



NEDERLANDS INSTITUUT  
FYSIEKE VEILIGHEID *Nibra*

# Wayfinding bij brand

Nachtelijke ontruimingsoefeningen in een hotel



## **Colofon**

Titel: Wayfinding bij brand. Nachtelijke ontruimingsoefeningen in een hotel

Datum: 10 september 2010

Auteur: M. Kobes

# **Wayfinding bij brand**

## **Nachtelijke ontruimingsoefeningen in een hotel**

Nederlands Instituut Fysieke Veiligheid *Nibra*  
Postbus 7010  
6801 HA Arnhem

T 026 355 24 00  
F 026 351 50 51  
info@nifv.nl



**Nederlands Instituut Fysieke Veiligheid *Nibra*:**

*Wij ontwikkelen kennis, dragen bij aan de vakontwikkeling voor brandweer, geneeskundige hulpverlening bij ongevallen en rampen (GHOR), crisisbeheersing en leiderschapsontwikkeling en vergroten zo de fysieke veiligheid.*

## Inhoud

<b>1</b>	<b>Menselijk gedrag bij brand</b>	<b>4</b>
<b>2</b>	<b>Praktijkonderzoek naar vluchtgedrag bij brandmelding in een hotel</b>	<b>5</b>
2.1	Onderzoek naar menselijk gedrag vanuit psychonomisch perspectief	5
2.2	Opzet van het praktijkonderzoek	5
2.3	Scenario's en deelnemers	6
<b>3</b>	<b>Gedrag tijdens het vluchten</b>	<b>8</b>
3.1	Loopgedrag niet in overeenstemming met aannames in regelgeving	8
3.2	Invloed van rook	9
3.3	Invloed van de locatie van vluchtrouteaanduiding	9
3.4	Invloed van het verlichtingsniveau	10
3.5	Invloed van persoonskenmerken	11
<b>4</b>	<b>SLOTOPMERKINGEN</b>	<b>12</b>

# 1 Menselijk gedrag bij brand

Wat doen mensen nu echt in geval van een brandmelding en welke uitgang nemen ze? Dit zijn de belangrijkste vragen in een onderzoek naar het vluchtgedrag dat in hotel Veluwemeer is uitgevoerd. De eerste resultaten zijn gepresenteerd op een internationaal wetenschappelijk congres en gepubliceerd in het congresboek<sup>1</sup> "Human behaviour in fire" en in het wetenschappelijk tijdschrift<sup>2</sup> "Building and Environment". De reacties op zowel de presentatie op het congres als op het artikel in het tijdschrift waren zeer positief: de onderzoeksmethode en de onderzoeksresultaten zijn aangemerkt als solide en bewezen, en bovendien is het onderzoek zeer uniek.

Al eerder is uit een literatuuronderzoek naar de zelfredzaamheid bij brand<sup>3</sup>, naar voren gekomen dat er kennis ontbreekt over de manier waarop mensen zich in een gebouw oriënteren tijdens een ontruiming. Wel is bekend dat met name de omgeving waarin de gebouwbezoeker zich bevindt van invloed is op het vluchtgedrag. Maar het is nog nauwelijks bekend wat die invloed daadwerkelijk is. Verder is naar voren gekomen dat hotels wereldwijd een hoog risico op fataliteit hebben als er brand ontstaat. Dit heeft vooral te maken met het feit dat fatale branden vooral 's nachts plaatsvinden. Bovendien zijn hotelgasten vaak niet bekend zijn met de indeling van het gebouw en daarmee ook niet met de vluchtroutes. Het praktijkonderzoek naar het vluchtgedrag bij een brandmelding is daarom in een hotel uitgevoerd. Het onderzoek is ook uitgevoerd in een virtuele replica van het hotel in een nieuw onderzoeksinstrument, namelijk de 'serious game' ADMS-BART.

In het onderzoek in beide versie van het hotel is de methode van onaangekondigde ontruimingsoefeningen toegepast. In deze brochure zijn de resultaten uit het empirisch onderzoek samengevat.

