

# Beoordelings- en selectiemethodiek technische en organisatorische maatregelen ter ondersteuning van zelfredzaamheid

Nancy Oberijé

*In het kader van een onderzoek naar maatregelen die de zelfredzaamheid kunnen ondersteunen bij ongevallen met gevaarlijke stoffen, is een beoordelings- en selectiemethodiek opgesteld. Beschouwd zijn maatregelen die zelfredzaam gedrag mogelijk maken, doordat zij ingrijpen op de fysieke omgeving van personen. Niet beschouwd zijn maatregelen die tot doel hebben het gedrag van personen te beïnvloeden. De methodiek bestaat uit de volgende stappen:*

- *beschrijven van het scenario;*
- *het bepalen van de zelfredzame strategieën (op basis van het gekozen scenario);*
- *inventariseren van voor het scenario en de zelfredzame strategie relevante maatregelen;*
- *beoordelen van geïnventariseerde maatregelen;*
- *selecteren van zelfredzaamheid bevorderende maatregelen.*

*De methodiek is in dit artikel toegepast voor het scenario 'ammoniaklekkage'. De methodiek is ook toepasbaar voor andere scenario's.*

## 1 Inleiding

### 1.1 Aanleiding

In opdracht van de Regionale Brandweer Gelderland-Zuid, Veiligheidsregio Noord- en Oost-Gelderland en de Hulpverleningsdienst Gelderland-Midden heeft het Nibra een onderzoek uitgevoerd naar maatregelen die de zelfredzaamheid van personen bij ongevallen met gevaarlijke stoffen kunnen bevorderen. Aanleiding voor het onderzoek waren het Besluit externe veiligheid inrichtingen (Bevi) en de circulaire Risiconormering vervoer gevaarlijke stoffen (RNVGS). Beide zijn in 2004 verschenen.

In het Bevi en de circulaire RNVGS<sup>1</sup> zijn risiconormen opgenomen, die toegepast moeten worden bij besluiten over inrichtingen (bedrijven) met gevaarlijke stoffen of routes waarover gevaarlijke stoffen worden getransporteerd. Daarnaast is in het Besluit en de circulaire vastgelegd dat de regionale brandweer in de

1 De circulaire RNVGS geldt 'als interimbeleid voor de wettelijke verankering van de risiconormen voor het vervoer van gevaarlijke stoffen'. De circulaire is gebaseerd op de nota RNVGS (TK 1995/1996), maar als het gaat om de uitwerking en toepassing van de risiconormen is zoveel mogelijk aangesloten bij het Besluit externe veiligheid inrichtingen.

gelegenheid moet worden gesteld om te adviseren<sup>2</sup> over de mogelijkheden voor de rampenbestrijding en de mogelijkheden voor personen om zichzelf bij een ongeval met gevaarlijke stoffen in veiligheid te brengen. Dit laatste wordt ook wel aangeduid als de mogelijkheden voor zelfredzaamheid. De brandweer heeft echter nog geen inzicht in wat zelfredzaamheid is, en op welke wijze de zelfredzaamheid kan worden bevorderd.

In *Zelfredzaamheid en fysieke veiligheid van burgers, Verkenningen* (Van den Brand e.a. 2005) worden verschillende definities van zelfredzaamheid besproken. Duidelijk is dat bij zelfredzaamheid in hoofdzaak twee factoren een rol spelen: de competenties van een bepaald persoon (fysieke en geestelijke eigenschappen) en de mogelijkheid die de omgeving biedt om deze competenties tot uitdrukking te laten komen. Onder omgeving wordt dan de fysieke en sociale omgeving van een persoon verstaan. Hierbij wordt de fysieke omgeving beïnvloed door het incident dat in deze omgeving plaatsvindt. In het onderzoek dat is uitgevoerd, is alleen de fysieke omgeving beschouwd en de mogelijkheid om maatregelen aan die omgeving te treffen. Voor het onderzoek is het uitgangspunt gehanteerd, dat burgers rationeel denkende wezens zijn, die onder crisissomstandigheden niet in paniek raken (Ruitenbergh & Helsloot 2004).

## 1.2 Uitgevoerd onderzoek

Het doel van het onderzoek was om inzicht te krijgen in:

- de mogelijke fysieke en organisatorische maatregelen die de zelfredzaamheid van personen in de omgeving van risico-objecten kunnen bevorderen;
- de (relatieve) effectiviteit van deze maatregelen;
- de mogelijkheid deze maatregelen juridisch te borgen.

Om inzicht te krijgen in de mogelijke fysieke en organisatorische maatregelen die zelfredzaamheid bevorderen zijn allereerst scenario's beschreven, waarvoor de mogelijke maatregelen ter bevordering van de zelfredzaamheid worden bepaald.

Middels een literatuurstudie van Nederlandse literatuur en literatuur uit de Verenigde Staten, Australië en West-Europa is vervolgens voor de verschillende scenario's gezocht naar maatregelen, die de fysieke en schade-effecten van deze scenario's kunnen verminderen. De maatregelen zijn aangevuld met ideeën van externe deskundigen via een Group Decision Room (GDR) sessie van vijftien personen met een verschillende achtergrond en een schriftelijke enquête. Voor deelname aan de GDR-sessie zijn personen geselecteerd met expertise op de vakgebieden geneeskunde, milieukunde/externe veiligheid, bouwkunde, ruimtelijke ordening, veiligheidskunde, brandweer en politie. De verschillende vakgebieden waren hierbij evenredig vertegenwoordigd.

2 In het huidige Bevi is deze adviserende taak formeel gezien (nog) neergelegd bij het bevoegd gezag op grond van de Wet milieubeheer. Dit moet worden beschouwd als een omissie en zal in een volgende versie van het Bevi worden gerepareerd (VROM 2004).

Na de hierboven beschreven inventarisatie van de mogelijke maatregelen is in de GDR-sessie aangegeven welke mogelijke belemmeringen bij de betreffende maatregelen kunnen optreden. Vervolgens zijn de maatregelen door de deelnemers aan de GDR-sessie ten opzichte van elkaar beoordeeld op (relatieve) effectiviteit en zijn per scenario de vijf meest effectieve maatregelen geselecteerd. Hierbij bestond een grote mate van consensus over de effectiviteit van maatregelen.

Op basis van de beoordeling en selectie van maatregelen in de GDR-sessie en de tijdens het literatuuronderzoek opgedane kennis (zie paragraaf 3), is een beoordelings- en selectiemethodiek tot stand gekomen. Met behulp van deze methodiek zijn de geïnventariseerde maatregelen voor alle beschreven scenario's beoordeeld en zijn uiteindelijk de effectieve maatregelen per scenario geselecteerd. Deze methodiek wordt in paragraaf 3 van dit artikel beschreven en in paragraaf 4 toegepast op een specifiek scenario. Alvorens deze methodiek te beschrijven, worden in paragraaf 2 eerst de gehanteerde uitgangspunten bij de methodiek beschreven.

## 2 Uitgangspunten bij de methodiek

In augustus 2004 is de conceptversie van de Handreiking Verantwoordingsplicht Groepsrisico (Handreiking Groepsrisico) verschenen. Deze Handreiking is door het ministerie van VROM uitgegeven ter ondersteuning van het bevoegd gezag bij de verantwoording van het groepsrisico op grond van het Besluit externe veiligheid inrichtingen. Bij het opstellen van de methodiek is dan ook zo veel mogelijk aansluiting gezocht bij het gestelde in de Handreiking Groepsrisico. In paragraaf 2.1 wordt daarom kort beschreven hoe het begrip zelfredzaamheid in de Handreiking Groepsrisico is gedefinieerd en uitgewerkt. In de paragrafen 2.2 tot en met 2.5 worden de kernbegrippen van de methodiek beschreven en is per begrip de relatie met de Handreiking Groepsrisico gelegd.

### 2.1 Zelfredzaamheid in de Handreiking Groepsrisico

#### *Definitie zelfredzaamheid*

Zelfredzaamheid wordt in de Handreiking Groepsrisico (VROM 2004, 45) opgevat als: 'het zichzelf kunnen onttrekken aan een dreigend gevaar, zonder daadwerkelijke hulp van hulpverleningsdiensten. Dit kan door schuilen en, indien nog mogelijk, door vluchten uit het bedreigde gebied.'

#### *Scenariobenadering*

Voor het bepalen van de mogelijkheden voor zelfredzaamheid wordt in de Handreiking Groepsrisico een scenariobenadering gehanteerd. Uitgaande van bepaalde maatgevende scenario's kunnen de mogelijkheden voor zelfredzaamheid in beeld worden gebracht. De volgende vier scenario's worden in de Handreiking Groepsrisico benoemd (naar de aard van de effecten):

- hittebelasting bij brand;
- drukbelasting ten gevolge van een explosie;
- druk- en hittebelasting ten gevolge van een BLEVE;
- toxische belasting ten gevolge van een giftig gas of giftige damp.

#### *Mogelijkheden zelfredzaamheid*

Indien de ontwikkeling van een scenario als een gegeven wordt beschouwd, kan bepaald worden wat onder deze omstandigheden de mogelijkheden voor zelfredzaamheid zijn. Volgens de Handreiking Groepsrisico hangt de effectiviteit van zelfredzaamheid af van twee aspecten:

- urgentie (moeten maatregelen worden overwogen);
- haalbaarheid (is er voldoende tijd, middelen et cetera voor maatregelen).

De urgentie is afhankelijk van de verwachte effecten (kunnen er bij de verwachte ontwikkeling van het scenario slachtoffers vallen). De haalbaarheid wordt uitgedrukt in het verschil tussen de minimale benodigde tijd (gegeven de nodige actie voor schuilen of vluchten) en de beschikbare tijd (gegeven de dreiging/het gevaar). Bij de haalbaarheid moet daarnaast worden betrokken of de aanwezigen kennis hebben van het gedrag dat in die situatie wordt gewenst.

Afhankelijk van de haalbaarheid en de urgentie worden er verschillende situaties beschreven, waarbij er vijf mogelijke maatregelen worden benoemd:

- geen maatregel;
- advies binnenblijven (in het gebied waar met zekerheid geen effect of mogelijk irritatie<sup>3</sup> optreedt);
- alarm binnenblijven (in het gebied waar de tijd die beschikbaar is voor ontruiming te kort is en binnenblijven voldoende bescherming biedt);
- ontruimen/evacuëren (bij voldoende beschikbare tijd voor ontruiming);
- snel ontruimen (bij korte beschikbare tijd voor ontruiming).

