



Visie op ontwikkeling van letselcriteria

voor preventief gebruik door hulpverleningsdiensten



aGS)

Adviesraad Gevaarlijke Stoffen

Visie op ontwikkeling van letselcriteria

VOOR PREVENTIEF GEBRUIK DOOR HULPVERLENINGSDIENSTEN

Voorwoord

Gemeenten en provincies laten zich al langere tijd adviseren vanuit de beleidsvelden ruimtelijke ordening en milieu. In het kader van het Bevi en enkele andere besluiten moeten gemeenten en provincies ook advies inwinnen van de hulpverleningsdiensten. Deze verplichting vloeit voort uit artikel 12 van de Seveso II-richtlijn. Daarin staat dat alle bevoegde autoriteiten en alle diensten die bevoegd zijn beslissingen te nemen op dit gebied, passende adviesprocedures moeten invoeren.

In 2008 bracht de AGS advies uit over de adviesrol van de brandweer in het kader van de verantwoording groepsrisico (Brandweeradvisering in het kader van de verantwoordingsplicht groepsrisico: stand van zaken). In dat advies is een aantal aanbevelingen gedaan voor verbetering van de bijdrage vanuit de hulpverleningsdiensten. Daaronder was een aanbeveling om naast de bestaande modellen voor letaal letsel kwantitatieve modellen te ontwikkelen voor subletaal letsel. De AGS heeft daarvoor een verkenning uitgevoerd, die heeft geresulteerd in het voorliggende advies en rapport.

Het rapport is conceptueel van aard. Het is bedoeld om een beter inzicht te verwerven in de gevolgen van incidenten met gevaarlijke stoffen en in de mogelijkheden voor incidentbestrijding, zelfredding en slachtofferhulpverlening. De AGS heeft een aantal gegevensbestanden beoordeeld op geschiktheid voor dit doel.

Aan dit advies hebben velen bijgedragen in diverse commissies. Door het RIVM en TNO zijn achtergrondstudies verricht. In een klankbordgroep namen diverse deskundigen plaats. Ook met de Gezondheidsraad is afgestemd. De AGS dankt allen voor inbreng van kennis en ervaring.

De voorzitter,

De algemeen secretaris,

De voorzitter van de raads werkgroep,

Prof. dr ir J.G.M. Kerstens

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

P. van der Torn, arts-MMK, D. Env.

Advies

Visie op ontwikkeling van letselcriteria voor preventief gebruik door hulpverleningsdiensten

Voor de beoordeling van de gevolgen van rampen en zware ongevallen met gevaarlijke stoffen en van de mogelijkheden daar tegen op te kunnen treden, is voorspelling van de ernst en de omvang van zo'n ramp of zwaar ongeval onmisbaar. De risico-beoordeling vindt nu plaats aan de hand van sterfterisico's. In eerdere adviezen heeft de Adviesraad Gevaarlijke Stoffen gewezen op het belang van het – in aanvulling daarop – ontwikkelen van modellen om gezondheidsschade getalsmatig uit te drukken^{1,2}. In bepaalde gevallen zou de aanvaardbaarheid van risico's anders worden beoordeeld als daarbij ook gewonden zouden worden meegewogen. Verder is de doelmatigheid van investeringen in verbetering van de condities voor zelfredding en rampenbestrijding moeilijk te beoordelen zonder modellen waarmee type en ernst van letsel kunnen worden ingeschat. Tegen lagere kosten zou wellicht een grotere veiligheid geboden kunnen worden.

Voor verschillende typen letsel kan de ernst op verschillende manieren (kwantitatief) worden uitgedrukt. Niet alle kwantitatieve maatstaven zijn echter even informatief. In dit briefadvies worden voorstellen gedaan ten aanzien van de maatstaven waarvoor de Adviesraad de ontwikkeling van kwantitatieve modellen mogelijk en wenselijk acht. Deze aanbevelingen zijn zowel gebaseerd op de informatiebehoefte als op de mogelijkheden om aan te kunnen sluiten op bestaande kennis en ervaring. Zo kunnen onnodige onderzoeksinspanningen worden vermeden. De haalbaarheid van de voorstellen is door de AGS reeds enige tijd geleden onderzocht, in samenwerking met TNO en het RIVM.

1. Aanbevolen indicator voor analyse van zelfredzaamheid: maat voor vluchtvermogen

Bij een ongeval zullen mensen zichzelf in veiligheid proberen te brengen. De mogelijkheden daartoe worden enerzijds bepaald door de aanwezige voorzieningen, zoals nooduitgangen en schuilmogelijkheden, en anderzijds door het vluchtvermogen van de betrokkenen. Om te kunnen beoordelen in hoeverre (aanvullende) maatregelen effectief zullen zijn, is inzicht nodig in het vluchtvermogen van getroffen personen 'gegeven de omstandigheden'. Daarom adviseert de AGS om modellen te ontwikkelen waarmee de aantasting van het vluchtvermogen bij blootstelling aan gevaarlijke stoffen in beeld kan worden gebracht. Daarbij lijkt het vooralsnog alleen mogelijk om de bandbreedte tussen het begin van vluchthinder voor kwetsbare groepen te beschrijven en het einde van het vluchtvermogen voor de normaal gevoelige bevolking.

¹ Risicobeleid en rampenbestrijding. Adviesraad Gevaarlijke Stoffen. Den Haag, 2008.

² Brandweeradviesing in het kader van de verantwoordingsplicht groepsrisico: stand van zaken. Adviesraad Gevaarlijke Stoffen. Den Haag, 2008.

2. Aanbevolen indicator voor analyse in de preventieve fase van de mogelijkheden voor hulpverlening: maat voor noodzaak van spoedeisende geneeskundige hulpverlening (triageklassen)

Door de mogelijkheden te vergroten voor een tijdige inzet van de beschikbare hulpverleningscapaciteit, kunnen in bepaalde gevallen levens worden gered. Tijd is dan ook een bepalende parameter voor de hulpverlening bij rampen en zware ongevallen met gevaarlijke stoffen. De beschikbare tijd voor levensreddend handelen is afhankelijk van de letselernst van de getroffen en. Daarom adviseert de AGS om modellen te ontwikkelen waarmee type en ernst van het letsel bij de blootstelling aan gevaarlijke stoffen kunnen worden bepaald, uitgedrukt in triageklassen. De snelheid waarmee gehandeld moet worden, verschilt per triageklasse. De triageklassen worden wereldwijd door artsen gebruikt om gewonden naar urgentie van de hulpbehoefte in te delen.

De bovengenoemde indicatoren (vluchtvermogen en triageklassen) kunnen worden gehanteerd om het aantal personen te kwantificeren dat na een ongeval met gevaarlijke stoffen door zelfredding of tijdige hulpverlening zou kunnen overleven (c.q. waarbij de ernst van gezondheidsschade kan worden beperkt). Met behulp van deze 'letselindicatoren' kan zodoende de effectiviteit van maatregelen in beeld worden gebracht die de zelfredding en hulpverlening aan letselslachtoffers en – in het verlengde daarvan – de incidentbestrijding bevorderen. Dat is essentieel om de proportionaliteit van dergelijke – soms kostbare – maatregelen te kunnen beoordelen. Bij beoordelingen van de kosteneffectiviteit van maatregelen speelt uiteraard ook de kans op een ongeval een voorname rol.

Voor een nadere toelichting op dit briefadvies wordt verwezen naar de bijgesloten bijgesloten rapportage 'Verkenning ontwikkeling letselcriteria'.

Inhoudsopgave

3	Voorwoord
4	Advies Visie op ontwikkeling van letselcriteria voor preventief gebruik door hulpverleningsdiensten
7	Inhoudsopgave
8	Rapportage 'Verkenning ontwikkeling letselcriteria'
9	Inleiding
11	Doelstelling en uitgangspunten
13	Algemene evaluatie
20	Conclusies en aanbevelingen
23	Bijlage 1: Integrale beoordeling van fysieke veiligheid
25	Bijlage 2: Tijdvenster voor levensredding
28	Bijlage 3: Ontwikkeling van getalscriteria
34	Samenstelling raads werkgroep en klankbordgroep
	Colofon

Rapportage

Verkenning ontwikkeling letselcriteria

Inleiding

Risico's van gevaarlijke stoffen raken vele beleidsterreinen, zoals externe veiligheid, transportveiligheid, arbeidsveiligheid, bouwen en wonen en rampenbestrijding/crisisbeheersing. De aanvaardbaarheid van de risico's van gevaarlijke stoffen wordt in veel gevallen beoordeeld met behulp van risicoanalyses. De besluitvorming in het huidige Nederlandse externe veiligheidsbeleid¹ leunt zwaar op de uitkomsten van berekeningen met een verplicht rekenprogramma voor risicobeoordeling met een kwantitatieve risicoanalyse (QRA)². De uitkomst van de QRA is in 'aantallen doden'. Dit biedt geen bruikbaar inzicht in aantallen en aard van gewonden en in de mogelijkheden voor (verbetering van) incidentbestrijding, zelfredding en slachtofferhulpverlening. Mede daardoor ontbreekt een eenduidig beoordelingskader voor de 'verantwoordingsplicht groepsrisico' (Bevi, Bveb en Btev³), omdat de focus voor deze processen op gewonden ligt en niet op doden.

Sterfterisico's geven geen informatie over letselrisico's (zie bijlage 1). Daardoor wordt niet helder wat de mogelijkheden zijn om de letselrisico's te beïnvloeden, bijvoorbeeld door levensreddende of letselbeperkende maatregelen (zie bijlage 2)⁴. Bovendien is er geen vaste verhouding tussen letaal en niet letaal letsel bij incidenten^{5,6}. Sterfterisico's kunnen derhalve zowel een overschatting als een onderschatting van de letselrisico's vormen. In de voorliggende studie wordt ingegaan op de mogelijkheden om behalve sterfterisico's ook letselrisico's te beoordelen. Meer in het bijzonder wordt de haalbaarheid van de ontwikkeling van letselcriteria voor preventief gebruik door hulpverleningsdiensten bepaald (zie bijlage 3).

Deze studie is onderdeel van een breder traject van de AGS om de afweging van ruimtelijke belangen en veiligheid van gevaarlijke stoffen beter te instrumenteren. De leidende gedachte daarbij is dat deze belangenafweging moet worden gebaseerd op een zo volledig en evenwichtig mogelijk beeld van de risico's en van de mogelijkheden om deze te mitigeren. Letselcriteria kunnen hieraan bijdragen en kunnen daarnaast bijdragen aan een samenhangend denkkader voor interne en externe veiligheid.

