 bij weersconditie F2 en globaal 500 m^2 bij weersconditie D5. Bij de overige drie gassen gaat het om oppervlakken die steeds kleiner zijn dan 2.500 m^2 bij weersconditie F2 en die kleiner zijn dan 300 m^2 bij weersconditie D5. Het brongebied zelf is steeds 70 m^2 .

6.5.5 Toetsing bijzondere situatie Chloor, Stikstofdioxide, Fosfine, Waterstofsulfide op basis van toekomstige norm plaatsgebonden risico

De kans op het plaatsvinden van een reacties tussen stoffen uit falende verpakkingen in het stortlichaam waarbij chloorgas ontstaat is berekend op 1 op 7.200 per 100 jaar. Dezelfde kans is er op het ontstaan van stikstofdioxidegas, respectievelijk zwavelwaterstofgas. De kans op het ontstaan van fosfinegas is 5 maal kleiner berekend en wel 1 op 36.000 per 100 jaar. Bij elkaar is de kans 16 op 36.000 per 100 jaar.

De kans dat dit gebeurt in de periode dat er tijdelijk overal scheuren in de kleilaag aanwezig zijn is een factor $2/52$ kleiner.

Dat levert een totale kans op het vrijkomen van één van de vier gassen via tijdelijke scheuren in de klei afdeklaag op van $2/52 \times 16/36.000$ per 100 jaar. Dat is een kans van $1,7 \cdot 10^{-5}$ per 100 jaar, ofwel $1,7 \cdot 10^{-7}$ per jaar. Dat is al een kleiner risico dan een plaatsgebonden risico van 10^{-6} per jaar.

De gemiddelde kans dat een persoon op de voormalige stortplaats aanwezig is binnen een fictieve AEGL-3 contour van bijvoorbeeld 2.500 m^2 is hiervoor berekend op 0,031. Bij een oppervlak van 4.000 m^2 is dat 0,050. De oppervlakte van de AEGL-3 contour zal per stof en per weersconditie verschillen. De berekende extra kans op blootstelling boven AEGL-3 voor gebruikers van het terrein van de voormalige stortplaats neemt daardoor aanzienlijk verder af en komt ver onder het in de toekomst aangehouden plaatsgebonden (extra overlijdens)risico van 10^{-6} per jaar.

6.5.6 Toetsing omwonenden en AEGL-3 contour en plaatsgebonden risico

De kans dat in de bijzondere situatie met tijdelijke scheuren in de klei afdeklaag één van de vier gassen vrijkomt is $1,7 \cdot 10^{-7}$ per jaar. Bovendien moet er nog worden vermenigvuldigd met kans dat de wind dan in de richting van een bepaald gebouw in de omgeving van de voormalige stortplaats waait bij weersconditie F, De kans op blootstelling op een bepaald punt in de omgeving van de voormalige stortplaats wordt dan nog kleiner. Dat is dan reeds ver onder het in de toekomst aangehouden plaatsgebonden risico van 10^{-6} .

De bron van waaruit zich in de bijzondere situatie, met tijdelijke scheuren in de klei afdeklaag, gas verspreidt kan zich op elke willekeurige plaats van het oppervlak van de voormalige stortplaats bevinden. De bentonietrand van de stortplaats bevindt zich op minimaal ca. 100 m afstand van gebouwen in de omgeving. Voor chloorgas, stikstofdioxidegas en waterstofsulfidegas is de lengte van de AEGL-3 contour kleiner dan 100 m. zodat deze contour zich, ongeacht de ligging van het brongebied, niet tot de bebouwde omgeving uitstrekt. Voor fosfinegas bij de situatie van aanwezigheid scheuren in de kleilaag is bij weersconditie F2 een lengte van de AEGL-3 contour berekend groter dan 100 m, namelijk 172 m. De contour kan zich dus eventueel tot de bebouwde omgeving uitstrekken. De kans op het plaatsvinden van de reactie waarbij fosfinegas ontstaat in de periode met overal scheuren in de klei afdeklaag is met $1,1 \cdot 10^{-8}$ reeds bijna 100 maal lager dan het in de toekomst aangehouden plaatsgebonden risico van 10^{-6} .

6.5.7 Eindconclusie

Op de voormalige stortplaats kan, in de bijzondere situatie met tijdelijk overal scheuren in de klei afdeklaag, de AEGL-3 waarde voor chloorgas, stikstofdioxidegas, fosfinegas of waterstofsulfidegas in buitenlucht worden overschreden. In de bebouwde omgeving van de voormalige stortplaats geldt dat alleen voor fosfinegas.

De kans op blootstelling van gebruikers van het terrein of omwonenden aan zo'n uit de voormalige stortplaats vrijgekomen anorganische stof op een niveau boven de AEGL-3 waarde ligt ver onder het in de toekomst (na 2010) aangehouden plaatsgeboden risico voor bestaande situaties van extra kans op overlijden van 10^{-6} per jaar.

Opmerking

Bij het vrijkomen van prikkelende dampen of gassen als broom, chloor en stikstofdioxide zal de mens worden gewaarschuwd. Gebruikers van het terrein van de voormalige stortplaats zullen kunnen vluchten. De geur van waterstofcyanide is door de mens te herkennen (amandelgeur), maar dat is geen betrouwbare indicator. Zwavelwaterstofgas is sterk geurend, maar bij hoge concentraties kan het reukvermogen van de mens verdoofd raken.

6.6 Globale gevoeligheidsanalyse

De afleidingen zijn vooral gevoelig voor de volgende uitgangspunten.

6.6.1 Aantal vol gevulde vaten met uitgangsstoffen

Het aantal vol gevulde vaten met uitgangsstoffen is een factor in de berekeningen van de kans op het vrijkomen van een stof en op het optreden van een ongewenste reactie tussen meerdere uitgangsstoffen. Er zijn overigens uitgangspunten, zoals de periode van reactiviteit van de stof na het vrijkomen uit een verpakking, die gevoeliger zijn.

6.6.2 Wijze van verdeling van verpakkingen met stoffen over stortplaats

Bij aanwezigheid van clusters van nabij gelegen verpakkingen met onverenigbare anorganische inhoud zou de kans op optreden van een gebeurtenis, c.q. reactie tussen stoffen, hoger kunnen worden berekend. In de hoge bult van de stortplaats is bovendien een twee dimensionaal model inzake verdeling van vaten minder toepasbaar. In de aanbevelingen wordt op één en ander teruggekomen.

6.6.3 Periode reactiviteit vrijgekomen inhoud verpakking

Een heel gevoelig uitgangspunt is de periode dat de inhoud van een verpakking die is vrijgekomen reactief blijft. Deze periode is gesteld op een maand, en als er voor een reactie ook falen van een naburige verpakking met een andere stof nodig is (faalkans verpakking 1 op 100 jaar) is die periode van groot belang. Bij een langere of kortere periode wordt de kans op reactie evenredig anders. Wat een betrouwbare periode is voor elke uitgangsstof is alleen via validatieonderzoek, c.q. experimenten, na te gaan.

6.6.4 Kans dat vloeibare inhoud van verpakking andere verpakking snel aan te tasten

Een verwante gevoelige factor is de kans dat de vloeibare inhoud van één verpakking na falen in staat is om de verpakking van een andere onverenigbare stof zodanig (snel) aan te tasten dat deze binnen de reactieve maandperiode van de eerste verpakking ook faalt. De kans op een reactie van de twee stoffen neemt dan aanzienlijk toe. Hierop gaan wij in de volgende paragraaf nader in. Anderzijds blijkt er uit de risicoberekeningen nog een ruime marge ten opzichte van het plaatsgebonden risico.

6.6.5 Beschadigen meerdere verpakkingen door gemeenschappelijke oorzaak

Een andere verwante gevoelige factor zou kunnen zijn het beschadigd raken van meerdere verpakkingen door een gemeenschappelijke oorzaak, zoals een eventuele grootschalige aardverschuiving binnen het stortlichaam.

6.6.6 Oppervlak bij uitstroming

Een tamelijk gevoelig uitgangspunt is het oppervlak waarover een verpakking met vloeibare inhoud in een stortlichaam uitstroomt en vervolgens hoe goed daarbij menging kan optreden met de inhoud van een andere vloeibare verpakking.

6.6.7 Reacties dampen en gassen met organisch materiaal

Een voorzichtig uitgangspunt is geweest dat geen rekening is gehouden met reactie van reactieve dampen en gassen als broom, chloor en stikstofdioxide met organisch materiaal en oplossen van gassen in vocht in het stortlichaam, ook bij tijdelijke scheuren in de klei afdeklaag. Door deze optredende effecten zullen de werkelijk vrijkomende concentraties lager zijn.

6.6.8 AEGL-3 waarden en kans op overlijden

Een ander voorzichtig uitgangspunt is geweest het hanteren van de AEGL-3 waarde als eerste toetsingskader voor blootstelling aan een stof in de buitenlucht in een noodsituatie in plaats van de kans op overlijden. Hoewel bij blootstelling van individuen uit de algemene bevolking op het niveau van AEGL-3 gedurende de bijbehorende tijd overlijden kan optreden is de kans hierop (variërend per stof) steeds duidelijk lager dan 50%.

6.7 Kwalitatieve bespreking van stoffen/gevolgen mogelijk relevant voor risicobeoordeling

Er zijn in fase 1 ook negen stoffen en andere mogelijke gevolgen als mogelijk relevant voor risicobeoordeling aangeduid. In fase 1 is aangegeven dat het risico van deze vrijkomende stof, gelet op de verwachte hoeveelheid, vooralsnog relatief minder groot wordt geacht. Als het gaat om eventuele andere gevolgen bij combinaties van stoffen (bijvoorbeeld heftige reactie met kans op brand en explosie (zonder luchtzuurstof) worden de kans en omvang van het risico relatief minder groot geacht.

Wij gaan nu, met de kennis van de kwantitatieve afleidingen die zijn verricht voor de (direct) relevante stoffen, in eerste instantie kwalitatief en/of semi-kwantitatief hierop in.

6.7.1 Waterstofgas bij reacties

Waterstofgas kan in de lucht in het stortlichaam bij lagere zuurstofpercentages tot ca. 5% (normaal 21% v/v in buitenlucht) eventueel nog explosief zijn, bij een ontstekingsbron. Er is berekend dat er per keer maar een beperkte hoeveelheid ca. 0,3 kg kan ontstaan. En zelfs als er een ontstekingsbron zou zijn zal er demping zijn van de beperkte explosie door stortmateriaal en afdekgrond. Bovendien is er geen boven de stortplaats geen sprake van bouwwerken met breekbaar glas e.d..

6.7.2 Heftige reactie met kans op brand en explosie (zonder luchtzuurstof)

Bij deze reacties gaat het om sterk oxiderende stoffen, zoals perchloorzuur, broom of kaliumbichromaat die kunnen reageren met gebruikelijke niet verpakte stoffen in stortmateriaal zoals metalen of met afvalstoffen uit verpakkingen. Bij het plaatsvinden van heftige reactie met kans op brand en explosie zonder luchtzuurstof zal er demping van de druk plaatsvinden door stortmateriaal en door de afdeklaag. Indien er plaatselijk scheuren in de klei afdeklaag aanwezig zouden zijn, zou daar rookgas onder druk naar buiten kunnen worden geperst. Het gaat dan niet om een puur gas dat zich kan verspreiden zodat de verschijnselen plaatselijk zijn. Als er sterk oxiderende stoffen uit de verpakking vrijkomen zal de reactiviteit daarvan overigens snel verminderen door reactie met organisch stortmateriaal.

6.7.3 Heftige reactie met warmteontwikkeling

Het plaatsvinden van een heftige reactie met warmteontwikkeling is bij een afgedekte voormalige stortplaats met afdeklaag mogelijk relevant doordat het de verdamping van betrokken stoffen kan bevorderen. Dat speelt vooral bij reacties waarbij waterstofcyanide wordt gevormd en warmte ontstaat door menging van sterk zuur en sterk loog. Waterstofcyanidedamp komt dan versneld vrij als gas en de risicobeoordeling lijkt dan op die van een gas als stikstofdioxide. De warmte zal overigens worden geabsorbeerd door het stortmateriaal.

6.7.4 Aantasting andersoortige verpakking bij reacties

De vloeibare inhoud van één verpakking zou, na falen, in staat kunnen zijn om de nog intacte verpakking van een andere onverenigbare stof aan te tasten. Dat zou van invloed zijn op de kans op een reactie indien deze tweede intacte verpakking ook zou falen binnen de (aangehouden) reactieve maandperiode van de inhoud van de eerste verpakking. Het zou dan zo moeten zijn dat de aantasting van een andere verpakking zodanig snel gaat dat deze binnen een maand faalt. Glas is gevoelig voor sterk loog. Metalen (in het algemeen niet rvs) zijn vaak gevoelig voor sterk zuur en/of voor chloorbleekloog.

Polyethen is gevoelig voor organische oplosmiddelen. Een scenario zou kunnen zijn de aanwezigheid van fosfor in een glazen fles die versneld wordt aangetast door vrijgekomen sterk loog uit een andere verpakking. De eerder afgeleide kans van 1 op 600 dat beide vaten falen in overlappende perioden van elk een maand zal dan groter zijn. Hoeveel maal groter is afhankelijk van de kans dat versnelde aantasting van de tweede verpakking binnen een maand leidt tot falen van die verpakking. De mate waarin de vloeistof uit de eerste verpakking inderdaad langer in contact komt met de tweede verpakking speelt hierbij ook een rol.

In het algemeen is falen van een verpakking van afvalstoffen door een vrijgekomen aantastende stof niet een heel snel proces. De afgeleide kansen van bepaalde ongewenste reacties zullen daarom wel toe kunnen nemen, maar naar verwachting niet met een zo grote factor dat het plaatsgebonden risico daardoor wordt overschreden. Overigens neemt na verloop van tientallen jaren de kans toe dat de tweede verpakking zonder meer al is gaan falen en de inhoud inmiddels niet meer reactief is.

6.7.5 Titaanchloridedamp

De toxiciteit van de damp van deze vloeistof kan worden vergeleken met die van het hiervoor al beoordeelde broom. Dat kan via de zogenaamde ERPG-waarden die een soortgelijke strekking hebben als de AEGL-waarden (een AEGL-waarde voor titaantetrachloride is nog in ontwikkeling). De ERPG-3 waarde (1 uur) voor broom is 5 ppm en de waarde (1 uur) voor Titaantetrachloride 12,7 ppm. ERPG=Emergency Response Planning Guidelines van American Industrial Hygiene Association (AIHA, 2002). Daaruit volgt geen groot verschil in toxiciteit bij noodsituaties. De hoeveelheid die per verpakking zal vrijkomen is met 0,87 kleiner dan de hoeveelheid broom (4 kg). Bovendien is de dampspanning van titaantetrachloride ca. 17 maal lager dan die van broom. Nu broom niet als probleem uit deze risicobeoordeling naar voren is gekomen zal dit ook gelden voor titaantetrachloride.

6.7.6 Zoutzuurnevels bij reacties

De zoutzuurnevels ontstaan bij reacties tussen bepaalde stoffen in dampvorm en lucht (c.q. vocht in lucht). Zowel Titaantetrachloride als Dizwavedichloride reageren zo met luchtvocht waarbij zoutzuurnevels ontstaan. Dit is impliciet betrokken in de toxiciteit van dampen van Titaantetrachloride en Dizwavedichloride zelf.

6.7.7 Dizwavedichloride

Deze vloeistof is minder vluchtig dan broom (dampspanning ca. 17 maal kleiner dan die van broom) en reageert met water. Een AEGL-waarde is in behandeling. De in het stortlichaam vrijkomende hoeveelheid en de toxiciteit zijn vergelijkbaar met die van broom. Gezien het feit dat het bij vrijkomen gedeeltelijk met vocht in het stortlichaam zal reageren is het risico kleiner dan hiervoor al ten aanzien van broom naar voren is gekomen.

6.7.8 Bis(chloromethyl)ether (=BCME)-damp bij reactie

BCME is op zich een tamelijk vluchtige organische vloeistof. Ontleding bij contact met water door hydrolyse van BCME wordt thermodynamisch gezien sterk begunstigd. Maar er kunnen lage concentraties BCME worden gevormd bij hogere concentraties gelijktijdige aanwezigheid van dampen van formaldehyde (organisch) en zoutzuur (anorganisch) en water. De concentratie (in ppm) van het reactieproduct is tot ca. 1/10.000 deel van de concentraties van de uitgangsstoffen. Indien de damp uit de bodem komt zal het binnen enkele minuten worden afgebroken door reactie met bodemvocht. Indien de damp in de buitenlucht komt zal het binnen enkele uren tot maximaal dagen afbreken. (ATSDR, 1989)

De damp heeft bij inademing sterk carcinogene potentie. Er is nog geen AEGL-3 waarde, wel een vergelijkbare ERPG-3 waarde van 0,5 ppm (2,4 mg/m³) voor de blootstellingstijd van 1 uur; de ERPG-2 waarde is 0,1 ppm.

Voordat BCME als damp in de buitenlucht bij de voormalige stortplaats Coupépolder vrij zou kunnen komen is het volgende nodig. Het in dezelfde periode vrijkomen van formaldehyde en van zoutzuur uit verpakkingen in het stortlichaam in de nabijheid van elkaar (kans bijvoorbeeld 1 op 36.000 per 100 jaar, zoals bij reactie tussen fosfor en loog leidend tot fosfinegas). Bovendien zou dit moeten plaatsvinden in een periode met overal scheuren in klei afdeklaag (kans 1 op 26), omdat anders de BCME-damp zo lang in de bodem verblijft dat BCME door hydrolyse weer is ontleedt. En zelfs als dit zo ver komt zouden, voordat concentraties van bijvoorbeeld 0,1 ppm worden bereikt in buitenlucht een factor 10.000 maal hogere concentraties formaldehyde en zoutzuur in het spel zijn. Zulke concentraties zijn voor geen van de andere stoffen berekend. Tot slot merken wij op dat het risico voor een carcinogene effect van een genotoxische stof wordt beoordeeld als (statistische) kans op effect bij levenslange blootstelling. De kans op effect is zowel afhankelijk van de concentratie als de duur van de blootstelling. De risiconorm (MTR-humaan) voor een genotoxische carcinogene individuele stof die in Nederland wordt gehanteerd is 1 op 10.000 bij levenslange blootstelling. Bij een piekblootstelling (korter dan 24 uur) wordt in Nederland wel een extra 'Dose-Rate' factor van 10 (veiligheid) in rekening gebracht (Verhagen, 1994).

