

Maatregelen voor zelfredzaamheid van burgers in gebouwen en de gebouwde omgeving

Naar een kwantitatief model voor het bepalen van de effectiviteit van maatregelen op de veiligheid van de burger

Ir.dr.s. Inge Trijssenaar MTD, TNO, e-mail: inge.trijssenaar@tno.nl

Drs. Gerard Veldhuis, TNO

Samenvatting

In een gebied kunnen meerdere rampen (of incidenten) voorkomen, bijvoorbeeld overstroming brand of een toxische wolk. Burgers moeten -als het erop aankomt -zichzelf zoveel mogelijk kunnen redden. Welke maatregelen aan gebouwen of gebouwde omgeving zijn effectief om de zelfredzaamheid te bevorderen? Stel je moet maatregelen adviseren aan de omwonenden van een bedrijf dat risico's kan veroorzaken voor de omgeving, welke maatregelen hebben dan ook positieve effecten op andere vormen van veiligheid van deze omwonenden? Stel je wilt maatregelen nemen in een gebied en kiezen tussen de veiligheidsmaatregelen als een alarmeringssysteem of hittebestendig glas. Hoe maak je dan deze afweging? Welke maatregel heeft het meeste effect op de veiligheid van de burger gezien de risico's in het betreffende gebied? Voorbeelden van maatregelen zijn alarmeren met beperkte evacuatie-informatie versus uitgebreide informatie, dynamische bewegwijzering, gericht informeren over de richting van vluchten (bij gifwolken loodrecht op de windrichting). En wat is het effect van bouwkundige maatregelen zoals hittebestendig glas of een stevigere constructie en hoe verhouden deze zich tot andere maatregelen?

Een conceptueel maatregelmodel is ontwikkeld voor het kwantificeren van de effectiviteit van zelfredzaamheidsbevorderende maatregelen bij verschillende rampen en incidenten. Met dit conceptueel maatregelmodel kan het effect van maatregelen op de veiligheid en zelfredzaamheid van de burger worden bepaald. In de eerste versie van het model zijn een aantal ramptypen uitgewerkt met rekenvoorbeelden: een brand in een gebouw, een overstroming en het vrijkomen van gevaarlijke stoffen. Er is een eerste demonstrator ontwikkeld, dat de werking van het model toont.

Sleutelbegrippen

Rampen, veiligheid, zelfredzaamheid, maatregelen, effectiviteit, kwantitatief

Inleiding

‘Als de sirene gaat, ga dan naar binnen, sluit deuren en ramen en luister naar de rampenzender. Soms waarschuwt de overheid u via geluidswagens. Doe dan precies wat er van u wordt gevraagd. U wordt ook geïnformeerd via de rampenzender of internet’ [www.rijksoverheid.nl].

‘Er kunnen zich in Nederland verschillende soorten noodsituaties voordoen. Dan is het belangrijk om in deze situaties te weten hoe je het beste kunt handelen.’

[www.denkvooruit.nl] De Denk Vooruit-campagne geeft rampeninstructies en adviseert de burger om een noodpakket samen te stellen. Wat is het effect van maatregelen, zoals alarmeren met behulp van sms, cell broadcast, twitter, dynamische bewegwijzering of bewegwijzeren via een app op de smartphone op de zelfredzaamheid bij verschillende incidenten of rampen?

Achtergrond

Welke maatregelen kan een burger zelf nemen en hoe effectief zijn die in verschillende situaties? Als de overheid, woningbouwcorporaties, de veiligheidsregio, of projectontwikkelaars weten welke maatregelen het meest effectief zijn in een bepaald gebied bij een specifiek soort ramp, kunnen zij daar (vooraf) meer aandacht aan besteden bij de voorlichting aan burgers. Een veiligheidskundige kan het model toepassen door mogelijke maatregelen voor omwonenden van bedrijf te (laten) toetsen en in samenspraak met bijvoorbeeld veiligheidsregio en gemeente en omwonenden een maatregelenpakket samen te stellen.

Een maatregelenpakket dat op deze manier is samengesteld heeft als voordeel dat dit maatregelenpakket ook gunstig is voor andere mogelijke ramptypen en daarmee gunstig is voor de veiligheid van de omwonenden.

Er kunnen preventieve maatregelen worden genomen waardoor de burger zich tijdens een ramp beter kan redden. Welke rampen kunnen optreden hangt af van de risicobronnen in een gebied.

In dit project is een aanzet gemaakt voor een rekenmodel waarmee het effect van maatregelen op de zelfredzaamheid van de burger in een bepaald gebied kan worden bepaald. Dit model helpt bij het berekenen van de effecten van de te nemen maatregelen, om de risico's, maatregelen, effecten en kosten te vergelijken. Dit artikel beschrijft de resultaten van een verkennende studie die is opgestart naar aanleiding van de maatschappelijke wens van het handhaven of vergroten van het veiligheidsniveau in een maatschappij waarin de middelen schaarser worden. Dit leidt tot de noodzaak om financiële middelen gerichter in te zetten en om op een slimme manier maatregelen te selecteren.

