



**BRANDWEER**

Brandweeracademie

# Brandveilig leven en de 'lessen' van het rookverspreidingsonderzoek



Instituut Fysieke Veiligheid  
Brandweeracademie  
Postbus 7010  
6801 HA Arnhem  
www.ifv.nl  
info@ifv.nl  
026 355 24 00

## Colofon

Brandweeracademie (2021). *Brandveilig leven en de 'lessen' van het rookverspreidingsonderzoek*. Arnhem: IFV.

Opdrachtgever: Brandweer Nederland  
Contactpersoon: Vanessa Koomen  
Titel: Brandveilig leven en de 'lessen' van het rookverspreidingsonderzoek  
Datum: 10 februari 2021  
Status: Definitief  
Versie: 1.0  
Auteurs: M. Karemaker MSc. en drs. C. Tonnaer  
Projectleider: drs. C. Tonnaer  
Review: ing. L. de Witte  
Eindverantwoordelijk: ing. R. Hagen MPA

# Managementsamenvatting

In 2019 heeft de Brandweeracademie van het IFV praktijkexperimenten gedaan in een leegstaand woongebouw met inpandige gangen in Oudewater. Het doel van deze experimenten was om te onderzoeken hoe rookverspreiding plaatsvindt in een dergelijk pand en wat de invloed hierop is van bepaalde variabelen. Van dit onderzoek is in september 2020 een lijvig rapport verschenen. Brandweer Nederland heeft naar aanleiding van deze publicatie aan de Brandweeracademie het verzoek gedaan om enkele 'lessen' uit het onderzoek te destilleren die voor adviseurs Brandveilig Leven (BVL) relevant kunnen zijn.

Aangezien er geen objectieve maatstaf bestaat op basis waarvan bepaald kan worden wat de meest relevante lessen zijn, heeft het lectoraat Brandpreventie van de Brandweeracademie op basis van zijn eigen inzicht deze lessen geformuleerd aan de hand van een zevental thema's. Per thema wordt kort ingegaan op de reeds bestaande kennis over dit thema, de kennis die hieraan toegevoegd kan worden op basis van het onderzoek en het mogelijke belang daarvan voor BVL. In het laatste, concluderende hoofdstuk wordt hiervan een samenvatting gegeven en worden ook conclusies getrokken die de afzonderlijke thema's overstijgen.

De experimenten van de Brandweeracademie hebben bevestigd dat een relatief kleine brand in een moderne bank met een synthetische schuimvulling tot een enorme rookproductie kan leiden. Aangetoond is dat deze rookproductie niet alleen gevaarlijk is voor de bewoners van het betreffende appartement, maar ook voor andere bewoners van het woongebouw. De rook verspreidt zich via verschillende wegen naar de inpandige gang en naar andere appartementen. Daarbij kan een onderscheid gemaakt worden tussen de zichtbare rook en het onzichtbare koolstofmonoxide (CO). Hoewel CO een belangrijk onderdeel is van rook, kan CO zich verder verspreiden dan zichtbare rook. Hierdoor kan er in een ruimte die vrij lijkt te zijn van rook, toch een verhoogde concentratie CO aanwezig zijn.

Het sluiten van de voordeur maakt een groot verschil. Hierdoor komt rook minder snel vanuit het 'brandadres' naar de inpandige gang. Maar als er tegelijkertijd niets aan de brand gedaan wordt, blijkt de rook zich toch via allerlei kieren en openingen naar de gang en naar andere appartementen te kunnen bewegen. Hierdoor kan er met name voor een (zeer) kwetsbare groep bewoners toch een levensbedreigende situatie ontstaan. Voor deze kwetsbare groep is het noodzakelijk dat niet alleen de deur gesloten blijft, maar dat er ook iets gedaan wordt aan de heftigheid van de brand, bijvoorbeeld door een watermistinstallatie of door het gebruik van organische in plaats van synthetische materialen in meubels.

Tot slot is een belangrijke constatering naar aanleiding van de experimenten, dat brandveiligheid meer is dan een individuele kwestie. Het soort meubilair dat iemand in huis heeft, of iemand een automatische blusinstallatie heeft, of iemand brandveilig gedrag vertoont en of iemands voordeur sluit na ontvluchting, hebben allemaal invloed op de veiligheid van de overige bewoners van het pand. Die gedeelde verantwoordelijkheid zou in het kader van BVL meer benadrukt kunnen worden.