De kans op het plaatsvinden van de gebeurtenis die leidt tot (beperkt) vrijkomen van BCME bij de voormalige stortplaats Coupépolder en de benodigde condities (overal scheuren in deklaag) is 1 op bijna 1 miljoen per 100 jaar.

6.7.9 Monochloraminedamp bij reactie

Monochloramine is een vloeistof die met water mengbaar is. De stof is internationaal vooral bekend als stof met desinfecterende werking ten behoeve van drinkwater en vanwege voorkomen in zwembaden. In de lucht gaat het om een prikkelende damp. De reactie waarbij het ontstaat wordt in de literatuur genoemd in verband met schoonmaakwerkzaamheden, waarbij ten onrechte ammonia en chloorbleekloog worden gemengd. Dat levert daar doorgaans geen serieuze ziekte of sterfte op, maar het kan wel (Goldfrank, 1998). Er zijn geen toetsingswaarden voor de lucht.

Indien de stof hier door reactie zou worden gevormd is dat in waterig milieu in het stortlichaam. De stof is wateroplosbaar en dat zal de verdamping beperken. Hoewel er op basis van het vorenstaande geen sterk vrijkomen in de buitenlucht wordt verwacht, kan vanwege beperkt beschikbare stofgegevens nog geen definitieve beoordeling worden gedaan. Overigens gaat het om een specifieke reactie tussen twee stoffen (vergelijk BCME hiervoor), zodat het gaat om een heel kleine kans dat deze optreedt.

6.8 Conclusies van de risicoberekeningen van fase 2

Kanttekening

Deze risicobeoordeling bestaat uit een groot aantal stappen waarbij herhaaldelijk uitgangspunten met onzekerheden en ruwe benaderingen van kansen aan de orde zijn. Op onderdelen zijn meer nauwkeurige berekeningen mogelijk, maar in verband met de grote onzekerheden bij andere stappen is de meerwaarde daarvan veelal gering. Onder de aanbevelingen worden punten genoemd die nader kunnen worden beoordeeld.

Bij de standaard situatie van een intacte klei afdeklaag van tenminste 0,5 m zijn de gebruikers en omwonenden van de voormalige stortplaats beschermd tegen het plaatselijk sterk vrijkomen (direct of na reactie tussen verschillende stoffen) van anorganische stoffen in het stortlichaam.

Bij een bijzondere situatie van tijdelijke scheuren overal in de klei afdeklaag liggen de berekende kansen op blootstelling van gebruikers van het terrein en omwonenden boven AEGL-3 ver onder het in de toekomst (na 2010) aangehouden plaatsgeboden risico voor bestaande situaties van 10^{-6} per jaar.

Bij de berekeningen spelen een aantal besproken gevoeligheden. De belangrijkste, die invloed hebben op de kans op een reactie, zijn:

- Het aantal vol gevulde vaten met uitgangsstoffen;
- De wijze van verdeling van verpakkingen met stoffen over de stortplaats;
- De periode waarin de vrijgekomen inhoud van een falende verpakking in het stortlichaam reactief blijft (één maand is aangehouden);
- De kans dat vloeibare inhoud van een verpakking een andere verpakking, met onverenigbare inhoud, snel aan zou kunnen tasten. De afgeleide kansen van bepaalde ongewenste reacties zullen door een dergelijke aantasting wel toe kunnen nemen;
- Anderzijds blijkt er uit de risicoberekeningen nog een ruime marge ten opzichte van het plaatsgebonden risico.

Het is van belang om te voorkomen dat (grootschalig) scheuren in de klei afdeklaag ontstaan en om reeds ontstane scheuren en gangen (veroorzaakt door dieren) zo spoedig mogelijk met kleigrond te dichten.

De kans om via plaatselijke metingen boven of in de deklaag toevallig toxische anorganische gassen aan te treffen is minimaal.

6.9 Aanbevelingen na fase 2

De volgende aanbevelingen worden gedaan, onverlet het nazorgplan voor de bovenkant.

- Maken van duidelijke afspraken met de beheerders van het terrein om scheuren in de afdeklaag en gangen/ graafschade van zoogdieren e.d. zo spoedig mogelijk af te dichten met grond met dampremmende eigenschappen (kleigrond). Daarnaast dient ook aandacht te worden besteed aan het voorkomen van graafschade.
- De onzekerheden die meespelen bij de uitgangspunten, kansberekeningen en resultaten van fase 2 van de studie zouden met name kunnen worden verminderd door aanvullend onderzoek inzake:
 - het geschatte aantal vol gevulde vaten met uitgangsstoffen;
 - de mogelijke aanwezigheid van clusters van nabij elkaar gelegen verpakkingen met onverenigbare anorganische stoffen in het stortlichaam;
 - het gedrag in het stortlichaam van betrokken uitgangsstoffen voor reacties nadat deze vrijkomen uit de verpakking.
- Dit tussenrapport van de fasen 1 en 2 te bespreken met een panel van deskundigen, met het oog op de onzekerheden bij gehanteerde uitgangspunten en rekenwijzen.
- De AEGL-3 contour te bepalen indien waterstofcyanide door reactiewarmte als gas vrij zou komen, bij de bijzondere situatie met tijdelijke scheuren in de klei afdeklaag. (Opmerking: deze situatie zal gelijkenis hebben met die bij het vrijkomen van een gas door reactie zoals stikstofdioxidegas).
- Bij het opzetten van een meetplan voor fase 3 te overwegen dat de kans dat gemeten wordt op een moment dat een anorganische stof als damp of gas ontwijkt minimaal is. Het verrichten van metingen op eventuele (anorganische) stoffen die uit de stortplaats ontwijken kan worden overwogen ter verkrijgen van een meetbevestiging van hetgeen is afgeleid. Bij zulke metingen zou tevens kunnen worden gecontroleerd op de emissie van methykwik, welke stof de laatste jaren bij vuilstortplaatsen in de belangstelling staat, hoewel bij deze al oudere stortplaats geen serieuze emissies worden verwacht.
- Verrichten van metingen van de dampremmendheid van de deklaag door enerzijds controle van het lutumgehalte van de deklaag op diverse punten en anderzijds door bijvoorbeeld de concentraties methaan en meetbare organische dampen tegelijkertijd op meerdere diepten op een plaats te meten, als de deklaag niet zeer nat is.
- Bij het onderzoek van de dampremmendheid van de deklaag ook te oriënteren op de doorlatendheid van scheuren in de deklaag (zowel bij zomerdroogte als bij droge vorst), bijvoorbeeld door metingen van de methaanemissie bij intacte kleilaag en bij aanwezigheid van scheuren.

7 COLOFON

Opdrachtgever	: Provincie Zuid-Holland
Project	: Aanvullend onderzoek naar emissie van anorganische stoffen
Dossier	: V0334-83-001
Omvang rapport	: 42 pagina's
Auteur	: drs. J.J. Schreuder
Bijdrage	: ing. J. de Bode
	: drs. H. Altena
Projectleider	: ing. J. de Bode
Projectmanager	: ir. W. van Lierop
Datum	: 20 april 2004
Naam/Paraaf	:

BIJLAGE 1 Literatuurlijst

Literatuurbronnen

1. ATSDR = Agency for Toxic Substances and Disease Registry, U.S. Public Health Service (1989), in collaboration with U.S. Environmental Protection Agency. Toxicological profile for Bis(chloromethyl)ether.
2. ATSDR = Agency for Toxic Substances and Disease Registry, US Department of Health and Human Services (1997). Toxicological profile for Titanium tetrachloride.
3. AIHG: American Industrial Hygiene Association (2002). SCAPA Emergency Response Planning Guidelines Working List 2002. USA
4. Bis-Chloromethyl Ether Awareness Training. Albert Einstein College of Medicine of Yeshiva University. (www.aecom.yu.edu)
5. Budavari, S. (ed) (1996, Twelfth edition). The Merck Index: an encyclopedia of chemicals, drugs and biologicals. New Jersey: Merck & Co, Inc.
6. Cairney, T. (1995). The Re-use of Contaminated Land; A Handbook of Risk Assessment. Chichester: John Wiley & Sons.
7. California Energy Commission (2002). Landfill Gas-To-Energy Potential in California. Staff report, number 500-02-041V1 (www.energy.ca.gov).
8. Chemiekaarten: Gegevens voor veilig werken met chemicaliën (2000, vijftiende editie). Den Haag: TNO Arbeid, Vereniging van Nederlandse Chemische Industrie, Ten Hagen Stam.
9. Chemische afvalstoffengids. 's-Gravenhage: Sdu Uitgeverij Koninginnegracht (1991).
10. Devinny, J.S., Everett, L.G., Lu, J.C.S., Stollar, R.L. (1990). Subsurface migration of hazardous wastes. Environmental Engineering Series. New York: Van Nostrand Reinhold
11. US-EPA: Environmental Protection Agency. Acute Exposure Guideline Levels. (www.epa.gov)
12. Goldfrank, L.R. (ed.), (1998). Goldfrank's Toxicologic emergencies, sixth edition. Stamford, Connecticut: Appleton & Lange.
13. Hydro Geo Chem, Inc. (2002). Improved method for estimating landfill gas production. Tucson, Arizona (www.hgcinc.com)
14. Kamon, M., Inazumi, S., Katsumi, T., Inui, T. (2002). Evaluation of gas flow through landfill cover with sludge barrier. Proceedings of the Second Japan-Korea Joint Seminar on Geoenvironmental Engineering, pp. 1-12.
15. KNMI (1979, 2e druk). Luchtverontreiniging en weer. Den Haag: Staatsuitgeverij.
16. Lide, D.L. (ed) (1997-1998, 78th edition). Handbook of Chemistry and Physics. Boca Raton: CRC-Press.
17. Maagdenberg, A.D.A. (red). Gevaarlijke chemische reacties (2000) (bewerking van Gefährliche Chemische Reaktionen door L. Roth en U. Weller, Ecomed Verlagsgesellschaft, Landsberg/Lech, BRD). Den Haag: Ten Hagen Stam BV.
18. Opslag gevaarlijke stoffen in emballage: Opslag van vloeistoffen en vaste stoffen (0-10 ton) (1990, tweede druk). Voorburg: Commissie Preventie van Rampen en Gevaarlijke stoffen (publicatienummer CPR 15-1).
19. Productinformatie Bleko Chemie inzake verpakkingen voor producten. (www.blekochemie.nl)

20. Productinformatie BOCO Chemie. Gevelreiniger HF, Veiligheidsinformatieblad, 2002. (www.boco.nl)
21. Productinformatie Meko hygiëne groep. (www.meko-hg.nl)
22. Projectgroep Revisie Nationaal Model (1998). Het nieuwe nationaal model: Model voor de verspreiding van luchtverontreiniging uit bronnen over korte afstanden. Apeldoorn/Den Haag: TNO MEP/Infomil.
23. Randolph, K. (manager) (1999). Report on Emergency Incidents at Hazardous Waste Combustion Facilities and Other Treatment, Storage and Disposal Facilities (TSDFs). Washington DC: US Environmental Protection Agency (EPA), Office of Solid Waste.
24. Shell Industrie Chemicaliën Gids 1981 (1981). 's-Gravenhage: Shell Nederland Chemie BV.
25. Thibodeaux, L.J., Valsaraj, K.T., Springer, C., Hildebrand, G. (1988). Mathematical models for predicting chemical vapor emissions from landfills. *Journal of Hazardous Materials*, 19, p. 101-118. Amsterdam: Elsevier Science Publishers B.V..
26. Verhagen, H., Feron, V.J., Vliet, P.W. van (1994). Risk assessment of peak exposure to genotoxic carcinogens. Den Haag: Gezondheidsraad, adviesnummer A94/04.
27. Waitz, M.F.W., Freijer, J.I., Kreule, P., Swartjes, F.A. (1996). The VOLASOIL risk assessment model based on CSOIL for soils contaminated with volatile compounds. Bilthoven: Rijksinstituut voor volksgezondheid en milieu (RIVM), rapportnummer 715810014.
28. Willemsen, A.H.M (red), Baggen, W. (red.) (1993). Veiligheidsbladen voor preparaten en stoffen. Den Haag: Ten Hagen Stam BV.

BIJLAGE 2 Tabel B2.1 t/m B2.5, stoffen en reactieproducten

Tabellen

B2.1 RvS en Stab-advies

B2.2 Eigenonderzoek algemene literatuur incidenten

B2.3 Aanvullend algemeen: CPR 15 Onverenigbare combinaties stoffen of hoofdcategorieën stoffen

B2.4 Justitieel onderzoek 1989 (lijst Matrixprint)

B2.5 Overige met elkaar reagerende stoffen

Toelichting op de tabel

Tabel 1 bestaat uit vijf sub-tabellen, op basis van herkomst stoffen:

1. Stab-advies (17 december 2001) en de uitspraak van de Raad van State van 24 december 2002.
2. stoffen uit het beschreven eigen literatuuronderzoek van incidenten bij stortplaatsen.
3. hoofdcategorieën van stoffen waarvan combinaties onverenigbaar zijn volgens de CPR 15-1 (richtlijn inzake opslag van gevaarlijke stoffen in emballage).
4. stoffen genoemd in een lijst (matrixprint) van het onderzoek van afval, dat in de Coupépolder gestort zou zijn, opgesteld door Justitie in 1989.
5. overige met elkaar reagerende stoffen.

Kolommen

Kolom 1

Weergave anorganische stoffen met nummering

Kolom 2

In de tweede kolom is dan in elke rij de concentratie van de stof (in water), of de mogelijke afvalstof aangegeven en/of de denkbare grootte van de verpakking.

Wat betreft dit laatste is aangesloten bij de grootte van thans gangbare verpakkingen. Sinds het begin van de 60-er jaren van de vorige eeuw deden moderne (o.a. kunststof) verpakkingen van chemicaliën hun intrede. Er is op deze voormalige stortplaats, afval gestort in de periode 1959-1985.

Kolom 3

In de derde kolom zijn eventuele andere stoffen genoemd die bij combinatie een reactie kunnen aangaan met de in de linker kolom genoemde stof. Deze mogelijke reacties hebben bij het nummer van de stof in de linker kolom een volgletter, dus 1a, 1b enzovoort. Als de stof als zodanig bij het vrijkomen ook relevant is, dan is daar in de rij met volgnummer zonder subletter, bijvoorbeeld 1, aandacht aan besteed. Doorgaans komen de stoffen in de derde kolom ook voor in de eerste kolom. Maar er zijn enige malen ook andere stoffen opgenomen, zoals organische stoffen die een reactie kunnen aangaan die leidt tot een anorganische stof of tot een ander gevolg.

Kolom 4

De vierde kolom geeft, analoog aan de tweede kolom, ten opzichte van de stoffen in de derde kolom de mogelijke afvalstof en/of mogelijke verpakking aan.

Kolom 5

In de vijfde kolom van de tabel staat het mogelijke gevolg van het reactieproduct bij de combinatie van stoffen in algemene zin. Het kan gaan om een gevolg als het vrijkomen van een enkele stof, of om aantasting van een verpakking van een andere stof en/of een reactieproduct, en om reactiewarmte bij een combinatie van stoffen.