---

<sup>1</sup> Zie <http://www.intercomm.dial.pipex.com/html/publications/hbif09toc.htm>

<sup>2</sup> Zie <http://dx.doi.org/10.1016/j.buildenv.2009.07.004>

<sup>3</sup> Zie <http://www.boomuitgeversdenhaag.nl>

## 2 Praktijkonderzoek naar vluchtgedrag bij brandmelding in een hotel

### 2.1 Onderzoek naar menselijk gedrag vanuit psychonomisch perspectief

De uitgebreide studies naar het menselijk gedrag bij werkelijke branden in grote gebouwen en woongebouwen hebben voor gebouwonwerpers tot nu toe niet de gewenste informatie opgeleverd om een brandveilig gebouw te kunnen ontwerpen. Om te bepalen welke maatregelen de besluitvormingstijd kunnen verkorten en welke maatregelen leiden tot de juiste routekeuze van vluchtende personen is namelijk informatie nodig over de perceptie, intenties en motieven van de acties van vluchtende personen. In het gedragsonderzoek in het hotel is daarom een begin gemaakt met het inventariseren van de percepties van vluchtende (test)personen en van de motieven voor de uitgevoerde acties bij een brandmelding.

### 2.2 Opzet van het praktijkonderzoek

Het onderzoek bestond uit de registratie en evaluatie van onaangekondigde ontruimingsoefeningen en is uitgevoerd in echt hotel en in een virtueel hotel. Een ethische commissie van de Universiteit van Groningen heeft de onderzoekopstelling goedgekeurd. Verder hebben de deelnemers voorafgaand aan het onderzoek een verklaring van toestemming voor deelname aan het onderzoek ondertekend.

#### *Onderzoek in het echte hotel*

In het echte hotel was het experiment opgebouwd uit een avondsessie en een nachtsessie. De hotelgasten zijn door het NIFV uitgenodigd om deel te nemen aan een experiment over brandveiligheid. De deelnemers werden geïnformeerd over een experiment in de avonden, maar ze werden vooraf niet op de hoogte gebracht van de nachtelijke ontruimingsoefeningen. In de avond voorafgaand aan de ontruimingsoefeningen hebben de deelnemers twee 'nep' testen gedaan, met het doel om de deelnemers af te leiden van het feitelijke experiment dat 's nachts zou plaatsvinden. Tussen ongeveer 02.15u 's nachts en 6.45u 's ochtends en zijn de hotelgasten één voor één gewekt met het telefoonbericht: "*Er is een melding van brand op uw verdieping. Verlaat het hotel zo snel mogelijk. Wij zorgen voor de andere gasten. Ik herhaal: (...)*". Om het neveneffect van groepsgedrag weg te nemen, deed in elke ontruimingsoefening slechts één persoon mee. Op het moment dat de hotelgast de receptie of één van de nooduitgangen bereikte, is hij/zij opgevangen en naar de interviewruimte gebracht. Daar heeft de deelnemer een vragenlijst ingevuld met vragen over de indruk van de situatie, keuzeoverwegingen, gedragsmotivaties en dergelijke. De ontvluchting is vastgelegd met videocamera's die in de gang van het hotel zijn geplaatst.