# Inhoud

	<b>Managementsamenvatting</b>	<b>3</b>
	<b>Inleiding</b>	<b>5</b>
<b>1</b>	<b>Meubilair en matrassen</b>	<b>9</b>
1.1	Reeds bestaande kennis	9
1.2	Nieuwe kennis	9
1.3	Belang voor BVL	10
<b>2</b>	<b>Rookmelders</b>	<b>12</b>
2.1	Reeds bestaande kennis	12
2.2	Nieuwe kennis	12
2.3	Belang voor BVL	14
<b>3</b>	<b>Watermistinstallatie</b>	<b>16</b>
3.1	Reeds bestaande kennis	16
3.2	Nieuwe kennis	16
3.3	Belang voor BVL	18
<b>4</b>	<b>Het sluiten van deuren</b>	<b>19</b>
4.1	Reeds bestaande kennis	19
4.2	Nieuwe kennis	19
4.3	Belang voor BVL	22
<b>5</b>	<b>Koolstofmonoxide</b>	<b>23</b>
5.1	Reeds bestaande kennis	23
5.2	Nieuwe kennis	23
5.3	Belang voor BVL	24
<b>6</b>	<b>Ouderen en kwetsbaren</b>	<b>26</b>
6.1	Reeds bestaande kennis	26
6.2	Nieuwe kennis	26
6.3	Belang voor BVL	28
<b>7</b>	<b>(Niet) vluchten</b>	<b>29</b>
7.1	Reeds bestaande kennis	29
7.2	Nieuwe kennis	29
7.3	Belang voor BVL	30
<b>8</b>	<b>Conclusies</b>	<b>32</b>
8.1	Conclusies per thema	32
8.2	Integrale conclusies	34
	<b>Literatuurlijst</b>	<b>36</b>

# Inleiding

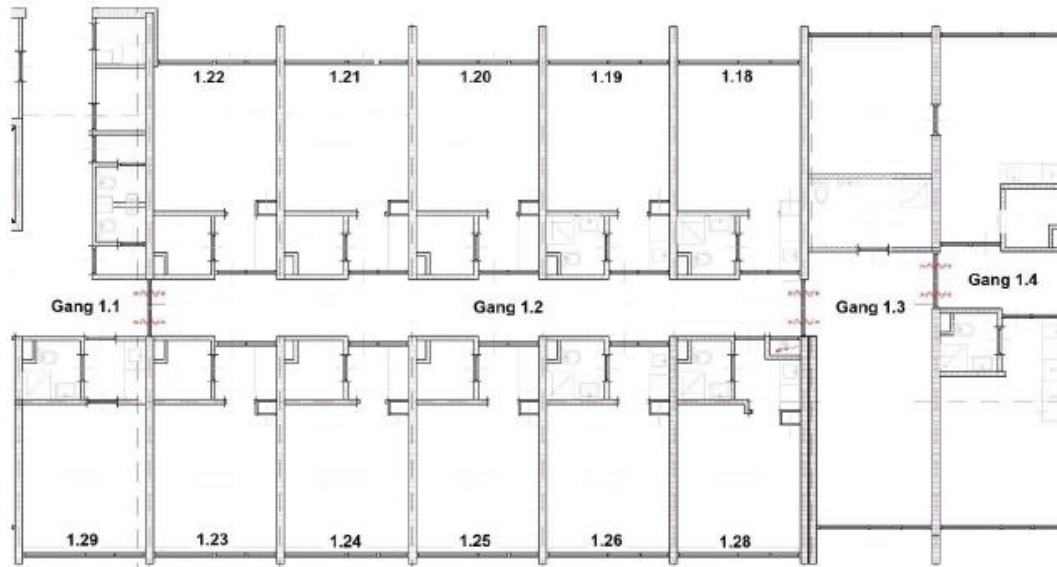
## Aanleiding

In september 2020 heeft de Brandweeracademie van het IFV het rapport *Rookverspreiding in woongebouwen. Hoofdrapport van de praktijkexperimenten in een woongebouw met inpandige gangen* gepresenteerd. Dit lijvige rapport (250 pagina's) vormde samen met 31 bijlagen de schriftelijke weerslag van een groot onderzoeksproject, gebaseerd op uitgebreide praktijkexperimenten in een leegstaand woongebouw in Oudewater. Deze praktijkexperimenten bestonden uit het doen ontbranden van een bank ('tweezitter') met een schuimvulling. Deze bank was geplaatst in een appartement op de eerste verdieping. In de gangen en in andere appartementen van het gebouw was meetapparatuur geïnstalleerd.