#### *Optimaliseringsmogelijkheden*

In de Handreiking Groepsrisico (VROM 2004, 47) is aangegeven, dat naast het effectscenario ook de fysieke eigenschappen van gebouwen en omgeving bepalen of zelfredding optimaal kan plaatsvinden. De Handreiking Groepsrisico noemt hierbij als categorieën van optimaliseringsmogelijkheden:

- functie-indeling (is hoogbouw mogelijk, zijn objecten met minder zelfredzame personen mogelijk);
- infrastructuur (is infrastructuur ingericht op evacuatie);
- bebouwing (vluchtrichting uit gebouw, is luchtdichte afsluiting mogelijk);
- alarmering (hoe snel kan alarmering plaatsvinden).

3 In de Handreiking Groepsrisico wordt het advies binnen blijven genoemd in het gebied waar met zekerheid geen effect of irritatie optreedt. In de hier voorgestelde methodiek worden de gebieden 'dood', 'gewond', 'onveilig' en 'veilig' onderscheiden. Het gebied waar 'geen effect optreedt' uit de Handreiking Groepsrisico komt hierbij overeen met het gebied 'veilig' in deze methodiek. Het gebied waar 'irritatie optreedt' in de Handreiking Groepsrisico komt hierbij overeen met het gebied 'onveilig' in deze methodiek.

## 2.2 Definitie zelfredzaamheid in methodiek

In paragraaf 2.1 is de definitie van zelfredzaamheid uit de Handreiking Groepsrisico genoemd. In het onderzoek dat ten grondslag ligt aan de opgestelde methodiek wordt zelfredzaamheid gedefinieerd als: 'Het vermogen van mensen om op basis van beschikbare informatie een beslissing tot evacuatie of zelfbescherming te nemen en om zonder daadwerkelijke hulp van hulpverleningsdiensten een omgeving of ruimte te bereiken die niet bedreigd wordt door het ongeval of de effecten daarvan.' (Oberijé & Van den Brand 2005)

Deze definitie verschilt van de definitie uit de Handreiking Groepsrisico op twee onderdelen:

- 1 In deze definitie is expliciet 'het vermogen van mensen om op basis van beschikbare informatie een beslissing te nemen' opgenomen. Aan het nemen van een beslissing tot evacuatie of zelfbescherming gaat tijd vooraf voor het waarnemen van signalen, alsmede voor het verwerken en interpreteren van gevaarsinformatie. Deze 'wake up'-tijd of waarschuwingstijd is de eerste stap in het proces van zelfredding (Wiersma & Van der Torn 2003; Van den Brand e.a. 2005, 95-109) en kan kritiek zijn voor overleven, afhankelijk van de duur hiervan. Het is belangrijk om bij het zoeken naar maatregelen die de zelfredzaamheid kunnen bevorderen ook maatregelen te beschouwen die betrekking hebben op deze waarschuwingstijd. Daarom is dit onderdeel toegevoegd aan de definitie.
- 2 Tevens is in deze definitie de mogelijkheid opengelaten tot andere vormen van zelfredzaamheid dan alleen schuilen in of vluchten uit het bedreigde gebied. Door te kiezen voor het vermogen om 'een omgeving of ruimte te bereiken die niet bedreigd wordt door het ongeval of de effecten daarvan' kan bijvoorbeeld ook een strategie als 'dekking zoeken' worden geïdentificeerd.

## 2.3 Scenariobenadering

Net als in de Handreiking Groepsrisico wordt in de opgestelde methodiek gekozen voor een deterministische benadering bij het beoordelen van maatregelen voor zelfredzaamheid. Gegeven de effecten van het beschouwde ongevalscenario wordt gezien in hoeverre het vermogen van mensen om een niet-bedreigde ruimte te bereiken aanwezig is, dan wel bevorderd kan/moet worden door maatregelen. Brongerichte maatregelen worden daarbij buiten beschouwing gelaten; het scenario wordt als een gegeven beschouwd.

De gekozen ongevalsscenario's komen overeen met de genoemde scenario's in de Handreiking Groepsrisico (hittebelasting brand, drukbelasting explosie, druk- en hittebelasting BLEVE, toxische belasting giftig gas of giftige damp).

Hoewel in de Handreiking Groepsrisico is aangegeven, dat het scenario hittebelasting door brand geen druk op de zelfredzaamheid legt, aangezien mensen automatisch de goede kant op vluchten, kunnen er wel fysieke en organisatorische maatregelen worden bedacht die de zelfredzaamheid in dergelijke situaties bevorderen. Ook het scenario hittebelasting kan daarom met behulp van de methodiek uitgewerkt worden.

### *Definitie effectgebied*

Als het gaat om de effectafstanden die bij een bepaald scenario horen (tot waar vallen er slachtoffers), dan zijn er verschillende keuzes te maken. Zo kan alleen het gebied beschouwd worden waar dodelijke slachtoffers vallen of kan ook het gebied waar gewonden vallen worden meegenomen.

In de artikelen 12 en 13 van het Bevi is aangegeven, dat de mogelijkheden voor zelfredzaamheid moeten worden bepaald in het invloedsgebied van de inrichting waarop het besluit betrekking heeft. In het Bevi is een nadere invulling gegeven aan dit invloedsgebied. In algemene zin komt het invloedsgebied overeen met het gebied waar nog 1% van de aanwezigen kan komen te overlijden als gevolg van een ongeval met gevaarlijke stoffen in de desbetreffende inrichting. Bij het beschouwen van maatregelen die de zelfredzaamheid beïnvloeden (en daarmee de beschrijving van het scenario) zou dus aangesloten kunnen worden bij de omschrijving van het invloedsgebied zoals opgenomen in het Bevi. In het Bevi is echter ook gesteld, dat bij de verantwoording van de hoogte van het groepsrisico de mogelijkheden tot voorbereiding van de rampenbestrijding en beperking van de omvang van een zwaar ongeval moeten worden meegenomen. Deze mogelijkheden zijn in het Bevi niet gerelateerd aan het invloedsgebied. Dit is logisch, aangezien vooral het aantal gewonden voor de hulpverleningsdiensten van belang is. Deze kunnen ook nog tot buiten het 1% letaliteitsgebied vallen. Voor de mogelijkheden tot het beperken van de omvang van een zwaar ongeval is het dus ook van belang inzicht te hebben in de mogelijkheden voor zelfredzaamheid tot buiten het invloedsgebied. Als mensen in staat zijn zichzelf in veiligheid te brengen, betekent dit immers dat minder slachtoffers een beroep doen op de hulpverlening.

Bij de definiëring van effectgebieden is er daarom voor gekozen aan te sluiten bij hetgeen gebruikelijk is bij de hulpverleningsdiensten. Op hoofdlijnen komt dit neer op een indeling in vier (urgentie)gebieden:

- dood (sterfte of een levensbedreigende aandoening kan optreden);
- gewond (irreversibele of andere ernstige gezondheidsschade kan optreden);
- onveilig (lichte, snel reversibele gezondheidseffecten zijn mogelijk);
- veilig (geen effecten op de gezondheid).

Met de indeling in deze gebieden wordt in feite de urgentie van het ondernemen van actie zichtbaar gemaakt. De urgentie is het hoogst in het gebied 'dood' en neemt af naarmate men dichterbij het gebied 'veilig' komt. Afhankelijk van de aanwezigheid in één van de genoemde 'urgentiegebieden' en de aard van de effecten van het betreffende scenario, is een bepaalde zelfredzame strategie aan te bevelen en kunnen maatregelen worden geformuleerd die deze strategie ondersteunen.

## **2.4 Zelfredzame strategieën**

Zoals is genoemd in paragraaf 2.1, zijn in de Handreiking Groepsrisico vier 'maatregelen' geformuleerd die afhankelijk van de haalbaarheid en urgentie kunnen worden genomen:

- advies binnenblijven;
- alarm binnenblijven;
- ontruimen/evacueren;
- snel ontruimen.

In de door ons opgestelde methodiek wordt in dit verband gesproken over 'zelfredzame strategieën'. De term 'maatregelen' wordt gereserveerd voor technische en organisatorische voorzieningen (zie paragraaf 2.5).

De zelfredzame strategieën zijn niet benoemd op basis van haalbaarheid (beschikbare tijd) en urgentie, maar beredeneerd vanuit de basisgedachte van het bereiken van een veilige omgeving/veilige ruimte. De strategie 'snel ontruimen' is in de methodiek daarom niet als aparte strategie benoemd.

Aangezien ten behoeve van deze methode zelfredzaamheid gedefinieerd is als de mogelijkheid om een omgeving of ruimte te bereiken die niet bedreigd wordt door het ongeval of de effecten daarvan, zijn er ten opzichte van de in de Handreiking gedefinieerde 'maatregelen' twee extra zelfredzame strategieën te benoemen, namelijk 'schuilplaats binnengaan' en 'dekking zoeken'.