#### *Onderzoek in het virtuele hotel*

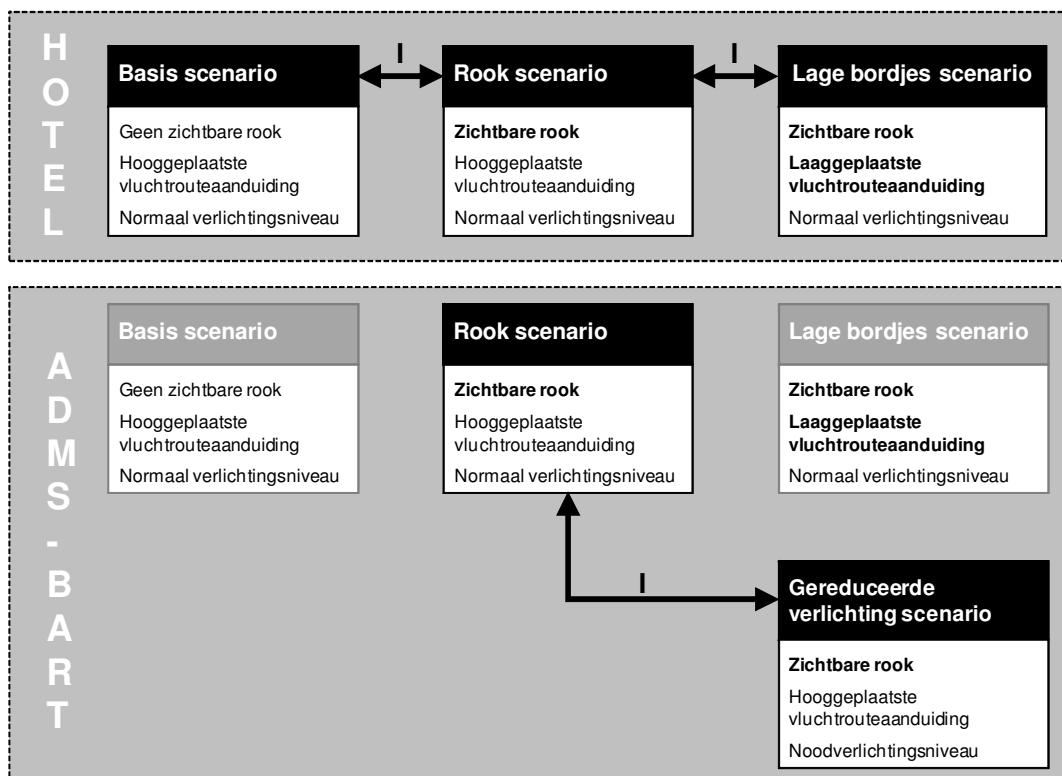
In het virtuele hotel bestond het experiment uit een intake, een trainingssessie en een gedragstest. Aangezien veel deelnemers geen computervaardigheden hadden werden zij (individueel) getraind in de aansturing van de serious game ADMS-BART. De tijdsduur van de training varieerde tussen ongeveer vijftien minuten en een uur. De gedragstest was in de basis gelijk aan de ontruimingsoefeningen in het echte hotel. Het verschil was dat het de testpersoon niet 's nachts in een hotelkamer lag te slapen, maar overdag of 's avonds met een joystick voor een projectiescherm stond.

### 2.3 Scenario's en deelnemers

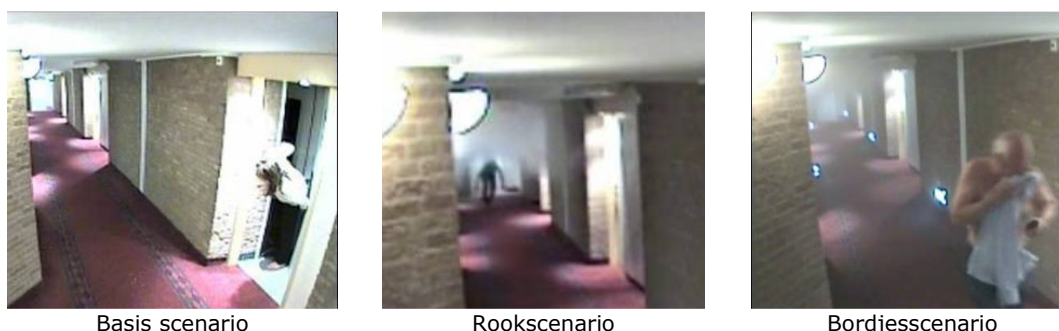
Het onderzoek is gericht op zelfredzaamheid bij brand, en met name op wayfinding bij ontvluchting in geval van brand. Wayfinding is het gemak om in een gebouw de weg te kunnen vinden. In de experimenten is de invloed van de volgende aspecten op zelfredzaamheid bij brand onderzocht:

- de invloed van rook (omgevingsconditie)
- de invloed van laag geplaatste vluchtrouteaanduidingen (gebouwoontwerp)
- de invloed van een laag verlichtingsniveau (gebouwoontwerp)
- de invloed van persoonlijke factoren (menskenmerken).