-
- 1 Het externe veiligheidsbeleid is gericht op risico's voor derden (buiten een bedrijf of vervoersas).
 - 2 In een eerder advies *Risicoberekeningen volgens voorschrift, een ritueel voor vergunningverlening* heeft de AGS op een aantal tekortkomingen gewezen in zowel de systematiek als in het rekenprogramma Safeti.nl.
 - 3 Bevi, zie Staatsblad 2004, 250. Besluit externe veiligheid buisleidingen, zie Staatsblad 2010, 686. Besluit transportroutes externe veiligheid, zie onder andere Tweede Kamer vergaderjaar 2011 – 2012, 32862, nr 3.
 - 4 Voor de beïnvloeding van letselrisico's door de hulpdiensten moet niet zozeer worden gedacht aan het versterken van de hulpverleningscapaciteit, want die wordt over het algemeen op andere gronden bepaald. Veeleer gaat het er om zodanige randvoorwaarden op locatie te treffen dat het in principe beschikbare reactievermogen ook in praktische zin kan worden ontplooid.
 - 5 *Risicobeleid en rampenbestrijding, op weg naar meer samenhang*. Adviesraad Gevaarlijke Stoffen. Den Haag, 2008.
 - 6 Een voorbeeld vormt een ongeval met een stankstof. Er zullen ten gevolge van de blootstelling mogelijk geen doden vallen, maar er kan wel grote chaos ontstaan, die de capaciteit van de hulpverleningsdiensten te boven gaat. Het groepsrisico biedt geen bruikbare informatie over dergelijke incidenten.

Doelstelling en uitgangspunten

Een kwantitatieve beoordeling van mogelijk letsel door zware ongevallen met gevaarlijke stoffen is waardevol voor beleidsvorming en voor bestuurlijke besluitvorming over risicobronnen.

Doelen zijn:

- om een meer volledig risicobeeld te verkrijgen door naast 'acuut overlijden' ook letsel en levensbedreiging in beschouwing te nemen;
- om een instrument te verkrijgen om de effectiviteit van maatregelen en voorzieningen voor levensredding te beoordelen en zo nodig de mogelijkheden voor incidentbestrijding, zelfredding en slachtofferhulpverlening te bevorderen.

Uitgangspunten zijn:

- Praktisch gezien is er behoefte aan een beperkt aantal letselmaatstaven om het spectrum van licht letsel tot aan de dood weer te geven. Incidentbestrijding, zelfredding en slachtofferhulpverlening zijn vooral noodzakelijk bij levensbedreiging en hebben vooral levensredding tot doel. Levensbedreiging en levensredding zijn in beginsel vrij eenduidige maatstaven en bieden goede aangrijpingspunten om letselcriteria te ontwikkelen.
- Levensbedreiging wordt primair bepaald door het incidentverloop, de aanwezigheid van slachtoffers en de blootstelling aan gevaarlijke stoffen⁷. Levensbedreiging kan alleen worden beoordeeld door het tijdsaspect in de analyses te betrekken. De ontwikkeling van levensbedreiging in de tijd vormt de basis om de effectiviteit van maatregelen te beoordelen.
- De mogelijkheden tot levensredding worden primair bepaald door het reactievermogen op incidenten. Het reactievermogen op incidenten wordt in hoofdzaak bepaald door de mogelijkheden en beperkingen van incidentbestrijding, zelfredding en slachtofferhulpverlening. Letselcriteria voor levensbedreiging zijn derhalve representatief voor de processen van incidentbestrijding, zelfredding en slachtofferhulpverlening.

⁷ Deze verkenning heeft zowel betrekking op incidenten met gevaarlijke stoffen in de open lucht als in binnenuitruimten.

Algemene evaluatie

Kwantitatieve modellering van letsel is tot op heden nog weinig ontwikkeld⁸. Dit is te verklaren uit de beperkte kennisbasis⁹ die bovendien niet eenvoudig valt uit te breiden¹⁰. Ook speelt de veelheid van typen en ernst van letsels een rol. Verder is de kennisbehoefte sterk afhankelijk van de toepassing in kwestie. Tot nu toe zijn alleen letselmodellen ontwikkeld voor enkele specifieke toepassingen, zoals voor het ontwerp van automobielen en voor defensie. De AGS meent dat het praktisch is aan te haken bij dergelijke toepassingen voor de ontwikkeling van letselcriteria. Met letselcriteria worden in dit geval getalsmatige criteria bedoeld, waarmee de mate van blootstelling kan worden gekoppeld aan het al dan niet kunnen of moeten ondernemen van een bepaalde actie. Voorbeeld van een criterium: een bepaalde mate van blootstelling leidt tot een bepaalde mate van luchtwegprikkeling of versuffing waarbij blootgestelden niet meer in staat zijn zichzelf in veiligheid te stellen, hulp te vragen of zonder geneeskundige hulp te overleven.

Voor deze verkenning is gezocht naar letselcriteria die de mate van levensbedreiging beschrijven. Daarbij is specifiek gezocht naar criteria voor de invloed van letsel op de noodzaak en mogelijkheden van zelfredding en van spoedeisende geneeskundige hulpverlening¹¹. Ook is literatuur over de invloed van blijvende gezondheidschade en over lange termijn risico's op de levenskwaliteit en levensduur in beschouwing genomen.

Voor rampenbestrijding worden vier globale niveaus van gevaar onderscheiden:

- *detectability*: kan men het incident (zintuiglijk) gewaarworden door geur, kleur of geluid of bijvoorbeeld door lichte slijmvliesprikkeling?
- *discomfort*: ondervindt men hinder van een incident door prikkelingseffecten of bijvoorbeeld door een algemeen onwelbevinden?¹²
- *disability*: is er sprake van vluchthinder, van spoedeisende hulpbehoefte of van letsel dat na beëindiging van de blootstelling niet meteen weer verdwijnt?
- *death*: bestaat er levensbedreiging, of is er kans op een ernstige vorm van invaliditeit of op verkorting van de levensduur?

8 Met de in Nederland door de overheid voorgeschreven rekenmodellen worden aantallen 'rekendoden' berekend. Dit is een virtuele rekeneenheid, die geen maat is voor 'echte doden'. De aantallen 'rekendoden' zijn (in het verleden) geschat door deskundigen, die aannames hebben gedaan over acuut overlijden en over andere vormen van letsel die onder bepaalde omstandigheden (opgeteld) ook kunnen leiden tot overlijden binnen 24 uur. De wijze waarop de deskundigen hun schatting hebben opgesteld, is niet in alle gevallen traceerbaar. De AGS omschrijft dit met de term 'niet transparant'.

9 De kennis wordt verkregen uit ongevalanalyses en uit interviews met overlevenden. Experimenten zijn moeilijk uitvoerbaar. Proeven met vrijwilligers zijn slechts onder weinig representatieve omstandigheden mogelijk en gegevens over toxiciteit berusten op – veelal verouderde en naar huidige inzichten niet goed opgezette – dierproeven.

10 Dit geldt ook voor de kennisbasis voor letsel, die zeker zo beperkt is en nog lastiger uit te breiden.

11 Redding wordt gezien als onderdeel van de geneeskundige hulpverleningsketen en incidentbestrijding als een voorwaardenscheppend proces voor die hulp ('redden door te blussen').

12 Bijvoorbeeld hoofdpijn, duizeligheid, licht in het hoofd, misselijkheid. Hinderlijke (in het Engels: *objectionable*) geur was voorheen ook onder *discomfort* gevat, maar geur is geen toxisch effect en wordt daarom tegenwoordig niet meer meegenomen in de interventiewaarden. In plaats daarvan wordt nu separaat een *Level of distinct Odour Awareness* (LOA) bepaald (zie verder).

De vier gevarenniveaus zijn dermate globaal dat er een nadere specificatie nodig is met een keuze of men zich wil richten op de onder- of bovengrens of juist op het middengebied¹³ van een gevarenniveau (figuur 1)¹⁴. Voor *detectability* en *discomfort* wordt in de rampenbestrijding een centrale waarde (in het middengebied) aangehouden, waarbij het gevaar algemeen wordt herkend respectievelijk waarbij hinder algemeen wordt ervaren. Voor *disability* en *death* daarentegen worden juist de ondergrenzen (beschermingswaarden¹⁵) gebruikt. Daarbij wordt rekening gehouden met kwetsbare groepen binnen de samenleving, maar niet met overgevoelige individuen.

Voor de repressie wordt één vaste waarde (alarmeringsgrenswaarde) als ankerpunt gehanteerd¹⁶, maar voor preventieve doeleinden is een meer genuanceerde beoordeling nodig van de mogelijkheden en beperkingen van incidentbestrijding, zelfredding en slachtofferhulpverlening. Voor preventieve doeleinden is vooral de bandbreedte relevant waarbinnen de processen van incidentbestrijding, zelfredding en slachtofferhulpverlening zich afspelen. Daarbij spelen de vragen: vanaf welk punt (van gezondheidseffecten/respons) ontstaat er vluchthinder en vanaf welk punt moet men er van uitgaan dat vluchten geheel onmogelijk is, alsook vanaf welk punt ontstaat er een directe hulpbehoefte respectievelijk vanaf welk punt baat hulpverlening niet meer. Meer algemeen gesteld gaat het er om zicht te krijgen op het traject waarbinnen levensbedreiging optreedt en waarbij levensredding nodig en mogelijk is (zie bijlage 2). De Adviesraad stelt voor om deze bandbreedte te definiëren als het bereik van de ondergrens van *disability* tot het middengebied van *death* en deze te bepalen als:

- *disability*: de laagste blootstelling die vluchthinder of een acute hulpbehoefte veroorzaakt bij kwetsbare groepen;
- *death*: de hoogste blootstelling die (nog net) geen onvermogen tot vluchten of levensbedreigend dan wel (ernstig) onherstelbaar letsel veroorzaakt bij normaal gevoelige groepen.

Voor zelfredding zijn niet alleen *disability* en *death* van belang, maar kan met name ook *detectability* van levensbelang zijn, althans als daar een waarschuwendende werking van uitgaat. De AGS merkt op dat strikt genomen *detectability* niet in een 'gevarenniveau' past, omdat de gewaarwording van gevaar op zichzelf genomen geen relatie heeft met een gevarenniveau. Of er een waarschuwendende werking uitgaat van een geur, hangt er van af of geur een vroeg of laat teken is of geheel afwezig is, als aangenaam of onaangenaam wordt ervaren, wordt geassocieerd met gevaar of niet en dergelijke. *Detectability* wordt in dit verband alleen betrokken op de groep stoffen met een waarschuwendende werking van de geur, oftewel als *detectability* eerder optreedt dan *discomfort* ¹⁷.

¹³ Het 'middengebied' en een centrale waarde zijn – bewust – weinig precieze begrippen. Het 'middengebied' kan zowel afhankelijk zijn van a. de ratio van *disability* en *death*, b. het midden van een kwetsbaarheidverdeling (normaal gevoelige groepen), c. een gemiddelde ernst van een gezondheidseffect (bijvoorbeeld lichte, matige of zware hoofdpijn).