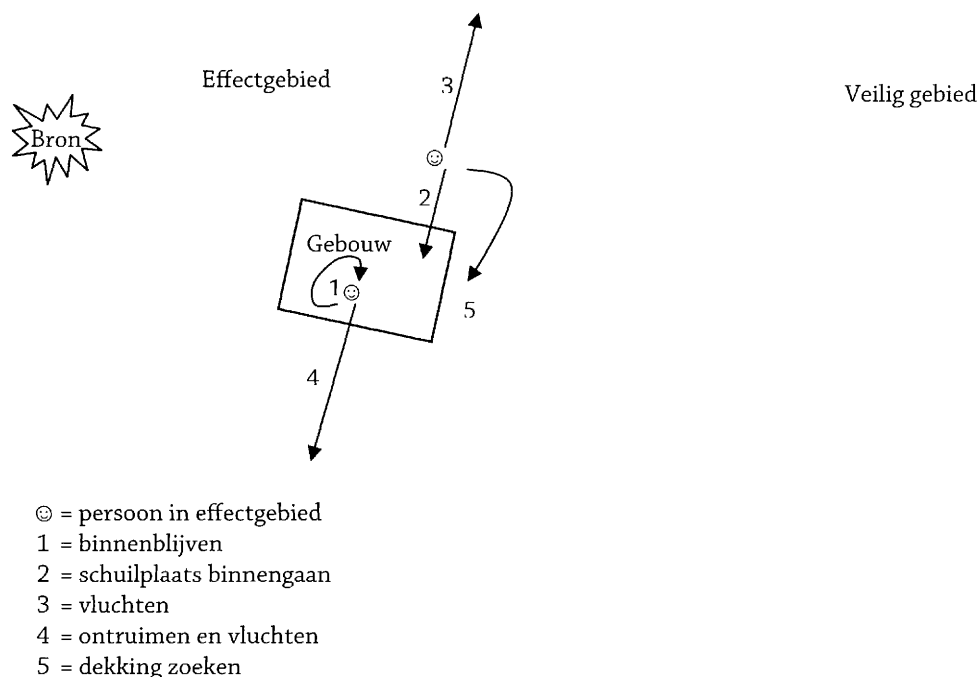
Het onderscheid in de Handreiking Groepsrisico tussen 'advies binnenblijven' en 'alarm binnenblijven' is in het kader van deze methodiek niet relevant. De maatregelen die deze zelfredzame strategie faciliteren zijn gelijk. Deze maatregelen zijn daarom samengevoegd tot de strategie 'binnenblijven'. In de methodiek zijn zodoende de volgende vijf zelfredzame strategieën gedefinieerd:

- 1 binnenblijven: binnen een object in een veilige ruimte verblijven;
- 2 schuilplaats binnengaan: vanuit de buitenlucht naar een veilige ruimte in een object binnen het effectgebied gaan;
- 3 vluchten: van binnen het effectgebied in de buitenlucht naar buiten het effectgebied;
- 4 ontruimen en vluchten: van binnen een object binnen het effectgebied naar buiten het effectgebied;
- 5 dekking zoeken: in de buitenlucht beschutting zoeken (bijvoorbeeld achter een gebouw, in een greppel).

De zelfredzame strategieën zijn schematisch weergegeven in figuur 1.

In figuur 1 is de locatie van het incident weergegeven als de 'bron'. De effecten die tijdens het incident optreden, verspreiden zich in het zogenaamde 'effectgebied'. Zoals in paragraaf 2.3 is aangegeven, kan dit effectgebied worden onderverdeeld in een gebied 'dood', 'gewond' en 'onveilig'. In figuur 1 is deze nadere onderverdeling in verband met de overzichtelijkheid van de figuur weggelaten. Afhankelijk van het type incident en de locatie van de persoon in het effectgebied (in gebied 'dood', 'gewond' of 'onveilig', binnen een gebouw of buiten een gebouw) zijn bepaalde zelfredzame strategieën aan of juist af te raden.

**Figuur 1 Zelfredzame strategieën**



## 2.5 Maatregelen voor zelfredzaamheid

Maatregelen voor zelfredzaamheid (in de Handreiking Groepsrisico aangeduid als optimaliseringsmogelijkheden) worden ten behoeve van deze methodiek gedefinieerd als de technische en organisatorische voorzieningen, die vóóraf getroffen kunnen worden en die een zelfredzame strategie voor bedreigde personen ten tijde van het incident ondersteunen of mogelijk maken.

Voor de indeling van maatregelen is in dit document aansluiting gezocht bij de zelfredzame strategieën, zoals gevisualiseerd in figuur 1. Uitgaande van deze strategieën zijn er maatregelen te bedenken bij de bedreigde persoon (bevordering persoonlijke capaciteiten), de veilige ruimte waar de persoon zich in bevindt (uitvoering objecten ten behoeve van het schuilen) of de omgeving waar deze al vluchtend doorheen moet (inrichting omgeving ten behoeve van het vluchten). De in de Handreiking Groepsrisico genoemde categorieën functie-indeling en infrastructuur (zie paragraaf 2.1) zijn in dit document daarom samengevoegd tot deze laatste categorie. Ten slotte wordt overeenkomstig de Handreiking Groepsrisico een categorie maatregelen onderkend, die betrekking heeft op het verkorten van de waarschuwings- en/of reactietijd.

Ten behoeve van de methodiek is dan ook gezocht naar maatregelen die de zelfredzaamheid bevorderen doordat zij aangrijpen op:

- uitvoering van gebouwen (objecten) ten behoeve van schuilen;
- inrichting omgeving ten behoeve van vluchten;
- persoonlijke bescherming/persoonlijke capaciteiten;
- de duur van de waarschuwings- en/of reactietijd.



### 3 Beoordelings- en selectiemethodiek

De beschreven beoordelingsmethodiek voor het selecteren van maatregelen die de zelfredzaamheid bevorderen bij ongevallen met gevaarlijke stoffen bestaat uit de volgende onderdelen:

- beschrijven van het scenario;
- bepalen van de zelfredzame strategieën (op basis van het gekozen scenario);
- inventariseren van voor het scenario en de zelfredzame strategie relevante maatregelen;
- beoordelen van geïnventariseerde maatregelen;
- selecteren van zelfredzaamheid bevorderende maatregelen.

#### 3.1 Beschrijven van het scenario

Eerst wordt het scenario beschreven, waarvan de mogelijke zelfredzame strategieën en maatregelen voor zelfredzaamheid in beeld moeten worden gebracht. Per scenario wordt een beschrijving gegeven van het effect (aard en omvang) waaraan bedreigde personen zich dienen te onttrekken, alsmede het verloop van het scenario/de effecten in de tijd. Hierbij worden effecten ingedeeld in verschillende urgentiegebieden: 'dood', 'gewond', 'onveilig' en 'veilig' (zie ook paragraaf 2.3).

#### 3.2 Bepalen van de zelfredzame strategie

Op basis van de effecten en de ontwikkeling van het incident wordt beoordeeld welke zelfredzame strategieën bij dit scenario van toepassing kunnen zijn. Hierbij kan gekozen worden uit de strategieën: 'binnenblijven', 'schuilplaats binnengaan', 'vluchten', 'ontruimen en vluchten', 'dekking zoeken' (zie ook paragraaf 2.4). De zelfredzame strategieën worden per effectgebied ('dood', 'gewond', 'onveilig') bepaald.

#### 3.3 Inventariseren van maatregelen

Aan de hand van het scenario en de van toepassing zijnde zelfredzame strategieën worden maatregelen geïnventariseerd, die mogelijk effectief kunnen zijn ter ondersteuning van de betreffende zelfredzame strategie bij het betreffende scenario.<sup>4</sup> De maatregelen worden ingedeeld in de categorieën:

- uitvoering van gebouwen;
- inrichting omgeving;
- persoonlijke bescherming/persoonlijke capaciteiten;
- waarschuwings- en/of reactietijd.

4 Een groslijst met maatregelen gebaseerd op literatuurstudie en de GDR-sessie is opgenomen in Oberijé & Van den Brand 2005, bijlage 2.

### 3.4 Beoordelen van geïnventariseerde maatregelen

Om te bepalen welke maatregelen effectief zijn, wordt per geïnventariseerde maatregel een kwalitatief oordeel<sup>5</sup> gegeven over:

- a Hoe de maatregel aansluit bij de te verwachten reactie van de 'bedreigde persoon', positief (+), neutraal (0) of negatief (-). Hierbij spelen een rol: de aansluiting bij het 'normale' gedrag en de mogelijkheid om bedreigde personen te informeren over het gewenste gedrag dan wel aan te sturen.
- b In hoeverre de maatregel naar verwachting *technisch haalbaar* is, goed (+), neutraal (0) of slecht (-). De complexiteit van het installeren, aanleggen of wijzigen van de fysieke voorzieningen bepalen mede de technische uitvoerbaarheid. Hierbij kan er onderscheid gemaakt worden naar bestaande bouw of nieuwbouw.
- c In hoeverre de maatregel naar verwachting *juridisch te borgen* is, goed (+), neutraal (0) of slecht (-). De juridische borging is goed indien de maatregel met de geldende regelgeving kan worden opgelegd aan en gehandhaafd bij de risicoveroorzaker, de risico-ontvanger of de overheid (rijk, provincie, gemeente). De juridische borging is slecht indien er geen regelgeving is waarmee de maatregel aan een normadressaat kan worden opgelegd.
- d In hoeverre de maatregel naar verwachting *neveneffecten op de reguliere hulpverlening* heeft, positief (+), geen (0) of negatief (-). Uitgangspunt is dat de overheidshulpverlening conform bestaande werkwijzen doorgang moet kunnen vinden. Indien een maatregel strijdig is met deze werkwijzen is dit een negatief neveneffect op de hulpverlening.
- e In hoeverre de maatregel te bekostigen is, ofwel of de kosten van de maatregel naar verwachting relatief laag (+), neutraal (0) of hoog (-) zijn. De 'innovativiteit' van het installeren, aanleggen, wijzigen van de fysieke voorzieningen en de omvang van die voorzieningen bepalen mede of de maatregel te bekostigen is.

Tevens wordt benoemd of er eventuele bijzonderheden zijn voor de werkzaamheid van de maatregel, bijvoorbeeld bij kwetsbare objecten of gebouwfuncties.

Het verdient aanbeveling deze beoordeling niet door een enkele onderzoeker te laten uitvoeren, maar door een groep van deskundigen met verschillende achtergronden (brandweer/hulpverlening, bouwkunde, ruimtelijke ordening, juridisch).

Elke beoordeling wordt vastgelegd in een 'beoordelingsmatrix' per maatregel.<sup>6</sup> Ter verduidelijking is hierna in figuur 2 een voorbeeld van een beoordelingsmatrix opgenomen van de maatregel 'aanbrengen brandwerende gevels en beglazing'.

5 De criteria a. tot en met e. zijn afgeleid uit het commentaar van deelnemers aan de GDR-sessie. Op de vragen welke maatregelen de zelfredzaamheid bevorderen en welke belemmeringen er bestaan voor de invoering ervan, konden deze vijf criteria worden onderscheiden.