Tabel B2.1: Stoffen, mogelijke afvalstof en/of verpakking, mogelijk gevolg van stof of reactie(product)

RvS en Stab-advies

Anorganische stof	Mogelijke afvalstof	Eventuele andere stof voor reactie	Mogelijke andere afvalstof	Mogelijk gevolg van Stof
1. Zoutzuur (destijds regelmatig in gebruik)	36% zoutzuur	-		corrosieve zuurnevels in lucht, zwaarder dan lucht
1.a zoutzuur	36% zoutzuur	vele metalen, vooral (aluminium)poeder		vorming brandbaar waterstofgas
1.b zoutzuur (destijds regelmatig in gebruik)	afgewerkt zoutzuurbeitsbad (tot 5% HCl): of zoutzuur (ca. 36%) verpakking in kunststof vat 200 liter	cyaniden in alkalische oplossing	afgewerkt cyanidisch ontvettingsbad (tot 5% cyaniden) (tot 11% NaOH) (enkele % NaCO ₃) verpakking in vat 200 liter	warmteontwikkeling en vorming zeer giftige waterstofcyanide (gas): P.M. koolzuurgasontwikkeling uit carbonaat
1.c zoutzuur	36% zoutzuur	oxidatiemiddelen zoals kaliumbichromaat		heftige reactie en vorming chloorgas
2. Fluorwaterstof (destijds tamelijk regelmatig in gebruik)	gevelreiniger HF (25%-50%) met 2.5%-10% HCl in plastic	-		vorming corrosieve dampen/nevels zwaarder dan lucht
2.a fluorwaterstof	waterige oplossing in plastic	glas en andere siliciumhoudende materialen (bijv. zand)		aantasting glas of zand: vrijkomen inhoud eventuele glazen verpakking
2.b fluorwaterstof	waterige oplossing in plastic	metalen		vorming brandbaar waterstofgas
2.c fluorwaterstof	waterige oplossing in plastic	cyaniden in alkalische oplossing		zie bij zoutzuur (nr. 1.b)
3. Perchloorzuur	waterige oplossing 72% in laboratoriumfles tot enkele liters	-		bij verwarming tot ca. 75 °C explosie
3.a perchloorzuur	waterige oplossing (50%-72%) in laboratoriumfles tot enkele liters	hout, papier, textiel		kans op spontane ontbranding
3.b perchloorzuur	waterige oplossing (50%-72%)	metalen		heftige reactie met kans op brand en explosie
3.c perchloorzuur	waterige oplossing (50%-72%)	organische verbinding (met zuurstof zoals methanol)		heftige reactie met kans op brand en explosie

RvS en Stab-advies

Anorganische stof	Mogelijke afvalstof	Eventuele andere stof voor reactie	Mogelijke andere afvalstof	Mogelijk gevolg van Stof
3.d perchloorzuur	waterige oplossing (50%-72%)	salpeterzuur		kans op explosie
3.e perchloorzuur	waterige oplossing (50%-72%)	cyaniden in alkalische oplossing	vloeistof	zie bij zoutzuur (nr. 1.b)
4. Zwavelzuur (destijds regelmatig in gebruik)	waterige oplossing (60-98%)	-		
4.a zwavelzuur	waterige oplossing (60-98%)	onedele metalen, exclusief lood		vorming brandbaar waterstofgas
4.b zwavelzuur	waterige oplossing (60-98%)	organische stof		heftige reactie met warmteontwikkeling
4.c zwavelzuur	afgewerkt zuur beitsbad (10-40% zwavelzuur) in kunststof vaten	cyaniden in alkalische oplossing	vloeistof	zie bij zoutzuur (nr. 1.b)
5. Salpeterzuur (destijds regelmatig in gebruik)	waterige oplossing (tot 70%) in glas, aluminium, rvs, geschikte kunststof (bijv. 50% salpeterzuur in 40 kg plastic can)	-		vrij snel vorming damp met stekende geur
5.a salpeterzuur	waterige oplossing (tot 70%)	fijn verdeeld metalen		heftige reactie onder vorming stikstofdioxidegas
5.b salpeterzuur	waterige oplossing (tot 70%)	vele organische verbindingen		heftige reactie onder vorming stikstofdioxidegas
5.c salpeterzuur	waterige oplossing (tot 70%)	cyaniden in alkalische oplossing	vloeistof	zie bij zoutzuur (nr. 1.b)
6. Fosforpentoxide	zeer hygroscopische vaste stof			Zie 6.a
6.a fosforpentoxide	zeer hygroscopische vaste stof	Water		heftige reactie tot fosforzuur
6.b fosforpentoxide	zeer hygroscopische vaste stof	materialen die vocht kunnen afgeven zoals hout, katoen, papier		heftige reactie met kans op ontsteking (in lucht)
6.c fosforpentoxide	zeer hygroscopische vaste stof	vele metalen		aantasting (in beginsel ook van zodanige metalen verpakking)

RvS en Stab-advies

Anorganische stof	Mogelijke afvalstof	Eventuele andere stof voor reactie	Mogelijke andere afvalstof	Mogelijk gevolg van Stof
7. Titaantetrachloride	vloeistof in glazen flessen (500 ml) of cilinders	-		vrij snel dampvorming:
7.a titaantetrachloride	vloeistof	lucht		vorming nevels zoutzuur
7.b titaantetrachloride	vloeistof	water		vorming zoutzuur
7.c titaantetrachloride	vloeistof	alcoholen (destijds regelmatig in gebruik)	vloeistof	vorming zoutzuur
8. Cyaniden in alkalische oplossing (destijds tamelijk regelmatig in gebruik)	vloeistof			
8.a cyaniden in alkalische oplossing		sterke zuren	waterige oplossing	zie bij zoutzuur (nr. 1.b)
9. Broom	vluchtige vloeistof	-		corrosieve damp in lucht: zwaarder dan lucht
9.a broom	vluchtige vloeistof verpakt in speciaal materiaal (lood, tantaan of hastelalloy container of glazen fles max. 1,3 l)	water		vorming broomwaterstofzuur (HBr) en zuurstof
9.b broom	vluchtige vloeistof	vele metalen, vooral in aanwezigheid van vocht		heftige reactie met kans op brand en explosie
9.c broom	vluchtige vloeistof	organische verbindingen		heftige reactie met kans op brand en explosie
9.d broom	vluchtige vloeistof	fosfor	Elementair: witte (gele)vaste stof, bewaard onder water in fles of vat	heftige reactie met kans op brand en explosie
10. Kaliumbichromaat	vaste stof verpakt in speciaal materiaal			
10.a kaliumbichromaat	vaste stof	vele materialen, vooral in zuur milieu		aantasting
10.b kaliumbichromaat	vaste stof	brandbare stoffen		heftige reactie met kans op brand en explosie
10.c kaliumbichromaat	vaste stof	reducerende stoffen		heftige reactie met kans op brand en explosie
10.d kaliumbichromaat	vaste stof	zoutzuur	36% zoutzuur	zie hierboven bij zoutzuur (nr. 1.c)

RvS en Stab-advies

Anorganische stof	Mogelijke afvalstof	Eventuele andere stof voor reactie	Mogelijke andere afvalstof	Mogelijk gevolg van Stof
10.e kaliumbichromaat	vaste stof	salpeterzuur	waterige oplossing (tot 70%) in glas, aluminium, rvs, geschikte kunststof (bijv. 50% salpeterzuur in 40 kg plastic can)	vorming stikstofdioxidegas

Tabel B2.2: Eigen onderzoek algemene literatuur incidenten

Anorganische stof	Mogelijke afvalstof	Eventuele andere stof voor reactie	Mogelijke andere afvalstof	Mogelijk gevolg van Stof
11. Aluminiumpoeder (destijds regelmatig in gebruik)				
11. a aluminiumpoeder	alleen NIET gestabiliseerde vorm	Water		vorming waterstofgas (alleen bij niet gestabiliseerd aluminiumpoeder !)
11.b aluminiumpoeder		Basen	waterige oplossing	snelle felle reactie met vorming waterstofgas
11.c aluminiumpoeder		zuren	waterige oplossing	snelle felle reactie met vorming waterstofgas
11.d aluminiumpoeder		perchloorzuur	waterige oplossing (50%-72%) in laboratoriumfles tot enkele liters	heftige reactie met kans op brand en explosie
11.e aluminiumpoeder		chloorkoolwaterstoffen (destijds regelmatig in gebruik)	vloeistof	heftige reactie: kans op explosie
12. Fosfor	Elementair; witte (gele)vaste stof, bewaard onder water in fles of vat			Zie 12.a
12.a fosfor	Elementair, witte (gele)vaste stof	luchtzuurstof		spontane ontbranding met vorming bijtende rookwolken van o.a. fosforpentoxide
12.b fosfor	Elementair, witte (gele)vaste stof	sterk loog (destijds regelmatig in gebruik)	waterige vloeistof	vorming giftig fosfinegas

Tabel B2.3: Aanvullend algemeen: CPR 15 Onverenigbare combinaties stoffen of hoofdcategorieën stoffen

Anorganische stof	Mogelijke afvalstof	Eventuele andere stof voor reactie	Mogelijke andere afvalstof	Mogelijk gevolg van Stof
13.a zuren		logen		warmteontwikkeling: spatten
13.b zuren		(hypo)chlorietoplossingen (destijds regelmatig in gebruik)	hypochloriet oplossing (150 g/l actief chloor) in 200 liter plastic vat	vorming chloorgas
13.c salpeterzuur		mierenzuur, azijnzuur of formaldehydeoplossingen	waterige oplossing	heftige reactie: ontleding mierenzuur
13.d zuren		cyaniden		zie bij zoutzuur (nr. 1.b)
13.e zuren		sulfiden		zie bij ammoniumsulfide, c.q. bij -sulfide (nr. 20.a)
14.a oxiderende stoffen		ontvlambare vloeistoffen		eerste categorie bevordert brand/explosie ontvlambare vloeistoffen
14.b oxiderende stoffen		ontvlambare vaste stoffen		eerste categorie bevordert brand van ontvlambare vaste stoffen
14.c oxiderende stoffen		(zeer) giftige stoffen		eerste categorie bevordert brand en kan verpakking (zeer) giftige stoffen aantasten
14.d oxiderende stoffen		corrosieve/bijtende stoffen		verpakking eerste categorie kan bezwijken onder invloed van al vrijgekomen stof van andere categorie met als gevolg dat ook de andere stof vrijkomt
15.a ontvlambare vloeistoffen		(zeer) giftige stoffen		(zeer) giftige stof kan vrijkomen bij brand van ontvlambare vloeistof
15.b ontvlambare vloeistoffen		corrosieve/bijtende stoffen		verpakking ontvlambare vloeistof kan bezwijken onder invloed van vrijgekomen corrosieve/bijtende stof
16.a ontvlambare vaste stoffen		corrosieve/bijtende stoffen		verpakking ontvlambare vaste stof kan bezwijken onder invloed van vrijgekomen corrosieve/bijtende stof

Aanvullend algemeen: CPR 15 Onverenigbare combinaties stoffen of hoofdcategorieën stoffen

Anorganische stof	Mogelijke afvalstof	Eventuele andere stof voor reactie	Mogelijke andere afvalstof	Mogelijk gevolg van Stof
17.a (zeer) giftige stoffen		bijtende/corrosieve stoffen		verpakking (zeer) giftige stof kan bezwijken onder invloed van vrijgekomen corrosieve/bijtende stof

Tabel B2.4: Justitieel onderzoek 1989 (lijst matrixprint)

Anorganische stof	Mogelijke afvalstof	Eventuele andere stof voor reactie	Mogelijke andere afvalstof	Mogelijk gevolg van Stof
18. Dizwavedichloride (zwavelchloride)	Flesje of fles met viskeuze vloeistof			viskeuze vloeistof met stekende geur: zeer corrosief, vooral in aanwezigheid van water: vormt corrosieve damp
18.a dizwavedichloride		lucht		vorming zoutzuurdamp
18.b dizwavedichloride		water		vorming zoutzuur en zwavedioxide en waterstofsulfide
19. Aluminiumpoeder	Zie bij nr. 11			Zie bij nr. 11
20. Ammoniumsulfide houdende vloeistof	opgelost in water: vorming alkalische oplossing			
20.a -sulfide	afgewerkt sulfidebad met tot ca. 5% (poly)sulfide	zuren	waterige oplossing	warmteontwikkeling en vorming zeer giftige waterstofsulfide (gas)

Tabel B2.5: Overige met elkaar reagerende stoffen

Anorganische stof	Mogelijke afvalstof	Eventuele andere stof voor reactie	Mogelijke andere afvalstof	Mogelijk gevolg van Stof
21.a zoutzuur		formaldehyde (waterige oplossing) (destijds regelmatig in gebruik)		vorming zeer giftige bis(chloormethyl)ether damp
22.a bleekwater (destijds regelmatig in gebruik)	(plastic) vat van 200 l. chloorbleekloog (vloeistof) met 150 g/l actief chloor	zuren	waterige oplossing	zie bij zuren en (hypo)chlorietoplossingen (nr. 13.b)
22.b bleekwater	vloeistof met 150 g/l actief chloor	ammonia (destijds regelmatig in gebruik)	waterige oplossing	vorming monochloraminedamp
22.c bleekwater	vloeistof met 150 g/l actief chloor	vele metalen		aantasting; corrosief ten aanzien van aluminium en zink

BIJLAGE 3 Tabel B3.1 en B3.2, stoffen en effecten

Tabellen

B3.1 RvS en Stab-advies

B3.2 Niet volgend uit stoffen genoemd RvS en Stab-advies

Toelichting op tabel

Kolom 1

De mogelijk vrijkomende stoffen (direct als zodanig of door reactie bij combinatie van stoffen) zijn opgenomen in de eerste kolom, op volgorde aangeduid met hoofdletters. In die eerste kolom zijn ook de verschijningsvormen van deze stoffen vermeld terwijl tevens is aangegeven of er bij reactie sprake is van een eventueel ander gevolg zoals warmteontwikkeling. Er is duidelijkheidshalve ook vermeld om welke volgnummers van stoffen en reacties uit tabel B2 het gaat.

Kolom 2

In de tweede kolom van de tabel is in algemene termen informatie opgenomen over effecten van de stof op de mens bij blootstelling via de lucht en ook over het gedrag van de stof in het milieu bij vrijkomen in het stortlichaam. Deze kolom vormt gedeeltelijk al een overgang naar fase 2 van het onderzoek.

Kolom 3

In de derde kolom van tabel II is beoordeeld wat de gradatie van relevantie de vrijkomende stof of het andere gevolg van reactie is voor de (latere) kwantitatieve risicobeoordeling in fase 2. Dit is met de hiervoor omschreven algemene termen gebeurd, zoals 'minder relevant', 'direct relevant', 'relevant' en 'mogelijk relevant'. Daarbij is herhaaldelijk een korte motivering gegeven.

Kolom 4

In de vierde kolom van de tabel is alleen bij de (mogelijk) voor risicobeoordeling relevante stoffen de berekende hoeveelheid van een stof vermeld, die per keer (maximaal) zou kunnen ontstaan. Daarbij wordt uitgegaan van bepaalde (voorlopig aangehouden) denkbare verpakkingen en van bepaalde concentraties van de stof(fen) daarin. Deze kolom vormt al een overgang naar fase 2 van het onderzoek. Bij combinaties van stoffen uit verschillende verpakking is voor de maximale berekening aangehouden dat deze stoffen volledig met elkaar mengen en reageren. De maximale hoeveelheid van een stof die kan ontstaan is niet gelijk aan de hoeveelheid die uit het stortlichaam naar de buitenlucht zou kunnen gaan. Dat, en de snelheid waarmee dat kan geschieden, zijn onderwerpen voor de risicobeoordeling in fase 2.

Gradaties in relevantie voor kwantitatieve beoordeling

Wij brengen de volgende gradaties aan in de relevantie voor kwantitatieve risicobeoordeling van een mogelijk vrijkomende stof en eventueel ander mogelijk gevolg van combinaties van stoffen. Iedere beoordeling heeft zijn eigen kleurcodering.

***direct relevant**
 De stof is als zodanig vanwege effecten op de mens en gedrag in het milieu relevant voor kwantitatieve risicobeoordeling.

***relevant**
 De stof, of het eventuele andere gevolg van reactie van stoffen, is relevant voor kwantitatieve risicobeoordeling. Er is echter sprake van een noodzakelijke combinatie van stoffen die uit verschillende verpakkingen komen. De noodzakelijke combinatie is van invloed op de kans van de gebeurtenis.

***mogelijk relevant**
 De stof, of het eventuele andere gevolg van combinatie van stoffen, is relevant voor kwantitatieve risicobeoordeling. In geval van een vrijkomende stof wordt het risico, gelet op de verwachte hoeveelheid, voorsnog relatief minder groot geacht. Uit een kwantitatieve risicobeoordeling kan eventueel nog het tegendeel blijken. Als het gaat om eventuele andere gevolgen bij combinaties van stoffen (bijvoorbeeld heftige reactie met kans op brand en explosie, zonder luchtzuurstof) spelen wordt de kans en omvang van het risico relatief minder groot geacht. Ook hier kan uit een kwantitatieve risicobeoordeling nog het tegendeel blijken.

***minder relevant**
 De stof, of het eventuele andere gevolg van combinatie van stoffen, is relevant voor kwantitatieve risicobeoordeling. Uit het verwachte gedrag van de stof of het andere gevolg in het stortlichaam wordt het risico duidelijk minder groot geacht. Er is daarom niet gekeken naar hoeveelheden.

Als uit de kwantitatieve risicobeoordelingen van 'mogelijk relevante' stoffen of andere gevolgen zou blijken dat, tegen de verwachting in, toch risico's bestaan, kan de indeling bij 'minder relevant' worden heroverwogen.