Begrippen

Ramp

- groot, massaal ongeluk [Van Dale]
- een zwaar ongeval of andere gebeurtenis waarbij het leven en de gezondheid van veel personen, het milieu of grote materiële belangen in ernstige mate zijn geschaad of worden bedreigd. Een gecoördineerde inzet van diensten of organisaties van verschillende disciplines is vereist om de dreiging weg te nemen of de schadelijke gevolgen te beperken. [“Wet veiligheidsregio's, Deel I – Hoe, wat en waarom?”, Ministerie van Binnenlandse Zaken en Koninkrijksrelaties, 2010]
- Een ramp of catastrofe is een gebeurtenis waarbij een ernstige verstoring van de openbare veiligheid is ontstaan, waarbij het leven en de gezondheid van vele personen, het milieu of grote materiële belangen in ernstige mate worden bedreigd of zijn geschaad, en waarbij een gecoördineerde inzet van diensten en organisaties van verschillende disciplines is vereist om de dreiging weg te nemen of de schadelijke gevolgen te beperken [wikipedia]:. Bij een ramp zijn veel mensen en instanties betrokken. Dat kan zijn in de rol van slachtoffer, gedupeerde, hulpverlener, bestuurder, nabestaande of anderszins. In sommige gevallen wordt er ook gesproken van een crisis. Daarnaast kan er sprake zijn van:
 - o omvangrijke schade
 - o een groot getroffen gebied
 - o grote maatschappelijke impact.

Incident

Storend voorval, onvoorziene gebeurtenis [Van Dale]

Toelichting: een incident is kleinschaliger dan een ramp (doorgaans minder slachtoffers). Het kan zowel een ongeval als een delict/misdrijf betreffen.

Scenario

veronderstelde of geplande loop van gebeurtenissen [van Dale]

Definitie in dit rapport: veronderstelde loop van gebeurtenissen

Toelichting: per ramptype kunnen zich verschillende scenario's voordoen, die onderling verschillen in bijvoorbeeld ernst of ontwikkelingsnelheid.

Calamiteit

onverwachte gebeurtenis die schade of letsel veroorzaakt [van Dale].

Noodsituatie

Toestand waarbij men in nood verkeert of er van nood gesproken kan worden [van Dale]

Methoden en technieken

Er is een overzicht gemaakt van ramptypen waarbij de zelfredzaamheid van de burger in de gebouwde omgeving van belang is. Hierbij is gekeken naar beschikbare methoden voor het prioriteren van rampen voor een specifiek gebied, zoals het Regionaal Risicoprofiel [HRR09] en de Nationale Risicobeoordeling [NRB10]. Vervolgens is een conceptueel maatregelmodel ontwikkeld waarin alle rampen en maatregelen samenkomen. Met dit conceptueel maatregelmodel kan het effect van maatregelen op de veiligheid en zelfredzaamheid van de burger worden bepaald. Experts op de verschillende ramptypen zijn gevraagd naar beschikbare modellen voor het bepalen van de effectiviteit van maatregelen. Waar mogelijk is gebruik gemaakt van beschikbare data en modellen. In de eerste versie van het model zijn de volgende ramptypen uitgewerkt met rekenvoorbeelden: een brand in een gebouw, een overstroming en het vrijkomen van gevaarlijke stoffen. Deze ramptypen zijn geselecteerd op basis van behoefte bij stakeholders, mogelijkheden om zelfredzaamheid bevorderende maatregelen te treffen, mogelijkheid om deze maatregelen te kwantificeren, alsmede de beschikbaarheid van kennis en gegevens. Voor het bevorderen van de interactie met stakeholders en het verkrijgen van inzicht in de beoogde werking van het model, is een eerste demonstrator ontwikkeld. Tijdens de ontwikkeling zijn verschillende stakeholders en potentiële gebruikers betrokken om de voortgang te toetsen en ideeën op te doen.

Resultaten

Ramptypen

Uit een overzicht van alle mogelijke ramptypen die in Nederland of Nederlandse (veiligheids) regio's van belang zijn, is een eerste selectie gemaakt. Hierbij is gekeken naar het belang van het ramptype, de mogelijkheden om zelfredzaamheid bevorderende maatregelen te treffen en de mogelijkheid om deze te kwantificeren. De geselecteerde ramptypen zijn:

- Brand in een gebouw: woningbrand, brand in kantoren, complexe gebouwen, kwetsbare gebouwen
- Brandbare gevaarlijke stoffen buiten gebouw
- Natuurbrand
- Ongevallen in tunnels (brand en gevaarlijke stoffen)
- Gevaarlijke stoffen: toxisch, explosies
- Overstroming
- Extreem weer
- Uitval nutsvoorzieningen (stroom, gas, water of telefoon)
- CBRN (Chemisch Biologisch Radiologisch en Nucleair) terrorisme
- Sociale onveiligheid/misdaad.

