



provincie **HOLLAND**
ZUID

Agenda

GEMEENTE		Contact
ALPHEN AAN DEN RIJN		ing. J.D. Dijkstra
INGEKOMEN		T 070 - 441 74 73
		jd.dijkstra@pzh.nl
24 NOV 2006		BOOM SMA
Nr.	2006/10562	Vergaderplaats
Afd.	R.B.	Gemeentehuis Alphen aan den Rijn
		Opbergen
		vergaderdatum
		16 januari 2007
		Tijdstip
		20.00 - 22.00

Aan
projectgroepleden voormalige stortplaats Coupepolder

Ons kenmerk

Bijlagen
concept rapport "Risico's organische
stoffen voormalige stortplaats
Coupepolder"

Onderwerp

Uitnodiging voor de projectgroepvergadering van 16 januari 2007

20.00 uur

- 1 **Opening en mededelingen**
- 2 **Vaststellen agenda**
- 3 **Bespreken concept rapport "Risico's organische stoffen voormalige stortplaats Coupepolder"**
- 4 **Bespreken jaarverslag 2005 beheer (verzending door gemeente)**
- 5 **RvS korte toelichting door gemeente**
- 6 **Voortgang**
- 7 **Rondvraag**
- 8 **Sluiting**

Plaats: Gemeentehuis Alphen aan den Rijn
Commissiekamer 3
Stadhuisplein te Alphen aan den Rijn

Met vriendelijke groet,

Hans Dijkstra
Afdeling Bodemsanering

2006/18562



**Risico's anorganische stoffen
voormalige stortplaats Coupépolder
Globis-code: ZH048400007**

Eindrapport

dossier : A 0525-01-001

registratienummer : MD-MO20060704

versie : 3

Provincie Zuid-Holland

oktober 2006

concept

1 INLEIDING

DHV heeft in opdracht van de Provincie Zuid-Holland een onderzoek uitgevoerd naar de risico's die anorganische stoffen op het terrein van de voormalige stortplaats Coupépolder te Alphen aan den Rijn voor omwonenden en gebruikers van het terrein kunnen opleveren. Na de presentatie van de conclusies en aanbevelingen van de onderzoekers beschrijft dit rapport de opzet, de wijze van uitvoering en de resultaten van dit onderzoek.

Achtergrond

De Raad van State heeft in een uitspraak op 24 december 2002 een besluit van de Provincie Zuid-Holland over de wijze van uitvoering van de bovenafdichting van de stortplaats Coupépolder vernietigd. In het kader van onderzoeken¹, die ten grondslag lagen aan het eerdere besluit van de provincie, was volgens de uitspraak onvoldoende inzicht gegeven in de risico's in de toekomst en was met name geen onderzoek gedaan naar de emissie van anorganische stoffen, terwijl deze mogelijk wel zou kunnen optreden. Om tot een nieuw besluit te kunnen komen was als gevolg van de uitspraak van de Raad van State nader onderzoek noodzakelijk naar de risico's van anorganische stoffen in deze voormalige stortplaats.

Het nadere onderzoek is in 2003 gestart. Er zijn duizenden anorganische stoffen. Deze zijn vanzelfsprekend niet allemaal risicovol. Ook is het onmogelijk dat alle anorganische stoffen, die op zich of in combinatie met andere zouden kunnen leiden tot risico's voor gebruikers of omwonenden van de Coupépolder, in het stortlichaam voorkomen. Het aantal te beoordelen anorganische stoffen is daarom tijdens een stoffenevaluatie op een gestructureerde wijze teruggebracht tot de voor deze situatie meest relevante. In de uitspraak van de Raad van State werd een aantal anorganische componenten genoemd. Deze zijn als startpunt voor het onderzoek gehanteerd. Verder bleek uit justitieel onderzoek, dat gedurende minimaal een gedeelte van de openstellingstijd van de stortplaats (van 1973 tot en met 1984) vaten en andere verpakkingen met organische en anorganische gevaarlijke stoffen tezamen met het vergunde huishoudelijk, bedrijfs-, sloop- en groenafval zijn meegestort. Delen van teksten uit dit justitieel onderzoek leverden eveneens informatie op over mogelijk aanwezige anorganische componenten. Na verder literatuuronderzoek, gericht op de mogelijke aanwezigheid van anorganische componenten op een stortplaats, en uitvoering van een risico-evaluatie is in april 2004 een conceptrapport met de resultaten van de eerste fasen van dit onderzoek afgerond. Het gereedkomen van dit conceptrapport is door de Provincie gemeld op een procedurezitting (termijnbesluit) van de Raad van State op 11 mei 2004.

Na deze procedurezitting heeft de Provincie DHV verzocht om de invloed op de resultaten uit het conceptrapport van 2004 te onderzoeken, indien uitgegaan zou worden van een andere wijze van storten (niet verspreid storten van verpakkingen, zoals in eerste instantie als uitgangspunt was gehanteerd, maar geclusterd storten in sleuven). Dergelijke gewijzigde uitgangspunten zijn als een worst case situatie te beschouwen omdat de kans op reacties van stoffen bij geclusterd storten aanzienlijk groter is. Met andere uitgangspunten was echter een herbeoordeling van de situatie noodzakelijk. Dit heeft geleid tot een hernieuwde evaluatie van de situatie en tot de resultaten, gepresenteerd in dit rapport.

¹ Deze onderzoeken waren gericht op monitoring en modelberekeningen betreffende de emissie van organische componenten. De emissie van organische componenten en met name van benzeen werd destijds als worst case scenario beschouwd. Monitoring op de emissie van anorganische componenten werd niet op een zinvolle manier mogelijk geacht, omdat dergelijke emissies zeer kortstondig en heftig optreden, waardoor een monitoringsprogramma zeer kostbaar zal zijn en onduidelijke resultaten zal opleveren (zie tevens paragraaf 2.3).

DHV B.V.

Probleemstelling en doel

Het onderzoek is opgezet om een zo concreet mogelijk inzicht te verkrijgen in de risico's van de voormalige stortplaats Coupépolder door het vrijkomen van gevaarlijke stoffen als gevolg van gestorte, anorganische stoffen. Dit betreft de mogelijke gevolgen van het vrijkomen van anorganische stoffen voor omwonenden en gebruikers van het terrein van de voormalige stortplaats en de kans dat deze gevolgen zich zouden voordoen. Dit inzicht zal vervolgens fungeren als onderbouwing voor een nieuw door de Provincie te nemen besluit omtrent de bovenafdichting van de stortplaats, omdat het oorspronkelijke besluit door de Raad van State is vernietigd.

Leeswijzer rapport

Bij de opzet van het rapport is er voor gekozen om de hoofdtekst kort en bondig te houden. Technische beschouwingen en (tussen)resultaten zijn in de bijlagen bij het rapport opgenomen. De hoofdtekst beperkt zich tot een samenvattende weergave van deze gegevens en tot resultaten, die tot de eindconclusies leiden.

In hoofdstuk 2 zijn de conclusies van het onderzoek beschreven en zijn aanbevelingen opgenomen voor de wijze van gebruik van deze conclusies en eventueel verder te nemen stappen (eerste aanzet voor mitigerende maatregelen of gewenst aanvullend onderzoek).

In hoofdstuk 3 is de opzet van het project beschreven en zijn de uitgevoerde werkzaamheden stap voor stap toegelicht.

Hoofdstuk 4 geeft een overzicht en evaluatie van de belangrijkste projectresultaten.

2 CONCLUSIES EN AANBEVELINGEN

Overall conclusie

Op basis van de in dit onderzoek gehanteerde uitgangspunten kan geconcludeerd worden dat bij de 'standaardsituatie' van een intacte klei afdeklaag van tenminste 0,5 meter dik de gebruikers en omwonenden van de voormalige stortplaats beschermd zijn tegen schadelijke gevolgen van emissie van anorganische stoffen uit het stortlichaam. Er worden buiten het stortlichaam geen stofconcentraties bereikt, die grote risico's opleveren.

In het geval van optreden van een 'bijzondere situatie' met tijdelijke scheuren in de klei afdeklaag kunnen zowel op de stortplaats als in de woonomgeving (lintbebouwing en woonwijk) stofconcentraties bereikt worden, die de AEGL-3 norm overschrijden en dus risico's voor de bevolking opleveren. De kans, dat dit gebeurt is echter klein. In de zogenaamde 'worst case situatie' overschrijdt deze kans de voor dit onderzoek vastgestelde vergelijkingswaarde van 1 op 10^{-6} voor plaatsen **op** en voor woningen **nabij** de voormalige stortplaats met een factor 2. Hierbij is ervan uitgegaan dat ca. 250.000 vaten met het op de stortplaats toegestane huishoudelijk en bedrijfsafval zijn meegestort. Indien ervan wordt uitgegaan dat 60.000 (of minder) vaten zijn meegestort wordt de vergelijkingsnorm niet overschreden.

In dit kader is strenger getoetst dan in het landelijk Externe Veiligheidsbeleid plaatsvindt. In het kader van Externe Veiligheid worden het Plaatsgebonden Risico (PR) en het Groepsrisico (GR) beoordeeld. Daarbij wordt niet aan de AEGL-3 norm getoetst maar aan het risico van overlijden. Uit een QRA analyse (kwantitatieve risico evaluatie) is gebleken dat de geldende normen voor Plaatsgebonden Risico en Groepsrisico bij de in dit onderzoek gehanteerde veronderstellingen in geen van de beoordeelde scenario's overschreden worden ten gevolge van de in het verleden illegaal mee gestorte vaten op de voormalige stortplaats Coupépolder. Dit geldt tevens voor de extreme situatie van volledig falen van de afdeklaag van de voormalige stortplaats (scheuren gedurende het gehele jaar).

2.1 Resultaten van de risico evaluatie

Het onderzoek was zowel gericht op het mogelijk optreden van gezondheidsrisico's als gevolg van incidentele emissies van anorganische componenten uit de voormalige stortplaats Coupépolder (op basis van de AEGL-3 norm) als op het risico van overlijden op basis van het Externe Veiligheidsbeleid in Nederland, waarbij het Plaatsgebonden Risico (PR) en Groepsrisico (GR) beoordeeld worden.

Optreden van gezondheidsrisico's

Om aan te sluiten bij de uitspraak van de Raad van State op 24 december 2002 is het mogelijk optreden van gezondheidsrisico's beoordeeld, waarbij als concentratienorm de AEGL-3 is gehanteerd. Deze geeft een goede indicatie van het mogelijk optreden van gezondheidsrisico's en is strenger dan het algemeen in ons landelijk gehanteerde toetsingskader voor externe veiligheid (letaliteit). Voor een dergelijke toetsing aan de AEGL-3 bestaat echter geen wetgeving en ook geen vastgesteld toetsingskader voor een kansnorm. Om toch een referentiekader te hebben is als vergelijkingswaarde voor de te hanteren kansnorm aangesloten bij de getalswaarde van de grenswaarde, die in Nederland in het kader van het Externe Veiligheidsbeleid voor het Plaatsgebonden Risico wordt gehanteerd.

Voor de meeste in dit onderzoek beoordeelde scenario's (60.000 versus 252.000 mee gestorte vaten in geval van tijdelijke scheuren in de afdeklaag gedurende 2 weken per jaar) wordt voor het PR geen risicocontour gevonden, die de als toetsingswaarde gehanteerde grens van $PR = 1 \times 10^{-6}$ per jaar overschrijdt. Alleen, indien wordt uitgegaan van een volledig falen van de afdeklaag, wordt een dergelijke contour gevonden. Deze contour blijft dan binnen de terreingrenzen van de Coupépolder en niet over (beperkt) kwetsbare bestemmingen. Ter plekke van (beperkt) kwetsbare bestemmingen wordt de toetsingswaarde dan ook niet overschreden. Ook in dit geval wordt derhalve voldaan aan de geldende normen.

Ook voor het GR blijven de berekende waarden voor elk van de in dit onderzoek beoordeelde scenario's ruimschoots onder de oriënterende waarde, zoals in het BEVI gehanteerd wordt.

2.2 Noodzaak van het nemen van mitigerende maatregelen

De resultaten van het onderzoek naar de risico's van anorganische stoffen geven geen aanleiding tot het nemen van verdere mitigerende maatregelen (maatregelen, die de milieugevolgen van een activiteit of situatie verminderen) voor de voormalige stortplaats Coupépolder. De huidige dampremmende afdeklaag voldoet. De risico's van de voormalige stortplaats worden afdoende beperkt door het diffuus (laten) vrij komen van eventueel in het stortlichaam ontstane dampen en/of gassen.

Om een goed functioneren van de huidige afdeklaag te garanderen is het noodzakelijk om regelmatig controle uit te voeren betreffende de staat en dikte van de afdeklaag, het ontstaan van scheuren in deze laag zoveel mogelijk te voorkomen en reeds ontstane scheuren en (door dieren gegraven) gangen met soortgelijke klei zo snel mogelijk te dichten. Hierover zijn reeds duidelijke afspraken met terreinbeheerders gemaakt. Deze controleactiviteiten zijn opgenomen in het voor de voormalige stortplaats Coupépolder opgestelde nazorgplan.

Verdergaande maatregelen, bijvoorbeeld het aanbrengen van een dampdichte bovenafdekking, leveren naar ons inzien meer nadelen dan voordelen op. In eerste instantie lijkt de kans op emissie van anorganische componenten bij aanbrengen van zo'n bovenafdichting verkleind te worden, omdat de gassen niet meer kunnen ontsnappen. Er moet echter rekening worden gehouden met resterende stortgasproductie in het stortlichaam, al dan niet incidenteel verontreinigd met anorganische gassen en dampen. Ophoping van gas onder de afdichting is technisch niet wenselijk en kan alsnog leiden tot plaatselijke emissie van de anorganische componenten (vergelijkbaar met de beoordeelde situatie van scheuren in de afdeklaag). Eventueel geproduceerd gas dient daarom gecontroleerd uit het stortlichaam te worden afgevoerd. Door de potentiële verontreiniging met de anorganische gassen en dampen kan vervolgens echter niet volstaan worden met een standaard ontgassings- en affakkelininstallatie voor stortgas. Zo'n voorziening is gebruikelijk in dit soort gevallen, waarbij de stortgasproductie (methaan en CO₂) niet zinvol meer geëxploiteerd kan worden. De in dit geval vrijkomende, deels anorganische gassen dienen verdergaand behandeld te worden, bijvoorbeeld in de vorm van (zure) gaswassing. Door de misschien optredende, onvoorspelbare en kortstondige emissie van de anorganische gassen en dampen resulteert dit in een complexe en kostbare beheerssituatie.

Verder zijn voor aanleg van een dampdichte bovenafdichting grootschalige activiteiten op het stort nodig in de vorm van afgraving en herprofilering van de bovenlagen van de gestorte lagen en het aanbrengen van een bovenafdichtingspakket. Al deze activiteiten kunnen leiden tot breuk van meerdere mogelijk aanwezige vaten met risicovolle stoffen in een korte periode en leiden dus tot een vergrote kans op emissie van anorganische stoffen. Dit betekent dat bij het aanbrengen van een eventuele bovenafdichting uitgebreide veiligheidsmaatregelen (wijze van uitvoering, signalering emissie en waarschuwing

omwonenden) genomen dienen te worden. Tevens leiden deze activiteiten tot aantasting cq. Vernieling van de huidige flora en fauna en de aanwezige golfbaan. Dit zal na aanbrengen van een bovenafdichtingspakket hersteld moeten worden.

De beperkte kans op het optreden van risicovolle emissies van anorganische componenten in de huidige situatie en de problemen (en hoge investeringen), die ontstaan bij het aanbrengen van een afdichtingslaag, resulteren in de aanbeveling tot handhaving van het huidige voorzieningenniveau, gecombineerd met een goed beheer van de afdeklaag.

2.3 Overige aanbevelingen

Monitoring emissie anorganische componenten

Het wordt niet mogelijk geacht om een zinvol programma voor het monitoren van anorganische componenten op te zetten. Eventuele risicovolle emissies kunnen op elke plaats en op elk moment kortstondig vrijkomen. Dat betekent dat continu met een zeer fijnmazig net van meetapparatuur gemeten zou moeten worden. Deze meetapparatuur zou ook een breed spectrum aan anorganische stoffen moeten kunnen signaleren. Signalering zou op het moment van emissie plaats moeten vinden om nog een kans op het nemen van maatregelen te bieden. In principe is het opzetten van een dergelijk meetsysteem technisch mogelijk. Het vraagt echter zeer hoge investeringen, terwijl de kans op optreden van een emissie klein is en een tijdige reactie na signalering van een emissie moeilijk realiseerbaar zal zijn.

Metingen betreffende de dampremmendheid van de deklaag

Het functioneren van de afdeklaag van de voormalige stortplaats is van cruciaal belang voor het beperken van de emissies uit de stortplaats. Metingen betreffende de dampremmendheid van de deklaag op een betrouwbare wijze is echter complex. Zulke metingen zouden enerzijds door controle van het lutumgehalte van de deklaag op diverse punten kunnen worden uitgevoerd en anderzijds door bijvoorbeeld de concentraties methaan en meetbare organische dampen tegelijkertijd op meerdere diepten op één plaats te meten, als de deklaag niet zeer nat is. Er bestaat in beginsel gespecialiseerde apparatuur om de luchtdoorlatendheid van grondmonsters te bepalen. Dit alles zal echter slechts steekproefsgewijs kunnen plaatsvinden en geen compleet beeld over de gehele deklaag kunnen geven. Gezien de in dit onderzoek vastgestelde geringe kans op het optreden van risicovolle emissies levert dit ook geen of slechts een beperkte meerwaarde op. Daarbij moet worden bedacht dat bij de verschillende risicoberekeningen via de mogelijkheid van (tijdelijk) optredende scheuren al rekening is gehouden met situaties dat de deklaag geen dampremmende werken heeft. Het is naar ons inzien voor het zoveel mogelijk beperken van risico's van groter belang om, zoals in paragraaf 2.2 reeds is aangegeven, regelmatige controle uit te voeren op de aanwezigheid van scheuren in de deklaag en deze te voorkomen of zo snel mogelijk te herstellen.

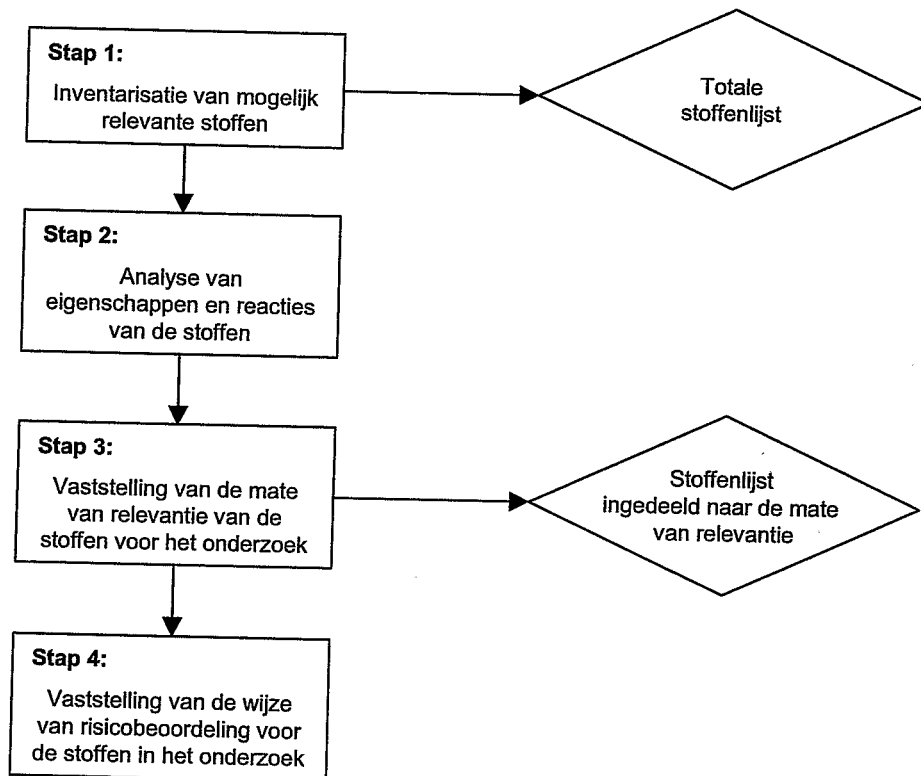
3.3 Stoffenevaluatie

In de tweede projectstap is de stoffenevaluatie uitgevoerd. Er zijn duizenden anorganische stoffen. Deze zijn vanzelfsprekend niet allemaal risicovol. Ook is het onmogelijk dat alle anorganische stoffen, die op zich of in combinatie met andere zouden kunnen leiden tot risico's voor gebruikers of omwonenden van de Coupépolder, in het stortlichaam voorkomen. Door middel van de stoffenevaluatie is het aantal te beoordelen anorganische stoffen daarom op een gestructureerde wijze teruggebracht tot de voor dit onderzoek meest relevante. Tijdens de stoffenevaluatie zijn de mogelijk in de stort voorkomende anorganische stoffen geïnventariseerd, die als zodanig of bij reacties met andere stoffen risico's kunnen opleveren. Ook zijn de meest relevante daarvan voor het verdere onderzoek geselecteerd.

In het totale proces van de stoffenevaluatie zijn 4 hoofdstappen te onderscheiden:

- Stap 1: Inventarisatie van de mogelijk voor het onderzoek relevante stoffen, resulterend in een totale stoffenlijst
- Stap 2: Analyse van de eigenschappen en reacties van de geïnventariseerde stoffen
- Stap 3: Vaststelling van de mate van relevantie van deze stoffen voor het verdere onderzoek en indeling van de stoffenlijst op basis daarvan
- Stap 4: Vaststelling van de verdere wijze van uitwerking van de risicobeoordeling voor de diverse stoffen in het onderzoek

In onderstaande figuur is deze aanpak schematisch weergegeven. In deze paragraaf is een korte toelichting op elke stap gegeven. De nadere uitwerking en resultaten per stap zijn toegelicht in bijlage 2 (met bijbehorende appendices) van dit rapport. In paragraaf 4.1 zijn de eindresultaten van de stoffenevaluatie samengevat.



Stap 1: Inventarisatie van mogelijk relevante stoffen

Tijdens de inventarisatie van mogelijk relevante stoffen zijn anorganische stoffen geïdentificeerd die als zodanig of bij combinaties risico's kunnen opleveren. Daarbij zijn uit diverse bronnen stoffen en combinaties van stoffen geselecteerd.

Hiervoor zijn de volgende bronnen geraadpleegd:

- Raad van State uitspraak (24 december 2002) en StaB-advies (17 december 2001)
- DHV literatuuronderzoek naar stoffen betrokken bij incidenten bij stortplaatsen (zie literatuurlijst in appendix 1 van bijlage 2)
- Hoofdcategorieën van stoffen waarvan combinaties onverenigbaar zijn volgens de CPR 15-1
- De PGS 15, die de CPR 15-1 inmiddels vervangen heeft³
- Delen van teksten uit het justitieel onderzoek, die door de Provincie ten behoeve van het onderzoek beschikbaar zijn gesteld
- Overige informatie van DHV uit verschillende literatuurbronnen

Deze inventarisatie heeft geleid tot een totale stoffenlijst met in totaal 26 mogelijk relevante stoffen.

Stap 2: Analyse van eigenschappen en reacties van de stoffen

Wat de geselecteerde anorganische stoffen en reacties ertussen betreft, zijn de volgende aspecten van belang:

- De mogelijke afvalstof, waarin een dergelijke stof aanwezig kan zijn
- De concentratie van de stof in deze afvalstof
- De denkbare grootte en aard van de verpakking
- De mate van gebruik van de stof ten tijde van de stortactiviteiten
- De reacties, waarbij de stoffen kunnen zijn betrokken
- De mogelijke (schadelijke) gevolgen van een stof als zodanig, of van de reactie tussen stoffen en/of van het reactieproduct

Deze aspecten zijn voor de 26 als mogelijk relevant beschouwde stoffen geëvalueerd en beschreven. Dit heeft geleid tot een lijst met in totaal ruim 90 stof/gevolg combinaties.

Stap 3: Vaststelling van de mate van relevantie van de stoffen voor het onderzoek

In de vorige stappen zijn de mogelijke relevante stoffen en reacties ertussen geïdentificeerd. Vervolgens is het van belang om na te gaan welke stoffen vrij zouden kunnen komen uit het stortlichaam of welke andere gevolgen kunnen optreden door het vrijkomen van eventueel een combinatie van stoffen. Dit is in stap 3 van de stoffenevaluatie uitgevoerd. Hierbij is onder andere vastgesteld:

- Welke verschijningsvorm de vrijkomende stof heeft
- Wat de effecten op de mens zijn
- Wat het milieuedrag van de stof is
- Om welke hoeveelheid het zou kunnen gaan

Met behulp van deze informatie is op basis van een 'expert judgement' een gradatie aangebracht in de relevantie⁴ van een stof (of reactie tussen stoffen) voor het vervolg van het onderzoek om bij de effectanalyse en de kwantitatieve risicoschatting onnodige inspanningen, gericht op minder relevante

³ De CPR 15-1 is na de start van het nadere onderzoek in 2003 vervangen door de PGS 15 waardoor een nadere controle noodzakelijk was.

⁴ De mate van relevantie wordt bepaald door de mate waarin de stof als zodanig of na reactie negatieve effecten op mensen heeft en schadelijk is voor het milieu.

vrijkomende stoffen of andere gevolgen van combinaties van stoffen te voorkomen. Hierbij is onderscheid gemaakt tussen '**direct relevant**', '**relevant**', '**mogelijk relevant**' en '**minder relevant**'. Deze stap heeft geleid tot een stoffenlijst ingedeeld naar relevantie voor het verdere verloop van het onderzoek. In bijlage 2 is een uitgebreide toelichting gegeven op deze gradaties.

Stap 4: Vaststelling van de wijze van uitvoering van de risicobeoordeling van de stoffen

De stoffenevaluatie is afgerond met de vaststelling van de verdere wijze van uitwerking van de risicobeoordeling voor de diverse stoffen of reactie tussen stoffen in het onderzoek.

Op basis van de bevindingen en analyses gedurende de eerdere stappen tijdens deze stoffenevaluatie is in overleg met de Provincie besloten om in eerste instantie de risicobeoordeling te beperken tot de stoffen en andere gevolgen (van combinaties van stoffen) met de aanduiding '**direct relevant**', '**relevant**' en '**mogelijk relevant**'. Voor de stoffen en andere gevolgen met de aanduiding '**direct relevant**' en '**relevant**' is een kwantitatieve risicobeoordeling uitgevoerd. Voor de stoffen en andere gevolgen met aanduiding '**mogelijk relevant**' een kwalitatieve en/of semi-kwantitatieve.

In het verdere vervolg van het onderzoek is hierbij onderscheid gemaakt tussen stoffen die bij vrijkomen als zodanig of in combinatie met vocht of lucht risico's met zich mee brengen, en stoffen die pas in combinatie met andere 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 kunnen komen. Tenslotte is in het onderzoek aandacht besteed aan de mogelijkheid van heftige reactie bij bepaalde combinaties van stoffen met kans op brand en explosie.

3.4 Modelleren effecten naar de omgeving

In de derde projectstap zijn de effecten naar de omgeving gemodelleerd. Dit omvat de modellering en berekeningen van de mogelijke (incidentele) emissies van anorganische gassen of dampen, plaatselijk uit de voormalige stortplaats Coupépolder. De resultaten van deze berekeningen zijn in de volgende projectstap gebruikt voor de uiteindelijke kwantitatieve risicobeoordeling.

De verspreiding van de beoordeelde stoffen in de omgeving, c.q. de immissieconcentraties, zijn bepaald met de effectbeoordelingsmodule van het risicobeoordelingsmodel Safeti.nl. Dit is een recent in gebruik genomen nationaal rekenpakket voor het berekenen van de externe veiligheidsrisico's van 'een bedrijf met gevaarlijke stoffen'.

In de stoffenevaluatie is een aantal stoffen naar voren gekomen die als '**direct relevant**' of '**relevant**' zijn beoordeeld voor de uiteindelijke risicobeoordeling (zie paragraaf 3.3). Deze als '**direct relevant**' of '**relevant**' vastgestelde stoffen zijn in de effectbeoordeling kwantitatief beschouwd.

De effectbeoordeling is in drie stappen onderverdeeld:

1. Verspreiding in het stortlichaam
2. Emissie uit het stortlichaam
3. Verspreiding naar de omgeving

In deze paragraaf volgt een korte toelichting op elke stap. De nadere uitwerking en resultaten per stap zijn toegelicht in bijlage 3 (met bijbehorende appendices) van dit rapport. In paragraaf 4.2 zijn de eindresultaten van de effectenmodellering samengevat.

Stap 1: Verspreiding in het stortlichaam

Om het uit treden van dampen of gassen uit het stortlichaam te kunnen berekenen is een specifieke beschrijving van de situatie in het stortlichaam na het vrijkomen van de dampen of gassen nodig. Hierbij gaat het enerzijds om de berekeningswijze van de damp- of gasdruk van de vrijgekomen stof in het stortlichaam zelf, anderzijds om de horizontale verspreiding van de damp of het gas binnen het stortlichaam tot aan het uit treden naar de buitenlucht. De mate, waarin deze verspreiding plaatsvindt, bepaalt de grootte van het oppervlak van de deklaag van de voormalige stortplaats waaruit emissie naar de buitenlucht zal optreden.

De berekeningen van de gasconcentratie en overdruk zijn uitgevoerd voor twee situaties (zie ook punt G in de toelichting op de uitgangspunten in bijlage 1):

1. een standaardsituatie met een intacte klei afdeklaag en
2. een bijzondere situatie waarbij er tijdelijk scheuren (bijvoorbeeld tijdens droge perioden in het jaar of door graafactiviteiten van dieren?) aanwezig zijn in die afdeklaag.

Er is weinig bekend over het gedrag van plotseling door reactie vrijgekomen anorganische dampen of gassen in (oud) afvalmateriaal in stortlichamen. Voor de verspreiding van plotseling door reactie vrijgekomen damp of gas in het stortlichaam is daarom bij deze berekeningen een specifiek voor dit onderzoek ontwikkeld concept gehanteerd voor beide situaties. Hiermee zijn invoergegevens voor de tweede stap van de modellering van de effecten naar de omgeving verkregen.

Stap 2: Emissie uit het stortlichaam

Op basis van de resultaten van stap 1 is de emissie van de mogelijk uit het stortlichaam vrijkomende stoffen berekend. In enkele literatuurbronnen zijn rekenformules gepubliceerd om de emissie van dampen (bijvoorbeeld benzeen) uit stortplaatsen te voorspellen. Deze gaan ervan uit dat er al een bepaalde snelheid is waarmee stortgas ontwijkt en berekenen dan de massastroom van de beschouwde damp naar het oppervlak via diffusie en convectie. In het geval van de Coupépolder is de productie van stortgas niet bekend en ook niet de snelheid waarmee dit stortgas uitreedt. Gezien de leeftijd van deze voormalige stortplaats (stort tot en met 1984) zal er nog wel sprake zijn van enige stortgasontwikkeling, maar deze zal de komende jaren uitdoven. 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 aangepaste versie van het rekenmodel voor vluchtige bodemverontreiniging Volasoil, geënt op de situatie op de voormalige stortplaats Coupépolder, biedt hier ruimere mogelijkheden en is dan ook gebruikt.

De berekeningen met de aangepaste versie van Volasoil zijn uitgevoerd voor de twee in stap 1 genoemde situaties en de berekende massastromen zijn gehanteerd als invoergegevens in stap 3 van de modellering van effecten naar de omgeving.

Stap 3: Verspreiding naar de omgeving

De resultaten van de emissieberekening zijn als invoergegevens voor de verspreidings- en effectberekeningen gebruikt. Uitgaande van het bronoppervlak en van de emissiesnelheid van een stof zijn via verspreidingsberekeningen de concentraties benedenwinds benaderd. De verspreiding van de in beschouwing genomen stoffen naar de omgeving, c.q. de immissieconcentraties, zijn bepaald met het rekenpakket Safeti.nl.

Safeti.nl is een recent in gebruik genomen nationaal rekenpakket voor het berekenen van de externe veiligheidsrisico's van 'een bedrijf met gevaarlijke stoffen'. Het rekenpakket wordt als standaardpakket gehanteerd in Nederland om te bepalen of een bedrijf voldoet aan de risiconormen voor Externe Veiligheid, zoals vastgelegd in het Besluit Externe Veiligheid Inrichtingen (BEVI). Aan de hand van een

aantal invoergegevens, zoals de hoeveelheid gevaarlijke stof, de procescondities en de risicoscenario's, berekent het hoe de stof zich naar de omgeving verspreidt, welke effecten optreden en hoe groot het risico voor de mens is. In dit onderzoek is het model gebruikt voor het onderdeel verspreidingsberekeningen.

De verspreiding van stoffen is doorgerekend voor dezelfde situaties als bij de verspreiding in het stortlichaam en de emissie uit het stortlichaam (dus onderscheid naar scheuren en geen scheuren in de deklaag). Als toetsingskader voor de verspreidingsberekening is de zogenaamde AEGL-3 waarde voor de verschillende stoffen gehanteerd (zie appendix 1 van bijlage 3). In de uitspraak van de Raad van State van 24 december 2002 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 moet worden. Hiervoor is echter geen concrete norm aangegeven. Gezien deze voorwaarde van de Raad van State is ervoor gekozen om bij het plotseling uitreden van anorganische stoffen de zogenaamde AEGL-3 waarden voor het vrijkomen van vluchtige stoffen in de buitenlucht te hanteren⁵.

De resultaten van de verspreidingsberekeningen zijn in paragraaf 4.2 weergegeven en toegelicht.

3.5 Kwantitatieve risico-inschatting op basis van AEGL-3 waarden

De kwantitatieve risico-inschatting is de vierde projectstap. Hierbij zijn de kansen ingeschat dat de AEGL-3 contour van een gaswolk van een tijdens de modellering van de effecten naar de omgeving als '**direct relevant**' beschouwde stof zich op een bepaalde locatie kan bevinden.

Deze kansinschatting wordt in drie stappen uitgevoerd:

1. Berekening van de kans op vrijkomen c.q. ontstaan van een stof in het stortlichaam
2. Berekening van de kans dat zich tijdelijke scheuren in de deklaag voordoen
3. Berekening van de kans dat een gaswolk met concentraties boven de AEGL-3 contour, zich op de stortplaats of in de bebouwde omgeving ophoudt

In een vierde stap zijn de kansen getoetst aan een daar specifiek voor opgesteld toetsingskader.

In deze paragraaf wordt een korte toelichting op elke stap gegeven. De nadere uitwerking en resultaten per stap zijn in bijlage 4 (met bijbehorende appendices) van dit rapport opgenomen. In deze bijlage is tevens een gevoeligheidsanalyse besproken betreffende de voor de kwantitatieve risico-inschatting gehanteerde uitgangspunten en is een kwalitatieve beschouwing gegeven van de risico's van de stoffen, die in de stoffenevaluatie in bijlage 2 als '**mogelijk relevant**' naar voren zijn gekomen. In paragraaf 4.3 zijn de eindresultaten van de kwantitatieve risico-inschatting weergegeven.

Stap1: Berekening van de kans op vrijkomen van een stof in het stortlichaam

In deze eerste stap van de kwantitatieve risico-inschatting is de kans berekend dat stoffen, die in de voorgaande fase van dit onderzoek als '**direct relevant**' zijn aangemerkt, vrij kunnen komen in het stortlichaam.

⁵ AEGL staat voor Exposure Guideline Level (US-EPA). AEGL's zijn door de Amerikaanse overheid vastgesteld blootstellingsniveaus, waarbij een bepaalde hinder voor of bepaald effect op de bevolking kan ontstaan. Nederland heeft zich inmiddels aangesloten bij het AEGL-programma. Een nadere toelichting op de AEGL en het gebruik daarvan is gegeven in bijlage 3.

In de voorgaande projectstappen zijn de '(direct) relevante' mogelijk vrijkomende dampen of gassen geïdentificeerd. In het specifieke geval van Coupépolder kan van deze stoffen alleen broom na vrijkomen uit de verpakking direct leiden tot een emissie. De overige stoffen kunnen pas na een chemische reactie met een andere stof vrijkomen. Voor beide situaties is de kans op vóórkomen uitgerekend.

Bij het uitvoeren van de kansberekeningen is uitgegaan van het geclusterd storten van verpakkingen met anorganische stoffen op de stortplaats, die bedoeld was voor huishoudelijk afval, bedrijfsafval, slooafval en groenafval. De kansberekeningen zijn uitgevoerd voor twee scenario's met verschillende hoeveelheden vaten. In bijlage 1 van dit rapport zijn de achtergronden van deze scenario's nader toegelicht:

- Scenario I: het meestorten van 60.000 vaten gedurende 4 jaren
- Scenario II: het meestorten van 252.000 vaten gedurende 12 jaren (worstcase scenario)

Stap 2: Berekening van de kans dat zich tijdelijke scheuren in de deklaag voordoen

Zoals in paragraaf 3.4 reeds is beschreven kan emissie van stoffen uit het stortlichaam naar de buitenlucht plaatsvinden tijdens twee te onderscheiden situaties:

1. de standaard situatie met een intacte afdeklaag (diffuse emissie door de deklaag)
2. de bijzondere situatie met tijdelijke scheuren in de afdeklaag (emissie via de scheuren).

Voor de frequentie van vóórkomen van beide situaties zijn aannamen gedaan bij de kansberekeningen (zie bijlage 1).

Stap 3: Berekening van de kans dat een gaswolk met concentraties boven de AEGL-3 contour zich op de stortplaats of in de bebouwde omgeving ophoudt

De resultaten van beide voorgaande stappen van de risico-inschatting geven een beeld van de kans op het ontstaan van een gaswolk met concentraties boven de AEGL-3 contour voor de diverse beschouwde stoffen. Hierbij is echter nog geen rekening gehouden met weercondities, die zich kunnen voordoen en die van invloed zijn op effecten, of met de plaats waar een dergelijke gaswolk zich kan ophouden. Op basis van de weercondities en windrichtingen, die zich kunnen voordoen is een inschatting gemaakt van de kans dat een gaswolk met concentraties boven de AEGL-3 contour zich zou kunnen ophouden boven de stortplaats of in de bebouwde omgeving. Dit heeft geresulteerd in de berekening van de kans dat:

- een plaats **op** de voormalige stortplaats binnen de AEGL-3 contour komt te liggen
- een woning op meer dan 100 m afstand **nabij** de voormalige stortplaats binnen de AEGL-3 contour komt te liggen. (Binnen een afstand van 100 m van de bentonietrand rond de voormalige stortplaats bevinden zich geen woningen).

Deze kansen zijn in de volgende stap getoetst aan het toetsingskader.

Stap 4: Toetsing aan het toetsingskader

Het toetsingskader voor deze risicoanalyse bestaat uit:

- een *concentratiegrenswaarde* voor een gas of damp in de lucht, waar de emissie van de als (direct) relevant beschouwde stoffen aan getoetst worden
- een *kansnorm*: Een als norm gehanteerde kans, waaraan de kans dat een plaats op de voormalige stortplaats of een plaats in de woonomgeving bij een incidentele emissie binnen de concentratiegrenswaarden voor de gassen of dampen vallen aan getoetst wordt.

Concentratiegrenswaarde

Voor de concentratiegrenswaarde is in de derde projectstap, modellering effecten naar de omgeving (zie paragraaf 3.4), reeds gekozen voor de AEGL-3. De AEGL-3 waarde is de luchtconcentratie van een stof waarbij of waarboven wordt voorspeld dat de algemene bevolking, inclusief gevoelige, maar uitgezonderd hypergevoelige, individuen levensbedreigende effecten kunnen ondervinden of kunnen overlijden. Dergelijke AEGL-3 concentratiegrenswaarden zijn enkele malen strenger dan waarden, die aangeven wanneer verwacht kan worden dat 50 % van de personen zal overlijden na 10 minuten blootstelling, zoals vaak gehanteerd wordt bij risico-evaluaties. Op deze wijze is getracht invulling te geven aan de uitspraak van de Raad van State van 24 december 2002, waarbij is aangegeven dat bij de beoordeling van de locatie deze ook in de toekomst 'voldoende veilig' moet zijn voor omwonenden en gebruikers van het terrein. Zoals in paragraaf 3.4 reeds is aangegeven, worden de resultaten van de effectanalyse aan deze AEGL-3 getoetst.

Kansnorm

Voor de te hanteren kansnorm is aangesloten bij de getalswaarde van de grenswaarde, die in Nederland in het Besluit Externe Veiligheid Inrichtingen, BEVI, voor het zogenaamde 'Plaatsgebonden Risico' voor kwetsbare objecten (onder andere woningen) is gesteld. Deze kansnorm is daarmee gesteld op 1 op 1 miljoen (10^{-6}) per jaar. Zoals in paragraaf 3.5 is aangegeven worden de kansen dat een plaats op de voormalige stortplaats binnen de AEGL-3 contour komt te liggen en de kans dat een woning op meer dan 100 m afstand nabij de voormalige stortplaats binnen de AEGL-3 contour komt te liggen aan deze kansnorm getoetst.

Nadere beschouwing gebruik toetsingskader

Hoewel de resultaten van de risico-inschattingen aan het landelijk gehanteerde toetsingskader van plaatsgebonden risico getoetst worden wat kansnorm betreft, wordt al met al in dit onderzoek strenger getoetst dan in dit algemeen landelijk geldende toetsingskader voor externe veiligheid het geval is omdat daarbij niet aan de AEGL-3 getoetst wordt maar gekeken wordt naar letaliteit.

Overigens is deze risico-inschatting in combinatie met de uitgevoerde effectanalyse niet vergelijkbaar met de berekening van een plaatsgebonden risicocontour, zoals in het kader van Externe Veiligheidsprojecten over het algemeen plaatsvindt. Bij een Plaatsgebonden Risicocontour (bijvoorbeeld de 10^{-6} contour) wordt een verwachtingswaarde gegeven van overlijden als gevolg van een bepaalde activiteit als personen zich in een bepaald gebied bevinden. Deze verwachtingswaarde op overlijden wordt bepaald door een combinatie van concentratie van en tijdsduur van blootstelling aan een stof. In het kader van dit onderzoek wordt echter gekeken naar de kans dat een plaats of woning op en om de voormalige stortplaats Coupépolder in een gaswolk terecht kunnen komen, waarbinnen de AEGL-3 grenzen worden overschreden.

Bovengenoemde criteria voor beide toetsingskaders zijn principieel anders en komen alleen overeen in de voor de kansnorm gekozen getalswaarde van 10^{-6} . Het in het onderzoek aangehouden toetsingskader heeft wel enige analogie met het toetsingskader van het Plaatsgebonden Risico maar onderliggende wetgeving en een officieel vastgesteld toetsingskader ontbreekt daarvoor.

3.6 Vaststelling van het Plaatsgebonden en Groepsrisico (PR en GR)

Waarom een PR en GR berekening?

Zoals in de paragrafen 3.4 en 3.5 reeds is aangegeven is in dit onderzoek in eerste instantie het mogelijk optreden van gezondheidsrisico's als gevolg van incidentele emissies van anorganische componenten uit de voormalige stortplaats Coupépolder beoordeeld. Om aan te sluiten bij de uitspraak van de Raad van State op 24 december 2002, dat bij de beoordeling van de locatie ook in de toekomst het 'voldoende veilig zijn' voor omwonenden en gebruikers van het terrein gegarandeerd moet worden, is hierbij in de vorige projectstappen als concentratienorm de AEGL-3 gehanteerd. Deze concentratienorm geeft een goede indicatie van het mogelijk optreden van gezondheidsrisico's en is strenger dan in het algemeen in ons landelijk gehanteerde toetsingskader voor externe veiligheid wordt gebruikt (letaliteit).

Voor een dergelijke toetsing op basis van de AEGL-3 bestaat echter geen wetgeving in Nederland en evenmin een vastgesteld toetsingskader voor een kansnorm (zie paragraaf 3.5). Verder is uit de resultaten (zie paragrafen 4.2 en 4.3) van deze beoordeling gebleken, dat zich afhankelijk van de weerscondities woonwijken met (groepen van) mensen binnen de berekende effectcontouren van de AEGL-3 waarden van de diverse als '(direct) relevant' beschouwde stoffen kunnen bevinden, terwijl de kansen, dat een dergelijke situatie zich voordoet, zeer klein zijn. Als gevolg hiervan is tijdens uitvoering van het project besloten om in deze vijfde projectstap naast de in eerste instantie gekozen wijze van toetsing tevens aan te sluiten bij de wijze van toetsing, zoals in het kader van Externe Veiligheid in Nederland gebruikelijk is. Dit betekent berekening van plaatsgebonden risicocontouren (PR) en van het groepsrisico (GR) en toetsing conform het Besluit Externe Veiligheid Inrichtingen (BEVI). Dit maakt toetsing mogelijk aan een wettelijk vastgelegd toetsingskader. Hierbij dient overigens wel te worden opgemerkt dat de voormalige stortplaats Coupépolder geen inrichting is, die onder BEVI valt. Deze toetsing maakt het echter wel voor externe veiligheidsdeskundigen en minder deskundigen mogelijk om een vergelijking te maken met andere risico objecten.

In deze paragraaf is een korte toelichting gegeven op de berekening en toetsing van het Plaatsgebonden risico (PR) en het Groepsrisico (GR). Deze berekeningen zijn uitgevoerd met het landelijk gehanteerde risicobeoordelingsmodel Safeti.nl, waarvan in het kader van de modellering van de effecten naar de omgeving (zie paragraaf 3.4) reeds de effectbeoordelingmodule is gebruikt. Een nadere uitwerking en de resultaten hiervan zijn in bijlage 5 (met bijbehorende appendices) van dit rapport toegelicht. In paragraaf 4.4 zijn de resultaten van deze risicoberekeningen weergegeven.

Achtergronden van het Nederlandse Externe Veiligheidsbeleid

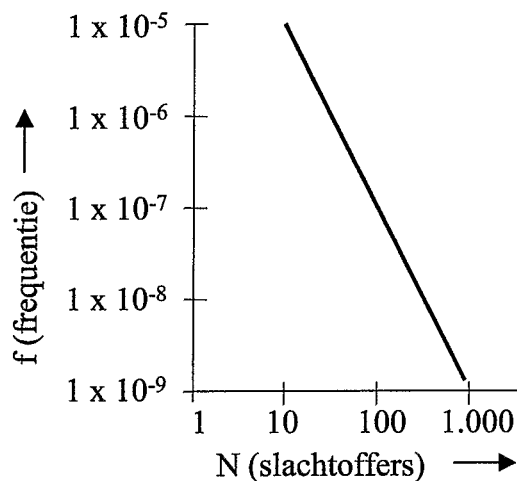
Op 27 oktober 2004 is het Besluit Externe Veiligheid Inrichtingen (BEVI), waarin het externe veiligheidsbeleid van Nederland is vastgelegd, formeel van kracht worden. Hoewel het BEVI officieel niet van toepassing is op de voormalige stortplaats Coupépolder (De voormalige stortplaats is geen inrichting) wordt hier toch naar dit besluit verwezen omdat dit besluit het Nederlandse Externe Veiligheidsdenken het best verwoord. In het BEVI zijn duidelijke normen opgenomen waaraan getoetst kan worden. Het risicobeleid is gestoeld op twee risicomaten:

- Het Plaatsgebonden risico (PR)
- Het Groepsrisico (GR):

Het Plaatsgebonden risico (PR) is een maat voor het overlijdensrisico op een bepaalde plaats buiten de inrichting. Het is hierbij niet van belang of er op deze plaats daadwerkelijk een persoon aanwezig is. Bij het PR gaat het om de kans per jaar dat een gemiddelde persoon op een bepaalde plaats in de omgeving van een inrichting komt te overlijden als gevolg van een incident met gevaarlijke stoffen in deze inrichting, ervan uitgaande dat deze persoon onbeschermd en permanent op deze plaats aanwezig is. Bij het

beoordelen van het PR wordt onderscheid gemaakt tussen kwetsbare en beperkt kwetsbare objecten. Onder de kwetsbare objecten vallen in eerste instantie objecten waar mensen doorgaans dag en nacht verblijven. Daarnaast verdienen mensen, die als gevolg van hun fysieke of psychische gesteldheid eerder nadelige gevolgen van een activiteit kunnen ondervinden, een bijzondere bescherming. Hierbij moet gedacht worden aan kinderen, ouderen en (psychisch) zieken. Dit maakt scholen, bejaardenhuizen en ziekenhuizen dus ook tot kwetsbare objecten. Bedrijfsgebouwen vallen onder beperkt kwetsbare objecten. In meer algemene zin is het onderscheid tussen kwetsbare en beperkt kwetsbare objecten gebaseerd op het aantal en de verblijftijd van groepen mensen en de aanwezigheid van adequate vluchtwegen. Voor kwetsbare objecten is Plaatsgebonden risico hoger dan 1×10^{-6} per jaar niet toegestaan. Voor beperkt kwetsbare objecten is dat in beginsel niet toegestaan. De genoemde waarde geldt in dat geval als richtwaarde.

Het Groepsrisico (GR) wordt berekend als de cumulatieve kansen per jaar dat tenminste 10, 100 of 1000 personen overlijden als rechtstreeks gevolg van hun aanwezigheid in het invloedsgedebied van een inrichting en een ongewoon voorval binnen die inrichting waarbij een gevaarlijke stof, gevaarlijke afvalstof of bestrijdingsmiddel betrokken is. Aan de hand van de feitelijke aanwezigheid van mensen kan de kans op een incident met meerdere doden inzichtelijk worden gemaakt. Hiervoor wordt de zogeheten fN-curve berekend waarin de kans (frequentie van voorkomen per jaar) op een aantal dodelijke slachtoffers wordt uitgezet tegen het aantal dodelijk getroffenen. Het Groepsrisico kent geen strikte normering. Er geldt wel een oriënterende waarde, die recht doet aan risicoaversie (hoe groter de ramp, hoe lager het acceptabele risico). De oriënterende waarde is te beschouwen als een soort thermometer. Deze waarde geeft een eerste inzicht in het niveau van het risico. In de onderstaande figuur is de oriënterende waarde weergegeven.



In bijlage 5 is een nadere toelichting gegeven op de achtergronden van het groepsrisico en de wijze van gebruik van de normering

Beoordeelde uitgangssituaties

In deze vijfde projectstap zijn verschillende uitgangssituaties onderzocht op hun Externe Veiligheidsaspecten. Hierbij is alleen de in voorgaande projectstappen beschreven bijzondere situatie met tijdelijke scheuren in de afdeklaag (zie paragraaf 3.4) beoordeeld. Op basis van de resultaten van de modellering van de effecten naar de omgeving (zie paragraaf 4.2) is geconstateerd, dat in de standaard situatie (bij

goed functioneren van de afdeklaag) geen risicovolle luchtconcentraties van de als 'direct relevant' beschouwde anorganische dampen of gassen kunnen ontstaan. Een berekening van het PR en GR voor deze situatie zou daarom geen extra informatie opleveren.

Voor de bijzondere situatie met tijdelijke scheuren (gedurende 2 weken per jaar) is op dezelfde wijze als in voorgaande projectstappen onderscheid gemaakt naar de twee in bijlage 1 toegelichte scenario's:

- Scenario I met 60.000 vaten mee gestort in 4 jaren
- Scenario II met 252.000 vaten mee gestort in 12 jaren

Om een extreme worst case scenario te creëren is tevens een situatie voor scenario II doorgerekend, waarbij is uitgegaan van volledig falen van de afdeklaag, dus met scheuren over het gehele jaar (gedurende 52 weken).

Dit alles heeft geresulteerd in de berekening van het PR en GR voor de volgende 3 uitgangssituaties:

1. 60.000 mee gestorte vaten gevaarlijk afval (scenario I), 2 weken per jaar scheuren in de kleilaag
2. 252.000 mee gestorte vaten gevaarlijk afval (scenario II), 2 weken per jaar scheuren in de kleilaag
3. 252.000 mee gestorte vaten gevaarlijk afval (scenario II), het gehele jaar (52 weken) scheuren in de kleilaag (volledig falen van de afdeklaag)

4 PROJECTRESULTATEN

4.1 Stoffenevaluatie

De stoffenevaluatie (zie paragraaf 3.3) heeft in eerste instantie geleid tot een totale stoffenlijst van 26 als 'mogelijk relevant' beschouwde stoffen. Dit heeft bij verdere evaluatie geleid tot een lijst met in totaal 90 stof/gevolg combinaties, met bijbehorende eigenschappen en gevolgen, die de stof of een reactieproduct kunnen veroorzaken. Uitgebreide overzichten van deze stoffen met eigenschappen en potentiële gevolgen zijn in de appendices van bijlage 2 terug te vinden.

De stoffenevaluatie heeft uiteindelijk geleid tot onderstaande stoffenlijst ingedeeld naar de mate van relevantie. In bijlage 2 is een uitgebreide toelichting gegeven op deze indeling.

Direct relevant

- Broom-damp

Relevant

- Waterstofcyanide-damp en warmteontwikkeling bij reacties
- Chloorgas bij reacties
- Stikstofdioxidegas bij reacties
- Fosfinegas bij reactie
- Waterstofsulfidegas bij reacties
- Chloordioxidegas 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
- Zoutzuurnevels bij reacties
- Dizwaveldichloride en Zwaveldichloride
- 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

Op basis van de bevindingen en analyses gedurende de eerdere stappen in deze stoffenevaluatie is in overleg met de Provincie besloten om in eerste instantie de stoffen en andere gevolgen (van combinaties van stoffen) met de aanduiding 'direct relevant', 'relevant' en 'mogelijk relevant' voor risicobeoordeling mee te nemen in de volgende stappen van het onderzoek (zie voor de resultaten van deze stappen de paragrafen 4.2, 4.3 en 4.3.2.) De stoffen en andere gevolgen (van combinaties van stoffen) met aanduiding 'minder relevant' zijn niet nader beoordeeld. Voor de stoffen en andere gevolgen met de aanduiding 'direct relevant' en 'relevant' wordt een kwantitatieve risicobeoordeling uitgevoerd. Voor de stoffen en andere gevolgen met aanduiding 'mogelijk relevant' in eerste instantie een kwalitatieve.

4.2 Modelling effecten naar de omgeving

In bijlage 3 zijn de resultaten van de modellering van de effecten naar de omgeving gepresenteerd. Onderstaande tabel geeft een samenvattend overzicht van de eindresultaten van de verspreidingsberekeningen, die met behulp van Safeti.nl zijn uitgevoerd en die resulteren in zogenaamde immisieconcentraties.

Tabel 1 Resultaten van de effect(verspreidings)berekeningen met Safeti.nl voor de gedefinieerde standaard (intacte kleilaag) en bijzondere situatie (tijdelijke scheuren)

	Effectafstanden tot AEGL-3 (in m)				Oppervlaktes AEGL-3 contour (in m ²)			
	100% emissie		10% emissie		100% emissie		10% emissie	
Weersomstandigheden (stabiliteitsklasse)	D5	F1.5	D5	F1.5	D5	F1.5	D5	F1.5
Standaard situatie: intacte kleilaag								
Broom	1,35	4,25	n.a. ⁶	n.a.	0,07	1,3	n.a.	n.a.
Waterstofcyanide	1,95	9,75	n.a.	n.a.	0,32	5,3	n.a.	n.a.
Chloorgas	5	23,5	1,92	7,4	2,3	49	0,25	4,2
Stikstofdioxidegas	4,15	18,25	1,46	6,4	1,4	29	0,15	2,6
Fosfinegas	14,7	82	4,9	27,2	26	453	2,7	47
Waterstofsulfidegas	2,5	12,2	1	4	0,62	12	0,06	1,0
Chloordioxidegas	16	82	5,4	27,2	29	506	2,7	53
Bijzondere situatie: tijdelijke scheuren in de afdeklaag								
Broom	1,45	5,1	n.a.	n.a.	0,11	1,9	n.a.	n.a.
Waterstofcyanide	7,1	38,5	2,6	12,7	5,8	103	0,6	10
Chloorgas	55	256	18,25	81	409	8228	39	772
Stikstofdioxidegas	52	270	17,2	82	333	6539	31	615
Fosfinegas	73	440	23,8	131	633	12019	65	1171
Waterstofsulfidegas	32	168	10,8	56	132	2532	13	238
Chloordioxidegas	190	1125	69	353	5140	111663	488	10263

⁶ n.a. = not applicable, AEGL-3 contour is niet aanwezig

In de tabel is een overzicht gegeven van de effectafstanden tot en de oppervlaktes van de AEGL-3 contouren voor elk van de 7 in beschouwing genomen dampen of gassen ('direct relevant' en 'relevant'). De resultaten zijn gepresenteerd voor beide situaties, die in het onderzoek zijn geëvalueerd:

1. een standaardsituatie met een intacte klei afdeklaag en
2. een bijzondere situatie met tijdelijke scheuren in die afdeklaag.

De berekeningen zijn, zoals vaak bij externe veiligheidsberekeningen, verricht voor twee weerscondities⁷ (stabiliteitsklassen en windsnelheden):

- D5: een gemiddeld weertype in Nederland (weerklasse D en gemiddelde windsnelheid 5 m/s)
- F1,5: zeer stabiele meteorologische omstandigheden, die alleen 's nachts voorkomen. Bij dit weertype vindt meestal minder verdunning plaats zodat op grotere afstand (dan bij D5) hoge concentraties en effecten mogelijk zijn.

In het algemeen geldt: hoe stabiel het weer of hoe lager de windsnelheid, des te kleiner de verdunning.

Tevens is onderscheid gemaakt naar de hoeveelheid vrijgekomen stof (emissie bij vrijkomen van 100 % van de inhoud van een verpakking vs. 10 % van deze emissie).

Resultaten standaardsituatie

In het algemeen kan worden gezegd dat bij de standaardsituatie de berekende afstanden van de AEGL-3 contour en de berekende oppervlakken daarvan klein zijn ten opzichte van bijvoorbeeld de grootte van het bronoppervlak. In werkelijkheid komt bij de standaardsituatie de damp of het gas diffuus uit het gehele bronoppervlak op de stortplaats. Safeti.nl kan bij dusdanig kleine emissies van de dampen en gassen in de standaardsituatie kennelijk geen exacte berekening van het oppervlak uitvoeren.

In verband met de kansinschatting, uitgevoerd in de volgende stap van het onderzoek, zijn daarom controlerende berekeningen van luchtconcentraties met het zogenaamde doos verspreidingsmodel (zie bijlage 3) uitgevoerd voor wat betreft de standaard situatie met intacte kleilaag. Deze berekeningen tonen aan dat de luchtconcentraties aan de benedenwindse rand van de bronzone de AEGL-3 waarden bij de weerscondities D5 en F1,5 bij de dampen en gassen niet overschrijden in deze situatie. Dit bevestigt overigens het vermoeden dat safeti.nl niet met dergelijke beperkte emissies uit de voeten kan.

In de standaardsituatie zal geen van de stoffen geëmitteerd worden in een concentratie boven de AEGL-3 waarden. Dit betekent dat emissies in de 'standaard situatie' niet relevant zijn voor het verdere verloop van het onderzoek en dus niet meegenomen behoeven te worden in de volgende projectstappen.

Resultaten bijzondere situatie met tijdelijke scheuren in de klei afdeklaag

Voor de kwantitatieve risico-inschatting in de volgende stap is het relevanter om te kijken naar de AEGL-3 contouren in de bijzondere situatie met tijdelijke scheuren in de klei afdeklaag. Dan zijn de emissies per tijdseenheid beduidend groter.

De minimale afstand van verspreid staande woningen in de omgeving tot de bentonietrand van de voormalige stortplaats bedraagt ca. 100 m (zie bijlage 6). Bij conditie D5 blijven de afstanden van de AEGL-3 contour voor de meeste stoffen nog binnen de 100 m. De bewoonde omgeving wordt dan niet bereikt. Voor chloordioxide wordt echter een afstand van 190 m voor deze conditie berekend. Van de

⁷ De stabiliteitsklasse is een aanduiding voor het type weer. Zo staat Klasse B voor een instabiele atmosfeer, Klasse D voor een neutrale atmosfeer en Klasse F voor een zeer stabiele atmosfeer. Klasse E zit tussen D en F in. De klassecodering wordt gecombineerd met een getal voor de windsnelheid in m/s.

overige stoffen reikt fosfinegas het verst met een afstand van 73 m. Het berekende oppervlak van de AEGL-3 contour bedraagt voor chloordioxide en fosfinegas resp. ca. 5.000 en 600 m².

Bij conditie F1,5 (alleen 's nachts) reiken de AEGL-3 contouren voor de meeste stoffen verder dan 100 m. Dat betekent dat bij ongunstige windrichting en zeer stabiele weersomstandigheden de bebouwde omgeving bij emissie voor elk van deze stoffen bereikt zou kunnen worden. Bij chloorgas, stikstofdioxidegas, fosfinegas en waterstofsulfide bedragen deze afstanden resp. ca. 260, 270, 440 en 170 m. Het berekende oppervlak van de AEGL-3 contour voor deze stoffen bedraagt resp. ca. 8.000, 6.500, 12.000 en 2.500 m². Voor chloordioxidegas bedraagt de maximale afstand tot waar de AEGL-3 contour onder deze condities zou kunnen reiken zelfs verder dan 1000 m. Het berekende oppervlak van de AEGL-3 contour bedraagt dan ruim 11 ha (> 110.000 m²). Dat komt overeen met de helft van het totale oppervlak van de voormalige stortplaats. De AEGL-3 contouren zijn voor diverse stoffen dusdanig dat bij ongunstige windrichting niet alleen verspreide woonbebouwing maar ook woonwijken kunnen worden bereikt. De kans dat dit gebeurt is echter zeer klein en wordt besproken in paragraaf 4.3.

Gevoeligheid van de resultaten voor de maximaal vrijgekomen hoeveelheid

Om de gevoeligheid van de resultaten van de berekeningen met Safeti.nl voor de hoeveelheid vrijkomende en geëmitteerde stof te bepalen zijn tevens berekeningen uitgevoerd voor de situatie dat voor elk van de beoordeelde stoffen slechts 10 % van de maximaal aanwezige massa vrijkomt in plaats van de volledige hoeveelheid (maximale inhoud van de meest waarschijnlijke verpakking). Dit kan veroorzaakt worden doordat het vat slechts voor een beperkt deel vol zat of dat een eventueel lek zodanig hoog in het vat aanwezig was, dat slechts een beperkte hoeveelheid is vrijgekomen.

Het oppervlak van de AEGL-3 effectcontour blijkt in grote lijnen evenredig te zijn met de hoeveelheid van de stof die vrijgekomen is. De afstand tot waar de AEGL-3 contour reikt neemt toe of af met ongeveer de wortel van het verschil in hoeveelheid. Dit betekent dat, als slechts 10 % van de maximaal aanwezige hoeveelheid stof vrijkomt in plaats van de totale hoeveelheid, het oppervlak van de contour 10 keer zo klein wordt en de maximale afstand tot waar de contour reikt 3 keer zo klein wordt.

In de bijzondere situatie met scheuren in de klei afdeklaag is onder deze omstandigheden (10 % emissie van de maximaal aanwezige hoeveelheid) bij conditie D5 voor geen van de stoffen meer een AEGL-3 effectafstand berekend groter dan 100 meter. De bewoonde omgeving zal dus niet door een eventuele geëmitteerde wolk bereikt worden. Voor chloordioxide wordt de grootste mogelijke afstand, ca. 70 m, voor deze conditie berekend. Bij conditie F1,5 (alleen 's-nachts) kunnen de AEGL-3 contouren voor fosfinegas en chloordioxide nog wel een grotere afstand dan 100 m overbruggen en dus eventueel de bewoonde omgeving bereiken, maar niet een woonwijk. Bij fosfinegas bedraagt deze afstand onder deze omstandigheden nog ca. 130 m en bij chloordioxide nog ca. 350 m.

4.3 Kwantitatieve risico-inschatting op basis van AEGL-3 waarden

In bijlage 4 van dit rapport zijn de resultaten van de kwantitatieve risico-inschatting gepresenteerd. In deze paragraaf worden de eindresultaten hiervan weergegeven en kort toegelicht.

4.3.1 Resultaten

Standaard situatie

Voor de standaard situatie is in de effectbeoordeling, zoals besproken in paragraaf 4.2, geconstateerd dat geen luchtconcentraties van de beoordeelde 7 als 'direct' relevant beschouwde anorganische dampen of gassen boven de AEGL-3 norm ontstaan. Tijdens de kwantitatieve risico-inschatting zijn daarom geen kansberekeningen voor deze situatie uitgevoerd.

Bijzondere situatie met tijdelijke scheuren in de klei afdeklaag

Voor de bijzondere situatie met tijdelijke scheuren in de afdeklaag zijn de resultaten van de kwantitatieve risico-inschatting in de volgende tabellen samengevat. Hierbij moet worden opgemerkt dat voor effecten als gevolg van een chemische reactie tussen stoffen uit verschillende verpakkingen de kans in de toekomst geleidelijk zal afnemen.

Tabel 2: Kansen per jaar van de ligging van plaatsen OP de stortplaats binnen de AEGL-3 contour door bijzondere situatie van tijdelijke scheuren in de klei afdeklaag

Vrijkomende damp/gas	Scenario I 60.000 meegestorte vaten		Scenario II 252.000 meegestorte vaten	
	Weerscondities A,B,C en D via D5 ⁸	Weerscondities E en F via F1,5	Weerscondities A,B,C en D via D5	Weerscondities E en F via F1,5
Brom	$0,008 \cdot 10^{-6}$	$0,030 \cdot 10^{-6}$	$0,033 \cdot 10^{-6}$	$0,124 \cdot 10^{-6}$
Waterstofcyanide	nadert 0	$0,0003 \cdot 10^{-6}$	nadert 0	$0,002 \cdot 10^{-6}$
Chloorgas	$0,005 \cdot 10^{-6}$	$0,124 \cdot 10^{-6}$	$0,023 \cdot 10^{-6}$	$0,100 \cdot 10^{-6}$
Stikstofdioxidegas	$0,003 \cdot 10^{-6}$	$0,018 \cdot 10^{-6}$	$0,024 \cdot 10^{-6}$	$0,080 \cdot 10^{-6}$
Fosfinegas	$0,002 \cdot 10^{-6}$	$0,007 \cdot 10^{-6}$	$0,007 \cdot 10^{-6}$	$0,030 \cdot 10^{-6}$
Waterstofsulfidegas	$0,002 \cdot 10^{-6}$	$0,007 \cdot 10^{-6}$	$0,007 \cdot 10^{-6}$	$0,032 \cdot 10^{-6}$
Chloordioxidegas	$0,063 \cdot 10^{-6}$	$0,302 \cdot 10^{-6}$	$0,286 \cdot 10^{-6}$	$1,359 \cdot 10^{-6}$ *
Som kansen/jaar	$0,083 \cdot 10^{-6}$	$0,488 \cdot 10^{-6}$	$0,380 \cdot 10^{-6}$	$1,727 \cdot 10^{-6}$
Som kansen/jaar alle weerscondities	$0,57 \cdot 10^{-6}$		$2,11 \cdot 10^{-6}$	

De totale som van de kansen per jaar dat een plaats op de stortplaats binnen de AEGL-3 contour van 1 van de 7 als (direct) relevant beschouwde stoffen komt te liggen tijdens een bijzondere situatie van tijdelijke scheuren in de klei afdeklaag is voor scenario I (60.000 meegestorte vaten gedurende 4 jaar) berekend op $0,57 \cdot 10^{-6}$ per jaar. Voor scenario II (252.000 meegestorte vaten gedurende 12 jaar) is deze kans berekend op $2,11 \cdot 10^{-6}$ per jaar.

⁸ Zie hoofdstuk 3 van bijlage 4

Bij deze kansen dient te worden opgemerkt dat in de praktijk de kans groot is dat de contour voor emissie van chloordioxidegas (omdat deze exceptioneel groot is vergeleken met die van de andere stoffen) voor een belangrijk deel buiten de stortplaats zal reiken met als gevolg dat de hier berekende gemiddelde kans voor deze stof en de som van deze kansen daarom lager zal zijn. Bovendien komen de condities E en F, die de grootste bijdrage aan de totale kans leveren, alleen 's nachts voor wanneer er in beginsel geen mensen op de voormalige stortplaats worden verwacht.

Tabel 3: kansen per jaar van de ligging van een woning NABIJ de stortplaats binnen de AEGL-3 contour door bijzondere situatie van tijdelijke scheuren in de klei afdeklaag

Vrijkomende damp/gas	Scenario I 60.000 meegestorte vaten		Scenario II 252.000 meegestorte vaten	
	Weerscondities A,B,C en D via D5	Weerscondities E en F via F1,5	Weerscondities A,B,C en D via D5	Weerscondities E en F via F1,5
Broom	0	0	0	0
Waterstofcyanide	0	0	0	0
Chloorgas	0	$0,065 \cdot 10^{-6}$	0	$0,292 \cdot 10^{-6}$
Stikstofdioxidegas	0	$0,065 \cdot 10^{-6}$	0	$0,292 \cdot 10^{-6}$
Fosfinegas	0	$0,013 \cdot 10^{-6}$	0	$0,058 \cdot 10^{-6}$
Waterstofsulfidegas	0	$0,065 \cdot 10^{-6}$	0	$0,292 \cdot 10^{-6}$
Chloordioxidegas	$0,296 \cdot 10^{-6}$	$0,065 \cdot 10^{-6}$	$1,333 \cdot 10^{-6}$	$0,292 \cdot 10^{-6}$
Som kansen/jaar	$0,296 \cdot 10^{-6}$	$0,273 \cdot 10^{-6}$	$1,333 \cdot 10^{-6}$	$1,226 \cdot 10^{-6}$
Som kansen/jaar alle weerscondities	$0,57 \cdot 10^{-6}$		$2,56 \cdot 10^{-6}$	

De totale som van de kansen per jaar dat een woning nabij de stortplaats binnen de AEGL-3 contour van 1 van de 7 als 'direct relevant' beschouwde stoffen komt te liggen tijdens een bijzondere situatie van tijdelijke scheuren in de klei afdeklaag is voor scenario I (60.000 meegestorte vaten gedurende 4 jaar) berekend op $0,57 \cdot 10^{-6}$ per jaar. Voor scenario II (252.000 meegestorte vaten gedurende 12 jaar) is deze kans berekend op $2,56 \cdot 10^{-6}$ per jaar.

Deze berekende kansen betreffen een worstcase scenario. In de praktijk zal de kans naar verwachting kleiner zijn, omdat de bronzone van emissie van de stoffen op meerdere (verder af gelegen) plaatsen op de voormalige stortplaats ten opzichte van een specifieke woning kan voorkomen.

Gevoeligheidsanalyse voor geselecteerde parameters

Bij de gemaakte keuzes voor de in de berekeningen te hanteren uitgangspunten is steeds voor goed onderbouwde worst case waarden gekozen. Deze keuzes zijn toegelicht in bijlage 1 van dit rapport. Voor een aantal basisuitgangspunten is aanvullend hierop berekend, wat de gevolgen zijn, indien de werkelijke waarden toch ongunstiger uitpakken dan voor een worst case situatie verwacht kon worden. In hoofdstuk 4 van bijlage 4 wordt hier aandacht aan besteed.

Uit de gevoeligheidsanalyse blijkt dat met name de frequentie van voorkomen van scheuren een grote invloed kan hebben op de berekende kansen. In de berekeningen, die zijn uitgevoerd voor de bijzondere situatie van tijdelijke scheuren in de klei afdeklaag, is uitgegaan van een periode van voorkomen van die scheuren van maximaal 2 weken per jaar. De berekende kansen stijgen recht evenredig met deze frequentie. Indien deze scheuren zich het gehele jaar zouden voordoen nemen de berekende kansen in dit extreme geval met een factor 26 toe. Controle op het zich voordoen van scheuren, direct herstel van deze

scheuren en het voorkomen van het ontstaan van scheuren is echter een onderdeel van het vigerende nazorgplan.

Kwalitatieve beschouwing van de als mogelijk relevant aangemerkte stoffen/gevolgen

Voor de stoffen, die tijdens de stoffenevaluatie in bijlage 2 als 'mogelijk relevant' zijn aangemerkt, zijn de risico's in bijlage 4 kwalitatief of semi-kwantitatief beschouwd. Het risico van deze stoffen is tijdens de stoffenevaluatie in eerste instantie als relatief minder groot beoordeeld. Deze verwachtingen zijn bevestigd in de kwalitatieve beschouwing.

4.3.2 Toetsing aan het toetsingskader en evaluatie van de resultaten

In deze paragraaf worden de resultaten van het onderzoek getoetst aan het toetsingskader, zoals beschreven in 3.5 (stap 4). In grote lijnen bestaat het toetsingskader uit:

- De AEGL-3 normwaarde als een concentratiegrenswaarde voor een gas of damp in de lucht, waar de emissie van de als '(direct) relevant' beschouwde stoffen aan getoetst wordt
- Een kansnorm van $1 \text{ op } 10^{-6}$ per jaar, waar de kans dat een plaats op de voormalige stortplaats of een plaats in de woonomgeving nabij de stortplaats bij een incidentele emissie binnen de concentratiegrenswaarden voor de gassen of dampen vallen aan getoetst wordt.

Bij de toetsing wordt steeds onderscheid gemaakt tussen de scenario's I en II (60.000, respectievelijk 252.000 meegestorte vaten). Verder wordt onderscheid gemaakt tussen de standaard situatie met intacte kleilaag en de bijzondere situatie met tijdelijke scheuren daarin. Tenslotte wordt onderscheid gemaakt tussen plaatsen op de voormalige stortplaats en plaatsen in de nabije (woon)omgeving. Wat betreft dat laatste wordt aangehouden dat er een afstand van tenminste ca. 100 m ligt tussen de bronzone (binnen de bentonietrand van de voormalige stortplaats) en de naburige woonbebouwing.

Standaardsituatie met intacte klei afdeklaag

Voor de standaard situatie is in de effectbeoordeling, zoals besproken in paragraaf 4.2, geconstateerd dat geen luchtconcentraties van de beoordeelde 7 als '(direct) relevant' beschouwde anorganische dampen of gassen boven de AEGL-3 norm ontstaan. Een toetsing aan de kansnorm is in de standaard situatie dan ook niet aan de orde.

Bijzondere situatie met tijdelijke scheuren in klei afdeklaag

Uit de effectberekeningen volgt dat er AEGL-3 contouren zijn die in ieder geval boven de stortplaats voorkomen, en gedeeltelijk ook in de (woon)omgeving. Bij vijf gassen komt de contour bij weersconditie F1,5 (alleen 's nachts) verder dan 100 m van de bronzone, waarvan de contour bij fosfine en chloordioxide aanzienlijk verder reikt. Bij weersconditie D5 komt alleen de contour van chloordioxide verder dan 100 m van de bronzone. Dat betekent dat zowel voor willekeurige plaatsen **op** de voormalige stortplaats als voor een woning **nabij** de voormalige stortplaats getoetst wordt aan de gedefinieerde kansnorm van $1 \text{ op } 10^{-6}$ per jaar.

Uit de kwantitatieve risico-inschatting kan worden afgeleid dat in het geval van optreden van de bijzondere situatie met tijdelijke scheuren in de klei afdeklaag het toetsingskader (AEGL-3 norm en kansnorm) **op** de voormalige stortplaats met een factor 2 wordt overschreden bij scenario II (252.000 meegestorte vaten) en niet wordt overschreden bij scenario I (60.000 meegestorte vaten). Dit is een worst case benadering omdat in de praktijk ook bij scenario 2 de kansen lager zullen komen te liggen daar verwacht mag worden dat de contour van de bepalende stof chloordioxide voor een belangrijk deel buiten de stortplaats zal reiken.

Voor woningen **nabij** de voormalige stortplaats geldt een identieke situatie. De overschrijding bedraagt hier een factor 2,5. Ook dit betreft een worstcase scenario. In de praktijk zal de kans naar verwachting kleiner zijn, omdat de bronzone van emissie van de stoffen op meerdere (verder af gelegen) plaatsen op de voormalige stortplaats ten opzichte van een specifieke woning kan voorkomen.

4.4 Vaststelling van het Plaatsgebonden en Groepsrisico (PR en GR)

De modellering van de risico's voor de omgeving met Safeti.nl leidt tot de kwantificering van deze risico's in de vorm van contouren voor het Plaatsgebonden (individueel) risico en een curve voor het Groepsrisico. In bijlage 5 van dit rapport zijn de resultaten van deze PR en GR berekeningen uitgebreid gepresenteerd. In deze paragraaf worden deze resultaten samengevat en kort toegelicht. Zoals in paragraaf 3.6 is beschreven, is hierbij onderscheid gemaakt naar de volgende drie uitgangssituaties:

1. 60.000 meegestorte vaten gevaarlijk afval (scenario I), 2 weken per jaar scheuren in de kleilaag
2. 252.000 meegestorte vaten gevaarlijk afval (scenario II), 2 weken per jaar scheuren in de kleilaag
3. 252.000 meegestorte vaten gevaarlijk afval (scenario II), het gehele jaar (52 weken) scheuren in de kleilaag (volledig falen van de afdeklaag)

Plaatsgebonden risico (PR)

De PR contouren zijn opgenomen in appendix 1 van bijlage 5.

