

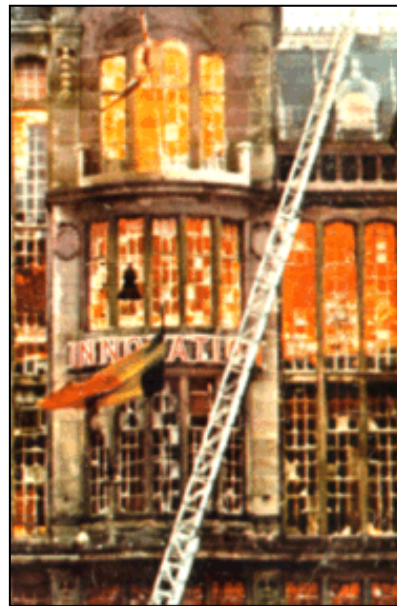
Menselijk gedrag bij vluchten uit gebouwen

Deel 1: Quick scan van de literatuur
Deel 2: Onderzoeksprogrammering

Amsterdam/Rotterdam, maart 2007

DSP-groep:
Paul van Soomeren
Hein Stienstra
Jack Weaver

SBR:
Gerda Klunder



Menselijk gedrag bij vluchten uit gebouwen

Deel 1: Quick scan van de literatuur

Deel 2: Onderzoeksprogrammering

Amsterdam/Rotterdam, maart 2007

DSP-groep:

Paul van Soomeren

Hein Stienstra

Jack Weaver

SBR:

Gerda Klunder

In opdracht van het ministerie van Binnenlandse Zaken en Koninkrijksrelaties

Illustraties voorblad

- 1 "Dat komt ervan als de nooddeur versperd is!"
Veiligheidsaffiche Nr.52, Veiligheidsmuseum, 1926-27
Internationaal Instituut voor Sociale Geschiedenis, Amsterdam
- 2 Brand in het warenhuis L'Innovation te Brussel, 1967, 323 doden
Belgisch Nieuwsarchief (Bedrijfsbranden, 2006)

DSP – groep BV
Van Diemenstraat 374
1013 CR Amsterdam
T: +31 (0)20 625 75 37
F: +31 (0)20 627 47 59
E: dsp@dsp-groep.nl
W: www.dsp-groep.nl
KvK: 33176766 A'dam

SBR
Kruisplein 25 q
Postbus 1819
3000 BV Rotterdam
T: +31 (0)10 206 59 59
F: +31 (0)20 413 01 75
E: info@sbr.nl
W: www.sbr.nl

Inhoudsopgave

Voorwoord	5
Deel 1 Quick scan van de literatuur	6
1 Inleiding	7
1.1 Aanleiding	7
1.2 Onderzoeksopdracht	8
1.3 Focus op gebouw-mens-calamiteit	9
1.4 Definities	11
1.5 Vluchten waartoe?	12
1.6 Aanpak	15
1.7 Opzet van de rapportage	15
2 Vluchten uit gebouwen in de huidige wet- en regelgeving	17
2.1 Inleiding	17
2.2 Relevante wet- en regelgeving	17
2.3 Aannames over menselijk gedrag in de huidige regelgeving	21
2.4 Oude studies als basis voor de regelgeving	27
2.5 Conclusies	31
3 Menselijk gedrag bij calamiteiten in de psychologie en neurologie	34
3.1 Inleiding	34
3.2 Illusie van onkwetsbaarheid	34
3.3 Fasen bij een calamiteit	35
3.4 Menselijke reacties op een calamiteit	36
3.5 Automatische en bedachte reacties	38
3.6 Vluchten als mogelijke optie	40
3.7 Conclusies	41
4 Menselijk gedrag in ontruimingsmodellen	42
4.1 Inleiding	42
4.2 Ontruimingsproces	42
4.3 Ontruimingsmodellen als transparant hulpmiddel of als zwarte doos?	44
4.4 Onderzoek naar computersimulaties in Nederland	47
4.5 Conclusies	49
5 Menselijk vluchtgedrag uit gebouwen	50
5.1 Inleiding	50
5.2 Acht clusters van variabelen	50
5.3 Cluster 1: aantal personen in – en verdeling over – het gebouw	52
5.4 Cluster 2: fysieke en cognitieve capaciteiten	54
5.5 Cluster 3: leeftijd en geslacht	59
5.6 Cluster 4: activiteiten, drugs, commitment en focus	60
5.7 Cluster 5: aanwezigheid van anderen, groepen	63
5.8 Cluster 6: bekendheid met het gebouw, gebruik van uitgangen en stromen	65
5.9 Cluster 7: informatie, communicatie, alarmering, instructie, staf en leiderschap	71
5.10 Cluster 8: cultuur, taal, omgeving en overige variabelen	75
5.11 Conclusies	75

6	Samenvatting, conclusies en aanbevelingen	77
6.1	Inleiding	77
6.2	Conclusies en aanbevelingen	77
6.3	Tot besluit	83
Deel 2	Onderzoeksprogrammering	84
1	Inleiding	85
1.1	Toelichting op fase 2 van het onderzoek	85
1.2	Opzet van de rapportage	86
2	Onderzoeksmethoden	87
2.1	Inleiding	87
2.2	Methoden van onderzoek	87
2.3	Methoden van dataverzameling	88
2.4	Soorten informanten	89
3	Theorie van menselijk vluchtgedrag uit gebouwen	90
3.1	Inleiding	90
3.2	Onderzoek 1: vaststellen van definities en variabelen	90
3.3	Onderzoek 2: ontwikkelen van een theoretisch model	92
3.4	Onderzoek 3: analyseren van ontruimingsmodellen	94
4	Praktijk van menselijk vluchtgedrag uit gebouwen	96
4.1	Inleiding	96
4.2	Onderzoek 4: opbouwen van de calamiteitenpiramide	96
4.3	Onderzoek 5: veiligheidsbewustzijn in de praktijk	98
4.4	Onderzoek 6: training en oefening in de praktijk	99
4.5	Onderzoek 7: lessen uit calamiteiten uit het verleden	100
5	Pre-experimenteel onderzoek	102
5.1	Inleiding	102
5.2	Onderzoek 8: effectief alarmeren	102
5.3	Onderzoek 9: gebouw, omgeving en effectief vluchtgedrag	104
5.4	Onderzoek 10: groepsgedrag	105
5.5	Onderzoek 11: cultuur en taal	106
6	Experimenteel onderzoek	108
6.1	Inleiding	108
6.2	Onderzoek 12: experimenteren met menselijk gedrag	108
7	Organisatie en kennisoverdracht	111
7.1	Inleiding	111
7.2	Organisatie	111
7.3	Kennisoverdracht	113
	Literatuurlijst	114
	Bijlagen	126
Bijlage 1	Begeleidingscommissies en klankbordgroepen	127
Bijlage 2	Aantal binnenbranden	128
Bijlage 3	Aantal doden en gewonden bij branden in gebouwen	129
Bijlage 4	Lijst van geïnterviewden	130
Bijlage 5	Vluchten uit gebouwen in de huidige wet- en regelgeving	131
Bijlage 6	Ontruimingsplan	138

Bijlage 7	Vluchtrouteaanduidingen: zichtbaar, opvallend en begrijpelijk	141
Bijlage 8	Helpers bij rook	146
Bijlage 9	Nuttige websites	148

Voorwoord

Voor u ligt het resultaat van een jaar onderzoek naar menselijk gedrag bij vluchten uit gebouwen, uitgevoerd in de periode maart 2006 tot en met maart 2007.

In maart 2006 zijn we begonnen met fase 1 van het onderzoek: een quick scan van de literatuur op het snijvlak van gebouw, mens en calamiteit. Dat heeft in juli 2006 geleid tot een concept-rapportage van dit onderzoeksdeel. Hierin zijn aanbevelingen gedaan voor onderzoek dat nodig is om menselijk vlucht gedrag een goede plek te geven in beleid en regelgeving. Deze fase is ondersteund door een begeleidingscommissie en een klankbordgroep.

In oktober 2006 is fase 2 van het onderzoek gestart, waarin we de aanbevelingen hebben uitgewerkt tot een onderzoeksprogramma. De eerste stap die we daartoe hebben gezet, is het opstellen van onderzoeksvoorstellen per aanbeveling. Die voorstellen hebben we in twee sessies voorgelegd aan breed samengestelde klankbordgroepen. Vervolgens hebben we de afzonderlijke voorstellen geclusterd en ingekaderd tot een onderzoeksprogrammering, waarin ook de inzichten vanuit de klankbordgroepen zijn verwerkt. Ook in deze fase is er actief meegedacht door een (anders samengestelde) begeleidingscommissie.

Tenslotte hebben we deze totaalrapportage gemaakt, waarbij de quick scan van de literatuur nog is uitgebreid en bijgesteld op basis van het commentaar van deelnemers van de klankbordgroepen.

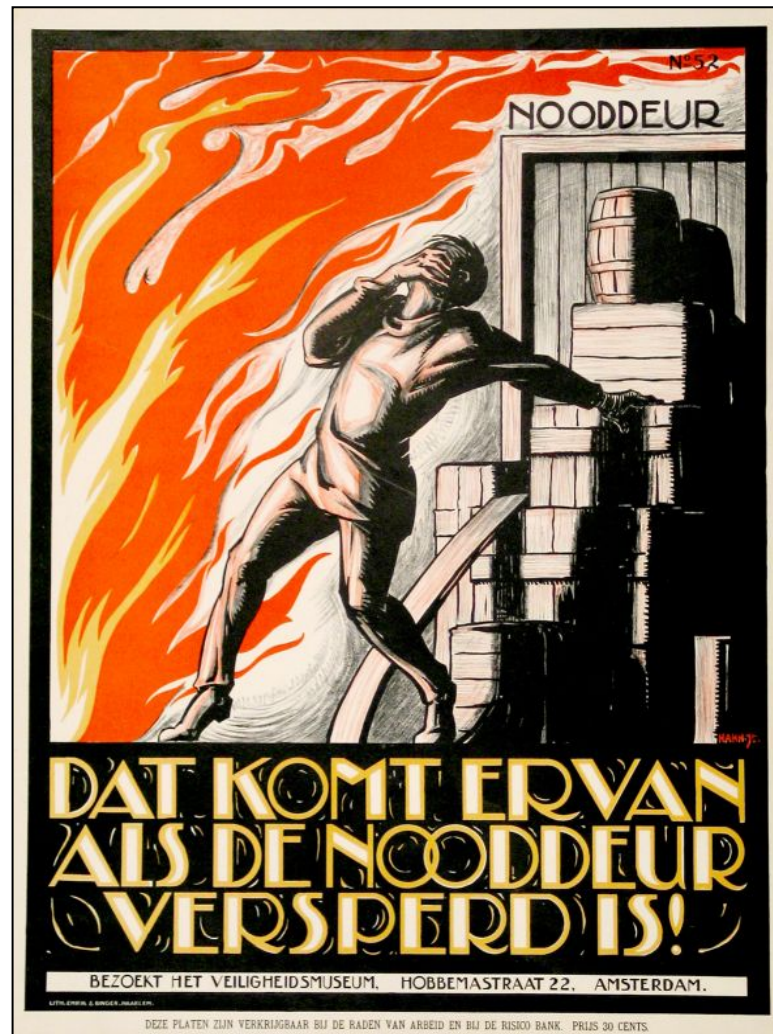
We hebben alle klankbordgroepbijeenkomsten als bijzonder positief ervaren. Het is ons duidelijk geworden dat het onderwerp door iedereen van groot belang wordt geacht. We waren ook blij verrast door de vele reacties die we na de klankbordgroepbijeenkomsten ontvingen. Op deze plaats willen we dan ook graag alle leden van de begeleidingscommissies en klankbordgroepen bedanken voor de enthousiaste medewerking. In bijlage 1 staan allen genoemd. Een bijzonder woord van dank willen we richten aan Louis Boer, Carl Steinmetz en Harrie Vorst. We hebben dankbaar gebruik gemaakt van hun schriftelijke bijdragen.

Het onderhavige eindrapport bestaat uit twee delen. Deel 1 komt overeen met fase 1 van het onderzoek. In dit deel staat de quick scan van de literatuur centraal. In deel 2 buigen we ons over de onderzoeksprogrammering, die in fase 2 is uitgevoerd. Achterin het rapport zijn de literatuurlijst en de bijlagen opgenomen.

Het is een heel verhaal geworden en we beseffen dat door te proberen volledig en genuanceerd te zijn het rapport niet altijd even 'lekker leesbaar' is. We gaan er echter vanuit dat de geïnteresseerde zijn weg er wel in kan vinden. We wensen u dan ook veel leesplezier.

De auteurs

Deel 1 Quick scan van de literatuur



1 Inleiding

1.1 Aanleiding

In de media haalt een calamiteit al snel de voorpagina en het journaal. Hoe mensen zich gedragen bij een calamiteit, moet de lezer echter vaak tussen de regels door zien uit te vissen, of gaat verloren in de spectaculaire beelden van brand, rook en instorting. Vaak beperkt de informatie over het menselijk gedrag zich tot de vraag of er wel of geen paniek is uitgebroken, of concentreren de media zich op uitzonderlijke daden en (on)smakelijke anekdotes.

Wat bij een eerste kennismaking met de literatuur opvalt, is dat zo'n calamiteit qua menselijk gedrag vaak anders verloopt dan door overheden, ontwerpers, eigenaren en gebruikers van gebouwen wordt verondersteld. Mensen doen in aanvang soms helemaal niets, zien/horen/begrijpen niet dat er iets ernstigs aan de hand is, gaan door waar ze mee bezig waren, vergaren hun persoonlijke eigendommen, sluiten de computer af zoals het hoort, volgen de aanwijzingen niet op, gebruiken de nooduitgang vaak niet en keren soms – eindelijk veilig buiten – op hun schreden terug en gaan het gebouw weer in.

In het begin van de 80-er jaren van de vorige eeuw werd door SBR het menselijk gedrag bij brand onderzocht, waarbij – naast interviews – de bronnen vooral buitenlandse literatuur uit de jaren 50, 60 en 70 van de vorige eeuw betroffen. In het SBR-rapport werd met enige verwondering geconstateerd dat over menselijk gedrag bij brand niet zo veel bekend is:

“Sedert enige decennia wordt er op wetenschappelijk niveau onderzoek verricht op het gebied van brandveiligheid. Het is verwonderlijk, dat (...) daarbij aan het menselijk gedrag weinig aandacht is besteed, hoewel het accent bij het onderzoek juist in de eerste plaats is gericht op het voorkomen van persoonlijke ongelukken.” (SBR, 1984/14).

Het SBR-rapport constateerde dat de nadruk van het onderzoek veelal ligt op de techniek en stelde dat:

“veel veiligheidsonderzoek tot nu toe gericht is geweest op het betrouwbaar functioneren van technische voorzieningen en dat weinig of niets bekend is over het effect van al deze voorzieningen op het gedrag van de mens en of ze wel worden gebruikt.” (SBR, 1984/31).

Uit de onderhavige quick scan van de literatuur moet onder andere blijken of er inmiddels meer bekend is over menselijk gedrag bij calamiteiten. Mocht dat het geval zijn, dan volgt daarop de vraag of die (nieuwe) kennis aanknopingspunten oplevert voor nieuw beleid en/of regelgeving. Voor zover dat niet het geval is, volgt de vraag wat dan de belangrijkste kennislacunes zijn en hoe die lacunes met vervolgonderzoek zijn in te vullen.

1.2 Onderzoeksopdracht

Dit onderzoek maakt deel uit van een breder onderzoekstraject. Om het doel van deze rapportage met de quick scan (deel 1) en de onderzoeksprogrammering (deel 2) op juiste waarde te kunnen schatten is het nuttig om te kijken naar het doel en de probleemstelling van het totale onderzoekstraject, zoals de opdrachtgever die heeft geformuleerd in de onderzoeksopdracht¹:

Doel

Het doel van het totale project is internationaal wetenschappelijk vaststellen hoeveel personen maximaal toegelaten mogen worden tot een gebouw of ruimte, zodanig dat de fysieke veiligheid gewaarborgd blijft, rekening houdend met de bouwkundige eisen van een gebouw en het menselijk gedrag (in noodsituaties). Onder bouwkundige eisen worden hierbij bedoeld het aantal toegangen, de breedte van een vrije doorgang van een toegang, draairichting van een deur van een toegang, loopafstanden, doorgang- en opvangcapaciteit, het mogen samenvallen van twee vluchtroutes en gelijkwaardige voorzieningen.

Probleemstelling

Iedere bezettingsgraadklasse heeft een in de regelgeving vastgelegde bandbreedte. Als rekenwaarde voor de bandbreedte wordt de gemiddelde waarde gebruikt (gemiddelde van de klasse), die overeenkomt met de sinds jaar en dag in de brandweerpraktijk gangbare formule voor de bepaling van veilige doorgangsbreedten. Op grond van het nieuwe Bouwbesluit moeten sinds 1 januari 2003, vanwege de overschakeling van rekenwaarden naar bandbreedtebenadering, in bepaalde gevallen bij nieuwbouw doorgangsbreedten worden toegestaan die smaller zijn dan de oude norm (135 personen per meter doorgangsbreedte versus 90 personen per meter). De brandweer ziet dit als een onaanvaardbare aantasting van het veiligheidsniveau. Daarover zijn brieven ontvangen van de NVBR, het Landelijk Netwerk Brandpreventie en het Nibra. De verantwoordelijke ministeries willen op dit punt één lijn trekken en toekomstige interpretatieproblemen vermijden. Daarom moeten de uitgangspunten voor brandveiligheid als kader voor de regelgeving opnieuw worden vastgesteld. **Belangrijk uitgangspunt voor BZK is het menselijk gedrag bij onveilige situaties. (...).** In de MG-circulaire van VROM wordt nader uitleg gegeven over de toepassing van de bezettingsgraadklassen en de aspecten van brandveiligheid. De discussie over de toepassing van de bezettingsgraadklassen heeft echter duidelijk gemaakt dat de vastgestelde bezettingsgraadklassen **niet empirisch zijn getoetst**. Empirisch materiaal dat wel aanwezig is, voor wat betreft het aantal toegangen, de breedte van een vrije doorgang van een toegang, draairichting van een deur van een toegang, loopafstanden en het mogen samenvallen van twee vluchtroutes, **blijkt zeer gedateerd te zijn**. Deze constatering maakt het wenselijk wetenschappelijk te onderzoeken wat de meeste geschikte bezettingsgraadklassen zijn bij welk type gebruiksfunctie.

De vraag van BZK richt zich dus op een regeltechnisch probleem (bezettingsgraadklasse), maar de achtergrond is sterk ingegeven door de passages die wij cursief gemaakt hebben: bij het maken van de regels lijkt menselijk gedrag onvoldoende te zijn meegenomen en is sprake van gedateerde onderzoeken en het ontbreken van een empirische toetsing.

Noot 1 BZK-onderzoeksopdracht met bijlagen d.d. 8 maart 2006, kenmerk 2006-0000056322. De in het citaat aangebrachte cursiveringen zijn van de auteurs van het onderhavige rapport.

Wat BZK voor ogen staat, is een onderzoekstraject van langere duur, dat in vier delen uiteenvalt. We citeren wederom de aanvraag:

Vier onderzoeksdelen

Het totale onderzoek wordt opgesplitst in vier onderdelen:

- 1 Literatuurstudie (internationaal) op korte termijn.
- 2 Beleidsopzet (op basis van het literatuuronderzoek, waarin de relevante onderzoeksvragen voor het wetenschappelijk onderzoek uiteen worden gezet).
- 3 Wetenschappelijk onderzoek (internationaal uitgezet).
- 4 Aanpassen van de huidige regelgeving.

In het eerste deel van dit rapport beperken we ons tot de quick scan van de relevante literatuur. In het tweede deel komt de onderzoeksprogrammering aan de orde, dat hierboven door BZK is omschreven als beleidsopzet (onderzoeksdeel 2).

Over de literatuurstudie vermeldt de onderzoeksopdracht:

Doel literatuuronderzoek

Voordat er met wetenschappelijk/experimenteel onderzoek gestart kan worden, is het van belang dat er een soort van quick scan van de (internationale) literatuur wordt gedaan.

Het doel van onderdeel 1, het literatuuronderzoek, is:

Door middel van een quick scan van de relevante literatuur wordt aangetoond waar op dit moment de lacunes in het beleid zitten, zowel in binnen- als buitenland. En waar mogelijk al direct oplossingen liggen. Door middel van dit onderzoek wordt tevens concreet gemaakt wat de beleidsopzet voor het internationale wetenschappelijke onderzoek moet zijn. (...). Op basis van het literatuuronderzoek moet blijken waar de zogenaamde blinde vlekken en dergelijke in de regelgeving en de literatuur zitten en waar de huidige regelgeving misschien niet meer up to date is.

Ook wereldwijd wordt nagedacht over veiligheid en calamiteiten/rampen. De International Organization for Standardization (ISO) constateert naar aanleiding van onderzoek door het National Institute of Standards and Technology (NIST) naar de WTC-ramp op 11 september 2001 dat er een gebrek is aan veiligheidsnormen. De ISO geeft daarom in het '*Final Report of ISO Advisory Group on Security*' aan meer aandacht aan het onderwerp veiligheid te willen gaan geven met specifieke aandacht voor (onder andere) veiligheid in gebouwen (ISO, 2005). Daarbij wordt naast zaken als "*the applicability of new technologies for rescue from high buildings, natural disasters, etc.*", ook gesproken over "*the movement of people and goods and related facilities*".

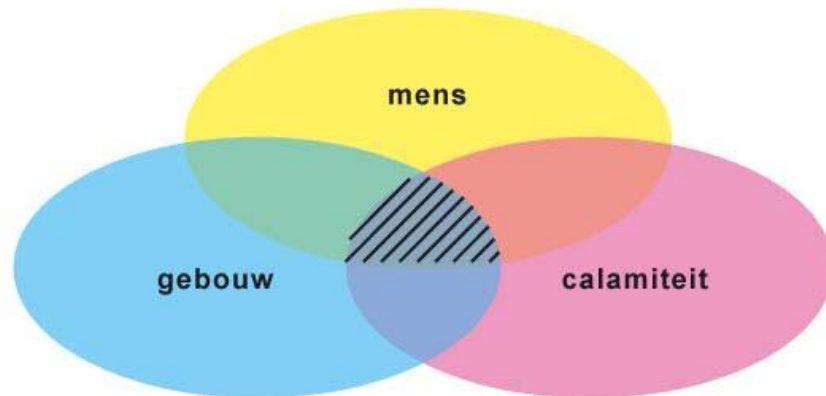
1.3 Focus op gebouw-mens-calamiteit

De quick scan van de literatuur richt zich op drie onderwerpen:

- gebouwen;
- mensen;
- calamiteiten.

Daarbij gaat onze interesse in de eerste plaats uit naar het in figuur 1.1 gearceerde gebied waar deze drie elkaar overlappen.

Figuur 1.1 Overlap gebouw, mens en calamiteit



De Society of Fire Protection Engineers (SFPE) staat een vergelijkbare aanpak voor (waarbij zij zich vanzelfsprekend tot brand beperken): mensen (people), gebouw (building) en calamiteit (fire):

"The analysis and prediction of human behavior during fire emergencies requires a systems view of the people-building-fire environment." (SFPE, 2003/3).

Bij het onderwerp 'menselijk gedrag bij het vluchten uit gebouwen in geval van een calamiteit' speelt wet- en regelgeving een belangrijke rol. Aannames over menselijk vluchtgedrag zijn immers vertaald in de wet- en regelgeving en komen samen in de zogeheten bezettingsgraadklassen².

In de wet- en regelgeving zien we dat vluchtgedrag uit gebouwen vertaald wordt in de volgende eisenpakketten:

- bouwkundige eisen;
- installaties voor vluchtveiligheid;
- gelijkwaardige oplossingen.

Bouwkundige eisen betreffen het aantal toegangen, de breedte van een vrije doorgang van een toegang, de draairichting van een deur van een toegang, loopafstanden, de opvang- en doorstroomcapaciteit, het mogen samenvallen van twee vluchtroutes en gelijkwaardige voorzieningen.

Installaties voor vluchtveiligheid zijn gebouwinstallaties bedoeld voor ont-ruiming, noodverlichting, vluchtrouteaanduiding en nooddeurvergrendeling.

Gelijkwaardige oplossingen zijn geaccepteerde (bouw)technische oplossingen die niet passen in de systematiek van de prestatie-eisen van de bouwregelgeving, maar wel tenminste gelijkwaardig zijn aan wat functioneel gezien is bedoeld met de voorgeschreven prestaties.

Alle genoemde eisen zijn gebaseerd op een aantal aannames. In hoofdstuk 2 van deel 1 zullen deze aannames benoemd worden. In de andere

Noot 2 Bezettingsgraadklassen worden in de bouwregelgeving gebruikt in het kader van brandveiligheid. De bezettingsgraadklasse benoemt het aantal personen dat gebruik mag maken van een rookcompartiment, verblijfsgebied of verblijfsruimte.

hoofdstukken (met name hoofdstuk 5 van deel 1) kijken we naar wat er bekend is over menselijk gedrag. Vervolgens proberen we de aannames en de huidige kennis over menselijk gedrag aan elkaar te relateren. Daarbij zullen we proberen aan te geven waar er bij – en rond – deze aannames sprake is van zwakke plekken en of er sprake is van blinde vlekken in de aannames.

1.4 Definities

Als het gaat om gebouw, vluchtgedrag en calamiteit worden in dit rapport de volgende definities gehanteerd.

Gebouw

Woningwet, hoofdstuk 1, artikel 1 (begripsbepalingen):

“Elk bouwwerk dat een voor mensen toegankelijke overdekte – geheel of gedeeltelijk met wanden omsloten – ruimte vormt.”

Modelbouwverordening:

“Elke constructie van enige omvang van hout, steen, metaal of een ander materiaal, die op de plaats van bestemming hetzij direct hetzij indirect met de grond verbonden is, hetzij direct of indirect steun vindt in of op de grond, bedoeld om ter plaatse te functioneren.”

In de begeleidingscommissie is afgesproken dat de nadruk ligt op ‘gangbare gebouwtypen’, waarbij bewust een heel exacte definitie vermeden is. Het gaat ons in dit literatuuronderzoek dus niet om de uitzonderlijke gevallen. Daar is in de media en in het anekdotecircuit vaak juist al te veel aandacht voor³. Tegelijkertijd kunnen uitzonderlijke gevallen (WTC, 11 september 2001) nuttige leerervaringen opleveren over het menselijk gedrag bij het ontvluchten van een gebouw. In die gevallen is zulke kennis vanzelfsprekend gebruikt.

Mens

Als het gaat om het menselijk (vlucht)gedrag betreft het in het kader van dit onderzoek de geestelijke en fysieke kwaliteiten van de mens die relevant zijn in relatie tot vluchten uit gebouwen bij calamiteiten. Ook hier leggen we weer expliciet de link naar vluchtgedrag uit gebouwen in het geval van een calamiteit. We kijken dus slechts naar een klein en specifiek deel van het menselijk gedrag.

Calamiteit

Een calamiteit is volgens Van Dale een grote ramp. Als synoniem worden ramp, ongeluk of gebeurtenis genoemd. Dat zou suggereren dat een calamiteit hetzelfde is als een ramp. In de rampenbestrijding wordt echter een duidelijk onderscheid gemaakt tussen beide: een calamiteit kan uitlopen op een ramp. Een calamiteit is dus van een mindere orde en wordt wel eens omschreven als een gebeurtenis waarbij sprake is van overlast of schade.

Noot 3 Een kritische noot die in het SBR-rapport van 1984 al werd gekraakt: *“In brandweerkringen verhaalt men graag over uitzonderlijke situaties. Over de gewone alledaagse branden is weinig interessants te vertellen. Sterke verhalen daarentegen blijven jarenlang de ronde doen. Hierdoor zou men de indruk kunnen krijgen dat alleen zeer vreemde voorvallen voorkomen en een brand, waarbij alle betrokkenen verstandig reageren, nooit voorkomt. Het tegendeel is echter waar.”* (SBR, 1984/10).

Hieronder vallen ook ernstige (verkeers)ongevallen of incidenten die van invloed zijn op de samenleving.

In dit onderzoek hebben we het over calamiteiten als reden om een gebouw te ontluchten. In dat geval is de definitie van het begrip incident meer bruikbaar. Het ministerie van BZK omschrijft een incident als: *“een gebeurtenis waardoor de veiligheid van mens en/of dier en/of gebouw in het geding is”*. We komen dan tot de volgende definitie van een calamiteit, namelijk *“een gebeurtenis die een (of meerdere) mens(en) ertoe brengt een gebouw te willen of moeten ontluchten”*.

Terwijl we in deze rapportage steeds spreken van calamiteiten, zullen we daarbij vooral kijken naar branden in gangbare gebouwen. Niet alleen is dat het domein van de regelgeving die ‘ter discussie’ staat, maar brand is eenvoudigweg de belangrijkste oorzaak om een gebouw te willen ontluchten⁴. Daarom is over branden ook het meeste bekend.

1.5 Vluchten waartoe?

Vluchten uit gebouwen in het geval van een calamiteit heeft een doel: voorkomen dat er doden en/of gewonden vallen. Maar hoeveel doden en gewonden vallen er eigenlijk ten gevolge van calamiteiten in en rond gebouwen?

De beschikbare cijfers betreffen ook hier weer vooral branden. Uit cijfers van het CBS⁵ blijkt dat er de laatste jaren sprake is van ongeveer 14.000 binnenbranden per jaar (dit getal is in de periode 1993-2004 vrij constant, zie bijlage 2). Het aantal doden dat bij binnenbranden in gebouwen viel in de periode 1993-2004 fluctueert tussen de 44 (in 2000) en 67 (in 1993), terwijl er sprake is van zo’n 1000 gewonden per jaar (zie tabel 1.1 en bijlage 3).

Tabel 1.1 Doden en gewonden bij binnenbranden

	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004
Doden	67	62	66	66	52	61	53	44	55	58	56	55
Gewonden	716	781	830	964	1059	1111	1128	1086	1162	1017	1012	970

Bron: CBS, 2006

Een nadere analyse van het type gebouw in relatie tot het aantal branden, doden en gewonden (zie bijlage 3), laat zien dat ‘eengezinswoningen in rij’ en ‘duplexwoningen’ hoog scoren. Dat zegt echter niet zo veel, omdat eengezinswoningen het meest voorkomende woningtype in Nederland zijn. Sowieso speelt het merendeel van de branden zich af in woningen. Bij de gebouwtypen ‘verzorgingshuis’ en ‘verpleeghuis’ gaat het om ongeveer 500 branden per jaar met een paar doden en rond de 40 gewonden per jaar.

Noot 4 In Nederland en daarmee vergelijkbare (westerse, geïndustrialiseerde) landen komt het immers niet vaak voor dat overstromingen, giframpen, ontploffingen, paniek in menigten en dergelijke mensen ertoe brengen een gebouw te ontluchten.

Noot 5 CBS, 2005 en CBS, 2006. Zie voor een volledig overzicht de bijlagen 2 en 3. Als gebouwtypen maakt het CBS onderscheid tussen etagewoning, portiekflat en portiekwoningen, vrijstaande woningen, eengezinswoning en duplexwoningen, galerijflat, hoogbouwflat (in pandige gang), grote villa, verzorgingshuis, verpleeghuis, en overige gebouwen/onbekend. Deze categorieën zijn soms wat curieus en bovendien is de indeling niet heel verhelderend, omdat een hoog percentage van de gegevens in de categorie ‘overig/onbekend’ valt.

De meeste slachtoffers vallen dus in woningen en woongebouwen⁶. De voorschriften voor ontvluchting zijn echter voornamelijk gericht op de niet-woningfunctie. Denk daarbij aan de eisen voor aantallen personen die zijn aangewezen op een toegang, draairichting van deuren en opvang- en doorstroomcapaciteit van trappenhuizen. Als we kijken naar aantallen doden en gewonden in niet-woningen dan levert dat het plaatje in tabel 1.2 op.

Tabel 1.2 Doden en gewonden bij branden in niet-woningen

	2002	2003	2004
Doden	19	8	21
Gewonden	317	326	281

Bron: CBS, 2006

Gaat het bij de brand nu om een klein of groot probleem? Als we kijken naar tabel 1.3 zien we dat het aantal doden in Nederland ten opzichte van andere Europese landen eigenlijk erg laag ligt. Wel dient men bij dit soort internationale vergelijkingen veel slagen om de arm te houden. Dit omdat er deels sprake is van andere statistieken (wel/niet branden in verkeer meegenomen, datum van overlijden in relatie tot ongeval) en er sowieso sprake is van grote verschillen in registratie tussen de landen.

Tabel 1.3 Aantal doden door brand ('fatal fires') per miljoen inwoners in enkele EU-landen(2001 en 2004)⁷

Land	2001	2004
Zweden	15,4	7
Finland	14,8	21
Noorwegen	14,4	12
Denemarken	13,7	16
Groot-Brittannië	10,8	9
Duitsland	7,3	5
Oostenrijk	6,5	3,5
Portugal	6,1	4
Griekenland	6,1	3,5
Nederland	3,8	-

Bronnen: Swedish Rescue Service Agency, 2003/28; EU fire safety network, 2006/89

We kunnen op grond van deze cijfers met een vrij grote zekerheid zeggen dat Nederland in Europees verband laag scoort voor wat betreft het aantal slachtoffers door brand. Wel zou men zich kunnen afvragen wat de invloed van grote calamiteiten/rampen is op deze score. Grote calamiteiten/rampen trekken immers de meeste aandacht en beklijven ook in het geheugen van veel Nederlanders. In tabel 1.4 zijn de calamiteiten weergegeven van de afgelopen vijfendertig jaar waarbij veel slachtoffers te betreuren waren.

Noot 6 Daarin is Nederland overigens niet uniek, want dit is volgens Kobes (2007) wereldwijd het geval (zie voor Nederland Vissers, 2004 en voor de UK Irvine et al., 2000).

Noot 7 Deze tabel is door de auteurs samengesteld op grond van de informatie zoals in de genoemde bronnen te vinden. In de bronnen wordt nader gespecificeerd wat wel en niet bij de cijfers inbegrepen is. Het cijfer over 2004 voor Nederland is niet in de genoemde bronnen opgenomen. Nederlandse statistieken laten zien dat het getal ongeveer gelijk zal zijn aan dat van 2001 (rond de vier doden per miljoen inwoners).

Tabel 1.4 Calamiteiten waarbij veel slachtoffers vielen (1970-2005)

Datum	Plaats	Type gebouw	Aantal doden
24-10-1970	Wagenborg	Psychiatrische inrichting	12
05-12-1970	Amsterdam	Pension	8
02-02-1971	Rolde	Verpleeghuis	13
29-09-1971	Eindhoven	Hotel	11
07-11-1975	DSM Geleen	Industrie	14
09-05-1977	Amsterdam	Hotel	33
03-01-1980	Rotterdam	Woning	11
16-12-1983	Amsterdam	Sexclub	13
16-11-1992	Den Haag	Sociaal pension	11
04-10-1992	A'dam Bijlmer	Flatgebouw	43
13-05-2000	Enschede	Vuurwerkopslag	23
01-01-2001	Volendam	Café	14
27-10-2005	Haarlemmermeer	Cellencomplex	11

Bron: Witloks, 2006 (met aanvullingen door de auteurs)

Deze rampen staan nog steeds in het (collectieve) geheugen gegrift. Hoe ernstig ook, toch valt het aantal doden in deze serie 'grote' branden/rampen in gebouwen eigenlijk mee: gemiddeld gaat het om ongeveer 6 doden per jaar (in totaal 217 doden in 35 jaar) die in deze grote branden de dood vonden. Zoals we in bijlage 3 zien, is de kans om slachtoffer (dood of gewond) te worden van een woningbrand vele malen groter.

Hoewel elk slachtoffer van brand er één te veel is, vallen de aantallen dodelijke slachtoffers van brand een beetje weg tegen het aantal doden en gewonden dat elders in onze maatschappij valt bij ongevallen en andere calamiteiten. Ter vergelijking: het aantal verkeersdoden per jaar daalt weliswaar gestaag over de jaren, maar in 2005 waren dat er nog steeds 817 per jaar. Of neem het aantal doden als gevolg van voorkombare medische fouten in ziekenhuizen. Naar schatting gaat het daarbij in Nederland om 2700 doden per jaar⁸. Het gaat ons hier niet zozeer om de exacte getallen, maar eerder om een orde van grootte die globaal aangeeft over welke maatschappelijke kosten (en mogelijke baten) we praten.

Uit de gepresenteerde cijfers kunnen we de conclusie trekken dat het aantal doden en gewonden dat in gebouwen valt ten gevolge van brand en andere calamiteiten in Nederland relatief gering lijkt te zijn. Zowel ten opzichte van andere problemen (verkeer, medische sector) als ten opzichte van andere Europese landen vallen er weinig slachtoffers.

Een tweede conclusie is dat er weinig statistisch materiaal bestaat op het terrein van calamiteiten en gebouwen. Als er al materiaal beschikbaar is, betreft het alleen branden. Ook die gegevens zijn schaars, onvolledig (zie de EU-cijfers) en beperkt. Het betreft bovendien vooral incidentregistraties van ernstige incidenten waar hulpdiensten (meestal de brandweer) zijn ingeschakeld. Er is – anders dan in de industriële sector – geen materiaal te

Noot 8 Donald Berwick (president van het Institute for Healthcare Improvement) op basis van onderzoek door het Institute of Medicine uit 1999 (Kohn et al., 1999). De berekening is als volgt: 16 miljoen inwoners (NL) / 260 miljoen inwoners (VS) x 44.000 doden (VS) = ruim 2700 doden. Deze cijfers zijn door Berwick in 2006 gepresenteerd in Nederland en geaccepteerd als 'best estimate'.

vinden van hele kleine incidenten en/of bijna-incidenten⁹. Juist daarvan zou veel geleerd kunnen worden (preventie).

1.6 Aanpak

De quick scan – het woord zegt het al – is in een relatief korte tijd uitgevoerd, waarbij begonnen werd met het uitgebreide literatuuronderzoek dat SBR in 1984 gepubliceerd heeft. Bij DSP-groep en SBR lag al een grote hoeveelheid literatuur op voorraad. Daarnaast is literatuur gezocht via binnen- en buitenlandse bibliotheken, internet, tips/opgaven van geïnterviewden (zie bijlage 4)¹⁰ leden van de begeleidingscommissie en klankborggroepen en via overige bronnen¹¹.

Vervolgens is via de sneeuwbalmethode verder naar literatuur gezocht: in de gevonden literatuur werd gekeken naar nieuwe bronnen en geïnterviewden is gevraagd naar andere deskundigen en/of bronnen. Ten slotte is via de klankbordgroepsessies nog een laatste ‘check en sweep’ uitgevoerd, door te vragen naar eventuele verbeteringen, aanvullingen en kritiek. Ondanks dat de quick scan snel uitgevoerd is, lijkt het resultaat vrij volledig. Dat werd ook bevestigd in de klankbordgroepsessies.

Wat ons wel opviel is dat er in de literatuur vier bronnen zijn die vrij goed samenvatten wat er op het gebied van menselijk gedrag bij calamiteiten aan onderzoek is gedaan. Het gaat daarbij om:

- SBR, 1984, *Menselijk gedrag bij brand*, Publicatie B29-2, Stichting Bouwresearch, Rotterdam, Nederland
- SFPE, 2003, *Human Behavior in Fire – Engineering Guide*, Society of Fire Protection Engineers, Bethesda MD, USA
- Schneider, U., M. Oswald en C. Lebeda, 2003, *Evakuierung bei Branderignissen*, Technische Universität Wien (TUW), Oostenrijk
- Kuligowski, E.D. en R.D. Peacock, 2005, *A Review of Building Evacuation Models – Technical Note 1471*, National Institute of Standards and Technology (NIST), Washington, USA

1.7 Opzet van de rapportage

In hoofdstuk 2 (relevante wet- en regelgeving) kijken we eerst naar het gebouw en de daarvoor geldende wet- en regelgeving over vluchten uit gebouwen. Het hoofdstuk mondt uit in 15 aannames over menselijk gedrag die in de bouwregelgeving centraal blijken te staan.

- Noot 9 De situatie op brand-/calamiteitenterrein doet daarmee een beetje denken aan de situatie die op het terrein van criminaliteit/misdaad bestond voor de jaren 80 van de vorige eeuw. Er werd voor wat betreft informatie over criminaliteit toen alleen gekeken naar politieregistraties (processen-verbaal) en justitiële gegevens. In de jaren 80 zijn vervolgens in Nederland grootschalige slachtofferonderzoeken geïntroduceerd (CBS, WODC, Intomart Politiemonitor, GSB) die een schat aan gegevens naar boven hebben gebracht, waardoor een veel rationelere beleidsplanning mogelijk werd. In dat opzicht kan men in de brand- en calamiteitenhoek misschien iets leren van het terrein van de victimologie.
- Noot 10 Naast en na de literatuurscan hebben wij met een aantal experts contact gezocht om specifieke aspecten nader uit te diepen. Daarbij zijn geen vaste vragen- of aandachtspuntenlijsten gebruikt, maar is gekozen voor open interviews. Waar dat vanuit wetenschappelijk oogpunt vereist is (controleerbaarheid), wordt een mondelinge bron expliciet in de tekst van dit rapport vermeld.
- Noot 11 Dagbladen, tijdschriften, geregistreerde radio- en televisie-interviews, internetfora, congressen, algemene en meer specifieke vakliteratuur zoals COB-, SBR-, VROM-, PRC- en Nibra/NVBR-publicaties.

In hoofdstuk 3 kijken we naar menselijk gedrag bij calamiteiten aan de hand van literatuur over de psychologie en de neurologie (en dan met name de menselijke cognitie). Daarbij wordt niet zozeer gekeken naar vluchtgedrag uit gebouwen maar meer naar hoe mensen reageren en handelen bij calamiteiten.

In hoofdstuk 4 wordt ingegaan op ontruimingsmodellen c.q. computersimulaties en het daarin veronderstelde ontruimingsproces. De toepassing van ontruimingsmodellen bij het ontwerp van gebouwen wordt steeds belangrijker. Daarom is het goed eens kritisch te kijken naar de aannames over menselijk vluchtgedrag in deze modellen.

In hoofdstuk 5 presenteren we een nieuwe kijk op de realiteit van menselijk vluchtgedrag. Dit doen we aan de hand van acht (clusters van) variabelen die bepalend zijn voor menselijk vluchtgedrag uit gebouwen.

In hoofdstuk 6 vatten we een en ander samen. We trekken de belangrijkste conclusies en komen we tot een aantal aanbevelingen.

2 Vluchten uit gebouwen in de huidige wet- en regelgeving

2.1 Inleiding

In dit hoofdstuk behandelen we de wet- en regelgeving die verband houdt met vluchten uit gebouwen en menselijk gedrag: de bouwregelgeving en de arboregelgeving. De bouwregelgeving heeft vooral betrekking op vluchtveiligheid¹² in relatie tot brand en andere calamiteiten. De arboregelgeving hanteert een bredere insteek. Daarbij gaat het namelijk om calamiteiten in het algemeen.

Zoals we in de in de inleiding zagen, draait het in dit onderzoek om de overlap tussen gebouwen, mensen en calamiteiten. In dit hoofdstuk zal daarbij vooral gekeken worden naar de huidige gebouwgebonden wet- en regelgeving. We benoemen daarmee eerst de aannames die een centrale rol spelen bij de huidige regelgeving. Die aannames kunnen we vervolgens als kader en hypothesen gebruiken als we in de volgende hoofdstukken kijken naar het menselijk vluchtgedrag. De aannames kunnen we echter ook omgekeerd gebruiken: als we bij onze quick scan van de literatuur belangrijke punten tegenkomen die niet zijn neergeslagen in de wet- en regelgeving, zou dit kunnen duiden op een lacune.

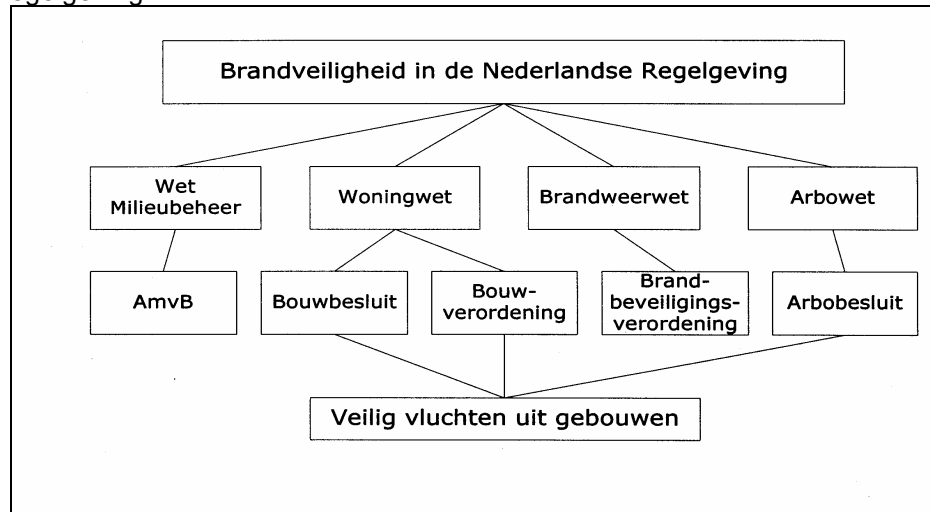
Paragraaf 2.2 gaat kort in op de relevante wet- en regelgeving. De aannames daarin over menselijk gedrag komen aan de orde in paragraaf 2.3. Die aannames komen voor een belangrijk deel voort uit de publicatie *'Menselijk gedrag bij brand'* (SBR, 1984). De kennis van toen staat beschreven in paragraaf 2.4. Ten slotte worden conclusies getrokken in paragraaf 2.5.

2.2 Relevante wet- en regelgeving

De Nederlandse wet- en regelgeving is primair gericht op brandveiligheid. Brandveiligheid maakt onderdeel uit van de Wet milieubeheer, de Woningwet, de Brandweerwet 1985 en de Arbeidsomstandighedenwet 1998. Bepalingen voor veilig vluchten uit gebouwen vinden we terug in het Bouwbesluit 2003, de Modelbouwverordening en het Arbeidsomstandighedenbesluit. Dit is weergegeven in figuur 2.1.

Noot 12 We hanteren hier het korte en samenstellende begrip 'vluchtveiligheid', waarmee bedoeld wordt dat er door mensen (die dus per definitie alle mogelijke soorten menselijk gedrag tentoonspreiden) gevlucht kan worden uit een gebouw bij een calamiteit (de facto meestal brand), waarbij er geen – of zo min mogelijk – doden en gewonden vallen.

Figuur 2.1 Brandveiligheid en veilig vluchten uit gebouwen in de Nederlandse wet- en regelgeving



Onderwerpen met een relatie naar menselijk vluchtgedrag die in de wet- en regelgeving te vinden zijn¹³:

- het aantal toegangen;
- de breedte van een vrije doorgang van een toegang en een vluchtroute;
- de draairichting van een deur van een toegang;
- de opvang- en doorstroomcapaciteit;
- loopafstanden;
- het mogen samenvallen van twee vluchtroutes;
- gelijkwaardige voorzieningen;
- installaties voor ontruiming;
- noodverlichting;
- vluchtrouteaanduiding;
- nooddeurvergrendelingen;
- overige installaties voor vluchtveiligheid;
- gelijkwaardige oplossingen voor vluchtveiligheid;
- bedrijfshulpverlening.

De volgende paragrafen van dit hoofdstuk schetsen de algemene principes van de huidige wet- en regelgeving over vluchten. De praktische uitwerking van de bovengenoemde onderwerpen is terug te vinden in bijlage 5.

2.2.1 Bouwbesluit 2003

Het Bouwbesluit (ministerie van VROM, 2006a) heeft betrekking op de bouwkundige eisen aan een gebouw. De functionele eisen in het Bouwbesluit over vluchten hebben betrekking op het:

- bij brand zich niet binnen korte tijd kunnen verspreiden van rook naar een ander deel van een bouwwerk, zodat op veilige wijze het aansluitende terrein kan worden bereikt;

Noot 13 Dit omvat niet alle voor vluchten relevante aspecten. De aspecten van brandveiligheid die niet direct van invloed zijn op het vluchtgedrag van mensen, zoals bijvoorbeeld compartimentering en eisen aan toegepaste materialen in vluchtroutes, blijven op aanwijzing van de opdrachtgever buiten beschouwing. Ook de voorschriften ter voorkoming en beperking van ongevallen bij brand zijn niet van belang, omdat deze niet zijn gericht op mensen die vluchten, maar waarborgen dat brandweerpersoneel zijn werk goed kan doen.

- voldoende snel en veilig kunnen verlaten van een rookcompartiment en een subbrandcompartiment;
- hebben van voldoende vluchtroutes waarlangs bij brand een veilige plaats kan worden bereikt;
- hebben van zodanig ingerichte rookvrije vluchtroutes, dat in geval van brand snel en veilig kan worden gevlucht.

Bestaande bouwwerken¹⁴

Het niveau van de bouwtechnische eisen in het Bouwbesluit is voor bestaande bouwwerken hoofdzakelijk afgeleid van de oudste in ons land bekende gemeentelijke en provinciale bouwvoorschriften uit het begin van de vorige eeuw. Daarbij is in beginsel gekozen voor de laagste eisen die in de betreffende documenten zijn gesteld. Reden hiervoor is dat uit het oogpunt van verworven rechten in beginsel geen verdergaande eisen mogen worden gesteld dan die welke golden op het moment waarop de bouwvergunning voor het bouwwerk werd verleend (het zogenaamde 'rechtens verkregen niveau'). Het Bouwbesluit bevat voor de bestaande bouw minimeisen in het kader van veiligheid en gezondheid en enkele eisen voor de bruikbaarheid.

Dit betekent dat de eisen voor de bestaande bouw absolute 'bodemeisen' zijn, waar elk bestaand bouwwerk tenminste aan moet voldoen. De betreffende eisen voor bestaande bouwwerken zijn niet gekoppeld aan het aantal aanwezige personen, maar alleen gerelateerd aan gebruiksoppervlakten of vloeroppervlakten. Deze minimeisen voor de bestaande bouw komen in grote lijnen overeen met de lichtste bezettingsgraadklasse die voor de betreffende gebruiksfunctie is toegestaan volgens de nieuwbouweisen. In tegenstelling tot de nieuwbouwvoorschriften zijn in de voorschriften voor bestaande utiliteitsgebouwen van het Bouwbesluit dus geen bezettingsgraadklassen opgenomen.

Nagenoeg elk bestaand bouwwerk zal ruimschoots aan deze bouwtechnische bodemeisen voldoen. Verreweg de meeste bouwwerken zijn immers na het begin van de vorige eeuw gebouwd. De tijdens die bouw van toepassing zijnde nieuwbouweisen zullen bijna altijd tot een hoger bouwtechnisch kwaliteitsniveau hebben geleid dan het bodemniveau voor bestaande bouwwerken. Door onderhoud, maar ook door verbeteringen en verbouwingen waarop de nieuwbouweisen van de bouwtechnische regelgeving (sinds 1992: het Bouwbesluit) van toepassing zijn, zal het bouwtechnisch kwaliteitsniveau van veel bestaande utiliteitsgebouwen het nieuwbouwniveau van het Bouwbesluit kunnen benaderen (en vaak zelfs overschrijden).

In de praktijk wordt door gemeenten bij bestaande bouw veelal gewerkt met de beleids- en werkpakketten uit de *'Handreiking Brandpreventiebeleid bestaande bouw'* (Nibra, 2002). Deze handreiking biedt bouwstenen voor het opstellen van een gemeentelijk brandpreventiebeleid voor bestaande bouw en heeft mede tot doel meer uniformiteit aan te brengen in de beleidsniveaus die door gemeenten worden vastgesteld. In aansluiting op de genoemde handreiking wordt voor de technische voorzieningen veelal de publicatie *'Brandbeveiligingsinstallaties'* (NVBR, 2002) gehanteerd, of publicaties zoals *'Veilig vluchten uit gebouwen'* (SBR, 2004a; 2004b). De

Noot 14 Zie voor dit onderwerp ook *'Standaardregelingen in de bouw'* (VNG, 2006).

(brand)veiligheidseisen die hoger zijn dan in het Bouwbesluit beschreven niveau voor bestaande bouw, moeten gemotiveerd worden.

2.2.2 Modelbouwverordening

In aanvulling op het Bouwbesluit regelt de Modelbouwverordening (VNG, 2005) het brandveilig gebruik van gebouwen. Zo mogen vluchtwegen niet worden belemmerd. Ook moet veelal een gebruiksvergunning worden aangevraagd. Voor de installatietechnische voorzieningen en de vluchtroute-aanduidingen zijn gebruikseisen uitgewerkt.

De voorschriften in de Modelbouwverordening over vluchten dienen ertoe dat een te bouwen bouwwerk zodanige:

- voorzieningen voor de ontdekking en melding van brand heeft, dat een brand zo snel mogelijk kan worden ontdekt en gemeld;
- voorzieningen voor alarmering heeft, dat gebruikers bij brand binnen redelijke tijd uit het bouwwerk kunnen vluchten;
- aanduiding van vluchtroutes heeft, dat gebruikers op veilige wijze uit het bouwwerk kunnen vluchten (VNG, 2005).

Voorts kent de Modelbouwverordening nog de *'Modelbrandbeveiligingsverordening'* (MBBV). Vanaf 1972 bevatte deze – momenteel vaak een wat sluimerend bestaan leidende – MBBV tevens de *'Algemene Richtlijnen Ontvluchting en Redding'* (AROR). De eerste versie hiervan werd eind jaren 50 uitgegeven door de Inspectie voor het Brandweerwezen van het ministerie van Binnenlandse Zaken. In 1992 kwam de AROR te vervallen, omdat de Brandbeveiligingsverordening ingrijpend werd gewijzigd in verband met de nieuwe Woningwet.

