



QRA - Modelling

Vervoer van gevaarlijke stoffen



Adviesraad Gevaarlijke Stoffen

QRA - modellering voor vervoer van gevaarlijke stoffen

ADVIESRAAD GEVAARLIJKE STOFFEN

Voorwoord

Het externe veiligheidsbeleid beoogt het beheersen van de risico's voor de bevolking van gevaarlijke stoffen tijdens productie, bewerking, gebruik of transport. Binnen de door de overheid gestelde regels streeft het bedrijfsleven naar het veilig omgaan met gevaarlijke stoffen. Het risico van vrijkomen van gevaarlijke stoffen en van de kans op gevolgen voor de bevolking kan – met beperkte nauwkeurigheid – met behulp van QRA worden berekend. Aan de resultaten van risicorekenen wordt steeds meer gewicht toegekend: er wordt berekend welk deel van de (openbare) ruimte moet worden gereserveerd om afstand tot de bevolking te creëren ter verhoging van de veiligheid. Zo bestaat in het kader van het Besluit externe veiligheid inrichtingen de intentie een rekenmethode voor te schrijven om de risico's te bepalen voor inrichtingen (SAFETI-NL). In de Nota Vervoer gevaarlijke stoffen heeft het kabinet het voornemen aangekondigd het rekenmodel 'risicoberekeningsmethode II' (RBM II) voor te schrijven voor het berekenen van risico's van het transport van gevaarlijke stoffen.

Met investeringen in woningen en voorzieningen, bedrijventerreinen en vervoersassen worden langdurig grote sommen geld vastgelegd. De besluitvorming op het terrein van de ruimtelijke ordening dient derhalve gebaseerd te zijn op heldere afwegingen voor het verkrijgen van draagvlak en dient tijdsbestendig te zijn. Dit stelt eisen aan de kwaliteit van het risicorekenen ten behoeve van het externe veiligheidsbeleid.

Het thans uitgebrachte advies betreffende QRA heeft een beperkt karakter. Het is in feite bedoeld als aanzet tot een breder advies over de QRA-praktijk in Nederland. Besloten is dit (tussen)advies nu uit te brengen vanwege de aard van de bevindingen en de actuele ontwikkelingen rond het transport, waaronder de Nota Vervoer gevaarlijke stoffen.

De AGS acht verdere advisering over QRA en de toepassing ervan van een zodanig belang dat het de intentie is om hierover in de toekomst nader te adviseren. De AGS onderscheidt daarbij twee sporen:

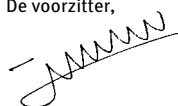
- › Advisering om de huidige praktijk van QRA voor zowel inrichtingen als voor transport zoveel mogelijk fit for purpose te maken. Daarbij zal een aantal criteria worden gehanteerd, zoals ook in het voorliggende advies worden genoemd. Advisering op dit punt is van belang nu de norm voor plaatsgebonden risico ook wettelijk is vastgelegd.*

De Adviesraad voorziet adviezen op drie niveau's:

- *op operationeel niveau met betrekking tot eisen aan de kennis van de gebruiker van risicoberekeningen en de daarbij gehanteerde software;*
 - *op tactisch niveau met betrekking tot eisen aan rekenmodellen, faalfrequenties en risicoberekeningsprogrammatuur;*
 - *op strategisch niveau met betrekking tot een meer integrale benadering voor de besluitvorming ten aanzien van allocatie van ruimte, bijvoorbeeld door het introduceren van een stakeholders-analyse.*
- › *Advisering die ingaat op nut en noodzaak van het instrument QRA binnen een evenwichtig risicobeleid. Vanwege het karakter van een dergelijke beschouwing zal een advies zich mogelijk niet altijd bewegen binnen de kaders van het huidige risicobeleid. Dit is mede afhankelijk van de resultaten van het hierboven genoemde spoor. Deze adviezen hebben betrekking op de langere termijn.*

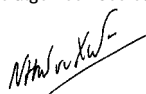
De Adviesraad bedankt de leden van de commissie voor hun bijdrage aan dit advies.

De voorzitter,



Prof. dr ir J.G.M. Kerstens

De algemeen secretaris,



N.H.W. van Xanten,
apotheker, toxicoloog, MPA

De voorzitter van de raads werkgroep,



Ir C.M. Pietersen

Inhoudsopgave

2	Voorwoord
4	Inhoudsopgave
5	Samenvatting
7	1 Inleiding en inkadering
9	2 Kwantitatieve risicoanalyse; een korte beschrijving
11	3 Methodologie en criteria
13	4 De casus "Ammoniaktransport per binnenvaartschip"
13	Aanleiding tot de casus
14	Gevolgte werkwijze
14	Ketenstudies: inputparameters, scenario's en modellen
16	Een reeks constatering
18	5 Vergelijkende berekeningen (RBM II en SAFETI)
18	Inleiding
18	De toegepaste software, gehanteerde ongevalfrequenties en schadegebieden
20	Vervolg constatering
21	6 Conclusie en advies
23	7 Referenties
	Bijlagen
24	Bijlage 1: Begrippenlijst
25	Bijlage 2: Resultaten vergelijkende berekeningen
29	Bijlage 3: Eerder gedane aanbevelingen n.a.v. studies naar de QRA-praktijk voor het vervoer van gevaarlijke stoffen over water
31	Bijlage 4: Samenstelling raads werkgroep en commissie
32	Colofon

Samenvatting

De Adviesraad bereidt een advies voor over het gebruik van risicoberekeningen voor afwegingen in de ruimtelijke ordening ten aanzien van inrichtingen en transport. Daartoe is uitgebreid inzicht nodig met betrekking tot de huidige QRA-praktijk. Besloten is om als eerste stap een QRA-casus te bestuderen. Op basis van een aantal overwegingen (beschikbaarheid van informatie en aansluiting bij de actualiteit) is daarvoor de QRA-casus ammoniaktransport per spoor en per binnenvaartschip gekozen. Het betreft de QRA voor het transport van ammoniak die in het kader van de Ketenstudie ammoniak van het Ministerie van VROM was uitgevoerd door TNO. De AGS is nagegaan hoe de risico's berekend zijn. Meer in het bijzonder zijn het berekenen van de gevolgen (letaal letsel) en de gehanteerde aanvarings- en uitstromingsfrequenties bij het ammoniaktransport beschouwd. Tevens is TNO verzocht aanvullende, vergelijkende berekeningen te maken met RBM II. Het RIVM is verzocht een berekening met SAFETI uit te voeren.

De Adviesraad heeft op grond van de beschouwing en de vergelijking criteria geformuleerd voor het toetsen van de kwaliteit van het QRA-instrumentarium en doet een aantal aanbevelingen ter verbetering.

Geconstateerd is dat er verbeteringen nodig zijn ten aanzien van de verifieerbaarheid en de transparantie van de rekenmodellen en van de gegevens over ongevalfrequenties. Ook dient een aantal significante verschillen tussen de berekeningsresultaten nader verklaard te worden. Met het advies wil de Adviesraad bijdragen aan het verbeterproces. Daarbij hoort ook het beschouwen van de toepasbaarheid (*fit for purpose*) van de modellen en gegevens voor specifieke situaties.

1 Inleiding en inkadering

De instelling van de Adviesraad Gevaarlijke Stoffen heeft tot doel het creëren van een kader van waaruit de laatste stand van wetenschap en techniek bij het veilig omgaan met gevaarlijke stoffen op adequate wijze aan de overheid kan worden aangereikt. Hierbij gaat het evenzeer om inrichtingen als om transport [1].

De raads werkgroep Quantitative Risk Methodology (QRM) van de Adviesraad richt zich in dat kader op het beheersen op strategisch, tactisch en operationeel niveau van risico's verbonden aan het omgaan met gevaarlijke stoffen. Het betreft dan met name externe veiligheid, met andere woorden de fysieke veiligheid van burgers in de nabijheid van een activiteit met gevaarlijke stoffen. De raads werkgroep bestudeert de gehele cyclus van het identificeren van risico's tot het evalueren van verbetermaatregelen.

In deze cyclus spelen – zeker in een land als Nederland met zijn toenemende ruimtelijke verdichting¹ – de resultaten van een kwantitatieve risicoanalyse (QRA) een cruciale rol. Bestuurders betrekken deze resultaten in hun beslissingen over ruimtelijke plannen waarin risicovolle activiteiten aan de orde zijn (locatie van bedrijven en van transportassen ten opzichte van bijvoorbeeld woningen). Ook vergunningverlenende instanties maken gebruik van de uitkomsten van QRA's. Het belang van kwantitatieve risicoanalyses neemt toe, omdat middels wet- en regelgeving steeds vaker een QRA wordt geëist.