Uit de berekende PR contouren blijkt dat voor uitgangssituatie 1 met 60.000 meegestorte vaten (scenario 1) en tijdelijke scheuren in de afdeklaag gedurende 2 weken per jaar alleen risicocontouren gevonden worden die de grens van $PR = 1 \times 10^{-8}$ per jaar niet overschrijden. Voor uitgangssituatie 2 met 252.000 meegestorte vaten (scenario 2) en tijdelijke scheuren gedurende 2 weken per jaar wordt een kleine risicocontour gevonden van $PR = 1 \times 10^{-7}$ per jaar. In geen van beide situaties wordt de als toetsingswaarde gehanteerde grens van $PR = 1 \times 10^{-6}$ per jaar overschreden.

Alleen voor de beoordeelde worst case situatie 3, waarin uit is gegaan van 252.000 mee gestorte vaten gevaarlijk afval (scenario 2) en scheuren in de afdek kleilaag gedurende het gehele jaar (volledig falen van de afdeklaag), wordt een $PR = 1 \times 10^{-6}$ per jaar risicocontour gevonden. Deze contour ligt rond de hoge bult en blijft binnen de terreingrenzen van de Coupépolder. De contour ligt niet over (beperkt) kwetsbare bestemmingen. Ter plekke van (beperkt) kwetsbare bestemmingen wordt de toetsingswaarde dan ook niet overschreden. Contouren die een hoger risico aangeven dan de toetsingswaarde (bijvoorbeeld 1×10^{-5}) zijn niet gevonden. Deze doorgerekende uitgangssituatie moet echter gezien worden als een verregaande worst case situatie, waarbij een maximum scenario voor aantal meegestorte vaten en een volledig falen van de afdeklaag als uitgangspunt is gekozen

Groepsrisico (GR)

De grafiek die het groepsrisico aangeeft, de zogenoemde Fn-curve, is voor de 3 beschouwde uitgangssituaties gegeven in appendix 2 van bijlage 5.

De groepsrisicocurve blijft voor alle drie de situaties ruimschoots onder de curve voor de oriënterende waarde, zoals in de figuur in paragraaf 3.6 is gepresenteerd.

Conclusie

De geldende normen voor Plaatsgebonden risico en Groepsrisico worden onder de in dit onderzoek gedane aannames niet overschreden ten gevolge van de in het verleden illegaal gestorte vaten gevaarlijk afval op de voormalige stortplaats Coupépolder.

5 COLOFON

Opdrachtgever	: Provincie Zuid-Holland	
Project	: Risico's anorganische stoffen voormalige stortplaats Coupépolder	
Dossier	: A 0525-01-001	
Omvang rapport	: 31 pagina's	
Auteur	: Mark de Groot	
Bijdrage	: Job Schreuder, Peter Winkelman, Wim van Lierop, Jeroen de Bode	
Projectleider	: Mark de Groot	
Projectmanager	: Wim van Lierop	
Datum	: 3 oktober 2006	
Naam/Paraaf	:	WvL

Risico's anorganische stoffen
voormalige stortplaats Coupépolder
Globis-code: ZH048400007

2006/18562
RB

Bijlagen bij het eindrapport

Provincie Zuid-Holland

oktober 2006
concept



2006/14002

**Risico's anorganische stoffen
voormalige stortplaats Coupépolder
Globis-code: ZH048400007**

Bijlagen bij het eindrapport

dossier : A 0525-01-001
registratienummer : MD-MO20060704
versie : 3

Provincie Zuid-Holland

oktober 2006
concept

BIJLAGE 1 Vaststelling van de basisuitgangspunten

In deze bijlage zijn de basisuitgangspunten, die in de risicobeoordeling zijn gehanteerd, beschreven en nader toegelicht. Uitgangspunten die specifiek toepasbaar zijn op verspreidings- en emissiemodellering of op de risicomodellering zijn in de hoofdstukken en bijlagen, die betrekking hebben op die activiteiten, gedefinieerd.

De voorgestelde uitgangspunten betreffen de volgende onderwerpen:

- A. Stortvakken
- B. Mee gestorte verpakkingen/vaten
- C. Faalfrequentie van de vaten
- D. Verdeling van verpakkingen
- E. Periode van reactiviteit van de inhoud van vaten na falen
- F. Risico van gelijktijdig falen van twee naburige verpakkingen
- G. De kans op en de termijn van scheuren in de deklaag
- H. Gevoeligheidsanalyse

A. STORTVAKKEN

Overwegingen bij vaststellen uitgangspunt

Tijdens het eind jaren '80 uitgevoerde justitiële onderzoek is informatie verkregen omtrent de gangbare wijze van storten op stortplaats Coupépolder. Dit betrof stortvakken van 40 bij 60 tot 70 meter oppervlakte en een hoogte van 3 meter. Omdat er doorgaans bij veel stortplaatsen wordt gewerkt met sleuven van een dergelijke omvang stellen wij voor om de afmetingen van één stortvak op deze gegevens te baseren.

Omdat verpakkingseenheden (meestal vaten) in een vak zo snel mogelijk werden ondergeschoven om zo onopvallend mogelijk te kunnen werken, zullen de verpakkingen (vaten) in beginsel onder in zo'n vak liggen.

De dikte van de stortplaats varieert op het vlakke gedeelte van 3 m tot 6 m, oplopend naar 14 m (tot eventueel 16 m als plaatselijk dieper is gestort) bij de hoge bult. Er zullen daarom één tot twee stortvakken op het vlakke gedeelte oplopend tot vijf stortvakken (bij de hoge bult) boven elkaar aanwezig kunnen zijn. In totaal zijn dan ca. 200 stortvakken op de stort in gebruik geweest. Over het gehele oppervlak van de voormalige stortplaats zal het onderste stortvak onder grondwatervniveau liggen. De hier gebruikte dimensies van de stort zijn in grote lijnen afkomstig uit het door IWACO opgestelde nazorgplan voor de stortplaats (maart 1997).

Gekozen uitgangspunten

- Dimensies: 40 m bij 64 m oppervlakte en een hoogte van 3 m voor elk stortvak
- De relevante verpakkingen (vaten), liggen voornamelijk onder in de stortvakken
- Er zijn één of twee stortvakken op het vlakke gedeelte oplopend tot vijf stortvakken bij de hoge bult boven elkaar op de stortplaats aanwezig.
- Er is een totaal van ca. 200 stortvakken onderscheiden
- De onderste stortvakken liggen onder grondwatervniveau

Gevoeligheidsanalyse

N.v.t.

B. MEE GESTORTE VERPAKKINGEN/VATEN

B.1 Aantal mee gestorte verpakkingen/vaten

Overwegingen bij vaststellen uitgangspunt

In een persbericht van juli 2002 over een claim van de rijksoverheid op de gemeente Alphen aan den Rijn naar aanleiding van waardevermindering van de grond na de bodemsanering van de voormalige stortplaats Coupépolder werd gesproken over het illegaal storten van tienduizenden vaten chemisch afval door een afvaltransporteur op de stortplaats, die bedoeld was voor huishoudelijk afval, bedrijfsafval, sloopafval en groenafval.

Op de particuliere website Coupépolder (www.coupepolder.nl) wordt melding gemaakt van stortingen van minimaal tienduizend vaten per 6 maanden sinds 1974.

Uit delen van teksten uit het eerder genoemde justitiële onderzoek kan worden afgeleid dat ca. 300 vaten per week werden gestort. Indicatief resulteert dit in 15.000 vaten per jaar en is voor de periode 1977-1981 een totaal aan vaten af te leiden van ca. 60.000 vaten. Na die periode zouden volgens tijdens het justitieel onderzoek verhoorde personen helemaal geen vaten meer mogen worden gestort. Het is wel denkbaar dat na die tijd de inhoud van vaten met afval gemengd mee is gekomen. Dat is voor deze studie echter niet van belang.

Een belangrijk discussiepunt vormt de periode waarover vaten zijn gestort. Deze is niet goed bekend maar ligt in ieder geval tussen 1973 tot en met 1984 (open gaan en sluiten stortplaats). Bij een worst case scenario van 10.000 vaten per half jaar over de gehele openstellingstijd van de stortplaats van 12 jaar komt men op een totaal van 240.000 vaten. Dit getal wordt voor het maximum scenario, om rekentechnische redenen, gebracht op 252.000 vaten (zie toelichting onder D.2). Dit komt overigens neer op gemiddeld ca. 1 vat per vierkante meter oppervlakte van de stortplaats.

Gekozen uitgangspunten

Er is in het kader van het onderzoek voor gekozen om twee scenario's te hanteren:

- één scenario met 60.000 meegestorte vaten gedurende 4 jaren
- één worst case scenario met 252.000 mee gestorte vaten gedurende de volledige 12 jaren van openstelling van de stortplaats.

Gevoeligheidsanalyse

N.v.t.

B2. Percentage (intacte) vaten

Overwegingen bij vaststellen uitgangspunt

Zeer bepalend voor de risico evaluatie is het aantal vaten dat (nu nog) intact is. In de overwegingen moet worden meegenomen dat direct na het storten van de vaten bij het onderwerken en het afwerken van de stortlaag en van de bovenliggende lagen er naar verhouding een beduidend grotere kans is geweest op falen van de verpakking. Op basis van beschrijvingen van in 1988 uitgevoerde graafwerkzaamheden (Beschreven in het justitieel onderzoek), rekening houden met het feit dat een op eerst gezicht "heel vat" een (klein) lek kan hebben en leeg kan zijn gelopen en tevens rekening houdend met het feit dat er inmiddels ca. 18 jaren zijn verstreken sinds de uitgevoerde graafwerkzaamheden, is gekozen om uit te gaan van een percentage van 60% intacte vaten.

Gekozen uitgangspunten

Er is in het kader van het onderzoek voor gekozen om voor de risico-evaluatie uit te gaan van 60 % intacte vaten.

Gevoeligheidsanalyse

Daar de gehanteerde overwegingen gebaseerd zijn op zeer "ruwe" data is besloten om dit percentage in een uit te voeren kwantitatieve gevoeligheidsanalyse mee te nemen. In deze gevoeligheidsanalyse zijn de consequenties van een percentage van 80 % doorgerekend (100 % is niet reëel omdat het uitgevoerde onderzoek de aanwezigheid van kapotte vaten aantoont).

B.3 Percentage (intacte) volle vaten

Overwegingen bij vaststellen uitgangspunt

Niet alle nu nog intacte vaten hoeven vol te zijn. Ten behoeve van het onderzoek is arbitrair aangehouden dat de helft van de (nu nog intacte) vaten ook daadwerkelijk vol is, een percentage van 50% dus. De achterliggende gedachte bij deze keuze is dat in het algemeen vaak vaten in de afvalfase kwamen/komen die restjes met chemische afvalstoffen bevatten. Gegevens om deze keuze nader te onderbouwen zijn niet beschikbaar.

Gekozen uitgangspunten

Er is in het kader van het onderzoek voor gekozen om voor de risico-evaluatie uit te gaan van 50 % intacte volle vaten.

Gevoeligheidsanalyse

Daar deze keuze arbitrair bepaald is, is besloten om dit percentage in een uit te voeren kwantitatieve gevoeligheidsanalyse mee te nemen. In deze gevoeligheidsanalyse zijn de consequenties van een percentage van 100 % intacte volle vaten doorgerekend.

C. FAALFREQUENTIE VAN DE VATEN

Overwegingen bij vaststellen uitgangspunt

De kans op falen (bezwijken of in QRA termen "Loss of Containment") van de verpakking van een chemische stof is in het kader van dit onderzoek gesteld op 1 op 100 per jaar. Omdat de verpakkingen al enkele tientallen jaren geleden zijn gestort betekent dit dat een deel van de verpakkingen in het verleden al zal zijn gefaald. Voor het bezwijken van de verpakkingen is uitgegaan van een lineair mechanisme in de tijd, waarbij alle nog intacte vaten over honderd jaar bezweken zullen zijn. De grootste kans op bezwijken treedt overigens op bij de storthandelingen of het afwerken van de stort door mechanische belastingen.

Deze faalkans is meerdere orden van grootte hoger dan wordt gehanteerd bij kwantitatieve risicoanalyses (QRA) bij externe veiligheidsstudies voor atmosferische tanks en vaten. Maar in een voormalige stortplaats heersen andere omstandigheden en bovendien is er geen sprake van vervanging van de vaten na een gebruiksperiode (bijvoorbeeld na maximaal 5 jaar). Als wij de faalkans van de vaten nog beduidend hoger zouden kiezen zouden verreweg de meeste vaten inmiddels al hebben gefaald. De vaten liggen er immers al tenminste 25 jaar. Als de faalfrequentie lager zou worden gesteld wordt de huidige kans op een incident per tijdseenheid lager berekend.

Men zou nog kunnen stellen dat stalen vaten bijvoorbeeld na een bepaalde periode kunnen gaan doorroesten. Dit zou invloed kunnen hebben op het lineaire verloop van falen. Hier staat tegenover dat er in het vooral anaërobe stortplaats milieu heel andere omstandigheden heersen dan in de buitenlucht. Bovendien is zoveel gewoon stortmateriaal van verschillende samenstelling aanwezig dat de omstandigheden van plaats tot plaats verschillen. Wij zien daarom geen reden om van het lineair verloop van falen af te wijken.

Gekozen uitgangspunten

Er is in het kader van het onderzoek voor gekozen om een gelijkmatig verdeelde kans op falen van vaten van 1 op 100 per jaar gedurende 100 jaren aan te houden.

Gevoeligheidsanalyse

N.v.t.

D. VERDELING VAN VERPAKKINGEN

D.1 Twee dimensionaal versus drie dimensionaal model

Overwegingen bij vaststellen uitgangspunt

Bij het modelleren van de kans op het mengen van de inhoud van twee verpakkingen zijn de volgende achterliggende randvoorwaarden gehanteerd:

- Incidentele emissie van een damp of gas via de deklaag vindt plaats vanuit een horizontaal oppervlak;
- De dikte van het stortpakket zal weinig invloed hebben op de intensiteit van de emissies, omdat het stortmateriaal een veel hogere luchtdoorlatendheid kent dan een klei afdeklaag;
- Bij vaten die onder de (grond/stort)-waterstand aanwezig zijn zullen anorganische stoffen na vrijkomen oplossen in het grondwater of daarin verspreid worden en niet meer relevant zijn voor de risico-evaluatie.

Voor met name het gedeelte van de stortplaats, waar de hoge bult aanwezig is, is toepassing van een twee-dimensionaal model inzake verdeling van de vaten minder toepasbaar omdat er verschillende relevante stortvakken (niet onder grondwatervniveau) boven elkaar aanwezig kunnen zijn. In deze risico evaluatie is daarom wat betreft het hoge gedeelte van de stortplaats (zone rondom de hoge bult en de top van de hoge bult zelf) uit gegaan van een driedimensionaal model voor de berekening van kansen op emissies. Het bijkomende feit (zie D2) dat als uitgangspunt geclusterd storten gehanteerd zal worden maakt deze keuze extra relevant. Bij deze zones wordt uitgegaan van een model (zie ook A) waarbij meerdere stortvakken van elk 3 m hoog boven elkaar boven grondwatervniveau aanwezig zijn (gemiddelde van 2 tot 4 stortvakken boven grondwatervniveau) en één stortlaag onder grondwatervniveau. Voor het overige gedeelte van de stortplaats wordt uitgegaan van één stortlaag met vaten boven grondwatervniveau en één stortlaag onder grondwatervniveau en is in de praktijk sprake van een twee dimensionaal model.

Gekozen uitgangspunten

Er is in het kader van het onderzoek voor gekozen om rondom en bij de hoge bult op de stortplaats voor de kansen op emissies uit te gaan van een driedimensionaal model, waarbij twee tot vier stortvakken van elk 3 m hoog boven elkaar met vaten boven grondwatervniveau aanwezig zijn. Voor het overige gedeelte wordt uitgegaan van één stortlaag met vaten boven grondwatervniveau.

Gevoeligheidsanalyse

N.v.t.

D.2 Willekeurig verdeeld versus geclusterd storten

Overwegingen bij vaststellen uitgangspunt

Uit het eerder genoemde justitiële onderzoek blijkt dat vaten veelvuldig in clusters zijn gestort. Verder blijkt dat dit met name ter plaatse van de bult van de voormalige stortplaats heeft plaatsgevonden. Omdat de vaten geclusterd in stortvakken zijn gestort en omdat ter voorkoming van het bekend worden van deze praktijken de vaten in de vroege ochtend snel ondergewerkt werden, wordt ervan uitgegaan dat tot 60 vaten (uit vrachtwagen met aanhanger) in het algemeen op rij aanwezig zijn in de breedterichting (40 m) van het stortvak. Er wordt in het justitiële onderzoek melding van gemaakt dat veel vaten "voorzichtig" behandeld werden als gevolg van angst voor de inhoud. Het in de stortvakken storten van de vaten ligt daarom niet voor de hand. Een eventuele stapeling van vaten is niet uit te sluiten, maar wordt niet als uitgangspunt voorgesteld. Verwacht wordt dat dit als onderdeel van de totale modellering weinig invloed zal hebben.

Op één ochtend kunnen één of meer vrachtwagen(combinaties) hun lading op de stortplaats hebben afgeleverd. Als er één ochtend twee vrachtwagencombinaties zijn geweest, zullen de vaten in twee direct aangrenzende rijen in het stortvak liggen. Als er pas de volgende ochtend weer één storting van vaten plaats heeft gevonden, zou het stortfront inmiddels ca. 4 m verderop liggen. Daar zou dan weer parallel een rij van 60 vaten zijn komen te liggen.

Bij de modellering van het geclusterd storten is het noodzakelijk om rekening te houden met de twee scenario's betreffende het aantal mee gestorte vaten (zie B.1). In paragraaf B.1 is al beschreven dat het hier gaat om één scenario met 60.000 mee gestorte vaten gedurende 4 jaren en één worst case scenario met 252.000 mee gestorte vaten gedurende de volledige 12 jaren van openstelling van de stortplaats. Dat komt neer op respectievelijk 900 vaten per stortvak (totaal 67 stortvakken) gedurende vier jaren en 1.260 vaten per stortvak (totaal 200 stortvakken) gedurende twaalf jaren. In beide gevallen wordt een stortvak in ca. 3 weken gevuld.

Voor de berekeningen van de kansen op falen van verpakkingen en onderlinge reacties tussen stoffen uit verschillende verpakkingen is uitgegaan van kansberekeningen per stortvak. Bij de risicobeoordeling is er van uitgegaan dat de 67 stortvakken met vaten bij het scenario met 60.000 meegestorte vaten over het hele stortlichaam verspreid voorkomen tussen het totale aantal stortvakken. Men zou weliswaar kunnen redeneren dat de 60.000 vaten zijn meegestort in alle vakken in een gedeelte van de uiteindelijke totale stort (bijvoorbeeld in het Noordoostelijke gedeelte bij de hoge bult), maar dan lijkt de situatie voor wat betreft de zone rondom de hoge bult teveel op het tweede beoordeelde scenario met 252.000 meegestorte vaten.

Er is voor gekozen om ten behoeve van de modellering:

- Bij het scenario van 60.000 vaten gedurende 4 jaren ervan uit te gaan dat er in één week op twee opeenvolgende werkdagen op elk van die dagen 2 direct aangrenzende rijen van 60 vaten zijn gestort en na een werkdag zonder storting op een derde werkdag in die week 1 rij van 60 vaten. Dit resulteert in 5 rijen met vaten per week.
- Bij het scenario van 252.000 vaten gedurende 12 jaren er van uit te gaan dat er in één week op drie opeenvolgende werkdagen op elk van die dagen 2 direct aangrenzende rijen van 60 vaten zijn gestort en na een werkdag zonder storting op de laatste werkdag in die week 1 rij van 60 vaten. Dit resulteert in 7 rijen vaten per week

Een aspect, dat hierbij nog van belang is, is de vraag in hoeverre moet worden uitgegaan van clusters van verpakkingen met onverenigbare stoffen. Hierbij speelt de volgende overweging een rol. Bij bedrijven, waar gedurende de periode 1973 t/m 1984 regelmatig chemische afvalstoffen vrijkwamen, kan men verwachten dat de betrokkenen in het algemeen op de hoogte waren van eventuele onverenigbaarheden van verschillende chemische stoffen. Dit was noodzakelijk om risico's tijdens het transport, maar ook tijdens opslag op het bedrijf te beperken. Bovendien had men er belang bij dat de afvoer zonder opvallende incidenten door zou kunnen gaan. Wij gaan ervan uit dat er op één vrachtwagen(combinatie) geen onverenigbare stoffen zijn geladen. Dit betekent dat in één afzonderlijke rij op het stortfront geen aanwezigheid van onverenigbare stoffen is te verwachten. Aanwezigheid van eventueel onverenigbare stoffen zou wel mogelijk kunnen zijn als wordt gekeken naar twee rijen vaten, ook als die op dezelfde dag vanuit verschillende vrachtwagens zouden zijn gestort en direct aan elkaar grenzen.

Gekozen uitgangspunten

- Het storten heeft plaatsgevonden in rijen van 60 vaten in de breedterichting van een stortvak (40 m breed)
- Voor het scenario, waarbij 60.000 vaten mee gestort zijn in 4 jaren:
 - twee rijen van 60 vaten direct aangrenzend aan elkaar over een strook van ca. 2 m;
 - dan op 2 m tussenafstand in de lengterichting van het stortvak weer twee rijen van 60 vaten over een strook van ca. 2 m;
 - dan na een tussenafstand van 6 m in de lengterichting van het stortvak één rij van 60 vaten over een strook van ca. 1m;
 - tenslotte na een tussenafstand van 7 m in de lengterichting twee maal een herhaling van het gehele patroon tot aan het einde van het stortvak (64 m lang), omdat het stortvak in 3 weken gevuld werd.
- Voor het scenario, waarbij 252.000 vaten mee gestort in 12 jaren:
 - twee rijen van 60 vaten direct aangrenzend aan elkaar over een strook van ca. 2 m;
 - dan op 2 m tussenafstand in de lengterichting van het stortvak weer twee rijen van 60 vaten over een strook van ca. 2 m;
 - dan op 2 m tussenafstand in de lengterichting van het stortvak nogmaals twee rijen van 60 vaten over een strook van ca. 2 m;
 - dan na een tussenafstand van 6 m in de lengterichting van het stortvak één rij van 60 vaten over een strook van ca. 1m;
 - tenslotte na een tussenafstand van 3 m in de lengterichting twee maal een herhaling van het gehele patroon tot aan het einde van het stortvak (64 m lang), omdat het stortvak in 3 weken gevuld werd.
- Er zijn geen onverenigbare stoffen aanwezig binnen één rij vaten. Het is eventueel wel mogelijk dat onverenigbare stoffen aanwezig zijn in twee verschillende rijen vaten, ook als die rijen direct aan elkaar grenzen.

Gevoeligheidsanalyse

N.v.t.

E. PERIODE VAN REACTIVITEIT VAN DE INHOUD VAN VATEN NA FALEN

Overwegingen bij vaststellen uitgangspunt

In het kader van het onderzoek is arbitrair aangehouden dat de vrijgekomen inhoud van verpakkingen in het stortlichaam maximaal één maand reactief blijft. Dit is van belang omdat voor de meeste beoordeelde emissies een reactie tussen twee stoffen noodzakelijk is, waarbij het falen van twee bij elkaar in de buurt gelegen verpakkingen nodig is.

De periode van reactiviteit van chemicaliën in de stortplaats worden door diverse processen in de stortplaats beïnvloed. Reactieve stoffen, waaronder anorganische zuren, zullen gemakkelijk reageren met organisch en/of mineraal materiaal in de voormalige stortplaats. Verder maakt de literatuur (voor bronvermelding zie paragraaf 2.3 van bijlage 2, waar de opzet en resultaten van "de Stoffenevaluatie" zijn beschreven) melding van het feit dat in stortplaatsen vrij komende zuren en basen in bepaalde mate worden geneutraliseerd door de natuurlijke bodem en (huishoudelijk) afval. Tevens kunnen eventueel vrijkomende vrije cyaniden zich binden aan bijvoorbeeld in stortplaatsen tevens voorkomende ijzerionen. Al deze aspecten zorgen er voor dat dit een heel gevoelig uitgangspunt is. De periode van reactiviteit is voor elke uitgangsstof (zie bijlage 2 "Stoffenevaluatie") alleen via validatie onderzoek, c.q. experimenten enigszins na te gaan. Dit levert echter gezien de onzekerheden in de overige uitgangspunten geen meerwaarde op.

Gekozen uitgangspunten

Er is in het kader van het onderzoek voor gekozen om een periode van één maand aan te houden waarin de vrijgekomen inhoud van een verpakking in het stortlichaam reactief blijft.

Gevoeligheidsanalyse

Daar de overwegingen achter deze keuze "dun" zijn, is besloten om deze termijn in een uit te voeren kwantitatieve gevoeligheidsanalyse mee te nemen. In deze gevoeligheidsanalyse zijn de consequenties van een reactieve periode van 2 maanden doorgerekend.

F. Risico van vrijwel gelijktijdig falen van twee naburige verpakkingen

Overwegingen bij vaststellen uitgangspunt

Er zijn twee hoofd redenen aan te geven, waardoor de kans op een vrijwel gelijktijdig falen van twee naburige verpakkingen en daarop volgende reactie tussen twee stoffen aanzienlijk toeneemt:

- De eerste is dat de vloeibare inhoud van één verpakking, die heeft gefaald, in staat is om de naburige verpakking van een andere, onverenigbare, stof (snel) aan te tasten. En wel zo snel dat deze binnen de reactieve periode van een maand van de inhoud van de eerste verpakking ook faalt.
- De tweede is dat meerdere naburige verpakkingen (tegelijk) beschadigd raken door een gemeenschappelijke oorzaak, zoals een eventuele grootschalige aardverschuiving binnen het stortlichaam.

Wat het eerste punt betreft dient in de overwegingen meegenomen te worden dat dit mede sterk samenhangt met de periode waarin de gevaarlijke inhoud van verpakkingen, die falen in het stortlichaam, reactief blijft (zie punt E). Tevens geldt dat sterke zuren metalen (blik) verpakkingen kunnen aantasten, maar zelf waarschijnlijk niet zullen zijn gestort in een metalen verpakking. Als dat wel zo is geweest zullen deze na ca. 25 jaren naar verwachting al geruime tijd geleden lek zijn geraakt. Loog, of een eventueel cyanidehoudende vloeistof kan zowel in een metalen als in een kunststof vat zijn gestort. De kans, dat de vloeibare inhoud, die is vrijgekomen uit een verpakking, een naburige verpakking met een onverenigbare stof versneld aantast, is in één richting aanwezig: namelijk als in de eerst falende verpakking een sterk zuur zit. Bovendien is het nodig dat de naburige verpakking met onverenigbare inhoud van metaal is en niet van kunststof. Het is goed om daarbij te bedenken dat stalen verpakkingen die erg gevoelig zijn voor zuurcorrosie in een stortplaats met organisch materiaal en sulfaat reeds versneld kunnen worden aangetast door biocorrosie.

In het kader van deze studie is er voor gekozen om in de statistische berekeningen in eerste instantie geen rekening te houden met versnelde aantasting van een naburige verpakking door vrijgekomen sterk zuur uit de eerst falende verpakking. Dit is in de gevoeligheidsanalyse getoetst. Daarbij is aangenomen,

dat de kans dat de andere verpakking uit metaal bestaat 50 % is en als dat zo is dat de kans dat deze binnen een maand faalt 10 maal hoger wordt.

Wat betreft het tegelijk beschadigd raken van meerdere naburige verpakkingen door een gemeenschappelijke oorzaak, zoals een eventuele grootschalige grondverschuiving in het stortlichaam, is het volgende overwogen: De stortactiviteiten op stortplaats Coupépolder zijn al ruim 20 jaar beëindigd. Ook de afwerking heeft al geruime tijd geleden plaatsgevonden. De biologische activiteit op de stortplaats en daarmee zetting van het stortlichaam vindt nog maar op beperkte schaal plaats. Indien geen zware civieltechnische ingrepen plaatsvinden (deze worden niet verwacht) wordt een grootschalige grondverschuiving op de stort niet als realistisch gezien. Er is daarom voor gekozen om geen rekening te houden met een dergelijk incident.

Gekozen uitgangspunten

Er is in het kader van deze studie voor gekozen om in de statistische berekeningen in eerste instantie geen rekening te houden met versnelde aantasting van een naburige verpakking door vrijgekomen sterk zuur uit de eerst falende verpakking.

Gevoeligheidsanalyse

Daar versnelde aantasting niet uitgesloten kan worden is er in het kader van de worst case benadering voor gekozen om in de gevoeligheidsanalyse rekening te houden met versnelde aantasting van een naburige verpakking door vrijgekomen sterk zuur uit een eerst falende verpakking. Hierbij wordt aangenomen, dat de kans dat de andere verpakking uit metaal bestaat 50 % is en als dat zo is dat de kans dat deze binnen een maand faalt 10 maal hoger wordt in vergelijking tot de normale faalkans.

G. De kans op en de termijn van optreden van scheuren in de deklaag

Overwegingen bij vaststellen uitgangspunt

In de effectbeoordeling zijn de effecten berekend voor een tweetal situaties:

- de standaard situatie waarbij sprake is van een intacte klei afdeklaag,
- een bijzondere situatie waarbij een periode met tijdelijke scheuren in de klei afdeklaag van 2 weken per jaar op treedt.

De periode van gemiddeld 2 weken per jaar met scheuren is gebaseerd op de overweging 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.

Gekozen uitgangspunten

Er is voor gekozen om voor de bijzondere situatie in de risico-evaluatie een periode met tijdelijke scheuren in de klei afdeklaag aan te houden van 2 weken per jaar.

Gevoeligheidsanalyse

Daar de lengte van deze periode een grote invloed heeft op de risico-evaluatie en de onderbouwing van dit uitgangspunt "dun" is, is besloten om deze periode in een uit te voeren kwantitatieve gevoeligheidsanalyse mee te nemen. In deze gevoeligheidsanalyse zijn de consequenties van een periode met tijdelijke scheuren van 4 (of 52) weken doorgerekend.

H. Kwantitatieve gevoeligheidsanalyse

Er is voor gekozen om in een uit te voeren kwantitatieve gevoeligheidsanalyse de volgende variaties (zoals in voorgaande paragrafen reeds aangegeven) in de uitgangspunten door te rekenen:

- Het percentage intacte vaten wordt gesteld op 80 % i.p.v. op 60 %
- Het percentage nu nog intacte volle vaten wordt gesteld op 100 % i.p.v. op 50 %
- De periode van reactiviteit van de inhoud van vaten na falen wordt gesteld op 2 maanden i.p.v. op 1
- De periode van voorkomen van tijdelijke scheuren in de deklaag wordt gesteld op 4 (of 52) weken i.p.v. op 2 weken
- In het kader van versnelde aantasting wordt gesteld, dat de kans dat de andere verpakking uit metaal bestaat 50 % is en als dat zo is dat de kans dat deze binnen een maand faalt 10 maal hoger wordt in vergelijking tot de normale faalkans

BIJLAGE 2 Stoffenevaluatie

In deze bijlage zijn de resultaten beschreven van de inventarisatie van de mogelijk in de stort voorkomende anorganische stoffen, die als zodanig of bij combinaties met andere stoffen risico's kunnen opleveren. De meest relevante daarvan zijn voor het verdere onderzoek geselecteerd.

In deze bijlage worden de volgende hoofdstukken onderscheiden:

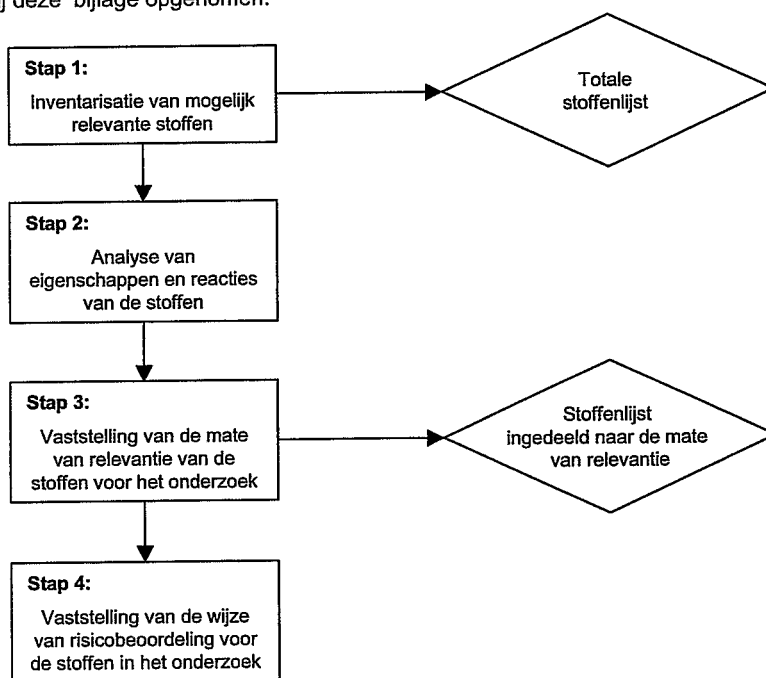
1. Opzet van de stoffenevaluatie
2. Inventarisatie van mogelijk relevante stoffen
3. Analyse van eigenschappen en reacties van de stoffen
4. Vaststelling van de mate van relevantie van de stoffen
5. Vaststelling van de wijze van uitvoering van de risicobeoordeling voor de stoffen

1. OPZET VAN DE STOFFENEVALUATIE

In het totale proces van de stoffenevaluatie zijn 4 hoofdstappen te onderscheiden:

- Stap 1: Inventarisatie van de mogelijk voor het onderzoek relevante stoffen, resulterend in een totale stoffenlijst
- Stap 2: Analyse van de eigenschappen en reacties van de geïnventariseerde stoffen
- Stap 3: Vaststelling van de mate van relevantie van deze stoffen voor het verdere onderzoek en indeling van de stoffenlijst op basis van deze mate van relevantie
- Stap 4: Vaststelling van de verdere wijze van uitwerking van de risicobeoordeling voor de diverse stoffen in het onderzoek

In onderstaande figuur is deze opzet schematisch weergegeven. De verdere uitwerking per stap vindt plaats in de navolgende hoofdstukken. De stoffenlijsten, die resulteren uit de stappen 1 en 3 zijn in de appendices bij deze bijlage opgenomen.



2. INVENTARISATIE VAN MOGELIJK RELEVANTE STOFFEN

2.1 Inleiding

Tijdens de inventarisatie van mogelijk relevante stoffen is een selectie verricht van anorganische stoffen die als zodanig of bij combinaties risico's kunnen opleveren. Daarbij zijn uit diverse bronnen stoffen en combinaties van stoffen geselecteerd.

De in het onderzoek gehanteerde bronnen zijn:

- Raad van State uitspraak (24 december 2002) en StaB-advies (17 december 2001)
- DHV literatuuronderzoek naar stoffen betrokken bij incidenten bij stortplaatsen
- Hoofdcategorieën van stoffen waarvan combinaties onverenigbaar zijn volgens de CPR 15-1
- De PGS 15, die de CPR 15-1 inmiddels vervangen heeft
- Delen van teksten uit het justitieel onderzoek, die door de Provincie ten behoeve van het onderzoek beschikbaar zijn gesteld
- Overige informatie van DHV uit verschillende literatuurbronnen

Deze inventarisatie heeft geleid tot een lijst met in totaal 26 mogelijk relevante stoffen. Een overzicht van deze stoffen is opgenomen als kolom 1 in de tabellen B2.1 t/m B2.5 in appendix 2 van deze bijlage. In dit hoofdstuk is toegelicht hoe deze lijst op basis van de verschillende beoordeelde informatiebronnen tot stand is gekomen.

2.2 Raad van State uitspraak en StaB-advies

In het Stab-advies wordt gewezen op het justitieel onderzoek van 1989 (zie ook paragraaf 2.5 van deze bijlage). In het ambtsbericht van Stab zijn de (anorganische) bijtende stoffen en zuren gememoreerd. Daarbij wordt opgemerkt, dat met name de reactie van zuren in contact met cyanide, die leidt tot vorming van blauwzuurgas, van belang is. 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.

De volgende, mogelijk relevante stoffen en combinaties van stoffen zijn uit het StaB-advies en de Raad van State uitspraak naar voren gekomen:

- Zoutzuur
- Fluorwaterstof
- Perchloorzuur
- Zwavelzuur
- Salpeterzuur
- Fosforpentoxide
- Titaantetrachloride
- Cyanide in alkalische oplossing
- Broom en kaliumbichromaat
- Zuren in contact met cyaniden

2.3 DHV literatuuronderzoek

Opzet DHV literatuuronderzoek

Tijdens het DHV literatuuronderzoek is de volgende aanpak gehanteerd:

- Inventarisatie van snel toegankelijke gegevens betreffende ervaringen met incidenten bij andere stortplaatsen
- Selecteren van relevante anorganische stoffen en van reacties waarbij anorganische stoffen zijn betrokken
- Beschrijven van de eigenschappen van de (afval)stoffen, de vorm, de waarschijnlijke wijze van verpakking
- Nagaan van wat destijds bij het storten de gebruikelijke grootte van verpakkingen was
- Globaal nagaan of desbetreffende stof (destijds) regelmatig in gebruik was.

De bevindingen zijn in deze paragraaf maar ook in hoofdstuk 3 van deze bijlage opgenomen. In appendix 1 is een lijst met de geraadpleegde literatuur opgenomen.

Aanpak DHV literatuuronderzoek

Tijdens het uitgevoerde literatuuronderzoek 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 onderzoek gericht is op snel toegankelijke gegevens is grotendeels gebruik gemaakt van informatie op het Internet met behulp van diverse internationale zoekmachines. De resulterende literatuurlijst is opgenomen als appendix 1.

Er is eerst een oriënterende zoektocht gedaan met de Nederlandse trefwoorden 'stortplaats' plus 'incident' en met 'stortplaats' plus 'chemische' plus 'reactie' en met 'stortplaats' plus 'giftige' plus 'lucht'. 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-onttrekkings-installatie. Deze zoekactie leverde geen bruikbare informatie c.q. anorganische stoffen op.

Er is vervolgens intensief gezocht naar informatie met diverse Engelse trefwoorden. 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. Er blijkt echter 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 "Report on Emergency Incidents at Hazardous Waste Combustion Facilities and Other Treatment, Storage and Disposal Facilities" (Randolph, 1999) van het federale Amerikaanse milieubureau EPA gevonden.

De zoekactiviteiten hebben plaatsgevonden in de periodes begin 2004 en mei 2006.

Relevante informatie verkregen uit het literatuuronderzoek

Het genoemde 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 het aantal 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 kleiner aantal incidenten is gerapporteerd in, of in relatie met, verbrandingsinstallaties (totaal 38 incidenten) en slechts enkele incidenten zijn gerapporteerd bij voormalige stortplaatsen (totaal 4 incidenten). Op deze laatste gaan wij verder in:

1. 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.
2. 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 'puff' rook en een andere vuurbal.
3. 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 (afdichtingen) van de stortplaats niet beschadigd waren en dat er geen sprake was van grondwaterverontreiniging.
4. 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 onder controle gebracht 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.

Verder zijn uit het Amerikaanse rapport de volgende concrete anorganische stoffen, c.q. specifieke reacties, naar voren gekomen (overigens niet bij de incidenten bij stortplaatsen):

- Reactie van aluminiumafval met cementovenstof
- Reactie van waterstofperoxide met maiskolven
- Reactie in een opengelaten, getransporteerde container van chloor en broom met lucht leidde tot verbranding van de container waarbij verontreiniging vrijkwam
- Elementair fosfor is oververhit geraakt en gespat op brandbaar verpakkingsmateriaal leidend tot vuur
- Reactie van afvalslib dat zwavelzuur bevatte met petroleumslib, die resulteerde in explosie en brand
- Reactie bij het lossen van een tanker die chroom in water bevatte in een tank met een vloeistof die een mengsel van zuren bevatte, leidend tot het vrijkomen van lachgas (N_2O) in de lucht

In het boek "Subsurface migration of hazardous wastes" (Devanny, 1990) wordt verder 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. Dit 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. Naar deze bron is verwezen onder punt E van bijlage 1 "Vaststelling van de uitgangspunten" van dit rapport.

Resultaten DHV literatuuronderzoek

Met betrekking tot de hiervoor genoemde stoffen en combinaties kan het volgende worden opgemerkt:

- Aluminium(poeder) is op zichzelf niet gevaarlijk, maar kan bij reacties wel een belangrijke rol spelen. Het is bij het onderzoek van de Coupépolder, eind 80-er jaren van de vorige eeuw, ook gevonden. Het is niet genoemd in het Stab-advies en ook niet in de uitspraak van de Raad van State.
- Hoewel er geen concrete aanwijzingen zijn dat elementair Fosfor op Coupépolder is bijgestort wordt dit, vanwege de hoge reactiviteit, meegenomen in het onderzoek.
- 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.

De volgende mogelijk relevante stoffen en combinaties van stoffen zijn uit het DHV literatuuronderzoek naar voren gekomen:

- Aluminiumpoeder
- Elementair fosfor
- Broom (al genoemd in StaB-advies)
- waterstofperoxide (via oxiderende stoffen, ook genoemd in CPR 15-1)
- zwavelzuur (ook genoemd in CPR 15-1)
- Niet meegenomen: chloorgas, vorming lachgas

2.4 PGS 15 en voormalige CPR 15

In de internationale literatuur zijn diverse lijsten van onverenigbare chemische stoffen te vinden, die toegepast worden bij gebruik en opslag, ook als afval. In de voormalige CPR 15-1 (richtlijn inzake opslag van gevaarlijke stoffen in emballage) waren ook een paragraaf en een tabel opgenomen met stoffen of hoofdcategorieën van stoffen waarvan combinaties onverenigbaar zijn. Tevens werd hierbij ingegaan op enige mogelijke reacties tussen individuele chemische stoffen waarbij giftige stoffen vrijkomen. 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.

Medio 2005 is de PGS 15 (Publicatieblad gevaarlijke stoffen nr. 15: Opslag van verpakte gevaarlijke stoffen) in de plaats gekomen van onder meer de genoemde CPR 15-1. In bijlage 3 van het PGS 15 wordt ook ingegaan op het voorkomen van onverenigbare combinaties door stoffenscheiding. Ook hier zijn weer categorieën van gevaarlijke stoffen vermeld waarbij gescheiden opslag noodzakelijk is. In veel gevallen hangt dit samen met mogelijke brand. Nieuw in het PGS15 zijn (sub)klassen van zogenaamde CMR-stoffen (Carcinogeen, Mutageen, Reprotoxisch) en milieugevaarlijke stoffen. Er zijn in het PGS verder geen concrete voorbeelden gegeven van reacties tussen met name genoemde stoffen.

Op basis van bovenstaande is besloten om de concrete voorbeelden van het voorkomen van onverenigbare stoffen te handhaven uit de CPR 15-1 en verder de categorisering en benamingen uit de PGS-15 aan te houden. Deze wijzigingen zijn tevens overgenomen in tabel B2.3 in appendix 2 van deze bijlage.

De volgende mogelijk relevante stoffen en combinaties van stoffen zijn uit de CPR 15-1 en de PGS-15 naar voren gekomen:

Met elkaar reagerende gevaarlijke stoffen:

- Zuren en logen
- Zuren en (hypo)chlorietoplossingen
- Salpeterzuur bij mierenzuur, azijnzuur of formaldehydeoplossingen
- Zuren en cyaniden (al genoemd in StaB-advies)
- Ammoniumsulfide en zuren (ook genoemd in justitieel onderzoek 1989)

Gescheiden opslag hoofdcategorieën van stoffen:

- Oxiderende stoffen en brandbare vloeistoffen
- Oxiderende stoffen en milieugevaarlijke stoffen uit klasse 9 ADR
- Oxiderende stoffen en giftige stoffen klasse 6.1 ADR en CMR stoffen
- Oxiderende stoffen en bijtende stoffen
- Brandbare vloeistoffen en giftige stoffen klasse 6.1 ADR en CMR stoffen
- Brandbare vloeistoffen en bijtende stoffen
- Brandbare vloeistoffen en milieugevaarlijke stoffen uit klasse 9 ADR
- Giftige stoffen klasse 6.1 ADR en CMR stoffen en bijtende stoffen
- Giftige stoffen klasse 6.1 ADR en CMR stoffen en milieugevaarlijke stoffen uit klasse 9 ADR
- Milieugevaarlijke stoffen uit klasse 9 ADR en bijtende stoffen

2.5 Justitieel onderzoek

In het kader van de procedure bij de Raad van State is een 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. Dit document is geanalyseerd op anorganische stoffen, die als zodanig of door reacties mogelijke relevante gevolgen kunnen hebben. De volgende stoffen zijn hierbij als relevant 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 maar was reeds in ons eigen literatuuronderzoek naar voren gekomen.
- Ammoniumsulfide is ook vermeld op de lijst. Deze stof kan, na reactie met zuren, naast warmte-ontwikkeling zeer giftig waterstofsulfidegas opleveren en is daarom geselecteerd.

Ter voorbereiding op het onderzoek heeft de Provincie DHV enkele originele en uitgebreidere delen van teksten uit het justitieel onderzoek ter beschikking gesteld. Uit deze tekstdelen komen enkele schadelijke afvalstoffen naar voren, die vermoedelijk zijn getransporteerd naar de voormalige stortplaats. Daaruit is de volgende aanvullende stof met combinaties geselecteerd:

- Natriumchloraat in oplossing in contact met sterke zuren of met brandbare stoffen

Uit deze documenten komen verder, vanuit het perspectief van mogelijke gevaarlijke emissies naar de buitenlucht, geen aanvullende stoffen naar voren.

De volgende, mogelijk relevante stoffen en combinaties van stoffen zijn uit de gegevens van het Justitieel Onderzoek naar voren gekomen:

- Dizwavelchloride
- aluminiumpoeder (al genoemd bij het DHV literatuuronderzoek)
- Ammoniumsulfidehoudende vloeistof
- Natriumchloraat in oplossing in contact met sterke zuren of met brandbare stoffen

2.6 Overige literatuurinformatie van DHV uit verschillende bronnen

Bij het DHV literatuuronderzoek zijn, los van incidenten bij stortplaatsen, nog enkele andere, specifieke, onderlinge reacties van stoffen naar voren gekomen die hiervoor nog niet zijn genoemd. Omdat het gaat om stoffen die (destijds) regelmatig in gebruik waren, zijn deze overige stoffen ter algemene aanvulling als mogelijk relevant voor het onderzoek geselecteerd.

In de huidige studie is aanvullend hierop is tevens een analyse uitgevoerd van stoffen en combinaties van stoffen, die genoemd worden in het BEVI (Besluit Externe Veiligheid Inrichtingen) of in tussentijdse (interne) gegevens van een studie van DHV inzake aanwezigheid van gevaarlijke stoffen in een groot aantal type inrichtingen in ons land met het oog op de uitbreiding van het BEVI. Op basis hiervan zijn eveneens enkele aanvullende stoffen en combinaties naar voren gekomen.

De volgende mogelijk relevante stoffen en combinaties van stoffen zijn uit algemene informatiebronnen naar voren gekomen:

- Zoutzuur en formaldehyde (waterige oplossing)
- Bleekwater en zuren (al genoemd bij CPR 15-1 (met elkaar reagerende gevaarlijke stoffen))
- Bleekwater en ammonia
- Bleekwater en vele metalen
- Aluminiumfosfide in contact met water of met zuren
- Ammoniumnitraat (kunstmest) in contact met brandbare organische vloeistoffen
- IJzer(III)chloride in 40% oplossing in contact met metalen of sterke basen
- Zwavelchloride in contact met water of met basen (deze vloeistof lijkt op dizwavelchloride, dat in het justitieel onderzoek is gevonden en al is meegenomen in de studie)

3. ANALYSE VAN EIGENSCHAPPEN EN REACTIES VAN DE STOFFEN

Stap 2 van de stoffenevaluatie betreft de beschrijving van de eigenschappen van de (afval)stoffen en van de mogelijke gevolgen die de stof of een (reactie)product kan veroorzaken.

Nu anorganische stoffen en reacties tussen (anorganische) stoffen zijn geselecteerd, zijn de volgende aspecten van belang:

- De mogelijke afvalstof, waarin de stof aanwezig kan zijn
- De concentratie van de stof in deze afvalstof
- De denkbare grootte en aard van de verpakking
- De mate van gebruik van de stof ten tijde van de stortactiviteiten
- De reacties, waarbij de stoffen zijn betrokken
- De mogelijke (schadelijke) gevolgen van een stof als zodanig, of van de reactie tussen stoffen en/of van het reactieproduct

Voorbeeld voor zoutzuur

Zoutzuur is onder meer als 36% waterige oplossing in de handel 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 de kwantitatieve risicobeoordeling.

Deze aspecten zijn voor de 26 als mogelijk relevant beschouwde stoffen geëvalueerd en beschreven. Dit heeft geleid tot een lijst met in totaal ruim 90 stof/gevolg combinaties. Alle informatie voor de stoffen is opgenomen in de kolommen 2 t/m 5 in de tabellen B2.1 t/m B2.5 in appendix 2 van deze bijlage. Voorafgaand aan de tabellen is in de appendix een toelichting opgenomen betreffende de inhoud van de tabellen.

4. VASTSTELLING VAN DE MATE VAN RELEVANTIE VAN DE STOFFEN

Stap 3 van de stoffenevaluatie betreft de vaststelling van de mate van relevantie van deze stoffen voor het verdere onderzoek en de indeling van de stoffenlijst op basis van deze mate van relevantie.

Nu in de vorige stappen de mogelijke 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. Dit is tijdens stap 3 van de stoffenevaluatie uitgevoerd. Hierbij is onder andere vastgesteld:

- Welke verschijningsvorm de vrijkomende stof heeft
- Wat de effecten op de mens zijn
- Wat het milieugedrag van de stof is
- Om welke hoeveelheid het zou kunnen gaan

De resultaten van deze analyse zijn de tabellen B3.1 en B3.2 in appendix 3 van deze bijlage opgenomen. Voorafgaand aan de tabellen is in de appendix een toelichting opgenomen betreffende de inhoud van de tabellen.

Met behulp van deze informatie is op basis van een 'expert judgement' een gradatie aangebracht in de relevantie van een stof (of reactie tussen stoffen) voor het vervolg van het onderzoek om te voorkomen dat tijdens de navolgende effectanalyse en kwantitatieve risicoschatting onnodige inspanningen worden gericht op minder relevante vrijkomende stoffen of andere gevolgen van combinaties van stoffen. Hierbij is onderscheid gemaakt naar '**direct relevant**', '**relevant**', '**mogelijk relevant**' en '**minder relevant**'. In onderstaand overzicht is een toelichting gegeven op deze gradaties in relevantie. Voor iedere gradatie is een kleurcodering gebruikt, die tevens wordt gebruikt in de tabellen in appendix 3.

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 resultaat van combinatie met andere 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 op de gebeurtenis.

Mogelijk relevant

De stof, of het eventuele resultaat van combinatie met andere stoffen, is in eerste instantie minder relevant voor kwantitatieve risicobeoordeling. In geval van een vrijkomende stof wordt het risico, gelet op de verwachte hoeveelheid, vooralsnog relatief minder groot geacht. In eerste instantie wordt een kwalitatieve beoordeling van de risico's uitgevoerd. Uit deze kwalitatieve risicobeoordeling kan eventueel nog de noodzaak van een kwantitatieve beoordeling 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 de kwalitatieve risicobeoordeling nog het tegendeel blijken.

Minder relevant

De stof, of het eventuele resultaat van combinatie met andere stoffen, is in eerste instantie minder relevant voor een 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 risicobeoordelingen van 'mogelijk relevante' stoffen of andere gevolgen zou blijken dat er, tegen de verwachting in, toch risico's bestaan, kan de indeling bij 'minder relevant' worden heroverwogen.

De bevindingen resulteren in de volgende indeling:

Direct relevant

- Broom-damp

Relevant

- Waterstofcyanidegas en warmteontwikkeling bij reacties
- Chloorgas bij reacties
- Stikstofdioxidegas bij reacties
- Fosfinegas bij reactie
- Waterstofsulfidegas bij reacties
- Chloordioxidegas 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
- Zoutzuurnevels bij reacties
- Dizwavedichloride en Zwavedichloride
- 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

5. VASTSTELLING VAN DE WIJZE VAN UITVOERING VAN DE RISICOBEOORDELING VOOR DE STOFFEN

De stoffenevaluatie is afgerond met de vaststelling van de verdere wijze van uitwerking van de risicobeoordeling voor de diverse stoffen of reactie tussen stoffen in het onderzoek (stap 4)

Op basis van de bevindingen en analyses gedurende de eerdere stappen tijdens deze stoffenevaluatie is in overleg met de Provincie besloten om in eerste instantie de stoffen en andere gevolgen (van combinaties van stoffen) met de aanduiding '**direct relevant**', '**relevant**' en '**mogelijk relevant**' voor risicobeoordeling mee te nemen in het vervolg van het onderzoek. Voor de stoffen en andere gevolgen met aanduiding '**minder relevant**' vindt geen verdere beoordeling plaats. Voor de stoffen en andere gevolgen (van combinaties van stoffen) met de aanduiding '**direct relevant**' en '**relevant**' wordt een kwantitatieve risicobeoordeling uitgevoerd. Voor de stoffen en andere gevolgen met aanduiding '**mogelijk relevant**' in eerste instantie een kwalitatieve.

In het verdere vervolg van het onderzoek is hierbij onderscheid gemaakt 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.

Tenslotte is in het verdere vervolg van het onderzoek aandacht besteed 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).

Appendix 1 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.

Appendix 2 Informatietabel met mogelijke relevante stoffen en reactieproducten

Toelichting op de tabellen

Tabel B2 bestaat uit vijf subtabellen, op basis van herkomst van de informatie:

- B2.1 Stoffen uit RvS uitspraak en Stab-advies
- B2.2 Eigen onderzoek algemene literatuur naar stoffen betrokken bij incidenten bij stortplaatsen
- B2.3 Aanvullend algemeen: PGS 15 Onverenigbare combinaties stoffen of categorieën stoffen, inclusief specifiekere gegevens uit de voormalige CPR 15
- B2.4 Stoffen uit het Justitieel onderzoek 1988/1989
- B2.5 Overige eigen informatie uit literatuur inzake onderling reagerende stoffen

Kolom 1

Weergave van de anorganische stoffen met nummering. In de kolom is het erbij vermeld als de stof destijds waarschijnlijk regelmatig in gebruik was.

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 1973 tot en met 1984.

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 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.

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

Tabel B2.1: RvS-uitspraak 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 zuurniveaus 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); 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/niveaus 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
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)

Anorganische stof	Mogelijke afvalstof	Eventuele andere stof voor reactie	Mogelijke andere afvalstof	Mogelijk gevolg van Stof
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)
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

Anorganische stof	Mogelijke afvalstof	Eventuele andere stof voor reactie	Mogelijke andere afvalstof	Mogelijk gevolg van Stof
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)
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 naar stoffen betrokken bij incidenten bij stortplaatsen

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 rookwolven 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: PGS 15 Onverenigbare combinaties stoffen of categorieën stoffen, inclusief specifiekere gegevens uit de voormalige CPR 15

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		brandbare vloeistoffen		eerste categorie bevordert brand/explosie brandbare vloeistoffen
14.b oxiderende stoffen		milieugevaarlijke stoffen uit klasse 9 ADR		eerste categorie bevordert brand en kan verpakking milieugevaarlijke stoffen aantasten
14.c oxiderende stoffen		giftige stoffen klasse 6.1 en CMR stoffen		eerste categorie bevordert brand en kan verpakking giftige of CMR stoffen aantasten
14.d oxiderende stoffen		bijtende stoffen		verpakking ene categorie kan bezwijken onder invloed van al vrijgekomen stof van andere categorie met als gevolg dat ook de andere stof vrijkomt
15.a brandbare vloeistoffen		giftige stoffen klasse 6.1 ADR en CMR stoffen		giftige of CMR stof kan vrijkomen bij brand van brandbare vloeistof
15.b brandbare vloeistoffen		bijtende stoffen		verpakking brandbare vloeistof kan bezwijken onder invloed van vrijgekomen bijtende stof
15.c brandbare vloeistoffen		milieugevaarlijke stoffen uit klasse 9 ADR		milieugevaarlijke stof kan vrijkomen bij brand van brandbare vloeistof

Tabel B2.5: Overige eigen informatie uit literatuur inzake onderling 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
23. Aluminiumfosfide	Bestrijdingsmiddel in verpakking			
23.a aluminiumfosfide		water		Vorming zeer giftig fosfine gas
23.b aluminiumfosfide		verdunde zuren		Snelle vorming zeer giftig fosfine gas
24. ammoniumnitraat (kunstmest)				
24.a ammoniumnitraat (kunstmest)	Kunstmestkorrels in verpakking	brandbare organische vloeistoffen	Vat 200 liter vloeistof	Kans op brand en explosie
25. IJzer(III)chloride	Waterige oplossing van 40%			
25.a IJzer(III)chloride		vele metalen	Metalen vat met gevaarlijke inhoud	Versnelde aantasting
25.b IJzer(III)chloride		sterke base	Vat alkalische vloeistof voor ontvetting of ander gebruik	Vorming brandbaar waterstof gas
26. Zwaveldichloride				Roodbruine rokende vloeistof met stekende geur
26.a zwaveldichloride		water		Heftige reactie
26.b zwaveldichloride		lucht		Vormt aan de lucht corrosieve nevels met zoutzuur
26.c zwaveldichloride		basen	Vat alkalische vloeistof voor ontvetting of ander gebruik	Heftige reactie

Appendix 3 Tabellen met mogelijk vrijkomende stoffen en effecten ten behoeve van de beoordeling van relevantie

Toelichting op de tabellen

Tabel B3 bestaat uit twee subtabellen, op basis van herkomst van de informatie:

B3.1 RvS-uitspraak en Stab-advies

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

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.

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 het vervolg van het onderzoek. Dit is met de hierna 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 de volgende fase 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.

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 in eerste instantie minder relevant voor kwantitatieve risicobeoordeling. In geval van een vrijkomende stof wordt het risico, gelet op de verwachte hoeveelheid, voornamelijk relatief minder groot geacht. In eerste instantie wordt een kwalitatieve beoordeling van de risico's uitgevoerd. Uit deze kwalitatieve risicobeoordeling kan eventueel nog de noodzaak van een kwantitatieve beoordeling 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 de kwalitatieve risicobeoordeling nog het tegendeel blijken.

Minder relevant

De stof, of het eventuele andere gevolg van combinatie van stoffen, is in eerste instantie minder relevant voor een 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 risicobeoordelingen van 'mogelijk relevante' stoffen of andere gevolgen zou blijken dat er, tegen de verwachting in, toch risico's bestaan, kan de indeling bij 'minder relevant' worden heroverwogen.

Tabel B3: Mogelijke vrijkomende stoffen, verschijningsvorm, effecten op mens, milieugedrag, hoeveelheid

Tabel B3.1: Volgend uit stoffen genoemd in RvS-uitspraak 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 (zuurnevels) (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, 11.c en 25.b)	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 grootte 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); Opmerking: reactie van 40 % IJzerchloride oplossing in 200 liter vat met loog zal niet een belangrijk andere hoeveelheid opleveren.
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)
D. Chloorgas (reacties nrs. 1.c en 13.b)	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

Mogelijk vrijkomende stof	Effecten op mens Gedrag in milieu	Gradatie relevantie	Hoeveelheid stof gelet op voorlopig aangehouden denkbare grootte verpakking(en)
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, 19.a en 24.a)	explosie; demping door stortmateriaal en afdekgrond	mogelijk relevant; stabiliteit deklaag ter plaatse is afhankelijk kracht explosie	Als er al effecten op stortplaat- sen zijn, zullen die hooguit zeer plaatselijke voorkomen met een kleine kans van optreden
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.
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

Mogelijk vrijkomende stof	Effecten op mens Gedrag in milieu	Gradatie relevantie	Hoeveelheid stof gelet op voorlopig aangehouden denkbare grootte verpakking(en)
K. Aantasting andersoortige verpakking (reacties nrs. 14.d, 15.b, 16.a, 17.a, 18.b en 25.a)	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 bezien	Zie bij B, C, D, F, G, J, S, T en V
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, 18.a en 26.b.)	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 Opmerking: reactie van 1 liter zwaveldichloride in contact met lucht zal niet een significant andere hoeveelheid opleveren.
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

Tabel B3.2: Niet volgend uit stoffen genoemd in RvS-uitspraak 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 (reacties nrs. 12.b, 23.a en 23.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; of: 1 fles uit handelsverkeer met 1660 pellets bestrijdingsmiddel aluminiumfosfide (in totaal 1 kg) geeft 0,33 kg gasvorming.
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. Dizwavedichloride (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	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%)
V. Chloordioxide gas (reactie nr. 19.b)	bijtend op ogen, huid en ademhalingsorganen; gedeeltelijk oplossen in vocht (wateroplosbaarheid 8 g/l) en gedeeltelijk reactie met stortmateriaal; gedeeltelijk vrijkomen uit stort,	relevant	maximaal ca. 45 kg, uitgaande van een vat van 200 liter met 350 g/l (3,3 Molair) Natriumchloraat en verpakking met overmaat (zout)zuur
W. Zwaveldichloride (stof nr. 26)	bijtend op ogen, huid en ademhalingsorganen; grotendeels reactie met vocht in stortmateriaal onder vorming van o.a. zoutzuur; beperkt vrijkomen in lucht en vorming van zoutzuurnevels	mogelijk relevant	Enkele kg uitgaande van fles van 1 liter Zie ook M

BIJLAGE 3 Modelling effecten naar de omgeving

In deze bijlage worden de resultaten beschreven van de modellering en berekeningen betreffende de mogelijke (incidentele) emissies van anorganische gassen of dampen, plaatselijk uit de voormalige stortplaats Coupépolder. De resultaten van deze berekeningen zullen worden gebruikt voor de uiteindelijke kwantitatieve risicobeoordeling, die als volgende stap van dit onderzoek zal worden uitgevoerd. Hierbij zijn de uitgangspunten, die in de voorgaande fasen van dit onderzoek zijn vastgesteld, als basis gehanteerd.

De verspreiding van de beoordeelde stoffen in de omgeving, c.q. de immissieconcentraties, zijn bepaald met de effectbeoordelingsmodule van het risicobeoordelingsmodel Safeti.nl. Dat is een recent in gebruik genomen nationaal rekenpakket voor het berekenen van de externe veiligheidsrisico's van 'een bedrijf met gevaarlijke stoffen'.

In de voorgaande fase van dit onderzoek, de stoffenevaluatie, is een aantal stoffen naar voren gekomen die als direct relevant of relevant vastgesteld zijn voor de uiteindelijk in dit onderzoek uit te voeren risicobeoordeling. Deze stoffenevaluatie is uitgebreid beschreven in bijlage 2 van dit rapport. In de appendices van bijlage 2 is tevens beschreven welke maximale hoeveelheid damp of gas kan vrijkomen bij het falen van één verpakkingseenheid. De als direct relevant of relevant vastgestelde stoffen worden in deze effectbeoordeling kwantitatief beschouwd. Het gaat hierbij 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)
- Chloordioxidegas bij reactie (45 kg)

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" karakter hebben.

Tijdens de voorgaande fase van het onderzoek, de stoffenevaluatie, zijn naast de boven genoemde zeven stoffen tevens 9 stoffen of eventuele mogelijke gevolgen van combinaties van stoffen als "mogelijk relevant" voor risicobeoordeling aangeduid. Deze stoffen worden tijdens de in de volgende fase uit te voeren risicobeoordeling kwalitatief beschouwd. Deze "mogelijk relevante" stoffen worden in de effectbeoordeling, waar deze bijlage betrekking op heeft, niet meegenomen.

De effectbeoordeling is in drie stappen, die in de volgende hoofdstukken van deze bijlage worden uitgewerkt, onder te verdelen:

1. Verspreiding in het stortlichaam
2. Emissie uit het stortlichaam
3. Verspreiding naar de omgeving

1. VERSPREIDING IN HET STORTLICHAAM

Berekenen gasconcentratie en overdruk van vrijkomend gas in het stortlichaam

Ten behoeve van de uiteindelijke berekeningen van het uit treden 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. Hierbij gaat het enerzijds om de berekeningswijze van de damp- of gasdruk van de vrijgekomen stof in het stortlichaam zelf, anderzijds om de laterale (horizontale) verspreiding van de damp of het gas binnen het stortlichaam tot aan het uit treden naar de buitenlucht. De mate, waarin deze verspreiding plaatsvindt, 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 ook 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, waterstofsulfide en chloordioxide 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 vindt plaats in het kader van de berekeningen met het uitreedmodel (Volasoil, zie hoofdstuk 2 van deze bijlage).

De berekeningen van de gasconcentratie en overdruk zijn uitgevoerd voor twee situaties:

1. een standaard situatie met een intacte klei afdeklaag en
2. een bijzondere situatie waarbij er tijdelijk scheuren aanwezig zijn in die afdeklaag.

Voor de verspreiding van plotseling door reactie vrijgekomen damp of gas in het stortlichaam is bij deze berekeningen een eenvoudig, zelf ontwikkeld concept gehanteerd voor beide situaties. Hiermee worden invoergegevens voor het Volasoil model verkregen. Dit concept is hieronder nader toegelicht.

Gasconcentratie en overdruk in standaard situatie intacte klei afdeklaag

De berekening van de gasdrukken van chloor, stikstofdioxide, fosfine, waterstofsulfide en chloordioxide (druk van de pure component zie kader hierboven), die zijn ingevoerd in Volasoil, zijn beschreven in appendix 2 bij deze bijlage.

Bij de berekeningen wordt uitgegaan van een direct onder de deklaag liggend stortvak met 'zijwanden' van grond binnen de voormalige stortplaats. Het gas komt vrij in de bodemlucht, die in dat vak aanwezig is. Voor een dergelijk vak worden afmetingen aangehouden van 40 m bij 64 m (conform bijlage 1 "Vaststelling van de basisuitgangspunten"). Het grondwaterniveau in het stortlichaam ligt op 3,0 m of meer onder de onderkant van de afdeklaag van tenminste 0,5 m dikte (eveneens conform bijlage 1).

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 zich 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 vervolgens, aan de hand van de inmiddels berekende concentratie van het gas, te berekenen uit de gasdruk van de pure gasvormige stof.

Gasconcentratie en overdruk in bijzondere situatie tijdelijke scheuren in klei afdeklaag

In het geval van 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 hiervoor de navolgende eenvoudige benadering opgesteld.

We gaan uit van het oppervlak dat de uit twee vaten van elk 200 liter gestroomde vloeistof in het stortlichaam innemen ($2 \times 8 \text{ m}^2 = 16 \text{ m}^2$)⁹. De straal van een cirkelvormig oppervlak van 16 m^2 is ca. 2,26 m. Door de afmeting van de vaten (200 liter en 1 meter hoog op basis van een staand vat) komt de vloeistof op een afstand van minstens 1,0 meter onder de onderkant van de klei deklaag terecht en dieper tot aan het grondwaterniveau.

Verder is verondersteld dat de doorlatendheid van het 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 van gas optreedt over een afstand van 1,0 m richting de deklaag, het gas tegelijkertijd door convectie lateraal over een 5 maal grotere afstand wordt verplaatst, dus over een afstand van 5 m. Dat houdt in dan in dat de straal van het oppervlak van de uitgestroomde vloeistof (2,26 m) toeneemt met 5 m tot 7,26 m.

Op basis van deze uitgangspunten kan het bovenoppervlak van het denkbeeldige cilindervormige deel van het stortlichaam waarin het gas zich bevindt worden berekend op 165 m^2 . Er wordt weer vanuit gegaan dat het grondwaterniveau in het bovenste stortvak zich 3,0 m onder de onderkant van de klei afdeklaag bevindt, dat is minimaal 3,5 m-mv. Het volume bodemlucht binnen die cilindervormige ruimte onder de deklaag is dan te berekenen en 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.

Grootte van bronoppervlak bovenzijde stortplaats waaruit emissie plaatsvindt

Broom-damp

De grootte van het bronoppervlak wordt bij broom gelijk gesteld aan het oppervlak van uitgestroomde vloeistof in het stortlichaam 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 uit het stortlichaam beperkt.

⁹ Het feit dat een 200 liter vat een invloedssfeer heeft van ca. 8 m^2 is reeds bij eerdere risicoberekeningen ten aanzien van de Coupépolder gehanteerd (DHV MI notitie dd. 24 april 1995, kenmerk EFP/MT-RE951237)

Waterstofcyanide damp

De grootte van het bronoppervlak wordt bij waterstofcyanide damp 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: $2 \times 8 \text{ m}^2 = 16 \text{ m}^2$.

Chloorgas, Stikstofdioxidegas, Fosfinegas, Waterstofsulfidegas en Chloordoioxidegas

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 2.560 m^2 (40 bij 64 m) en in de bijzondere situatie met tijdelijke scheuren in de kleilaag om een oppervlak van 165 m^2 aangehouden. Het eerste oppervlak is vierkant van vorm, maar ten behoeve van de verspreidingsberekeningen is dit oppervlak als rond verondersteld.

2. EMISSIE 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 uittreedmodel (rekening houdend met onzekerheden) van vrijgekomen anorganische dampen en gassen naar de buitenlucht, uitgaande van bestaande modellen voor vluchtige verontreinigingen in de bodem.

Rekenformules emissies uit stortplaatsen (algemeen)

Door enkele auteurs (Thibodeaux, Valsaraj et al., 1988) zijn rekenformules gepubliceerd om de emissie van dampen (bijvoorbeeld benzeen) uit stortplaatsen te voorspellen. Deze gaan ervan 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 het geval van de Coupépolder is de productie van stortgas niet bekend en ook niet de snelheid waarmee stortgas uittreedt. Gezien de leeftijd van deze voormalige stortplaats (stort tot en met 1984) 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.

Gehanteerd rekenmodel emissie (aangepast Volasoil model)

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 verontreinigings situaties (bijvoorbeeld een situatie met onopgeloste verontreiniging boven het grondwater niveau of een 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. De berekening van de flux (massatransport per m²) door de bodem naar de buitenlucht is echter wel vergelijkbaar. De exacte aanpassingen en werkingen van het model worden in appendix 3 van deze bijlage weergegeven.

Er zijn berekeningen uitgevoerd voor twee situaties:

1. intacte klei afdeklaag en
2. bijzondere situatie met tijdelijke scheuren in klei afdeklaag

Resultaten berekeningen emissies via Volasoil

De uitkomsten van de berekeningen van de emissies zijn, met enige andere parameters, weergegeven in tabel 2.1. De uitdraaien van de berekeningen met Volasoil zelf zijn in appendix 4 van deze bijlage opgenomen.

Bij de bijzondere situatie met tijdelijke scheuren in de klei afdeklaag worden bij de vier gassen dermate hoge emissies berekend dat deze als niet realistisch beschouwd worden. Het zou betekenen dat de bron van het gas binnen globaal enige minuten zou zijn uitgeput. In werkelijkheid zal, als een vat faalt en de vloeibare inhoud leegstroomt, er gedurende bijvoorbeeld ongeveer 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 (Exposure Guideline Level, zie appendix 1 van deze bijlage) luchtnorm voor incidenten.

Tabel 2.1: Resultaten van de emissieberekeningen via Volasoil (inclusief enige andere parameters)

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)	Emissie als volume puur gas/damp (m ³ /h)
Standaardsituatie intacte klei 0,5 m					
Broom	2,17	0,052	4.000	0,113	0,000016
Waterstofcyanide	0,31	16	11.000	4,96	0,00426
Chloorgas	4,27 · 10 ⁻²	2.560	30.000	109,3	0,0358
Stikstofdioxidegas	2,65 · 10 ⁻²	2.560	15.000	67,8	0,0342
Fosfinegas	1,42 · 10 ⁻²	2.560	6.900	36,4	0,0248
Waterstofsulfidegas	2,26 · 10 ⁻²	2.560	11.000	57,9	0,0394
Chloordioxidegas	6,59 · 10 ⁻²	2.560	45.000	168,7	0,0580
Bijzondere situatie tijdelijke scheuren					
Broom	99,0	0,052	4.000	5,15	0,00075
Waterstofcyanide	5,85	16	11.000	93,6	0,00347
Chloorgas	3.283	165	30.000	60.000 (0,5 uur)	19,6 (0,5 uur)
Stikstofdioxidegas	1.267	165	15.000	30.000 (0,5 uur)	15,1 (0,5 uur)
Fosfinegas	349	165	6.900	13.800 (0,5 uur)	9,42 (0,5 uur)
Waterstofsulfidegas	925	165	11.000	22.000 (0,5 uur)	15,0 (0,5 uur)
Chloordioxidegas	> 5.688 (gerekend overdruk 750 Pa i.p.v. 1000 Pa)*	165	45.000	90.000 (0,5 uur)	30,9 (0,5 uur)
*vanwege meest vergaande mogelijkheid in Volasoil					

Uit de tabel kan tevens een indruk worden verkregen van 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 convectorie 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. Dat lijkt dan op de benadering bij de vijf 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.

3. VERSPREIDING NAAR DE OMGEVING

Uitgaande van het bronoppervlak en van de emissiesnelheid van een stof kunnen via verspreidingsberekeningen de luchtconcentraties benedenwinds worden benaderd. De verspreiding van de eerder genoemde stoffen naar de omgeving, c.q. de immissieconcentraties, zijn bepaald met rekenpakket Safeti.nl.

Safeti.nl module effecten

Safeti.nl is een recent in gebruik genomen nationaal rekenpakket voor het berekenen van de externe veiligheidsrisico's van 'een bedrijf met gevaarlijke stoffen'. Het rekenpakket dient in het algemeen om te bepalen of een bedrijf voldoet aan de risiconormen voor de Externe Veiligheid, zoals vastgelegd in het Besluit Externe Veiligheid Inrichtingen (BEVI). Aan de hand van een aantal invoergegevens, zoals de hoeveelheid gevaarlijke stof, de procescondities en de risicoscenario's, berekent het hoe de stof zich naar de omgeving verspreidt, welke effecten optreden en hoe groot het risico voor de mens is. Het resultaat van een berekening bestaat uit de plaatsgebonden risicocontouren en het groepsrisico. In dit onderzoek is het model alleen gebruikt voor het onderdeel verspreidingsberekeningen.

Bij het werken met het model zijn de volgende beperkingen geconstateerd:

1. De duur van de emissie ten behoeve van de verspreidingsberekeningen is gesteld op 8 uur in de standaard situatie en bij de bijzondere situatie met tijdelijke scheuren op 8 uur voor de dampen (broom en waterstofcyanide) en 0,5 uur voor de gassen conform de voor AEGL-3 gekozen uitgangspunten (zie bijlage 1). Safeti.nl accepteert echter geen emissieduur van 8 uur, maar een maximum van 0,5 uur. Voor de berekening van de lengte en de oppervlakte van de AEGL-3 normeringscontour maakt dit echter geen verschil, omdat de concentraties in de gaswolk al na zeer korte tijd een steady state zal hebben bereikt. De totale verspreiding van de stof zal na 8 uur uiteraard wel veel verder liggen dan na 0,5 uur.
2. De bij de berekening van de verspreiding gehanteerde middelingstijd¹⁰ is in de standaard situatie met intacte klei afdeklaag gesteld op een periode van 1 uur. De maximale verblijftijd overdag buiten in één zone op of nabij de voormalige stortplaats wordt weliswaar gesteld op 8 uur (conform de uitgangspunten gekozen voor de de AEGL-3 normering in bijlage 1), maar bij Safeti.nl is het niet mogelijk om een langere middelingstijd dan 1 uur in te stellen. Bij een middelingstijd van 1 uur in plaats van 8 uur zal de contour enerzijds wat verder rijken en anderzijds wat minder breedte hebben, als gevolg van de kortere tijd waarover dispersie heeft kunnen optreden. Bij de bijzondere situatie met tijdelijk scheuren in de klei afdeklaag is voor uitdamping van broom en van waterstofcyanide damp ook uitgegaan van een middelingstijd van 1 uur (in plaats van 8 uur) uur en bij de vijf gassen vanwege de snelle emissie van een middelingstijd van 0,5 uur.
3. Bij broom is het bronoppervlak met 0,052 m² zo klein dat het bij de standaard situatie niet in Safeti.nl kan worden ingevuld. Daar is het minimum oppervlak van 3,33 m² ingevuld (minimaal in te vullen straal is 1,03 m). Een groter bron oppervlak heeft een lagere startconcentratie tot gevolg. Bij grote effectcontouren zal dit geen gevolg hebben voor de uiteindelijke omvang van deze contouren. Bij kleine effectcontouren kan het echter leiden tot enige onderschatting van de contouren. Door de beperkte omvang heeft dit dan echter geen invloed op de uiteindelijke conclusies.