Deze experimenten toonden aan hoe rook in het algemeen en CO in het bijzonder zich kunnen verspreiden in een dergelijk woongebouw en welke factoren hierop van invloed zijn. Dit leverde waardevolle inzichten op. Het ligt voor de hand dat deze inzichten invloed zullen hebben op het denken over brandveiligheid en brandbestrijding. De 'vertaalslag' van deze inzichten naar de dagelijkse praktijk moet echter nog plaatsvinden.



**Figuur 0.1.1:** Locatie van de praktijkexperimenten uit 2019: De Schuylenburch in Oudewater



**Figuur 0.1.2: Plattegrond van de eerste verdieping (locatie van de praktijkexperimenten)**

## Doel

Brandweer Nederland heeft naar aanleiding van de publicatie van het rapport aan de Brandweeracademie het verzoek gedaan om ‘lessen’ uit het onderzoek te destilleren die voor adviseurs Brandveilig leven (BVL) relevant kunnen zijn. Dit verzoek is als volgt gespecificeerd:

*Haal uit het onderzoek naar rookverspreiding in woongebouwen nieuwe kennis die van belang is voor het taakveld brandveilig leven.*

*Haal uit het onderzoek naar rookverspreiding in woongebouwen (verbeterde of nieuwe) onderbouwing van reeds bestaande en aanwezige kennis die toegepast wordt in het taakveld brandveilig leven.*

*Geef een aanzet hoe deze nieuwe of beter onderbouwde kennis ingezet kan worden in aandachtsgebieden of activiteiten van brandveilig leven.*

Indien nieuwe kennis conflicteert met bestaande kennis, zal ook aangegeven worden hoe hiermee omgegaan kan worden in het kader van BVL.

## Afbakening

De wijze waarop kennis ingezet wordt ten behoeve van BVL is primair de verantwoordelijkheid van veiligheidsregio's en Brandweer Nederland. Vanuit zijn expertise op het gebied van rookverspreiding in woongebouwen, kan het lectoraat Brandpreventie van de Brandweeracademie hiervoor uiteraard suggesties doen. Daarbij moet overigens wel worden opgemerkt dat er geen objectieve maatstaf beschikbaar is om het belang van bepaalde kennis vast te stellen. Het voorliggende rapport moet gezien worden als een 'vertaalslag', waarmee de resultaten van het onderzoek toepasbaar worden gemaakt voor BVL.

Wat verder in dit verband opgemerkt moet worden, is dat er geen overzicht bestaat van "de reeds bestaande en aanwezige kennis die toegepast wordt in het taakveld brandveilig leven". De auteurs van dit rapport hebben geen onderzoek gedaan naar welke kennis aanwezig is binnen het taakveld BVL, maar hebben op basis van hun eigen inzichten een inschatting gemaakt van wat tot de "bestaande en aanwezige kennis" gerekend kan worden. Hierbij hebben zij zich onder meer gebaseerd op datgene wat reeds in rapporten en onderwijspublicaties van de Brandweeracademie beschreven is en op hun ervaring met huidige voorlichtingen van BVL door het bijwonen daarvan.

Ook dient vermeld te worden dat dit rapport zich richt op de kennis die volgens het lectoraat zou moeten behoren tot de 'bagage' van iedereen die zich professioneel bezighoudt met BVL. Het rapport geeft echter niet aan hoe de kennis gebruikt kan worden in BVL-campagnes en -adviezen. De vertaalslag van deze kennis naar concrete handelingsperspectieven en adviezen is een vervolgstap waarin BVL-medewerkers en veiligheidsregio's een belangrijke rol te spelen hebben.