Tabel II: Mogelijk vrijkomende stoffen, verschijningsvorm, effecten op mens, milieugedrag, hoeveelheid

RvS en Stab-advies

Mogelijk vrijkomende stof	Effecten op mens Gedrag in milieu	Gradatie relevantie	Hoeveelheid stof gelet op voorlopig aangehouden denkbare grootte verpakking(en)
A. Zoutzuurgas (zuurmevels) (stof nr. 1.)	bijtend op ogen, huid en ademhalingsorganen; lost op in vocht (wateroplosbaarheid: volledig) in stortmateriaal; reageert met organisch materiaal in stort; bij gedeeltelijk vrijkomen uit stort aanvankelijk verspreiding laag over grond	minder relevant; nevels zullen vanuit stortlichaam niet snel vrijkomen en bovendien oplossen in daarin aanwezig vocht of reageren met daarin aanwezig organisch materiaal	-
B. Waterstofgas (reacties nrs. 1.a, 2.b, 4.a, 11.a, 11.b en 11.c)	met lucht explosief (explosiegrenzen 4-76 % in gewone lucht); bij lagere zuurstofpercentages tot ca. 5% bij waterstof nog explosie mogelijk; demping door stortmateriaal en afdekgrond	mogelijk relevant; vorming waterstofgas is tamelijk geleidelijk proces; omvang vorming waterstofgas is mede afhankelijk van grote contactoppervlak sterk zuur en (onbeschermd) metaal; in lucht in stortlichaam bevindt zich minder zuurstof en wel stortgas met explosiegevaarlijk methaan	maximaal ca. 0,3 kg, uitgaande van 1 verpakking met 25 liter 36% zoutzuur en overmaat metaal (bijv. aluminiumpoeder)
C. Waterstofcyanidegas en warmteontwikkeling (reacties nrs. 1.b, 2.c, 3.e, 4.c, 5.c, 8.a en 13.d)	zeer vergiftig; amandelgeur sneller vrijkomen bij warmteontwikkeling; gedeeltelijk oplossen in vocht (wateroplosbaarheid zeer goed) in stortmateriaal; gedeeltelijk vrijkomen uit stort	relevant	maximaal ca. 11 kg, uitgaande van cyanidisch ontvettingsbad met 5% g/g cyanide in vat van 200 liter en verpakking met overmaat zoutzuur beitsbad (meer dan 200 liter)

Mogelijk vrijkomende stof	Effecten op mens Gedrag in milieu	Gradatie relevantie	Hoeveelheid stof gelet op voorlopig aangehouden denkbare grootte verpakking(en)
D. Chloorgas (reactie nr. 1.c)	bijtend op ogen, huid en ademhalingsorganen; gedeeltelijk oplossen in vocht en reactie met vocht in stortmateriaal; gedeeltelijk reactie met stortmateriaal; gedeeltelijk vrijkomen uit stort, aanvankelijk verspreiding laag over de grond	relevant	maximaal ca. 30 kg, uitgaande van een (plastic) vat van 200 liter chloorbleekloog met 150 g/l actief chloor en verpakking met overmaat zuur
E. Fluorwaterstof-nevel (direct) (stof nr. 2.)	bijtend op ogen, huid, slijmvliezen van mond- en keelholte, maagdarmkanaal en ademhalingsorganen; lost op in vocht (wateroplosbaarheid: volledig) in stortmateriaal; reageert met organisch materiaal in stort; bij gedeeltelijk vrijkomen uit stort aanvankelijk verspreiding laag over grond	minder relevant; nevels zullen vanuit stortlichaam niet snel vrijkomen en bovendien oplossen in daarin aanwezig vocht of reageren met daarin aanwezig organisch materiaal	-
F. Ontbranding hout, papier, textiel (reacties nrs. 3.a en 6.b)	weinig zuurstof in lucht in stortmateriaal: brand wordt niet onderhouden	minder relevant; onvoldoende zuurstof in lucht in stortlichaam	-
G. Heftige reactie met kans op brand en explosie (zonder luchtzuurstof) (reacties nrs. 3.b, 3.c, 3.d, 9.b, 9.c, 9.d, 10.b, 10.c, 10.e, 14.a, en 14.b)	explosie: demping door stortmateriaal en afdekgrond	mogelijk relevant; stabiliteit deklaag ter plaatse is afhankelijk kracht explosie	P.M. fase 2
H. Heftige reactie met warmteontwikkeling (reacties 1.b, 2.c, 3.e, 4.c, 5.c, 8.a, 13.d en 20.a)	Warmte geabsorbeerd door stortmateriaal en afdekgrond	mogelijk (in indirecte zin) relevant: tijdelijke warmteontwikkeling kan verdamping betrokken stoffen bevorderen	zie bij C. en R.

Mogelijk vrijkomende stof	Effecten op mens Gedrag in milieu	Gradatie relevantie	Hoeveelheid stof gelet op voorlopig aangehouden denkbare grootte verpakking(en)
I. Salpeterzuurdamp (stof nr. 5)	bijtend op ogen, huid en ademhalingsorganen; lost op in vocht (wateroplosbaarheid: volledig) in stortmateriaal; reageert met organisch materiaal in stort	minder relevant; nevels zullen vanuit stortlichaam niet snel vrijkomen en bovendien oplossen in daarin aanwezig vocht of reageren met daarin aanwezig organisch materiaal	-
J. Stikstofdioxidegas (reacties nrs. 5.a, 5.b en 10.e.)	irriterend op ogen, neus en ademhalingsorganen; gedeeltelijk reactie met vocht in stortmateriaal onder vorming van o.a. salpeterzuur; gedeeltelijk reactie met stortmateriaal; gedeeltelijk vrijkomen uit stort	relevant	maximaal ca. 15 kg, uitgaande van plastic can met 40 kg salpeterzuur 50% en overmaat fijn verdeelde metalen (bijv. aluminiumpoeder) of reagerende organische verbindingen
K. Aantasting andersoortige verpakking (reacties nrs. 14.c, 14.d, 16.a, 17.a, 18.b)	stof in aangetaste verpakking komt vrij en eventueel reactie met stof die aantasting veroorzaakte (zie bij stoffen en reacties zelf)	mogelijk relevant; reacties tussen verschillende verpakte stoffen zelf worden al gezien	Zie bij B, C, D, F, G, J, S en T
L. Titaantetrachloride- damp (stof nr. 7.)	bijtend op ogen, huid en ademhalingsorganen; gedeeltelijk reactie met vocht in stortmateriaal onder vorming van zoutzuur; gedeeltelijk geleidelijk vrijkomen uit stort	mogelijk relevant	maximaal ca. 0,87 kg, uitgaande van volledige inhoud fles-verpakking van 500 ml Zie M.
M. Zoutzuur nevels (reacties in lucht) (reacties nrs. 7.a en 18.a.)	bijtend op ogen, huid en ademhalingsorganen	mogelijk relevant, hangt direct samen met voorgaande rij	maximaal ca. 0,67 kg, uitgaande van volledige omzetting van hoeveelheid in vorige rij of 0,91 kg bij reactie van 1 liter dizwavedichloride

Mogelijk vrijkomende stof	Effecten op mens Gedrag in milieu	Gradatie relevantie	Hoeveelheid stof gelet op voorlopig aangehouden denkbare grootte verpakking(en)
N. Broom-damp (stof nr. 9.)	bijtend op ogen, huid en ademhalingsorganen; gedeeltelijk oplossen in vocht (wateroplosbaarheid 40 g/l) en reactie met vocht in stortmateriaal; gedeeltelijk reactie met stortmateriaal; gedeeltelijk vrijkomen uit stort, aanvankelijk verspreiding laag over de grond	direct relevant	maximaal ca. 4 kg, uitgaande van volledige inhoud fles-verpakking van 1,3 l

Niet volgend uit stoffen genoemd RvS en Stab-advies

Mogelijk vrijkomende stof	Effecten op mens Gedrag in milieu	Gradatie relevantie	Hoeveelheid stof gelet op voorlopig aangehouden denkbare grootte verpakking(en)
O. Fosforpentoxide-rookwolk (reactie met luchtzuurstof) (reactie nr. 12.a.)	bijtend op ogen, huid en ademhalingsorganen; weinig zuurstof in lucht in stortmateriaal: verbrandingsreactie wordt niet goed onderhouden;	minder relevant	-
P. Fosfinegas (reactie nr. 12.b.)	zeer vergiftig bij inademing; geur als carbid; lost gedeeltelijk op in vocht (wateroplosbaarheid: 260 g/l) in stortmateriaal; gedeeltelijk vrijkomen uit stort	relevant	maximaal ca. 0,27 kg, uitgaande van kleine verpakking fosfor (1 kg fosfor) in combinatie met overmaat loog; of: maximaal ca. 6,9 kg, uitgaande van 200 liter basisch ontvettingsbad met 11 % g/g NaOH in combinatie overmaat witte (gele) fosfor (grote verpakking fosfor zou zijn metalen drum met water en 200 kg fosfor) Opmerking i.v.m. berekening: er ontstaat bij reactie ook het zout natriumhypofosfiet
Q. Warmteontwikkeling, spatten (reactie nr. 13.a)	Warmte geabsorbeerd door stortmateriaal en afdekgrond; spatten opgevangen door stortmateriaal en afdekgrond	minder relevant; warmteontwikkeling: zie overigens H.	
R. Dizwavelchloride (stof nr. 18)	bijtend op ogen, huid en ademhalingsorganen; gedeeltelijk reactie met vocht in stortmateriaal onder vorming van o.a. zoutzuur en zwaveldioxide; gedeeltelijk vrijkomen in lucht en vorming van zoutzuurniveaus	mogelijk relevant	maximaal ca. 1,7 kg uitgaande van fles van 1 liter Zie ook M en S

Mogelijk vrijkomende stof	Effecten op mens Gedrag in milieu	Gradatie relevantie	Hoeveelheid stof gelet op voorlopig aangehouden denkbare grootte verpakking(en)
S. Waterstofsulfidegas en warmteontwikkeling (reacties nrs. 18.b en 20.a)	zeer vergiftig bij inademing; geur rotte eieren, bij hoge concentratie wordt neur minder gevoelig; gedeeltelijk oplossen in vocht (wateroplosbaarheid 3 g/l); sneller vrijkomen bij warmteontwikkeling; grotendeels vrijkomen uit stort	relevant	maximaal ca. 11 kg, uitgaande van afgewerkt sulfidebad met 5% g/g in vat van 200 liter en overmaat zuur, bijv. verpakking met zuur beitsbad (meer dan 200 liter)
T. Bis(chloromethyl)ether (=BCME) damp (reactie nr. 21.a.)	irriterend op ogen, huid en ademhalingsorganen; carcinogeen voor mens; grotendeels afgebroken door reactie met vocht in stort; (beperkt) deel vrijkomend uit bodem	mogelijk relevant, kortdurende blootstelling aan carcinogene stof geeft relatief veel minder risico	P.M. Opmerking: bij combinatie wordt relatief beperkte hoeveelheid BCME gevormd
U. Monochloramine-damp (reactie nr. 22.b.)	irriterend op ogen en ademhalingswegen; desinfecterend	mogelijk relevant	maximaal ca. 44 kg, uitgaande van een (plastic) vat van 200 liter chloorbleekloog met 150 g/l actief chloor en verpakking met overmaat ammoniakoplossing (ammonia 25%)

BIJLAGE 4 Berekeningswijze gasconcentratie en overdruk

Berekeningswijze gasconcentratie en overdruk in stortlichaam van vrijkomende stoffen**ALGEMENE UITGANGSPUNTEN****Standaard situatie: deklaag klei van tenminste 0,5m dikte**

Vak stortmateriaal van $50\text{m} \times 50\text{m} \times 2,5 = 6.250\text{ m}^3$ hoog boven grondwaterniveau

Fractie luchtporiën stortmateriaal (en deklaag) 0,2

Fractie watergevulde poriën stortmateriaal (en deklaag) 0,2

Luchtinhoud in vak met stortmateriaal onder deklaag: $6.250\text{ m}^3 \times 0,2 = 1.250\text{ m}^3$

Bijzondere situatie: deklaag klei van tenminste 0,5m dikte met (tijdelijke) scheuren

Uitstroomoppervlak in stortlichaam van 2×200 liter waterige vloeistof is 16 m^2 .

Straal cirkelvormig oppervlak $16\text{ m}^2 = 2,26\text{m}$

Minimale afstand van oppervlak uitgestroomde vloeistof tot onderkant klei afdeklaag is 0,5m

Doorlatendheid van stortmateriaal lateraal (horizontale richting) ca. 5 maal groter is dan in verticale richting

Vrijkomend gas beweegt zich 0,5m verticaal tot klei afdeklaag met scheuren en tegelijkertijd 2,5 m lateraal in alle richtingen

Straal oppervlak met gas is dan $2,26\text{m} + 2,5\text{m} = 4,76\text{m}$

Oppervlak van denkbeeldige cilindervormige deel van het stortlichaam waarin het gas zich bevindt is dan afgerond 70 m^2

Volume stortmateriaal met door reactie ontstaan toxisch gas in gedeelte van vak stortmateriaal van $70\text{ m}^2 \times 2,5$ hoog boven grondwaterniveau = 175 m^3

Fractie luchtporiën stortmateriaal (en deklaag) 0,2

Luchtinhoud in dit gedeelte van vak onder deklaag = 35 m^3

Overdruk: als bij vorige situatie, aannemende dat druk zich wel verdeelt over hele bovenomschreven vak en dat toxische gas aanvankelijk in het gedeelte van het vak aanwezig is. Doordat gas snel uittreedt via de tijdelijke scheuren in de kleilaag zal de gasdruk overigens snel afnemen.

Aanduidingen

M : Molecuulmassa (g/mol)

Vp : Dampspanning (in millibar of in Pascal)

S : Oplosbaarheid in water (in mol/m³)

Chloorgas (30 kg)

M= 70,9 g/mol

Vp 6560 mbar bij 283 graden Kelvin = 656000 Pa

S=98,7 mol/m³

Berekende gasconcentratie 30 kg in 1250 m³ = 24.000 mg/m³

Berekende gasconcentratie 30 kg in 35 m³ = 857.000 mg/m³

Verzadigde dampconcentratie = M/22,4 x dampspanning (mbar)/1013 x 273/temp bij dampspanning x 10^{E6} = 19,8.10^{E6} mg/ m³

Overdruk = berekende gasconcentratie in bodemlucht/verzadigde dampconcentratie x dampdruk verzadigde damp = 24000 mg/m³/19800000 mg/m³ x 6560 mbar = 7,95 mbar = 795 Pa (afgerond 800 Pa).

Stikstofdioxidegas (15 kg)

M= 46,0 g/mol

Vp 975 mbar bij 283 graden Kelvin = 97500 Pa

S= xxx mol/m³ (reactie)

Berekende gasconcentratie 15 kg in 1250 m³ = 12.000 mg/m³

Berekende gasconcentratie 15 kg in 35 m³ = 429.000 mg/m³

Verzadigde dampconcentratie = M/22,4 x dampspanning (mbar)/1013 x 273/temp bij dampspanning x 10^{E6} = 1,9.10^{E6} mg/m³

Overdruk = berekende gasconcentratie in bodemlucht/verzadigde dampconcentratie x dampdruk verzadigde damp = 12000 mg/m³/1900000 mg/m³ x 975 mbar = 6,16 mbar = 616 Pa (afgerond 600 Pa).

Fosfinegas (6,9 kg)

M= 34,0 g/mol

Vp 40.500 mbar bij 283 graden Kelvin = 4.050.000 Pa

S= 7.650 mol/m³

Berekende gasconcentratie 6,9 kg in 1250 m³ = 5.500 mg/m³

Berekende gasconcentratie 6,9 kg in 35 m³ = 197.000 mg/m³

Verzadigde dampconcentratie = $M/22,4 \times \text{dampspanning (mbar)}/1013 \times 273/\text{temp bij dampspanning} \times 10^6 = 58,5 \cdot 10^6 \text{ mg/m}^3$

Overdruk = berekende gasconcentratie in bodemlucht/verzadigde dampconcentratie x dampdruk verzadigde damp = $5.500 \text{ mg/m}^3 / 58500000 \text{ mg/m}^3 \times 40500 \text{ mbar} = 3,81 \text{ mbar} = 381 \text{ Pa}$ (afgerond 400 Pa).

Waterstofsulfidegas (11 kg)

M= 34,1 g/mol

Vp 17400 mbar bij 283 graden Kelvin = 1.740.000 Pa

S= 176 mol/m³

Berekende gasconcentratie 11 kg in 1250 m³ = 8.800 mg/m³

Berekende gasconcentratie 11 kg in 35 m³ = 314.000 mg/m³

Verzadigde dampconcentratie = $M/22,4 \times \text{dampspanning (mbar)}/1013 \times 273/\text{temp bij dampspanning} \times 10^6 = 25,2 \cdot 10^6 \text{ mg/m}^3$

Overdruk = berekende gasconcentratie in bodemlucht/verzadigde dampconcentratie x dampdruk verzadigde damp = $8.800 \text{ mg/m}^3 / 25.200.000 \text{ mg/m}^3 \times 17400 \text{ mbar} = 6,08 \text{ mbar} = 608 \text{ Pa}$ (afgerond 600 Pa).

BIJLAGE 5 Volasoil

Volasoil berekeningen en aanpassingen

Het rekenmodel voor vluchtige bodemverontreiniging Volasoil (versie 2.0; Waitz e.a., RIVM, 1996) kan locatiespecifiek berekeningen uitvoeren van de binnenluchtconcentratie in een huis dat is gebouwd op een bodem die verontreinigd is met vluchtige verontreinigingen. Er kunnen berekeningen worden uitgevoerd voor verschillende verontreinigingsituaties (bijvoorbeeld onopgeloste verontreiniging boven het grondwater niveau of invoer bodemluchtconcentraties).

Gerekend wordt met transport naar boven via zowel diffusie als convectie. Uiteraard is een voormalige stortplaats direct vergelijkbaar met een woning met een kruipruimte en binnenruimten. Wat wel vergelijkbaar is, is de berekening van de flux (massatransport per m^2) door de bodem naar de buitenlucht.

In het rekenmodel Volasoil wordt de instelling 'slecht' gekozen voor de kwaliteit van de begane grondvloer. De verversing van de lucht in de kruipruimte is dan groot, zodat we naderen tot een situatie die bij buitenlucht aan de orde zou zijn. Bovendien zijn de berekende concentraties in de kruipruimtelucht relatief zo laag in verhouding tot die in bodemlucht, dat de berekening van de diffusieflux (concentratieverschil is drijvende kracht) nauwelijks wordt beïnvloed.

Verder kiezen we in Volasoil de diepte van de verontreiniging zodanig dat rekening wordt gehouden met het feit dat het programma een hoogte van de kruipruimte veronderstelt van 0,5m. Het gaat erom dat de flux berekend wordt van een damp of gas door een bodemkolom van 0,5 m lengte (de minimale dikte van de afdeklaag). Uit de met Volasoil berekende flux (massa per m^2 per tijdseenheid) naar de (fictieve) kruipruimte alsmede met het bronoppervlak valt handmatig de totale emissie van een damp of gas plaatselijk uit de stortplaats te berekenen.

Er zijn twee situaties:

- de emissie in een standaard situatie (intacte afdek kleilaag van tenminste 0,5 dikte)
- een bijzondere situatie waarbij tijdelijk (overal) scheuren aanwezig zijn in de klei afdeklaag.

Aangenomen wordt dat dit laatste maximaal gedurende 2 weken in een jaar het geval is in verband met de jaarlijkse inspectie van de deklaag op met name scheuren. We gaan ervan uit dat de convectie van damp of gas dan wordt beperkt door een kolom van een halve meter stortlaag boven de uit vaten uitgestroomde vloeistof in plaats van door de klei afdeklaag. De doorlatendheid van de stortlaag wordt gelijk gesteld aan de (grote) doorlatendheid van grof zand (in Volasoil instelling 'coarse sand' bij air permeability).