'Sociale onveiligheid/misdaad' en 'Brand in woningen en kantoren' zijn ramptypen c.q. incidenten met een relatief grote kans van voorkomen (en een relatief gezien kleinschalig gevolg). Als een zelfredzaamheidsbevorderende maatregel voor deze incidenten nuttig is en tevens op grootschalige ramptypen effect heeft, dan kan de totale effectiviteit van een maatregel op de veiligheid van de burger groot zijn. Bovendien is de herkenbaarheid van een maatregel voor incidenten groter dan een maatregel voor een ramp met een kleine kans van voorkomen. Het is aannemelijk dat een grotere herkenbaarheid leidt tot een betere acceptatie bij de burger om die maatregel te nemen en/of tot beter reageren op de maatregel. Dit geldt met name voor communicatiemaatregelen, zoals routeaanduidingen en voor inzet van de burger-BHV (d.w.z. een groep in een woonwijk die taken in de wijk verrichten vergelijkbaar aan de taken van een BHV in een bedrijf).

Conceptueel maatregelmodel

Het conceptueel maatregelmodel is een rekenmodel waarin 'de veiligheid van de burger' wordt berekend voor de verschillende ramptypen en de mogelijke maatregelen met hun onderlinge interacties. De veiligheid van de burger wordt uitgedrukt in de kans op letsel. De waardering van het effect van maatregelen op veiligheid wordt uitgedrukt in vermindering van slachtoffers (doden en gewonden). Het streven is om de vermindering van slachtoffers te kwantificeren, maar als dat niet mogelijk is zal dit kwalitatief gebeuren.

Het streven is om de effectiviteit van de maatregelen zoveel mogelijk goed onderbouwd en met herleidbare aannames uit te voeren. In figuur 1 is een schematische weergave van het conceptueel model getoond.

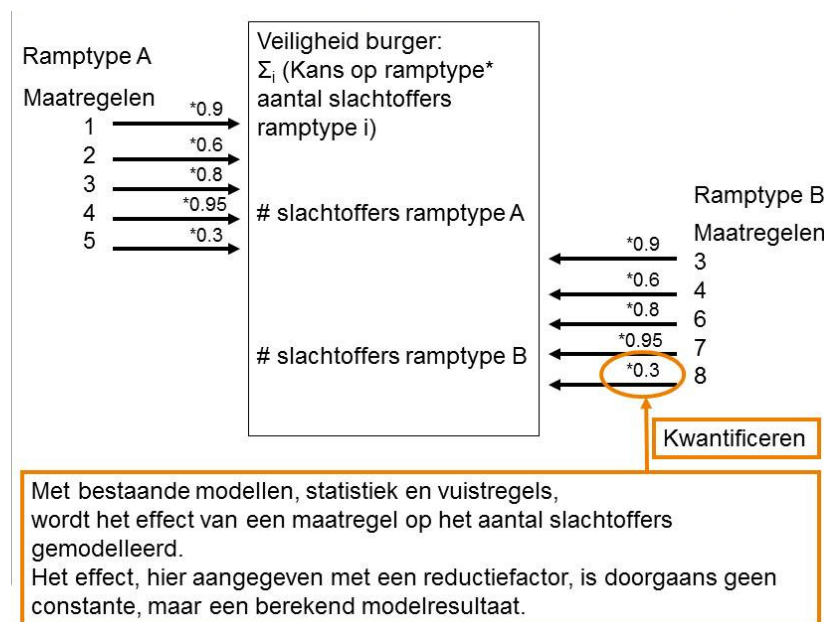
Scenario's

Per ramptype kunnen zich verschillende scenario's voordoen, die onderling verschillen in bijvoorbeeld ernst of ontwikkelingssnelheid.

Voor het beoordelen van de effectiviteit van zelfredzaamheid is de tijdschaal van de ontwikkeling van het scenario een belangrijke parameter. Ter illustratie: een explosie kan zeer plotseling optreden, waardoor personen in het effectgebied als gedrag hooguit kunnen wegduiken. Betere evacuieroutering heeft in een dergelijk scenario weinig nut. Maatregelen die preventief genomen kunnen zijn - zoals explosiebestendigere gevels en glaswerk - kunnen de zelfredzaamheid van personen in het effectgebied positief beïnvloeden bij een instantaan of snel scenario. Aan de andere kant zijn er langzamer ontwikkelende scenario's waarbij op de komst van een explosie kan worden geanticipeerd. Bijvoorbeeld: een LPG-tankwagen kan exploderen (Boiling Liquid Expanding Vapour Explosion) na opwarming in een brand. Hierbij kunnen zelfredzaamheidsbevorderende maatregelen worden getroffen tot het moment dat de daadwerkelijke explosie optreedt.