Om de invloed van de omgevingscondities en het gebouwoontwerp op wayfinding bij brand te onderzoeken, zijn de experimenten uitgevoerd in vier verschillende scenario's. In het basisscenario is niets gewijzigd aan de bestaande omgeving van het hotel. In het rookscenario is de route naar de hoofduitgang geblokkeerd door rook in de gang te blazen. Het derde scenario, het bordjesscenario, is een variant op het rookscenario, waarbij de groene nooduitgangbordjes op ongeveer 30 cm boven de vloer zijn geplaatst in plaats van vlak onder het plafond. Het vierde scenario, het noodverlichtingscenario, is een tweede variant op het rookscenario, waarbij het verlichtingsniveau is verlaagd tot het niveau van noodverlichting.



**Figuur 1.** Testscenario's voor gedragsanalyse



**Figuur 2.** Impressie van de scenario's in het echte hotel

In elk scenario zijn ten minste 20 individuele testen uitgevoerd. In tabel 1 zijn de kenmerken van de deelnemers weergegeven. In het overzicht zijn zowel de kenmerken opgenomen van de deelnemers in het echte hotel (RL, wat staat voor *real life*) als van de deelnemers in het virtuele hotel (VR, wat staat voor *virtual reality*).

**Tabel 1.** Kenmerken van de deelnemers

Variabele	Scenario's met rook						
	Basisscenario (zonder rook)		Rook				Noodver- lichting
	VR	RL	VR	RL	VR	RL	
<b>Aantal deelnemers</b>	<b>24</b>	<b>20</b>	<b>23</b>	<b>39</b>	<b>23</b>	<b>24</b>	<b>23</b>
<b>Geslacht</b>							
Man	46%	20%	44%	23%	44%	25%	39%
Vrouw	54%	80%	56%	77%	56%	75%	61%
<b>Leeftijd</b>							
Gemiddelde leeftijd	38.0	41.3	32.2	34.2	38.4	41.4	38.0
Minimum leeftijd	19	22	18	17	17	21	19
Maximum leeftijd	71	73	60	65	74	67	70
<b>Opleidingsniveau</b>							
Middelbaar niveau of lager	50%	40%	44%	54%	83%	33%	56%
Hoger of academisch niveau	50%	60%	56%	46%	17%	67%	44%
<b>Kennis- en ervaringsniveau</b>							
Gemiddeld aantal hotelovernachtingen per jaar	5.8	4.4	3.1	5.5	3.3	7.8	7.6
BHV training (ja)	21%	45%	26%	23%	26%	46%	26%
EHBO training (ja)	42%	30%	35%	23%	39%	54%	44%
Eerdere ervaring met brand (ja)	4%	5%	4%	3%	4%	0%	4%

## 3 Gedrag tijdens het vluchten

### 3.1 Loopgedrag niet in overeenstemming met aannames in regelgeving

Tijdens de experimenten zijn diverse uitingen van bijzonder gedrag waargenomen, zoals kruipen, rennen of het kloppen op deuren om andere gasten te alarmeren. Eén persoon heeft op het vluchtplategrond gekeken terwijl deze persoon in de rook stond. Het vluchtplategrond bevond zich in de gang, op de muur tegenover de ruimte met de (fictieve) brandhaard. Enkele andere personen raakten tijdens het vluchten de muur aan om zich in de rook te kunnen oriënteren. In de scenario's met waarneembare rook zijn meerdere personen terug de hotelkamer ingegaan nadat zij de deur hadden geopend en in de gang hadden gekeken. Ook is het meerdere malen voorgekomen dat mensen een bepaalde richting op liepen en daarna zich omdraaiden om vervolgens in de andere richting te vluchten. Dit deed namelijk zo'n 20% van de deelnemers in elk van de drie afzonderlijke scenario's in het echte hotel. Deze deelnemers zijn niet via de kortste route zijn gevlucht, zoals in de regelgeving wordt aangenomen.