6 Een algemene beoordeling van verschillende maatregelen bij verschillende scenario's gebaseerd op de GDR-sessie is opgenomen in Oberijé & Van den Brand 2005, bijlagen 4 tot en met 8.

Deze maatregel is effectief bij het scenario brand en de zelfredzame strategie 'binnenblijven' of 'schuilplaats binnengaan'.

**Figuur 2 Beoordelingsmatrix voorbeeldmaatregel aanbrengen brandwerende gevels en beglazing**

<b>Maatregel beschrijving.</b>		
<b>Gebouwbescherming: aanbrengen brandwerende gevels en beglazing</b>		
<b>Criterium</b>	<b>Oordeel</b>	<b>Toelichting</b>
a: reactie bedreigde persoon	0	Maatregel bevordert niet gedrag, maar biedt bescherming indien men binnen is of naar binnen gaat.
b: technische haalbaarheid	+	Technische mogelijkheden zijn er. Eenvoudiger te realiseren voor nieuwbouw dan bestaande bouw.
c: juridische borging	-	Betreft maatregel door gebouweigenaar, moeilijk afdwingbaar vanwege externe risicobron.
d: effecten op hulpverlening	0	Geen.
e: kosten	0	Kosten afhankelijk van de uitvoering, hoe zwaarder de constructie hoe duurder. Zeker bij bestaande bouw dure maatregel i.v.m. aanpassingen aan constructies.
Bijzonderheden m.b.t. typen objecten / gebouwfunctie	Geen.	

### 3.5 Selecteren van zelfredzaamheid bevorderende maatregelen

Per type effect kan nu worden bepaald welke maatregelen voor dit effect de zelfredzaamheid bevorderen. De selectie van maatregelen vindt plaats aan de hand van de volgende beslisregels:

- Een maatregel wordt uitgesloten, indien deze een negatief neveneffect heeft op de reguliere hulpverlening.
- Een maatregel wordt geselecteerd, indien zowel de technische haalbaarheid positief als de reactie van de bedreigde persoon positief zijn beoordeeld.

De criteria juridische borging en kosten worden niet als selectiecriteria gehanteerd, aangezien deze criteria niet rechtstreeks betrekking hebben op de effectiviteit van de maatregel. In een tweede stadium kan een nadere selectie op deze criteria plaatsvinden om maatregelen ten opzichte van elkaar te positioneren.

## 4 Toepassing methodiek op scenario ammoniaklekkage

In deze paragraaf wordt de in paragraaf 3 beschreven methodiek toegepast op een specifiek scenario. Gekozen is voor het toxische scenario (lekkage van ammoniak uit een schip) uit het aan de methodiek ten grondslag liggende onderzoeksrapport (Oberijé & Van den Brand 2005), aangezien bij dit scenario de meeste zelfredzame strategieën en maatregelen zijn geïdentificeerd.

#### 4.1 Beschrijven van het scenario

Het scenario dat wordt beschouwd is het maatscenario uit het Rampbestrijdingsplan Waterwegen Gelderland Zuid. Het betreft een incident met een schip, dat ammoniak vervoert bij omgevingstemperatuur (20 °C) op één van de Gelderse rivieren. Het schip bestaat uit zes compartimenten met elk 350 m<sup>3</sup> ammoniak. Het schip vaart door bebouwd gebied. De afstand tot de kade bedraagt 100 meter. Het incident is als volgt gekarakteriseerd: het falen van de grootste aansluiting (150 mm) op een compartiment (350 m<sup>3</sup>) en het continue vrijkomen van ammoniak in de vloeistoffase.

##### *Effectgebieden*

Voor het bepalen van de effectafstanden voor dit scenario is aangesloten bij de interventiewaarden die door de hulpverleningsorganisaties worden gebruikt (Ruiten 2000):

- levensbedreigende waarde (LBW);
- alarmeringsgrenswaarde (AGW);
- voorlichtingsrichtwaarde (VRW).

De levensbedreigende waarde is de concentratie van een stof waarboven mogelijk sterfte of een levensbedreigende aandoening door toxische effecten kan optreden binnen enkele dagen na blootstelling van één uur.

De alarmeringsgrenswaarde is de concentratie van een stof waarboven irreversibele of andere ernstige gezondheidsschade kan optreden door directe toxische effecten bij blootstelling van één uur.

De voorlichtingsrichtwaarde is de concentratie van een stof die met grote waarschijnlijkheid door het merendeel van de blootgestelde bevolking als hinderlijk wordt waargenomen of waarboven lichte, snel reversibele gezondheidseffecten mogelijk zijn bij een blootstelling van één uur. Vaak is dit de concentratie waarbij blootgestelden beginnen te klagen over het waarnemen van de blootstelling. Voor ammoniak bedragen deze interventiewaarden:<sup>7</sup>

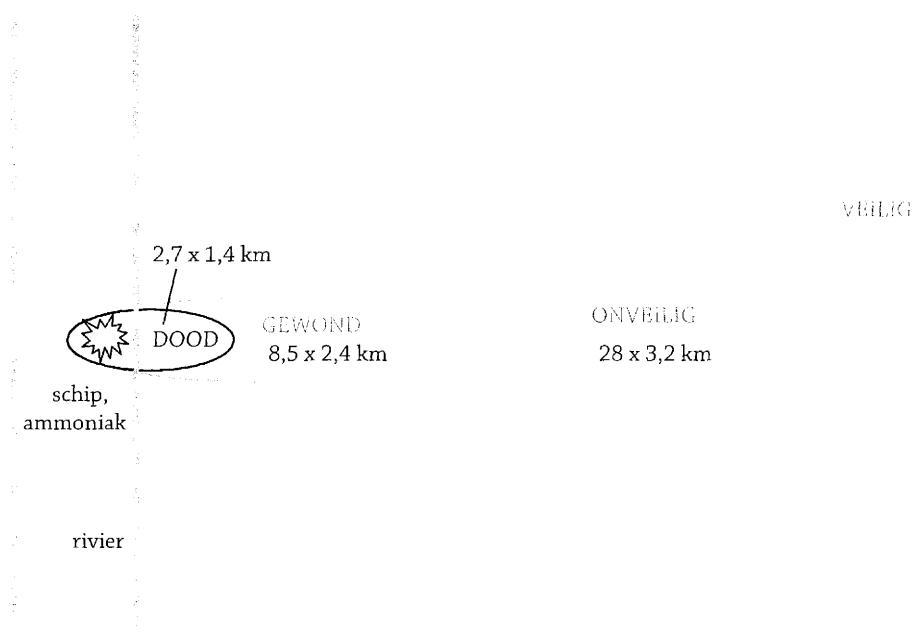
- levensbedreigende waarde      750 ppm (500 mg/m<sup>3</sup>)
- alarmeringsgrenswaarde        150 ppm (100 mg/m<sup>3</sup>)
- voorlichtingsrichtwaarde       30 ppm (20 mg/m<sup>3</sup>)

Op grond van bovenstaande informatie zijn effectgebieden gedefinieerd (dood, gewond, onveilig, veilig). Met behulp van het computerprogramma Phast (versie 6.42) zijn vervolgens de effectafstanden berekend voor een typische dagsituatie (neutraal weer met een windsnelheid van 5 m/s; weertype D5), alsmede voor een typische nachtsituatie (stabiel weer met een windsnelheid van 1,5 m/s; weertype F1,5). De effectgebieden en bijbehorende effectafstanden zijn opgenomen in tabel 1. De afstanden gelden vanaf het schip. In figuur 3 zijn de effectafstanden voor de dagsituatie tevens op een plattegrond weergegeven.

7 Door de hulpverleningsdiensten worden deze interventiewaarden vaak uitgedrukt en gemeten in parts per million oftewel ppm.

**Tabel 1** Effectgebieden scenario ammoniaklekkage schip

Effectgebied	Dood	Gewond	Onveilig	Veilig
Concentratie	> 750 ppm	tussen 750 en 150 ppm	tussen 150 en 30 ppm	concentratie < 30 ppm
Weertype dag (D5)	gebied binnen 2,7 x 1,4 km	gebied tussen 2,7 x 1,4 km en 8,5 x 2,4 km	gebied tussen 8,5 x 2,4 km en 28 x 3,2 km	gebied buiten 28 x 3,2 km
Weertype nacht (F1,5)	gebied binnen 4 x 5,8 km	gebied tussen 4 x 5,8 km en 38 x 10 km	gebied tussen 38 x 10 km en 49 x 14 km	gebied buiten 49 x 14 km

**Figuur 3** Effectgebieden ammoniaklekkage in de dagsituatie (D5) bij een blootstellingsduur van 1 uur

## 4.2 Bepalen van de zelfredzame strategieën bij ammoniaklekkage

De gezondheidsschade die door ammoniak veroorzaakt wordt, is afhankelijk van de concentratie waaraan de betreffende persoon wordt blootgesteld en de tijdsduur waarin de betreffende persoon wordt blootgesteld: de blootstellingsduur. Zoals is aangegeven in paragraaf 4.1 gelden de interventiewaarden en de bijbehorende effecten voor een blootstellingsduur van één uur. Indien de blootstellingsduur langer of korter is (bijvoorbeeld vanwege een verkeerde inschatting van de benodigde tijd voor het dichten van de lekkage, of door langer verblijf in de wolk omdat mensen niet weten waar ze heen moeten lopen), zullen de gezondheidseffecten eveneens groter of kleiner zijn. Dit geldt ook voor de concentraties waaraan mensen blootgesteld zijn. Met name als het gaat om de strategieën 'vluchten' of 'ontruimen en vluchten' moet dit in gedachten worden gehouden.

Uitgangspunt is dat de bedreigde personen zich bevinden binnen het effectgebied in de openlucht en/of binnen het effectgebied in een gebouw.

Gelet op de ontwikkeling van het scenario kunnen de volgende in figuur 1 genoemde zelfredzame strategieën in principe in aanmerking komen:

- 1 = binnenblijven
- 2 = schuilplaats binnengaan
- 3 = vluchten
- 4 = ontruimen en vluchten

De zelfredzame strategie 'dekking zoeken' is bij dit scenario niet geschikt.