De vraag is in hoeveel scenario's nodig zijn voor het beoordelen van zelfredzaamheidsbevorderende maatregelen. Bij risicoanalyses met hoge complexiteit is het raadzaam om te blijven werken met een beperkt aantal scenario's, voor het behouden van overzicht en het beperken van de hoeveelheid benodigde inspanning voor het toepassen van de methode [Koo11].

Het Regionaal Risicoprofiel en de Nationale Risicobeoordeling werken dan ook met één maatgevend scenario per ramptype [HRR09, NRB10]. Door de afhankelijkheid van het effect van zelfredzaamheidsbevorderende maatregelen van de ontwikkelingssnelheid en het feit dat er binnen een ramptype doorgaans meerdere scenario's optreden met verschillende ontwikkelingsnelheden is het voor deze methode wenselijk om minimaal drie en maximaal tien subscenario's per ramptype te hanteren. Het aantal ramptypen dat in een gebied speelt zal doorgaans kleiner zijn dan in het geval van Het Regionaal Risicoprofiel en de Nationale Risicobeoordeling.



Figuur 1: Schematische weergave van conceptueel maatregelmodel met daarin het effect van maatregelen op slachtoffers

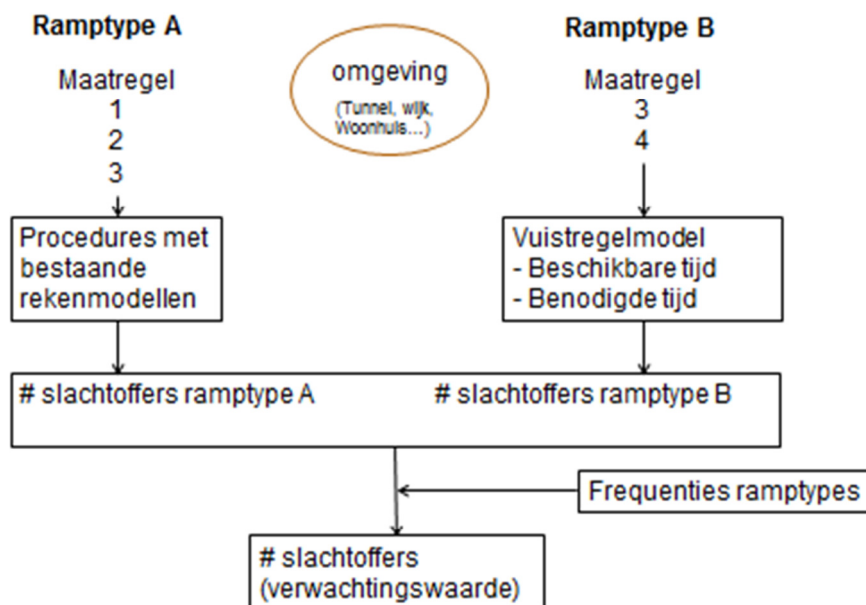
Bestaande modellen

Uit de inventarisatie blijkt dat er voor sommige ramptypen al complete modellen zijn waarmee zelfredzaamheidsbevorderende maatregelen doorgerekend kunnen worden. Voor tunnelveiligheid bijvoorbeeld bestaan al rekenmodules voor maatregelen zoals alarmering, afstand tussen vluchtdeuren, etc. Bij dergelijke ramptypen wordt dan ook gebruik gemaakt van beschikbare tools. De resultaten van deze modellen kunnen dan als input voor het overkoepelende maatregelmodel gebruikt worden.

Vuistregelmodel

Op het gebied van brandveiligheid is er al veel kennis en zijn er tools waarmee de invloed van zelfredzaamheidsbevorderende maatregelen bestudeerd kan worden. Tot nu toe is er echter geen model waarmee het effect van alle verschillende maatregelen op de veiligheid – op een eenvoudige wijze – door gerekend kan worden. Voor dit soort ramptypen is een vuistregelmodel gemaakt, dat verder wordt uitgebreid, waarbij we per scenario kijken naar de beschikbare tijd die een persoon heeft voordat hij risico loopt op letsel. Deze beschikbare tijd wordt afgezet tegen de tijd die de persoon nodig heeft om zichzelf in veiligheid te brengen. De maatregelen beïnvloeden de beschikbare en/of de benodigde tijd. Daarmee kunnen we berekenen hoe effectief de maatregel is. er kan gebruik gemaakt worden van zogeheten ‘GeoInformatie Systemen (gis)’ om gebiedsgegevens zoals bevolkingsdichtheden en locatie en type gebouwen te kunnen gebruiken in het maatregelmodel.