In het Bouwbesluit wordt een eis gesteld aan de maximale loopafstand tussen twee rookwerende deuren in een gang. Voor een nieuw te bouwen hotel is de maximum loopafstand 30 meter. Deze afstand is in beginsel gebaseerd op de aanname dat mensen via de kortste route vluchten, aangezien de geëiste maximum loopafstand wordt gemeten langs de kortste route. In het scenario zonder waarneembare rook vluchtte 70% van de deelnemers niet via de kortste route, en in de scenario's met waarneembare rook vluchtte ongeveer 35% niet via de kortste route. Dat betekent dat verwacht kan worden dat ademhalingsproblemen zullen optreden wanneer de kortste route naar een 'vluchtdeur' ongeveer 30 meter is. De eis van 30 meter is ook gebaseerd op de vuistregel dat mensen met een loopsnelheid van ongeveer 1 m/s lopen en ongeveer 30 seconden door rook kunnen lopen, mogelijk vanuit de aanname dat mensen maximaal 30 seconden de adem in kunnen halen. Overigens is in de praktijkexperimenten niet geconstateerd dat de testpersonen de adem inhielden toen zij door de rook liepen. Wel had iemand tijdens het vluchten een t-shirt voor zijn neus om zich tegen de rook te beschermen.

De bezettingsdichtheid in het hotelexperiment was laag. Het Bouwbesluit stelt voor nieuw te bouwen winkels en industriegebouwen, met een bezettingsdichtheid dat vergelijkbaar is met die in het hotelexperiment, een maximale loopafstand van 60 meter tot aan een rookwerende deur. Om deze 60 meter binnen 30 seconden af te leggen moet met een loopsnelheid van 2 m/s gelopen worden. In de praktijktesten liepen de snelste testpersonen deze loopsnelheid van 2 m/s, maar dat was slechts 6% van alle testpersonen. De gemiddelde loopsnelheid was 0.9 m/s en 60% liep zelfs langzamer dan de gemiddelde loopsnelheid. Dit betekent dat de ruime meerderheid langzamer liep dan in het Bouwbesluit wordt aangenomen.

In bijeenkomstgebouwen is de maximale loopafstand 30 meter, zoals in een nieuw te bouwen hotel, maar de bezettingsdichtheid is veel groter dan in een hotel. Dit betekent dat de gemiddelde loopsnelheid nog lager zal liggen dan uit de hotelexperimenten naar voren is gekomen. Dit leidt ertoe dat in geval van een echte rooksituatie mensen meer tijd nodig hebben om te vluchten en mogelijk gewond raken als gevolg van rookinhalatie. Aangezien een aanzienlijk deel van de testpersonen bovendien niet via de kortste route is gevlucht, zal het probleem van rookinhalatie ook voor komen wanneer de loopafstand tot een rookwerende deur ongeveer gelijk is aan de maximaal toegestane 30 meter.

### 3.2 Invloed van rook

In het basisscenario is de meerderheid (55%) van de deelnemers via de hoofduitgang gevlucht. In het rookscenario en in het bordjesscenario is de meerderheid (64%, respectievelijk 75%) daarentegen via de dichtstbijzijnde nooduitgang gevlucht. Dit wijst erop dat de aanwezigheid (of geen aanwezigheid) van waarneembare rook van invloed is op de keuze van de uitgang. In het rookscenario is toch nog een aanzienlijk deel van de groep testpersonen (31%) via de hoofduitgang gevlucht. Dit betekent dat bijna een derde van de groep deelnemers door de rook en langs de (fictieve) brandhaard is gevlucht. In het bordjesscenario is het aantal iets lager, maar toch nog aanzienlijk. Daar is één op de vijf deelnemers namelijk door de rook en langs de (fictieve) brandhaard gevlucht. In het basisscenario, waar geen rook waarneembaar was, weken de deelnemers met een significant langere afstand van de kortste route af dan wanneer rook wel waarneembaar was. Dit betekent dat de wayfinding-situatie vooral in het basisscenario verwarrend was. In deze situatie, waarin geen signalen van een echte brand waarneembaar waren (anders dan het bericht van het brandalarm), aarzelden de meerderheid (80%) van de deelnemers die zich tijdens de ontvluchting hadden omgedraaid om via de nooduitgang te vluchten: zij draaiden zich om waarna zij via de 'normale uitgang', waarmee ze bekend waren, vluchtten. Er is nader onderzoek nodig om de onderliggende redenen voor dit aarzelende gedrag te analyseren en om de mogelijke aanwijzingen vast te stellen die aanwezigen overtuigen van de noodzaak om via de nooduitgang te vluchten. Het gebruik van de dichtstbijzijnde nooduitgang is namelijk ook nodig wanneer signalen van brand, zoals rook, niet in de directe omgeving zijn waar te nemen, omdat de rook mogelijk wel in het volgende gedeelte van de gekozen route aanwezig is. In de scenario's waarin rook waarneembaar was vluchtten de meeste deelnemers die zich tijdens de ontvluchting hadden omgedraaid daarentegen via de nooduitgang (63% en 75%). Dit betekent dat extra signalen nodig zijn om mensen ervan te overtuigen om via de dichtstbijzijnde nooduitgang te vluchten.