Elk van deze zelfredzame strategieën is gericht op reductie van de totale blootstelling:

- 'binnenblijven' of 'schuilplaats binnengaan': concentratie verlagen door beschermende werking schuilgelegenheid;
- 'vluchten' of 'ontruimen en vluchten' naar buiten effectgebied: verplaatsen in richting van afnemende concentratie en verkorten van de blootstellingsduur.

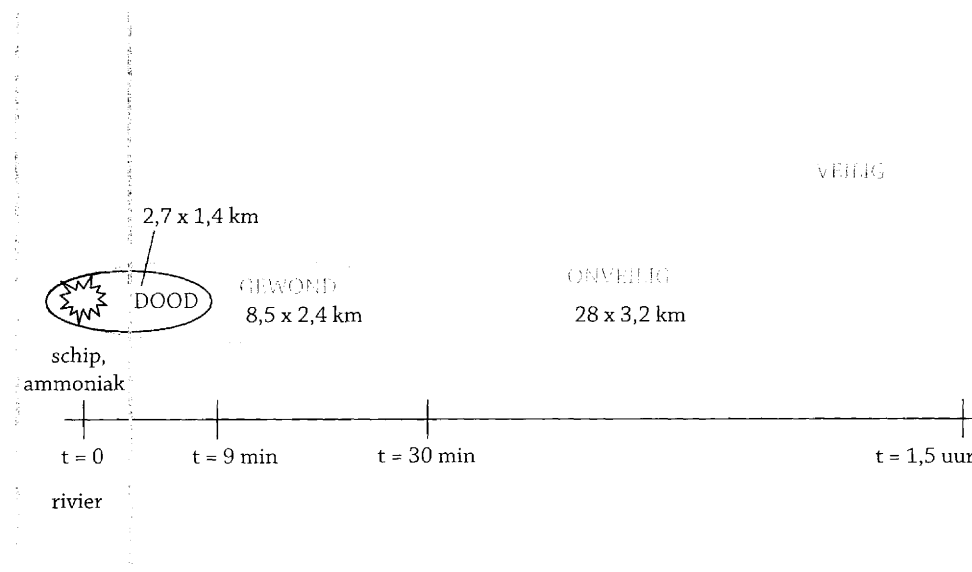
Hierbij is de effectiviteit van de strategieën 'vluchten' en 'ontruimen en vluchten' afhankelijk van enerzijds de tijd die verstrijkt totdat de ammoniakwolk ter plaatse is en anderzijds de benodigde tijd voor alarmering, reactietijd en tijd voor (ontruimen en) vluchten.

Met behulp van vuistregels (Nibra 1999) over de verspreiding van gaswolken en de heersende windsnelheid is berekend hoeveel de beschikbare vluchttijd bedraagt.<sup>8</sup> De resultaten hiervan zijn weergegeven in tabel 2 en figuur 4. Daarnaast is nagegaan hoe lang de blootstellingsduur is voor personen in het effectgebied. Indien niet wordt ingegrepen door de brandweer, dan zal volgens de uitgevoerde effectberekening de uitstroming van ammoniak meerdere uren duren. Gerichte bronbepalende interventies door de brandweer kunnen pas na 30 minuten starten, gelet op de opkomsttijd van een OGS-peloton (BZK 2001). Rekening houdend met de benodigde tijd voor het inzetten van het OGS-peloton en de benodigde tijd voor het uitvoeren van de interventies, moet een blootstellingsduur van één uur (conform de interventiewaarden) reëel worden geacht.

8 Het begin van de wolk zal zich door de hoge concentratie van de aanwezige deeltjes sneller verspreiden dan de windsnelheid. Als vuistregel (Nibra 1999) wordt een snelheid van 1,5 maal de windsnelheid gehanteerd. Uit de berekening met Phast blijkt dat bij weertype F1,5 de wolk zich na circa 1,5 km verplaatst met de snelheid van de wind. Bij weertype D5 is dit na zo'n 125 meter het geval. De berekende tijden zijn boven de 10 minuten afgerond op hele tientallen.

**Tabel 2 Aankomsttijden ammoniakwolk op verschillende locaties**

Scenario en effectgebied	Nacht dood	Nacht gewond	Nacht onveilig	Dag dood	Dag gewond	Dag onveilig
Afstand	4 km	38 km	49 km	2,7 km	8,5 km	28 km
Aankomsttijd wolk	40 min	7 uur	9 uur	9 min	30 min	1 uur 30 min

**Figuur 4 Effectafstanden en aankomsttijden van de wolk bij ammoniaklekkage in de dagsituatie (D5)**

Vervolgens zijn de alarmeringstijd, reactietijd, ontruimingstijd en vluchttijd bepaald. De tijden zijn opgenomen in tabel 3. Daarbij is de berekende totale tijd afgerond op hele tientallen.

De alarmeringstijd is sterk afhankelijk van de lokale situatie (mandatering van besluit om sirenes in werking te stellen, opkomsttijden benodigde functionarissen, tijd benodigd voor bepalen scenario et cetera). De normopkomsttijd voor een adviseur gevaarlijke stoffen (AGS) bedraagt 30 minuten (Nibra 2001). Indien deze opkomsttijd niet kan worden gehaald, dan kan deze tijd verlengd worden tot 60 minuten als binnen 30 minuten een (regionaal) officier gevaarlijke stoffen (ROGS) ter plaatse kan zijn. Zowel de ROGS als de AGS zijn in staat een adequate inschatting te maken van de noodzaak tot alarmering. Voor de alarmeringstijd is daarom een waarde van 30 minuten aangehouden.

De reactietijd zal voor elke bedreigde persoon anders zijn. Ook hier is uitgegaan van een optimistische situatie, namelijk dat personen min of meer direct reageren en is een reactietijd van twee minuten aangehouden.

De vluchttijd is berekend, gebaseerd op vluchten te voet, dwars op de heersende windrichting over een afstand van maximaal de halve wolkbreedte met een vluchtsnelheid van 1,5 m/s (wandelpas). Hierbij is ervan uitgegaan, dat personen geïnformeerd zijn over de juiste vluchtrichting. Indien dit niet het geval is,

resulteert dit tot een langer verblijf in de wolk. Tevens dient bedacht te worden dat de vluchtwegen niet altijd loodrecht op de heersende windrichting zijn gelegen. De blootstellingsduur zal naar verwachting echter niet het uur (waarop de interventiewaarden zijn gebaseerd) overschrijden.

Voor de ontruimingstijd is een tijd van vijftien minuten aangehouden. Dit is gebaseerd op het normatief brandverloop uit de brandbeveiligingsconcepten voor gebouwen (BZK 1996). Ook hier geldt, dat dit een minimale waarde betreft. Bij grote gebouwen kan een langere ontruimingstijd gelden.

**Tabel 3** Benodigde vlucht- en ontruimingstijden uit de verschillende effectgebieden

Scenario	Nacht dood	Nacht gewond	Nacht onveilig	Dag dood	Dag gewond	Dag onveilig
Afstand (halve breedte)	2,9 km	5 km	7 km	0,7 km	1,2 km	1,6 km
Waarschuwingstijd	30 min	30 min	30 min	30 min	30 min	30 min
Reactietijd	2 min	2 min	2 min	2 min	2 min	2 min
Vluchttijd	32 min	55 min	1 uur 18 min	8 min	14 min	18 min
Ontruimingstijd	15 min	15 min	15 min	15 min	15 min	15 min
Benodigde tijd strategie 'vluchten'	1 uur	1 uur 30 min	1 uur 50 min	40 min	50 min	50 min
Benodigde tijd strategie 'ontruimen én vluchten'	1 uur 20 min	1 uur 40 min	2 uur	1 uur	1 uur	1 uur

Door de aankomsttijd van de wolk op bepaalde locaties te vergelijken met de benodigde tijd voor waarschuwen (alarmeren), reageren en 'vluchten' dan wel 'ontruimen en vluchten' op deze locaties kan worden nagegaan in welke situaties 'vluchten' of 'ontruimen en vluchten' een geschikte strategie is. Als de benodigde tijd voor waarschuwen, reageren en 'vluchten' of 'ontruimen en vluchten' kleiner is dan de aankomsttijd van de wolk, dan is de strategie geschikt. Indien deze strategieën niet geschikt zijn, blijven de strategieën 'binnenblijven' of 'schuilplaats binnengaan' over. In de tabellen 4 en 5 zijn de benodigde vluchttijden respectievelijk de benodigde vlucht- en ontruimingstijden vergeleken met de beschikbare vluchttijd (aankomsttijd van de wolk).

Opgemerkt moet worden, dat bij de berekening van de benodigde tijd steeds minimale tijden zijn aangehouden. In de praktijk kan de benodigde tijd dus veel langer zijn. Uit onderzoek uitgevoerd in de Verenigde Staten, blijkt dat er vanaf het moment van alarmeren één tot twee uur verstrijkt, voordat mensen het bericht om te evacueren daadwerkelijk opvolgen (Sorensen, Shumpert & Vogt 2002).