Tot slot nog een opmerking over de reikwijdte van de in dit rapport vermelde inzichten. De experimenten die de Brandweeracademie medio 2019 heeft uitgevoerd, zijn gehouden in een woongebouw met inpandige gangen. De conclusies die naar aanleiding van deze experimenten zijn getrokken en in het in 2020 gepubliceerde rapport zijn verwerkt, gaan dus specifiek over rookverspreiding in dit soort woongebouwen. Er is in dit project geen onderzoek gedaan naar rookverspreiding in andere type woongebouwen, zoals open galerijflats of portiekflats. Over de generaliseerbaarheid van de resultaten naar andere typen woongebouwen vermeldt het betreffende rapport het volgende:

Hoewel de resultaten van dit onderzoek op hoofdlijnen inzicht geven in maatregelen die de meeste of minste invloed op rookverspreiding hebben, zijn zij, waarschijnlijk met uitzondering van galerijflats met besloten galerijen, niet zomaar generaliseerbaar naar andere bouwtypen. Elementen uit het onderzoek zijn wel bruikbaar om vragen ten aanzien van brandveiligheid in andere typen gebouwen zoals portiekflats te beantwoorden. Hierbij kan gedacht worden aan het effect van open of gesloten deuren, rookverspreidingsroutes en de werking van risicobeheersende maatregelen. (Brandweeracademie, 2020)

Het is van belang te beseffen dat rookverspreiding in een ander woongebouw mogelijk anders zal verlopen. Het voorliggende rapport richt zich echter op de genoemde elementen waarvan is vast komen te staan dat die een effect hebben op brand- en vluchtveiligheid.

## Leeswijzer

Het rapport is opgebouwd aan de hand van de thema's die het lectoraat van belang acht in het kader van BVL. Deze thema's zijn:

- > meubilair en matrassen
- > rookmelders
- > watermistinstallatie
- > het sluiten van deuren
- > koolstofmonoxide
- > ouderen en kwetsbaren
- > (niet) vluchten

Hoewel er overlap tussen de thema's bestaat, wordt omwille van de overzichtelijkheid elk thema in een apart hoofdstuk behandeld. Bij elk thema wordt aangegeven wat de reeds bestaande kennis is, welke kennis het recente onderzoek van de Brandweeracademie daaraan heeft toegevoegd en wat het belang hiervan kan zijn voor BVL.

Het rapport wordt afgesloten met conclusies per thema en thema-overstijgende conclusies.



# 1 Meubilair en matrassen

## 1.1 Reeds bestaande kennis

Uit onderzoek naar fatale woningbranden is gebleken dat deze branden vaak (dat wil zeggen: in ongeveer een kwart van de gevallen) ontstaan in bekleed meubilair en matrassen (Brandweeracademie, 2018). Brand in bekleed meubilair of een matras met een synthetische vulling zoals het veelgebruikte polyurethaanschuim, produceert meer energie en rook dan een brand in meubilair gemaakt van traditionele, organische materialen zoals hout, leer en paardenhaar. Dit zorgt ervoor dat bewoners met een inventaris van voornamelijk synthetische meubels minder tijd hebben om te vluchten in geval van brand (Brandweeracademie, 2015c, 2016b; Fire Service Academy, 2017; Kerber, 2010) en de kans op een flashover groter is.

In een kleine ruimte kan dit type branden snel ondergeventileerd raken (Brandweeracademie, 2015c, 2016b; Kerber, 2010), waardoor de brand beperkt blijft tot het object van ontstaan, maar wel zorgt voor veel rookproductie. Uit onderzoek blijkt dat synthetische materialen twee tot acht keer meer CO en negen tot vijftien keer meer roet produceren per gram verbrande brandstof (Society of Fire Protection Engineers, 2016). Ook uit praktijkcasussen blijkt dat er bij relatief kleine branden die beperkt blijven tot een brand in het object van ontstaan (veelal gestoffeerd meubilair) vaak sprake is van forse rookontwikkeling (Brandweeracademie, 2020).

## 1.2 Nieuwe kennis

### 1.2.1 In de brandruimte

De praktijkexperimenten in Oudewater hebben bevestigd dat er wat betreft de rookproductie en rookverspreiding verschillen zijn tussen een brand in een bank en een brand met een organische vuurlast. Zo produceert een brand met een organische vuurlast minder rook en zorgt een brand in een bank al binnen 4 tot 7 minuten voor een fatale situatie in de brandruimte.

### 1.2.2 Buiten de brandruimte

De brandende bank veroorzaakt zowel horizontaal als verticaal rookverspreiding buiten de woning waar de bank staat. De rook kan zich (zonder toepassing van andere risicobeheersende maatregelen) over gangen op verschillende verdiepingen verspreiden, ook als de deur maar kort open is geweest. De rookproductie van een brand in een bank is zodanig dat de vlucht- en overlevingsmogelijkheden al snel verslechteren na het openen van de deur van de brandruimte. Al binnen 3 minuten na het openen daarvan ontstaat een niet-overleefbare situatie in de gang grenzend aan de brandruimte (voor mensen met een verhoogde kwetsbaarheid is dit punt zelfs nog sneller bereikt). Een brandende bank in een woning kan dus niet alleen de bewoner van de betreffende woning in levensgevaar brengen, maar kan ook voor bewoners van andere woningen fataal zijn.