¹⁴ Acute Exposure Guideline Level (AEG) committee: *Standing operating procedures for developing AEGs*. NAS/NRC, 2007, p. 33. Nederland neemt (evenals Duitsland, Zweden en Canada) deel in het Amerikaanse AEG-programma. De Nederlandse systematiek voor de interventiewaarden wordt momenteel herzien. De methodologie wordt aangepast aan die voor de afleiding van AEG-waarden.

¹⁵ Er worden drie interventiewaarden onderscheiden: voorlichtingsrichtwaarde (VRW), alarmeringsgrenswaarde (AGW) en levensbedreigende waarde (LBW) [*Interventiewaarden gevaarlijke stoffen*. VROM-Inspectie en Ministerie van BZK, 2007].

A ● LETSELCRITERIA VOOR ZELFREDDING

Bij zelfredzaamheid gaat het niet om de ernst van letsel op zich, maar om de invloed van letsel op de functievermogens van de mens. Van branden is bijvoorbeeld bekend dat mensen zich soms nog wel in veiligheid kunnen stellen, maar nadien alsnog kunnen overlijden aan ontstekingsreacties in de luchtwegen en longen (zie ook bijlage 3). Bij de letselcriteria voor zelfredding wordt in dat geval alleen rekening gehouden met de vraag of men zich in veiligheid heeft kunnen stellen. De vraag of men nadien alsnog aan de letsels of complicaties kan komen te overlijden hoort thuis bij de letselcriteria voor incidentbestrijding en slachtofferhulpverlening (zie voetnoot 11).

Zowel de zintuiglijke, als de lichamelijke en verstandelijke functievermogens zijn nodig voor het zichzelf in veiligheid stellen. De functievermogens worden met name op de proef gesteld bij vluchten. In het geval van schuilen is dat minder het geval. Schuilen wordt vooral onveilig wanneer er letsel dreigt te ontstaan waarvoor geneeskundige hulp is aangewezen. Het vluchtvermogen wordt als kritische zelfreddingsactiviteit beschouwd en wordt als basis voor letselcriteria voor zelfredding genomen.

Vluchtsituaties worden tot op heden alleen beoordeeld aan de hand van leefbaarheidsgrenzen (in het Engels *tenability limits*), zoals voor ontruiming van gebouwen. *Tenability limits* geven echter alleen de eindtoestand weer (niveau *death*) met als gevolg dat het vluchtproces op zich niet kan worden beoordeeld. Inzicht in het vluchtproces is benodigd om de vluchtcondities te optimaliseren. Eerdere oproepen om hiertoe de gevolgmaatstaven in de medische en bouwwereld op elkaar af te stemmen hebben nog geen opvolging gekregen¹⁸. De AGS onderschrijft deze oproep en stelt concreet voor om het vluchtproces te beoordelen door een combinatie van letselcriteria toe te passen, namelijk voor *detectability*, *disability* en *death* tezamen.

Voor *detectability* wordt voorgesteld om 'duidelijke herkenning door 50% van de bevolking' als maatstaf aan te houden voor wat betreft de effecten en stoffen met een waarschuwend werking door bijvoorbeeld geurwaarneming, aansluitend op de definitie van de *Level of distinct Odour Awareness (LOA)*¹⁹.

Voor *disability* wordt voorgesteld om 'beginnende vluchthinder voor gevoelige groepen' (maar niet overgevoelige individuen) te gebruiken. Dit sluit aan op de definities voor de interventiewaarden gevaarlijke stoffen (zie bijlage 3 voor uitwerking, waaronder ook voor brandbare en explosieve effecten).

Voor *death* wordt voorgesteld om 'onvermogen tot vluchten voor normaal gevoelige groepen' aan te houden. Dit sluit aan bij de definitie van de leefbaarheidsgrenzen.

Zelfredding is met name uitgewerkt voor brand in het kader van *fire safety engineering* en evacuatiemodellen²⁰. In die kaders zijn ook allerlei getalscriteria bepaald.

¹⁸ Edwards N. *Performance-based building codes: A call for injury prevention indicators that bridge health and building sectors*. Injury Prevention 2008; 14: 329 – 332.

¹⁹ De AEGL-committee gaat uit van de waarde waarbij 50% van een incidenteel blootgestelde bevolking een duidelijke geur waarneemt. Zie Ruijten, M.W.M.M., R. van Doorn en A.Ph. van Harreveld. *Assessment of odour annoyance in chemical emergency management*. RIVM report 609200001/2009.

²⁰ Dit zijn twee werkvelden die sinds '9/11' sterk in de belangstelling staan, zowel internationaal als in Nederland. Zie onder andere *SFPE handbook of fire protection engineering*, ISBN 087765-451-4, 3rd ed. 2002, en Kuligowski, E.D. and R.D. Peacock: *A review of building evacuation models, technical note 471*. NIST, 2005.

Er zijn vele verschillende *tenability limits* in omloop voor met name hittestraling en luchttemperatuur, maar ook voor rookgassen. Een evaluatie en onderbouwing van deze grenzen is naar de mening van de Adviesraad aangewezen (zie bijlage 3). *Tenability limits* blijven beperkt tot één getalswaarde voor de gehele bevolking. In het Schadeboek (PGS 1)²¹ daarentegen is voor brandbare stoffen een kwetsbaarheidverdeling voor de gehele bevolking gegeven. Een dergelijke probabilistische benadering heeft naar de mening van de AGS de voorkeur.

Tenability limits zijn niet goed onderbouwd en daarmee niet geschikt om toxische effecten te kwantificeren. De interventiewaarden voor gevaarlijke stoffen bieden naar de mening van de Adviesraad een betere basis voor beoordeling van toxische invloeden op het vluchtvermogen. Wel is een uitbreiding van de interventiewaarden gewenst om de effecten van rook en brand te kunnen beoordelen. Ten eerste zijn interventiewaarden voor thermische effecten en rookdichtheid zinvol²². Ten tweede acht de AGS een evaluatie aangewezen van de gebruikelijke (maar bekritiseerde) combinatieregels voor de effecten van blootstelling aan mengsels van stoffen en (fysische) effecten (zie bijlage 3).

Voor explosieve effecten zijn geen zelfreddingcriteria beschikbaar. Toch kan zelfredding ook na een explosie aan de orde zijn, met name bij brandgevaar. Er zijn wel letselmodellen beschikbaar voor de personele veiligheid bij militaire patrouilles in relatie tot explosies door mijnen en berrbommen²³. In deze modellen zijn geen zelfredzaamheidcriteria opgenomen, maar de gegevensbasis is wel gedetailleerd genoeg om deze met een relatief beperkte inspanning af te leiden²⁴. De AGS acht een uitbreiding van de explosiemodellen voor zelfredzaamheid aangewezen.

B ● LETSELCRITERIA VOOR RAMPENBESTRIJDING

Voor rampenbestrijding worden over het algemeen globale kengetallen gehanteerd, bijvoorbeeld om de operationele prestaties te duiden. Deze kengetallen zijn representatief voor de gevarenniveaus van *disability* en *death*. Ook voor preventieve doeleinden volstaan globale kengetallen. Gedetailleerde modellering heeft geen duidelijke meerwaarde. Dat laat onverlet dat de kengetallen wel robuust moeten zijn (onzekerheid van een factor 2 à 3), aangezien er investeringsbeslissingen mee gemoeid kunnen zijn, zoals de aanleg van een automatisch blussysteem. De huidige kengetallen voor de operationele prestaties van de rampbestrijdingsorganisatie²⁵ zijn *expert based*, niet *evidence based*. Naar mening van de Adviesraad is een (*evidence based*) verdiepingsslag aangewezen.

21 Publicatiereeks Gevaarlijke Stoffen: *Schademodellen ten behoeve van risicoanalyses. Deel 1A: Effecten van brand op mensen*. Ministerie van VROM, 2e ed., 2003.

22 Deze uitbreiding wordt zinvol geacht in verband met de effecten van inhaleerbare vaste stofdeeltjes, inclusief fijn stof, alsmede vanwege mogelijke zichtbeperkingen.

23 In Nederland is het Ministerie van Defensie betrokken bij dergelijk onderzoek, dat internationaal wordt afgestemd.

24 Zie ook Hoofdstuk 4, *Explosie letselmodel*, in: Trijssenaar, I. et al. *Kwantificering van de effectiviteit van maatregelen voor ongevallen met gevaarlijke stoffen, fase 1*. TNO-o6o-UT-2011-01712, 2011.

25 *Leidraad operationele prestaties*. AVD-SAVE-NIVU-NIBRA, in opdracht van het Ministerie van BZK, augustus 2001.

Kengetallen voor hulpverlening aan letselslachtoffers worden afgeleid uit de spoedeisende geneeskundige hulpverlening en uitgedrukt in normtijden²⁶. Spoedeisende geneeskundige hulpverlening blijft in beginsel beperkt tot leven- en ledemaatredende handelingen. De letselernst wordt over het algemeen uitgedrukt in termen van medische urgentie²⁷, waarbij er drie triageklassen (t) worden onderscheiden al naar gelang de mate van levensbedreiging²⁸:

- Triageklasse 1 (t1) heeft betrekking op letselslachtoffers met acuut levensbedreigend letsel. Zij moeten onmiddellijk worden gestabiliseerd en worden opgenomen in een daartoe gekwalificeerd ziekenhuis voor verdere leven- en ledemaatredende handelingen. Voor praktijkgebruik wordt daar geen tijdnorm (meer) aan gekoppeld want elke minuut telt²⁹, maar voor rekendoeleinden geldt een normtijd van 1 uur, ook wel het 'gouden uur' genoemd³⁰. Voor praktijkdoeleinden wordt daarnaast wel een informele normtijd van 10 minuten aangehouden voor de opkomst van de eerste ambulance of het medisch mobiel team (*platinum ten*)³¹.
- Triageklasse 2 (t2) heeft betrekking op letselslachtoffers die medische behandeling in een ziekenhuis nodig hebben maar die niet in acuut levensgevaar verkeren. Behandeling moet binnen 6 uur kunnen plaatsvinden om complicaties te voorkomen of beperken³².
- Triageklasse 3 (t3) heeft betrekking op slachtoffers met minder ernstig letsel van wie de behandeling zonder gevaar 6 uur kan worden uitgesteld.

Kengetallen zijn met name nodig voor de triageklassen 1 en 2³³.

Triageklassen zijn globale klassen overeenkomend met de globale gevarenniveaus van *disability* en *death*. Precisering is nodig om zinvolle getalswaarden te verkrijgen. Voorgesteld wordt om *disability* te definiëren als het algemeen optreden van een acute hulpbehoefte bij normaal gevoelige groepen en *death* als het algemeen optreden van onherstelbaar letsel (in de zin dat levensredding niet meer mogelijk is of ernstig restletsel valt te verwachten) bij normaal gevoelige groepen.