De AROR is – naast de bouwregelgeving – over een periode van meer dan dertig jaar in ontwerp, uitvoering en handhaving de basis geweest voor vluchtveiligheid. De richtlijnen zijn allereerst *"afgestemd op inrichtingen waarin uitsluitend valide volwassenen verblijven"*, waarbij *"rekening moet worden gehouden met specifiek gebruik van de inrichting en de leeftijd en de validiteit van de gebruikers"*. Naast een aantal organisatorische verplichtingen voor uitvoering en onderhoud van vluchtwegen worden in de laatste twee artikelen de wens van ontruimingsoefeningen en instructies voor personeel en gebruikers vermeld.

2.2.3 Arbeidsomstandighedenwet- en regelgeving

De Arbeidsomstandighedenwet 1998 (ministerie van SZW, 2005) schrijft voor dat de werkgever doeltreffende maatregelen moet nemen om het mogelijk te maken dat een werknemer zich snel in veiligheid kan stellen bij direct gevaar voor de veiligheid of gezondheid, of andere passende maatregelen kan nemen om schade aan de gezondheid zoveel mogelijk te beperken. Dit wordt uitgewerkt in het Arbeidsomstandighedenbesluit (ministerie van SZW, 2006a), de Arbeidsomstandighedenregeling (ministerie van SZW, 2006b) en de Beleidsregels arbeidsomstandighedenwetgeving (ministerie van SZW, 2006c). Deze laatste behoren niet tot de regelgeving, maar bevatten richtlijnen om daaraan te voldoen. Het Arbeidsomstandighedenbesluit heeft betrekking op de inrichting, de brandbeveiligingsinstallaties en de organisatorische maatregelen die te maken hebben met vluchten.

2.2.4 Relaties tussen wetten en regels

Het Arbeidsomstandighedenbesluit en de Modelbouwverordening vertonen de meeste overlap. De Modelbouwverordening beperkt zich echter tot brand, terwijl de arbowet- en regelgeving handelt over gevaarlijke situaties in het algemeen. Ook kunnen in de arbowet- en regelgeving aanvullende eisen worden gesteld in gebouwen met een verhoogd risico (ministerie van SZW, 2002). De beleidsregels verwijzen voor het aantal, de plaats en de afmetingen van de beschikbare vluchtwegen en nooduitgangen naar het Bouwbesluit. Het Arbeidsomstandighedenbesluit stelt dat het aantal, de plaats en de afmetingen van beschikbare vluchtwegen en nooduitgangen afhankelijk zijn van het gebruik, de uitrusting en de afmetingen van de arbeidsplaatsen en van het maximum aantal werknemers en andere personen dat zich op deze plaatsen kan ophouden (ministerie van SZW, 2006a). De beleidsregels verwijzen ook hiervoor naar het Bouwbesluit. Voor doeltreffende maatregelen voor een veilige ontvluchting van gebouwen in noodsituaties verwijzen de beleidsregels naar de brandbeveiligingsconcepten van het ministerie van BZK (ministerie van SZW, 2006c).

2.3 Aannames over menselijk gedrag in de huidige regelgeving

Centraal in deze paragraaf staan de aannames over menselijk gedrag in de huidige regelgeving en de onderbouwing daarvan. Eigenlijk gaat het dan vooral om het Bouwbesluit en slechts in beperkte mate om het Arbeidsomstandighedenbesluit. Hoewel ze geen deel uitmaken van de regelgeving, zijn ook de brandbeveiligingsconcepten van het ministerie van BZK relevant.

2.3.1 Bouwbesluit

De aannames in het Bouwbesluit zijn toegespitst op nieuwbouw. De eisen voor bestaande bouw hebben namelijk uitsluitend betrekking op het veilig kunnen verlaten van het bouwwerk en niet op de snelheid daarvan (ministerie van VROM, 2006c). Ze zijn daarom minder relevant met betrekking tot menselijk vluchtgedrag.

Vluchtroutes

Artikel 2.146 van het Bouwbesluit is een belangrijk artikel, waarin voorschriften zijn opgenomen voor het aantal toegangen, de breedte van een vrije doorgang van een toegang, de draairichting van een deur van een toegang en maximale loopafstanden bij nieuwbouw. Hiermee moet worden gewaarborgd dat er in het geval van brand veilige mogelijkheden zijn om, vanuit een verblijfsgebied of -ruimte, het rookcompartiment binnen één minuut te verlaten, of anders gezegd binnen één minuut een rookvrije vluchtroute te bereiken (ministerie van VROM, 2003; 2006c). Hierbij wordt er vanuit gegaan dat mensen 30 seconden met ingehouden adem door rook kunnen vluchten (ministerie van VROM, 2004). Verder wordt er vanuit gegaan dat de maximale loopafstanden en hoogteverschillen zodanig zijn, dat vluchten de personen in de regel in staat zijn met ingehouden adem een uitgang van een rookcompartiment te bereiken (ministerie van VROM, 2006c).

Het samenstel van bezettingsgraadklassen en gebruiks- dan wel vloeroppervlakten kan leiden tot een aantal personen van 135 die per minuut per meter deurbreedte moeten vluchten. Dit komt redelijk overeen met het on-

derzoek van Peschl uit 1971¹⁵, waaruit kwam dat 2,4 personen per seconde, ofwel 144 personen per minuut, normaal kunnen vluchten door een deur met een breedte van 1 meter (ministerie van VROM, 2003)¹⁶. Aan dit maximum aantal personen voldoen, betekent niet dat aan de regelgeving is voldaan. Dit aantal kan echter voorkómen zonder dat dit directe strijd oplevert met het Bouwbesluit (ministerie van VROM, 2004).

Deuren mogen niet tegen de vluchtrichting indraaien als er veel mensen op dezelfde uitgang zijn aangewezen, omdat de kans reëel is dat een opstopping ontstaat als de deur naar binnen toe draaiend moet worden geopend (ministerie van VROM, 2006c).

Ten slotte moeten loopafstanden worden gemeten over de kortste route, op een afstand van 0,3 meter van constructieonderdelen (ministerie van VROM, 2006c).

Niet-zelfredzame personen

Het Bouwbesluit houdt voor een aantal categorieën mensen rekening met niet-zelfredzaamheid. Zo moet:

- een nooddeur een minimale breedte hebben van 0,85 meter (voorheen 0,6 meter), zodat door mensen met een functiebeperking sneller kan worden gevlucht en het risico op een opstopping aanzienlijk kleiner is¹⁷;
- voor aan bed gebonden patiënten een vrije doorgang aanwezig zijn, waardoor een bed horizontaal kan worden verplaatst, zodat deze patiënten snel en zonder obstakels met bed en al van het ene naar het andere brandcompartiment kunnen worden verplaatst (ministerie van VROM, 2006c).

Voor opvang van kinderen jonger dan 4 jaar is het mogen samenvallen van twee vluchtroutes beperkt tot 5 meter. Hiermee zijn beperkingen gesteld aan het maken van brand- en rookvrije vluchtroutes die beginnen aan het einde van een (doodlopende) gang, waar maar één kant op kan worden gevlucht. Er wordt namelijk vanuit gegaan dat kinderen jonger dan 4 jaar naar buiten moeten worden gedragen, waarbij voor een volledige ontruiming personeel meer dan één keer heen en weer zal moeten lopen met niet-zelfredzame kinderen. Bij een grotere loopafstand bij een enkele vluchtroute is het risico te groot dat de vluchtroute voortijdig door brand of rook wordt geblokkeerd (ministerie van VROM, 2006a).

Doorstroom- en opvangcapaciteit

De Toelichting Regeling Bouwbesluit 2003 geeft aan hoe de doorstroom- en opvangcapaciteit is te berekenen. Hierbij geldt echter de kanttekening dat de berekeningsmethoden niet voldoende zijn toegesneden op andere gebruiksfuncties dan de kantoor- en logiesfunctie en op de bezettingsgraadklassen B1 en B2 (ministerie van VROM, 2006d). Dat betekent dat de berekeningsmethoden en bijbehorende aannames die hieronder worden

Noot 15 Het betrof ruim 100 studenten.

Noot 16 De Modelbouwverordening ging ten tijde van de MG 2003-19 overigens uit van een lagere vluchtsnelheid van 90 personen per minuut. De Modelbouwverordening is op dit punt aangepast en er wordt niet meer verwezen naar de 90 personen.

Noot 17 Hiermee is de breedte van een nooddeur gelijkgesteld aan de vrije doorgang die in artikel 4.11 wordt voorgeschreven. De toelichting op het Bouwbesluit stelt echter dat met een vrije doorgang van 0,85 meter in plaats van 0,6 meter er ook door mensen met een functiebeperking sneller kan worden gevlucht, omdat de doorstroomsnelheid aanzienlijk groter is en daarom het risico op een opstopping aanzienlijk kleiner (ministerie van VROM, 2006c).

genoemd slechts een beperkt toepassingsgebied hebben.

Voor het berekenen van de doorstroomcapaciteit van uitgangen en trappen¹⁸ mogen de volgende rekenregels worden aangehouden (ministerie van VROM, 2006d):

- per 55 centimeter breedte van een deur of vluchtroute: 50 personen per minuut;
- per A-trap: 25 personen per minuut;
- per B-trap: 50 personen per minuut.

Voor de loopsnelheid mag over het algemeen worden uitgegaan van 50 meter per minuut.

Rekenregels voor de opvangcapaciteit van een trappenhuis zijn (ministerie van VROM, 2006d):

- vloer: 4 personen per vierkante meter vrije vloeroppervlakte;
- traptrede van een A-trap: 0,5 personen;
- traptrede van een B-trap: (0,9 x de breedte van de trap in meters) personen.

De volgende doorstroomcapaciteiten zijn geldig voor een rookvrije vluchtroute door een veiligheidstrappenhuis (ministerie van VROM, 2006d):

- vloer: (90 x de breedte van de vrije doorgang in meters) personen per minuut;
- A-trap: 25 personen per minuut;
- B-trap: (45 x de breedte van de trap in meters) personen per minuut.

Het ministerie van VROM (2006d) gaat uit van een toegestane ontruimingstijd van:

- 30 minuten bij een vluchtroute door een veiligheidstrappenhuis;
- 15 minuten bij een vluchtroute niet door een veiligheidstrappenhuis, maar
- 20 minuten als de vluchtroute slechts vanuit een verblijfsgebied kan worden bereikt vanuit een verkeersruimte met een minimale lengte van 2 meter die is ingericht als rookcompartiment.

Het uitgangspunt is verder gehanteerd dat vluchten vanaf een hoger gelegen bouwlaag meer tijd kost dan vluchten vanaf een lager gelegen bouwlaag. Daarom is voor het vluchten vanaf een hoger gelegen bouwlaag 1 minuut per bouwlaag in mindering gebracht op de ontruimingstijd van het gebouw. Ook is als uitgangspunt genomen dat een punt op een vluchtroute ver van het einde van de vluchtroute ruim voor het verstrijken van de toegestane ontruimingstijd moet zijn gepasseerd, omdat mensen dan nog diverse bouwlagen moeten overbruggen, voordat zij buiten zijn (ministerie van VROM, 2006d).

Grote brandcompartimenten

De Toelichting Regeling Bouwbesluit 2003 geeft met betrekking tot de opvang- en doorstroomcapaciteit ook aan dat er voldoende bouwstenen voorhanden zijn om aan te tonen dat aan de functionele eis in het Bouwbesluit

Noot 18 De aanduiding A en B bij trappen geeft de minimale afmetingen van een trap aan, zoals weergegeven in tabel 2.28 van het Bouwbesluit (ministerie van VROM, 2006a). Een B-trap is groter gedimensioneerd dan een A-trap.

wordt voldaan. Veel gebruikt is het rekenmodel, zoals beschreven in het rapport *'Vluchten bij brand uit grote compartimenten – Bepalingsmethode voor veilig vluchten'* (Van der Graaf en Pothuis, 1997). Hierin komen we de volgende aannames over het vluchten uit gebouwen tegen:

- 2 minuten na het ontdekken van de brand start het vluchten, waarna het vluchten onmiddellijk op gang is;
- binnen enkele minuten na het ontdekken van de brand is de bedrijfshulpverleningsorganisatie effectief en wordt het vluchten begeleid, waardoor het ontvluchten 100% effectief is, inclusief het gebruik van alle nooduitgangen.

Hierbij wordt verondersteld dat het aantal personen dat reeds in de eerste twee minuten is gestart met vluchten, opweegt tegen het aantal personen dat ná de eerste twee minuten start.

Hoewel naar dit model in de regelgeving slechts indirect wordt verwezen, is het wel te beschouwen als een vorm van pseudo-regelgeving.

NEN 6089

In verband met de voorgaande paragrafen dient te worden gewezen op het 2^e ontwerp van *'NEN 6089 – Bepaling van de opvang- en doorstroomcapaciteit van een gebouw'* (NEN, 2005). Dit normontwerp geeft een goede indruk van de relatie tussen de rekenwaarden en de bezettingsgraadklassen van het Bouwbesluit en de rekenmethoden voor de bepaling van opvang- en doorstroomcapaciteit. Het normontwerp geeft de eisen en bepalingsmethoden voor de opvang- en doorstroomcapaciteit van een gebouw¹⁹. De inhoud van dit normontwerp is in belangrijke mate ontleend aan de desbetreffende voorschriften van de Regeling Bouwbesluit 2003 (ministerie van VROM, 2006b) en MG-circulaire 2003-19 van 17 juli 2003 (ministerie van VROM, 2003). De inhoudelijke voorschriften in deze regeling waren noodzakelijk, omdat een norm nog niet beschikbaar was²⁰.

Als gekeken wordt naar het aspect vluchtgedrag, valt op dat in het normontwerp het onderwerp paniek wel wordt gedefinieerd, maar vervolgens in de rekenmethoden zonder nadere toelichting wordt uitgesloten. Daarmee is onduidelijk op welke wijze in de norm het menselijk gedrag in opvang- en doorstroomsituaties is bekaderd.

Onduidelijk in het normontwerp is ook de wachttijd bij gefaseerde ontruiming. Daarbij gelden onder meer de volgende voorwaarden:

- als eerste wordt het direct bedreigde rookcompartiment ontruimd;
- de ontruiming van de rest van het gebouw wordt gestart zodra het bedreigde rookcompartiment geheel is ontruimd en er voldoende opvangcapaciteit beschikbaar is, maar uiterlijk 2,5 minuut later.

In de laatste versie van het normontwerp, die in de loop van 2007 in definitieve vorm zal verschijnen, is deze wachttijd op 5 minuten gesteld. In het verslag van de betreffende NEN-werkgroep (NEN, 2007a) wordt enerzijds de wachttijd als knelpunt gezien, maar wordt anderzijds ook de voorkeur van het ministerie van VROM vermeld: een voorschrift in de vorm van een pres-

Noot 19 Overigens is over de inhoud van NEN 6089 nog geen overeenstemming bereikt met de brandweer.

Noot 20 De verwachting is dat wanneer de norm is afgerond het Bouwbesluit te zijner tijd naar deze norm zal verwijzen. Daarmee zou de in Toelichting Regeling Bouwbesluit 2003 gegeven bepalingmethode kunnen vervallen.

tatie-eis met een bepalingmethode waarnaar in de bouwregelgeving kan worden verwezen. *"Daarbij is er geen overeenstemming over het feit, of het een verlichting of verzwaring is ten aanzien van de huidige regelgeving. De huidige regelgeving leidt tot interpretatieverschillen. Een verzwaring leidt in principe tot meer benodigde opvangcapaciteit en dus naar verwachting tot hogere bouwkosten."* (NEN, 2007a).

Desgevraagd geeft NEN aan dat de wachttijd van 5 minuten door de brandweer is getoetst op basis van een aantal bekende praktijkgevallen. Het is echter niet duidelijk of – en hoe – bij deze toetsing gekeken is naar de verschillende aspecten van menselijk gedrag (rust, discipline, chaos, paniek).

Tot slot wordt door NEN een nieuwe norm voor de berekening van opslag- en doorstroomcapaciteit aangekondigd:

"De nieuwe norm 'Bepalingmethode opslag- en doorstroomcapaciteit van trappenhuisen' wordt momenteel afgerond. De doelstelling van deze norm is een bepalingmethode waarmee kan worden beoordeeld of een trappenhuis veilig is. De methode is een eerste aanzet, omdat het moeilijk leek het gedrag van mensen te vatten in regels. Een aantal aannames zijn gemaakt. Uiteindelijk zal in de praktijk moeten blijken of deze aannames gehandhaafd kunnen blijven of dat nader (wetenschappelijk) onderzoek moet uitwijzen of de norm moet worden aangepast."

NEN geeft desgevraagd aan dat het hier de NEN 6089 (in ontwerp) betreft waarbij de titel van de norm nog zal worden aangepast (NEN, 2007b).

2.3.2 Arbeidsomstandighedenbesluit

In het Arbeidsomstandighedenbesluit (ministerie van SZW, 2006a) is het belangrijkste uitgangspunt dat de bedrijfshulpverlening zodanig is georganiseerd dat binnen enkele minuten na het plaatsvinden van een calamiteit de bedrijfshulpverleningstaken op adequate wijze kunnen worden vervuld.

De bedrijfshulpverleningstaken hebben hun grondslag in de Arbeidsomstandighedenwet 1998 (ministerie van SZW, 2005). Daarin wordt geregeld dat werkgevers bedrijfshulpverleners aanwijzen, die:

- eerste hulp bij ongevallen verlenen;
- brand beperken en bestrijden en ongevallen voorkomen en beperken;
- in noodsituaties alle werknemers en andere personen in het bedrijf of de inrichting alarmeren en evacueren;
- hulporganisaties alarmeren en daarmee samenwerken.

Om een evacuatie goed te laten verlopen, is het doorgaans noodzakelijk een ontruimingsplan op te stellen. Meer informatie daarover is opgenomen in bijlage 6.

2.3.3 Brandbeveiligingsconcepten

De brandbeveiligingsconcepten (ministerie van BZK, 1995) zijn voor diverse gebouwfuncties²¹ opgesteld. Ze maken weliswaar geen deel uit van de regelgeving, maar fungeren als leidraad voor ontwerpers, bouwers en gebruikers om te komen tot een samenhangend pakket aan brandbeveiligingsmaatregelen en -voorzieningen. De maatregelen en voorzieningen zijn gericht op het voorkomen van slachtoffers en het beheersbaar zijn van een brand, waardoor schade aan het gebouw en het milieu wordt beperkt. Als specifieke regelgeving ontbreekt of niet toepasbaar is, kunnen de brandbeveiligingsconcepten een goed hulpmiddel zijn voor het formuleren en beoordelen van gelijkwaardige oplossingen. Verder kunnen de concepten voor gemeenten een bron zijn voor het nemen van beleidsbeslissingen ter uitvoering van de gemeentelijke brandweertaak.

De concepten zijn gebaseerd op een normatief brandverloop. Voor gebouwen met een publieksfunctie (bijeenkomst-, horeca-, sport-, stations- en winkelgebouwen) gelden daarbij de volgende uitgangspunten (ministerie van BZK, 1995):

- Binnen 15 minuten na het ontstaan van de brand is de brand ontdekt, zijn de in het gebouw aanwezige personen gealarmeerd en heeft melding aan de brandweer plaatsgevonden.
- Binnen 15 minuten na alarmering moeten de door de brand bedreigde personen - al dan niet met hulp van de bedrijfshulpverleners, doch zonder hulp van de brandweer - kunnen vluchten naar een veilige plaats buiten het gebouw²².
- Binnen 60 minuten na het ontstaan van de brand, heeft de brandweer de brand onder controle, met andere woorden: de brandweer heeft na 30 minuten operationeel zijn, de zich nog in het bedreigde gebied bevindende personen gered en de verdere uitbreiding van brand in beginsel voorkomen.

Daarnaast worden in de brandbeveiligingsconcepten de volgende uitgangspunten voor tijdig ontruimen gehanteerd:

- een verblijfsduur van meer dan 30 seconden in een met rook gevulde ruimte is ontoelaatbaar. Dit uitgangspunt gaat er vanuit dat mensen maximaal 30 seconden hun adem in kunnen houden en lopend een bepaalde afstand door de rook afleggen;
- voor valide personen kan aanvankelijk een loopsnelheid van 1 meter per seconde worden aangehouden. Door rook af te voeren of op te vangen, kan langer over een rookvrije vluchtroute worden beschikt;
- bij een afdaaltijd van 1 minuut per bouwlaag kan een gebouw met een publieksfunctie ongeveer 50 meter hoog zijn. De afdaaltijd is bepalend voor de toelaatbare gebouwhoogte. Indien de afdaaltijd 2 minuten per bouwlaag bedraagt, mag de hoogte van het gebouw met een publieksfunctie ongeveer 25 meter bedragen²³.

Noot 21 Er zijn brandbeveiligingsconcepten voor woningen en woongebouwen, onderwijsgebouwen, cellen en cellengebouwen, gezondheidszorggebouwen, kantoorgebouwen en onderwijsgebouwen, en gebouwen met een publieksfunctie.

Noot 22 Uitgaande van een opkomsttijd van de brandweer van 8 minuten voor dit type gebouwen, resteert een inzetijd van maximaal 7 minuten.

Noot 23 Gelet op de huidige bouwpraktijk is de afdaaltijd van 1 minuut per bouwlaag van een theoretische waarde, omdat de dimensionering van trappenhuizen voor de gestelde ontruimingstijd bij hogere gebouwen veelal ontoereikend is.

Ten slotte geldt dat een eenmaal in gang gekomen mensenmassa niet (extreem) mag worden afgeremd, teneinde de kans op paniek en daardoor slachtoffers ten gevolge van het onder de voet lopen van mensen te voorkomen.

In bijlage G van het brandbeveiligingsconcept voor gebouwen met een publieksfunctie is een berekeningsmethode opgenomen voor de bepaling van ontruimingstijden bij brand. Een gebouw wordt geacht veilig te kunnen worden ontruimd, indien aan de volgende criteria is voldaan:

- men mag maximaal 30 seconden door rook lopen.
- binnen 15 minuten moet geheel zijn ontruimd (ook hoogbouw).
- een eenmaal in gang gekomen mensenmassa mag niet (extreem) worden afgeremd, om te voorkomen dat mensen onder de voet worden gelopen.

Om te kunnen bepalen of in een gebouw aan deze criteria kan worden voldaan, zijn de volgende zaken van belang:

- doorstroomcapaciteit van deuren, gangen en trappen;
- afstand die men moet afleggen tot men een (tijdelijk) veilige plaats heeft bereikt;
- afstand die men moet afleggen tot men buiten het gebouw is.

De in bijlage G van het brandbeveiligingsconcept genoemde proefnemingen en de daaruit voortvloeiende tabellen, figuren en formules zijn ontleend aan de publicatie '*Menselijk gedrag bij brand*' (SBR, 1984).

2.4 Oude studies als basis voor de regelgeving

Opvallend is dat als basis van de regelgeving nog steeds wordt verwezen naar de SBR-literatuurstudie '*Menselijk gedrag bij brand*' die in 1984 werd verricht naar alle aspecten die samenhangen met het menselijk gedrag bij brand en de factoren die daarop van invloed zijn (SBR, 1984). Deze oude SBR-publicatie stelt dat kennis over menselijk gedrag bij brand voornamelijk is gebaseerd op verslagen van zeer grote branden en verhalen over zeer zeldzaam gedrag. Bovendien is veel veiligheidsonderzoek gericht op het betrouwbaar functioneren van technische voorzieningen, maar niet op het effect van die voorzieningen op het menselijk gedrag en het gebruik ervan. Om betrouwbare aanknopingspunten te vinden voor menselijk gedrag is volgens de samenstellers systematisch onderzoek nodig. Er wordt geconstateerd dat dergelijk onderzoek van enige omvang destijds eigenlijk alleen was verricht door Bryan (USA) en Wood (UK).

2.4.1 Zichtlengte en afgelegde afstand door rook

Zowel door Wood als door Bryan²⁴ werd aan mensen die betrokken waren bij een brand²⁵ onder meer gevraagd de zichtlengte bij rook en de door rook afgelegde afstand nauwkeurig mogelijk te schatten. Dit is weergegeven in

Noot 24 Resultaten daarvan zijn te vinden in Wood, 1972; Wood, 1973; Bryan, 1976; Bryan, 1978; Bryan, 2002.

Noot 25 Wood onderzocht 1000 branden in de UK, waarbij in totaal meer dan 2000 betrokkenen geïnterviewd zijn door speciaal geïnstrueerde brandweerofficieren. Bryan beperkte zich tot ruim 300 branden in de USA en bijna 600 betrokkenen.

de tabellen 2.1 en 2.2.

Tabel 2.1 Zichtlengte

Zichtlengte (m)	UK/USA (%)
<1	12/1
1 – 2	25/1
2 – 4	27/2
4 – 10	11/3
10 – 12	3/
12 – 15	3/
15 – 20	3/
> 20	16/
Aantal personen	1316/32

Bron: SBR, 1984

Tabel 2.2 Afgelegde afstand door rook

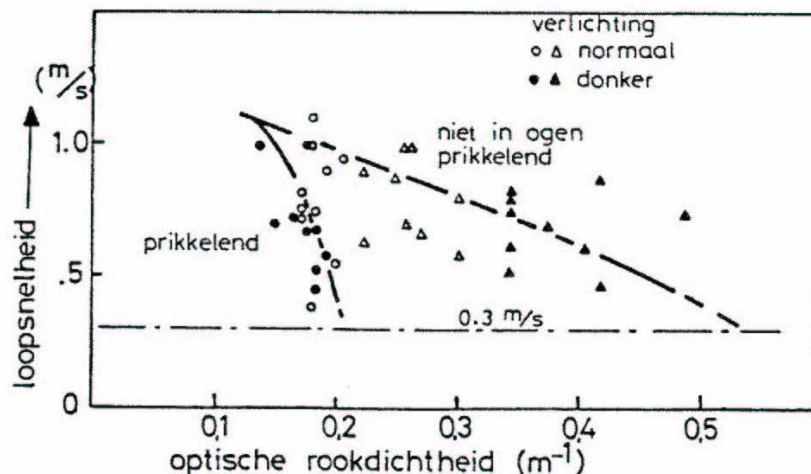
Afgelegde afstand (m)	UK/USA (%)
<1	3/ 2
1 – 2	18/ 8
2 – 4	30/17
4 – 10	20/46
10 – 12	5/ 2
12 – 15	4/ 4
15 – 20	5/11
> 20	15/10
Aantal personen	1316/322

Bron: SBR, 1984

Aangenomen wordt dat een zichtlengte van 15 meter of meer het vluchten nauwelijks zal belemmeren. De verwachting is dat 60% van de vluchtenden nog door rook vlucht bij een zichtlengte van 8 meter en minder dan 30% bij een zichtlengte van 4 meter. Er wordt dan ook aangenomen dat mensen over een afstand van maximaal 15 meter bereid zijn door rook te vluchten (SBR, 1984).

Verder is uit experimenteel onderzoek van Jin naar de invloed van in de ogen prikkelende rook gebleken dat de loopsnelheid bij prikkelende rook drastisch afneemt tot 0,3 meter per seconde (Jin, 1976 in SBR, 1984). Dat is weergegeven in figuur 2.2.

Figuur 2.2 Loopsnelheden in relatie tot optische rookdichtheden



Bron: SBR, 1984

2.4.2 Doorstroomcapaciteit van een deur

Peschl (1971) en Stapelfeldt (1976) hebben experimenteel onderzoek gedaan naar het aantal personen dat per tijdseenheid door een uitgang kan. Meer dan honderd studenten zijn met verschillende snelheden door deuropeningen gestuurd, met een breedte variërend van 0,75 tot 1,6 meter. De sterk overeenkomende resultaten zijn op een rij gezet in tabel 2.3.

Tabel 2.3 Capaciteit van deuropeningen

Manier van ontruimen	Capaciteit (personen/m per seconde)
Langzaam, comfortabel	1,2
Normaal	2,4
Gedrang bij smalle deuren (< 1,20 m)	3,0*
Gedrang bij brede deuren (> 1,20m)	4,8**

* Boogvorming waarschijnlijk ** Valpartijen waarschijnlijk

Bron: SBR, 1984

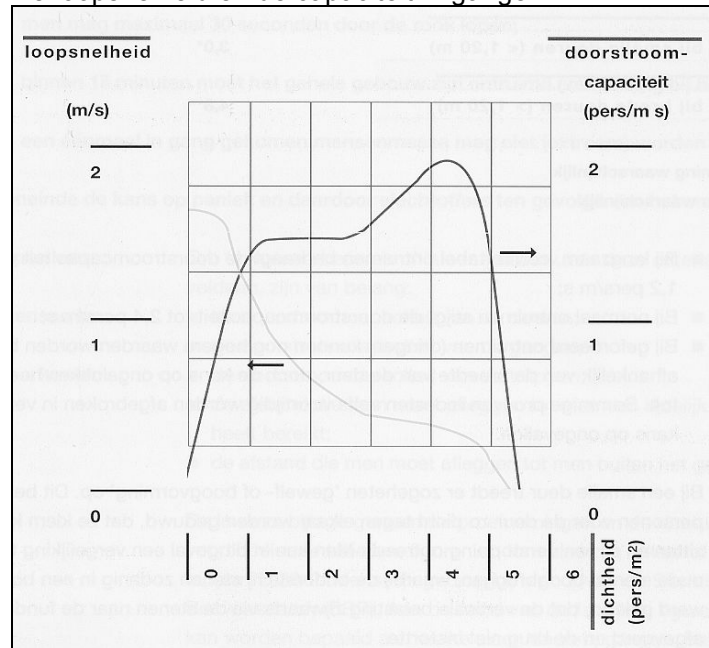
De ontruimingstijd kan bij een deurbreedte van 1,5 meter worden gehalveerd, maar de kans is groot dat de ontruiming stagneert als gevolg van kneuzingen en valpartijen²⁶. Bij smalle deuren zorgt gedrang voor een grote capaciteit, maar raakt de deuropening al snel geblokkeerd door boogvorming²⁷ (SBR, 1984).

2.4.3 Doorstroomcapaciteit van een gang

Meetgegevens verkregen uit experimenten in een Londense metro maken duidelijk dat de snelheid van een mensenmassa afhankelijk is van de dichtheid van die massa (SBR, 1984)²⁸. Dit is weergegeven in figuur 2.3.

- Noot 26 Het SBR-rapport vermeldt dan ook: "Enkele proefnemingen moesten zelfs vanwege gevaar voor verwondingen worden afgebroken." (SBR, 1984/105). Deze zin laat al zien dat dergelijke proefnemingen sterk verschillen van echte situaties. In de werkelijkheid zal er zelden sprake zijn van een groep die uitsluitend bestaat uit gezonde studenten. Bovendien zal in de werkelijkheid veelal sprake zijn van meer hectiek, omdat de evacuatie niet halverwege gestaakt kan worden.
- Noot 27 Boogvorming is het verschijnsel waarbij mensen die richting uitgang gaan, klem komen te zitten in de vorm van een boog, die van de ene kant naar de andere kant van de deuropening loopt. Daarbij zetten de mensen zich als stenen van een Romaans aquaduct/gebouw onwrikbaar stevig vast en is er – zelfs bij een geopende deur – geen ontkomen meer aan.
- Noot 28 Hiervoor wordt in SBR, 1984 verwezen naar London Transport Board, 1958.

Figuur 2.3 De loopsnelheid en de capaciteit in gangen



Bron: SBR, 1984

Mensen hinderen elkaar niet als de dichtheid gering is. In dat geval wordt een maximale loopsnelheid van 1,6 meter per seconde gehaald. De snelheid neemt af, als mensen dicht bij elkaar komen, totdat de maximale dichtheid van 5,5 personen per vierkante meter is bereikt. Bij deze dichtheid, ofwel een oppervlakte per persoon van 0,33 x 0,55 meter, is voortbewegen onmogelijk geworden²⁹.

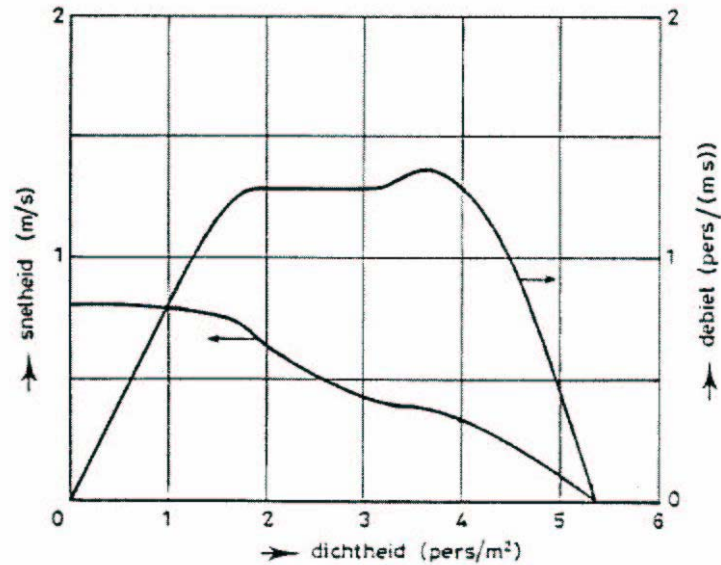
De capaciteit van een gang per meter breedte, kan worden verkregen door de loopsnelheid met de dichtheid te vermenigvuldigen. De maximale capaciteit bedraagt 1,9 personen per meter per seconde. Dat is 25% minder dan de capaciteit van een deuropening. Verder blijkt dat mensen in gangen en op trappen zich op een afstand van 0,15 meter tot de wanden voortbewegen. Hierdoor is de effectieve breedte 0,3 meter minder dan de werkelijke breedte van een gang (SBR, 1984).

2.4.4 Doorstroomcapaciteit van een trap

Bij de metingen in de Londense metro is ook gekeken naar de capaciteit van trappen (zie figuur 2.4). De maximale afdaalsnelheid bedraagt 0,8 meter per seconde; de maximale dichtheid 1,4 personen per meter per seconde. De maximale afdaalsnelheid kan bij ongehinderd lopen, ofwel een dichtheid van maximaal 1,6 personen per vierkante meter worden gehaald. Bij stijgen liggen snelheid en capaciteit ongeveer 5% lager. De capaciteit van trappen ligt ongeveer 25% lager dan die van gangen. Ook bij trappen geldt dat de effectieve breedte 0,3 meter kleiner is dan de werkelijke breedte (SBR, 1984).

Noot 29 Wie zich deze getallen concreet tracht voor te stellen, begrijpt dat hier van minimale schattingen sprake is. In ieder geval een van de gevolgen van menselijk (eet)gedrag is dat men 50 jaar later niet snel meer 5,5 personen (van 33-55 centimeter per stuk) op een vierkante meter kan persen.

Figuur 2.4 De loopsnelheid en de capaciteit bij het afdalen van een trap



Bron: SBR, 1984

2.5 Conclusies

Regelgeving over vluchten is opgenomen in het Bouwbesluit, de Modelbouwverordening en het Arbeidsomstandighedenbesluit. Het gehele stelsel aan wet- en regelgeving over vluchten uit gebouwen is erop gericht dat mensen zo snel mogelijk worden gewaarschuwd voor gevaar en vervolgens zo snel mogelijk en veilig het gebouw kunnen verlaten. Hoofddoel is het aantal doden en gewonden zo veel mogelijk te beperken. Kort gezegd gaat het er daarbij om dat er voldoende ruimte aanwezig is om te kunnen vluchten en dat duidelijk is waarheen gevlucht kan worden. Het Bouwbesluit bevat daartoe de bouwkundige voorschriften, terwijl de Modelbouwverordening en het Arbeidsomstandighedenbesluit voorschriften bevatten voor installaties en vluchtrouteaanduidingen. In het Arbeidsomstandighedenbesluit zijn ook nog organisatorische maatregelen opgenomen, waaronder de bedrijfs-hulpverleningsorganisatie. Voor de uitwerking van delen van de voorschriften verwijst het Arbeidsomstandighedenbesluit naar het Bouwbesluit en de brandbeveiligingsconcepten.

Uit de genoemde regelgeving en de daaraan gerelateerde pseudo-regelgeving zijn de volgende 15 aannames af te leiden over menselijk gedrag bij brand³⁰.

Bouwbesluit en verwante documenten

- 1 Binnen één minuut wordt een rookvrije vluchtroute bereikt (ministerie van VROM, 2003; 2006c).
- 2 Mensen kunnen 30 seconden door rook lopen (ministerie van VROM, 2004).
- 3 Maximaal 135 mensen per meter deurbreedte kunnen per minuut een deur passeren (ministerie van VROM, 2003).

Noot 30 De aannames 8 en 9 en 11 tot en met 15 komen voort uit de het rapport over vluchten uit grote brandcompartimenten respectievelijk de brandbeveiligingsconcepten, dat pseudo-regelgeving betreft.

- 4 Mensen lopen op een afstand van 0,3 meter tot constructieonderdelen (ministerie van VROM, 2006c).
- 5 Mensen met een functiebeperking zorgen bij een deurbreedte van 0,85 meter minder voor een opstopping dan bij een deurbreedte van 0,6 meter (ministerie van VROM, 2006c).
- 6 Aan bed gebonden patiënten en kinderen jonger dan 4 jaar zijn niet zelfredzaam en moeten worden geëvacueerd (ministerie van VROM, 2006a).
- 7 De rekenregels voor opvang- en doorstroomcapaciteit zijn niet voldoende toegesneden op andere gebruiksfuncties dan de kantoor- en logiesfunctie en op andere bezettingsgraadklassen dan B1 en B2 (ministerie van VROM, 2006d).
- 8 Twee minuten na het ontdekken van de brand start het vluchten en is het meteen in volle gang (Van der Graaf en Pothuis, 1997).
- 9 Wanneer de bedrijfshulpverleningsorganisatie effectief is, is het ontvluchten 100% effectief, inclusief het gebruik van alle nooduitgangen (Van der Graaf en Pothuis, 1997).

Arbeidsomstandighedenbesluit

- 10 Binnen enkele minuten na het ontdekken van de brand is de bedrijfshulpverleningsorganisatie effectief (ministerie van SZW, 2006a).

Brandbeveiligingsconcepten

- 11 Een kwartier na het ontstaan van een brand is deze ontdekt en gemeld, en zijn mensen gealarmeerd (ministerie van BZK, 1995).
- 12 Een half uur na het ontstaan van een brand zijn mensen naar een veilige plaats buiten het gebouw gevlucht (ministerie van BZK, 1995).
- 13 Mensen die in een gebouw afdalen, passeren één bouwlaag per minuut (ministerie van BZK, 1995).
- 14 Valide personen lopen met een snelheid van 1 meter per seconde (ministerie van BZK, 1995).
- 15 Er kan paniek ontstaan, of mensen kunnen onder de voet worden gelopen, als een eenmaal in gang gekomen mensenmassa (extreem) wordt afgeremd (ministerie van BZK, 1995).

Er is maar heel beperkt iets terug te vinden, op welke studies de vijftien aannames zijn gebaseerd. Er wordt slechts gerefereerd aan de SBR-publicatie '*Menselijk gedrag bij brand*' uit 1984. De resultaten daarin over doorstroomcapaciteiten van deuren, gangen en trappen hebben een relatie met de aannames 2, 3, 4, 13 en 14. Aanname 3 over passeren van deuren komt rechtstreeks uit de onderzoeken in de SBR-publicatie.

Een vertaalslag van de resultaten heeft plaatsgevonden om te komen tot afdaaletijden per bouwlaag en de loopsnelheid van valide personen in de aannames 13 en 14. Onbekend is hoe dit exact is afgeleid.

Ten slotte lijken de aannames 2 en 4 met betrekking tot het lopen door rook en de afstand tot omliggende constructies af te wijken van de bevindingen in de oude publicatie. Zo wordt daarin gesteld dat mensen maximaal 15 meter door rook vluchten, terwijl het Bouwbesluit ervan uitgaat dat mensen maximaal 30 seconden door rook kunnen vluchten. Het zou kunnen dat rekening is gehouden met zichtlengtes en sterk met de rookdichtheid afnemende loopsnelheden, maar dat is onbekend. Ook wordt in de SBR-publicatie gesteld dat lopende mensen een afstand van 0,15 meter aanhouden van wanden, terwijl het Bouwbesluit een looplijn van 0,3 meter vanaf constructies aanhoudt. De genoemde 0,15 meter plus een halve mensbreedte is meer dan 0,3 meter.

Onbekend is waarop de overige aannames zijn gebaseerd. Het gaat dan om de aannames 1, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12 en 15. Aanname 6 moet overigens zo worden gelezen dat er blijkbaar geen bijzondere voorschriften nodig zijn voor andere groepen mensen die moeten worden geëvacueerd.

Opvallend is dat de onderbouwde aannames zijn gebaseerd op een beperkt aantal gedateerde studies. Voor de loopsnelheden is gebruik gemaakt van onderzoek waarbij studenten zich door deuren persen en voor de capaciteit van vluchtwegen is gebruik gemaakt van meetgegevens die zijn verkregen in de Londense metro. Daarbij kunnen de volgende kanttekeningen worden geplaatst:

- Het feitelijke onderzoeksmateriaal is vaak nog weer veel ouder dan 1984. Het betreft onderzoeken uit de 70-er jaren van de vorige eeuw en een enkel cruciaal onderzoek – zoals dat uit de Londense metro – is bijna 50 jaar oud (1958). Dat hoeft geen bezwaar te zijn, maar in de afgelopen decennia zijn mensen bijvoorbeeld wel aantoonbaar dikker en langer geworden.
- Veel van de proefnemingen zijn met nogal 'ideale' groepen uitgevoerd: bijvoorbeeld studenten, militairen, of Londense metrogangers van een halve eeuw geleden. De dubbele vergrijzing die in Nederland de komende decennia stevig zal doorzetten³¹ en het grote aantal mensen met een of andere beperking, vereist dan ook een relativering van de onderzoeksuitkomsten, zoals we in de volgende hoofdstukken nog zullen zien.
- Bij de stroomproefnemingen in gangen en op trappen wordt vreemd genoeg geen rekening gehouden met het feit dat er ook sprake kan – en meestal zal zijn³² – van een tegenstroom die het gebouw (weer) in wil. Het betreft daarbij vluchters die de verkeerde – of een andere – kant op gaan (soms om alsnog iets te halen of doen), het betreft ex-vluchters die opnieuw het gebouw in gaan, en/of het betreft de brandweer/bedrijfs-hulpverleners die zich tegen de stroom in richting brand/calamiteit spoeden³³. In de SBR-rapportage wordt vreemd genoeg die tegenstroom wel (deels) genoemd en op basis van onderzoek aangetoond, maar bij de rekensommen lijkt men deze factor te vergeten. Hetzelfde ziet men overigens ook in nieuwere bronnen gebeuren (zie bijvoorbeeld SFPE, 2003 en Kuligowski en Peacock, 2005).

Misschien nog wel het meest opvallende is dat de regelgeving eigenlijk vooral kijkt naar fysiek-technische variabelen, waarbij ook mensen als variabelen uit de mechanica worden benaderd. Een dergelijke benadering heeft als groot voordeel dat een objectivering mogelijk is van zoiets 'lastigs' als het menselijk gedrag. Het probleem is echter dat het menselijk gedrag meer omvat dan momenteel in de huidige wet- en regelgeving lijkt te zijn gevangen. We wijden de volgende hoofdstukken dan ook aan de kennis die daarover heden ten dage bestaat.

Noot 31 Dubbele vergrijzing: ten eerste gaat de naoorlogse geboortegolf massaal met pensioen en ten tweede blijven ouderen steeds langer leven.

Noot 32 Zoals de eerder geciteerde onderzoeken van Wood en Bryan aantonen en zoals we in de volgende hoofdstukken uitgebreider zullen zien.

Noot 33 In theorie gebruiken de vluchters de noodtrappenhuizen, terwijl de brandweer via andere wegen het gebouw in komt. Deze aannames kloppen echter niet geheel, zoals we in de volgende hoofdstukken zullen zien.

3 Menselijk gedrag bij calamiteiten in de psychologie en neurologie³⁴

3.1 Inleiding

In het vorige hoofdstuk zagen we dat de aannames over menselijk gedrag in de wet- en regelgeving in relatie tot vluchten relatief hard en fysiek geformuleerd zijn. In dit hoofdstuk benaderen we de materie meer van de ‘zachte’ kant en komt de psychologie en neurologie centraal te staan, waarbij we vooral ingaan op de menselijke cognitie. We zullen in dit hoofdstuk zien hoe ingewikkeld menselijk gedrag bij calamiteiten in elkaar zit en dat dit zich niet in een paar simpele regels laat samenvatten.

We kijken allereerst in paragraaf 3.2 naar de illusie die mensen hebben over hun onkwetsbaarheid. Daarna wordt in paragraaf 3.3 ingegaan op de fasen die worden onderscheiden bij de reacties van slachtoffers bij een calamiteit. In paragraaf 3.4 wordt ingegaan op menselijke reacties op een calamiteit. Daarbij wordt apart aandacht besteed aan het onderwerp paniek. In paragraaf 3.5 gaan we in op het verschil tussen automatische en bedachte reacties (eenvoudig samengevat als het verschil tussen reageren volgens ingesleten patronen en reageren na het afwegen van scenario's). In paragraaf 3.6 tonen wij aan dat vluchten (automatisch of bedacht) niet per se de eerste reactie van mensen is bij een calamiteit. In paragraaf 3.6 trekken we vervolgens conclusies over hetgeen de psychologie en neurologie ons kunnen leren over vluchtgedrag.

3.2 Illusie van onkwetsbaarheid

Reacties van mensen op calamiteiten hebben alles te maken met de illusie van onkwetsbaarheid. Rationeel weten mensen dat zij gevaar kunnen lopen – ze weten dat ze een calamiteit of ramp kunnen meemaken – maar tegelijkertijd houden mensen de gedachte aan gevaar onder controle. Risico's en gevaar houden hen niet bezig. Mogelijk wordt het denken aan gevaar zelfs onderdrukt (Horowitz, 1979; Steinmetz, 1990). Dit is een menselijk dilemma. Mensen hebben de illusie van onkwetsbaarheid nodig om te kunnen functioneren. Als het denken aan gevaar en risico's voortdurend de boventoon voert bij het menselijk handelen, zouden mensen in constante stress leven met alle gevolgen van dien op de kwaliteit en duur van hun leven.

Bij een calamiteit wordt aan die illusie van onkwetsbaarheid ruw een einde gemaakt. Vandaar dat getroffen mensen tijdens een calamiteit (als je ze achteraf erover spreekt) een of meer van de volgende (stress)reacties zeggen te hebben (Van de Velden et al., 1997):

- schrik, ongeloof en verbijstering;
- intense machteloosheid;
- (doods)angst;

Noot 34 Dit hoofdstuk werd mede samengesteld door psycholoog/traumatoloog Carl Steinmetz (STEINMETZ advies & opleiding, Amsterdam).

- lichamelijke reacties (bijvoorbeeld, gespannen, verstijfd, verkrampde rug, nek, arm en beenspieren);
- apathie en gevoelloosheid;
- hyperalert en adequaat handelen.

Deze somatische en psychische (stress)reacties ontstaan voor, tijdens en na³⁵ een calamiteit als de illusie van onkwetsbaarheid 'tijdelijk' ophoudt te bestaan. Gersons³⁶ zegt hierover dat er tijdens calamiteiten drie typen mensen zijn te onderscheiden:

- 1 personen die adequaat handelen;
- 2 personen die niet adequaat handelen;
- 3 personen die niet weten hoe zij moeten handelen, en die achter andere mensen aanlopen (die dus adequaat - of juist niet adequaat – handelen).

Opvallend is dat in de literatuur ternauwernood op de gevolgen van het 'tijdelijk' beëindigen van de illusie van onkwetsbaarheid wordt ingegaan. In de literatuur wordt vooral feitelijk waarneembaar gedrag voor, tijdens en na een ramp of brand bestudeerd (zie bijvoorbeeld Leach, 1994). Studies over gedrag dat het gevolg is van wat een slachtoffer tijdens een calamiteit denkt of voelt, lijken te ontbreken.

3.3 Fasen bij een calamiteit

Van der Velden et al. (1997) onderscheiden voor de slachtoffers de volgende fasen bij een calamiteit³⁷:

- pre-impact fase: de voorbode, waarbij het slachtoffer signalen wel of niet kan waarnemen, maar waarbij nog geen sprake is van directe lichamelijke impact;
- impact fase: de ramp voltrekt zich en heeft fysieke impact op het slachtoffer;
- directe post-impact fase: het eerst overzicht en besef van wat er is gebeurd, dringt tot het slachtoffer door;
- post-impact fase: van wanhoop naar hoop, van ellende naar een nieuw leven.

De laatste twee fasen hebben betrekking op de periode na de calamiteit. Er zijn ons geen maatschappelijke kosten-batenanalyses bekend die globaal kijken naar de kosten van slachtofferschap in de verschillende fasen en de investeringen die gedaan worden ter vermindering en voorkoming van de risico's. Het zou wel eens zo kunnen zijn dat de kosten van de post-impact fase (bijvoorbeeld in arbeidsverzuim, post traumatische stress stoornis en dergelijke) veel groter zijn dat gedacht (Sidran Institute, 2003; Kessler, 2000).

In dit onderzoek beperken we ons tot de eerste twee fasen en het daarbij veelvoorkomend menselijk gedrag.

Noot 35 PTSS: Post Traumatic Stress Syndrome/Disorder.

Noot 36 Berthold Gersons, bekend psychiater en traumatoloog verbonden aan het AMC. Persoonlijke communicatie met Maaïke de Vries van Impact, AMC.

Noot 37 In persoonlijke communicatie gaf Harrie Vorst van de Universiteit van Amsterdam aan dat er verschillende indelingen bestaan die grosso modo neerkomen op een onderscheid tussen 'vooraf', 'tijdens' en 'erna'. Hij voegt dus de post-impact fases van Van der Velden et al. bij elkaar.

3.4 Menselijke reacties op een calamiteit

Zoals we nog diverse malen zullen zien, komt het veel voor dat mensen niet of heel traag reageren op de signalen van een naderende of zich voltrekende calamiteit. Een voorbeeld hiervan zijn de Ash bush fires in Australië, waarbij niemand wilde evacueren (Raphael, 1984) en de Rio Grande-ramp in 1960, waar volgens Kinston en Rosser (1974) grote groepen mensen juichend het wassende water gadesloegen (honderden mensen kwamen om en 4000 raakten gewond).

Uit diverse evaluaties blijkt dat mensen bij onverwachte gebeurtenissen in eerste instantie vasthouden aan de rolverwachtingen die passen bij de functie van het gebouw waarin zij zich bevinden, en het gevaar negeren. Zo is tijdens de periode voordat een brand wordt waargenomen de aandacht van de aanwezigen in een gebouw gericht op de activiteiten die vooraf zijn voorgenomen, de rolverwachtingen. Denk hierbij aan de activiteit 'winkelen' in een winkelcentrum. Deze rolverwachtingen beperken de herkenning en vergroten de verwerkingstijd van de informatie met betrekking tot brandgevaar (Pires, 2005). In openbare gebouwen reageren mensen vaak niet op het begin van een brand, omdat ze niet willen overreageren op een vals alarm, of op een situatie die reeds onder controle is (Canter, 1985).

Vaak is er ook sprake van een – achteraf bezien – onderschatting van het probleem. Zo meldden 36% van de overlevenden van een brand in een hoge woontoren dat zij het horen van een alarmbel en het bemerken van rook interpreteerden als een niet zo ernstige situatie (Proulx et al., 2001). Mensen onderschatten vaak ook de snelheid van de groei van een brand of calamiteit. Daarom is detailinformatie over de brand belangrijk (Canter, 1990). Aangezien dood bij brand doorgaans wordt veroorzaakt door inademing van rook en giftige gassen (Gann, 2004), zijn met name de rookontwikkeling en de snelheid van de (re)actie door de bedreigde personen van invloed op een effectieve evacuatie en daarmee op overleving. Kennis en aannames van aanwezigen over brandontwikkeling zijn vaak onjuist, waardoor mensen niet doen wat ze zouden moeten doen, of zelfs zichzelf nog meer in gevaar brengen (Proulx, 2001). Zo wordt de snelheid van brand- en rookontwikkeling door veel mensen onderschat. Ook het verstikkende gevaar van rook wordt veelal niet onderkend (Proulx en Fahy, 1997). Dit wordt het 'friendly fire syndrome' genoemd (Purser en Bensilum, 2001).

Paniek

Bij een calamiteit kan zich soms paniek voordoen. Een voorbeeld is het Hei-zel-drama in Brussel in 1985 (Moore, 1987). Fans van Liverpool bestookten de fans van Juventus met vuurpijlen. Dat werd als gevaarlijk gezien en leidde tot een ophoping van mensen, waardoor een stenen muur omviel.

Paniek is een lastig begrip (zie ook Bourke 2005/274). Als we kijken naar de officiële medisch-wetenschappelijke definitie van een individuele paniekreactie van de American Psychiatric Associations (1994) dan luidt deze als volgt:

Paniek 1

Een begrensde periode van intense angst of gevoel van onbehagen, waarbij vier (of meer) van de volgende symptomen plotseling ontstaan, die binnen 10 minuten een maximum bereiken:

- hartkloppingen, bonzend hart of versnelde hartactie;
- transpireren;
- trillen of beven;
- gevoel van ademnood of verstikking;
- naar adem snakken;
- pijn of onaangenaam gevoel op de borst;
- misselijkheid of buikklachten;
- gevoel van duizeligheid, onvastheid, licht in het hoofd of flauwte
- derealisatie (gevoel van onwerkelijkheid) of depersonalisatie (gevoel los van zichzelf te staan);
- angst de zelfbeheersing te verliezen of gek te worden;
- angst dood te gaan;
- parethesieën (verdoofde of tintelende gevoelens);
- opvliegers of koude rillingen.