Wanneer een inventaris niet uit synthetisch, maar uit organisch materiaal bestaat, heeft dat een groot effect op het beperken van de rookproductie en daarmee ook de rookverspreiding. Een dergelijke vuurlast ontwikkelt zich minder snel, neemt minder snel in omvang toe, heeft een lager brandvermogen en produceert daardoor minder rook. Zorgen voor meubilair dat bestaat uit minder brandbaar materiaal is daarmee de maatregel die het grootste effect heeft op het verbeteren van vlucht- en overlevingsmogelijkheden voor zowel kwetsbare als niet kwetsbare personen. Bewoners hebben langer de tijd om te vluchten, aangezien een brand in een bank van organisch materiaal pas na 6 tot 14 minuten leidt tot een belemmerde ontvluchting in de gang als de deur van de brandruimte openstaat.

### 1.3 Belang voor BVL

Een brand in een bank kan binnen korte tijd zorgen voor een fatale situatie, zowel in de brandruimte zelf als op de gang grenzend daaraan. Een dergelijke brand heeft dan ook effect op omliggende woningen en op de vluchtmogelijkheden vanuit deze woningen. Branduitbreiding en rookontwikkeling zo dicht mogelijk bij de bron aanpakken geeft het meeste effect. De oplossing voor het verbeteren van vluchtmogelijkheden ligt dan ook in het reduceren van de rookproductie van een brandende inventaris. Op dit moment is dit echter in praktische zin onuitvoerbaar. Bekleed meubilair en matrassen zijn op dit moment zeer brandbaar en kunnen veel rook ontwikkelen. Ook is het nog niet vanzelfsprekend om als consument te kiezen voor het aanschaffen van veiliger meubilair en matrassen aangezien deze in Nederland (vooral nog) moeilijk verkrijgbaar zijn.<sup>1</sup> Dat neemt niet weg dat een dringend advies aan BVL is om meer aandacht te vragen voor productveiligheid, niet alleen bij individuele gebruikers van deze producten (zij hebben immers weinig keus), maar vooral ook bij andere (maatschappelijke) partijen en producenten.

Omdat de bron van dit type branden (meubilair en matrassen) op dit moment niet aangepast kan worden, is het van belang dat BVL aandacht schenkt aan het voorkómen van brand in meubilair en matrassen. Mensen dienen te worden gewezen op het feit dat onveilige gedragingen als roken in bed of in de luie stoel of het opladen van apparaten terwijl deze op de bank liggen, kunnen leiden tot een brand met zeer grote gevolgen.

---

<sup>1</sup> Op dit moment (begin 2021) zijn er op Europese schaal initiatieven gaande om de brandveiligheid van meubilair en matrassen te verbeteren, dus mogelijk dat dit in de nabije toekomst zal veranderen.



Figuur 1.1 Brandobject zoals gebruikt bij praktijkexperimenten in Oudewater

## 2 Rookmelders

### 2.1 Reeds bestaande kennis

Het is al vele jaren bekend dat rookmelders een cruciale rol kunnen vervullen in het bevorderen van brandveiligheid. Rookmelders zijn immers bedoeld om een snelle ontdekking van brand mogelijk te maken: omdat rook op brand kan duiden, laat een rookmelder een alarmsignaal afgaan nadat de sensor rook heeft gedetecteerd. Het idee hierachter is dat aanwezige mensen door dit alarmsignaal gewaarschuwd worden en zij de juiste acties kunnen ondernemen, zoals de brand blussen, vluchten en/of de brandweer bellen. Het wordt breed onderkend dat rookmelders hierdoor kunnen bijdragen aan een verbetering van de brandveiligheid. Veel BVL-campagnes richten zich dan ook op het promoten van rookmelders (“Rookmelders redden levens” was de slogan van de Nationale Brandpreventieweken van 2020).