De triageklassen zijn gespecificeerd naar soorten en maten van letsel in triageschema's³⁴ ³⁵. Deze schema's worden gebruikt om te bepalen hoe snel en naar welk ziekenhuis een slachtoffer met een bepaald letsel moet worden vervoerd.

²⁶ Geneeskundige normtijden worden bepaald als 'door to needle' tijd.

²⁷ In beginsel worden alleen de vitale functies beoordeeld, dat wil zeggen de lichaamsfuncties waarvan uitval vrijwel direct niet meer met het leven verenigbaar is.

²⁸ Indien de urgente hulpbehoeften het hulpvermogen (tijdelijk) overstijgen, moeten er keuzen gemaakt worden wie in aanmerking komen voor prehospitala hulpverlening (in het Engels 'the sieve'), en wie vervolgens als eerste in aanmerking komt voor hospitala hulpverlening (Engels 'the sort'). Zie bijvoorbeeld Hodgetts, T.J and K. Mackway-Jones. *Major incident medical management and support*. BMJ publishing Group, ISBN 0-7279-0928-2, 1st ed., 1995.

²⁹ *Verantwoording landelijk protocol ambulancezorg*, ed. 7.2, p. 33. Zwolle, St. LAMP, 2011.

³⁰ Trunkey D.D. *Trauma*. Scientific American 1983; 249: 28-35.

³¹ Hodgetts, T.J. and J. Smith. *Essential role of prehospital care in the optimal outcome from major trauma*. Emergency Medicine 2000; 12: 103-111.

³² De tijd van 6 uur (de Friedreichse tijd) wordt nog wel voor repressieve doeleinden gebruikt (*Verantwoording Landelijk Protocol Ambulancezorg*, ed. 7.2, p. 33. Zwolle, St. LAMP, 2011).

³³ Beknelling wordt hier – net als in de triageschema's – opgevat als een medische urgentie.

³⁴ *Landelijk protocol ambulancezorg*, ed. 7.2. Zwolle, St. LAMP, 2011.

³⁵ Brief van de Minister van VWS aan de Nederlandse Zorgautoriteit over het Vervolgverzoek uitvoeringstoets Rapport 'Met Spoed' van 2009 (kenmerk CZ/EKZ/2898034), alsmede <http://www.de-nts.nl> voor het Nederlands Triage Systeem.

Aan de schema's liggen uitgebreide casuïstiek, statistiek en onderzoek ten grondslag. De triageschema's vormen een praktische basis om specifieke letsels in te delen naar triageklasse. De specifieke letsels die representatief zijn voor triageklasse 1 of 2 kunnen worden geselecteerd met triageschema's en kunnen vervolgens worden gekwantificeerd. Onderbouwde getalscriteria voor explosie- en brandeffecten en toxische stoffen ontbreken vooralsnog³⁶, maar zijn wel af te leiden. Mede op basis van een oriëntatie door RIVM en TNO³⁷ concludeert de Adviesraad dat er inmiddels voldoende aangrijpingspunten zijn om onderbouwde getalscriteria voor de acute hulpbehoefte bij blootstelling aan gevaarlijke stoffen te ontwikkelen. De argumentatie komt op hoofdlijnen overeen met die voor de zelfredding, zij het dat in dit verband de klinische waarden van het Nationaal Vergiftigingen Informatiecentrum (NVIC) meer representatief kunnen zijn dan de interventiewaarden gevaarlijke stoffen uit de rampenbestrijding. Geadviseerd wordt om de interventiewaarden en de NVIC-waarden onderling af te stemmen voor wat betreft het preventief gebruik van letselmodellering³⁸.

C • LETSELCRITERIA VOOR EFFECTEN OP LANGERE TERMIJN

Er zijn geen modellen, criteria of maatstaven beschikbaar voor blijvend letsel of lange termijn risico's na een ramp. Wel is er een uitgebreide literatuur (vanuit de gezondheidseconomie) beschikbaar omtrent het verlies aan levenskwaliteit en levensduur door ziekte. Het verlies aan levensduur wordt doorgaans uitgedrukt in verloren levensjaren (LLY: *lost life years*) en voor het verlies aan levenskwaliteit zijn diverse schalen en weegfactoren beschikbaar³⁹. Veelal wordt een gecombineerde maatstaf gebruikt voor het verlies van levensduur en van levenskwaliteit tezamen, zoals de *disability-adjusted life years* (DALY)⁴⁰. De DALY is echter een te complexe maatstaf om als criterium voor blijvend letsel en lange termijn risico's van mogelijk optredende crises en rampen dienst te kunnen doen⁴¹ (zie Bijlage 3). Veeleer is het zaak om de kans op restletsel mee te nemen bij de bepaling van de acute hulpbehoefte (zie vorige bladzijde: triageklassen). Voor de beoordeling van gevolgen meer in het algemeen (totaal impact) biedt de Methodiek Nationale Risicobeoordeling van het Ministerie van Veiligheid en Justitie naar verwachting een geschikt beoordelingskader⁴².

36 De NVBR heeft een aantal globale vuistregels voor praktisch gebruik opgesteld, maar deze zijn expliciet bedoeld als eerste globale schattingen tot er onderbouwde waarden beschikbaar komen. Zie *Verantwoorde brandweeradvisering*. NVBR, 2010.

37 Zie Bijlage 2.

38 Het NVIC heeft een informatiesysteem beschikbaar met blootstellingwaarden voor de klinische effecten van vele toxische stoffen, waaronder een aantal industriële chemicaliën. Dit wordt de Toxicologische Informatie- en Kennisbank genoemd.

39 De kwaliteitsschaal kan overigens ook negatieve waarden aannemen: er zijn ergere zaken dan te sterven.

40 Er zijn naast de DALY nog diverse andere maatstaven in gebruik. Het meest bekend is de QALY, *quality-adjusted life years*. Dit is een maatstaf voor het gewicht van de ziektelast, of hier van de last door letsel, restletsel en restrisico's. Dat maakt de QALY bij chronische ziekten en restletsel erg gevoelig voor de leeftijdsopbouw van de beschouwde bevolkingsgroep ('van jongs af aan ziek versus een jaartje eerder dood'). Om die reden wordt hier de voorkeur gegeven aan de DALY (Zie bijvoorbeeld Sassi, F. *Calculating QALY's, comparing QALY and DALY calculations*. Health policy and planning 2006; 21: 402-408).

41 Verlies van levensstandaard en dergelijke heeft mogelijk eveneens verlies van levenskwaliteit tot gevolg, maar valt niet onder de DALY.

42 Programma Nationale Veiligheid: *Werken met scenario's, risicobeoordeling en capaciteiten in de Strategie nationale veiligheid*. Ministerie van BZK, oktober 2009.

Conclusies en aanbevelingen

CONCLUSIES ● De AGS heeft eerder geadviseerd om kwantitatieve criteria en modellen voor de preventieve beoordeling van letsel te ontwikkelen. Dit is van belang voor afstemming van de externe veiligheid op de processen van incidentbestrijding, zelfredding en slachtofferhulpverlening, maar is ook van belang voor andere werkvelden zoals arbeidsveiligheid, transportveiligheid en bouwen en wonen. In deze studie is de Adviesraad nagegaan in hoeverre de tijd al rijp is om letselcriteria te ontwikkelen.

De conclusies zijn als volgt:

- uitbreiding van sterftemodellering met letselmodellering is zinvol mogelijk (p. 11)
- modellering is zinvol en mogelijk voor levensbedreigende functiebeperkingen en letsels en de mogelijkheden tot levensredding door incidentbestrijding, zelfredding en slachtofferhulpverlening
- het vluchtvermogen is geschikt om zelfredding te beoordelen en triageklassen zijn geschikt om de acute geneeskundige hulpbehoefte te beoordelen
- de vier gevarenniveaus die voor rampenbestrijding worden gebruikt (p. 13: *detectability*, *discomfort*, *disability*, *death*) zijn geschikt als uitgangspunt om letsel te modelleren
- letselmodellen zijn gewenst om het zelfreddingsproces te beoordelen (p. 16)
- letselcriteria volstaan om de acute geneeskundige hulpbehoefte te beoordelen (p. 17)
- verlies van levenskwaliteit en levensduur door blijvend letsel en risico's op de lange termijn is nog onontgonnen terrein voor wat betreft de modellering van rampen en crises door gevaarlijke stoffen (p. 19)

Er zijn enkele mogelijkheden tot verbetering geïdentificeerd:

Het *vluchtvermogen* wordt tot op heden gemodelleerd op basis van de eindtoestand van het vluchten, namelijk: onvermogen tot vluchten (*death* niveau). Naar mening van de AGS is een meer volledig overzicht in het vluchtproces vereist. Het vluchtproces kan globaal worden gekarakteriseerd (en gemodelleerd) aan de hand van drie punten:

- de gewaarwording van de noodzaak tot vluchten (*detectability* niveau),
- het begin van vluchthinder (*disability* niveau)
- het einde van het vluchtvermogen (onvermogen tot vluchten: *death* niveau).

Er zijn voldoende gegevens beschikbaar om deze punten te kwantificeren voor thermische, explosieve en toxische effecten van gevaarlijke stoffen.

De *acute hulpbehoeften* worden tot op heden alleen zeer globaal gekarakteriseerd met algemene vuistregels (zie voetnoot 36). Naar de mening van de Adviesraad zijn beter onderbouwde getalswaarden nodig om de urgentie van leven- en ledemaatreddende handelingen te beoordelen:

- triageklasse 1: Onmiddellijk; letselslachtoffers met acuut levensbedreigend letsel die onmiddellijk reanimatieprocedures nodig hebben (*death* niveau)
- triageklasse 2: Urgent; letselslachtoffers die medische behandeling in een ziekenhuis nodig hebben, maar die niet in acuut levensgevaar verkeren (*disability* niveau).

Er zijn voldoende gegevens beschikbaar om deze punten te kwantificeren voor thermische, explosieve en toxische effecten van gevaarlijke stoffen.

TNO en RIVM hebben op verzoek van de Adviesraad haalbaarheidsstudies uitgevoerd, waaruit blijkt dat eerste orde methoden en modellen op afzienbare termijn mogelijk zijn voor zowel de thermische en explosieve effecten, als voor de toxische effecten van gevaarlijke stoffen (zie bijlage 3).

AANBEVELINGEN

De AGS adviseert om letselmodellen voor zelfredding en letselcriteria voor rampenbestrijding bij ongevallen met gevaarlijke stoffen te ontwikkelen.

Meer concreet zijn de aanbevelingen:

- laat de kengetallen uit de Leidraad Operationele Prestaties voor wat betreft ongevallen met gevaarlijke stoffen herijken.
- maak de modellering van zelfredding geschikt om het vluchtproces te beoordelen en niet alleen de eindtoestand (onvermogen tot vluchten).