¹⁰ De middelingstijd is de periode waarover de invloed van de weercondities op een effect uitgemiddeld worden en bepaald de mate van dispersie van de stof, die kan optreden

De AEGL-3 buitenluchtconcentratiecontouren zijn per stof berekend, uitgaande van de emissies van de dampen en gassen van de stoffen bij de standaard situatie (intacte klei afdeklaag) en bij de bijzondere situatie met tijdelijke scheuren in de klei afdeklaag. Voor de windsnelheid en de stabiliteitsklasse¹¹ is uitgegaan van twee condities die in Nederland veel voorkomen: D5 en F1,5. D5 staat voor een neutrale atmosfeer en een windsnelheid van 5 m/s en F1,5 voor een stabiele atmosfeer en een windsnelheid van 1,5 m/s. De conditie F1,5 komt alleen 's-nachts voor; een windsnelheid van 1,5 m/s kan uiteraard overdag wel voorkomen. De ruwheidlengte¹² van het terreinoppervlak is gesteld op 0,25 m. Deze waarde is van toepassing op cultuurland (kassengebied, veel begroeiing, verspreide huizen).

In het model is standaard al een aantal anorganische gassen en dampen opgenomen. Dit geldt echter niet voor chloordioxide. Er wordt daarvoor aangenomen dat dit gas zich bij verspreiding net zo gedraagt als chloorgas. Voor chloordioxide is overigens wel een interim waarde voor de AEGL-3 beschikbaar en gehanteerd.

Resultaten verspreidingsberekeningen met Safeti.nl

In appendix 5 van deze bijlage zijn de resultaten gepresenteerd van de verspreidingsberekeningen met behulp van Safeti.nl. In appendix 6 zijn schematische weergaven opgenomen van de zij- en bovenaanzichten van de berekende gaswolken. In de tabellen in appendix 5 zijn opgenomen:

- de stof
- het bronoppervlak
- de conditie van de deklaag (standaard of bijzonder met tijdelijke scheuren)
- de weersomstandigheden stabiliteitsklasse en windsnelheid)
- de middelingstijd (van invloed op verdunning in lucht door kleine variaties in de windrichting)
- de waarde van AEGL-3 voor 30 minuten of 8 uur
- de afstand van de AEGL-3 contour tot de bron
- het oppervlak van de AEGL-3 contour op leefniveau.

Deze gegevens zijn weer van belang voor de kwantitatieve risico-inschatting voor gebruikers van de voormalige stortplaats en omwonenden, die in de volgende stap van dit onderzoek zal plaatsvinden.

Standaard situatie

In het algemeen kan worden gezegd dat bij de standaard situatie de berekende afstanden van de AEGL-3 contour en de berekende oppervlakken daarvan klein zijn ten opzichte van bijvoorbeeld de grootte van het bronoppervlak. In werkelijkheid komt bij de standaard situatie de damp of het gas diffuus uit het gehele bronoppervlak op de stortplaats. Safeti.nl kan bij dusdanig kleine emissies van de dampen en gassen in de standaard situatie kennelijk geen exacte berekening van het oppervlak uitvoeren. In verband met de kansinschatting, uitgevoerd in de volgende stap van het onderzoek, verdient het hier echter de voorkeur om wat betreft de standaard situatie met intacte kleilaag uit te gaan van luchtconcentraties die worden berekend met het zogenaamde doos verspreidingsmodel. Enkele controlerende berekeningen voor chloordioxide met dit model tonen aan dat de luchtconcentraties aan de benedenwindse rand van de bronzone de AEGL-3 (8 uur) waarden bij de weerscondities D5 en F1,5 bij de dampen en gassen niet overschrijden in deze situatie (dit is in appendix 7 van deze bijlage uitgewerkt). Dit bevestigt het vermoeden dat safeti.nl niet met dergelijke beperkte emissies uit de voeten kan.

¹¹ De stabiliteitsklasse is een aanduiding voor het type weer. Klasse B staat voor een instabiele atmosfeer, Klasse D voor een neutrale atmosfeer en Klasse F voor een stabiele atmosfeer. Klasse E zit tussen D en F in. De klassecodering wordt gecombineerd met een getal voor de windsnelheid in m/s.

¹² De ruwheidlengte geeft een indicatie van de onregelmatigheid in het landschap en is mede bepalend voor de mate van turbulentie, die in de lucht kan optreden. Dit kan van invloed zijn op de verspreiding van een stof in de lucht.

De afstand van verspreid staande gebouwen in de omgeving tot de (bentoniet) rand van de voormalige stortplaats bedraagt ca. 100 m (zie bijlage 6). In de standaard situatie zal geen van de stoffen de bewoonde omgeving kunnen bereiken in een concentratie boven de AEGL-3 waarden. Dit betekent dat emissies in de standaard situatie niet relevant zijn voor het verdere verloop van het onderzoek en dus niet meegenomen behoeven te worden in de volgende projectstappen.

Bijzondere situatie met tijdelijke scheuren in de klei afdeklaag

Voor de kwantitatieve risico-inschatting in de volgende stap is het relevanter om te kijken naar de AEGL-3 contouren in de bijzondere situatie met tijdelijke scheuren in de klei afdeklaag. Dan zijn de emissies per (korte) tijdseenheid beduidend groter.

Bij conditie D5 blijven de afstanden van de AEGL-3 contour voor de meeste stoffen nog binnen de 100 m. De bewoonde omgeving wordt dan niet bereikt. Voor Chloordioxide wordt echter een afstand van 190 m voor deze conditie berekend. Van de overige stoffen reikt Fosfinegas het verst met een afstand van 73 m. Het berekende oppervlak van de AEGL-3 contour bedraagt voor Chloordioxide en Fosfinegas resp. ca. 5.000 en 600 m².

Bij conditie F1,5 (alleen 's-nachts) reiken de AEGL-3 contouren voor de meeste stoffen verder dan 100 m. Dat betekent dat bij ongunstige windrichting en weersomstandigheden de bebouwde omgeving bij emissie voor elk van deze stoffen bereikt zou kunnen worden. Bij Chloorgas, Stikstofdioxidegas, Fosfinegas en Waterstofsulfide bedragen deze afstanden resp. ca. 260, 270, 440 en 170 m. Het berekende oppervlak van de AEGL-3 contour voor deze stoffen bedraagt resp. ca. 8.000, 6.500, 12.000 en 2.500 m². Voor Chloordioxidegas bedraagt de maximale afstand tot waar de AEGL-3 contour onder deze condities zou kunnen reiken zelfs verder dan 1000 m. Het berekende oppervlak van de AEGL-3 contour bedraagt dan ruim 11 ha (> 111.000 m²). Dat komt overeen met de helft van het totale oppervlak van de voormalige stortplaats. De AEGL-3 contouren zijn voor diverse contouren dusdanig dat bij ongunstige windrichting niet alleen verspreide woonbebouwing maar ook woonwijken kunnen worden bereikt.

Gevoeligheid van de resultaten voor de maximaal vrijgekomen hoeveelheid

Om de gevoeligheid van de resultaten van de berekeningen met Safeti.nl voor de hoeveelheid vrijkomende en geëmitteerde stof te bepalen zijn tevens berekeningen uitgevoerd voor de situatie dat voor elk van de beoordeelde stoffen slechts 10 % van de in tabel 2.1 genoemde maximaal aanwezige massa in de buitenlucht vrijkomt in plaats van de volledige hoeveelheid. Dit kan veroorzaakt zijn doordat het vat slechts voor een beperkt percentage vol zat of dat een eventueel lek dusdanig hoog in het vat aanwezig was, dat slechts een beperkt percentage is geëmitteerd.

Het oppervlak van de AEGL-3 effectcontour blijft in grote lijnen evenredig te lopen met de hoeveelheid van de stof die vrijgekomen is. De afstand tot waar de AEGL-3 contour reikt neemt toe of af met de ongeveer de wortel van het verschil in hoeveelheid. Dit betekent dat, als slechts 10 % van de maximaal aanwezige hoeveelheid stof vrijkomt in plaats van de totale hoeveelheid, het oppervlak van de contour 10 keer zo klein wordt en de maximale afstand tot waar de contour reikt 3 keer zo klein wordt.

In de standaard situatie zou dit betekenen dat onder de vanuit verspreidingsoogpunt meest ongunstige weersomstandigheden (conditie F1,5 (alleen 's-nachts)) de afstand tot waar de concentratie van een stof uit de stortplaats de AEGL-3 waarde zou kunnen overschrijden op maximaal 30 m van de bron ligt. Deze waarde geldt voor zowel Fosfinegas als Chloordioxide.

In de bijzondere situatie met scheuren in de klei afdeklaag is onder deze omstandigheden (10 % emissie van de maximaal aanwezige hoeveelheid) bij conditie D5 voor geen van de stoffen meer een AEGL-3 effectafstand berekend groter dan 100 meter. De bewoonde omgeving zal dus niet door een eventuele geëmitteerde wolk bereikt kunnen worden. Voor Chloordioxide wordt de grootste mogelijke afstand, ca. 70 m, voor deze conditie berekend. Bij conditie F1,5 (alleen 's-nachts) kunnen de AEGL-3 contouren voor Fosfinegas en Chloordioxide nog wel een grotere afstand dan 100 m overbruggen en dus eventueel de bewoonde omgeving bereiken, maar niet een woonwijk. Bij Fosfinegas bedraagt deze afstand onder deze omstandigheden nog ca. 130 m en bij Chloordioxide nog ca. 350 m.

Appendix 1 Toetsingskader voor vluchtige stoffen in de buitenlucht

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 deze voorwaarde van de Raad van State is er voor gekozen om bij het plotseling uittreden van anorganische stoffen de zogenaamde AEGL-3 waarden (30 minuten en 8 uur) voor het vrijkomen van vluchtige stoffen in de buitenlucht te hanteren. AEGL staat voor 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 normen gegeven voor 10 minuten, 30 minuten, 1 uur, 4 uur en 8 uur. Wij gebruiken in het onderzoek de AEGL-3, dat wil zeggen het ruimste criterium. 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.

De AEGL-3 waarden voor bijvoorbeeld 10 minuten blootstelling zijn, afhankelijk van de stof, meerdere malen tot tientallen malen strenger dan waarden die worden aangegeven 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 in het onderzoek beoordeelde dampen en gassen opgenomen in de tabellen met resultaten van de verspreidingsberekeningen (zie appendix 5 van deze bijlage).

Appendix 2 **Uitgangspunten en berekeningen verspreiding in stortlichaam (berekeningswijze gasconcentratie en overdruk in stortlichaam van vrijkomende stoffen)**

ALGEMENE UITGANGSPUNTEN

Standaard situatie: deklaag klei van tenminste 0,5m dikte

Vak stortmateriaal van 40 m x 64 m x 3,0 = 7.680 m³ 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: 7.680 m³ x 0,2 = 1.536 m³

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

Uitstroomoppervlak in stortlichaam van 2x200 liter waterige vloeistof is 16 m². Het feit dat een 200 liter vat een invloedsfeer heeft van ca. 8 m² is reeds bij eerdere risicoberekeningen ten aanzien van de Coupépolder gehanteerd (DHV MI notitie dd. 24 april 1995, kenmerk EFP/MT-RE951237)

Straal cirkelvormig oppervlak 16 m² = 2,26m

Minimale afstand van oppervlak uitgestroomde vloeistof tot onderkant klei afdeklaag is 1,0 m

Doorlatendheid van stortmateriaal lateraal (horizontale richting) is voor een gas/damp ca. 5 maal groter is dan in verticale richting

Vrijkomend gas beweegt zich 1,0 m verticaal tot klei afdeklaag met scheuren en tegelijkertijd 5 m lateraal in alle richtingen

Straal oppervlak met gas is dan 2,26 m + 5 m = 7,26 m

Oppervlak van denkbeeldige cilindervormige deel van het stortlichaam waarin het gas zich bevindt is dan afgerond 165 m²

Volume stortmateriaal met door reactie ontstaan toxisch gas in gedeelte van vak stortmateriaal van 165 m² x 3 m hoog boven grondwaterniveau = 495 m³

Fractie luchtporiën stortmateriaal (en deklaag) 0,2

Luchtinhoud in dit gedeelte van vak onder deklaag = 99 m³

Overdruk: als bij vorige standaardsituatie, aannemende dat druk zich wel verdeelt over hele bovenomschreven vak stortmateriaal van 7.680 m³ en dat het toxische gas aanvankelijk in een beperkt gedeelte met een volume van 99 m³ aanwezig is. Doordat gas snel uittreedt via de tijdelijke scheuren in de kleilaag zal de gasdruk overigens snel afnemen.

UITGANGSPUNTEN PER BEOORDEELDE STOF

Gehanteerde 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 1536 m³ = 19.500 mg/m³
Berekende gasconcentratie 30 kg in 99 m³ = 303.000 mg/m³

Verzadigde dampconcentratie = $M/22,4 \times \text{dampspanning (mbar)}/1013 \times 273/\text{temp bij dampspanning} \times 10^6$
 $= 19,8 \cdot 10^6 \text{ mg/m}^3$

Overdruk = berekende gasconcentratie in bodemlucht/verzadigde dampconcentratie x dampdruk
verzadigde damp = $19500 \text{ mg/m}^3/19800000 \text{ mg/m}^3 \times 6560 \text{ mbar} = 6,46 \text{ mbar} = 646 \text{ Pa}$ (afgerond 650 Pa).

Stikstofdioxidegas (15 kg)

M= 46,0 g/mol
Vp 975 mbar bij 283 graden Kelvin = 97500 Pa
S= 7.000 mol/m³ (reactie)

Berekende gasconcentratie 15 kg in 1536 m³ = 9.766 mg/m³
Berekende gasconcentratie 15 kg in 99 m³ = 151.515 mg/m³

Verzadigde dampconcentratie = $M/22,4 \times \text{dampspanning (mbar)}/1013 \times 273/\text{temp bij dampspanning} \times 10^6$
 $= 1,9 \cdot 10^6 \text{ mg/m}^3$

Overdruk = berekende gasconcentratie in bodemlucht/verzadigde dampconcentratie x dampdruk
verzadigde damp = $9766 \text{ mg/m}^3/19000000 \text{ mg/m}^3 \times 975 \text{ mbar} = 5,01 \text{ mbar} = 501 \text{ Pa}$ (afgerond 500 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 1536 m³ = 4.492 mg/m³
Berekende gasconcentratie 6,9 kg in 99 m³ = 69.700 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 = $4492 \text{ mg/m}^3/58500000 \text{ mg/m}^3 \times 40500 \text{ mbar} = 3,11 \text{ mbar} = 311 \text{ Pa}$ (afgerond 300 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 1536 m³ = 7.160 mg/m³

Berekende gasconcentratie 11 kg in 99 m³ = 111.000 mg/m³

Verzadigde dampconcentratie = $M/22,4 \times \text{dampspanning (mbar)}/1013 \times 273/\text{temp bij dampspanning} \times 10^6$
= 25,2.10⁶ mg/m³

Overdruk = berekende gasconcentratie in bodemlucht/verzadigde dampconcentratie x dampdruk verzadigde damp = 7160 mg/m³/25.200.000 mg/m³ x 17400 mbar = 4,94 mbar = 494 Pa (afgerond 500 Pa).

Chloordioxidegas (45 kg)

M= 67,5 g/mol

Vp 1.352 mbar bij 283 graden Kelvin = 135.000 Pa

S= 133 mol/m³

Berekende gasconcentratie 45 kg in 1536 m³ = 29.300 mg/m³

Berekende gasconcentratie 45 kg in 99 m³ = 455.000 mg/m³

Verzadigde dampconcentratie = $M/22,4 \times \text{dampspanning (mbar)}/1013 \times 273/\text{temp bij dampspanning} \times 10^6$
= 3,87.10⁶ mg/m³

Overdruk = berekende gasconcentratie in bodemlucht/verzadigde dampconcentratie x dampdruk verzadigde damp = 29300 mg/m³/3.870.000 mg/m³ x 1350 mbar = 10,2 mbar = 1020 Pa (afgerond 1000 Pa).

Appendix 3 Uitgangspunten en werking van het Volasoil model

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 grondwatervniveau of invoer 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 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 0,4 m. 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.

Bij de intacte klei afdeklaag wordt in Volasoil gerekend met de 'air permeability' instelling 'clay'. De eerstvolgende instelling in Volasoil met een grotere luchtdoorlatendheid is 'silt' (alleen een fractie van de bodem en geen grondsoort volgens de classificatie van grondmonsters NEN 5104).

Aangenomen wordt dat de bijzondere situatie maximaal gedurende 2 weken in een jaar het geval is in verband met de jaarlijkse inspectie van de deklaag op met name scheuren. Bij de vaststelling van het plaatsgebonden en groepsrisico (QRA) wordt zelfs gerekend met een extreme situatie waarbij gedurende alle 52 weken in een jaar scheuren aanwezig zijn in de klei afdeklaag (zie bijlage 5). We gaan ervan uit dat de convectie van damp of gas dan wordt beperkt door een kolom van 0,5 meter stortlaag boven de uit vaten uitgestroomde vloeistof (is ongunstige aanname van oorspronkelijke concept studie van 2004, bij dampen) en 1 m (bij gassen) 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). De deklaag met tijdelijke scheuren wordt daarbij dan dus niet meer als barrière met doorlatendheid voor 'clay' voor uitgassen gerekend.

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 101.300 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 B3.1: invoergegevens uitdampingmodel Volasoil

<i>Situatie en gas of damp</i>	<i>Verontreinigingsituatie die situatie simuleert</i>	<i>Bodemtype in Volasoil i.v.m. Luchtdoorlatendheid bodemkolom</i>	<i>Luchtdrukverschil bodem en lucht (Pa)</i>	<i>Ingevoerde concentratie in bodemlucht (g/m³)</i>
Standardsituatie intacte klei 0,5 m				
Broom	pure contaminant in open capillaire zone	klei deklaag (0,5 m)	100	1.485 Volasoil zelf
Waterstofcyanide	verontreinigd grondwater	klei deklaag (0,5 m)	100	87,7 Volasoil zelf
Chloorgas	Bodemluchtconcentratie	klei deklaag (0,5 m)	650	19,5
Stikstofdioxidegas	Bodemluchtconcentratie	klei deklaag (0,5 m)	500	9,77
Fosfinegas	Bodemluchtconcentratie	klei deklaag (0,5 m)	300	4,492
Waterstofsulfidegas	Bodemluchtconcentratie	klei deklaag (0,5 m)	500	7,16
Chloordioxidegas	Bodemluchtconcentratie	klei deklaag (0,5 m)	1000 ingevoerd 750	29,3
Bijzondere situatie tijdelijke scheuren				
Broom	pure contaminant in open capillaire zone	grof zand simuleert stortlaag (0,5 m)	2	1.485 Volasoil zelf
Waterstofcyanide	verontreinigd grondwater	grof zand simuleert stortlaag (0,5 m)	2	87,7 Volasoil zelf
Chloorgas	Bodemluchtconcentratie	grof zand simuleert stortlaag (1,0 m)	650	303
Stikstofdioxidegas	Bodemluchtconcentratie	grof zand simuleert stortlaag (1,0 m)	500	152
Fosfinegas	Bodemluchtconcentratie	grof zand simuleert stortlaag (1,0 m)	300	69,7
Waterstofsulfidegas	Bodemluchtconcentratie	grof zand simuleert stortlaag (1,0 m)	500	111
Chloordioxidegas	Bodemluchtconcentratie	grof zand simuleert stortlaag (1,0 m)	1000 ingevoerd 750	455

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% blauwzuuroplossing de uit de literatuur bekende dampspanning van 300 mbar berekend 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.

Appendix 4 Resultaten berekeningen Volasoil

In deze appendix zijn de onderstaande gegevens opgenomen.

Resultaten van de berekeningen met Volasoil voor de standaardsituatie voor achtereenvolgens:

- Broom
- Waterstofcyanide
- Chloorgas
- Stikstofdioxidegas
- Fosfinegas
- Waterstofsulfidegas
- Chloordioxidegas

Resultaten van de berekeningen met Volasoil voor de bijzondere situatie met tijdelijke scheuren voor achtereenvolgens:

- Broom
- Waterstofcyanide
- Chloorgas
- Stikstofdioxidegas
- Fosfinegas
- Waterstofsulfidegas
- Chloordioxidegas

OUTPUT VOLASOIL 2.0, 16-11-2003

Location description:

Location: Coupépolder

Project code: V0334-83-001

Remarks:

1: Berekening uitdamping broom (klei deklaag 0,5m; drukverschil 100 Pa)

2: TCA broom: ingevuld is MAC-waarde

End of remarks

Compound: broom

Case: Pure contaminant in open capillary zone

Variables from INPUTS pages

INPUTS [Compound]

Molecular weight (M): 158.8 [g.mol⁻¹]

Vapour pressure (Vp)(283 K): 22000 [Pa]

Solubility (S)(283 K): 250 [mol.m⁻³]Tolerable Concentration in Air (TCA): 700 [ug.m⁻³]

INPUTS [Soil]

Volume fraction air (Va): 0.2 [-]

Volume fraction water (Vw): 0.2 [-]

Volume fraction solids (Vs): 0.6 [-]

Air permeability of soil (kappa): 1E-16 [m²]

Height of capillary transition boundary above groundwater table (z): 0.5 [m]

Depth of groundwater table (dg): 3 [m]

Average depth of contaminant (dp): 0.9 [m]

INPUTS [Building]

Volume of indoor space (Vi): 150 [m³]Volume of crawl space (Vc): 25 [m³]

Depth of crawl space beneath the soil surface (dc): 0.4 [m]

Basic ventilation rate of crawl space (horizontal ventilation) (vrcb): 20 [m³.h⁻¹]Ventilation rate of indoor space (vri): 150 [m³.h⁻¹]Surface area of floor (Af): 50 [m²]

Floor thickness (Lf): 0.1 [m]

Total area of openings in floor (Aof): 0.005 [m²]

Total number of openings in floor (N): 10 [-]

Air pressure diff. between indoor space and crawl space (delta_pic): 2 [Pa]

Air pressure diff. between crawl space and soil (delta_pcs): 100 [Pa]

INPUTS [Constants, values cannot be changed]

Gas constant (R): 8.3114 [Pa.m³.mol⁻¹.K⁻¹]

Viscosity of air (eta): 6E-9 [Pa.h]

Temperature (T): 283 [K]

INPUTS [Additional, overrule calculated intermediate variables]

Air-exchange rate of indoor space (vvi): 0 [h⁻¹]Air-exchange rate of crawl space (vvc): 0 [h⁻¹]Number of openings per floor area (n): 0 [m⁻²]

Fraction of openings in floor (gap fraction) (fof): 0 [-]

Depth beneath crawl space for soil-air conc. in open capillary zone (do): 0 [m]
-----Variables from RESULTS page
-----Henry's constant (H): 88.00 [Pa.m³.mol⁻¹]

Air-water partitioning constant or dimensionless Henry (Klw): 3.741E-02 [-]

Concentration in soil air at depth of contaminant (Csa): 1485.29 [g.m⁻³]Diffusion coefficient in free air (Da): 2.490E-02 [m².h⁻¹]Diffusion coefficient in soil air (Dsa): 7.282E-04 [m².h⁻¹]

Average depth of contaminant (dp): 0.90 [m]

Length of soil column (Ls): 0.50 [m]

Air conductivity of soil (Ks): 1.667E-08 [m².Pa⁻¹.h⁻¹]Air flux from soil to crawl space (Fsc): 3.333E-06 [m³.m⁻².h⁻¹]Total contaminant flux from soil to crawl space (J1): 2.17 [g.m².h⁻¹]

COU-BR2

Air-exchange rate of crawl space (vvc): 14.06 [h-1]
Concentration in crawl space air (Cca): 0.31 [g.m-3]
Number of openings per floor area (n): 0.20 [m-2]
Fraction of openings in floor (gap fraction) (fof): 1.000E-04 [m2.m-2]
Air flux from crawl space through the floor to indoor space (Fci): 6.63
[m3.m-2.h-1]
Convective contaminant flux from crawl space to indoor (Jcci): 2.04 [g.m-2.h-1]
Air-exchange rate of indoor space (vvi): 3.21 [h-1]
Indoor-air concentration (Cia): 0.21 [g.m-3]
Tolerable Concentration in Air (TCA): 7.000E-04 [g.m-3]
Indoor-air concentration/Tolerable Concentration in Air (Cia/TCA): 302.95 [-]

Variables from CONCLUSIONS page

Case: Pure contaminant in open capillary zone
Compound: broom
Concentration in soil air at depth of contaminant (Csa): 1485294454.01 [ug.m-3]
Concentration in crawl space (Cca): 308005.33 [ug.m-3]
Concentration in indoor-air (Cia): 212068.02 [ug.m-3]
Tolerable Concentration in Air (TCA): 700.00 [ug.m-3]
Indoor-air concentration/Tolerable Concentration in Air: 302.95 [-]

The indoor-air concentration exceeds the TCA

OUTPUT VOLASOIL 2.0, 16-11-2003

Location description:

Location: Coupépolder

Project code: V0334-83-001

Remarks:

1: uitdamping waterstofcyanide (klei deklaag 0,5 m; drukverschil 100 Pa)

2: TCA is voorstel RIVM 2001, na omrekening van CN naar HCN

End of remarks

Compound: waterstofcyanide

Case: Groundwater contamination (well-mixed container)

Variables from INPUTS pages

INPUTS [Compound]

Molecular weight (M): 27 [g.mol⁻¹]

Vapour pressure (Vp)(283 K): 30000 [Pa]

Solubility (S)(283 K): 4000 [mol.m⁻³]Tolerable Concentration in Air (TCA): 26 [ug.m⁻³]

Concentration in groundwater (Csw): 27500000 [ug.l]

INPUTS [Soil]

Volume fraction air (Va): 0.2 [-]

Volume fraction water (Vw): 0.2 [-]

Volume fraction solids (Vs): 0.6 [-]

Air permeability of soil (kappa): 1E-16 [m²]

Height of capillary transition boundary above groundwater table (z): 0.5 [m]

Depth of groundwater table (dg): 1.4 [m]

INPUTS [Building]

Volume of indoor space (Vi): 150 [m³]Volume of crawl space (Vc): 25 [m³]

Depth of crawl space beneath the soil surface (dc): 0.4 [m]

Basic ventilation rate of crawl space (horizontal ventilation) (vr_{cb}): 20 [m³.h⁻¹]Ventilation rate of indoor space (vri): 150 [m³.h⁻¹]Surface area of floor (Af): 50 [m²]

Floor thickness (Lf): 0.1 [m]

Total area of openings in floor (Aof): 0.005 [m²]

Total number of openings in floor (N): 10 [-]

Air pressure diff. between indoor space and crawl space (delta_{pic}): 2 [Pa]Air pressure diff. between crawl space and soil (delta_{pcs}): 100 [Pa]

INPUTS [Constants, values cannot be changed]

Gas constant (R): 8.3114 [Pa.m³.mol⁻¹.K⁻¹]

Viscosity of air (eta): 6E-9 [Pa.h]

Temperature (T): 283 [K]

INPUTS [Additional, overrule calculated intermediate variables]

Air-exchange rate of indoor space (vvi): 0 [h⁻¹]Air-exchange rate of crawl space (vvc): 0 [h⁻¹]Number of openings per floor area (n): 0 [m⁻²]

Fraction of openings in floor (gap fraction) (fof): 0 [-]

Depth beneath crawl space for soil-air conc. in open capillary zone (do): 0 [m]

Variables from RESULTS page
-----Henry's constant (H): 7.50 [Pa.m³.mol⁻¹]Air-water partitioning constant or dimensionless Henry (K_{lw}): 3.189E-03 [-]Concentration in soil air at depth of contaminant (Csa): 87.69 [g.m⁻³]Diffusion coefficient in free air (Da): 6.040E-02 [m².h⁻¹]Diffusion coefficient in soil air (Dsa): 1.766E-03 [m².h⁻¹]

Average depth of contaminant (dp): 0.90 [m]

Length of soil column (Ls): 0.50 [m]

Air conductivity of soil (Ks): 1.667E-08 [m².Pa⁻¹.h⁻¹]Air flux from soil to crawl space (Fsc): 3.333E-06 [m³.m⁻².h⁻¹]Total contaminant flux from soil to crawl space (J1): 0.31 [g.m².h⁻¹]

COU-HCN

Air-exchange rate of crawl space (vvc): 14.06 [h-1]
Concentration in crawl space air (Cca): 4.407E-02 [g.m-3]
Number of openings per floor area (n): 0.20 [m-2]
Fraction of openings in floor (gap fraction) (fof): 1.000E-04 [m2.m-2]
Air flux from crawl space through the floor to indoor space (Fci): 6.63
[m3.m-2.h-1]
Convective contaminant flux from crawl space to indoor (Jcci): 0.29 [g.m-2.h-1]
Air-exchange rate of indoor space (vvi): 3.21 [h-1]
Indoor-air concentration (Cia): 3.034E-02 [g.m-3]
Tolerable Concentration in Air (TCA): 2.600E-05 [g.m-3]
Indoor-air concentration/Tolerable Concentration in Air (Cia/TCA): 1167.01 [-]

Variables from CONCLUSIONS page

Case: Groundwater contamination (well-mixed container)
Compound: waterstofcyanide
Concentration in soil air at depth of contaminant (Csa): 87686621.58 [ug.m-3]
Concentration in crawl space (Cca): 44068.72 [ug.m-3]
Concentration in indoor-air (Cia): 30342.22 [ug.m-3]
Tolerable Concentration in Air (TCA): 26.00 [ug.m-3]
Indoor-air concentration/Tolerable Concentration in Air: 1167.01 [-]

The indoor-air concentration exceeds the TCA

OUTPUT VOLASOIL 2.0, 9-5-2006

Location description:

Location: Coupépolder

Project code: A0525.01.001

Remarks:

1:uitgassing chloor (klei deklaag 0,5 m; drukverschil 650 Pa)

2:30 kg Chloorgas in aangenomen vak stortmateriaal 40 x 64 x 3 m; fractie
luchtporiën 0,2)

3:TCA: ingevuld is MAC-waarde

End of remarks

Compound: chloor

Case: Measurement in soil air

Variables from INPUTS pages

INPUTS [Compound]

Molecular weight (M): 70.9 [g.mol⁻¹]

Vapour pressure (Vp)(283 K): 656000 [Pa]

Solubility (S)(283 K): 98.7 [mol.m⁻³]Tolerable Concentration in Air (TCA): 3000 [ug.m⁻³]Concentration in soil air at depth dp (Csa): 19500000 [ug.m⁻³]

INPUTS [Soil]

Volume fraction air (Va): 0.2 [-]

Volume fraction water (Vw): 0.2 [-]

Volume fraction solids (Vs): 0.6 [-]

Air permeability of soil (kappa): 1E-16 [m²]

Height of capillary transition boundary above groundwater table (z): 0.5 [m]

Depth of groundwater table (dg): 3.5 [m]

Average depth of contaminant (dp): 0.9 [m]

INPUTS [Building]

Volume of indoor space (Vi): 150 [m³]Volume of crawl space (Vc): 25 [m³]

Depth of crawl space beneath the soil surface (dc): 0.4 [m]

Basic ventilation rate of crawl space (horizontal ventilation) (vrcb): 20
[m³.h⁻¹]Ventilation rate of indoor space (vri): 150 [m³.h⁻¹]Surface area of floor (Af): 50 [m²]

Floor thickness (Lf): 0.1 [m]

Total area of openings in floor (Aof): 0.005 [m²]

Total number of openings in floor (N): 10 [-]

Air pressure diff. between indoor space and crawl space (delta_pic): 2 [Pa]

Air pressure diff. between crawl space and soil (delta_pcs): 650 [Pa]

INPUTS [Constants, values cannot be changed]

Gas constant (R): 8.3114 [Pa.m³.mol⁻¹.K⁻¹]

Viscosity of air (eta): 6E-9 [Pa.h]

Temperature (T): 283 [K]

INPUTS [Additional, overrule calculated intermediate variables]

Air-exchange rate of indoor space (vvi): 0 [h⁻¹]Air-exchange rate of crawl space (vvc): 0 [h⁻¹]Number of openings per floor area (n): 0 [m⁻²]

Fraction of openings in floor (gap fraction) (fof): 0 [-]

Depth beneath crawl space for soil-air conc. in open capillary zone (do): 0 [m]
-----Variables from RESULTS page
-----Henry's constant (H): 6646.40 [Pa.m³.mol⁻¹]

Air-water partitioning constant or dimensionless Henry (Klw): 2.83 [-]

Concentration in soil air at depth of contaminant (Csa): 19.50 [g.m⁻³]Diffusion coefficient in free air (Da): 3.727E-02 [m².h⁻¹]Diffusion coefficient in soil air (Dsa): 1.090E-03 [m².h⁻¹]

Average depth of contaminant (dp): 0.90 [m]

Length of soil column (Ls): 0.50 [m]

CPNCL2

Air conductivity of soil (Ks): 1.667E-08 [m².Pa⁻¹.h⁻¹]
Air flux from soil to crawl space (Fsc): 2.167E-05 [m³.m⁻².h⁻¹]
Total contaminant flux from soil to crawl space (J1): 4.272E-02 [g.m².h⁻¹]
Air-exchange rate of crawl space (vvc): 14.06 [h⁻¹]
Concentration in crawl space air (Cca): 6.075E-03 [g.m⁻³]
Number of openings per floor area (n): 0.20 [m⁻²]
Fraction of openings in floor (gap fraction) (fof): 1.000E-04 [m².m⁻²]
Air flux from crawl space through the floor to indoor space (Fci): 6.63
[m³.m⁻².h⁻¹]
Convective contaminant flux from crawl space to indoor (Jcci): 4.029E-02
[g.m⁻².h⁻¹]
Air-exchange rate of indoor space (vvi): 3.21 [h⁻¹]
Indoor-air concentration (Cia): 4.183E-03 [g.m⁻³]
Tolerable concentration in Air (TCA): 3.000E-03 [g.m⁻³]
Indoor-air concentration/Tolerable Concentration in Air (Cia/TCA): 1.39 [-]

Variables from CONCLUSIONS page

Case: Measurement in soil air

Compound: Chloor

Concentration in soil air at depth of contaminant (Csa): 19500000.00 [ug.m⁻³]
Concentration in crawl space (Cca): 6074.94 [ug.m⁻³]
Concentration in indoor-air (Cia): 4182.72 [ug.m⁻³]
Tolerable Concentration in Air (TCA): 3000.00 [ug.m⁻³]
Indoor-air concentration/Tolerable Concentration in Air: 1.39 [-]

The indoor-air concentration exceeds the TCA

OUTPUT VOLASOIL 2.0, 9-5-2006

Location description:

Location: Coupépolder

Project code: A0525.01.001

Remarks:

1: uitgassing stikstofdioxidegas (klei deklaag 0,5 m; drukverschil 500 Pa)

2: 15 kg stikstofdioxidegas in aangenomen vak 40 x 64 x 3 m; fractie luchtporiën 0,2)

3: TCA: ingevuld is MAC-waarde

End of remarks

Compound: stikstofdioxide

Case: Measurement in soil air

Variables from INPUTS pages

INPUTS [Compound]Molecular weight (M): 46 [g.mol⁻¹]

Vapour pressure (Vp)(283 K): 97500 [Pa]

Solubility (S)(283 K): 7000 [mol.m⁻³]Tolerable Concentration in Air (TCA): 4000 [ug.m⁻³]Concentration in soil air at depth dp (Csa): 9770000 [ug.m⁻³]-----
INPUTS [Soil]

Volume fraction air (Va): 0.2 [-]

Volume fraction water (Vw): 0.2 [-]

Volume fraction solids (Vs): 0.6 [-]

Air permeability of soil (kappa): 1E-16 [m²]

Height of capillary transition boundary above groundwater table (z): 0.5 [m]

Depth of groundwater table (dg): 3.5 [m]

Average depth of contaminant (dp): 0.9 [m]

INPUTS [Building]Volume of indoor space (Vi): 150 [m³]Volume of crawl space (Vc): 25 [m³]

Depth of crawl space beneath the soil surface (dc): 0.4 [m]

Basic ventilation rate of crawl space (horizontal ventilation) (vrcb): 20 [m³.h⁻¹]Ventilation rate of indoor space (vri): 150 [m³.h⁻¹]Surface area of floor (Af): 50 [m²]

Floor thickness (Lf): 0.1 [m]

Total area of openings in floor (Aof): 0.005 [m²]

Total number of openings in floor (N): 10 [-]

Air pressure diff. between indoor space and crawl space (delta_pic): 2 [Pa]

Air pressure diff. between crawl space and soil (delta_pcs): 500 [Pa]

INPUTS [Constants, values cannot be changed]Gas constant (R): 8.3114 [Pa.m³.mol⁻¹.K⁻¹]

Viscosity of air (eta): 6E-9 [Pa.h]

Temperature (T): 283 [K]

INPUTS [Additional, overrule calculated intermediate variables]Air-exchange rate of indoor space (vvi): 0 [h⁻¹]Air-exchange rate of crawl space (vvc): 0 [h⁻¹]Number of openings per floor area (n): 0 [m⁻²]

Fraction of openings in floor (gap fraction) (fof): 0 [-]

Depth beneath crawl space for soil-air conc. in open capillary zone (do): 0 [m]

Variables from RESULTS pageHenry's constant (H): 13.93 [Pa.m³.mol⁻¹]

Air-water partitioning constant or dimensionless Henry (Klw): 5.922E-03 [-]

Concentration in soil air at depth of contaminant (Csa): 9.77 [g.m⁻³]Diffusion coefficient in free air (Da): 4.627E-02 [m².h⁻¹]Diffusion coefficient in soil air (Dsa): 1.353E-03 [m².h⁻¹]

Average depth of contaminant (dp): 0.90 [m]

Length of soil column (Ls): 0.50 [m]

CPNNO2

Air conductivity of soil (Ks): 1.667E-08 [m2.Pa-1.h-1]
Air flux from soil to crawl space (Fsc): 1.667E-05 [m3.m-2.h-1]
Total contaminant flux from soil to crawl space (J1): 2.652E-02 [g.m2.h-1]
Air-exchange rate of crawl space (vvc): 14.06 [h-1]
Concentration in crawl space air (Cca): 3.772E-03 [g.m-3]
Number of openings per floor area (n): 0.20 [m-2]
Fraction of openings in floor (gap fraction) (fof): 1.000E-04 [m2.m-2]
Air flux from crawl space through the floor to indoor space (Fci): 6.63
[m3.m-2.h-1]
Convective contaminant flux from crawl space to indoor (Jcci): 2.501E-02
[g.m-2.h-1]
Air-exchange rate of indoor space (vvi): 3.21 [h-1]
Indoor-air concentration (Cia): 2.597E-03 [g.m-3]
Tolerable Concentration in Air (TCA): 4.000E-03 [g.m-3]
Indoor-air concentration/Tolerable Concentration in Air (Cia/TCA): 0.65 [-]

Variables from CONCLUSIONS page

Case: Measurement in soil air
Compound: Stikstofdioxiide
Concentration in soil air at depth of contaminant (Csa): 9770000.00 [ug.m-3]
Concentration in crawl space (Cca): 3771.61 [ug.m-3]
Concentration in indoor-air (Cia): 2596.83 [ug.m-3]
Tolerable Concentration in Air (TCA): 4000.00 [ug.m-3]
Indoor-air concentration/Tolerable Concentration in Air: 0.65 [-]

The indoor-air concentration does not exceed the TCA

OUTPUT VOLASOIL 2.0, 12-5-2006

Location description:

Location: Coupépolder

Project code: A0525.01.001

Remarks:

1: uitgassing Fosfinegas (klei deklaag 0,5 m; drukverschil 300 Pa)
 2: 6,9 kg Fosfinegas in aangenomen vak stortmateriaal 40 x 64 x 3; fractie
 luchtporiën 0,2)
 3: TCA: ingevuld is MAC-waarde
 End of remarks

Compound: Fosfine

Case: Measurement in soil air

Variables from INPUTS pages

INPUTS [Compound]

Molecular weight (M): 34 [g.mol⁻¹]

Vapour pressure (Vp)(283 K): 4050000 [Pa]

Solubility (S)(283 K): 7650 [mol.m⁻³]Tolerable Concentration in Air (TCA): 400 [ug.m⁻³]Concentration in soil air at depth dp (Csa): 4492000 [ug.m⁻³]

INPUTS [Soil]

Volume fraction air (Va): 0.2 [-]

Volume fraction water (Vw): 0.2 [-]

Volume fraction solids (Vs): 0.6 [-]

Air permeability of soil (kappa): 1E-16 [m²]

Height of capillary transition boundary above groundwater table (z): 0.5 [m]

Depth of groundwater table (dg): 3.5 [m]

Average depth of contaminant (dp): 0.9 [m]

INPUTS [Building]

Volume of indoor space (Vi): 150 [m³]Volume of crawl space (Vc): 25 [m³]

Depth of crawl space beneath the soil surface (dc): 0.4 [m]

Basic ventilation rate of crawl space (horizontal ventilation) (vr_{cb}): 20
[m³.h⁻¹]Ventilation rate of indoor space (vri): 150 [m³.h⁻¹]Surface area of floor (Af): 50 [m²]

Floor thickness (Lf): 0.1 [m]

Total area of openings in floor (Aof): 0.005 [m²]

Total number of openings in floor (N): 10 [-]

Air pressure diff. between indoor space and crawl space (delta_{pic}): 2 [Pa]Air pressure diff. between crawl space and soil (delta_{pcs}): 300 [Pa]

INPUTS [Constants, values cannot be changed]

Gas constant (R): 8.3114 [Pa.m³.mol⁻¹.K⁻¹]

Viscosity of air (eta): 6E-9 [Pa.h]

Temperature (T): 283 [K]

INPUTS [Additional, overrule calculated intermediate variables]

Air-exchange rate of indoor space (vvi): 0 [h⁻¹]Air-exchange rate of crawl space (vvc): 0 [h⁻¹]Number of openings per floor area (n): 0 [m⁻²]

Fraction of openings in floor (gap fraction) (fof): 0 [-]

Depth beneath crawl space for soil-air conc. in open capillary zone (do): 0 [m]
-----Variables from RESULTS page
-----Henry's constant (H): 529.41 [Pa.m³.mol⁻¹]Air-water partitioning constant or dimensionless Henry (K_{lw}): 0.23 [-]Concentration in soil air at depth of contaminant (Csa): 4.49 [g.m⁻³]Diffusion coefficient in free air (Da): 5.382E-02 [m².h⁻¹]Diffusion coefficient in soil air (Dsa): 1.574E-03 [m².h⁻¹]

Average depth of contaminant (dp): 0.90 [m]

Length of soil column (Ls): 0.50 [m]

CPNPH3

Air conductivity of soil (Ks): 1.667E-08 [m².Pa⁻¹.h⁻¹]
Air flux from soil to crawl space (Fsc): 1.000E-05 [m³.m⁻².h⁻¹]
Total contaminant flux from soil to crawl space (J1): 1.416E-02 [g.m².h⁻¹]
Air-exchange rate of crawl space (vvc): 14.06 [h⁻¹]
Concentration in crawl space air (Cca): 2.014E-03 [g.m⁻³]
Number of openings per floor area (n): 0.20 [m⁻²]
Fraction of openings in floor (gap fraction) (fof): 1.000E-04 [m².m⁻²]
Air flux from crawl space through the floor to indoor space (Fci): 6.63
[m³.m⁻².h⁻¹]
Convective contaminant flux from crawl space to indoor (Jcci): 1.336E-02
[g.m⁻².h⁻¹]
Air-exchange rate of indoor space (vvi): 3.21 [h⁻¹]
Indoor-air concentration (Cia): 1.387E-03 [g.m⁻³]
Tolerable Concentration in Air (TCA): 4.000E-04 [g.m⁻³]
Indoor-air concentration/Tolerable Concentration in Air (Cia/TCA): 3.47 [-]

Variables from CONCLUSIONS page

Case: Measurement in soil air
Compound: Fosfine
Concentration in soil air at depth of contaminant (Csa): 4492000.00 [ug.m⁻³]
Concentration in crawl space (Cca): 2014.02 [ug.m⁻³]
Concentration in indoor-air (Cia): 1386.70 [ug.m⁻³]
Tolerable Concentration in Air (TCA): 400.00 [ug.m⁻³]
Indoor-air concentration/Tolerable Concentration in Air: 3.47 [-]

The indoor-air concentration exceeds the TCA

OUTPUT VOLASOIL 2.0, 9-5-2006

Location description:

Location: Coué polder

Project code: A0525.01.001

Remarks:

1: uitgassing waterstofsulfidegas (klei deklaag 0,5 m; drukverschil 500 Pa)
 2: 11 kg waterstofsulfidegas is aangenomen vak stortmateriaal 40 x 64 x 3 m;
 fractie
 luchtporiën 0,2)
 3: TCA: ingevuld is MAC-waarde
 End of remarks

Compound: waterstofsulfidegas

Case: Measurement in soil air

Variables from INPUTS pages

INPUTS [Compound]

Molecular weight (M): 34.1 [g.mol⁻¹]
 Vapour pressure (vp)(283 K): 1740000 [Pa]
 Solubility (S)(283 K): 176 [mol.m⁻³]
 Tolerable Concentration in Air (TCA): 15000 [ug.m⁻³]
 Concentration in soil air at depth dp (Csa): 7160000 [ug.m⁻³]

INPUTS [Soil]

Volume fraction air (va): 0.2 [-]
 Volume fraction water (vw): 0.2 [-]
 Volume fraction solids (vs): 0.6 [-]
 Air permeability of soil (kappa): 1E-16 [m²]
 Height of capillary transition boundary above groundwater table (z): 0.5 [m]
 Depth of groundwater table (dg): 3.5 [m]
 Average depth of contaminant (dp): 0.9 [m]

INPUTS [Building]

Volume of indoor space (vi): 150 [m³]
 Volume of crawl space (vc): 25 [m³]
 Depth of crawl space beneath the soil surface (dc): 0.4 [m]
 Basic ventilation rate of crawl space (horizontal ventilation) (vrcb): 20 [m³.h⁻¹]
 Ventilation rate of indoor space (vri): 150 [m³.h⁻¹]
 Surface area of floor (Af): 50 [m²]
 Floor thickness (Lf): 0.1 [m]
 Total area of openings in floor (Aof): 0.005 [m²]
 Total number of openings in floor (N): 10 [-]
 Air pressure diff. between indoor space and crawl space (delta_pic): 2 [Pa]
 Air pressure diff. between crawl space and soil (delta_pcs): 500 [Pa]

INPUTS [Constants, values cannot be changed]

Gas constant (R): 8.3114 [Pa.m³.mol⁻¹.K⁻¹]
 Viscosity of air (eta): 6E-9 [Pa.h]
 Temperature (T): 283 [K]

INPUTS [Additional, overrule calculated intermediate variables]

Air-exchange rate of indoor space (vvi): 0 [h⁻¹]
 Air-exchange rate of crawl space (vvc): 0 [h⁻¹]
 Number of openings per floor area (n): 0 [m⁻²]
 Fraction of openings in floor (gap fraction) (fof): 0 [-]
 Depth beneath crawl space for soil-air conc. in open capillary zone (do): 0 [m]

Variables from RESULTS page

Henry's constant (H): 9886.36 [Pa.m³.mol⁻¹]
 Air-water partitioning constant or dimensionless Henry (Klw): 4.20 [-]
 Concentration in soil air at depth of contaminant (Csa): 7.16 [g.m⁻³]
 Diffusion coefficient in free air (Da): 5.374E-02 [m².h⁻¹]
 Diffusion coefficient in soil air (Dsa): 1.571E-03 [m².h⁻¹]
 Average depth of contaminant (dp): 0.90 [m]

CPNH2S

Length of soil column (Ls): 0.50 [m]
Air conductivity of soil (Ks): 1.667E-08 [m².Pa⁻¹.h⁻¹]
Air flux from soil to crawl space (Fsc): 1.667E-05 [m³.m⁻².h⁻¹]
Total contaminant flux from soil to crawl space (J1): 2.256E-02 [g.m².h⁻¹]
Air-exchange rate of crawl space (vvc): 14.06 [h⁻¹]
Concentration in crawl space air (Cca): 3.209E-03 [g.m⁻³]
Number of openings per floor area (n): 0.20 [m⁻²]
Fraction of openings in floor (gap fraction) (fof): 1.000E-04 [m².m⁻²]
Air flux from crawl space through the floor to indoor space (Fci): 6.63
[m³.m⁻².h⁻¹]
Convective contaminant flux from crawl space to indoor (Jcci): 2.128E-02
[g.m⁻².h⁻¹]
Air-exchange rate of indoor space (vvi): 3.21 [h⁻¹]
Indoor-air concentration (Cia): 2.209E-03 [g.m⁻³]
Tolerable Concentration in Air (TCA): 1.500E-02 [g.m⁻³]
Indoor-air concentration/Tolerable Concentration in Air (Cia/TCA): 0.15 [-]

Variables from CONCLUSIONS page

Case: Measurement in soil air
Compound: waterstofsulfidegas
Concentration in soil air at depth of contaminant (Csa): 7160000.00 [ug.m⁻³]
Concentration in crawl space (Cca): 3208.93 [ug.m⁻³]
Concentration in indoor-air (Cia): 2209.42 [ug.m⁻³]
Tolerable Concentration in Air (TCA): 15000.00 [ug.m⁻³]
Indoor-air concentration/Tolerable Concentration in Air: 0.15 [-]

The indoor-air concentration does not exceed the TCA

OUTPUT VOLASOIL 2.0, 12-5-2006

Location description:

Location: Coupépolder

Project code: A0525.01.001

Remarks:

1:uitgassing Chloordioxide gas (klei deklaag 0,5 m; drukverschil 1000 Pa)

2:45 kg Chloordioxide gas in aangenomen vak stortmateriaal 40 x 64 x 3; fractie
luchtporën
0,2)

3:TCA: ingevuld is MAC-waarde voor 15 minuten)

End of remarks

Compound: chloordioxide

Case: Measurement in soil air

Variables from INPUTS pages

INPUTS [Compound]Molecular weight (M): 67.5 [g.mol⁻¹]

Vapour pressure (Vp)(283 K): 135000 [Pa]

Solubility (S)(283 K): 133 [mol.m⁻³]Tolerable Concentration in Air (TCA): 300 [ug.m⁻³]Concentration in soil air at depth dp (Csa): 29300000 [ug.m⁻³]-----
INPUTS [Soil]

Volume fraction air (Va): 0.2 [-]

Volume fraction water (Vw): 0.2 [-]

Volume fraction solids (Vs): 0.6 [-]

Air permeability of soil (kappa): 1E-16 [m²]

Height of capillary transition boundary above groundwater table (z): 0.5 [m]

Depth of groundwater table (dg): 3.5 [m]

Average depth of contaminant (dp): 0.9 [m]

INPUTS [Building]Volume of indoor space (Vi): 150 [m³]Volume of crawl space (Vc): 25 [m³]

Depth of crawl space beneath the soil surface (dc): 0.4 [m]

Basic ventilation rate of crawl space (horizontal ventilation) (vr_{cb}): 20
[m³.h⁻¹]Ventilation rate of indoor space (vri): 150 [m³.h⁻¹]Surface area of floor (Af): 50 [m²]

Floor thickness (Lf): 0.1 [m]

Total area of openings in floor (Aof): 0.005 [m²]

Total number of openings in floor (N): 10 [-]

Air pressure diff. between indoor space and crawl space (delta_{pic}): 2 [Pa]Air pressure diff. between crawl space and soil (delta_{pcs}): 1000 [Pa]-----
INPUTS [Constants, values cannot be changed]Gas constant (R): 8.3114 [Pa.m³.mol⁻¹.K⁻¹]

Viscosity of air (eta): 6E-9 [Pa.h]

Temperature (T): 283 [K]

INPUTS [Additional, overrule calculated intermediate variables]Air-exchange rate of indoor space (vvi): 0 [h⁻¹]Air-exchange rate of crawl space (vvc): 0 [h⁻¹]Number of openings per floor area (n): 0 [m⁻²]

Fraction of openings in floor (gap fraction) (fof): 0 [-]

Depth beneath crawl space for soil-air conc. in open capillary zone (do): 0 [m]

Variables from RESULTS pageHenry's constant (H): 1015.04 [Pa.m³.mol⁻¹]Air-water partitioning constant or dimensionless Henry (K_{lw}): 0.43 [-]Concentration in soil air at depth of contaminant (Csa): 29.30 [g.m⁻³]Diffusion coefficient in free air (Da): 3.820E-02 [m².h⁻¹]Diffusion coefficient in soil air (Dsa): 1.117E-03 [m².h⁻¹]

Average depth of contaminant (dp): 0.90 [m]

CPNCLO2

Length of soil column (Ls): 0.50 [m]
Air conductivity of soil (Ks): 1.667E-08 [m².Pa⁻¹.h⁻¹]
Air flux from soil to crawl space (Fsc): 3.333E-05 [m³.m⁻².h⁻¹]
Total contaminant flux from soil to crawl space (J1): 6.594E-02 [g.m².h⁻¹]
Air-exchange rate of crawl space (vvc): 14.06 [h⁻¹]
Concentration in crawl space air (Cca): 9.378E-03 [g.m⁻³]
Number of openings per floor area (n): 0.20 [m⁻²]
Fraction of openings in floor (gap fraction) (fof): 1.000E-04 [m².m⁻²]
Air flux from crawl space through the floor to indoor space (Fci): 6.63
[m³.m⁻².h⁻¹]
Convective contaminant flux from crawl space to indoor (Jcci): 6.219E-02
[g.m⁻².h⁻¹]
Air-exchange rate of indoor space (vvi): 3.21 [h⁻¹]
Indoor-air concentration (Cia): 6.457E-03 [g.m⁻³]
Tolerable concentration in Air (TCA): 3.000E-04 [g.m⁻³]
Indoor-air concentration/Tolerable Concentration in Air (Cia/TCA): 21.52 [-]

Variables from CONCLUSIONS page

Case: Measurement in soil air
Compound: Chloordioxide
Concentration in soil air at depth of contaminant (Csa): 29300000.00 [ug.m⁻³]
Concentration in crawl space (Cca): 9378.34 [ug.m⁻³]
Concentration in indoor-air (Cia): 6457.18 [ug.m⁻³]
Tolerable Concentration in Air (TCA): 300.00 [ug.m⁻³]
Indoor-air concentration/Tolerable Concentration in Air: 21.52 [-]

The indoor-air concentration exceeds the TCA

OUTPUT VOLASOIL 2.0, 16-11-2003

Location description:

Location: Coupépolder

Project code: V0334-83-001

Remarks:

1:uitdamping broom (klei deklaag 0,5m met tijdelijke scheuren gesimuleerd met stortlaag 0,5m met eigenschappen grof zand; drukverschil 2 Pa)
 2:TCA broom: ingevuld is MAC-waarde
 End of remarks

Compound: broom

Case: Pure contaminant in open capillary zone

Variables from INPUTS pages

INPUTS [Compound]

Molecular weight (M): 158.8 [g.mol⁻¹]
 Vapour pressure (vp)(283 K): 22000 [Pa]
 Solubility (S)(283 K): 250 [mol.m⁻³]
 Tolerable Concentration in Air (TCA): 700 [ug.m⁻³]

INPUTS [Soil]

Volume fraction air (va): 0.2 [-]
 Volume fraction water (vw): 0.2 [-]
 Volume fraction solids (Vs): 0.6 [-]
 Air permeability of soil (kappa): 1E-10 [m²]
 Height of capillary transition boundary above groundwater table (z): 0.5 [m]
 Depth of groundwater table (dg): 3 [m]
 Average depth of contaminant (dp): 0.9 [m]

INPUTS [Building]

Volume of indoor space (vi): 150 [m³]
 Volume of crawl space (vc): 25 [m³]
 Depth of crawl space beneath the soil surface (dc): 0.4 [m]
 Basic ventilation rate of crawl space (horizontal ventilation) (vrcb): 20 [m³.h⁻¹]
 Ventilation rate of indoor space (vri): 150 [m³.h⁻¹]
 Surface area of floor (Af): 50 [m²]
 Floor thickness (Lf): 0.1 [m]
 Total area of openings in floor (Aof): 0.005 [m²]
 Total number of openings in floor (N): 10 [-]
 Air pressure diff. between indoor space and crawl space (delta_pic): 2 [Pa]
 Air pressure diff. between crawl space and soil (delta_pcs): 2 [Pa]

INPUTS [Constants, values cannot be changed]

Gas constant (R): 8.3114 [Pa.m³.mol⁻¹.K⁻¹]
 Viscosity of air (eta): 6E-9 [Pa.h]
 Temperature (T): 283 [K]

INPUTS [Additional, overrule calculated intermediate variables]

Air-exchange rate of indoor space (vvi): 0 [h⁻¹]
 Air-exchange rate of crawl space (vvc): 0 [h⁻¹]
 Number of openings per floor area (n): 0 [m⁻²]
 Fraction of openings in floor (gap fraction) (fof): 0 [-]
 Depth beneath crawl space for soil-air conc. in open capillary zone (do): 0 [m]

Variables from RESULTS page

Henry's constant (H): 88.00 [Pa.m³.mol⁻¹]
 Air-water partitioning constant or dimensionless Henry (Klw): 3.741E-02 [-]
 Concentration in soil air at depth of contaminant (Csa): 1485.29 [g.m⁻³]
 Diffusion coefficient in free air (Da): 2.490E-02 [m².h⁻¹]
 Diffusion coefficient in soil air (Dsa): 7.282E-04 [m².h⁻¹]
 Average depth of contaminant (dp): 0.90 [m]
 Length of soil column (Ls): 0.50 [m]
 Air conductivity of soil (Ks): 1.667E-02 [m².Pa⁻¹.h⁻¹]

COU-BR2S

Air flux from soil to crawl space (Fsc): 6.667E-02 [m3.m-2.h-1]
Total contaminant flux from soil to crawl space (J1): 99.02 [g.m2.h-1]
Air-exchange rate of crawl space (vvc): 14.06 [h-1]
Concentration in crawl space air (Cca): 14.08 [g.m-3]
Number of openings per floor area (n): 0.20 [m-2]
Fraction of openings in floor (gap fraction) (fof): 1.000E-04 [m2.m-2]
Air flux from crawl space through the floor to indoor space (Fci): 6.63
[m3.m-2.h-1]
Convective contaminant flux from crawl space to indoor (Jcci): 93.39 [g.m-2.h-1]
Air-exchange rate of indoor space (vvi): 3.21 [h-1]
Indoor-air concentration (Cia): 9.70 [g.m-3]
Tolerable Concentration in Air (TCA): 7.000E-04 [g.m-3]
Indoor-air concentration/Tolerable Concentration in Air (Cia/TCA): 13851.44 [-]

Variables from CONCLUSIONS page

Case: Pure contaminant in open capillary zone

Compound: broom

Concentration in soil air at depth of contaminant (Csa): 1485294454.01 [ug.m-3]
Concentration in crawl space (Cca): 14082379.36 [ug.m-3]
Concentration in indoor-air (Cia): 9696008.46 [ug.m-3]
Tolerable Concentration in Air (TCA): 700.00 [ug.m-3]
Indoor-air concentration/Tolerable Concentration in Air: 13851.44 [-]

The indoor-air concentration exceeds the TCA

OUTPUT VOLASOIL 2.0, 16-11-2003

Location description:

Location: Coupépolder

Project code: V0334-83-001

Remarks:

1:uitdamping waterstofcyanide (klei deklaag 0,5m met scheuren gesimuleerd met stortlaag

0,5m met eigenschappen grof zand; drukverschil 2 Pa)

2:TCA: voorstel RIVM 2001, na omrekening van CN naar HCN

End of remarks

Compound: broom

Case: Groundwater contamination (well-mixed container)

Variables from INPUTS pages

INPUTS [Compound]

Molecular weight (M): 27 [g.mol⁻¹]

Vapour pressure (vp)(283 K): 30000 [Pa]

Solubility (S)(283 K): 4000 [mol.m⁻³]Tolerable Concentration in Air (TCA): 26 [ug.m⁻³]

Concentration in groundwater (Csw): 27500000 [ug.l]

INPUTS [Soil]

Volume fraction air (va): 0.2 [-]

Volume fraction water (vw): 0.2 [-]

Volume fraction solids (vs): 0.6 [-]

Air permeability of soil (kappa): 1E-10 [m²]

Height of capillary transition boundary above groundwater table (z): 0.5 [m]

Depth of groundwater table (dg): 1.4 [m]

INPUTS [Building]Volume of indoor space (vi): 150 [m³]Volume of crawl space (vc): 25 [m³]

Depth of crawl space beneath the soil surface (dc): 0.4 [m]

Basic ventilation rate of crawl space (horizontal ventilation) (vrcb): 20 [m³.h⁻¹]Ventilation rate of indoor space (vri): 150 [m³.h⁻¹]Surface area of floor (Af): 50 [m²]

Floor thickness (Lf): 0.1 [m]

Total area of openings in floor (Aof): 0.005 [m²]

Total number of openings in floor (N): 10 [-]

Air pressure diff. between indoor space and crawl space (delta_pic): 2 [Pa]

Air pressure diff. between crawl space and soil (delta_pcs): 2 [Pa]

INPUTS [Constants, values cannot be changed]Gas constant (R): 8.3114 [Pa.m³.mol⁻¹.K⁻¹]

Viscosity of air (eta): 6E-9 [Pa.h]

Temperature (T): 283 [K]

INPUTS [Additional, overrule calculated intermediate variables]Air-exchange rate of indoor space (vvi): 0 [h⁻¹]Air-exchange rate of crawl space (vvc): 0 [h⁻¹]Number of openings per floor area (n): 0 [m⁻²]

Fraction of openings in floor (gap fraction) (fof): 0 [-]

Depth beneath crawl space for soil-air conc. in open capillary zone (do): 0 [m]

Variables from RESULTS pageHenry's constant (H): 7.50 [Pa.m³.mol⁻¹]

Air-water partitioning constant or dimensionless Henry (Klw): 3.189E-03 [-]

Concentration in soil air at depth of contaminant (Csa): 87.69 [g.m⁻³]Diffusion coefficient in free air (Da): 6.040E-02 [m².h⁻¹]Diffusion coefficient in soil air (Dsa): 1.766E-03 [m².h⁻¹]

Average depth of contaminant (dp): 0.90 [m]

Length of soil column (Ls): 0.50 [m]

Air conductivity of soil (Ks): 1.667E-02 [m².Pa⁻¹.h⁻¹]

COU-HCNS

Air flux from soil to crawl space (Fsc): 6.667E-02 [m3.m-2.h-1]
Total contaminant flux from soil to crawl space (J1): 5.85 [g.m2.h-1]
Air-exchange rate of crawl space (vvc): 14.06 [h-1]
Concentration in crawl space air (Cca): 0.83 [g.m-3]
Number of openings per floor area (n): 0.20 [m-2]
Fraction of openings in floor (gap fraction) (fof): 1.000E-04 [m2.m-2]
Air flux from crawl space through the floor to indoor space (Fci): 6.63
[m3.m-2.h-1]
Convective contaminant flux from crawl space to indoor (Jcci): 5.51 [g.m-2.h-1]
Air-exchange rate of indoor space (vvi): 3.21 [h-1]
Indoor-air concentration (Cia): 0.57 [g.m-3]
Tolerable Concentration in Air (TCA): 2.600E-05 [g.m-3]
Indoor-air concentration/Tolerable Concentration in Air (Cia/TCA): 22016.10 [-]

Variables from CONCLUSIONS page

Case: Groundwater contamination (well-mixed container)
Compound: broom
Concentration in soil air at depth of contaminant (Csa): 87686621.58 [ug.m-3]
Concentration in crawl space (Cca): 831374.73 [ug.m-3]
Concentration in indoor-air (Cia): 572418.64 [ug.m-3]
Tolerable Concentration in Air (TCA): 26.00 [ug.m-3]
Indoor-air concentration/Tolerable Concentration in Air: 22016.10 [-]

The indoor-air concentration exceeds the TCA

OUTPUT VOLASOIL 2.0, 17-5-2006

Location description:

Location: Coupépolder

Project code: A0525.01.001

Remarks:

1:uitgassing chloor (klei deklaag 0,5 met tijdelijke scheuren gesimuleerd met onderliggende stortlaag 1,0 m met eigenschappen grof zand; drukverschil 650 Pa)

2:TCA: ingevuld is MAC-waarde

End of remarks

Compound: chloor

Case: Measurement in soil air

Variables from INPUTS pages

INPUTS [Compound]

Molecular weight (M): 70.9 [g.mol⁻¹]

Vapour pressure (Vp)(283 K): 656000 [Pa]

Solubility (S)(283 K): 98.7 [mol.m⁻³]Tolerable Concentration in Air (TCA): 3000 [ug.m⁻³]Concentration in soil air at depth dp (Csa): 303000000 [ug.m⁻³]

INPUTS [Soil]

Volume fraction air (Va): 0.2 [-]

Volume fraction water (Vw): 0.2 [-]

Volume fraction solids (Vs): 0.6 [-]

Air permeability of soil (kappa): 1E-10 [m²]

Height of capillary transition boundary above groundwater table (z): 0.5 [m]

Depth of groundwater table (dg): 3.5 [m]

Average depth of contaminant (dp): 1.4 [m]

INPUTS [Building]

Volume of indoor space (Vi): 150 [m³]Volume of crawl space (Vc): 25 [m³]

Depth of crawl space beneath the soil surface (dc): 0.4 [m]

Basic ventilation rate of crawl space (horizontal ventilation) (vrcb): 20 [m³.h⁻¹]Ventilation rate of indoor space (vri): 150 [m³.h⁻¹]Surface area of floor (Af): 50 [m²]

Floor thickness (Lf): 0.1 [m]

Total area of openings in floor (Aof): 0.005 [m²]

Total number of openings in floor (N): 10 [-]

Air pressure diff. between indoor space and crawl space (delta_pic): 2 [Pa]

Air pressure diff. between crawl space and soil (delta_pcs): 650 [Pa]

INPUTS [Constants, values cannot be changed]

Gas constant (R): 8.3114 [Pa.m³.mol⁻¹.K⁻¹]

Viscosity of air (eta): 6E-9 [Pa.h]

Temperature (T): 283 [K]

INPUTS [Additional, overrule calculated intermediate variables]

Air-exchange rate of indoor space (vvi): 0 [h⁻¹]Air-exchange rate of crawl space (vvc): 0 [h⁻¹]Number of openings per floor area (n): 0 [m⁻²]

Fraction of openings in floor (gap fraction) (fof): 0 [-]

Depth beneath crawl space for soil-air conc. in open capillary zone (do): 0 [m]

Variables from RESULTS page

Henry's constant (H): 6646.40 [Pa.m³.mol⁻¹]

Air-water partitioning constant or dimensionless Henry (Klw): 2.83 [-]

Concentration in soil air at depth of contaminant (Csa): 303.00 [g.m⁻³]Diffusion coefficient in free air (Da): 3.727E-02 [m².h⁻¹]Diffusion coefficient in soil air (Dsa): 1.090E-03 [m².h⁻¹]

Average depth of contaminant (dp): 1.40 [m]

Length of soil column (Ls): 1.00 [m]

Air conductivity of soil (Ks): 1.667E-02 [m².Pa⁻¹.h⁻¹]

CPNCL2S

Air flux from soil to crawl space (Fsc): 10.83 [m3.m-2.h-1]
Total contaminant flux from soil to crawl space (J1): 3282.50 [g.m2.h-1]
Air-exchange rate of crawl space (vvc): 14.06 [h-1]
Concentration in crawl space air (Cca): 466.83 [g.m-3]
Number of openings per floor area (n): 0.20 [m-2]
Fraction of openings in floor (gap fraction) (fof): 1.000E-04 [m2.m-2]
Air flux from crawl space through the floor to indoor space (Fci): 6.63
[m3.m-2.h-1]
Convective contaminant flux from crawl space to indoor (Jcci): 3095.77
[g.m-2.h-1]
Air-exchange rate of indoor space (vvi): 3.21 [h-1]
Indoor-air concentration (Cia): 321.42 [g.m-3]
Tolerable Concentration in Air (TCA): 3.000E-03 [g.m-3]
Indoor-air concentration/Tolerable Concentration in Air (Cia/TCA): 107140.87 [-]

Variables from CONCLUSIONS page

Case: Measurement in soil air

Compound: Chloor

Concentration in soil air at depth of contaminant (Csa): 303000000.00 [ug.m-3]

Concentration in crawl space (Cca): 466830769.91 [ug.m-3]

Concentration in indoor-air (Cia): 321422607.80 [ug.m-3]

Tolerable Concentration in Air (TCA): 3000.00 [ug.m-3]

Indoor-air concentration/Tolerable Concentration in Air: 107140.87 [-]

The indoor-air concentration exceeds the TCA

OUTPUT VOLASOIL 2.0, 17-5-2006

Location description:

Location: Coupépolder

Project code: A0525.01.001

Remarks:

1: uitgassing stikstofdioxide (klei deklaag 0,5 m met tijdelijke scheuren gesimuleerd met

onderliggende stortlaag 1,0 m met eigenschappen grof zand; drukverschil 500 Pa)

2: TCA: ingevuld is MAC-waarde

End of remarks

Compound: Stikstofdioxide

Case: Measurement in soil air

Variables from INPUTS pages

INPUTS [Compound]

Molecular weight (M): 46 [g.mol⁻¹]

Vapour pressure (Vp)(283 K): 97500 [Pa]

Solubility (S)(283 K): 7000 [mol.m⁻³]Tolerable Concentration in Air (TCA): 4000 [ug.m⁻³]Concentration in soil air at depth dp (Csa): 152000000 [ug.m⁻³]

INPUTS [Soil]

Volume fraction air (Va): 0.2 [-]

Volume fraction water (Vw): 0.2 [-]

Volume fraction solids (Vs): 0.6 [-]

Air permeability of soil (kappa): 1E-10 [m²]

Height of capillary transition boundary above groundwater table (z): 0.5 [m]

Depth of groundwater table (dg): 3.5 [m]

Average depth of contaminant (dp): 1.4 [m]

INPUTS [Building]

Volume of indoor space (Vi): 150 [m³]Volume of crawl space (Vc): 25 [m³]

Depth of crawl space beneath the soil surface (dc): 0.4 [m]

Basic ventilation rate of crawl space (horizontal ventilation) (vr_{cb}): 20 [m³.h⁻¹]Ventilation rate of indoor space (vri): 150 [m³.h⁻¹]Surface area of floor (Af): 50 [m²]

Floor thickness (Lf): 0.1 [m]

Total area of openings in floor (Aof): 0.005 [m²]

Total number of openings in floor (N): 10 [-]

Air pressure diff. between indoor space and crawl space (delta_{pic}): 2 [Pa]Air pressure diff. between crawl space and soil (delta_{pcs}): 500 [Pa]

INPUTS [Constants, values cannot be changed]

Gas constant (R): 8.3114 [Pa.m³.mol⁻¹.K⁻¹]

Viscosity of air (eta): 6E-9 [Pa.h]

Temperature (T): 283 [K]

INPUTS [Additional, overrule calculated intermediate variables]

Air-exchange rate of indoor space (vvi): 0 [h⁻¹]Air-exchange rate of crawl space (vvc): 0 [h⁻¹]Number of openings per floor area (n): 0 [m⁻²]

Fraction of openings in floor (gap fraction) (fof): 0 [-]

Depth beneath crawl space for soil-air conc. in open capillary zone (do): 0 [m]
-----Variables from RESULTS page
-----Henry's constant (H): 13.93 [Pa.m³.mol⁻¹]Air-water partitioning constant or dimensionless Henry (K_{lw}): 5.922E-03 [-]Concentration in soil air at depth of contaminant (Csa): 152.00 [g.m⁻³]Diffusion coefficient in free air (Da): 4.627E-02 [m².h⁻¹]Diffusion coefficient in soil air (Dsa): 1.353E-03 [m².h⁻¹]

Average depth of contaminant (dp): 1.40 [m]

Length of soil column (Ls): 1.00 [m]

CPNNO2S

Air conductivity of soil (Ks): 1.667E-02 [m2.Pa-1.h-1]
Air flux from soil to crawl space (Fsc): 8.33 [m3.m-2.h-1]
Total contaminant flux from soil to crawl space (J1): 1266.67 [g.m2.h-1]
Air-exchange rate of crawl space (vvc): 14.06 [h-1]
Concentration in crawl space air (Cca): 180.14 [g.m-3]
Number of openings per floor area (n): 0.20 [m-2]
Fraction of openings in floor (gap fraction) (fof): 1.000E-04 [m2.m-2]
Air flux from crawl space through the floor to indoor space (Fci): 6.63
[m3.m-2.h-1]
Convective contaminant flux from crawl space to indoor (Jcci): 1194.61
[g.m-2.h-1]
Air-exchange rate of indoor space (vvi): 3.21 [h-1]
Indoor-air concentration (Cia): 124.03 [g.m-3]
Tolerable Concentration in Air (TCA): 4.000E-03 [g.m-3]
Indoor-air concentration/Tolerable Concentration in Air (Cia/TCA): 31008.02 [-]

Variables from CONCLUSIONS page

Case: Measurement in soil air
Compound: Stikstofdioxiide
Concentration in soil air at depth of contaminant (Csa): 152000000.00 [ug.m-3]
Concentration in crawl space (Cca): 180142871.35 [ug.m-3]
Concentration in indoor-air (Cia): 124032080.19 [ug.m-3]
Tolerable Concentration in Air (TCA): 4000.00 [ug.m-3]
Indoor-air concentration/Tolerable Concentration in Air: 31008.02 [-]

The indoor-air concentration exceeds the TCA

OUTPUT VOLASOIL 2.0, 17-5-2006

Location description:

Location: Coupépolder

Project code: A0525.01.001

Remarks:

1: uitgassing Fosfine (klei deklaag 0,5 m met tijdelijke scheuren gesimuleerd met

onderliggende stortlaag 1,0 m met eigenschappen grof zand; drukverschil 300 Pa)

2: TCA: ingevuld is MAC-waarde

End of remarks

Compound: Fosfine

Case: Measurement in soil air

Variables from INPUTS pages

INPUTS [Compound]

Molecular weight (M): 34 [g.mol⁻¹]

Vapour pressure (vp)(283 K): 4050000 [Pa]

Solubility (S)(283 K): 7650 [mol.m⁻³]Tolerable Concentration in Air (TCA): 400 [ug.m⁻³]Concentration in soil air at depth dp (Csa): 69700000 [ug.m⁻³]

INPUTS [Soil]

Volume fraction air (va): 0.2 [-]

Volume fraction water (vw): 0.2 [-]

Volume fraction solids (vs): 0.6 [-]

Air permeability of soil (kappa): 1E-10 [m²]

Height of capillary transition boundary above groundwater table (z): 0.5 [m]

Depth of groundwater table (dg): 3.5 [m]

Average depth of contaminant (dp): 1.4 [m]

INPUTS [Building]

Volume of indoor space (vi): 150 [m³]Volume of crawl space (vc): 25 [m³]

Depth of crawl space beneath the soil surface (dc): 0.4 [m]

Basic ventilation rate of crawl space (horizontal ventilation) (vrcb): 20 [m³.h⁻¹]Ventilation rate of indoor space (vri): 150 [m³.h⁻¹]Surface area of floor (Af): 50 [m²]

Floor thickness (Lf): 0.1 [m]

Total area of openings in floor (Aof): 0.005 [m²]

Total number of openings in floor (N): 10 [-]

Air pressure diff. between indoor space and crawl space (delta_pic): 2 [Pa]

Air pressure diff. between crawl space and soil (delta_pcs): 300 [Pa]

INPUTS [Constants, values cannot be changed]

Gas constant (R): 8.3114 [Pa.m³.mol⁻¹.K⁻¹]

Viscosity of air (eta): 6E-9 [Pa.h]

Temperature (T): 283 [K]

INPUTS [Additional, overrule calculated intermediate variables]

Air-exchange rate of indoor space (vvi): 0 [h⁻¹]Air-exchange rate of crawl space (vvc): 0 [h⁻¹]Number of openings per floor area (n): 0 [m⁻²]

Fraction of openings in floor (gap fraction) (fof): 0 [-]

Depth beneath crawl space for soil-air conc. in open capillary zone (do): 0 [m]
-----Variables from RESULTS page
-----Henry's constant (H): 529.41 [Pa.m³.mol⁻¹]

Air-water partitioning constant or dimensionless Henry (Klw): 0.23 [-]

Concentration in soil air at depth of contaminant (Csa): 69.70 [g.m⁻³]Diffusion coefficient in free air (Da): 5.382E-02 [m².h⁻¹]Diffusion coefficient in soil air (Dsa): 1.574E-03 [m².h⁻¹]