Zo is sinds oktober 2004 de risiconormering (plaatsgebonden risico) wettelijk geregeld in het Besluit externe veiligheid inrichtingen [2]. Met de Nota Vervoer gevaarlijke stoffen wordt een stap gezet in de richting van nationale regulering voor het vervoer van gevaarlijke stoffen [3]. Ook hierin speelt de QRA een belangrijke rol.

Het bovenstaande schetst de noodzaak van een zodanige QRA-modellering dat de resultaten ervan voldoende transparant, verifieerbaar, robuust en valide zijn. Immers, alleen op basis van een adequate modellering kan besloten worden of en zo ja in hoeverre ruimtelijke ontwikkelingen en activiteiten toelaatbaar zijn. De wettelijke verankering van risiconormen voor inrichtingen en mogelijk te zijner tijd voor transport legt bovendien de eis op dat gebruikte modellen een juridische toetsing kunnen doorstaan.

Eind jaren '70, begin jaren '80 is QRA-modellering ontwikkeld en voor het eerst toegepast. Een aantal studies uit die tijd staat nog altijd centraal als grondslag voor

¹ Zie ook het advies 'Ruimte voor expertise, expertisecentrum gevaarlijke stoffen voor provincies en gemeenten'. Adviesraad Gevaarlijke Stoffen. Den Haag, 2004.

de tegenwoordige QRA-modellering voor inrichtingen en transport.

De Adviesraad constateert dat er op grond van nieuwe inzichten in de risicomodellering behoefte bestaat aan een nadere beschouwing van de uitgangspunten van vroegere studies.

Ook eerder gedane aanbevelingen naar aanleiding van studies naar de QRA-praktijk voor het vervoer van gevaarlijke stoffen over water, bij dit advies gevoegd als bijlage, vormen aanleiding tot voorliggend advies.

De Adviesraad is nagegaan of het huidige gebruik van QRA-modellen met betrekking tot transport van gevaarlijke stoffen een voldoende solide basis levert voor het nemen van beslissingen op het gebied van de ruimtelijke ordening.

De Adviesraad heeft er voor gekozen om de analyse en toetsing te starten vanuit een concrete casus waarbij zaken aan de orde komen als inhoud, stand der techniek, toegankelijkheid van modellen, traceerbaarheid van bronnen en praktische toepasbaarheid.

De keuze voor de casus is gebaseerd op de wens om zo dicht mogelijk aan te sluiten bij actuele beleidsthema's: de Ketenstudies [4]² en de onlangs uitgebrachte Nota Vervoer gevaarlijke stoffen. Zowel het vervoer van ammoniak per binnenvaartschepen, dat in het Kabinetsstandpunt Ketenstudies [5] een "kansrijk alternatief" wordt genoemd, als het transport van ammoniak per spoor zijn aan een nadere analyse onderworpen.

Een laatste reden voor het opstellen van dit advies is in de Uitvoeringsagenda van het Kabinetsstandpunt [6] gelegen, waarin reeds twee adviesaanvragen zijn aangekondigd; deze zijn evenwel nog niet ontvangen door de Adviesraad.

Met dit advies brengt de AGS verslag uit van de tussentijdse bevindingen uit de casus.

2 Hoofdrapport van het Project 'Integrale Ketenstudies ammoniak, chloor en LPG. Gedeelde Risico's Externe veiligheid productieketens ammoniak, chloor en LPG'. KPMG, TNO en Ecorys, in opdracht van het Ministerie van VROM (coördinator), november 2004 (in dit advies verder genoemd 'Ketenstudies').

2 Kwantitatieve risico-analyse; een korte beschrijving

Het beleid ten aanzien van externe veiligheid is gebaseerd op risico's: het maximum risico is wettelijk vastgelegd door de norm die is gesteld aan het plaatsgebonden risico (PR); voor het groepsrisico (GR) geldt een oriënterende waarde.

De kwantitatieve risicoanalyse (QRA) is voor bestuurders een instrument bij het beoordelen van mogelijkheden voor ruimtelijke verdichting wanneer er ook risicovolle activiteiten plaatsvinden. In structuur- en bestemmingsplannen spelen de risicocontouren van het PR en het GR een belangrijke rol. Ook bij vergunningverlening voor bepaalde inrichtingen en voor het transport van gevaarlijke stoffen kan een berekening van het PR en GR worden geëist.

Het beleid inzake externe veiligheid zoals dat in Nederland de afgelopen jaren is geformuleerd en geïmplementeerd, is tot stand gekomen op basis van de beheersing van risico's in relatie tot stoffen. Het stoffenbeleid dateert van medio jaren '80. Ter operationalisering van het beleid inzake externe veiligheid zijn modellen ontwikkeld voor het vrijkomen van gevaarlijke stoffen in de omgeving (fysische effecten, Gele Boek, PGS 2) [7] en voor het overlijden van personen die aan die stoffen worden blootgesteld (schade, Groene Boek, PGS 1) [8].³

De kwantitatieve bepaling van de risico's geschiedt aan de hand van het zogenaamde Parse Boek (PGS 3) [9], en wel op basis van bovengenoemde modellen, aangevuld met locatiespecifieke gegevens. Deze "Richtlijn voor kwantitatieve risicoanalyse" beschrijft hoe zowel voor stationaire installaties als voor transportsystemen effecten en schade dienen te worden gemodelleerd ter bepaling van het PR en het GR. Het Parse Boek voorziet ook in te hanteren faalfrequenties en kansen.

Ter bepaling van het PR en het GR worden de scenario's van vrijkomen van gevaarlijke stoffen vastgesteld (enkele tot tientallen per activiteit), de effect- en schademodelering, de verschillende kansen op bepaalde meteorologische omstandigheden, de aard van de omgeving en de aanwezigheid van personen.

De rekenmodellen zoals aangereikt in de zogenaamde Gekleurde Boeken zijn geïmplementeerd in rekenpakketten.

Zo is voor stationaire inrichtingen een bekende implementatie het pakket SAFETI 4 [10]. Voor het vervoer van gevaarlijke stoffen is door het Ministerie van Verkeer en Waterstaat ter beperking van het rekenwerk een risicomal opgesteld, IPORBM [11] en later een rekenpakket, Risicoberekeningsmethode II (RBM II) [12].

³ De voormalige reeks CPR-richtlijnen is in 2005 door het Ministerie van VROM in ongewijzigde vorm uitgebracht als Publicatiereeks Gevaarlijke Stoffen (PGS), waarbij tevens tot henummering is overgegaan.

⁴ Inmiddels op de site van RIVM aangekondigd als SAFETI-NL.

Nu is al geruime tijd bekend dat de risicomodellering behept is met inconsistenties: de resultaten van de QRA zijn afhankelijk van de gehanteerde software en van diverse aannamen die de risicoanalist moet doen omdat de modellen c.q. de software niet voor elke specifieke situatie alle parameters bevatten.

Als bij vergelijkbare risicovolle situaties het gebruik van diverse rekenpakketten leidt tot aanzienlijk verschillende waarden voor PR en GR, moet de vraag worden gesteld of de resultaten realistisch genoeg zijn voor bestuurlijke besluitvorming, bijvoorbeeld ten aanzien van de meest veilige vervoerswijze.

Overigens zijn bij het gebruik van de risicoresultaten door de diverse overheden beperkende kanttekeningen geplaatst. Zo vermeldt de Handleiding RBM II [13]: "RBM II is een verdere ontwikkeling van IPORBM. De doelstelling van IPORBM – een Risicoberekeningsmethodiek die de mogelijkheid [biedt, AGS] om relatief snel en met een beperkte set invoergegevens het risico-niveau langs een route te berekenen – is in RBM II gehandhaafd. RBM II is in een groter aantal situaties toepasbaar. Desalniettemin kan in een aantal situaties toch een nauwkeuriger berekening van de risico's gewenst zijn."

In bovengeschetste situatie valt niet uit te sluiten dat uitkomsten van risicoanalyses ver bezijden de realiteit zijn.

De Adviesraad heeft in deze situatie voldoende aanleiding gezien tot het instellen van een nader onderzoek. Nagegaan is in hoeverre de huidige QRA-praktijk met betrekking tot het transport van gevaarlijke stoffen – gegeven de diversiteit aan rekenpakketten – voldoet aan nader te definiëren maatstaven.

3 Methodologie en criteria

De vraag die de Adviesraad zich heeft gesteld en die ten grondslag ligt aan het onderzoek luidt:

"Voldoet het QRA-instrumentarium voor transport van gevaarlijke stoffen dat thans in Nederland wordt toegepast voor het nemen van modaliteits- en routebeslissingen en voor het voeren van een bepaald vestigingsbeleid?"