In Volasoil is ook het luchtdrukverschil tussen kruipruimte (simuleert voor ons buitenlucht) en bodem als parameter opgenomen. Het programma gaat uit van een standaard waarde van 2 Pascal (Ter vergelijking de luchtdruk van de atmosfeer is gemiddeld 101.500 Pa). Dit drukverschil is de drijvende kracht achter convectie en deze parameter is door ons gevarieerd. Er wordt in de standaard situatie minimaal uitgegaan van 100 Pa verschil vanwege de omstandigheid dat nog enige vorming van stortgas zal plaatsvinden of van de berekende overdruk van het anorganische gas door de reactie. In het algemeen ligt, bij een in werking zijn de stortplaats met klei afdeklaag, de overdruk gewoonlijk tussen 200 Pa en 2.000 Pa (Kamon, 2002). Bij de bijzondere situatie met scheuren in de klei afdeklaag wordt uitgegaan van een

overdruk van 2 Pa (defaultwaarde Volasoil) en bij anorganische gassen ontstaan door reactie van de berekende gasdruk.

In de onderstaande tabel wordt de wijze van invoer in Volasoil voor de verschillende stoffen samengevat.

Tabel B4.1: invoergegevens uitdampingmodel Volasoil

Situatie en gas of damp	Verontreinigingsituatie die situatie simuleert	Bodemtype in Volasoil ivm luchtdoorlatendheid bodemkolom (0,5m)	Luchtdrukverschil bodem en lucht (Pa)	Ingevoerde concentratie in bodemlucht (g/m ³)
Standaardsituatie intacte klei 0,5 m				
Broom	pure contaminant in open capillaire zone	klei	100	1.485 Volasoil zelf
Waterstofcyanide	verontreinigd grondwater	klei	100	87,7 Volasoil zelf
Chloorgas	Bodemluchtconcentratie	klei	800	24
Stikstofdioxidegas	Bodemluchtconcentratie	klei	600	12
Fosfinegas	Bodemluchtconcentratie	klei	400	5,5
Waterstofsulfidegas	Bodemluchtconcentratie	klei	600	8,8
Bijzondere situatie tijdelijke scheuren				
Broom	pure contaminant in open capillaire zone	grof zand simuleert stortlaag	2	1.485 Volasoil zelf
Waterstofcyanide	verontreinigd grondwater	grof zand simuleert stortlaag	2	87,7 Volasoil zelf
Chloorgas	Bodemluchtconcentratie	grof zand simuleert stortlaag	740	857
Stikstofdioxidegas	Bodemluchtconcentratie	grof zand simuleert stortlaag	600	429
Fosfinegas	Bodemluchtconcentratie	grof zand simuleert stortlaag	400	197
Waterstofsulfidegas	Bodemluchtconcentratie	grof zand simuleert stortlaag	600	314

Bij de berekeningen van de uitdamping met Volasoil moet voor waterstofcyanide en voor stikstofdioxide de waarde voor wateroplosbaarheid worden bepaald.

Waterstofcyanide is volledig oplosbaar in water. De waarde is zodanig door ons ingesteld dat Volasoil bij een theoretische 10% blauwzuoeroplossing de uit de literatuur bekende dampspanning van 300 mbar berekent in de bodemlucht. Dat is dan een goed beginpunt voor de uitdampingsberekening.

Stikstofdioxide reageert met water en er kan salpeterzuur ontstaan. Er is een waarde ingevuld die overeenkomt met ongeveer 35% salpeterzuur. De invloed van de ingevulde waarde op de einduitkomst van de Volasoil berekening is bij gassen nihil.

DHV Milieu en Infrastructuur BV

BIJLAGE 6 Resultaten DOOS-model en SAVE



Resultaten DOOSMODEL berekeningen (concentratie in lucht aan benedenwindse rand bronzone; doos 1,5m hoog) Broomdampp

Stoffen	Situatie*	Weerscondities**	Middelings-tijd***	AEGL-3 waarde (mg/m ³)	Concentratie damp of gas in buitenlucht benedenwindse bronzone (mg/m ³)	Breedte bronzone (m)
Broomdampp	Standaard	D5	30 min	80	0,018	0,228
Broomdampp	Standaard	D5	8 uur	21	0,018	0,228
Broomdampp	Tijdelijke scheuren	D5	30 min	80	0,84	0,228
Broomdampp	Tijdelijke scheuren	D5	8 uur	21	0,84	0,228
Broomdampp	Standaard	F2	30 min	80	0,046	0,228
Broomdampp	Standaard	F2	8 uur	21	0,046	0,228
Broomdampp	Tijdelijke scheuren	F2	30 min	80	2,1	0,228
Broomdampp	Tijdelijke scheuren	F2	8 uur	21	2,1	0,228

Note:

- * Bij de situatie wordt onderscheid gemaakt tussen een standaard situatie uitgaande van een afdeklaag van intacte klei en een met tijdelijke scheuren.
- ** Voor de weerscondities wordt van twee stabiliteitsklassen en bijbehorende windsnelheid (m/s) uitgegaan: F2 en D5.
- *** Voor de middelingstijd wordt, zowel bij de verspreiding als bij de berekening uitgegaan van de AEGL-3 waarden voor 30 minuten of 8 uur.



Resultaten SAVE berekeningen (verspreidingsberekeningen) Broomdamp

Stoffen	Situatie*	Weerscondities**	Middelings-tijd***	AEGl-3 waarde (mg/m ³)	Informatie over wolk waar AEGl-3 waarde wordt bereikt		Informatie over eindpunt van de wolk			
					Afstand wolk AEGl-3 contour (m)	Breedte wolk AEGl-3 contour (m)	Afstand punt wolk (m)	Breedte punt wolk (m)	concentratie (mg/m ³)	
Broomdamp	Standaard	D5	30 min	80	geen reële resultaten	-	-	-	-	-
Broomdamp	Standaard	D5	8 uur	21	geen reële resultaten	-	-	-	-	-
Broomdamp	Tijdelijke scheuren	D5	30 min	80	geen reële resultaten	-	-	-	-	-
Broomdamp	Tijdelijke scheuren	D5	8 uur	21	geen reële resultaten	-	-	-	-	-
Broomdamp	Standaard	F2	30 min	80	geen reële resultaten	-	-	-	-	-
Broomdamp	Standaard	F2	8 uur	21	geen reële resultaten	-	-	-	-	-
Broomdamp	Tijdelijke scheuren	F2	30 min	80	geen reële resultaten	-	-	-	-	-
Broomdamp	Tijdelijke scheuren	F2	8 uur	21	geen reële resultaten	-	-	-	-	-

Note:

- * Bij de situatie wordt onderscheid gemaakt tussen een standaard situatie uitgaande van een afdeklaag van intacte klei en een met tijdelijke scheuren.
- ** Voor de weerscondities wordt van twee stabiliteitsklassen en bijbehorende windsnelheid (m/s) uitgegaan: F2 en D5.
- *** Voor de middelingstijd wordt, zowel bij de verspreiding als bij de berekening uitgegaan van de AEGl-3 waarden voor 30 minuten of 8 uur.



Resultaten DOOSMODEL berekeningen (concentratie in lucht aan benedenwindse rand bronzone; doos 1,5m hoog)
Waterstofcyanidedamp

Stoffen	Situatie*	Weerscondities**	Middelings-tijd***	AEGL-3 waarde (mg/m ³)	Concentratie damp of gas in buitenlucht benedenwindse bronzone (mg/m ³)	Breedte bronzone (m)
Waterstof-cyanidedamp	Standaard	D5	30 min	23,6	0,046	4
Waterstof-cyanidedamp	Standaard	D5	8 uur	7,4	0,046	4
Waterstof-cyanidedamp	Tijdelijke scheuren	D5	30 min	23,6	0,87	4
Waterstof-cyanidedamp	Tijdelijke scheuren	D5	8 uur	7,4	0,87	4
Waterstof-cyanidedamp	Standaard	F2	30 min	23,6	0,11	4
Waterstof-cyanidedamp	Standaard	F2	8 uur	7,4	0,11	4
Waterstof-cyanidedamp	Tijdelijke scheuren	F2	30 min	23,6	2,2	4
Waterstof-cyanidedamp	Tijdelijke scheuren	F2	8 uur	7,4	2,2	4

Note:

- * Bij de situatie wordt onderscheid gemaakt tussen een standaard situatie uitgaande van een afdeklaag van intacte klei en een met tijdelijke scheuren.
- ** Voor de weerscondities wordt van twee stabiliteitsklassen en bijbehorende windsnelheid (m/s) uitgegaan: F2 en D5.
- *** Voor de middelingstijd wordt, zowel bij de verspreiding als bij de berekening uitgegaan van de AEGL-3 waarden voor 30 minuten of 8 uur.



Resultaten SAVE berekeningen (verspreidingsberekeningen) Waterstofcyanidedamp

Stoffen	Situatie*	Weerscondities**	Middelings-tijd***	AEGl-3 waarde (mg/m ³)	Informatie over wolk waar AEGl-3 waarde wordt bereikt			Informatie over eindpunt van de wolk		
					Afstand wolk AEGl-3 contour (m)	Breedte wolk AEGl-3 contour (m)	Afstand punt wolk (m)	Breedte punt wolk (m)	concentratie (mg/m ³)	
Waterstof-cyanidedamp	Standaard	D5	30 min	23,6	geen reële resultaten	-	-	-	-	-
Waterstof-cyanidedamp	Standaard	D5	8 uur	7,4	geen reële resultaten	-	-	-	-	-
Waterstof-cyanidedamp	Tijdelijke scheuren	D5	30 min	23,6	geen reële resultaten	-	-	-	-	-
Waterstof-cyanidedamp	Tijdelijke scheuren	D5	8 uur	7,4	geen reële resultaten	-	-	-	-	-
Waterstof-cyanidedamp	Standaard	F2	30 min	23,6	geen reële resultaten	-	-	-	-	-
Waterstof-cyanidedamp	Standaard	F2	8 uur	7,4	geen reële resultaten	-	-	-	-	-
Waterstof-cyanidedamp	Tijdelijke scheuren	F2	30 min	23,6	geen reële resultaten	-	-	-	-	-
Waterstof-cyanidedamp	Tijdelijke scheuren	F2	8 uur	7,4	geen reële resultaten	-	-	-	-	-

Note:

- * Bij de situatie wordt onderscheid gemaakt tussen een standaard situatie uitgaande van een afdeklaag van intacte klei en een met tijdelijke scheuren.
- ** Voor de weerscondities wordt van twee stabiliteitsklassen en bijbehorende windsnelheid (m/s) uitgegaan: F2 en D5.
- *** Voor de middelingstijd wordt, zowel bij de berekening uitgegaan van de AEGl-3 waarden voor 30 minuten of 8 uur.



Resultaten DOOSMODEL berekeningen (concentratie in lucht aan benedenwindse rand bronzone; doos 1,5m hoog) Chloorgas

Stoffen	Situatie*	Weerscondities **	Middelings- tijd***	AEG-L-3 waarde (mg/m ³)	Concentratie damp of gas in buitenlucht benedenwindse bronzone (mg/m ³)	Breedte bronzone (m)
Chloorgas	Standaard	D5	30 min	82	0,097	50
Chloorgas	Standaard	D5	8 uur	21	0,097	50
Chloorgas	Tijdelijke scheuren	D5	30 min	82	265	8,37
Chloorgas	Standaard	F2	30 min	82	0,24	50
Chloorgas	Standaard	F2	8 uur	21	0,24	50
Chloorgas	Tijdelijke scheuren	F2	30 min	82	664	8,37

Note:

- * Bij de situatie wordt onderscheid gemaakt tussen een standaard situatie uitgaande van een afdeklaag van intacte klei en een met tijdelijke scheuren.
- ** Voor de weerscondities wordt van twee stabiliteitsklassen en bijbehorende windsnelheid (m/s) uitgegaan: F2 en D5.
- *** Voor de middelingstijd wordt, zowel bij de verspreiding als bij de berekening uitgegaan van de AEG-L-3 waarden voor 30 minuten of 8 uur.



Resultaten SAVE berekeningen (verspreidingsberekeningen) Chloorgas

Stoffen	Situatie*	Weerscondities**	Middelings-tijd***	AEGL-3 waarde (mg/m ³)	Informatie over wolk waar AEGL-3 waarde wordt bereikt		Informatie over eindpunt van de wolk				
					Afstand wolk AEGL-3 contour (m)	geen reële resultaten	Breedte wolk AEGL-3 contour (m)	Afstand punt wolk (m)	Breedte punt wolk (m)	concentratie (mg/m ³)	
Chloorgas	Standaard	D5	30 min	82	geen reële resultaten	-	-	-	-	-	-
Chloorgas	Standaard	D5	8 uur	21	geen reële resultaten	-	-	-	-	-	-
Chloorgas	Tijdelijke scheuren	D5	30 min	82	12,05	2,1	13	0	73		
Chloorgas	Standaard	F2	30 min	82	geen reële resultaten	-	-	-	-	-	-
Chloorgas	Standaard	F2	8 uur	21	geen reële resultaten	-	-	-	-	-	-
Chloorgas	Tijdelijke scheuren	F2	30 min	82	93,7	x	99	0	77		

Note:

- * Bij de situatie wordt onderscheid gemaakt tussen een standaard situatie uitgaande van een afdeklaag van intacte klei en een met tijdelijke scheuren.
- ** Voor de weerscondities wordt van twee stabiliteitsklassen en bijbehorende windsnelheid (m/s) uitgegaan: F2 en D5.
- *** Voor de middelingstijd wordt, zowel bij de verspreiding als bij de berekening uitgegaan van de AEGL-3 waarden voor 30 minuten of 8 uur.



Resultaten DOOSMODEL berekeningen (concentratie in lucht aan benedenwindse rand bronzone; doos 1,5m hoog) Stikstofdioxidegas

Stoffen	Situatie*	Weerscondities**	Middelings-tijd***	AEGL-3 waarde (mg/m ³)	Concentratie damp of gas in buitenlucht aan benedenwindse bronzone (mg/m ³)	Breedte bronzone (m)
Stikstofdioxide	Standaard	D5	30 min	38	0,060	50
Stikstofdioxide	Standaard	D5	8 uur	21	0,060	50
Stikstofdioxide	Tijdelijke scheuren	D5	30 min	38	133	8,37
Stikstofdioxide	Standaard	F2	30 min	38	0,15	50
Stikstofdioxide	Standaard	F2	8 uur	21	0,15	50
Stikstofdioxide	Tijdelijke scheuren	F2	30 min	38	332	8,37

Note:

- * Bij de situatie wordt onderscheid gemaakt tussen een standaard situatie uitgaande van een afdeklaag van intacte klei en een met tijdelijke scheuren.
- ** Voor de weerscondities wordt van twee stabiliteitsklassen en bijbehorende windsnelheid (m/s) uitgegaan: F2 en D5.
- *** Voor de middelingstijd wordt, zowel bij de verspreiding als bij de berekening uitgegaan van de AEGL-3 waarden voor 30 minuten of 8 uur.



Resultaten SAVE berekeningen (verspreidingsberekeningen) Stikstofdioxidegas

Stoffen	Situatie*	Weerscondities**	Middelings-tijd***	AEGL-3 waarde (mg/m ³)	Informatie over wolk waar AEGL-3 waarde wordt bereikt		Informatie over eindpunt van de wolk			
					Afstand wolk AEGL-3 contour (m)	Breedte wolk AEGL-3 contour (m)	Afstand punt wolk (m)	Breedte punt wolk (m)	concentratie (mg/m ³)	
Stikstofdioxide	Standaard	D5	30 min	38	geen reële resultaten	-	-	-	-	-
Stikstofdioxide	Standaard	D5	8 uur	21	geen reële resultaten	-	-	-	-	-
Stikstofdioxide	Tijdelijke scheuren	D5	30 min	38	12,6	x	13	0	36	
Stikstofdioxide	Standaard	F2	30 min	38	geen reële resultaten	-	-	-	-	-
Stikstofdioxide	Standaard	F2	8 uur	21	geen reële resultaten	-	-	-	-	-
Stikstofdioxide	Tijdelijke scheuren	F2	30 min	38	99	3,0	120	0	30	

Note:

- * Bij de situatie wordt onderscheid gemaakt tussen een standaard situatie uitgaande van een afdeklaag van intacte klei en een met tijdelijke scheuren.
- ** Voor de weerscondities wordt van twee stabiliteitsklassen en bijbehorende windsnelheid (m/s) uitgegaan: F2 en D5.
- *** Voor de middelingstijd wordt, zowel bij de verspreiding als bij de berekening uitgegaan van de AEGL-3 waarden voor 30 minuten of 8 uur.



Resultaten DOOSMODEL berekeningen (concentratie in lucht aan benedenwindse rand bronzone; doos 1,5m hoog) Fosfinegas

Stoffen	Situatie*	Weerscondities**	Middelings-tijd***	AEGL-3 waarde (mg/m ³)	Concentratie damp of gas in buitenlucht aan benedenwindse bronzone (mg/m ³)	Breedte bronzone (m)
Fosfinegas	Standaard	D5	30 min	10	0,032	50
Fosfinegas	Standaard	D5	8 uur	0,63	0,032	50
Fosfinegas	Tijdelijke scheuren	D5	30 min	10	61	8,37
Fosfinegas	Standaard	F2	30 min	10	0,081	50
Fosfinegas	Standaard	F2	8 uur	0,63	0,081	50
Fosfinegas	Tijdelijke scheuren	F2	30 min	10	153	8,37

Note:

- * Bij de situatie wordt onderscheid gemaakt tussen een standaard situatie uitgaande van een afdeklaag van intacte klei en een met tijdelijke scheuren.
- ** Voor de weerscondities wordt van twee stabiliteitsklassen en bijbehorende windsnelheid (m/s) uitgegaan: F2 en D5.
- *** Voor de middelingstijd wordt, zowel bij de verspreiding als bij de berekening uitgegaan van de AEGL-3 waarden voor 30 minuten of 8 uur.