Naast deze opsomming van paniekenmerken zoals die individueel ook als ziektebeeld kunnen voorkomen, geeft 'survival-psycholoog' Leach (1994) een meer op het situationele gedrag bij calamiteiten toegesneden paniekomschrijving:

Paniek 2

"There are frequently problems in defining the word 'panic'. It is a shorthand term and often used interchangeably with 'confusion'. Essentially, however, there are four elements which characterise panic. These are:
1 *There is a time or space restriction on escape. The resources and means of escape are scarce and dwindling and the demand for them is increasing.*
2 *People will become aggressively concerned for their own survival and any altruism is destroyed.*
3 *The behaviour shown by the individual in response to the circumstances is irrational or illogical.*
4 *The behaviour shown is highly contagious and waves of panic can be seen to spread out like ripples across the surface of a lake. This contagion is particularly rife if it is sparked by someone in authority or with some social prestige."*

Lastig is dat de meeste auteurs in hun stukken een erg vage omschrijving van paniek hanteren, waarbij – zie Leach – eerder sprake is van 'verwarring' en schijnbaar irrationeel gedrag. Maar wat irrationeel gedrag is, blijkt vaak problematisch, omdat daarbij eigenlijk zou moeten worden uitgegaan van de kennis en ervaring die een vluchter op het moment van de vlucht heeft. Dat is later zelden nog goed te achterhalen.

Galea (2005) stelt in een artikel over de twee terroristische aanvallen op de New Yorkse Twin Towers (1993 en 2001) dat het meeste gedrag rationeel is en er niet of nauwelijks sprake is van paniek. Sinds de jaren 70 van de vorige eeuw wordt het veelvuldig voorkomen van paniekgedrag eigenlijk als een mythe beschouwd (Sime, 1980; Keating, 1982; Quarantelli, 1977; SBR, 1984). Mensen gedragen zich over het algemeen rationeel of – gegeven de beschikbare informatie die ze hebben – beperkt rationeel:

"De frequentie van paniek wordt overdreven. In de literatuur betreffende rampen wordt er zoveel aandacht aan besteed, dat men gemakkelijk de indruk krijgt, dat het de gebruikelijkste en belangrijkste onmiddellijke reactie is

op (...) crisissituaties. Dat is niet het geval. Vergeleken met andere reacties is paniek een betrekkelijk ongewoon verschijnsel.” (Quarantelli, 1977, geciteerd in SBR, 1984/43).

Wat nieuwere neurologische/psychologische inzichten wél opleveren, is dat er een verschil is tussen automatische menselijke reacties en ‘bedachte menselijke reacties’. Op dit verschil komen we nog terug.

Tijdens een calamiteit kan men met zintuigoverstelpende beelden, geluiden en geuren in aanraking komen: een vliegtuig dat gierend vlak langs scheert (Bijlmer-vliegcrash, zie Steinmetz et al., 1993) of verkoolde mensen (brand in het Boeddha-restaurant te Hilversum, Steinmetz et al., 1992). De ervaringen die getroffen mensen opdoen tijdens een calamiteit kunnen gevolgen hebben voor het menselijk vluchtgedrag. Zo kunnen bijvoorbeeld intense schrik en ongeloof tot ‘bevriezing’ leiden en kan intense machteloosheid tot gevolg hebben dat mensen opgeven en niet meer vluchten (zie bijvoorbeeld Kowalski, 1995). Maar ook heel andere typen gedrag blijken zich voor te doen. Galea (2005) verhaalt van het feit dat bij de WTC-rampen 20% van de getroffen mensen ging bellen om familie en geliefden te vertellen dat zij oké waren (wat vaak niet overeenkwam met de werkelijkheid). Galea ziet dit als een menselijke behoefte om het thuisfront te informeren.

Tot welke reacties de verschillende ervaringen aanleiding geven, is vaak onvoorspelbaar. Toch zijn er wel een paar belangrijke thema's in de literatuur te ontdekken, zoals we verderop nog zullen zien. Een eerste onderscheid bij menselijke reacties op een calamiteit is het verschil tussen automatische en bedachte reacties.

3.5 Automatische en bedachte reacties

In de psychologie wordt er bij (stress)reacties een onderscheid gemaakt tussen automatisch verlopende en ‘bedachte’ menselijke reacties (Frijda, 1988; Damasio, 1999). Automatische menselijke reacties zijn als het ware paden die in de loop van de evolutie van de mens zijn ingesleten en lange tijd essentieel waren voor het overleven van de mens. Deze reacties verlopen vrijwel automatisch, en zijn dus moeilijk te beïnvloeden. Bedachte menselijke reacties zijn het resultaat van scenario denken. Dergelijke reacties zijn alleen mogelijk als er wat meer tijd is en het besef bestaat dat er iets moet gebeuren (‘sense of urgency’).

Er zijn diverse automatisch verlopende menselijke reacties mogelijk. Ten aanzien van menselijk vluchtgedrag zijn de belangrijkste:

- 1 **Vechten.** Bijvoorbeeld proberen de brand te blussen. Een andere manier van vechten, is samen iets doen. Bij het evacueren vormen zich groepen (90% doet dat in de pre-evacuatiefase). Deze groepen proberen samen te evacueren en kunnen ook weer uit elkaar vallen. Deze groepen zijn een ‘altruïstische’ manier van terugvechten, collega's die gewond of moeilijk ter been zijn, worden geholpen.

- 2 **Vluchten.** Bijvoorbeeld gedrag dat leidt tot het ontsnappen aan het ontstane en beleefde gevaar. In de natuur gaan mens en dier in de buurt op zoek gaan naar een 'safe haven', maar dat is lang niet altijd mogelijk in een gebouw waar brand is uitgebroken. Vluchten van mensen bij gevaar is in de evolutie ontwikkeld. Bepaalde signalen leiden tot de connotatie "gevaar!" en bij voldoende gevaarsignalen ontstaat vluchtgedrag.
- 3 **Bevriezen.** Bijvoorbeeld gedrag waardoor immobiliteit ontstaat. In de natuur is de bedoeling van dat gedrag: "als ik maar blijf stilstaan, gaat het gevaar mij vanzelf voorbij", of zelfs "als ik mij kwetsbaar opstel (bij dieren en mensen op de rug gaan liggen bij gevaar), zal de ander niet toeslaan en mij niet verwonden". Hoe dit gedrag precies ontstaat bij branden is niet bekend.

Bedachte menselijke reacties kunnen alleen ontstaan als de getroffene van mening is nog enige tijd te hebben voor het gevaar toeslaat. De getroffene werkt in het hoofd scenario's uit, toetst die bij anderen en handelt dan op grond van het scenario dat de meeste voordelen biedt. In de hersenen voltrekt zich het proces van informatieverwerking. Het permanente proces van informatieverwerking begint bij wijze van spreken bij het voor gevoel dat er iets mis kan gaan en eindigt bij het weer in veiligheid zijn. Bij die 'route' van het ontsnappen aan het gevaar en/of hulp zoeken, verwerken individuen informatie.

Het proces van informatieverwerking verloopt langs de volgende stappen:

- 1 toekennen van betekenis aan de aanwezige informatie: zintuiglijk (zien, ruiken, horen en voelen) waarneembare feiten, gevoelens en gedachten. Hieruit kan iemand conclusies trekken, zoals negeren (geen gevaar), een beetje gevaar, gemiddeld gevaar, aanzienlijk gevaar of zeer gevaarlijk;
- 2 in kaart brengen van de gevolgen in termen van de 'modus operandi': "wat staat er hier en nu te gebeuren?";
- 3 scenario denken starten aan de hand van de kernvraag: "wat baart je de meeste zorgen (en hoe kan dat opgelost worden)?";
- 4 per scenario (handelingsoptie) benoemen van de voor- en nadelen;
- 5 kiezen uit een scenario;
- 6 uitvoeren van het scenario;
- 7 evalueren van de opbrengsten.

Bij nieuwe informatie start dit proces van informatieverwerking opnieuw en worden wederom de stappen 1 tot en met 7 doorlopen.

Scenariodenken (bedachte reacties) neemt uiteraard meer tijd in beslag dan zonder nadenken reageren (automatische reacties). We hebben het hier echter over een verschil in termen van nanoseconden (Damasio, 1999). Bij getroffenen die het nodige hebben meegemaakt is het tijdsverschil echter groter, omdat de 'elektronische autobaan' in de hersenen naar de automatische reacties sneller verloopt.

Bij een calamiteit bepalen mensen steeds opnieuw welke actie ze zullen ondernemen: een bedachte of een automatische. De kern van het proces van permanente informatieverwerking is, dat er sprake is van een iteratief proces. Daarom kan het ene moment sprake zijn van een automatische reactie (bijvoorbeeld brand blussen), die gevolgd wordt door een bedachte reactie (bijvoorbeeld mensen helpen), die weer gevolgd wordt door een automatische vluchtreactie als de situatie uit de hand dreigt te lopen.

3.6 Vluchten als mogelijke optie

Menselijk vluchtgedrag bij een calamiteit is een gecompliceerd onderwerp. Het begint eigenlijk al bij de reacties van mensen op signalen dat er iets ernstigs aan de hand is. Die reactie wordt beïnvloed door aspecten als de bekendheid van mensen met het gebouw, hun perceptie van de calamiteit, hun veiligheidsbewustzijn en hun ervaring met noodgevallen. Opvallend is dat weinig mensen in het geval van een calamiteit als eerste actie overwegen om te vluchten. Uit onderzoek in de USA en UK³⁸ blijkt dat “anderen waarschuwen” en “de brand bestrijden” de meest toegepaste acties zijn en dat vluchten slechts door een minderheid als eerste actie wordt ondernomen (zie tabel 3.1).

Tabel 3.1 Eerste handeling bij (vermoeden van) brand (in percentages)

Actie	UK (N= 2193)	USA (N= 584)	USA/UK ³⁹
Brand bestrijden ⁴⁰	15	10	12,5
Brandweer waarschuwen	13	11	12
Op onderzoek uitgaan	12	10	11
Anderen waarschuwen	11	16	13,5
Gevaar beperken	10	2	6
Zelf het gebouw verlaten (vluchten)	10	9	9,5
Anderen evacueren	7	8	7,5
Andere redenen (waaronder: bezit redden, wachten en niks doen)	22	34	28

Bronnen: Wood, 1980 en Bryan, 1983

Vanzelfsprekend liggen deze percentages van geval tot geval anders, maar het aantal mensen dat *niet* vlucht valt op. De SFPE vat het kort samen als:

“Although it is often presumed that upon hearing the alarm signal or perceiving some smoke occupants will leave the building immediately by the nearest exit, the analysis of peoples behaviour in some occupancy situations have revealed a fairly different picture. Delays before deciding to evacuate, time spent looking for others or gathering personal items, as well as attempts made to move towards the fire and fire fighting, are behaviours that have been observed repeatedly.” (SFPE, 2003/18).

Veel onderzoek dat uitgevoerd werd na de WTC-ramp in 2001 laat hetzelfde beeld zien van wat zich in de twee torens afspeelde na de inslag van de vliegtuigen (zie Blake et al., 2004; Galea en Blake, 2004; NIST, 2004 en 2005; National Research Counsel Canada, 2003):

“Almost everybody whose accounts we read went back to their office to grab their jacket, their laptop, their cell phone, their palm pilot, whatever – thinking they wouldn’t be returning to work for a while. Several people consulted with colleagues. On one floor, about 20 people gathered in a conference

Noot 38 Gepresenteerd zijn hier de gecombineerde resultaten van de al eerder geciteerde onderzoeken van Wood, 1980 en Bryan, 1983. Deze gegevens van Wood en Bryan worden gesteund door recenter onderzoek van onder andere Proulx, 1998 en Canter, 1985. Zie ook SFPE, 2003, alsmede Blake et al., 2004 en Galea en Blake, 2004.

Noot 39 Ongewogen gemiddelde.

Noot 40 Dit brandbestrijdingswerk blijkt overigens bijzonder succesvol (zie SBR, 1984/25 en de website van het National Fire Data Center in de USA). Het blijkt dat in de USA 90% van de branden in woningen door bewoners zelf werd geblust. Deze gevallen zijn dus niet – of slechts zeer ten dele – meegenomen in de tabel. De cijfers in de tabel zijn immers gebaseerd op interviews met mensen die werkelijk een brand meegemaakt hebben, waarbij de brandweer kwam voorrijden.

room to discuss the situation for about 40 minutes. Instead of a panicked response, it was completely the opposite.” (Ripley, 2005).

De neiging bestaat om dit gedrag (niet-vluchten) té snel als dom en irrationeel te zien. Het is onbekend in hoeveel gevallen 'vechten' als strategie effectief is (men blust gewoon de (beginnende) brand, smoort de calamiteit in de kiem). In de literatuur komt men wel voorzichtige suggesties tegen dat 'vechten' (de brand blussen) inderdaad in veel gevallen werkt. Of dat zo is, blijkt echter lastig te onderzoeken. De meeste gevallen van 'in de kiem gesmoorde calamiteiten' worden immers nergens geregistreerd⁴¹. Onderzoek hiernaar zou een opzet vergen waarbij een representatieve steekproef van de bevolking gevraagd wordt wat hun ervaringen op dit terrein zijn. Dergelijk onderzoek zou van nut kunnen zijn om een beter totaalbeeld te krijgen van het hele proces vanaf de start van een nog onbeduidend incident, via het groter worden van een calamiteit, tot het echt uit de hand lopen⁴². We komen er dan ook in deel 2 van dit rapport op terug en zullen er een onderzoeksvoorstel voor formuleren.

3.7 Conclusies

Uit het voorgaande kan voorzichtig worden geconcludeerd dat getroffen en de neiging hebben zich rationeel te gedragen; paniek⁴³ komt weinig voor en vluchten is lang niet altijd de eerste reactie. Wel kan de situatie soms aanleiding zijn dat getroffen en 'bevrozen'. Een veel voorkomende reactie is 'vechten'. Dat lijkt soms – met de informatie die men achteraf heeft – niet rationeel, maar de situatie moet altijd bekeken worden door de bril van de betrokkene op dat moment. Hij of zij moet voortdurend nieuwe situaties beoordelen. Daarbij maken mensen gebruik van de op dat moment in die situatie beschikbare informatie over risico en gevaar. Deze informatie kan leiden tot geautomatiseerde reacties en/of bedachte menselijke reacties. Bedachte menselijke reacties zullen veelal een superieur resultaat opleveren ten opzichte van de geautomatiseerde menselijke reacties.

Daarmee komen we tot een belangrijke leidende vraag: wat bevordert bij getroffen en – waarvan we willen dat ze eigenlijk zo snel mogelijk het gebouw verlaten – het idee van urgentie ("wegwezen hier"), zonder dat dit leidt tot automatische reacties (die vaak niet rationeel zijn zoals bevrozen of vechten), maar juist leidt tot slim en creatief scenario denken⁴⁴?

Noot 41 Zie ook paragraaf 1.5.

Noot 42 Zie onderzoek 4: opbouwen van de calamiteitenpiramide in paragraaf 4.2 van deel 2.

Noot 43 In de APA-definitie, of in de veel lossere – door de meeste auteurs gehanteerde – definitie die paniek vaag definieert als irrationeel gedrag (waarmee de cirkelredenering dreigt: men gedraagt zich rationeel, dus er is geen paniek).

Noot 44 Zie onderzoek 2: ontwikkelen van een theoretisch model in paragraaf 3.2 van deel 2.

4 Menselijk gedrag in ontruimingsmodellen

4.1 Inleiding

De belangrijkste wens en aanname (zie hoofdstuk 2) is dat de mens een gebouw bij een calamiteit zo snel mogelijk verlaat⁴⁵. Dit noemen we het ontruimen of evacueren van een gebouw. Bij het ontwerp van een gebouw moet getoetst worden, of een snelle en veilige ontruiming van het gebouw inderdaad mogelijk is. Hiervoor wordt gebruik gemaakt van ontruimingsmodellen.

Met ontruimingsmodellen wordt maatwerk mogelijk. Er kan immers vooraf een risico-inschatting gemaakt worden voor een specifiek gebouw en een specifieke gebouwpopulatie (bezoekers, bewoners, gebruikers). Gezien de toenemende flexibilisering van de vastgoedmarkt (sloop/nieuwbouw, frequente aanpassingen en functie veranderingen) zullen ontruimingsmodellen een steeds belangrijker rol gaan spelen. Daarbij komt dat door de snelle ontwikkelingen in de informatietechnologie de modellen ook steeds meer zullen kunnen. De USA, de UK en Zweden lopen daarbij voorop.

In dit hoofdstuk gaan wij daarom nader in op ontruimingsmodellen. Specifiek wordt gekeken naar de aannames die worden gehanteerd in de modellen over menselijk gedrag en hoe in de modellen wordt aangekeken tegen het ontruimingsproces. Paragraaf 4.2 schetst het ontruimingsproces. In paragraaf 4.3 gaan we in op het gebruik van ontruimingsmodellen. Onderzoek naar computersimulaties is het onderwerp van paragraaf 4.4. We sluiten af met enkele conclusies in paragraaf 4.5.

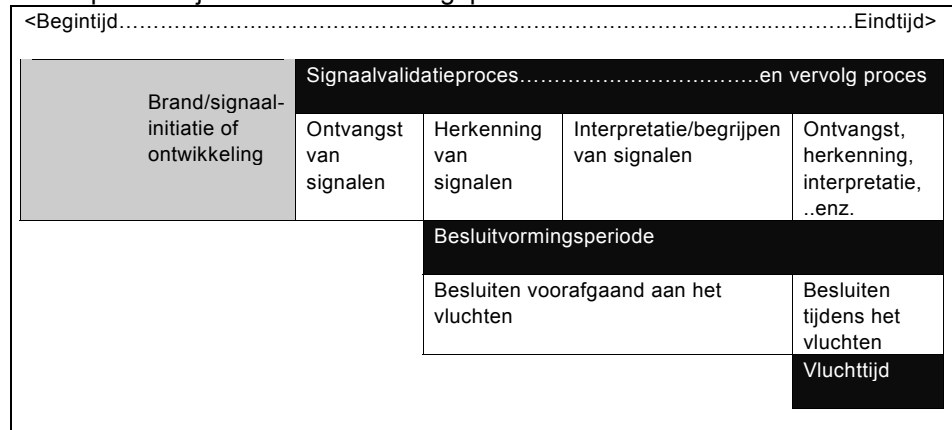
4.2 Ontruimingsproces

Ontruimingsmodellen gaan doorgaans uit van de premisse dat bij een calamiteit iedereen zo snel mogelijk het gebouw ontvlucht. Het 'leeglopen van een gebouw' – we spreken van het ontruimingsproces – wordt in een publicatie van de Society of Fire Protection Engineers (SFPE, 2003) geschetst in drie parallelle processen (zie figuur 4.1):

- 1 validatie van het signaal;
- 2 besluitvorming;
- 3 vluchten.

Noot 45 Of zich zo snel mogelijk begeeft naar een veilige ruimte. Dat kan ook in het gebouw zijn. Desondanks zullen we voor het gemak steeds spreken over 'het verlaten van het gebouw', 'het gebouw ontruimen', 'naar buiten vluchten', etc.

Figuur 4.1 Verloop in de tijd van het ontruimingsproces



Bron: SFPE, 2003

In dit model lijkt de SFPE uit te gaan van een rationeel ontruimingsproces, waarbij men van een nogal mechanisch psychologisch proces hanteert. Zo stelt men bijvoorbeeld:

"As times transpires and additional cues are evaluated, decisions to evacuate or remain in place are expected. Often the decision to move or relocate to an area of refuge will have occupants moving through a building encountering and evaluating new cues along the way, which result in repeated (trans-movement) decisions until a place of safety is achieved (...)." (SFPE 2003/2).

Er wordt uitgegaan van rationeel menselijk scenario denken van evaluatie naar besluitvorming, terwijl daarvan niet altijd sprake zal zijn, zoals we al in hoofdstuk 3 zagen. De SFPE onderkent dit probleem en stelt dan ook niet voor niets:

"The anticipation of human behavior and prediction of human responses is one of the most complex areas of fire protection engineering. (.....) Traditionally, human factors during fire evacuation have not been fully considered in engineered fire protection design. When human factors were considered, they were often limited to simple assumptions that may or may not have been appropriate." (SFPE, 2003/1).

Een probleem met het SFPE-model, maar ook met vergelijkbare andere chronologische modellen, is dus dat het onvoldoende weergeeft dat er tijdens het hele evacuatieproces voortdurend besluiten genomen worden op grond van nieuwe informatie/signalen en dat ergens in dat permanente proces van informatieverwerking altijd de mogelijkheid dreigt dat de vluchter onvoorspelbare beslissingen neemt⁴⁶ en irrationeel gedrag tentoonstelt.

Er is kortom niet sprake van een lineair progressief model, maar van een systeemtheoretisch model waarbij steeds 'loops' aanwezig zijn die teruggaan naar vorige stappen/fases. Deze kritiek lijkt overigens van toepassing op veel van de modellen die we zijn tegengekomen. De ontruimingsmodellen gaan uit van een ontwikkeling die van A, B, C ... loopt naar X, Y en ten slotte Z. Dat mensen in de werkelijkheid vanuit (bijna) elke letter ook weer

Noot 46 Of helemaal geen beslissingen meer neemt en als het ware bevriest (zie hoofdstuk 3).

kunnen teruggaan naar voorgaande letters wordt soms wel genoemd, maar wordt in de modellen zelden expliciet ingecalculeerd. Dit doet geen recht aan het weinig rechtlijnige karakter dat menselijk gedrag kenmerkt. Desondanks geeft het SFPE model houvast en een handig basaal overzicht van het ontruimingsproces. Hierop kan door softwaremakers en modelbouwers voortgeborduurd worden.

4.3 Ontruimingsmodellen als transparant hulpmiddel of als zwarte doos?

Met computersimulaties kunnen ontruimingen nagespeeld worden op basis van een plattegrond van het gebouw en een representatieve verdeling van het publiek over de ruimte. Vrijwel altijd kennen deze simulaties stochastische elementen, zoals individuele loopsnelheden. Dezelfde simulaties kunnen daarom nogal variëren in uitkomst. Het is daardoor mogelijk om van de 100 simulaties de meest gunstige te kiezen en aldus een onjuist beeld te geven. In de maritieme wereld bepaalt de internationale koepelorganisatie IMO daarom hoe computersimulaties moeten worden uitgevoerd (IMO, 2002).

Computersimulaties zijn goed bruikbaar om vast te stellen of de dimensionering van vluchtwegen opgewassen is tegen het aanbod aan vluchtend publiek. Naast de ontruimingscapaciteit stelt de computersimulatie vast waar opstoppen kunnen/zullen gaan plaatsvinden. Ontruimingsmodellen met computersimulaties zijn daarmee onmisbaar bij het berekenen en voorspellen van hoe, en hoe snel, een gebouw kan leeglopen.

Het mooie van de nieuwe generatie ontruimingsmodellen is de handige en snelle software. Hierdoor kan een ontruimingsmodel⁴⁷ situationeel aanpasbaar gebruikt worden: het ene gebouw met de ene populatie is het andere gebouw/populatie niet. Er is dus maatwerk mogelijk afhankelijk van wat een model wel en niet kan (zie voor een overzicht Kuligowski en Peacock, 2005/13). Deze situationele flexibiliteit van ontruimingsmodellen is des te belangrijker, omdat gebouw en functie steeds vaker gescheiden worden: een kantoorgebouw wordt ingericht als school, een pakhuis wordt kantoor en een school wordt een strook woningen⁴⁸.

Tegelijkertijd zijn veel van de bestaande ontruimingsmodellen ook gevaarlijk verullend. We weten eigenlijk niet welke modellen gebruikt worden, wat er per model wel/niet in zit, met welke rekenregels/algoritmen elk model werkt en hoe zich dit verhoudt tot de huidige stand van kennis. Om twee concrete voorbeelden te noemen: in de meeste modellen ontbreken volgens Kuligowski en Peacock (2005) essentiële variabelen als 'menselijk gedrag' en 'tegenstroom' (die tegen de ontruimingsstroom ingaat). Dat is een essentieel gemis. Hierbij tekenen wij overigens aan dat de ontwikkelingen op dit terrein razendsnel gaan.

Noot 47 Met nadruk 'een' ontruimingsmodel; ze bestaan immers in vele soorten en maten. Zo bekijken Kuligowski en Peacock (2005) er in hun review al 30. Elk model heeft natuurlijk ook weer zijn eigen commerciële achtergronden.

Noot 48 Zie het onderscheid tussen 'drager' en 'inbouw', zoals dat ooit door John Habraken werd geïntroduceerd (<http://www.habraken.com>) en zie voor een recente invulling Frank Bijddendijks concept van een Solid, waarbij eveneens casco en inbouw ontkoppeld worden (<http://www.innovatieland.org/bijdrage/solids-ii-bijddendijks-concept-toegelicht>).

In een recente evaluatie (review) van deze modellen bekritiseren Kuligowski en Peacock (2005) eerst de oude mechanische aanpak van de ontruimingsdeskundigen, om vervolgens dertig evacuatiemodellen/softwarepakketten te evalueren:

"Evacuation calculations are increasingly becoming a part of performance-based analyses to assess the level of life safety provided in buildings (Custer and Meacham, 1997). In some cases, engineers are using back-of-the-envelope (hand) calculations to assess life safety, and in others, evacuation models are being used. Hand calculations usually follow the equations given in the Emergency Movement Chapter of the Society of Fire Protection Engineers (SFPE) Handbook (Nelson and Mowrer, 2002) to calculate mass flow evacuation from any height of building. The occupants are assumed to be standing at the doorway to the stair on each floor as soon as the evacuation begins. The calculation focuses mainly on points of construction throughout the building (commonly the door to the outside) and calculates the time for the occupants to flow past these points and to the outside.

*To achieve a more realistic evacuation calculation, engineers have been looking to evacuation computer models to assess a building's life safety. Currently, there are a **number of evacuation models** to choose from, **each with unique characteristics and specialties**. The purpose of this paper is to provide a comprehensive model review of 30 past and current evacuation models for current and potential model users. **With this information, a user can select the model or models appropriate for his/her design.**" (Kuligowski en Peacock, 2005/1; cursivering door de auteurs).*

Het interessante is dat Kuligowski en Peacock expliciet stellen dat een gebruiker (lees opdrachtgever, architect, gebouwbeheerder, brandweer) zelf het voor die situatie/ontwerp geschikte model moet selecteren⁴⁹. Dat wordt overigens ook al in de 'SFPE Engineering Guide' gesteld:

"In addition to performing mathematical calculations, the engineer should determine if there is available evacuation drill or case study data and determine if the data are relevant to the context of the building and occupants during a fire incident. Such data may be appropriate as the definitive bases for occupant movement time or may be useful in validating mathematical calculations of movement time. In the more likely event that no directly relevant movement time data is found, then a suitable calculation method or model needs to be selected and used to estimate movement time. Assumptions of the model and the analysis need to be identified." (SFPE, 2003/6).

De vraag is of een architect, opdrachtgever, gebouwbeheerder, brandweer functionaris of vergunningverlener eigenlijk wel een goed ontruimingsmodel kán kiezen. Dat de aannames ('assumptions') en analyse van een ontruimingsmodel geïdentificeerd moeten kunnen worden, lijkt een logische eis. Het probleem daarbij is dat het voor de gebruiker niet zo eenvoudig meer te zien en te begrijpen is, welke belangrijke aannames – bijvoorbeeld over het menselijk gedrag – al dan niet in de modellen zitten en hoe daarmee door de software gerekend wordt. Het feit dat er in de simulatiemodellen steeds vaker kansberekeningen worden toegepast (probabilistische modellen; zie

Noot 49 Dit past ook logisch in de Angelsaksische traditie die minder op regels is gebaseerd en meer kijkt naar gelijkwaardige oplossingen. Zie voor deze discussie overigens ook Witloks, 2006.

onder andere Kruse en Dehne, 2005 en Dehne, 2006), maakt de inzichtelijkheid voor de gebruikers op de werkvloer er niet groter op.

In het Duitstalige gebied (Duitsland, Oostenrijk, Zwitserland) werd al eerder geconstateerd dat er nogal wat verschillen zijn in berekeningsmethoden⁵⁰ voor evacuaties. Dit leidde tot het RiMEA-project ('Richtlinie für Mikroskopische Entfluchtungsanalysen') en tot de frequent gehouden internationale conferenties over 'Pedestrian and Evacuation Dynamics' (zie bijvoorbeeld Schreckenberg en Sharma, 2002⁵¹). Doel van het RiMEA-project is een praktijkrichtlijn en handleidingen te ontwikkelen voor de beoordeling en gestandaardiseerde toepassing van computersimulaties in ontruimingsmodellen. De participanten in dit project streven tevens naar EU-normalisatie van dit onderwerp. Ze maken onder meer gebruik van maritieme ervaringsgegevens van de International Maritime Organization (IMO). Verder richten ze zich sterk op grootschalige bouwwerken met veel publiek (stadions, OV-knooppunten, luchthavens, etc.)⁵².

Vanuit Nederlandse hoek maakt Louis Boer⁵³ een aantal interessante opmerkingen over de software die gebruikt wordt bij ontruimingsmodellen. Hij stelt dat computersimulaties geen rekening houden met de bonte variëteit aan menselijk gedrag, zoals het alarm niet serieus nemen, eerst de lopende werkzaamheden afronden en de jas gaan halen, sociale en groepsprocessen, de neiging de gebruikelijke uitgang te nemen en de auto te willen ophalen (zie ook hoofdstuk 5).

Soms komen computersimulaties volgens Boer aan die kritiek tegemoet door bepaalde eigenaardigheden mee te modelleren. Zo kan bijvoorbeeld het aanvankelijk negeren van een alarm in de computersimulatie verwerkt worden via een reactietijd, waardoor het publiek zich gespreid in beweging zet. Ook kunnen mensen uit het gesimuleerde publiek als groep worden gekenmerkt, waarna ze in de simulatie het gebouw ook als groep verlaten.

Boer stelt bij de steeds verdergaande verfijningsmogelijkheden van de computersimulaties de fundamentele vraag of het eigenlijk wel zin heeft om iedere menselijke eigenaardigheid mee te modelleren. Eigenaardigheden die hun oorsprong vinden in verkeerde of onduidelijke publieksinformatie moeten immers verholpen worden (door goede informatie te verstrekken) en niet zozeer gemodelleerd.

Van computersimulaties moet volgens Boer niet te veel – maar ook niet te weinig – verwacht worden. Simulaties kunnen laten zien of vluchtwegen voldoende ruim bemeten zijn, ook al reageert het publiek meteen en lopen mensen zonder mankeren de vluchtroutes af. Verder hebben dergelijke simulaties volgens Boer geen zeggingskracht. Ze geven geen garanties dat de vluchtwegen adequaat zijn aangegeven en ook niet dat het publiek

Noot 50 Waldau en Meyer-König (2004) zeggen hierover: "*Vergunningverleners zijn dan ook volledig overgeleverd aan de betreffende software-uitgevers en de mensen die het toepassen.*"

Noot 51 Overigens speelt ook Helbing hier een belangrijke rol. Naast de vele onderzoeksliteratuur uit de koker van zijn Institute for Traffic Modelling and Economics blijkt Helbings artikel '*Simulating dynamical features of escape panic*' (2000) steeds weer een inspiratiebron te zijn voor onderzoek naar ontruimingsmodellen.

Noot 52 Michael Schreckenberg liet ons, als verantwoordelijk deskundige voor onder meer het in 2004 gerenoveerde Olympiastadion te Berlijn (75.000 plaatsen), in dit verband weten dat het tijdens het WK geen sinecure was aan de gewenste ontruimingscapaciteit – met name de gewenste loopafstanden – te kunnen voldoen.

Noot 53 Schriftelijke reactie van Louis Boer, TNO.

meteen reageert. Wie meer wil weten over deze en andere menskundige problemen moet meer onderzoek, experimenten en oefeningen doen.

Computersimulaties in ontruimingsmodellen moeten dus zorgvuldig en met kennis gebruikt worden. Daarbij moet de eindgebruiker – van architect, via gebouwbeheerder tot brandweer – kunnen begrijpen en controleren welke aannames gebruikt worden en hoe er gerekend wordt. De modellen moeten met andere woorden transparant en controleerbaar zijn. Dat is thans nog zelden het geval.

4.4 Onderzoek naar computersimulaties in Nederland

NIFV

Het Nederlands Instituut voor Fysieke Veiligheid *Nibra* voert in de periode 2005-2008 een meerjarenonderzoek uit naar fysieke veiligheid, waaronder simulatiemogelijkheden. In dat kader verscheen onlangs een literatuurverkenning (Nibra, 2006a en 2006b). Enkele conclusies uit dit rapport:

- state-of-the-art simulatiemodellen voor brand- en rookontwikkeling, evacuatie en brandbeveiligingsinstallaties worden hoofdzakelijk ontwikkeld in het buitenland (zoals de USA, de UK en Zweden);
- het toepassen van simulatiemodellen voor brand- en rookontwikkeling, evacuatie en brandbeveiligingsinstallaties is gecompliceerd, omdat de diverse modellen en programma's zeer specifieke kenmerken hebben qua toepassingsgebied, beproeving (validiteit) en gebruiksvriendelijkheid;
- voor het toepassen van simulatiemodellen en de beoordeling van de resultaten, is kennis vereist op het gebied van brandontwikkeling en gebouwontwerp, en is inzicht nodig in de eigenschappen van simulatiepakketten;
- simulatiemodellen voor brand- en rookontwikkeling, evacuatie en brandbeveiligingsinstallaties zijn slechts een middel binnen het conceptueel benaderen van brandveiligheid en kunnen bij gebouwontwerp of evaluaties van branden worden ingezet bij het nemen van ontwerptechnische of beleidsmatige beslissingen;
- (simulatie)modellen geven een beperkte weergave van de werkelijkheid, maar verschaffen desondanks inzicht in brand- en rookontwikkeling en evacuatiemogelijkheden;
- inzichten uit simulatietoepassingen zijn bruikbaar bij het ontwerpen van brandveilige gebouwen, maar bedacht moet worden dat de resultaten gepaard gaan met onzekerheden.

Meer specifiek wordt over evacuatie opgemerkt:

- bij evacuatiesimulatie is de trend om individuele besluitvorming van evacués mee te modelleren; het model wordt daarmee meer probabilistisch van karakter;
- simulatiemodellen voor evacuatie kunnen gebaseerd zijn op diverse rekenkundige theorieën, waarbij de toepasbaarheid verschilt per situatie (vrije bewegingsruimte, noodsituatie, bezettingsgraden, mensenmassa's);
- microscopische simulatie is state-of-the-art, vanwege de rekenschap die gegeven wordt aan (individueel) menselijk gedrag in mensenmassa's.

Een aanbeveling in dit verband is om de mogelijkheden van 'Virtual Reality' te verkennen voor het uitvoeren van experimenteel onderzoek naar het vluchtgedrag in relatie tot een gebouwontwerp.

TU Delft

De TU Delft ontwikkelde twee simulatiemodellen: NOMAD en SimPed. In praktische zin wordt hiermee experimenteel gewerkt bij projecten, zoals de Luchthaven Schiphol en de (ontruiming van) ondergrondse stations van de HSL. Dit laatste gebeurt in samenwerking met Movares (voorheen Holland Railconsult), waarbij ook het NIFV (Nibra) is betrokken.

Katholieke Universiteit Leuven

Ingewikkeld wordt het modelleren van evacuaties op een hoger schaalniveau, waarbij niet alleen een gebouw, maar een geheel gebied met gebouwen geëvacueerd moet worden. Verkeerschaos in de omgeving van die gebouwen is dan verzekerd, omdat een grootschalige evacuatie de inzet van veel voertuigen vergt. Willems schets een dergelijke situatie in zijn onderzoek naar de robuustheid van verkeersnetwerken bij rampen en evacuaties (Willems, 2005). Het betreft de broomramp van maart 2004 te Antwerpen. Door een stuurmansfout kantelt een vrachtwagen met het zeer giftige en corrosieve broom. De volledige inhoud (22 ton/6800 liter) komt direct vrij en vormt een enorme plas waarboven een dampwolk ontstaat. Een deel van de broomplas stroomt het riool in en de dampwolk drijft af richting bewoond gebied. Aanvankelijk worden 800 en vervolgens nog eens 3000 mensen geëvacueerd met als gevolg een enorme verkeerschaos. Grotere aantallen worden overwogen, nadat de wind is gaan draaien en het probleem van de broom in het rioleringsnet opspeelt.

Grote verwarring ontstaat wanneer mensen een overdaad aan informatie verkeerd gaan interpreteren. Een groot probleem bij de evacuatie blijkt ook het hergroeperen en bijeenhouden van gezinnen te zijn. Door school, werk en andere activiteiten zijn gezinnen niet samen en gaan mensen rondlopen. Daarbij blijkt ook het 'round-trip'-verschijnsel een rol te spelen. Dat is de intentie naar het bedreigde gebied terug te keren wanneer de dreiging voorbij is, of lijkt te zijn. We herkennen hier overigens veel van de verschijnselen en gedragingen die we op gebouwniveau ook in deze rapportage tegenkomen.

Willems vraagt zich in zijn onderzoek af wat er gebeurd zou zijn als er bij de broomramp te Antwerpen inderdaad 300.000 personen geëvacueerd hadden moeten worden en onderzoekt vervolgens met welke verkeersmanagementmodellen de beschikbare capaciteit van verkeersnetwerken ten tijde van rampen en evacuaties optimaal benut kan worden.

Het onderzoek van Willems is een van de voorbeelden van onderzoek naar grootschaliger evacuaties en overstijgt daarmee de focus van de onderhavige rapportage. Toch willen we de vraag opwerpen in hoeverre evacuatiemodellen voor gebouwen afgestemd zijn – of afgestemd kunnen worden – op de bedoelde verkeersmanagementmodellen. Het gaat daarbij om situaties met sterk wisselende veranderingen in dreiging, onvoorspelbaar menselijk gedrag en verwarring bij de organisatie voor de hulpverlening ten gevolge van verkeerde interpretatie en andere communicatiestoringen.

4.5 Conclusies

Ontruimingsmodellen zijn belangrijk en nuttig (maatwerk per gebouw en gebouwpopulatie) en ze hebben een grote toekomst voor zich. De modellen creëren de mogelijkheid om veel flexibeler om te gaan met het ene nationale pakket van regels en eisen. De ontwikkelingen op dit terrein gaan (vooral qua software en presentatie) razendsnel en ook daarom is hier sprake van nieuwe kansen en mogelijkheden. Toch passen hier een aantal kanttekeningen en waarschuwingen:

- Ontruimingsmodellen gaan er vanuit dat bij een calamiteit iedereen zo snel mogelijk het gebouw ontvlucht. Dit 'leeglopen van een gebouw' noemen we het ontruimingsproces. Dat proces kent drie fasen (zie figuur 4.1): validatie van het signaal, besluitvorming en vluchten. De modellen gaan veelal nog uit van een lineair mechanisch proces, terwijl – zie hoofdstuk 3 – de werkelijkheid van het menselijk gedrag vaak anders en 'chaotischer' verloopt. Dit laat onverlet dat de modellen een nuttig houvast geven.
- Ontruimingsmodellen kennen grote verschillen. Soms ontbreken essentiële variabelen. Het is op voorhand vaak niet duidelijk wat in de modellen zit en wat niet en hoe het model werkt (welke kansberekeningen er worden gemaakt en welke gewichten er aan verschillende variabelen worden gehangen).
- Misschien nog belangrijker is de kanttekening dat er op het gebied van gebruiksvriendelijkheid en transparantie nog wel een paar horden genomen moeten worden. De eindgebruiker – van architect, via brandweer en vergunningverlener tot gebouwbeheerder – is nauwelijks in staat te controleren of een model werkt met juiste aannames.

In het volgende hoofdstuk gaan we dieper in op allerlei aspecten die van belang zijn bij het menselijk vluchtgedrag uit gebouwen in het geval van een calamiteit. Na lezing van dat hoofdstuk moet men eigenlijk de conclusie trekken dat over menselijk gedrag vaak meer onbekend dan bekend is. Wie denkt dat op korte termijn de ontruimingsmodellen het menselijk vluchtgedrag zullen kunnen voorspellen, moeten we teleurstellen. Anderzijds moeten we niet het kind met het badwater weggooien. Zoals gezegd hebben ontruimingsmodellen en computersimulaties een grote toekomst voor zich⁵⁴.

Noot 54 Zie onderzoek 3: analyseren van ontruimingsmodellen in paragraaf 3.4 van deel 2.

5 Menselijk vluchtgedrag uit gebouwen

5.1 Inleiding

In hoofdstuk 2 stond het gebouw in relatie tot calamiteiten centraal (met een focus op wet- en regelgeving). De conclusie hieruit was dat lang niet alle aannames over menselijk gedrag in wet- en regelgeving onderbouwd zijn. In hoofdstuk 3 is ingegaan op de mens in relatie tot calamiteiten. Hieruit is gebleken dat het gedrag van mensen bij calamiteiten complexer in elkaar zit dan wordt verondersteld. In hoofdstuk 4 is gekeken naar ontruimingsmodellen, omdat dit de instrumenten zijn die gebruikt worden om de aannames te vertalen in het ontwerp van gebouwen.

De vraag die in dit hoofdstuk centraal staat is hoe het zit met menselijk vluchtgedrag uit gebouwen. Daarbij onderscheiden we acht clusters van variabelen die volgens ons een belangrijke rol spelen bij het menselijke vluchtgedrag uit een gebouw in het geval van een calamiteit. Deze acht clusters beschouwen we als basiselementen voor een nieuwe set aannames.

We lichten de clustering van variabelen toe in paragraaf 5.2. In de paragrafen 5.3 tot en met 5.10 geven we er een uitwerking aan. Het hoofdstuk sluiten we af met enkele conclusies in paragraaf 5.11.

5.2 Acht clusters van variabelen

Als mensen er voor kiezen om te vluchten, wordt het hele ontruimingsproces beïnvloed door zaken waar de vluchter 'last' van heeft zoals verminderd zicht, ademhalingsmoeilijkheden, vermoeidheid, of het hebben van een beperking. Daarbij blijkt dan bijvoorbeeld ook dat mensen verschillen in vatbaarheid voor verbrandingsproducten (Gann et al., 2001 en Irvine et al., 2000).

Verder wordt het vluchtgedrag van mensen beïnvloed door hun interactie met het gebouw en de omgeving. Dat hangt af van hun fysieke capaciteiten (beperkingen/handicaps, zintuiglijke waarnemingen), hun cognitieve capaciteiten (doelgerichtheid, besluitvaardigheid, risicogewaarwording) of een combinatie van beide (verminderde cognitieve capaciteiten van een dronken persoon, fysieke en cognitieve beperkingen door stress).

Er zijn dus weinig constanten in de relatie tussen gebouw, mens, calamiteit en vluchtgedrag. Dat is logisch, want mensen zijn er in allerlei soorten en maten: mannen en vrouwen, leidinggevend en ondergeschikt, het zijn er veel, of weinig en ze staan opeengepakt of ver van elkaar, in groepen of alleen, zijn oud en jong, met veel en met weinig kennis en ervaring (over gebouw, brand, calamiteiten), ze zijn goed - of niet tot nauwelijks getraind, ze slapen of zijn klaarwakker en ze zijn dronken/stoned of nuchter.

Al dit soort eigenschappen en kenmerken van gebouwgebruikers verklaren hun gedrag. De eigenschappen en kenmerken zijn leidend voor de manier waarop mensen reageren. De verschillende eigenschappen en kenmerken kunnen dus resulteren in verschillen in gedrag als bij een calamiteit uit een

gebouw gevlucht moet worden. Anderzijds vormt het gebouw een soms dwingende randvoorwaarde voor menselijk gedrag. Kenmerken van gebruikers en gebouw vormen – in hun onderlinge interactie – de variabelen die een rol spelen bij menselijk vluchtgedrag.

Op basis van ons onderzoek, komen wij tot de onderstaande acht (clusters van) variabelen die tezamen bepalend zijn voor het menselijk (vlucht)gedrag uit gebouwen:

- 1 aantal personen in – en verdeling over – het gebouw;
- 2 fysieke en cognitieve capaciteiten (staat van gezondheid, handicaps);
- 3 leeftijd en geslacht;
- 4 activiteiten, drugs, commitment en focus;
- 5 aanwezigheid van anderen, groepen;
- 6 bekendheid met het gebouw, gebruik van uitgangen en stromen;
- 7 informatie, communicatie, alarmering, instructie, staf en leiderschap (wat en hoe vertellen we het aan onze vluchters);
- 8 cultuur, taal, omgeving en overige variabelen.

Deze acht clusters van variabelen vloeien voort uit de volgende bronnen: SBR (1984), SFPE (2003), Kuligowski en Peacock (2005) en voor het Duitstalige gebied ook Schneider et al. (2003).

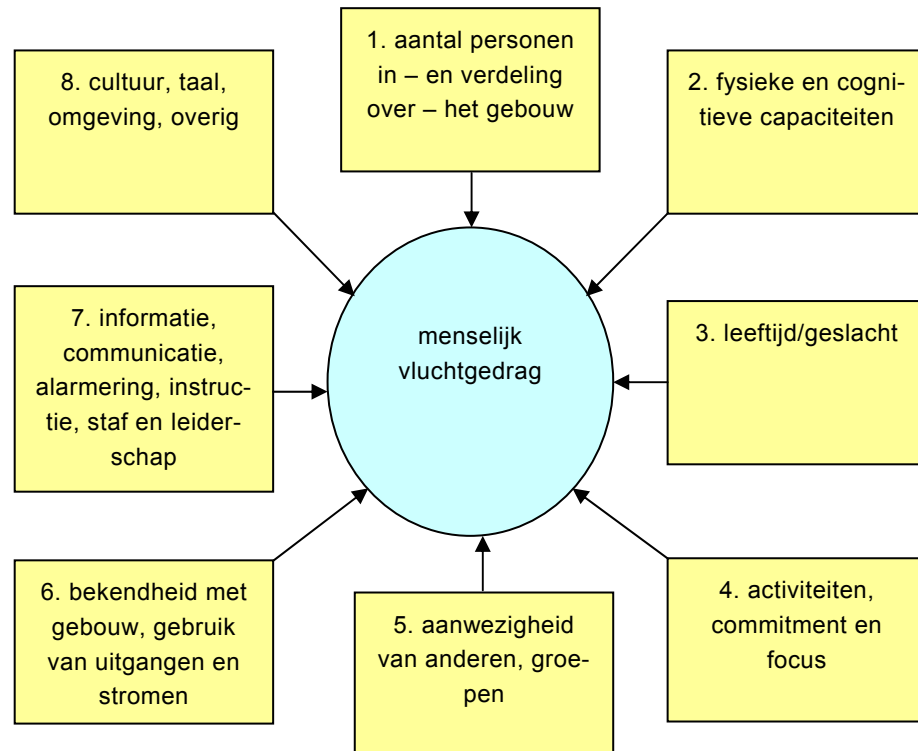
Het SPFE-rapport onderscheidt 16 variabelen die er toe kunnen doen, maar in die variabelenset zit erg veel overlap. SBR (1984/10) onderscheidt zes clusters van variabelen. Wij hebben in onze set van acht clusters van variabelen de variabelen van SFPE en SBR gecombineerd en daarbij de SFPE-variabelenset stevig ingedikt.

De indeling is als volgt tot stand gekomen:

- er zijn twee clusters van variabelen die ingaan op de combinatie mens-gebouw (zie 1 en 6); de eerste daarvan heeft een fysiek-ruimtelijke invalshoek en de tweede een meer sociaal-psychologische focus;
- één cluster (2) kijkt vooral naar de mens als medisch-fysiologische entiteit met en zonder beperkingen en handicaps;
- cluster 3 kijkt naar de onveranderlijke menselijke eigenschappen, zoals leeftijd en geslacht; dit is vooral het domein van de demografie;
- daarna kijken we in cluster 4 naar de mens en de 'staat' waarin hij/zij zich bevindt en de activiteiten die hij/zij uitvoert (slapen, onder invloed zijn en dergelijke);
- de mens is ook een groepsdier en daarom komen in cluster 5 de sociaal-psychologische variabelen aan de orde;
- bij de variabelen van cluster 7 ligt de nadruk op de vraag hoe het gedrag van de mens te sturen en te beïnvloeden is (de lerende/luisterende mens);
- tenslotte kijken we in cluster 8 vooral op meer sociologisch niveau naar sociaal gedrag als taal en cultuur.

Elke indeling heeft voor- en nadelen, maar door zowel te kijken naar de indelingen die anderen in de literatuur hanteren, als door zelf van een logische indeling uit te gaan, komen we tot een verantwoorde clustering. Maar zelfs dan blijft er sprake van overlap.

Figuur 5.1 Invloeden op menselijk vluchtgedrag



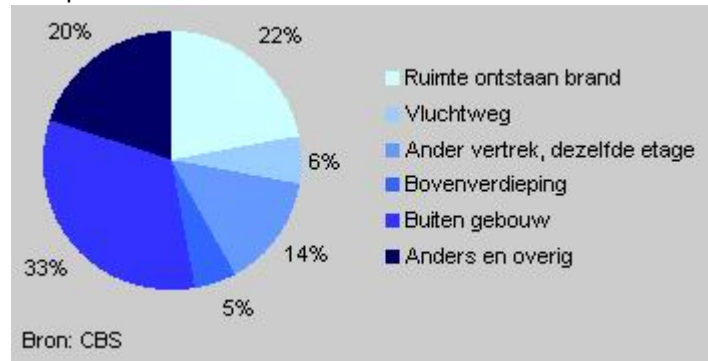
5.3 Cluster 1: aantal personen in – en verdeling over – het gebouw

Het gaat hier om de combinatie van gebouw en het aantal mensen en hun plaats/locatie in dat gebouw. Deze variabele blijkt essentieel als we kijken naar de slachtofferervaringen in grotere rampen. In veel van die gevallen blijken er veel te veel mensen in een ruimte aanwezig te zijn⁵⁵. Welk gedrag men vervolgens ook tentoonspreidt: de aanwezigen komen gewoon niet meer op tijd het gebouw uit; zeker niet bij een snelle ontwikkeling van de calamiteit (type Volendam-brand; flitsramp, flashover).

Een analyse van Boer (CBS, 2003) biedt inzicht in de vindplaats van brand-slachtoffers. Uit figuur 5.2 blijkt dat minder dan een kwart van de slachtoffers van brand gevonden wordt in de ruimte waar de brand is ontstaan. Volgens de begeleidende toelichting (Boer, 2003) zou bij een op de zeven slachtoffers zijn sprake van immobiliteit. In ongeveer de helft van deze gevallen zou het slachtoffer in de slaap verrast zijn en was er in een derde van de gevallen alcohol of drugs in het spel. De invloed van activiteiten als slapen en drinken bespreken we bij cluster 4.

Noot 55 Bijvoorbeeld Makedoniska föreningen (Göteborg, Zweden, 1998): 400 personen in plaats van de toegestane 150, en Beverly Hills Supper Club (Southgate, Kentucky, USA, 1977): 1000 gasten in een ruimte voor 511. Zie ook Van de Leur et al. (2001).

Figuur 5.2 Vindplaats slachtoffers



Wat ontwerpers en gebouwbeheerders nog wel eens vergeten, is dat de vulling van een gebouw/ruimte geen constante is: soms is een gebouw of ruimte leeg, terwijl het even later vol is. Of er is sprake van het zandlopereffect: binnen een gebouw loopt de ene ruimte leeg, waardoor de andere ruimte zich juist vult (theaterzaal/koffiekamer). Idealiter is het aantal mensen evenredig over het aantal beschikbare vierkante meters verspreidt, maar dat zal zelden het geval zijn. Dat kan gevolgen hebben als velen tegelijk moeten vluchten. Daarbij is ook nog de locatie van de mensen ten opzichte van bijvoorbeeld een brand of ontploffing van belang.

Het gaat hier deels om gedragsvariabelen (mensen staan nu eenmaal het liefst in groepen bijeen, gaan niet graag middenin een ruimte staan, etc.), maar het betreft hier vooral de gebouw/gebruiker-combinatie. Het is een belangrijke randvoorwaarde waarmee rekening gehouden moet worden bij het ontwerp en beheer van gebouwen en het managen van mensen in het gebouw. Anders dan veel ontwerpers en regelgevers denken, betreft het hier overigens niet alleen een fysieke variabele (aantal mensen per vierkante meter, breedte/lengte vluchtweg, mogelijke snelheid van brandontwikkeling en dergelijke). Het is in belangrijke mate ook een sociale en gedragsvariabele. Als mensen snel de beslissing nemen om te gaan vluchten, of daartoe verleid worden, dan kan een zaal met weinig en/of smalle uitgangen eerder leeg zijn dan de zaal met veel en/of brede uitgangen waarin de mensen de vlucht beslissing traag en laat nemen. Ook het gebruik van de nooduitgangen speelt natuurlijk een rol: kantoorgebouw A waar men de nooduitgangen wel gebruikt, zal eerder leeg zijn dan het identieke kantoorgebouw B waar slechts weinigen de nooduitgangen benutten.

Bij de vraag hoeveel mensen zich in een ruimte mogen bevinden uit het oogpunt van vluchtveiligheid spelen dus zeker niet alleen fysieke variabelen (aantal vierkante meters, vluchtweg) een rol, maar ook de tijd/ruimtelijke gedragsvariabelen van de mensen die zich in die ruimte bevinden. Tijd/ruimtelijke gedragsvariabelen zijn beïnvloedbaar: het zandlopereffect theaterzaal/lounge wordt opeens anders als er ook in de zaal koffie geschonken wordt, of nagepraat wordt met de acteurs. De verdeling van mensen in een ruimte kan beïnvloed worden door delen van die ruimte aantrekkelijker te maken. De detailhandel kent hier vele wetten voor waarin begrippen figureren als stopkracht, zuigkracht en trekkracht. Daarmee 'trekken' winkeliers hun klanten naar delen van de winkel waar ze anders niet zouden komen.