### 3.3 Invloed van de locatie van vluchtrouteaanduiding

Meerdere deelnemers hebben aangegeven dat zij gebruik hebben gemaakt van de vluchtrouteaanduidingen. In het basisscenario zegt ruim de helft van de deelnemers de groene nooduitgangborden gebruikt te hebben. In de scenario's met waarneembare rook zegt ongeveer driekwart van de groep deelnemers dat zij gebruik hebben gemaakt van de groene nooduitgangborden. Van de mensen die in het basisscenario hebben aangegeven dat zij gebruik hebben gemaakt van de vluchtrouteaanduiding is 78% ook daadwerkelijk via de dichtstbijzijnde nooduitgang gevlucht. Dit betekent dat 22% van de deelnemers die gebruik hebben gemaakt van de groene borden de aanwijzingen op de groene borden niet heeft opgevolgd. In het rookscenario heeft 33% van de deelnemers de aanwijzingen op de borden niet opgevolgd. In beide scenario's bevonden de groene borden zich vlak onder het plafond. De invloed van het gebruik van de hooggeplaatste vluchtrouteaanduiding op de routekeuze is twijfelachtig vanwege de meerdere deelnemers die de aanwijzingen niet hadden opgevolgd. In het bordjesscenario is 7% van de deelnemers die gebruik hebben gemaakt van de groene borden niet via de dichtstbijzijnde nooduitgang gevlucht. Dit wijst erop dat de laag geplaatste vluchtrouteaanduidingen duidelijke informatie geven en het een positieve invloed heeft op het gebruik van de nooduitgang.



**Figuur 2.** Ontwerp van (vlucht)routeaanduidingen



**Figuur 3.** Zichtbaarheid van vluchtrouteaanduidingen in verschillende condities

### 3.4 Invloed van het verlichtingsniveau

Conform de regelgeving is het toegestaan om in de vluchtroutes van een gebouw een relatief laag verlichtingsniveau van 1 lux te accepteren. In de testen in het virtuele hotel is onderzocht of het verlichtingsniveau (normaal of laag) invloed heeft op de routekeuze. Uit de testen blijkt dat de invloed van het verlichtingsniveau significant is: de deelnemers in de testen in de testomgeving met een normaal verlichtingsniveau zijn significant vaker via de dichtstbijzijnde nooduitgang gevlucht. Verder is naar voren gekomen dat een laag verlichtingsniveau (ongeveer 1 lux) het gevoel van haast lijkt te versterken. Het heeft daarentegen niet geleid tot een snellere evacuatie of tot een significant vaker gebruik van de dichtstbijzijnde nooduitgang. Dit betekent dat de ontvluchting in de situatie met het normale verlichtingsniveau beter verliep dan in de situatie met noodverlichting. De aanbeveling is daarom om de eisen in de huidige regelgeving opnieuw in overweging te nemen, aangezien momenteel een laag verlichtingsniveau in geval van nood geaccepteerd wordt.