Resultaten SAVE berekeningen (verspreidingsberekeningen) Fosfinegas

Stoffen	Situatie*	Weerscondities**	Middelings-tijd***	AEGl-3 waarde (mg/m ³)	Informatie over wolk waar AEGl-3 waarde wordt bereikt		Informatie over eindpunt van de wolk			
					Afstand wolk AEGl-3 contour (m)	Breedte wolk AEGl-3 contour (m)	Afstand punt wolk (m)	Breedte punt wolk (m)	concentratie (mg/m ³)	
Fosfinegas	Standaard	D5	30 min	10	geen reële resultaten	-	-	-	-	-
Fosfinegas	Standaard	D5	8 uur	0,63	geen reële resultaten	-	-	-	-	-
Fosfinegas	Tijdelijke scheuren	D5	30 min	10	24,5	x	32	0	7,1	
Fosfinegas	Standaard	F2	30 min	10	geen reële resultaten	-	-	-	-	-
Fosfinegas	Standaard	F2	8 uur	0,63	geen reële resultaten	-	-	-	-	-
Fosfinegas	Tijdelijke scheuren	F2	30 min	10	172	x	190	0	8,5	

Note:

- * Bij de situatie wordt onderscheid gemaakt tussen een standaard situatie uitgaande van een afdeklaag van intacte klei en een met tijdelijke scheuren.
- ** Voor de weerscondities wordt van twee stabiliteitsklassen en bijbehorende windsnelheid (m/s) uitgegaan: F2 en D5.
- *** Voor de middelingstijd wordt, zowel bij de verspreiding als bij de berekening uitgegaan van de AEGl-3 waarden voor 30 minuten of 8 uur.



Resultaten DOOSMODEL berekeningen (concentratie in lucht aan benedenwindse rand bronzone; doos 1,5m hoog) Waterstofsulfide

Stoffen	Situatie*	Weerscondities **	Middelings- tijd***	AEGL-3 waarde (mg/m ³)	Concentratie damp of gas in buitenlucht aan rand benedenwindse bronzone (mg/m ³)	Breedte bronzone (m)
Waterstofsulfide	Standaard	D5	30 min	85	0,051	50
Waterstofsulfide	Standaard	D5	8 uur	44	0,051	50
Waterstofsulfide	Tijdelijke scheuren	D5	30 min	85	97	8,37
Waterstofsulfide	Standaard	F2	30 min	85	0,13	50
Waterstofsulfide	Standaard	F2	8 uur	44	0,13	50
Waterstofsulfide	Tijdelijke scheuren	F2	30 min	85	243	8,37

Note:

- * Bij de situatie wordt onderscheid gemaakt tussen een standaard situatie uitgaande van een afdeklaag van intacte klei en een met tijdelijke scheuren.
- ** Voor de weerscondities wordt van twee stabiliteitsklassen en bijbehorende windsnelheid (m/s) uitgegaan: F2 en D5.
- *** Voor de middelingstijd wordt, zowel bij de verspreiding als bij de berekening uitgegaan van de AEGL-3 waarden voor 30 minuten of 8 uur.



Resultaten SAVE berekeningen (verspreidingsberekeningen) Waterstofsulfide

Stoffen	Situatie*	Weerscondities**	Middelings-tijd***	AEGl-3 waarde (mg/m ³)	Informatie over wolk waar AEGl-3 waarde wordt bereikt		Informatie over eindpunt van de wolk			
					Afstand wolk AEGl-3 contour (m)	Breedte wolk AEGl-3 contour (m)	Afstand punt wolk (m)	Breedte punt wolk (m)	concentratie (mg/m ³)	
Waterstofsulfide	Standaard	D5	30 min	85	geen reële resultaten	-	-	-	-	-
Waterstofsulfide	Standaard	D5	8 uur	44	geen reële resultaten	-	-	-	-	-
Waterstofsulfide	Tijdelijke scheuren	D5	30 min	85	geen reële resultaten	-	-	-	-	-
Waterstofsulfide	Standaard	F2	30 min	85	geen reële resultaten	-	-	-	-	-
Waterstofsulfide	Standaard	F2	8 uur	44	geen reële resultaten	-	-	-	-	-
Waterstofsulfide	Tijdelijke scheuren	F2	30 min	85	29,8	x	32	0	78	

Note:

- * Bij de situatie wordt onderscheid gemaakt tussen een standaard situatie uitgaande van een afdeklaag van intacte klei en een met tijdelijke scheuren.
- ** Voor de weerscondities wordt van twee stabiliteitsklassen en bijbehorende windsnelheid (m/s) uitgegaan: F2 en D5.
- *** Voor de middelingstijd wordt, zowel bij de verspreiding als bij de berekening uitgegaan van de AEGl-3 waarden voor 30 minuten of 8 uur.



BIJLAGE 7 Matrixprint Justitieel onderzoek 1989

Pagina's: 4

OD 1
OD 2

Alleen OD 1 is onderzocht.

zwavel, fosfor, calcium, titaan en ijzer in poedermengselvorm, gips, titaanwit, dus waarschijnlijk bouwafval.

zwart visceus materiaal, waarschijnlijk bitumen.

18 Y 1A en 1B

18 Y 2A en 2B

18 Y 3

18 Y 4

monster 1 : grote beige brokken, vnl ijzer silicium en zirconium (!) --> gesubstitueerde fenolen, alkanen en alkaan-amines (c 16, C18, C19 en C-20) herkomst onbekend.

monster 2 : bruine olieachtige vloeistof, diverse poly-aromatische kws (naftaleen, acenaftyleen, fluoreen, fenantreen, fluorantheen, pyreen) met n-alkanen (C10 tm C22), waarschijnlijk houtimpregneermiddel op basis van steenkoolteer met aardoliedistillaat.

monster 3 : witte vochtige substantie (geen diatomeeen-aarde , wordt vastgesteld (!)), amorf silicaat met sporen carbonzuur.
herkomst onduidelijk.

monster 4 : helder groene vloeistof, terpentijn met daarin ftalaten
(zelfde samenstelling van terpentijn in ftalaten is aangetroffen in 5c4)

5 6

5 7

5 8

5 10

5 11

5 12

5 13

5 14

5 16

Grondwatermonsters 1,3,4,5 en 15 zijn NIET onderzocht.

Monster 6 : grond met blauwe substantie -->ftalocyanine groen (verfindustrie)

Monster 7 : zwarte drab met vluchtig bestanddeel, irriterend --> enige ftalaten, gesubstitueerd benzeen (mogelijk trimethylpropylbenzeen) en tetramethyldiaminobenzofenon (milchers keton) -----> fabricage van triphenylmethaan kleurstoffen.

Monster 8 : ingedroogde verf, niet onderzocht.

Monster 10 : grondachtig met vele kleurschakeringen.

groen is geanalyseerd als krijt met een acrylpolymeer (muurverf ?)

blauw is geanalyseerd als ftalocyanine blauw (verfindustrie)

Monster 11 : roodachtige aarde> ongeïdentificeerd beeld bij infrarood-analyse van chloroformextract

Monster 12 : bruine vloeistof --> toluen, xylenen, carbonzuren en esters van carbonzuren en dibutoxymethanol, zuurresagerend.

Herkomst onbekend.

Monster 13 : plastic zak met opschrift 'Herculus' (Zwijndrecht, volgens mij onder andere de leverancier van de gestorte DDT.C)

Monster 14 : oranje gekleurde vloeistof --> terpentijn

Monster 16 : grond met blauwe substantie --> ftalocyanine blauw

5B 1A

5B 1B

SB 10

SB 10

Eerste drie zijn lege flesjes 'Dischwafel dichloride' van Riedel-De Haen
in plastic zak met etiket van bovengenoemd zwavelchloride en papieren uit
juni 1977.

SC 1 en SC 1B

SC 2

SC 3

SC 4

SC 5

SC 6

SC 7

Monster 1 : etiket Silcolease 425, is polysiloxaan opgelost in toluen

Monster 1 B : niet onderzocht

Monster 2 : grond vervuild met benzine en gasolie

Monster 3 : olie-achtige vloeistof --> C3- en C4-benzenen, n-alkanen in
range C21 tm C 30 ==> paraffine in aromatisch oplosmiddel

(mogelijk Ford-Amsterdam? C)

Monster 4 : zwarte kit --> terpentijn met een mengsel van ftalaten (niet de
weekmakers !). Mogelijk kunststoffenindustrie
opvallende overeenkomst met 18-Y-4

Monster 5 : grijs korrelachtig materiaal ---> gesubstitueerde fenolen met
een groep steroïden. Fenolen niet overeenkomend met 18 Y 1 .

Monster 6 : leek visueel op monster 4 en is daarom niet onderzocht.

Monster 7 : bruine visceuze massa --> toluen en xyleen in n-alkanen C10 tm
C18

18 Z 1

18 Z 2

18 Z 3

18 Z 4

18 Z 5

18 Z 6

18 Z 7

18 Z 8

18 Z 9

18 Z 12

18 Z 13

18 Z 14

18 Z 16

18 Z 17

18 Z 18

18 Z 19

18 Z 20

18 Z 21

18 Z 22

18 Z 23

18 Z 24

18 Z 25

18 Z 26

18 Z 32

18 Z 33

Monsters 1 en 2 bevatten stroken papier met aluminiumverf

Monster 3 : roodbruine substantie met grond : niet te identificeren

Monster 4 : hout met roest metaal. Niet nader geanalyseerd.

Monster 3 : grijs poeder --> vooral aluminium
 Monster 4 : waterige heldere vloeistof, zuurraâgerend, zoutzuur bevattend
 Monster 7 : een gele vloeistof, zoutzuur bevattend.
 Monster 8 : een donkerbruine vloeistof, sterk alkalisch. Zuur toevoegen -->
 zwavelwaterstof. Reactie met ammonia was positief ==> ammoniumsulfide
 bevattend. Gaschromotografie gaf 3 verschillende furan/zwavel-verbindingen.
 Veronderstelde verbindingen :
 (waarbij A staat voor de cyclische zuurstofhoudende ring)
 A-CH₂-S-A-CH₃
 A-CH₂-S-A-CH₂-CH₃
 H₃-A-CH₂-S-A-CH₂-SH
 Herkomst nog na te gaan.
 Monster 9 : een waterige vloeistof, zoutzuurhoudend
 Monster 12 : donkerbruine vloeistof, lijkend op monster 8, niet verder
 onderzocht.
 Monster 13 : waterige heldere vloeistof --> o.a. trimethyl
 cyclohexaan-methanol (een terpeen) en benzopyranon (cumarine)
 (geur- en smaakstoffen)
 Monster 14 : donkerbruine vloeistof --> diverse broomverbindingen,
 waaronder dibroombenzeen, mogelijk ook anisol. Verder benzylalcohol,
 C₃-benzeen, purine-amine, twee soorten gesubstitueerde fenolen
 Monster 15 : grondwater (waarom deze wel onderzocht ?) geen opmerkelijke
 verbindingen
 Monsters 16 t/m 22 : visueel overeenkomend, alleen monster 20 onderzocht.
 onster 20 : bruine stopverfachtige massa --> dichloor-toluëen
 "Deze zelfde verbinding werd door ons in een eerder stadium eveneens
 aangetoend in het slootwater bij deze vuilnisstort ." (Wanneer ? In welke
 sloot?). Verder ethylesters van carbonzuren (C₁₄, C₁₆ en C₁₈)====>
 koolhydraat met amide-banden, geen cellen aangetroffen.
 Herkomst raadselachtig
 Monster 23 : harde brosse zwarte stukjes (misschien hetzelfde als DIOX-57C)
 --> silicium en ijzer
 Monsters 24 en 25 : lichtgele zeer brosse substantie, mogelijk natuurlijke
 hars, doch infraroodanalyse geeft geen beeld van ons bekend hars.
 Monster 26 : metaallaagje op zandkorrels --> aluminium
 Monster 32 : klos touw gewonden op kunststofbuis, lichtgrijze substantie
 tussen het touw ---->polypropyleen touw met verf
 Momster 33 : een lege bruine fles dizwavedichloride als 5b1 etc.

Lijst van aangetroffen stoffen :
 zwavel, fosfor, calcium, titaan, ijzer, bitumen, silicium, zirconium, alkanen
 (C₁₀t/mC₂₂), alkaan-amines (C₁₆, 18t/m 20),
 PAK's (naftaleen, acenaftyleen, fluoreen, fenantheen, fluorantheen, pyreen),
 ftalaten, tercentine, dizwavel-dichloride, poly-siloxanen, C₃ en C₄-benzenen,
 gesubstitueerde fenolen, steroïden, toluëen, xyleen, ftalocyanide-groen,
 ftalocyanide-blauw, acryl polymeer, carbonzuren, dibutoxy-methanol,
 aluminium, zoutzuur, ammoniumsulfide, furan-zwavelverbindingen, trimethyl
 cyclohexaan-methanol (terpeen); benzopyranon
 (cumarine), anisol, benzylalcohol, purine-amine,
 dibroom-benzeen, dichloortoluëen, ethylesters van carbonzuren (C₁₄, 16, 18)
 polypropyleen, benzeen, methanol, ethanol, methoxy-propanon, C₂-buteenzure
 ethylester, C₁₀H₁₆-terpeen (trimethylnorbornene), alifatische esters,
 alifatische hydroxy-groepen, cyclonhexaan, dimethylnorbornonaat,
 methylbutanoaat, hexanon, methyl-pentanoaat, ethyl-butanoaat, methoxy methyl
 pentanon
 terpeen C₁₀H₁₆ (5), terpeen C₁₀H₁₈O (3), alifatische zuurstofverbinding

C9H14O2, onverzadigde alifatische alcohol C9H18O
alifatische zuuretoef verbinding (ester), natrium-acetaat, secundaire amides,
poly-hydroxy-verbindingen
keto-carbonzuren, organische zwavelverbindingen

BIJLAGE 8 Output files van SAVE-berekeningen

Pagina's: 48

/S/AN/E/ II Effect Model

Broomclamp
Standaard
DS 30 min

Username: DHV Milieu & Infrastructuur BV

Dispersion: Toxic Continuous Release: Neutral gas

Parameters:

Effect Concentration	0.00008 kg/m ³
Initial Source Width Ly	0.228 m
Initial Source Width Lz	0.228 m
Averaging Time	30 min
Wind Speed	5 m/s
Stability Class	D A to F
Surface Roughness Z0	0.25 m
Release Rate	3.139E-8 kg/s

Results:

distance (m)	cloudwidth (m)	Lz (m)	max.conc. (kg/m ³)
0.0E+000	1.6E+000	4.0E-008	1.2E+000
6.0E+000	0.0E+000	0.0E+000	2.1E-009

/S/AN/E/ II

ISI/AN/E/ II Effect Model

Broomdamp
Standaard
D5 8 uur

Username: DHV Milieu & Infrastructuur BV

Dispersion: Toxic Continuous Release: Neutral gas

Parameters:

Effect Concentration	0.000021 kg/m ³
Initial Source Width Ly	0.228 m
Initial Source Width Lz	0.228 m
Averaging Time	480 min
Wind Speed	5 m/s
Stability Class	D A to F
Surface Roughness Z0	0.25 m
Release Rate	3.139E-8 kg/s

Results:

distance (m)	cloudwidth (m)	Lz (m)	max.conc. (kg/m ³)
0.0E+000	1.7E+000	4.3E-008	1.2E+000
6.0E-000	0.0E+000	0.0E+000	1.3E-009

ISI/AN/E/ II

/S/A/V/E/ II Effect Model

Username: DHV Milieu & Infrastructuur BV

Broomdamp
Tijdelijke scheuren
D 5 30 min

Dispersion: Toxic Continuous Release: Neutral gas

Parameters:

Effect Concentration 0.000080 kg/m³
Initial Source Width Ly 0.228 m
Initial Source Width Lz 0.228 m
Averaging Time 30 min
Wind Speed 5 m/s
Stability Class D A to F
Surface Roughness Z0 0.25 m
Release Rate 1.43E-6 kg/s

Results:

distance (m)	cloudwidth (m)	Lz (m)	max.conc. (kg/m ³)
0.0E+000	1.6E+000	1.8E-006	1.2E+000
6.0E+000	0.0E+000	0.0E+000	9.4E-008

/S/A/V/E/ II

IS/AN/E/ II Effect Model

Broomdamp
Tijdelijke scheuren
05 8 uur.

Username: DHV Milieu & Infrastructuur BV

Dispersion: Toxic Continuous Release: Neutral gas

Parameters:

Effect Concentration		0.000021 kg/m ³
Initial Source Width	Ly	0.228 m
Initial Source Width	Lz	0.228 m
Averaging Time		480 min
Wind Speed		5 m/s
Stability Class		D A to F
Surface Roughness Z0		0.25 m
Release Rate		1.43E-6 kg/s

Results:

distance (m)	cloudwidth (m)	Lz (m)	max.conc. (kg/m ³)
0.0E+000	1.7E+000	2.0E-006	1.2E+000
6.0E+000	0.0E+000	0.0E+000	5.8E-008

IS/AN/E/ II

IS/A/V/E/ II Effect Model

Username: DHV Milieu & Infrastructuur BV

Bromdamp
Standaard
F2 30 min.