Conclusie

Het aantal personen en hun spreiding in een gebouw/ruimte heeft grote gevolgen voor de ontruimingstijd. Het betreft hier een gecombineerde fysieke/gedragsvariabele en werken met alleen een set fysieke/ruimtelijke prestatie-eisen (zie hoofdstuk 2) doet geen recht aan deze variabele. Omdat het aantal mensen per vierkante meter gezien wordt als een bijna geheel fysieke variabele en de tijd/ruimtelijke gedragsvariabelen over het hoofd worden gezien, blijven kansen liggen om een gebouw sneller leeg te kunnen krijgen. Kansen zijn bijvoorbeeld: het via verleiding (detailhandelskennis!) evenrediger spreiden van de aanwezigen naar tijd en ruimte⁵⁶.

5.4 Cluster 2: fysieke en cognitieve capaciteiten

Beperkingen (handicaps)

In het geval van een calamiteit zijn er nogal wat groepen met beperkingen. Deze groepen zullen zich minder snel, of in ieder geval anders, gedragen dan 'de gemiddelde gewone Nederlander' (ministerie van VWS, 2003). De groep mensen met beperkingen is erg divers. Het type beperking kan grote invloed hebben op (1) het informatieverwerkingsproces (als men beperkingen ondervindt bij het waarnemen of interpreteren) en (2) op het handelen (de reactie) zelf.

We maken hier een onderscheid naar de kenmerken van diverse beperkingen en wat deze kenmerken betekenen bij vluchtgedrag. Het vertrekpunt hierbij is de internationale classificatie van de Wereldgezondheidsraad (WHO): de zogenaamde ICF, de internationale classificatie van menselijk functioneren. 'Beperkingen' kunnen dan als volgt worden ingedeeld:

- 1 verstandelijke beperking;
- 2 psychische beperking;
- 3 conditionele beperking;
- 4 zintuiglijke beperking;
- 5 beperking in het bewegingsapparaat: onderlichaam;
- 6 beperking in het bewegingsapparaat: bovenlichaam;
- 7 sterk afwijkende lichaamslengte;
- 8 ouderen (65+);
- 9 kinderen (14-);
- 10 tijdelijke handicap.

In alle gevallen gaat het vooral om de 'minder zelfredzame personen' onder de groepen mensen met beperkingen. Zie voor een nadere onderbouwing van deze indeling de *'Quick scan naar risico's bij calamiteiten voor mensen met beperkingen'* door DSP-groep en KBOH⁵⁷ (Wever et al., 2006).

Als gesproken wordt over de risico's bij calamiteiten in Nederland voor mensen met beperkingen dan ontbrak daar tot dusverre de benodigde kennis over. Wever et al. (2006) hebben in opdracht van het ministerie van BZK de problematiek op dit terrein voor het eerst inzichtelijk gemaakt en dat levert geen positief beeld op.

Noot 56 Zie onderzoek 9: gebouw, omgeving en effectief vluchtgedrag in paragraaf 5.3 van deel 2.

Noot 57 KBOH is per 2007 samen met KITZ en NIZW Zorg opgegaan in Vilans. KBOH heeft veel publicaties uitgegeven over toegankelijkheid en uitgangelijkheid (KBOH, 2004).

Allereerst valt op dat het om een grote aantallen mensen gaat.

Tabel 5.1 Aantal Nederlanders per type beperking met een verhoogd risico bij een calamiteit⁵⁸

Typen personen met beperking	Aantal
1 mensen met een verstandelijke beperking	220.000
2 mensen met een psychische beperking	100.000
3 mensen met een conditionele beperking	500.000
4 mensen met een zintuiglijke beperking	280.000
5 mensen met een beperking in het bewegingsapparaat: onderlichaam	400.000
6 mensen met een beperking in het bewegingsapparaat: bovenlichaam	150.000
7 mensen met een sterk afwijkende lichaamsengte	40.000
8 ouderen (65+)	500.000
9 kinderen (14-)	1.500.000
10 mensen met een tijdelijke handicap	285.000

Bron: Wever et al., 2006

Op grond van de cijfers en de verspreiding van voorzieningen en aanpassingen onder de Nederlandse bevolking en de mate van ernst van verschillende beperkingen, mag (met alle voorbehouden) aangenomen worden, dat bij calamiteiten de volgende percentages van de Nederlandse bevolking een verhoogd risico lopen (conservatieve schatting):

- 2% vanwege ernstige verstandelijke of psychische beperkingen;
- 10% vanwege ernstige lichamelijke beperkingen;
- 13% vanwege beperkingen ten gevolge van de leeftijd⁵⁹.

Met een verhoogd risico bij een calamiteit wordt bedoeld dat dit deel van de Nederlandse bevolking zelfs bij een relatief kleine (veel voorkomende) calamiteit onvoldoende in staat is om zichzelf tijdig te redden en daardoor kans loopt (ernstige) verwondingen op te lopen en/of als gevolg van de calamiteit te overlijden. Dit omdat deze mensen problemen hebben bij (a) het waarnemen of signaleren van de calamiteit, (b) het interpreteren van de calamiteit en/of (c) het handelen (reageren) bij een calamiteit.

Demografie en beleid

Er is sprake van twee ontwikkelingen die er toe leiden dat deze problematiek de komende decennia nog veel belangrijker zal worden:

- demografische ontwikkelingen;
- ontwikkelingen op het terrein van wonen, zorg en welzijn.

Voor wat betreft demografie zal het aantal mensen met beperkingen ten gevolge van de dubbele vergrijzing⁶⁰ in de komende jaren sterk toenemen. Door het beleid van extramuralisering/vermaatschappelijking (de bossen en duinen uit, de wijken in), komen grote aantallen mensen met beperkingen steeds vaker in kleine eenheden of individuele woningen in de stad te wonen. Bij evacuatie van gebouwen speelt deze groep een belangrijke rol, omdat zij zich veel trager en moeilijker bewegen, signalen niet horen/zien, zich onvoorspelbaar gedragen, etc.

Noot 58 De aantallen in deze tabel mogen niet worden opgeteld vanwege overlap tussen de genoemde groepen!

Noot 59 Voor meer dan driekwart bestaat deze groep uit kinderen.

Noot 60 Dubbele vergrijzing: ten eerste gaat de naoorlogse geboortegolf massaal met pensioen en ten tweede blijven ouderen steeds langer leven.

Het is zeker geen gemiddeld en reëel voorbeeld, maar het is interessant om te zien wat de WTC-ramp van 2001 leert over mensen met (vooral lichamelijke) beperkingen:

“Six percent of survivors in WTC 1 and WTC 2 reported a mobility challenge which slowed their evacuation. Sometimes the evacuation speed of others in the immediate area slowed down occupant evacuation speed. Recent pre-existing injuries, medications, or medical treatments were the most commonly reported mobility challenges, while a small number used wheelchairs, were pregnant, or were elderly.” (NIST, 2004).

Bij de WTC-ramp ging het om een kantoor en lag het percentage mensen met een beperking op 6%. We moeten er ons terdege van bewust dat er omstandigheden zijn, waarbij circa 20% van de aanwezigen zich niet zelf kan redden en de hulp nodig heeft van andere aanwezigen. Afhankelijk van de plaats waar de calamiteit zich voordoet, kan dat percentage niet zelfredzaam zelfs hoger zijn. Deze mensen hebben hulp nodig van professionals (brandweer, BHV, GHOR, politie), maar zeker in aanvang zal de hulp vooral moeten komen van de groep mensen zonder beperkingen.

Een apart punt van aandacht, is de omvang en lengte van de gemiddelde Nederlander. Beide maten zijn in de afgelopen decennia flink toegenomen. Het is opvallend dat daarmee in de berekeningen van de ontruimingsmodellen en vluchtwegcapaciteit niet expliciet rekening gehouden wordt; er wordt gerekend in aantallen mensen en niet in omvang/gewicht⁶¹.

Conditie van gebouwgebruikers

Gedrag en snelheid van de vluchter hangen samen met zijn of haar fysieke conditie. Die snelheid staat onder druk in een brandend gebouw, waarbij vooral rook een boosdoener is. Vuur en rook kunnen op verschillende manieren de gezondheid van de mens nadelig beïnvloeden. Al spoedig is de temperatuur te hoog (symptomen van hyperthermie/hitteberoerte en zonne-steek), ontstaat er gebrek aan zuurstof (hypoxia/aantasting van de hersenen) en nemen concentraties giftige gassen en roetdeeltjes te veel toe. Het is in rook van minder belang te weten hoe giftig deze is, als wel hoe ver je erdoor moet en kunt gaan.

Door rook wordt het vinden van een vluchtweg of het oriënteren bemoeilijkt. Het zicht neemt af, omdat roetdeeltjes het licht absorberen en verstrooien. Daardoor neemt de loopsnelheid weer af, met als gevolg een langer verblijf in de rook en het langer inademen van giftige gassen. Om deze reden worden er optische eisen gesteld aan de rookproductie van materialen, die bij onderzoek naar rookverspreiding een vaak gehanteerd criterium vormen. Zodra de nooduitgangaanduidingen niet meer zijn te onderscheiden van de achtergrond, is ook het herkennen van andere, vaak minder contrastrijke voorwerpen, zoals een deur, onwaarschijnlijk. Hierdoor kunnen mensen de nooduitgang dus gewoon niet meer vinden.

Noot 61 Een voorbeeld van hoe zoiets kan misgaan, levert een drijvend Chinees restaurant dat in Amsterdam in het open havenfront bij het Centraal Station ligt. Het is een kopie van eenzelfde restaurant in Hong Kong. In die stad konden er een bepaald maximaal aantal personen het restaurant in. Bij de opening in Amsterdam werd de (drijvende) toestand echter al bij veel minder bezoekers onverwachts kritiek, omdat Aziaten kleiner en lichter zijn dan de gemiddelde Nederlander. Er kunnen dus veel meer Aziaten dan Nederlanders in een boot (mondelinge toelichting van de restauranthouder).

Zelfredzaamheid

Tot slot speelt de zelfredzaamheid van mensen een belangrijke rol. Immers, handelingen van burgers bij calamiteiten die van invloed zijn op hun vluchtgedrag, hebben potentieel gevolgen voor de hulpverlening. De gevolgen voor de hulpverlening kunnen zowel negatief zijn (mensen brengen zichzelf of anderen in gevaar of maken zich niet uit de voeten) als positief (mensen maken zich wel uit de voeten, helpen anderen te vluchten, of geven medische verzorging).

Naast het begrip zelfredzaamheid wordt ook het begrip redzaamheid gebruikt⁶² (ook wel 'burgerhulp' of 'omstanderhulp'). Gelet op de hiervoor gegeven beschrijving, liggen die twee begrippen dicht tegen elkaar aan. Zelfredzaamheid betreft als het ware de zorg om de eigen veiligheid, terwijl redzaamheid betrekking heeft op de zorg om de veiligheid van anderen.

In het geval van een calamiteit is de periode van het ontstaan van een calamiteit tot en met de eerste inzet van hulpdiensten (het zogenaamde 'golden hour') de periode waarin vluchten kansrijk is. Juist omdat in die cruciale periode de hulpdiensten nog niet – of nog maar net – aanwezig zijn, maken mensen die zelf kunnen vluchten (zelfredzaamheid) een goede kans en is het voor mensen met beperkingen van belang dat er anderen zijn die hen kunnen helpen vluchten (redzaamheid).

Zelfredzaamheid en redzaamheid kunnen het werk van de hulpdiensten daarom verlichten. Overigens is het begrip zelfredzaamheid niet vrij van een politieke lading. Het roept immers associaties op met eigen verantwoordelijkheden versus datgene wat verwacht mag worden van de eigenaar van een gebouw en de hulpdiensten.

Er zijn gebouwen waarin meer mensen dan gemiddeld een conditionele of leeftijdsgebonden beperking hebben en daarmee minder zelfredzaam zijn. Om een maximale veiligheid te creëren, zou in dergelijke gebouwen een brandalarm alleen die mensen moeten alarmeren die in actie moeten komen. In gebouwen waar kinderen aanwezig zijn, zijn hoorbare alarmen niet genoeg, maar zullen ouders/verzorgers nodig zijn die de kinderen waarschuwen (Cable, 1994).

Loopgedrag

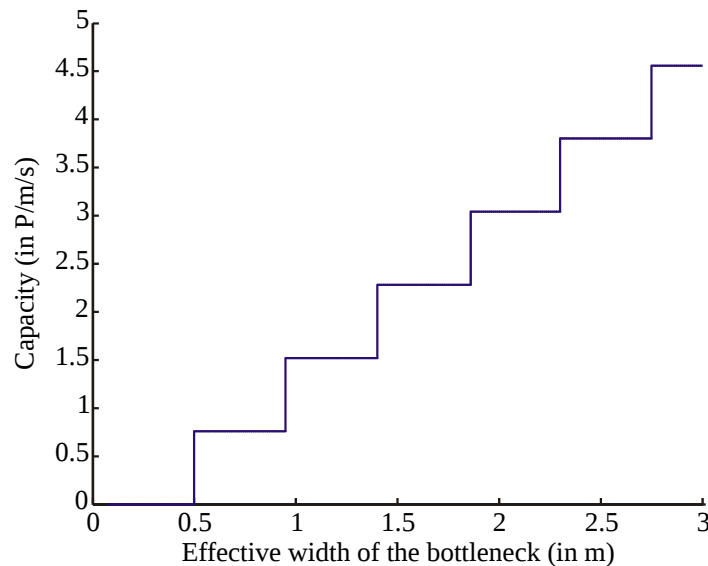
De TU Delft heeft de afgelopen jaren verschillende experimenten georganiseerd om het gedrag van voetgangers in detail te bestuderen. Daarbij is onder andere loopgedrag (Daamen en Hoogendoorn, 2003), in- en uitstapgedrag van gehandicapten (De Boer et al., 2006), gedrag rondom een draaideur (Landman, 2007) en in- en uitstapgedrag van treinreizigers nader bekeken. In tegenstelling tot het experimentele onderzoek van onder andere Peschl en Stapelfeldt, bestond de populatie in deze experimenten niet alleen uit studenten, maar uit een populatie die meer overeenkomt met een doorsnede van de Nederlandse bevolking. In twee van de loopexperimenten is gekeken naar de capaciteit van versmallingen in de infrastructuur (Hoogendoorn en Daamen, 2005). Figuur 5.3 geeft als resultaat van een experiment de afgeleide getrapte relatie weer tussen de capaciteit van een

Noot 62 Het NIFV doet momenteel onderzoek naar zelfredzaamheid en heeft in 2005 reeds een eerste beschouwing over het onderwerp gepubliceerd (Nibra, 2005). Een tweede publicatie is in voorbereiding (Kobes, 2007).

versmalling (bottleneck) en de effectieve breedte hiervan. Het betrof hier een versmalling in een gang met een lengte van 5 meter.

Figuur 5.3 laat zien dat er bij een deurbreedte van 1 meter 1.77 personen per seconde⁶³ door de versmalling lopen. Dit getal ligt iets lager dan getallen die we eerder tegenkwamen bij Peschl (1971), Stapelfeldt (1976) en VROM (2003).

Figuur 5.3 Relatie tussen capaciteit en de effectieve breedte van een bottleneck



Bron: Daamen, 2004

Conclusie

Leeftijd, beperkingen en conditie zijn belangrijke variabelen bij het (kunnen) vluchten. Rook, hitte, giftige gassen en dergelijke hebben daarnaast nog een zelfstandige negatieve invloed op de vluchtmogelijkheden van de aanwezigen. Verder vereist alarmering in sommige gevallen (geestelijke en lichamelijke gezondheidszorg, jongeren) een andere aanpak waarbij eerst alleen de staf gealarmeerd wordt (zie verder ook cluster 7). Bij andere groepen (bijvoorbeeld doven/slechthorenden) is een vergelijkbare aanpak vereist, of zal de alarmering anders moeten plaatsvinden⁶⁴.

In de regelgeving is er weliswaar enige aandacht voor de niet-zelfredzamen, maar deze aandacht lijkt veel te beperkt (Wever et al., 2006) en er lijkt weinig aandacht voor de effecten van sociaal-demografische ontwikkelingen (de dikkere, langere en dubbelvergrijzende Nederlander) en beleid op het terrein van zorg en welzijn (extramuralisering/vermaatschappelijking). De niet-zelfredzamen bevinden zich niet meer intramuraal in bos en duin, maar be-

Noot 63 Een berekening van deze capaciteit, op basis van de waarnemingen tijdens de experimenten, is te vinden in tabel 1 van Hoogendoorn en Daamen 2005, pagina 158.

Noot 64 Dit geldt in het gebouw, maar geldt ook bij het waarschuwen op wijk/buurtniveau. Voor het waarschuwen van de bevolking bij incidenten, rampen of crises kan de lokale overheid immers gebruikmaken van het waarschuwingstelsel bestaande uit sirenes (WAS). Het ministerie van BZK is geïnteresseerd – in aanvulling op WAS – in Cell Broadcasting, een techniek om locatiegebonden berichten (teksten) over te brengen via mobiele telefoons. De ministeries van BZK, EZ, VenW en VWS nemen samen met LogicaCMG, KPN, Vodafone en Telfort deel in een (PPS) proef (2005-2007). BZK wil met name aandacht besteden aan de vraag of door gebruik te maken van Cell Broadcasting doven en slechthorenden beter en gelijktijdig met niet-gehoorgestoorden kunnen worden gealarmeerd en geïnformeerd. Daartoe zullen organisaties van deze doelgroep bij de proef worden betrokken.

vinden zich in toenemende mate in gewone stadswijken. De categorie weinig- of minder-zelfredzamen vergt dus serieus aandacht. Mensen met beperkingen, ouderen, kinderen, mensen met tijdelijke handicaps lopen niet – zoals de studenten/proefpersonen uit veel van de experimenten die aan de basis liggen van de wet- en regelgeving – met meer dan 100 man/vrouw in een minuut door een meter deur en ze lopen ook niet de in forensenpas met een snelheid van 1 meter per seconde door de gang, 30 seconden door rook, of met een snelheid van één etage per minuut naar beneden. Over doorstroomsnelheden is inmiddels wel meer recent (Nederlands) onderzoeksmateriaal beschikbaar (zie onder andere Daamen, 2004). In deze onderzoeken is met een betere afspiegeling van de Nederlandse bevolking geëxperimenteerd.

Dit alles overziende moeten we constateren dat – zeker in het licht van demografische en maatschappelijke trends – er vraagtekens gezet kunnen worden bij veel van de aannames uit hoofdstuk 2. Weliswaar worden er in specifieke situaties veiligheidsmarges ingebouwd, maar het vreemde is dat er in essentie nog steeds gerekend wordt op basis van oude proefgegevens. Er bestaan nauwelijks experimenten waarbij een gemiddelde groep Nederlanders (anno 2006, of een geprognostiseerde groep anno 2020/2030/2040) als proefpersoon gebruikt wordt, laat staan dat er geëxperimenteerd wordt met grotere groepen mensen met beperkingen, ouderen, tijdelijk gehandicapten, etc.^{65 66}.

5.5 Cluster 3: leeftijd en geslacht

De variabele 'leeftijd' kwamen we ook hiervoor bij cluster 2 al tegen. Hele jonge kinderen, maar zeker oudere mensen, zullen zich bij het vluchten uit gebouwen anders gedragen dan jongeren, studenten, militairen en forensen die figurerend in de experimenten de fundamenteen legden voor de huidige kengetallen in de wet en regelgeving⁶⁷. Bevolkingsprognoses laten zien dat de groep 65+'ers de komende jaren snel zal toenemen en in 2040 bijna een kwart van de bevolking vormt:

Tabel 5.2 Leeftijdsgroep 65+ als percentage en absoluut van de bevolking

Prognosejaar	Relatief (in %)	Absoluut
2010	15,1	2.481.432
2020	19	3.188.512
2030	22,3	3.789.723
2040	23,6	4.017.160

Bron: CBS (kerncijfers prognose 2004-2050)

De conclusie die we hiervoor trokken, kunnen we hier herhalen: het zou een goede zaak zijn om te experimenteren met ontruimingën waarbij gewerkt wordt met een gemiddelde groep Nederlanders in plaats van Amerikaanse studenten of Engelse forensen. Daarbij moet ook naar de toekomst gekeken worden. Gegeven de groei van de groep ouderen praten we in 2040 (hoogst waarschijnlijk) over een nog veel grotere groepen mensen met beperkingen

Noot 65 Zie ook Shields et al., 1996. Verder geeft Kobes, 2007 nog enkele interessante buitenlandse bronnen, zoals Boyce et al., 1999; Robertson en Dunne, 1998; Rubadiri et al., 1997.

Noot 66 Zie onderzoek 12: experimenteren met menselijk gedrag in paragraaf 6.2 van deel 2.

Noot 67 Anderzijds beïnvloedt leeftijd ook de mate waarin mensen bestand zijn tegen de gevolgen van brand, waaronder rook en warmte. Daarin doen ouderen het weer iets beter (Gann, R., 2001; Purser, 2002; ISO, 2002).

in vergelijking tot de getallen genoemd in tabel 5.1.

Ook 'geslacht' (b)lijkt een belangrijke variabele voor het gedrag dat mensen tentoonspreiden bij calamiteiten en het vluchten uit gebouwen. Zo zijn vrouwen meer dan mannen geneigd anderen te waarschuwen en te vluchten (Saunders, 2001; Bryan, 1977). Mannen lijken – zeker thuis – meer geneigd de brand te bestrijden, terwijl vrouwen meer gericht zijn op het verzamelen van familieleden en het bellen van de brandweer (Bryan, 1977 en Wood, 1972). Daarbij zijn mannen als beschermer van de familie geneigd om vaker het (brandende) huis weer te betreden (Bryan, 1983). Een probleem met deze onderzoeksuitkomsten is dat ze nogal gedateerd zijn: *"Some of these studies were undertaken more than 20 years ago, and to some degree the findings may have been influenced by a more rigid assignment of roles by gender than exists today."* (SFPE, 2003/10).

Met andere woorden: misschien is hier niet sexe de verklarende variabele, maar eerder de rolverdeling tussen mannen en vrouwen. Dan zou het dus eigenlijk eerder gaan om de variabele 'cultuur'. Dit laatste lijkt bevestigd te worden door onderzoek van Bryan en Milke (1981). De SFPE pleit hier dan ook voor nader onderzoek: *"Further studies should be done to help differentiate the influence of gender and the influence of role as society changes and gender-assigned roles are less prevalent."* (SFPE, 2003/10).

Conclusie

Er zijn belangrijke gedragsverschillen geconstateerd afhankelijk van bijvoorbeeld leeftijd en geslacht. Zeker als er veel van hetzelfde 'type' mensen in een gebouw (kunnen) zitten, moet daarmee rekening gehouden worden. Verder zien we aan dit soort verschillen dat het gebruiken van een statistisch gemiddelde het gevaar in zich draagt dat het de individuele verschillen 'wegmiddelt'. Zeker het grote en toenemende aantal ouderen in Nederland (2 miljoen nu al 65+ en 4 miljoen in 2040) vereist dan ook dat er met en voor deze groep meer onderzoek gedaan wordt. De gebouwen die nu neergezet worden, staan er minimaal voor 50 jaar. Het is dan vreemd om die niet nu uit te testen met de bevolkingssamenstelling die er ooit uit zal moeten vluchten.

De conclusies over de variabele geslacht neigen in de richting van nogal klassieke man/vrouw verschillen (de man gaat vechten, de vrouw waarschuwt anderen). Het lijkt er echter ook op dat het wel eens meer om nurtuure (opvoeding/rolopvattingen) dan nature (aangeboren eigenschappen) gaat. Er zou dan dus eerder sprake zijn van een variabele die we kunnen aanduiden als 'cultuur'.

5.6 Cluster 4: activiteiten, drugs, commitment en focus

De activiteiten waarmee mensen bezig zijn, beïnvloeden hun reactie en daarmee hun vluchtsnelheid en communicatiemogelijkheden. Meest opvallende gedragsbeïnvloeders zijn hier slapen en alcohol, drugs en medicijngebruik. Naast het soort activiteiten is ook van belang hoe geconcentreerd en vasthoudend iemand met een activiteit bezig is (commitment) en waarop de aandacht zich daarbij richt (focus).

Slaap

Bij slaap blijkt er sprake te zijn van grote verschillen tussen mensen. Lynch (1998) liet zien dat maar weinig mensen wakker werden van rookgeuren (ongeveer 20%). Recent onderzoek van Carskadon en Herz (2004) geeft

hetzelfde beeld: *“odors, unlike sounds, were found to NOT awaken sleeping persons regardless of the stage of sleep”*. Uit onderzoek van Bruck en Brennan (2001) bleek dat bij een groep van 17 jongeren het 45 tot 205 seconden duurde, voordat een deel van die jongeren (29% van de mannen en 80% van de vrouwen) wakker werd van rookgeuren. Kobes (2006 en 2007) laat in een studie naar fatale woningbranden zien dat in Nederland meer dan de helft van de slachtoffers slapend is omgekomen.

Plaatsen waar geslapen wordt (hotels, woningen, ziekenhuizen en scholen) vergen dus extra aandacht. Zoals Carskadon en Herz in hun onderzoek lieten zien, kan geluid een oplossing bieden. Bruck en Brennan lieten in hun onderzoek zien dat 91% van de volwassenen wakker werd van krakende geluiden, 83% van schuivende geluiden en 94% van lichtsignalen, waarvan 50% binnen 30 seconden (Bruck and Brennan, 2001). Bruck constateerde echter eerder dat er sprake is van grote verschillen tussen jong en oud: volwassenen werden binnen 3 minuten wakker van een rookalarm van 60 dBA, terwijl 85% van de kinderen tussen 6 en 17 jaar er doorheen sliep (Bruck, 1983).

Ander onderzoek komt daarbij overigens tot weer iets andere uitkomsten. In een onderzoek van Nober bleek bij een geluidsniveau van de alarmering van 70 tot 85 dBA iedereen wakker te worden, met een gemiddelde reactietijd van respectievelijk 9,5 en 7,4 seconden; bij 55 dB werd 80% wakker, met een gemiddelde reactietijd van 13,6 seconden (Nober et al., 1983). Voor doven en slechthorenden blijkt dat de intensiteit van licht een belangrijke factor is voor het wakker worden van slapende mensen (Nober, 1990).

Douchen/baden

Er zijn naast slapen meer activiteiten die het vluchtgedrag beïnvloeden. Mensen die gealarmeerd worden tijdens hun douche/bad, gaan zich over het algemeen eerst aankleden (als ze al wat horen door watergekleter en gezang).

Alcohol, drugs en medicijnen

Ook wat mensen deden vóórdat het noodlot toesloeg, is van belang. Het gebruik van alcohol, drugs en sommige medicijnen blijkt daarbij een rol te spelen. Sectie gepleegd op brandslachtoffers in Schotland en de USA ontulde al eerder dat bij de helft van de volwassen slachtoffers alcohol in het bloed werd aangetroffen (Anderson et al., 1982 en Berl et al., 1975). Onderzoek in de USA van Slater Hollis (1973) liet zien dat 25 van de 29 brandslachtoffers (83%) ten minste twee glazen alcohol op had.

Alcohol en drugs blijken ook in Nederland een rol te spelen: Boer (2003) laat zien dat er bij drie op de tien slachtoffers van brand sprake is van een zekere mate van verdoving door het gebruik van alcohol of drugs. Kobes (2006) constateert in een nadere analyse van fatale woningbranden in 2003, dat inderdaad in ongeveer één op de drie gevallen sprake is van drank en drugs⁶⁸.

Het is welbeschouwd logisch dat alcohol en drugs gedragsbeïnvloedend werken in het geval van brand en vluchten. De logica leert dat medicijnen hetzelfde effect moeten hebben. Met de omvang van het alcoholgebruik in

Noot 68 Bijlage fatale woningbranden, tabel 1 in Kobes, 2006/141. We tellen 11 van de 35 gevallen waarbij de sociale factor 'drank' een rol speelde en 6 van de 35 waarbij 'verminderde toerekeningsvatbaarheid' in het spel was.

Nederland⁶⁹ en door de dubbele vergrijzing (met een stijgend medicijngebruik als gevolg) moet dus serieus rekening gehouden worden met deze factor.

Commitment

Mensen kunnen zeer geconcentreerd en zeer vasthoudend met een activiteit bezig zijn. Daardoor is het mogelijk dat ze helemaal niet merken wat er om hen heen aan de hand is:

“Building occupants may hear and recognize the fire alarm signal but may be so engrossed in an activity that they do not pay any attention to it. What is needed is a change in the environment to switch their attention from their activity to the emergency. The appropriate change depends on the type of building and the type of occupancy” (Proulx, 2000).

Naast concentratie komt het ook voor dat mensen heel sterk vasthouden aan een gesteld doel. Zo zullen mensen die al een tijd bezig zijn met een bepaalde activiteit, zoals wachten in een rij of wachten op een maaltijd in een restaurant, met tegenzin reageren op een alarmsignaal, als ze de wachtrij moeten verlaten, of moeten weglopen van een maaltijd (Sime, 1985b; Purser, 1998). Maar er zijn nog extremere voorbeelden bekend:

“In November 1987, a fire erupted on an escalator killing 31 people at the King's Cross underground station in London, England. The fire and smoke spread in the escalator area, the ticket hall, and toward the different corridors and entrances to the station. It was observed during the fire that passengers continued their routine activity of travelling home: they entered the smoke filled-station and went down escalators, sometimes next to the visible flames, in an attempt to catch a train to go home. These people were committed to use the underground to reach a destination and were unlikely to shift their attention to ambiguous circumstances for which they felt they had no responsibility.” (Donald en Canter, geciteerd in SFPE, 2003/20).

Focus

Soms is er sprake van een natuurlijk focuspunt: het podium in een theater of conferentiezaal, het doek in een bioscoop, de meester voor de klas, de receptionist in de hal, of de dominee op de kansel. Dat focuspunt kan gebruikt worden om van daaruit aan te geven wat er moet gebeuren. Mensen hebben namelijk vaak de neiging om niet alleen naar een dergelijk focuspunt te kijken, maar ook om vandaar ‘permissie’ te krijgen. Opvallend is dat met dit gegeven in andere landen meer gedaan wordt dan in Nederland. In andere landen (UK, USA, Australië) wijst een autoriteit bij het begin van een voorstelling (congres, toneel) vanaf het podium expliciet de (nood)uitgangen aan.

Conclusie

Wat mensen doen (slapen, douchen/baden, alcohol/drugs/medicijngebruik), hoe geconcentreerd en vasthoudend ze ergens mee bezig zijn en de focus die ze daarbij hebben – het zijn allemaal zaken die er toe doen en die kunnen leiden tot enorme gedragsverschillen. Dit verklaart ook waarom de ver-

Noot 69 Acht liter pure alcohol per hoofd van de bevolking. Een kleine 15% van de mannen en 10% van de vrouwen kan gedefinieerd worden als overmatige gebruikers. Zie voor een overzicht bijvoorbeeld: http://www.rivm.nl/vtv/object_class/kom_alcohol.html.

onderstelling dat mensen meteen reageren op een signaal van brand onjuist is⁷⁰. In de grote lijn zien we met de uitkomsten van dit soort detailonderzoek, dat veel menselijk gedrag niet positief uitwerkt op het adequaat en snel ontvangen, herkennen en interpreteren van (alarm)signalen en een rationele besluitvorming om te vluchten uit gebouwen. Wederom kunnen we daarmee concluderen dat bestaande ontruimingsmodellen en -plannen veelal een te optimistisch beeld zullen geven van de werkelijkheid. Het vluchten begint niet binnen één tot twee minuten; de signaal ontvangst, - herkenning en - interpretatie en zeker ook de besluitvorming vergt bij mensen vaak (veel) meer tijd, en ten slotte is de besluitvorming onder invloed van drank, drugs en/of medicijnen niet altijd even rationeel.

Er zijn echter ook lichtpunten die misschien bruikbaar zijn om mensen te kunnen bewegen snel(ler) een gebouw te doen verlaten. 'Focus' is zo'n bruikbaar punt: natuurlijke focuspunten kunnen gebruikt worden om mensen te laten weten wat er aan de hand is en wat ze concreet moeten doen. Daarmee zou 'focus' de negatieve werking van concentratie en commitment kunnen helpen oplossen. Andere manieren van alarmeren (geluid, licht) bieden ook mogelijkheden, zeker in specifieke omstandigheden⁷¹.

5.7 Cluster 5: aanwezigheid van anderen, groepen

De aanwezigheid van andere mensen kan belemmerend werken op actie: men kijkt naar elkaar en doet niks. Zo begonnen mensen in een vestiging van Marks and Spencer pas met vluchten, nadat ze daartoe door het personeel werden verzocht. Tot die tijd keken ze rond naar wat anderen deden (Shields et al., 1998). In de (sociaal-)psychologische en criminologische literatuur wordt dit effect aangeduid als het 'bystanders-effect': 100 mensen staan te kijken naar iemand die in de gracht verdrinkt en niemand doet iets (zie voor Nederland bijvoorbeeld Steinmetz, 1985). De kern van de bystanders-problematiek is dat ingrijpen/actie onder de volgende condities geschiedt:

- als een geliefde, familielid of kind gevaar loopt;
- als slechts een tot drie personen aanwezig zijn die actie kunnen ondernemen; de kans dat er wordt ingegrepen neemt af met het aantal aanwezigen; hiervoor bestaat in de criminologische/bystanders-literatuur zelfs een wiskundige formule.

Op het gebied van brand/rook voerden Lantane en Darley (1968) een experiment uit, waarbij proefpersonen alleen of in een groep in een kamer werden gezet. Terwijl de proefpersonen wachtten om te beginnen met 'het experiment', begon de kamer zich langzaam te vullen met rook. De onderzoekers wilden daarmee onderzoeken hoe lang het zou duren voordat de proefpersonen hen zouden waarschuwen over de rook.

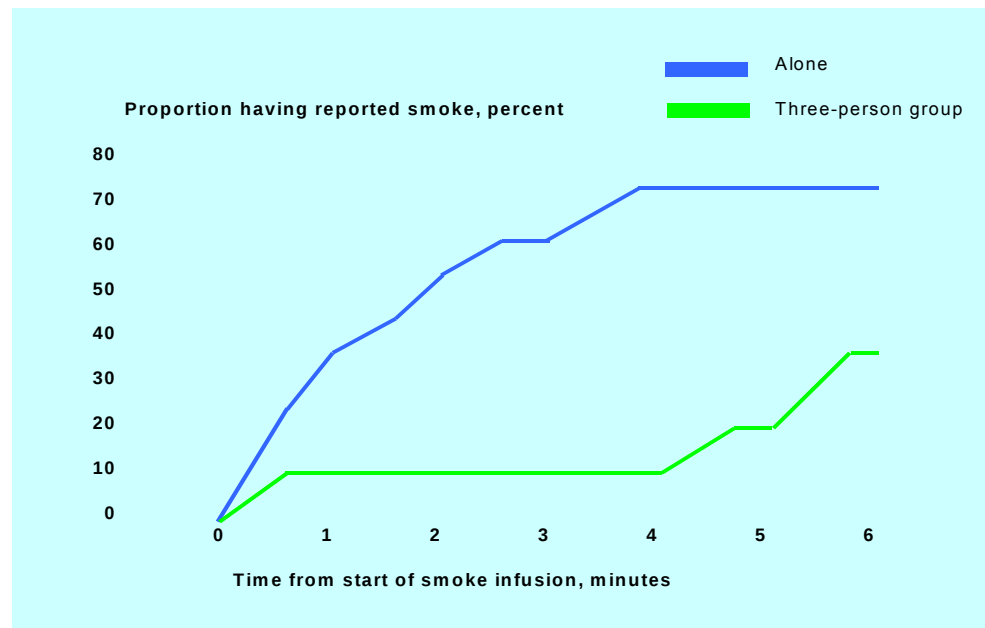
De resultaten (zie figuur 5.4) laten zien dat hoe meer proefpersonen er in de kamer waren, des te kleiner de kans werd dat iemand de onderzoekers zou waarschuwen over de rook. De proefpersonen negeerden simpelweg de rook. Dit onderzoek maakt duidelijk dat mensen bij de besluitvorming om

Noot 70 Zoals dat overigens ook al werd aangetoond door bijvoorbeeld Fahy en Proulx (2001), Proulx en Sime (1991), Proulx en Fahy (1997) en Cable (1993).

Noot 71 Zie onderzoek 8: effectief alarmeren in paragraaf 5.2 van deel 2.

actie te ondernemen steun zoeken bij anderen. Helaas zien ze dat die anderen niets doen, dus doen ze zelf ook maar niks.

Figuur 5.4 Reageren op rook



Bron: Lantane en Darley, 1968

Maar andere mensen kunnen ook de kans verhogen dat iedereen gewaarschuwd wordt en waar nodig geholpen. Een mooi voorbeeld hiervan zien we in het artikel van Ripley (2005) over de WTC-ramp van 9 september 2001:

"When the plane hit Elia Zedeno's building on 9/11, the effect was not subtle. From the 73rd floor of Tower 1, she heard a booming explosion and felt the building actually lurch to the south, as if it might topple. It had never done that before, even in 1993 when a bomb exploded in the basement, trapping her in an elevator. This time, Zedeno grabbed her desk and held on, lifting her feet off the floor. Then she shouted, "What's happening?". You might expect that her next instinct was to flee. But she had the opposite reaction. "What I really wanted was for someone to scream back, 'Everything is O.K.! Don't worry. It's in your head."

She didn't know it at the time, but all around her, others were filled with the same reflexive incredulity. And the reaction was not unique to 9/11. Whether they're in shipwrecks, hurricanes, plane crashes or burning buildings, people in peril experience remarkably similar stages. And the first one – even in the face of clear and urgent danger – is almost always a period of intense disbelief.

Luckily, at least one of Zedeno's colleagues responded differently. "The answer I got was another co-worker screaming, 'Get out of the building!", she remembers now. Almost four years later, she still thinks about that command. "My question is, what would I have done if the person had said nothing?" (Ripley, 2005).

Een ander (collega) zorgt er in dit WTC-voorbeeld dus voor dat Elia Zedeno van 'niets doen' (of misschien 'bevriezing'?) overschakelt naar 'actief vluchten'.

Er is meer onderzoek (bijvoorbeeld Sime, 1985a/b) dat laat zien dat groepen van cruciaal belang zijn voor het gedrag van de individuele groepsleden: de

groep wil het liefst – en soms zelfs ten koste van alles (ouders/kinderen) – bij elkaar blijven. Daarbij helpen ze elkaar, maar wachten ze ook op de laatste en men gaat – zelfs tegen de stroom in – op zoek naar ontbrekende leden van de groep:

“This activity of notifying or gathering members may take time, especially if members are not together at the initial awareness of the fire incident. These activities may also involve movement toward the fire area and through smoke to gather missing members.” (SFPE, 2003/21).

Groepen kunnen met andere woorden positieve, maar ook negatieve effecten hebben. Zo laat Fineburg (2001) bijvoorbeeld zien dat een groep zich ‘en bloc’ in de uitgaande stroom kan storten, in plaats van netjes een voor een te ‘ritsen’; de groep wil samenblijven. In het groepsproces zijn de leiders vanzelfsprekend van groot belang.

Conclusie

Het is van belang of er sprake is van een (hechte) groep of niet. Om met dat laatste te beginnen: een groep is een groep en wil graag een groep blijven. Ze wachten op andere groepsleden, helpen elkaar, of lopen terug om achterblijvers op te pikken⁷². Zodra er sprake is van een groep heeft dat dus heel specifieke voor- en nadelen.

Daarnaast is van belang of mensen alleen in een ruimte zijn, of met anderen (en niet per se als groep). Een aansprekend voorbeeld over de effecten van dat onderscheid op menselijk gedrag is het experiment van Latane en Darley (zie figuur 5.4) dat we aanhaalden: spuit rook in een ruimte waar meer mensen aanwezig zijn en iedereen doet minutenlang alsof zijn/haar neus bloed en de rook het probleem van anderen is (‘bystanders-effect’).

Het zijn opnieuw voorbeelden van hoe menselijk gedrag het snel en adequaat ontruimen van gebouwen kan tegenwerken. De les is dan ook dat de ontruimingssnelheid vergroot kan worden door het bystanders-effect te bestrijden, bijvoorbeeld door heldere concrete en op de persoon gerichte aanwijzingen geven: “jij daar, jij doet ... en jij doet ...”. We zullen dit punt bij cluster 7 ook weer tegenkomen en dan zien dat staf en sterk leiderschap hier een cruciale rol spelen. Slim omgaan met groepsgedrag kan op een soortgelijke manier positieve effecten hebben. Sowieso is een groep van belang voor de zwakkere groepsleden (kinderen, mensen met beperkingen en dergelijke): de groep helpt het individu. De nadelige effecten van een groep kunnen misschien – als daarover meer bekend is – geneutraliseerd worden door oefening en voorlichting vooraf, of door goede/heldere aanwijzingen op het moment van de calamiteit. Een nadere verkenning van sociaal-psychologische kennis over groepsgedrag zou hier ondersteunend kunnen zijn⁷³.

5.8 Cluster 6: bekendheid met het gebouw, gebruik van uitgangen en stromen

“There are also differences in occupant behaviour between public buildings, in which people are usually visitors, and office and apartment complexes,

Noot 72 Voor een uitgebreidere beschouwing over groepsgedrag bij calamiteiten, zie Leach, 1994.
Noot 73 Zie onderzoek 10: groepsgedrag in paragraaf 5.4 van deel 2.

whose occupants are more likely to be familiar with the building's layout and fire safety plan.” (Proulx, 2000).

Mensen die bekend zijn met het gebouw en de alarmerings- en veiligheidssystemen kunnen makkelijker zelf een (alternatieve) vluchtroute – waaronder de nooduitgang – kiezen dan mensen die niet, of minder, bekend zijn met het gebouw. De laatsten zijn immers afhankelijk van bordjes⁷⁴ en personeel, of kennen alleen de route waardoor ze zijn binnengekomen. We komen er nog op terug, maar hier past alvast de waarschuwing dat het effect van nooduitgangen niet te hoog ingeschat moet worden. Training en (regelmatige) oefening van ontruiming zijn dus van levensbelang:

“Generally, it cannot be expected that occupants of buildings are familiar with all the emergency exits of the building unless they have been trained as to their locations and use.” (SFPE, 2003/8).

Steinmetz⁷⁵ noemt in dat verband het psychologische begrip inocculatie, waarmee bedoeld wordt dat je door te oefenen tegengif injecteert. De essentie daarbij is dat oefenen vooral zin heeft als de gebeurtenis vaak voorkomt. Als er één of twee keer per jaar geoefend wordt op een calamiteit die zelden voorkomt, slijp je geen nieuw gedrag in. Daarom is voor piloten oefenen heel zinvol, omdat volgens Steinmetz een bijna-ongeval (dat dus makkelijk anders kan uitpakken) ongeveer één of de drie vluchten voorkomt.

In het geval van concreet vluchtgedrag, blijkt dat mensen lang niet altijd vluchten naar de dichtstbijzijnde uitgang, zoals vaak wordt aangenomen (Bryan, 1983; Proulx, 1999; Canter, 1985; Wood, 1980). Ook uitgangsborden die vluchtroutes aanduiden, garanderen niet dat gebruikers van het gebouw deze zien of gebruiken om het gebouw te verlaten (Sime, 1985a en McClintock et al., 2001). Zo bleken mensen die een Ikea-vestiging moesten ontvluchten, dat te doen via de ingang, of ze volgden netjes de paden naar de uitgang. Nooduitgangen werden voorbijgegaan, als ze niet open waren (Frantzich, 2001).

Shields en Proulx (1999) focussen op de keuze van de vluchtrichting, waarbij mensen zich veelal niet laten leiden door aangegeven vluchtrichtingen. Kort samengevat zeggen Shields en Proulx vervolgens bijna zuchtend: we weten het, we observeren het, maar dat wil niet zeggen dat we het begrijpen.

Negeren van vluchtrouteaanduidingen

Als we het hebben over het gebruik van vluchtwegen, trekt Boer⁷⁶ een vergelijking met gebruiksaanwijzingen. Waarom lezen zo weinig mensen de gebruiksaanwijzing: omdat we het apparaat meteen willen gebruiken. Als dat lukt, zijn we tevreden en niet meer geïnteresseerd in de gebruiksaanwijzing. De tweede reden dat we de gebruiksaanwijzing niet lezen, is dat die (soms) ingewikkeld en onduidelijk is. Je werpt er een korte blik in, constateert dat het moeilijk is probeert nog maar eens de knopjes op het apparaat.

Hetzelfde geldt eigenlijk voor mensen die de weg zoeken. Dat niemand naar de bordjes kijkt, komt omdat het lopen door het gebouw 'zo' ook wel lukt,

Noot 74 Zie ook bijlage 7 over eisen bij vluchtrouteaanduidingen.

Noot 75 Schriftelijke reactie van Carl Steinmetz, STEINMETZ advies & opleiding (SAO).

Noot 76 Schriftelijke reactie van Louis Boer, TNO.

zonder bordjes, vooral als mensen het gebouw kennen. En als de brand de weg verspert, weten mensen meestal nog wel de achterdeur. Men kijkt wel eens naar een bordje, maar loopt weer verder als het bordje onduidelijk is en probeert om er zelf uit te komen.

Wie onbekend is met het gebouw gaat op zoek maar haalt de informatie niet alleen uit de bordjes (zelfs niet primair uit de bordjes) maar kijkt naar de inrichting van het gebouw, de architectuur ("ik zie daar het daglicht al"). In een verkeerstunnel (Boer, 2002b) negeerden mensen bewust (soms onbewust) de richting van het vluchtbordje, omdat ze weg van de brand wilden (en omdat de vluchtroute achterlangs de brand ging) of omdat ze een kortere weg naar buiten zagen of meenden te zien.

Iets soortgelijks is te zien in onderzoek naar scheepsinterieur (Boer, 2004), waar de mensen de gang als doorloop zagen en daarom - ondanks de bordjes - de deur voor de vluchtroute voorbijliepen. Een streep dwars over de gang en een naar de deur wijzende pijlkop hielpen: iedereen ging nu door de deur. De streep bleek een visuele blokkering van de doorloop.

Veiligheidsbewustzijn en risicoperceptie

Er is discussie over de vraag hoe belangrijk veiligheidsbewustzijn of risicoperceptie is als een psychologische factor bij vluchtgedrag van mensen: wie zich bewust is van mogelijke risico's, is doorgaans ook genegen na te denken over de vraag wat te doen als er bijvoorbeeld brand uitbreekt, en is misschien zelfs genegen vooraf te kijken – en te proberen – hoe hij het gebouw uitkomt (een individuele vorm van oefenen). Veiligheidsbewustzijn wordt beïnvloed door allerlei factoren: gebeurtenissen die mensen hebben meegemaakt, verhalen van andere mensen, die men leest in krant of hoort en ziet, kwetsbaarheid/conditie, kennis.

Tegelijkertijd kan (teveel) aandacht voor veiligheid ook ten koste gaan van het veiligheidsbewustzijn. Boutellier (2002) zegt hierover dat – hoewel mensen risico's willen nemen en eigen keuzes willen maken – men erop rekent dat de overheid er is als iemands veiligheid in het geding komt (de zogeheten 'veiligheidsutopie'). Vrij vertaald zou dat betekenen dat men zich ervan bewust is dat zich een calamiteit zou kunnen voordoen, maar dat men op de overheid rekent om 'het probleem op te lossen'. We hebben eerder gezien dat mensen niet graag nadenken over calamiteiten en hun kwetsbaarheid daarbij (zie hoofdstuk 3 over de illusie van onkwetsbaarheid). Daar ligt dus een psychologische drempel die mensen over moeten.

Toch is het van belang dat er algemener nagedacht wordt over de vraag hoe mensen betrokken – misschien zelfs gedwongen – kunnen worden bij veiligheidsvragen. Daarbij zou het steeds moeten gaan over de vraag "wat kan/moet ik zelf doen om mijn eigen veiligheid en die van anderen te verhogen?". Een optie zou kunnen zijn om mensen te betrekken bij keuzes die op veiligheidsterrein gemaakt worden (voorlichting, mensen betrekken bij financiële afwegingen, discussies over de maatschappelijke kosten en baten van veiligheidsmaatregelen). Dit terrein staat nog in de kinderschoenen.

Op meer praktisch niveau is er weinig bekend over de relatie tussen het abstracte begrip 'veiligheidsbewustzijn' en concreet vluchtgedrag in een situatie van een brand/calamiteit in een gebouw. Wel is er het een en ander bekend over hoe mensen geholpen kunnen worden te vluchten. Zie hiervoor ook bijlage 7 die handelt over eisen die gesteld kunnen worden aan vluchtrouteaanduidingen (zichtbaarheid, opvallendheid en begrijpelijkheid).

Psychologische en neurologische verklaringen

Zeer veel onderzoek wijst dus in dezelfde richting: routing en verwijzing naar (nood)uitgangen werkt zelden, maar de vraag hoe dat komt lijkt in wetenschappelijke kringen te blijven rondzingen. Een onderzoeksrichting die we eerder aangaven, wees in de richting van psychologisch en neurologisch onderzoek (en dan met name de menselijke cognitie): eenmaal 'in de vlucht' neemt de automatische piloot (ingesleten reacties) het veelal over van de bedachte reactie waarin scenario's worden afgewogen alvorens een keuze wordt gemaakt. Men loopt dus de nooduitgangen veelal voorbij en volgt vooral 'de bekende weg'. Dat is overigens nog niet zo heel irrationeel, omdat er heel veel nooduitgangen geblokkeerd blijken als de nood echt daar is. De voorbeelden daarvan zijn ook in Nederland legio; van Volendam tot de voorkant van dit rapport⁷⁷.

De verklaring waarom de meeste mensen al vluchtend 'de bekende weg' naar de uitgang volgen, is als volgt samen te vatten:

- Er wordt lang niet altijd voldaan aan de voorwaarden 'zichtbaarheid', 'opvallendheid' en 'begrijpelijkheid' (zie bijlage 7).
- Besluitvorming in noodgevallen gaat gepaard met grote onzekerheid, omdat informatie over de situatie incompleet is (Scholz, 1983). Niet alle informatie en alternatieven worden beschouwd (Engländer en Tyszka, 1980).
- Bij grote onzekerheid beslissen mensen op basis van een beperkte hoeveelheid informatie (Kahnemann en Tversky, 1982 en Wright, 1974). Dat kan verklaren waarom mensen soms verklaren geen brandalarm te hebben gehoord, terwijl dat wel degelijk heeft geklonken. Bovendien wordt hiermee het probleem verkleind tot te behappen proporties (Groner et al., 1983). De besluitvorming wordt dan gebaseerd op een voldoende oplossing voor een probleem (Simon, 1957).
- Het resultaat is dat het gemakkelijker is om een bekende route te gebruiken, dan over een nieuwe route te besluiten (Passini, 1984 en Keating, 1985). De neurologie en psychologie laten bovendien zien dat een 'bedachte' oplossing (scenario denken) ook meer tijd kost dan de automatische menselijke reactie.

Remmers en helpers

Als men eenmaal vlucht, is er sprake van remmende en helpende factoren. Bij de WTC-ramp werden de remmers en helpers uitgebreid gedocumenteerd:

"Building announcements were cited by many in WTC 2 as a constraint to their evacuation, principally due to the 9:00 a.m. announcement instructing occupants to return to their work spaces. Crowdedness in the stairwells, firefighter counterflow, lack of instructions and information, as well as injured or disabled evacuees in the stairwells were the most frequently reported obstacles to evacuation. The most commonly mentioned forms of aid were assistance from coworkers and emergency responders and the photo luminescent markings in stairwells." (NIST, 2004).

Noot 77 Voor alle duidelijkheid: we spreken hier een vermoeden uit. We sluiten daarbij geheel aan bij Shields en Proulx (1999/15) die opmerken: *"We have known for quite some time that evacuees prefer the familiar to closest evacuation route. Because we have known via observed actions does not mean we understand why. Understanding why requires a study of the alternatives and how in an emergency the alternatives present themselves to an evacuee matters, i.e., spatial perception related to movement under stress."*

In het WTC-voorbeeld vormen de remmers een interessant rijtje:

- verkeerde mededelingen ("blijf op uw plek"⁷⁸) of gebrek aan feitelijke informatie en instructies;
- overbevolkte trappenhuizen mede door naar boven lopende brandweertinnen;
- gewonde of gehandicapte personen.

We wezen wat betreft 'remmers' al eerder op het gegeven dat er veelal sprake is van een tegenstroom. Wanneer mensen (uiteindelijk) in beweging komen, hanteren de ingenieurs in hun simulaties stroommodellen, zoals⁷⁹:

"The combined flow rate of people entering an intersection equals the flow rate of people from the intersection: $F_{c1} + F_{c2} = F_{c3}$."

Invloeden van tegen de stroom in lopende brandweer/hulpverleners, mensen die de andere kant oplopen en groepsleden die kriskras elkaar zoeken, komen in deze formule niet voor.

Een betere formule zou dus zijn:

$$F_{c1} + F_{c2} = F_{c3} - (CF_{c1} + CF_{c2} + CF_{c3} + CF_{c4}) = F_{\text{totaal}}$$

Daarbij stellen de CF's de counterflow-factoren voor van bijvoorbeeld brandweer, hulpverleners, ouders die kinderen gaan zoeken en vrienden die andere vrienden zoeken.

We bespraken dit punt al eerder in hoofdstuk 4, maar de consequenties ervan zijn veelomvattend. We zeggen hier immers concreet dat het merendeel van de gehanteerde ontruimingsmodellen waarschijnlijk belangrijke variabelen die met menselijk gedrag te maken hebben niet in de beschouwingen/berekeningen meenemen. Hier is een verdiepende studie (zoals die van Kuligowski en Peacock, 2005) noodzakelijk, waarbij de resultaten overigens ook gevolgen kunnen hebben voor voorschriften in de bouwregelgeving.

Als helpers worden in het WTC-voorbeeld genoemd:

- gebouw, collega's en hulpverleners;
- fluoriserende vluchtrouteaanduidingen ('photo luminescent markings').