**Tabel 4** *Vergelijking benodigde en beschikbare vluchttijden uit de verschillende effectgebieden*

Scenario	Nacht dood	Nacht gewond	Nacht onveilig	Dag dood	Dag gewond	Dag onveilig
Beschikbare tijd	40 min	7 uur	9 uur	9 min	30 min	1 uur 30 min
Benodigde tijd vluchten	1 uur	1 uur 30 min	1 uur 50 min	40 min	50 min	50 min
Beschikbare-benodigde tijd	-20 min	5 uur 30 min	7 uur 10 min	-30 min	-20 min	40 min

**Tabel 5** *Vergelijking benodigde en beschikbare vlucht- en ontruimingstijden uit de verschillende effectgebieden*

Scenario	Nacht dood	Nacht gewond	Nacht onveilig	Dag dood	Dag gewond	Dag onveilig
Beschikbare tijd	40 min	7 uur	9 uur	9 min	30 min	1 uur 30 min
Benodigde tijd ontruimen én vluchten	1 uur 20 min	1 uur 40 min	2 uur	1 uur	1 uur	1 uur
Beschikbare-benodigde tijd	- 40 min	5 uur 20 min	7 uur	- 50 min	- 30 min	30 min

Uit de tabellen 4 en 5 blijkt dat de volgende strategieën in de volgende effectgebieden in principe effectief zijn:

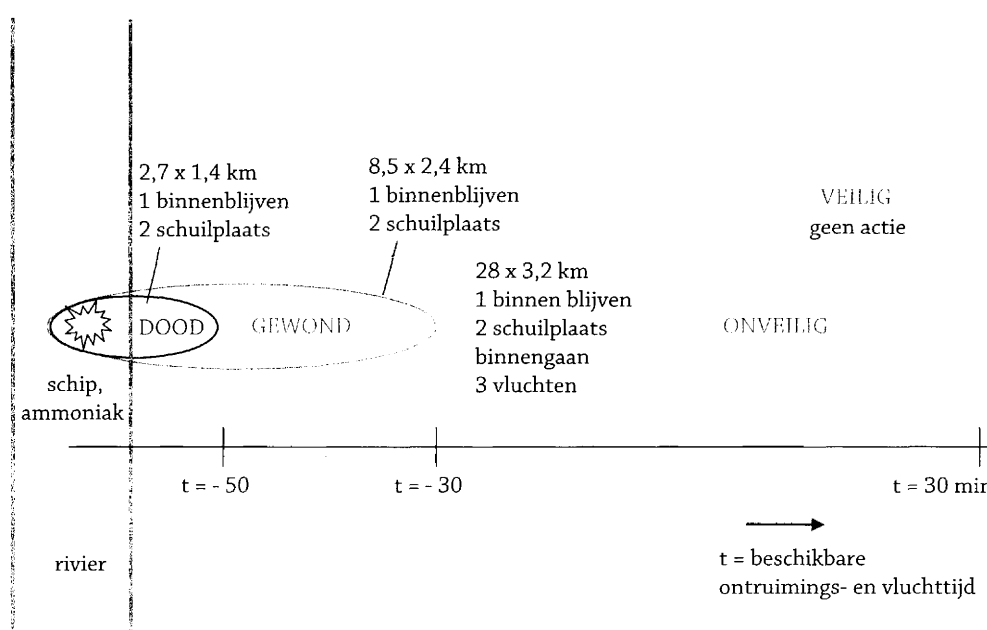
- 's nachts:
  - in gebied 'dood': 'binnenblijven' of 'schuilplaats binnengaan';
  - in gebied 'gewond' en 'onveilig': 'binnenblijven', 'schuilplaats binnengaan', 'vluchten' of 'ontruimen en vluchten'.
- overdag,
  - in gebied 'dood' en 'gewond': 'binnenblijven' of 'schuilplaats binnengaan';
  - in gebied 'onveilig': 'binnenblijven', 'schuilplaats binnengaan', 'vluchten' of 'ontruimen en vluchten'.

De verschillende strategieën zijn voor de dagsituatie weergegeven in figuur 5.

Met betrekking tot de strategieën 'vluchten' en 'ontruimen en vluchten' wordt nog het volgende opgemerkt. De berekende beschikbare tijd is steeds bepaald op de grens van de verschillende effectgebieden. In de praktijk is er sprake van een glijdende schaal en neemt de beschikbare tijd toe naarmate men verder van de bron verwijderd is. Als hierbij in aanmerking wordt genomen, dat bij de berekening van de benodigde tijd steeds minimale tijden zijn aangehouden, dan lijken de strategieën 'vluchten' of 'ontruimen en vluchten' overdag niet opportuun. 's Nachts is er in de gebieden 'gewond' en 'onveilig' voldoende tijd voor 'vluchten' of 'ontruimen en vluchten'. In het gebied 'dood' is alleen 'binnenblijven' of 'schuilplaats binnengaan' effectief.

Door Nederlandse hulpverleningsdiensten wordt de strategie 'ontruimen en vluchten' bij toxische stoffen slechts bij uitzondering toegepast.<sup>9</sup> In de Verenigde Staten is meer ervaring met het toepassen van deze strategieën. Ook het communiceren van verschillende strategieën voor verschillende gebieden is in de Verenigde Staten onderzocht (Sorensen, Shumpert & Vogt 2002). Hieruit blijkt dat mensen niet geneigd zijn om te schuilen, indien zij horen dat een ander deel van de bevolking wordt geëvacueerd. Nader onderzoek, toegespitst op de Nederlandse situatie, is nodig om te bepalen of een dergelijke gecombineerde strategie in de praktijk uitvoerbaar is.

**Figuur 5 Effectafstanden, beschikbare ontruimings- en vluchttijden en zelfredzame strategieën bij ammoniaklekkage in de dagsituatie (D5)**



### 4.3 Inventariseren van maatregelen bij ammoniaklekkage

Met behulp van de groslijst met maatregelen uit bijlage 2 van het aan de methode ten grondslag liggende onderzoeksrapport (Oberijé & Van den Brand 2005) zijn maatregelen geïnventariseerd, die mogelijk effectief kunnen zijn ter ondersteuning van de strategie 'binnenblijven', 'schuilplaats binnengaan', 'vluchten' of 'ontruimen en vluchten' bij het scenario ammoniaklekkage.

In tabel 6 is een overzicht gegeven van de geïnventariseerde maatregelen en de bijbehorende zelfredzame strategie.

9 In de gemeentelijke Bouwverordening en Brandveiligingsverordening is bepaald welke objecten gebruiksvergunningplichtig zijn. Hierbij gaat het over het algemeen om objecten waar vele (meer dan 50) personen gelijktijdig aanwezig kunnen zijn of waar verminderd zelfredzame personen aanwezig kunnen zijn.

#### 4.4 Beoordelen van geïnventariseerde maatregelen ammoniaklekkage

Met behulp van de beoordelingsmatrix zoals genoemd in paragraaf 3.4 (figuur 2) zijn vervolgens alle afzonderlijke maatregelen beoordeeld. Een overzicht van de beoordelingen is opgenomen in tabel 6. Hierbij is onderscheid gemaakt naar maatregelen die betrekking hebben op de uitvoering van gebouwen, de inrichting van de omgeving, persoonlijke bescherming/persoonlijke capaciteiten en maatregelen die de waarschuwings-/reactietijd verkorten.

In de eerste kolom van tabel 6 is een korte omschrijving van de maatregel gegeven. In de tweede kolom is aangegeven op welke zelfredzame strategie de maatregel betrekking heeft. In de derde tot en met de zevende kolom is een oordeel gegeven omtrent de criteria: reactie gebruiker, technische haalbaarheid, neveneffect op hulpverlening, kosten en juridische borging. Het oordeel is gebaseerd op de uitkomsten van de GDR sessie (zie ook paragraaf 1.2). In algemene zin betekent een score '+' dat de maatregel positief scoort op het betreffende criterium. Een '0' wil zeggen dat de maatregel neutraal scoort op het betreffende criterium. Een score '-' houdt over het algemeen in dat de maatregel negatief of slecht scoort op het betreffende criterium. In sommige gevallen is er sprake van een argument dat pleit voor een positieve score en een ander argument dat pleit voor een negatieve score. In die gevallen wordt er geen samenvattend eindoordeel uitgesproken, maar wordt de score weergegeven als +/-.

#### 4.5 Selectie van zelfredzaamheid bevorderende maatregelen ammoniaklekkage

Conform de selectiemethode als beschreven in paragraaf 3.5 zijn de effectieve maatregelen bij het scenario 'ammoniaklekkage' geselecteerd. In tabel 7 zijn de geselecteerde maatregelen weergegeven.

**Tabel 7** Overzicht geselecteerde maatregelen scenario ammoniaklekkage

Type maatregel	Maatregel
Uitvoering gebouw	Preventief lekwerende middelen gebouw (deur/raamstrips et cetera) Centrale afsluitbaarheid woningventilatie Binnen gebouw kwetsbare groepen ver van risicobron situeren
Inrichting omgeving	Vermijden hoogbouw Vermijden gebouwfuncties met minder mobiele personen Opheffen doorstroomelemmerende factoren
Persoonlijke capaciteiten	Ramen en deuren sluiten, ventilatie uit
Waarschuwing bedreigde personen	Sirenes Cell broadcasting Centraal omroepsysteem woongebouwen
Handelingsinstructies	Geen maatregelen geselecteerd
Planvorming en oefenen	Publieksoefening met schuilen, beëindiging schuilen en ontsmetten of met evacueren en terugkeer Oefenen op scholen Procedures voor ontalarmeren (vertrek en ventilatie na schuilen)

Tabel 6 Maatregelen ammoniaklekkage

Maatregel	Zelfredzame strategie		Oordeel		effecten op hulpverlening	kosten
	reactie gebruiker	technische haalbaarheid	juridische borging	reactie gebruiker		
	1 = binnenblijven	goed (+)	goed (+)	positief (+)	positief (+)	laag (+)
	2 = schuilplaats binnengaan	neutraal (0)	neutraal (0)	neutraal (0)	geen (0)	neutraal (0)
	3 = vluchten	negatief (-)	slecht (-)	negatief (-)	negatief (-)	hoog (-)
	4 = ontruimen en vluchten					
<b>Uitvoering gebouwen</b>						
Gecontroleerd liftgebruik voor evacuatie van (hoge) gebouwen	4	0	0	0	0/-	+
Verminderen aantal (te openen) ramen	1, 2	0	0	0	0	-
Lekdicht gebouw	1, 2	+	-	-	0	-
Preventief lekwerende middelen gebouw (deur/raamstrips, afsluiten van kanalen, schoorstenen)	1, 2	+ / 0	+	-	0	+
Lekdichte ruimte in gebouw zonder buitenmuur	2	0	0	-	0	-
Lekdichte ruimte in gebouw met buitenmuur	2	0	0	-	0	-
Vluchtroute in gebouw onder overdruk naar veilige ruimte in gebouw	2	0	-	-	0	-
Discontinuu overdrukstelsel met filter	1, 2	0	-	-	0	-
Ad hoc ventilatiebeheersing en luchtverversingskanalen afsluiten	1, 2	0	0	-	0	-
Centrale afsluitbaarheid (woning)ventilatie	1, 2	+ / -	+	-	0	- / +
Geautomatiseerde afsluiting van ramen en uitzetten van ventilatie	1, 2	+ / -	-	-	0	-
Deluge watersysteem aanbrengen aan buitenzijde gebouw	1, 2	+	0	-	0	-
Ademlucht distributienet in het gebouw aanbrengen	1, 2	-	0	-	0	-
Kwetsbare groepen binnen gebouw ver van de risicobron situeren	1	+	+	+ / -	0	+