Om deze vraag te kunnen beantwoorden zijn vooralsnog drie criteria gedefinieerd aan de hand waarvan een rekenmodel op praktische bruikbaarheid wordt getoetst. In principe kan een model praktisch bruikbaar zijn, ook al is niet aan alle wetenschappelijke vereisten voldaan.

De analyse betreft primair het proces waarlangs het huidige instrumentarium tot stand is gekomen; op basis van de bevindingen inzake het proces worden vervolgens conclusies getrokken betreffende het product.

De Adviesraad heeft de volgende drie criteria aangelegd waaraan het QRA-instrumentarium wordt getoetst:

- 1 Transparantie;** hiermee wordt de vraag gesteld of er helderheid bestaat over de gebruikte methodes van het rekenpakket. Is inzichtelijk welke bewerkingen met bepaalde invoergegevens en parameters worden uitgevoerd? Het criterium geldt het rekenpakket op zichzelf.
- 2 Verifieerbaarheid;** zijn bronnen waaraan in het rekenpakket wordt gerefereerd nog toegankelijk? Kan worden nagegaan op grond van welke argumenten in het verleden een bepaalde keuze is gemaakt voor een scenario, een model of een in te voeren variabele? Waar zijn waarden voor in te voeren parameters te vinden, c.q. waar is te vinden hoe deze zijn afgeleid van bepaalde bronwaarden? Het criterium geldt de input van de risicoberekening.
- 3 Robuustheid;** zijn de resultaten van het rekenpakket onafhankelijk van procesvariabelen zoals de versie van de handleiding, de persoon die de exercitie uitvoert, de leverancier van het rekenpakket? Is door middel van gevoeligheidsanalyses getest hoe robuust het rekenpakket is? Is de uitkomst derhalve reproduceerbaar?

De Adviesraad stelt zich in dit stadium niet de vraag in hoeverre toegepaste modellen en daarmee de resultaten van berekeningen realistisch zijn. De *validiteit* is als criterium 4 geïdentificeerd, maar maakt geen deel uit van het hier gerapporteerde onderzoek. Vanzelfsprekend echter moet deze vraag bij de beoordeling in absolute zin van een rekenpakket wel worden gesteld. Immers, naarmate de ruimtelijke belangen

groter worden, wordt ook de noodzaak groter om de realiteit zo dicht mogelijk te benaderen. Niettemin kunnen, zo meent de Adviesraad, op grond van toetsing aan bovengenoemde criteria thans al wel uitspraken worden gedaan over de praktische toepasbaarheid van het QRA-instrumentarium.

De methode die de Adviesraad heeft gevolgd om bovengestelde vraag te kunnen beantwoorden is die van een vergelijkende studie.

4 De casus "Ammoniaktransport per binnenvaartschip"

AANLEIDING TOT DE CASUS

Onder auspiciën van de Ministeries van BZK, EZ, SZW, V&W en VROM (coördinator) zijn in de periode 2002 – 2004 ketenstudies uitgevoerd voor ammoniak, chloor en LPG [4].

De Ketenstudies hadden tot doel de externe veiligheid rond deze stoffen te inventariseren en te analyseren door de gehele keten van de stoffen te beschouwen. Centraal stond daarbij de vraag wat in Nederland de risico's zijn bij de productie, de opslag, het transport en het gebruik van ammoniak, chloor en LPG.

Voor ammoniak zijn in de Ketenstudies drie activiteiten onderzocht:

- › de naar schatting duizend kleinschalige koelinstallaties (koel- en vrieshuizen, bierbrouwerijen, ...);
- › één van de productielocaties van ammoniak;
- › het transport in al zijn modaliteiten.

Het transport van ammoniak per spoor vindt in Nederland voor een groot deel plaats op de trajecten Geleen-IJmuiden en Geleen-Delfzijl (zie de oranje lijnen in onderstaande figuur). In de Ketenstudies zijn deze trajecten uitgebreid bestudeerd. Als alternatief voor deze modaliteit is voor het traject Geleen-IJmuiden het vervoer over binnenwateren beschouwd (zie de grijze lijn).



Bron:
Ketenstudies ammoniak, chloor en LPG

In Kabinetsstandpunt Ketenstudies dat is geformuleerd naar aanleiding van de Ketenstudies ziet het kabinet het vervoer van ammoniak per binnenvaartschip als een "*kansrijk alternatief*" om de risico's verbonden aan het huidige railvervoer te verlagen. Zoals op pagina 8 aangegeven, worden in het Kabinetsstandpunt twee adviesaanvragen aan de AGS in het vooruitzicht gesteld, beide met betrekking tot het transport van ammoniak.

Vooruitlopend op deze aanvragen heeft de Adviesraad gemeend er goed aan te doen de huidige QRA-praktijk in Nederland te onderzoeken en te starten met de concrete casus 'ammoniakvervoer per binnenvaartschip'.

De QRA-berekeningen ten behoeve van de Ketenstudies zijn uitgevoerd door TNO in de periode 2002 – 2004. Hierbij is men ad hoc te werk gegaan met bestaande rekenpakketten waarbij gebruik is gemaakt van diverse deelpakketten, waaronder EFFECTS, versie 5. De software van deze deelpakketten is door TNO zelf ontwikkeld en daarmee zijn de pakketten ook eigendom van TNO.

GEVOLGDE WERKWIJZE ● Om nu de berekeningen en de onderliggende uitgangspunten te kunnen analyseren heeft de AGS een aantal stappen doorlopen.

De QRA-berekeningen die in het kader van de Ketenstudies zijn uitgevoerd zijn niet zodanig gedocumenteerd dat de berekeningen kunnen worden geverifieerd.

- 1 De AGS heeft daarom aan TNO Bouw en Ondergrond, afdeling Industriële en Externe Veiligheid, verzocht een inventarisatie op te stellen van de invoergegevens, parameters en modellen die in dat kader zijn gebruikt [14]; zie volgende paragraaf.
- 2 De Adviesraad heeft vervolgens ter vergelijking met de resultaten van de Ketenstudies door TNO berekeningen laten uitvoeren met behulp van het pakket RBM II en in aansluiting daarop door RIVM een aantal effectberekeningen met het pakket SAFETI, versie 6.42. De resultaten van deze vergelijking staan vermeld in hoofdstuk 5.
- 3 Daarna heeft de AGS de resultaten geëvalueerd aan de hand van de criteria transparantie, verifieerbaarheid en robuustheid. De bevindingen hiervan staan vermeld aan het eind van hoofdstuk 4 en hoofdstuk 5.

KETENSTUDIES: INPUTPARAMETERS, SCENARIO'S EN MODELLEN ● Onderstaand is een aantal inputgegevens gerangschikt die de basis vormden voor de berekeningen van TNO voor de Ketenstudies.

1 Gegevens over het transport

In de Ketenstudies is uitgegaan van een vervoersstroom ammoniak van 120 kton op jaarbasis. In de Ketenstudies is een scheepscapaciteit van 700 ton aangehouden (het Paarse Boek spreekt van een laadcapaciteit die kan variëren tussen 300 en 2000 ton en van afzonderlijke ladingtanks met een maximale inhoud van 200 m³). Voor de Ketenstudies komt dit derhalve neer op ongeveer 170 scheepsbewegingen per jaar. Het transport van ammoniak over de binnenwateren geschiedt echter in de praktijk al sinds enkele jaren met gastankers met tanks van een inhoud van 350 m³ (waarbij een schip drie tanks aan boord heeft met in totaal 1350 ton; dit betekent globaal de

dubbele hoeveelheid ammoniak per schip met tweemaal minder scheepsbewegingen; het aantal scheepsbewegingen is een belangrijke parameter voor de QRA). Onduidelijk is waarom in de berekeningen van de Ketenstudies niet met deze meer realistische gegevens is gewerkt.

Onbekend zijn de details van het binnenvaartschip dat model heeft gestaan voor de berekening: constructie van het geheel, leidingaansluitingen en eventuele beveiligingen zoals doorstroombegrenzers.

2 Relevante ongevalsscenario's en ongevalfrequenties

Conform het Parse Boek en de daarin vervatte verwijzingen zijn in de Ketenstudies *over all*-ongevalfrequenties bepaald aan de hand van de betreffende bevaarbaarheidsklassen⁵, de bijbehorende initiële ongevalfrequenties en de aan te houden vervolgcansen. De in het Parse Boek aangehaalde bronnen zijn door de AGS nader onderzocht (zie bijlage 2).

In RBM II wordt een van het Parse Boek afwijkend protocol gebruikt: het 'Protocol Risicoanalyse Zee- en Binnenvaart'; dit protocol is niet in brede kring bekend⁶.