Nieuwe 'helpers' zijn in ontwikkeling. Denk daarbij aan markeerlijnen op de grond (Bjorken, 1993), al dan niet van oplichtend materiaal (Webber en Aizewood, 1994), licht en geluid (bijvoorbeeld steminstructies; zie Proulx en Sime, 1991 en Proulx, 1999). Verder worden naar Engels idee en onderzoek (University of Leeds) tegenwoordig in samenwerking met TNO praktijkproeven gedaan met geluidsbakens ter markering van vluchtdeuren (Boer, 2002a, 2004 en 2005a). Dat is interessant voor situaties waarbij door lichtuitval en/of rook het zicht nagenoeg nul is. Rook tast weliswaar het 'zien' aan, maar niet het 'horen' en 'tasten'.

Specifiek wat betreft helpers bij rook werden in 1993 door SINTEF⁸⁰ testen uitgevoerd in het Norwegian Fire Research Laboratory. Daarbij werd een evacuatieroute van 30 meter nagebouwd met diverse deuren en werden

Noot 78 Deze mededeling was overigens weldegelijk rationeel: hij werd gedaan in de toren waar op dat moment nog geen vliegtuig naar binnen was gevlogen. De toren verlaten was inderdaad gevaarlijk door neerstortend puin van de andere toren.

Noot 79 Zoals bijvoorbeeld op pagina 35 van SFPE, 2003, onder 'Merging Egress Flows'. Kuligowski en Peacock (2005) laten in een review van 30 gebouwontruimingsmodellen zien dat slechts een heel enkel model rekening houdt met de variabele 'counterflow'.

Noot 80 SINTEF: The Foundation for Scientific and Industrial Research, Norwegian Institute of Technology (NTH) in Trondheim.

verschillende uitgangsborden en verlichtingssystemen getest op 200 proefpersonen⁸¹ die door een met rook gevulde gang de uitgang moesten zien te vinden. De eerste test betrof deuren met normale uitgangsborden. Het zicht was slecht ten gevolge van rook. Het bleek dat ongeveer 40% de uitgang niet kon vinden binnen de gestelde tijdslimiet van 112 seconden en daarmee voor dood verklaard werd. Alleen bij toepassing van een systeem met fluori-serende markeerlijnen op de grond kwam de hele experimentele groep levend het experiment uit.

De onderzoeker (Paulsen) merkt naar aanleiding van deze testen in een interview op:

"The results of our tests and of a study of the literature show that Norway has adopted the wrong strategy for emergency lighting. We have stared ourselves blind on lux-values and battery packs, while important factors such as human behaviour, realistic evacuation procedures with smoke, and experience gained in real fires are all ignored" (Bjorken, 1993).

Ten aanzien van 'helpers' bij rook is dus nog wel het een en ander te bereiken (zie bijlage 8 voor een toelichting over de laatste stand van zaken).

Conclusie

Het lijkt van belang om ervoor te zorgen dat mensen in een gebouw door ontruimingsoefeningen goed bekend zijn met alle 'ins' and 'outs' van het gebouw; effectief en efficiënt vluchtgedrag moet als het ware ingeslepen worden door veelvuldig oefenen^{82 83}. Als hulp bij vluchten, werken de bekende bordjes boven de uitgangen namelijk niet of nauwelijks. De oorzaak daarvan ligt waarschijnlijk deels in problemen met de zichtbaarheid, opvallendheid en begrijpelijkheid in brandsituaties. Daarnaast speelt hier vermoedelijk een rol dat de automatische piloot ons gedrag aanstuurt⁸⁴: men volgt de bekende weg.

Ontruimen kan iedereen overigens ook voor zichzelf in elk gebouw oefenen door gewoon te bezien wat men moet/kan doen bij een calamiteit (de vluchtroute nalopen bijvoorbeeld). Het veiligheidsbewustzijn van de Nederlander lijkt echter niet sterk ontwikkeld. Dat komt misschien omdat de verantwoordelijkheid geheel bij de overheid gelegd wordt, zoals Boutellier (2002) suggereert. Er moet dus gezocht worden naar concrete maatregelen die de mensen dwingen om zelf weer meer te gaan nadenken over wat ze kunnen en moeten doen voor hun eigen veiligheid en die van anderen⁸⁵.

Noot 81 Van de 200 gaven uiteindelijk 5 op.

Noot 82 Daarbij komt nog dat mensen eerder brandsignalen zullen herkennen, naarmate ze meer training en ervaring hebben opgedaan (Cable, 1993 en Cable, 1994).

Noot 83 Zie onderzoek 6: training en oefening in de praktijk in paragraaf 4.4 van deel 2.

Noot 84 Het vinden van de weg is gerelateerd aan de capaciteit van iemand om een cognitieve representatie van een ruimte te ontwikkelen en die te gebruiken bij de besluitvorming (Passini, 1984, en Arthur en Passini, 1992). Zoals we in hoofdstuk 3 zagen, werken onder grote stress de cognitieve processen (scenario denken) minder/trager dan de automatische (ingesleten) processen.

Noot 85 Zie onderzoek 5: veiligheidsbewustzijn in de praktijk in paragraaf 4.3 van deel 2.

Zodra er sprake is van veel bezoekers wordt het des te belangrijker dat er in het gebouw altijd voldoende 'ontruimingsmedewerkers'⁸⁶ zijn, die in geval van nood de leiding kunnen nemen. In de wet- en regelgeving is dat de verantwoordelijkheid van de BHV-organisatie. Echter, de afhankelijkheid van de BHV-organisatie kan problemen opleveren als die organisatie niet op haar taken is toegerust en voorkomt in zekere zin dat mensen zichzelf bekend gaan maken met een gebouw.

Nieuwe technieken bieden hulp bij het vluchten. We sluiten aan bij de visie van TNO⁸⁷ dat de belangrijkste prestatie-eis in de bouwregelgeving in ieder geval moet zijn dat de vluchtweg direct opvalt. Opvallendheid is toetsbaar, zodat je er inrichtingsadviezen op kan baseren. De opgedane ervaring met inrichtingsadviezen in de werkgebieden passagiersvaart, gebouwen, tunnels voor het wegverkeer en spoorwegen zijn te vertalen naar duidelijke, direct toepasbare regelgeving⁸⁸.

5.9 Cluster 7: informatie, communicatie, alarmering, instructie, staf en leiderschap

Het is letterlijk dodelijk als er geen, onduidelijke of dubbelzinnige informatie gegeven wordt op het moment dat er eigenlijk snel gevlucht moet worden. Zoals we ook in hoofdstuk 3 al zagen: calamiteiten veroorzaken psychische stress, en stress staat een adequate interpretatie en besluitvorming in de weg. Precieze informatie reduceert stress (Wood, 1979). De tijd die nodig is om besluiten te nemen, kan weinig tijd laten voor het vluchten (Sime en Kimura, 1988 en Sime, 1986). Deze fase is uitermate belangrijk, omdat een verkeerde probleemdefinitie kan leiden tot geen, of verkeerde besluiten (Canter et al., 1980). Het kan enkele seconden tot enkele minuten in beslag nemen (Fahy en Proulx, 2001). We verwijzen hier ook weer terug naar de eerder geciteerde WTC-ervaringen.

Als mensen onduidelijke, of dubbelzinnige informatie krijgen, doen ze niets, of gaan ze eerst op onderzoek uit. Bezoekers voelen geen verantwoordelijkheid voor acties (Canter, 1985). Bovendien willen ze niet overhaast reageren als blijkt dat er niets aan de hand is, of alles al onder controle is (Latane en Darley, 1968). Het is dan ook van het grootste belang dat:

- er sprake is van heldere en eenduidige instructies;
- er waar nodig door staf/leiders het goede voorbeeld gegeven wordt.

Een extreem – bijna Titanic-achtig – voorbeeld speelde zich af bij de grote brand in de Beverly Hills Supper Club (167 doden in 1977 in de USA). Hier bleef het bedienend personeel van de club in hun rol door de gasten aan 'hun' tafels te helpen bij het vluchten (Schwartz, 1979; Elliot, 1996).

Mensen herkennen een brandalarm niet direct, omdat er veel waarschuwingssystemen voorkomen in de gebouwde omgeving. Deze signalen zijn

Noot 86 We gebruiken bewust een neutrale term. Deze medewerker kan immers bijna iedereen zijn: bedrijfshulpverlening, gewone staf/medewerkers (waarmee natuurlijk wel frequent geoefend wordt), beveiligingspersoneel, brandweer, etc.

Noot 87 Mondelinge informatie van Louis Boer, TNO (zie ook Boer, 2000).

Noot 88 Zie onderzoek 9: gebouw, omgeving en effectief vluchtgedrag in paragraaf 5.3 van deel 2. Nog belangrijker is hiermee te experimenteren (zie onderzoek 12: experimenteren met menselijk gedrag in paragraaf 6.2 van deel 2).

moeilijk uit elkaar te houden (Proulx, 1999). Zo bleek bij tests dat slechts 6% van de mensen een drie-tonen-patroon als brandalarm herkende, 50% een bel en 23% een 'slow whoop'. Ter vergelijking: een autoclaxon werd door 98% van de ondervraagden direct herkend (Proulx et al., 2001). Personeel doet het beter als het alarm klinkt: de reactietijd van getraind personeel was minimaal 6 seconden bij 75% van 238 cases. De gemiddelde tijd bedroeg 27 seconden. De reactietijden waren langer, naarmate de alarmeringszones groter waren en naarmate er minder vertrouwen was in het alarmsysteem (Cable, 1994).

Zelfs als mensen de gebouwwaarschuwingssystemen horen en begrijpen, leidt dat nog steeds niet tot een onmiddellijke vluchtreactie. Mensen gaan eerst op zoek naar een bevestigend tweede signaal (Stahl et al., 1982). Ook hier gaat het er dus weer om dat staf/leiders helder aangeven wat er moet gebeuren. De kans dat mensen alarmsignalen juist interpreteren wordt groter door mensen de waarheid tot in detail te vertellen en om steminstructies te gebruiken als een calamiteit is geconstateerd. Daarbij moeten feitelijke informatie over het probleem, de plaats van het probleem en instructies worden verstrekt (Proulx, 1999). In het SBR-rapport van 1984 is al exact hetzelfde te vinden:

"In warenhuizen en theaters kan het aanwezige personeel, gealarmeerd door een voor het begrijpelijk vooralarm, een ontruiming voorbereiden. Daarbij moet gebruik gemaakt worden van de aanwezige hiërarchische structuur, de bekendheid van het gebouw en het gegeven dat het publiek gewend is aanwijzingen van personeel te krijgen. De betrouwbaarheid neemt toe door bepaalde taken aan groepen of afdelingen op te dragen en niet aan afzonderlijke personeelsleden. Bij afwezigheid of falen kan men dan elkaars taak overnemen. Door sterk optredende leiding voorkomt men het gevoel alleen te zijn. (...). Een raadgeving als 'blijf kalm, raak niet in paniek' bevat geen informatie over wat wel te doen en is daarom zinloos. De aan het publiek verstrekte mededelingen moeten in de eerste plaats informatie bevatten over hetgeen men moet gaan doen en minder over wat er aan de hand is. Zo bevat de mededeling 'brand' geen aanwijzing, maar wel 'verlaat het gebouw' eventueel aangevuld met nadere instructies. Wordt enkel een ontruimingssignaal (bijvoorbeeld een bel) gebruikt, dan moet de betekenis hiervan bekend zijn en de aanwezigen moeten weten hoe te handelen." (SBR, 1984/41).

De moraal van het verhaal is duidelijk: geef heldere gedragsinstructies ("doe dit, doe dat"). De rol van de BHV daarbij is natuurlijk essentieel. We weten ondertussen ook beter hoe die gedragsinstructies gegeven kunnen/moeten worden. Met 'live' steminstructies kan de meest gedetailleerde informatie worden gegeven. Deze hebben de voorkeur boven ingesproken steminstructies (Proulx and Sime, 1991). Verder moeten steminstructies worden voorafgegaan door signalen die de aandacht trekken. Herhaling zorgt voor een groter begrip en herinnering (Keating en Loftus, 1975).

Dat een zorgvuldige, heldere en strakke aanpak van de communicatie met de mensen in het gebouw wonderen kan verrichten, laat Ramachandran zien in een artikel in Fire Technology (1991): gedetailleerde informatie met behulp van stemmen, grafische displays of tekst resulteerde in een zesvoudige toename van de interpretatie van een brand ten opzichte van een bel:

"Successful evacuation of a building depends on early detection of a fire and timely and convincing communication to occupants about the location of the fire and its size and spread. These two requirements for increasing life safety can be met by computer-based Informative Fire Warning Systems (IFWS)." (Ramachandran, 1991/66)⁸⁹.

In het 'Monument Underground Station' van Newcastle is onderzoek gedaan naar de tijd die het duurt, voordat mensen in beweging komen om te vluchten. De situatie was gemodelleerd naar de omstandigheden van de brand in King's Cross in 1987. Het onderzoek liet zien dat in dezelfde fysieke omgeving heel verschillende ontruimingstijden en heel ander gedrag kunnen worden bereikt door de informatie te veranderen die de betrokkenen kregen over het potentiële gevaar. Hierbij werden variabelen gebruikt, zoals alarmbel, begeleiding door personeel, berichten over de luidsprekers (directief of non-directief) en combinaties hiervan. Mensen begonnen binnen 1 minuut te vluchten, als ze precieze steminstructies kregen. Bij beperkte informatie, zoals uitsluitend brandalarmbellen, waren er na 15 minuten nog steeds mensen in het station (Proulx and Sime, 1991).

De les uit dit – en veel ander – onderzoek⁹⁰ is duidelijk: alarmering wordt veel effectiever als er sprake is van concrete instructies. Kortom: geef na(ast) alarm ook instructie.

De enorme verschillen in ontruimingstijd laten zien dat de tijd om te ontsnappen niet alleen een functie is van ontwerpparameters, zoals loopafstand en uitgangsbreedte. Veel voorspellingen over maximale ontruimingstijden zijn gebaseerd op aantallen mensen, uitgangscapaciteit en mate van brandbeveiliging, en niet op de manier waarop mensen worden gewaarschuwd. Men rekent met andere woorden vanaf het moment dat mensen zich vluchtend in beweging zetten; bijna alsof de vluchters bij de uitgangen klaarstaan⁹¹.

Hier wordt letterlijk een levensgrote kans gemist, want er kan enorm veel tijd gewonnen worden door de periode voordat echt gevlucht wordt in te korten. De Society of Fire Protection Engineers gebruikt in haar handleiding hiervoor het begrip 'delay time' en zegt daarover: *"Notably in reviewing fire and human behavior studies is the scarcity of data on occupant delay time to start evacuation or relocation."* (SFPE, 2003/13).

Communicatieproblemen: WTC-lessen

Bij een calamiteit is een werkend communicatienetwerk essentieel. Bij de WTC-ramp in New York op 11 september 2001 viel het nieuwe mobilfoonnetwerk van de brandweer – evenals andere netwerken – uit en/of was onbruikbaar in hoge gebouwen. Achteraf bleek bij onderzoek dat het internet ten opzichte van de traditionele telefoon- en radionetwerken nog het meest bruikbare netwerk is geweest. In het omvangrijke 'Final WTC Report' (NIST, 2005) wordt een overzicht gegeven van de communicatienetwerken en de problemen welke men daarmee ondervond.

Noot 89 Zie ook de review van Ramachandran (1990) van de ervaringen in de UK.

Noot 90 Zie voor een overzicht onder andere Bryan (2001).

Noot 91 *"The occupants are assumed to be standing at the doorway to the stair on each floor as soon as the evacuation begins. The calculation focuses mainly on points of construction throughout the building (commonly the door to the outside) and calculates the time for the occupants to flow past these points and to the outside."* (Kuligowsky en Peacock, 2005/1).

De New York City Council stelde een diepgaand onderzoek in, resulterend in het rapport *'Technology Lessons Learned from New York City's Response to 9/11'* (Select Committee, 2002). Dit rapport geeft een overzicht van de manco's en voorstellen ter verbetering van het functiebehoud van de momentele communicatienetwerken bij hulpverlening tijdens (grootschalige) calamiteiten. Voorts wordt voorgesteld de bruikbaarheid van nieuwe technologieën te onderzoeken en eventueel toe te passen (zoals VoIP; Voice over Internet Protocol). In dit verband wordt tevens op het grote belang van GIS (Geographic Information Systems) gewezen. Bij calamiteiten is ook een juiste plaatsbepaling van groot belang. Uit de vele onderzoeken naar aanleiding van de WTC-ramp blijkt dat er veel misverstanden waren bij de plaatsbepaling.

Het functiebehoud van communicatienetwerken wordt mogelijk ook in ons land overschat. Onvoorziene storingen in vaste en draadloze netwerken en stroomuitval kunnen (in een ongelukkige combinatie) de communicatie doen beperken of staken. Het komt voor dat het gemeentelijk rampenplan slechts voorziet in het huren van een noodaggregaat bij stroomuitval. Bij calamiteiten moeten hulpverleners voor de ontruiming van een gebouw kunnen beschikken over een blijvend goed functionerend communicatienetwerk, inzetplannen en instrumenten voor een goede route- en plaatsbepaling.

Conclusie

Het is van het grootste belang dat er sprake is van heldere en eenduidige gedragsinstructies en er waar nodig door staf/leiders het goede voorbeeld gegeven wordt. Dit is zo belangrijk, omdat veel mensen de ontruimingswaarschuwingen vaak niet horen/ontvangen, niet herkennen, niet begrijpen of verkeerd interpreteren. Zelfs als ontvangst, herkenning en interpretatie correct verlopen bij iemand, gaat zo iemand eerst nog eens zoeken naar bevestiging. Met dat alles gaat kostbare tijd verloren ('delay time'). Opvallend genoeg wordt de enorme tijdwinst die hier te boeken valt over het hoofd gezien in de huidige ontruimingspraktijk en de wet- en regelgeving.

De tijd die een groep mensen nodig heeft om uit een potentieel gevaarlijke situatie te ontsnappen is een functie van T (tijd om te ontsnappen) = t_1 (tijd om in beweging te komen) + t_2 (tijd om te bewegen en door de uitgangen te vertrekken). Wat we hebben gezien is, dat alle aandacht daarbij tot nu toe uitgaat naar t_2 . Het lijkt er op dat t_1 vergeten wordt. Dat komt misschien, omdat hierover weinig gegevens bestaan. Op grond van enkele experimenten zien we echter wel dat hier enorme winst te halen is (zie het voorbeeld van Proulx en Sime, 1991).

Er zou dus veel meer aandacht moeten komen voor het bekorten van de 'delay time'; de tijd die mensen 'verspillen' voordat ze gaan vluchten. Er zijn richtinggevende ideeën over hoe deze periode bekort kan worden (instructies na(ast) alarmering bijvoorbeeld). In die richting is veel tijdwinst te boeken en in die richting moet dus verder geëxperimenteerd en onderzocht worden⁹².

Noot 92 Zie onderzoeksvoorstel 8: effectief alarmeren in paragraaf 5.2 en onderzoeksvoorstel 9: gebouw, omgeving en effectief vluchtgedrag in paragraaf 5.3 van deel 2.

5.10 Cluster 8: cultuur, taal, omgeving en overige variabelen

Het aantal variabelen dat van invloed is op menselijk vluchtgedrag is enorm. Een set variabelen die van groot belang moet zijn – maar waarover weinig bekend is – betreft cultuur en taal. Cultuur is van invloed op bijvoorbeeld groepsgedrag, rollen en leiderschap. Zo is de Nederlander misschien niet zo geneigd te luisteren naar een leider. Over cultuur blijkt echter weinig tot niets bekend (SFPE, 2003/10).

Taal zou ook een belangrijke factor kunnen zijn, omdat mensen daardoor instructies gewoon niet (goed) kunnen begrijpen. Ook hierover hebben we geen literatuur gevonden. Die literatuur en ervaringen zouden dan overigens vooral niet Amerikaans/Angelsaksisch moeten zijn, omdat dit probleem in het Engelse taalgebied waarschijnlijk minder zal spelen aangezien bijna iedereen wel een beetje Engels spreekt.

Ten slotte zijn er nog weer heel andere factoren die soms onverwachts een belangrijke rol spelen, zoals het weer. Bij koud en regenachtig weer doen mensen bijvoorbeeld eerst een jas aan en dat vergt al snel een seconde of 15 (Pauls, 1980). Bovendien hebben die jassen vervolgens bij de ontruiming op zich nog weer een vertragend effect, zoals Pauls aantoon⁹³.

Naast cultuur, taal en omgeving zullen er ongetwijfeld meer variabelen zijn die het menselijk vluchtgedrag beïnvloeden. We gaan er echter vanuit dat met de bovenstaande reeks de belangrijkste variabelen de revue zijn gepasseerd.

Conclusie

Cultuur en taal spelen vermoedelijk een belangrijke rol als beïnvloeders van gedrag. Daarover is echter weinig bekend. Hiertoe is verder onderzoek nodig⁹⁴. Verder zijn er soms heel basale variabelen die een rol spelen. Zo leidt koud en regenachtig weer tot 'jassenvertraging' bij een ontruiming (eerst jassen aan en vervolgens vormen al die jassen een bewegingsvertrager). Cultuur en taal, maar ook de jassen hebben overigens veel te maken met de problematiek die we bij cluster 7 bespraken: instructies die de ontruimings-tijd kunnen helpen bekorten.

5.11 Conclusies

In dit hoofdstuk is veel informatie opgenomen over menselijk gedrag dat een rol speelt bij het vluchten uit gebouwen in het geval van een calamiteit. De conclusies zijn lang niet altijd eenduidig, maar vooruitlopend op het volgende hoofdstuk kunnen we de volgende conclusies trekken:

- Het is duidelijk dat er ondertussen veel onderzoek op het terrein bestaat; in ieder geval veel meer dan indertijd gebruikt is voor de SBR-studie (SBR, 1984; zie hoofdstuk 2) en dan waarnaar in de wet- en regelgeving wordt verwezen.
- Het staat buiten kijf dat menselijk gedrag van essentieel belang is bij het vluchten uit gebouwen.

Noot 93 Zie ook figuur 40 in SBR, 1984/114.

Noot 94 Zie onderzoek 11: cultuur en taal in paragraaf 5.5 van deel 2.

- De huidige aannames die aan de basis liggen van (delen van) de huidige wet- en regelgeving, zoals op een rij gezet in hoofdstuk 2, zijn te eng ingestoken om recht te doen aan de complexiteit van het menselijk gedrag.
- Lastig is dat veel van het onderzoek dat we hebben bestudeerd een beetje een 'hap snap'-karakter heeft: er wordt per onderzoek/experiment veelal op een vrij klein onderdeel ingegaan. Hierdoor is het moeilijk om een totaaloverzicht te geven van wat de literatuur ons nu leert. Duidelijk is dat menselijk gedrag ons telkens weer verrast. Daarbij spelen veel variabelen een rol. Over hoe alle variabelen bij elkaar komen in het daadwerkelijke menselijk gedrag, is echter nog nauwelijks iets bekend. Het ontbreekt ons hier dan ook aan heldere definities en een omvattend multidisciplinair theoretisch model⁹⁵.

Noot 95 Zie onderzoek 1: vaststellen van definities en variabelen in paragraaf 3.2 en onderzoek 2: ontwikkelen van een theoretisch model in paragraaf 3.3 van deel 2.

6 Samenvatting, conclusies en aanbevelingen

6.1 Inleiding

De quick scan van de literatuur over het menselijk vluchtgedrag uit gebouwen bij calamiteiten had als doel om (we citeren de onderzoeksopdracht):

"Door middel van een quick scan van de relevante literatuur aan te tonen waar op dit moment de lacunes in het beleid zitten en waar mogelijk al direct oplossingen liggen. Door middel van dit onderzoek wordt tevens concreet gemaakt wat de onderzoeksopzet voor het internationale wetenschappelijke onderzoek moet zijn. (...).

Op basis van het literatuuronderzoek moet blijken waar de zogenaamde blinde vlekken en dergelijke in de regelgeving en de literatuur zitten en waar de huidige regelgeving misschien niet meer up to date is."

Als we de kennis over menselijk gedrag, zoals die naar voren komt uit de hoofdstukken 3, 4 en 5, naast de aannames in de wet- en regelgeving leggen, moeten we concluderen dat die twee ver uiteen liggen.

Lacunes in het beleid bestrijken in feite nagenoeg de volle breedte van het veld van menselijk gedrag bij calamiteiten. De regelgeving bestrijkt voornamelijk het rekenen aan ontruiming, waarbij het menselijk gedrag is meegenomen in de vorm van aantallen mensen die binnen bepaalde tijden uit een gebouw kunnen vluchten. Onderbouwing voor de aannames in de regelgeving over menselijk gedrag is slechts zeer beperkt terug te vinden. Bovendien is er zowel in de regelgeving als in de literatuur voornamelijk aandacht voor brand. Er is nauwelijks kennis over het vluchtgedrag bij andere calamiteiten, laat staan dat we weten of het vluchtgedrag bij andere calamiteiten wezenlijk anders is dan bij brand.

Verder zien we dat menselijk gedrag cruciaal is bij het vluchten uit gebouwen, al begrijpen nog weinig van dat gedrag. De onderzoeksuitkomsten wijzen soms verschillende kanten op en ook de onderzoekers die we citeren weten vaak niet waarom mensen een bepaald gedrag vertonen. Voorspellen van gedrag is in een dergelijke situatie al snel een brug te ver.

In dit hoofdstuk trekken we in paragraaf 6.2 conclusies en presenteren we aanbevelingen voor vervolgonderzoek. We grijpen daarbij enigszins 'kris-kras' terug op de bevindingen in de voorgaande hoofdstukken. Daarmee sorteren we alvast voor op deel 2 van dit rapport. Paragraaf 6.3 sluit af met een doorkijk naar dat deel.

6.2 Conclusies en aanbevelingen

6.2.1 Theorievorming

Dit onderzoek laat zien dat mensen zich anders gedragen dan verwacht. Een veelheid aan persoonskenmerken, zowel fysiek als cognitief, is van invloed op het gedrag van mensen bij calamiteiten. Onbekend is echter welke de meest bepalende zijn voor het gedrag. Bovendien is een interessante, en nog grotendeels onbeantwoorde vraag, waarin gebouwen en calamiteiten

nu eigenlijk verschillen in relatie tot menselijk gedrag. Wellicht dat het voor het menselijk vluchtgedrag niet eens primair van belang is, waar iemand zich bevindt: bijvoorbeeld in een gebouw of erbuiten⁹⁶.

Aanbeveling 1: vaststellen van definities en variabelen

Als eerste stap in een grootschalig onderzoeksprogramma is het aan te bevelen een kader op te stellen waaruit gewerkt wordt, bestaande uit definities en variabelen. Heldere definities van de trits gebouw-mens-calamiteit ontbreken tot nu toe. Verder is het van belang inzicht te krijgen in de eigenschappen van gebouwen, mensen en calamiteiten, die onderscheidend zijn voor het uiteindelijke vluchtgedrag.

Ook kunnen we concluderen dat er vooral sprake is van veel – hele leuke, goede en nuttige – pragmatische experimenten, maar dat er geen sprake is van een omvangrijker theoretisch concept, waarbij gewerkt wordt met een nieuwe combinatie van neurologische, psychologische, sociaal-psychologische, sociologische, fysiologische, medische, bouwkundige, mechanische, verkeerskundige, installatietechnische en planologische concepten, die tot een eenheid zijn gesmeed. Iedereen doet op zijn eigen kleine terrein goed onderzoek en nuttige experimenten, maar de mens lijkt soms een beetje zoek (of participeert slechts als proefkonijn).

Vanuit de neurologie/psychologie hebben we reeds gezien dat mensen de neiging hebben zich rationeel te gedragen, waarbij ze gebruik maken van scenario denken. Onder stress kan dit scenario denken echter plaatsmaken voor automatische reacties die gestuurd worden door ingesleten patronen, waarbij er sprake is van een veel minder rationeel gedrag. Het vervallen in automatische reacties zou voorkomen moeten worden, zodat mensen blijven nadenken over de mogelijke opties en de voor- en nadelen daarvan.

Aanbeveling 2: ontwikkelen van een theoretisch model

We pleiten er voor om het probleem van het menselijk gedrag bij het vluchten uit gebouwen in het geval van calamiteiten meer integraal te benaderen en de uit het gebouw vluchtende mens(en) tegelijkertijd vanuit meerdere wetenschappelijke disciplines te benaderen, om zo meer inzicht te krijgen in het complexe samenspel van persoonskenmerken in relatie tot het menselijk gedrag bij calamiteiten. In het bijzonder vereisen de lessen uit de psychologie en neurologie aandacht. We zouden beter moeten weten hoe we mensen kunnen aansporen snel het gebouw te ontruimen ('sense of urgency', "wegwezen hier"), zonder dat dit leidt tot automatische reacties (zoals bevriezen, vluchten of vechten), maar wel tot creatief scenario denken (het afwegen van opties).

De integrale benadering die we voorstaan, vereist een combinatie van theorievorming en experimenteel onderzoek. De theorie stuurt de experimenten. De uitkomsten daarvan kunnen worden teruggekoppeld naar het vooraf gemaakte theoretische model. Een dergelijke aanpak geeft sturing, transparantie en duidelijke resultaten.

Ten slotte vereisen geautomatiseerde ontruimingsmodellen aparte aandacht. Daarvan bestaan er ondertussen vele tientallen, meestal in de vorm van slimme softwarepakketten die commercieel aangeboden worden. We weten eigenlijk niet welke modellen gebruikt worden en hoe deze modellen omgaan met menselijk vluchtgedrag. Het lijkt erop dat sommige modellen

Noot 96 Onderzoek van Willems (2005), dat we op het einde van hoofdstuk 4 bespraken, lijkt in die richting te wijzen.

uitgaan van een ideaal ontruimingsproces, waardoor ze essentiële variabelen missen, zoals 'tegenstroom'. Modellen waarin relevante aspecten van menselijk gedrag ontbreken, hebben geen relatie tot de realiteit, zoals die uit ons onderzoek blijkt.

Aanbeveling 3: analyseren van ontruimingsmodellen

Een nadere analyse van ontruimingsmodellen is gewenst. De ontwikkelingen op dit gebied gaan snel, met name in de USA, UK en Zweden. We weten op dit moment onvoldoende welke modellen gebruikt worden, maar we weten vooral niet wat er in de modellen aan gedragsvariabelen wel of niet is opgenomen. Het is dan ook belangrijk beter zich te krijgen op de manier waarop menselijk gedrag in de modellen is verdisconteerd. Verder wordt een (soort) kwaliteitsnorm gemist die vastlegt aan welke minimale inhoudelijke eisen een model moet voldoen. Nog meer prioriteit heeft echter het zorgen voor transparantie. Op dit moment worden hoogstwaarschijnlijk modellen gebruikt, waarvan mensen op de werkvloer (architect, gebouwbeheerder, vergunningverlener, brandweer) niet weten welke variabelen er in zitten, hoe die variabelen gewogen worden en hoe er gerekend wordt.

6.2.2 Praktijkervaringen

Structurele datavergaring (cijfers) over calamiteiten ontbreekt. Niemand weet hoeveel en wat er eigenlijk plaatsvindt. Zelfs een heldere definitie van het begrip 'calamiteit' ontbreekt. Over brand lijkt meer bekend, maar wie iets preciezere vragen stelt over aard en omvang komt al snel voor veel vraagtekens te staan, zeker in internationaal verband.

Cijfers zijn er nooit genoeg, maar wat in dit geval vooral lijkt te ontbreken, is kennis over de aard en omvang van de allerkleinste (startende) incidenten, en het verloop daarvan tot grotere calamiteiten en/of calamiteiten die juist uitdoven, of in de kiem gesmoord worden. Zo wordt er bijvoorbeeld wel gezegd dat mensen snel moeten vluchten in plaats van een brand/calamiteit te bevechten, maar niemand weet of misschien het bevechten van een brand/calamiteit in 99,99% van de gevallen veel handiger – want succesvol – zou kunnen zijn (of in 80% van de gevallen, of in 40%?).

In het veiligheidsbeleid in de industrie hanteert men de incidentenpiramide: de paar dodelijke ongelukken zijn het topje van een piramide. Onder de top zitten iets meer zwaargewonden en daar weer onder veel meer lichtgewonden. De basis van de piramide bestaat uit duizenden minimale incidenten, die niet geregistreerd worden en die op hun beurt weer rusten op het zeer omvangrijke fundament van 'bijna-incidenten'. Wie de top wil verkleinen (minder doden), kan het beste aan de basis beginnen. Er bestaat echter bij ons weten geen goed beeld van deze piramide als we praten over calamiteiten. Ook hebben we geen goed beeld wat mensen over hebben voor meer – of minder! – veiligheid.

Collectief trainen en oefenen met het ontruimen van gebouwen zijn van groot belang, maar ook als individu kun je oefenen door vooraf zelf te kijken en te proberen ("hoe kom ik er uit?", "wat zou ik moeten/kunnen doen als zich een calamiteit voordoet?"). Dit valt onder de noemer veiligheidsbewustzijn. We weten niet hoe het met dat bewustzijn is gesteld. Ook is het nog maar de vraag hoe de mate van veiligheidsbewustzijn van invloed is op de mate waarin die persoon veilig gedrag tentoonspreidt.

Aanbeveling 5: veiligheidsbewustzijn in de praktijk

Het veiligheidsbewustzijn van mensen verdient een nadere verkenning. Het bevorderen van dit bewustzijn zou kunnen bijdragen aan het vertonen van 'gewenst menselijk gedrag' ter voorkoming van en ter voorbereiding op calamiteiten.

Trainen en oefenen zijn ook van belang, omdat steeds weer blijkt dat vluchtroutes genegeerd worden. Hoe vaak er wordt geoefend en zou moeten worden geoefend, is onbekend. Informatie uit de praktijk doet het vermoeden rijzen dat de aanmoedigingen en verplichtingen om te trainen en oefenen wel eens minder effectief kunnen zijn dan gedacht. Kennis op andere veiligheidsterreinen (valse alarmeringen van inbraak in woning/bedrijf) laat wel zien dat bij te veel training en oefening vermoeidheid optreedt bij mensen (ook professionals). Te weinig oefenen is echter ook weer niet goed, want dan wordt er geen nieuw gedrag ingesleten.

Aanbeveling 6: training en oefening in de praktijk

De stand van zaken omtrent training en oefening verdient een nadere verkenning. Er moet over worden gewaakt dat er te weinig – of juist te veel – wordt getraind en geoefend. Waar het optimum ligt, moet worden uitgezocht.

Ten slotte bieden calamiteiten uit het verleden een schat aan informatie, waarvan nauwelijks gebruik wordt gemaakt. Er komt in de praktijk echter veel kennis over menselijk gedrag bij elkaar.

Aanbeveling 7: lessen uit calamiteiten uit het verleden

Er zou dan ook structureel meer onderzoek moeten zijn naar de lessen die getrokken kunnen worden uit calamiteiten uit het verleden. Onderzoek zoals door Kobes (2006) uitgevoerd naar enkele tientallen fatale woningbranden levert nuttige resultaten op. Internationaal kijken naar de praktijkervaringen die opgedaan zijn bij calamiteiten gebeurt nog nauwelijks, waardoor kansen gemist worden om tot 'evidence based' verbeteringen in beleid en wet- en regelgeving te komen.

6.2.3 Kennislacunes

Veel zaken op het gebied van menselijk gedrag lenen zich goed om mee te experimenteren. Over een aantal weten we echter nog zo weinig, dat het verstandig is vooronderzoek te doen. Zo is er weinig aandacht voor het hele proces van signaleren (ontvangst, herkenning, interpretatie) en besluitvormen dat aan het vluchten voorafgaat. Het is alsof *"the occupants are assumed to be standing at the doorway to the stair on each floor as soon as the evacuation begins"*, zoals Kuligowski en Peacock (2005/1) cynisch opmerkten. De onderzoeken die we in de voorgaande hoofdstukken hebben zien passeren, geven echter een totaal ander beeld: er gaat – zonder speciale maatregelen – erg veel tijd verloren eer mensen tot vluchten besluiten.

De totale tijd ontruimingstijd is een optelsom van de tijd om in beweging te komen (t1) en de tijd om te bewegen en door de uitgangen te vluchten (t2). Tot nu toe wordt er veel nadruk gelegd op 'de vlucht zelf'. Aannames dat mensen binnen enkele minuten 100% effectief vluchten zijn veel te optimistische schattingen, die zelden gehaald zullen worden. Wel kan t1 met vele minuten bekort worden door informatie, communicatie, instructie en leiderschap. Duidelijke gedragsinstructies ("doe dit, doe dat") in combinatie met

strakke leiding van staf, personeel en BHV zijn hierbij van levensbelang.

De activiteiten die mensen uitvoeren voor, of op het moment dat zich een calamiteit voordoet⁹⁷, hangen hiermee samen: slapen, gebruik van drugs/drank/medicijnen en commitment/concentratie (met oogkleppen op blijven doen wat je deed, of wil doen). Het werkt niet mee om een gebouw snel te laten leegstromen. Toch moet dit als een 'fact of life' gezien worden. Er blijkt overigens wel wat aan te doen: alarmering, focus (een natuurlijke aandachtsplek/trekker waar mensen naar kijken, bijvoorbeeld een toneel, een receptie) en slimme instructies kunnen weer zeer bevorderend werken.

Aanbeveling 8: effectief alarmeren

Er moet veel meer aandacht worden besteed aan (het bekorten van) de tijd die verloren gaat, voordat mensen besluiten te vluchten. Het waarnemen en interpreteren van signalen staat daarbij centraal. We vatten het proces van signaleren en besluitvormen gemakshalve samen onder de noemer 'effectief alarmeren'. Daarbij nemen de activiteiten van mensen voorafgaand aan of ten tijde van de calamiteit een bijzondere plaats in.

Vervolgens concluderen we dat er in de afgelopen decennia in de regelgeving veel aandacht is besteed aan de bezettingsgraadklassen⁹⁸ en de – vooral fysieke – variabelen die de uitstroom uit een gebouw beïnvloeden (breedte en lengte van het 'uitgankelijkheidssysteem' met al zijn deuren, gangen, ruimtes, trappen, etc.). Het tijd/ruimtelijk-gedrag van mensen heeft echter weinig aandacht gekregen: hoe spreiden we mensen mooi evenredig over de totale ruimte, hoe zorgen we dat mensen alle uitgangen gebruiken als dat echt nodig is, etc.? Ook weten we nog te weinig hoe het gebouwonterwerp en vluchtrouteaanduidingen kunnen bijdragen aan effectief vluchtgedrag. Eveneens hierbij dient rekening gehouden te worden met de activiteiten die mensen voor de calamiteit ondernamen.

Aanbeveling 9: gebouw, omgeving en effectief vluchtgedrag

Nader onderzoek is vereist op het kruispunt van terrein, gebouw, omgeving en effectief vluchtgedrag. In de door ons onderzochte literatuur kwamen we al wel doorkijkjes tegen naar bruikbare oplossingen. Zo blijkt de detailhandel bijvoorbeeld veel kennis te hebben over het verleiden van mensen zich op een bepaalde ruimtelijke manier te gedragen. Daardoor wordt het misschien mogelijk mensen beter te spreiden over ruimtes, waardoor ontruiming weer eenvoudiger en sneller mogelijk is. Ook is bijvoorbeeld in de maritieme hoek kennis opgedaan over vluchtrouteaanduidingen, die de bouwwerkvloer nog niet heeft bereikt.

Verder blijkt cruciaal te zijn of mensen alleen, met een aantal losse individuen, of als groep opereren. Als er sprake is van een aantal mensen (drie of meer) gaat al snel iedereen naar de ander(en) kijken en doet niemand nog iets ('bystander-problematiek'). Ook meer of minder hechte sociale groepen hebben zo hun eigen voordelen (men helpt elkaar) en nadelen (men mengt als groep tussen de individuen). Met deze belangrijke sociaal-psychologische kennis wordt nog weinig rekening gehouden.

Noot 97 In het Engels is het mooi samen te vatten als 'activity matters'.

Noot 98 Overigens dragen de brandbreedtes in de bezettingsgraadklassen niet altijd bij aan de veiligheid. Het leidt ertoe dat in de praktijk de grenzen van het toelaatbare worden opgezocht. Een getal als afspiegeling van het gemiddelde gebruik kan leiden tot een hoger veiligheidsniveau.

Aanbeveling 10: groepsgedrag

Een nadere verkenning van de sociaal-psychologische kennis en literatuur op het gebied van groepsgedrag lijkt ons van belang.

We verwachten dat cultuur en taal van eveneens groot belang moeten zijn, maar ook hier is nog te weinig over bekend.

Aanbeveling 11: cultuur en taal

Om de lacunes in kennis over cultuur en taal op te vullen, is meer onderzoek nodig.

6.2.4 Experimenten als integrerend onderzoek

De aannames in de regelgeving zijn gebaseerd op een beperkt aantal niet al te recente studies. Het mag bevreemding wekken dat in de afgelopen kwart eeuw nauwelijks nieuwe onderzoeken in Nederland zijn uitgevoerd, terwijl het niet enorm ingewikkeld en begroetelijk lijkt te zijn om bijvoorbeeld onderzoeken als die van Wood en Bryan in Nederland te repliceren. In de oude studies is voor de loopsnelheden gebruik gemaakt van onderzoek waarbij studenten zich door deuren persen, en voor de capaciteit van vluchtwegen is gebruik gemaakt van meetgegevens die zijn verkregen in de Londense metro van 50 jaar geleden. Het gaat hierbij dus om ideale proefpersonen (studenten, forensen) en ideale omstandigheden (geen tegenstroom).

Het is de vraag of er voldoende rekening gehouden wordt met mensen met beperkingen (doof, blind, rolstoeler, loopproblemen, tijdelijk gehandicapt met gipsbeen/-arm, hart- en ademhalingsproblemen, psychiatrische patiënten en verstandelijk gehandicapten). Het betreft hele grote aantallen Nederlanders (ter gedachtenbepaling: één op de acht Nederlanders⁹⁹). Als we ook de groep 65+ en de hele jonge Nederlanders meenemen, praten we nu al over een kwart van de bevolking. De demografische modellen laten zien dat in 2040 23,6% van de bevolking 65+ is.

Meer aandacht voor – en onderzoek naar – ouderen en mensen met beperkingen lijkt dan ook geen luxe. Dat geldt des te meer, omdat onder invloed van vermaatschappelijking en extramuralisering 'bijzondere groepen' steeds meer vanuit bos en hei in wijk en buurt terecht komen. Het beleid van de overheid en zorgverzekeraars/-aanbieders koerst aan op een totale sluiting van instituties van enige omvang, zoals grote psychiatrische inrichtingen en verzorgingshuizen.

Aanbeveling 12: experimenteren met menselijk gedrag

De kennis die is opgedaan zou uiteindelijk moeten uitmonden in een experimentenprogramma, waarin de hypothesen die uit de voorafgaande onderzoeken naar voren zijn gekomen, worden getoetst. Voorop staat dat daarbij veel meer dan voorheen een mix van mensen betrokken moet worden.

Noot 99 Omdat de verschillende groepen niet mogen worden opgeteld – er zijn overlappingen – verwijzen we terug naar de exacte getallen, zoals vermeld in hoofdstuk 5 (zie tabel 5.1).

6.3 Tot besluit

De conclusies en aanbevelingen in dit hoofdstuk bevatten veel aanknopingspunten voor mogelijke aanpassingen in de wet- en regelgeving. Enerzijds kan met de huidige kennis over bijvoorbeeld vluchtrouteaanduidingen onderzoek worden opgezet om bepalingen in de regelgeving optimaliseren ten aanzien van het menselijk gedrag. Anderzijds zijn er vele aspecten van menselijk gedrag aan de orde geweest, waaraan de regelgeving volledig lijkt te zijn voorbij gegaan, waaronder psychologische inzichten en de dynamiek van het ontruimingsproces. Onderzoek naar dergelijke inzichten zouden tot een geheel andere insteek van de regelgeving kunnen leiden. Daarop gaan we in het tweede deel van deze rapportage nader in.

Het uitvoeren van het onderzoeksprogramma, zoals dat in deel 2 van dit rapport wordt gepresenteerd, vergt tijd. Met de herijking van beleid en regelgeving zal dit zeker enkele jaren beslaan. Daardoor ontstaat een lastig dilemma. De quick scan heeft immers duidelijk gemaakt dat menselijk vluchtgedrag een belangrijke factor is om rekening mee te houden bij het ontwerpen van gebouwen en het inrichten van de organisatie (inclusief hulpverlening). Met het oog op het verhogen van het brandveiligheidsbewustzijn van alle bij brandveiligheid betrokken actoren, is het in onze ogen niet verstandig af te wachten tot het onderzoeksprogramma is afgerond. We stellen dan ook voor op de korte termijn te voorzien in een aantal kennisoverdrachtsactiviteiten.

Deel 2 Onderzoeksprogrammering



1 Inleiding

1.1 Toelichting op fase 2 van het onderzoek

De conclusies en aanbevelingen in hoofdstuk 6 van de quick scan vormen de basis voor fase 2 van het onderzoek, waarin we – mede op basis van twee klankbordgroepsessies – tot een onderzoeksprogramma zijn gekomen.

Als eerste stap zijn alle aanbevelingen op een rij gezet en uitgewerkt tot beknopte onderzoeksvoorstellen¹⁰⁰. Bij de uitwerking van de aanbevelingen is in overleg met de opdrachtgever bewust gekozen voor een korte en bondige opzet. Elk onderzoeksvoorstel beslaat 1 tot 2 pagina's. De voorstellen zijn bijgesteld op basis van commentaar van de ministeries van BZK en VROM. Vervolgens zijn ze voorgelegd aan twee klankbordgroepen¹⁰¹. Deze groepen kregen de quick scan (in concept) en een eerste opzet van de onderzoeksprogrammering voorgelegd¹⁰². De deelnemers werden de volgende vragen gesteld:

- 1 Is de set van aanbevelingen compleet?
- 2 Welk commentaar heeft u op de afzonderlijke onderzoeksvoorstellen (met de kanttekening dat er meer uitwerkingen mogelijk zijn)?
- 3 Welke suggesties heeft u om te komen tot een onderzoeksprogrammering (denk aan prioritering, fasering, volgorde, keuzes, etc.)?

Vanuit de klankbordgroepen was er veel instemming met het gestarte onderzoekstraject, waarin menselijk gedrag centraal gesteld werd. Daarbij vielen veelvuldig termen als 'belangrijk', 'hoognodig', 'goed', 'gedurfd, maar prima'. Over het algemeen was er instemming met de concepttekst van de quick scan en werd ook hier gesteld dat het belangrijk was dat deze tekst er lag.

Voor wat betreft fase 2 van het onderzoek (onderzoeksprogramma) was de belangrijkste aanbeveling vanuit de klankbordgroep om het simpel te houden. Er is weinig kennis beschikbaar, waardoor praktijkervaringen en experimenten een prominente plaats zouden moeten innemen in het onderzoeksprogramma. Op basis van de uitkomsten van de klankbordsessies hebben we de oorspronkelijke voorstellen bijgesteld en verder uitgewerkt tot het in dit deel gepresenteerde onderzoeksprogramma. Vanzelfsprekend waren per onderzoek vele uitwerkingen mogelijk. We hebben ons echter beperkt tot in onze ogen 'de beste'. Daarbij is ook rekening gehouden met praktische zaken, als haalbaarheid, 'prioriteit' en mogelijke slimme combinaties van de onderzoeksvoorstellen.

Noot 100 Daarbij hebben we in een aantal gevallen de oorspronkelijke aanbevelingen gecombineerd of juist gesplitst. In deze versie van het rapport zijn de aanbevelingen en onderzoeksvoorstellen op elkaar afgestemd. Vanwege bijstellingen en uitbreidingen die gaandeweg hebben plaatsgevonden, zijn ze echter bewust niet altijd volledig naast elkaar passend uitgewerkt.

Noot 101 Om misverstanden te vermijden: na afronding van de quick scan is ook op 5 juli 2006 al een klankbordgroepsessie gehouden om de quick scan te toetsen op juistheid en volledigheid.

Noot 102 Versie 6 december 2006, die in totaal 13 onderzoeksvoorstellen telde, uitgewerkt op 26 pagina's.

De quick scan vormt de onderlegger voor dit tweede deel van deze onderzoeksrapportage. Dat betekent dat we hier niet meer ingaan op zaken als definities, aantallen, beschikbare literatuur en dergelijke. Voor de onderbouwing van de onderzoeksvoorstellen verwijzen we dan ook terug naar deel 1.

1.2 Opzet van de rapportage

In hoofdstuk 2 laten we het onderzoeksprogramma voorafgaan door een inleiding over onderzoeksmethoden. De onderzoeksmethoden vormen de basis voor clustering van de onderzoeksvoorstellen. Binnen wordt een aantal onderzoeken in een vast format nader uitgewerkt.

In hoofdstuk 3 gaan we in op het eerste cluster van onderzoeken. Daarin staat de theorie van menselijk vluchtgedrag uit gebouwen centraal.

In hoofdstuk 4 presenteren we het tweede cluster. Deze cluster is gericht op de praktijk van menselijk vluchtgedrag uit gebouwen.

In hoofdstuk 5 wordt een cluster van pre-experimenteel onderzoek uitgewerkt.

In hoofdstuk 6 komt alles samen in experimenteel onderzoek. Hoewel uit het oogpunt van integratie dit hoofdstuk aan het einde komt, ligt hier wat ons betreft de nadruk op.

In hoofdstuk 7 sluiten we af met aandacht voor organisatie en kennisoverdracht.

2 Onderzoeksmethoden¹⁰³

2.1 Inleiding

Voordat de aanbevelingen uit de quick scan worden uitgewerkt, geven we in dit hoofdstuk een toelichting op onderzoeksmethoden. Aan bod komen methoden van onderzoek (paragraaf 2.2), methoden van dataverzameling (paragraaf 2.3) en een typering van informanten (paragraaf 2.4).

2.2 Methoden van onderzoek

In de methoden van onderzoek die kunnen worden gebruikt bij het onderzoek naar menselijk vluchtgedrag uit gebouwen zijn grofweg de hieronder genoemde zes soorten te onderscheiden. Aan deze soorten van onderzoek kan tevens een rangorde van de kwaliteit van de conclusies worden gekoppeld. De soorten van onderzoek zijn in het onderstaande in volgorde gezet van sterkte van de conclusies waartoe ze kunnen leiden. Hierbij gaat het om een globale ordening, aangezien de precieze uitvoering van elk onderzoeken uiteindelijk bepalend is voor de sterkte van de conclusies.

- 1 **Experimenten**, waarbij condities systematisch worden gevarieerd en personen blind of aselekt worden toegewezen aan condities. Er zijn diverse soorten experimentele ontwerpen beschikbaar, waarbij standaardanalysemethoden aangewezen zijn. Het ontwerp omvat een of meer voormetingen, de variatie in condities en een of meer nametingen, waarbij idealiter ook nog met controlegroepen wordt gewerkt (pre/post control group design). Experimenten vormen een sterk type onderzoek met goede controle en sterke conclusies.
- 2 **Quasi-experimenten**, waarbij natuurlijke condities (soort ramp) of statistische groepen (soort slachtoffer) onderscheiden worden, waarbij de natuurlijke condities niet goed vergelijkbaar hoeven te zijn (gecategoriseerd) en waaraan personen niet blind of aselekt zijn toegewezen aan condities. Door een gebrek aan controle over de natuurlijke condities en de deelnemende personen kan dit soort onderzoek alleen leiden tot zwakke of matig sterke conclusies. Het onderzoek leidt tot sterkere conclusies dan correlatieel onderzoek als de conditie voorafgaat aan de overige metingen, of als het onderzoek een longitudinaal karakter heeft (herhaalde metingen in de tijd bij dezelfde personen).
- 3 **Simulatieonderzoek**, waarbij kenmerken van de omgeving en kenmerken van personen virtueel gevarieerd worden al dan niet in een (experimenteel) ontwerp of een beperkt model. De conclusies uit dit onderzoek zijn sterk afhankelijk van de plausibiliteit van de aannames over de kenmerken van de omgeving, de kenmerken van personen, het aantal trekkingen, het aantal replicaties en dergelijke. Veelal zijn de conclusies matig sterk, omdat zelden duidelijk is op welke punten de simulaties overeenkomen met de werkelijkheid.

Noot 103 Met dank aan Harrie Vorst, Universiteit van Amsterdam.

- 4 **Correlatieel onderzoek**, waarbij diverse metingen tegelijkertijd of met tussenpozen worden uitgevoerd. Aan dit onderzoek ligt geen ontwerp ten grondslag. De conclusies uit correlatieel onderzoek zijn zwak. Desondanks is deze methode van onderzoek zeer populair in het toegepast wetenschappelijk onderzoek. De metingen kunnen wel gemoduleerd worden in een min of meer gestructureerd model. Bij succesvolle modulering van de verbanden kunnen conclusies als zwak omschreven worden.
- 5 **Literatuuronderzoek**, met name meta-analyses, bestaat uit min of meer systematisch uitgevoerde studies met al dan niet statistische analyses over resultaten van eerder onderzoek. Het kwalitatief onderzoek ('literature review') leidt tot bijzonder zwakke conclusies, vooral als bronnen elkaar tegenspreken of onvergelijkbaar zijn. Het kwantitatief onderzoek ('meta-analysis') is vergelijkbaar met correlatieel onderzoek en leidt tot zwakke conclusies.
- 6 **Kwalitatief onderzoek**, bestaat uit metingen op ongeordend of categoriaal niveau. Het materiaal bestaat veelal uit verbale kwalificaties. De analysemogelijkheden zijn zeer beperkt. De conclusies zijn bij benadering onwetenschappelijk of zeer voorlopig.

Het spreekt vanzelf dat bij de keuze van de methode van onderzoek het is aan te bevelen op een zo hoog mogelijk niveau uitspraken te kunnen doen over de resultaten. Dit is echter ook afhankelijk van de kennis die reeds is opgedaan.