Technische aanbevelingen voor de ontwikkeling van letselcriteria zijn:

- letselcriteria moeten primair gericht zijn op het ontstaan van levensbedreiging
- levensbedreiging valt te karakteriseren aan de hand van vijf punten:
 - a gewaarwording van het gevaar door normaal gevoelige groepen;
 - b beginnende vluchthinder voor kwetsbare groepen,
 - c onvermogen tot vluchten voor normaal gevoelige groepen,
 - d indirect levensbedreigend letsel voor normaal gevoelige groepen (trriageklasse 2),
 - e direct levensbedreigend letsel voor normaal gevoelige groepen (trriageklasse 1).
- sluit voor de ontwikkeling van getalscriteria aan bij:
 - a het huidige *Schadeboek* (PGS 1) en de leefbaarheidsgrenzen voor thermische effecten,
 - b de *Abbreviated Injury Score* (AIS) voor explosieve effecten
 - c de Interventiewaarden Gevaarlijke Stoffen en de Toxicologische Informatie- en Kennisbank voor toxische effecten.

BIJLAGE 1 ● INTEGRALE BEOORDELING VAN FYSIEKE VEILIGHEID

De veiligheidsbijdrage van incidentbestrijding, zelfredding en slachtofferhulpverlening is over het algemeen relevant maar bescheiden. Uiteindelijk is een integrale beoordeling van veiligheid gewenst. In deze bijlage wordt kort ingegaan op de principes voor een integrale beoordeling.

Veiligheid is een gelaagd begrip en valt in algemene zin in drie fasen te verdelen⁴³: risicobeheersing (proactie en preventie), crisisbeheersing/rampenbestrijding (preparatie en repressie) en herstel. De letselmaatstaven en beoordelingsmethoden verschillen per veiligheidsfase (zie tabel 1):

- **Risicobeheersing**: externe veiligheid wordt in Nederland beoordeeld per risicobron aan de hand van het risiconiveau. Het risiconiveau wordt bepaald met behulp van een kwantitatieve risicoanalyse (QRA). Sterfte wordt daarbij als (enige getals)maatstaf gebruikt om de gevolgen van een incident te kwantificeren.
- **Crisisbeheersing en rampenbestrijding**: de condities voor crisisbeheersing en rampenbestrijding, waaronder ook zelfredding (inclusief werknemers en passanten) worden beoordeeld met behulp van scenarioanalyses. 'Levensbedreiging' is een logische maatstaf om levensreddende activiteiten te beoordelen en wordt ook al wel gebruikt voor de verantwoording van het groepsrisico.
- **Herstel**: de gevolgen van blijvend letsel en lange termijn risico's zijn (globaal) te beoordelen met een 'Health Impact Assessment' (HIA). Letselmaatstaven zijn wel denkbaar, maar minder geschikt (te smal) om het herstelvermogen te beoordelen.

Risicobeheersing

Beoordelingsmethode	Kwantitatieve risicoanalyse
Toetscriterium	Risiconiveau
Gevolgmaatstaf	Sterfte c.q. levensverlies

Crisisbeheersing/rampenbestrijding

Beoordelingsmethode	Scenarioanalyse
Toetscriterium	Reactievermogen c.q. levensredding
Gevolgmaatstaf	Levensbedreiging

Herstel

Beoordelingsmethode	Health Impact Assessment
Toetscriterium	Herstelvermogen en herstelduur
Gevolgmaatstaf	Verlies van levensduur en levenskwaliteit

Tabel 1. Beoordelingswijzen van letsel in de verschillende veiligheidsfasen.

⁴³ Voorheen werd in het kader van rampenbestrijding de veiligheidsketen gebruikt, met vijf schakels: proactie, preventie, preparatie, repressie, nazorg (zie *Handboek voorbereiding rampenbestrijding*. Ministerie van BZK, 2003). Inmiddels worden voor crisisbeheersing en rampenbestrijding veelal drie veiligheidsfasen onderscheiden (zie *Handreiking beleidsplan veiligheidsregio*, 2009), zoals oorspronkelijk voorgesteld door Haddon: pre-event, event, post-event phase, zie Haddon, W., Jr. *A logical framework for categorizing highway safety phenomena and activity*. J. Trauma 1972; 12: 193-207.

Een integrale beoordeling kan op meerdere niveaus van detail plaatsvinden. Voor een globale beoordeling volstaat de (*expert based*) methodiek van het Regionaal risicoprofiel met de totaal impact als gevolgmaatstaf voor alle drie veiligheidsfasen tezamen. Voor een meer gedetailleerde behandeling is een separate beoordeling van de verschillende veiligheidsfasen aangewezen. Om een beoordeling over de veiligheidsfasen heen mogelijk te maken, is het nodig dat de beoordelingswijzen voor de onderscheiden veiligheidsfasen goed op elkaar aansluiten. Dat is op zich ook mogelijk⁴⁴, zij het met een aantal beperkingen.

Beperkingen van een beoordeling over veiligheidsfasen heen, zijn:

- De resultaten zijn alleen vergelijkbaar als voor alle veiligheidsfasen dezelfde scenario's zijn beoordeeld. Voor risicobeheersing kan echter een andere scenario-set van belang zijn dan voor rampenbestrijding/crisisbeheersing. Voor rampenbestrijding/crisisbeheersing zijn vooral de scenario's met veel maatschappelijke onrust of veel letselslachtoffers van belang, ook als daar geen enkele dode bij valt. Een blootstelling aan kankerverwekkende stoffen kan bijvoorbeeld veel onrust veroorzaken, maar komt niet voor in de gebruikelijke QRA-modellen.
- De accenten van modellering verschillen per veiligheidsfase. Met een QRA wordt het gemiddelde risiconiveau bepaald. In een scenarioanalyse gaat de aandacht juist uit naar de locatiespecifieke aspecten en parameters waarvoor gemiddelde waarden minder zinvol zijn (zoals bijvoorbeeld de vluchtsnelheid). Dit is geen kwestie van 'wie er gelijk heeft', maar van complementaire informatie. Het is zaak om de resultaten van beide analyses bij de risicopresentatie te integreren en evenwichtig te brengen. Een handreiking voor een dergelijke risicopresentatie ontbreekt vooralsnog en is aanbevelenswaardig.
- Een normatieve benadering is minder zinvol. Ten eerste wordt een ander risicobegrip gehanteerd voor risicobeheersing dan voor crisisbeheersing/rampenbestrijding en voor herstel⁴⁵. Ten tweede is voor crisisbeheersing/rampenbestrijding niet het 'moeten' maar het 'kunnen' het uitgangspunt en is voor het herstellvermogen überhaupt nog geen normering beschikbaar. Een formeel standpunt dat aan 'de norm' wordt voldaan, biedt derhalve geen vergelijkingsbasis en kan tot suboptimale – tevens relatief dure – oplossingen leiden.
- De resultaten van sterfte en levensredding kunnen wel met elkaar worden vergeleken (met verhoudingsgetallen) maar kunnen niet van elkaar worden afgetrokken, omdat het 'rekendoden' en 'rekenlevens' betreft⁴⁶. Om de veiligheidsbijdragen van maatregelen voor verschillende veiligheidsfasen te beoordelen blijft het zaak om aan te geven voor welke scenario's een maatregel effectief is en wat het gewicht van die scenario's is.

⁴⁴ Zie bijvoorbeeld *Handreiking regionaal risicoprofiel*. GHOR-NL, Landelijk overleg van coördinerend gemeentesecretarissen, NVBR, Raad van Hoofdcommissarissen, 2009.

⁴⁵ In de risicobeheersing worden kans en effect in combinatie beschouwd, en in de crisisbeheersing/rampenbestrijding worden kans en effect apart beoordeeld.

⁴⁶ Aan rekendoden en rekenletsels liggen verschillende aannamen ten grondslag, die een directe getalsmatige vergelijking onmogelijk maken.

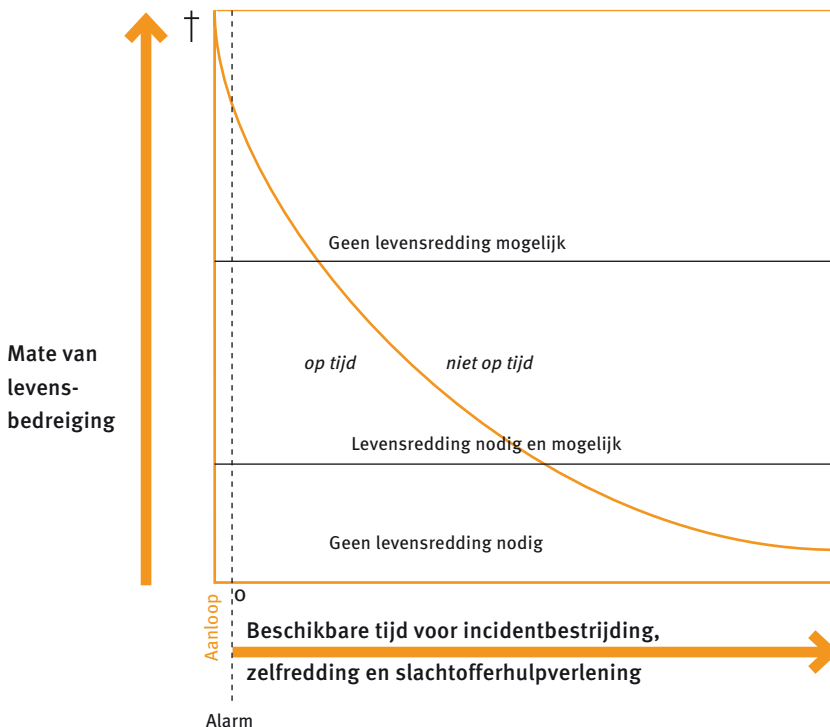
BIJLAGE 2 • TIJDVENSTER VOOR LEVENSREDDING

Algemeen

Letsel kan leiden tot verminderd vluchtvermogen en tot acute hulpbehoefte. In relatie tot levensbedreiging worden drie groepen onderscheiden: (A) geen levensredding nodig, (B) levensredding nodig en mogelijk, (C) geen levensredding mogelijk. De mate van levensbedreiging is uitgezet tegen de beschikbare tijd voor levensredding in figuur 2:

- Op de verticale as is de mate van levensbedreiging uitgezet. Het kan enige tijd duren voordat letsels en functiebeperkingen tot uitdrukking komen. Anderzijds kunnen ernstige letsels de algehele toestand snel doen verslechteren. Dit betekent dat zelfredding en spoedeisende geneeskundige hulpverlening tijdig moeten plaatsvinden om levensreddend te kunnen zijn.
- Op de horizontale as is de beschikbare tijd voor levensredding uitgezet. Naarmate de levensbedreiging ernstiger is, wordt de beschikbare tijd voor levensredding korter. Links op deze as (asafsneede) is het moment van blootstelling aangeduid. Na een zekere gewaarwordingstijd (in figuur 2 aangeduid als 'aanloop') beginnen de processen van levensredding. Hiermee wordt aangeduid dat het enige tijd duurt voordat mensen gewaarworden dat zij moeten vluchten of schuilen en voordat hulpverleners ter plaatse zijn (in figuur 2 aangeduid als 'alarm' op het punt 'o')

Deze verkenning is gericht op de groep waarvoor levensredding nodig en mogelijk is (groep B). Het tijdvenster voor levensredding is beperkt (in het Engels *window of opportunity*). De mogelijkheden voor levensredding kunnen worden vergroot door het tijdvenster te vergroten. Hieraan kunnen bronbestrijding en effectgerichte maatregelen, ruimtelijk beleid en de lokale condities voor incidentbestrijding, zelfredding en slachtofferhulpverlening bijdragen. Ook kunnen voorbereidingen in de zin van planvorming, informatiemanagement en opleiding, training en oefening daaraan bijdragen.