3 Effect- en schademodelen; grootte van het schadegebied

De in de Ketenstudies gehanteerde uitstromings- en dispersiemodellen zijn in het algemeen ontleend aan het Gele en het Parse Boek. Door TNO is voor de Ketenstudies gebruik gemaakt van specifieke, door TNO ontwikkelde software, o.a. van EFFECTS, versie 5, waarin de modellen uit het Gele Boek zijn geïmplementeerd.

Letaliteitspercentages als functie van de concentratie zijn voor de Ketenstudies bepaald op basis van een schademodel dat in het toenmalige Technisch Knelpuntenoverleg is overeengekomen [15].

Het schadegebied is ten behoeve van de Ketenstudies weergegeven als een rechthoek en voor de verschillende windrichtingen over de omgeving geprojecteerd (zie bijlage 2, onder D).

4 De risicoberekening

Ten behoeve van de Ketenstudies is door TNO uitgegaan van een hypothetische bevolkingsdichtheid van 1000 personen per hectare aan weerszijden van de transportroute, waarna na correctie naar werkelijke aantal aanwezige personen een inschatting werd gemaakt van het aantal slachtoffers. Voor wat betreft de gebiedsfunctie 'werken' (ten behoeve van de te hanteren aanwezigheid binnen een gebied) heeft de AGS opgemerkt dat in het Groene Boek wordt gerefereerd aan een rapport over aanwezigheidsgegevens van de Provinciale Waterstaat Zuid-Holland, nog daterend uit 1985. Recentere aanwezigheidsgegevens konden niet worden gevonden. Gedetailleerde informatie over aanwezigheid van mensen voor het relevante gebied langs de transportroute was niet voorhanden ten behoeve van de Ketenstudies. Evenmin was informatie voorhanden inzake het beschermingsniveau binnenshuis. De aanwezigheid is conservatief voor zowel dag als nacht op 1 (100%) gesteld voor de Ketenstudies. Voor de dagsituatie heeft men derhalve aangenomen dat personen die zich niet thuis bevinden elders verblijven binnen het betreffende gebied.

⁵ De Conférence Européenne des Ministres des Transports (CEMT) heeft op Europees niveau bevaarbaarheidsklassen van binnenwateren gedefinieerd waaraan in het Parse Boek initiële ongevalfrequenties zijn gekoppeld.

⁶ Het 'Protocol Risicoanalyse Zee- en Binnenvaart' is in 2002 op basis van nieuwe inzichten opgesteld door DNV en AVIV (mededeling van het Ministerie van Verkeer en Waterstaat, juni 2006). De Helpdesk RBM II bij de Bouwdienst van Rijkswaterstaat (de beheerder van RBM II) deelde de Adviesraad mee dat het feit dat RBM II met dit protocol werkt, niet specifiek bekend is gesteld (mededeling juli 2006). Daardoor is er in berekeningen met andere pakketten geen rekening gehouden met het protocol (zie ook Ongevalfrequenties (pagina 19), Vervolg constatering (pagina 20), bijlage 2, B.1 (pagina 26) en voetnoot 9 (pagina 18)).

De Adviesraad heeft het volgende geconstateerd tijdens de inventarisatie van modellen, data en bronnen die direct of indirect een rol hebben gespeeld in de Ketenstudies en die ook bepalend zijn voor andere QRA-berekeningen in Nederland.

- › IPO RisicoBerekeningsMal (IPORBM), rapport AVIV, 1997; dit rapport is na vervanging van IPORBM door RBM II nog slechts verkrijgbaar in kopievorm bij de makers van destijds. Het blijkt onvoldoende informatie te bevatten om de herkomst van de ongevalfrequenties te kunnen achterhalen.
- › 'Nota risico's van het bulkvervoer van brandbare en giftige stoffen langs de vaarweg Rotterdam-Duitsland, Ministerie van Verkeer en Waterstaat, 1989' (referentie in Parse Boek, deel 2). Deze nota blijkt als zodanig niet te achterhalen bij het Ministerie van Verkeer en Waterstaat.
- › Het feit dat, zoals eerder opgemerkt, al geruime tijd wordt gevaren met schepen met een tankgrootte van 350 m³ betekent, bij eenzelfde hoeveelheid ammoniak, globaal de helft minder schepen met ook consequenties voor de schadeafstanden. Onduidelijk is of voor de vervoerstemperatuur⁷ voor ammoniak bij de berekening voor het spoor dezelfde waarde is gehanteerd als bij de berekening voor binnenwater. Dit maakt de vergelijking van de risico's van de twee vervoersmodaliteiten moeilijk. De Ketenstudies zijn beperkt tot uitsluitend het feitelijke transport. De risico's van andere schakels in de keten – verlading en opslag – zijn in de Ketenstudies buiten beschouwing gebleven.
- › Onduidelijk is welke ongevalfrequenties in de Ketenstudies zijn aangehouden voor de diverse delen van de vaarroute Geleen-IJmuiden. Tracering van de bron gaat via IPORBM naar voornoemd niet te achterhalen rapport: 'Nota risico's van het bulkvervoer van brandbare en giftige stoffen langs de vaarweg Rotterdam-Duitsland', Ministerie van Verkeer en Waterstaat, 1989. Onduidelijk is ook of mogelijk andere beperkingen gelden ten aanzien van de toepasbaarheid van deze gegevens uit de jaren '70 en '80. Actuele ongevalfrequenties van de vaarroute Geleen-IJmuiden of van delen ervan zijn niet beschikbaar. Zie ook bijlage 2, B.1.
- › Door TNO is in het kader van de Ketenstudies gebruik gemaakt van modellen die worden gepresenteerd in het Gele en Groene Boek. De keuze van de modellen en de aannamen die daarbij gedaan moeten worden, laten een aantal vrijheidsgraden waaronder de keuze van een dispersiemodel. Zo is bij de berekening van het binnenwatertransport voor de Ketenstudies geen gebruik gemaakt van een 'zwaar gas dispersiemodel'. Ammoniak is na uitstroming echter wel degelijk een zwaar gas. Bij de berekening van het ammoniaktransport per spoor is voor de Ketenstudies daarentegen wel het 'zwaar gas dispersiemodel' gebruikt. Het is niet duidelijk waarom er verschillende keuzes zijn gemaakt. Een ander voorbeeld is dat in de Ketenstudies géén rekening is gehouden met mogelijke absorptie van ammoniak door water, hoewel dit berekeningstechnisch sinds ongeveer vijf jaar wel mogelijk is. Zo is in de Westerscheldestudie⁸, die door TNO is uitgevoerd, deze absorptie, die kan oplopen tot zelfs 80%, wel verdisconteerd.
- › In het eerder genoemde Technisch Knelpuntenoverleg is destijds gekozen voor een bepaald schademodel voor ammoniak. Uit de notulen van het betreffende overleg is niet op te maken waarop de keuze is gebaseerd.

⁷ Zogenaamd warm vervoer vindt onder druk plaats bij omgevingstemperatuur (9 °C) en gekoeld vervoer vindt plaats bij -17 °C, waardoor de druk aanzienlijk lager is.

⁸ 'Modelling refrigerated ammonia-outflow of sea-going vessels on the Westerschelde'. TNO-MEP, ref.nr. R2004/334, July 2004.

- › De door TNO voor de Ketenstudies gehanteerde modellering is transparant noch verifieerbaar. Uitsluitend op verzoek van de Adviesraad is van een aantal zaken beperkt verslag gedaan.
- › De wijze van berekenen van mogelijke slachtoffers middels de rechthoekige schadegebieden vereist een algoritme waarvan de invloed op het berekeningsresultaat niet geverifieerd kon worden. De invloed van het algoritme op het berekeningsresultaat kan significant zijn.
- › De grondslag voor de berekeningen voor de Ketenstudies is door TNO ontwikkelde software (rekenalgoritme). Deze is eigendom van TNO en niet voor derden beschikbaar.
- › De gehanteerde TNO-software is niet gevalideerd. In de toelichting bij de software wordt volstaan met een algemene verwijzing naar de Gekleurde Boeken (PGS 1 t/m 4).

De Adviesraad concludeert op grond van bovenstaande constatering dat niet wordt voldaan aan elementaire eisen met betrekking tot transparantie en verifieerbaarheid.

5 Vergelijkende berekeningen (RBM II en SAFETI)

INLEIDING ● De Adviesraad heeft de resultaten van de schadeberekeningen die in het kader van de Ketenstudies zijn gemaakt, vergeleken met de uitkomsten uit andere rekenpakketten. Hiertoe heeft TNO Bouw en Ondergrond in opdracht van de Adviesraad met het rekenpakket RBM II, versie 1.1.1.7, een schaduwberekening uitgevoerd voor de modaliteiten binnenwateren [16] en spoor [17], terwijl het RIVM op verzoek van de Adviesraad met het pakket SAFETI, versie 6.42 dezelfde scenario's heeft doorgerekend ter bepaling van de omvang van het schadegebied [18]. In uitgebreide vorm zijn de resultaten in bijlage 2 opgenomen; hieronder volgt een verkorte weergave. Met betrekking tot de ongevalfrequenties is uitsluitend een vergelijking gemaakt tussen de Ketenstudies en RBM II.