2.3 Methoden van dataverzameling

Naast de zes methoden van onderzoek kunnen vijf methoden van dataverzameling worden onderscheiden:

- 1 **Observaties** van situaties en menselijk gedrag. Observaties kunnen uitgevoerd worden met behulp van systematische observatieschema's die geschikt zijn voor kwantitatieve gegevens, maar ook aan de hand van kwalitatieve veldnotities, observatieverslagen en dergelijke. Hieronder vallen ook retrospectieve verslagen van observaties, zoals getuigenverklaringen, verslagen van aanwezigen of rapporten/processen verbaal van politie en brandweer. Bij systematische observaties kunnen getrainde personen of experts als observatoren gebruikt worden.
- 2 **Beoordelingen** (retrospectief, gelijktijdig of prospectief) door derden van situaties en menselijk gedrag. De beoordelingen kunnen met behulp van systematische beoordelingsschema's uitgevoerd worden, of door kwalitatieve beoordelingsgesprekken over personen, objecten of gebeurtenissen. De beoordelingen kunnen uitgevoerd worden door mensen die bekend zijn met de situaties of personen, door experts, of door toevallig aanwezigen.
- 3 **Vragen** naar situaties en menselijk gedrag in een persoonlijk gesprek (interview), met behulp van enquêtes per post, met behulp van enquêtes via de telefoon of met behulp van enquêtes via internet of fax. Het interview verloopt aan de hand van een interviewschema en de enquête aan de hand van een vragenschema. Beide kunnen kwalitatief of ongestructureerd zijn, maar ook systematisch en gestructureerd.
- 4 **Testen** van mensen op kennis, vaardigheden, persoonlijkheid, houdingen en dergelijke. Hierbij gaat de gedachte uit naar psychologische tests en vragenlijsten met een empirisch ondersteund meetmodel. Ook hier worden kwalitatieve en kwantitatieve methoden onderscheiden. Kwalitatieve

methoden hebben meestal geen empirisch ondersteund meetmodel.

- 5 **Analyse van bestaand materiaal**, zoals brieven, boeken, kranten, archieven en notulen. De methoden van analyse kunnen ook hier sterk verschillen op de as ongestructureerd en kwalitatief versus gestructureerd en kwantitatief. In het onderzoek naar (historische) calamiteiten en rampen is dit soort dataverzameling veel gebruikt.

De keuze van de methode van dataverzameling kan bijdragen aan de sterkte van de conclusies. Kwalitatieve toepassingen kunnen een goed idee geven van de zaken die een rol spelen. Dergelijke technieken geven inventariserende informatie. Kwantitatieve toepassingen kunnen bij uitstek empirische onderbouwing geven hoe zaken die een rol spelen met elkaar samenhangen.

2.4 Soorten informanten

Voor onderzoek naar het menselijk gedrag bij het vluchten van gebouwen kan worden gedacht aan de volgende informanten.

- 1 **Ervaringsdeskundigen**, personen die een vlucht uit gebouwen hebben meegemaakt, of die personen kennen die dat hebben meegemaakt. Deze mensen zijn bereikbaar via algemeen bevolkingsonderzoek met behulp van filtervragen (bijvoorbeeld: “Heeft u wel eens uit een gebouw moeten vluchten?” of “Heeft u wel eens deelgenomen aan een ontruimingsoefening uit het gebouw waarin u werkzaam bent?”).
- 2 **Hulpverleners**, die uit gebouwen gevluchte personen hebben opgevangen. Te denken valt aan politiemensen, brandweerlieden, ambulancepersoneel, eerste-hulp-verleners van ziekenhuizen en artsen. Deze mensen zijn te bereiken via beroepsorganisaties en werkplekken.
- 3 **Leiders van ontruimingsoefeningen** in gebouwen. Het betreft hier arbo-medewerkers, BHV-ers of medewerkers van afdelingen veiligheid van bedrijven en organisaties. Deze mensen zijn bereikbaar via die bedrijven en organisaties.
- 4 **Verantwoordelijken voor het veiligheidsbeleid** in gebouwen. Te denken valt aan wetgevende en controlerende ambtenaren, handhavende inspecties, politici en arbo-deskundigen. Deze personen zijn via politieke en maatschappelijke organisatie op diverse niveaus (landelijk, provinciaal en gemeentelijk) bereikbaar.
- 5 **Bouwpartijen** die de fysieke voorwaarden scheppen voor het vluchten uit gebouwen. Te denken valt aan projectontwikkelaars, architecten, aannemers, bouwkundig ingenieurs en ambtenaren van bouw- en woningtoezicht. Deze mensen zijn te bereiken via beroepsorganisaties, bedrijven en gemeenten.
- 6 **Experts** op diverse gebieden die iets kunnen weten over menselijk gedrag tijdens vluchten. Te denken valt aan wetenschappers op het gebied van sociale, medische en biologische wetenschappen en op het gebied van calamiteitenonderzoek. Deze mensen zijn te bereiken via universiteiten en onderzoeksinstituten.

De groepen 1-3 lijken het meest geschikt om te benaderen voor feitelijke gegevens over vluchten uit gebouwen en het gedrag van mensen. De groepen 4-6 lijken het meest geschikt voor theoretische en normatieve informatie daarover.

3 Theorie van menselijk vluchtgedrag uit gebouwen

3.1 Inleiding

In deze eerste cluster van onderzoeken staan definities, variabelen en theorieën over het menselijk vluchtgedrag uit gebouwen centraal. Het gaat hierbij om een combinatie van aanvullend literatuuronderzoek en kwalitatief onderzoek om te komen tot modellen die richting kunnen geven aan het praktische en (pre-)experimentele onderzoek. Experts spelen een belangrijke rol bij de theorievorming, omdat op het snijvlak van mensen, gebouwen en calamiteiten weinig specifieke literatuur voorhanden is. De verwachting is dat ook op aanpalende vakgebieden nauwelijks op menselijk vluchtgedrag toegesneden kennis beschikbaar zal zijn. Daarom worden experts op een tiental relevante vakgebieden gevraagd een visie daarop te ontwikkelen.

In deze cluster onderscheiden we drie onderzoeken:

- vaststellen van definities en variabelen (paragraaf 3.2);
- ontwikkelen van een theoretisch model (paragraaf 3.3);
- analyseren van ontruimingsmodellen (paragraaf 3.4).

Met deze onderzoeken kan een gemeenschappelijk kader gebouwd worden dat als basis dient voor de vervolgonderzoeken. Een dergelijk kader is van belang, aangezien waarschijnlijk meerdere onderzoeken, onderzoekers en instituten betrokken zullen worden bij het vervolgonderzoek. Het vooraf vaststellen van één kader geeft daarbij richting en houvast en bevordert de sturingsmogelijkheden door de opdrachtgever. Ten slotte is ook de transparantie ermee gediend.

Overigens moet de kaderstelling en modelbouw die we in deze cluster voorstellen niet gezien worden als vaststaand en onveranderbaar. Integendeel: juist het vervolgonderzoek zal later definities, modellen en variabelen nuanceren en (doen) veranderen. Het kader, dat mede door de drie hierna volgende onderzoeken ontstaat, moet daarom gezien worden als een aan te vullen, of te falsificeren bouwwerk.

De onderzoeken in deze cluster kunnen in nationaal verband worden uitgevoerd, waarbij vanzelfsprekend wel gebruik wordt gemaakt van internationale literatuur en experts.

3.2 Onderzoek 1: vaststellen van definities en variabelen

3.2.1 Inleiding

In het onderzoek naar menselijk gedrag bij het vluchten uit gebouwen staan mensen, gebouwen en calamiteiten centraal. Deze begrippen blijken echter niet duidelijk gedefinieerd te zijn. Zo ontbreekt bijvoorbeeld een duidelijke definitie van een calamiteit. Ook ontbreekt helder onderscheid in soorten calamiteiten, terwijl de ene calamiteit waarschijnlijk tot andere bedreigingen en gedragingen leidt dan andere. Daarbij kan bijvoorbeeld gedacht worden aan rook en straling die vrij specifiek behoren bij de calamiteit 'brand'. Een

nog grotendeels onbeantwoorde vraag is ook waarin mensen, gebouwen en calamiteiten onderling verschillen in relatie tot vluchtgedrag. Het zou bijvoorbeeld kunnen dat het voor het vluchtgedrag van mensen niet van primair belang is, waar zij zich bevinden: in een gebouw of erbuiten. Voor de quick scan was dit nog niet van belang. Voor het vervolgonderzoek is het echter nuttig definitieproblemen op te lossen, zodat vanuit hetzelfde kader kan worden gewerkt.

3.2.2 Doelstelling

Doel van dit onderzoek is te komen tot eenduidige definities van de drie centrale begrippen die een rol spelen bij menselijk vluchtgedrag, te weten 'mensen', 'gebouwen' en 'calamiteiten', en de voor het vluchtgedrag relevante variabelen daarbij. Dit moet beperkt blijven tot een 'simpele' set van definities en variabelen om ten behoeve van de andere onderzoeken een eenduidige taal te creëren. Dit vormt de basis voor onderzoek 2: ontwikkeling van een theoretisch model. Pas daar wordt gekeken naar de onderlinge relaties en de mate waarin en hoe de hier onderscheiden variabelen menselijk vluchtgedrag daadwerkelijk sturen (modelvorming).

3.2.3 Probleemstelling

Wat zijn de relevante eigenschappen van de begrippen 'mensen', 'gebouwen' en 'calamiteiten' die leiden tot verschillen in vluchtgedrag?

3.2.4 Onderzoeksvragen

- 1 Welke soorten menselijke activiteiten en eigenschappen moeten worden onderscheiden als relevante variabele voor verschillen in vluchtgedrag; (denk aan slapen/waken, zelfredzaam/niet-zelfredzaam bij vlucht, alleen/(bekende) groep, bekende/onbekende omgeving)?
- 2 Welke soorten gebouweigenschappen moeten worden onderscheiden (binnen/buiten, gebouwfunctie)?
- 3 Welke soorten eigenschappen van calamiteiten moeten worden onderscheiden (brand/anders, incidenten/rampen/crisissen, massaalheid, impact, mate van destructie)?
- 4 Hoe kunnen de begrippen 'mensen', 'gebouwen' en 'calamiteiten' in het licht van het voorgaande worden gedefinieerd?

3.2.5 Globale onderzoeksaanpak

Fase 1 – Ontwikkeling

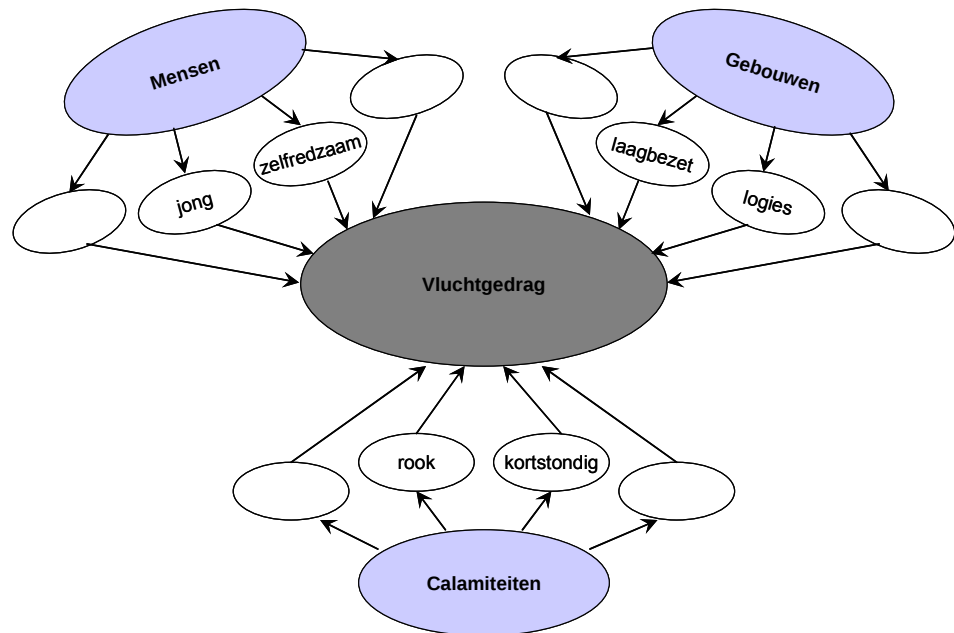
- Stap 1: Uitwerken van het conceptmodel in figuur 1, op basis van de informatie uit de quick scan.
- Stap 2: Voorleggen van het model aan een tot twee deskundigen per onderwerp (mensen, gebouwen en calamiteiten).
- Stap 3: Bijstellen van het model aan de hand van de inbreng van de deskundigen.

Stap 4: Rapportage met definities en relevante variabelen. Voor alle duidelijkheid: bij het vaststellen van de relevante variabelen gaat het om de open bolletjes in figuur 1, waarin ter verduidelijking een aantal voorbeelden is opgenomen.

Fase 2 – Toetsing

Stap 5: Bijstelling – en op een aantal nader onderzochte aspecten verdere verfijning – van definities en variabelen als het onderzoeksprogramma is doorlopen (zie ook paragraaf 3.3).

Figuur 3.1 Conceptmodel van relevante variabelen voor vluchtgedrag



Nota bene: in dit schema is zeker ook de hulpverlening – en specifiek de BHV – van groot belang, omdat deze een intermediaire rol speelt tussen de getoonde begrippen. Zo heeft de BHV de leiding over de in het gebouw aanwezige mensen, kennen zij de vluchtmogelijkheden en weten zij (veelal) welke calamiteit zich afspeelt, waardoor zij het vluchtgedrag in belangrijke mate (positief) beïnvloeden.

3.3 Onderzoek 2: ontwikkelen van een theoretisch model

3.3.1 Inleiding

De quick scan van de literatuur maakt in ieder geval een ding duidelijk: mensen gedragen zich anders dan verwacht als zij vluchten uit gebouwen. Er is echter veel nog weinig onderzoek gedaan naar de vraag hoe daarmee rekening te houden, dan wel hoe dit gedrag is dit te beïnvloeden. Iedereen doet op zijn eigen kleine terrein goed onderzoek en nuttige experimenten, maar een omvattend theoretisch model ontbreekt. In een dergelijke theoretisch model kunnen neurologische, psychologische, sociaal-psychologische, sociologische, fysiologische, biologische, medische, bouwkundige, mecha-

nische, verkeerskundigen, installatietechnische en planologische¹⁰⁴ inzichten tot een eenheid worden gesmeed. Dit onderzoek wil het probleem van het menselijke gedrag bij het vluchten uit gebouwen in het geval van calamiteiten meer integraal en vanuit meerdere wetenschappelijke disciplines benaderen. Tegelijkertijd moet dit onderzoek praktisch bruikbaar zijn voor de vervolgonderzoeken en dienen de resultaten snel beschikbaar te zijn. Dit onderzoek wordt daarom via strakke en praktische randvoorwaarden aangestuurd. Er is geen verklarend model nodig voor het vluchtgedrag van mensen. Wel nodig is een model waarin wordt beschreven hoe mensen bij een bepaald soort calamiteit een gebouw ontvluchten afhankelijk van de inrichting van het gebouw en de interne hulpverlening.

3.3.2 Doelstelling

Doel van het onderzoek is de (snelle) ontwikkeling van een multidisciplinair theoretisch model voor menselijk vluchtgedrag dat als toetsingskader kan dienen voor de andere onderzoeken.

3.3.3 Probleemstelling

Welk multidisciplinair wetenschappelijk model voorspelt het menselijk vluchtgedrag uit gebouwen bij calamiteiten?

3.3.4 Onderzoeksvragen

- 1 Wat zijn de inzichten vanuit de verschillende wetenschappelijke disciplines (zie inleiding) over de vraag waarom, wanneer en hoe mensen vluchten bij calamiteiten en hoe dat vluchtgedrag te beïnvloeden is?
- 2 Hoe kunnen deze inzichten bij elkaar worden gebracht en in een multidisciplinair model worden geïntegreerd?
- 3 Welke hypothesen kunnen van dit model worden afgeleid ten behoeve van de andere onderzoeken?

3.3.5 Globale onderzoeksaanpak

Fase 1 – Ontwikkeling

Stap 1: Selectie van één expert en minimaal twee reviewers per vakgebied/discipline. Hiertoe zal per vakgebied geïnventariseerd moeten worden welke universiteiten en onderzoeksinstellingen actief zijn en welke hoogleraren daarbinnen actief zijn. De uiteindelijke keuze van experts en reviewers zal uiteindelijk subjectief zijn, omdat vanwege de beperkte specifieke kennis de relatie met menselijk vluchtgedrag slechts sporadisch gelegd kan worden.

Noot 104 De hier genoemde 11(!) disciplines lijken allemaal een belangrijke bijdrage te kunnen bieden als we praten over het menselijk gedrag bij het vluchten uit gebouwen in geval van een calamiteit. Dit werd expliciet in de klankbordgroepsessies bevestigd (aan de disciplines die we als auteurs in eerste instantie hadden onderscheiden, werden er nog twee toegevoegd: verkeerskunde en planologie).

- Stap 2: Één expert per vakgebied schrijft vanuit het eigen vakgebied en na lezing van de quick scan een kort essay over het menselijk vluchtgedrag uit gebouwen bij calamiteiten. Als hiervoor internationale deskundigen worden ingezet, zal een Engelse vertaling van de quick scan beschikbaar moeten zijn.
- Stap 3: Reviews per vakgebied. Ook hier geldt dat een Engelse vertaling van de quick scan benodigd is, als hiervoor internationale deskundigen worden benaderd.
- Stap 4: Bijstelling van de essays.
- Stap 5: Format voor een sessie in een Group Decision Room¹⁰⁵ opstellen (vragenlijst en dergelijke).
- Stap 6: Een sessie in Group Decision Room met de auteurs van de essays, waarbij de deelnemers op elkaar kunnen reageren en nieuwe en creatieve ideeën geboren kunnen worden, en er tot een gezamenlijk theoretisch model kan worden gekomen. Startpunt vormen de gebundelde essays.

Nota bene: het is mogelijk om met meerdere groepen vergelijkbare sessies te hebben met meer praktijkgerichte mensen, om de consequenties in de praktijk nader te bezien.

- Stap 7: Rapportage met een theoretisch model voor het sturen van het menselijk vluchtgedrag en een set van hypothesen voor vervolgonderzoek.

Fase 2 – Toetsing

- Stap 8: Bijstelling – en op een aantal nader onderzochte aspecten verdere verfijning – van het model als het onderzoeksprogramma is doorlopen.

Nota bene: overwogen kan worden een vergelijkbaar Europees (of internationaal) traject uit te voeren. Met het oog op toenemende regelgeving vanuit Europa en mondiaal, kan internationale consensus van belang zijn. Daarbij valt bijvoorbeeld te denken aan normalisatie.

3.4 Onderzoek 3: analyseren van ontruimingsmodellen

3.4.1 Inleiding

Er bestaan intussen vele tientallen geautomatiseerde ontruimingsmodellen. Het is een enorme winst dat die modellen er zijn, omdat ze een meer situationele benadering mogelijk maken (maatwerk per type gebouw, gebruiksfunctie en groep mensen). Tegelijkertijd kunnen deze modellen gevaarlijk verhullend zijn. We weten eigenlijk niet welke modellen gebruikt worden, wat er per model wel/niet in zit, met welke rekenregels/algoritmen elk model werkt en hoe zich dit verhoudt tot de huidige stand van kennis. Het is daarom belangrijk beter zicht te krijgen op de vraag of – en zo ja, op welke wijze – menselijk gedrag in de modellen is verdisconteerd.

Noot 105 De Group Decision Room (GDR) is een ruimte waarin elektronische vergaderhulpmiddelen worden gebruikt voor het gezamenlijk oplossen van complexe vraagstukken. Iedere werkplek in de GDR is voorzien van een computer. Via de computers kunnen de deelnemers met elkaar samenwerken met behulp van een elektronisch vergadersysteem. Een GDR vergt een gedegen voorbereiding en structurering.

3.4.2 Doelstelling

Doel van dit onderzoek is meer zicht te krijgen op de bestaande en gebruikte ontruimingsmodellen en de manier waarop menselijk gedrag daar in zit. Dat laatste heeft niet alleen betrekking op de inhoud, maar vooral op de mate van transparantie en controleerbaarheid van de gebruikte modellen.

3.4.3 Probleemstelling

Welke impliciete en expliciete theorieën voor menselijk gedrag hanteren de meest toegepaste ontruimingsmodellen?

3.4.4 Onderzoeksvragen

- 1 Welke ontruimingsmodellen bestaan er?
- 2 Hoeveel worden deze modellen gebruikt?
- 3 Welke variabelen met betrekking tot menselijk vluchtgedrag zijn in de modellen opgenomen?
- 4 Welke theorieën zitten daarachter?
- 5 Hoe verhouden die theorieën zich tot het theoretisch model uit onderzoek 2: ontwikkelen van een theoretisch model?

3.4.5 Globale onderzoeksaanpak

- Stap 1: Inventariseren van ontruimingsmodellen (nationaal en internationaal).
- Stap 2: Selecteren van maximaal 10 nader te bestuderen modellen op basis van de criteria: veel toegepast en/of veel kennis over menselijk gedrag bevattend.
- Stap 3: Analyse van de 10 geselecteerde modellen, naar het voorbeeld van Kuligowski en Peacock, die dat enkele jaren geleden in Amerika deden en in 2005 daarover publiceerden (zie de quick scan).
- Stap 4: Rapportage met theorieën over menselijk gedrag in ontruimingsmodellen en de mate van transparantie en controleerbaarheid van de variabelen in de geanalyseerde modellen.

Optioneel:

- Stap 5: Uitwerken van de rapportage uit stap 4 tot een conceptleidraad voor de toepassing van ontruimingsmodellen.
- Stap 6: Discussie met ervaringsdeskundigen.
- Stap 7: Opstellen van een definitieve leidraad.

4 Praktijk van menselijk vluchtgedrag uit gebouwen

4.1 Inleiding

De tweede onderzoekscluster heeft betrekking op de praktijk van menselijk vluchtgedrag uit gebouwen. Praktijkervaringen met calamiteiten, alarmeren en vluchten staan hierbij centraal. Het stellen van vragen vormt in deze cluster de belangrijkste methode van dataverzameling. Het gaat om het verzamelen van empirische gegevens door middel van gestructureerde vragenlijsten, waarbij zowel interviews als enquêtes zullen worden ingezet. Diverse personen kunnen worden geraadpleegd, zoals een representatieve steekproef Nederlanders, of mensen die ervaring hebben met vluchten uit gebouwen en hulpverleners. In deze cluster is vooral sprake van correlationeel onderzoek. Bij een gestructureerde aanpak zal het mogelijk zijn gegevens systematisch te verwerken en met elkaar in verband te brengen.

Tot deze cluster behoren vier onderzoeken:

- opbouwen van de calamiteitenpiramide (paragraaf 4.2);
- veiligheidsbewustzijn in de praktijk (paragraaf 4.3);
- training en oefening in de praktijk (paragraaf 4.4);
- lessen uit calamiteiten uit het verleden (paragraaf 4.5).

Deze cluster leent zich met het oog op inventarisatie van 'best practices' in diverse landen voor uitvoering in Europees dan wel internationaal verband.

4.2 Onderzoek 4: opbouwen van de calamiteitenpiramide

4.2.1 Inleiding

Structurele datavergaring (cijfers) over calamiteiten ontbreekt. Niemand weet hoeveel en welke calamiteiten (of 'bijna-calamiteiten') plaatsvinden. In de industrie noemt men dit de 'incidentenpiramide' ('industrial risk assessments'): een brede basis van heel veel (bijna-)calamiteiten, een middenstuk met minder, maar zwaardere calamiteiten en een top van heel weinig, doch heel ernstige calamiteiten. De ervaring uit de industrie (en ook andere sectoren) is dat als de basis van de piramide in omvang afneemt, er uiteindelijk ook minder ernstige calamiteiten plaatsvinden. Het ontbreekt echter aan kennis over de aard en omvang van de kleinste calamiteiten en het verloop daarvan tot grotere calamiteiten (en/of de calamiteiten die juist uitdoven, of in de kiem gesmoord worden). De huidige kennis en analyses beperken zich meestal tot de top van de piramide. Met een aanvullende analyse 'bottom up' kan een beter beeld worden verkregen van het totale aantal calamiteiten naar aard en omvang en het verloop van calamiteiten van klein naar groot. Dit geeft een steviger fundament voor effectieve preventie en pro-actie.

4.2.2 Doelstelling

Doel van het onderzoek is beter zicht te krijgen op de aard en omvang van de totale calamiteitenpiramide in Nederland van klein tot groot en op (on)succesvol gedrag ter voorkoming en indamming van calamiteiten. Meer kennis op dit terrein kan er toe leiden dat er minder vaak gevlucht hoeft te worden.

4.3.3 Probleemstelling

Hoe ziet de totale piramide van kleine tot en met grote calamiteiten eruit en hoe blijken in de praktijk calamiteiten groter te worden en/of juist in de kiem gesmoord te worden?

4.4.4 Onderzoeksvragen

- 1 Hoe is de calamiteitenpiramide opgebouwd in aantallen?
- 2 Hoe verlopen (bijna-)calamiteiten van klein naar groot?

4.4.5 Globale onderzoeksaanpak

- Stap 1: Benoemen van de belangrijkste calamiteiten 'in de dop' (vlam in de pan, omgevallen kaars). Overigens wordt in het onderzoek niet gesproken over calamiteiten, omdat de respondenten te snel een specifieke invulling aan het begrip zullen geven.
- Stap 2: Opstellen van een screeningsvragenlijst ("bent u ooit slachtoffer geworden van A, B, C?"). Deze vragenlijst vervolgens uitzetten om te laten meelopen in continu marktonderzoek (omnibus).
- Stap 3: Opstellen van een dieptevragenlijst, waarin mensen wordt gevraagd naar bijna-calamiteiten, kleine calamiteiten en zwaardere calamiteiten, en het procesverloop van klein naar groot.
- Stap 4: Afnemen van proefenquêtees.
- Stap 5: Bijstellen van de vragenlijst.
- Stap 6: Eventueel herhalen van de stappen 4 en 5.
- Stap 7: Ondervragen van een steekproef van 10.000 mensen.
- Stap 8: Analyse en rapportage met de calamiteitenpiramide en het procesverloop.

Nota bene 1: Volgens dezelfde methodiek kan desgewenst in subpopulaties onderzoek worden gedaan, zoals onderzoek onder discogangers, ziekenverzorgers, etc.

Nota bene 2: Overwogen kan worden om hierin 'Willingness to Pay'-onderzoek op te nemen: wat heeft de gemiddelde Nederlander er voor over om veilig uit gebouwen te kunnen vluchten? Er bestaan hiertoe vraag-/onderzoekstechnieken en -instrumenten die in de calamiteitenhoek nog niet uitgeteerd zijn.

4.3 Onderzoek 5: veiligheidsbewustzijn in de praktijk

4.3.1 Inleiding

Mensen hebben een eigen verantwoordelijkheid in relatie tot het handelen bij calamiteiten. Zo kan een individu kan zich bijvoorbeeld voorbereiden op calamiteiten door vooraf al na te denken over situaties, zich voor te bereiden op wat mogelijk zou kunnen gebeuren, door zelf te kijken en te proberen (“hoe kom ik eruit?”, “wat zou ik moeten/kunnen doen als...?”). Dit gedrag is misschien te beïnvloeden. We spreken hier over het veiligheidsbewustzijn van mensen. Dat is een vaag begrip, maar de gedachte is dat als het veiligheidsbewustzijn toeneemt, mensen zich anders gaan gedragen, waardoor vervolgens de veiligheid bevorderd wordt.

4.3.2 Doelstelling

Doel van het onderzoek is het verkrijgen van inzicht in het veiligheidsbewustzijn van mensen en de mogelijkheden om dat te bevorderen.

4.3.3 Probleemstelling

Wat is veiligheidsbewustzijn, en hoe kan het veiligheidsbewustzijn van mensen worden beïnvloed?

4.3.4 Onderzoeksvragen

- 1 Hoe kan het begrip veiligheidsbewustzijn worden geoperationaliseerd?
- 2 Wat is de invloed van een hoger veiligheidsbewustzijn op het daadwerkelijke gedrag van mensen en leidt die gedragsverandering inderdaad tot een reële verhoging van de veiligheid?
- 3 Hoe schatten mensen risico's in op calamiteiten in concrete situaties?
- 4 Wat vinden mensen dat ze zelf moeten weten van – en doen bij – calamiteiten?
- 5 Wat doen mensen daadwerkelijk zelf ter voorkoming van en ter voorbereiding op calamiteiten?
- 6 Wat zouden mensen zelf kunnen doen ter voorkoming van en ter voorbereiding op calamiteiten?
- 7 Hoe kan het veiligheidsbewustzijn van mensen worden beïnvloed?

4.3.5 Globale onderzoeksaanpak

- Stap 1: Deskresearch/operationalisatie voor het beantwoorden van onderzoeksvraag 1.
- Stap 2: Focusgroepen met mensen voor het beantwoorden van onderzoeksvragen 3 tot en met 5.

Nota bene: Er kan een link worden gelegd met onderzoek 4: opbouwen van de calamiteitenpiramide (zie paragraaf 4.2), waarin ook deze onderzoeksvragen meegenomen zouden kunnen worden.

- Stap 3: Uitvoeren van een beknopte literatuurstudie van relevante, voor handen zijnde informatie, waaronder bijvoorbeeld 'best practices' uit UK/USA, kennis uit de brandpreventiehoek en het recent afgesloten BZK-onderzoek naar de risico's bij calamiteiten voor mensen met een beperking (zie Wever et al., 2006) voor het beantwoorden van onderzoeksvraag 6.
- Stap 4: Rapportage met de stand van zaken ten aanzien van het veiligheidsbewustzijn en aanbevelingen hoe dat bewustzijn is te vergroten. Voorlichting kan daarvan deel uitmaken. Die voorlichting hoeft zich overigens niet te beperken tot brede publieksvoorlichting, maar te denken valt ook aan voorlichtingsstrategieën via intermediaire kaders, die kennis doorgeven aan specifieke doelgroepen (denk bijvoorbeeld aan de spreker in het theater die het publiek aan het begin van een voorstelling op de nooduitgangen wijst) en lesmateriaal voor het onderwijs op verschillende niveaus.

4.4 Onderzoek 6: training en oefening in de praktijk

4.4.1 Inleiding

Training en oefening zijn van belang, omdat uit de quick scan duidelijk bleek dat vluchtroutes niet (optimaal) gebruikt worden. Training en oefening zouden hierin verbetering kunnen brengen en lijken daarom van groot belang voor iedereen, en zijn voor sommige groepen (visuele/verstandelijke beperkingen) zelfs essentieel. Anderzijds laten ervaringen op brand- en rampenterrein en op andere veiligheidsterreinen (valse alarmeringen van inbraak in woning/bedrijf) zien dat bij te veel training en oefening vermoeidheid optreedt bij mensen (ook bij professionals). Te weinig trainen en oefenen is ook niet goed, want dan wordt er geen nieuw gedrag ingesleten. Waar het optimum ligt, is echter onbekend. Dat hangt onder meer af van de kans op dat er iets misgaat en de consequenties daarvan. Ook onbekend is hoe en hoeveel in de praktijk daadwerkelijk wordt geoefend.

4.4.2 Doelstelling

Doel van het onderzoek is vast te stellen hoeveel en welke training en oefening thans in praktijksituaties plaatsvinden en welke ervaringen daarmee worden opgedaan.

4.4.3 Probleemstelling

Welke training en oefening vinden in welke situaties en met welke ervaringen plaats om te zorgen dat er bij daadwerkelijke calamiteiten zo snel en veilig mogelijk ontruimd zal worden?

4.4.4 Onderzoeksvragen

- 1 Welke kennis bestaat er bij mensen die in een gebouw aanwezig zijn over ontruiming en over de training en oefening van ontruimingen?

Nota bene: deze vraag ligt in het verlengde van onderzoeksvoorstel 3: kwaliteit van ontruimingsmodellen (zie paragraaf 3.4)

- 2 Hoe vaak, hoe en waar wordt getraind en geoefend met de ontruiming van gebouwen?
- 3 Wat zijn de ervaringen met training en oefening?
- 4 Welke rol speelt de BHV daarbij?
- 5 Waar ligt het optimum van training en oefening en door welke factoren wordt dat bepaald?

4.4.5 Globale onderzoeksaanpak

- Stap 1: Trekken van een representatieve steekproef uit bestaande gebouwen in Nederland met verschillende, nader te bepalen gebruiksfuncties. Het gebouw en 'de (menselijke) inhoud' van het gebouw is dus de onderzoekseenheid.
- Stap 2: Interviewen van een – per gebouw representatief – aantal personen, dat op dat moment in het gebouw aanwezig is (onderscheid maken naar bezoekers, medewerkers, BHV'ers, management, etc.). Naast interviews zal er ook sprake zijn van tellingen (aantal aanwezige personen) en observaties door de onderzoekers.
- Stap 3: Analyse en rapportage met aanbevelingen voor de bevordering en inrichting van training en oefening.

4.5 Onderzoek 7: lessen uit calamiteiten uit het verleden

4.5.1 Inleiding

Calamiteiten uit het verleden vormen een grote kennisbron over menselijk gedrag bij het vluchten uit gebouwen. Vaak leiden calamiteiten tevens tot een reactie in het beleid en de regelgeving, dan wel de handhaving daarvan. Het verdient aanbeveling calamiteiten uit het verleden te analyseren, mede in relatie tot die beleidspraktijk. Door deze analyse in historisch perspectief te plaatsen, kan tevens worden nagegaan of de brandveiligheid is verbeterd naar aanleiding van praktijkervaringen. Daarbij gaat het niet alleen om grote rampen in binnen- en buitenland, maar ook om kleine calamiteiten, omdat bij kleine calamiteiten uiteindelijk in zijn totaliteit meer slachtoffers vallen.

4.5.2 Doelstelling

Doel van het onderzoek is kennis over het menselijk vluchtgedrag te verzamelen op basis van praktijkervaringen ('evidence based') en die kennis te spiegelen aan de beleidspraktijken in verschillende landen.

4.5.3 Probleemstelling

Welke lessen kunnen worden getrokken over de aard en omvang van grote en kleine calamiteiten in verschillende landen en hoe gaan verschillende landen daarmee om in beleid en regelgeving?

4.5.4 Onderzoeksvragen

- Hoeveel slachtoffers vallen bij verschillende calamiteiten?
- Welke rol speelt menselijk gedrag daarbij (denk ook aan groepsgedrag en cultuur en taal)?
- Welke ervaringen zijn opgedaan met alarmeren en vluchten?
- Hoe komen de lessen uit calamiteiten uit het verleden terug in beleid en regelgeving?

4.5.5 Globale onderzoeksaanpak

Fase 1 – Onderzoek

- Stap 1: Selecteren van landen met veel kennis en gegevens over calamiteiten (minimaal 5, maximaal 10) en opzetten van een Europese/internationale werkgroep. Om de lessen te kunnen spiegelen aan beleid en regelgeving is betrokkenheid van meer landen dringend gewenst, zodat de benodigde informatie op een efficiënte wijze kan worden vergaard.
- Stap 2: Per land inventariseren van calamiteiten waarover goede en betrouwbare informatie beschikbaar is en het aantal slachtoffers (doden en gewonden per jaar) per (soort van) calamiteit.
- Stap 3: Selecteren van een set van calamiteiten (groot/klein, brand/anders, etc.) per land. Het totaal aan calamiteiten van de verschillende landen tezamen moet enigszins een afspiegeling vormen van de mogelijke calamiteiten die kunnen plaatsvinden.
- Stap 4: Analyse van 10 tot 20 grote rampen (bijvoorbeeld WTC) en een vergelijkbaar aantal kleine incidenten/calamiteiten of verzameling van kleine incidenten/calamiteiten. De ‘sterke (brandweer)verhalen’ moeten hier zo veel mogelijk uitgezeefd worden. Gegevens van direct betrokkenen en harde informatie over slachtoffergedrag/-beleving staat in deze onderzoeksstap centraal. De hoofdbegrippen (zie onderzoeken 1 en 2; definities, variabelen en model) dienen een zeer centrale plaats in deze stap te krijgen.
- Stap 5: Tussenrapportage per land en totaalrapportage met de aard en omvang van grote en kleine calamiteiten en de rol van menselijk gedrag daarbij.

Fase 2 – Beleid

- Stap 6: Per land voorleggen van de tussenrapportage van het eigen land aan deskundigen op het gebied van beleid en regelgeving, met de vraag wat de uitkomsten (kunnen) betekenen voor beleid en regelgeving.
- Stap 7: Terugkoppeling in de werkgroep en eindrapportage met aanbevelingen voor beleid en regelgeving.

5 Pre-experimenteel onderzoek

5.1 Inleiding

De derde cluster van onderzoeken bevat onderwerpen die geschikt zijn voor experimenten. Om richting te geven aan die experimenten, is – naast het in de voorgaande hoofdstukken omschreven onderzoek – eerst enige verdieping noodzakelijk. Een combinatie van literatuuronderzoek en het ondervragen van deskundigen met ervaring in relevante praktijksituaties zal tot die sturing moeten leiden. Centraal staat de vraag hoe en in welke mate de aspecten die in deze cluster worden onderzocht van invloed zijn op het menselijk vluchtgedrag. Deels komen dezelfde onderwerpen terug, maar in tegenstelling tot de vorige cluster beschrijven ze niet het menselijk vluchtgedrag zelf.

Vier onderzoeken maken van deze cluster deel uit:

- effectief alarmeren (paragraaf 5.2);
- effectief vluchten (paragraaf 5.3);
- groepsgedrag (paragraaf 5.4);
- cultuur en taal (paragraaf 5.5).

Het is niet nodig om deze studies in Europees/internationaal verband uit te voeren.

5.2 Onderzoek 8: effectief alarmeren

5.2.1 Inleiding

In beleid en regelgeving ligt de nadruk op het vluchten, terwijl de quick scan laat zien dat daaraan een heel proces voorafgaat van ontvangen, herkennen en interpreteren van signalen en de besluitvorming naar aanleiding daarvan (zie deel 1 hoofdstuk 4, figuur 4.1). Dat hele proces vatten we hier kortheidshalve samen onder de term 'alarmering'.

Mensen percipiëren signalen vaak niet, of niet goed. Vaak ook kunnen mensen geen beslissing nemen wat te doen. Er zijn twee hoofdoorzaken voor het feit dat er zoveel tijd verloren gaat voordat mensen echt gaan vluchten: de onbetrouwbaarheid van het alarm ("zal wel weer een oefening zijn", "wat is dat voor een raar lawaai?") en het uitblijven van een bevestiging van het alarm (er komt geen tweede signaal dat het alarm bevestigt). Er zou veel meer aandacht moeten worden besteed aan de tijd die verloren gaat voordat mensen echt gaan vluchten. Informatie, communicatie, instructie en leiderschap zijn zaken waardoor tijd gewonnen kan worden en ontruiming sneller en adequater kan plaatsvinden. Ook de meest effectieve manieren van alarmering (bijvoorbeeld focus en slimme instructies) vragen nader onderzoek, rekening houdend met de activiteiten die mensen uitvoeren voor, of op het moment dat zich een calamiteit voordoet, de staat mensen waarin ze zich bevinden (slaap, bad, drank, drugs, medicijnen) en hun mate van zelfredzaamheid.

5.2.2 Doelstelling

Doel van het onderzoek is meer kennis te vergaren over de vraag hoe bereikt kan worden dat mensen, die met een calamiteit geconfronteerd worden, sneller beseffen dat er sprake is van een calamiteit en vervolgens daarnaar handelen. Dit moet resulteren in het bekorten van de tijd die ook wel aangeduid wordt als t_1 (tijd nodig om in beweging te komen¹⁰⁶). Effectieve alarmering moet leiden tot een snellere ontruiming, waardoor een grotere veiligheid wordt gecreëerd, dan wel minder maatregelen en voorzieningen daarvoor nodig zijn.

5.2.3 Probleemstelling

Hoe kan het waarnemen en begrijpen van (alarm)signalen worden geoptimaliseerd?

5.2.4 Onderzoeksvragen

- 1 Welke mogelijkheden voor alarmering bestaan er?
- 2 Welke ervaringen zijn daarmee in de praktijk opgedaan?
- 3 Hoe kunnen perceptie en begrip geholpen worden door effectieve manieren van alarmeren (bijvoorbeeld door de BHV-organisatie en heldere instructies (door personen, geluidsystemen en goede positionering van instructiegevers))?
- 4 Welke hypothesen over effectieve alarmering kunnen worden geformuleerd?

5.2.5 Globale onderzoeksaanpak

- Stap 1: Interviewen van praktijkdeskundigen die veel te maken hebben met alarmering of vergelijkbare problematiek (denk aan mensen die te maken hebben met OV-knooppunten (in verband met reisinformatie), ziekenhuizen en hotels (wakker maken; werken met mensen met functie beperkingen), medische sector (medicijngebruik), horeca (drankgebruik) en bedrijfshulpverleners. Daarbij moet zowel aan 'gewone' mensen als bijzondere groepen aandacht worden besteed.
- Stap 2: Vul de informatie uit stap 1 aan door middel van (internationaal) literatuuronderzoek. Daarbij ook grijze literatuur meenemen (onpubliceerde rapporten en dergelijke).
- Stap 3: Rapportage met de belangrijkste uitkomsten en aanbevelingen en hypothesen voor toetsend experimenteel onderzoek.

Noot 106 Zie figuur 4.1 in deel 1 waar gesproken wordt over het ontvangen, herkennen en interpreteren van signalen en het op grond daarvan besluiten to vluchten. Zie ook deel 1, hoofdstuk 5, cluster 7.

5.3 Onderzoek 9: gebouw, omgeving en effectief vluchtgedrag

5.3.1 Inleiding

Ondanks het feit dat er veel onderzoek is verricht naar vluchtrouteaanduidingen, zijn er ook nog veel openstaande vragen. Nader onderzoek naar zowel psychologische als fysieke variabelen die een rol spelen bij het eigenlijke vluchten is daarom gewenst. Zo worden bijvoorbeeld door mensen soms signalen gemist als ze omgeven zijn door andere signalen, zoals een opvallende poster naast de vluchtdeur. Verder heeft het tijd/ruimtelijk gedrag van mensen weinig aandacht gekregen. De detailhandel blijkt bijvoorbeeld veel kennis te hebben over het verleiden van mensen zich op een bepaalde manier ruimtelijk te gedragen. Over zichtbaarheid, opvallendheid en begrijpelijkheid van bordjes die vluchtroutes aanduiden, bestaat veel informatie, vooral uit de maritieme hoek. Die informatie lijkt de bouwwerkvloer echter nog niet bereikt te hebben.

5.3.2 Doelstelling

Doel van dit onderzoek is om kennis te vergaren over de psychologische en fysieke variabelen die bij vluchten een rol spelen en de mate waarin deze variabelen vluchten kunnen vergemakkelijken en/of juist bemoeilijken.

5.3.3 Probleemstelling

Hoe kunnen de routing, inrichting en aanduiding van vluchtwegen bijdragen aan een effectief vluchtgedrag?

5.3.4 Onderzoeksvragen

- 1 Welke mogelijkheden voor routing, inrichting en aanduiding van vluchtwegen bestaan er?
- 2 Welke ervaringen zijn daarmee in de praktijk opgedaan?
- 3 Hoe kunnen mensen een gebouw vanuit ontruimingsperspectief optimaal gebruiken en hoe kan dit via organisatorische maatregelen bereikt worden?
- 4 Hoe kunnen mensen aangezet worden tot effectief vluchtgedrag?
- 5 Welke eisen moeten worden gesteld aan de routing, inrichting en aanduiding van vluchtwegen?
- 6 Welke hypothesen over effectief vluchten kunnen worden geformuleerd?

5.3.5 Globale onderzoeksaanpak

- Stap 1: Specifiek literatuuronderzoek dat de kennis over vluchtroutes (routing, kleur) en vluchtrouteaanduidingen (bordjes, signalen) uit de quick scan uitdiept. Daarbij ook literatuur uit andere disciplines meenemen (maritiem, winkelinrichting, vliegtuigsector)
- Stap 2: Bevragen van deskundigen (indien nodig).
- Stap 3: Rapportage met de belangrijkste uitkomsten en aanbevelingen en hypothesen voor toetsend experimenteel onderzoek.

Nota bene: het is aan te raden te bezien of en in hoeverre aansluiting bij Europese of mondiale normalisatietrajecten van belang kan zijn, aangezien dit soort zaken steeds meer op dat niveau genormaliseerd worden.

5.4 Onderzoek 10: groepsgedrag

5.4.1 Inleiding

Het is van belang of mensen alleen, als een aantal losse individuen, of als groep opereren. Als er bijvoorbeeld sprake is van een aantal mensen (meer dan drie) gaat al snel iedereen naar de ander(en) kijken en niemand doet iets. Ook is het denkbaar dat mensen naar de verkeerde mensen luisteren in plaats van naar degene die het beste weet hoe te handelen, zoals de bedrijfshulpverleners. Met dit soort sociaal-psychologische inzichten wordt nog weinig rekening gehouden. In de quick scan is de literatuur op het grensvlak van mensen, gebouwen en calamiteiten reeds geïnventariseerd en samengevat. Op aanverwante terreinen, zoals criminaliteitspreventie en de 'by-standers-problematiek', is meer relevante literatuur te vinden.

5.4.2 Doelstelling

Doel van het onderzoek is het verkrijgen van inzicht in het groepsgedrag bij het vluchten uit gebouwen en de mogelijke positieve en negatieve gevolgen daarvan voor het ontruimingsproces. Bijzonder aandachtspunt hierbij is de positie van mensen met een functiebeperking in een groep¹⁰⁷.

5.4.3 Probleemstelling

Welke rol speelt groepsgedrag in het ontruimingsproces (dus vanaf de alarmering tot en met het vluchten zelf), zowel in positieve als in negatieve zin?

5.4.4 Onderzoeksvragen

- 1 Wat is bekend over groepsgedrag in extreme situaties (calamiteiten, criminaliteit, stress)?
- 2 Welke positieve en negatieve effecten kan groepsgedrag hebben op ontruimingsprocessen?
- 3 Wat is de invloed van deze effecten op een snelle en veilige ontruiming?
- 4 Hoe kunnen deze effecten nuttig worden gebruikt dan wel negatieve effecten worden doorbroken?
- 5 Welke hypothesen over beïnvloeding van het groepsproces kunnen worden geformuleerd?

Noot 107 In een ander onderzoek voor BZK (Wever et al, 2006) is onderzocht wat de risico's zijn bij calamiteiten voor mensen met beperkingen. Daarbij is opgemerkt dat mensen die als ouder, verzorger, partner, leraar, werkgever of verzorger 'verbonden' zijn aan iemand met een beperking, zich in geval van een calamiteit zullen focussen op deze persoon. Het gaat hier dus om de één-op-één relatie tussen degene met een beperking en diens 'helper'. Er zijn in het onderzoek geen uitspraken gedaan over wat de aanwezigheid van iemand met een beperking betekent voor het groepsgedrag bij het vluchten uit gebouwen. Die vraag moet dus nog beantwoord worden.

5.5.5 Globale onderzoeksaanpak

- Stap 1: Nader literatuuronderzoek met gebruikmaking van de informatie uit de quick scan, aangevuld met literatuur op aanpalende gebieden, waaronder de 'bystanders-problematiek' en hoe die is te doorbreken.
- Stap 2: Bevragen van deskundigen (indien nodig).
- Stap 3: Rapportage met de belangrijkste uitkomsten en aanbevelingen en hypothesen voor toetsend experimenteel onderzoek.

5.5 Onderzoek 11: cultuur en taal

5.5.1 Inleiding

Uit calamiteiten waarbij mensen uit verschillende culturen of landen betrokken zijn, blijkt dat cultuur en anderstaligheid van invloed zijn op het vluchtgedrag. Los van de vraag of mensen eventuele instructies verstaan, zijn mensen in sommige culturen meer gewend zichzelf te redden dan in andere. In de quick scan is echter vrij weinig literatuur op dit gebied naar boven gekomen. Het wordt uitdrukkelijk als factor genoemd, maar zonder veel onderbouwing. Tegelijkertijd zou er op andere terreinen wel eens meer bekend kunnen zijn over dit onderwerp (denk aan de multiculturele samenleving en aan de routing op grote internationale luchthavens). Een nader verkennend onderzoek moet het mogelijk maken het belang van taal en cultuur beter te kunnen inschatten.

5.5.2 Doelstelling

Doel van het onderzoek is te identificeren welke invloed anderstaligheid en/of cultuur zouden kunnen hebben op het ontruimingsproces bij calamiteiten en de maatregelen om het ontruimingsproces te stroomlijnen.

5.3.3 Probleemstelling

Wat is de invloed en rol van anderstaligheid en cultuur op het menselijk vluchtgedrag?

5.3.4 Onderzoeksvragen

- 1 Welke kennis en ervaring bestaat er op andere relevante terreinen over het onderwerp anderstaligheid en cultuur?
- 2 Welke risicopercepties, gebruiken en interpretaties – voor zover relevant voor het vluchtgedrag – bestaan er bij mensen/groepen die een andere taal en cultuur hebben dan de Nederlandse?
- 3 Welke hypothesen over de effecten van cultuur en taal kunnen worden geformuleerd?

5.3.5 Globale onderzoeksaanpak

- Stap 1: Voeren van gesprekken met een aantal deskundigen van bijvoorbeeld FORUM Instituut voor Multiculturele Ontwikkeling, brandweer, andere hulpdiensten in de grote steden en deskundigen op het terrein van het sturen van internationale bezoekersstromen (luchthavens, scheepvaart en dergelijke).
- Stap 2: Focusgroepen, interviews en/of simulatiespelen met specifieke groepen met een andere cultuur en taal. Indien nodig eventueel nog aan te vullen met specifiek literatuuronderzoek.
- Stap 3: Rapportage met gegevens over de rol van anderstaligheid en cultuur op het menselijk vluchtgedrag, met daarbij eventueel aanbevelingen en hypothesen voor toetsend experimenteel onderzoek.

6 Experimenteel onderzoek

6.1 Inleiding

De voorgaande onderzoeken komen samen in de onderzoekscluster experimenteel onderzoek. Experimenten vormen uiteindelijk de toetssteen van de opgedane kennis en ervaringen. Zowel de ervaringen uit de praktijk als de pre-experimentele onderzoeken moeten richting geven aan de experimenten. De experimenten zijn vooralsnog in één onderzoek gevat. Het is goed denkbaar dat de experimenten in verschillende opstellingen en/of op verschillende locaties zullen worden uitgevoerd. Ook zal een selectie moeten worden gemaakt uit de eindeloze variatie die mogelijk is uit een grote set van variabelen. Het is dan ook aan te bevelen na uitvoering van de voorgaande onderzoeken een tussenstap in te bouwen om richting te geven aan het experimentele onderzoek.

Het experimentele onderzoek kan het beste in Europees/internationaal verband worden uitgevoerd. Enerzijds heeft dat te maken met de kosten van dergelijk onderzoek, die al snel flink kunnen oplopen. Anderzijds is er op die manier eenvoudiger toegang te verkrijgen tot testlocaties.

6.2 Onderzoek 12: experimenteren met menselijk gedrag

6.2.1 Inleiding

Bij de aannames over menselijk gedrag in de wet- en regelgeving ligt veel nadruk op fysieke en meetbare waarden (tijd, breedte, afstand, stroomsnelheid en dergelijke). De regelgeving lijkt zich daarmee vooral te baseren op zaken die zijn te kwantificeren. Daarmee wordt menselijk gedrag als constante in getallen gevat. Daarnaast gaat de regelgeving voornamelijk uit van gezonde, zelfredzame personen zonder enige (functie)beperking, terwijl er sprake is van grote groepen niet-zelfredzame personen, veel mensen met – soms tijdelijke – functiebeperkingen, dubbele vergrijzing en een toenemende omvang en lengte van mensen. Een andere trend is dat mensen met beperkingen steeds meer vanuit bos en hei in wijk en buurt terechtkomen (extramuralisering/vermaatschappelijking). Ten slotte zijn de aannames gebaseerd op een beperkt aantal niet al te recente studies.

Onderzoeken als die van Bryan en Wood (zie quick scan) zouden anno 2006 in Nederland/Europa/ internationaal gerepliceerd moeten worden, waarbij ook experimenteel variatie wordt aangebracht naar bijvoorbeeld leeftijd (vergrijzing), fysieke kenmerken (groter, dikker, beperkingen), anderstaligheid/cultuur en groepsgedrag.

Verder verdient het aanbeveling om naar de verschillende stadia van het ontruimingsproces te kijken en dus niet alleen het vluchten te bestuderen, maar ook de alarmeringsfase die daaraan voorafgaat.

Naast het variëren van de 'soorten' mensen (dik/dun, groep/individu, wel/niet beperking, etc.), zijn voor de regelgeving ook variabelen van gebouwen van groot belang. Hierbij kan worden gevarieerd in de variabelen die deel uitmaken van de huidige bouwregelgeving (bijvoorbeeld deurbreedte), maar

evengoed, en wellicht zelfs beter, kan getracht worden die variabelen te achterhalen die een goede basis zouden kunnen zijn voor toekomstige regelgeving.

Ten slotte kunnen ook de variabelen van calamiteiten worden gevarieerd, maar dat is uit het oogpunt van betaalbaarheid niet in dit onderzoeksvoorstel opgenomen. Naar ons idee hebben menselijke eigenschappen in relatie tot gebouweigenschappen de hoogste prioriteit.

Bij dit onderzoeksdeel wordt onder meer gewerkt met een experimentele proefopstelling in de vorm van een gebouw, waarbij een calamiteit gesimuleerd wordt, waarna gekeken (observatie/film) wordt hoe verschillende (groepen) mensen zich gedragen.

6.2.2 Doelstelling

Doel van het onderzoek is inzicht te verkrijgen in het daadwerkelijke vluchtgedrag van (groepen) mensen.