Vervolg tabel 6

Maatregel	Zelfredzame strategie	Oordeel					kosten
		reactie gebruiker	technische haalbaarheid	juridische borging	effecten op hulpverlening		
	1 = binnenblijven 2 = schuilplaats binnengaan 3 = vluchten 4 = ontruimen en vluchten	positief (+) neutraal (0) negatief (-)	goed (+) neutraal (0) slecht (-)	goed (+) neutraal (0) slecht (-)	positief (+) geen (0) negatief (-)	laag (+) neutraal (0) hoog (-)	
<b>Waarschuwing bedreigenden</b>							
Sirenes	1, 2	+	+	0	0	+	+
Luidsprekers in openbare ruimte	2, 3	+	0	-	0	+	+
Alarmlicht	1, 2	-/onbekend	+	-	0	+	+
Alarmering vanuit rijdende voertuigen (brandweer/politie)	1, 2, 3, 4	+	+	0	-	+/-	+/-
Alarmbox in kamers/gebouwen	1, 4, 5	-/onbekend	+	-	0	+	+
Sms-waarschuwing	1, 2, 3, 4	0	+	0	-	+	+
Cell broadcasting	1, 2, 3, 4	+	+	0	0	0	0
Bericht via internet	1, 2, 3, 4	-	+	0	0	+	+
Centraal omroepstelsel woongebouwen	1, 4	+	+	-	0	+	+
Ontruimingsalarminstallatie	4	+	+	-	0	+	+
Detectie toxiciteit bij gebouwen, gekoppeld aan automatisch alarm en ramen/deuren sluiten signaal	4	+	-	0	0	-	-
Toxiciteitsdetectie bij bedrijf en automatische melding in omgeving inrichting	1, 4	0	+	+	+/-	onbekend	onbekend
Bedrijven informeren hun eigen omgeving	1, 2, 3, 4	0	+	onbekend	0	+	+
Burenbelstelsel: sociale controle/waarschuwing	1, 2, 3, 4	-	+	-	0	+	+

**Vervolg tabel 6**

Maatregel	Zelfredzame strategie	Oordeel					kosten
		reactie gebruiker	technische haalbaarheid	juridische borging	effecten op hulpverlening		
	1 = binnenblijven 2 = schuilplaats binnengaan 3 = vluchten 4 = ontruimen en vluchten	positief (+) neutraal (0) negatief (-)	goed (+) neutraal (0) slecht (-)	goed (+) neutraal (0) slecht (-)	positief (+) geen (0) negatief (-)	laag (+) neutraal (0) hoog (-)	
<b>Handelingsinstructies</b>							
Instructies over gebruikte waarschuwingsmiddelen	1, 2, 3, 4	0/onbekend	+	0	0	+	
Instructies over lekwerende middelen bij schuilen	1, 2	0/onbekend	+	0	0	+	
Instructies over vertrek en ventilatie na schuilen	1, 2	0/onbekend	+	0	0	+	
Boodschap 'er is beveiliging van bedreigde huizen, gebouwen/ terreinen' of 'er is beveiligingscontrole bij verlaten huizen, gebouwen/terreinen'	4	+	0	0	0	+	
Boodschap bij toxische dreiging en buitenkoude: verwarming uitzetten of bij scenario explosie: deuren en ramen open	1, 2	-/onbekend	+	0	0	+	
Instructie: evacuatie met eigen vervoer uit gebied	4	0/+	+	0	-/+	+	
Instructie: lopend gebied verlaten	3, 4	0/onbekend	+	0	0	+	
Instructie mensen van buiten binnen te laten	1, 2	0/onbekend	+	0	0	+	
Bevolking voorzien van instructiekaart 'schuilen' of instructiekaart 'evacueren'	1, 4	0/onbekend	+	0	0	+	
Planvorming en oefenen							
Publieksoefening met schuilen, beëindiging schuilen en ontsmetten of met evacueren en terugkeer	1, 2, 3, 4	+	+	-	0	+	
Oefenen op scholen	1, 2, 3, 4	+	+	+	0	0	
Ontvluchtingsbegeleiders opleiden	3, 4	0/onbekend	+	-	+	0	
Uitvoeren van simulatie via computermodel	3, 4	+	-	-	0	-	
Interactief oefenen via media (tv, internet)	3, 4	0/onbekend	+	-	0	+	
Vluchtplan	4	0	+	+/-	0	onbekend	
Procedures voor ontalmeren (vertrek en ventilatie na schuilen)	1, 2	+	+	0	0	+	
Benoemen verzamelplaatsen evacués op route	3, 4	0/+	0	0	+	onbekend	

Per categorie van geselecteerde maatregelen wordt hierna een nadere toelichting gegeven.

#### *Uitvoering gebouwen*

De geselecteerde maatregelen die betrekking hebben op de uitvoering van gebouwen zijn de volgende:

- preventief lekwerende middelen gebouw (deur/raamstrips, afsluiten van kanalen, schoorstenen);
- centrale afsluitbaarheid (woning)ventilatie;
- kwetsbare groepen binnen gebouw ver van de risicobron situeren.

Tijdens de GDR-sessie kwam naar voren dat de maatregelen die betrekking hebben op de constructie van een gebouw over het algemeen (en zeker bij bestaande bouw) relatief kostbaar zijn. Ook is de juridische afdwingbaarheid van deze maatregelen lastig, aangezien de bouwregelgeving zich voor wat betreft de constructie van een gebouw beperkt tot het veilig gebruik van dat betreffende gebouw. Het is dus juridisch niet mogelijk verdergaande (bouwkundige) eisen te stellen aan gebouwen die in de omgeving van een risico-object zijn gelegen. Voor het scenario 'ammoniaklekkage' zijn dan ook geen bouwkundige maatregelen geselecteerd.

De voor het scenario 'ammoniaklekkage' geselecteerde maatregelen hebben allemaal betrekking op het gebruik van het gebouw. Deze maatregelen zijn, met name bij bestaande bouw, technisch beter te realiseren dan bouwkundige maatregelen en daardoor relatief goedkoop. Voor sommige maatregelen is (bij objecten die gebruiksvergunningplichtig<sup>10</sup> zijn) juridische borging mogelijk via de gebruiksvergunning. Door aanvullende eisen te stellen aan het brandveilig gebruik van gebouwen via de gebruiksvergunning (bijvoorbeeld situeren van minder mobiele personen nabij nooduitgangen), wordt immers de zelfredzaamheid ook bij andere incidenten dan brand in een gebouw bevorderd. Dergelijke maatregelen zijn voor het ammoniakscenario echter niet geselecteerd.

#### *Inrichting omgeving*

Als het gaat om de geselecteerde maatregelen die betrekking hebben op de inrichting van de omgeving, dan kan een onderscheid gemaakt worden tussen:

- maatregelen met betrekking tot gebouwfuncties;
  - vermijden hoogbouw in effectgebied om sneller te kunnen ontruimen;
  - vermijden/verbieden van gebouwfuncties met minder mobiele personen.
- maatregelen met betrekking tot infrastructuur:
  - opheffen doorstroombelemmerende factoren (drempels, wegversmallingen).

De maatregelen met betrekking tot gebouwfuncties komen alleen in aanmerking bij nieuw te bouwen situaties. Via het bestemmingsplan kunnen deze maatregelen

10 Dit blijkt ook uit het *Landelijk protocol Schuilen, ontruimen of evacueren bij incidenten met gevaarlijke stoffen*, dat in 2004 in concept is verschenen. Auteurs: S. van Rossenberg en S. Slob 2004, Rotterdam: GHOR Rotterdam-Rijnmond.



len juridisch geborgd worden. De kosten zijn afhankelijk van de mogelijkheid om elders in het plangebied de gewenste gebouwfuncties te kunnen realiseren.

De geselecteerde maatregelen met betrekking tot de infrastructuur zijn zowel in bestaande als in nieuwe situaties toe te passen. De kosten van het opheffen van doorstroombelemmerende factoren zijn relatief laag, vaak zijn er echter andere belangen (verkeersveiligheid) die voor het behoud van deze hindernissen pleiten. Het is niet mogelijk deze maatregel juridisch te borgen. Uitvoering van deze maatregelen zal in overleg met de betreffende wegbeheerder<sup>11</sup> dienen te geschieden.

#### *Persoonlijke bescherming/persoonlijke capaciteiten*

Binnen de categorie 'persoonlijke bescherming/persoonlijke capaciteiten' is slechts één maatregel als effectieve maatregel geselecteerd, namelijk ramen en deuren sluiten/ mechanische ventilatie uitzetten. Het betreft een kosteloze maatregel, die echter juridisch niet te borgen is. Naleving van de maatregel zal geborgd moeten worden via voorlichting over deze maatregel door de overheid. Aangezien de maatregel aansluit bij de algemene overheidsinstructie over hoe te handelen bij een ramp, is de verwachting dat deze maatregel voldoende naleving vindt om als effectief aangemerkt te kunnen worden.

#### *Waarschuwing bedreigden*

De geselecteerde maatregelen die betrekking hebben op de waarschuwingstijd zijn de volgende:

- sirenes;
- cell broadcasting;
- centraal omroepsysteem woongebouwen.

Er zijn zowel maatregelen geselecteerd die de waarschuwingstijd in de openbare ruimte verkorten als maatregelen die de waarschuwingstijd in gebouwen verkorten.

De traditionele methode via het landelijke sirenenet scoorde tijdens de GDR-sessie zeer hoog. Nieuwe methodes, zoals cell broadcasting, zijn veelbelovend (Sillem 2004), aangezien hiermee personen in het getroffen gebied direct gewaarschuwd kunnen worden en van informatie/instructies kunnen worden voorzien. Aangezien gebruik kan worden gemaakt van bestaande technieken zijn met deze maatregelen relatief lage kosten gemoeid. De voorbereiding op deze maatregel kan juridische geborgd worden via het gemeentelijke rampenplan, deelplan 'Waarschuwing van de bevolking'.