DE TOEGEPASTE SOFTWARE, GEHANTEERDE ONGEVALFREQUENTIES EN SCHADEGEBIEDEN

● Software

De software die door TNO is gebruikt ten behoeve van de Ketenstudies is, zoals eerder aangegeven, in eigen beheer ontwikkeld in de vorm van niet-gestandaardiseerde deelpakketten. Voor de berekening van het Groepsrisico is voor de Ketenstudies een nieuwe aanpak gehanteerd (zie pagina 15, punt 4).

RBM II is in opdracht van het Ministerie van Verkeer en Waterstaat ontwikkeld vanuit de gedachte om op basis van de Gekleurde Boeken op gestandaardiseerde wijze risicoberekeningen uit te voeren voor het transport van gevaarlijke stoffen (over de weg, over binnenwateren en per spoor; de module voor de modaliteit buisleidingen is nog in ontwikkeling).

RBM II is een verdere ontwikkeling van voorganger IPORBM. De doelstelling van het rekenpakket is niet gewijzigd: "De doelstelling van IPORBM – een Risicoberekeningsmethodiek die de mogelijkheid [biedt, AGS] om relatief snel en met een beperkte set invoergegevens het risiconiveau langs een route te berekenen – is in RBM II gehandhaafd. RBM II is in een groter aantal situaties toepasbaar. Desalniettemin kan in een aantal situaties toch een nauwkeuriger berekening van de risico's gewenst zijn."

Het achtergronddocument RBM II [19] vermeldt voor de modaliteit vaarweg: "De in het programma gegeven standaardfrequenties hebben een indicatieve betekenis. Voor het berekenen van de risico's langs een vaarweg is het noodzakelijk om op basis van de casuïstiek de hoogte van de initiële frequenties vast te stellen."

In RBM II worden blijkens het achtergronddocument conform de richtlijnen van het Paarse Boek⁹ en de modellen van het Gele Boek de waarden voor PR en GR berekend; daarbij is een onderdeel van de berekening ook een berekening van effectafstanden.

⁹ Zie echter ook pagina 15, punt 2: het 'Protocol Risicoanalyse Zee- en Binnenvaart' wijkt af van het Paarse Boek.

In het Gele Boek zijn alle modellen opgenomen. Het ontbreekt aan een heldere documentatie die inzicht verschaft in de manier waarop de effectafstanden worden berekend¹⁰.

SAFETI, versie 6.42 is het mede door het Ministerie van VROM ontwikkelde standaard softwarepakket voor QRA. Het pakket wordt op dit moment in Nederland vooral toegepast voor risicoberekeningen in relatie tot stationaire installaties. Een variant van SAFETI zal, naar het Ministerie van VROM meedeelt, op korte termijn worden aangewezen als het standaard pakket, uitsluitend te gebruiken voor stationaire inrichtingen.

Ongevalfrequenties

Zoals al onder punt 2 op pagina 15 is vermeld, is voor RBM II uitgegaan van het 'Protocol Risicoanalyse Zee- en Binnenvaart' uit 2002. De ongevalfrequenties wijken daardoor af van die in het Paarse Boek. Ten aanzien van de zogenaamde vervolgcans geldt dat het pakket RBM II – blijkens de handleiding – een waarde hanteert voor de vervolgcans op het ontstaan van *zeer zware schade*. Het Paarse Boek gaat er van uit dat een ongeval op een vaarroute behorend tot de bevaarbaarheidsklassen 4, 5 of 6 resulteert in zware schade en in het geval van gastankers in *zeer zware schade*.

Ook ten aanzien van de kans op uitstroming, gegeven een aanvaring met schade, wijkt het pakket RBM II af van het Paarse Boek. Hierop wordt nader ingegaan in Bijlage 2.

In het pakket RBM II blijken andere initiële ongevalfrequenties te worden gehanteerd dan in het Paarse Boek. Aangezien de initiële ongevalfrequentie in belangrijke mate bepalend is voor het uiteindelijke risico heeft de Adviesraad TNO de achtergronden laten analyseren van de in de Ketenstudies aangehouden initiële ongevalfrequenties, met andere woorden van de waarden die in het Paarse Boek zijn vermeld [20]. In het Paarse Boek wordt voor de herkomst van de aan te houden initiële ongevalfrequenties verwezen naar IPORBM. De betreffende waarden worden in IPORBM vermeld, maar door het ontbreken van nadere verwijzing is niet duidelijk waarop deze zijn gebaseerd.

Uit navraag door de Adviesraad bij de ontwikkelaars van RBM II en de voorganger IPORBM blijkt dat de in het Paarse Boek en IPORBM vermelde initiële ongevalfrequenties zijn *afgeleid* van de studie 'Aandachtspunten hoofdvaarwegen' [21]. Onduidelijk is hoe deze afleiding in zijn werk is gegaan: de ongevalfrequenties zijn niet rechtstreeks uit [21] af te leiden. De moeilijkheden bij het achterhalen van de oorspronkelijke gegevens illustreren het belang van heldere en toegankelijke documentatie en verifieerbaarheid.

Schadegebieden

Door de additionele effectberekening met het pakket SAFETI kunnen drie resultaten onderling worden vergeleken.

De in bijlage 2 weergegeven verschillen in afmetingen van effectgebieden zijn groot te noemen, al valt op basis hiervan niet te concluderen welk model het meest de werkelijkheid benadert.

Wèl vallen de bijzonder kleine afmetingen van de effectafstanden berekend volgens RBM II op ten opzichte van de andere pakketten, en wel voor alle weerklassen.

¹⁰ Overigens is geconstateerd dat in het pakket RBM II (versie 1.1.1.7; dit is de momenteel meest actuele versie) de waarde van het GR – althans voor de modaliteit binnenwateren – afhankelijk is van de vraag of uitsluitend het GR wordt berekend, dan wel een gecombineerde PR- en GR-berekening wordt uitgevoerd. De twee waarden voor het GR verschillen een factor 2. De Helpdesk RBM II bij de Bouwdienst van Rijkswaterstaat is door de Adviesraad van deze onregelmatigheid op de hoogte gebracht en adresseert het probleem.

VERVOLG CONSTATERINGEN

Als vervolg op de constatering die in hoofdstuk 4 zijn gedaan kunnen er op grond van het bovenstaande enkele worden toegevoegd.

- › De modellen in het Gele en Groene Boek laten nog een aantal vrijheidsgraden. Een deel van deze vrijheidsgraden bestaat ook binnen de beperkingen van eenmaal geïmplementeerde modellen in een risicopakket, bijvoorbeeld door het wijzigen van vervolgekansen of blootstellingsfactoren.
- › De verschillen in *over all*-frequenties voor aanvaringskansen tussen RBM II en de methode gebruikt voor de Ketenstudies zijn groot. De reden hiervoor is gelegen in het feit dat voor RBM-II gebruik is gemaakt van het 'Protocol Risicoanalyse Zee- en Binnenvaart'¹¹.
- › De afwijkingen in de zogenaamde primaire bronterm zijn voor twee gatgroottes bij RBM II dermate groot ten opzichte van de twee andere pakketten, dat dit resultaat niet zonder nadere verklaring in een vervolgberekening kan worden gebruikt.
- › De afmetingen van het toxische schadegebied verschillen onderling zodanig dat nader onderzoek naar de onderliggende factoren noodzakelijk is.
- › Het is niet mogelijk te achterhalen welk deel van de verschillen wordt veroorzaakt door de rekenwijze (de numerieke afhandeling, die onderscheiden dient te worden van de fysische modellering) van een pakket. De grotendeels onbekende en deels verschillende koppeling tussen windsector en gaswolk is daar een voorbeeld van (zie bijlage 2).
- › Het is duidelijk dat, ruim een jaar na de release van versie 1.0 van RBM II, het pakket nog programmeerfouten kan bevatten die gevolgen hebben voor de berekende risico's.

¹¹ Zie ook punt 2 op pagina 15.

6 Conclusie en advies

Vraagstelling

De vraag die ten grondslag ligt aan het onderzoek luidt:

"Voldoet het QRA-instrumentarium voor transport van gevaarlijke stoffen dat thans in Nederland wordt toegepast voor het nemen van modaliteits- en routebeslissingen en voor het voeren van een bepaald vestigingsbeleid?"