Average depth of contaminant (dp): 1.40 [m]

Length of soil column (Ls): 1.00 [m]

CPNPH3S

Air conductivity of soil (Ks): 1.667E-02 [m².Pa⁻¹.h⁻¹]
Air flux from soil to crawl space (Fsc): 5.00 [m³.m⁻².h⁻¹]
Total contaminant flux from soil to crawl space (J1): 348.50 [g.m².h⁻¹]
Air-exchange rate of crawl space (vvc): 14.06 [h⁻¹]
Concentration in crawl space air (Cca): 49.56 [g.m⁻³]
Number of openings per floor area (n): 0.20 [m⁻²]
Fraction of openings in floor (gap fraction) (fof): 1.000E-04 [m².m⁻²]
Air flux from crawl space through the floor to indoor space (Fci): 6.63
[m³.m⁻².h⁻¹]
Convective contaminant flux from crawl space to indoor (Jcci): 328.67
[g.m⁻².h⁻¹]
Air-exchange rate of indoor space (vvi): 3.21 [h⁻¹]
Indoor-air concentration (Cia): 34.13 [g.m⁻³]
Tolerable Concentration in Air (TCA): 4.000E-04 [g.m⁻³]
Indoor-air concentration/Tolerable Concentration in Air (Cia/TCA): 85312.86 [-]

Variables from CONCLUSIONS page

Case: Measurement in soil air

Compound: Fosfine

Concentration in soil air at depth of contaminant (Csa): 69700000.00 [ug.m⁻³]

Concentration in crawl space (Cca): 49562992.63 [ug.m⁻³]

Concentration in indoor-air (Cia): 34125142.06 [ug.m⁻³]

Tolerable Concentration in Air (TCA): 400.00 [ug.m⁻³]

Indoor-air concentration/Tolerable Concentration in Air: 85312.86 [-]

The indoor-air concentration exceeds the TCA

OUTPUT VOLASOIL 2.0, 17-5-2006

Location description:

Location: Coupépolder

Project code: A0525.01.001

Remarks:

1:uitgassing waterstofsulfidegas (klei deklaag 0,5 m met tijdelijke scheuren gesimuleerd
met onderliggende stortlaag 1,0 m met eigenschappen grof zand; drukverschil 500 Pa)

2:TCA: ingevuld is MAC-waarde

End of remarks

Compound: Waterstofsulfidegas

Case: Measurement in soil air

Variables from INPUTS pages

INPUTS [Compound]

Molecular weight (M): 34.1 [g.mol⁻¹]

Vapour pressure (vp)(283 K): 1740000 [Pa]

Solubility (S)(283 K): 176 [mol.m⁻³]Tolerable Concentration in Air (TCA): 15000 [ug.m⁻³]Concentration in soil air at depth dp (Csa): 111000000 [ug.m⁻³]

INPUTS [Soil]

Volume fraction air (Va): 0.2 [-]

Volume fraction water (Vw): 0.2 [-]

Volume fraction solids (Vs): 0.6 [-]

Air permeability of soil (kappa): 1E-10 [m²]

Height of capillary transition boundary above groundwater table (z): 0.5 [m]

Depth of groundwater table (dg): 3.5 [m]

Average depth of contaminant (dp): 1.4 [m]

INPUTS [Building]

Volume of indoor space (Vi): 150 [m³]Volume of crawl space (Vc): 25 [m³]

Depth of crawl space beneath the soil surface (dc): 0.4 [m]

Basic ventilation rate of crawl space (horizontal ventilation) (vrcb): 20 [m³.h⁻¹]Ventilation rate of indoor space (vri): 150 [m³.h⁻¹]Surface area of floor (Af): 50 [m²]

Floor thickness (Lf): 0.1 [m]

Total area of openings in floor (Aof): 0.005 [m²]

Total number of openings in floor (N): 10 [-]

Air pressure diff. between indoor space and crawl space (delta_pic): 2 [Pa]

Air pressure diff. between crawl space and soil (delta_pcs): 500 [Pa]

INPUTS [Constants, values cannot be changed]

Gas constant (R): 8.3114 [Pa.m³.mol⁻¹.K⁻¹]

Viscosity of air (eta): 6E-9 [Pa.h]

Temperature (T): 283 [K]

INPUTS [Additional, overrule calculated intermediate variables]

Air-exchange rate of indoor space (vvi): 0 [h⁻¹]Air-exchange rate of crawl space (vvc): 0 [h⁻¹]Number of openings per floor area (n): 0 [m⁻²]

Fraction of openings in floor (gap fraction) (fof): 0 [-]

Depth beneath crawl space for soil-air conc. in open capillary zone (do): 0 [m]
-----Variables from RESULTS page
-----Henry's constant (H): 9886.36 [Pa.m³.mol⁻¹]

Air-water partitioning constant or dimensionless Henry (K1w): 4.20 [-]

Concentration in soil air at depth of contaminant (Csa): 111.00 [g.m⁻³]Diffusion coefficient in free air (Da): 5.374E-02 [m².h⁻¹]Diffusion coefficient in soil air (Dsa): 1.571E-03 [m².h⁻¹]

Average depth of contaminant (dp): 1.40 [m]

CPNH2SS

Length of soil column (Ls): 1.00 [m]
Air conductivity of soil (Ks): 1.667E-02 [m².Pa⁻¹.h⁻¹]
Air flux from soil to crawl space (Fsc): 8.33 [m³.m⁻².h⁻¹]
Total contaminant flux from soil to crawl space (J1): 925.00 [g.m².h⁻¹]
Air-exchange rate of crawl space (vvc): 14.06 [h⁻¹]
Concentration in crawl space air (Cca): 131.55 [g.m⁻³]
Number of openings per floor area (n): 0.20 [m⁻²]
Fraction of openings in floor (gap fraction) (fof): 1.000E-04 [m².m⁻²]
Air flux from crawl space through the floor to indoor space (Fci): 6.63
[m³.m⁻².h⁻¹]
Convective contaminant flux from crawl space to indoor (Jcci): 872.38
[g.m⁻².h⁻¹]
Air-exchange rate of indoor space (vvi): 3.21 [h⁻¹]
Indoor-air concentration (Cia): 90.58 [g.m⁻³]
Tolerable Concentration in Air (TCA): 1.500E-02 [g.m⁻³]
Indoor-air concentration/Tolerable Concentration in Air (Cia/TCA): 6038.40 [-]

Variables from CONCLUSIONS page

Case: Measurement in soil air
Compound: waterstofsulfidegas
Concentration in soil air at depth of contaminant (Csa): 111000000.00 [ug.m⁻³]
Concentration in crawl space (Cca): 131551702.11 [ug.m⁻³]
Concentration in indoor-air (Cia): 90576058.56 [ug.m⁻³]
Tolerable Concentration in Air (TCA): 15000.00 [ug.m⁻³]
Indoor-air concentration/Tolerable Concentration in Air: 6038.40 [-]

The indoor-air concentration exceeds the TCA

OUTPUT VOLASOIL 2.0, 17-5-2006

Location description:

Location: Coupépolder

Project code: A0525.01.001

Remarks:

1: uitgassing Chloordioxide (klei deklaag 0,5 m met tijdelijke scheuren gesimuleerd met onderliggende stortlaag 1,0 m met eigenschappen grof zand; drukverschil 750 Pa)
 2: TCA: ingevuld is MAC-waarde
 End of remarks

Compound: Chloordioxide

Case: Measurement in soil air

Variables from INPUTS pages

INPUTS [Compound]

Molecular weight (M): 67.5 [g.mol⁻¹]

Vapour pressure (Vp)(283 K): 135000 [Pa]

Solubility (S)(283 K): 133 [mol.m⁻³]Tolerable Concentration in Air (TCA): 300 [ug.m⁻³]Concentration in soil air at depth dp (Csa): 455000000 [ug.m⁻³]

INPUTS [Soil]

Volume fraction air (va): 0.2 [-]

Volume fraction water (vw): 0.2 [-]

Volume fraction solids (vs): 0.6 [-]

Air permeability of soil (kappa): 1E-10 [m²]

Height of capillary transition boundary above groundwater table (z): 0.5 [m]

Depth of groundwater table (dg): 3.5 [m]

Average depth of contaminant (dp): 1.4 [m]

INPUTS [Building]

Volume of indoor space (vi): 150 [m³]Volume of crawl space (vc): 25 [m³]

Depth of crawl space beneath the soil surface (dc): 0.4 [m]

Basic ventilation rate of crawl space (horizontal ventilation) (vrcb): 20 [m³.h⁻¹]Ventilation rate of indoor space (vri): 150 [m³.h⁻¹]Surface area of floor (Af): 50 [m²]

Floor thickness (Lf): 0.1 [m]

Total area of openings in floor (Aof): 0.005 [m²]

Total number of openings in floor (N): 10 [-]

Air pressure diff. between indoor space and crawl space (delta_pic): 2 [Pa]

Air pressure diff. between crawl space and soil (delta_pcs): 750 [Pa]

INPUTS [Constants, values cannot be changed]

Gas constant (R): 8.3114 [Pa.m³.mol⁻¹.K⁻¹]

Viscosity of air (eta): 6E-9 [Pa.h]

Temperature (T): 283 [K]

INPUTS [Additional, overrule calculated intermediate variables]

Air-exchange rate of indoor space (vvi): 0 [h⁻¹]Air-exchange rate of crawl space (vvc): 0 [h⁻¹]Number of openings per floor area (n): 0 [m⁻²]

Fraction of openings in floor (gap fraction) (fof): 0 [-]

Depth beneath crawl space for soil-air conc. in open capillary zone (do): 0 [m]
-----Variables from RESULTS page
-----Henry's constant (H): 1015.04 [Pa.m³.mol⁻¹]

Air-water partitioning constant or dimensionless Henry (Klw): 0.43 [-]

Concentration in soil air at depth of contaminant (Csa): 455.00 [g.m⁻³]Diffusion coefficient in free air (Da): 3.820E-02 [m².h⁻¹]Diffusion coefficient in soil air (Dsa): 1.117E-03 [m².h⁻¹]

Average depth of contaminant (dp): 1.40 [m]

Length of soil column (Ls): 1.00 [m]

CPNCLO2S

Air conductivity of soil (Ks): 1.667E-02 [m2.Pa-1.h-1]
Air flux from soil to crawl space (Fsc): 12.50 [m3.m-2.h-1]
Total contaminant flux from soil to crawl space (J1): 5687.50 [g.m2.h-1]
Air-exchange rate of crawl space (vvc): 14.06 [h-1]
Concentration in crawl space air (Cca): 808.87 [g.m-3]
Number of openings per floor area (n): 0.20 [m-2]
Fraction of openings in floor (gap fraction) (fof): 1.000E-04 [m2.m-2]
Air flux from crawl space through the floor to indoor space (Fci): 6.63
[m3.m-2.h-1]
Convective contaminant flux from crawl space to indoor (Jcci): 5363.95
[g.m-2.h-1]
Air-exchange rate of indoor space (vvi): 3.21 [h-1]
Indoor-air concentration (Cia): 556.92 [g.m-3]
Tolerable Concentration in Air (TCA): 3.000E-04 [g.m-3]
Indoor-air concentration/Tolerable Concentration in Air (Cia/TCA): 1856401.20
[-]

Variables from CONCLUSIONS page

Case: Measurement in soil air
Compound: Chloordioxide
Concentration in soil air at depth of contaminant (Csa): 455000000.00 [ug.m-3]
Concentration in crawl space (Cca): 808865195.39 [ug.m-3]
Concentration in indoor-air (Cia): 556920360.06 [ug.m-3]
Tolerable Concentration in Air (TCA): 300.00 [ug.m-3]
Indoor-air concentration/Tolerable Concentration in Air: 1856401.20 [-]

The indoor-air concentration exceeds the TCA

Appendix 6 Schematische weergave van de zij- en bovenaanzichten van de met Safeti.nl berekende gaswolken

In deze appendix zijn de onderstaande gegevens opgenomen.

Schematische weergave van de gaswolken, berekend voor de standaardsituatie bij emissie van de volledig hoeveelheid materiaal (100 %) uit een verpakkingseenheid, voor achtereenvolgens:

- Broom
- Waterstofcyanide
- Chloorgas
- Stikstofdioxidegas
- Fosfinegas
- Waterstofsulfidegas
- Chloordioxidegas

Schematische weergave van de gaswolken, berekend voor de bijzondere situatie met tijdelijke scheuren bij emissie van de volledig hoeveelheid materiaal (100 %) uit een verpakkingseenheid, voor achtereenvolgens:

- Broom
- Waterstofcyanide
- Chloorgas
- Stikstofdioxidegas
- Fosfinegas
- Waterstofsulfidegas
- Chloordioxidegas

Schematische weergave van de gaswolken, berekend voor de standaardsituatie bij emissie van slechts 10 % van de maximaal in een verpakkingseenheid aanwezig materiaal, voor achtereenvolgens:

- Chloorgas
- Stikstofdioxidegas
- Fosfinegas
- Waterstofsulfidegas
- Chloordioxidegas

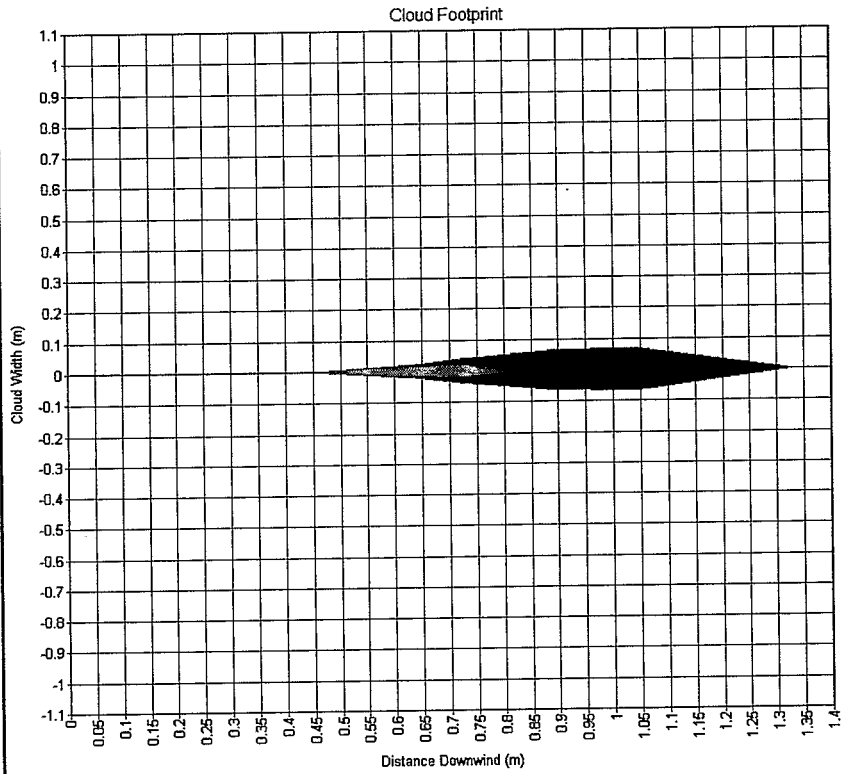
Schematische weergave van de gaswolken, berekend voor de bijzondere situatie met tijdelijke scheuren bij emissie van slechts 10 % van de maximaal in een verpakkingseenheid aanwezig materiaal, voor achtereenvolgens:

- Waterstofcyanide
- Chloorgas
- Stikstofdioxidegas
- Fosfinegas
- Waterstofsulfidegas
- Chloordioxidegas

**Normale situatie 100%
Broom, D5**

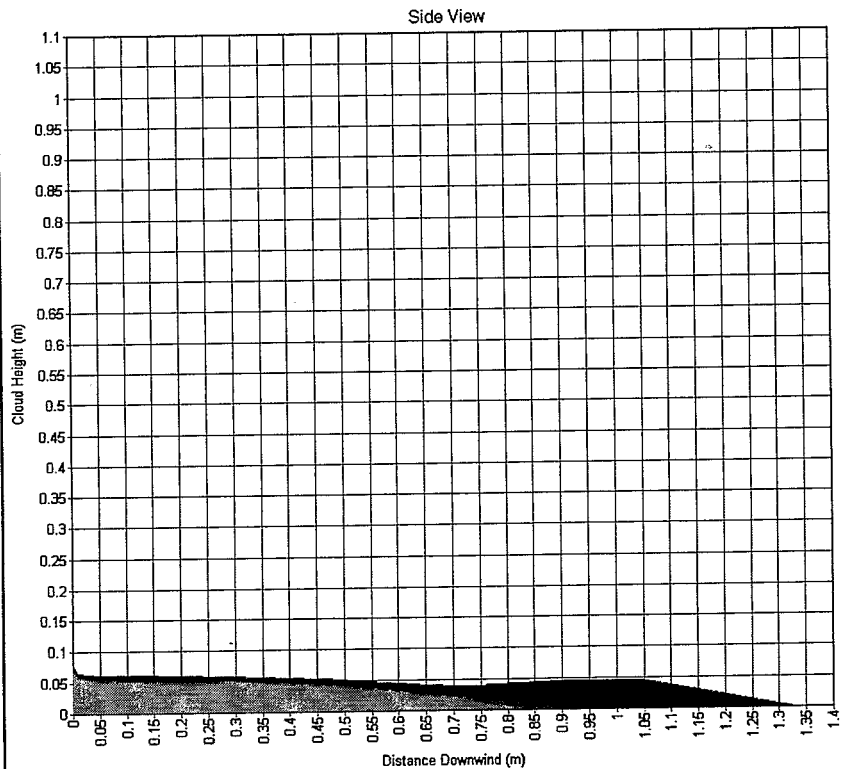
Study Folder: coupepolder2
Run Row: Individual etmaal
Audit No: 75763
Model: Broom
Weather: D 5 m/s
Material: BROMINE
Averaging Time: User(3600 s)
Height: 0 m
Concentration
Time: 0.43387002 s

0.0699429m2 @ 3.2ppm
0.0390758m2 @ 6.4ppm
0.014588m2 @ 16ppm
0.00612518m2 @ 32ppm



Study Folder: coupepolder2
Run Row: Individual etmaal
Audit No: 75763
Model: Broom
Weather: D 5 m/s
Material: BROMINE
Averaging Time: User(3600 s)
C/L Offset: 0 m
Concentration
Time: 0.43387002 s

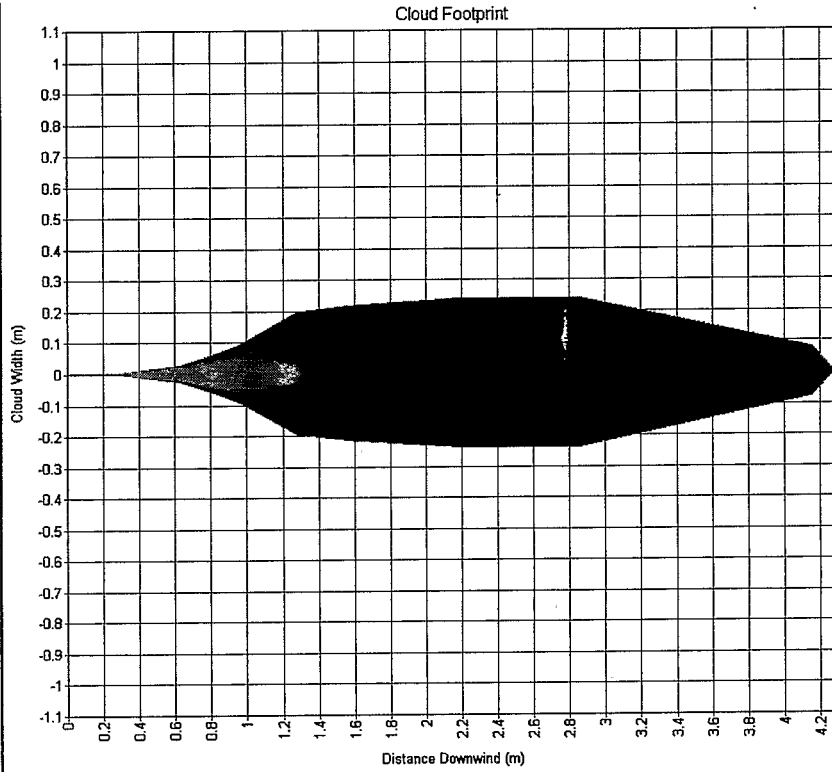
3.2 ppm
6.4000001 ppm
16 ppm
32 ppm



Normale situatie 100%
Broom, F1.5

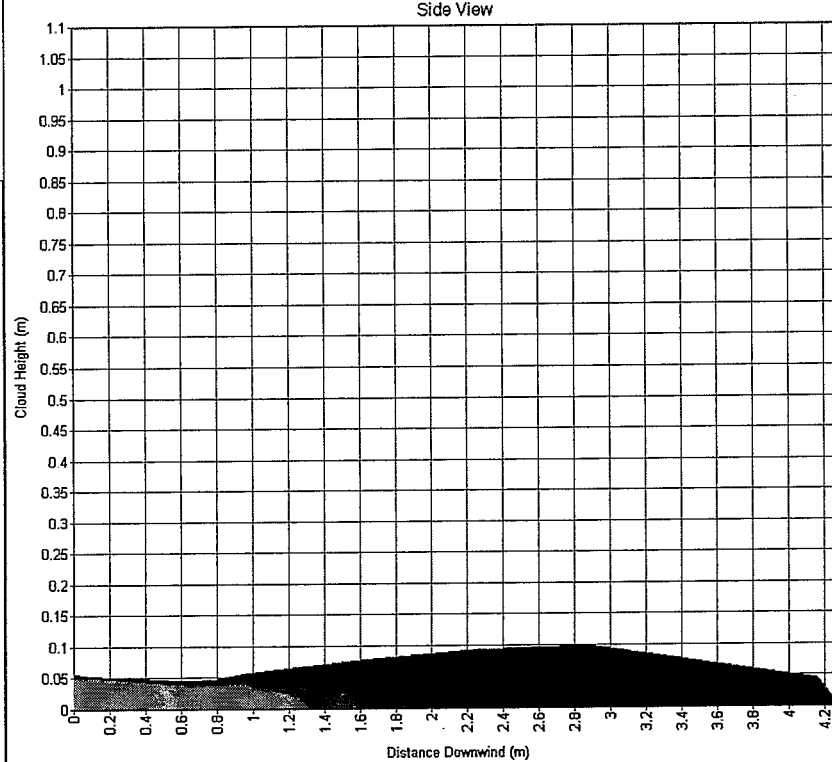
Study Folder: coupepolder2
 Run Row: Individual etmaal
 Audit No: 75763
 Model: Broom
 Weather: F 1.5 m/s
 Material: BROMINE
 Averaging Time: User(3600 s)
 Height: 0 m
 Concentration
 Time: 9.4912319 s

1.29122m2 @ 3.2ppm
 0.613285m2 @ 6.4ppm
 0.192153m2 @ 16ppm
 0.0627098m2 @ 32ppm



Study Folder: coupepolder2
 Run Row: Individual etmaal
 Audit No: 75763
 Model: Broom
 Weather: F 1.5 m/s
 Material: BROMINE
 Averaging Time: User(3600 s)
 C/L Offset: 0 m
 Concentration
 Time: 9.4912319 s

3.2 ppm
 6.4000001 ppm
 16 ppm
 32 ppm

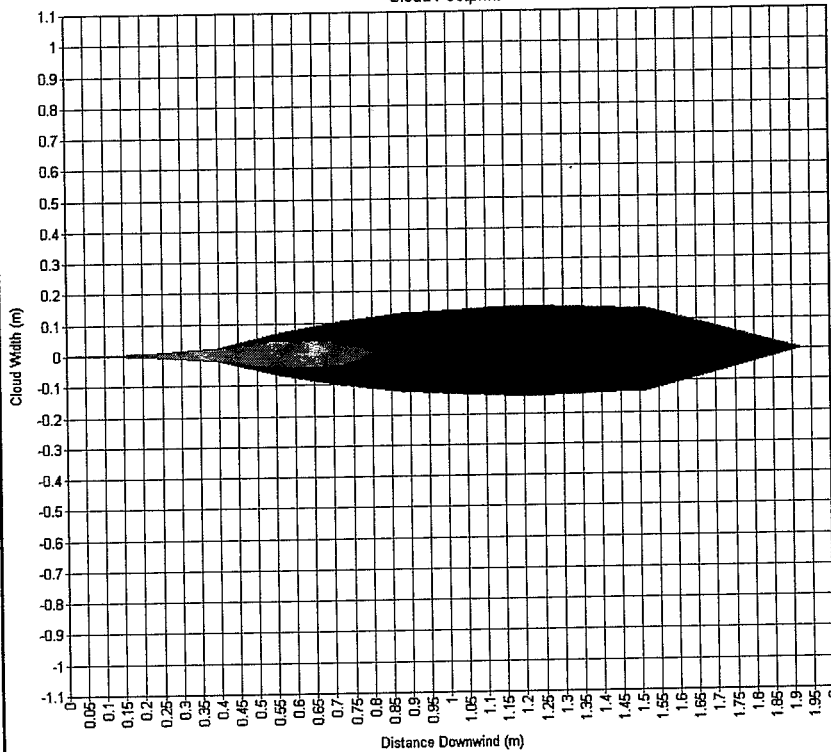


**Normale situatie 100%
Waterstofcyanide, D5**

Study Folder: coupepolder2
Run Row: Individual etmaal
Audit No: 75763
Model: Waterstofcyanide
Weather: D 5 m/s
Material: HYDROGEN
CYANIDE
Averaging Time: User(3600 s)
Height: 0 m
Concentration
Time: 0.62518126 s

0.320074m2 @ 6.6ppm
0.156654m2 @ 13.2ppm
0.0651252m2 @ 33ppm
0.0317539m2 @ 66ppm

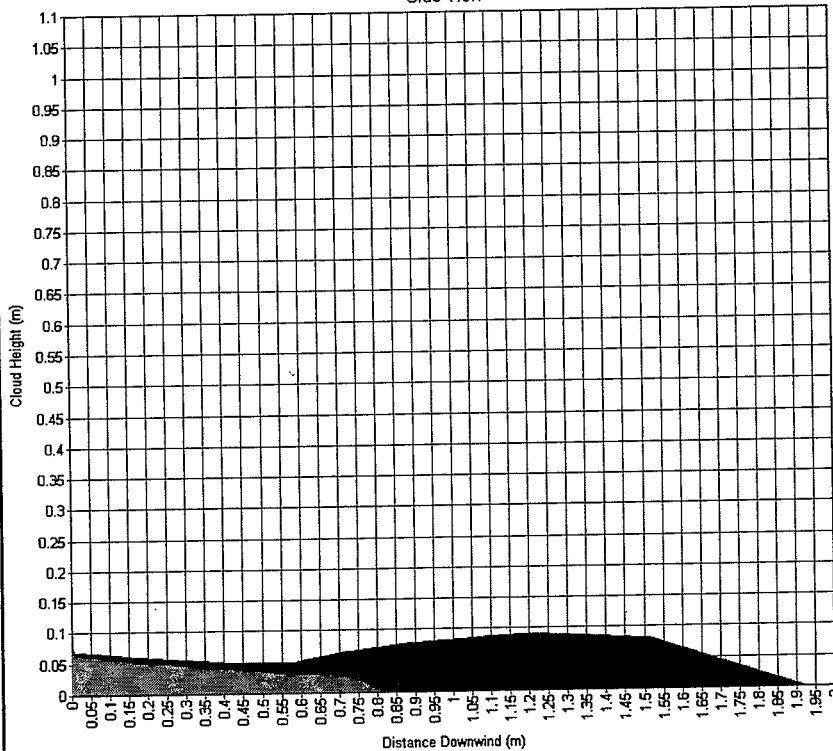
Cloud Footprint



Study Folder: coupepolder2
Run Row: Individual etmaal
Audit No: 75763
Model: Waterstofcyanide
Weather: D 5 m/s
Material: HYDROGEN
CYANIDE
Averaging Time: User(3600 s)
C/L Offset: 0 m
Concentration
Time: 0.62518126 s

6.5999998 ppm
13.2 ppm
33 ppm
66.000001 ppm

Side View

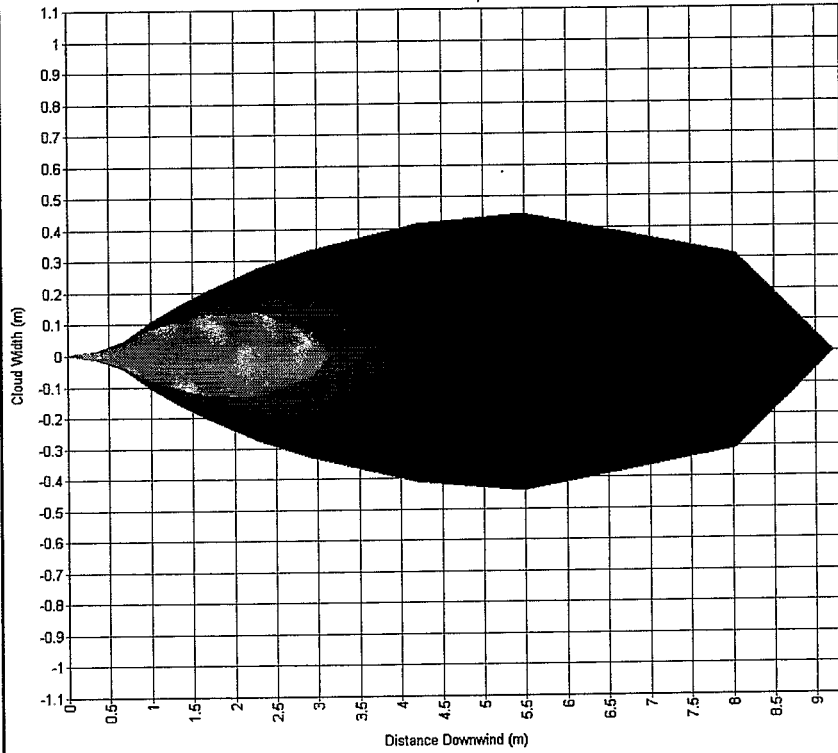


Normale situatie 100%
Waterstofcyanide, F1.5

Study Folder: coupepolder2
 Run Row: Individual etmaal
 Audit No: 75763
 Model: Waterstofcyanide
 Weather: F 1,5 m/s
 Material: HYDROGEN
 CYANIDE
 Averaging Time: User(3600 s)
 Height: 0 m
 Concentration
 Time: 20.36656 s

5.34544m2 @ 6.6ppm
 2.66651m2 @ 13.2ppm
 0.927515m2 @ 33ppm
 0.507406m2 @ 66ppm

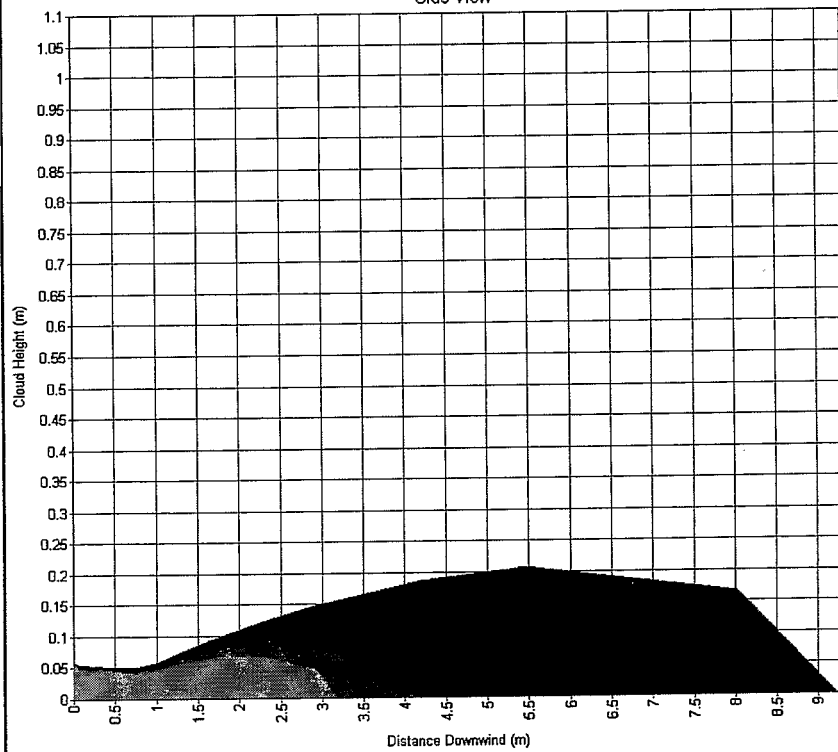
Cloud Footprint



Study Folder: coupepolder2
 Run Row: Individual etmaal
 Audit No: 75763
 Model: Waterstofcyanide
 Weather: F 1,5 m/s
 Material: HYDROGEN
 CYANIDE
 Averaging Time: User(3600 s)
 C/L Offset: 0 m
 Concentration
 Time: 20.36656 s

6.5999998 ppm
 13.2 ppm
 33 ppm
 66.000001 ppm

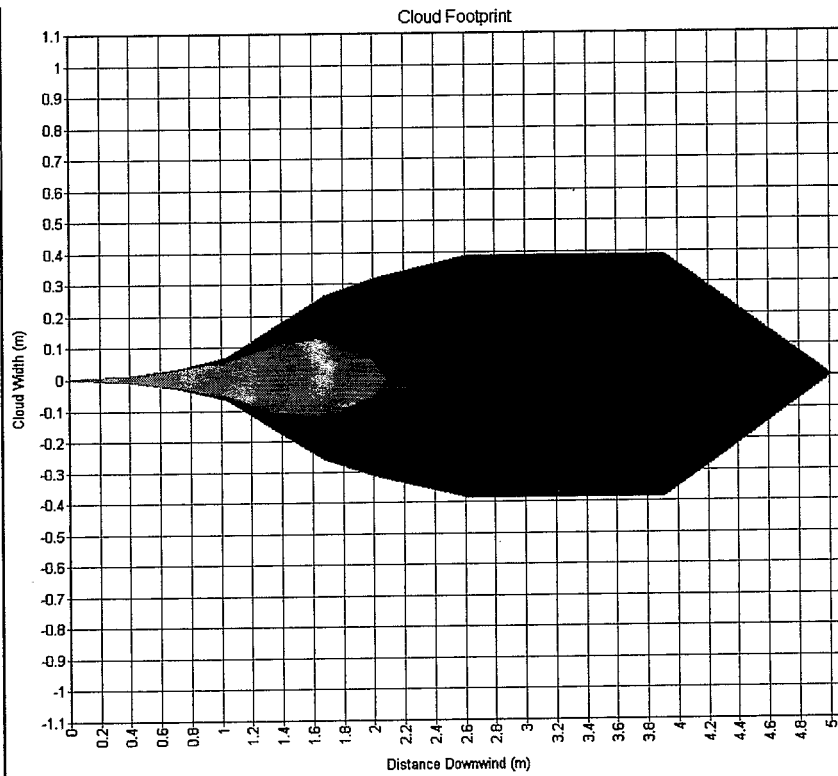
Side View



Normale situatie 100%
Chloor, D5

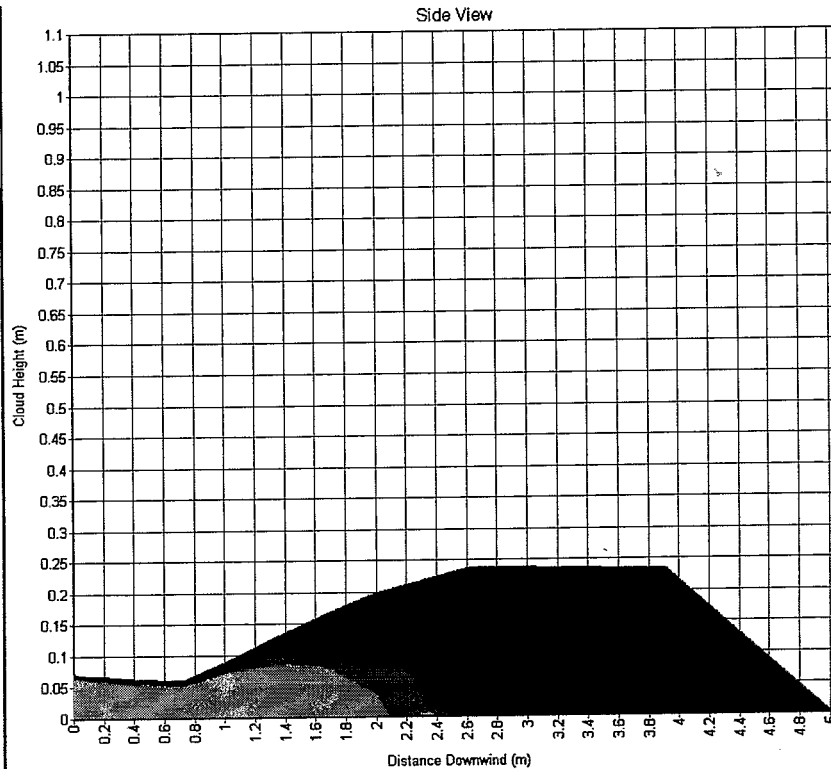
Study Folder: coupepolder2
 Run Row: Individual etmaal
 Audit No: 75763
 Model: Chloor
 Weather: D 5 m/s
 Material: CHLORINE
 Averaging Time: User(3600 s)
 Height: 0 m
 Concentration
 Time: 1.6317394 s

2.33256m2 @ 7.1ppm
 1.10057m2 @ 14.2ppm
 0.430122m2 @ 35.5ppm
 0.231311m2 @ 71ppm



Study Folder: coupepolder2
 Run Row: Individual etmaal
 Audit No: 75763
 Model: Chloor
 Weather: D 5 m/s
 Material: CHLORINE
 Averaging Time: User(3600 s)
 C/L Offset: 0 m
 Concentration
 Time: 1.6317394 s

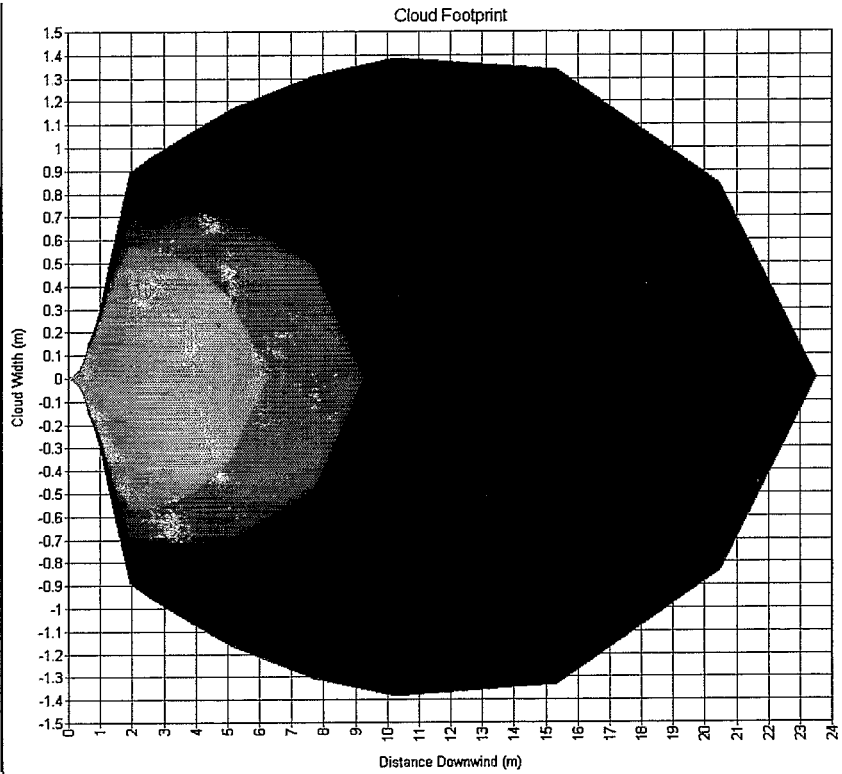
7.0999999 ppm
 14.2 ppm
 35.500001 ppm
 71.000002 ppm



**Normale situatie 100%
Chloor, F1.5**

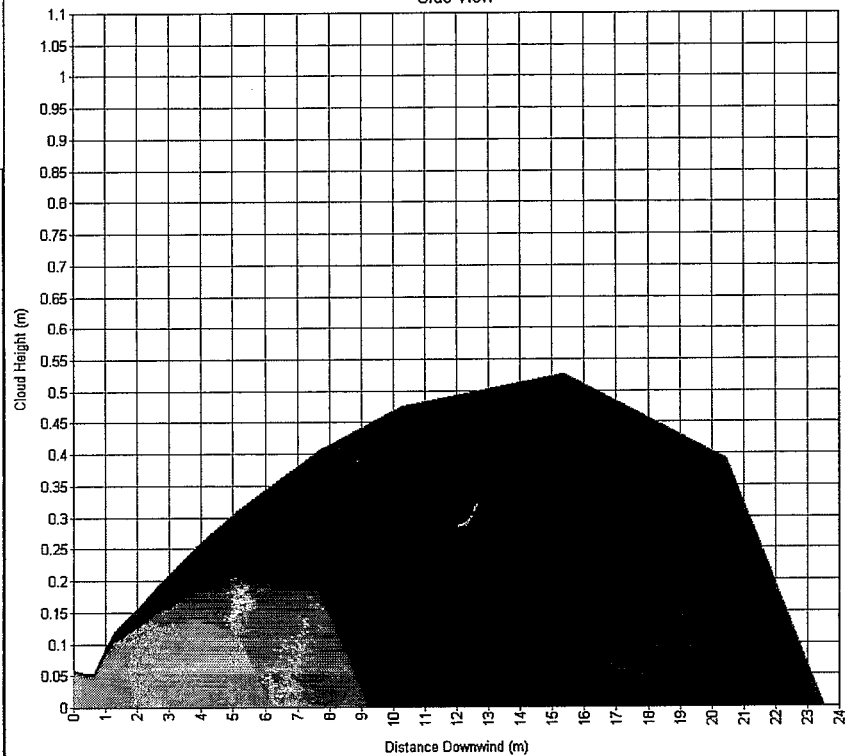
Study Folder: coupepolder2
Run Row: Individual etmaal
Audit No: 75763
Model: Chloor
Weather: F 1.5 m/s
Material: CHLORINE
Averaging Time: User(3600 s)
Height: 0 m
Concentration
Time: 52.04837 s

48.8606m2 @ 7.1ppm
22.477m2 @ 14.2ppm
9.49022m2 @ 35.5ppm
4.51766m2 @ 71ppm



Study Folder: coupepolder2
Run Row: Individual etmaal
Audit No: 75763
Model: Chloor
Weather: F 1.5 m/s
Material: CHLORINE
Averaging Time: User(3600 s)
C/L Offset: 0 m
Concentration
Time: 52.04837 s

7.0999999 ppm
14.2 ppm
35.500001 ppm
71.000002 ppm

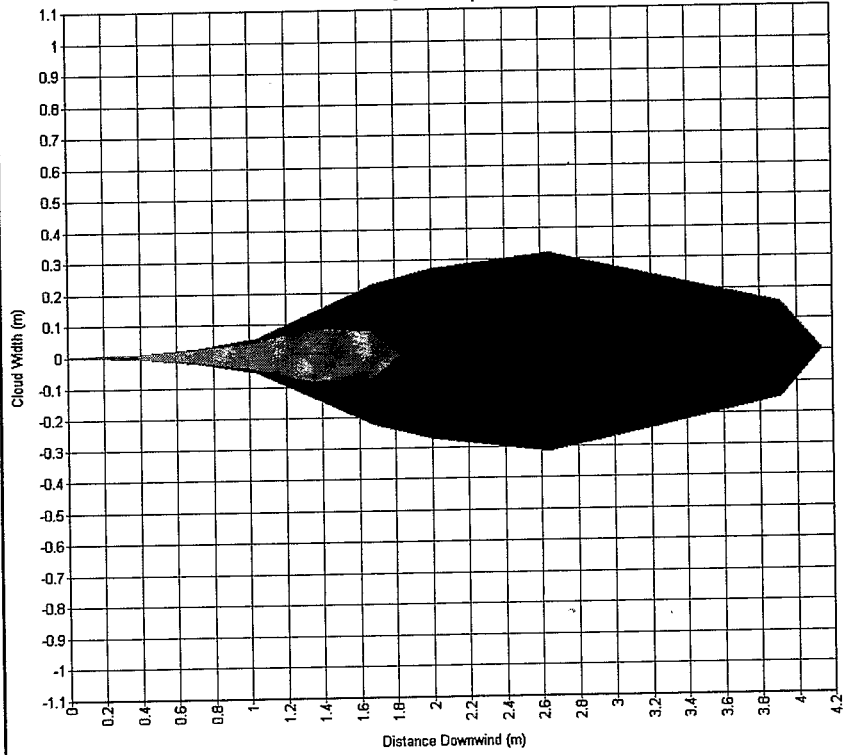


**Normale situatie 100%
Stikstofdioxide, D5**

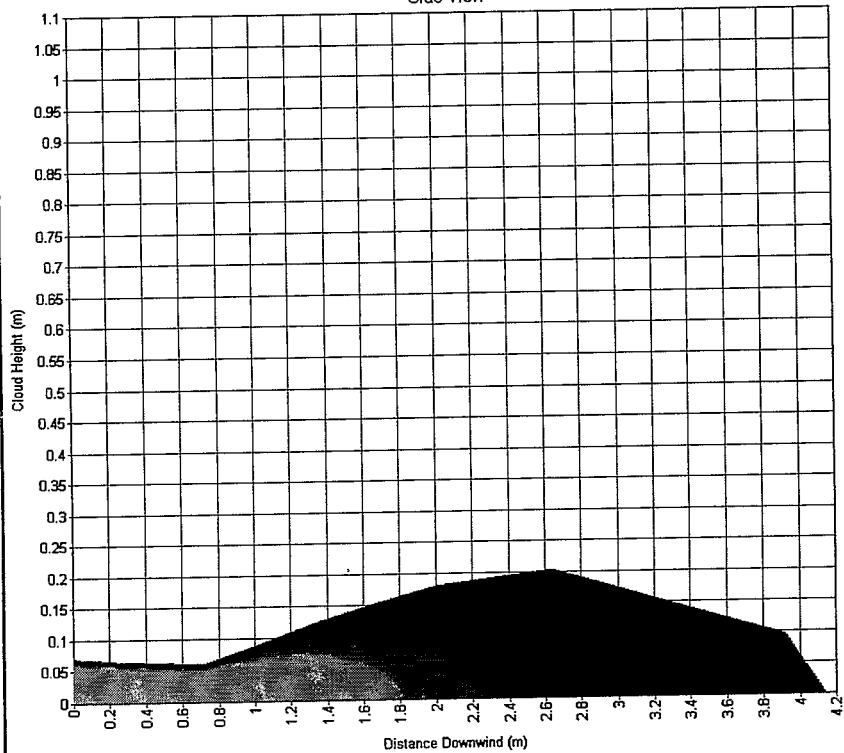
Study Folder: coupepolder2
Run Row: Individual etmaal
Audit No: 75763
Model: Stikstofdioxide
Weather: D 5 m/s
Material: NITROGEN
DIOXIDE
Averaging Time: User(3600 s)
Height: 0 m
Concentration
Time: 1.3437395 s

1.39566m2 @ 11ppm
0.733064m2 @ 22ppm
0.279354m2 @ 55ppm
0.133152m2 @ 110ppm

Cloud Footprint



Side View



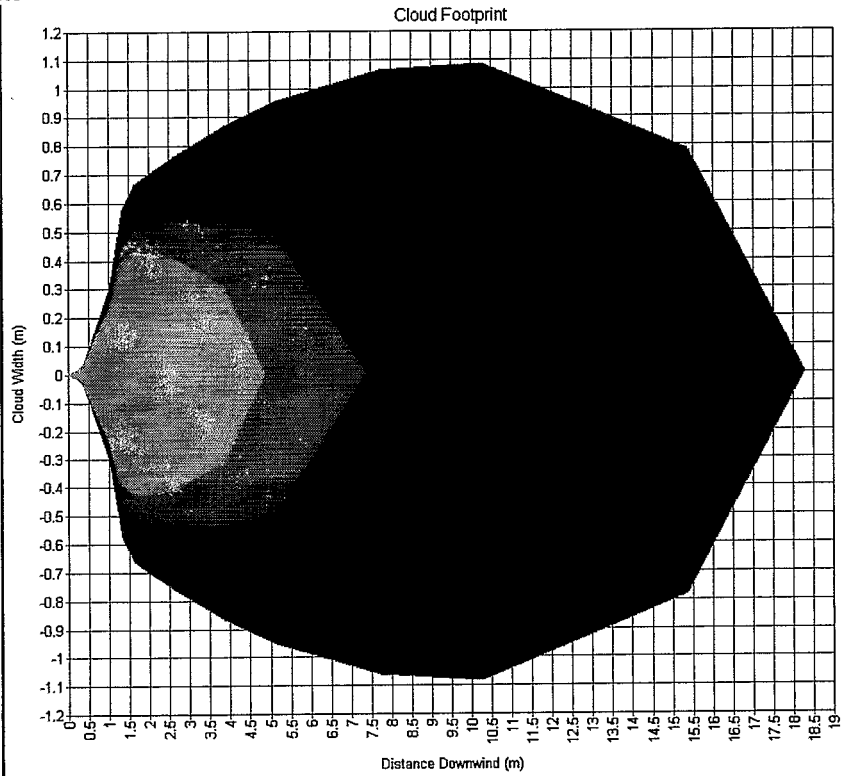
Study Folder: coupepolder2
Run Row: Individual etmaal
Audit No: 75763
Model: Stikstofdioxide
Weather: D 5 m/s
Material: NITROGEN
DIOXIDE
Averaging Time: User(3600 s)
C/L Offset: 0 m
Concentration
Time: 1.3437395 s

11 ppm
22 ppm
55 ppm
110 ppm

**Normale situatie 100%
Stikstofdioxide, F1.5**

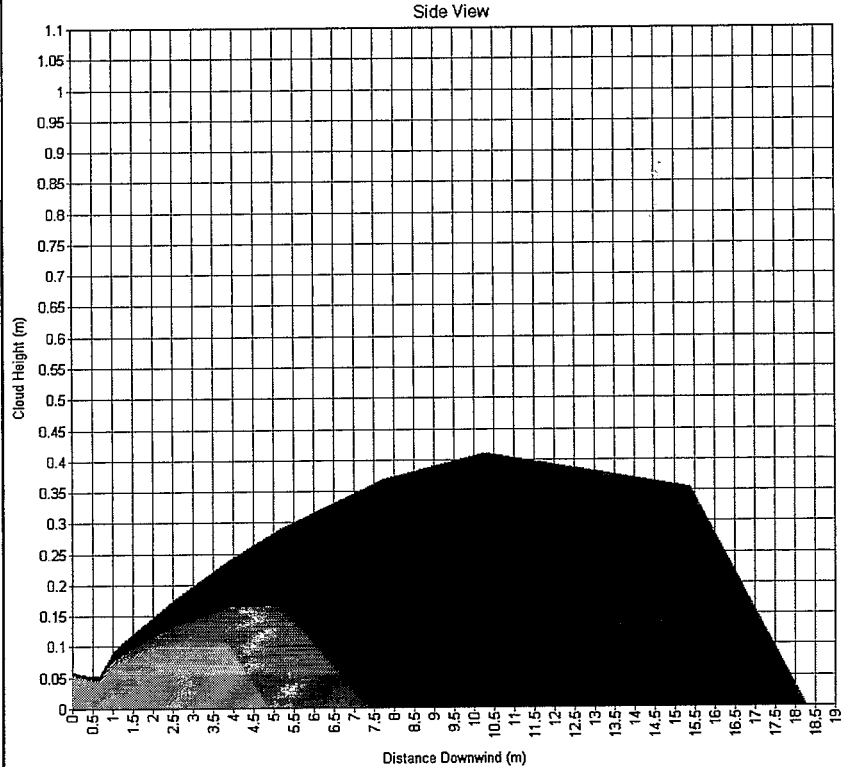
Study Folder: coupepolder2
Run Row: Individual etmaal
Audit No: 75763
Model: Stikstofdioxide
Weather: F 1,5 m/s
Material: NITROGEN
DIOXIDE
Averaging Time: User(3600 s)
Height: 0 m
Concentration
Time: 40.42812 s

■ 29.1998m2 @ 11ppm
■ 14.9425m2 @ 22ppm
■ 5.55232m2 @ 55ppm
■ 2.67864m2 @ 110ppm



Study Folder: coupepolder2
Run Row: Individual etmaal
Audit No: 75763
Model: Stikstofdioxide
Weather: F 1,5 m/s
Material: NITROGEN
DIOXIDE
Averaging Time: User(3600 s)
C/L Offset: 0 m
Concentration
Time: 40.42812 s

■ 11 ppm
■ 22 ppm
■ 55 ppm
■ 110 ppm

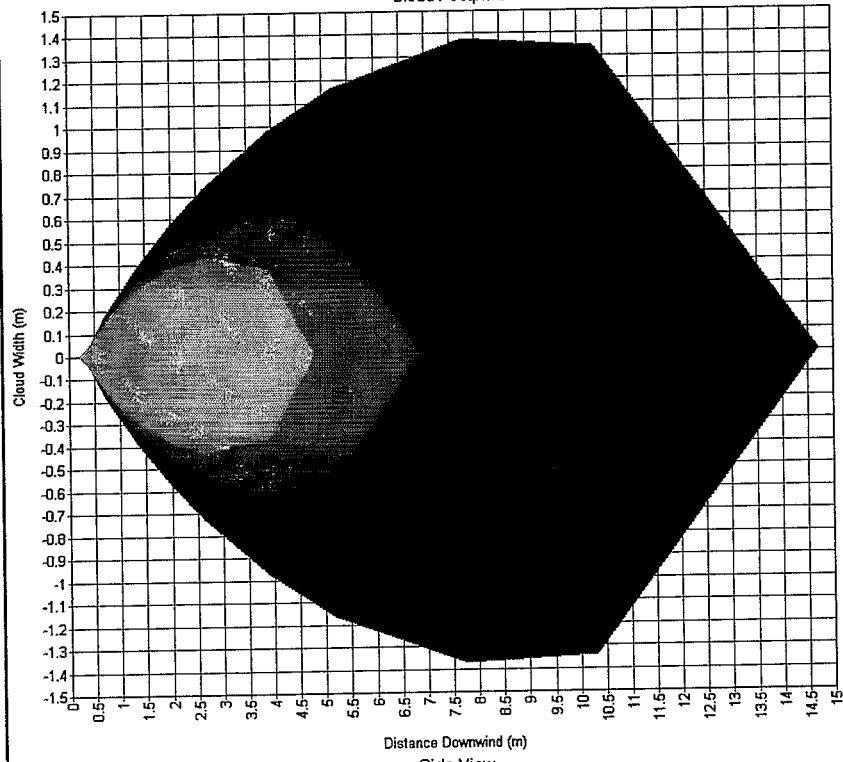


Normale situatie 100%
Fosfine, D5

Study Folder: coupepolder2
 Run Row: Individual etmaal
 Audit No: 75763
 Model: fosfine
 Weather: D 5 m/s
 Material: PHOSPHINE
 Averaging Time: User(3600 s)
 Height: 0 m
 Concentration
 Time: 4.730691 s

26.2119m2 @ 0.45ppm
 12.9918m2 @ 0.9ppm
 5.45435m2 @ 2.25ppm
 2.67013m2 @ 4.5ppm

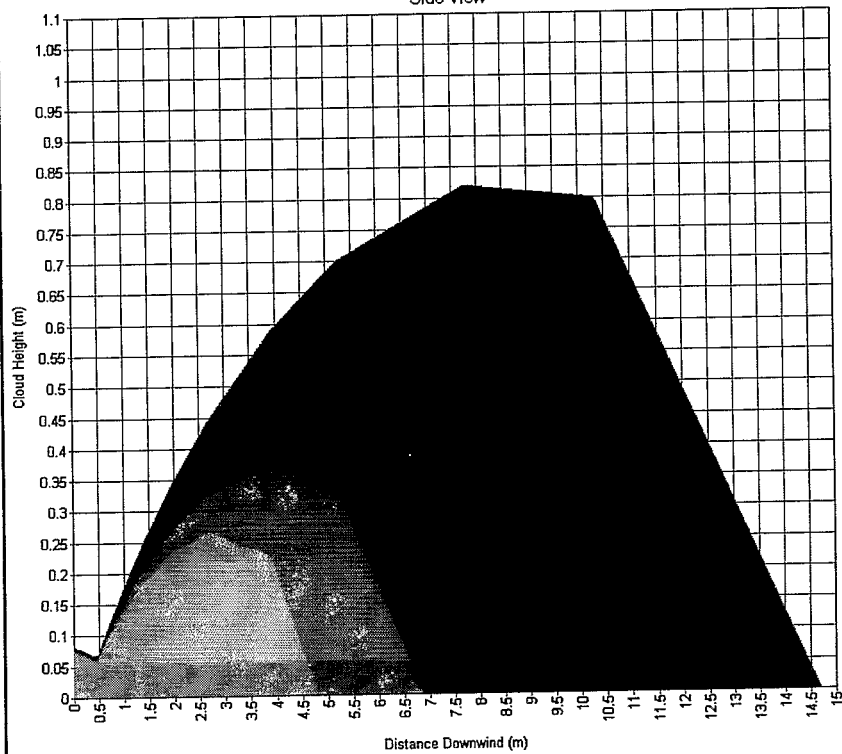
Cloud Footprint



Study Folder: coupepolder2
 Run Row: Individual etmaal
 Audit No: 75763
 Model: fosfine
 Weather: D 5 m/s
 Material: PHOSPHINE
 Averaging Time: User(3600 s)
 C/L Offset: 0 m
 Concentration
 Time: 4.730691 s

0.44999999 ppm
 0.89999997 ppm
 2.2499999 ppm
 4.4999997 ppm

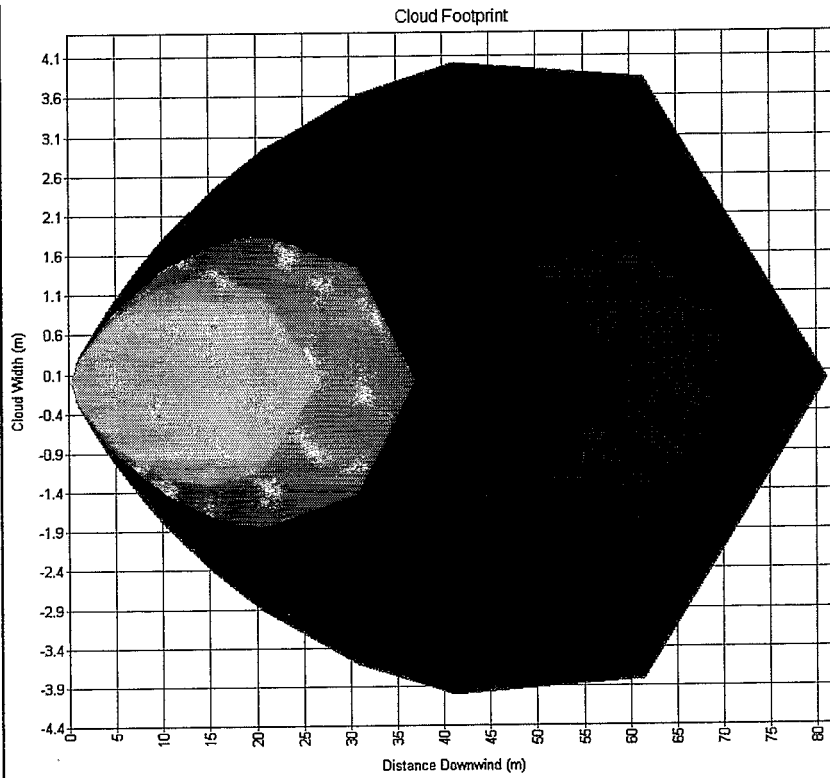
Side View



**Normale situatie 100%
Fosfine, F1.5**

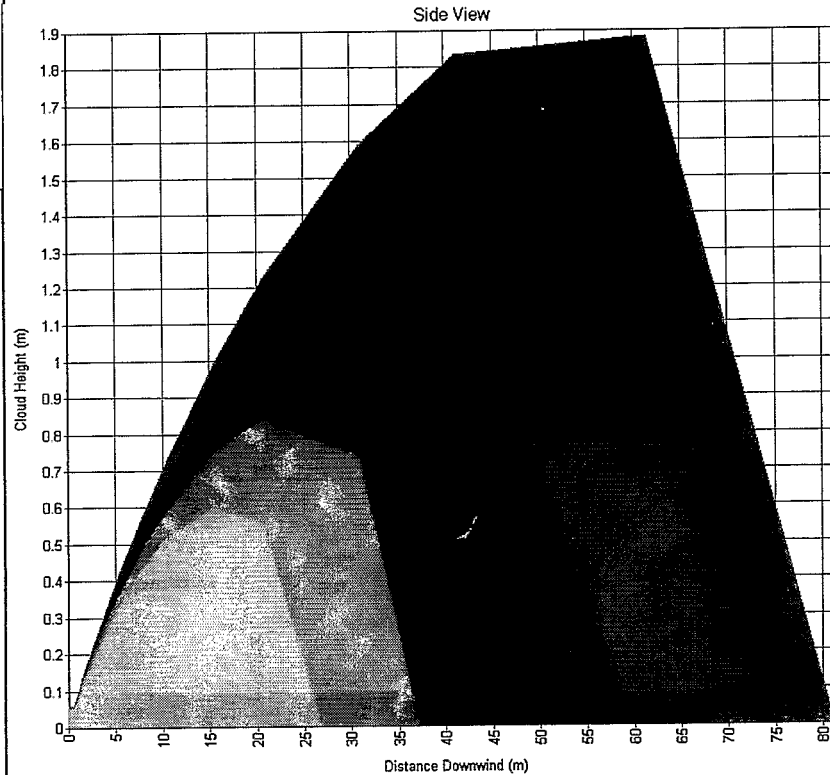
Study Folder: coupepolder2
Run Row: Individual etmaal
Audit No: 75763
Model: fosfine
Weather: F 1,5 m/s
Material: PHOSPHINE
Averaging Time: User(3600 s)
Height: 0 m
Concentration
Time: 176.22348 s

- 452.495m² @ 0.45ppm
- 228.774m² @ 0.9ppm
- 95.4668m² @ 2.25ppm
- 48.3149m² @ 4.5ppm



Study Folder: coupepolder2
Run Row: Individual etmaal
Audit No: 75763
Model: fosfine
Weather: F 1,5 m/s
Material: PHOSPHINE
Averaging Time: User(3600 s)
C/L Offset: 0 m
Concentration
Time: 176.22348 s

- 0.44999999 ppm
- 0.89999997 ppm
- 2.2499999 ppm
- 4.4999997 ppm

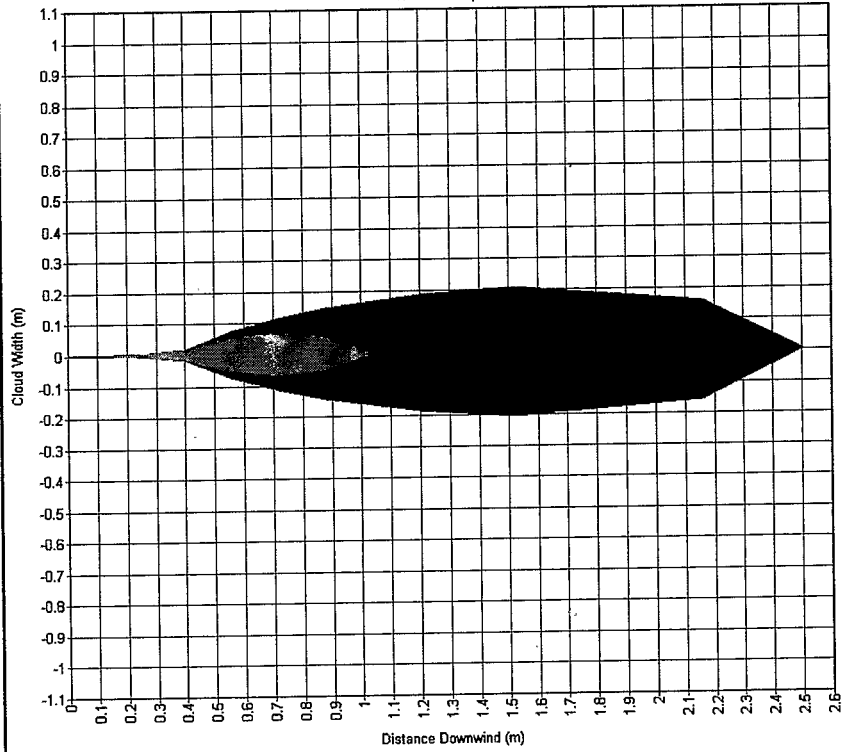


**Normale situatie 100%
Waterstofsulfide, D5**

Study Folder: coupepolder2
Run Row: Individual etmaal
Audit No: 75763
Model: Waterstofsulfide
Weather: D 5 m/s
Material: HYDROGEN
SULFIDE
Averaging Time: User(3600 s)
Height: 0 m
Concentration
Time: 0.81821942 s

0.619377m2 @ 31ppm
0.311502m2 @ 62ppm
0.120331m2 @ 155ppm
0.0614545m2 @ 310ppm

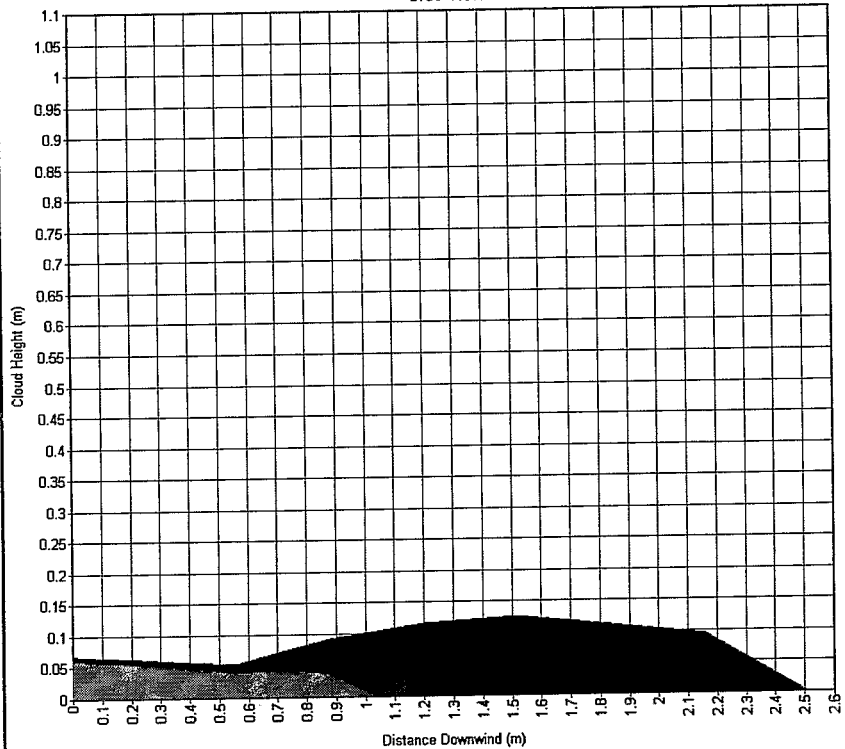
Cloud Footprint



Study Folder: coupepolder2
Run Row: Individual etmaal
Audit No: 75763
Model: Waterstofsulfide
Weather: D 5 m/s
Material: HYDROGEN
SULFIDE
Averaging Time: User(3600 s)
C/L Offset: 0 m
Concentration
Time: 0.81821942 s

31 ppm
61.99999 ppm
155 ppm
310 ppm

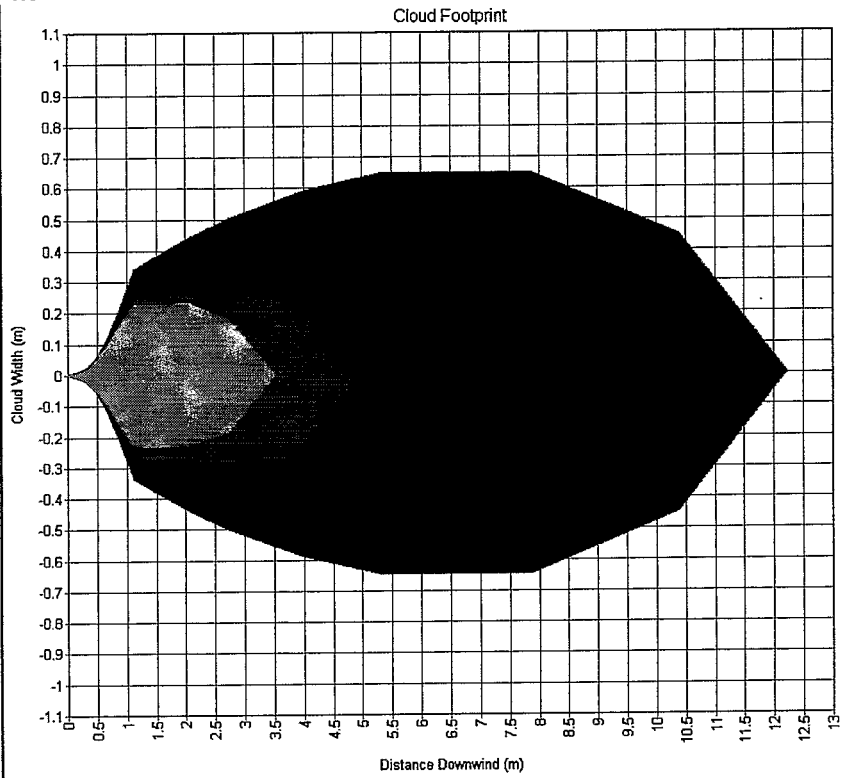
Side View



**Normale situatie 100%
Waterstofsulfide, F1.5**

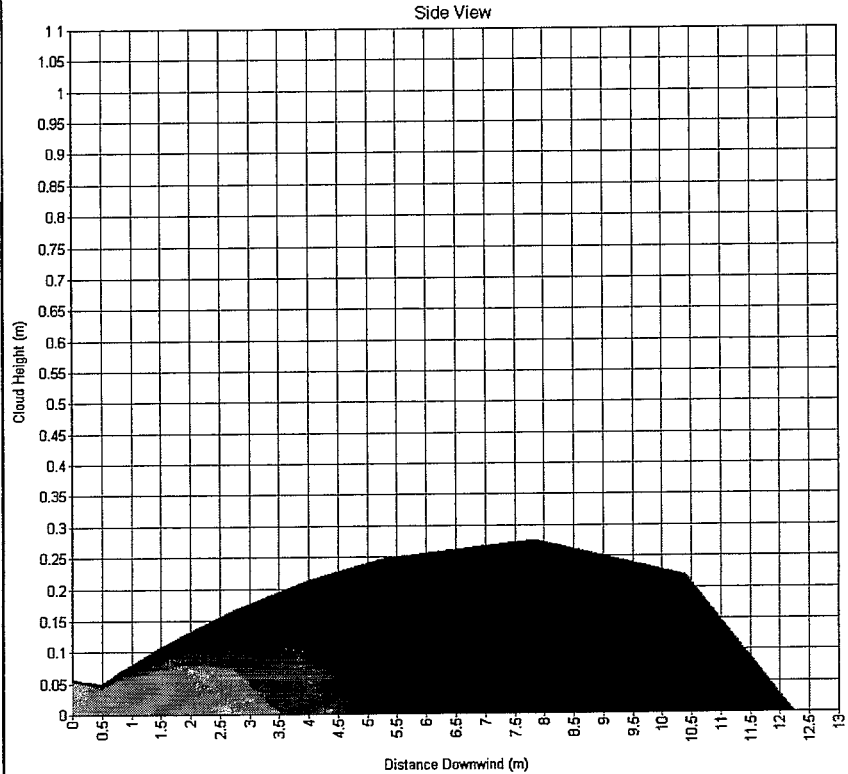
Study Folder: coupepolder2
Run Row: Individual etmaal
Audit No: 75763
Model: Waterstofsulfide
Weather: F 1,5 m/s
Material: HYDROGEN
SULFIDE
Averaging Time: User(3600 s)
Height: 0 m
Concentration
Time: 27.094429 s

11.6069m2 @ 31ppm
5.55796m2 @ 62ppm
2.17808m2 @ 155ppm
1.04926m2 @ 310ppm



Study Folder: coupepolder2
Run Row: Individual etmaal
Audit No: 75763
Model: Waterstofsulfide
Weather: F 1,5 m/s
Material: HYDROGEN
SULFIDE
Averaging Time: User(3600 s)
C/L Offset: 0 m
Concentration
Time: 27.094429 s

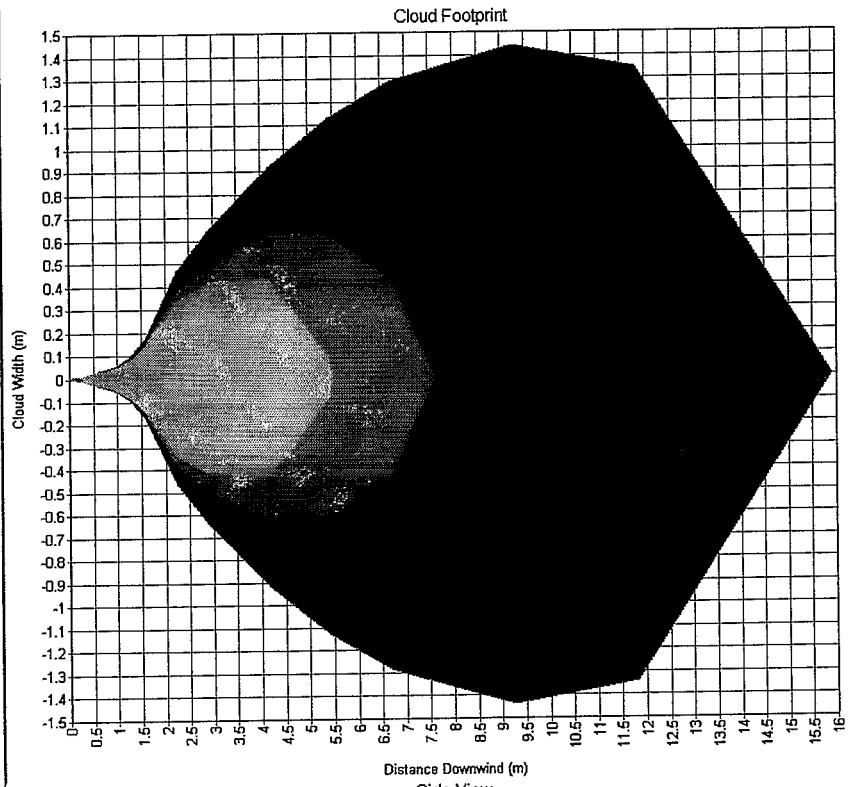
31 ppm
61.599999 ppm
155 ppm
310 ppm



**Normale situatie 100%
Chloordioxide, D5**

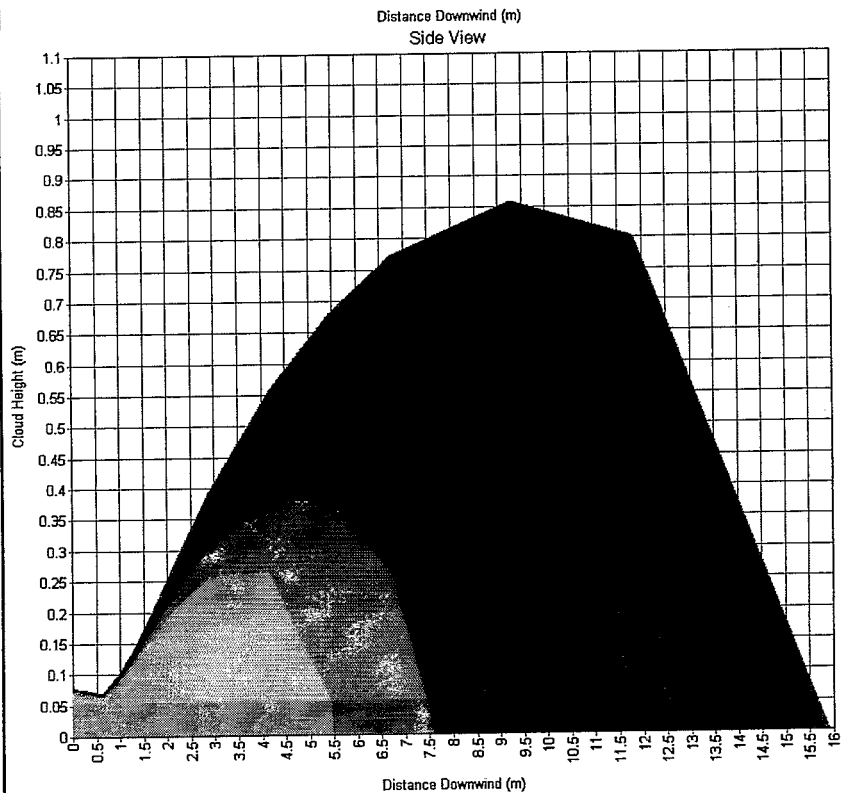
Study Folder: coupepolder2
Run Row: Individual etmaal
Audit No: 93373
Model: Chloordioxide als
chlor
Weather: D 5 m/s
Material: Chloordioxide
Averaging Time: User(3600 s)
Height: 0 m
Concentration
Time: 5.1299725 s