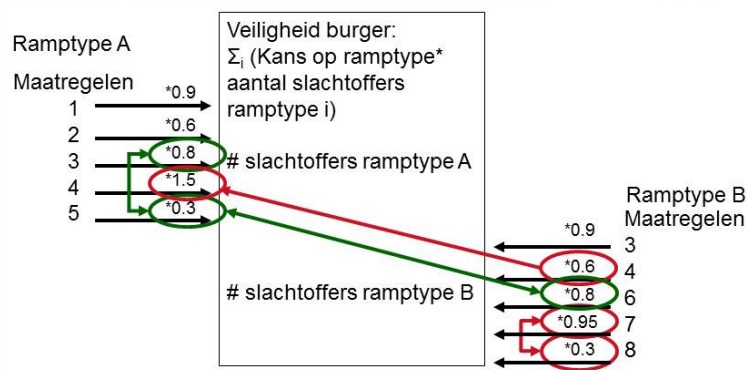
In figuur 2 wordt schematisch weergegeven hoe het model werkt met bestaande modellen en vuistregelmodellen.



Figuur 2: Schematische weergave van het model met een bestaand model voor ramptype A en vuistregelmodel voor ramptype B

Het kan zijn dat maatregelen van verschillende ramptypen een verschillend (en misschien zelfs tegengesteld) effect hebben op het aantal slachtoffers. Zo zullen deuren die zijn afgesloten met sloten en knippen een positief effect hebben op de sociale veiligheid (minder inbraak) maar een negatief effect op de vluchtmogelijkheden. In dat geval werken de maatregelen elkaar tegen. In figuur 3 is maatregel 4 een dergelijke maatregel met een positief effect op ramptype/incident B en een negatief effect op ramptype/incident A.

Maatregelen die een snelle actie van de burger bevorderen, zoals bijvoorbeeld een vlotte alarmering met goede gedetailleerde informatie, zullen over het algemeen voor meerdere ramptypen een positief effect hebben (bijvoorbeeld maatregel '3' in figuur 3 met interactie van maatregelen).



Combineren maatregelen:
Tegenwerken/ versterken

Figuur 3: Schematische weergave van het model met interacties van maatregelen

Maatregelen

In een database zijn een groot aantal maatregelen verzameld. Een aantal generieke technische en organisatorische maatregelen zijn getoond in respectievelijk tabel 1 en tabel 2. Voor maatregelen die specifiek voor een bepaald ramptype worden genomen is per maatregel en per ramptype aangegeven of het een positieve of negatieve invloed heeft op de veiligheid van de burger/de zelfredzaamheid van de burgers/het voorkomen van letsel. Deze interacties worden hieronder uitgewerkt in een voorbeeld.

Tabel 1: Voorbeelden technische maatregelen zelfredzaamheid [Wij12, Oud09, NIF05]

Alarmering

- Alarmeren met beperkte informatie
- Alarmeren met uitgebreide informatie
- Alarmeren met behulp van sms, cell broadcast of twitter

Verlagen vluchttijd

Indeling gebouwen

Optimaliseren vluchtroutes

- Dynamische bewegwijzering
- Bewegwijzeren via een app op de smartphone

Tabel 2: Voorbeelden organisatorische maatregelen zelfredzaamheid [Wij12, Oud09, NIF05]

Campagnes en voorlichting

- Het vergroten van het veiligheidsbewustzijn
- Instructies over middelen en handelingen
 - naar binnen gaan
 - sluit deuren en ramen

Opleiding en training

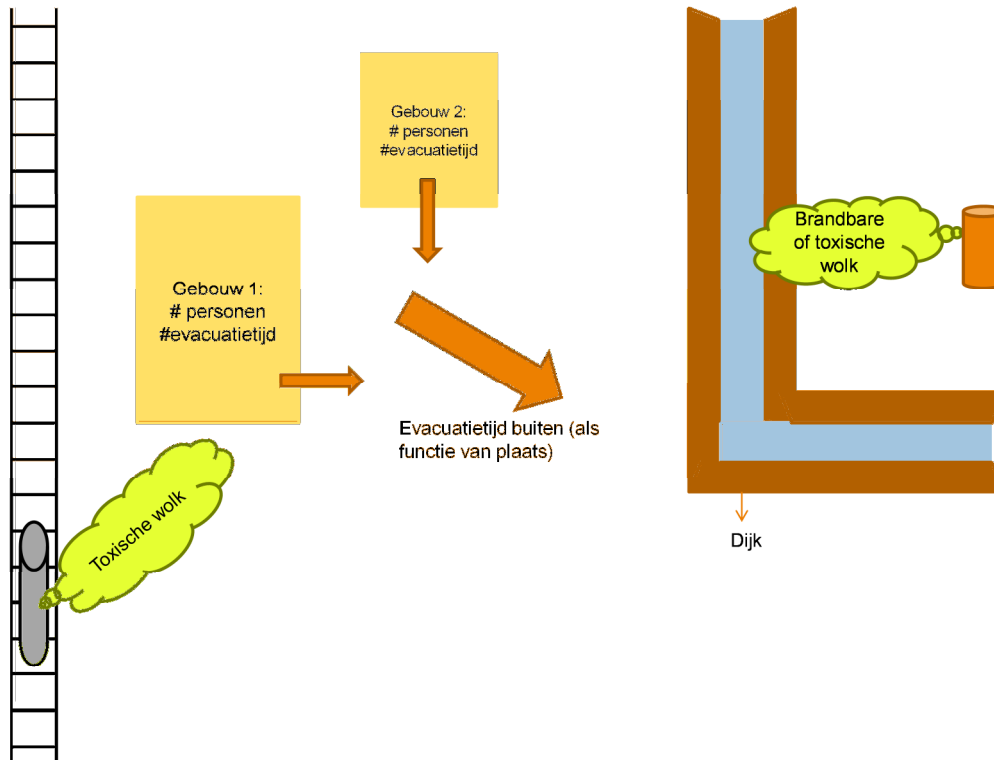
- Ontvluchtingbegeleiders aanstellen
- Buren-belsysteem
- Personele verkeersregeling