Figuur 2. Tijdvenster voor levensredding.

Kwetsbare groepen

Voor kwetsbare groepen gelden aanvullende overwegingen. Er worden twee typen kwetsbare groepen onderscheiden: verminderd belastbare groepen en verminderd zelfredzame groepen.

Verminderd belastbare groepen zijn verhoogd gevoelig voor blootstellingen en komen als gevolg daarvan relatief snel in levensgevaar. Eenzelfde blootstelling veroorzaakt ernstiger letsel dan bij normaal gevoelige groepen het geval is. Zij bevinden zich als gevolg daarvan relatief snel linksboven op de curve in figuur 2. Dit beperkt de beschikbare tijd voor levensredding.

Verminderd zelfredzame groepen kunnen minder snel of minder goed reageren op de situatie, met een toename van de benodigde tijd voor zelfredding tot gevolg. De benodigde tijd voor zelfredding voor deze groepen overschrijdt eerder de daarvoor beschikbare tijd dan voor normaal zelfredzame groepen. De benodigde tijd is niet aangegeven in de figuur, maar wordt in de volgende paragraaf besproken.

Beschikbare en benodigde tijd

Zolang de beschikbare tijd de benodigde tijd overstijgt, is levensredding in beginsel mogelijk. Voor zelfredding is het gebruikelijk om daarbij een zekere veiligheidsmarge aan te houden⁴⁷. Een dergelijke benadering valt ook te overwegen voor rampenbestrijding en crisisbeheersing.

Voor zelfredding is het mogelijk en gebruikelijk om de factor tijd mee te nemen in de beoordeling. Voor de geneeskundige hulpverlening daarentegen kan slechts worden beoordeeld in hoeverre de normtijden ('gouden uur' respectievelijk 'Friedreichse tijd', zie ook pagina 18) worden gehaald ⁴⁸.

Specificatie naar zelfredding en hulpverlening

Zelfredding is vaak een kwestie van seconden of minuten en vindt plaats terwijl het incident zich ontwikkelt, terwijl de geneeskundige hulpverlening zich over meerdere uren kan uitstrekken en plaatsvindt in een fase dat het incident al volledig tot ontwikkeling is gekomen. De generieke presentatie in figuur 2 is apart uitgewerkt voor zelfredding en geneeskundige hulpverlening in figuur 3A en 3B.

In figuur 3A is op de verticale as de mate van levensbedreiging vertaald in de mate van vluchthinder⁴⁹. Het vluchtproces kan uit twee fasen bestaan: ongehinderd en

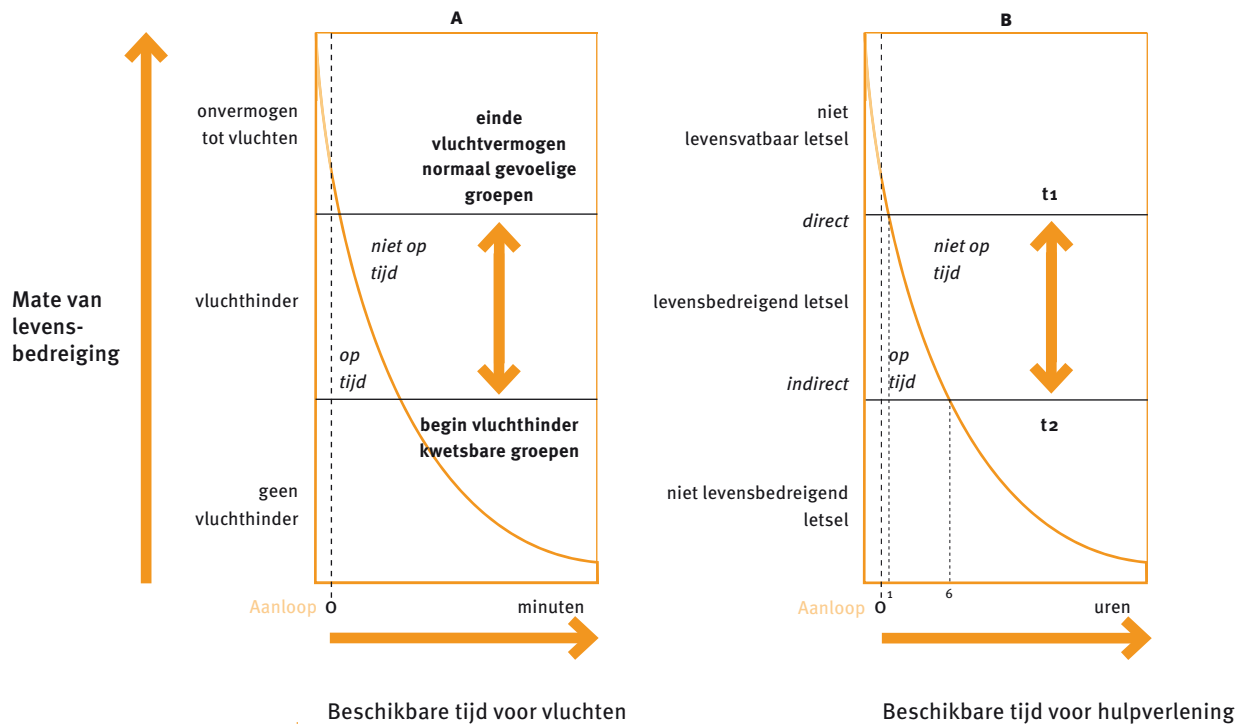
⁴⁷ In formulevorm: $A_{set} > Re_{set} \times f$. Legenda: A: Available, Re: Required, set: *safe egress time*, f: onzekerheidsfactor en/of factor voor de intraspecies variabiliteit (dat wil zeggen: factor voor de doorvertaling van de gemiddeld gevoelige mens naar de verhoogd gevoelige mens). Zie a. ISO/TS 13571, 2002: *Life threatening components of fire; guidelines for the estimation of time available for escape using fire data*, b. NFPA 130, 2007 ed.: *Standard for fixed guideway transit and passenger rail systems*, c. ISO 13387 (voor ontwerpen van stations) en d. NFPA 101: *Life safety code* (voor ontwerpen van gebouwen in zijn algemeenheid).

⁴⁸ In formulevorm: $A_{t1, t2} > Re_{t1, t2} \times f$. Legenda: A: Available, Re: Required, t1: normtijd voor triageklasse 1, t2: normtijd voor triageklasse 2 (zie bladzijde 18). Deze rekenregel wordt wel aangeduid als *gap analysis*. Zie bijvoorbeeld *Public health response to biological and chemical weapons*. Geneva, WHO, 2004.

⁴⁹ Het vluchtvermogen is een functie van de vermogens om de gevaarsituatie gewaar te

gehinderd vluchten. Het traject van vluchthinder kan worden gekarakteriseerd door de punten met beginnende vluchthinder voor kwetsbare groepen en onvermogen tot vluchten voor normaal gevoelige groepen. Het tijdvenster voor zelfredding wordt daarnaast bepaald door de gewaarwordingstijd (*wake up* fase, alarmeringstijd, in figuur 3A aangeduid met 'aanloop') en het vluchtvermogen (te voet). Het is op dit moment nog niet mogelijk het traject van vluchthinder integraal te beschrijven, al is er wel een eerste verkenning gepubliceerd⁵⁰.

Het tijdvenster voor spoedeisende geneeskundige hulpverlening heeft betrekking op slachtoffers in triageklasse 1 en triageklasse 2. De internationaal gebruikelijke tijden voor levensredding van deze groepen letselslachtoffers (1 uur respectievelijk 6 uur, zie ook pagina 18) zijn in figuur 3B aangegeven. In hoeverre die tijden in de praktijk worden gehaald, wordt bepaald door de alarmeringstijd (in figuur 3B aangeduid met het cijfer 0), het tijdig beschikbaar komen van de benodigde hulpverleningscapaciteit en de mogelijkheden om de beschikbare capaciteit effectief in te zetten.



Figuur 3. Tijdvenster in minuten voor A. vluchten (te voet) respectievelijk in uren voor B. spoedeisende geneeskundige hulpverlening.

worden en op waarde te schatten, om te zetten in gerichte actie en deze voldoende snel en adequaat uit te voeren en vol te houden. Zie bijvoorbeeld Torn, P. van der, K. Pelsser, B.A. van der Horn en J. Hofman. *Uitgangelijkheid van wegtunnels voor mensen met een functiebeperking*, RWS/STV, 2005 (zie: http://www.rijkswaterstaat.nl/images/Onderzoeksrapport%20Uitgangelijkheid%20van%20wegtunnels%20voor%20mensen%20met%20een%20functiebeperking_tcm174-270393.pdf)

⁵⁰ Purser heeft voor één stof (zoutzuur) een eerste aanzet gegeven voor de relatie tussen de belastingsgraad en de loopsnelheid. Zie Purser, D.A. *Toxicity assessment of combustion products*, Ch. 2.6 p. 2-168, in *SFPE Handbook of Fire protection Engineering*. NFPA, 3rd ed. 2002.

BIJLAGE 3 • ONTWIKKELING VAN GETALSCRITERIA

Er is een beperkt aantal criteria gekozen om vluchthinder⁵¹ en acute hulpbehoefte⁵² te karakteriseren. In deze bijlage wordt ingegaan op de vraag hoe aan deze criteria getalswaarden kunnen worden toegekend voor specifieke gevaarlijke effecten en stoffen. Daarbij wordt alleen ingegaan op de letseleffecten van gevaarlijke stoffen op de mens en niet op schade-effecten op gebouwen (zie tabel 2).