In een situatie met een laag verlichtingsniveau lijkt het gebruik van verlichte vluchtrouteaanduidingen een mogelijke maatregel om gebouwgebruikers ertoe over te halen via de dichtstbijzijnde nooduitgang te vluchten. De invloed van het gebruik

van de vluchtrouteaanduidingen was namelijk significant effectief in het gereduceerde verlichting scenario. Daar staat tegenover dat de wayfinding-situatie in het scenario met het lage verlichtingsniveau verwarrend bleek te zijn, gezien de significant langere afwijking van de kortste route. De aanbeveling is om aanvullend onderzoek te doen naar de effectiviteit van een routeaanduiding die zodanig is ontworpen dat deze contrasteert met de omgevingsituatie.

### 3.5 Invloed van persoonskenmerken

Er is onderzocht of mensen die een BHV-training hebben gevolgd via een andere uitgang vluchten dan mensen die geen BHV-training hebben gevolgd. De veronderstelling is dat mensen met een BHV-achtergrond eerder geneigd zijn via de nooduitgang te vluchten dan mensen zonder BHV-achtergrond. Uit het onderzoek blijkt dat er tussen de twee groepen testpersonen geen groot verschil is de keuze voor de hoofduitgang of de nooduitgang. De mate van bekendheid met de omgeving (of type van omgeving) blijkt wel van invloed te zijn op de routekeuze. Zo zijn mensen die voor het slapen gaan de vluchtroute hebben geïnspecteerd, en mensen die gebruik hebben gemaakt van de vluchtplattegronden, meer geneigd via de nooduitgang te vluchten. Er is dus meer aandacht nodig voor het gebruik van vluchtrouteplattegronden, bijvoorbeeld door informatie te geven over de vluchtroute wanneer gasten inchecken voor een hotelovernachting. Ook is training in brandveiligheid, bijvoorbeeld door mensen bekend te maken met de route naar de dichtstbijzijnde nooduitgang, naar verwachting een effectieve maatregel om het gebruik van nooduitgangen te verbeteren. Er is nader onderzoek nodig om het effect van deze type van training in brandveiligheid op het gedrag van wayfinding te verkennen.

## 4 SLOTOPMERKINGEN

Tot slot zijn de bevindingen uit de experimenten vergeleken met de bevindingen in de literatuur. De bevindingen uit de experimenten komen op de volgende punten overeen met de bevindingen in de literatuur:

- Rook heeft een negatief effect op het gemak van wayfinding. Dit betekent dat het negatieve effect van rook op het gemak van wayfinding meegewogen zou moeten worden in de berekening van de evacuatie tijd.
- Mensen met een sterke onderlinge sociale band zullen 'onderling sociaal gedrag' ('affiliative behaviour') uiten, zoals het kloppen op de deuren van vrienden en familie. Dit betekent dat het effect van uitingen van onderling sociaal gedrag meegewogen zou moeten worden in de berekening van de evacuatie tijd.

De bevindingen uit de experimenten doen vermoeden dat de volgende aspecten van wayfinding nog niet goed zijn begrepen of geadresseerd in de literatuur:

- In tegenstelling tot de bevindingen in de literatuur verklaarden veel deelnemers in de experimenten dat zij gebruik gemaakt hebben van de vluchtrouteaanduidingen. Daarentegen volgde een derde van deze deelnemers in het 'rook scenario' niet de instructies die de vluchtrouteaanduidingen gaven.
- De bevindingen over verplaatsingstijden lijken aan te tonen dat het gevoel van een noodsituatie hoger is wanneer rook zichtbaar is. Deze veronderstelling wordt daarentegen niet bevestigd door de antwoorden van de deelnemers op de vraag over het gevoel van een noodsituatie.

Op basis van deze vergelijking kan gesteld worden dat in brandveiligheidsbeleid en berekeningen bevindingen op gebied van brandveiligheidspsychonomie opgenomen zouden moeten worden, zoals de uitkomsten van een negatieve invloed van rook op het gemak van wayfinding en van het effect van sociaal onderling gedrag op het zelfredzame gedrag bij brand. Daarnaast is er meer onderzoek nodig op gebied van brandveiligheidspsychonomie, en in het bijzonder naar de percepties van de situatie en omgeving en naar de intenties en motieven voor gedrag.