Oefenen

- Het bedrijf informeert de omgeving tijdens een ramp
- Publieke oefeningen
- Uitvoeren van een simulatie van ontruiming met computermodel om ontruiming te trainen
- Ontruimingsoefeningen laten zien via media

Voorbeeld

In een gebied worden 3 risico's voorzien (zie figuur 4): een toxische wolk, overstroming van de regio en brand in een gebouw. Met behulp van gebiedsgegevens van bevolkingsdichtheid, karakteristieken, locatie en type gebouwen kan de verwachte impact van de verschillende risico's worden geschat.



Figuur 4: Voorbeeld van een (vereenvoudigde) geografische weergave van een gebied met haar risicobronnen en enkele geografische modelgegevens

Tabel 3 toont verschillende veiligheidsmaatregelen die genomen kunnen worden om het aantal slachtoffers te reduceren en de zelfredzaamheid van burgers te vergroten tijdens de drie genoemde ramptypen. Het effect van de maatregelen op ofwel de benodigde tijd ofwel de beschikbare tijd zijn kwalitatief weergegeven in de tabel. Bijvoorbeeld in geval van brandwerende muren en ramen, worden burgers langer beschermd tegen warmtestraling, wat ze meer (beschikbare) tijd geeft totdat de omstandigheden ondraaglijk worden. Het gebruik van het model geeft inzicht in welke maatregelen – die genomen kunnen worden ten behoeve van verschillende ramptypen- elkaar versterken, verzwakken of tegenwerken. In het geval dat hoogbouw vermeden wordt, heeft dit een positief effect op evacuatie van het gebouw in geval van brand. In geval van een toxische wolk heeft het vermijden van hoogbouw echter een negatief effect op de zelfredzaamheid in de achterliggende gebouwen. Hoge obstakels en gebouwen resulteren namelijk in een lagere concentratie achter een gebouw (vanaf de bron gezien in benedenwindse richting) [Wij09]. Ook in geval van een overstroming heeft het vermijden van hoogbouw een negatief effect op zelfredzaamheid: mensen kunnen minder makkelijk naar een hoger gelegen locatie vluchten.

Tabel 3: Interactietabel maatregelen [Wij12]

Maatregel	Effect van maatregel			
	Effect op tijd beschikbaar/benodigd	Brand	Toxische wolk	Overstroming
Brandwerende gevels en beglazing	Beschikbare tijd	+	0	0
Vermijden hoogbouw en beglazing	Benodigde tijd	+	-	-
Toxische wolk maatregelen				
Hoge wal, muur of ander obstakel tussen risico object en burgers	Beschikbare tijd	+	+	-/+
Overstroming				
Dijkmuur om huis/wijk aanleggen	Beschikbare tijd	+	+	-/+
Vermijden obstakels en vernauwingen	Benodigde tijd	+	-	+