29.6401m2 @ 0.96ppm
14.3311m2 @ 1.96ppm
5.87418m2 @ 4.9ppm
2.72154m2 @ 9.8ppm



Study Folder: coupepolder2
Run Row: Individual etmaal
Audit No: 93373
Model: Chloordioxide als
chlor
Weather: D 5 m/s
Material: Chloordioxide
Averaging Time: User(3600 s)
C/L Offset: 0 m
Concentration
Time: 5.1299725 s

0.97999998 ppm
1.96 ppm
4.9 ppm
9.8 ppm

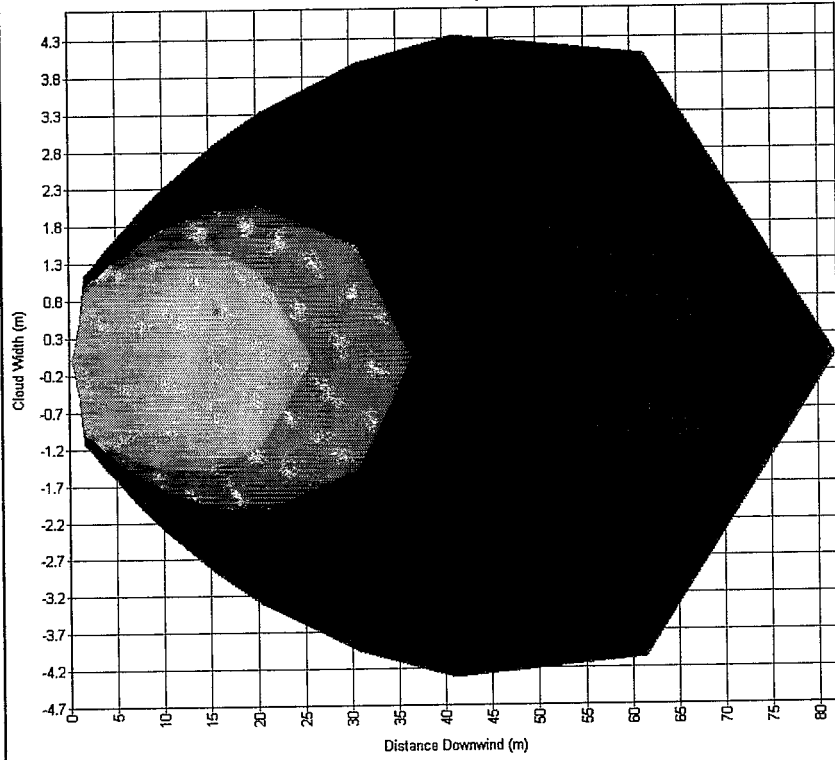


Normale situatie 100%
Chloordioxide, F1.5

Study Folder: coupepolder2
 Run Row: Individual etmaal
 Audit No: 93373
 Model: Chloordioxide als
 chloor
 Weather: F 1.5 m/s
 Material: Chloordioxide
 Averaging Time: User(3600 s)
 Height: 0 m
 Concentration
 Time: 177.55568 s

■ 505.946m2 @ 0.98ppm
 ■ 261.136m2 @ 1.96ppm
 ■ 111.823m2 @ 4.9ppm
 ■ 57.8613m2 @ 9.8ppm

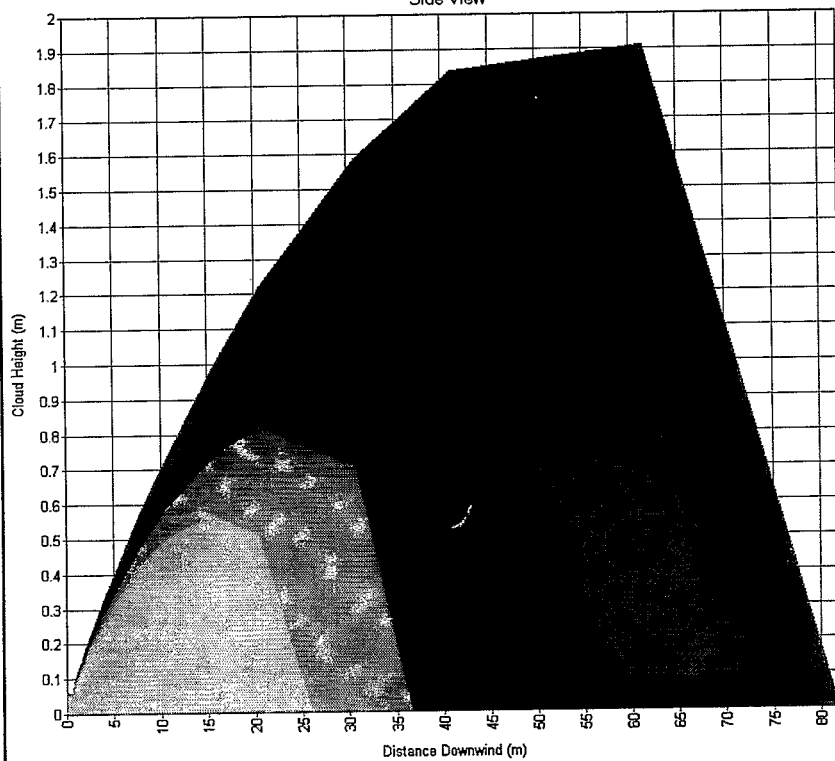
Cloud Footprint



Study Folder: coupepolder2
 Run Row: Individual etmaal
 Audit No: 93373
 Model: Chloordioxide als
 chloor
 Weather: F 1.5 m/s
 Material: Chloordioxide
 Averaging Time: User(3600 s)
 C/L Offset: 0 m
 Concentration
 Time: 177.55568 s

■ 0.9799998 ppm
 ■ 1.96 ppm
 ■ 4.9 ppm
 ■ 9.8 ppm

Side View



**Bijzonder 100%
Broom, D5**

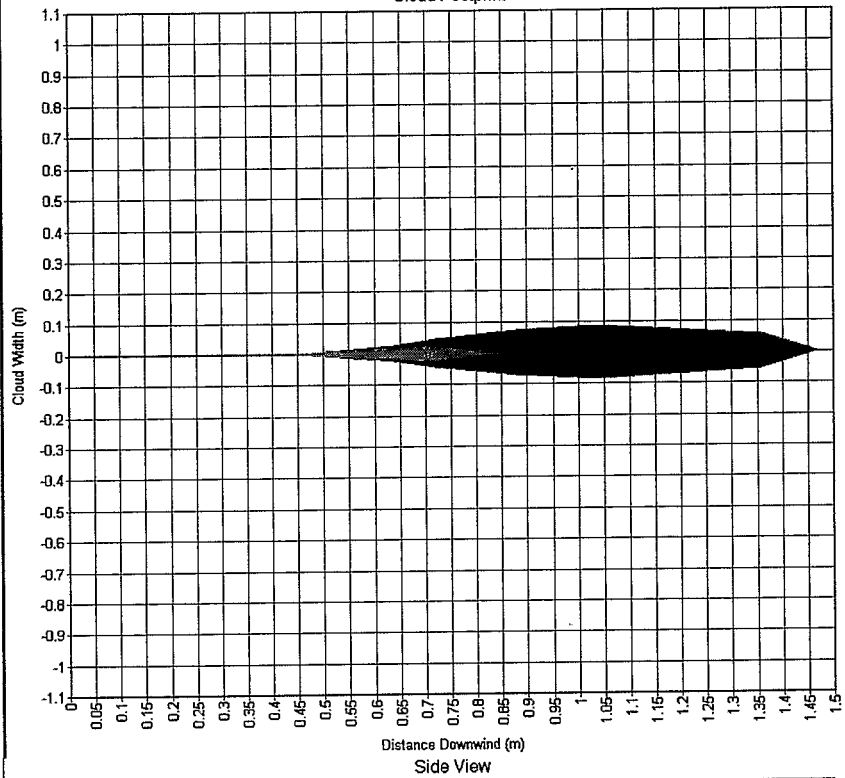
Study Folder: coupepolder2
Run Row: Individual etmaal
Audit No: 75763
Model: Broom
Weather: D 5 m/s
Material: BROMINE
Averaging Time: User(3600 s)
Height: 0 m
Concentration
Time: 0.47757295 s

0.103408m2 @ 3.2ppm
0.0561647m2 @ 6.4ppm
0.022037m2 @ 16ppm
0.011022m2 @ 32ppm

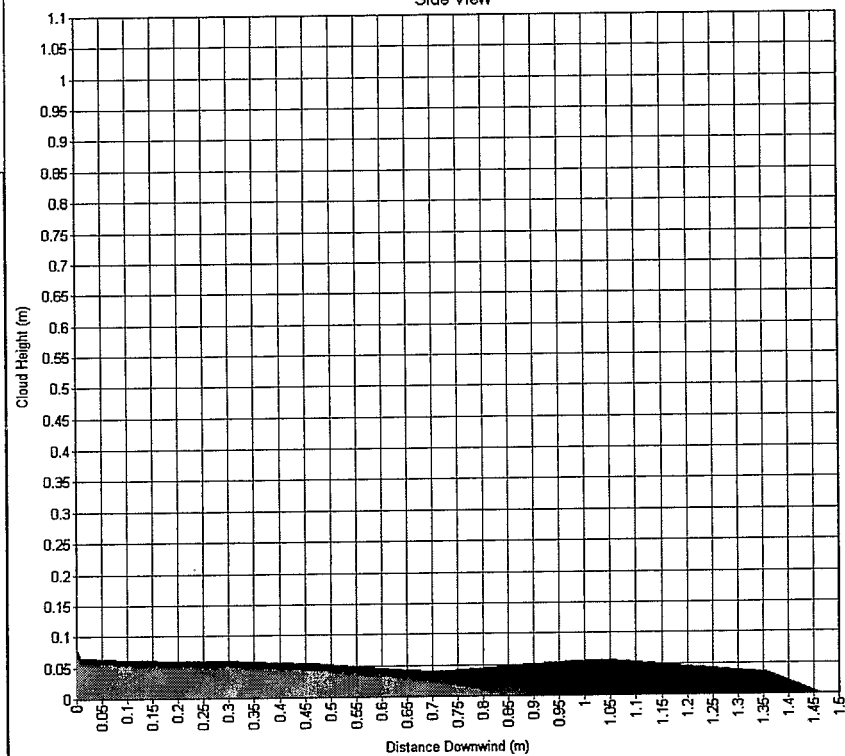
Study Folder: coupepolder2
Run Row: Individual etmaal
Audit No: 75763
Model: Broom
Weather: D 5 m/s
Material: BROMINE
Averaging Time: User(3600 s)
C/L Offset: 0 m
Concentration
Time: 0.47757295 s

3.2 ppm
6.4000001 ppm
16 ppm
32 ppm

Cloud Footprint



Side View



**Bijzonder 100%
Broom, F1.5**

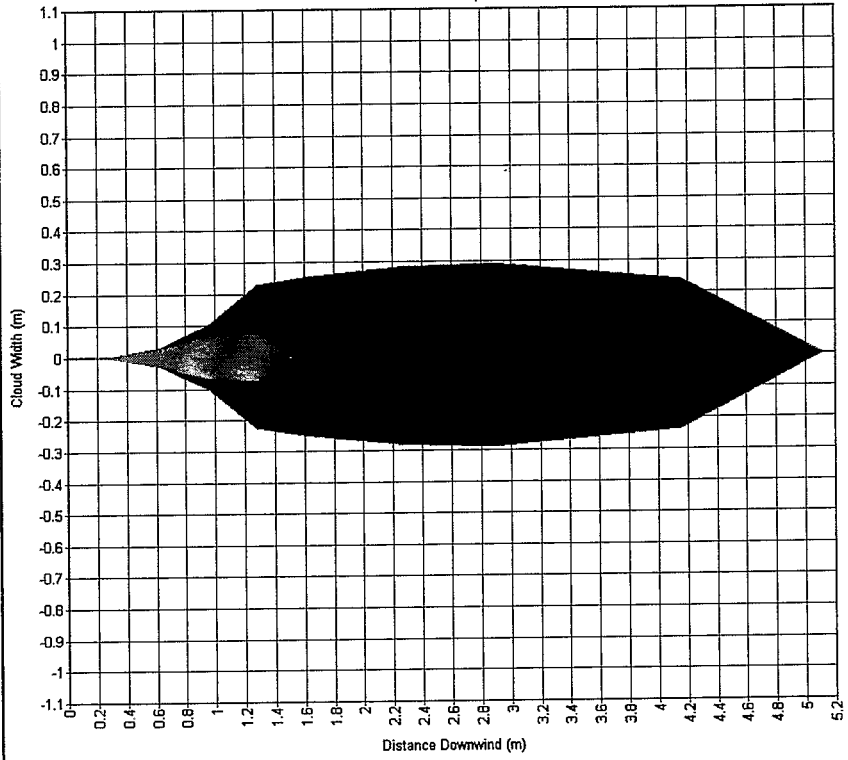
Study Folder: coupepolder2
 Run Row: Individual etmaal
 Audit No: 75763
 Model: Broom
 Weather: F 1.5 m/s
 Material: BROMINE
 Averaging Time: User(3600 s)
 Height: 0 m
 Concentration
 Time: 11.343229 s

1.93528m2 @ 3.2ppm
 0.92712m2 @ 6.4ppm
 0.281821m2 @ 16ppm
 0.107142m2 @ 32ppm

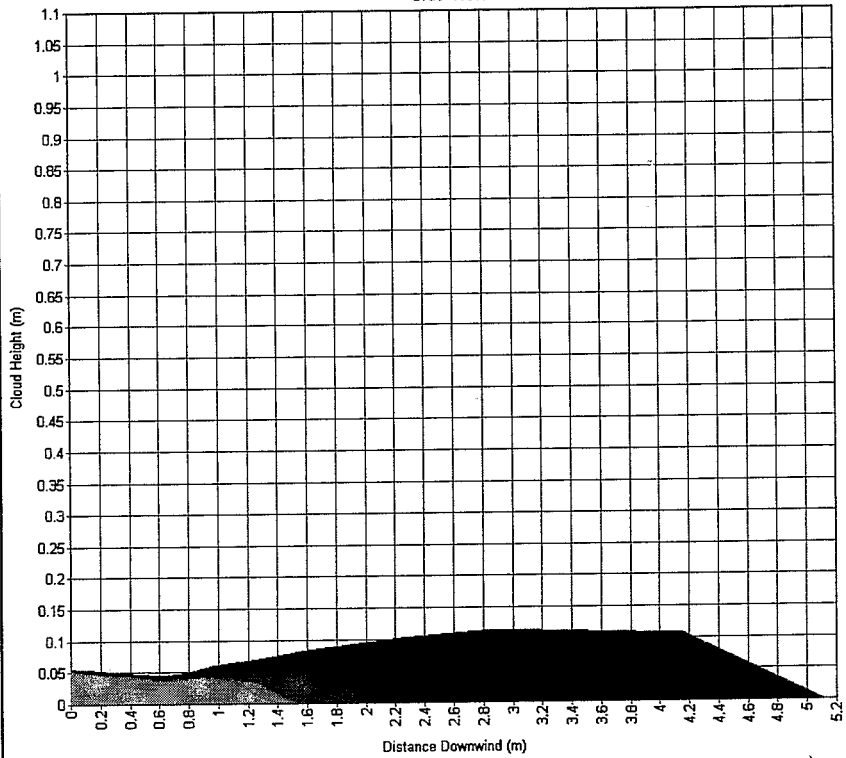
Study Folder: coupepolder2
 Run Row: Individual etmaal
 Audit No: 75763
 Model: Broom
 Weather: F 1.5 m/s
 Material: BROMINE
 Averaging Time: User(3600 s)
 C/L Offset: 0 m
 Concentration
 Time: 11.343229 s

3.2 ppm
 6.4000001 ppm
 16 ppm
 32 ppm

Cloud Footprint



Side View



Bijzonder 100% Waterstofcyanide, D5

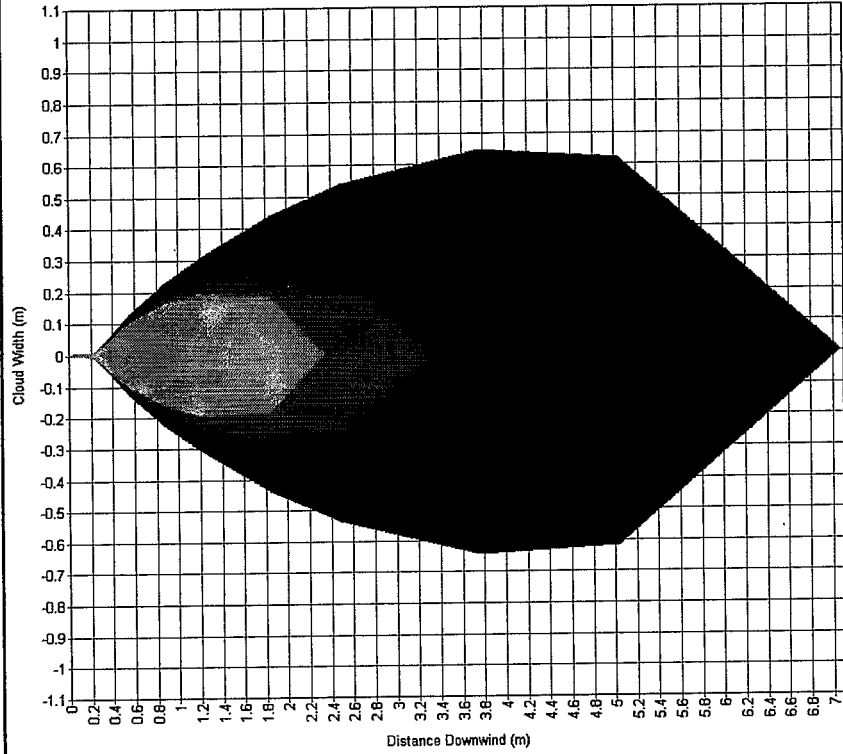
Study Folder: coupepolder2
 Run Row: Individual etmaal
 Audit No: 75763
 Model: Waterstofcyanide
 Weather: D 5 m/s
 Material: HYDROGEN
 CYANIDE
 Averaging Time: User(3600 s)
 Height: 0 m
 Concentration
 Time: 2.2668757 s

5.84094m2 @ 6.6ppm
 2.8575m2 @ 13.2ppm
 1.18431m2 @ 33ppm
 0.568263m2 @ 66ppm

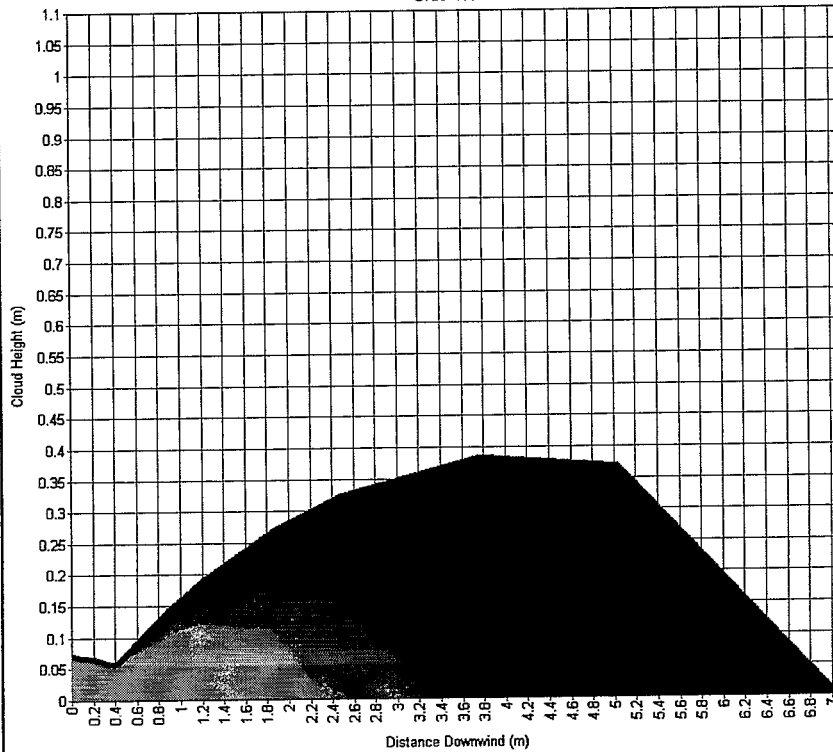
Study Folder: coupepolder2
 Run Row: Individual etmaal
 Audit No: 75763
 Model: Waterstofcyanide
 Weather: D 5 m/s
 Material: HYDROGEN
 CYANIDE
 Averaging Time: User(3600 s)
 C/L Offset: 0 m
 Concentration
 Time: 2.2668757 s

6.5999998 ppm
 13.2 ppm
 33 ppm
 66.000001 ppm

Cloud Footprint



Side View

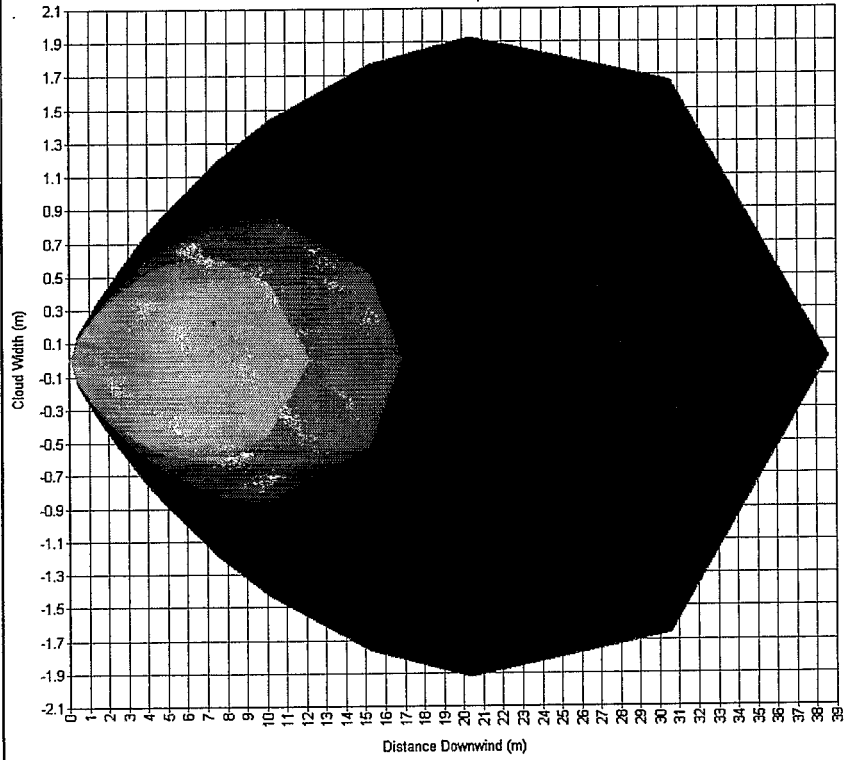


**Bijzonder 100%
Waterstofcyanide, F1.5**

Study Folder: coupepolder2
Run Row: Individual etmaal
Audit No: 75763
Model: Waterstofcyanide
Weather: F 1.5 m/s
Material: HYDROGEN
CYANIDE
Averaging Time: User(3600 s)
Height: 0 m
Concentration
Time: 85.233727 s

102.917m2 @ 6.6ppm
51.6685m2 @ 13.2ppm
20.5617m2 @ 33ppm
10.4358m2 @ 66ppm

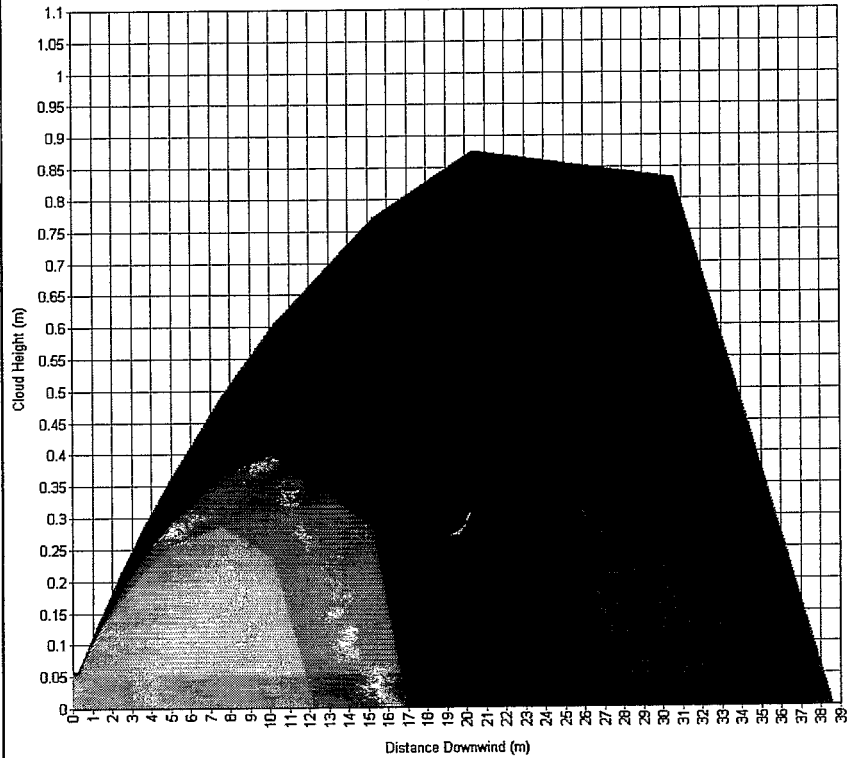
Cloud Footprint



Study Folder: coupepolder2
Run Row: Individual etmaal
Audit No: 75763
Model: Waterstofcyanide
Weather: F 1.5 m/s
Material: HYDROGEN
CYANIDE
Averaging Time: User(3600 s)
C/L Offset: 0 m
Concentration
Time: 85.233727 s

6.5999998 ppm
13.2 ppm
33 ppm
66.000001 ppm

Side View

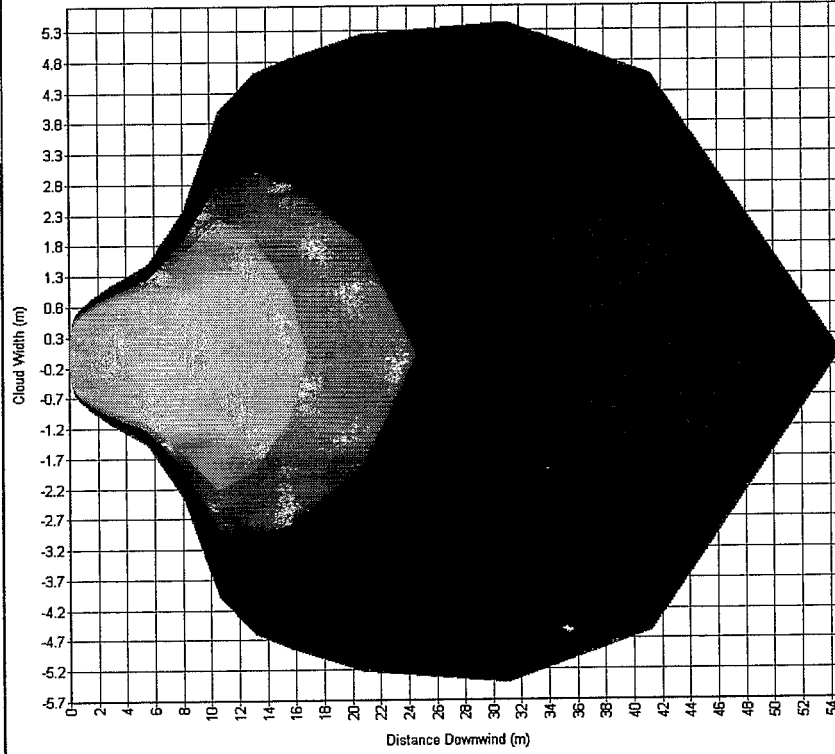


**Bijzonder 100%
Chloor, D5**

Study Folder: coupepolder2
Run Row: Individual etmaal
Audit No: 75763
Model: Chloor
Weather: D 5 m/s
Material: CHLORINE
Averaging Time: User(1800 s)
Height: 0 m
Concentration
Time: 17.185572 s

408.843m2 @ 28ppm
213.116m2 @ 56ppm
90.9836m2 @ 140ppm
45.6166m2 @ 280ppm

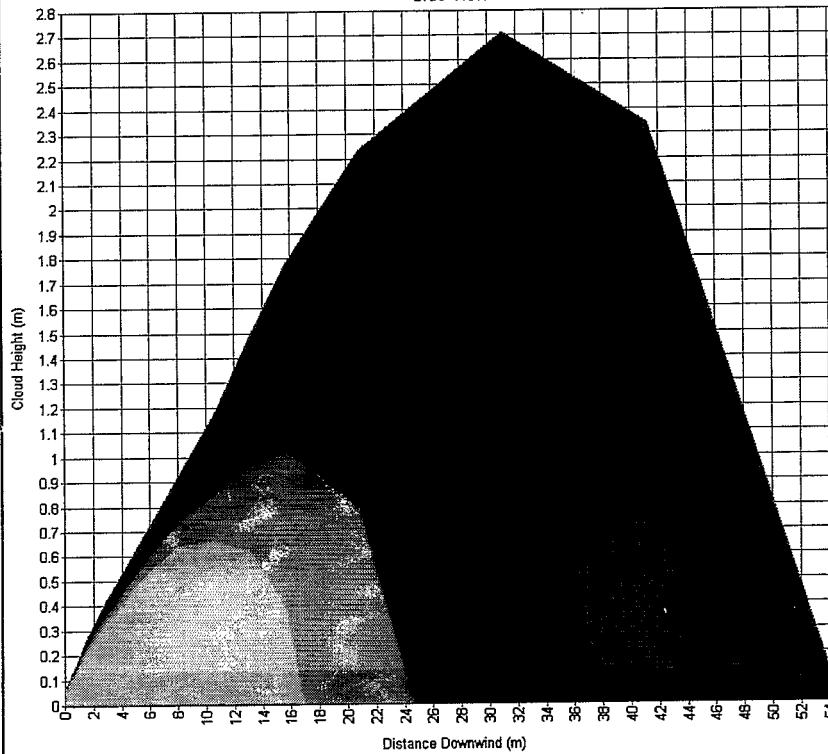
Cloud Footprint



Study Folder: coupepolder2
Run Row: Individual etmaal
Audit No: 75763
Model: Chloor
Weather: D 5 m/s
Material: CHLORINE
Averaging Time: User(1800 s)
C/L Offset: 0 m
Concentration
Time: 17.185572 s

28 ppm
56.000001 ppm
140 ppm
280.00001 ppm

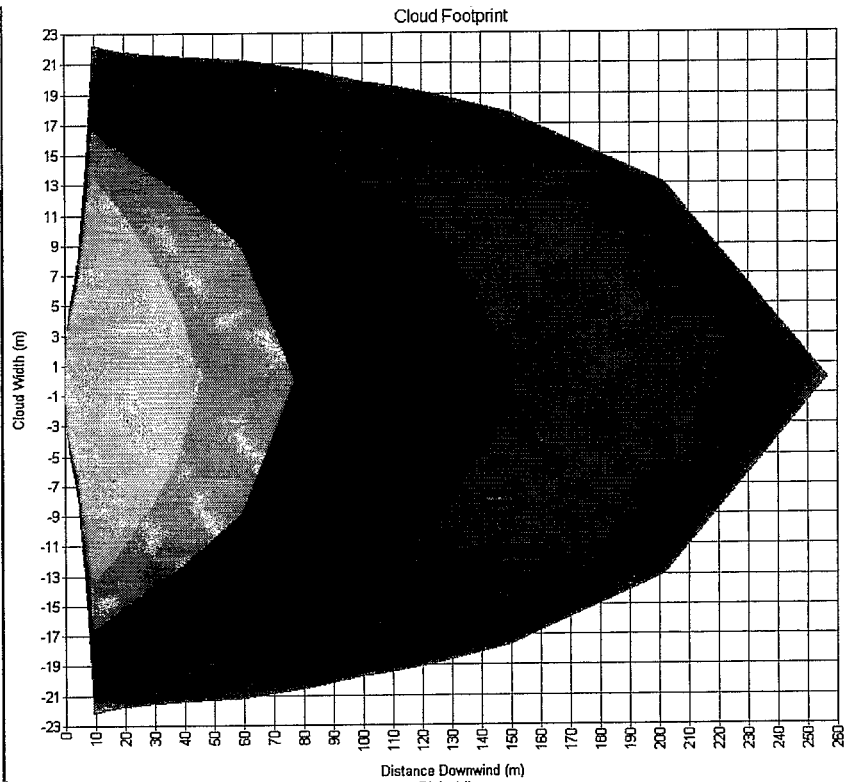
Side View



**Bijzonder 100%
Chloor, F1.5**

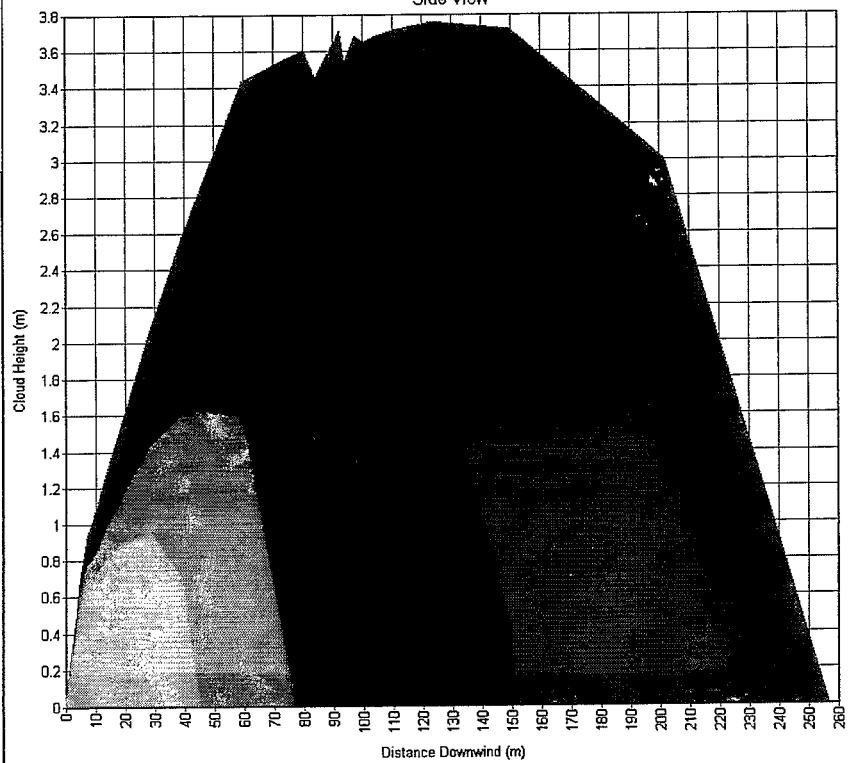
Study Folder: coupepolder2
Run Row: Individual etmaal
Audit No: 93373
Model: Chloor
Weather: F 1.5 m/s
Material: CHLORINE
Averaging Time: User(1800 s)
Height: 0 m
Concentration
Time: 433.66801 s

8227.89m2 @ 28ppm
4094.55m2 @ 56ppm
1605.1m2 @ 140ppm
729.487m2 @ 280ppm



Study Folder: coupepolder2
Run Row: Individual etmaal
Audit No: 93373
Model: Chloor
Weather: F 1.5 m/s
Material: CHLORINE
Averaging Time: User(1800 s)
C/L Offset: 0 m
Concentration
Time: 433.86801 s

28 ppm
56.000001 ppm
140 ppm
280.00001 ppm

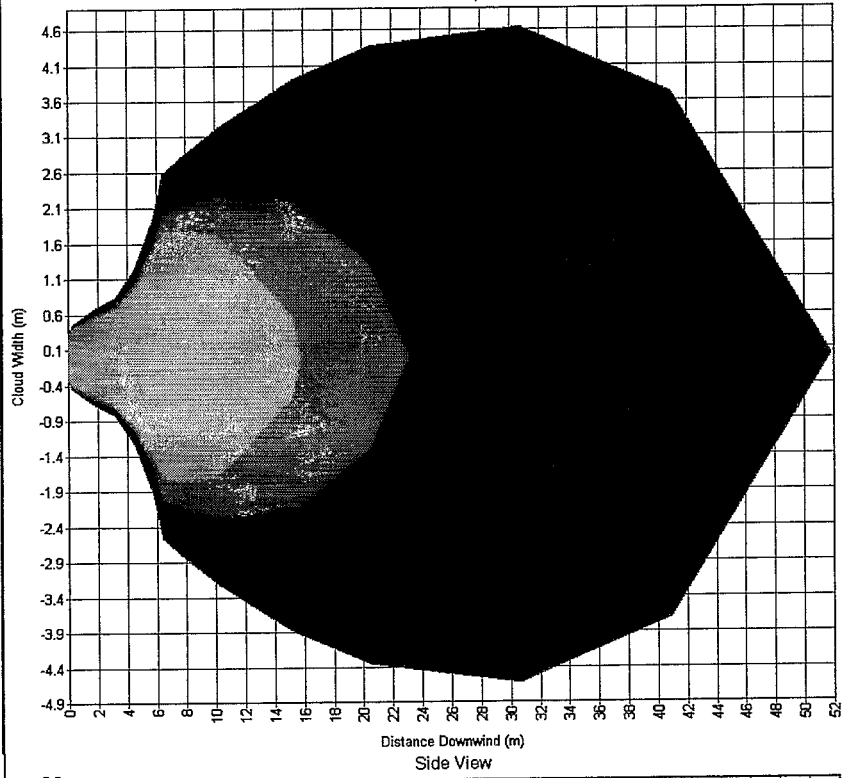


**Bijzonder 100%
Stikstofdioxide, D5**

Study Folder: coupepolder2
Run Row: Individual etmaal
Audit No: 75763
Model: Stikstofdioxide
Weather: D 5 m/s
Material: NITROGEN
DIOXIDE
Averaging Time: User(1800 s)
Height: 0 m
Concentration
Time: 16.222136 s

- 333.438m2 @ 25ppm
- 171.587m2 @ 50ppm
- 72.6407m2 @ 125ppm
- 35.6639m2 @ 250ppm

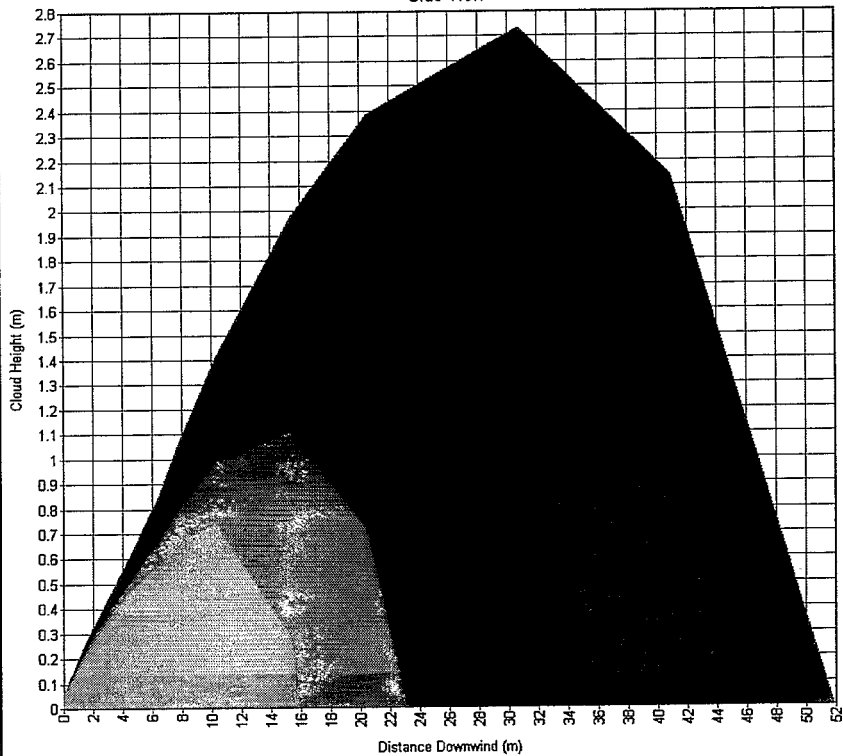
Cloud Footprint



Study Folder: coupepolder2
Run Row: Individual etmaal
Audit No: 75763
Model: Stikstofdioxide
Weather: D 5 m/s
Material: NITROGEN
DIOXIDE
Averaging Time: User(1800 s)
C/L Offset: 0 m
Concentration
Time: 16.222136 s

- 24.999999 ppm
- 49.999999 ppm
- 124.999999 ppm
- 249.999999 ppm

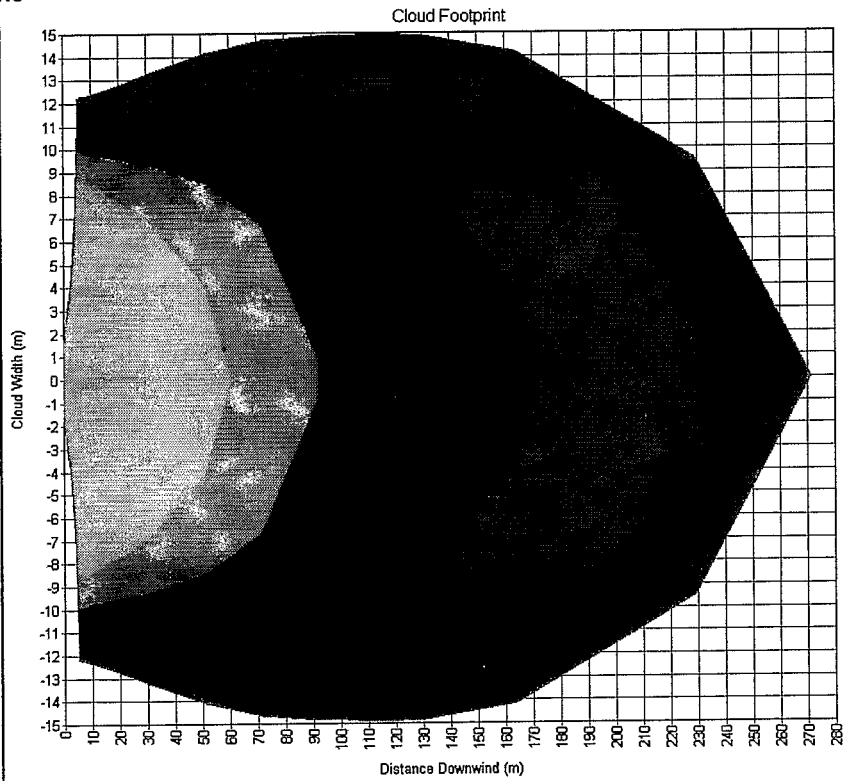
Side View



**Bijzonder 100%
Stikstofdioxide, F1.5**

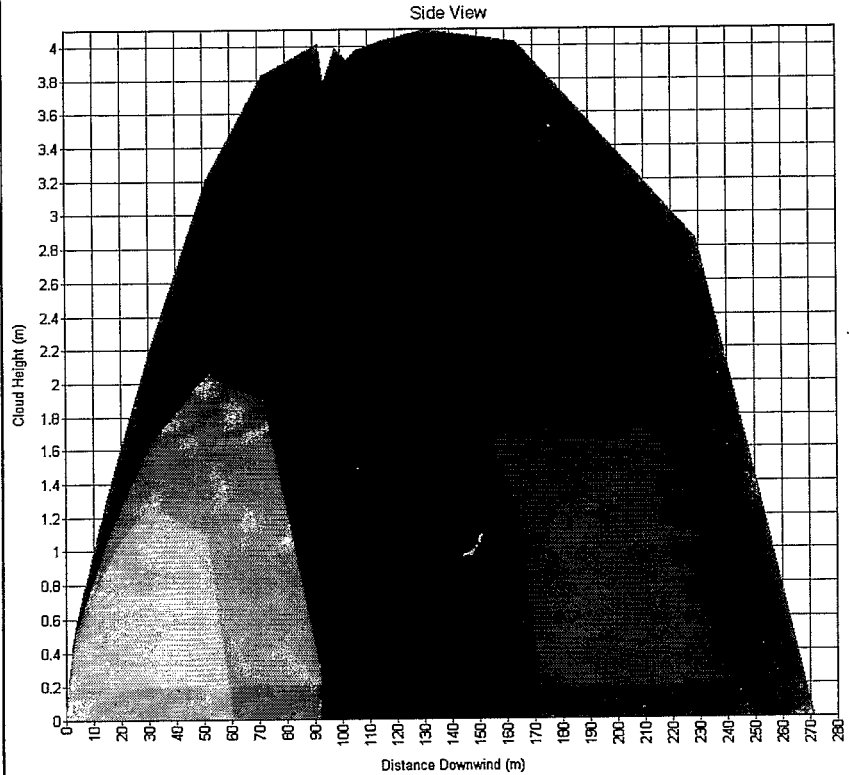
Study Folder: coupepolder2
Run Row: Individual etmaal
Audit No: 75763
Model: Stikstofdioxide
Weather: F 1,5 m/s
Material: NITROGEN
DIOXIDE
Averaging Time: User(1800 s)
Height: 0 m
Concentration
Time: 455.92154 s

6539.13m2 @ 25ppm
3336.1m2 @ 50ppm
1363.89m2 @ 125ppm
707.686m2 @ 250ppm



Study Folder: coupepolder2
Run Row: Individual etmaal
Audit No: 75763
Model: Stikstofdioxide
Weather: F 1,5 m/s
Material: NITROGEN
DIOXIDE
Averaging Time: User(1800 s)
C/L Offset: 0 m
Concentration
Time: 455.92154 s

24.999999 ppm
49.999999 ppm
124.999999 ppm
249.999998 ppm

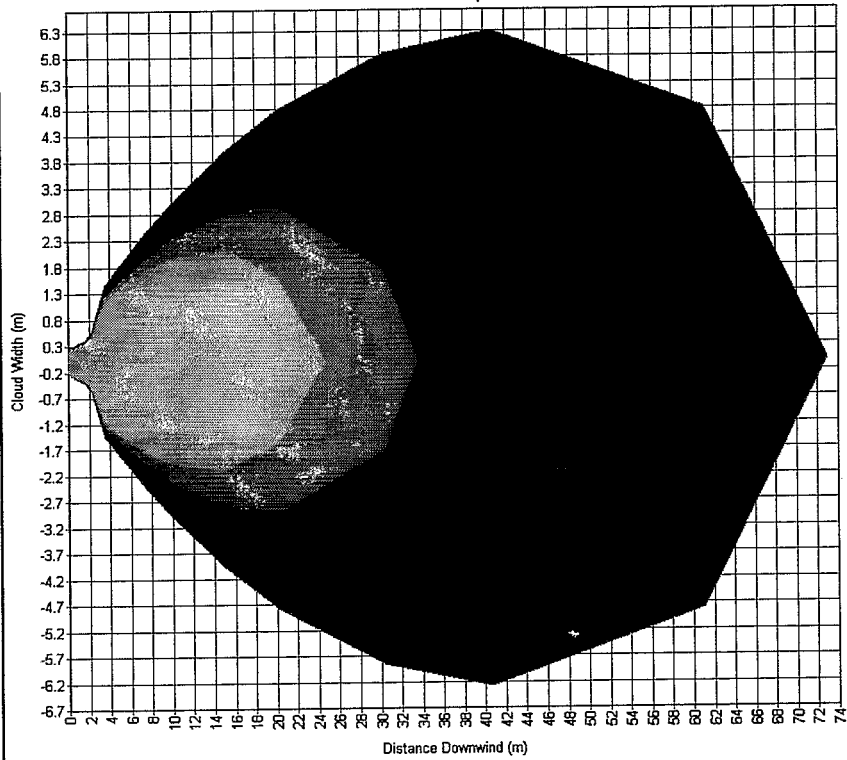


Bijzonder 100% Fosfine, D5

Study Folder: coupepolder2
 Run Row: Individual etmaal
 Audit No: 75763
 Model: fosfine
 Weather: D 5 m/s
 Material: PHOSPHINE
 Averaging Time: User(1800 s)
 Height: 0 m
 Concentration
 Time: 21.905685 s

632.643m2 @ 7.2ppm
 332.009m2 @ 14.4ppm
 136.957m2 @ 36ppm
 71.6379m2 @ 72ppm

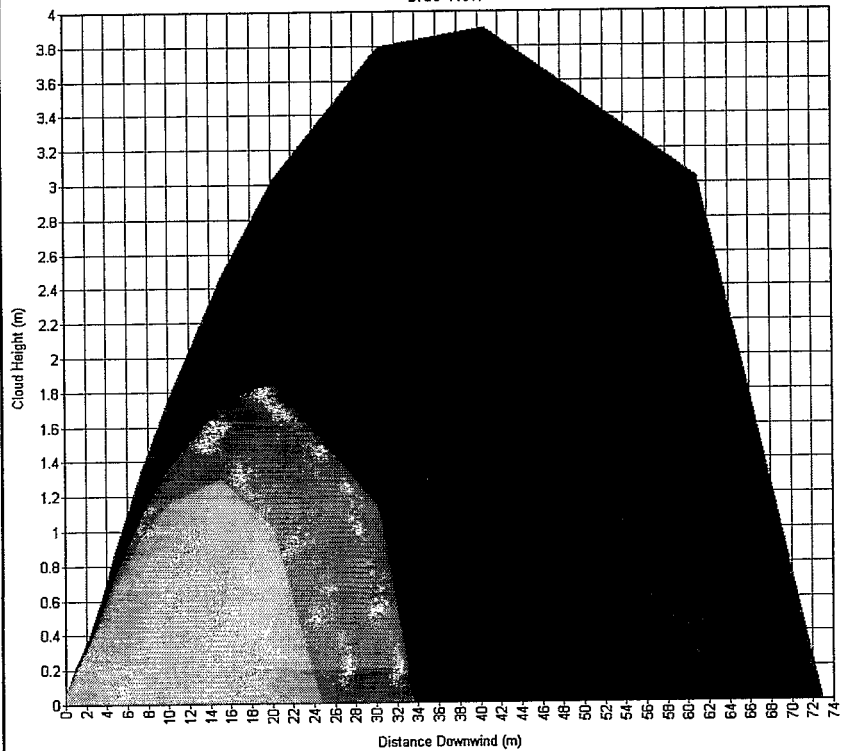
Cloud Footprint



Study Folder: coupepolder2
 Run Row: Individual etmaal
 Audit No: 75763
 Model: fosfine
 Weather: D 5 m/s
 Material: PHOSPHINE
 Averaging Time: User(1800 s)
 C/L Offset: 0 m
 Concentration
 Time: 21.905685 s

7.1999998 ppm
 14.4 ppm
 35.999998 ppm
 71.999995 ppm

Side View

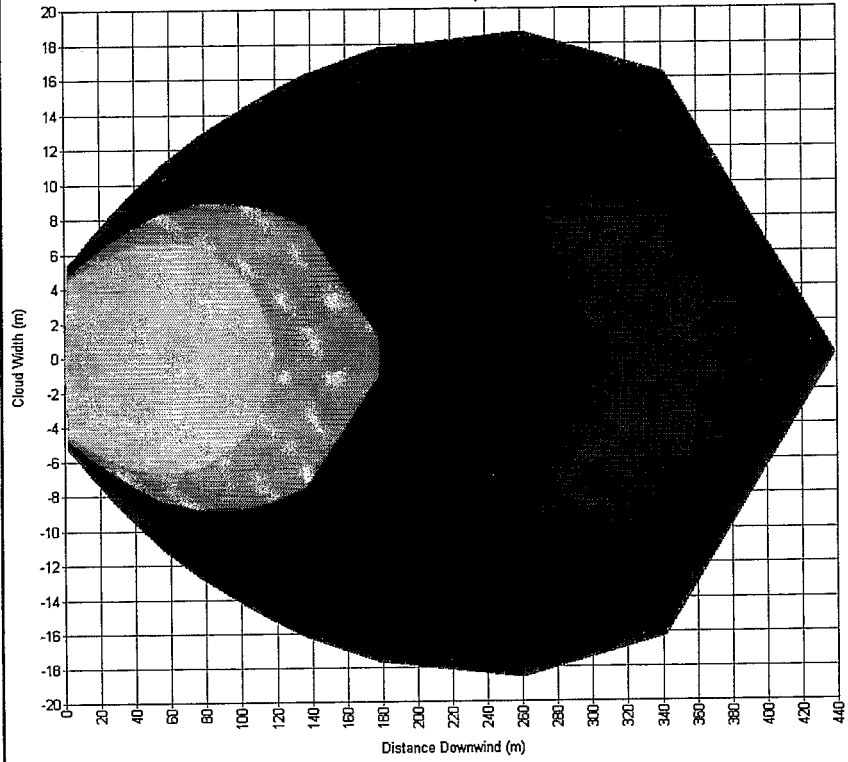


Bijzonder 100% Fosfine, F1.5

Study Folder: coupepolder2
 Run Row: Individual etmaal
 Audit No: 75763
 Model: fosfine
 Weather: F 1.5 m/s
 Material: PHOSPHINE
 Averaging Time: User(1800 s)
 Height: 0 m
 Concentration
 Time: 657.06964 s

- 12018.5m2 @ 7.2ppm
- 6252.1m2 @ 14.4ppm
- 2498.78m2 @ 36ppm
- 1308.98m2 @ 72ppm

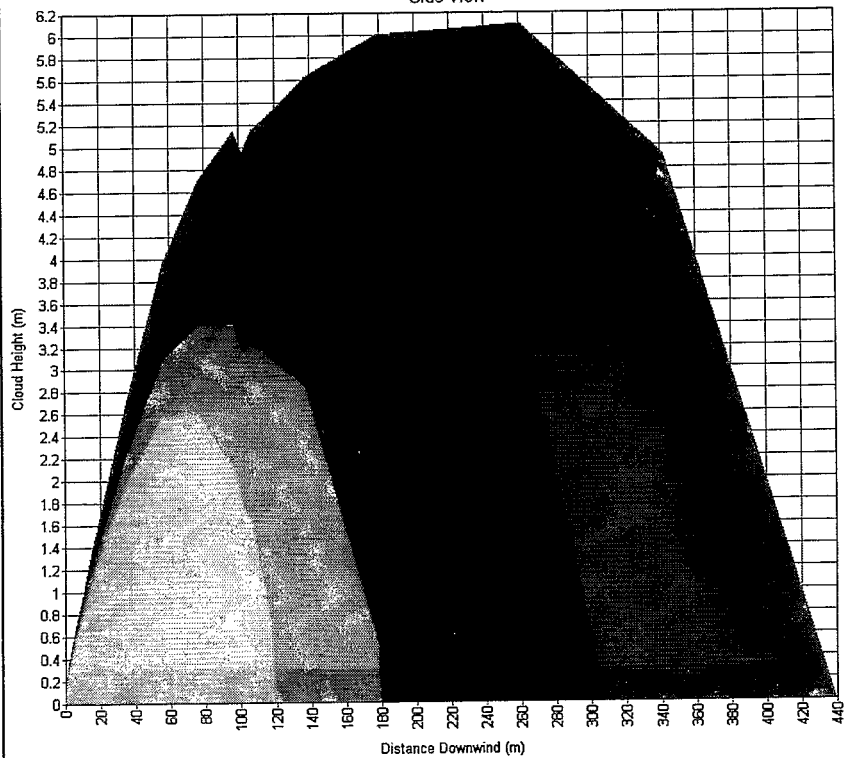
Cloud Footprint



Study Folder: coupepolder2
 Run Row: Individual etmaal
 Audit No: 75763
 Model: fosfine
 Weather: F 1.5 m/s
 Material: PHOSPHINE
 Averaging Time: User(1800 s)
 C/L Offset: 0 m
 Concentration
 Time: 657.06964 s

- 7.199998 ppm
- 14.4 ppm
- 35.99998 ppm
- 71.99995 ppm

Side View

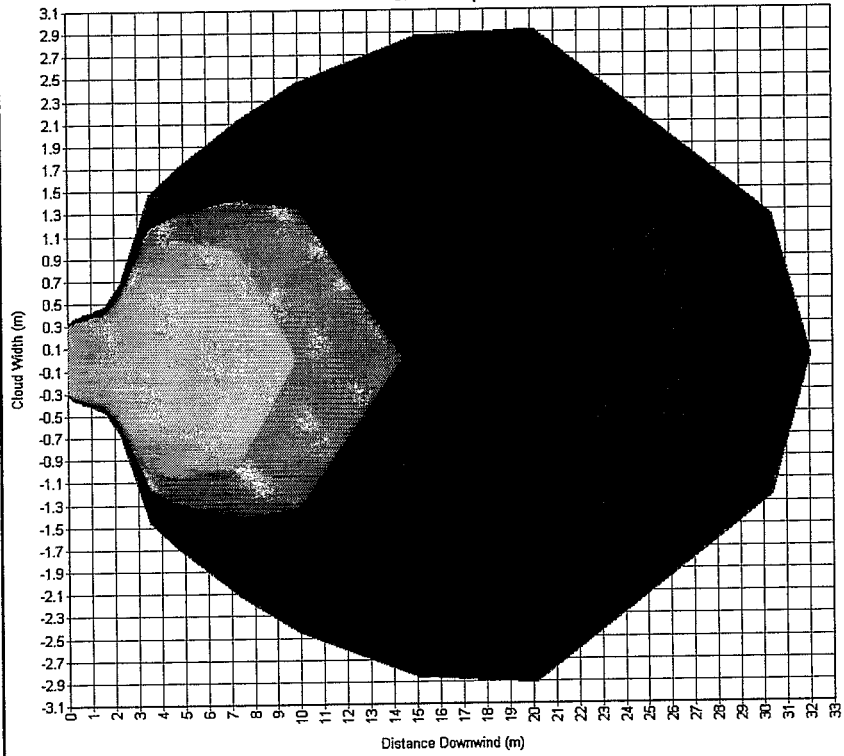


**Bijzonder 100%
Waterstofsulfide, D5**

Study Folder: coupepolder2
Run Row: Individual etmaal
Audit No: 75763
Model: Waterstofsulfide
Weather: D 5 m/s
Material: HYDROGEN
SULFIDE
Averaging Time: User(1800 s)
Height: 0 m
Concentration
Time: 10.360271 s

132.427m2 @ 60ppm
70.4652m2 @ 120ppm
27.3044m2 @ 300ppm
13.916m2 @ 600ppm

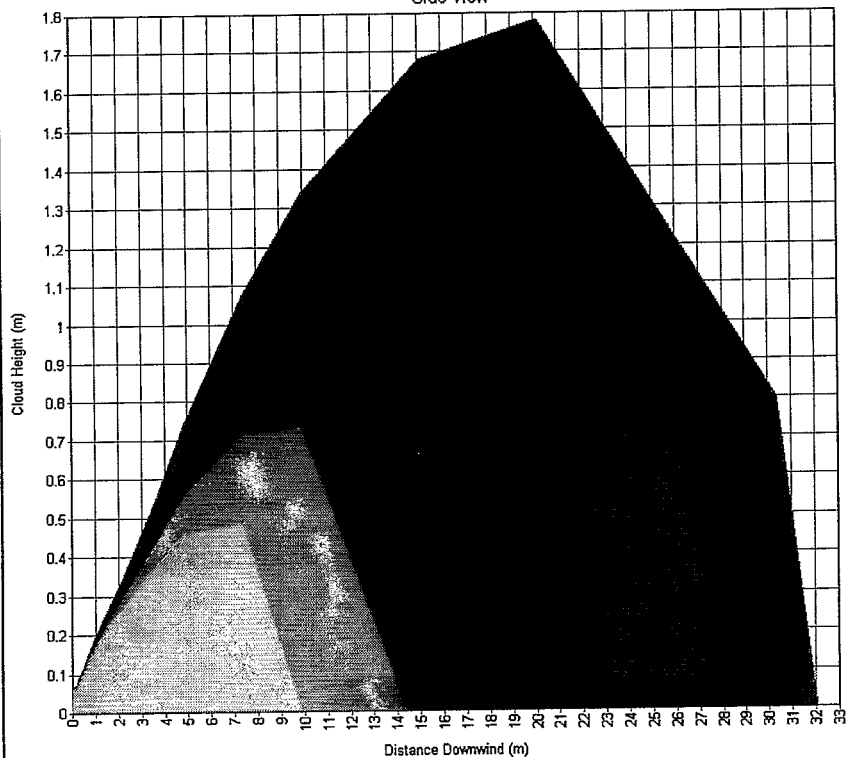
Cloud Footprint



Study Folder: coupepolder2
Run Row: Individual etmaal
Audit No: 75763
Model: Waterstofsulfide
Weather: D 5 m/s
Material: HYDROGEN
SULFIDE
Averaging Time: User(1800 s)
C/L Offset: 0 m
Concentration
Time: 10.360271 s

59.999996 ppm
120 ppm
299.99999 ppm
599.99997 ppm

Side View

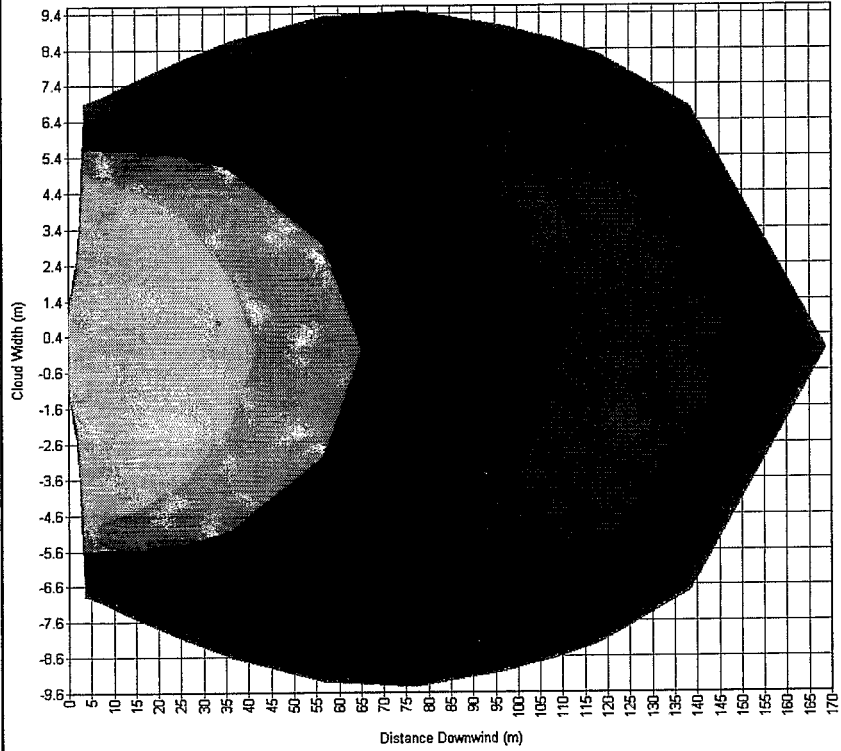


**Bijzonder 100%
Waterstofsulfide, F1.5**

Study Folder: coupepolder2
Run Row: Individual etmaal
Audit No: 75763
Model: Waterstofsulfide
Weather: F 1,5 m/s
Material: HYDROGEN
SULFIDE
Averaging Time: User(1800 s)
Height: 0 m
Concentration
Time: 316.65753 s

2531.59m2 @ 60ppm
1316.39m2 @ 120ppm
564.451m2 @ 300ppm
284.879m2 @ 600ppm

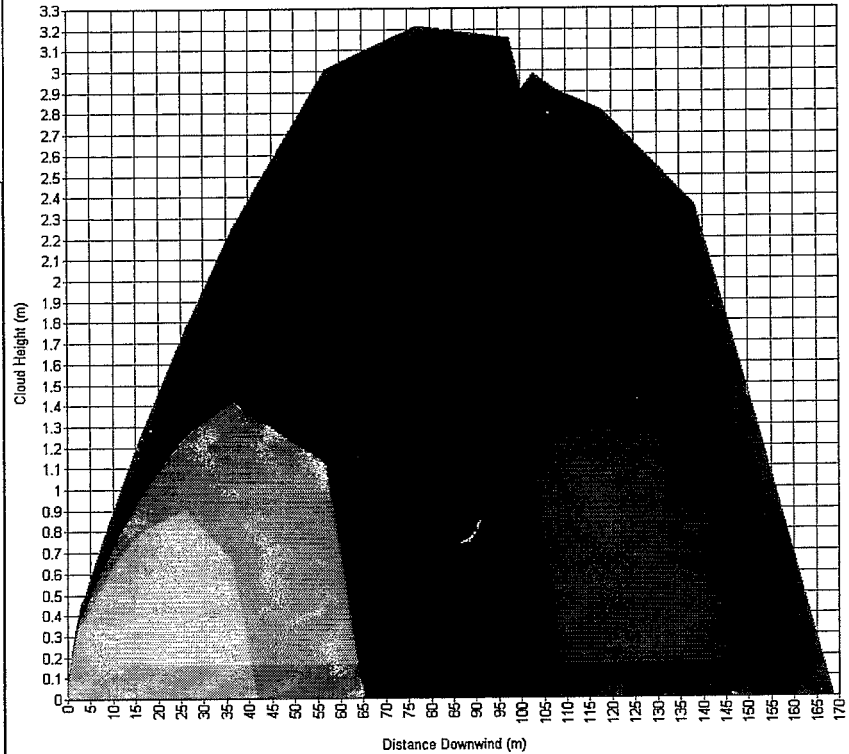
Cloud Footprint



Study Folder: coupepolder2
Run Row: Individual etmaal
Audit No: 75763
Model: Waterstofsulfide
Weather: F 1,5 m/s
Material: HYDROGEN
SULFIDE
Averaging Time: User(1800 s)
C/L Offset: 0 m
Concentration
Time: 316.65753 s

59.999998 ppm
120 ppm
299.99999 ppm
599.99997 ppm

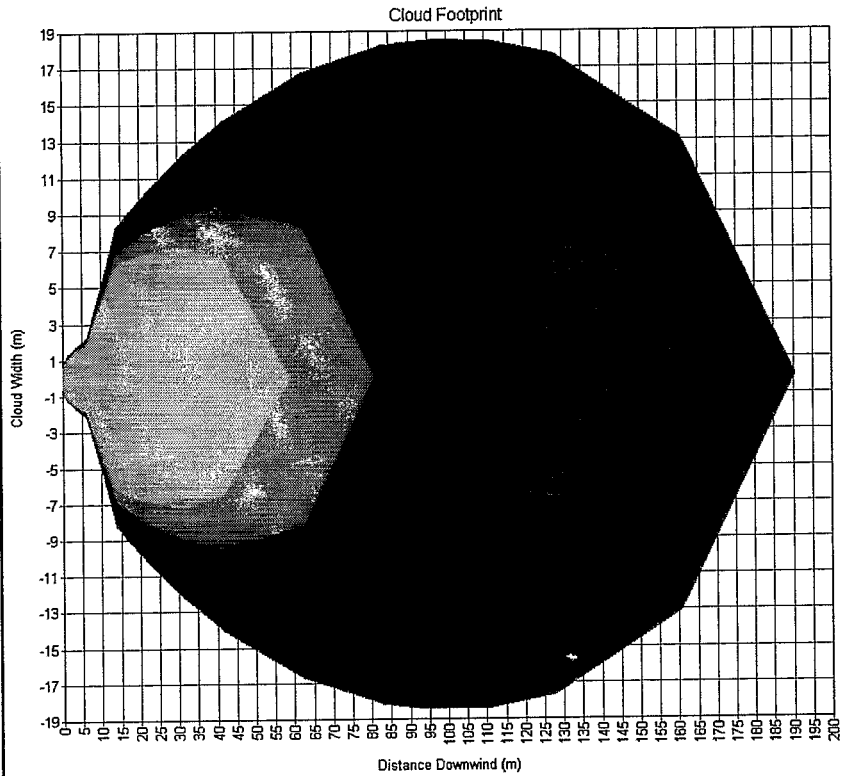
Side View



**Bijzonder 100%
Chloordioxide, D5**

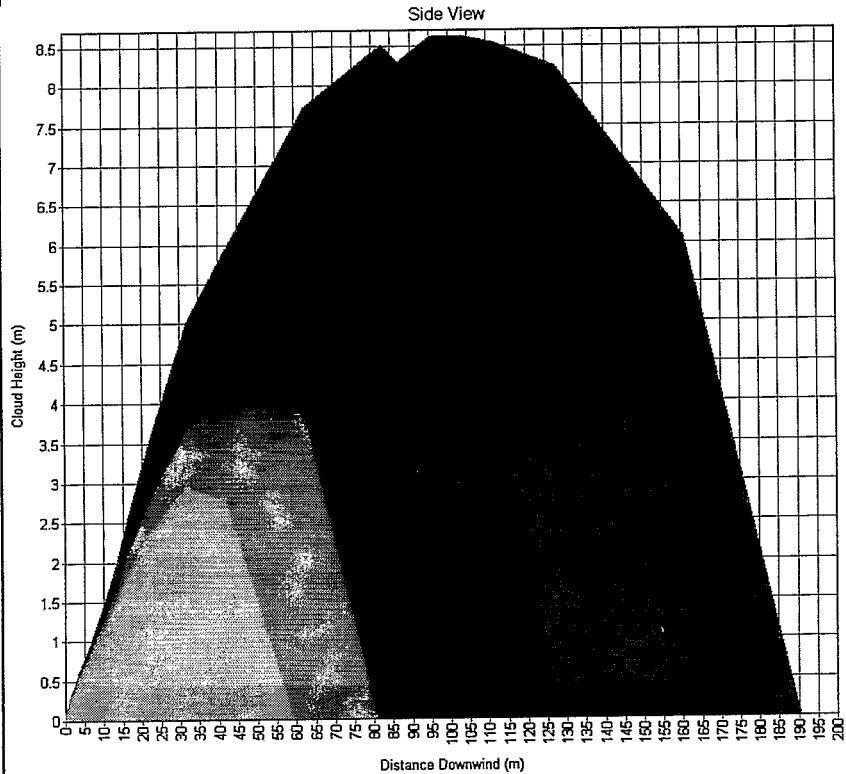
Study Folder: coupepolder2
Run Row: Individual etmaal
Audit No: 93373
Model: Chloordioxide als
chlor
Weather: D 5 m/s
Material: Chloordioxide
Averaging Time: User(3600 s)
Height: 0 m
Concentration
Time: 49.702526 s

5139.72m2 @ 3ppm
2590.21m2 @ 6ppm
1084.76m2 @ 15ppm
579.742m2 @ 30ppm



Study Folder: coupepolder2
Run Row: Individual etmaal
Audit No: 93373
Model: Chloordioxide als
chlor
Weather: D 5 m/s
Material: Chloordioxide
Averaging Time: User(3600 s)
C/L Offset: 0 m
Concentration
Time: 49.702526 s

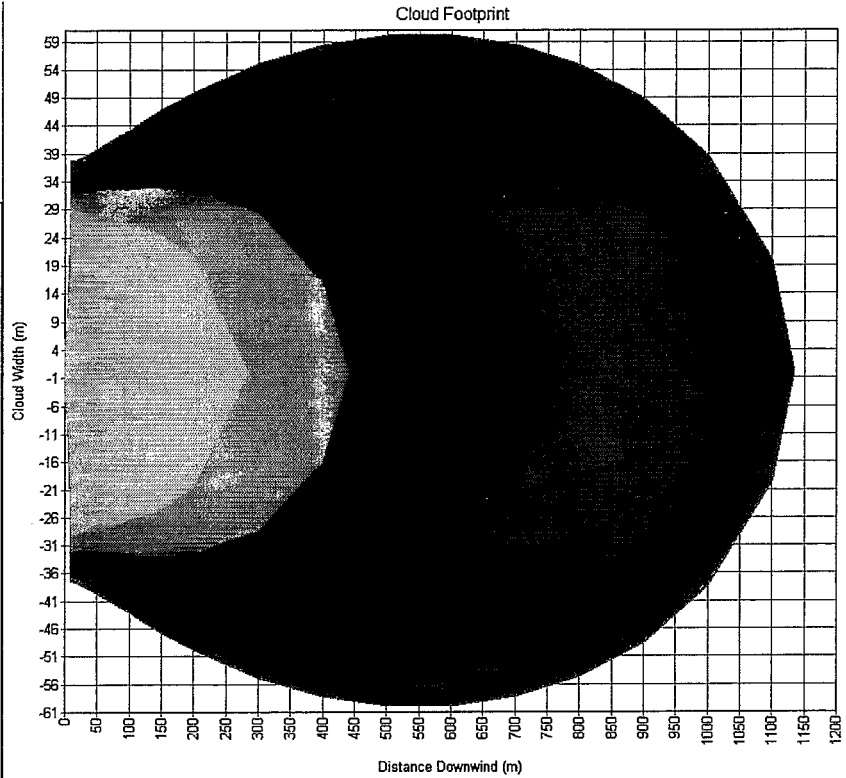
3.0000001 ppm
6.0000002 ppm
15.000001 ppm
30.000001 ppm



Bijzonder 100% Chloordioxide, F1.5

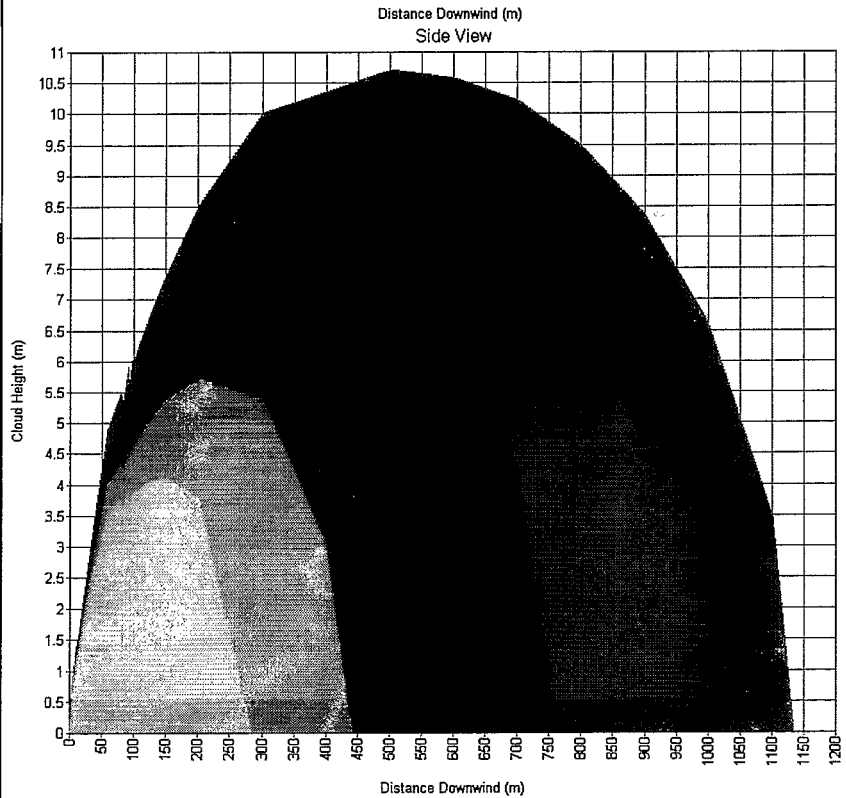
Study Folder: coupepolder2
 Run Row: Individual etmaal
 Audit No: 93373
 Model: Chloordioxide als
 chloor
 Weather: F 1,5 m/s
 Material: Chloordioxide
 Averaging Time: User(3600 s)
 Height: 0 m
 Concentration
 Time: 1262.2507 s

111663m2 @ 3ppm
 57272.5m2 @ 6ppm
 23880.3m2 @ 15ppm
 11943.9m2 @ 30ppm



Study Folder: coupepolder2
 Run Row: Individual etmaal
 Audit No: 93373
 Model: Chloordioxide als
 chloor
 Weather: F 1,5 m/s
 Material: Chloordioxide
 Averaging Time: User(3600 s)
 C/L Offset: 0 m
 Concentration
 Time: 1262.2507 s