Soort gevaarlijke stof	Soorten letsel ⁵³
<i>Brandbaar</i>	<ul style="list-style-type: none">• visusbeperking (zichtbeperking door de rookdichtheid is uiteraard geen vorm van letsel, maar is volledigheidshalve toegevoegd)• thermisch letsel:<ul style="list-style-type: none">- huidverbranding door direct vlamcontact, stralingswarmte (direct en indirect) en convectiewarmte (luchttemperatuur)- verbranding hogere luchtwegen door inademing van hete lucht en rook• toxisch letsel door de gas-, damp- en deeltjesvormige verbrandingsproducten
<i>Explosief</i>	<ul style="list-style-type: none">• atmosferisch letsel (van de holle organen) door de drukgolf• stomp mechanisch letsel en compressieletsel door rondvliegende brokstukken (projectielwerking) en instorting• scherp mechanisch letsel door rondvliegende (glas) scherven (scherfwerking)
<i>Toxisch</i>	<ul style="list-style-type: none">• locale (zenuw)prickelingseffecten en etsing van de huid en slijmvliezen (ogen en luchtwegen)• longoedeem (ARDS)⁵⁴ door locale ontstekingsreacties• systemisch letsel (bij opname in het lichaam) met een effect op vitale functies⁵⁵

Tabel 2. Soorten gevaarlijke stoffen en de bijbehorende soorten fysiek letsel waarvoor criteria nodig zijn⁵⁶.

Er zijn twee vertaalslagen nodig:

- van algemene gevarenniveaus (*detectability, discomfort, disability, death*) naar specifieke letselmaatstaven (zie tabel 2)
- van specifieke letselmaatstaven naar blootstellingscriteria (zie figuur 4)

Van algemene gevarenniveaus naar specifieke letselmaten

Gevaarlijke stoffen veroorzaken vaak meerdere soorten letsel tegelijk. Tolueen is bijvoorbeeld brandgevaarlijk, maar heeft ook prikkelingseffecten en werkt versuf-

⁵¹ Gewaarwordingstijd, begin vluchthinder kwetsbare groepen, einde vluchtvermogen normaal gevoelige groepen.

⁵² Alarmeringstijd, triageklasse 2 en triageklasse 1.

⁵³ Ale, B.J.M en P. van der Torn. *Definitiestudie letseltypering in het kader van gewondenspreiding*. NIBRA (inmiddels: NIFV), 2005.

⁵⁴ ARDS: *Acute Respiratory Distress Syndrome*.

⁵⁵ Walter F.G. et al. *Advanced HazMat Life Support (AHL5)*. University of Arizona Emergency Medicine Research Center and American Academy of Clinical Toxicology, 3rd ed., 2003.

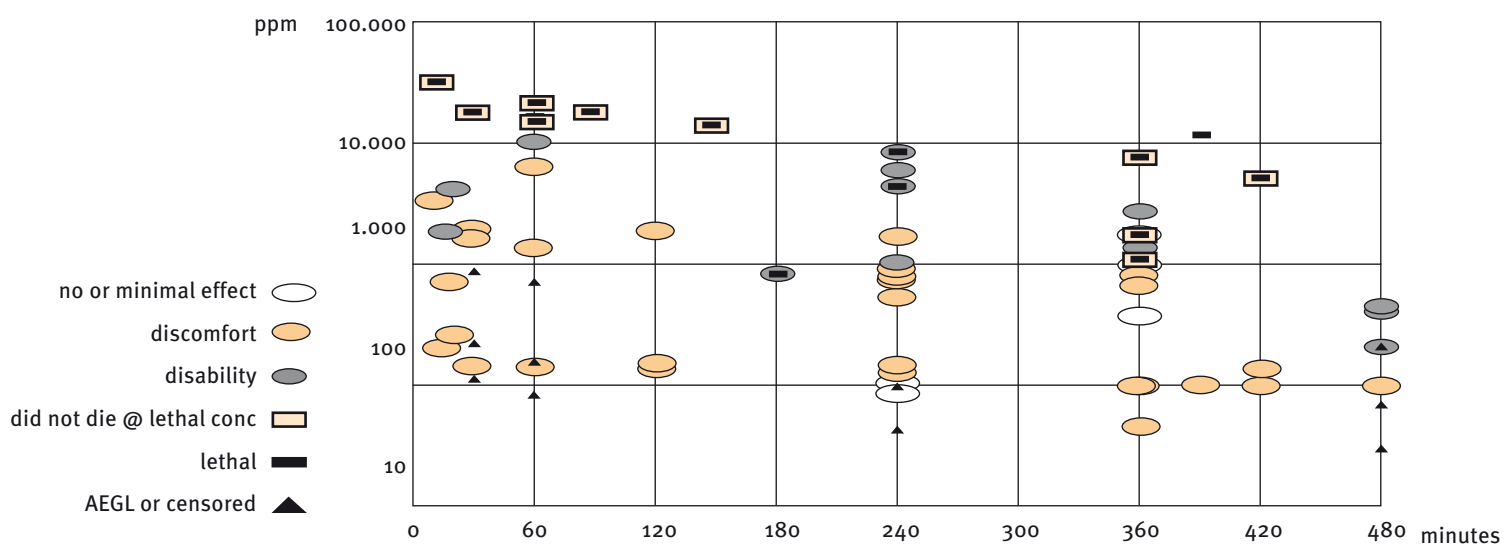
⁵⁶ De psychische effecten en de gedragscomponent blijven hier buiten beschouwing.

fend. Bovendien doen zich vaak gradaties in letselernst en omvang voor. Afhankelijk van de blootstelling wordt de ademhaling bijvoorbeeld licht of ernstig belemmerd. Daarom moet er eerst worden bepaald welke mate van ademhalingsbelemmering past bij de letselmaatstaf in kwestie, bijvoorbeeld 'beginnende vluchthinder'.

Van letselmaten naar blootstellingscriteria

Vervolgens moet worden nagegaan welk blootstellingsniveau bij een bepaalde letselmaatstaf hoort. Daar kunnen meerdere ronden (iteratieslagen) voor nodig zijn, indien er geen geschikte blootstellinggegevens voor de letselmaat in kwestie beschikbaar zijn. Het kan dan nodig zijn om blootstellingcriteria door extrapolatie of interpolatie vanuit de wel beschikbare gegevens af te leiden⁵⁷.

In figuur 4 is een voorbeeld opgenomen van de toxiciteit van toluene. Op de verticale as is de blootstellingconcentratie aangegeven en op de horizontale as de duur van blootstelling. De beschikbare gegevens zijn vertaald naar de vier gevarenniveaus (vergelijk legenda van figuur 4 met de vier gevarenniveaus in Hoofdstuk 3).



Figuur 4. Beschikbare gegevens voor de toxiciteit van toluene⁵⁸.

Ter illustratie van het beoordelingsproces wordt het voorbeeld van vluchthinder door oogprikkeling bij blootstelling aan irriterende stoffen toegelicht⁵⁹. Beginnende vluchthinder en onvermogen tot vluchten moeten daarbij worden toegespitst op de

⁵⁷ Bij voorkeur worden een verwachtingswaarde en een karakteristieke waarde bepaald, maar de gegevensbasis is over het algemeen te beperkt om statistische maatstaven te gebruiken.

⁵⁸ AEGL-committee: *Standing operating procedures for developing AEGLs*. NAS/NRC, 2007, p. 137.

⁵⁹ Mogelijke schadelijke effecten van irriterende stoffen zijn oogprikkeling, luchtwegprikkeling en longoedeem. Voor het vluchtvermogen zijn alleen oog- en luchtwegprikkeling van belang. Acut longoedeem treedt op bij zeer hoge doses, waarbij levensredding in de praktijk niet meer mogelijk is. Bij lagere blootstelling kan longoedeem na verloop van tijd ontstaan (tot enkele uren). Dit is niet van invloed op het vluchtproces, maar wel van belang voor de triage. Zie bijvoorbeeld Purser, D.A. *Hazards from smoke and irritants*, p. 117 in Stec, S. and R. Hull. *Fire toxicity*. Oxford, Woodhead Publ., 2010.

specifieke effecten van irriterende stoffen op de ogen. In volgorde van oplopende ernst kunnen de volgende effecten worden gezien:

- eventueel geurwaarneming (stofafhankelijk)
- tranen van de ogen (lacrimatie) geeft wazig zicht, maar het is onduidelijk bij welke dikte van de traanfilm dit tot vluchthinder leidt
- zwelling van het oogslimvlies (conjunctivitis) vertroebelt in ernstiger mate het zicht
- zwelling van de oogleden vermindert het gezichtsveld en kan tot ernstige vluchthinder leiden
- reflexmatig dichtknijpen van de ogen door pijn (blefarospasme⁶⁰), veroorzaakt (tijdelijk) onvermogen tot vluchten

Samengevat begint vluchthinder bij lacrimatie en houdt het vluchtvermogen op bij blefarospasme. Lacrimatie en blefarospasme zijn in dit voorbeeld de kritische effecten waarvoor blootstellingwaarden moeten worden bepaald. De hier gehanteerde systematiek komt overeen met die voor het afleiden van interventiewaarden.

Beschikbare getalswaarden

Levensredding

Het RIVM en TNO hebben de beschikbaarheid van geschikte getalswaarden op verzoek van de AGS onderzocht. Hieruit komt het volgende naar voren.

Voor explosieve effecten kan worden aangesloten op het onderzoeksprogramma 'Personele veiligheid' van de Ministeries van Defensie en Sociale Zaken en Werkgelegenheid. TNO heeft onderzocht in hoeverre de resultaten bruikbaar zijn in dit verband⁶¹. Het blijkt dat de resultaten goed passen bij acute hulpbehoeften, maar wat minder goed aansluiten bij het vluchtvermogen. TNO acht een eerste orde benadering voor beide typen letselcriteria op afzienbare termijn haalbaar (rond 1 jaar) en adviseert daarvoor het scoringsysteem van de *Abbreviated Injury Score* (AIS) te gebruiken.

Voor toxische stoffen en effecten is het mogelijk om aan te sluiten bij bestaande stoflijsten. De herziene⁶² Nederlandse Interventiewaardenlijst komt het meest in aanmerking. Het RIVM heeft onderzocht in hoeverre de interventiewaarden⁶³ geschikt zijn om het vluchtvermogen en de acute hulpbehoefte bij blootstelling aan toxische stoffen te kwantificeren⁶⁴. Hieruit komt naar voren dat de interventiewaarden goed passen bij het vluchtvermogen, maar minder goed aansluiten op de

⁶⁰ Dit is een effect waarop het lichaam zich na enkele minuten kan instellen, waardoor het vluchtvermogen zich enigermate kan herstellen.

⁶¹ Horst, M.J. van der en E.K. Verolme. *Haalbaarheidsstudie naar de bepaling van subletaal letsel door ontplofbare en brandbare stoffen*. TNO-DV 2008 C430, 2008.

⁶² De lijst wordt herzien naar aanleiding van een Gezondheidsraad advies: *De waarde van interventiewaarden; onderbouwing en toepassing van interventiewaarden voor beslissingen bij calamiteiten met gevaarlijke stoffen*. Den Haag, Advies nr. 2007/16, 2007.