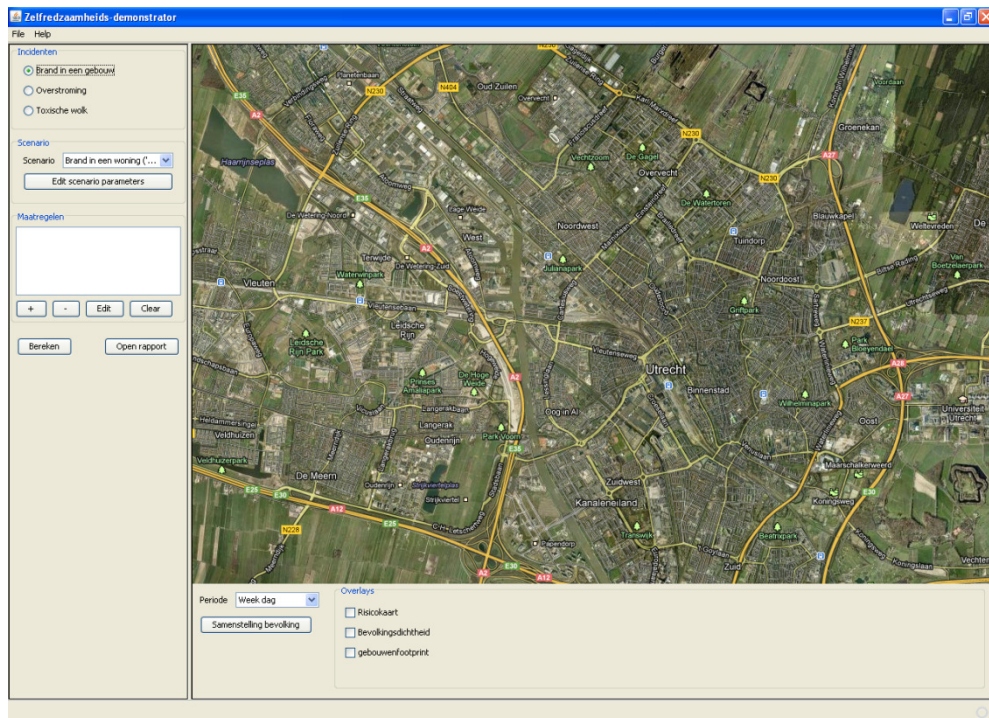
Kwantitatief voorbeeld

Een aantal specifieke scenario's zijn in [Wij12] kwantitatief uitgewerkt voor de geselecteerde ramptypen. Voor de uitwerking van een toxisch scenario kan gebruik gemaakt worden van het beschikbare model SeReMo in EFFECTS. Het model is gedocumenteerd in [Tri11a] en [Tri11b]. Voor toxische wolken is het effect van het alarmeren van burgers op de benodigde tijd geschat [Wij12]. Een vergelijking is uitgevoerd voor de volgende situaties 'zonder alarm', 'met alarm maar zonder informatie' en 'met alarm en informatie'. Het aantal dodelijke slachtoffers in dit specifieke voorbeeld is respectievelijk 96, 89 en 63 slachtoffers [Wij12].

Voor overstroming zijn dezelfde alarmeringsmaatregelen uitgewerkt voor een snel, een middel-snel en een langzaam overstromingsscenario. Hierbij is gebruik gemaakt van het model van Jonkman [Jon07]. Voor het middel-snelle en het langzame scenario is geen verschil in slachtoffers berekend [Wij12]. Voor het snelle overstromingsscenario is het aantal dodelijke slachtoffers respectievelijk 327, 269 en 191. Voor het bepalen van de effectiviteit van de veiligheidsmaatregelen voor deze overstromings- en toxische wolkscenario's, dient het aantal potentiële slachtoffers in verband worden gebracht met de kansen op de scenario's in het gebied volgens de risicodefinitie van het regionaal risicoprofiel [HRR09] en [NRB09]. De maatregelen kunnen worden getoond m.b.v. een risicodiagram voor en een risicodiagram na het nemen van maatregelen.

Demonstrator

In de demonstrator van het model (zie figuur 5) heeft de gebruiker in zijn gebied te maken met de ramptypen: 'brand in een gebouw', 'een toxische wolk' en 'een overstroming'. De demonstrator toont alleen de relevante maatregelen voor de geselecteerde ramptypen en laat zien op welke ramptypen de maatregelen invloed hebben. Hierdoor krijgt de gebruiker bij de selectie van maatregelen voor een gebied inzicht in de gevolgen van die maatregelen.



Figuur 5: beginscherm van de demonstrator

Conclusie

Een conceptueel maatregelmodel is ontwikkeld voor het kwantificeren van de effectiviteit van zelfredzaamheidsbevorderende maatregelen bij verschillende rampen en incidenten. Met dit conceptueel maatregelmodel kan het effect van maatregelen op de veiligheid en zelfredzaamheid van de burger worden bepaald. In de eerste versie van het model zijn een aantal ramptypen uitgewerkt met rekenvoorbeelden: een brand in een gebouw, een overstroming en het vrijkomen van gevaarlijke stoffen. Er is een eerste demonstrator ontwikkeld, dat de werking van het model toont.

Het effect en de aard van effectieve maatregelen is sterk afhankelijk van het tijdsverloop van de ramp: sommige overstromingen zijn relatief lang van tevoren te voorspellen, andere ontstaan zeer plotseling. Daarom dienen er per ramptype enkele representatieve scenario's met verschillende tijdsschalen te worden gekozen.