Constateringen

In essentie luiden de constateringen die in deze studie zijn gedaan als volgt:

- 1 De documentatie van de input van de risicoanalyses, zowel uitgevoerd in het kader van de Ketenstudies als met RBM II is niet aanwezig, c.q. beschikbaar. De input van de pakketten is hierdoor niet verifieerbaar.
- 2 Het ontbreekt aan helderheid inzake de grondslag van de berekeningen en de presentatie van tussenresultaten (schadeafstanden), zowel in het pakket van TNO als in RBM II. De pakketten zijn daarmee niet transparant.
- 3 Bij de onderzochte risicoanalyses ontbreekt een volledig inzicht in gemaakte keuzes.
- 4 Essentiële aannamen voor de berekeningen door TNO voor de Ketenstudies aangaande ammoniaktransport zijn onderling niet consistent (al dan niet hanteren van een zwaar gas-model; absorptie van ammoniak door water). Kansen verschillen een factor 10 (*over all*-kansen). Berekende effecten verschillen meer dan een factor 10 tussen pakketten (schadeoppervlakte bij dezelfde weerklassen).
- 5 Niet bekend is welke uitkomsten het meest de realiteit benaderen. Wel is duidelijk dat de schadegebieden onderlinge verschillen vertonen die groter zijn dan de gehele zoneringsafstand. Daarmee kunnen de beschouwde QRA-berekeningen bezwaarlijk 'adequaat' worden genoemd.

Conclusie

De Adviesraad komt tot de conclusie dat zowel het QRA-instrumentarium dat is gehanteerd voor de berekeningen aangaande ammoniaktransport ten behoeve van de Ketenstudies als het rekenpakket RBM II niet transparant, verifieerbaar en robuust zijn. Het pakket SAFETI is hier niet nader onderzocht.

De Adviesraad heeft kennis genomen van het voornemen van het kabinet, verwoord in de Nota Vervoer gevaarlijke stoffen, om het pakket RBM II "aan te wijzen" als enig model voor de berekening van de risico's van het vervoer van gevaarlijke stoffen¹².

¹² TK, vergaderjaar 2005 – 2006, 30373, nr 2, p. 13 (paragraaf 2.3 'Wettelijke basis').

Alvorens dit naar het oordeel van de Adviesraad op een verantwoorde wijze kan geschieden, dienen de transparantie en de verifieerbaarheid te worden verbeterd. Ook dient het programma voldoende robuust te zijn.

Advies

Gelet op de conclusie van voorliggende analyse beveelt de Adviesraad aan om:

- › de QRA-modellering voor transport van gevaarlijke stoffen te laten voldoen aan elementaire eisen van transparantie, verifieerbaarheid en robuustheid;
- › duidelijkheid te scheppen met betrekking tot het verantwoorde toepassingsgebied van RBM II ("relatief snel en met een beperkte set invoergegevens") en het alternatief aan te geven wanneer RBM II niet verantwoord kan worden toegepast;
- › nader onderzoek te doen naar de validiteit en de bruikbaarheid van QRA-berekeningen voor beleid inzake ruimtelijke ordening en transport van gevaarlijke stoffen.

Initiatieven en toekomstige adviezen

De Adviesraad heeft bovenstaande conclusies en aanbevelingen besproken met de departementen van VenW en VROM. De departementen hebben – mede op grond van de in de hoofdstukken 4 en 5 gedane constatering – reeds initiatieven genomen. Zo hebben de Bouwdienst van Rijkswaterstaat en het RIVM een opdracht gekregen op korte termijn een aantal knelpunten weg te nemen in het kader van de Nota Vervoer gevaarlijke stoffen: het project 'Evaluatie RBM II met betrekking tot het basisnet'.

De Adviesraad is voornemens enkele gevraagde adviezen uit te brengen. Op middellange termijn zal de AGS advies uitbrengen over het aanpassen van de modellen aan de *state of the art* en op langere termijn zal de Adviesraad aanbevelingen doen voor ontwikkeling van de Gekleurde Boeken. Voor de lange termijn zal de Adviesraad tevens adviseren over de wenselijkheid en de mogelijkheden voor een andere benadering naast de huidige (probabilistische) risicobenadering.

7 Referenties

- 1 Beleidsplan 2004 van de Adviesraad Gevaarlijke Stoffen, door de Minister van VROM op 20 september 2004 aan de beide Kamers van de Staten-Generaal aangeboden.
- 2 Besluit externe veiligheid inrichtingen (Bevi), Stb. 2004, nr 250.
- 3 Nota Vervoer gevaarlijke stoffen. Tweede Kamer, vergaderjaar 2005 – 2006, 30373, nr 2.
- 4 Hoofdrapport van het Project 'Integrale Ketenstudies ammoniak, chloor en LPG. Gedeelte Risico's Externe veiligheid productieketens ammoniak, chloor en LPG.' KPMG, TNO en Ecorys, in opdracht van het Ministerie van VROM (coördinator), november 2004.
- 5 Kabinetsstandpunt Ketenstudies. Tweede Kamer, vergaderjaar 2004 – 2005, 27801, nr 26.
- 6 Uitvoeringsagenda Ketenstudies, Hoofdstuk 9 van [5].
- 7 Gele Boek PGS 2 (voorheen CPR 14 E), Methods for the calculation of physical effects. Committee for the Prevention of Disasters, Third edition 1997.
- 8 Groene Boek PGS 1 (voorheen CPR 16), Methoden voor het bepalen van mogelijke schade aan mensen en objecten door het vrijkomen van gevaarlijke stoffen. Commissie Preventie van Rampen door gevaarlijke stoffen, eerste editie 1992.
- 9 Paarse Boek PGS 3 (voorheen CPR 18), Richtlijn voor kwantitatieve risicoanalyse. Commissie Preventie van Rampen door gevaarlijke stoffen, eerste druk 2000.
- 10 SAFETI; www.rivm.nl.
- 11 IPO RisicoBerekeningsmal (IPORBM). AVIV, 1997.
- 12 Risicoberekeningsmethode II, RBM II; risicoanalyse methodiek voor het berekenen van PR en GR van het vervoer van gevaarlijke stoffen in verschillende modaliteiten. Ministerie van Verkeer en Waterstaat, AVIV raadgevend ingenieurs voor de externe veiligheid.
- 13 Handleiding RBM II. Ministerie van Verkeer en Waterstaat, AVIV, 6 december 2004, versie 1.0.1. (dit is momenteel de meest actuele versie).
- 14 TNO-rapport nr 36730, deel 1: Ammoniaktransport per binnenvaartschip, overzicht van de gehanteerde gegevens en modellering in de Ketenstudies, oktober 2005.
- 15 Technisch Knelpuntenoverleg. KO notitie nr 59: Gebruik toxiciteitsgegevens, probitfunctie ammoniak. Ministerie van VROM, 1992.
- 16 TNO-rapport nr 36730, deel 2: Berekening ammoniaktransport per binnenvaartschip m.b.v. RBM II, 2006.
- 17 TNO-rapport nr 36730, deel 3: Berekening ammoniaktransport per spoor m.b.v. RBM II, 2006.
- 18 RIVM Memo 425: Berekening effecten ammoniaktank met SAFETI, versie 6.42, 2005.
- 19 Achtergronddocument RBM II. Ministerie van Verkeer en Waterstaat, AVIV, 23 november 2003, versie 1.0 (dit is momenteel de meest actuele versie).
- 20 TNO-rapport nr 36730, deel 4: Analyse initiële ongevalfrequenties binnenvaart, 2005.
- 21 Aandachtspunten Hoofdvaarwegen. Nadere nautische beoordeling en berekening risico's door het vervoer van gevaarlijke stoffen voor een aantal locaties langs de hoofdvaarwegen. Hoofdrapport en Achtergronddocument. AVIV, Veiligheid Vervoer over Water, Deelproject W4, maart 1993.

BIJLAGE 1 ● Begrippenlijst

Groepsrisico

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 waarin zich een ongewoon voorval heeft voorgedaan waarbij een gevaarlijke stof, gevaarlijke afvalstof of bestrijdingsmiddel betrokken is [Besluit externe veiligheid inrichtingen, 2004]*).

Plaatsgebonden risico

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 [Besluit externe veiligheid inrichtingen, 2004].

Invloedsgebied

Gebied waarin volgens bij regeling van onze Minister gestelde regels personen worden meegeteld voor de berekening van het groepsrisico of schadegebied [Besluit externe veiligheid inrichtingen, 2004].

1% letaliteit

De grens waarbij 1% van de blootgestelde bevolking overlijdt ten gevolge van een ongeluk met gevaarlijke stoffen [Paarse Boek (PGS 3), 2000].

Schadegebied

Het totale gebied dat omsloten wordt door de contour van 1% letaliteit [Groene Boek (PGS 1), 1992].