6.2.3 Probleemstelling

Hoe en hoe snel ontvangen, herkennen en interpreteren (groepen) mensen alarmsignalen en besluiten ze tot actie, en vluchten (groepen) mensen vervolgens uit gebouwen?

6.2.4 Onderzoeksvragen

- 1 Welke variabelen worden betrokken in de experimenten?
- 2 Hoe reageren (groepen) mensen op alarmeringssignalen en hoe en hoe snel gaan ze over tot vluchten?
- 3 Hoe reageren (groepen) mensen op gebouwkenmerken (routing, inrichting en aanduiding van vluchtwegen) en hoe en hoe snel vluchten ze?
- 4 Welke variabelen hebben welke invloed op de snelheid en de manier van reageren op alarmeringssignalen en gebouwkenmerken?
- 5 Welke negatieve effecten zijn daarbij waarneembaar?
- 6 Welke positieve effecten zijn daarbij waarneembaar?

6.2.5 Globale onderzoeksaanpak

- Stap 1: Selecteren van landen op basis van ervaring met en mogelijkheden tot experimenten (minimaal 5, maximaal 10) en opzetten van een Europese/internationale werkgroep.
- Stap 2: Inventariseren van eerdere experimenten – en de ervaringen daarmee – om de randvoorwaarden voor nieuwe experimenten te bepalen.
- Stap 3: Vaststellen van het doel van de experimenten.
- Stap 4: Definiëren van testsituaties (gangen, trappen, deuren in testfaciliteit en/of nabootsen complete ontruiming van een gebouw).
- Stap 5: Samenstellen van verschillende (groepen) mensen.

- Stap 6: Uitvoeren van experimenten en vastleggen op film wat er gebeurt; via observaties vastleggen wat er gebeurt (verloop, snelheid). Na afloop van elk experiment via bevraging achterhalen welke gedachten en gevoelens proefpersonen hadden.
- Stap 7: Analyse en rapportage met de resultaten van het experimentele onderzoek.
- Stap 8: Terugkoppeling van de resultaten naar onderzoekscluster 1 (met name onderzoek 2: ontwikkelen van een theoretisch model (zie paragraaf 3.3)).

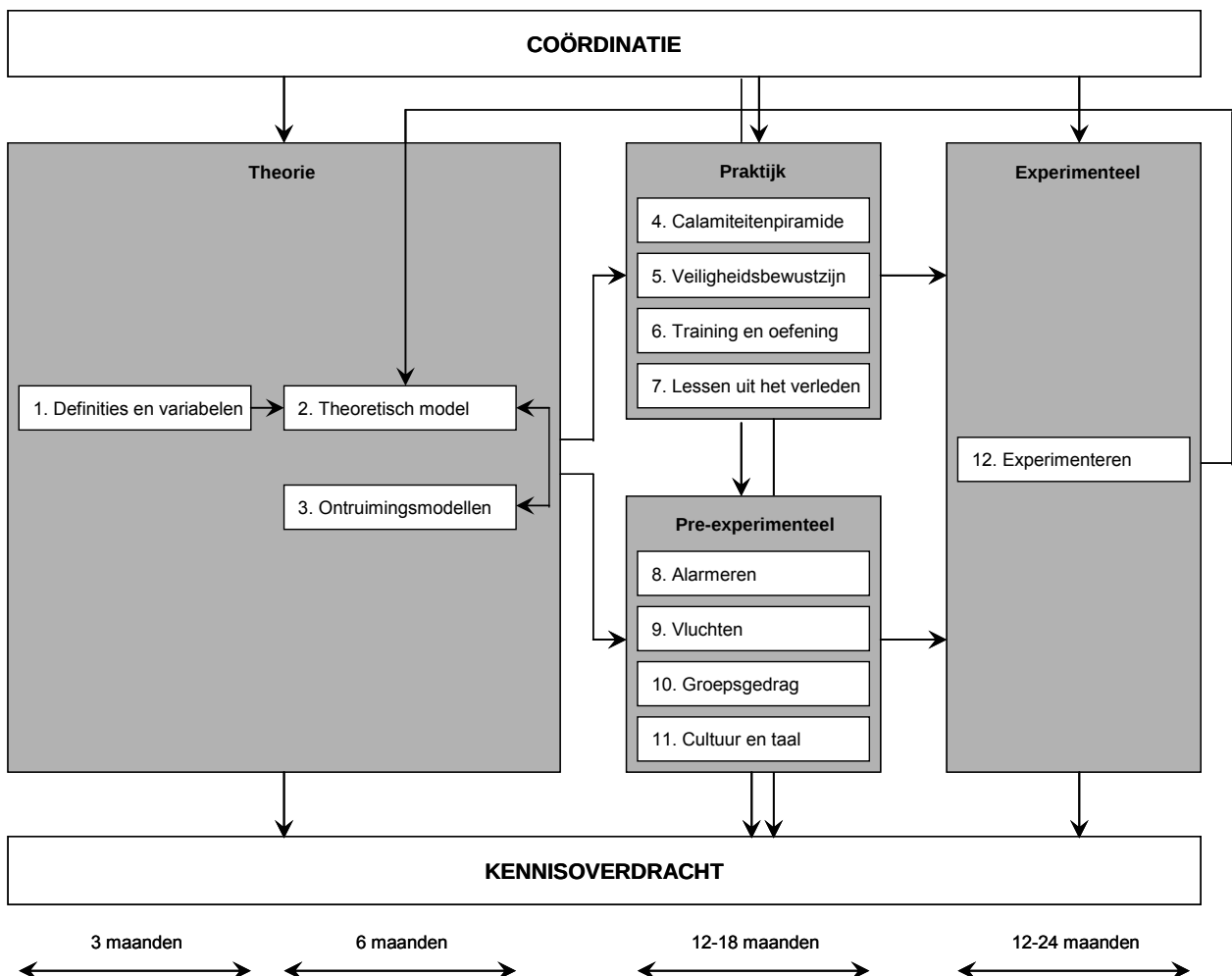
7 Organisatie en kennisoverdracht

7.1 Inleiding

Om het onderzoeksprogramma tot een goed einde te brengen, is het van belang aandacht te besteden aan de organisatie en de kennisoverdracht. In paragraaf 7.2 gaan we in op de organisatie, waarin we tevens de samenhang tussen de verschillende onderzoeken nader in kaart zullen brengen. Paragraaf 7.3 gaat over kennisoverdracht, waarbij we vooral de korte termijn belichten. Overigens gaan we op beide aspecten niet uitvoerig in, maar we nemen ze wel op, omdat het niet over het hoofd mag worden gezien.

7.2 Organisatie

Figuur 7.1 Schematische weergave van het onderzoeksprogramma



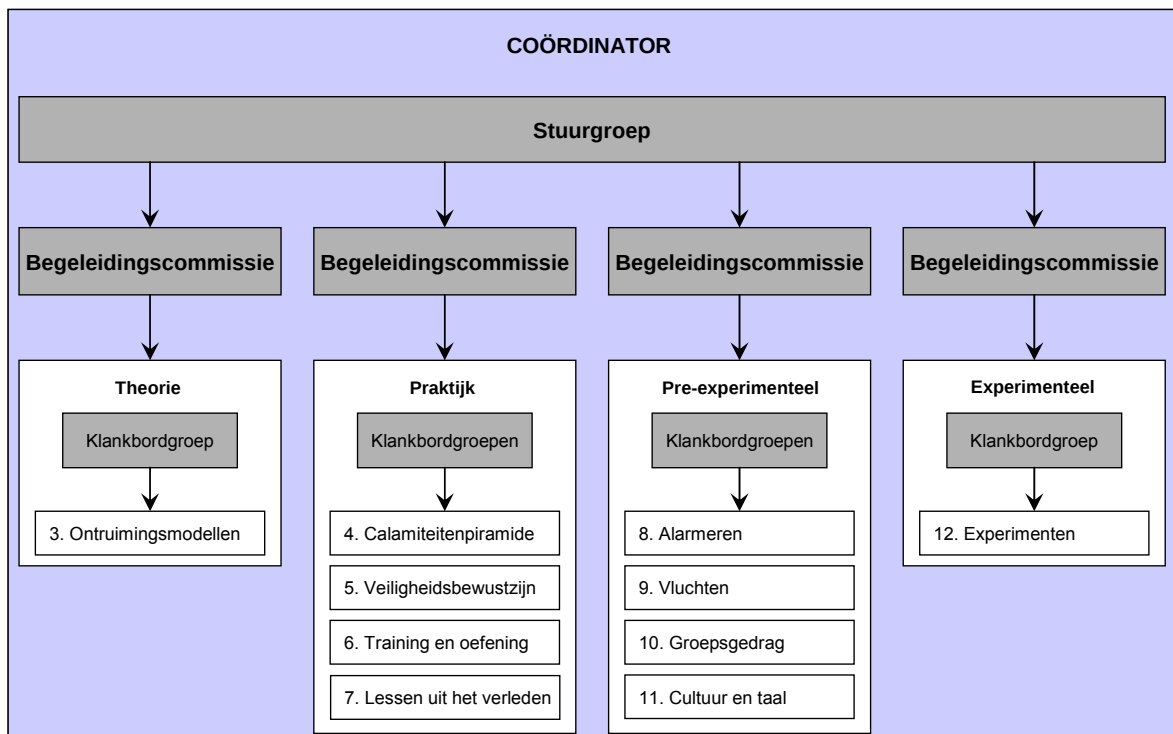
In figuur 7.1 is een schema opgenomen, waarin de relaties tussen de verschillende onderzoeken c.q. onderzoeksclusters is aangegeven. Ook is hierin een globale planning gevat. Het programma bestaat uit vier fasen:

- 1 een vooronderzoek naar definities en variabelen (onderzoek 1),
- 2 overig theoretisch onderzoek (onderzoeken 2 en 3),
- 3 een fase waarin het praktijkonderzoek (onderzoeken 4 tot en met 7) en het pre-experimentele onderzoek (onderzoeken 8 tot en met 11) parallel kunnen worden uitgevoerd,
- 4 een fase waarin alles samenkomt in het experimentele onderzoek (onderzoek 12).

De tijdbalk onderin het figuur is gebaseerd op het qua tijdspad kritische onderzoek van de betreffende fase. Coördinatie en kennisoverdracht (zie paragraaf 7.3) spelen gedurende het gehele onderzoeksprogramma. De kennisoverdrachtfase na afloop van het onderzoeksprogramma is buiten het schema gehouden.

Het onderzoeksprogramma is veelomvattend en meerjarig. Een goede coördinatie is essentieel voor een effectieve en efficiënte uitvoering. Hiertoe zijn verschillende mogelijkheden. In figuur 7.2 is een mogelijk organisatiemodel opgenomen. De rol van de stuurgroep is de kwaliteit en de voortgang van het onderzoeksprogramma te bewaken en de relatie met de voorgaande fasen in de gaten te houden. Verder kijkt de stuurgroep met de bril van beleidsmaker/regelgever naar de gewenste resultaten. Per cluster van onderzoeken wordt een begeleidingscommissie ingesteld om de onder dat cluster ressorterende onderzoeken op elkaar af te stemmen en inhoudelijk bij te sturen. Ten slotte kunnen per onderzoek klankbordgroepen worden ingesteld met als doel de praktische toepasbaarheid van de onderzoeken te waarborgen (niet relevant voor de onderzoeken 1 en 2).

Figuur 7.2 Organisatiemodel voor uitvoering van het onderzoeksprogramma



7.3 Kennisoverdracht

7.3.1 Korte termijn

De quick scan naar de literatuur heeft duidelijk gemaakt dat menselijk vluchtgedrag een belangrijke factor is om rekening mee te houden bij het ontwerpen van gebouwen en het inrichten van de organisatie, waaronder de hulpverlening. Het hiervoor geschetste onderzoeksprogramma dat moet worden uitgevoerd om te kunnen komen tot een herijking van beleid en regelgeving, zal enkele jaren beslaan. Met het oog op het verhogen van het brandveiligheidsbewustzijn van alle bij brandveiligheid betrokken actoren is het aan te bevelen de onderhavige fase van het onderzoek af te sluiten met een aantal kennisoverdrachtsactiviteiten. In de klankbordsessies is daarop ook sterk aangedrongen. De component 'menselijk gedrag' werd door alle klankbordgroepleden dusdanig belangrijk geacht, dat het niet verstandig is af te wachten tot het onderzoeksprogramma is afgerond.

Bij kennisoverdracht op de korte termijn staat het uiteenzetten van de problematiek van menselijk gedrag bij calamiteiten centraal. Basis vormt de quick scan. Waar mogelijk wordt tevens een doorkijk gegeven naar (desnoods ideale) oplossingen. De bouw is daarbij een belangrijke doelgroep, als voorwaardenscheppende partij voor brandveilige gebouwen, maar ook bouw- en woningtoezicht, de bedrijfshulpverlening, alsmede brandweer en andere hulpdiensten en organisatiekaders (rijk, gemeente, regio) zijn belangrijke doelgroepen voor kennisoverdracht. We denken bijvoorbeeld aan de volgende activiteiten.

- 1 Artikel voor enkele vakbladen voor de bouw (bijvoorbeeld de Architect en Bouwwereld). Deze publicatie moet bouwpartijen stimuleren een hoger veiligheids- en kwaliteitsniveau te realiseren dan op grond van de regelgeving als minimum wordt vereist. Het verruimen van de gebruiksmogelijkheden en het verhogen van de brandveiligheid van gebouwen kunnen daarbij uitstekend hand in hand gaan.
- 2 Artikel voor een vakblad voor de brandweer (Brand & Brandweer) en voor de BHV-organisatie (VEILIGHEID). Deze publicatie richt zich meer op het brandveilig gebruik van gebouwen. Hierin zal de nadruk worden gelegd op de beschrijving van het gehele ontruimingsproces, van alarmering tot en met het vluchten zelf, en de rol die de brandweer en de BHV-organisatie daarbij kunnen vervullen.
- 3 Presentatie van de resultaten van het onderzoek op het Nationaal Brandveiligheidscongres, dat op 24 mei 2007 in de Doelen in Rotterdam zal plaatsvinden, op initiatief van SBR en met ondersteuning van de ministeries van BZK en VROM.
- 4 Presentaties/artikelen voor de bredere en meer beleidsmatige doelgroepen lokaal (OOV), regionaal (veiligheidsregio's, politie) en nationaal.

7.3.2 Lange termijn

Het ligt voor de hand om het onderzoeksprogramma te laten opvolgen door een kennisoverdrachtsprogramma, dat een scala aan kennisoverdrachtsactiviteiten bevat, waarbij de inhoud en de vorm steeds wordt afgestemd op specifieke doelgroepen. Om draagvlak te creëren en de aandacht voor het onderwerp vast te houden, is het echter eveneens van belang tussentijdse mogelijkheden voor kennisoverdracht in het oog te houden. Ook hier kan het instellen van een kenniscoördinator/instituut raadzaam zijn.

Literatuurlijst

American Psychiatric Association, 1994, *Quick reference to the diagnostic criteria from DSM-IV*, Washington DC, USA

Anderson, R.A., P.W. ten Hove en A.A. Watson, 1982, "Onderzoek naar de doodsoorzaken bij brand", *Nederlands Tijdschrift voor Geneeskunde*, volume 126, nummer 5, januari

AROR, Inspectie voor het Brandweerwezen, *Algemene Richtlijnen Ontvluchting en Redding (AROR)*, Den Haag, Ministerie van Binnenlandse zaken (in gebruik van ongeveer 1958 tot 1992)

Arthur P., en R. Passini, 1992, *Wayfinding, People, Signs, and Architecture*, New York, McGraw-Hill

Berl, W.G., R.M. Fristrom en B.M. Halpin, 1975, *Fire Problems, Fire Research Abstracts and Reviews*, National Academy of Science, Washington DC, volume 17

Bjorken, A.B., 1993, "Emergency exits hard to find", *Gemini Magazine*, SINTEF, december (zie <http://www.ntnu.no/gemini/1993-dec/38.html>)

Blake, S., E.R. Galea, H. Westeng. en A.J.P. Dixon, 2004, "An Analysis of Human Behaviour during the WTC Disaster of 11 September 2001 based on Published Survivor Accounts", *Proceedings of the 3rd International Symposium on Human Behaviour in Fire*, InterScience Communications, London

Boer, D., 2003, "Wie zijn de slachtoffers bij branden?", *Webmagazine*, CBS, 22 april (zie www.cbs.nl)

Boer, E. de, W. Daamen en R. de Kloe, 2006, *HandiGap, een onderzoek naar een handige spleet tussen voertuig en perron*, Afdeling Transport & Planning, Technische Universiteit Delft

Boer, L.C., 1998, *Improved Signposting for the Evacuation of Passenger Ships*, report TM-98-C081, TNO Human Factors, Soesterberg

Boer, L.C., 2000, *Mustering and evacuation of passengers: Scientific basis for design*, Technical Report BriteEuram project 97-4229 "MEP Design", TNO Human Factors, Soesterberg

Boer, L.C., 2002a, *Directional sound evacuation: Human factors evaluation of new concept*, report TM-02-A59, TNO Human Factors, Soesterberg

Boer, L.C., 2002b, *Gedrag van automobilisten bij evacuatie van een tunnel [Behaviour by motorists on evacuation of a tunnel]*, rapport TM-02-C034, TNO Human Factors, Soesterberg

Boer, L.C., 2004, *Guiding Passengers in Emergencies--Development and Performance Test of Way-finding Concepts*, report TM-04-C008, TNO Human Factors, Soesterberg

Boer, L.C., 2005a, Sound arguments for evacuation [interview]. *Industrial Fire Journal*, april, pagina's 26-27

Boer, L.C., 2005b, NEN 6088 verzuimt herkenbaarheid te normaliseren. *ARBO*, 7/8, pagina's 68-71

Boer, L.C. en J. Varkevisser, 2002, *Herkenbaarheid vluchtwegen tunnels—Een ontwerpschets* [Espying escape ways in tunnels—A design sketch], report TM-02-C055, TNO Human Factors, Soesterberg

Boer, L.C. en D.J. Withington, 2004, Auditory guidance in a smoke-filled tunnel, *Ergonomics*, Taylor & Francis, Abingdon, UK

Boes, A. en J. Sterk, 2006, "Verslag Masterclass brandbeveiliging met sprinklers" (CED Preventie), *Security Management*, nummer 12, pagina 43

Boutellier, H., 2002, *De veiligheidsutopie*, Den Haag, Boom Juridische uitgevers

Bourke, J., 2005, *Fear, A Cultural History*, London, Virago Press

Boyce, K.E., T.J. Shields en G.W.H. Silcock, 1999, "Toward the characterization of building occupancies for fire safety engineering". Vier artikelen in *Fire Technology* 35, pagina 35-86

Bruck, D., 1983, "Non-awakening in children in response to a smoke detector alarm", *Fire Safety Journal*, volume 32, pagina's 369-376

Bruck, D. en P. Brennan, 2001, "Recognition of Fire Cues During Sleep, *Human behaviour in Fire, Proceedings of the Second International Symposium*, London, InterScience Communications

Bryan, J.L., 1976, "The determination of behavior responses exhibited in fire situations", *Journal of Fire and Flammability*, volume 7, nummer 3

Bryan, J.L., 1977, *Smoke as a Determinant of Human Behavior in Fire Situations (Project People)*, NBS-GCR-77-97, Gaithersburg MD, National Bureau of Standards

Bryan, J.L., 1978, "Cultural variations in the behavior of people in fire situations", *Third International Conference on Fire Safety*, University of San Francisco

Bryan, J.L., 1983, *Implications for Codes and Behavior Models from the Analysis of Behavior Response Patterns in Fire Situations as Selected from the Project People and Project People II Study Programs*, NBS-GCR-83-425, Washington, National Bureau of Standards, Centre for Fire Research

Bryan, J.L., 2001, "Psychological variables that may affect fire alarm design", in: *Fire Protection Engineering*, SFPE, nummer 11, pagina's 42-49

- Bryan, J.L., 2002, *Behavioral Response to Fire and Smoke*, SFPE Handbook, Bethesda MD, USA
- Bryan, J.L., en J.A. Milke, 1981, *The Determination for Behavior Response Patterns in Fire Situations, Project People II. Final Report-Health Care*, NBS-GCR-81-343, Washington, National Bureau of Standards
- Cable, E., 1993, *An Analysis of Delay in Staff Response to Fire Alarm Signals in Health Care Occupancies*, M.S.Thesis, Worcester, Mass., Worcester Polytechnic Institute
- Cable, E., 1994, "Cry Wolf Syndrome: Radical Changes Solve the False Alarm Problem", *The 4th National Symposium & Trade Exhibition on Health Care Safety and the Environment, Proceedings*, American Hospital Association
- Canter, D., 1985, *Studies of Human Behaviour in Fire*, BRE, London, UK
- Canter, D., 1990, *Fires and Human Behavior*, London, David Fulton Publishers
- Canter, D., J. Breaux en J. Sime, 1980, "Domestic, Multiple Occupancy, and Hospital Fires," *Fires and Human Behavior*, D. Canter, ed., London, John Wiley & Sons Ltd., pagina's 117-136.
- Carskadon, M.A. en R.S. Herz, 2004, "Minimal olfactory perception during sleep: Why odor alarms will not work for humans", In: *Sleep Journal*, volume 27, nummer 3, juni, pagina's 402-405
- CBS, 2005, *Brandweerstatistiek 2004*, OBT bv, Den Haag
- CBS, 2006, Maatwerk uitdraaien gemaakt door CBS op verzoek van DSP-groep/SBR inzake het aantal binnenbranden in gebouwen en aantal doden/gewonden daarbij (zie hoofdstuk 1 en bijlagen 3 en 4
- Custer, R. en B. Meacham, 1997, *Introduction to Performance-Based Fire Safety*, Society of Fire Protection Engineers (SFPE), Bethesda MD
- Daamen, W., 2004, *Modelling passenger flows in public transport facilities*, PhD thesis, Delft University Press
- Daamen, W., en S.P. Hoogendoorn, 2003, "Research on pedestrian traffic flow in the Netherlands", *Proceeding Walk 21 IV* (Walk 21 Conference), Portland, Oregon, USA, pagina's 101-117
- Daamen, W., en S.P. Hoogendoorn, 2003, "Controlled experiments to derive walking behaviour", *European Journal of Transport and Infrastructure Research*, volume 3, nr. 1, pagina's 39-59
- Daamen, W. en S.P. Hoogendoorn, 2003, "Experimenten voor voetgangersgedrag", *Verkeerskundige werkdagen 2003*, CROW, Ede, pagina's 1-10
- Daamen, W., S.P. Hoogendoorn en P.H.L. Bovy, 2005, "First-order Pedestrian Traffic Flow Theory", *Transportation Research Board Annual Meeting 2005*, Washington DC, National Academy Press, pagina's 1-14

- Damasio, A., 1999, *The Feeling of What Happens: Body, Emotion and the Making of Consciousness*, Heinemann, London, UK
- Dehne, M., 2006, *Probabilistisches Sicherheitskonzept für die brandschutztechnische Bemessung*. Brandschutz-Fachtagung Schloss Schallaburg (NÖ). Tagungsband, februari 2006, pagina's 76-89
- Donald, I., en D. Canter, 1990, "Behavioral Aspects of the King's Cross Disaster", *Fires and Human Behavior*, D. Canter, ed., David Fulton Publishers Ltd., pagina's 15-30
- Elliot, R.E., 1996, *Inside the Beverly Hills Supper Club Fire*, Turner Publishing Company
- Engländer, T., en T. Tyszka, 1980, "Information Seeking in Open Decision Situations", *Acta Psychologica*, volume 45, nummer 3, pagina's 167-176
- EU-Fire Safety Network, Fire Prevention in 17 states (2004), May 2006
- Europese Commissie, 1992, *Directive 92/58/EEC – Minimum requirements for the provision of safety and/or health signs at work*, Brussel (Europese Commissie)
- Fahy, R., en G. Proulx, 2001, "Toward Creating a Database on Delay Times to Start Evacuation and Walking Speeds for Use in Evacuation Modeling", *Human Behaviour in Fire, Proceedings of the Second International Symposium*, London, InterScience Communications, pagina's 175-183
- Fineburg, W., 2001, "Primary Group Size and Fatality Risk in a Fire Disaster", *Human Behaviour in Fire, Proceedings of the Second International Symposium*, London, InterScience Communications
- Frantzich, H., 2001, *Occupant Behavior in Fire*, London, InterScience Communications, pagina's 159-165
- Frijda, N.H., 1988, *De Emoties: een overzicht van onderzoek en theorie*, Uitgeverij Bert Bakker, Amsterdam
- Galea, E.R., 2005, *An Analysis of Human Behavior during EVACUATION*, Fire Safety Engineering Group (FSEG) of the University of Greenwich, UK
- Galea, E.R. en S. Blake, 2004, *Collection and Analysis of Human Behaviour Data appearing in the Mass Media relating to the Evacuation of the World Trade Centre Towers of 11 September 2001*, Report prepared for the Building Disaster Assessment Group (BDAG) of the Deputy Prime Minister, London, UK
- Gann, R. et al., 2001, *International Study of the Sublethal Effects of Fire Smoke on Survivability and Health (SEFS): Phase I Final Report*, NIST Technical Note 1439, Gaithersburg MD, National Institute of Standards and Technology
- Gann, R.G., 2004, "Estimating data for incapacitation of people by fire smoke", *Fire Technology*, Volume 40

- Graaf, L. van der, en J.W. Pothuis, 1997, *Vluchten bij brand uit grote compartimenten - Bepalingsmethode voor veilig vluchten*, Bodegraven, PRC Bouwcentrum
- Groner, R., M. Groner en F. Bischof, 1983, "The Role of Heuristics in Models of Decision," *Decision-making Under Uncertainty*, R. Scholz, ed., Noord-Holland, Elsevier Science Publicaties, pagina's 87-108
- Helbing, D., et al., 2000, "Simulating dynamical features of escape panic", *Nature*, nummer 407, pagina's 487-490
- Hoogendoorn, S.P. en P.H.L. Bovy, 2004, "Pedestrian route-choice and activity scheduling theory and models", in *Transportation Research Part B - methodological*, volume 38, nummer 2, pagina's 169-190
- Hoogendoorn, S.P. en W. Daamen, 2005, "Pedestrian behavior in bottle-necks", *Transportation Science*, volume 39, pagina's 147-159
- Horowitz, M.J.M.D., 1979, *Stress Response Syndromes*, Jason Aronson Inc., Northvale NJ, USA
- IMO, 2002, *Interim guidelines for evacuation analyses for new and existing passenger ships*, MSC/Circ. 1033. London, International Maritime Organisation
- Irvine, D.J., J.A. McKluskey, I.M Robinson, 2000, Fire hazards and some common polymers. Review paper. *Polymer Degradation and Stability* 67, pagina's 383-396, Elsevier
- ISO, 2002, *Life threat from fires-Guidance on the Estimation of Time Available for Escape Using Fire Data*, ISO TS 13571, Geneva, International Standards Organization
- ISO, 2005, *Final Report of ISO Advisory Group on Security*, ISO/TMB AG-Security Secretariat, Genève
- Jin, Y., 1976, *Visibility through fire smoke, part 5*, Report of Fire Research Institute of Japan, nummer 42
- Kahneman, D., en A. Tversky, 1982, "Variants of Uncertainty", *Judgment under Uncertainty; Heuristics and Biases*, D. Kahneman, P. Slovic en A. Tversky, eds., Cambridge University Press, pagina's 509-520
- KBOH, 2004, *Veilig het gebouw uit (uitgankelijkheid voor medewerkers, klanten en bezoekers met een functiebeperking)*, KBOH, Woerden
- Keating, J.P. en E.F. Loftus, 1975, *People care in fire emergencies psychological aspects*, Society of Fire Protection Engineers, Technical Report 75-4, pagina's 1-12, Boston MA
- Keating, P., 1982, "The Myth of Panic," *Fire Journal*, mei, pagina's 57-61
- Keating, P., 1985, "Human Response During Fire Situations: A Role for Social Engineering", *Proceedings of Research and Design 85: Architectural Applications of Design and Technology Research*, Los Angeles, pagina's 285-288

- Kessler, R.C., 2000, *Posttraumatic Stress Disorder: The Burden to the Individual and to Society*, Journal of Clinical Psychiatry
- Kinston, W. en R. Rosser, 1974, *Disaster: Effects on Mental and Physical State*, Journal of Psychosomatic Research
- Kobes, M., 2006, "Onderzoek naar woningbranden: een overzicht", *Jaarboek Onderzoek*, Nibra, Arnhem, pagina 121-149
- Kobes, M., 2007 (in voorbereiding), *Zelfredzaam gedrag bij brand (Kritische factoren voor een brandveilig gebouwoontwerp)*, Nederlands Instituut Fysieke Veiligheid Nibra, Arnhem
- Kohn, L.T., J.M. Corrigan en M.S. Donaldson (eds.) for the Committee on Quality of Health Care in America of the Institute of Medicine, 1999, *To err is human: building a safer health system*, National Academy Press, Washington DC
- Kooi, F.L., en A. Toet, 1999, *Conspicuity: An efficient alternative for search time*, *The Netherlands: Vision in Vehicles-VII*, Elsevier
- Kowalski, K.M., 1995, *A Missing Component in your Emergency Management Plans: The Critical Incident Stress Factor*, Pittsburgh Research Center, U.S. Bureau of Mines, Pittsburgh PA, USA
- Kruse, D. en M. Dehne, 2005, *Design of escape routes by simulating evacuation dynamics in conjunction with a probabilistic safety concept*. Presentatie op PED2005, conferentie over loop- en evacuatiemodellering, Technische Universiteit Wenen 28 t/m 30 september 2005
- Kuligowski, E.D. en R.D. Peacock, 2005, *A Review of Building Evacuation Models*, Technical Note 1471, National Institute of Standards and Technology, Washington, U.S. Government Printing Office
- Landman, R., 2007, *Modelling pedestrian behaviour in and around revolving doors*, afstudeerrapport afdeling Transport & Planning, Technische Universiteit Delft
- Lantane, B. en J. Darley, 1968, "Group Inhibition of Bystander Intervention in Emergencies", *Journal of Personality and Social Psychology*, volume 10, nummer 3, pagina's 215-221
- Leach, J., 1994, *Survival psychology*, Macmillan Press
- Leur, P.H.E. van de, L. Twilt, F. Paap, M. Öhlin en K. Ilje (TNO), 2001, *Literatuurstudie branden in publieksgebouwen vergelijkbaar met de brand in 't Hemeltje op 1 januari 2001*, Rotterdam, Phoenix & den Oudsten bv
- London Transport Board, 1958, *Second report of the operational research team on the capacity of footways*, Research Report No. 95, London
- Lynch, J., 1998, "Nocturnal Olfactory Response to Smoke Odor," *Human Behaviour in Fire, Proceedings of the First International Symposium*, Belfast, University of Ulster

McClintock, T. et al., 2001, Boston, "A Behavioural Solution to the Learned Irrelevance of Emergency Exit Signage", *2d International Symposium on Human Behavior in Fire*, MIT, InterScience Communications, pagina's 23-33

Ministerie van BZK, 1994/1995, *Brandbeveiligingsconcepten* (woningen en woongebouwen, onderwijsgebouwen, cellen en cellengebouwen, gezondheidszorggebouwen, kantoorgebouwen en onderwijsgebouwen, en gebouwen met een publieksfunctie), Den Haag, ministerie van BZK

Ministerie van SZW, 2002, *Toelichting Beleidsregels Arbeidsomstandighedenwetgeving*, Den Haag, Sdu

Ministerie van SZW, 2005, *Arbeidsomstandighedenwet 1998*, Den Haag, Sdu

Ministerie van SZW, 2006a, *Arbeidsomstandighedenbesluit*, Den Haag, Sdu

Ministerie van SZW, 2006b, *Arbeidsomstandighedenregeling*, Den Haag, Sdu

Ministerie van SZW, 2006c, *Beleidsregels Arbeidsomstandighedenwetgeving*, Den Haag, Sdu

Ministerie van VROM, 2003, *MG 2003-19 – Brandveiligheid: Bouwbesluit 2003 in relatie tot aanschrijvingen en gebruiksvergunningen*, Den Haag, Ministerie van VROM

Ministerie van VROM, 2004, *Vluchten bij brand; handreiking voor gebruiksvergunningen*, Den Haag, Sdu

Ministerie van VROM, 2006a, *Bouwbesluit 2003*, Den Haag, Sdu

Ministerie van VROM, 2006b, *Regeling Bouwbesluit 2003*, Den Haag, Sdu

Ministerie van VROM, 2006c, *Toelichting Bouwbesluit 2003*, Den Haag, Sdu

Ministerie van VROM, 2006d, *Toelichting Regeling Bouwbesluit 2003*, Den Haag, Sdu

Ministerie van VWS, 2003, *'Gelijke behandeling in de praktijk; visie en maatregelen voor mensen met beperkingen, zorg dat het gebeurt!'*, ministerie van VWS, Directie Gehandicaptenbeleid (DGB), Den Haag, 28 november

Moore, T., 1987, Panic Kills, *Police Journal*, volume 60

National Research Council Canada (NRCC), 2003, *WTC Disaster Shows Value of Evacuation Drills* (zie website <http://www.nrc-cnrc.gc.ca/>)

Nelson, H., en F. Mowrer, 2002, "Emergency Movement", *SFPE Handbook of Fire Protection Engineering*, 3rd ed., Quincy, Mass., National Fire Protection Association, deel 3, hoofdstuk 14, pagina's 367-380

NEN, 2005, *2^e Ontwerp NEN 6089 – Bepaling van de opvang- en de doorstroomcapaciteit van een gebouw*, Delft, NEN

NEN, 2007a, "Werkgroepverslagen in NEN Normcommissie 351 007 Brandveiligheid van bouwwerken", *Beveiliging Totaal 2007*, Kluwer, Alphen aan den Rijn, pagina 161 en verder

NEN, 2007b, "Overzicht actieve brandveiligheid", *NEN Bouw Nieuws*, nr.1 – februari 2007, NEN, Delft, pagina 19

Nibra, 2002, *Handreiking Brandpreventiebeleid bestaande bouw*, Arnhem, Nibra

Nibra, 2005, *Zelfredzaamheid en fysieke veiligheid van burgers – Verkenningen*, R. van den Brand, ed., Arnhem, Nibra

Nibra, 2006a, *Simulatie: Heroriëntatie meerjaren onderzoekprogramma*, Arnhem, Nibra

Nibra, 2006b, *Verkenning van simulatiemodellen: Brand- en rookontwikkeling, evacuatie- en interventiemodellering*, Arnhem, Nibra

NIST (National Institute of Standards and Technology), 2004, *NIST WTC Emergency Responder Interview Data Set*, Gaithersburg, MD

NIST (National Institute of Standards and Technology), 2005, *Final report on the collapse of the World Trade Center towers*, Technology Administration, US Departement of Commerce

Nober, E. et al., 1983, *Waking Effectiveness of Household Smoke and Fire Detector Devices*, NBS-CGR-83-439, Gaithersburg, MD, National Bureau of Standards

Nober, E. et al., 1990, "Smoke Alarms for the Hearing Impaired", *Fire Journal*, Quincy, Mass., National Fire Protection Association

NVBR, 2002, *Brandbeveiligingsinstallaties*, Arnhem, Nibra/Nederlandse Vereniging voor Brandweezorg en Rampenbestrijding

Overveld, M. van, 2006, *Gelijkwaardige oplossingen, beoordeeld door de Werkgroep Gelijkwaardigheid*, Voorschoten (Van Overveld Bouwbesluit Advies)

Passini, R., 1984, *Wayfinding in Architecture*, New York, Van Nostrand Reinhold

Pauls, J., 1980, "Buildings Evacuation: Research Findings and Recommendations," *Fires and Human Behavior*, D. Canter, ed.; New York, John Wiley & Sons

Peschl, I.A., 1971, Doorstroomcapaciteit van deuropeningen bij panieksituaties, *Bouw*, nummer 29

Pires, T.T., 2005, "An approach for modelling human cognitive behaviour in evacuation models", *Fire Safety Journal*, volume 40, pagina's 177-189

Proulx, G., 1998, "Misconceptions about human behaviour in fire emergencies", *Canadian Fire Chief*, volume 2, nummer 3, pagina's 35-37

Proulx, G., 1999, "Occupant Response to Fire Alarm Signals", *National Fire Alarm Code Handbook*, Quincy, Mass., National Fire Protection Association, pagina's 403-412

Proulx, G., 2000, *Why building occupants ignore fire alarms*, Construction Technology Update No. 42, Institute for Research in Construction, National Research Council of Canada

Proulx, G. et al., 2001, *Fire Alarm Signal Recognition*, Internal Report 828, IRC-IR-828, Ottawa, National Research Council of Canada

Proulx, G. en R. Fahy, 1997, "The Time Delay to Start Evacuation: Review of Five Case Studies", *Fire Safety Science-Proceedings of the Fifth International Symposium* London, International Association for Fire Safety Science

Proulx, G., en J. Sime, 1991, "To Prevent Panic in an Underground Emergency: Why Not Tell People the Truth?", *Fire Safety Science-Proceedings of the Third International Symposium*, London, Elsevier Applied Science, pagina's 843-852

Purser, D., 1998, "Quantification of Behaviour for Engineering Design Standards and Escape Time Calculations", *Proceedings of the First International Symposium on Human Behaviour in Fire*, University of Ulster

Purser, D., 2002, "Toxicity Assessment of Combustion Products", *SFPE Handbook of Fire Protection Engineering*, 3rd ed., Quincy, Mass., National Fire Protection Association

Purser, D.A., en M. Besilum, 2001, "Quantification of behaviour for engineering design standards and escape time calculations", *Safety Science*, volume 38, pagina's 157-182

Quarantelli, E., 1977, "Panic Behavior: Some Empirical Observations", *Human Response to Tall Buildings*, D.J. Conway, ed., Stoudsburg, Dowden Hutchinson and Ross, pagina's 336-350

Ramachandran, G., 1990, "Human behavior in fires - a review of research in the United Kingdom", *Fire Technology*, volume 26, nummer 2, mei, Springer Netherlands, pagina's 149-155

Ramachandran, G., 1991, "Informative Fire Warning Systems", *Fire Technology*, volume 27, februari, Springer Netherlands, pagina's 66-81

Raphael, B., 1984, Psychological Social Aspects of Disaster: Some Australian Studies and the Ash Wednesday Bushfires, *Medical Journal Australia*, september, volume 141, nummer 5, pagina's 268-270

Reason, J., 1997, *Managing the Risks of Organizational Accidents*, Ashgate Publishing, Aldershot

Ripley, A., 2005, How to get out alive, from hurricanes to 9/11: What the science of evacuation reveals about how humans behave in the worst of times, *Time Magazine*, 16 mei

- Robertson, B.S., en C.H. Dunne, 1998, "Wayfinding for visually impaired users of public buildings", *Journal of Visual Impairment and Blindness* 92, pagina 349-355
- Rubadiri, L., D.T Ndumu en J.P. Roberts, 1997, "Predicting the evacuation capability of mobility-impaired occupants", *Fire Technology First Quarter*
- Saunders, W., 2001, "Gender Difference in Response to Fires", *Human Behaviour in Fire, Proceedings of the Second International Symposium*, London, InterScience Communications
- SBR, 1984, *Menselijk gedrag bij brand*, B29-2, Rotterdam, Stichting Bouw-research
- SBR, 2004a, *Veilig vluchten uit gebouwen, deel 1: Een verkenning en inventarisatie*, Rotterdam, SBR
- SBR, 2004b, *Veilig vluchten uit gebouwen, deel 2: Oplossingsrichtingen in de praktijk*, Rotterdam, SBR
- Schneider, U., M. Oswald en C. Lebeda, 2003, *Evakuierung bei Brandereignissen*, Wenen, TUW-Wien
- Scholz, W., 1983, "Decision-Making Under Uncertainty: Biases, Fallacies, and the Development of Decision-Making", *Decision-making Under Uncertainty*, R. Scholz, ed., Nederland, Elsevier Science Publicaties, pagina's 3-18
- Schreckenberg, M., en S. D. Sharma (eds.), 2002, *Pedestrian and Evacuation Dynamics*, Springer, Berlin
- Schwartz, J., 1979, "Human Behavior in the Beverly Hills Fire", *Fire Journal*, volume 73, nummer 3, mei, pagina 108
- Select Committee on Technology in Government, 2002, *Technology Lessons Learned from New York City's Response to 9/11*, Council of the City of New York, New York
- SFPE, 2003, *Human Behavior in Fire – Engineering Guide*, Society of Fire Protection Engineers, Bethesda MD, USA
- Shields, T.J., K.E. Boyce en G.W.H. Silcock, 1998, "Towards the Characterization of Large Retail Stores", *Proceedings of the First International Symposium on Human Behavior in Fire*, Belfast, University of Ulster, pagina's 277-289
- Shields, T.J., K. Dunlop, en G. Silcock, 1996, *Escape of Disabled People from Fire: A Measurement and Classification of Capability for Assessing Escape Risk*, BRE Report 301, Borehamwood, Building Research Establishment
- Shields, T.J., en G. Proulx, 1999, New building progress report, *IAFSS Conference The science of human behaviour in fire*, Poitiers, France, juli
- Sidran Institute, 2003, *Posttraumatic Stress Disorder Fact Sheet 1995-2003*

- Sime, J., 1980, "The Concept of Panic," *Fires and Human Behavior*, D. Canter, ed., Chichester, John Wiley and Sons Ltd., pagina's 63-81
- Sime, J., 1985a, "The Outcome of Escape Behaviour in the Summerland Fire: Panic of Affiliation?", *International Conference on Building Use and Safety Technology Proceedings*, Los Angeles, Institute of Building Sciences
- Sime, J., 1985b, "Movement Toward the Familiar Person and Place Affiliation in a Fire Entrapment Setting", *Environment and Behaviour*, volume 17, nummer 6, pagina's 697-724
- Sime, J., 1986, "Perceived Time Available: The Margin of Safety in Fires," *Fire Safety Science – Proceedings of the First International Symposium*, C. Grant and P. Pagni, eds., Washington, Hemisphere Pub. Corp, pagina's 561-570
- Sime, J., en M. Kimura, 1988, "The timing of Escape: Exit Choice Behavior in Fires and Building Evacuations", *Safety in the Built Environment*, J. Sime, ed., London, E & F N. Spon, pagina's 48-61
- Simon, H., 1957, *Models of Man: Social and Rational*, New York, John Wiley & Sons
- Slater Hollis, W., 1973, "Drinking: its part in fire deaths", *Fire Journal*, mei
- Soomeren, P. van, en J. Wever, 2004, *Review of Cost and Benefit Analysis in Crime Prevention*, Europese Commissie, Brussel
- Stahl, F. et al., 1982, *Time-Based Capabilities of Occupant to Escape Fires in Public Buildings: A Review of Code Provisions and Technical Literature*, NBSIR 82-2480, Gaithersburg MD, National Bureau of Standards
- Stapelfeldt, J.P., 1976, Personenströme durch Ausgangstüren, *Brandschutz/Deutsche Feuerwehr-Zeitung 1*
- Steinmetz, C.H.D., 1985, "Bystanders of crime; some results from a national survey", In: *Victimology*, volume 10, (1-4), pagina's 441-461
- Steinmetz, C.H.D., 1990, *Hulp aan Slachtoffers van Ernstige Misdrijven. Effecten van Slachtofferhulp en Primaire Opvang*, WODC, Gouda, Quint
- Steinmetz, C.H.D. et al., 1992, *Ontzet, Preventie en Behandeling van Psychotrauma's*, NcGv (NL Centrum Geestelijke Volksgezondheid), Utrecht
- Steinmetz, C.H.D., et al., 1993, De Bijlmer Vliegramp: het gewenste hulpverleningsaanbod na 1 april 1993 (een onderzoek onder sleutelpersonen), STEINMETZ advies & opleiding in samenwerking met DSP-groep, Amsterdam
- Swedish Resue Service Agency, jaartal onbekend (vermoedelijk rond 2003), Prevention of fires and other incidents (report and recommendations)
- Toet, A., F.L. Kooi, P. Bijl en J.M. Valetton, 1998, "Visual conspicuity determines human target acquisition performance", *Optical Engineering*, volume 37, nummer 7, pagina's 1969-1975

- Velden, P.G. van der, J. Eland en R.J. Kleber, 1997, *Handboek voor Opvang na Rampen en Calamiteiten*, Instituut voor Psychotrauma & NFGV & NVAGG
- Vissers, W., 2004, Een kwart meer buitenbranden in 2003, CBS Webmagazine 6 september 2004
- VNG, 2005, *Modelbouwverordening 1992*, Den Haag, Sdu
- VNG, 2006, *Standaardregeling in de bouw – Toelichting MG-circulaire Brandveiligheid – Bestaande bouwwerken*, Den Haag, Sdu
- Waldau, N. en T. Meyer-König, 2004, "RiMEA - richtlinie für mikroskopische entfluchtungsanalysen", in: *Facility Management* (Duitse editie), nummer 4, pagina 32 en verder
- Waldau, N., P. Gattermann, H. Knoflacher en M. Schreckenber (eds.), 2006, *Pedestrian and Evacuation Dynamics '05*, Springer, Heidelberg
- Webber, G., en C. Aizlewood, 1994, *Emergency Wayfinding Lighting Systems in Smoke*, BRE Building Research Establishment Information Paper IP 17/94, Watford, UK
- Wever, J.C., H. Jonker, P. van Soomeren en A. van der Graaf, 2006, *Quick scan risico's voor mensen met beperkingen bij calamiteiten*, DSP-groep en KBOH, Amsterdam
- Willems, S., 2005, *Robuustheid van verkeersnetwerken bij rampen en evacuatie*, Katholieke Universiteit Leuven, Afdeling Verkeer en Infrastructuur, Heverlee (B)
- Witloks, L., 2006, Reactie op artikel "Preventie nieuwe stijl" van Stephan Wevers in Brand en Brandweer, januari 2006, *Brand en Brandweer*, april, pagina's 216-219
- Wijngaarden, S.J. van, A.W. Bronkhorst en L.C. Boer, 2005, "Auditory evacuation beacons", *Journal of the Audio Engineering Society*, volume 53, pagina's 44-53
- Wood, G., 1979, *Behavior Under Stress: People in Fires*, Doctoral Thesis, Loughborough University of Technology
- Wood, G., 1980, "A Survey of Behavior in Fires", *Fires and Human Behavior*, D. Canter, ed., Chichester, John Wiley and Sons Ltd., 83-95
- Wood, P., 1972, *The Behaviour of People in Fires*, Fire Research Note 953, Borehamwood, Fire Research Station
- Wood, P., 1973, *Behaviour of people in fires*, Department of Environment and Fire Officer's Committee, Joint Fire Research Organization
- Wright, P., 1974, "Time Pressure, Distractions and the Use of Evidence", *Journal of Applied Psychology*, volume 59, nummer 5, pagina's 551-561

Bijlagen

Bijlage 1 Begeleidingscommissies en klankbordgroepen

Deze rapportage is tot stand gekomen in samenwerking met begeleidingscommissies en klankbordgroepen.

Voor fase 1 van het onderzoek bestond de begeleidingscommissie uit de volgende leden:

- Louis Boer (TNO Defensie en Veiligheid)
- Jos van der Heijden (ministerie van BZK)
- Marjan Heijman (ministerie van BZK)
- Margrethe Kobes (Nederlands Instituut Fysieke Veiligheid *Nibra*)
- Patricia Nep (ministerie van BZK)
- Nancy Oberije (Nederlands Instituut Fysieke Veiligheid *Nibra*)
- Bob van Os (ministerie van VROM)

Aan de sessie van de klankbordgroep op 5 juli 2006, die diende als toetsing van de resultaten van de quick scan van de literatuur, namen de volgende personen deel:

- Alko Bloem (Brandweer Amsterdam, namens LNB)
- Serge Hoogendoorn (TU Delft)
- Yolan Koster (Quintis, namens Taskforce Handicap en Samenleving)
- Rudolf van Mierlo (Efectis Nederland)
- Ineke van Os (Universiteit van Amsterdam)
- Hans Schipper (VROM-Inspectie)
- Harrie Vorst (Universiteit van Amsterdam)

Fase 2 van het onderzoek is begeleid door:

- Marjan Heijman (ministerie van BZK)
- Bob van Os (ministerie van VROM)

In fase 2 organiseerden we twee klankbordsessies voor het bespreken van de onderzoeksvoorstellen.

Deelnemers aan de klankbordgroep op 11 december 2006:

- Rick Bleeker (PRC)
- Guido Coppens (PRC)
- Winnie Daamen (TU Delft)
- Serge Hoogendoorn (TU Delft)
- Rudolf van Mierlo (Efectis Nederland)
- Jur van Oerle (Peutz)
- Hans Schipper (VROM-Inspectie)
- Harrie Vorst (Universiteit van Amsterdam)

Deelnemers aan de klankbordgroep op 9 januari 2007:

- Alko Bloem (Brandweer Amsterdam, namens LNB)
- Louis Boer (LBconsult)
- Hans van Brakel (Aannemingsbedrijf vd Tempel)
- Anne van der Graaf (Vilans)
- Margrethe Kobes (Nederlands Instituut Fysieke Veiligheid *Nibra*)
- Gert-Jan van Leeuwen (Vereniging BWT Nederland)
- Henk van Zeeland (Van Zeeland Architecten & Bouwbesluit Adviseurs)

Bijlage 2 Aantal binnenbranden

Tabel B2.1 Aantal binnenbranden per jaar per woningtype

Woningtype	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004
Etagewoning	1563	1286	1361	1441	1523	1481	1562	1445	1443	1281	1083	964
Portiekflat en portiekwoning	974	980	1131	1427	1259	1252	1139	1088	991	962	780	753
Vrijstaande woning	896	934	987	1064	989	821	827	766	720	709	737	682
Eengezinswoning in rij en duplexwoning	2744	2757	2688	2855	3024	2590	2615	2621	2541	2459	2445	2235
Galerijflat	727	669	643	741	811	786	662	663	660	577	517	533
Hoogbouwflat (inpan-dige gang)	217	221	260	237	233	213	224	224	164	172	158	179
Grote villa	56	34	40	59	63	45	62	42	32	48	59	62
Verzorgingshuis	229	283	325	289	303	248	206	227	225	289	255	290
Verpleeghuis	150	262	265	279	292	305	238	266	237	247	244	249
Overige gebouwen en onbekend	5623	5754	5928	6863	6544	6627	6392	6568	7264	7448	7650	7093
Totaal	13179	13180	13628	15255	15041	14368	13927	13910	14277	14192	13928	13040

Bron: CBS, 2005

Bijlage 3 Aantal doden en gewonden bij branden in gebouwen

Tabel B3.1 Aantal doden bij binnenbranden per jaar per woningtype

Woningtype	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004
Etagewoning	10	6	7	7	8	9	14	5	5	14	7	7
Portiekflat en portiekwoning	7	9	5	10	9	7	3	7	1	9	7	3
Vrijstaande woning	15	3	8	10	6	4	8	3	6	-	12	2
Eengezinswoning in rij en duplexwoning	9	21	18	23	12	12	17	21	14	11	18	18
Galerijflat	2	4	1	2	2	5	2	1	3	4	-	3
Hoogbouwflat (inpan-dige gang)	2	1	1	-	1	3	2	1	-	1	1	1
Grote villa	-	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Verzorgingshuis	1	-	1	1	1	3	-	-	4	-	-	2
Verpleeghuis	2	1	-	1	1	1	1	1	-	2	1	2
Overige gebouwen en onbekend	17	17	20	12	12	15	6	5	22	17	7	17
Totaal	67	62	66	66	52	61	53	44	55	58	56	55

Bron: CBS, 2005

Tabel B3.2 Aantal gewonden bij binnenbranden per jaar per woningtype

Woningtype	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004
Etagewoning	143	104	130	151	135	155	206	206	164	170	135	138
Portiekflat en portiekwoning	94	61	147	205	162	186	190	128	166	151	126	152
Vrijstaande woning	42	50	43	60	68	41	69	33	26	45	48	36
Eengezinswoning in rij en duplexwoning	177	234	195	240	303	300	253	339	300	268	270	239
Galerijflat	32	36	49	51	37	59	64	61	39	42	65	72
Hoogbouwflat (inpan-dige gang)	6	16	24	23	27	43	25	33	19	22	26	37
Grote villa	2	3	6	2	4	2	6	6	1	-	12	6
Verzorgingshuis	16	22	15	13	36	18	24	21	23	28	13	18
Verpleeghuis	7	14	4	10	8	22	19	14	23	7	31	3
Overige gebouwen en onbekend	171	224	197	204	271	262	261	239	395	282	282	260
Totaal	716	781	830	964	1059	1111	1128	1086	1162	1017	1012	970

Bron: CBS, 2005

Bijlage 4 Lijst van geïnterviewden

Voor dit onderzoek hebben wij per telefoon en/of e-mail of op locatie contact gehad met de onderstaande experts. Omdat de insteek van elk gesprek anders was, hebben wij geen aandachtspuntenlijst gebruikt. Uitkomsten van de gesprekken zijn verwerkt in het rapport en niet in aparte gespreksverslagen.