3.0000001 ppm
 6.0000002 ppm
 15.000001 ppm
 30.000001 ppm



**Standard 10%
Chloor, D5**

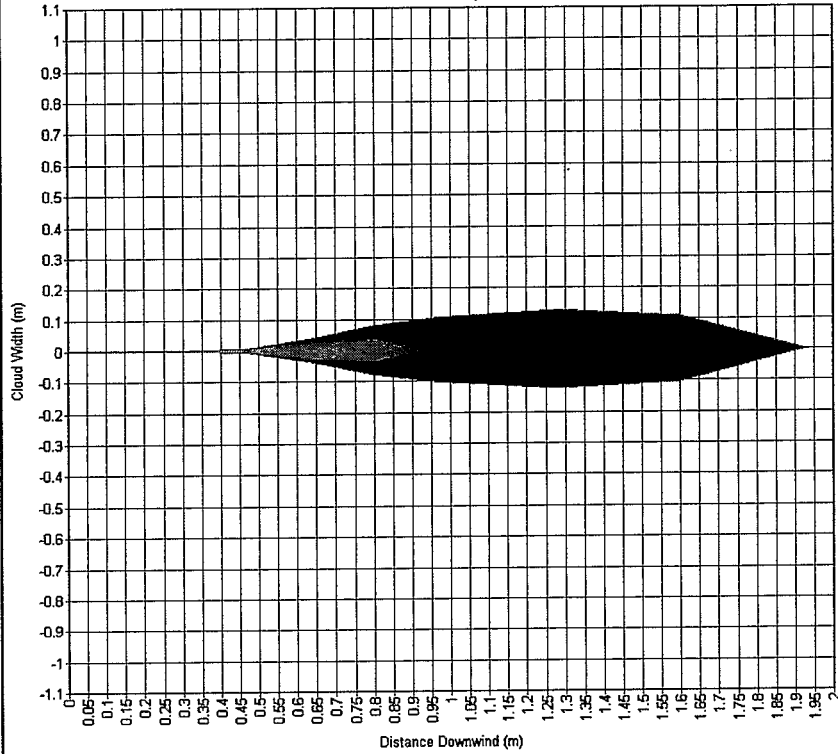
Study Folder: coupepolder2
 Run Row: Individual etmaal
 Audit No: 75763
 Model: Chloor
 Weather: D 5 m/s
 Material: CHLORINE
 Averaging Time: User(3600 s)
 Height: 0 m
 Concentration
 Time: 0.62716746 s

0.245131m2 @ 7.1ppm
 0.117373m2 @ 14.2ppm
 0.0481879m2 @ 35.5ppm
 0.0224709m2 @ 71ppm

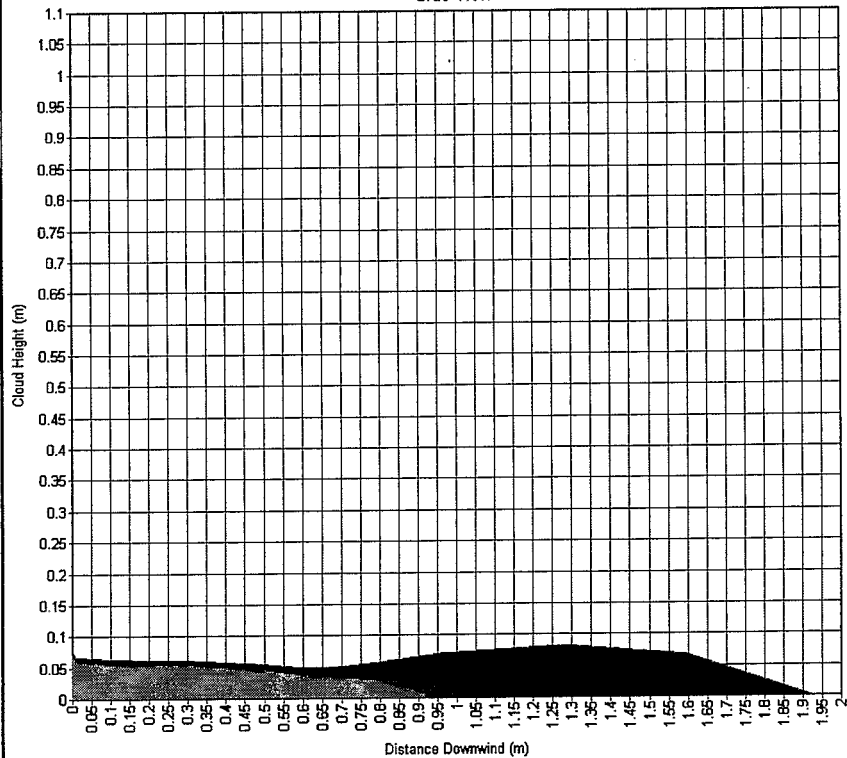
Study Folder: coupepolder2
 Run Row: Individual etmaal
 Audit No: 75763
 Model: Chloor
 Weather: D 5 m/s
 Material: CHLORINE
 Averaging Time: User(3600 s)
 C/L Offset: 0 m
 Concentration
 Time: 0.62716746 s

7.0999999 ppm
 14.2 ppm
 35.500001 ppm
 71.000002 ppm

Cloud Footprint



Side View



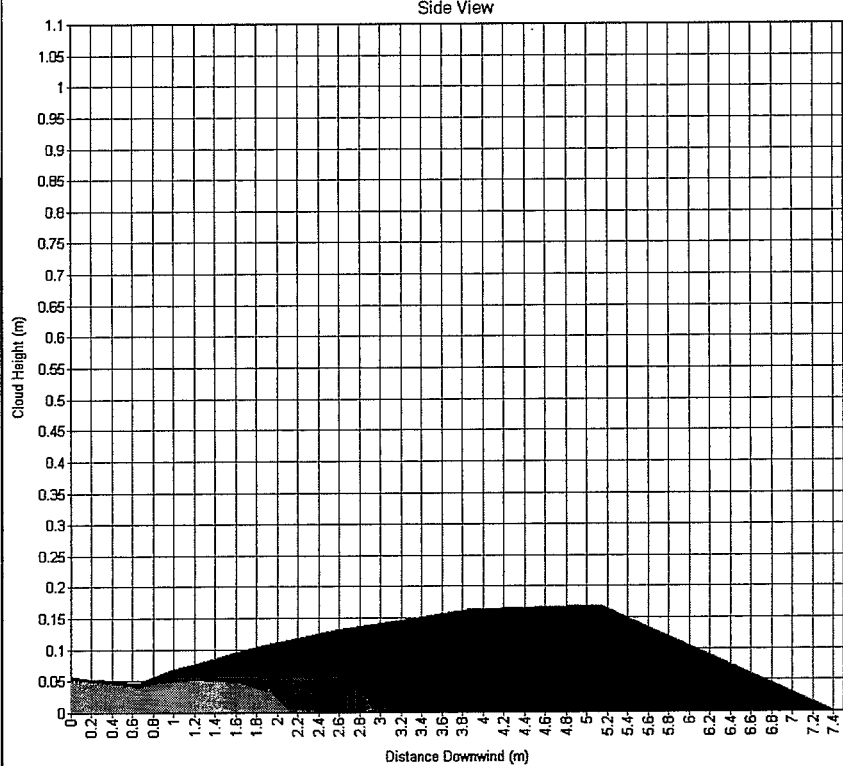
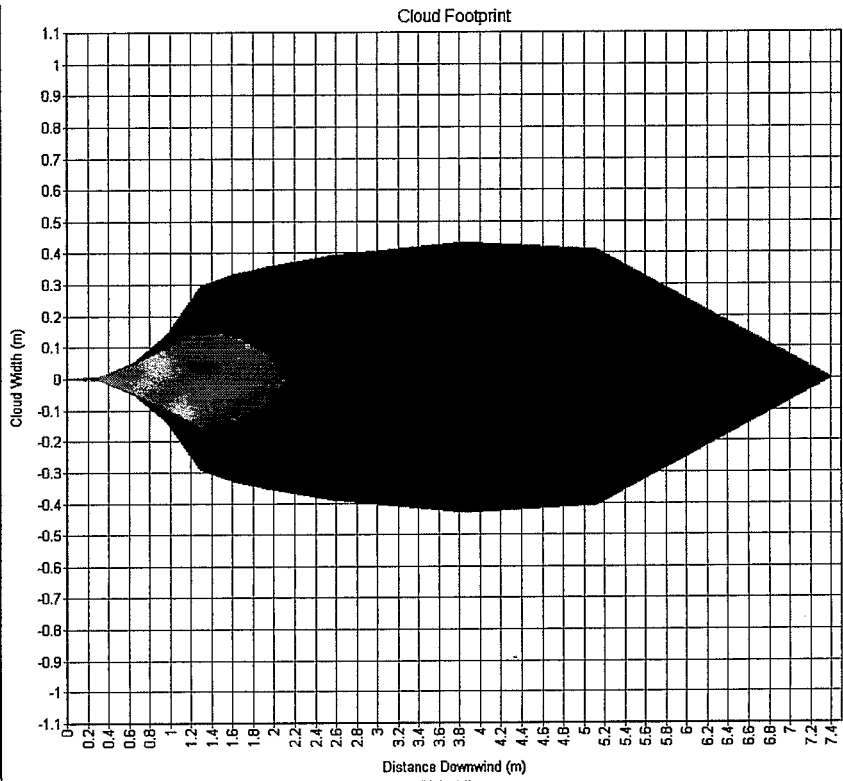
**Standaard 10%
Chloor, F1.5**

Study Folder: coupepolder2
Run Row: Individual etmaal
Audit No: 75763
Model: Chloor
Weather: F 1.5 m/s
Material: CHLORINE
Averaging Time: User(3600 s)
Height: 0 m
Concentration
Time: 16.427677 s

- 4.2058m2 @ 7.1ppm
- 2.0579m2 @ 14.2ppm
- 0.779848m2 @ 35.5ppm
- 0.317556m2 @ 71ppm

Study Folder: coupepolder2
Run Row: Individual etmaal
Audit No: 75763
Model: Chloor
Weather: F 1.5 m/s
Material: CHLORINE
Averaging Time: User(3600 s)
C/L Offset: 0 m
Concentration
Time: 16.427677 s

- 7.0999999 ppm
- 14.2 ppm
- 35.500001 ppm
- 71.000002 ppm

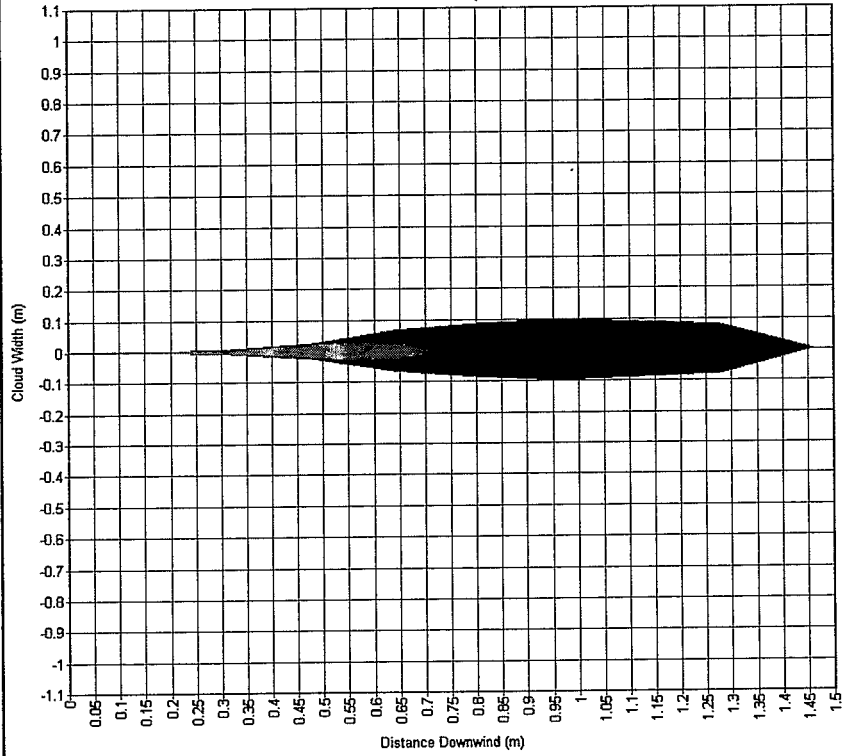


**Standaard 10%
Stikstofdioxide, D5**

Study Folder: coupepolder2
 Run Row: Individual etmaal
 Audit No: 75763
 Model: Stikstofdioxide
 Weather: D 5 m/s
 Material: NITROGEN
 DIOXIDE
 Averaging Time: User(3600 s)
 Height: 0 m
 Concentration
 Time: 0.47475147 s

0.148413m2 @ 11ppm
 0.0748587m2 @ 22ppm
 0.029643m2 @ 55ppm
 0.0157206m2 @ 110ppm

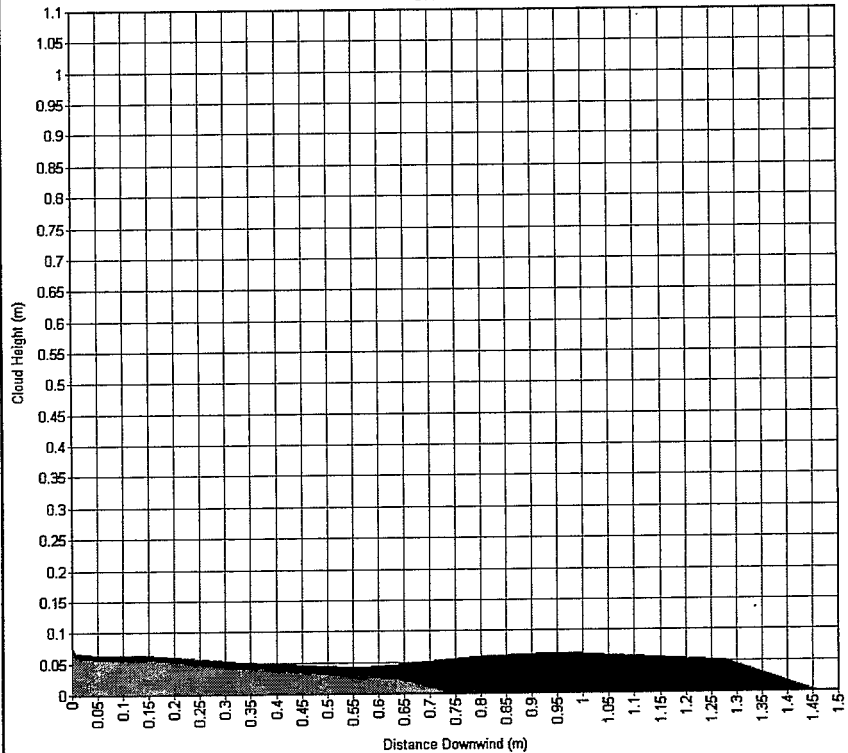
Cloud Footprint



Study Folder: coupepolder2
 Run Row: Individual etmaal
 Audit No: 75763
 Model: Stikstofdioxide
 Weather: D 5 m/s
 Material: NITROGEN
 DIOXIDE
 Averaging Time: User(3600 s)
 C/L Offset: 0 m
 Concentration
 Time: 0.47475147 s

11 ppm
 22 ppm
 55 ppm
 110 ppm

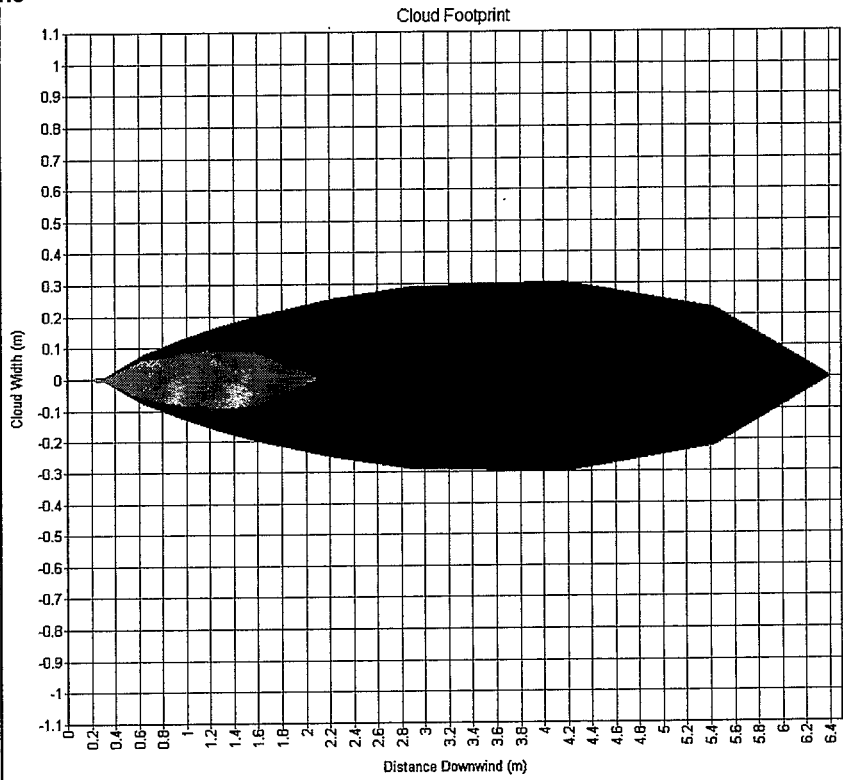
Side View



**Standaard 10%
Stikstofdioxide, F1.5**

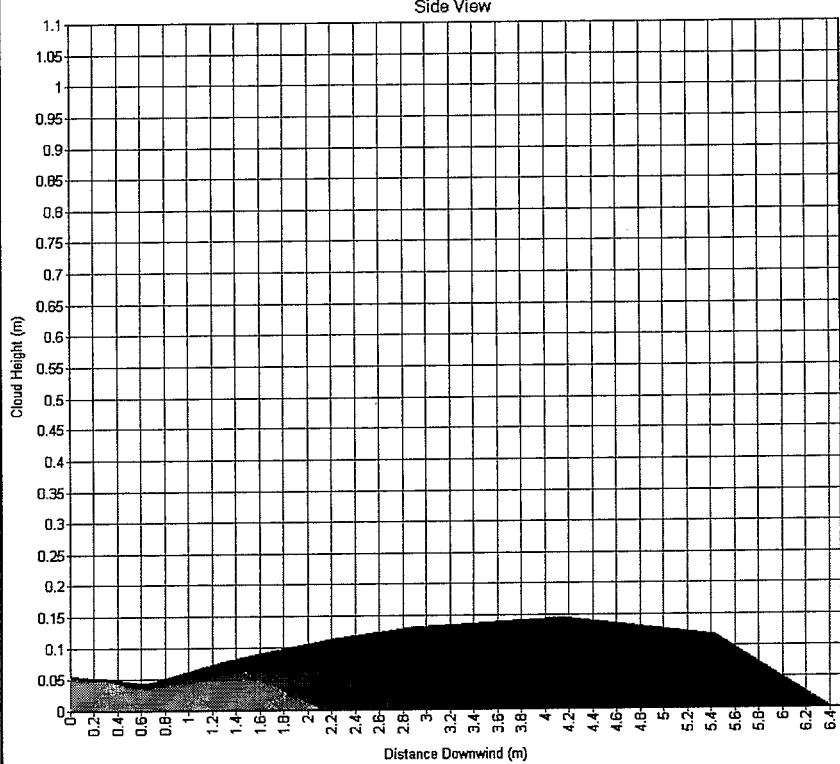
Study Folder: coupepolder2
 Run Row: Individual etmaal
 Audit No: 75763
 Model: Stikstofdioxide
 Weather: F 1.5 m/s
 Material: NITROGEN
 DIOXIDE
 Averaging Time: User(3600 s)
 Height: 0 m
 Concentration
 Time: 14.211992 s

2.61245m2 @ 11ppm
 1.23951m2 @ 22ppm
 0.465826m2 @ 55ppm
 0.22644m2 @ 110ppm



Study Folder: coupepolder2
 Run Row: Individual etmaal
 Audit No: 75763
 Model: Stikstofdioxide
 Weather: F 1.5 m/s
 Material: NITROGEN
 DIOXIDE
 Averaging Time: User(3600 s)
 C/L Offset: 0 m
 Concentration
 Time: 14.211992 s

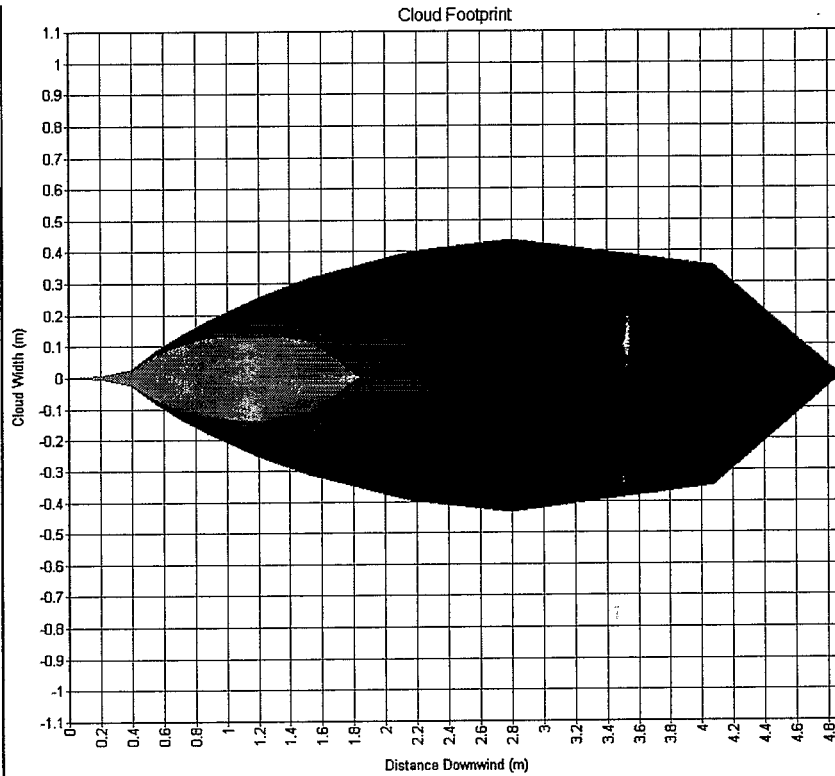
11 ppm
 22 ppm
 55 ppm
 110 ppm



**Standaard 10%
Fosfine, D5**

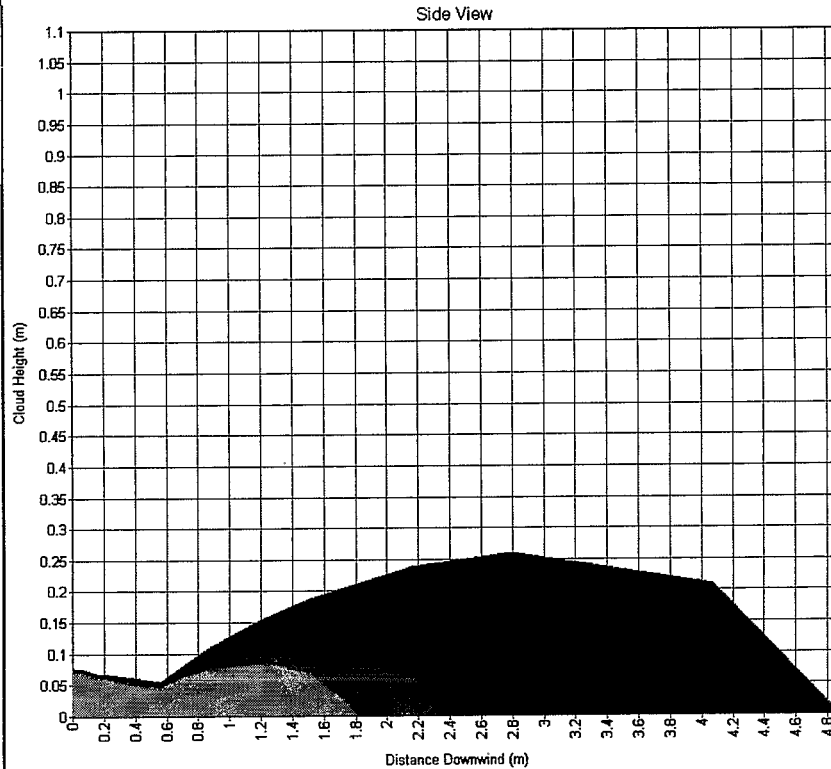
Study Folder: coupepolder2
Run Row: Individual etmaal
Audit No: 75763
Model: fosfine
Weather: D 5 m/s
Material: PHOSPHINE
Averaging Time: User(3600 s)
Height: 0 m
Concentration
Time: 1.5725269 s

2.72609m2 @ 0.45ppm
1.37544m2 @ 0.9ppm
0.543913m2 @ 2.25ppm
0.280343m2 @ 4.5ppm



Study Folder: coupepolder2
Run Row: Individual etmaal
Audit No: 75763
Model: fosfine
Weather: D 5 m/s
Material: PHOSPHINE
Averaging Time: User(3600 s)
C/L Offset: 0 m
Concentration
Time: 1.5725269 s

0.44999999 ppm
0.89999997 ppm
2.2499999 ppm
4.4999997 ppm



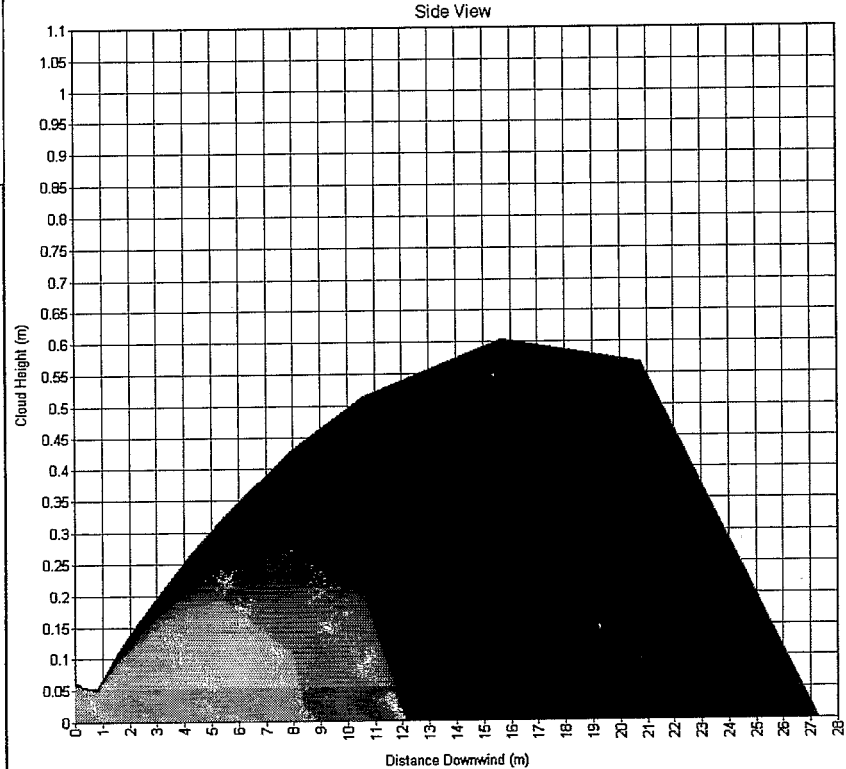
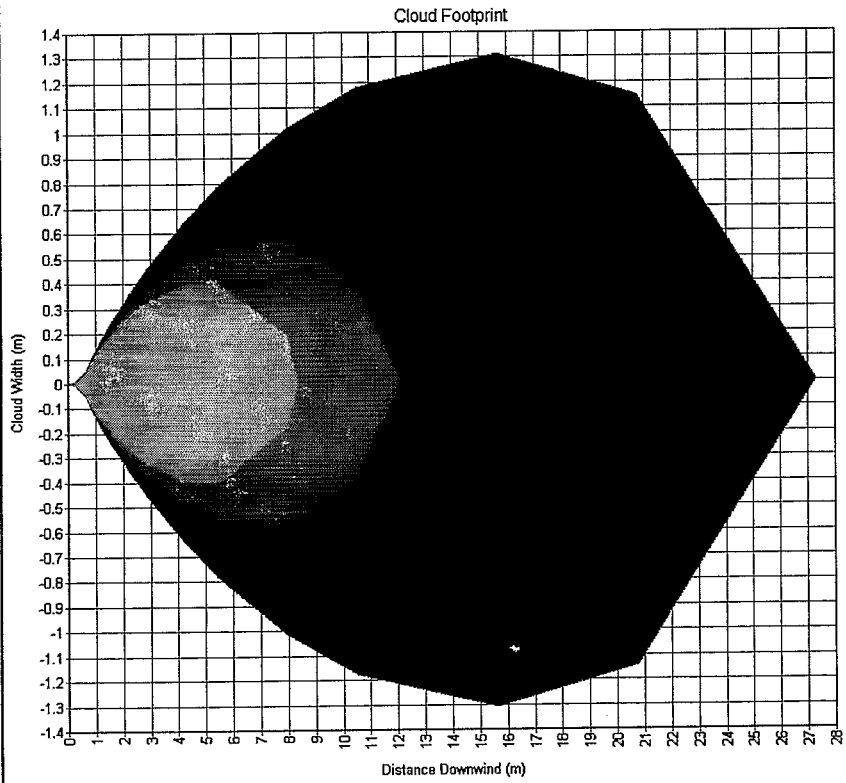
**Standaard 10%
Fosfine, F1.5**

Study Folder: coupepolder2
Run Row: Individual etmaal
Audit No: 75763
Model: fosfine
Weather: F 1.5 m/s
Material: PHOSPHINE
Averaging Time: User(3600 s)
Height: 0 m
Concentration
Time: 60.182854 s

47.4772m2 @ 0.45ppm
23.2998m2 @ 0.9ppm
9.42621m2 @ 2.25ppm
4.46842m2 @ 4.5ppm

Study Folder: coupepolder2
Run Row: Individual etmaal
Audit No: 75763
Model: fosfine
Weather: F 1.5 m/s
Material: PHOSPHINE
Averaging Time: User(3600 s)
C/L Offset: 0 m
Concentration
Time: 60.182854 s

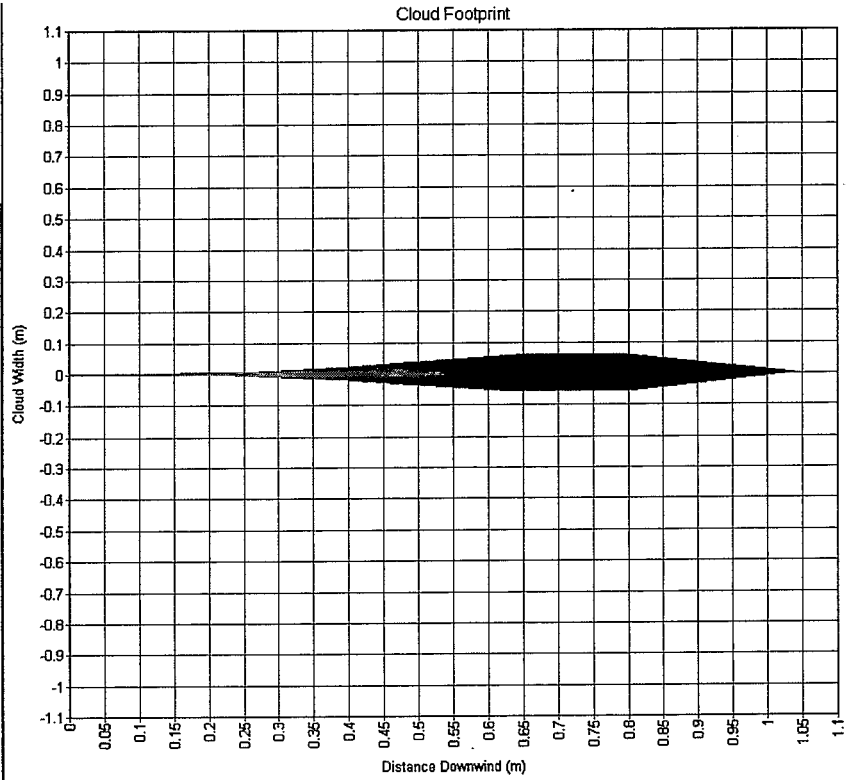
0.44999999 ppm
0.89999997 ppm
2.24999999 ppm
4.49999997 ppm



**Standaard 10%
Waterstofsulfide, D5**

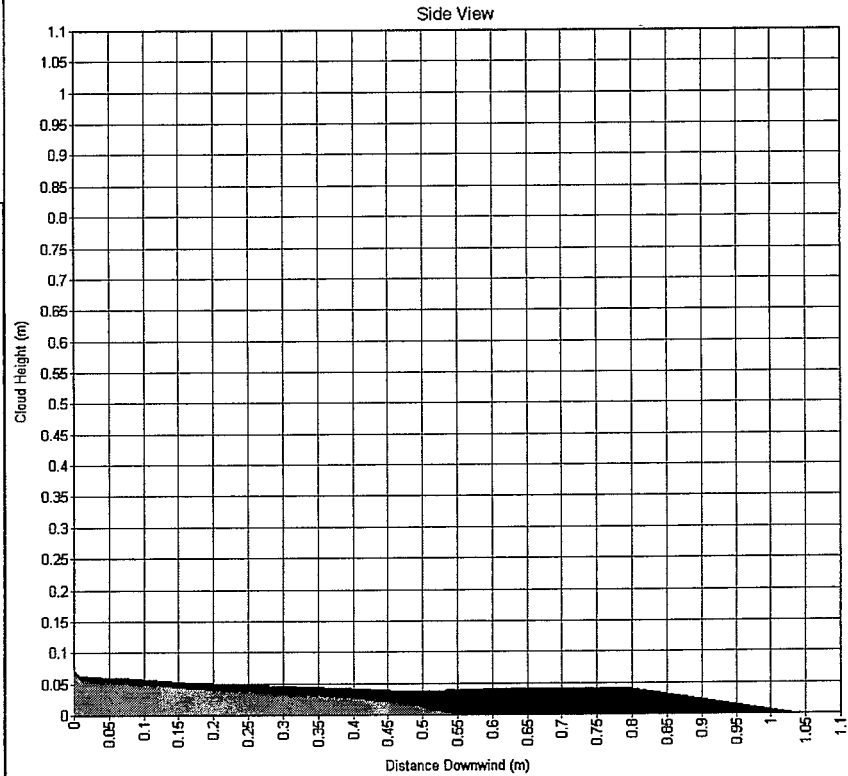
Study Folder: coupepolder2
Run Row: Individual etmaal
Audit No: 75763
Model: Waterstofsulfide
Weather: D 5 m/s
Material: HYDROGEN
SULFIDE
Averaging Time: User(3600 s)
Height: 0 m
Concentration
Time: 0.33908927 s

0.0591009m2 @ 31ppm
0.0274692m2 @ 62ppm
0.0107119m2 @ 155ppm
0.00647336m2 @ 310ppr



Study Folder: coupepolder2
Run Row: Individual etmaal
Audit No: 75763
Model: Waterstofsulfide
Weather: D 5 m/s
Material: HYDROGEN
SULFIDE
Averaging Time: User(3600 s)
C/L Offset: 0 m
Concentration
Time: 0.33908927 s

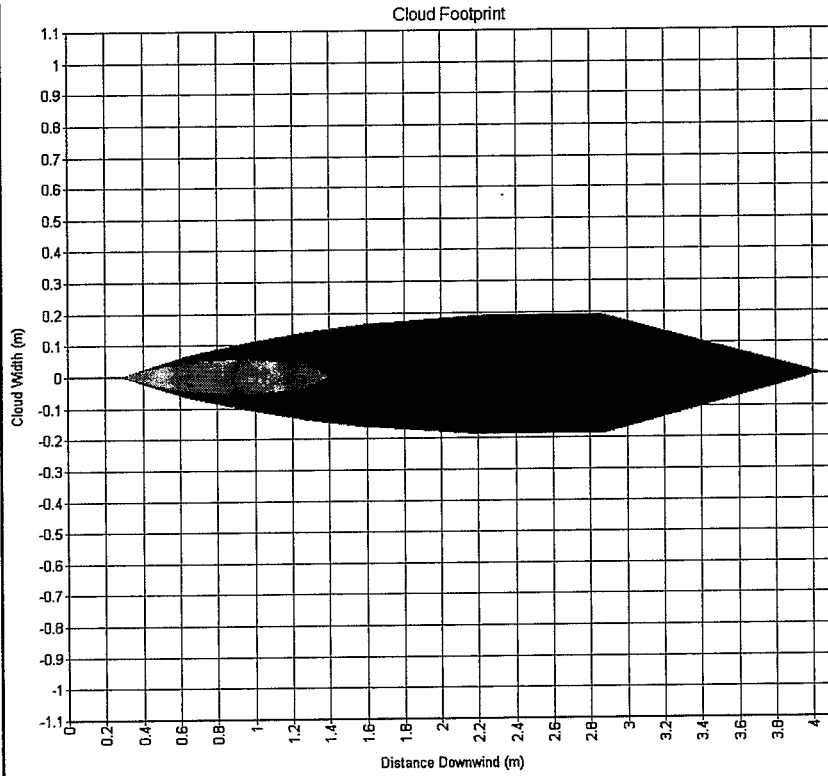
31 ppm
61.999999 ppm
155 ppm
310 ppm



**Standaard 10%
Waterstofsulfide, F1.5**

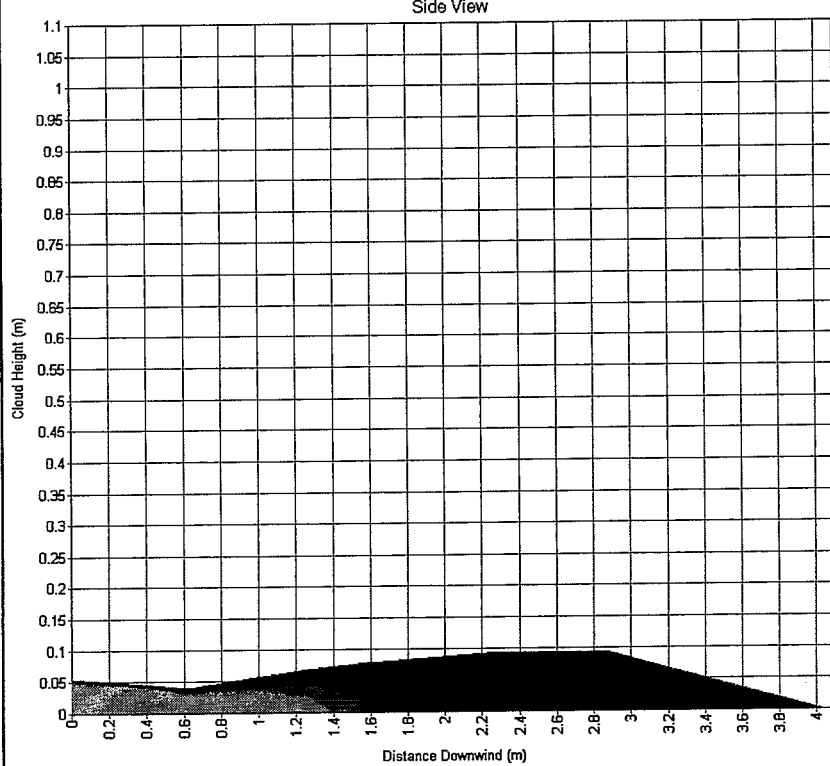
Study Folder: coupepolder2
Run Row: Individual etmaal
Audit No: 75763
Model: Waterstofsulfide
Weather: F 1,5 m/s
Material: HYDROGEN
SULFIDE
Averaging Time: User(3600 s)
Height: 0 m
Concentration
Time: 8.9623518 s

0.948472m2 @ 31ppm
0.464759m2 @ 62ppm
0.185836m2 @ 155ppm
0.0847199m2 @ 310ppm



Study Folder: coupepolder2
Run Row: Individual etmaal
Audit No: 75763
Model: Waterstofsulfide
Weather: F 1,5 m/s
Material: HYDROGEN
SULFIDE
Averaging Time: User(3600 s)
C/L Offset: 0 m
Concentration
Time: 8.9623518 s

31 ppm
61.999999 ppm
155 ppm
310 ppm



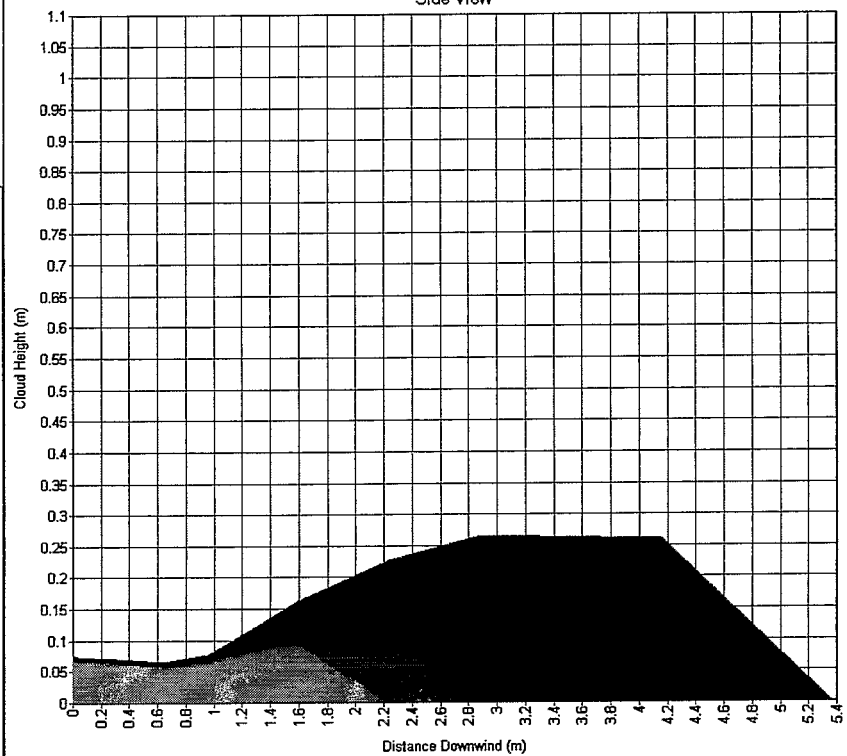
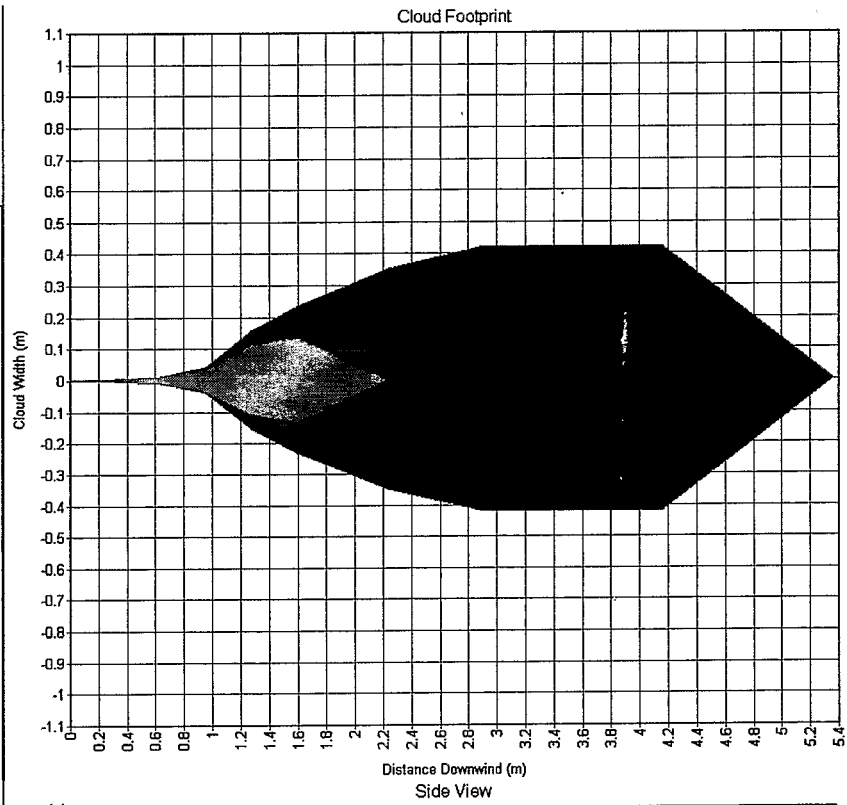
Standaard 10% Chloordioxide, D5

Study Folder: coupepolder2
 Run Row: Individual etmaal
 Audit No: 93373
 Model: Chloordioxide als
 chlor
 Weather: D 5 m/s
 Material: Chloordioxide
 Averaging Time: User(3600 s)
 Height: 0 m
 Concentration
 Time: 1.7312148 s

2.6776m2 @ 0.98ppm
 1.27535m2 @ 1.96ppm
 0.508795m2 @ 4.9ppm
 0.22596m2 @ 9.8ppm

Study Folder: coupepolder2
 Run Row: Individual etmaal
 Audit No: 93373
 Model: Chloordioxide als
 chlor
 Weather: D 5 m/s
 Material: Chloordioxide
 Averaging Time: User(3600 s)
 C/L Offset: 0 m
 Concentration
 Time: 1.7312148 s

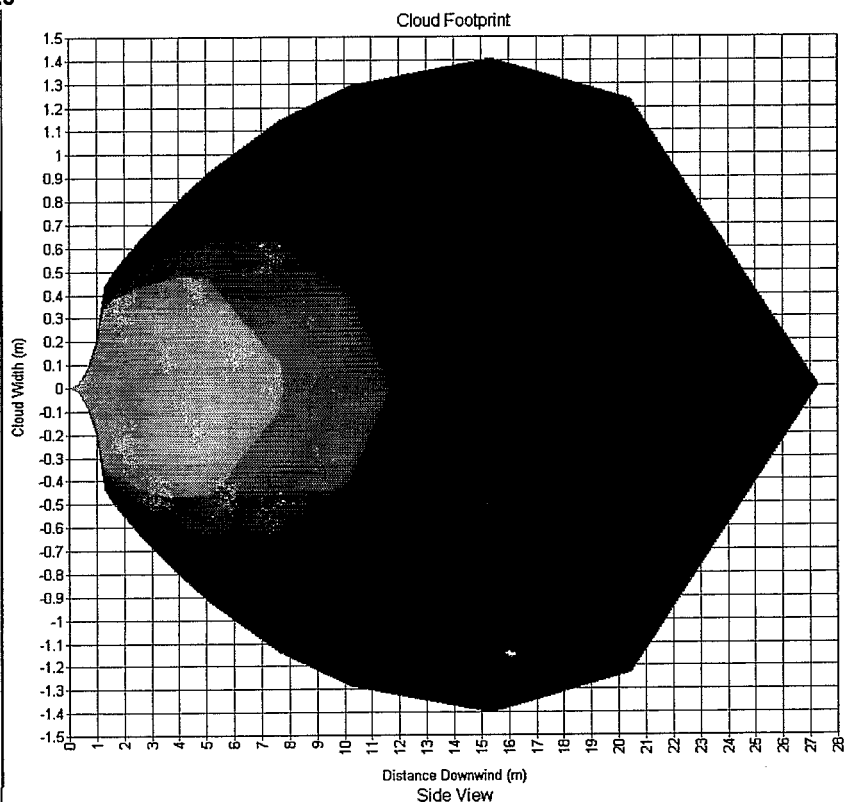
0.9799998 ppm
 1.96 ppm
 4.9 ppm
 9.8 ppm



Standaard 10% Chloordioxide, F1.5

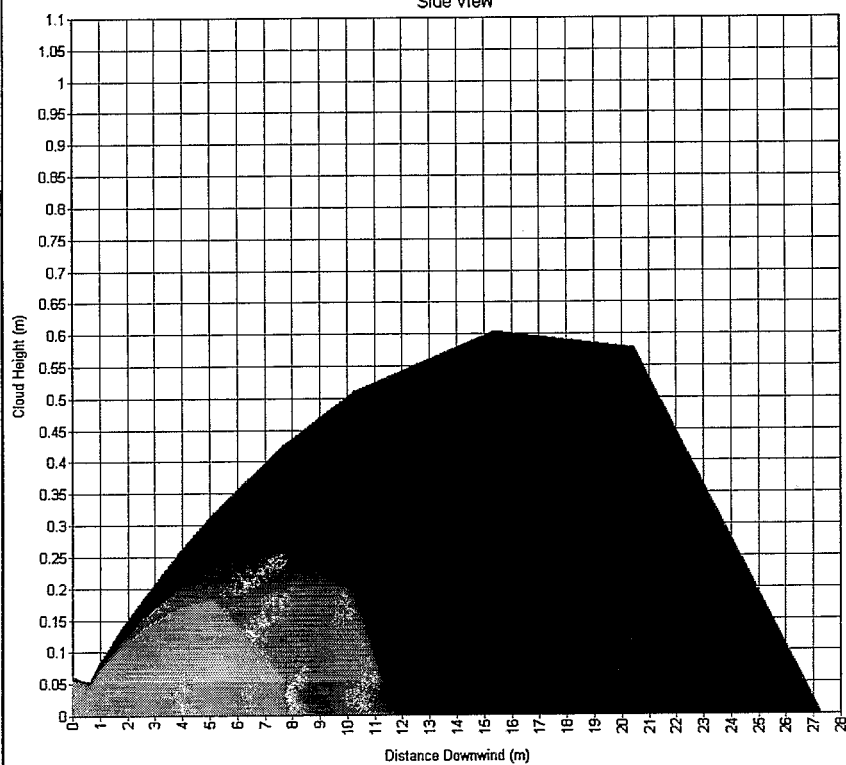
Study Folder: coupepolder2
 Run Row: Individual etmaal
 Audit No: 93373
 Model: Chloordioxide als
 chloor
 Weather: F 1,5 m/s
 Material: Chloordioxide
 Averaging Time: User(3600 s)
 Height: 0 m
 Concentration
 Time: 60.274094 s

■ 53.0376m2 @ 0.98ppm
 ■ 26.4707m2 @ 1.96ppm
 ■ 10.8462m2 @ 4.9ppm
 ■ 5.05964m2 @ 9.8ppm



Study Folder: coupepolder2
 Run Row: Individual etmaal
 Audit No: 93373
 Model: Chloordioxide als
 chloor
 Weather: F 1,5 m/s
 Material: Chloordioxide
 Averaging Time: User(3600 s)
 C/L Offset: 0 m
 Concentration
 Time: 60.274094 s

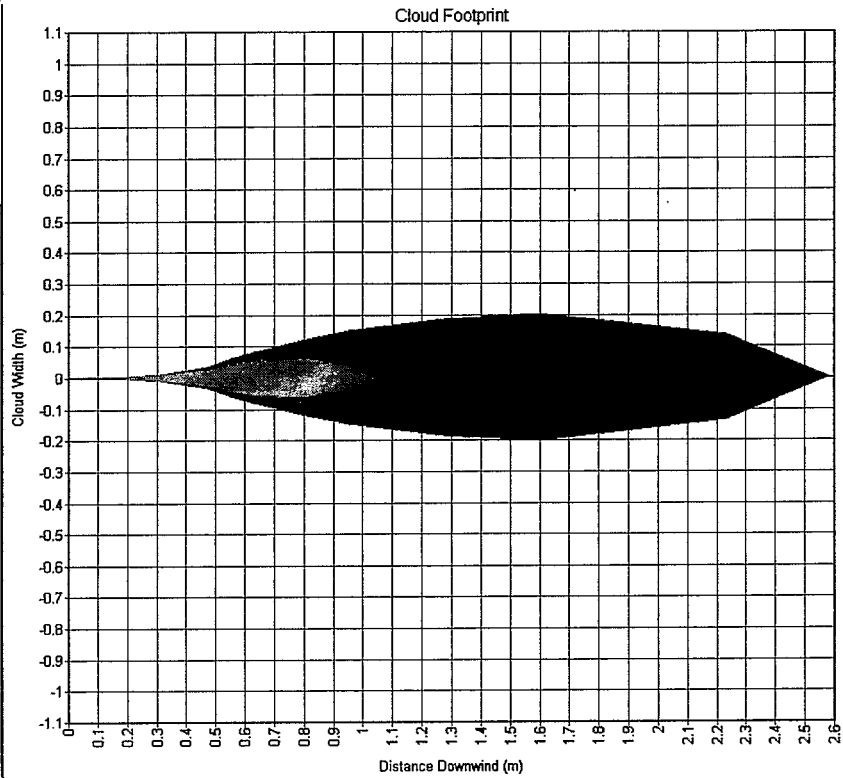
■ 0.97999998 ppm
 ■ 1.96 ppm
 ■ 4.9 ppm
 ■ 9.8 ppm



Bijzonder 10% Waterstofcyanide, D5

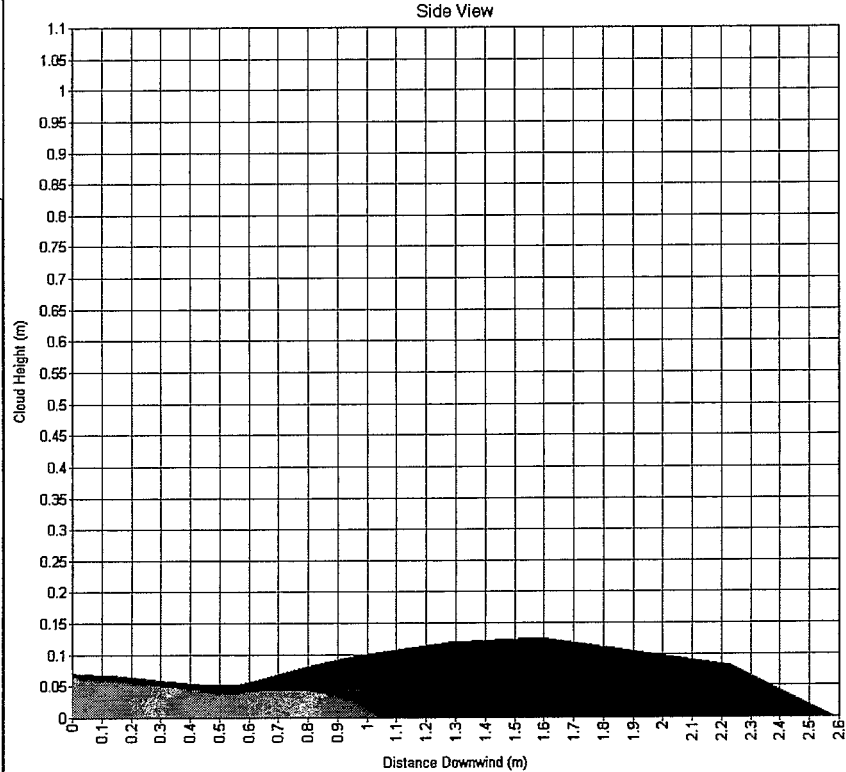
Study Folder: coupepolder2
 Run Row: Individual etmaal
 Audit No: 75763
 Model: Waterstofcyanide
 Weather: D 5 m/s
 Material: HYDROGEN
 CYANIDE
 Averaging Time: User(3600 s)
 Height: 0 m
 Concentration
 Time: 0.83478779 s

0.601267m2 @ 6.6ppm
 0.296957m2 @ 13.2ppm
 0.109262m2 @ 33ppm
 0.0592066m2 @ 66ppm



Study Folder: coupepolder2
 Run Row: Individual etmaal
 Audit No: 75763
 Model: Waterstofcyanide
 Weather: D 5 m/s
 Material: HYDROGEN
 CYANIDE
 Averaging Time: User(3600 s)
 C/L Offset: 0 m
 Concentration
 Time: 0.83478779 s

6.5999998 ppm
 13.2 ppm
 33 ppm
 66.000001 ppm



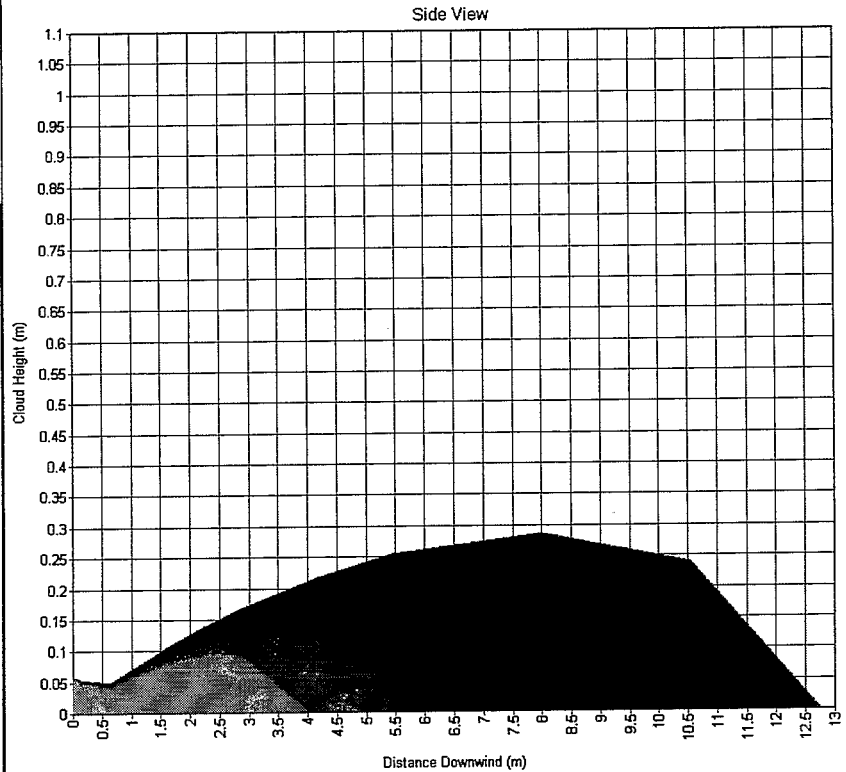
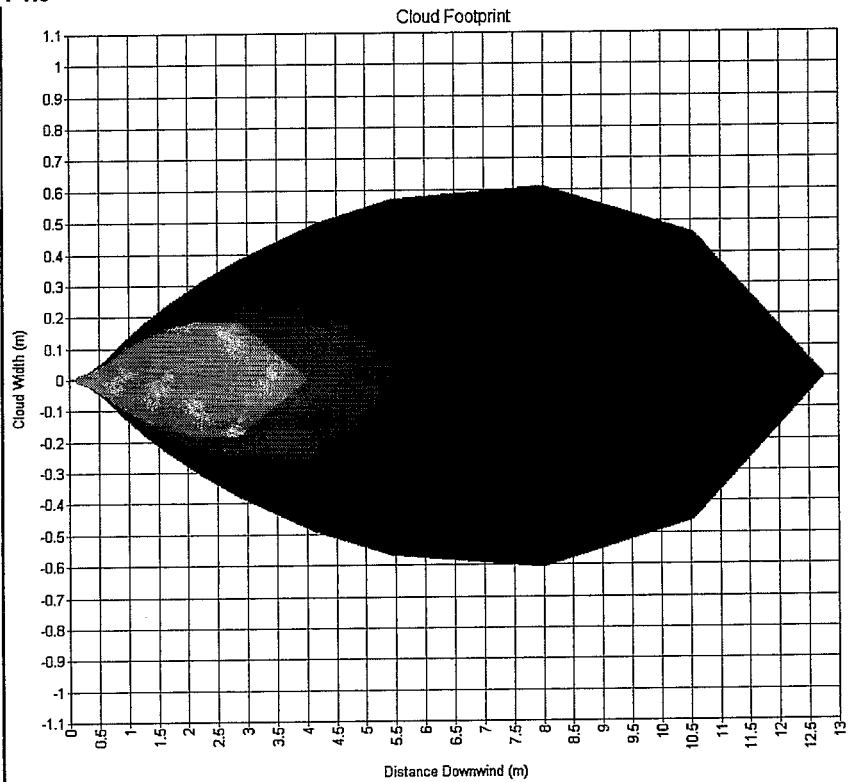
Bijzonder 10% Waterstofcyanide, F1.5

Study Folder: coupepolder2
 Run Row: Individual etmaal
 Audit No: 75763
 Model: Waterstofcyanide
 Weather: F 1.5 m/s
 Material: HYDROGEN
 CYANIDE
 Averaging Time: User(3600 s)
 Height: 0 m
 Concentration
 Time: 28.175272 s

10.4003m2 @ 6.6ppm
 4.93671m2 @ 13.2ppm
 1.92422m2 @ 33ppm
 0.907202m2 @ 66ppm

Study Folder: coupepolder2
 Run Row: Individual etmaal
 Audit No: 75763
 Model: Waterstofcyanide
 Weather: F 1.5 m/s
 Material: HYDROGEN
 CYANIDE
 Averaging Time: User(3600 s)
 C/L Offset: 0 m
 Concentration
 Time: 28.175272 s

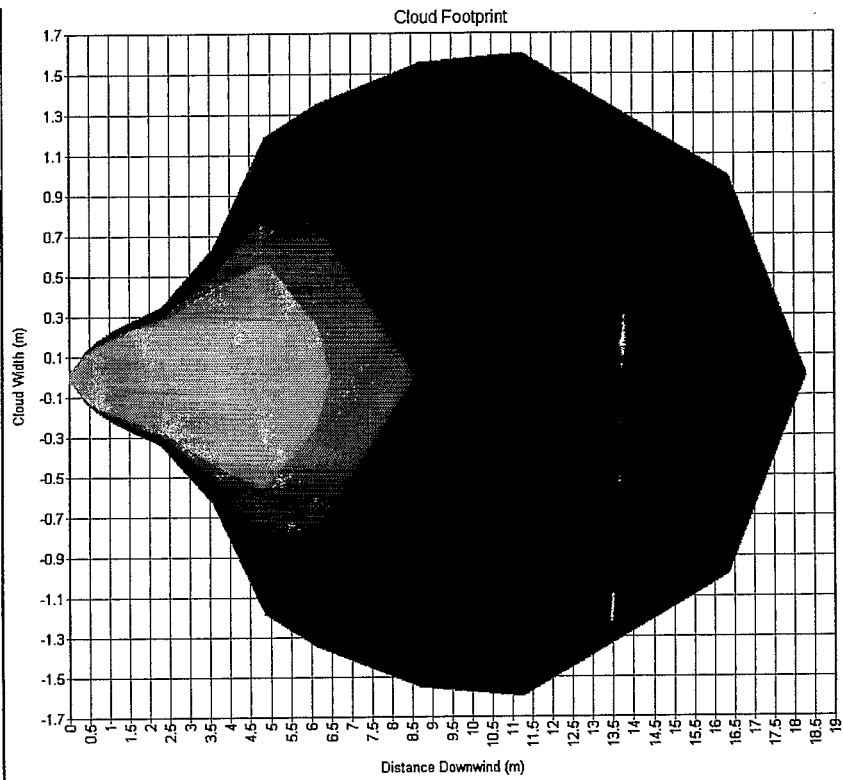
6.5999998 ppm
 13.2 ppm
 33 ppm
 66.000001 ppm



**Bijzonder 10%
Chloor, D5**

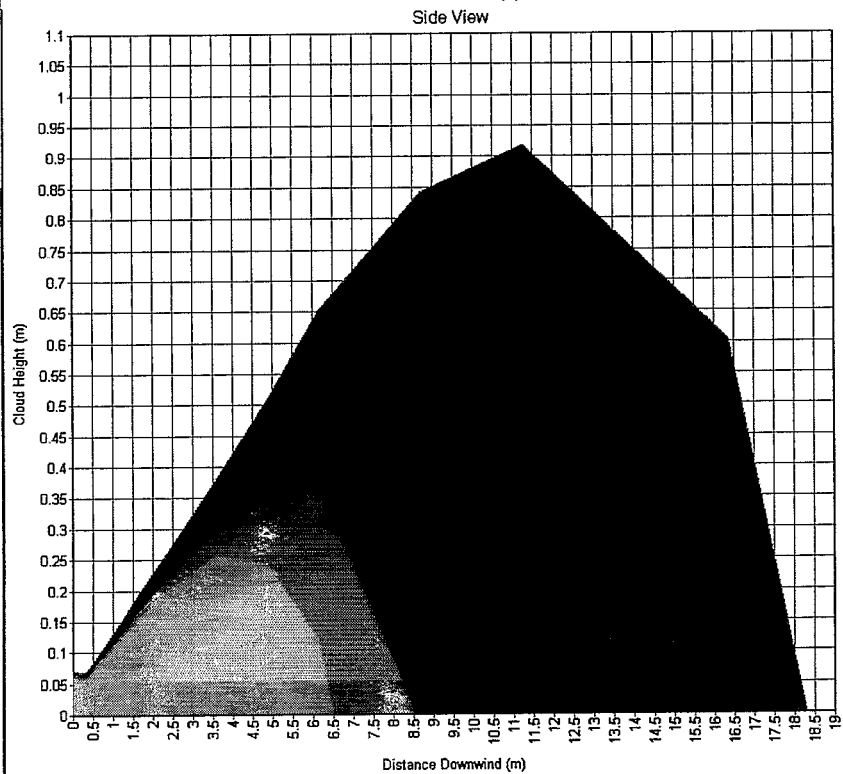
Study Folder: coupepolder2
Run Row: Individual etmaal
Audit No: 75763
Model: Chloor
Weather: D 5 m/s
Material: CHLORINE
Averaging Time: User(1600 s)
Height: 0 m
Concentration
Time: 5.9851298 s

38.6014m2 @ 29ppm
20.161m2 @ 56ppm
7.46696m2 @ 140ppm
4.1148m2 @ 280ppm



Study Folder: coupepolder2
Run Row: Individual etmaal
Audit No: 75763
Model: Chloor
Weather: D 5 m/s
Material: CHLORINE
Averaging Time: User(1800 s)
C/L Offset: 0 m
Concentration
Time: 5.9851298 s

29 ppm
56.000001 ppm
140 ppm
280.00001 ppm

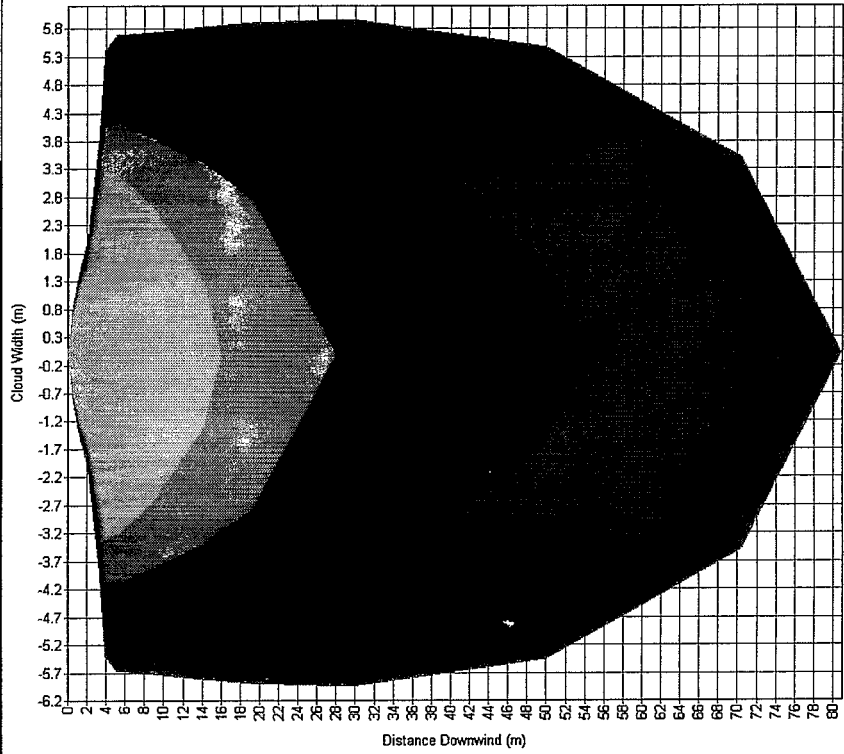


**Bijzonder 10%
Chloor, F1.5**

Study Folder: coupepolder2
Run Row: Individual etmaal
Audit No: 75763
Model: Chloor
Weather: F 1.5 m/s
Material: CHLORINE
Averaging Time: User(1800 s)
Height: 0 m
Concentration
Time: 174.76892 s

- 771.537m2 @ 28ppm
- 388.59m2 @ 56ppm
- 149.149m2 @ 140ppm
- 66.142m2 @ 280ppm

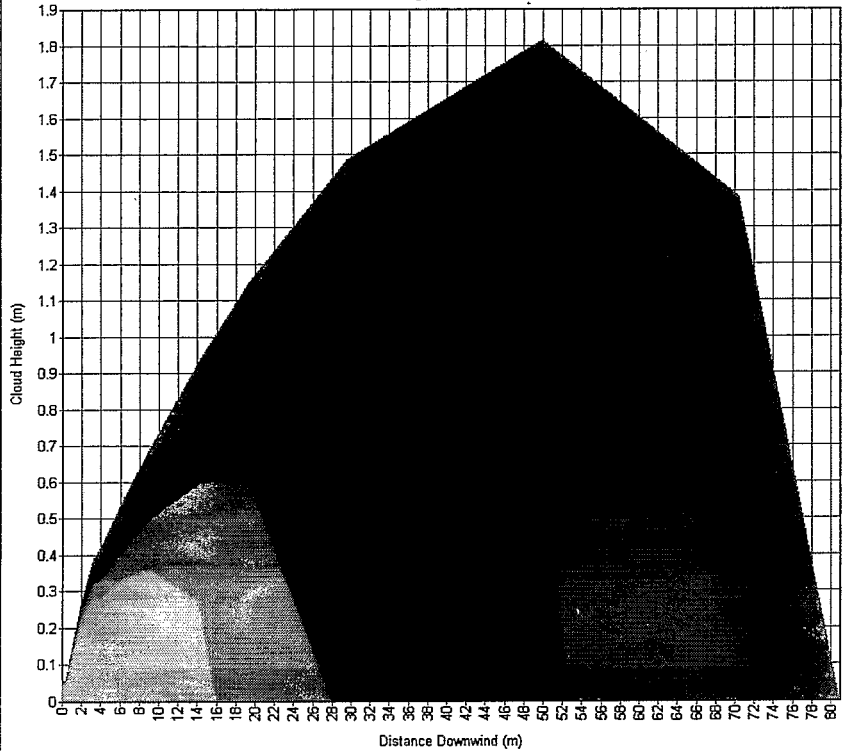
Cloud Footprint



Study Folder: coupepolder2
Run Row: Individual etmaal
Audit No: 75763
Model: Chloor
Weather: F 1.5 m/s
Material: CHLORINE
Averaging Time: User(1800 s)
C/L Offset: 0 m
Concentration
Time: 174.76892 s

- 28 ppm
- 56.000001 ppm
- 140 ppm
- 280.00001 ppm

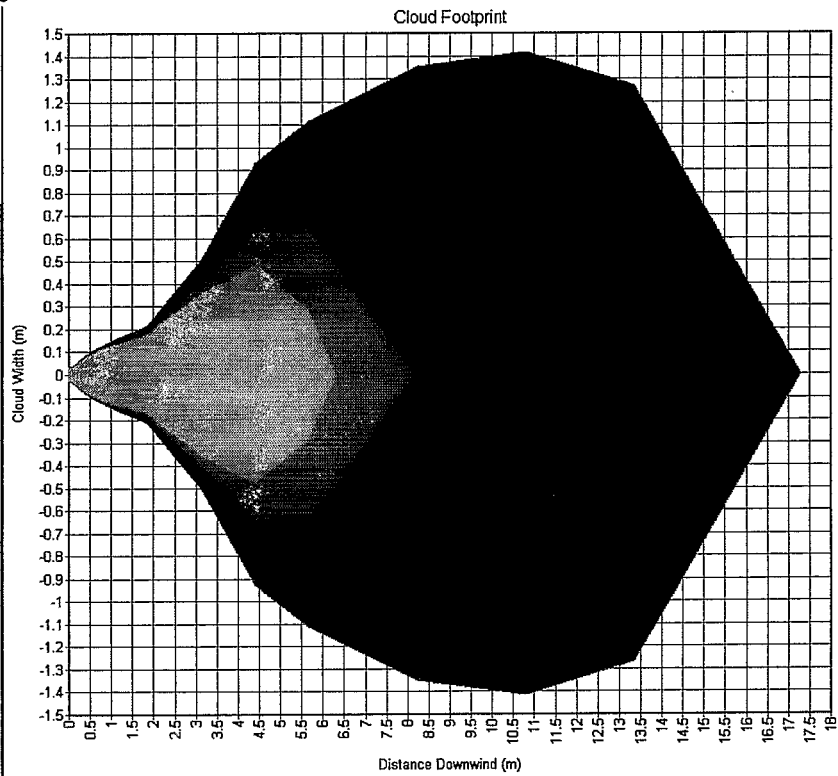
Side View



Bijzonder 10% Stikstofdioxide, D5

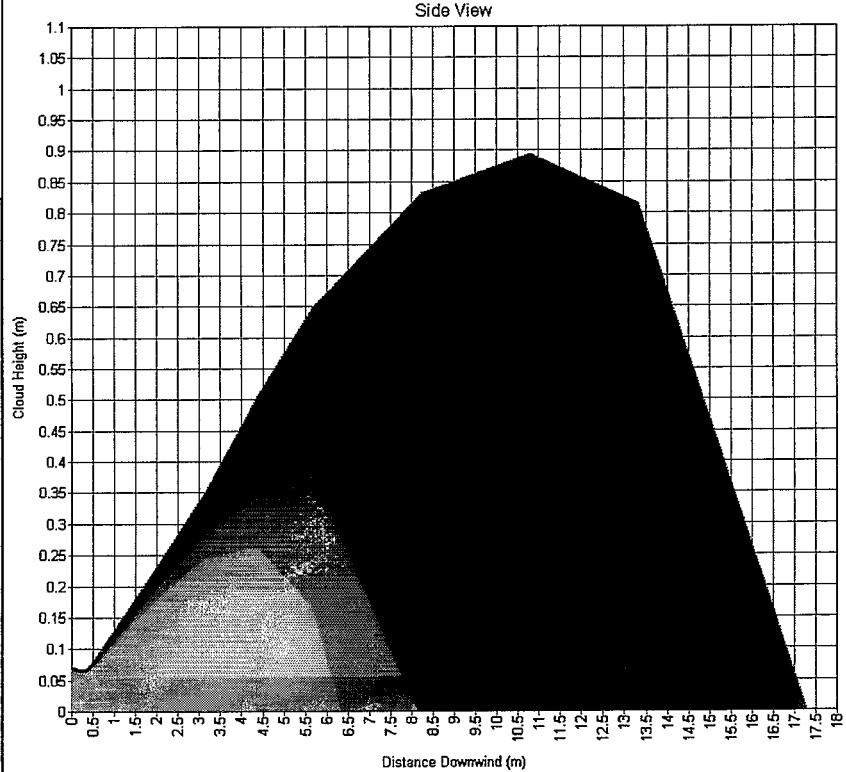
Study Folder: coupepolder2
 Run Row: Individual etmaal
 Audit No: 75763
 Model: Stikstofdioxide
 Weather: D 5 m/s
 Material: NITROGEN
 DIOXIDE
 Averaging Time: User(1800 s)
 Height: 0 m
 Concentration
 Time: 5.630991 s

31.1925m2 @ 25ppm
 15.9321m2 @ 50ppm
 5.84347m2 @ 125ppm
 3.29776m2 @ 250ppm



Study Folder: coupepolder2
 Run Row: Individual etmaal
 Audit No: 75763
 Model: Stikstofdioxide
 Weather: D 5 m/s
 Material: NITROGEN
 DIOXIDE
 Averaging Time: User(1800 s)
 C/L Offset: 0 m
 Concentration
 Time: 5.630991 s

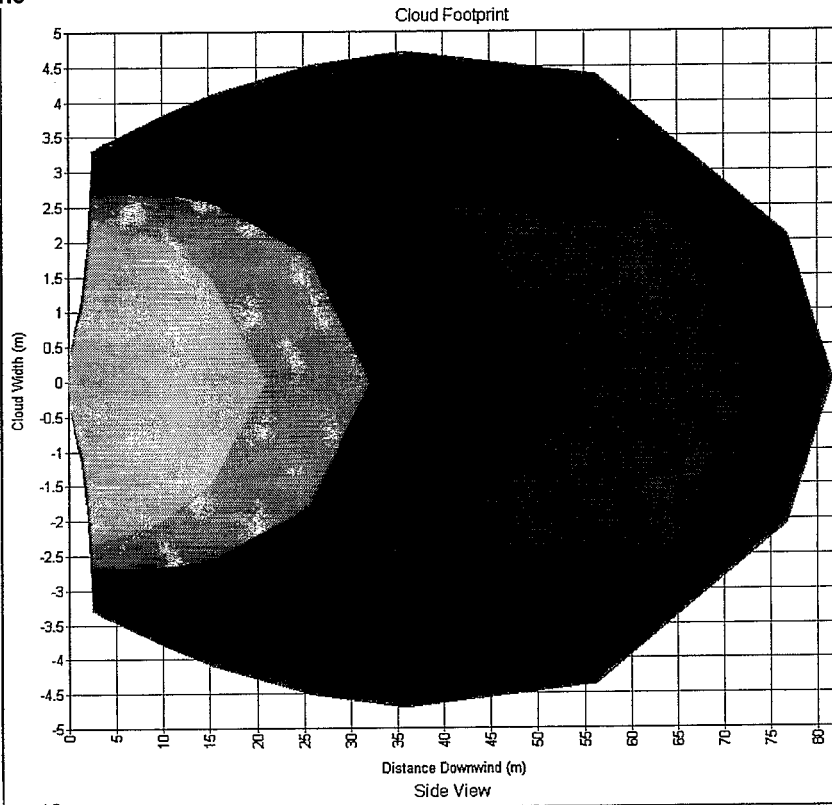
24.999999 ppm
 49.999999 ppm
 124.999999 ppm
 249.99998 ppm