*) In het geval van transport dient in plaats van 'het invloedsgebied van een inrichting' gelezen te worden: de nabijheid van een transportroute.

BIJLAGE 2 ● Resultaten vergelijkende berekeningen

De belangrijkste verschillen in invoergegevens en tussenresultaten tussen de methoden volgens RBM II, Ketenstudies op basis van het Paarse Boek en – waar van toepassing – SAFETI 6.42 zijn hieronder ter illustratie van de constatering in dit advies vermeld.

Met de resultaten van de berekening is een vergelijking mogelijk tussen drie rekenpakketten voor wat betreft bronsterkte (zie A, pagina 25), ongevalfrequenties (zie B.1, pagina 25) en schadegebied (zie B.2, pagina 26 en C, pagina 27).

A BRONSTERKTE ●

De vergelijking voor wat betreft de bronsterkte is met drie rekenpakketten uitgevoerd: de berekeningen van TNO voor de Ketenstudies, berekeningen met RBM II (eveneens door TNO uitgevoerd) en berekeningen met SAFETI 6.42 (RIVM).

In alle drie gevallen is een effectberekening uitgevoerd op basis van de uitstroming van ammoniak uit een tank van 180 m³ en wel met twee scenario's:

- › uitstroming uit een gat van 6 inch;
- › uitstroming uit een gat van 3 inch.

Het betreft hier een algemene berekening, onafhankelijk van een vervoersmodaliteit.

Bronsterkte

Gatgrootte	Bronsterkte [kg/s]		
	RBMII	SAFETI	Ketenstudie (Paarse Boek)
6 inch	16,2	255	241
3 inch	4,1	64	62

Concluderend kan worden gesteld dat de verschillen tussen enerzijds RBM II en anderzijds SAFETI en het Paarse Boek groot zijn. De laatste twee geven eenzelfde orde van grootte voor de uitstroming¹³.

B TRANSPORT VIA BINNENWATEREN: ONGEVALFREQUENTIES EN SCHADEGEBIEDEN ●

De vergelijking voor wat betreft de vervoersmodaliteit binnenwateren is tweeledig: zowel de *over all*-frequenties als de schadegebieden zijn onderling vergeleken. De *over all*-frequenties worden vergeleken tussen RBM II en de Ketenstudies; bij de schadegebieden is ook het resultaat volgens SAFETI 6.42 in de vergelijking betrokken.

1 Ongevalfrequenties

De *over all*-ongevalfrequenties vertonen blijkens onderstaande tabel aanzienlijke verschillen, die terug te voeren zijn op verschillende waarden voor de initiële ongevalfrequentie, een verschillende wijze van omgang met de vervolgcans op zeer zware schade en de kans op uitstroming.

¹³ Het Ministerie van VenW onderzoekt nu dit door de AGS aangedragen verschil tussen de modellen.

Overzicht gehanteerde aanvaringskansen in RBM II en in TNO-berekeningen t.b.v. Ketenstudies

Betreeft	RBM II	Berekeningen van TNO t.b.v. Ketenstudies	Factor TNO-berekeningen t.o.v. RBM II
Scheepsschade frequentie (scheepskm ⁻¹ .jaar ⁻¹)			
Klasse 5	1,3.10 ⁻⁷	7,5.10 ⁻⁷	5,7
Klasse 6	4,1.10 ⁻⁷	1,4.10 ⁻⁶	3,4
Vervolgkans op zeer zware schade			
Klasse 5	0,59	- a)	1,7
Klasse 6	1	- a)	1
Kans op uitstroming vanuit gastanker			
Groot lek	6.10 ⁻⁵	1,2.10 ⁻⁴	2
Klein lek	1,25.10 ⁻²	2,5.10 ⁻²	2
Over all-frequentie (scheepskm ⁻¹ .jaar ⁻¹)			
Klasse 5, groot lek	4,7.10 ⁻¹²	9.10 ⁻¹¹	19,2
Klasse 5, klein lek	9,7.10 ⁻¹⁰	1,9.10 ⁻⁸	19,2
Klasse 6, groot lek	2,5.10 ⁻¹¹	1,7.10 ⁻¹⁰	6,8
Klasse 6, klein lek	5,2.10 ⁻⁹	3,5.10 ⁻⁸	6,8

a) In het Paarse boek wordt deze vervolgkans niet gehanteerd; deze is opgenomen in de kans op uitstroming. Voor de berekening van de factor TNO-berekeningen / RBM II is daarom uitgegaan van een factor 1.

Gespecificeerde gegevens voor ongevalfrequenties zijn voor de vaarroute Geleen-IJmuiden niet beschikbaar (zie ook pagina 16, vierde aandachtspunt).

De verschillen in over all-frequenties zijn groot. De oorzaak hiervan is mede gelegen in het gebruik van de frequenties uit het 'Protocol Risicoanalyse Zee- en Binnenvaart', dat is toegepast in het kader van RBM II en niet bij de andere berekeningen (zie ook pagina 15, punt 2).

2 Schadegebied bij modaliteit binnenwateren (1% letaliteit)

Onderstaand zijn de met RBM II, in de Ketenstudies en met SAFETI berekende schadegebieden voor 1% letaliteit weergegeven.

Overzicht berekende schadegebieden volgens RBM II, TNO-berekeningen voor de Ketenstudies en SAFETI

Betreeft weerklasse ^{a)}	Lengte (m) x breedte (m) van schadegebied 1% letaliteit (blootstellingsduur 30 min)					
	B3	D1.5	D5	D9	E5	F1.5
RBM II, uitstroming 6 inch	374 x 97	548 x 204	411 x 67	192 x 5	453 x 72	663 x 235
RBM II, uitstroming 3 inch	80 x 8	255 x 78	192 x 4	90 x 1,5	255 x 32	309 x 90
Ketenstudies, uitstroming 6 inch	230 x 157	1022 x 196	487 x 133	349 x 104	494 x 126	2377 x 217
Ketenstudies, uitstroming 3 inch	169 x 125	690 x 145	335 x 96	237 x 75	331 x 90	1700 x 165
SAFETI, uitstroming 6 inch ^{b)}	760 x 540	1440 x 1480	800 x 380	660 x 210	800 x 410	1460 x 1830
SAFETI, uitstroming 3 inch ^{b)}	530 x 410	980 x 1060	600 x 310	520 x 180	710 x 360	930 x 1490

a) Pasquillweerklassen voor verschillende windsterkte / weercombinaties: B3, D1.5, D5, D9, E5, F1.5.

b) Het schadegebied conform SAFETI is niet rechthoekig, maar is eerder druppelvormig; de maximale waarde van de breedte van dit gebied is in de tabel weergegeven.

Concluderend kan worden gesteld dat qua afmetingen de verschillen van dien aard zijn dat nader onderzoek naar de onderliggende factoren noodzakelijk is.

C

**SPOORWEGTRANSPORT:
SCHADEGEBIEDEN**

Voor de modaliteit spoor is een vergelijking uitgevoerd tussen de resultaten van de schadegebieden conform de Ketenstudies (op basis van het Paarse Boek) en die volgens RBM II.

Als gevolg van sterk verschillende bronsterkten voor zowel een 3 inch-uitstroming als voor een instantane¹⁴ uitstroming, wijken de schadegebieden voor 1% letaliteit ook hier onderling aanzienlijk af.

Overzicht berekende schadegebieden volgens RBM II en de Ketenstudies

Betreft	Weerklasse	Lengte (m) x breedte (m) van schadegebied 1% letaliteit (blootstellingsduur 30 min)					
		B3	D1.5	D5	D9	E5	F1.5
RBM II, uitstroming 3 inch		340 x 107	498 x 236	309 x 68	309 x 43	340 x 73	602 x 284
RBM II, instantaan		112 x 84	104 x 98	128 x 76	145 x 60	128 x 76	104 x 98
Ketenstudies, uitstroming 3 inch		163 x 47	110 x 42	172 x 35	276 x 37	163 x 35	128 x 44
Ketenstudies, instantaan		211 x 217	647 x 211	444 x 190	378 x 177	447 x 182	1338 x 177

Concluderend kan worden gesteld dat de verschillen qua afmetingen van dien aard zijn dat nader onderzoek naar de onderliggende factoren noodzakelijk is.