⁶³ De AEGM-methodologie wordt grotendeels (maar niet integraal) overgenomen. Voor iedere stof worden Nederlandse Interventiewaarden afgeleid en beoordeeld door een Toetsgroep van deskundigen. De waarden kunnen gelijk zijn aan AEGM-waarden maar dat geldt niet per definitie.

⁶⁴ Raaij, M.J.M. et al. *Een werkwijze voor slachtofferberekeningen voor incidenten met toxische stoffen; verkenning voor gebruik in de preventieve fase*. RIVM-rapport 609035001/2007.

acute hulpbehoeften. Voor de 'acute hulpbehoefte' bieden de getalswaarden van de Toxicologische Informatie- en Kennisbank (TIK) een goede basis. Afstemming van de interventiewaarden en de waarden van de TIK-bank is in dat verband aangewezen. Het RIVM acht een eerste orde benadering voor beide typen letselcriteria op afzienbare termijn haalbaar (1 jaar).⁶⁵

Voor brandbare stoffen is niet een externe verkenning uitgezet, maar wordt ondergaand een kort résumé gegeven.

In de literatuur over brand zijn vooral getalswaarden en modellen gegeven met betrekking tot 'onvermogen tot vluchten', oftewel op 'death' niveau⁶⁶. 'Onvermogen tot vluchten' wordt gekwantificeerd met behulp van *tenability limits* (leefbaarheidsgrenzen)⁶⁷. *Tenability limits* zijn met name beschikbaar voor thermische effecten, maar er zijn ook waarden beschikbaar voor (een aantal) toxische gassen en dampen⁶⁸, echter niet voor inhaleerbare vaste stoffen of voor explosieve stoffen en effecten. In formele standaarden en richtlijnen worden verschillende getalswaarden voor de *tenability limits* aangehouden⁶⁹. Formele afleidingen van de getalswaarden ontbreken. Onderzoekers stellen veelal hun eigen grenzen, met als gevolg dat er verschillende getalswaarden van onduidelijke status in omloop zijn. Als oplossing is wel voorgesteld om de *tenability limits* niet deterministisch als een grenswaarde maar probabilistisch als een kwetsbaarheidsverdeling over de bevolking te bepalen⁷⁰. De Adviesraad ondersteunt dit voorstel (zie pagina 17).

De *tenability limits* voor toxische stoffen zijn niet afgestemd op de interventiewaarden gevaarlijke stoffen, al zijn daar wel voorstellen toe gedaan⁷¹. Voor toxische (en explosieve) stoffen zijn interventiewaarden ontwikkeld voor ondermeer zelfredding. Deze waarden bieden een geschikte – brede – basis voor beoordeling van de

65 De AEGL-2 en 3 zijn bepaald op de ondergrens (zie pagina 15). Voor de modellering van het vluchtproces en de hulpverlening zijn mede waarden uit het middengebied aangewezen. De AEGL-waarden moeten derhalve worden geschaald. Het RIVM adviseert om schaalfactoren per soort letsel (toxicologisch eindpunt) te bepalen. In de interventiewaardenlijst staat slechts een beperkt aantal schadelijke effecten. Bij de alarmeringsgrenswaarde (komt overeen met *disability* (AEGL-2)) zijn genoemd: algemene malaise, irritatie en schade ogen, irritatie luchtwegen en bronchoconstrictie bij astmatici, longschade, hersendemping, centrale of perifere neurotoxiciteit, harttoxiciteit, aritmie en sensibilisatie, hemolyse en methemoglobinemie, chemische asfyxie, reprotoxiciteit/teratogeniteit en fertiliteitseffecten, niereffecten, levertoxiciteit.

66 In PGS 1 worden voor stralingshitte ook getalsmatige relaties gegeven voor minder ernstige verbrandingen (van de huid, dus alleen voor buitensituaties). Er is een vertaalslag nodig naar zelfredding en hulpverlening.

67 Deze worden overigens pas de laatste jaren geïnterpreteerd als 'maximum blootstelling' waarden waarbij nog juist geen 'onvermogen tot vluchten' optreedt. Voorheen werden geen concrete definities gegeven.

68 Er zijn wel waarden voor een aantal gassen en dampen, maar niet voor partikels van stoffen. Zie Purser, D.A. *Toxicity assessment of combustion products. Ch. 2.6 p. 2-168, in SFPE Handbook of Fire protection Engineering*. NFPA, 3rd ed., 2002.

69 Milke, J.A. et al. *Tenability analysis in performance-based design*. FPE.magazine, 4th quarter 2005.

70 Mowrer, F.W., V. Brannigan and D.A. Purser. *A probabilistic approach to tenability criteria, in: Proceedings of 4th International Conference on performance-Based codes and Fire Safety Design Methods*. Melbourne (Australia) 20/22 march, 2002, pp. 174-178.

71 Ook Purser baseert zich (inmiddels) in belangrijke mate op de ERPG's en AEGL's. Zie bijvoorbeeld Purser, D.A. *Setting tenability limits for irritants*, pp. 108-117, in *Stec, A. and R. Hull. Fire toxicity*. Oxford, Woodhead Publ., 2010; Purser, D.A. *Physiological effects of combustion products and fire hazard assessment, Europacable seminar 'Safety during fire'*. Brussels, 6th may, 2009.

zelfredding, niet alleen voor *death* maar voor de drie relevante gevarenniveaus: *detectability* (LOA, zie hoofdstuk en voetnoot 19), *disability* (alarmeringsgrenswaarde) en *death* (levensbedreigende waarde). De Adviesraad geeft de voorkeur aan de interventiewaarden en getalswaarden van de TIK-bank (NVIC) boven *tenability limits* als uitgangspunt om de toxische effecten van rook te kwantificeren (zie pagina 17).

Met name bij brand is er sprake van blootstelling aan een mengsel van toxische stoffen en een mix van verschillende gevaren (zicht, hittestraling, luchttemperatuur, toxische stoffen, zuurstofgebrek). Er zijn combinatieregels van *tenability criteria* opgesteld om de gevaarzetting van alle factoren tezamen te beoordelen, eerst door Purser in het Verenigd Koninkrijk⁷² en later in de Verenigde Staten door de *Federal Aviation Authority*⁷³, het *National Institute for Standards and Technology*^{74 75} en Stuhmiller *et al.*⁷⁶. De rekenregels van Purser zijn opgenomen in (*performance based*) nationale⁷⁷ en internationale richtlijnen voor de bouw⁷⁸. Hierop is van diverse kanten wel kritiek geuit⁷⁹. Er zijn meer geavanceerde rekenregels (computermodel TGAS v 2.0) voorgesteld (met name door Stuhmiller *et al.*), maar dit heeft niet geleid tot aanpassing van de richtlijnen. Een evaluatie van de rekenregels is naar mening van de Adviesraad aangewezen.

Blijvend letsel en risico's op de lange termijn

In relatie tot de herstelfase heeft het RIVM op verzoek van de AGS een eerste verkenning uitgevoerd naar de bruikbaarheid van de maatstaf voor resterende levenskwaliteit en levensjaren: *disability-adjusted life years* (DALY)⁸⁰. Om een DALY-score te kunnen berekenen zijn veel gegevens nodig, die voor rampen slechts ten dele bekend zijn. Uit de verkenning van het RIVM kwam naar voren dat er teveel aannamen nodig zijn om een betrouwbaar beeld te kunnen schetsen van concrete rampen of specifieke scenario's. Wel lijkt het mogelijk om de impactprofielen van verschillende

72 Purser D.A. *Toxicity assessment of combustion products*, pp. 200 – 244, in SFPE *handbook of fire protection engineering*, eds. P. J. DiNenno, C. L. Beyler, R. L. P. Custer, W. D. Walton, and J. M. J. Watts, 1988.

73 Speitel, L.C. *Toxicity assessment of combustion gases and development of a survival model*. U.S. Department of Transportation, FAA, Atlantic City International Airport, NJ. DOT/FAA/AR-95/5, 1995.

74 Levin, B.C. *New research avenues in toxicology: 7-Gas N-Gas Model, toxicant suppressants and genetic toxicology*. *Toxicology* 1996, 115: 89 – 106.

75 Levin, B. C. *New approaches to toxicity: A seven-gas predictive model and toxicant suppressants*. *Drug Chem. Toxicol.* 1997; 20 (4): 271 – 280.

76 Stuhmiller J.H., D.W. Long and L.M. Stuhmiller. *An internal dose model for incapacitation and lethality risk from inhalation of fire gases*. *Inhalation Toxicology* 2006; 18: 347 – 364.

77 *Code of practice for assessment of hazard to life and health from fire. Guidance on methods for the quantification of hazards to life and health and estimation of time to incapacitation and death in fires*. BS 7899-2:1999, 1999.

78 ISO 13571. *Life-threatening components of fire. Guidelines for the estimation of time available for escape using fire data*. Geneva, International Organization for Standardization, 2007.

79 Hirschler M.M. *Critique of ISO-TS 13571-2002*. Mill Valley (CA), GBH International, for The Alliance for the Polyurethanes Industry (API), 2005.

http://www.polyurethane.org/s_api/bin.asp?CID=936&DID=3680&DOC=FILE.PDF

80 *DALY-systematiek*, Hoofdstuk 5, pp. 42 – 46, in: Raaij, M.J.M. et al: *Een werkwijze voor slachtofferberekeningen voor incidenten met toxische stoffen; verkenning voor gebruik in de preventieve fase*. RIVM-rapport 609035001/2007.

incidenttypen met elkaar te vergelijken, bijvoorbeeld van een ramp met veel brandwonden zoals te Volendam, met een explosie waarbij een buurt wordt weggevaagd zoals te Enschede. Voor specifieke scenario's is inmiddels een *total impact*-maatlat ontwikkeld in het Programma nationale veiligheid⁸¹. Deze maatlat biedt betere aangrijpingspunten dan de DALY om de maatschappelijke impact te beoordelen.

⁸¹ *Werken met scenario's; risicobeoordeling en capaciteiten in de strategie nationale veiligheid*. Ministerie van BZK, 2009.

● **SAMENSTELLING RAADSWERK GROEP EN KLANKBORD GROEP**

Raadswerkgroep

P. van der Torn, arts, D. Env. (voorzitter)

Prof. dr ir H.J. Pasman

Prof. dr A.J. van der Wal

Klankbordgroep

Ir P.M.J. Bos, Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu

Dr ir M.J. van der Horst, TNO Rijswijk

Dr J. Post, Nederlands Instituut voor Fysieke Veiligheid

I. de Vries, internist, toxicoloog, Nationaal Vergiftigingen Informatie Centrum

● **COLOFON** ● ISBN/EAN: 978-90-77710-20-3

Tekst: © Adviesraad Gevaarlijke Stoffen. Den Haag, 2012.

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

Ontwerp: Taluut, Utrecht

Adviesraad Gevaarlijke Stoffen

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