Dispersion: Toxic Continuous Release: Neutral gas

Parameters:

Effect Concentration 0.00008 kg/m³
Initial Source Width Ly 0.228 m
Initial Source Width Lz 0.228 m
Averaging Time 30 min
Wind Speed 2 m/s
Stability Class F to F
Surface Roughness Z0 0.25 m
Release Rate 3.139E-8 kg/s

Results:

distance (m)	cloudwidth (m)	Lz (m)	max.conc. (kg/m ³)
0.0E+000	1.6E+000	1.0E+000	1.2E+000
6.0E+000	0.0E+000	0.0E+000	1.7E-008

IS/A/V/E/ II

ISI/IV/E/ II Effect Model

Broomdamp
Standaard
Fz 8 uur.

Username: DHV Milieu & Infrastructuur BV

Dispersion: Toxic Continuous Release: Neutral gas

Parameters:

Effect Concentration	0.000021 kg/m ³
Initial Source Width Ly	0.228 m
Initial Source Width Lz	0.228 m
Averaging Time	480 min
Wind Speed	2 m/s
Stability Class	F A to F
Surface Roughness Z0	0.25 m
Release Rate	3.139E-8 kg/s

Results:

distance (m)	cloudwidth (m)	Lz (m)	max.conc. (kg/m ³)
0.0E+000	1.7E+000	1.1E-007	1.2E+000
6.0E+000	0.0E+000	0.0E+000	1.1E-008

ISI/IV/E/ II

/SI/AN/E/ II Effect Model

Username: DHV Milieu & Infrastructuur BV

Broomdamp
Tijdelijke scheuren
F2 30 min.

Dispersion: Toxic Continuous Release: Neutral gas

Parameters:

Effect Concentration	0.00008 kg/m ³
Initial Source Width Ly	0.228 m
Initial Source Width Lz	0.228 m
Averaging Time	30 min
Wind Speed	2 m/s
Stability Class	F A to F
Surface Roughness Z0	0.25 m
Release Rate	1.43E-6 kg/s

Results:

distance (m)	cloudwidth (m)	Lz (m)	max.conc. (kg/m ³)
0.0E+000	1.6E+000	4.6E-006	1.2E+000
6.0E+000	0.0E+000	0.0E+000	7.9E-007

/SI/AN/E/ II

/SI/AN/E/ II Effect Model

Broomdamp
Tijdelijke scheuren
F2 8 uur

Username: DHV Milieu & Infrastructuur BV

Dispersion: Toxic Continuous Release: Neutral gas

Parameters:

Effect Concentration		0.000021 kg/m ³
Initial Source Width Ly	0.228 m	
Initial Source Width Lz	0.228 m	
Averaging Time	480 min	
Wind Speed	2 m/s	
Stability Class	F A to F	
Surface Roughness Z0	0.25 m	
Release Rate	1.43E-6 kg/s	

Results:

distance (m)	cloudwidth (m)	Lz (m)	max.conc. (kg/m ³)
0.0E+000	1.7E+000	4.9E-006	1.2E+000
6.0E+000	0.0E+000	0.0E+000	5.2E-007

/SI/AN/E/ II

IS/A/VE/ II Effect Model

Waterstof cyanide damp
Standaard
Ds 30 min

Username: DHV Milieu & Infrastructuur BV

Dispersion: Toxic Continuous Release: Neutral gas

Parameters:

Effect Concentration 0.0000236 kg/m³
Initial Source Width Ly 4 m
Initial Source Width Lz 4 m
Averaging Time 30 min
Wind Speed 5 m/s
Stability Class D A to F
Surface Roughness Z0 0.25 m
Release Rate 1.38E-6 kg/s

Results:

distance (m)	cloudwidth (m)	Lz (m)	max. conc. (kg/m ³)
0.0E+000	3.0E+001	1.1E-007	1.2E+000
6.0E+000	0.0E+000	0.0E+000	2.2E-008

IS/A/VE/ II

IS/A/VE/ II Effect Model

Waterstof cyanide damp
Standaard
F 2 30 min

Username: DHV Milieu & Infrastructuur BV

Dispersion: Toxic Continuous Release: Neutral gas

Parameters:

Effect Concentration 0.0000236 kg/m³
Initial Source Width Ly 4 m
Initial Source Width Lz 4 m
Averaging Time 30 min
Wind Speed 2 m/s
Stability Class F A to F
Surface Roughness H 0.25 m
Release Rate 1.38E-6 kg/s

Results:

distance (m)	cloudwidth (m)	Lz (m)	max.conc. (kg/m ³)
0.0E+000	0.0E+000	2.0E+000	1.2E+000
0.0E+000	0.0E+000	0.0E+000	1.2E+007

IS/A/VE/ II

ISI/AN/E/ II Effect Model

Waterstofcyanide damp
Standaard
D 5 @ uur

Username: DHV Milieu & Infrastructuur BV

Dispersion: Toxic Continuous Release: Neutral gas

Parameters:

Effect Concentration 0.0000074 kg/m³
Initial Source Width Ly 4 m
Initial Source Width Lz 4 m
Averaging Time 480 min
Wind Speed 5 m/s
Stability Class D A to F
Surface Roughness Z0 0.25 m
Release Rate 1.38E-6 kg/s

Results:

distance (m)	cloudwidth (m)	Lz (m)	max.conc. (kg/m ³)
0.0E+000	3.1E+001	1.1E+007	1.2E+000
6.0E+000	0.0E+000	0.0E+000	2.0E+008

ISI/AN/E/ II

IS/A/VE/ II Effect Model

Waterstofcyanidedamp
Standaard
F2 0 uur

Username: DHV Milieu & Infrastructuur BV

Dispersion: Toxic Continuous Release: Neutral gas

Parameters:

Effect Concentration	0.0000074 kg/m ³
Initial Source Width Ly	4 m
Initial Source Width Lz	4 m
Averaging Time	480 min
Wind Speed	2 m/s
Stability Class	F A to F
Surface Roughness Z0	0.25 m
Release Rate	1.36E-6 kg/s

Results:

distance (m)	cloudwidth (m)	Lz (m)	max.conc. (kg/m ³)
0.0E+000	3.1E+001	2.8E-007	1.2E+000
6.0E+000	2.0E+000	0.0E+000	1.1E-007

IS/A/VE/ II

ISI/AN/E/ II Effect Model

Waterstofcyanidedamp
Tijdelijke scheuren
DS 30 min

Username: DHV Milieu & Infrastructuur BV

Dispersion: Toxic Continuous Release: Neutral gas

Parameters:

Effect Concentration 0.0000236 kg/m³
Initial Source Width Ly 4 m
Initial Source Width Lz 4 m
Averaging Time 30 min
Wind Speed 5 m/s
Stability Class D A to F
Surface Roughness Z0 0.25 m
Release Rate 0.000026 kg/s

Results:

distance (m)	cloudwidth (m)	Lz (m)	max.conc. (kg/m ³)
0.0E+000	3.0E+001	2.0E+000	1.2E+000
6.0E+000	0.0E+000	0.0E+000	4.2E-007

ISI/AN/E/ II

/S/A/V/E/ II Effect Model

Waterstafcyanidedamp
Tydelijke scheuren
DS & wir

Username: DHV Milieu & Infrastructuur BV

Dispersion: Toxic Continuous Release: Neutral gas

Parameters:

Effect Concentration	0.0000074	kg/m ³
Initial Source Width Ly	4	m
Initial Source Width Lz	4	m
Averaging Time	480	min
Wind Speed	5	m/s
Stability Class	D A to F	
Surface Roughness Z0	0.25	m
Release Rate	0.000026	kg/s

Results:

distance (m)	cloudwidth (m)	Lz (m)	max. conc. (kg/m ³)
0.0E+000	3.1E+001	2.1E+000	1.2E+000
6.0E+000	0.0E+000	0.0E+000	3.7E-007

/S/A/V/E/ II

IS/A/V/E/ II Effect Model

waterstofcyanide damp
Tijdelijke scheuren
F2 30 min.

Username: DHV Milieu & Infrastructuur BV

Dispersion: Toxic Continuous Release: Neutral gas

Parameters:

Effect Concentration	0.0000236	kg/m ³
Initial Source Width Ly	4	m
Initial Source Width Lz	4	m
Averaging Time	30	min
Wind Speed	2	m/s
Stability Class	F A to F	
Surface Roughness Z0	0.25	m
Release Rate	0.000026	kg/s

Results:

distance (m)	cloudwidth (m)	Lz (m)	max. conc. (kg/m ³)
0.0E+000	3.0E+001	5.0E+006	1.2E+000
6.0E+000	0.0E+000	0.0E+000	2.3E-006

IS/A/V/E/ II

IS/A/V/E/ II Effect Model

Waterstofcyanide damp
Tijdelijke scheuren
F2 8 uur.

Username: DHV Milieu & Infrastructuur BV

Dispersion: Toxic Continuous Release: Neutral gas

Parameters:

Effect Concentration	0.0000074 kg/m ³
Initial Source Width Ly	4 m
Initial Source Width Lz	4 m
Averaging Time	480 min
Wind Speed	2 m/s
Stability Class	F A to F
Surface Roughness Z0	0.25 m
Release Rate	0.000026 kg/s

Results:

distance (m)	cloudwidth (m)	Lz (m)	max.conc. (kg/m ³)
0.0E+000	3.1E+001	5.3E-006	1.2E+000
6.0E+000	0.0E+000	0.0E+000	2.1E-006

IS/A/V/E/ II

/S/A/N/E/ II Effect Model

Chloorgas
Standaard
D5 30 min

Username: DHV Milieu & Infrastructuur BV

Dispersion: Toxic Continuous Release: Neutral gas

Parameters:

Effect Concentration	0.000082 kg/m ³
Initial Source Width Ly	50 m
Initial Source Width Lz	50 m
Averaging Time	30 min
Wind Speed	5 m/s
Stability Class	D A to F
Surface Roughness Z0	0.25 m
Release Rate	3.65E-5 kg/s

Results:

distance (m)	cloudwidth (m)	Lz (m)	max.conc. (kg/m ³)
0.0E+000	3.5E+002	2.1E-007	1.2E+000
6.0E+000	0.0E+000	0.0E+000	5.6E-008

/S/A/N/E/ II

ISI/AVIE/ II Effect Model

Chloorgas
Standaard
D5 & uur

Username: DHV Milieu & Infrastructuur BV

Dispersion: Toxic Continuous Release: Neutral gas

Parameters:

Effect Concentration	0.000021 kg/m ³
Initial Source Width Ly	50 m
Initial Source Width Lz	50 m
Averaging Time	480 min
Wind Speed	5 m/s
Stability Class	D A to F
Surface Roughness Z0	0.25 m
Release Rate	3.65E-5 kg/s

Results:

distance (m)	cloudwidth (m)	Lz (m)	max.conc. (kg/m ³)
0.0E+000	3.7E+002	2.3E+007	1.2E+000
6.0E+000	0.0E+000	0.0E+000	5.5E-008

ISI/AVIE/ II

/S/A/V/E/ II Effect Model

Username: DHV Milieu & Infrastructuur BV

Chloorgas
Standaard
Fz 30 min

Dispersion: Toxic Continuous Release: Neutral gas

Parameters:

Effect Concentration	0.00008 kg/m ³
Initial Source Width Ly	50 m
Initial Source Width Lz	50 m
Averaging Time	30 min
Wind Speed	2 m/s
Stability Class	F A to F
Surface Roughness Z0	0.25 m
Release Rate	3.65E-5 kg/s

Results:

distance (m)	cloudwidth (m)	Lz (m)	max.conc. (kg/m ³)
0.0E+000	3.5E+002	5.3E-007	1.2E+000
6.0E+000	0.0E+000	0.0E+000	2.8E-007

/S/A/V/E/ II

/S/AN/E/ II Effect Model

Chloorgas
Standaard
F₂ 8 uur

Username: DHV Milieu & Infrastructuur BV

Dispersion: Toxic Continuous Release: Neutral gas

Parameters:

Effect Concentration	0.000021	kg/m ³
Initial Source Width Ly	50	m
Initial Source Width Lz	50	m
Averaging Time	480	min
Wind Speed	2	m/s
Stability Class	F A to F	
Surface Roughness Z0	0.25	m
Release Rate	3.65E-5	kg/s

Results:

distance (m)	cloudwidth (m)	Lz (m)	max.conc. (kg/m ³)
0.0E+000	3.7E+002	5.7E+007	1.2E+000
6.0E+000	0.0E+000	0.0E+000	2.8E-007

/S/AN/E/ II

ISIAN/E/ II Effect Model

Username: DHV Milieu & Infrastructuur BV

Chloorgas
Tijdelijke scheuren
05 30 min

Dispersion: Toxic Continuous Release: Neutral gas

Parameters:

Effect Concentration 0.000082 kg/m³
Initial Source Width Ly 8.37 m
Initial Source Width Lz 8.37 m
Averaging Time 30 min
Wind Speed 5 m/s
Stability Class D A to F
Surface Roughness Z0 0.25 m
Release Rate 0.016667 kg/s

Results:

distance (m)	cloudwidth (m)	Lz (m)	max.conc. (kg/m ³)
0.0E+000	5.9E+001	5.8E-004	1.2E+000
6.0E+000	1.5E+001	1.1E+000	1.4E-004
1.3E+001	0.0E+000	0.0E+000	7.3E-005

ISIAN/E/ II

/S/AN/E/ II Effect Model

Username: DHV Milieu & Infrastructuur BV

Chloorgas
Tijdelijke Scheuren
F2 30 min

Dispersion: Toxic Continuous Release: Neutral gas

Parameters:

Effect Concentration	0.000082 kg/m ³
Initial Source Width Ly	8.37 m
Initial Source Width Lz	8.37 m
Averaging Time	30 min
Wind Speed	2 m/s
Stability Class	F A to F
Surface Roughness Z0	0.25 m
Release Rate	0.016667 kg/s

Results:

distance (m)	cloudwidth (m)	Lz (m)	max.conc. (kg/m ³)
0.0E+000	5.9E+001	1.5E+000	1.2E+000
6.0E+000	2.9E+001	1.1E+000	7.4E-004
1.3E+001	2.6E+001	1.6E+000	4.2E-004
2.2E+001	2.4E+001	1.9E+000	2.9E-004
3.2E+001	2.3E+001	2.1E+000	2.1E-004
4.5E+001	2.0E+001	2.2E+000	1.6E-004
6.0E+001	1.7E+001	2.1E+000	1.3E-004
7.7E+001	1.2E+001	1.6E+000	9.8E-005
9.9E+001	0.0E+000	0.0E+000	7.7E-005

/S/AN/E/ II

/SIA/VE/ II Effect Model

Stikstof dioxide gas
Standaard
F₂ 30 min

Username: DHV Milieu & Infrastructuur BV

Dispersion: Toxic Continuous Release: Neutral gas

Parameters:

Effect Concentration 0.000038 kg/m³
Initial Source Width Ly 50 m
Initial Source Width Lz 50 m
Averaging Time 30 min
Wind Speed 2 m/s
Stability Class F A to F
Surface Roughness Z0 0.25 m
Release Rate 2.26E-5 kg/s

Results:

distance (m)	cloudwidth (m)	Lz (m)	max. conc. (kg/m ³)
0.0E+000	3.6E+002	3.4E+007	1.2E+000
6.0E+000	0.0E+000	0.0E+000	1.7E-007

/SIA/VE/ II

ISI/IV/E/ II Effect Model

Stikstofdioxidegas
Standaard
Ds @ uur

Username: DHV Milieu & Infrastructuur BV

Dispersion: Toxic Continuous Release: Neutral gas

Parameters:

Effect Concentration	0.000021 kg/m ³
Initial Source Width Ly	50 m
Initial Source Width Lz	50 m
Averaging Time	480 min.
Wind Speed	5 m/s
Stability Class	D A to F
Surface Roughness Z0	0.25 m
Release Rate	2.26E-5 kg/s

Results:

distance (m)	cloudwidth (m)	Lz (m)	max.conc. (kg/m ³)
0.0E+000	3.7E+002	1.4E+007	1.2E+000
6.0E+000	0.0E+000	0.0E+000	3.4E-008

ISI/IV/E/ II

/S/A/V/E/ II Effect Model

Stikstof dioxidegas
Standaard
DS 30 min

Username: DHV Milieu & Infrastructuur BV

Dispersion: Toxic Continuous Release: Neutral gas

Parameters:

Effect Concentration 0.000038 kg/m³
Initial Source Width Ly 50 m
Initial Source Width Lz 50 m
Averaging Time 30 min
Wind Speed 5 m/s
Stability Class D A to F
Surface Roughness Z0 0.25 m
Release Rate 2.26E-5 kg/s

Results:

distance (m)	cloudwidth (m)	Lz (m)	max.conc. (kg/m ³)
0.0E+000	3.6E+002	1.4E+001	1.2E-000
6.0E+000	0.0E+000	0.0E+000	3.6E-008

/S/A/V/E/ II

/S/A/V/E/ II Effect Model

Stikstofdioxidegas
Standaard
T₂ 8 uur.