Discussie

Uitdagingen voor het vervolg van het project zijn:

- het integreren van verschillende modellen voor verschillende ramptypen in een overkoepelend maatregelenmodel. Het effect van maatregelen is voor sommige ramptypen veel lastiger te kwantificeren dan voor andere.
- de geselecteerde ramptypen en incidenten bevinden zich op twee uitersten van de kans en gevolgschaal: de ramptypen hebben een kleine kans in combinatie met een groot gevolg, de incidenten hebben een grote kans in combinatie met een (doorgaans) klein gevolg. Dit heeft als voordeel dat de totale effectiviteit van een maatregel op de veiligheid van de burger groot kan zijn, als een zelfredzaamheidsbevorderende maatregel voor incidenten genomen wordt en deze maatregel tevens op grootschalige ramptypen effect heeft. Het maakt het echter lastig om een goede risicodefinitie te vinden om de effectiviteit in uit te drukken. Het regionaal risicoprofiel en de nationale risico beoordeling gebruiken een andere risicodefinitie dan de bekende risicodefinitie 'risico=kans*gevolg'. Het maatregelenmodel dient verder te worden uitgewerkt om een voor dit model passende risicodefinitie te kiezen, waarbij bij voorkeur wordt aangesloten bij het regionaal risicoprofiel en de nationale risico beoordeling.

- het creëren van een toegankelijk model, dat goed inzicht geeft in de effectiviteit van verschillende maatregelen. Het model is momenteel nog algemeen opgesteld voor een brede doelgroep: overheid, woningbouwcorporaties, de veiligheidsregio, projectontwikkelaars en veiligheidskundigen zouden in de toekomst gebruik kunnen maken van het model. Afhankelijk van de doelgroep zal het gebruik van het model moeten worden aangepast, door middel van een user-interface of het gebruik maken van experts die berekeningen uitvoeren in opdracht van de klant.
- het zo goed mogelijk modelleren van het gedrag van mensen: hoe reageren mensen op een ramp, hoe reageren mensen op waarschuwingen en alarmeringen? Het effect van maatregelen wordt in sterke mate beïnvloed door menselijk gedrag, bijvoorbeeld in welke mate burgers aan de maatregel gewend zijn en op welke wijze zij opvolging geven aan de maatregel. Dit gedrag en vaste 'if-this-than-that' relaties zijn helaas niet eenvoudig generiek te bepalen. Wel kan het model worden verrijkt door het benutten van onderzoeken en beschrijvingen van observaties van menselijk gedrag.

Referenties

- EFFECTS, Software for effect calculations, TNO, 2012
- HRR09: *Handreiking Regionaal Risicoprofiel*, concept 1.10, 2009
- Jonkman S.N., *Loss of life estimation in flood risk assessment, Theory and applications*, ISBN 978-90-9021950-9, Delft, 2007
- Koomen G., *Congres Veiligheid en Risico*, 6 december 2011, 'hoe grip te krijgen op een verzuilde risicobeheersing', 2011
- NIFV, 'Maatregelen zelfredzaamheid', projectnummer 43IN40245, 12 juli 2005
- NRB10: *Nationale Risicobeoordeling bevindingen rapportage 2010*, Ministerie van Veiligheid en Justitie, 2010
- NRB09, *Werken met scenario's, risicobeoordelingen capaciteiten in de Strategie Nationale Veiligheid*, 2009
- Oude Spraksté, D., 'Effecten van maatregelen t.b.v. zelfredzaamheid: een onderzoek naar de kwantificeerbaarheid van zelfredzaamheid van zelfredzaamheidsbevorderende maatregelen', TNO, 2009
- Trijssenaar, I.J.M. et al. 'Kwantificering van de effectiviteit van maatregelen voor ongevallen met gevaarlijke stoffen, Fase 1: kwantificeren van aantallen gewonden.' TNO-rapport, 21 november 2011
- Trijssenaar I.J.M., Rosmuller N., 'Kwantificeren van gewonden ten gevolge van transportongevallen met gevaarlijke stoffen', *Tijdschrift voor toegepaste Arbeidwetenschap*, (2011-01), supplement, p. 71-75, 2011
- Wet veiligheidsregio's, Deel I – Hoe, wat en waarom?', Ministerie van Binnenlandse Zaken en Koninkrijksrelaties, 2010
- Wikipedia, www.wikipedia.nl, november 2012
- Wijnant-Timmerman, Trijssenaar-Buhre, Witberg, 'Maatregelen voor zelfredzaamheid van burgers in gebouwen en de gebouwde omgeving', 2012
- Wijnant-Timmerman, S.I., Wiersma, T., 'Risk reduction by use of a bufferzone', *Safety, Reliability and Risk Analysis: Theory, Methods and Applications* – Martorell et al. (eds), ISBN 978-0-415-48513-5, 2009.



<http://www.veiligheidskunde.nl/congres2013-sessie3>