- Certoplan (het voormalige Nationaal Centrum voor Preventie)
Jan Sterk (brandveiligheidsdeskundige)
- CCV (Centrum voor Criminaliteitspreventie en Veiligheid)
Willem van Oppen (coördinator instrumenten en methodiekontwikkeling)
- TNO Defensie en Veiligheid
Louis Boer (psycholoog; functieleer/besliskunde)
- Aedes (koepel van woningcorporaties)
Peter Jansen (beleidsmedewerker)
- KBOH (Kwaliteits- en Bruikbaarheidsonderzoek van Hulpmiddelen voor gehandicapten en ouderen, sinds 1 januari 2007 opgegaan in Vilans)
Anne van der Graaf (projectleider uitgangselijkheid bij functiebeperking) en Harm Jonker (senior adviseur)
- Universiteit van Duisburg
Michael Schreckenber (deskundige op het gebied van (verkeers)stroommodellen; lid en mede initiatiefnemer van het 'RiMEA'-project¹⁰⁸)
- Verbond van Verzekeraars in Nederland
F. Soeteman (beleidsmedewerker preventie)
- Assuralia (het Belgische verbond van verzekeraars)
W. Robijns (beleidsmedewerker preventie)
- ANPI (het preventie-instituut van verzekeraars in België)
H. Verhofstad (directeur)
- Delta Lloyd
F. Franse (Voorzitter Commissie Aansprakelijkheid)
- BRE-FRS (Building Research Establishment – Fire Research Station)
Nigel Smithies (director van de Fire & Security afdeling)
- SAO (STEINMETZ advies & opleiding)
Carl Steinmetz (directeur SAO, psycholoog en traumatoloog)
- Impact (Landelijk Kennis- en Adviescentrum voor Psychosociale Hulp na Rampen)
Maaik de Vries (traumatoloog)
- BRE-LPCB (Loss Prevention Certification Board van BRE Certification Ltd. In de UK)
Huib Timmerman (sprinklerdeskundige)
- Atlas Safety & Security Design Inc. Miami, USA
Randall Atlas (vice president)

Noot 108 Het RiMEA-project (Richtlinie für Mikroskopische Entfluchtungsanalysen) bestaat uit een groep deskundigen die de harmonisatie van vluchtgedrag en EU-normalisatie op gang wil brengen.

Bijlage 5 Vluchten uit gebouwen in de huidige wet- en regelgeving¹⁰⁹

Deze bijlage bevat de praktische uitwerking van de onderwerpen in de huidige wet- en regelgeving over veilig vluchten, voor zover deze van belang zijn voor het menselijk (vlucht)gedrag. De informatie in deze bijlage is afkomstig van het Bouwbesluit en bijbehorende documenten (ministerie van VROM, 2006a; 2006b; 2006c; 2006d), de Modelbouwverordening (VNG, 2005) en de arbowet- en regelgeving (ministerie van SZW, 2002; 2005; 2006a; 2006b; 2006c), tenzij anders is aangegeven.

Aantal toegangen

Eisen aan het aantal toegangen worden gesteld op het niveau van verblijfsgebieden en verblijfsruimten, subbrandcompartimenten en rookcompartimenten.

Verblijfsgebieden en verblijfsruimten

Voor een gebouw met een woonfunctie met een gebruiksoppervlakte groter dan 500 m² moet een verblijfsgebied of verblijfsruimte vanaf een bepaalde gebruiksoppervlakte van ten minste twee toegangen worden voorzien. De afstand tussen deze toegangen is ten minste 5 m, zodat ze niet tegelijk geblokkeerd raken. De beleidsregels van het ministerie van SZW stellen in aanvulling hierop dat werkruimten waarin activiteiten plaatsvinden met een verhoogd risico van twee toegangen moeten worden voorzien, die bij voorkeur in tegenovergestelde wanden minimaal 5 m uiteen liggen.

Als een gemeenschappelijke verblijfsruimte in een woongebouw in een subbrandcompartiment ligt met een gebruiksoppervlakte groter dan 500 m², dan moet ten minste één toegang rechtstreeks of via een gemeenschappelijke verkeersruimte toegang geven tot het subbrandcompartiment. Deze toegang mag de toegang zijn van een andere verblijfsruimte, mits deze ten minste twee toegangen heeft. Bij niet-gemeenschappelijke verblijfsruimten in zowel woningen als woongebouwen is, ongeacht de grootte, een toegang tevens een toegang van een (sub)brandcompartiment of een route er naartoe. Deze eisen gelden niet voor bestaande gebouwen.

Subbrandcompartimenten

Voor gebouwen met een beperkt aantal gebruiksfuncties geldt bij nieuwbouw dat ten minste één toegang van een subbrandcompartiment een toegang moet zijn van een rookcompartiment of het begin van een route er naartoe, zonder dat deze route voert door een verblijfsruimte, toiletruimte, badruimte of technische ruimte.

Rookcompartimenten

Tot een bepaalde gebruiksoppervlakte volstaat in een rookcompartiment over het algemeen één toegang. Wordt de gebruiksoppervlakte te groot, dan worden meer toegangen vereist. Ook hier geldt de minimale afstand van 5 m tussen de toegangen.

Noot 109 Zie bijlage 6 voor meer informatie over het ontruimingsplan.

Breedte van een vrije doorgang van een toegang en een vluchtroute

Eisen aan de breedte van een vrije doorgang van een toegang en een vluchtroute worden gesteld op het niveau van verblijfsgebieden en verblijfsruimten, rookcompartimenten en rookvrije vluchtroutes.

Verblijfsgebieden en verblijfsruimten

De minimale breedte van de totale vrije doorgang van alle toegangen moet worden berekend uit de vloeroppervlakte en een getalswaarde die afhankelijk is van de bezettingsgraadklasse en de gebruiksfunctie. Ook een nooddeur moet een minimale breedte hebben van 0,85 m, zodat door mensen met een functiebeperking sneller kan worden gevlucht en het risico op opstopping kleiner is dan bij de voorheen voorgeschreven breedte van 0,6 m. Deze minimale breedte bedraagt 0,85 m voor nieuwbouw en 0,5 m voor bestaande bouw. Deze eisen gelden niet voor gebouwen met een woonfunctie.

Voor aan bed gebonden patiënten moeten een toegang en een verkeersroute er naartoe aanwezig zijn met een vrije doorgang van een blok van 2,3 m in de lengte, 1,2 m in de hoogte en 1,1 m in de breedte, zodat zij naar een ander brandcompartiment kunnen worden verplaatst. De verkeersroute mag niet over een trap of door een lift voeren.

Rookcompartimenten

De eisen die gelden voor verblijfsgebieden en verblijfsruimten gelden ook voor rookcompartimenten, met dien verstande dat de gebruiksoppervlakte maatgevend is.

Rookvrije vluchtroutes

Een rookvrije vluchtroute moet in nieuwe gebouwen een minimale vrije doorgang hebben van 0,85 m breed (met uitzondering van trappen) en 2,3 m hoog. In bestaande gebouwen kan worden volstaan met een breedte van 0,5 m en een hoogte van 1,2 m. Een vrije doorgang van een blok van 2,3 m in de lengte, 2,3 m in de hoogte en 1,1 m in de breedte is in nieuwe gebouwen nodig voor aan bed gebonden patiënten. In bestaande gebouwen kan worden volstaan met een hoogte van 1,2 m.

Draairichting van een deur van een toegang

Eisen aan de draairichting van een deur van een toegang worden gesteld op het niveau van verblijfsgebieden en verblijfsruimten, rookcompartimenten en rookvrije vluchtroutes. Om opstoppingen te voorkomen, mogen deuren niet tegen de vluchtrichting indraaien als er veel mensen op dezelfde uitgang zijn aangewezen. Draaideuren mogen daarom niet, maar schuifdeuren wel. Automatisch werkende deuren mogen volgens de Modelbouwverordening de vluchtrichting niet belemmeren. Bovendien moet de sluiswerking van sluisconstructies bij brand worden opgeheven.

Verblijfsgebieden en verblijfsruimten

Vanaf een bepaalde vloeroppervlakte mogen deuren niet tegen de vluchtrichting indraaien. Deze eis geldt niet voor gebouwen met een woonfunctie. Verder mag een nooddeur geen schuifdeur zijn. Een nooddeur is uitsluitend bedoeld voor ontvluchting bij calamiteiten. Een dergelijke deur moet van binnenuit zonder sleutel kunnen worden geopend, bijvoorbeeld door middel

van een panieksluiting.

Rookcompartimenten

De eisen die gelden voor verblijfsgebieden en verblijfsruimten gelden ook voor rookcompartimenten, met dien verstande dat de gebruiksoppervlakte maatgevend is. Bovendien is dit ook het geval als deuren van de verblijfsgebieden of -ruimten niet tegen de vluchtrichting indraaien.

Rookvrije vluchtroutes

De eisen die gelden voor verblijfsgebieden en verblijfsruimten gelden ook voor rookvrije vluchtroutes, met dien verstande dat de gebruiksoppervlakte maatgevend is. Bovendien is dit ook het geval als deuren van de rookcompartimenten niet tegen de vluchtrichting indraaien. In gebouwen met een woonfunctie mogen deuren tussen een besloten ruimte waardoor een rookvrije vluchtroute voert en een vluchtrappenhuis niet tegen de richting indraaien. Het Arbeidsomstandighedenbesluit stelt dat schuif- en draaideuren niet als nooduitgang mogen worden gebruikt en dat deuren van nooduitgangen en in vluchtwegen op eenvoudige wijze van binnenuit naar buiten toe zijn te openen.

Opvang- en doorstroomcapaciteit

Voor nieuwe gebouwen moet een ruimte waardoor een rookvrije vluchtroute voert een opvangcapaciteit en een doorstroomcapaciteit hebben. Dit geldt niet voor gebouwen met een woonfunctie. De opvangcapaciteit is bedoeld voor de tijdelijke opvang van personen op een veilige plaats, zoals een vluchtrappenhuis, om van daaruit naar buiten te vluchten. De doorstroomcapaciteit is nodig voor het passeren van trappenhuizen en daarop aansluitende ruimten van de vluchtroute, zonder dat opstoppen ontstaat.

Deze bepaling heeft de meest duidelijke relatie met menselijk gedrag bij calamiteiten, hoewel ook hier een heldere onderbouwing ontbreekt. Bovendien gaat het hier om een functionele eis in plaats van een prestatie-eis, omdat de beschikbare bepalingsmethoden en grenswaarden slechts een beperkt toepassingsgebied hebben. Om desondanks de opvang- en doorstroomcapaciteit te kunnen berekenen, wordt verwezen naar een aantal documenten, waaronder de SBR-publicatie *“Menselijk gedrag bij brand”*.

NEN ontwikkelt momenteel een norm over opvang- en doorstroomcapaciteit. Het tweede ontwerp van NEN 6089 is inmiddels verschenen (NEN, 2005). Opvallend is dat paniek wel als definitie in het normontwerp is opgenomen, maar verder geheel buiten beschouwing blijft.

Loopafstanden

Een heel stelsel van eisen aan maximale loopafstanden is van kracht. Het kan gaan om maximale loopafstanden tussen:

- een punt in een verblijfsgebied en een toegang van het rookcompartiment (te vermenigvuldigen met een factor 1,5 in verband met het principe van vrije indeelbaarheid);
- een punt in een verblijfsruimte en een toegang van het rookcompartiment (vangneteis);

- een punt in een gemeenschappelijk verblijfsgebied en een toegang van het subbrandcompartiment;
- de toegang van een niet-gemeenschappelijke verblijfsruimte en een toegang van het subbrandcompartiment;
- een punt in een verblijfsruimte en een toegang van het subbrandcompartiment;
- een punt in een verblijfsruimte en een toegang van die ruimte;
- de toegang van een verblijfsruimte en een toegang van het rookcompartiment;
- twee toegangen van een besloten ruimte waardoor een verkeersruimte voert;
- twee toegangen in een rookvrije vluchtroute in een besloten ruimte.

Deze eisen worden gesteld met de achterliggende gedachte dat mensen, eventueel met ingehouden adem door rook, kunnen vluchten.

Mogen samenvallen van twee vluchtroutes

Eisen aan het mogen samenvallen van twee vluchtroutes worden gesteld op het niveau van rookcompartimenten en subbrandcompartimenten.

Rookcompartimenten

In principe beginnen twee rookvrije vluchtroutes bij een toegang van een rookcompartiment, die nergens samenvallen. Hierop zijn echter uitzonderingen geformuleerd. Vluchtroutes mogen (gedeeltelijk) wél samenvallen als:

- het rookcompartiment kleiner is dan een bepaalde grenswaarde en geen verblijfsruimte bevat;
- het rookcompartiment meer dan een toegang heeft en ten minste twee vluchtroutes vanuit die toegangen nergens samenvallen;
- ze in een veiligheidstrappenhuis liggen;
- het rookcompartiment kleiner is dan een bepaalde grenswaarde;
- het een brand- en rookvrije vluchtroute betreft;
- of beide.

Gebouwen voor kinderopvang nemen een bijzondere positie in, waarbij het menselijk gedrag om de hoek komt kijken. In deze gebouwen is het mogen samenvallen van twee vluchtroutes beperkt tot 5 m, om te voorkomen dat slechts in één richting kan worden gevlucht. Het is hier van belang dat de vluchtroute niet voortijdig wordt geblokkeerd, omdat jonge kinderen naar buiten moeten worden gedragen, waardoor het personeel meerdere keren de route zal moeten lopen.

Subbrandcompartimenten

In principe beginnen in gebouwen met een woonfunctie twee rookvrije vluchtroutes bij een toegang van een subbrandcompartiment, die nergens samenvallen. Ze mogen in nieuwe gebouwen wél samenvallen als het samenvallende gedeelte niet in een trappenhuis ligt en niet aan een ander subbrandcompartiment grenst (hierop zijn uitzonderingen mogelijk). In bestaande gebouwen zijn samenvallende vluchtroutes toegestaan, als de gebruiksoppervlakte van het subbrandcompartiment niet groter is dan 500 m² (hierop zijn uitzonderingen mogelijk). Eén vluchtroute is voldoende als het subbrandcompartiment meer dan een toegang heeft en er ten minste twee vluchtroutes zijn die nergens samenvallen.

Gelijkwaardige voorzieningen

Artikel 1.5 van het Bouwbesluit 2003 stelt dat “aan een in het tweede tot en met zesde hoofdstuk gesteld voorschrift dat moet worden toegepast om te voldoen aan een met betrekking tot een bouwwerk of een gedeelte daarvan gestelde eis, behoeft niet te worden voldaan, voor zover anders dan door toepassing van dat voorschrift het bouwwerk of het betrokken gedeelte daarvan ten minste dezelfde mate van veiligheid, bescherming van de gezondheid, bruikbaarheid, energiezuinigheid en bescherming van het milieu biedt, als is beoogd met het betrokken voorschrift.”

Deze gelijkwaardigheidsbepaling betekent anders gezegd dat oplossingen zijn toegestaan die weliswaar niet rechtstreeks aan de voorschriften voldoen, maar waarmee wel het beoogde doel wordt bereikt.

Installaties voor ontruiming

Aan installaties voor ontruiming worden veelal niet alleen eisen gesteld aan de aanwezigheid, maar ook aan inspecties voor een goede werking en onderhoud. Onder installaties voor ontruiming worden verstaan rookmelders, brandmeldinstallaties en ontruimingsinstallaties. Het opstellen van een ontruimingsplan hoort hierbij. De Arbeidsomstandighedenwet zegt in zijn algemeenheid dat branddetectoren en alarmsystemen indien nodig aanwezig moeten zijn. De bouwregelgeving is meer specifiek.

Rookmelders

Gebouwen met een woonfunctie moeten volgens het Bouwbesluit worden voorzien van rookmelders volgens NEN 2555.

Brandmeldinstallaties

Het Bouwbesluit stelt dan een brandmeldinstallatie, die voldoet aan NEN 2535, aanwezig moet zijn als een bepaalde vloerhoogte, gebruiksooppervlakte, aantal ruimten voor bezoekers dan wel een aantal bouwlagen wordt overschreden. In een aantal gevallen is een brandmeldinstallatie met ruimtebewaking nodig.

Ontruimingsinstallaties

Een gebouw dat moet worden voorzien van een brandmeldinstallatie, moet eveneens worden voorzien van een ontruimingsinstallatie, die voldoet aan NEN 2575. Tevens dient een ontruimingsplan te worden opgesteld volgens NTA 8112.

Noodverlichting

Aan noodverlichting worden niet alleen eisen gesteld aan de aanwezigheid, maar ook aan inspecties voor een goede werking en onderhoud. De arbowet- en regelgeving verplicht het aanwezig zijn van noodverlichting, als vluchtwegen en nooduitgangen bij het uitvallen van de reguliere verlichting slecht zichtbaar zijn en als werknemers op arbeidsplaatsen aan bijzondere gevaren zijn blootgesteld. In het laatste geval mag ook in individuele verlichting worden voorzien. De verlichtingssterkte moet op vloerhoogte 1 lux bedragen, vanaf 15 seconden na het uitvallen van de normale verlichting tot een uur daarna. Volgens de Modelbouwverordening moet de noodverlichting minimaal een keer per jaar worden geïnspecteerd.

Vluchtrouteaanduiding

Een goede vluchtrouteaanduiding is essentieel voor veilig vluchten, omdat mensen geneigd zijn letterlijk de bekende weg te volgen (zie hoofdstuk 6). Volgens de Modelbouwverordening moeten vluchtrouteaanduidingen voldoen aan NEN 6088. Ze moeten goed zichtbaar zijn en minimaal een keer per jaar gecontroleerd en gerepareerd worden. De Arbeidsomstandighedenwet stelt dat vluchtwegen, deuren en poorten op de route en nooduitgangen worden voorzien van veiligheids- en gezondheidssignalering met behulp van borden, pictogrammen, signalen, markeringen en kleuren. De Arbeidsomstandighedenregeling bevat daartoe voorschriften. Zowel de voorschriften in de Modelbouwverordening als in de arbowet- en regelgeving zijn gebaseerd op de Europese richtlijn over veiligheids- en gezondheidssignalering (Europese Commissie, 1992).

Nooddeurvergrendelingen

Een deur in de vluchtroute moet bij aanwezigheid van personen kunnen worden geopend zonder dat een sleutel of ander los voorwerp nodig is. Een deur in een vluchtroute van een ruimte waarin meer dan 100 personen verblijven of een deur in een doorgang of uitgang bestemd voor de ontvluchting van meer dan 100 personen mag niet anders worden gesloten dan met een sluiting waarbij de deur opengaat door een lichte druk tegen de deur in de vluchtrichting of door een panieksluiting (VNG, 2005).

Overige installaties voor vluchtveiligheid

In niet-besloten ruimten waardoor rookvrije vluchtroutes voeren, moet verse lucht kunnen worden toegevoerd en rook worden afgevoerd, zodat de ruimte kan worden gebruikt om te vluchten. Oplossingen voor rookafvoer worden geboden in NEN 6093.

Gelijkwaardige oplossingen voor vluchtveiligheid

De Werkgroep Gelijkwaardigheid heeft drie gelijkwaardige oplossingen voor vluchtveiligheid gepubliceerd (Van Overveld, 2006):

- volledige beveiliging met rookmelders in een woning;
- toepassing van een woningsprinkler;
- extra voorzieningen voor het kunnen vluchten uit een woning.

De onderstaande omschrijvingen van deze oplossingen zijn ontleend aan Van Overveld (2006).

Volledige beveiliging met rookmelders in een woning

Een woning waarin de loopafstand tussen de toegang van een verblijfsruimte en een toegang van die woonfunctie langer is dan 15 m, doch niet langer dan 25 m, is gelijkwaardig aan wat de wetgever heeft beoogd, als:

- in alle voor mensen toegankelijke ruimten, die in hetzelfde rookcompartiment of subbrandcompartiment liggen als de woning, met uitzondering van een toilet- of badruimte, een rookmelder is aangebracht die voldoet aan de primaire inrichtingseisen en de primaire producteisen van NEN 2555, en

- bij het in alarmfase gaan van één rookmelder in elke verblijfsruimte een geluidsniveau hoorbaar is van ten minste 65 dB(A), doch niet meer dan 85 dB(A); dit kan ertoe leiden dat rookmelders onderling gekoppeld moeten worden overeenkomstig het daaromtrent bepaalde in NEN 2555.

Toepassing van een woningsprinkler

Een woning, die overeenkomstig het bepaalde in artikel 2.145, zevende lid, van het Bouwbesluit 2003 is voorzien van rookmelders, waarin de loopafstand tussen de toegang van een verblijfsruimte en een toegang van die woonfunctie langer is dan 15 m, doch niet langer dan 25 m, is gelijkwaardig aan hetgeen de wetgever heeft beoogd, als:

- het rookcompartiment of subbrandcompartiment waarin de woning ligt, is voorzien van een gecertificeerde sprinklerinstallatie, en
- deze is aangesloten op een watervoorziening met voldoende capaciteit, en
- bij aansluiting op de drinkwaterleiding een niet meer dan aanvaardbare invloed heeft op de drinkwaterkwaliteit, en
- de sprinklerinstallatie als samenstel van constructieonderdelen wordt aangemerkt, dat zodanig wordt aangebracht dat voldaan blijft worden aan de ten minste vereiste hoogten in ruimten en vrije doorgangen van verkeersroutes.

Extra voorzieningen voor het kunnen vluchten uit een woning

Een woning die een loopafstand heeft van meer dan 15 m, doch niet meer dan 25 m, heeft een veiligheid voor het kunnen vluchten bij brand die gelijkwaardig is aan hetgeen de wetgever heeft beoogd, als die woning, naast de voorgeschreven rookmelders, een aantal bouwkundige voorzieningen heeft. Zo zal er tussen de verschillende verblijfsruimten een voldoende weerstand tegen branddoorslag en brandoverslag (WBDBO) aanwezig moeten zijn. Meer concreet betekent dit:

- tussen verblijfsruimten op verschillende bouwlagen (m.u.v. spleet $\leq 0,018 \text{ m}^2$ onder deur) een WBDBO ≥ 20 minuten aanwezig moet zijn;
- tussen een verblijfsruimte en een andere ruimte op een niet aangrenzende bouwlaag (m.u.v. spleet $\leq 0,018 \text{ m}^2$ onder deur) een WBDBO ≥ 20 minuten aanwezig moet zijn, en vanaf een verblijfsruimte een vluchtroute aanwezig is die door een verkeersruimte voert waarlangs het aansluitende terrein rechtstreeks is te bereiken, waarbij tussen de aan die verkeersruimte grenzende verblijfsruimten, badruimten en bergruimten (m.u.v. spleet $\leq 0,018 \text{ m}^2$ onder deur) een WBDBO ≥ 20 minuten aanwezig moet zijn; dit is niet vereist als de vloer van een verblijfsruimte niet meer dan 7 m boven meetniveau ligt en in elke verblijfsruimte een vluchtraam of -deur ($b \geq 0,5$ en $h > 0,8 \text{ m}$) aanwezig is met hoogte onderdorpel $\leq 1 \text{ m}$;
- vanaf elke toegang van een hoger dan de eerste verdieping gelegen verblijfsruimte binnen een loopafstand van ten hoogste 15 m een toegang in een 20 minuten brandwerende scheiding (m.u.v. spleet $\leq 0,018 \text{ m}^2$ onder deur) is te bereiken, waarlangs hetzij via een vluchtraam of balkon op de eerste verdieping, hetzij via een deur op de begane grond, het aansluitende terrein kan worden bereikt.

Langere loopafstanden in gebouwen met een woonfunctie zijn volgens deze oplossingen dus toegestaan, als extra installatietechnische dan wel bouwkundige maatregelen worden getroffen.

Bijlage 6 Ontruimingsplan

Wettelijke kader ontruimingsplan

Een ontruimingsplan van gebouwen moet worden opgesteld in het kader van de (Model)bouwverordening, artikel 6.1.1, en in het kader van de Arbeidsomstandighedenwet, artikel 15 en het Arbeidsomstandighedenbesluit, artikel 2.17. Om deze reden moet een ontruimingsplan kunnen worden getoetst door de brandweer, maar ook, in samenhang met de bedrijfshulpverlening, door de Arbeidsinspectie. Mocht deze tweezijdige invalshoek frictie opleveren, dan zal dit document in overleg met betrokkenen worden herzien. Daarnaast kan worden gesteld dat een ontruimingsplan onderdeel is van het BHV-plan van de desbetreffende organisatie. Derhalve moet door instructie en minimaal één jaarlijkse oefening dit ontruimingsplan aan de praktijk worden getoetst en zo nodig worden bijgesteld.

Ontruimingsplan

Bij ontruiming hoort een plan met instructies, waarnodig een ontruimingsinstallatie (NEN 2575) en vervolgens is het oefenen geblazen. Daartoe komen negen delen "Leidraad voor een ontruimingsplan" van de NEN-NTA 8112 ter beschikking¹¹⁰. De delen 1 tot en met 5 zijn inmiddels verschenen.

Waarom een NTA?

De reden voor NEN en initiatiefnemers om te kiezen voor een Nederlandse Technische Afspraak (NTA) en af te zien van een Nederlandse norm (NEN) of een Nederlandse Praktijkrichtlijn (NPR), is dat het onderwerp zeer breed is en, mede gelet op de rol van bedrijfshulpverlening (BHV) bij verschillende rampen, voortdurend in beweging. Een NTA kan op korte termijn worden ontwikkeld en gepubliceerd. Door de publicatie van een NTA kunnen belanghebbenden op korte termijn ervaring opdoen met het in de NTA omschreven protocol. Bij positieve bevindingen overweegt NEN om dit onderwerp bij CEN (de Europese organisatie voor normalisatie) in te brengen. De NTA zal worden ingetrokken wanneer het onderwerp door een Europese norm wordt bestreken.

In deze NTA-serie worden geen specificaties opgenomen over de ontruimingscapaciteit, noodverlichting en brandmeldinstallaties in gebouwen. Deze onderwerpen maken deel uit van het ontwerp en de constructie van een bouwwerk en hoort daarmee thuis in het Bouwbesluit. Evenmin worden specificaties opgenomen voor vluchtrouteaanduiding. Deze staan omschreven in de Arbeidsomstandighedenregeling, artikel XI A en wordt nader uitgewerkt in NEN 6088, Brandveiligheid van gebouwen – Vluchtrouteaanduiding – Eigenschappen en bepalingsmethoden.

Noot 110 De negen delen hebben betrekking op respectievelijk kantoorgebouwen, onderwijsgebouwen, kinderopvanggebouwen, gebouwen met een publieksfunctie, logiesgebouwen, gezondheidszorggebouwen, industriegebouwen, cellen en cellengebouwen, en ontruimingshandleiding en ontruimingskaart voor niet-vergunningsplichtige bouwwerken.

Menselijk gedrag in de NTA

De NTA wordt gekenmerkt door stroomschema's voor alarmering, taakverdelingen, wijze van ontruimen en goed uitgewerkte, begrijpelijke praktijkvoorbeelden met plattegronden, symbolen en vluchtrichtingen. Het aandeel 'menselijk gedrag bij calamiteiten' beperkt zich – bijvoorbeeld in het deel over gebouwen met een publieksfunctie – tot alleen de gedragsaanbeveling bij het ontdekken van brand : “Voorkom paniek, blijf rustig, schreeuw en ren niet.” Een andere aanbeveling in deze NTA is het veiligheidsdenken van huurders te stimuleren door taken en verantwoordelijkheden – gerelateerd aan brand en ontruiming – contractueel door de eigenaar of beheerder vast te laten leggen.

Frequent oefenen

Ontruimingsoefeningen zijn essentieel voor het functioneren van het ontruimingsplan. Daardoor weet iedere regulier aanwezige wat hij of zij moet doen als het alarm afgaat en wie de BHV'ers zijn. De BHV ziet op zijn beurt wat er fout gaat en kan dat bijstellen voordat er echt een ramp gebeurt. Deze ontruimingsoefeningen moeten regelmatig worden gehouden, minimaal eenmaal per jaar.

De omstandigheden waaronder wordt geoefend moeten de realiteit van een echte calamiteit zo veel mogelijk benaderen. Een oefening moet dus realistisch en leerzaam zijn, maar mag zijn doel niet voorbij schieten. Het gaat er vooral om de rol van de BHV te beoordelen. Deze treedt goed op wanneer wordt voorkomen dat de aanwezigen:

- de verkeerde kant op gaan (nog iets 'belangrijks' uit het gebouw halen);
- niet de instructies opvolgen (zich verstoppen op de wc);
- zaken vergeten (het sluiten van ramen en deuren);
- niet volgens de regels handelen.

Door zo'n oefening kan de BHV een indruk krijgen van de eigen BHV-organisatie. Eventueel kunnen de oefeningen worden uitgebreid met rook en Lotus-slachtoffers.

Ontruiming en sprinklers

Gebruikers van gesprinklerde gebouwen hebben nogal eens de misvatting dat aan ontruiming bij brand minder aandacht hoeft te worden besteed. Sprinklers dienen ervoor om een gebouw met inventaris en goederen snel en effectief te beschermen tegen de gevolgen van brand. De veiligheid van mensen speelt daarbij in principe geen rol.

Zogenaamde Life Safety-sprinklerinstallaties, toegespitst op persoonlijke veiligheid, komen in ons land in niet voor bewoning bestemde gebouwen nauwelijks voor. Dat is ook het geval met systemen welke direct door een elektronisch brandmeldsysteem worden aangestuurd.

Gebruikers van gebouwen denken vaak dat sprinklers een brand onmiddellijk ontdekken en direct onder controle brengen. Men realiseert zich niet dat het nog wel even kan duren alvorens een sprinkler in werking treedt. In de tijd welke verloopt tussen het begin van de brand en het aanspreken van de

sprinkler ontstaan doorgaans rookgassen. Deze in aanvang nog niet zo dichte, ogenschijnlijk ongevaarlijke rook kan al in een vrij vroeg stadium zeer giftig zijn, zoals bij de verbranding van kunststoffen. Na een paar keer inademen van deze rook is veilig vluchten eigenlijk al niet meer mogelijk.

Het verschil in tijd tussen brandmelding en het aanspreken van een sprinkler kan nogal uiteenlopen. Een sprinkler hoeft zelfs bij een wat rokerige smeulbrand in het geheel niet te gaan functioneren. Aan de gebruikelijke sprinklerinstallaties in gebouwen mag derhalve geen waarde voor wat betreft de vluchtveiligheid worden toegekend. Ook in een gesprinklerd gebouw zijn het brandmeldsysteem (met rookdetectie) en het ontruimingsalarm maatgevend voor de vluchtveiligheid.

Sprinklerdeskundigen van de Nederlandse vestiging van de Loss Prevention Certification Board (LPCB) en de European Fire Protection Consultants (EFPC) wijzen erop dat bij de toepassing van sprinklers vooral moet worden nagegaan welke eisen aan vluchtwegen moeten worden gesteld (Boes en Sterk, 2006).

Voor Life Safety-sprinklerinstallaties en dergelijke wordt verwezen naar Amerikaanse ontwikkelingen welke door koepelorganisaties zoals het National Institute of Standards and Technology (NIST) en Factory Mutual (FM) nauwlettend worden gevolgd.

Oefenscenario's

Hoogleraar in de psychologie James Reason van de Universiteit van Manchester (UK) is een bekend gedragsdeskundige op het gebied van veiligheidsmanagement (zie onder andere Reason, 1997). In relatie tot het proactieve gedrag bij calamiteiten stelt hij:

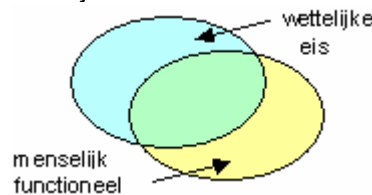
“Plannen zijn gebaseerd op een zo goed mogelijke inschatting van wat er zou kunnen gebeuren in de toekomst. Zowel de perceptie van die toekomst als de beschikbare kennis kan onvolledig zijn (en is dat doorgaans) en is daardoor onjuist. Wat ook de oorzaak moge zijn van de onderschatting, de uitkomst is dat bij scenario's gekozen wordt voor aansprekende of bekende situaties. Ons cognitieve systeem maakt ons een gevangene van het verleden, en dat geeft slechts weinig leidraad voor de toekomst.”

Bedoeld wordt dat bij oefenscenario's te veel wordt gekeken naar ervaringen uit het verleden. Scenario's met een open eind, een onvoorspelbare afloop, komen veel minder voor. Maar het zijn juist die scenario's die van groot belang zijn voor een gedegen preparatie. Want de toekomst laat zich maar moeilijk voorspellen. Ook onwaarschijnlijke scenario's zijn niet helemaal uit te sluiten. En het is niet alleen van belang dat de actoren binnen het systeem leren, het systeem als geheel moet ook leren.

Bijlage 7 Vluchtrouteaanduidingen: zichtbaar, opvallend en begrijpelijk

Bordjes ten behoeve van vluchtrouteaanduiding moeten het publiek duidelijkheid en richting geven. Dat is belangrijker dan aan wettelijke eisen te voldoen. Idealiter vallen de twee doelen samen, en functioneren bordjes die aan de wettelijke eisen voldoen inderdaad als goede hulpmiddelen. De werkelijkheid is minder mooi; het voldoen aan de wettelijke eisen is geen garantie dat de bordjes de beoogde hulp bieden. Figuur B7.1 laat dat in diagrammen zien die elkaar slechts ten dele overlappen.

Figuur B7.1 Wettelijke eisen versus menselijk-functionele eisen



Om dit te illustreren noemt Boer¹¹¹ het voorbeeld van een onderzoek naar vluchtroutes op passagiersschepen. Een kwart van de proefpersonen liep de vluchtdoor voorbij hoewel die ruim voorzien was van de vereiste bordjes. De gang bijna direct naast de deur bood meer perspectief. Zat die gang anderhalve meter verder dan liep nog maar 11% de vluchtdoor voorbij (Boer, 1998). Bordjes zijn dus op zich niet genoeg, en mensen laten zich ook leiden door de omgeving en hoe die op hen overkomt. De gang kwam over als een mogelijkheid om verder te komen; de deur als een kans op opsluiting. Anderzijds hielpen de bordjes meestal wel want minstens 75% nam de vluchtdoor.

Volgens Boer kun je aan bordjes de volgende menselijk-functionele eisen stellen:

- zichtbaar;
- opvallend;
- begrijpelijk.

Ten eerste is een bordje pas *zichtbaar* als het voldoende verlicht is of zelf voldoende licht geeft. Dit kenmerk is relatief; het gaat steeds om de verlichting ten opzichte van de omgeving.

Ten tweede moet het bordje zich in de blikrichting van het publiek bevinden en bijvoorbeeld niet te hoog of achterin het auditorium zijn geplaatst.

Ten derde moet een bordje loodrecht op de blikrichting staan. Zo moeten de borden in lange gangen bijvoorbeeld uit de wand uitsteken en niet plat langs de wand zijn aangebracht (Boer en Varkevisser, 2002).

Ten vierde moet een bordje groot genoeg of dichtbij genoeg zijn. In feite gaat het om de visuele hoek. De in NEN neergelegde regelgeving laat het op dit punt afweten (Boer, 2005b).

Noot 111 Schriftelijke toelichting van Louis Boer, TNO.

Wat zichtbaar is, is lang niet altijd opvallend (in het Engels: 'conspicuity'¹¹²). Alles wat verandert, beweegt en lawaai maakt trekt de aandacht en valt op. Daarom zijn er legio ontwerpen met vluchtwegaanduidingen die fluiten, knipperen, heen en weer zwaaien, etc. Belangrijk is te beseffen dat opvallendheid relatief is, evenals de reeds genoemde verlichtingseis. 's Nachts op zee is een knipperende lichtje zeer opvallend maar in een disco is het volstrekt onopvallend. Een verlicht vluchtbordje is zeer opvallend in een betongrijze verkeerstunnel maar volstrekt onopvallend in de bont aangeklede publieke ruimtes van de veerboot naar Engeland. Kortom: de 'bonthed' van de omgeving waar het bord geplaatst is, is bepalend voor de opvallendheid van bordjes.

Er is veel onderzoek gedaan naar aandacht en aandachtafleiding. Eén van de basisverschijnselen van de waarneming is dat signalen snel worden gemist als ze omgeven zijn door andere signalen. TNO heeft in dit verband een opvallendheidsmeter ontwikkeld waar (willekeurige) proefpersonen dia's van de omgeving beoordelen. Nader vast te stellen is hoe de aldus gemeten opvallendheid ingepast kan worden in de regelgeving.

Begrijpelijkheid betekent dat het publiek het bordje de juiste associatie geeft. ISO 9186 schrijft tests voor met groepen van minstens 50 proefpersonen. De proefpersonen schrijven hun associaties op in een bureausituatie. Aanzienlijk meer zeggingskracht heeft een gedragstest waarbij objectief vastgelegd wordt of de proefpersonen het gewenste gedrag vertonen.

De herkenbaarheid (zichtbaar, opvallend en begrijpelijk) van vluchtroute-aanduidingen kan in de praktijk dus tegenvallen. Een bordje dat naast een aantrekkelijke poster hangt of een knipperende pijl in de disco zijn nauwelijks opvallend¹¹³. Bij een vlakke, egaal gekleurde wand met deuren, blijkt de vluchtdeur soms nauwelijks te herkennen. Uit onderzoek¹¹⁴ blijkt dat zo'n deur duidelijk in kleur moet afwijken van de wand. Een sterk accentuerend kozijn rond die deur kan aan de herkenbaarheid van zo'n vluchtdeur bijdragen.

Opmerkelijk is verder dat uit onderzoek (Boer, 2004) blijkt hoe snel vluchtende mensen zich van de wijs laten brengen. Op passagiersschepen was een bordje CREW ONLY al genoeg om proefpersonen er toe te bewegen en andere route te nemen. Dit soort bordjes maakt de vluchtroute onbegrijpelijk. Ditzelfde geldt eigenlijk ook voor waarschuwingen op de vluchtdeuren tegen misbruik. Men lijkt de waarschuwing nauwelijks te lezen maar het gedrag is wel degelijk dat men omdraait en een alternatief gaat zoeken.

Noot 112 Meer informatie over 'conspicuity' is te vinden in Toet et al. (1998) en Kooi en Toet (1999).

Noot 113 Om die reden wordt momenteel bij TNO oriënterend vooronderzoek gedaan naar een methode om de beste plekken voor aanduidingen te bepalen. Daarbij wordt gedacht aan registratie van oogbewegingen die mensen spontaan maken als ze een ruimte binnenkomen.

Noot 114 Mondelinge toelichting van Louis Boer, TNO (zie ook Boer, 2000).

Hoge of lage plaatsing van bordjes

Lopende mensen kijken enkele meters voor zich uit. Gezien die blikrichting is de zichtbaarheid optimaal bij plaatsing van vluchtwegaanduidingen iets onder ooghoogte. Tegelijk moeten vluchtwegaanduidingen 'op' of 'naast' het object staan dat ze verduidelijken, bijvoorbeeld op het bovenkozijn van de vluchtdeur, ruim 2 meter hoog.

Hoge plaatsing van de vluchtwegaanduidingen heeft het voordeel van zichtbaarheid over de hoofden heen. Ook in een groep of menigte kan men de borden zien. Warme rook verzamelt zich echter aan het plafond. Hoge vluchtwegaanduidingen worden dus het eerst onzichtbaar.

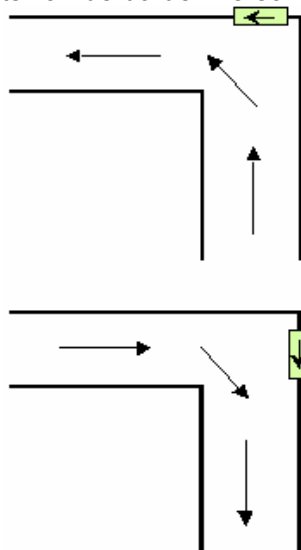
Lage plaatsing van de vluchtwegaanduidingen heeft het voordeel van langdurige zichtbaarheid ook bij toenemende rookontwikkeling, maar het nadeel van maskering door anderen. Ook maskering door meubilair of prullenmand is mogelijk. Lage plaatsing wordt afgeraden wanneer te verwachten is dat groepen of een menigte de vluchtroute gebruikt.

Dynamische aanduidingen

Het is mogelijk mensen te leiden met een bewegend lichtspoor zoals een lijn van LED's die elektronisch geschakeld een richting geven, 'looplicht'. TNO heeft met looplicht geëxperimenteerd met de conclusie dat het systeem een heel forse lichtopbrengst moet hebben om in een goed verlichte omgeving nog op te vallen. Verder kwam het systeem al snel kermisachtig en verwarrend over bijvoorbeeld bij kruisende wegen (Boer, 1998). Als geheel was het systeem 'matig overtuigend'.

Een bewegend lichtspoor is qua richting instelbaar. Men kan dus alternatieve routes programmeren. Ook met beeldschermen in plaats van borden wordt de vluchtrichting dynamisch instelbaar. Plaatsing van extra borden (beeldschermen) is noodzakelijk omdat de blikrichting anders is op de alternatieve route (figuur B5.2).

Figuur B5.2 De plaats van de borden verschilt per vluchtrichting



Nadelen van een programmeerbaar systeem zijn de kosten en de kwetsbaarheid voor zowel technisch falen als falen om de juiste richting in te stellen.

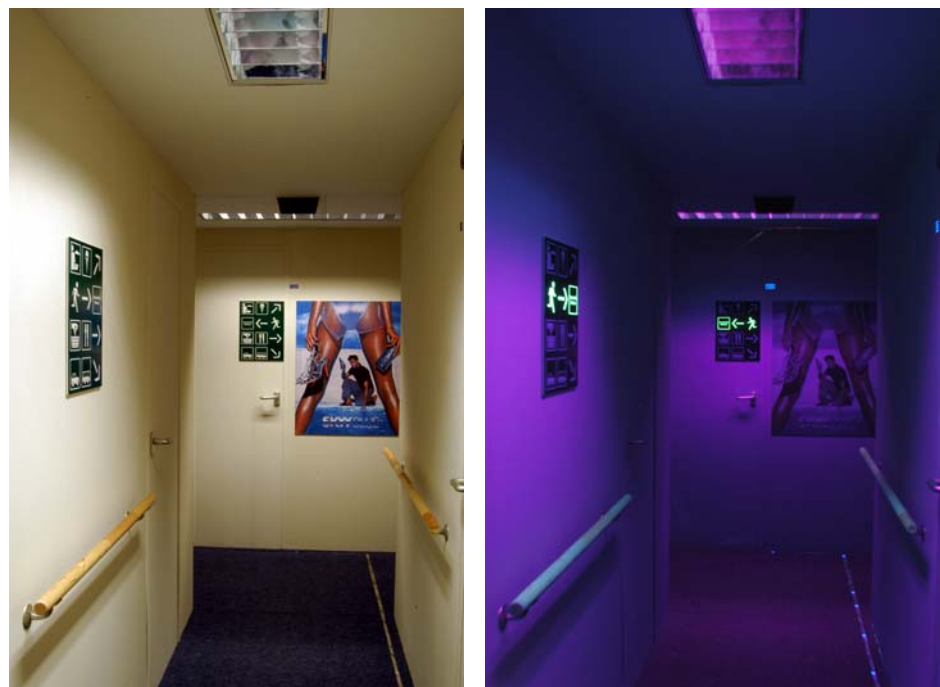
De Nederlandse marine heeft een duaal systeem met vaste borden. Gewone borden geven de normale vluchtroute aan; kleinere borden in negatiefbeeld geven de alternatieve route. Verwarrend is dat de alternatieve route uiteindelijk weer uitmondt op een gewone route. Voor een vaste bemanning is het waarschijnlijk goed bruikbaar.

Eisen aan vluchtroutes

De principes zichtbaar, opvallend en begrijpelijk gelden niet alleen voor de aanduidingen maar ook voor de inrichting van de vluchtroutes in het algemeen. De vluchtroute moet zichtbaar zijn en niet bijvoorbeeld aan het oog onttrokken worden door duisternis of een gordijn. Onzichtbaarheid ontstaat ook als de vluchtroute achterin een auditorium begint. Die laatste vorm van onzichtbaarheid wordt ondervangen door het publiek bij aanvang van een voorstelling te wijzen op de vluchtroute.

Daarnaast moet de vluchtroute opvallen. De praktijk is lastig omdat het gebouw andere doelen dient dan vluchten en ontruimen, bijvoorbeeld in het winkelcentrum wil men rustig kunnen winkelen en moeten de normale toegangswegen en niet de vluchtwegen opvallen. Een schakelbaar systeem is denkbaar dat bij nood de vluchtwegen meer doet opvallen dan de normale toegangswegen (Boer, 2004). Een dergelijk systeem zou verder uitgewerkt kunnen worden.

Figuur B5.3 De principes van een schakelbaar systeem: een andere verlichting bij nood (rechts) waardoor vluchtbordjes gaan opvallen (Boer, 2004).



De vluchtroute moet begrijpelijk zijn, hetgeen wil zeggen dat hij er uit ziet als een uitweg. Borden kunnen helpen de identiteit van 'vluchtroute' en de hoedanigheid van 'uitweg' duidelijk te maken. Per associatie met daglicht versterkt extra licht aan het begin van de vluchtroute het idee van een uitweg.

De vluchtroute moet zeker geen associaties opwekken met een doodlopende weg. Een bocht in de route zou een doodlopende gang kunnen verbergen. Die indruk wordt voorkomen met een in de bocht geplaatst vluchtbord. Het bord is er niet omdat de bocht een keuzemoment geeft maar om de hoedanigheid van 'doorgang' te onderstrepen. Lange gangen kunnen onzekerheid oproepen of men nog wel op de juiste weg is. Ook dan kan een vluchtbord helpen. Voor de honderden meters lange vluchtgangen van wegverkeerstunnels beval TNO aan om dergelijk tussenborden van een afstandsduiding te voorzien (Boer en Varkevisser, 2002), een aanbeveling die door Rijkswaterstaat werd overgenomen in de veiligheidsrichtlijnen.

Ten slotte moet de vluchtroute "er goed uitzien". Vluchtende personen die veiligheid zoeken worden afgestoten door rommel, duisternis, stank, verwaarlozing en aangetrokken door wat er netjes, ordelijk en 'huiselijk' uitziet (Sime, 1985b). De beheerder moet voor onderhoud zorgen. Duidelijk is dat enige inspanning nodig is om dit principe te vertalen als inrichtingseis.

Behalve opvallend moet een vluchtweg ook aantrekkelijk zijn. Zo is het voor vluchters aantrekkelijk om naar het licht toe te vluchten. Uit proeven¹¹⁵ en vluchtcapaciteitsmodellen blijkt bijvoorbeeld ook dat een opstap bij een vluchtdoor veel vertraging oplevert (een ongelukkige afstap trouwens ook). TNO heeft voor een onderzoek een scheepsinterieur nagebouwd en proeven gedaan met zo'n 300 mensen (Boer, 2000). Camera's legden vast of de vluchtroute gevonden werd. Uit het onderzoek blijkt dat een deur dan op eens een psychologische barrière wordt gevonden. Mensen gaan niet graag door deuren. Je weet maar nooit wat er achter zit. Een bordje (ook al voldoet dat aan de voorschriften) is niet genoeg om vluchtende mensen toch te 'verleiden' de deur te openen en erdoor te gaan.

Uiteraard moeten de vluchtroutes goed gedimensioneerd zijn om het aanbod aan vluchtende personen te kunnen verwerken. De vluchtroutes moeten ook goed gedimensioneerd blijven. Latere plaatsing van meubilair of goederen brengt de doorvoercapaciteit in gevaar, zeker als mensen over de spullen zouden kunnen struikelen. Bovendien maakt de vluchtroute er een rommelige indruk door waardoor mensen afgeschrikt kunnen worden. De 'dedicated' vluchtroute (die voor niets anders wordt gebruikt dan als vluchtroute) heeft het grootste risico van gebruik als 'tijdelijke' opslagruimte. Ook dit valt onder onderhoud.

Noot 115 Zie voorgaande noot.

Bijlage 8 Helpers bij rook

Bij rook is het voor mensen moeilijk om de vluchtroute te vinden. In deze bijlage een nadere beschouwing over ontwikkelingen op dit terrein¹¹⁶.

Uit proeven van TNO (Boer, 2002a) is gebleken dat in geval van rook geluidsbakens mensen door een met rook gevulde ruimte kunnen leiden. Naar aanleiding van deze proeven heeft Rijkswaterstaat inmiddels in een aantal tunnels dergelijke systemen geïnstalleerd.

Het is echter niet gezegd dat alle geluidsbakens even effectief zijn. Zo is er op de markt een Engels systeem met een pulserend gesis. Vanwege de hoge frequentiecomponenten is het geluid voor het publiek onmiddellijk en moeiteeloos te lokaliseren. Het publiek moet dan wel de betekenis van het geluid kennen want anders is het systeem onbegrijpelijk ('stoommachine', Boer, 2002a).

Andere problemen spelen bij het gebruik van een lage toon in het 5 Hz-gebied waarbij afwisselend "uitgang hier" wordt geroepen om zich op een niet zichtbare deur te kunnen oriënteren. Ten eerste zijn pure (sinusoïdale) tonen ongeschikt; ten tweede zijn lage tonen ongeschikt. Je leidt mensen op het gehoor met signalen die juist in het hogere frequentiespectrum goed gevuld zijn, dus qua "hoge tonen" (zie Wijngaarden et al., 2005)

TNO ontwikkelde geluidsbakens met de boodschap "uitgang hier" (Boer, 2005a). Dit geluidsfragment werd bewerkt met toevoeging van extra hoge frequentiecomponenten waardoor ook dit geluid onmiddellijk en moeiteeloos te lokaliseren is. Het grote voordeel is dat de bakens nu 'self explaining' zijn; ook zonder enige voorlichting snapt men dat het geluidsbaken een vluchtdeur markeert.

Lastiger is het leiden van mensen door een complex gebouw heen. Vermeden moet worden dat men van baken A naar baken B naar baken C loopt, de oriëntatie verliest en onbedoeld terugloopt naar baken B. In Engeland verzoon men een 'grammatica' van gedurig toenemende puls frequentie voor achtereenvolgende bakens. Of zo'n grammatica self explaining is staat te bezien. TNO hield het op één geluid en paste speciale technieken toe om te zorgen dat het volgende baken altijd overkwam als de dominante geluidsbron (Boer, 2004).

Het Engelse systeem is bruikbaar maar slechts begrijpelijk voor ingewijden en dus niet voor het algemene publiek. Het systeem van TNO is voor iedereen bruikbaar maar heeft verdere ontwikkeling nodig voor beloodsing in gecompliceerde gebouwen. Daarnaast is interessant in hoeverre geluidsbakens hulp bieden wanneer er nog geen rook is.

Rook tast ook de tastzin niet aan. Een Nederlands bedrijf maakt (of maakte) wandtegels die op de tast begrepen kunnen worden, ook nu weer mits men

Noot 116 Schriftelijke reactie van Louis Boer, TNO; voor meer over dit onderwerp zie Boer en Withington, 2004 en Boer, 2005a.

de vrij eenvoudige grammatica kent. Verder lijkt het systeem ongeschikt voor geleiding van grote groepen. De Noorse rederij Color Line heeft op bepaalde dekken leuning langs de wand voorzien van een zaagtandpatroon. De passagier die de goede kant uitgaat voelt een knobbelige leuning; de passagier die de verkeerde kant uitgaat voelt een onaangename scherpte. Dit principe lijkt 'self explaining'. Proefondervindelijke resultaten met deze tastsystemen ontbreken echter.

Bijlage 9 Nuttige websites

Onderstaande websites geven informatie over uiteenlopend onderzoek rond menselijk gedrag onder bijzondere omstandigheden zoals bij ontruiming bij brand en andere calamiteiten.

<http://www.tu-dresden.de/vkiwv/vwista/alt.html>

De website van Prof. Dr. Dirk Helbing van de Technische Universiteit Dresden geeft informatie over de onderzoeksactiviteiten van zijn Institute for Traffic Modelling and Economics met onder meer het onderzoeksprogramma Vehicle and Pedestrian Traffic, including Panic.

<http://angel.elte.hu/~panic/>

Uitgebreide informatie met te downloaden artikelen en videofragmenten rond onderzoek naar paniekgedrag, mede in verband met het themanummer Crowdcontrol van het wetenschappelijke tijdschrift Nature, nr. 407 (2000), met onder meer de artikelen *Simulating dynamical features of escape panic*, Dirk Helbing et al. (pagina's 487-490) en *Following the crowd*, David J. Low (pagina's 465-466).

www.crowdsafe.com

'Crowd-management' voor grote evenementen zoals popconcerten, festivals en dergelijke. De website biedt actuele (commerciële) Amerikaanse informatie rond dit onderwerp.

<http://www.crowddynamics.com>

Op deze website geeft Frank J. Wood een uitgebreid overzicht van wetenschappelijk onderzoek en computersimulatiemodellen rond loopgedrag. Er kan worden doorgelinkt naar meer dan 60 te downloaden samenvattingen, onderzoeksrapporten en vele 'crowd-disasters'.

www.red3d.com/cwr/boids/

Onderzoeker Craig W. Reynolds tracht met behulp van computermodellen inzicht te krijgen in het menselijke gedrag. Hij tracht daarbij relaties te leggen met het gedrag van het individu in een grote zwerm vogels of een grote school vissen. Wat stuurt ze qua beweging aan onder verschillende omstandigheden?

http://www.tno.nl/defensie_en_veiligheid/commandovoering_en_operat/information_processing/emergency_provisions_for_/index.xml

TNO Human Factors richt zich vooral op het menselijk functioneren in een technische omgeving. Onderzoek naar gedrag bij ontruiming is een actueel onderwerp. Een voorbeeld daarvan is het onderzoek naar het veilig handelen bij een calamiteit in de Westerscheldetunnel.

<http://www.rws.nl/rws/bwd/home/www/cgi-bin/index.cgi?site=2&doc=67>

Een zeer belangrijke factor bij de vluchtmogelijkheden van personen bij brand of andere calamiteiten in een tunnel, is de reactie van personen zelf. Om hierover meer duidelijkheid te krijgen hebben Rijkswaterstaat en TNO een evacuatieproef opgezet, waarover deze websitepagina veel informatie geeft.

<http://www.pedestrians.tudelft.nl>

TU Delft onderzoekt onder meer het gedrag van voetgangers in gebouwen met een publieksfunctie. Aan de hand van concrete bewegingsregistraties van voetgangers in (nagebootste) praktijksituaties (kruisingen van voetgangersstromen, deur- en roltrapsituaties, etc.) worden computermodellen zoals NOMAD en SimPed ontwikkeld. Bij de praktijksituaties gaat het om bewegingsregistraties van voetgangers en voetgangersstromen in gebouwen met een publieksfunctie onder (vooralsnog) normale omstandigheden.