Username: DHV Milieu & Infrastructuur BV

Dispersion: Toxic Continuous Release: Neutral gas

Parameters:

Effect Concentration		0.000021 kg/m ³
Initial Source Width Ly	50 m	
Initial Source Width Lz	50 m	
Averaging Time	480 min	
Wind Speed	2 m/s	
Stability Class	F A to F	
Surface Roughness Z0	0.25 m	
Release Rate	2.26E-5 kg/s	

Results:

distance (m)	cloudwidth (m)	Lz (m)	max.conc. (kg/m ³)
0.0E+000	3.7E+002	3.5E-007	1.2E+000
2.0E+000	0.0E+000	0.0E+000	1.7E-007

/S/A/V/E/ II

ISI/AN/E/ II Effect Model

Stikstofdioxidegas.
Tijdelijke scheuren
F2 30 min

Username: DHV Milieu & Infrastructuur BV

Dispersion: Toxic Continuous Release: Neutral gas

Parameters:

Effect Concentration 0.000038 kg/m³
Initial Source Width Ly 8.37 m
Initial Source Width Lz 8.37 m
Averaging Time 30 min
Wind Speed 2 m/s
Stability Class F A to F
Surface Roughness Z0 0.25 m
Release Rate 0.008333 kg/s

Results:

distance (m)	cloudwidth (m)	Lz (m)	max.conc. (kg/m ³)
0.0E+000	6.1E+001	7.6E-004	1.2E+000
6.0E+000	3.0E+001	1.1E+000	3.7E-004
1.3E+001	2.7E+001	1.6E+000	2.1E-004
2.2E+001	2.5E+001	1.9E+000	1.5E-004
3.2E+001	2.3E+001	2.2E+000	1.1E-004
4.5E+001	2.1E+001	2.3E+000	8.1E-005
6.0E+001	1.9E+001	2.3E+000	6.3E-005
7.7E+001	1.4E+001	1.9E+000	4.9E-005
9.9E+001	3.0E+000	4.3E-001	3.8E-005
1.2E+002	0.0E+000	0.0E+000	3.0E-005

ISI/AN/E/ II

/S/A/V/E/ II Effect Model

Username: DHV Milieu & Infrastructuur BV

Stikstof dioxidegas
Tijdelijke scheuren
Ds 30 min

Dispersion: Toxic Continuous Release: Neutral gas

Parameters:

Effect Concentration 0.000038 kg/m³
Initial Source Width Ly 8.37 m
Initial Source Width Lz 8.37 m
Averaging Time 30 min
Wind Speed 5 m/s
Stability Class D A to F
Surface Roughness Z0 0.25 m
Release Rate 0.008333 kg/s

Results:

distance (m)	cloudwidth (m)	Lz (m)	max.conc. (kg/m ³)
0.0E+000	6.1E+001	3.0E+004	1.2E+000
6.0E+000	1.6E+001	1.1E+000	7.1E-005
1.3E+001	3.0E+000	1.0E+000	3.6E-005

/S/A/V/E/ II

/S/A/V/E/ II Effect Model

Username: DHV Milieu & Infrastructuur BV

Fosfine gas
Standaard
DS 8 uur

Dispersion: Toxic Continuous Release: Neutral gas

Parameters:

Effect Concentration 0.0000063 kg/m³
Initial Source Width Ly 50 m
Initial Source Width Lz 50 m
Averaging Time 480 min
Wind Speed 5 m/s
Stability Class D A to F
Surface Roughness Z0 0.25 m
Release Rate 1.21E-5 kg/s

Results:

distance (m)	cloudwidth (m)	LE (m)	max.conc. (kg/m ³)
0.0E+000	3.9E+002	6.0E+006	1.2E+000
6.0E+000	0.0E+000	1.0E+000	1.8E-008

/S/A/V/E/ II

/S/A/N/E/ II Effect Model

Fosfinegas
Standaard
F₂ @ wir

Username: DHV Milieu & Infrastructuur BV

Dispersion: Toxic Continuous Release: Neutral gas

Parameters:

Effect Concentration	0.0000063 kg/m ³
Initial Source Width Ly	50 m
Initial Source Width Lz	50 m
Averaging Time	480 min
Wind Speed	2 m/s
Stability Class	F A to F
Surface Roughness Z0	0.25 m
Release Rate	1.21E-5 kg/s

Results:

distance (m)	cloudwidth (m)	Lz (m)	max.conc. (kg/m ³)
0.0E+000	3.9E+002	2.0E-007	1.2E+000
6.0E+000	0.0E+000	0.0E+000	9.2E-008

/S/A/N/E/ II

ISI/AN/IE/ II Effect Model

Fosfinegas
Standaard
D5 30 min

Username: DHV Milieu & Infrastructuur BV

Dispersion: Toxic Continuous Release: Neutral gas

Parameters:

Effect Concentration		0.000010 kg/m ³
Initial Source Width Ly	50 m	
Initial Source Width Lz	50 m	
Averaging Time	30 min	
Wind Speed	5 m/s	
Stability Class	D A to F	
Surface Roughness Z0	0.25 m	
Release Rate	1.21E-5 kg/s	

Results:

distance (m)	cloudwidth (m)	Lz (m)	max.conc. (kg/m ³)
0.0E+000	3.9E+002	7.8E-008	1.2E+000
6.0E+000	0.0E+000	0.0E+000	1.9E-008

ISI/AN/IE/ II

IS/AN/E/ II Effect Model

Fosfinegas
Standaard
F₂ 30 min

Username: DHV Milieu & Infrastructuur BV

Dispersion: Toxic Continuous Release: Neutral gas

Parameters:

Effect Concentration		0.000010 kg/m ³
Initial Source Width Ly	50 m	
Initial Source Width Lz	50 m	
Averaging Time	30 min	
Wind Speed	2 m/s	
Stability Class	F A to F	
Surface Roughness Z0	0.25 m	
Release Rate	1.21E-5 kg/s	

Results:

distance (m)	cloudwidth (m)	Lz (m)	max.conc. (kg/m ³)
0.0E+000	3.9E+002	2.0E-007	1.2E+000
6.0E+000	0.0E+000	0.0E+000	9.2E-008

IS/AN/E/ II

/S/A/V/E/ II Effect Model

Fosfinegas
Tydeljke scheuren
D5 30 min

Username: DHV Milieu & Infrastructuur BV

Dispersion: Toxic Continuous Release: Neutral gas

Parameters:

Effect Concentration 0.00001 kg/m³
Initial Source Width Ly 8.37 m
Initial Source Width Lz 8.37 m
Averaging Time 30 min
Wind Speed 5 m/s
Stability Class D A to F
Surface Roughness Z0 0.25 m
Release Rate 0.003833333 kg/s

Results:

distance (m)	cloudwidth (m)	Lz (m)	max.conc. (kg/m ³)
0.0E+000	6.5E+001	1.5E-004	1.2E+000
6.0E+000	2.2E+001	1.6E+000	3.3E-005
1.3E+001	1.6E+001	1.9E+000	1.7E-005
2.2E+001	5.6E+000	8.5E-001	1.1E-005
3.2E+001	0.0E+000	0.0E+000	7.1E-006

/S/A/V/E/ II

/S/AN/E/ II Effect Model

Username: DHV Milieu & Infrastructuur BV

Fosfinegas
Tijdelijke scheuren
Fz 30 min

Dispersion: Toxic Continuous Release: Neutral gas

Parameters:

Effect Concentration 0.00001 kg/m³
Initial Source Width Ly 8.37 m
Initial Source Width Lz 8.37 m
Averaging Time 30 min
Wind Speed 2 m/s
Stability Class F A to F
Surface Roughness Z0 0.25 m
Release Rate 0.003833333 kg/s

Results:

distance (m)	cloudwidth (m)	Lz (m)	max.conc. (kg/m ³)
0.0E+000	6.5E+001	3.7E-004	1.2E+000
6.0E+000	3.3E+001	1.2E+000	1.7E-004
1.3E+001	3.1E+001	1.6E+000	9.7E-005
2.2E+001	3.0E+001	2.3E+000	6.7E-005
3.2E+001	2.9E+001	2.7E+000	4.9E-005
4.5E+001	2.8E+001	3.1E+000	3.7E-005
6.0E+001	2.7E+001	3.3E+000	2.9E-005
7.7E+001	2.6E+001	3.4E+000	2.3E-005
9.9E+001	2.4E+001	3.3E+000	1.8E-005
1.2E+002	2.0E+001	2.9E+000	1.4E-005
1.6E+002	1.1E+001	1.7E+000	1.1E-005

/S/AN/E/ II

/S/A/V/E/ II Effect Model

Username: DHV Milieu & Infrastructuur BV

1.9E+002 0.0E+000 0.0E+000 8.5E-006

/S/A/V/E/ II

/S/AN/IE/ II Effect Model

Waterstofsulfidegas
Standaard
Dt 30 min

Username: DHV Milieu & Infrastructuur BV

Dispersion: Toxic Continuous Release: Neutral gas

Parameters:

Effect Concentration	0.000085 kg/m ³
Initial Source Width Ly	50 m
Initial Source Width Lz	50 m
Averaging Time	30 min
Wind Speed	5 m/s
Stability Class	D A to F
Surface Roughness Z0	0.25 m
Release Rate	1.93E-5 kg/s

Results:

distance (m)	cloudwidth (m)	Lz (m)	max.conc. (kg/m ³)
0.0E+000	3.5E+002	1.1E-007	1.2E+000
6.0E+000	0.0E+000	0.0E+000	3.0E-008

/S/AN/IE/ II

/S/A/V/E/ II Effect Model

Waterstaf sulfidegas
Standaard
F2 30 min

Username: DHV Milieu & Infrastructuur BV

Dispersion: Toxic Continuous Release: Neutral gas

Parameters:

Effect Concentration 0.000085 kg/m³
Initial Source Width Ly 50 m
Initial Source Width Lz 50 m
Averaging Time 30 min
Wind Speed 2 m/s
Stability Class F A to F
Surface Roughness Z0 0.25 m
Release Rate 1.93E-5 kg/s

Results:

distance (m)	cloudwidth (m)	Lz (m)	max.conc. (kg/m ³)
3.0E+000	3.5E+002	2.8E-007	1.2E-000
6.0E+000	0.0E+000	0.0E+000	1.5E-007

/S/A/V/E/ II

/S/A/V/E/ II Effect Model

Waterstof sulfidegas
Standaard
Ds 8 uur

Username: DHV Milieu & Infrastructuur BV

Dispersion: Toxic Continuous Release: Neutral gas

Parameters:

Effect Concentration		0.000044 kg/m ³
Initial Source Width Ly	50 m	
Initial Source Width Lz	50 m	
Averaging Time	480 min	
Wind Speed	5 m/s	
Stability Class	D A to F	
Surface Roughness Z0	0.25 m	
Release Rate	1.93E-5 kg/s	

Results:

distance (m)	cloudwidth (m)	Uz (m)	max.conc. (kg/m ³)
0.0E+000	3.6E+002	1.2E-007	1.2E+000
6.0E+000	0.0E+000	0.0E+000	2.9E-008

/S/A/V/E/ II

/S/A/V/E/ II Effect Model

Waterstof sulfidegas
Standaard
F₂ 8 uur

Username: DHV Milieu & Infrastructuur BV

Dispersion: Toxic Continuous Release: Neutral gas

Parameters:

Effect Concentration	0.000044 kg/m ³
Initial Source Width Ly	50 m
Initial Source Width Lz	50 m
Averaging Time	480 min
Wind Speed	2 m/s
Stability Class	F A to F
Surface Roughness Z0	0.25 m
Release Rate	1.93E-5 kg/s

Results:

distance (m)	cloudwidth (m)	Lz (m)	max.conc. (kg/m ³)
0.0E+000	3.6E+002	2.9E-007	1.2E+000
6.0E+000	0.0E+000	0.0E+000	1.5E-007

/S/A/V/E/ II

/S/A/V/E/ II Effect Model

Waterstof sulfidegas
Tydelijke scheuren
D5 30 min

Username: DHV Milieu & Infrastructuur BV

Dispersion: Toxic Continuous Release: Neutral gas

Parameters:

Effect Concentration	0.000085 kg/m ³
Initial Source Width Ly	8.37 m
Initial Source Width Lz	8.37 m
Averaging Time	30 min
Wind Speed	5 m/s
Stability Class	D A to F
Surface Roughness Z0	0.25 m
Release Rate	0.0061 kg/s

Results:

distance (m)	cloudwidth (m)	Lz (m)	max.conc. (kg/m ³)
0.0E+000	5.9E+001	2.1E-004	1.2E+000
6.0E+000	0.0E+000	0.0E+000	5.2E-005

/S/A/V/E/ II

IS/A/V/E/ II Effect Model

Waterstof sulfidegas
Tijdelijke scheuren
F2 30 min

Username: DHV Milieu & Infrastructuur BV

Dispersion: Toxic Continuous Release: Neutral gas

Parameters:

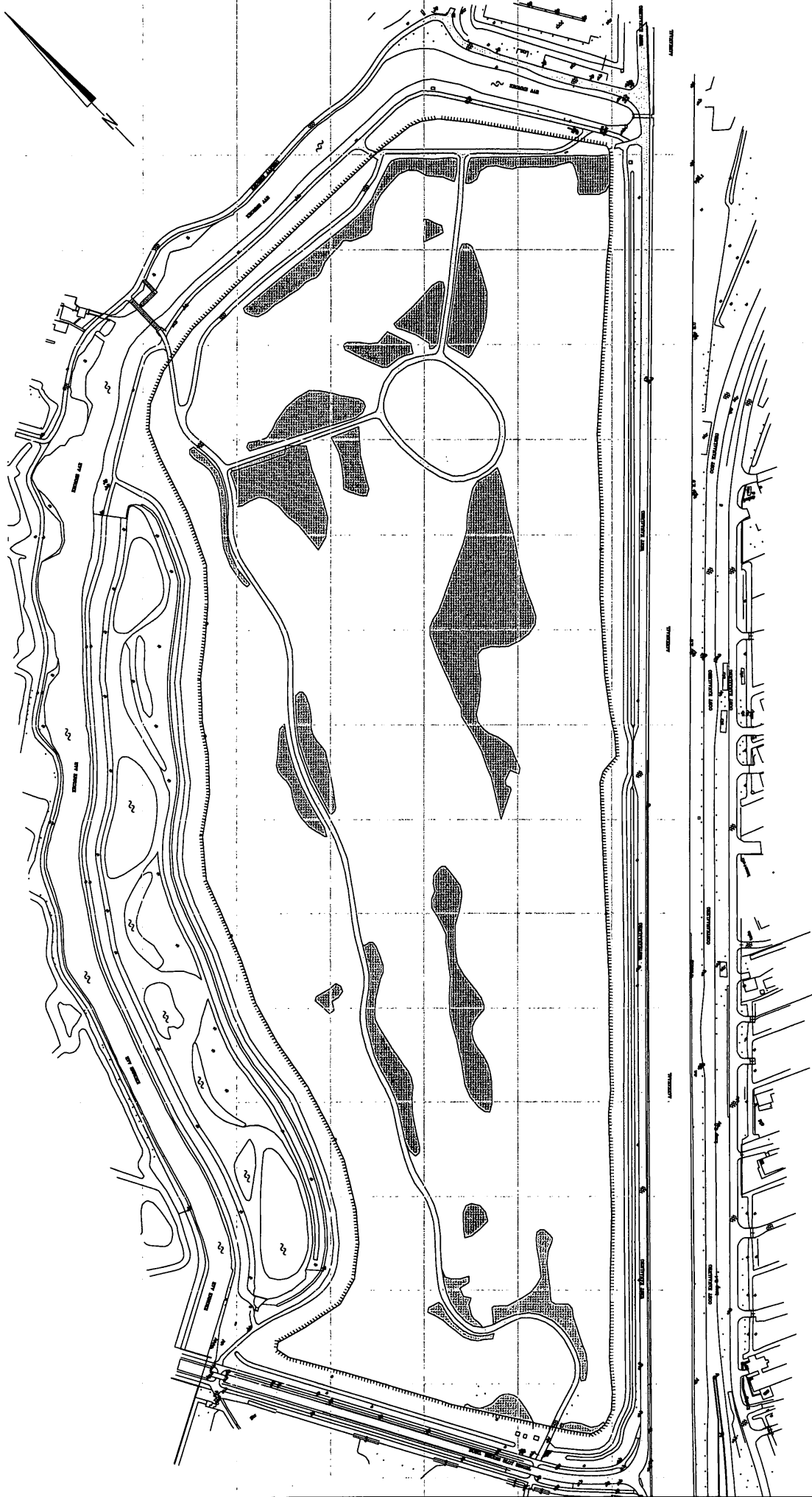
Effect Concentration 0.000085 kg/m³
Initial Source Width Ly 8.37 m
Initial Source Width Lz 8.37 m
Averaging Time 30 min
Wind Speed 2 m/s
Stability Class F A to F
Surface Roughness Z0 0.25 m
Release Rate 0.0061 kg/s

Results:

distance (m)	cloudwidth (m)	Lz (m)	max.conc. (kg/m ³)
0.0E+000	5.9E+001	5.3E-004	1.2E+000
0.0E+000	2.1E+001	7.9E-001	2.7E-004
1.3E+001	1.6E+001	9.4E-001	1.6E-004
2.2E+001	1.0E+001	8.0E-001	1.1E-004
3.2E+001	0.0E+000	0.0E+000	7.8E-005

IS/A/V/E/ II

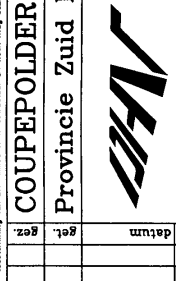
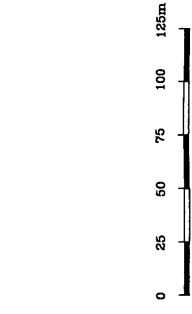
BIJLAGE 9 Overzichtstekening Coupépolder



© DHV Milieu & Infrastructuur BV
 Deze tekening mag niet worden vervoerdigd en/of openbaar gemaakt met druk, fotokopie, microfilm of op welke andere wijze ook zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van DHV Milieu & Infrastructuur BV noch mag deze zonder een dergelijke toestemming worden gebruikt voor enig ander werk dan waarvoor zij is vervaardigd.

LEGENDA

- Bentonietrand (= grens onderzoekslocatie)
- Verharding paden
- Begroeiing (alleen aangegeven binnen de onderzoekslocatie)
- Gras (alleen aangegeven binnen de onderzoekslocatie)



COUPEPOLDER ALPHEN a/d RIJN
 Provincie Zuid Holland
 Bijlage 1
 Overzichtskaart Coupépolder

tekeningnummer	ZHLM01ND.01	formaat	
datum	05-01-04	get.	HVA
schaal	1:2500	gecontroleerd/	geautoriseerd
dossiernummer	V0334-83-001		

[Handwritten signature]