**Bijzonder 10%
Stikstofdioxide, F1.5**

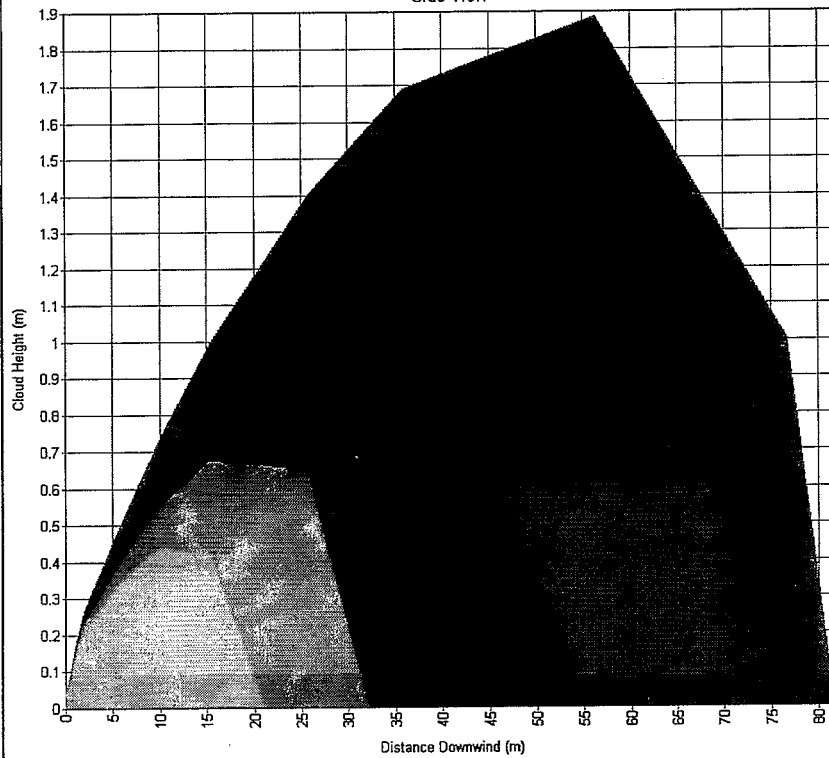
Study Folder: coupepolder2
Run Row: Individual etmaal
Audit No: 75763
Model: Stikstofdioxide
Weather: F 1.5 m/s
Material: NITROGEN
DIOXIDE
Averaging Time: User(1800 s)
Height: 0 m
Concentration
Time: 176.42081 s

614.767m2 @ 25ppm
301.598m2 @ 50ppm
130.621m2 @ 125ppm
64.9832m2 @ 250ppm



Study Folder: coupepolder2
Run Row: Individual etmaal
Audit No: 75763
Model: Stikstofdioxide
Weather: F 1.5 m/s
Material: NITROGEN
DIOXIDE
Averaging Time: User(1800 s)
C/L Offset: 0 m
Concentration
Time: 176.42081 s

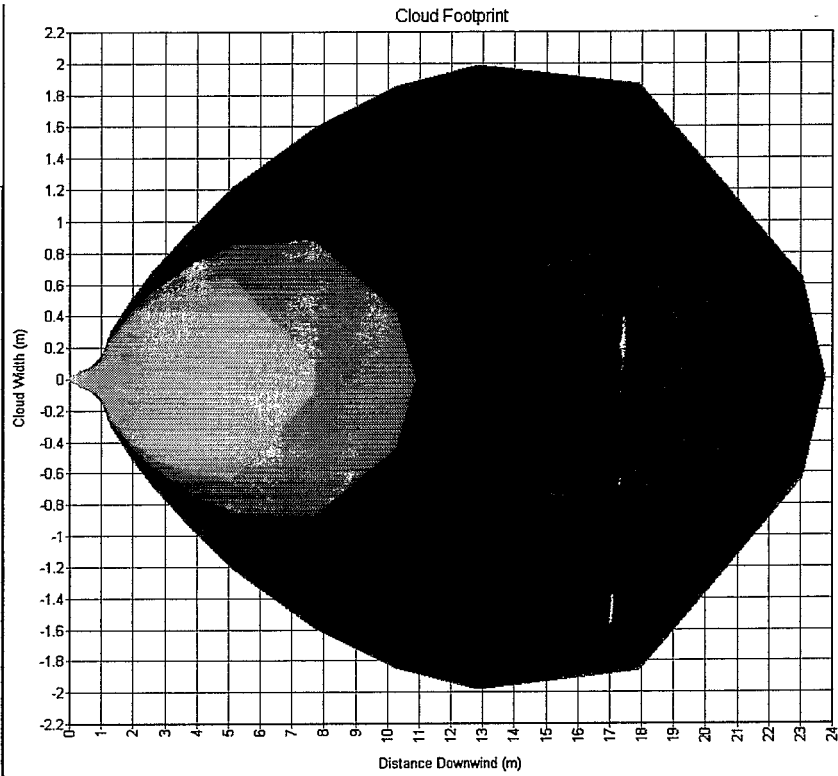
24.999999 ppm
49.999999 ppm
124.999999 ppm
249.99998 ppm



Bijzonder 10% Fosfine, D5

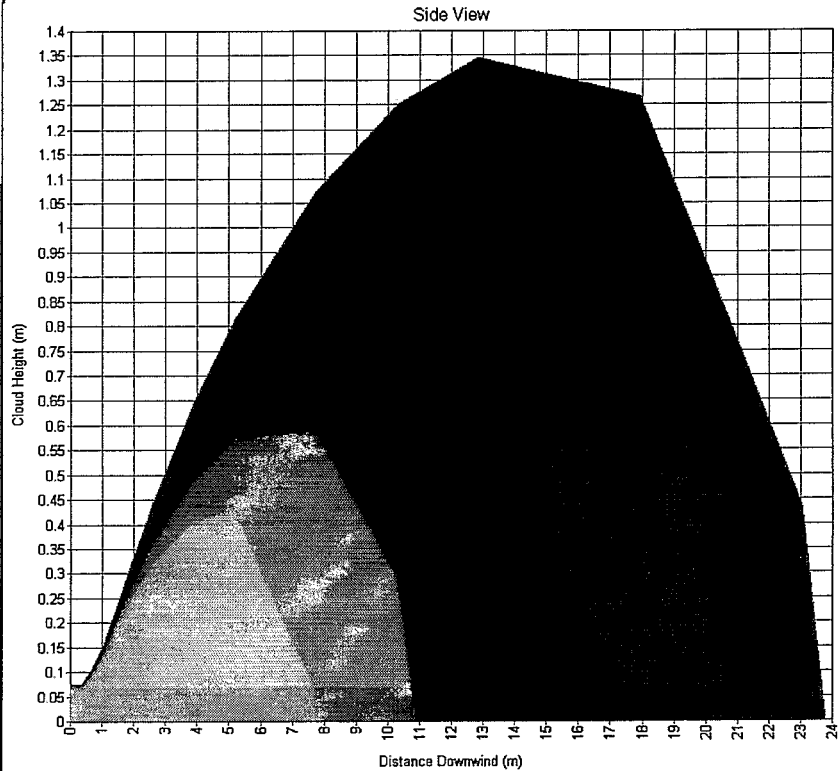
Study Folder: coupepolder2
 Run Row: Individual etmaal
 Audit No: 75763
 Model: fosfine
 Weather: D 5 m/s
 Material: PHOSPHINE
 Averaging Time: User(1800 s)
 Height: 0 m
 Concentration
 Time: 7.6938367 s

■	65.422m2 @ 7.2ppm
■	31.9096m2 @ 14.4ppm
■	13.1079m2 @ 36ppm
■	6.09239m2 @ 72ppm



Study Folder: coupepolder2
 Run Row: Individual etmaal
 Audit No: 75763
 Model: fosfine
 Weather: D 5 m/s
 Material: PHOSPHINE
 Averaging Time: User(1800 s)
 C/L Offset: 0 m
 Concentration
 Time: 7.6938367 s

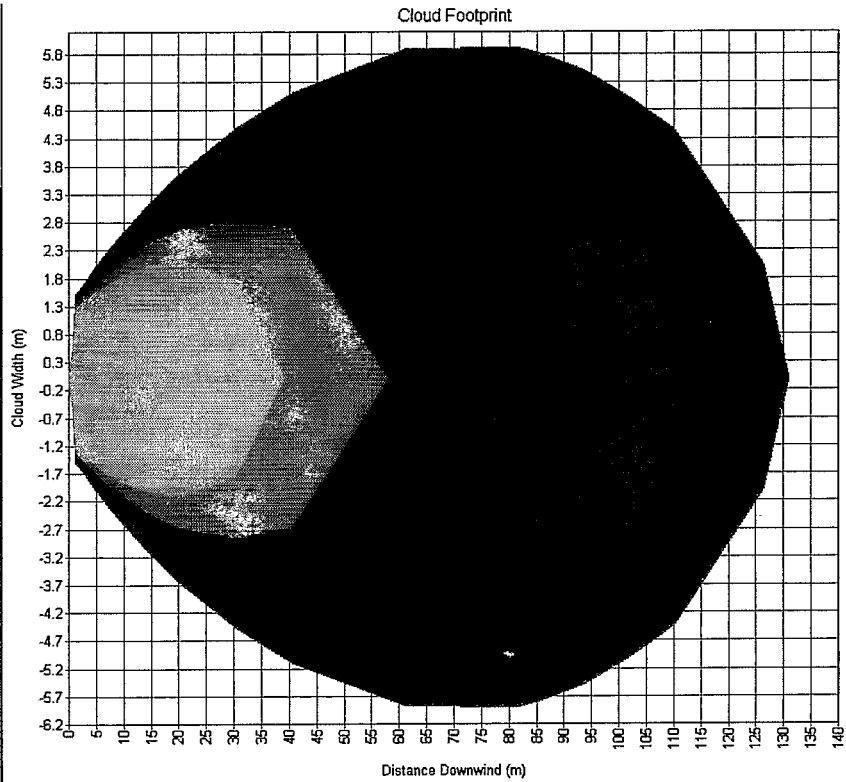
■	7.1999998 ppm
■	14.4 ppm
■	35.999998 ppm
■	71.999995 ppm



Bijzonder 10% Fosfine, F1.5

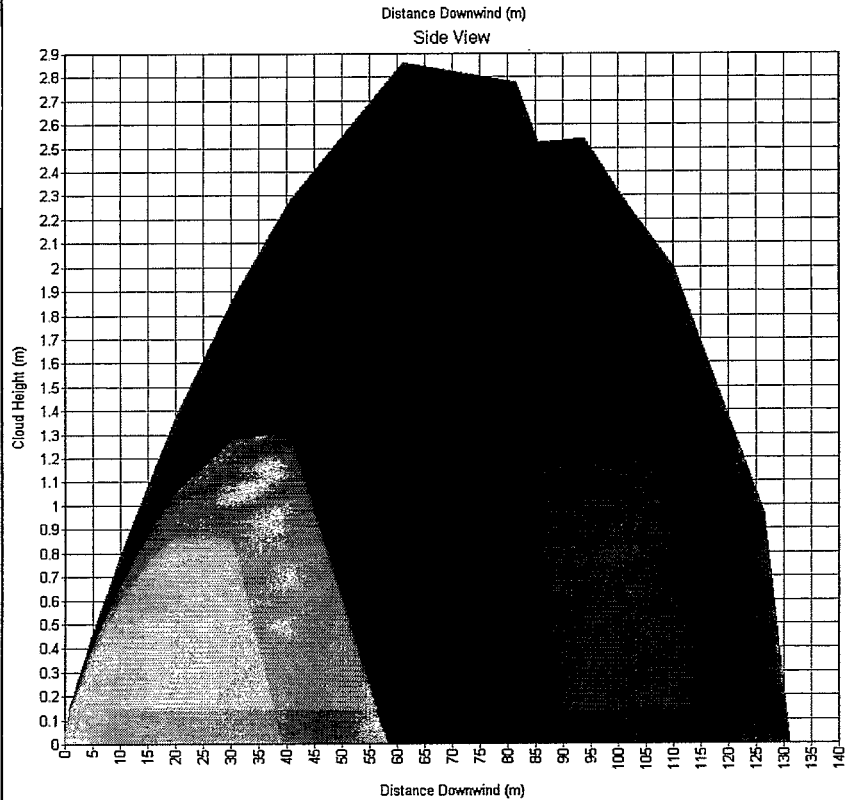
Study Folder: coupepolder2
 Run Row: Individual etmaal
 Audit No: 75763
 Model: fosfine
 Weather: F 1.5 m/s
 Material: PHOSPHINE
 Averaging Time: User(1800 s)
 Height: 0 m
 Concentration
 Time: 259.55389 s

1171.24m2 @ 7.2ppm
599.205m2 @ 14.4ppm
242.255m2 @ 36ppm
125.599m2 @ 72ppm



Study Folder: coupepolder2
 Run Row: Individual etmaal
 Audit No: 75763
 Model: fosfine
 Weather: F 1.5 m/s
 Material: PHOSPHINE
 Averaging Time: User(1800 s)
 C/L Offset: 0 m
 Concentration
 Time: 259.55389 s

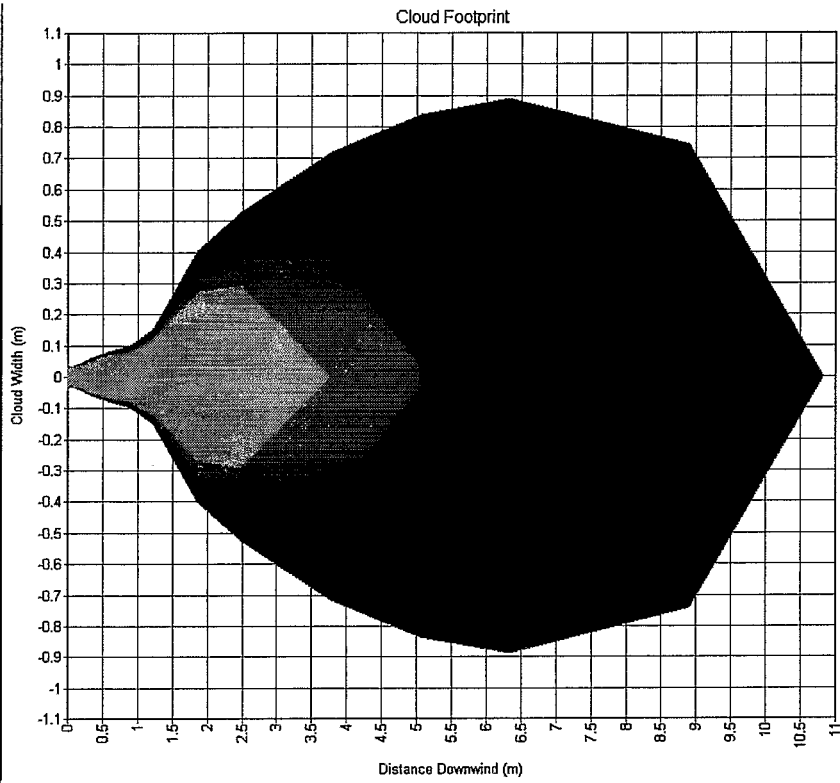
7.1999998 ppm
14.4 ppm
35.999998 ppm
71.999995 ppm



**Bijzonder 10%
Waterstofsulfide, D5**

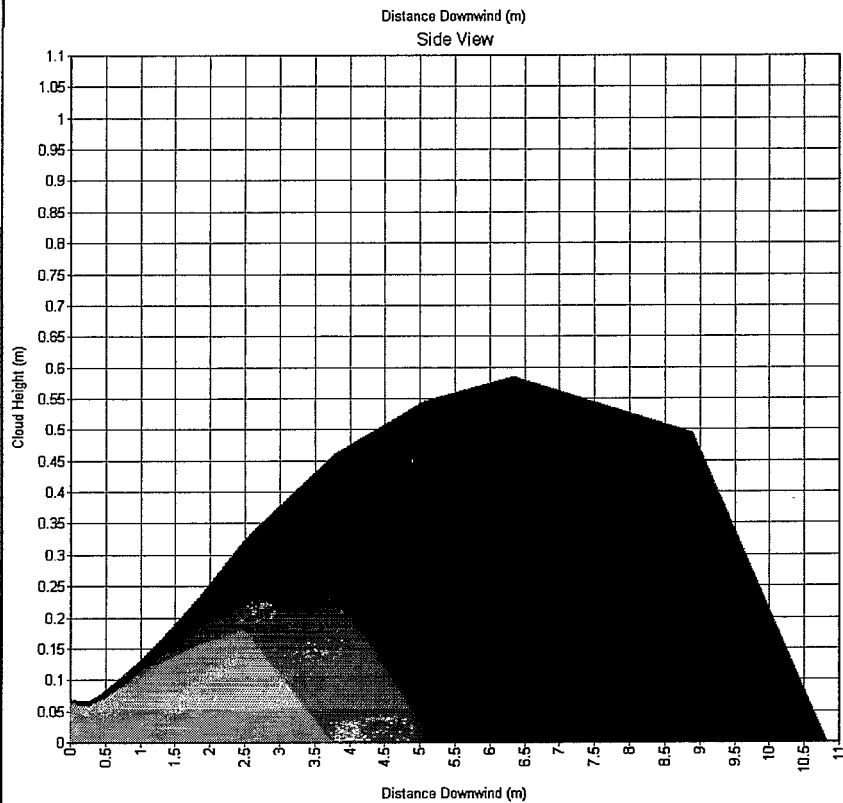
Study Folder: coupepolder2
 Run Row: Individual etmaal
 Audit No: 75763
 Model: Waterstofsulfide
 Weather: D 5 m/s
 Material: HYDROGEN
 SULFIDE
 Averaging Time: User(1800 s)
 Height: 0 m
 Concentration
 Time: 3.5416669 s

- 12.5962m2 @ 60ppm
- 6.43551m2 @ 120ppm
- 2.44509m2 @ 300ppm
- 1.14214m2 @ 600ppm



Study Folder: coupepolder2
 Run Row: Individual etmaal
 Audit No: 75763
 Model: Waterstofsulfide
 Weather: D 5 m/s
 Material: HYDROGEN
 SULFIDE
 Averaging Time: User(1800 s)
 C/L Offset: 0 m
 Concentration
 Time: 3.5416669 s

- 59.999998 ppm
- 120 ppm
- 299.99999 ppm
- 599.99997 ppm

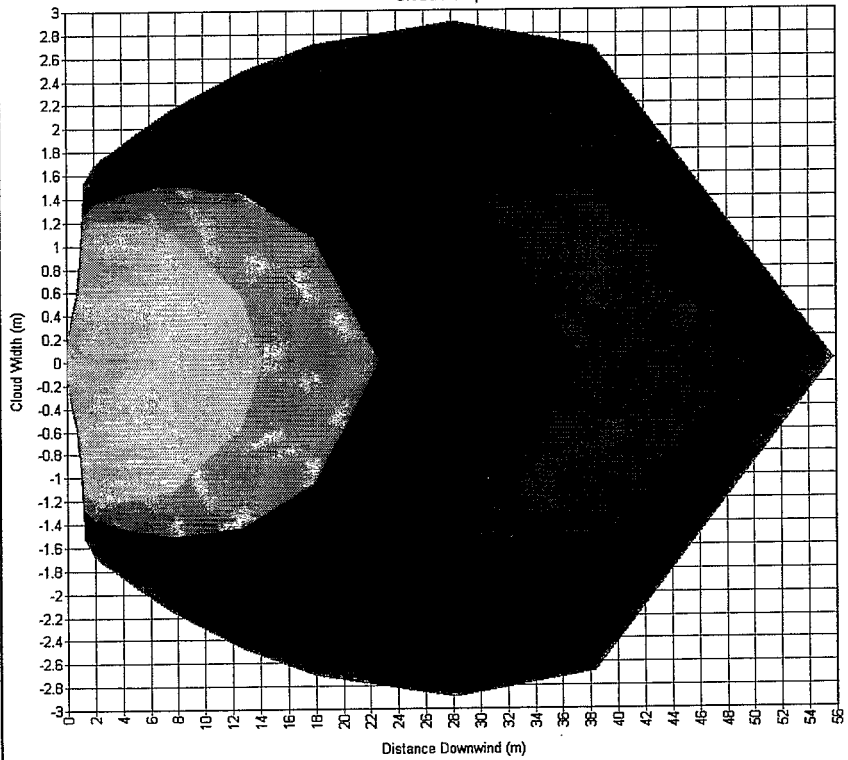


**Bijzonder 10%
Waterstofsulfide, F1.5**

Study Folder: coupepolder2
 Run Row: Individual etmaal
 Audit No: 75763
 Model: Waterstofsulfide
 Weather: F 1.5 m/s
 Material: HYDROGEN
 SULFIDE
 Averaging Time: User(1800 s)
 Height: 0 m
 Concentration
 Time: 123.33343 s

- 237.944m2 @ 60ppm
- 123.09m2 @ 120ppm
- 52.8409m2 @ 300ppm
- 25.8227m2 @ 600ppm

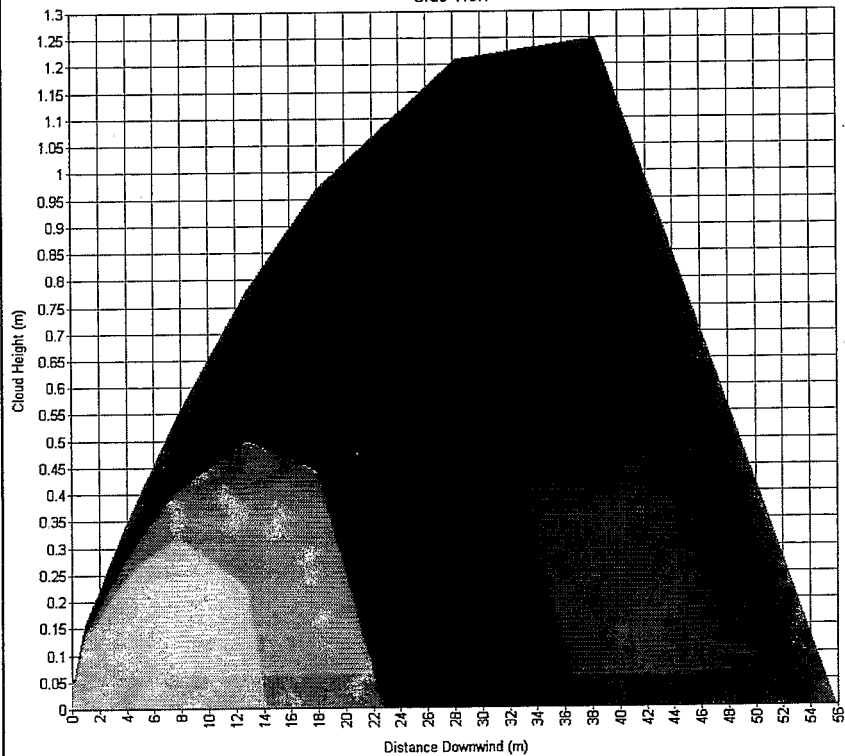
Cloud Footprint



Study Folder: coupepolder2
 Run Row: Individual etmaal
 Audit No: 75763
 Model: Waterstofsulfide
 Weather: F 1.5 m/s
 Material: HYDROGEN
 SULFIDE
 Averaging Time: User(1800 s)
 CL Offset: 0 m
 Concentration
 Time: 123.33343 s

- 59.999998 ppm
- 120 ppm
- 299.99999 ppm
- 599.99997 ppm

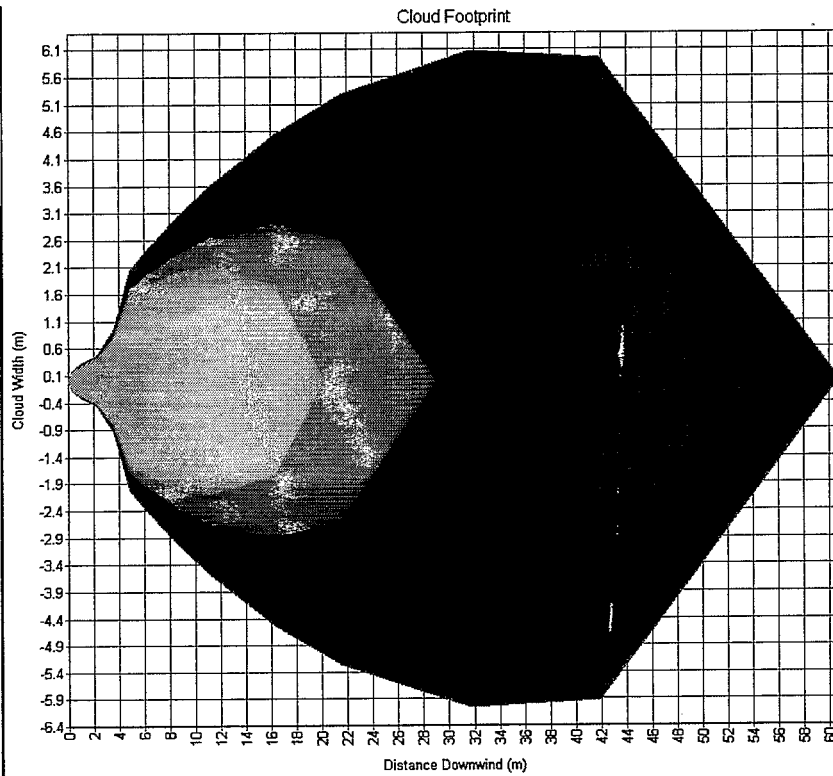
Side View



Bijzonder 10% Chloordioxide, D5

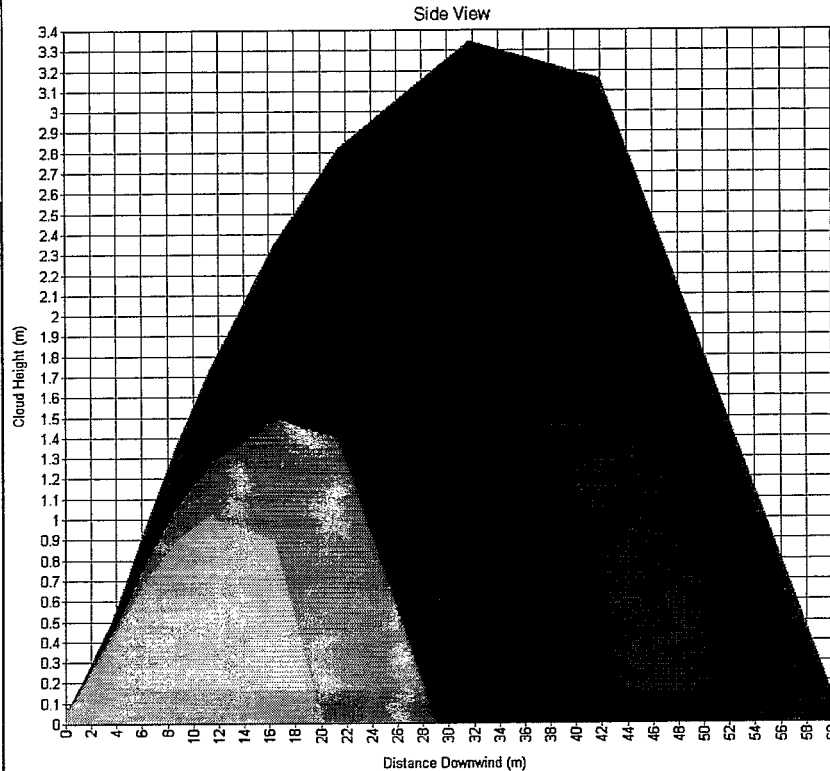
Study Folder: coupepolder2
 Run Row: Individual etmaal
 Audit No: 93373
 Model: Chloordioxide als
 chloor
 Weather: D 5 m/s
 Material: Chloordioxide
 Averaging Time: User(3600 s)
 Height: 0 m
 Concentration
 Time: 18.702805 s

488.041m2 @ 3ppm
267.536m2 @ 6ppm
111.161m2 @ 15ppm
56.457m2 @ 30ppm



Study Folder: coupepolder2
 Run Row: Individual etmaal
 Audit No: 93373
 Model: Chloordioxide als
 chloor
 Weather: D 5 m/s
 Material: Chloordioxide
 Averaging Time: User(3600 s)
 C/L Offset: 0 m
 Concentration
 Time: 18.702805 s

3.0000001 ppm
6.0000002 ppm
15.000001 ppm
30.000001 ppm

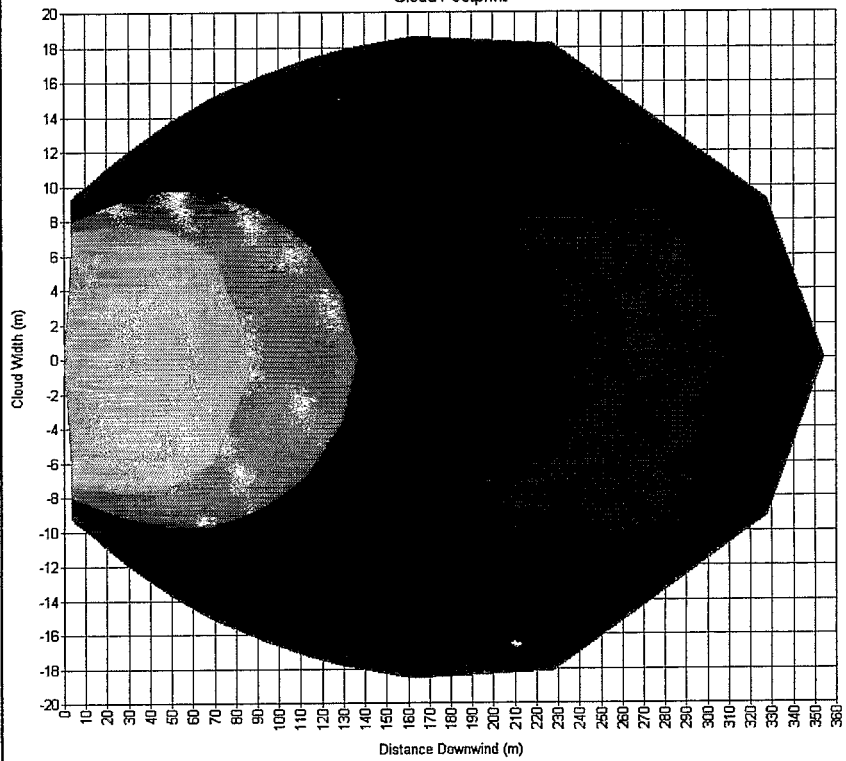


Bijzonder 10% Chloordioxide, F1.5

Study Folder: coupepolder2
 Run Row: Individual etmaal
 Audit No: 93373
 Model: Chloordioxide als
 chloor
 Weather: F 1,5 m/s
 Material: Chloordioxide
 Averaging Time: User(3600 s)
 Height: 0 m
 Concentration
 Time: 561.73145 s

10262.8m2 @ 3ppm
 5204.68m2 @ 6ppm
 2180.54m2 @ 15ppm
 1107.7m2 @ 30ppm

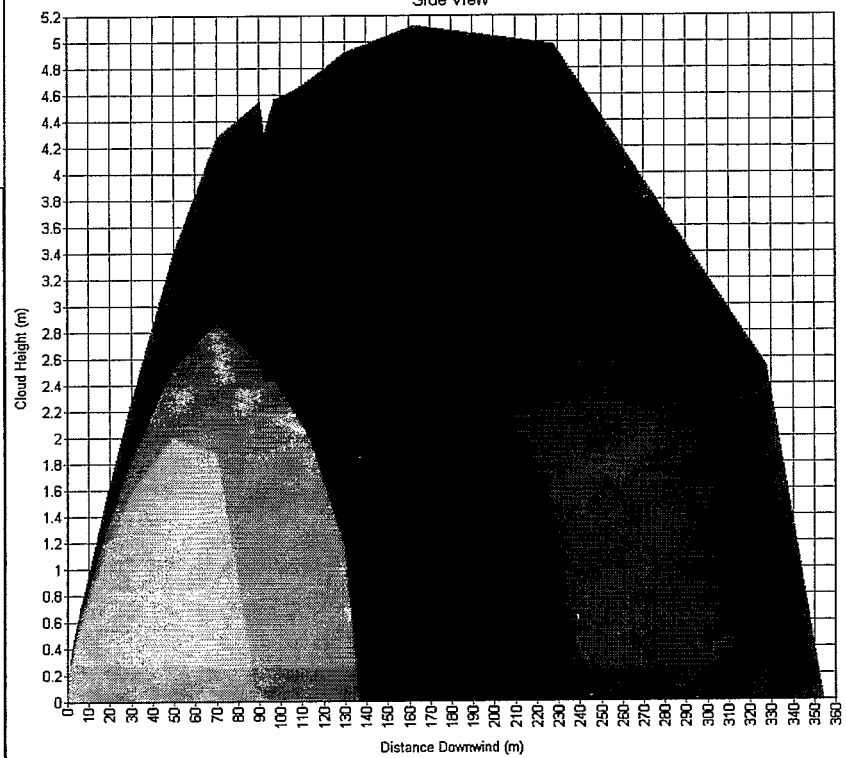
Cloud Footprint



Study Folder: coupepolder2
 Run Row: Individual etmaal
 Audit No: 93373
 Model: Chloordioxide als
 chloor
 Weather: F 1,5 m/s
 Material: Chloordioxide
 Averaging Time: User(3600 s)
 C/L Offset: 0 m
 Concentration
 Time: 561.73145 s

3.0000001 ppm
 6.0000002 ppm
 15.000001 ppm
 30.000001 ppm

Side View



Appendix 7 Toelichting op het gebruik van het doosmodel voor de verspreidingsberekeningen

De verspreiding in de buitenlucht van incidentele emissies van anorganische dampen en gassen uit het stortlichaam is in het onderzoek in beginsel berekend met het desbetreffende onderdeel van Safeti.nl. Safeti.nl is een recent in gebruik genomen nationaal rekenpakket voor het berekenen van externe veiligheidsrisico's.

In het algemeen kan worden gesteld dat bij de standaard situatie (intacte klei afdeklaag) de berekende afstanden van de AEGL-3 contour klein zijn ten opzichte van bijvoorbeeld de grootte van het bronoppervlak (zie hoofdstuk 3 van bijlage 3). Safeti.nl kan bij de kleine emissies van dampen en gassen uit een groot bronoppervlak in de standaard situatie kennelijk geen exacte berekening van het oppervlak van de AEGL-3 contour uitvoeren.

Wij hebben in dit verband ter vergelijking ook een verkennende berekening gedaan middels het zogenaamde Doosmodel. Hierbij wordt een fictieve door de wind geventileerde doos boven de bronzone verondersteld. De parameters daarbij zijn de windsnelheid, de breedte van het vlak loodrecht op de windrichting, de hoogte van de doos en de emissiesnelheid. Op elk punt wordt dan in verticale richting tot aan de gehanteerde hoogte gelijkmatige menging aangehouden. De maximale luchtconcentratie wordt berekend in het vlak aan de benedenwindse zijde van de doos, loodrecht op de windrichting.
Rekenformule: Luchtconcentratie = emissiesnelheid x 1/hoogte x 1/breedte x 1/windsnelheid.

In verband met de kansinschatting, uitgevoerd in de volgende stap van het onderzoek, zijn daarom controlerende voor de meest kritische stof (Chloordioxide) berekeningen van de luchtconcentraties uitgevoerd voor wat betreft de standaard situatie met intacte kleilaag. De hoogte van de doos is gesteld op 1,5 m (inademinghoogte van een volwassene) en de breedte op de kleinste zijde van de bronzone.

Deze berekeningen tonen aan dat de luchtconcentraties aan de benedenwindse rand van de bronzone de AEGL-3 contour bij de weerscondities D5 en F1,5 bij dampen en gassen niet overschrijden in de standaard situatie. Dit bevestigt overigens het vermoeden dat Safeti.nl niet met dergelijke beperkte emissies uit de voeten kan. In de standaard situatie zal geen van de geëmitteerde stoffen zorgen voor de buitenluchtconcentratie boven de AEGL-3 contour. Dat betekent dat de emissies in de standaard situatie niet relevant zijn voor het verdere verloop via het onderzoek en dus niet meegenomen behoeven te worden in de volgende projectstappen.

Tabel B7.1: Vergelijking verspreidingsberekeningen Chloordioxide in standaard situatie (Safeti.nl versus Doosmodel)

Conditie	Emissie	Bronoppervlak (40 x 64 m)	Oppervlak AEGL-3 contour volgens Safeti.nl	Concentratie benedenwindse zijde doosmodel	AEGL-3 (8 uur)*
	g/uur	m ²	m ²	mg/m ³	mg/m ³
D5	168,7	2.560	29	0,156	2,75
F1,5	168,7	2.560	506	0,52	2,75

* ofwel 0,98 ppm

BIJLAGE 4 Kwantitatieve risico-inschatting

In deze bijlage worden de resultaten beschreven van de kwantitatieve risico-inschatting van het vóórkomen van de effecten, zoals berekend tijdens de modellering van de effecten naar de omgeving (zie bijlage 3). Hierbij zijn de huidige kansen ingeschat van de situatie dat de AEGL-3 contour van een gaswolk van een tijdens de effectanalyse als (direct) relevant beschouwde stof zich op een bepaalde locatie kan bevinden.

N.B.

Deze risico-inschatting in combinatie met de in bijlage 3 uitgevoerde effectanalyse is niet direct vergelijkbaar gelijk met de berekening van een plaatsgebonden risicocontour, zoals in het kader van Externe Veiligheidsprojecten over het algemeen plaatsvindt.

Bij een plaatsgebonden risico contour wordt een verwachtingswaarde gegeven van overlijden als gevolg van een bepaalde activiteit als personen zich in een bepaald gebied bevinden. Deze verwachtingswaarden op overlijden wordt bepaald door een combinatie van concentratie van en tijdsduur van blootstelling aan een stof. In het kader van dit onderzoek wordt gekeken naar de kans dat een plaats of woning op en om de voormalige stortplaats Coupépolder in een gaswolk terecht kunnen komen, waarbinnen de AEGL-3 grenzen worden overschreden.

De kansinschatting wordt in drie stappen uitgevoerd:

1. Berekening van de kans op vrijkomen van een stof in het stortlichaam
2. Berekening van de kans dat zich tijdelijke scheuren in de deklaag voordoen
3. Berekening van de kans dat een gaswolk met concentraties boven de AEGL-3 contour zich op de stortplaats of in de bebouwde omgeving op houdt

Deze drie stappen zijn in de volgende hoofdstukken van deze bijlage uitgewerkt. In een vierde hoofdstuk in deze bijlage is aandacht besteed aan de gevoeligheid van de berekende kansen voor enkele reeds in bijlage 1 (punt H) geselecteerde parameters. Deze bijlage wordt in hoofdstuk 5 afgesloten met een kwalitatieve beschouwing van de stoffen, die op basis van de stoffenevaluatie in bijlage 2 als mogelijk relevant zijn beoordeeld.

1. Kans op vrijkomen van een stof in het stortlichaam

In deze eerste stap van de kwantitatieve risico-inschatting wordt de kans berekend dat stoffen, die in de voorgaande fase van dit onderzoek als (direct) relevant zijn aangemerkt, vrij kunnen komen in het stortlichaam. Voor deze kansberekening zijn diverse uitgangspunten gehanteerd. Deze zijn in appendix 1 van deze bijlage weergegeven.

Er zijn zeven (direct) relevante mogelijk vrijkomende dampen of gassen geselecteerd: broom, waterstofcyanide, chloor, stikstofdioxide, fosfine, waterstofsulfide en chloordioxide. Van deze stoffen kan alleen broom direct na vrijkomen uit de verpakking direct leiden tot een emissie. De overige stoffen kunnen slechts na een chemische reactie met een andere stof vrijkomen. Er zijn globaal 20 (destijds) veel gebruikte individuele anorganische uitgangsstoffen die direct (broom) of via chemische reactie met een andere uitgangsstof kunnen leiden tot het vrijkomen van de zeven geselecteerde (direct) relevante stoffen. Van deze 20 stoffen zijn er 5 verschillende sterke zuren.

De kansberekeningen zijn uitgevoerd voor de twee in bijlage 1 toegelichte scenario's:

- Scenario I met 60.000 vaten mee gestort in 4 jaren
- Scenario II met 252.000 vaten mee gestort in 12 jaren

Direct vrijkomen van een stof

De kans, dat een stof, waarvoor geen reactie nodig is tussen 2 uitgangsstoffen, vrijkomt wordt alleen bepaald door de kans op falen van de verpakking, het aantal aanwezige verpakkingen en het aantal stortvakken, dat zich boven grondwater niveau bevindt (zie appendix 1 van deze bijlage). Deze kans is relevant voor het vrijkomen van broom.

De kans van falen is vastgesteld op 1 op 100 per jaar. Het aantal vaten met een specifieke uitgangsstof is voor elk van de onderscheiden scenario's vastgesteld op:

- Scenario I: 90
- Scenario II: 378

Vrijkomen van een stof na reactie

De kans dat de onverenigbare inhoud van lekgeraakte vaten in het stortlichaam onderling kunnen gaan reageren en leiden tot de emissie van één van de beoordeelde (direct) relevante stoffen wordt bepaald door vele parameters. Deze uitgangspunten zijn toegelicht in appendix 1 bij deze bijlage. Voor effecten als gevolg van een chemische reactie tussen stoffen uit verschillende verpakkingen zal de kans in de toekomst geleidelijk afnemen

Met betrekking tot het vrijkomen van een stof na reactie tussen uitgangsstoffen is uitgegaan van de volgende twee situatie:

- Reactie van een uitgangsstof (X) met **vijf** andere uitgangsstoffen (Y): bijvoorbeeld cyanide met één van vijf verschillende zuren of salpeterzuur met één van vijf andere stoffen
- Reactie van een specifieke uitgangsstof (X) met **één** andere specifieke uitgangsstof (Y): in dit geval fosfor met loog

De eerste situatie is relevant voor waterstofcyanide, chloor, stikstofdioxide, waterstofsulfide en chloordioxide. De tweede situatie is relevant voor fosfine.

Een uitwerking van de kansberekeningen voor de beide te onderscheiden scenario's en voor beide situaties is opgenomen in appendix 2 van deze bijlage.

Resultaten berekening kans op vrijkomen van een stof in het stortlichaam

De resultaten van de berekening van de kans op vrijkomen van een stof in een stortlichaam zijn voor de verschillende stoffen in onderstaande tabel samengevat.

Tabel 1.1: Schatting van de kans op vrijkomen van een stof in het stortlichaam voor de als (direct) relevant beschouwde stoffen voor beide te onderscheiden scenarios

	Scenario I 60.000 meegestorte vaten	Scenario II 252.000 meegestorte vaten
	Kans op vrijkomen van een stof in het stortlichaam (keer/jaar)	Kans op vrijkomen van een stof in het stortlichaam (keer/jaar)
Broom	0,54	2,27
Waterstofcyanide	$9,4 * 10^{-5}$	$4,2 * 10^{-4}$
Chloorgas	$9,4 * 10^{-5}$	$4,2 * 10^{-4}$
Stikstofdioxidegas	$9,4 * 10^{-5}$	$4,2 * 10^{-4}$
Fosfinegas	$1,9 * 10^{-5}$	$8,4 * 10^{-5}$
Waterstofsulfidegas	$9,4 * 10^{-5}$	$4,2 * 10^{-4}$
Chloordioxidegas	$9,4 * 10^{-5}$	$4,2 * 10^{-4}$

2. Kans op het zich voordoen van tijdelijke scheuren

Zoals in bijlage 3 reeds is beschreven kan emissie van stoffen uit het stortlichaam naar de buitenlucht plaatsvinden tijdens twee te onderscheiden situaties:

1. de standaard situatie met een intacte afdeklaag (diffuse emissie door de deklaag)
2. de bijzondere situatie met tijdelijke scheuren in die afdeklaag (emissie via de scheuren).

Als basisuitgangspunt (zie bijlage 1) voor het zich voordoen van zulke tijdelijke scheuren is gemiddeld 2 weken per jaar gehanteerd. Dit resulteert in een frequentie van voorkomen van 1/26 per jaar.

In de onderstaande tabel is een overzicht van de berekende kans op vrijkomen van een stof en emissie uit het stortlichaam geven.

Tabel 2.1: kansen per jaar op vrijkomen in het stortlichaam en op emissie naar de omgeving

Vrijkomende damp/gas	Scenario I	Scenario II
	60.000 meegestorte vaten	252.000 meegestorte vaten
	Kans op vrijkomen en emissie naar de omgeving (keer/jaar)	Kans op vrijkomen en emissie naar de omgeving (keer/jaar)
Standaard situatie intacte kleilaag		
Broom	0,54	2,27
Waterstofcyanide	$9,35 \cdot 10^{-5}$	$4,21 \cdot 10^{-4}$
Chloorgas	$9,35 \cdot 10^{-5}$	$4,21 \cdot 10^{-4}$
Stikstofdioxidegas	$9,35 \cdot 10^{-5}$	$4,21 \cdot 10^{-4}$
Fosfinegas	$1,87 \cdot 10^{-5}$	$8,42 \cdot 10^{-5}$
Waterstofsulfidegas	$9,35 \cdot 10^{-5}$	$4,21 \cdot 10^{-4}$
Chloordioxidegas	$9,35 \cdot 10^{-5}$	$4,21 \cdot 10^{-4}$
Bijzondere situatie met tijdelijke scheuren		
Broom	$2,08 \cdot 10^{-2}$	$8,73 \cdot 10^{-2}$
Waterstofcyanide	$3,60 \cdot 10^{-6}$	$1,62 \cdot 10^{-5}$
Chloorgas	$3,60 \cdot 10^{-6}$	$1,62 \cdot 10^{-5}$
Stikstofdioxidegas	$3,60 \cdot 10^{-6}$	$1,62 \cdot 10^{-5}$
Fosfinegas	$0,72 \cdot 10^{-6}$	$3,24 \cdot 10^{-6}$
Waterstofsulfidegas	$3,60 \cdot 10^{-6}$	$1,62 \cdot 10^{-5}$
Chloordioxidegas	$3,60 \cdot 10^{-6}$	$1,62 \cdot 10^{-5}$

3. Kans dat een gaswolk met concentraties boven de AEGL-3 contour zich op de stortplaats of in de bebouwde omgeving op houdt

Achtergrond

Voor de standaard situatie is in de effectbeoordeling, zoals besproken in bijlage 3, geconstateerd dat geen luchtconcentraties van de beoordeelde 7 als (direct) relevant beschouwde anorganische dampen of gassen boven de AEGL-3 norm ontstaan. Een verdere beoordeling van de kans van voorkomen van een dergelijke concentratie en navolgende toetsing is voor de standaard situatie dan ook niet aan de orde. Gedurende de verdere stappen van de kwantitatieve risico-inschatting zal daarom verder aan deze situatie geen aandacht worden besteed.

Voor de bijzondere situatie met tijdelijke scheuren in klei afdeklaag volgt uit de effectberekeningen in bijlage 3 dat de AEGL-3 contouren voor de verschillende gassen en dampen in ieder geval boven de stortplaats voorkomen, en gedeeltelijk ook in de (woon)omgeving. Bij vijf gassen komt de contour bij weersconditie F1,5 (alleen 's-nachts) verder dan 100 m van de bronzone, bij fosfine en chloordioxide nog aanzienlijk verder. Bij weersconditie D5 komt alleen de contour van chloordioxide verder dan 100 m van de bronzone. Dat betekent dat zowel voor willekeurige plaatsen **op** de voormalige stortplaats als voor een woning **nabij** de voormalige stortplaats getoetst wordt aan de gedefinieerde kansnorm dat deze binnen de AEGL-3 contour ligt (zie paragraaf 4.3.2 van de hoofdtekst van dit rapport).

Het is evenwel niet bekend waar de bronzone op de stortplaats bij een emissie precies zal liggen of welke weersconditie en welke windrichting er ten tijde van de emissie zal zijn. De kansenberekeningen betreffende deze parameters worden in dit hoofdstuk uitgewerkt.

Weerscondities

Wat betreft de weerscondities houden we aan dat D5 representatief is voor de verspreiding bij alle condities A, B, C, en D. De meer instabiele condities A, B, en C komen alleen overdag voor. Ook houden we aan dat conditie F1,5 representatief is voor de verspreiding bij alle condities E en F. De meer stabiele condities E en F komen alleen 's-nachts voor. De jaargemiddelde kans op weerscondities A, B, C, D & Restgroep (niet E, F) op vliegveld Zestienhoven was 0,82. De jaargemiddelde kans op weerscondities E en F was aldaar 0,18.

Positionering van de AEGL-3 contour

Voor wat betreft de gemiddelde kans dat een plaats **op** de voormalige stortplaats binnen de AEGL-3 contour komt te liggen wordt de navolgende benadering gevolgd.:

Er wordt (ongunstig) fictief aangehouden dat de AEGL-3 contouren binnen het gehele oppervlak (ca. 240.000 m²) van de voormalige stortplaats zal blijven. Bij plaatsen meer in het midden van de stortplaats zal de kans relatief wat hoger zijn dan bij plaatsen meer aan de randen. De kans dat een locatie op de stortplaats zich binnen de AEGL-3 contour bevindt kan dan berekend worden door het quotiënt te bepalen van de oppervlakte van de contour bij de twee representatieve weersconditie en de oppervlakte van het hele terrein van de voormalige stortplaats.

Door dit quotiënt te vermenigvuldigen met de jaargemiddelde kans op de toepassing zijnde weerscondities en de kans op het vrijkomen van de stof in het stortlichaam en de emissie naar de omgeving wordt de overall kans verkregen van de situatie dat een plaats **op** de voormalige stortplaats binnen een AEGL-3 contour van één van de beschouwde stoffen ligt als gevolg van een incidentele emissie tijdens de bijzondere situatie met tijdelijke scheuren in de afdeklaag. De kansen zijn voor beide onderscheiden scenario's berekend in de tabellen in appendix 3 van deze bijlage.

Voor wat betreft de gemiddelde kans dat een woning op meer dan 100 m afstand **nabij** de voormalige stortplaats binnen de AEGL-3 contour komt te liggen wordt de volgende benadering gevolgd:

Er wordt vanwege verschillende mogelijke windrichtingen aangehouden dat de ruwe kans, 10% is dat de naburige woning binnen de contour als gevolg van 30 minuten emissie uit een bronzone (binnen de bentonietrand van de stortplaats) ligt. Omdat het niet bekend is waar bronzones op de stortplaats bij een emissie precies zal liggen zal de kans in werkelijkheid naar verwachting kleiner dan 10% zijn.

Door dit percentage te vermenigvuldigen met de jaargemiddelde kans op de toepassing zijnde weerscondities en de kans op het vrijkomen van de stof in het stortlichaam en de emissie naar de omgeving wordt de overall kans verkregen van de situatie dat een woning op meer dan 100 m afstand **nabij** de voormalige stortplaats binnen een AEGL-3 contour van één van de beschouwde stoffen ligt als gevolg van een incidentele emissie tijdens de bijzondere situatie met tijdelijke scheuren in de afdeklaag. De kansen zijn voor beide onderscheiden scenario's berekend in de tabellen in appendix 4 van deze bijlage.

Resultaten van de kwantitatieve risico-inschatting

Voor de standaard situatie is in de effectbeoordeling, zoals besproken in bijlage 3, geconstateerd dat geen luchtconcentraties van de beoordeelde 7 als (direct) relevant beschouwde anorganische dampen of gassen boven de AEGL-3 norm ontstaan. Tijdens de kwantitatieve risico-inschatting zijn derhalve geen kansberekeningen voor deze situatie uitgevoerd.

Voor de bijzondere situatie met tijdelijke scheuren in de afdeklaag zijn de resultaten van de kwantitatieve risico-inschatting in de navolgende tabellen samengevat.

Tabel 3.1: Kansen per jaar van de ligging van plaatsen OP de stortplaats binnen de AEGL-3 contour door bijzondere situatie van tijdelijke scheuren in de klei afdeklaag

Vrijkomende damp/gas	Scenario I 60.000 meegestorte vaten		Scenario II 252.000 meegestorte vaten	
	Weerscondities A,B,C en D via D5	Weerscondities E en F via F1,5	Weerscondities A,B,C en D via D5	Weerscondities E en F via F1,5
Broom	$0,008 \cdot 10^{-6}$	$0,030 \cdot 10^{-6}$	$0,033 \cdot 10^{-6}$	$0,124 \cdot 10^{-6}$
Waterstofcyanide	nadert 0	$0,0003 \cdot 10^{-6}$	nadert 0	$0,002 \cdot 10^{-6}$
Chloorgas	$0,005 \cdot 10^{-6}$	$0,124 \cdot 10^{-6}$	$0,023 \cdot 10^{-6}$	$0,100 \cdot 10^{-6}$
Stikstofdioxidegas	$0,003 \cdot 10^{-6}$	$0,018 \cdot 10^{-6}$	$0,024 \cdot 10^{-6}$	$0,080 \cdot 10^{-6}$
Fosfinegas	$0,002 \cdot 10^{-6}$	$0,007 \cdot 10^{-6}$	$0,007 \cdot 10^{-6}$	$0,030 \cdot 10^{-6}$
Waterstofsulfidegas	$0,002 \cdot 10^{-6}$	$0,007 \cdot 10^{-6}$	$0,007 \cdot 10^{-6}$	$0,032 \cdot 10^{-6}$
Chloordioxidegas	$0,063 \cdot 10^{-6}$	$0,302 \cdot 10^{-6} *$	$0,286 \cdot 10^{-6}$	$1,359 \cdot 10^{-6} *$
Som kansen/jaar	$0,083 \cdot 10^{-6}$	$0,488 \cdot 10^{-6}$	$0,380 \cdot 10^{-6}$	$1,727 \cdot 10^{-6}$
Som kansen/jaar alle weerscondities	$0,57 \cdot 10^{-6}$		$2,11 \cdot 10^{-6}$	

*De kans is groot dat de contour voor emissie van deze stof voor een belangrijk deel buiten de stortplaats zal reiken; de hier berekende gemiddelde kans voor deze stof en voor de som van de kansen zal daarom lager zijn. Bovendien komen de condities E en F alleen 's-nachts voor wanneer er in beginsel geen mensen op de voormalige stortplaats worden verwacht.

Tabel 3.2: kansen per jaar van de ligging van een woning NABIJ de stortplaats binnen de AEGL-3 contour door bijzondere situatie van tijdelijke scheuren in de klei afdeklaag*

Vrijkomende damp/gas	Scenario I 60.000 meegestorte vaten		Scenario II 252.000 meegestorte vaten	
	Weerscondities A,B,C en D via D5	Weerscondities E en F via F1,5	Weerscondities A,B,C en D via D5	Weerscondities E en F via F1,5
Broom	0	0	0	0
Waterstofcyanide	0	0	0	0
Chloorgas	0	$0,065 \cdot 10^{-6}$	0	$0,292 \cdot 10^{-6}$
Stikstofdioxidegas	0	$0,065 \cdot 10^{-6}$	0	$0,292 \cdot 10^{-6}$
Fosfinegas	0	$0,013 \cdot 10^{-6}$	0	$0,058 \cdot 10^{-6}$
Waterstofsulfidegas	0	$0,065 \cdot 10^{-6}$	0	$0,292 \cdot 10^{-6}$
Chloordioxidegas	$0,296 \cdot 10^{-6}$	$0,065 \cdot 10^{-6}$	$1,333 \cdot 10^{-6}$	$0,292 \cdot 10^{-6}$
Som kansen/jaar	$0,296 \cdot 10^{-6}$	$0,273 \cdot 10^{-6}$	$1,333 \cdot 10^{-6}$	$1,226 \cdot 10^{-6}$
Som kansen/jaar alle weerscondities	$0,57 \cdot 10^{-6}$		$2,56 \cdot 10^{-6}$	

*Het gaat hier om een ruwe schatting waarbij in werkelijkheid de kans naar verwachting kleiner zal zijn, doordat de bronzone op meerdere (verder af gelegen) plaatsen op de voormalige stortplaats ten opzichte van een specifieke woning kan voorkomen.

Opmerking

Bij het vrijkomen van prikkelende dampen of gassen als broom, chloor, stikstofdioxide en chloordioxide 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.

4. Gevoeligheidsanalyse voor geselecteerde parameters

Bij de risicobeoordeling is een aantal basisuitgangspunten gehanteerd. In bijlage 1 van dit rapport zijn deze vermeld en duidelijk onderbouwd. De resultaten van de kwantitatieve risico-inschatting worden beïnvloed door de hierbij gemaakte keuzes. Om de invloed van de gemaakte keuzes op de resultaten van de kwantitatieve risico-inschatting vast te stellen is een gevoeligheidsanalyse verricht ten aanzien van een aantal basisuitgangspunten. In tabel 3.3 is een overzicht opgenomen met alle in bijlage 1 genoemde onderwerpen, waarvoor uitgangspunten zijn vastgesteld. Tevens is voor die uitgangspunten, waarbij de gevoeligheid is bepaald, de wijziging van het uitgangspunt en de invloed daarvan op de kansberekening weergegeven.

Tabel 3.3: Gevoeligheidsanalyse van enige basisuitgangspunten

Basisuitgangspunt	Wijziging	Factor hogere kans op emissie scenario I 60.000 vaten	Factor hogere kans op emissie scenario II 252.000 vaten
A. Stortvakken	nvt	nvt	nvt
B. Mee gestorte verpakkingen/vaten	-	-	-
B.1 Aantal mee gestorte verpakkingen/vaten	nvt	nvt	nvt
B.2 Percentage intacte vaten	60% naar 80%	1,78	1,78
B.3 Percentage (intacte) volle vaten	50% naar 100%	4	4
C. Faalfrequentie van de vaten	nvt	nvt	nvt
D. Verdeling van verpakkingen	-	-	-
D.1 2 versus 3 dimensionaal model	nvt	nvt	nvt
D.2 Willekeurig verdeeld versus geclusterd	nvt	nvt	nvt
E. Periode reactiviteit inhoud na falen	1 naar 2 maanden	2	2
F. Vrijwel gelijktijdig falen twee naburige verpakkingen	kans dat naburige verpakking van metaal is 50%; kans falen daarvan door zuur uit eerste verpakking 10 x hoger	3,25* (alleen emissies van damp of gassen waarbij zuur 1 uitgangsstof is (HCN, Cl ₂ , NO ₂ , H ₂ S, ClO ₂)	3,25* (alleen emissies van damp of gassen waarbij zuur 1 uitgangsstof is (HCN, Cl ₂ , NO ₂ , H ₂ S, ClO ₂)
G. Kans en termijn scheuren in deklaag	2 naar 52 weken/jr	26 (emissies via scheuren)	26 (emissies via scheuren)

* De oorspronkelijke kans op reactie tussen de onverenigbare inhoud blijft bestaan. Daarboven komt een extra kans doordat de ene metalen verpakking (50% kans metaal) die (versneld) kan worden aangetast onder invloed van uit de andere verpakking vrijgekomen zuur. Hiervoor geldt dat het zuur eerst vrijkomt, een maand reactief is en tijd nodig heeft om in te werken op de andere verpakking met in die periode een aangenomen 10 maal hogere kans op falen. De overlappende periode van reactiviteit (elk 1 maand) van de onverenigbare inhoud van twee verpakkingen is nu niet 2 maanden maar 1 maand. De vermelde totale factor is als volgt berekend: $1 + 0,5 \times (10-1) \times 0,5 = 3,25$.

5. Kwalitatieve beschouwing van de als mogelijk relevant aangemerkte stoffen/gevolgen

Er is bij de stoffenevaluatie in bijlage 2 tevens een aantal stoffen en andere mogelijke gevolgen als 'mogelijk relevant' voor risicobeoordeling aangeduid. Daarbij 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. Deze verwachtingen zijn in dit hoofdstuk kwalitatief en/of semi-kwantitatief beoordeeld en bevestigd op basis van de met de kwantitatieve afleidingen, die zijn verricht voor de (direct) relevante stoffen, opgedane kennis. Onderstaand is dit per stof of gevolg toegelicht.

Waterstofgas bij reacties

Waterstofgas kan in de lucht in het stortlichaam bij lagere zuurstofpercentages tot ca. 5% (normaal 21% op volumebasis 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. Zelfs als er een ontstekingsbron in de buurt aanwezig zou zijn, zal er demping van de beperkte explosie optreden door stortmateriaal en afdekgrond. Bovendien is er boven de stortplaats geen sprake van bouwwerken met breekbaar glas e.d..

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 een 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.

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. Dit is vooral het geval bij reacties, waarbij waterstofcyanide wordt gevormd en warmte ontstaat door menging van sterk zuur en sterk loog. Waterstofcyanidedamp komt dan versneld vrij als gas. Bij een risicobeoordeling zijn de gevolgen dan vergelijkbaar met die van het eveneens beoordeelde Stikstofdioxidegas (zie kwantitatieve risicobeoordeling) met een iets grotere maximale emissie, maar een ruimere AEG-3 waarde. De warmte zal overigens worden geabsorbeerd door het stortmateriaal en aanwezig vocht, waardoor deze niet ver zal reiken en de gevolgen beperkt zullen blijven.

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 aantastende stof eerst vrij komt en 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. Een stalen verpakking die al in wat slechtere conditie is, zou bijvoorbeeld versneld kunnen gaan falen onder invloed van vrijgekomen sterk zuur. Polyetheen 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 in appendix 1 van deze bijlage afgeleide kans van 1 op 600 (1/100 jaar x 1/12 maanden x 2) dat beide vaten falen in overlappende perioden van elk een maand zal bij het zich voordoen van dergelijke situaties 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. Overigens wordt de grotere kans op zich weer relatief kleiner gemaakt. Het is nu namelijk nodig dat de aantastende stof eerst vrijkomt, een maand reactief is en tijd nodig heeft om in te werken op de andere verpakking met in die periode hogere kans op falen. De overlappende periode van reactiviteit (elk 1 maand) van de onverenigbare inhoud van twee verpakkingen is nu niet 2 maanden maar 1 maand. 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 over het algemeen niet met een zo grote factor. Dit onderwerp is in de in hoofdstuk 4 van deze bijlage uitgevoerde gevoeligheidsanalyse nader beschouwd (zie gevoeligheidsanalyse betreffende basisuitgangspunt F).

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.

Titaanchloridedamp

De toxiciteit van de damp van deze vloeistof kan via de AEGL-3 waarden worden vergeleken met die van de tijdens de effectanalyse en kwantitatieve risico-evaluatie al beoordeelde Broom. De AEGL-3 waarde (8 uur) voor Broom is 3,2 ppm en de (voorstel) waarde (8 uur) voor Titaantetrachloride is 0,91 ppm. In mg/m^3 is dat respectievelijk 21 versus 10. Daaruit volgt een factor van ca. 2 verschil in toxiciteit bij noodsituaties. De hoeveelheid Titaantetrachloride die per verpakking zal vrijkomen is anderzijds met 0,87 kg kleiner dan de hoeveelheid bij Broom (4 kg). Bovendien is de dampspanning van Titaantetrachloride ca. 17 maal lager dan die van Broom. Omdat Broom niet als probleem uit deze risicobeoordeling naar voren is gekomen, geldt dit ook voor Titaantetrachloride.

Zoutzuurniveaus bij reacties

Zoutzuurniveaus ontstaan bij reacties tussen bepaalde stoffen in dampvorm en lucht (c.q. vocht in lucht). Dit geldt onder andere voor Titaantetrachloride, Dizwavelchloride en Zwavelchloride in reactie met luchtvocht. Dit is impliciet betrokken in de beoordeling van de toxiciteit van dampen van Titaantetrachloride, Dizwavelchloride en Zwavelchloride zelf.

Dizwavelchloride en Zwavelchloride

De vloeistof Dizwavelchloride (synoniem Zwavelchloride) is minder vluchtig dan Broom (dampspanning ca. 17 maal kleiner dan die van Broom) en reageert met water. De AEGL-3-waarde (voorstel) is 4,8 ppm (8 uur) ofwel 27 mg/m^3 (8 uur). 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 in de effectanalyse en de kwantitatieve risico-evaluatie voor Broom naar voren is gekomen.

De vloeistof Zwavelchloride is ongeveer net zo vluchtig als Broom en reageert met water. Een AEGL-waarde wordt momenteel niet afgeleid. In een algemeen vergaderdocument van de 'National Advisory Committee for Acute Exposure Guideline Levels for Hazardous Substances' van US-EPA (NAC/EAEL-36 van April 12-14, 2005) wordt in een bijlage ook Zwavelchloride even vermeld met alleen een afgeleide AEGL-3 waarde voor 1 uur van 3 ppm (vergelijk Dizwavelchloride: 15 ppm). Daaruit zou vooralsnog kunnen worden opgemaakt dat Zwavelchloride bij kortdurende blootstelling meerdere malen toxisch is

dan Dizwavedichloride. Hierbij zou onzekerheid omtrent beperkt beschikbare toxiciteitgegevens eventueel een rol kunnen spelen. De stof reageert heftig met water. Gezien het feit dat het bij vrijkomen (enkele kg) heftig met vocht in het stortlichaam zal reageren schatten wij het risico met de beschikbare gegevens ongeveer gelijk aan dat hiervoor al ten aanzien van Broom (vrijkomen 4 kg) naar voren is gekomen.

Omdat Broom niet als probleem uit deze risicobeoordeling naar voren is gekomen, geldt dit ook voor Dizwavedichloride en Zwavedichloride.

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 en gelijktijdige aanwezigheid van dampen van formaldehyde (organisch) en zoutzuur (anorganisch) en water. De concentratie (in ppm) van het reactieproduct kan oplopen 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).

Er is inmiddels een (voorstel) AEGL-3 waarde van 0,075 ppm (8 uur) ofwel 0,36 mg/m³ (8 uur) vastgesteld. 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 per jaar bijvoorbeeld $8,42 \cdot 10^{-5}$ bij scenario II, zoals bij reactie tussen fosfor en loog leidend tot fosfinegas)
- Bovendien zou dit moeten plaatsvinden in een periode met overal scheuren in klei afdeklaag (bijzondere situatie met tijdelijke scheuren: kans 1 op 26), omdat anders de BCME-damp zo lang in de bodem verblijft dat BCME door hydrolyse weer is ontleedt.

Zelfs als dit zo ver komt zouden, voordat concentraties van bijvoorbeeld 0,36 mg/m³ worden bereikt, in buitenlucht een factor 10.000 maal hogere concentraties formaldehyde en zoutzuur in het spel zijn (dus bijvoorbeeld 3.600 mg/m³). Dergelijke buitenluchtconcentraties zijn voor geen van de andere in dit onderzoek beoordeelde stoffen berekend.

De damp heeft bij inademing sterk carcinogene potentie. In dit verband 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 algemene 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 een gebeurtenis, waarbij een minimale concentratie BCME in de buitenlucht zou kunnen voorkomen is reeds klein (bij scenario II: $1/119 \times 1/26$ per 100 jaar = $3,24 \cdot 10^{-6}$ per jaar). En op de mogelijk voorkomende buitenluchtconcentratie, c.q. kans op effect bepalende factor, is een correctie van 1 dag (piek)blootstelling naar een heel leven ($1/365 \times 1/100 \times 10 =$ factor 3.650) aan de orde.

Gelet op al het vorenstaande zal BCME damp in de buitenlucht voor wat betreft de risico's niet relevant zijn.

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 door onwetendheid Ammonia en Chloorbleekloog worden gemengd. Dat levert in die situaties doorgaans geen serieuze ziekte of sterfte op, maar dat behoort wel tot de mogelijkheden (Goldfrank, 1998; zie appendix 1 van bijlage 2). Er zijn geen toetsingswaarden voor de lucht.

Indien de stof in het geval van de Coupépolder door reactie zou worden gevormd is dat in het waterig milieu in het stortlichaam. De stof is wateroplosbaar en dat zal de verdamping beperken. Hoewel er op basis van het voorafgaande geen sterk vrijkomen in de buitenlucht wordt verwacht, kan vanwege de beperkt beschikbare stofgegevens geen definitieve uitspraken over de potentiële emissies worden gedaan. Overigens gaat het om een specifieke reactie tussen twee stoffen (vergelijk BCME hiervoor), zodat het gaat om een kleine kans dat een dergelijke emissie optreedt.

Gelet op al het vorenstaande wordt verwacht dat monochloraminedamp in de buitenlucht voor wat betreft de risico's niet relevant zal zijn.

Appendix 1 **Uitgangspunten berekening kans op vrijkomen van en reactie tussen stoffen**

Voor deze berekening worden diverse uitgangspunten gehanteerd, die deels reeds in bijlage 1 zijn toegelicht. De verschillende gehanteerde uitgangspunten zijn onderstaand weergegeven.

Aantal, eigenschappen en dimensies stortvakken (zie bijlage 1)

- Stortvakken van 40 bij 64 m en 3 m hoog
- 1 tot 2 lagen met stortvakken, oplopend naar 5 lagen bij de hoge bult
- In totaal zijn 200 stortvakken op de stort in gebruik geweest
- Het storten heeft plaatsgevonden in rijen van 60 vaten in breedterichting van een stortvak (40 m breed);
- 40 % van de stortvakken liggen onder grondwaterniveau

Gehanteerde scenario's

Er zijn twee scenario's onderscheiden (zie bijlage 1):

- Scenario I met 60.000 vaten mee gestort in 4 jaren in ca. 67 stortvakken statistisch verspreid over het stortlichaam:
 - twee rijen van 60 vaten direct aangrenzend aan elkaar over een strook van ca. 2 m;
 - dan op 2 m tussenafstand in de lengterichting van het stortvak weer twee rijen van 60 vaten over een strook van ca. 2 m;
 - dan na een tussenafstand van 6 m in de lengterichting van het stortvak één rij van 60 vaten over een strook van ca. 1m;
 - tenslotte na een tussenafstand van 7 m in de lengterichting twee maal een herhaling van het gehele patroon tot aan het einde van het stortvak (64 m lang), omdat het stortvak in 3 weken gevuld werd.
- Scenario II met 252.000 vaten mee gestort in 12 jaren in alle 200 stortvakken van het stortlichaam:
 - twee rijen van 60 vaten direct aangrenzend aan elkaar over een strook van ca. 2 m;
 - dan op 2 m tussenafstand in de lengterichting van het stortvak weer twee rijen van 60 vaten over een strook van ca. 2 m;
 - dan op 2 m tussenafstand in de lengterichting van het stortvak nogmaals twee rijen van 60 vaten over een strook van ca. 2 m;
 - dan na een tussenafstand van 6 m in de lengterichting van het stortvak één rij van 60 vaten over een strook van ca. 1m;
 - tenslotte na een tussenafstand van 3 m in de lengterichting twee maal een herhaling van het gehele patroon tot aan het einde van het stortvak (64 m lang), omdat het stortvak in 3 weken gevuld werd.

Aantal intacte volle vaten met relevante inhoud

- In bijlage 1 is reeds toegelicht dat aangenomen wordt dat **60 %** van de in de stort aanwezige vaten nog intact is en dat **50 %** van deze vaten ook vol is. Tevens is reeds aangegeven dat wordt uitgegaan van een faalfrequentie van de verpakking (c.q. lekken van het vat) van **1 op 100** per jaar met een gelijkmatige verdeelde kans over **100 jaar**.
- Daar aangenomen is dat 40% van de stortvakken onder grondwaterniveau ligt is tevens als uitgangspunt gekozen dat voor de intacte volle vaten in deze stortvakken geen effecten zijn te verwachten aan het oppervlak van de voormalige stortplaats. **60 %** van de stortvakken is dus slechts relevant voor de kansberekening.

- Er zijn zeven (direct) relevante mogelijk vrijkomende dampen of gassen geselecteerd: broom, waterstofcyanide, chloor, stikstofdioxide, fosfine, waterstofsulfide en chloordioxide. Er zijn globaal **20** (destijds) veel gebruikte individuele anorganische uitgangsstoffen die direct (broom) of via chemische reactie met een andere uitgangsstof kunnen leiden tot het vrijkomen van zeven geselecteerde (direct) relevante stoffen. Van deze 20 stoffen zijn er 5 verschillende sterke zuren.
- Wij gaan er van uit dat elke van de 20 uitgangsstoffen even veel kans heeft om vóór te komen in het aantal vol gevulde vaten bij de twee scenario's.
- Van de vaten/verpakkingen kunnen volgens schattingen gebaseerd op het uitgevoerde justitiële onderzoek globaal **10%** gevuld zijn met zo'n anorganische uitgangsstof.

Op basis van de genoemde uitgangspunten kan het aantal volle vaten met individuele anorganische uitgangsstof in de voormalige stortplaats vastgesteld worden voor beide onderscheiden scenario's ten behoeve van berekeningen betreffende de kans op reactie. Hierbij is de volgende formule gehanteerd:
[aantal meegestorte vaten] x [fractie intacte vaten] x [fractie volle vaten] x [fractie individuele anorganische uitgangsstoffen] x [fractie volle vaten gevuld met individuele anorganische uitgangsstof]

Voor elk van beide scenario's resulteert dit in het volgende aantal vaten:

- Scenario I: $60.000 \times 0,60 \times 0,50 \times 1/10 \times 1/20 = 90$
- Scenario II: $252.000 \times 0,60 \times 0,50 \times 1/10 \times 1/20 = 378$

Reacties tussen stoffen

Met betrekking tot het mengen van stoffen is uitgegaan van de volgende twee situatie:

- Reactie uitgangsstof met **vijf** andere uitgangsstoffen: bijvoorbeeld cyanide met één van vijf verschillende zuren of salpeterzuur met één van vijf andere stoffen
- Reactie specifieke stof met **één** andere specifieke stof: in dit geval fosfor met loog

Als er voor een reactie met een uitgangsstof (X) een sterk zuur nodig is (dat is bij het merendeel van de reacties zo) wordt er bij de kansberekeningen rekening mee gehouden dat deze andere stof (Y) 5 keer kan voorkomen. Verder wordt rekening gehouden met mogelijk reactie tussen sterk salpeterzuur en 2 mogelijke fijn verdeelde metaalpoeders of naar verhouding (arbitrair) 3 mogelijke organische vloeistoffen die steeds stikstofdioxide als reactieproduct geven. Ook hierbij wordt dan weer uitgegaan van 1 keer X met 5 mogelijke Y stoffen.

Er is bij de berekeningen vanuit gegaan dat 1 rij vaten geen onverenigbare stoffen bevat, maar dat dit wel mogelijk is binnen 2 direct aangrenzende rijen (zie bijlage 1).

Verspreiding en invloedssfeer van stoffen

Aangenomen is dat de inhoud van 1 vat van 200 liter zich in het stortlichaam uitspreidt over een oppervlakte van 8 m^2 (zie hoofdstuk 1 van bijlage 3). De straal van de plas uitgangsstof in het stortlichaam is dan 2,26 m.

Als 1 vat in een rij lekt dan liggen de 9 meest nabijgelegen vaten in de direct aangrenzende rij in zijn invloedssfeer. Als er van deze 9 ook 1 in dezelfde periode gaat lekken ontstaat er meer of in mindere mate overlap zal zijn tussen de plassen en kunnen zij met elkaar reageren. Als rekening wordt gehouden met randeffecten aan het begin en einde van de rij gaat het gemiddeld om **8,66** van de meest nabijgelegen vaten in de andere rij.

Er is hier impliciet van uit gegaan dat alle ca. 120 stortvakken bovengrondwaterniveau wat betreft de mogelijke emissies uit het stortlichaam gelijkwaardig zijn, ook al liggen er maar ongeveer 80 daarvan in de bovenste laag direct onder de klei afdeklaag. Uit een dieper gelegen stortvak zal waarschijnlijk veel minder gemakkelijk gas of damp ontsnappen.

Anderzijds is geen rekening gehouden met de vloeibare inhoud die eventueel uit een hoger gelegen stortvak naar een stortvak daaronder lekt en dan in contact komt met een in dat stortvak zelf gelekte vloeistof. Als we er overigens van uit gaan dat de vloeistof van een boven gelegen stortvak naar beneden kan lekken zou dat invloed hebben op de mogelijkheid van reactie in het bovenste stortvak zelf. Die kan niet meer plaatsvinden als de vloeistof verder naar beneden is gelekt.

Periode van reactiviteit

In bijlage 1 is reeds toegelicht dat aangenomen wordt dat de inhoud van 1 vat gedurende 1 maand, nadat deze uit het vat in het stortlichaam is gestroomd, reactief blijft. De kans dat een vat faalt is 1 op 100 jaar, ofwel **1 op 1.200** maanden. De kans dat de inhoud van een tweede vat is vrijgekomen en in een overlappende periode reactief is, is dan $1/1200 \times 2 = 1/600$.