D

BEREKENINGEN PR EN GR

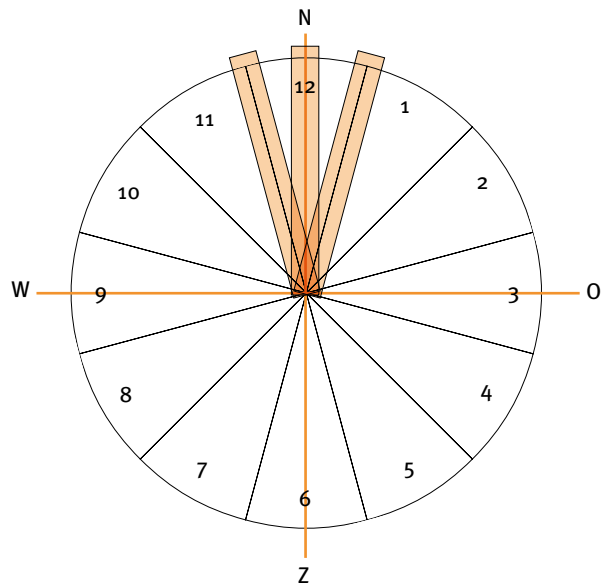
Voor de berekening van het PR en het GR worden berekende schadegebieden gekoppeld aan de omgeving (aanwezigheid van personen en bebouwing in het betreffende gebied). Daartoe worden in de verschillende softwarepakketten verschillende algoritmen gehanteerd. Deze zijn in deze studie niet onderling vergeleken.

Bekend is dat de verschillende softwarepakketten verdere verschillen introduceren in de eindresultaten, afhankelijk van de manier waarop een en ander uit de Gekleurde Boeken (PGS 1 t/m 4) is geïmplementeerd.

Als voorbeeld is onderstaand weergegeven hoe in het door TNO gehanteerde rekenpakket ten behoeve van de Ketenstudies de koppeling van de schadegebieden met de omgeving is gemaakt.

TNO hanteert twaalf windsectoren (zie figuur op pagina 28). Daarbij hanteert TNO een gedeeltelijke overlap tussen windsectoren, die niet onbelangrijk is bij zowel de kans- als de concentratieberekening voor gaswolken. Met name op korte afstand van de bron zijn correcties nodig.

¹⁴ Bij instantane uitstroming loopt een vat gevuld met een gas of een vloeistof, zo snel als fysisch mogelijk, leeg.



Bovenstaande presentatiewijze wijkt af van de behandeling van de overlap tussen windsectoren zoals die voor het pakket SAFETI is beschreven.

Hoe de koppeling van schadegebieden met de omgeving is gelegd in het pakket RBM II is niet vermeld.

Uit het achtergronddocument van IPORBM valt op te maken dat met ongelijke intervallen wordt gewerkt: grotere intervallen naarmate de wolk zich verder van de bron bevindt.

Dit wijkt af van het pakket SAFETI, dat een rekenwijze met (tweedimensionaal) vaste rekenafstanden hanteert.

BIJLAGE 3 ● Eerder gedane aanbevelingen n.a.v. studies naar de QRA-praktijk voor het vervoer van gevaarlijke stoffen over water

De problematiek van moeilijke onderlinge vergelijkbaarheid van verschillende vervoersmodaliteiten door onzekerheden in modellen is al eerder gesignaleerd. De hieronder genoemde projecten illustreren de problemen waarmee bestuurders worden geconfronteerd wanneer hen gebrek aan QRA-instrumentarium ter beschikking staat.

Het project 'Afweging tussen modaliteiten bij vervoer van gevaarlijke stoffen'

Dit project is in 2002 uitgevoerd in opdracht van het Programmabureau Incodelta Zuid-Nederland¹⁵.

Het doel van het project was een objectief afwegingskader te ontwikkelen voor de veiligheidsrisico's verbonden aan het vervoer van gevaarlijke stoffen voor de modaliteiten weg, spoor en binnenvaart. Op grond daarvan zou de meest veilige en efficiënte vervoerswijze met het geringste ruimtebeslag in termen van risicocontouren kunnen worden bepaald.

Na een aanvankelijk bredere doelstelling (het ontwikkelen van een drieledige afwegingsmethodiek, bestaande uit criteria ten aanzien van veiligheid, infrastructuur en logistiek) is de aandacht door Incodelta uitsluitend gericht op het aspect veiligheid in relatie tot de transportstroom ammoniak tussen Geleen en IJmuiden.

De vergelijkende studie is uitgevoerd met de rekenmal IPORBM, voorloper van het huidige rekenprogramma RBM II. Door modaliteitafhankelijke uitstromingsfrequenties, ongevalsscenario's, effectberekeningen en bevolkingsdichtheden bleek het niet mogelijk met IPORBM de risico's van de verschillende modaliteiten voor het transport van ammoniak onderling te vergelijken. Het projectteam concludeerde dat daardoor met gebruik van IPORBM geen onderbouwing kon worden gegeven voor een verschuiving naar bepaalde vervoersmodaliteiten.

Aangezien de verschillende modaliteiten onderling niet konden worden vergeleken, is het project destijds vroegtijdig beëindigd; onder zekere voorwaarden zou een herstart mogelijk zijn. Belangrijkste voorwaarde daarvoor was de beschikbaarheid van een "onomstreden rekenmethode voor een vergelijking van de veiligheidsrisico's verbonden aan het vervoer van gevaarlijke stoffen met de verschillende vervoersmodaliteiten".

De Adviesraad stelt vast dat deze onomstreden rekenmethode nog altijd niet voorhanden is.

Het project 'Veiligheid Vervoer over Water' (VVoW)

Eind jaren '80 van de vorige eeuw is het project VVoW van start gegaan met als doelstelling het ontwikkelen van een afwegingskader voor maatregelen die de veiligheid beïnvloeden op Nederlandse vaarwegen, waarover gevaarlijke stoffen worden vervoerd.

¹⁵ Incodelta Zuid-Nederland is een samenwerkingsverband tussen de provincies Noord-Brabant, Zeeland en Zuid-Holland, de regionale diensten van Rijkswaterstaat, de milieufederaties in Zuid-Nederland, bedrijven en branche-organisaties. Het hier genoemde project draagt het nummer 508-0404_523.

Binnen dit project is door de Werkgroep Risico Analyse Kegelschepen (kortweg "WRAK") een aantal modellen ontwikkeld waarmee deze afweging in beperkte mate mogelijk werd. De modellen zijn fasegewijs gedefinieerd: pas na een zeker ontwikkelings- en implementatietraject was voldoende kennis en ervaring opgebouwd om over te gaan tot een volgende fase.

De stuurgroep van het project VVoW heeft in 1994 het toen ontwikkelde concept laten toetsen door een breed samengestelde groep externe deskundigen. Deze toetsgroep heeft op de overgang van fase 1 naar fase 2 een audit uitgevoerd op het product dat op dat moment ter tafel lag.

Hiertoe was een aantal vragen geformuleerd met betrekking tot het programma van eisen, de bruikbaarheid en de kwaliteit om beleidsbeslissingen te ondersteunen.

Het toetsteam heeft destijds de fundamentele vraag opgeworpen in hoeverre het product "wetenschappelijk geloofwaardig" was.

Daarbij werd geconstateerd dat de onzekerheden in effect- en schademodellen in het algemeen zeer groot zijn. Dit staat nog los van toepassing ervan op soms specifieke omgevingsfactoren.

Ook ten aanzien van kansmodellen was de toets kritisch: in hoeverre zijn generieke "dekkingsgraden van ongevallen" te "reduceren" tot vaarwegspecifieke?

Het toetsteam heeft er voor gepleit het 'WRAK'-model af te ronden en te valideren en de toepassing ervan vervolgens langdurig en intensief te begeleiden.

Daarnaast is er voor gepleit het eindresultaat voor te leggen aan alle belanghebbenden. Verkregen commentaar zou inzichtelijk moeten worden verwerkt. Alleen dan, zo werd gesteld, ontstaat een optimaal beslissingsondersteunend instrument.

De Adviesraad stelt vast dat de kritische kanttekeningen nog steeds behartenswaardig zijn.

BIJLAGE 4 ● Samenstelling raads werkgroep en commissie

Raads werkgroep

- › Ir C.M. Pietersen, voorzitter
- › P. van der Torn, arts-MMK, D.Env.
- › Prof. ir drs J.K. Vrijling
- › Prof. dr A.J. van der Wal

- › Ir L.W.A.M. Maas, secretaris

Leden commissie

- › Prof. dr B.J.M. Ale
- › Ir J.C. de Knijff
- › Ir A. Valk

COLOFON ● ISBN-10: 90 - 77710 - 05 - 1
ISBN-13: 978-90-77710-05-0 (vanaf 2007)
Tekst: © Adviesraad Gevaarlijke Stoffen. Den Haag, 2006.

Aan de inhoud van dit advies kunnen geen rechten worden ontleend.
Uit dit document mag worden geciteerd, mits met bronvermelding.

Ontwerp: Taluut, Utrecht.

Adviesraad Gevaarlijke Stoffen

Oranjevuitensingel 6
Postbus 20951 - IPC 770
2500 EZ Den Haag
www.adviesraadgevaarlijkestoffen.nl