De maatregelen op gebouwniveau (centraal omroepsysteem) worden in de praktijk al veel toegepast en zijn relatief voordelig, aangezien het maatregelen op installatieniveau betreft. Juridische borging kan plaatsvinden via de Bouwverordening.

11 Voor gemeentelijke wegen is de gemeente de wegbeheerder, voor provinciale wegen de provincie en voor rijkswegen het ministerie van Verkeer en Waterstaat.

### *Handelingsinstructies*

Er is geen enkele maatregel geselecteerd, die betrekking heeft op handelingsinstructies. Dit is opvallend, aangezien de kosten van het uitgeven van handelingsinstructies relatief gering zijn en juridische borging mogelijk is via de Wet rampen en zware ongevallen (Wrzo) alsmede via het Besluit informatie inzake rampen en zware ongevallen (Bir). De lage score wordt veroorzaakt door het feit dat de naleving van de instructies een lastig te voorspellen punt is. Niet duidelijk is op welke wijze personen te bewegen zijn om door de overheid afgevaardigde handelingsinstructies na te leven. Nader onderzoek is noodzakelijk om vast te stellen of en op welke wijze de naleving van handelingsinstructies positief is te beïnvloeden.

### *Planvorming en oefenen*

Binnen de categorie 'planvorming en oefenen' zijn de volgende maatregelen geselecteerd:

- publieksoefening met schuilen, beëindiging schuilen en ontsmetten of met evacueren en terugkeer;
- oefenen op scholen;
- procedures voor ontalarmeren.

De kosten voor planvorming en oefenen zijn relatief laag. Via de Wet rampen en zware ongevallen is het houden van oefeningen en het opstellen van plannen door de overheid juridisch geborgd. Hier vallen ook procedures voor ontalarmeren onder.<sup>12</sup> Het borgen van de deelname van publiek aan oefeningen is lastiger. Deelname vindt plaats op basis van vrijwilligheid. Tijdens de GDR-sessie bleek, dat er vooral veel waarde wordt gehecht aan het oefenen op scholen. Jong geleerd is immers oud gedaan.

## **5 Conclusies en aanbevelingen**

### **5.1 Conclusies**

Uit toepassing van de in paragraaf 3 beschreven methodiek is gebleken, dat het mogelijk is met deze methodiek voor het scenario 'ongeval met toxisch gas' maatregelen te selecteren, die de zelfredzaamheid van personen bij ongevallen met gevaarlijke stoffen ondersteunen. Voor gevaarlijke stoffen kunnen met effectberekeningsprogramma's de relevante effectgebieden worden bepaald. Tevens kan hiermee de tijd worden bepaald totdat de gaswolk het betreffende gebied heeft bereikt. Door het vergelijken van de benodigde tijd voor de verschillende strategieën met de beschikbare tijd, kan bepaald worden wat voor elk gebied de meest

12 Door de waarschuwings- en verkenningsdienstdeskundige van de brandweer kan worden berekend wanneer de concentraties buitenshuis lager zijn geworden dan de concentraties in huis. De WVD-deskundige adviseert wanneer schuilplaatsen kunnen worden verlaten, dan wel teruggekeerd kan worden in het gebied en gestart kan worden met het ventileren van de woningen.

geschikte zelfredzame strategie is. Vervolgens kunnen maatregelen die deze strategieën ondersteunen worden geselecteerd. Een lastig punt hierbij bleek het bepalen van de benodigde tijd voor de zelfredzame strategieën. Een minimale tijd kan eenvoudig beredeneerd worden. Het is echter de vraag of deze minimale tijden in de praktijk gehaald worden. Met name de tijd die verstrijkt tussen het moment van alarmeren en het moment van in actie komen is zeer persoonlijk bepaald. Dit betekent dat bij de keuze van de meest geschikte strategieën een ruime marge (één à twee uur) tussen de beschikbare tijd en de benodigde tijd moet worden aangehouden.

## 5.2 Aanbevelingen

Deze methodiek is ontwikkeld om maatregelen te beoordelen en te selecteren, die de zelfredzaamheid bij een specifiek scenario met gevaarlijke stoffen kunnen vergroten. Om de methodiek te kunnen toepassen op een specifieke situatie/locatie verdient het aanbeveling om twee stappen aan de methodiek toe te voegen.

Allereerst is het zinvol voor een specifieke locatie eerst een systeembeschrijving uit te voeren, waarbij de aanwezige risicobronnen en de aanwezige (beperkt) kwetsbare objecten in de zin van het Bevi worden geïnventariseerd en beschreven. Vanuit deze systeembeschrijving kan vervolgens een selectie gemaakt worden van de scenario's die voor deze situatie bepalend zijn voor het risico (en waarvoor dus maatregelen die de zelfredzaamheid kunnen bevorderen worden geïnventariseerd).

Daarnaast is het zinvol een stap toe te voegen, waarbij de geselecteerde maatregelen locatiespecifiek worden afgewogen. Elementen die bij deze afweging een rol zouden moeten spelen kunnen zijn:

- de plaatselijke mogelijkheden van de hulpverleningsorganisaties met betrekking tot het waarschuwen van personen;
- het type effectgebied waarin de locatie is gelegen ('dood', 'gewond', 'onveilig');
- de aard van het object (kantoor, ziekenhuis, woning), de daarmee samenhangende mate van zelfredzaamheid van de bewoners (mate van mobiliteit, ontruimingstijden) en de invloed daarvan op mogelijke zelfredzame strategieën.

Naast deze aanbevelingen met betrekking tot de methodiek, zijn er nog drie aanbevelingen in algemene zin te maken. Zoals in de inleiding van dit artikel is aangegeven, zijn in het onderzoek alleen fysieke en organisatorische maatregelen beschouwd, die de condities scheppen om zelfredzaamheid mogelijk te maken. Een andere belangrijke factor als het gaat om zelfredzaamheid zijn de competenties van een bepaald persoon (fysieke en geestelijke eigenschappen) en de invloed daarvan op het gebruik van de voorzieningen die zelfredzaamheid mogelijk maken. Het verdient aanbeveling nader onderzoek te verrichten naar de invloed van deze persoonskenmerken op de zelfredzaamheid van deze personen. Hierin kan meegenomen worden het onderzoek naar de vraag of en op welke wijze de naleving van (door de overheid afgevaardigde) handelingsinstructies positief is te beïnvloeden.

De methode gaat ervan uit dat er een gebiedsgedifferentieerd advies gegeven kan worden omtrent de meest effectieve zelfredzaamheidsstrategie. Nader onderzoek, toegespitst op de Nederlandse situatie, is nodig om te bepalen of het hantieren van een verschillende strategie per effectgebied in de praktijk uitvoerbaar is.

Als het gaat om het bepalen van de benodigde tijd voor 'vluchten' en 'ontruimen en vluchten' is in de toepassing van het praktijkvoorbeeld een minimale tijd aangehouden. Nader onderzoek is nodig om te bepalen hoeveel tijd er in Nederland gemiddeld en/of maximaal nodig is voor de uitvoering van deze strategieën.

## Literatuur

- Brand (red.) e.a., Van den (2005) *Zelfredzaamheid en fysieke veiligheid van burgers, Verkenningen*. Arnhem: Nibra.
- BZK (1996) *Brandbeveiligingsconcept Kantoorgebouwen en Onderwijsgebouwen*. Den Haag: Ministerie van Binnenlandse Zaken en Koninkrijksrelaties, Directie Brandweer en Rampenbestrijding.
- BZK (2001) *Leidraad operationele prestaties*. Den Haag: Ministerie van Binnenlandse Zaken en Koninkrijksrelaties.
- Nibra (1999) *Hoofdbrandmeester ROGS-officier, Bronnenboek, Brontekst 11, Methoden voor de gevaarsinschatting*. Arnhem: Nibra.
- Nibra (2001) *Leidraad ongevalsbestrijding gevaarlijke stoffen*. Arnhem: Nibra.
- Oberijé, N. & R. van den Brand (2005) *Maatregelen zelfredzaamheid; een onderzoek naar de bevordering van zelfredzaamheid bij ongevallen met gevaarlijke stoffen*. Arnhem: Nibra.
- Ruiten, M. & R. van Doorn, T. Habets, Th. Chenin, R. van Haagen (2000) *Interventiewaarden gevaarlijke stoffen nr. 8*. Den Haag: ministerie van VROM.
- Ruitenbergh, A.G.W. & I. Helsloot (2004) *Zelfredzaamheid van burgers bij rampen en zware ongevallen*. COT Instituut voor Veiligheids- en crisismanagement, Den Haag.
- Sillem, S., J.W.F. Wiersma & B.J.M. Ale (2004) *Alarming the Population Using SMS*, Proceedings of IMECE2004 (pp. 1-6), New York: ASME.
- Sorensen, J., B. Shumpert & B. Vogt (2002) *Planning Protective Action Decision-Making: Evacuate or shelter-in-place?* Oak Ridge: Oak Ridge National Laboratory (prepared for FEMA).
- TK (1995/1996) *Nota Risiconormering Vervoer Gevaarlijke Stoffen*. Den Haag: Kamerstukken II, 1995/96, 24 611, nr. 1.
- TK (2004/2005) *Besluit externe veiligheid inrichtingen, Besluit van 10 juni 2004 houdende milieukwaliteitseisen voor externe veiligheid van inrichtingen milieubeheer*. Den Haag: Staatsblad 2004, 250.
- VROM (2004) *Handreiking verantwoordingsplicht groepsrisico, concept augustus 2004*. Den Haag: ministerie van VROM.
- V&W (2004) *Circulaire Risiconormering Vervoer Gevaarlijke Stoffen*. Den Haag: Staatscourant 4 augustus 2004.
- Wiersma, T. & P. van der Torn (2003) *Procesanalyse van de incidentbeheersing, zelfredding en hulpverlening t.b.v. het programma van functionele eisen voor tunnels*. Apeldoorn: TNO-MEP en NivU.

*Ing. N. (Nancy) Oberijé, werkzaam als onderzoeker/adviseur bij het Nibra (Nederlands Instituut voor Brandweer en Rampenbestrijding). Correspondentieadres: Nibra, T.a.v. N. Oberijé, Postbus 7010, 6801 HA Arnhem, e-mail n.oberije@nibra.nl.*