Appendix 2 **Uitwerking en resultaten berekening kans op reactie tussen stoffen**

Er is in de berekeningen onderscheid gemaakt naar twee scenario's:

- Scenario I: 60.000 vaten mee gestort in 4 jaren
- Scenario II: 252.000 vaten mee gestort in 12 jaren

Met betrekking tot het mengen van stoffen is uitgegaan van de volgende twee situatie:

- Reactie van uitgangsstof X met **vijf** andere uitgangsstoffen Y
- Reactie specifieke stof X met **één** andere specifieke stof Y

Berekening I.1:

In stortlichaam 90 vaten met X houdende vloeistof en 450 vaten met een Y houdende vloeistof in scenario I met in totaal 60.000 vaten mee gestort gedurende 4 jaren (200 weken).

- Gemiddelde kans op X vat **na week storten**: $90/200$
- Gemiddelde kans op X vat **in dubbele rij** na week storten: $90/200 \times 4/5$
- Gemiddelde kans op Y vat na week storten: $450/200$
- Gemiddelde kans op Y vat **in dubbele rij** na week storten: $450/200 \times 4/5$
- Gemiddelde kans op X vat en Y vat **in direct aangrenzende rijen** na week storten: $90/200 \times 4/5 \times 450/200 \times 4/5 \times 1/2$
- Gemiddelde kans op X vat en Y vat in direct aangrenzende rijen na week storten **binnen afstand invloedsfeer bij lekkage** (randeffecten aan het begin en aan het einde van een rij nog niet meegerekend): $90/200 \times 4/5 \times 450/200 \times 4/5 \times 1/2 \times 9/60$
- Gemiddelde kans op X vat en Y vat in direct aangrenzende rijen na week storten **binnen afstand invloedsfeer bij lekkage** (randeffecten aan het begin en aan het einde van een rij **wel** meegerekend): $90/200 \times 4/5 \times 450/200 \times 4/5 \times 1/2 \times 8,66/60$
- Gemiddelde kans op **reactie tussen inhoud** X vat en Y vat in direct aangrenzende rijen na week storten **binnen afstand invloedsfeer bij lekkage** (randeffecten aan het begin en aan het einde van een rij **wel** meegerekend): $90/200 \times 4/5 \times 450/200 \times 4/5 \times 1/2 \times 8,66/60 \times 1/1200 \times 2$
- Gemiddelde kans op reactie tussen inhoud X vat en Y vat in direct aangrenzende rijen **na 200 weken (4 jaar) storten** binnen afstand invloedsfeer bij lekkage (randeffecten aan het begin en aan het einde van een rij **wel** meegerekend): $90/200 \times 4/5 \times 450/200 \times 4/5 \times 1/2 \times 8,66/60 \times 1/1200 \times 2 \times 200$
- Gemiddelde kans op reactie tussen inhoud X vat en Y vat in direct aangrenzende rijen na 200 weken (4 jaar) storten **in stortvakken boven grondwaterniveau** binnen afstand invloedsfeer bij lekkage (randeffecten aan het begin en aan het einde van een rij **wel** meegerekend): $90/200 \times 4/5 \times 450/200 \times 4/5 \times 1/2 \times 8,66/60 \times 1/1200 \times 2 \times 200 \times 0,6$
- Gemiddelde kans **per jaar** op reactie tussen inhoud X vat en Y vat in direct aangrenzende rijen na 200 weken (4 jaar) storten in stortvakken boven grondwaterniveau binnen afstand invloedsfeer bij lekkage (randeffecten aan het begin en aan het einde van een rij **wel** meegerekend): $90/200 \times 4/5 \times 450/200 \times 4/5 \times 1/2 \times 8,66/60 \times 1/1200 \times 2 \times 200 \times 0,6 \times 1/100 = 9,35 \cdot 10^{-5}$.

Berekening I.2:

In stortlichaam 90 vaten met X houdende vloeistof en 90 vaten met een Y houdende vloeistof in scenario I met in totaal 60.000 vaten mee gestort gedurende 4 jaren (200 weken).

- Gemiddelde kans op X vat na week storten: $90/200$
- Gemiddelde kans op X vat in dubbele rij na week storten: $90/200 \times 4/5$
- Gemiddelde kans op Y vat na week storten: $90/200$
- Gemiddelde kans op Y vat in dubbele rij na week storten: $90/200 \times 4/5$
- Gemiddelde kans op X vat en Y vat in direct aangrenzende rijen na week storten: $90/200 \times 4/5 \times 90/200 \times 4/5 \times 1/2$
- Gemiddelde kans op X vat en Y vat in direct aangrenzende rijen na week storten **binnen afstand invloedsfeer bij lekkage** (randeffecten aan het begin en aan het einde van een rij nog niet meegerekend): $90/200 \times 4/5 \times 90/200 \times 4/5 \times 1/2 \times 9/60$
- Gemiddelde kans op X vat en Y vat in direct aangrenzende rijen na week storten **binnen afstand invloedsfeer bij lekkage (randeffecten aan het begin en aan het einde van een rij wel meegerekend)**: $90/200 \times 4/5 \times 90/200 \times 4/5 \times 1/2 \times 8,66/60$
- Gemiddelde kans op reactie tussen inhoud X vat en Y vat in direct aangrenzende rijen na week storten binnen afstand invloedsfeer bij lekkage (randeffecten aan het begin en aan het einde van een rij wel meegerekend): $90/200 \times 4/5 \times 90/200 \times 4/5 \times 1/2 \times 8,66/60 \times 1/1200 \times 2$
- Gemiddelde kans op reactie tussen inhoud X vat en Y vat in direct aangrenzende rijen na 200 weken (4 jaar) storten **binnen afstand invloedsfeer bij lekkage** (randeffecten aan het begin en aan het einde van een rij wel meegerekend): $90/200 \times 4/5 \times 90/200 \times 4/5 \times 1/2 \times 8,66/60 \times 1/1200 \times 2 \times 200$
- Gemiddelde kans op reactie tussen inhoud X vat en Y vat in direct aangrenzende rijen na 200 weken (4 jaar) storten **in stortvakken boven grondwatervniveau** binnen afstand invloedsfeer bij lekkage (randeffecten aan het begin en aan het einde van een rij wel meegerekend): $90/200 \times 4/5 \times 90/200 \times 4/5 \times 1/2 \times 8,66/60 \times 1/1200 \times 2 \times 200 \times 0,6$
- Gemiddelde kans per jaar op reactie tussen inhoud X vat en Y vat in direct aangrenzende rijen na 200 weken (4 jaar) storten in stortvakken boven grondwatervniveau binnen afstand invloedsfeer bij lekkage (randeffecten aan het begin en aan het einde van een rij wel meegerekend): $90/200 \times 4/5 \times 90/200 \times 4/5 \times 1/2 \times 8,66/60 \times 1/1200 \times 2 \times 200 \times 0,6 \times 1/100 = 1,87 \cdot 10^{-5}$.

Berekening II.1:

In stortlichaam 378 vaten met (X) houdende vloeistof en 1890 vaten met een (Y) houdende vloeistof in scenario II met in totaal 252.000 vaten mee gestort gedurende 12 jaren (600 weken).

- Gemiddelde kans op X vat na week storten: $378/600$
- Gemiddelde kans op X vat in dubbele rij na week storten: $378/600 \times 6/7$
- Gemiddelde kans op Y vat na week storten: $1890/600$
- Gemiddelde kans op Y vat in dubbele rij na week storten: $1890/600 \times 6/7$
- Gemiddelde kans op X vat en Y vat in direct aangrenzende rijen na week storten: $378/600 \times 6/7 \times 1890/600 \times 6/7 \times 1/3$
- Gemiddelde kans op X vat en Y vat in direct aangrenzende rijen na week storten binnen afstand invloedsfeer bij lekkage (randeffecten aan het begin en aan het einde van een rij nog niet meegerekend): $378/600 \times 6/7 \times 1890/600 \times 6/7 \times 1/3 \times 9/60$
- Gemiddelde kans op X vat en Y vat in direct aangrenzende rijen na week storten binnen afstand invloedsfeer bij lekkage (randeffecten aan het begin en aan het einde van een rij wel meegerekend): $378/600 \times 6/7 \times 1890/600 \times 6/7 \times 1/3 \times 8,66/60$
- Gemiddelde kans op reactie tussen inhoud X vat en Y vat in direct aangrenzende rijen na week storten binnen afstand invloedsfeer bij lekkage (randeffecten aan het begin en aan het einde van een rij wel meegerekend): $378/600 \times 6/7 \times 1890/600 \times 6/7 \times 1/3 \times 8,66/60 \times 1/1200 \times 2$
- Gemiddelde kans op reactie tussen inhoud X vat en Y vat in direct aangrenzende rijen na 600 weken (12 jaar) storten binnen afstand invloedsfeer bij lekkage (randeffecten aan het begin en aan het einde van een rij wel meegerekend): $378/600 \times 6/7 \times 1890/600 \times 6/7 \times 1/3 \times 8,66/60 \times 1/1200 \times 2 \times 600$
- Gemiddelde kans op reactie tussen inhoud X vat en Y vat in direct aangrenzende rijen na 600 weken (12 jaar) storten in stortvakken boven grondwaterniveau binnen afstand invloedsfeer bij lekkage (randeffecten aan het begin en aan het einde van een rij wel meegerekend): $378/600 \times 6/7 \times 1890/600 \times 6/7 \times 1/3 \times 8,66/60 \times 1/1200 \times 2 \times 600 \times 0,6$
- Gemiddelde kans per jaar op reactie tussen inhoud X vat en Y vat in direct aangrenzende rijen na 600 weken (12 jaar) storten in stortvakken boven grondwaterniveau binnen afstand invloedsfeer bij lekkage (randeffecten aan het begin en aan het einde van een rij wel meegerekend): $378/600 \times 6/7 \times 1890/600 \times 6/7 \times 1/3 \times 8,66/60 \times 1/1200 \times 2 \times 600 \times 0,6 \times 1/100 = 4,21 \cdot 10^{-4}$.

Berekening II.2:

In stortlichaam 378 vaten met (X) houdende vloeistof en 378 vaten met een (Y) houdende vloeistof in scenario II met in totaal 252.000 vaten mee gestort gedurende 12 jaren (600 weken).

- Gemiddelde kans op X vat na week storten: $378/600$
- Gemiddelde kans op X vat in dubbele rij na week storten: $378/600 \times 6/7$
- Gemiddelde kans op Y vat na week storten: $378/600$
- Gemiddelde kans op Y vat in dubbele rij na week storten: $378/600 \times 6/7$
- Gemiddelde kans op X vat en Y vat in direct aangrenzende rijen na week storten: $378/600 \times 6/7 \times 378/600 \times 6/7 \times 1/3$
- Gemiddelde kans op X vat en Y vat in direct aangrenzende rijen na week storten binnen afstand invloedsfeer bij lekkage (randeffecten aan het begin en aan het einde van een rij nog niet meegerekend): $378/600 \times 6/7 \times 378/600 \times 6/7 \times 1/3 \times 9/60$
- Gemiddelde kans op X vat en Y vat in direct aangrenzende rijen na week storten binnen afstand invloedsfeer bij lekkage (randeffecten aan het begin en aan het einde van een rij wel meegerekend): $378/600 \times 6/7 \times 378/600 \times 6/7 \times 1/3 \times 8,66/60$
- Gemiddelde kans op reactie tussen inhoud X vat en Y vat in direct aangrenzende rijen na week storten binnen afstand invloedsfeer bij lekkage (randeffecten aan het begin en aan het einde van een rij wel meegerekend): $378/600 \times 6/7 \times 378/600 \times 6/7 \times 1/3 \times 8,66/60 \times 1/1200 \times 2$
- Gemiddelde kans op reactie tussen inhoud X vat en Y vat in direct aangrenzende rijen na 600 weken (12 jaar) storten binnen afstand invloedsfeer bij lekkage (randeffecten aan het begin en aan het einde van een rij wel meegerekend): $378/600 \times 6/7 \times 378/600 \times 6/7 \times 1/3 \times 8,66/60 \times 1/1200 \times 2 \times 600$
- Gemiddelde kans op reactie tussen inhoud X vat en Y vat in direct aangrenzende rijen na 600 weken (12 jaar) storten in stortvakken boven grondwaterniveau binnen afstand invloedsfeer bij lekkage (randeffecten aan het begin en aan het einde van een rij wel meegerekend): $378/600 \times 6/7 \times 378/600 \times 6/7 \times 1/3 \times 8,66/60 \times 1/1200 \times 2 \times 600 \times 0,6$
- Gemiddelde kans per jaar op reactie tussen inhoud X vat en Y vat in direct aangrenzende rijen na 600 weken (12 jaar) storten in stortvakken boven grondwaterniveau binnen afstand invloedsfeer bij lekkage (randeffecten aan het begin en aan het einde van een rij wel meegerekend): $378/600 \times 6/7 \times 378/600 \times 6/7 \times 1/3 \times 8,66/60 \times 1/1200 \times 2 \times 600 \times 0,6 \times 1/100 = 8,42 \cdot 10^{-5}$.

Appendix 3 Gemiddelde kans op het liggen van een plaats OP de voormalige stortplaats binnen een AEGL-3 contour door een incidentele emissie tijdens de bijzonder situatie van tijdelijke scheuren in de afdeklaag

Gemiddelde kans bij weerscondities A, B, C en D (A, B en C alleen overdag voorkomend) op basis van AEGL-3 contouren van conditie D5

Situatie en damp of gas	Kans reactie en diffuse emissie (keer/jaar)	Kans reactie en emissie door tijdelijke scheuren (keer/jaar)	Afstand AEGL-3 contour benedendwinds conditie D5 ter informatie (m)	Oppervlakte AEGL-3 contour conditie D5 (m ²)	Fictief oppervlak AEGL-3 contour conditie D5 gedeeld door oppervlak stortplaats	Jaargemiddelde kans op weerscondities A,B,C,D & Restgroep (niet E,F) (Zestienhoven)	Gemiddelde kans plaats op stortplaats * binnen contour bij condities A,B,C,D,R (keer/jaar)
Scenario I (60.000 meegestorte vaten)							
Broom	0,54	$2,08 \cdot 10^{-2}$	1,45	0,11	$0,46 \cdot 10^{-6}$	0,82	$0,008 \cdot 10^{-6}$
Waterstofcyanide	$9,35 \cdot 10^{-5}$	$3,60 \cdot 10^{-6}$	7,1	5,8	$0,24 \cdot 10^{-6}$	0,82	nadert 0
Chloorgas	$9,35 \cdot 10^{-5}$	$3,60 \cdot 10^{-6}$	55	409	$17,0 \cdot 10^{-4}$	0,82	$0,005 \cdot 10^{-6}$
Stikstofdioxidegas	$9,35 \cdot 10^{-5}$	$3,60 \cdot 10^{-6}$	52	333	$13,9 \cdot 10^{-4}$	0,82	$0,003 \cdot 10^{-6}$
Fosfinegas	$1,87 \cdot 10^{-5}$	$0,72 \cdot 10^{-6}$	73	633	$26,4 \cdot 10^{-4}$	0,82	$0,002 \cdot 10^{-6}$
Waterstofsulfidegas	$9,35 \cdot 10^{-5}$	$3,60 \cdot 10^{-6}$	32	132	$5,50 \cdot 10^{-4}$	0,82	$0,002 \cdot 10^{-6}$
Chloordioxidegas	$9,35 \cdot 10^{-5}$	$3,60 \cdot 10^{-6}$	190	5140	$2,14 \cdot 10^{-2}$	0,82	$0,063 \cdot 10^{-6}$
Som kansen	-	-	-	-	-	-	$0,083 \cdot 10^{-6}$
Scenario II (252.000 meegestorte vaten)							
Broom	2,27	$8,73 \cdot 10^{-2}$	1,45	0,11	$0,46 \cdot 10^{-6}$	0,82	$0,033 \cdot 10^{-6}$
Waterstofcyanide	$4,21 \cdot 10^{-4}$	$1,62 \cdot 10^{-5}$	7,1	5,8	$0,24 \cdot 10^{-6}$	0,82	nadert 0
Chloorgas	$4,21 \cdot 10^{-4}$	$1,62 \cdot 10^{-5}$	55	409	$17,0 \cdot 10^{-4}$	0,82	$0,023 \cdot 10^{-6}$
Stikstofdioxidegas	$4,21 \cdot 10^{-4}$	$1,62 \cdot 10^{-5}$	52	333	$13,9 \cdot 10^{-4}$	0,82	$0,024 \cdot 10^{-6}$
Fosfinegas	$8,42 \cdot 10^{-5}$	$3,24 \cdot 10^{-6}$	73	633	$26,4 \cdot 10^{-4}$	0,82	$0,007 \cdot 10^{-6}$
Waterstofsulfidegas	$4,21 \cdot 10^{-4}$	$1,62 \cdot 10^{-5}$	32	132	$5,50 \cdot 10^{-4}$	0,82	$0,007 \cdot 10^{-6}$
Chloordioxidegas	$4,21 \cdot 10^{-4}$	$1,62 \cdot 10^{-5}$	190	5140	$2,14 \cdot 10^{-2}$	0,82	$0,286 \cdot 10^{-6}$
Som kansen	-	-	-	-	-	-	$0,380 \cdot 10^{-6}$

*Er wordt wat betreft plaatsen op de voormalige stortplaats (ongunstig) fictief aangehouden dat de AEGL-3 contouren binnen het oppervlak (ca. 240.000 m²) van de voormalige stortplaats blijven.

Bij plaatsen meer in het midden van de stortplaats zal de kans binnen de AEGL-3 contouren te liggen relatief wat hoger zijn dan bij plaatsen meer aan de randen.

Gemiddelde kans bij weerscondities E en F (beide alleen 's-nachts voorkomend) op basis van AEGL-3 contouren van conditie F1,5

Situatie en damp of gas	Kans reactie en diffuse emissie (keer/jaar)	Kans reactie en emissie door tijdelijke scheuren (keer/jaar)	Afstand AEGL-3 contour benedenwinds conditie F1,5 ter informatie (m)	Oppervlakte AEGL-3 contour conditie F1,5 (m ²)	Fictief oppervlak AEGL-3 contour conditie F1,5 gedeeld door oppervlak stortplaats	Jaargemiddelde kans op weerscondities E en F (Zestienhoven)	Gemiddelde kans plaats op stortplaats * binnen contour bij condities E & F (keer/jaar)
Scenario I (60.000 meegestorte vaten)							
Broom	0,54	2,08.10 ⁻²	5,1	1,9	7,92.10 ⁻⁶	0,18	0,030.10 ⁻⁶
Waterstofcyanide	9,35.10 ⁻⁵	3,60.10 ⁻⁶	38,5	103	4,29.10 ⁻⁴	0,18	0,0003.10 ⁻⁶
Chloorgas	9,35.10 ⁻⁵	3,60.10 ⁻⁶	256	8228	3,43.10 ⁻²	0,18	0,124.10 ⁻⁶
Stikstofdioxidegas	9,35.10 ⁻⁵	3,60.10 ⁻⁶	270	6539	2,72.10 ⁻²	0,18	0,018.10 ⁻⁶
Fosfinegas	1,87.10 ⁻⁵	0,72.10 ⁻⁵	440	12019	5,01.10 ⁻²	0,18	0,007.10 ⁻⁶
Waterstofsulfidegas	9,35.10 ⁻⁵	3,60.10 ⁻⁶	168	2532	1,06.10 ⁻²	0,18	0,007.10 ⁻⁶
Chloordioxidegas	9,35.10 ⁻⁵	3,60.10 ⁻⁶	1125	111663**	46,5.10 ⁻²	0,18	0,302.10 ⁻⁶
Som kansen	-	-	-	-	-	-	0,488.10 ⁻⁶
Scenario II (252.000 meegestorte vaten)							
Broom	2,27	8,73.10 ⁻²	5,1	1,9	7,92.10 ⁻⁶	0,18	0,124.10 ⁻⁶
Waterstofcyanide	4,21.10 ⁻⁴	1,62.10 ⁻⁵	38,5	103	4,29.10 ⁻⁴	0,18	0,002.10 ⁻⁶
Chloorgas	4,21.10 ⁻⁴	1,62.10 ⁻⁵	256	8228	3,43.10 ⁻²	0,18	0,100.10 ⁻⁶
Stikstofdioxidegas	4,21.10 ⁻⁴	1,62.10 ⁻⁵	270	6539	2,72.10 ⁻²	0,18	0,080.10 ⁻⁶
Fosfinegas	8,42.10 ⁻⁵	3,24.10 ⁻⁵	440	12019	5,01.10 ⁻²	0,18	0,030.10 ⁻⁶
Waterstofsulfidegas	4,21.10 ⁻⁴	1,62.10 ⁻⁵	168	2532	1,06.10 ⁻²	0,18	0,032.10 ⁻⁶
Chloordioxidegas	4,21.10 ⁻⁴	1,62.10 ⁻⁵	1125	111663**	46,5.10 ⁻²	0,18	1,359.10 ⁻⁶
Som kansen	-	-	-	-	-	-	1,727.10 ⁻⁶

*Er wordt wat betreft plaatsen op de voormalige stortplaats (ongunstig) fictief aangehouden dat de AEGL-3 contouren binnen het oppervlak (ca. 240.000 m²) van het hele terrein van de voormalige stortplaats blijven.

Bij plaatsen meer in het midden van de stortplaats zal de kans relatief wat hoger zijn dan bij plaatsen meer aan de randen.

**De kans is groot dat de contour voor emissie van deze stof voor een belangrijk deel buiten de stortplaats zal rijken; de hier berekende gemiddelde kans voor deze stof en voor de som van de kansen zal daarom lager zijn. Bovendien komen de condities E en F alleen 's-nachts voor wanneer er in beginsel geen mensen op de voormalige stortplaats worden verwacht.

Appendix 4 Gemiddelde kans op het liggen van een woning NABIJ de voormalige stortplaats binnen een AEGL-3 contour door een incidentele emissie tijdens de bijzonder situatie van tijdelijke scheuren in de afdeklaag

Gemiddelde kans bij weerscondities A, B, C en D (A, B en C alleen overdag voorkomend) op basis van AEGL-3 contouren van conditie D5

Situatie en damp of gas	Kans reactie en diffuse emissie (keer/jaar)	Kans reactie en emissie door tijdelijke scheuren (keer/jaar)	Afstand AEGL-3 contour benedenwinds conditie D5 (m)	Oppervlakte AEGL-3 contour conditie D5 ter informatie (m ²)	Ruwe kans dat plaats in omgeving binnen contour van 0,5 u. emissie* ligt op afstand >=100 m	Jaargemiddelde kans op weerscondities A, B, C, D & Restgroep (niet E, F) (Zestienhoven)	Gemiddelde ruwe kans* woning nabij stortplaats binnen contour bij condities A, B, C, D, R (keer/jaar)
Scenario I (60.000 meegestorte vaten)							
Broom	0,54	2,08 · 10 ⁻²	1,45	0,11	0,1	0,82	0
Waterstofcyanide	9,35 · 10 ⁻⁵	3,60 · 10 ⁻⁵	7,1	5,8	0,1	0,82	0
Chloorgas	9,35 · 10 ⁻⁵	3,60 · 10 ⁻⁵	55	409	0,1	0,82	0
Stikstofdioxidegas	9,35 · 10 ⁻⁵	3,60 · 10 ⁻⁵	52	333	0,1	0,82	0
Fosfinegas	1,87 · 10 ⁻⁵	0,72 · 10 ⁻⁵	73	633	0,1	0,82	0
Waterstofsulfidegas	9,35 · 10 ⁻⁵	3,60 · 10 ⁻⁵	32	132	0,1	0,82	0
Chloordioxidegas	9,35 · 10 ⁻⁵	3,60 · 10 ⁻⁵	190	5140	0,1	0,82	0,296 · 10 ⁻⁵
Som kansen	-	-	-	-	-	-	0,296 · 10 ⁻⁵
Scenario II (252.000 meegestorte vaten)							
Broom	2,27	8,73 · 10 ⁻²	1,45	0,11	0,1	0,82	0
Waterstofcyanide	4,21 · 10 ⁻⁴	1,62 · 10 ⁻⁵	7,1	5,8	0,1	0,82	0
Chloorgas	4,21 · 10 ⁻⁴	1,62 · 10 ⁻⁵	55	409	0,1	0,82	0
Stikstofdioxidegas	4,21 · 10 ⁻⁴	1,62 · 10 ⁻⁵	52	333	0,1	0,82	0
Fosfinegas	8,42 · 10 ⁻⁵	3,24 · 10 ⁻⁶	73	633	0,1	0,82	0
Waterstofsulfidegas	4,21 · 10 ⁻⁴	1,62 · 10 ⁻⁵	32	132	0,1	0,82	0
Chloordioxidegas	4,21 · 10 ⁻⁴	1,62 · 10 ⁻⁵	190	5140	0,1	0,82	1,333 · 10 ⁻⁵
Som kansen	-	-	-	-	-	-	1,333 · 10 ⁻⁵

* het gaat bij deze ruwe kans om een emissie van 30 minuten uit een puntbron; bij een groot oppervlak van een voormalige stortplaats waarbij de bronzone ergens willekeurig zal zijn gesitueerd, zal de kans naar verwachting kleiner zijn.

Gemiddelde kans bij weerscondities E en F (beide alleen 's-nachts voorkomend) op basis van AEGL-3 contouren van conditie F1,5

Situatie en damp of gas	Kans reactie en diffuse emissie (keer/jaar)	Kans reactie en emissie door tijdelijke scheuren (keer/jaar)	Afstand AEGL-3 contour benedenwinds conditie F1,5 (m)	Oppervlakte AEGL-3 contour conditie F1,5 ter informatie (m ²)	Ruwe kans dat plaats in omgeving binnen contour van 0,5 u. emissie* ligt op afstand ≥ 100 m	Jaargemiddelde kans op weerscondities E en F (Zestienhoven)	Gemiddelde ruwe kans* woning nabij stortplaats binnen contour bij condities E & F (keer/jaar)
Scenario I (60.000 meegestorte vaten)							
Broom	0,54	$2,08 \cdot 10^{-2}$	5,1	1,9	0,1	0,18	0
Waterstofcyanide	$9,35 \cdot 10^{-5}$	$3,60 \cdot 10^{-6}$	38,5	103	0,1	0,18	0
Chloorgas	$9,35 \cdot 10^{-5}$	$3,60 \cdot 10^{-6}$	256	8228	0,1	0,18	$0,065 \cdot 10^{-6}$
Stikstofdioxidegas	$9,35 \cdot 10^{-5}$	$3,60 \cdot 10^{-6}$	270	6539	0,1	0,18	$0,065 \cdot 10^{-6}$
Fosfinegas	$1,87 \cdot 10^{-5}$	$0,72 \cdot 10^{-6}$	440	12019	0,1	0,18	$0,013 \cdot 10^{-6}$
Waterstofsulfidegas	$9,35 \cdot 10^{-5}$	$3,60 \cdot 10^{-6}$	168	2532	0,1	0,18	$0,065 \cdot 10^{-6}$
Chloordioxidegas	$9,35 \cdot 10^{-5}$	$3,60 \cdot 10^{-6}$	1125	111663**	0,1	0,18	$0,065 \cdot 10^{-6}$
Som kansen	-	-	-	-	-	-	$0,273 \cdot 10^{-6}$
Scenario II (252.000 meegestorte vaten)							
Broom	2,27	$8,73 \cdot 10^{-2}$	5,1	1,9	0,1	0,18	0
Waterstofcyanide	$4,21 \cdot 10^{-4}$	$1,62 \cdot 10^{-5}$	38,5	103	0,1	0,18	0
Chloorgas	$4,21 \cdot 10^{-4}$	$1,62 \cdot 10^{-5}$	256	8228	0,1	0,18	$0,292 \cdot 10^{-6}$
Stikstofdioxidegas	$4,21 \cdot 10^{-4}$	$1,62 \cdot 10^{-5}$	270	6539	0,1	0,18	$0,292 \cdot 10^{-6}$
Fosfinegas	$8,42 \cdot 10^{-5}$	$3,24 \cdot 10^{-6}$	440	12019	0,1	0,18	$0,058 \cdot 10^{-6}$
Waterstofsulfidegas	$4,21 \cdot 10^{-4}$	$1,62 \cdot 10^{-5}$	168	2532	0,1	0,18	$0,292 \cdot 10^{-6}$
Chloordioxidegas	$4,21 \cdot 10^{-4}$	$1,62 \cdot 10^{-5}$	1125	111663**	0,1	0,18	$0,292 \cdot 10^{-6}$
Som kansen	-	-	-	-	-	-	$1,226 \cdot 10^{-6}$

* het gaat bij deze ruwe kans om een emissie van 30 minuten uit een puntbron; bij een groot oppervlak van een voormalige stortplaats waarbij de bronzone ergens willekeurig zal zijn gesitueerd, zal de kans naar verwachting kleiner zijn.

BIJLAGE 5 QRA Rapport: PR en GR berekeningen

Het onderzoek, waarop dit project betrekking heeft, richtte zich in eerste instantie op het mogelijk optreden van gezondheidsrisico's als gevolg van incidentele emissies van anorganische componenten uit de voormalige stortplaats Coupépolder. Om aan te sluiten bij de uitspraak van de Raad van State op 24 december 2002 is hierbij in de vorige bijlagen als concentratienorm de AEGL-3 gehanteerd. Deze geeft een goede indicatie van het mogelijk optreden van gezondheidsrisico's en is strenger dan in het algemeen in ons landelijk gehanteerd toetsingskader voor externe veiligheid wordt gebruikt (letaliteit). Voor een dergelijke toetsing bestaat echter geen wetgeving en ook geen vastgesteld toetsingskader voor een kansnorm (zie paragraaf 3.5 van het hoofdrapport).

Verder is het voor deze toetsing op basis van de AEGL-3 waarde niet toegespitst op contouren van stoffen (fosfine en chloordioxide) die bij ongunstige windrichting onder stabiele weeromstandigheden 's nachts tot over woonwijken kunnen reiken met de daarbij behorende kansen dat dit gebeurt.

Gezien de omvang van de in de voorgaande projectstappen berekende effectcontouren van de diverse als '(direct) relevant' beschouwde stoffen en het feit dat zich groepen mensen in die contouren kunnen bevinden is tijdens uitvoering van het project besloten om in het kader van het onderzoek naast de in eerste instantie gekozen wijze van toetsing tevens aan te sluiten bij de wijze van toetsing, zoals in het kader van Externe Veiligheid in Nederland plaatsvindt. Dit betekent berekening van plaatsgebonden risicocontouren (PR) en van het groepsrisico (GR) en toetsing conform het Besluit Externe Veiligheid Inrichtingen (BEVI). Dit maakt toetsing mogelijk aan een wettelijk vastgelegd toetsingskader. Hierbij dient overigens wel te worden opgemerkt dat de voormalige stortplaats Coupépolder geen inrichting is, die onder BEVI valt. Deze toetsing maakt het echter wel voor externe veiligheidsdeskundigen en minder deskundigen mogelijk om een vergelijking te maken met andere risico objecten.

In deze bijlage wordt onderzocht wat de externe veiligheidsrisico's zijn van de voormalige stortplaats Coupépolder uitgaande van de in de voorgaande bijlagen gehanteerde scenario's, er van uitgaande dat de regels voor risico berekeningen zoals deze zijn vastgelegd in het rekenprogramma safeti^{NL} kunnen worden toegepast voor deze situatie.

In hoofdstuk 1 van deze bijlage wordt ingegaan op de wet- en regelgeving aangaande de kwantitatieve risicoanalyse (QRA). Hoofdstuk 2 bevat de scenario's en modelleringaspecten met betrekking tot de QRA. In hoofdstuk 3 volgen de resultaten en de conclusies uit de berekende resultaten.

1. BELEID MET BETREKKING TOT EXTERNE VEILIGHEID

Hoewel het Besluit Externe Veiligheid Inrichtingen (BEVI) officieel niet van toepassing is op de voormalige stortplaats Coupépolder (De voormalige stortplaats is geen inrichting) wordt hier toch naar dit besluit verwezen omdat dit besluit het Externe Veiligheidsdenken zoals dat in Nederland heerst het best verwoord. In het BEVI zijn duidelijke normen opgenomen waaraan getoetst kan worden.

Op 27 oktober 2004 is het BEVI formeel van kracht worden. Gelijktijdig met het Besluit is een Ministeriele Regeling Externe Veiligheid Inrichtingen (REVI) gepubliceerd met daarin opgenomen onder andere tabellen met veiligheidsafstanden, rekenvoorschriften etc. In de onderstaande paragrafen wordt een korte samenvatting gegeven van het BEVI met betrekking tot nieuwe ontwikkelingen.

Het risicobeleid is gestoeld op twee risicomaten:

- Plaatsgebonden risico (PR): risico op een plaats buiten een inrichting, uitgedrukt als de kans per jaar dat een persoon die onafgebroken en onbeschermd op die plaats zou verblijven, overlijdt als rechtstreeks gevolg van een ongewoon voorval binnen die inrichting waarbij een gevaarlijke stof, gevaarlijke afvalstof of bestrijdingsmiddel betrokken is. Door middel van iso-risicocontouren, waarbij punten met gelijk risico worden verbonden tot een contour, worden deze risico's op een kaart inzichtelijk gemaakt. Voorheen werd het PR ook wel individueel risico (IR) genoemd;
- Groepsrisico (GR): cumulatieve kansen per jaar dat ten minste 10, 100 of 1000 personen overlijden als rechtstreeks gevolg van hun aanwezigheid in het invloedsgebied van een inrichting en een ongewoon voorval binnen die inrichting waarbij een gevaarlijke stof, gevaarlijke afvalstof of bestrijdingsmiddel betrokken is. Aan de hand van de feitelijke aanwezigheid van mensen kan de kans op een incident met meerdere doden inzichtelijk worden gemaakt. Hiervoor wordt de zogeheten fN-curve berekend waarin de kans op een aantal dodelijke slachtoffers wordt uitgezet tegen het aantal dodelijk getroffen.

Plaatsgebonden risico (PR)

Het plaatsgebonden risico (PR) is een maat voor het overlijdensrisico op een bepaalde plaats. Het is hierbij niet van belang of er op deze plaats daadwerkelijk een persoon aanwezig is. Bij het PR gaat het om de kans per jaar dat een gemiddelde persoon op een bepaalde plaats in de omgeving van een inrichting komt te overlijden als gevolg van een incident met gevaarlijke stoffen in deze inrichting, ervan uitgaande dat deze persoon onbeschermd en permanent op deze plaats aanwezig is.

Bij het beoordelen van het PR wordt onderscheid gemaakt tussen kwetsbare en beperkt kwetsbare objecten. Onder de kwetsbare objecten vallen in eerste instantie objecten waar mensen doorgaans dag en nacht verblijven. Daarnaast verdienen mensen, die als gevolg van hun fysische of psychische gesteldheid eerder nadelige gevolgen van een activiteit kunnen ondervinden, een bijzondere bescherming. Hierbij moet gedacht worden aan kinderen, ouderen en (psychisch) zieken. Dit maakt scholen, bejaardenhuizen en ziekenhuizen dus ook tot kwetsbare objecten. Daarnaast kunnen objecten vanwege de hoge infrastructurele waarde onder de kwetsbare objecten vallen. Hierbij moet gedacht worden aan bijvoorbeeld telecommunicatiecentrales. In meer algemene zin is het onderscheid tussen kwetsbare en beperkt kwetsbare objecten gebaseerd op het aantal en de verblijftijd van groepen mensen en de aanwezigheid van adequate vluchtwegen.

Voor (geprojecteerd¹³) kwetsbare en beperkt kwetsbare objecten gelden de volgende grenswaarden:

- (Geprojecteerd) kwetsbare objecten:
 - PR hoger dan 10^{-5} per jaar: niet toegestaan
 - PR tussen 10^{-5} en 10^{-6} per jaar: niet toegestaan
 - PR lager dan 10^{-6} per jaar: toegestaan
- (Geprojecteerd) beperkt kwetsbare objecten:
 - PR hoger dan 10^{-5} per jaar: in beginsel niet toegestaan
 - PR tussen 10^{-5} en 10^{-6} per jaar: in beginsel niet toegestaan
 - PR lager dan 10^{-6} per jaar: toegestaan

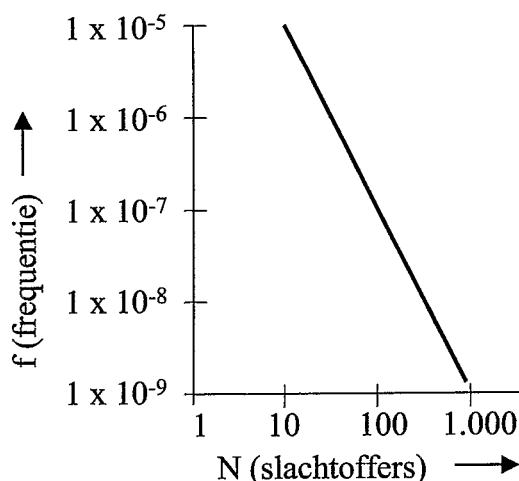
Groepsrisico (GR)

Het Groepsrisico kent geen strikte normering. Er geldt wel een oriënterende waarde, die recht doet aan risicoaversie (hoe groter de ramp, hoe lager het acceptabele risico).

De oriënterende waarde is te beschouwen als een soort thermometer. Deze waarde geeft een eerste inzicht in het niveau van het risico. Om het groepsrisico te beoordelen moet het bevoegd gezag daarnaast aangeven hoe (de zgn. verantwoordingsplicht van het groepsrisico):

- De bevolkingsdichtheid in het invloedsgebied van de inrichting (begrensd door 1% letaliteit) wordt beoordeeld en hoe deze eventueel wijzigt in de toekomst;
- Mogelijke maatregelen van invloed zijn op het groepsrisico en op welke wijze deze zijn meegenomen in het onderzoek;
- Rekening is gehouden met aspecten als rampenbestrijding, zelfredzaamheid van omwonenden en beheersbaarheid bij een eventuele calamiteit.

Een vergunning kan dus worden verleend als de oriënterende waarde wordt overschreden. Wel moet door het bevoegd gezag invulling worden gegeven aan de verantwoordingsplicht. Bij overschrijding van de oriënterende waarde zal de weging van de andere verantwoordingsaspecten zwaarder zijn. In het onderstaande figuur is de oriënterende waarde weergegeven.



Figuur 1: Oriënterende waarde voor het groepsrisico volgens BEVI.

¹³ Geprojecteerde objecten zijn objecten die gepland zijn geplaatst te worden.

2. KWANTITATIEVE RISICOANALYSE

In een QRA wordt uitgegaan van zogenaamde Loss of Containment (LOC) scenario's. Dit zijn scenario's waarbij de inhoud van gevaarlijke stoffen vrijkomen in de omgeving. Vervolgens kunnen met de vrijgekomen stoffen verspreidingsberekeningen worden gedaan. De uitkomst van deze verspreidingsberekeningen is een concentratieprofiel van gevaarlijke stoffen (Hier is onder andere aandacht aan besteed in bijlage 3 van dit rapport). Met deze concentratieprofielen kunnen vervolgens letale effecten worden berekend.

De verspreidingsberekeningen worden voor een groot aantal verschillende weersomstandigheden en windrichtingen uitgevoerd. De waarschijnlijkheid van deze weersomstandigheden en windrichtingen is bekend en wordt verdisconteerd in de uitkomsten. Aangezien ook de waarschijnlijkheid van het LOC bekend is (berekend in bijlage 4 van dit rapport) kan de kans op overlijden op iedere willekeurige plek in de omgeving van het LOC worden uitgerekend.

In deze bijlage worden verschillende uitgangssituaties onderzocht op hun Externe Veiligheidsaspecten. Hierbij is alleen gekeken naar de in voorgaande bijlagen beschreven bijzondere situatie met tijdelijk scheuren in de afdeklaag. Voor de standaard situatie (bij goed functioneren van de afdeklaag) reeds in de effectbeoordeling geconstateerd dat geen risicovolle luchtconcentraties van de als '(direct) relevant' beschouwde anorganische dampen of gassen kunnen ontstaan.

Voor de bijzondere situatie met tijdelijke scheuren (gedurende 2 weken per jaar) is op dezelfde wijze als in voorgaande bijlagen onderscheid gemaakt naar de twee in bijlage 1 toegelichte scenario's:

- Scenario I met 60.000 vaten mee gestort in 4 jaren
- Scenario II met 252.000 vaten mee gestort in 12 jaren

Om een extreme worst case scenario te creëren is tevens een situatie voor scenario II doorgerekend, waarbij is uitgegaan van volledig falen van de afdeklaag, dus met scheuren over het gehele jaar (gedurende 52 weken).

Dit alles heeft geresulteerd in het doorrekenen van de volgende 3 uitgangssituaties:

4. 60.000 mee gestorte vaten gevaarlijk afval (scenario I), 2 weken per jaar scheuren in de kleilaag
5. 252.000 mee gestorte vaten gevaarlijk afval (scenario II), 2 weken per jaar scheuren in de kleilaag
6. 252.000 mee gestorte vaten gevaarlijk afval (scenario II), het gehele jaar (52 weken) scheuren in de kleilaag (volledig falen van de afdeklaag)

Initiële scenario's

Het Loss of Containment (LOC) scenario in dit onderzoek is het falen van een vat met gevaarlijk afval. Hierna zullen de stoffen zich verspreiden in het stortlichaam en daar reacties aangaan met aanwezige materialen, bijvoorbeeld de stoffen uit een ander gefaald vat met gevaarlijk afval. Vervolgens zullen de ontstane gevaarlijke dampen of gassen uit het stortlichaam treden en zich in de omgeving verspreiden.

De kans op uittrekking van een gevaarlijke stof en de bronsterkte van deze stof is in respectievelijk in de bijlagen 4 en 3 van dit rapport bepaald. Voor de 3 verschillende uitgangssituaties worden de resultaten uit genoemde bijlagen als input voor de PR en GR berekeningen beschouwd. De bronnen zijn in Safeti^{NL} ingevoerd als "user defined source" met een oppervlakte bron. De duur van de bron is gelijk gehouden aan 1800 seconden. De straal van de oppervlaktebron is bepaald aan de hand van de gegevens uit bijlage 3. Voor de temperatuur is de in Nederland gemiddelde temperatuur van 282 K genomen, conform de PGS3 (Publicatierreeks Gevaarlijke Stoffen 3: Richtlijnen voor kwantitatieve risicoanalyse). Het programma berekent zelf de uitstroomsnelheid (voor impuls berekeningen).

In de onderstaande tabel zijn de bronsterktes van de verschillende gevaarlijke stoffen (tabel 2.1 uit bijlage 3) en de kans op voorkomen van het scenario (zie tabel 2.1 uit bijlage 4) opgenomen.

Tabel 2.1: Voor de risicoanalyse gehanteerde inputgegevens

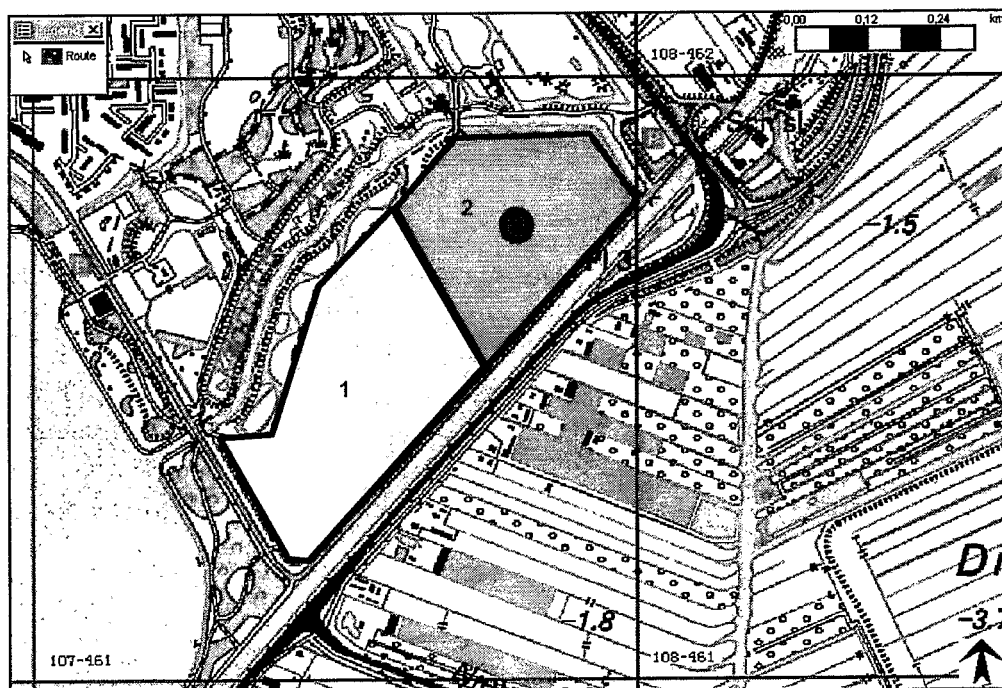
Vrijkomende damp/gas	Scenario 1, Tijdelijke scheuren		Scenario 2, Tijdelijke scheuren		Scenario 3, Continuëscheuren	
	60.000 meegestorte vaten		252.000 meegestorte vaten		252.000 meegestorte vaten	
	Frequentie	Bronsterkte	Frequentie	Bronsterkte	Frequentie	Bronsterkte
	1/jaar	g/h	1/jaar	g/h	1/jaar	g/h
Broom	2,08E-02	5,15	8,73E-02	5,15	2,27E+00	5,15
Waterstofcyanide	3,60E-06	93,6	1,62E-05	93,6	4,21E-04	93,6
Chloorgas	3,60E-06	60.000	1,62E-05	60.000	4,21E-04	60.000
Stikstofdioxidegas	3,60E-06	30.000	1,62E-05	30.000	4,21E-04	30.000
Fosfinegas	7,20E-07	13.800	3,24E-06	13.800	8,42E-05	13.800
Waterstofsulfidegas	3,60E-06	22.000	1,62E-05	22.000	4,21E-04	22.000
Chloordioxidegas	3,60E-06	90.000	1,62E-05	90.000	4,21E-04	90.000
Totale frequentie	2,08E-02		8,74E-02		2,27E+00	

Verdeling van de scenario's over de voormalige stortplaats Coupépolder

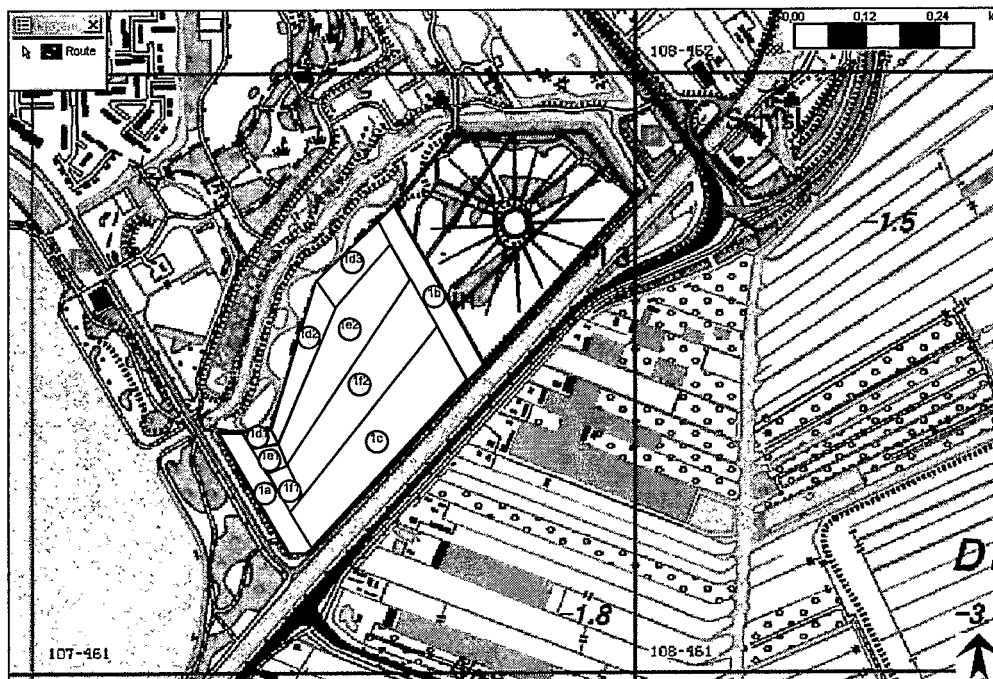
Omdat het risicoscenario zich op verschillende plekken op de voormalige stortplaats kan voordoen en de kans daarop zal variëren met de hoeveelheid afval, dat daar ligt, zijn de frequenties van voorkomen verdeeld over de gehele stort.

Grofweg kan de oppervlakte van de voormalige stortplaats in 3 gebieden worden opgedeeld:

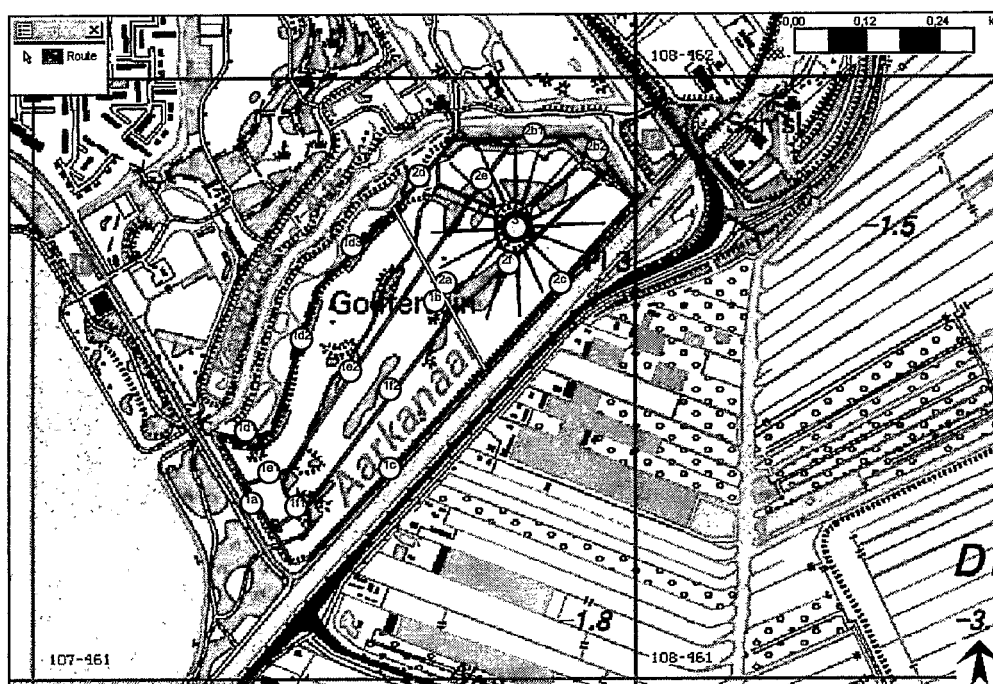
1. 42 oppervlaktevakken, met per oppervlaktevak 1 stortvak boven het grondwater
2. 33 oppervlaktevakken, met per oppervlaktevak 2 stortvakken boven elkaar boven het grondwater
3. 3 oppervlaktevakken, met per oppervlaktevak 4 stortvakken boven het grondwater (de hoge bult)



De oppervlaktes zijn op hun beurt weer verdeeld in kleinere oppervlaktes, waarvan de effecten met één lijnbron kunnen worden weergegeven. Dit is in de onderstaande figuur schematisch weergegeven voor gebied 1.



Ieder gebiedje is op zijn beurt weer als een lijnbron gemodelleerd. De buitenste gebieden (1a, 1b, 1c, 1d) zijn op de rand gemodelleerd, hierdoor wordt een conservatief beeld naar buiten toe gemodelleerd (externe Veiligheid). De lekfrequentie van de lijnbronnen is gelijk gesteld aan de lekfrequentie van de oppervlakten. In de onderstaande figuur zijn de routes opgenomen die zijn gemodelleerd.



In de bovenstaande figuur is weergegeven hoe de lekfrequenties van de lekbronnen zijn verdeeld over de verschillende lijnbronnen. De bijbehorende frequenties zijn opgenomen in de onderstaand overzichtstabel.

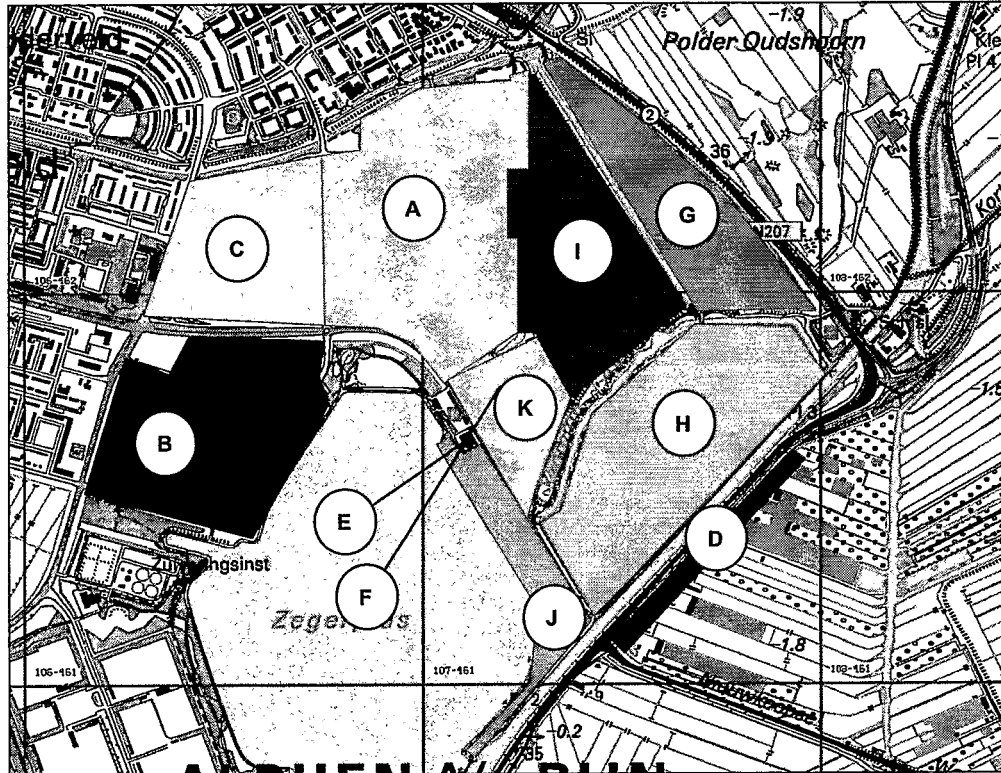
Tabel 2.2: Verdeling van de lekfrequenties over de verschillende lijnbronnen

Lijnbron	Verdeling	Situatie 1 Scenario I	Situatie 2 Scenario II	Situatie 3 Scenario IIb
Opp 1 (1 laag)	35%	7,29E-03	3,06E-02	7,95E-01
1a	0,05	3,64E-04	1,53E-03	3,98E-02
1b	0,05	3,64E-04	1,53E-03	3,98E-02
1c	0,18	1,31E-03	5,51E-03	1,43E-01
1d1	0,03	2,19E-04	9,18E-04	2,39E-02
1d2	0,1	7,29E-04	3,06E-03	7,95E-02
1d3	0,05	3,64E-04	1,53E-03	3,98E-02
1e1	0,05	3,64E-04	1,53E-03	3,98E-02
1e2	0,22	1,60E-03	6,73E-03	1,75E-01
1f1	0,05	3,64E-04	1,53E-03	3,98E-02
1f2	0,22	1,60E-03	6,73E-03	1,75E-01
Opp 2 (2 lagen)	55%	1,15E-02	4,81E-02	1,25E+00
2a	0,1	1,15E-03	4,81E-03	1,25E-01
2b1	0,07	8,02E-04	3,36E-03	8,75E-02
2b2	0,07	8,02E-04	3,36E-03	8,75E-02
2c	0,1	1,15E-03	4,81E-03	1,25E-01
2d	0,06	6,87E-04	2,88E-03	7,50E-02
2e	0,3	3,44E-03	1,44E-02	3,75E-01
2f	0,3	3,44E-03	1,44E-02	3,75E-01
Opp 3 (4 lagen)	10%	2,08E-03	8,74E-03	2,27E-01
3	1	2,08E-03	8,74E-03	2,27E-01
Totale frequentie		2,08E-02	8,74E-02	2,27E+00

Bevolkingsgegevens

Er is een aantal bevolkingsvakken gemodelleerd, waarbij een reële, maar conservatieve schatting is gemaakt van het aantal aanwezige personen. In de onderstaande figuur zijn de bevolkingsvlakken weergegeven en in de tabel zijn de bevolkingsdichtheden opgegeven zoals die in de studie zijn gehanteerd voor dag en nacht.

Ook de bevolking op de golfbaan is in kaart gebracht. Dit is niet geheel in lijn met de aannames zoals deze doorgaans in een QRA voor inrichtingen worden gedaan. Doorgaans worden de personen op de inrichting niet meegenomen in de groepsrisicoberekeningen. Hier is dat wel gedaan omdat de risico's niet zo zeer worden veroorzaakt door de golfbaan. Er kan daarom ook moeilijk aan de redenering worden vastgehouden dat deze mensen bekend zijn met de gevaren, zich er vrijwillig aan blootstellen of specifieke training hebben gehad en daardoor beter in staat moeten worden geacht om adequaat te handelen bij een calamiteit. In deze studie zijn de mensen daarom ook gelijk gesteld aan mensen in de omgeving van de golfbaan.



In onderstaande tabel zijn de in de figuur onderscheiden gebieden gedefinieerd en voorzien van bijbehorende bevolkingsdichtheden.

Tabel 2.3: In het kader van de risico evaluatie onderscheiden gebieden met bijbehorende bevolkingsdichtheden

Aanduiding	Omschrijving	dag	Nacht
A	Woonwijk 1	40 personen/ha	50 personen /ha
B	Woonwijk 2	40 personen /ha	50 personen /ha
C	Woonwijk 3	40 personen /ha	50 personen /ha
D	Lintbebouwing	40 personen /ha	50 personen /ha
E	Chinees restaurant	200 personen	0 personen
F	Snackbar	25 personen	0 personen
G	Golfbaan 1	25 personen /ha	0 personen /ha
H	Golfbaan 2	25 personen /ha	0 personen /ha
I	Park 1	25 personen /ha	5 personen /ha
J	Park 2	25 personen /ha	5 personen /ha
K	Kinderboerderij	25 personen /ha	0 personen /ha

Modellering

De vervolgsenario's, zoals verdamping, dispersie etc. zijn gemodelleerd met behulp van het softwarepakket Safeti^{NL} (versie 6.5.1). Ook het individueel en het groepsrisico en de bijbehorende contouren en grafieken zijn met behulp van deze software berekend en/of gemaakt.

Gezien de bebouwing van het terrein, het terrein zelf en de bebouwing van de direct omgeving van het terrein is bij de modellering een ruwheidlengte¹⁴ van 0,5 meter aangehouden.

Voor het modelleren van de meteorologische omstandigheden voor deze inrichting is gebruik gemaakt van de data beschikbaar van Soesterberg.

¹⁴ De ruwheidlengte geeft een indicatie van de onregelmatigheid in het landschap en is mede bepalend voor de mate van turbulentie, die in de lucht kan optreden. Dit kan van invloed zijn op de verspreiding van een stof in de lucht.

3. RESULTATEN

De modellering van de scenario's zoals beschreven in hoofdstuk 3 leidt tot de kwantificering van de risico's voor de omgeving in de vorm van individueel risicocontouren en een groepsrisicocurve.

Individueel risico (Plaatsgebonden risico, PR)

De contouren voor het individueel risico zijn opgenomen in appendix 1 van deze bijlage. Hieruit blijkt dat voor situatie 1 met 60.000 meegestorte vaten en tijdelijke scheuren gedurende 2 weken per jaar alleen risicocontouren gevonden worden die de grens van $PR = 1 \times 10^{-8}$ per jaar niet overschrijden. Voor situatie 2 met 252.000 meegestorte vaten en tijdelijke scheuren gedurende 2 weken per jaar wordt een kleine risicocontour gevonden van $PR = 1 \times 10^{-7}$ per jaar. In geen van beide situaties wordt de als toetsingswaarde gehanteerde grens van $PR = 1 \times 10^{-6}$ per jaar overschreden. .

Alleen voor de beoordeelde worst case situatie 3, waarin uit is gegaan van 252.000 meegestorte vaten gevaarlijk afval en scheuren in de afdek kleilaag gedurende het gehele jaar, wordt een $PR = 1 \times 10^{-6}$ per jaar risicocotour gevonden. Deze contour ligt rond de hoge bult en blijft binnen de terreingrenzen van de Coupépolder. De contour ligt niet over kwetsbare bestemmingen. Contouren die hoger risico aangeven worden niet gevonden.

Groepsrisico (GR)

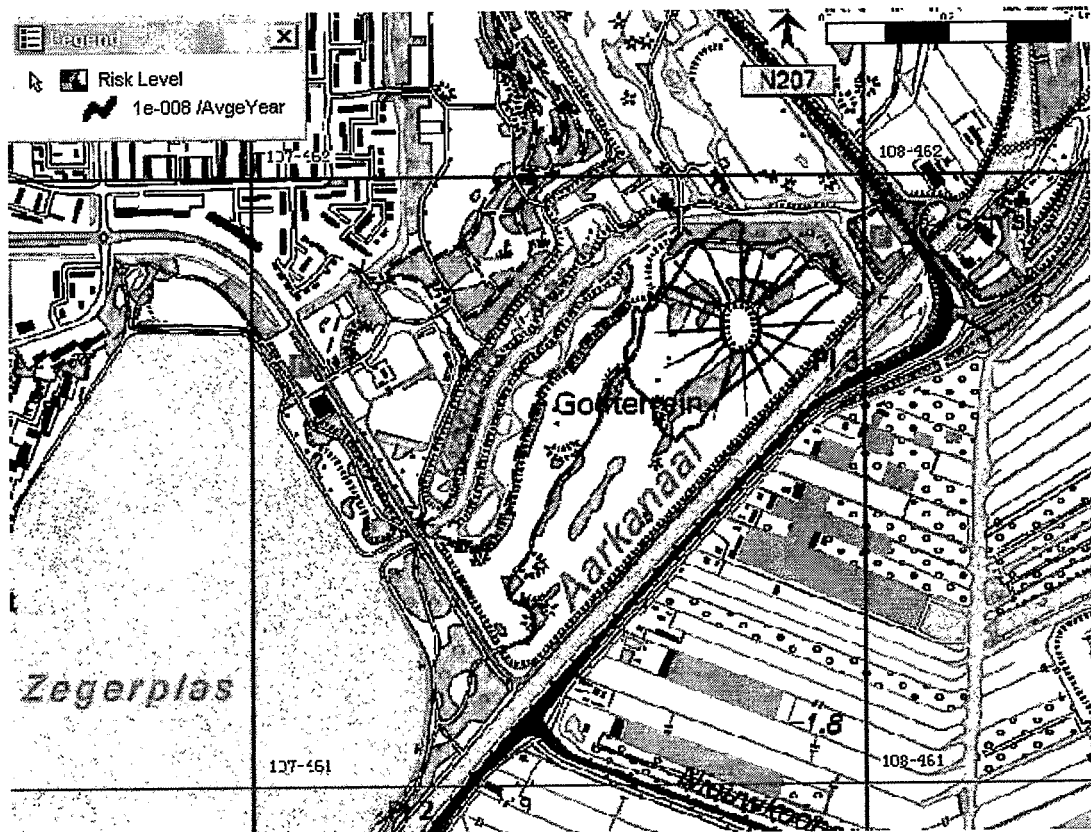
De grafiek die het groepsrisico aangeeft, de zogenoemde Fn-curve is voor de 3 beschouwde situaties gegeven in appendix 2 van deze bijlage. De groepsrisicocurve blijft voor alle drie de situaties ruimschoots onder de oriënterende waarde (zie figuur 1 in hoofdstuk 1 van deze bijlage).

Conclusie

De geldende normen voor plaatsgebonden risico en groepsrisico worden onder de gedane aannames niet overschreden ten gevolge van de in het verleden illegaal gestorte vaten gevaarlijk afval op de voormalige stortplaats Coupépolder.

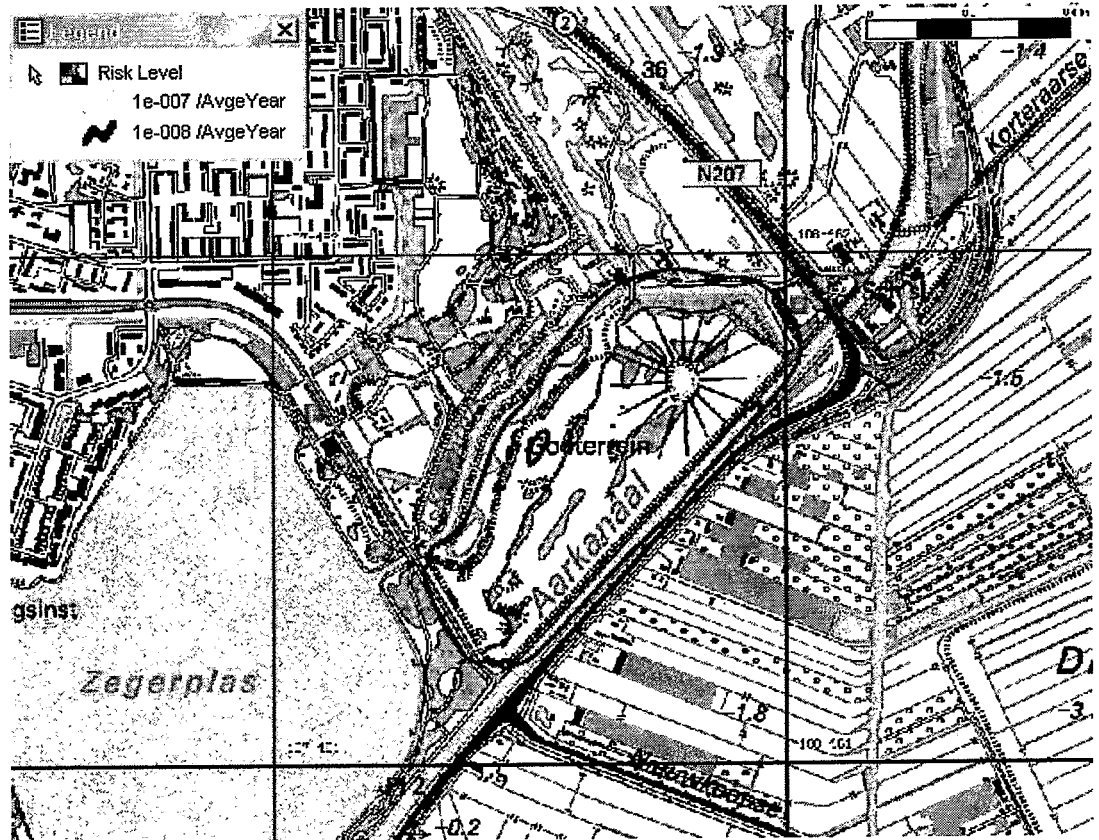
Appendix 1 Resultaten van de berekening van de PR contouren (Plaatsgebonden Risico)

Uitgangssituatie 1:
60.000 meegestorte vaten en tijdelijke scheuren gedurende 2 weken per jaar

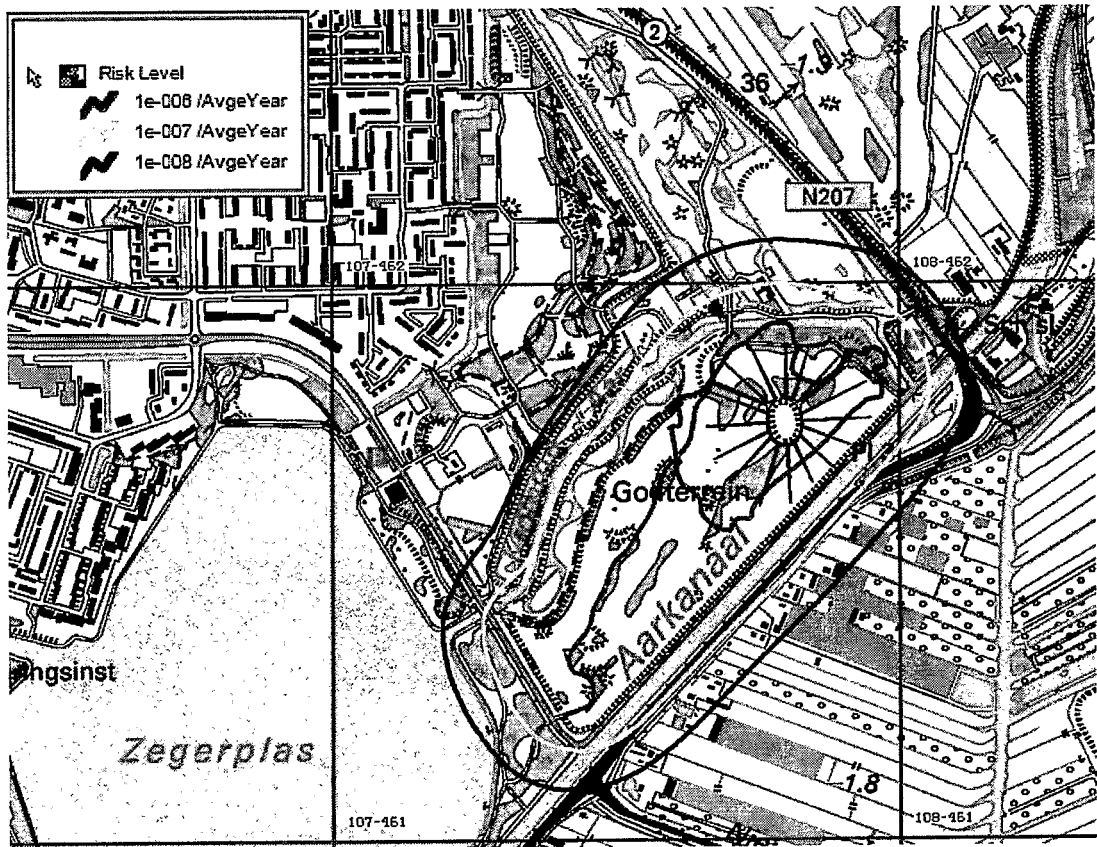


Uitgangssituatie 2:

252.000 meegestorte vaten en tijdelijke scheuren gedurende 2 weken per jaar



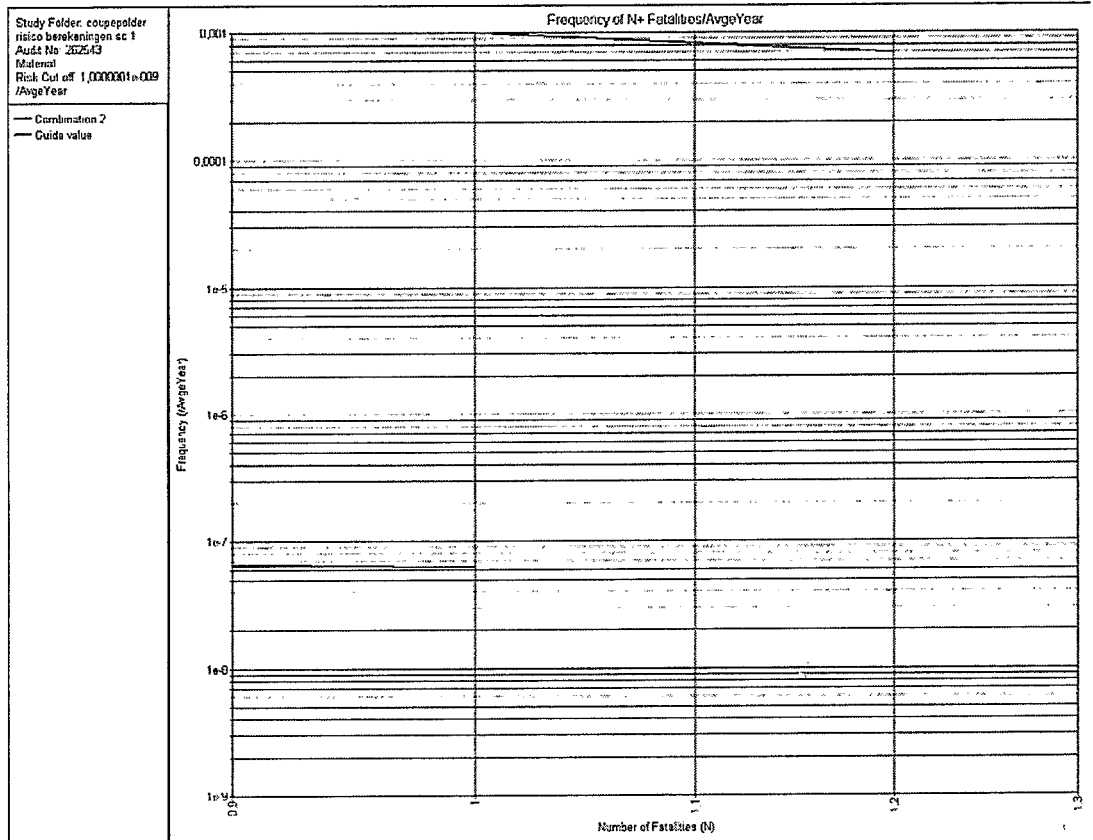
Uitgangssituatie 3:
252.000 meegestorte vaten en continue scheuren gedurende 52 weken per jaar



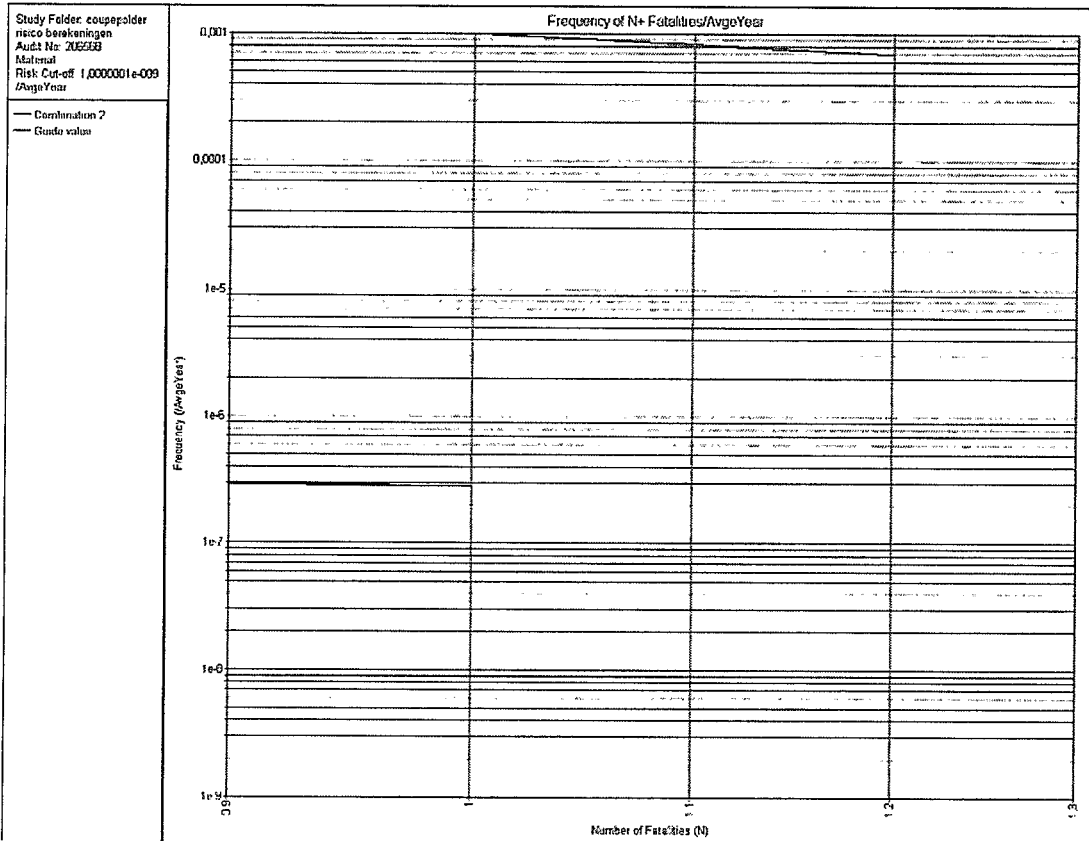
Appendix 2 Resultaten van de berekening van het Groepsrisico (GR)

Uitgangssituatie 1:

60.000 meegestorte vaten en tijdelijke scheuren gedurende 2 weken per jaar



Uitgangssituatie 2:
252.000 meegestorte vaten en tijdelijke scheuren gedurende 2 weken per jaar



BIJLAGE 6 Overzichtstekening Coupépolder