In een rapport uit 2015 constateerde de Brandweeracademie echter dat de aanwezigheid van een rookmelder op zichzelf niet voldoende is om brandveiligheid te bevorderen. Uit dat rapport kwam namelijk naar voren dat weliswaar in 70 % van de woningen minimaal één rookmelder aanwezig was, maar dat in slechts 35 % van de gevallen deze rookmelder technisch werkte en op de juiste plek hing. De ‘juiste plek’ wordt enerzijds bepaald door de plek waar een brand kan ontstaan en waar de rook zo snel mogelijk te detecteren is, en anderzijds door de plek waar de rookmelder het beste te horen is. Wat dit laatste betreft verdient het koppelen van meerdere rookmelders de voorkeur, zodat alle melders gelijktijdig een alarm laten horen wanneer één melder rook detecteert (Brandweeracademie, 2015b). Maar ook een werkende en juist geplaatste rookmelder is op zichzelf nog geen garantie op een grotere veiligheid: het alarmsignaal moet immers ook waargenomen kunnen worden en de gewaarschuwde mensen moeten ook de juiste acties (kunnen) ondernemen. Bij mensen met een beperking kan dit problematisch zijn: door bijvoorbeeld gehoorproblemen kunnen zij minder goed het alarm waarnemen en door bijvoorbeeld mobiliteitsproblemen zijn zij minder goed in staat om snel te vluchten.<sup>2</sup>

### 2.2 Nieuwe kennis

De experimenten die de Brandweeracademie in 2019 heeft gehouden richten zich hoofdzakelijk op de verspreiding van rook *buiten* het appartement waar de brand ontstaat. Deze experimenten veranderen niets aan het inzicht dat het zinvol is om de eigen woning van rookmelders te voorzien om zodoende een brand in de eigen woning snel te detecteren. Campagnes in het kader van BVL richten zich vaak hierop.

De experimenten hebben laten zien dat een brand in de ene woning een risico oplevert voor een andere woning in hetzelfde woongebouw. De vraag die naar aanleiding van de

---

<sup>2</sup> Overigens zijn er tegenwoordig wel alternatieven voor de ‘standaard’ rookmelder op de markt, bijvoorbeeld rookmelders die werken met een trilsignaal en lichtsignalen. Een andere optie is om een rookmelder door te schakelen naar burens die in geval van nood hulp kunnen verlenen.

experimenten gesteld kan worden, is of rookmelders ook een meerwaarde hebben wanneer de brand niet in de eigen woning is ontstaan, maar in een andere woning in hetzelfde woongebouw. Het antwoord hierop is complex en genuanceerd, omdat uit de experimenten blijkt dat het gevaar voor de overige bewoners van het woongebouw niet alleen gelegen is in de verspreiding van de zichtbare rook, maar ook in de verspreiding van niet-zichtbare rookgassen (met name CO), die niet door een reguliere rookmelder gedetecteerd worden (zie daarvoor ook hoofdstuk 5 van dit document). Daarnaast is het antwoord complex en genuanceerd, omdat ook gekeken moet worden naar het handelingsperspectief dat mensen hebben wanneer de rook van buiten hun eigen appartement komt.

### 2.2.1 Niet alleen zichtbare rook

In het onderzoek naar rookverspreiding wordt een onderscheid gemaakt tussen de verspreiding van zichtbare rook en de verspreiding van onzichtbare verbrandingsgassen, en dan met name van CO. Rook bestaat uit een breed scala aan verbrandingsproducten, maar de zichtbaarheid van rook wordt vooral bepaald door roetdeeltjes en waterdruppeltjes. Veel andere verbrandingsproducten zijn alleen in gasvormige toestand in de rook aanwezig. Deze gasvormige verbrandingsproducten zijn niet zichtbaar. Dit geldt ook voor het kleurloze CO. Door camerabeelden te combineren met CO-metingen op diverse plekken in het gebouw, is duidelijk geworden dat de route die CO aflegt binnen het pand deels wel, maar deels ook niet overeenkomt met de route die de zichtbare rook aflegt. De onderzoekers stellen dan ook dat “daar waar geen rook zichtbaar is nog steeds gevaarlijke concentraties van toxische gassen (voornamelijk CO) aanwezig kunnen zijn” (Brandweeracademie, 2020, p. 243).

Deze toxische gassen worden niet gedetecteerd door standaard rookmelders. Dit betekent dat er bij een brand in een appartement op andere plekken in het woongebouw gevaarlijke situaties kunnen ontstaan die niet opgemerkt worden als er geen CO-melder aanwezig is. Dit zou een extra argument kunnen zijn om naast rookmelders ook CO-melders te propageren (zoals nu overigens ook al vaker gebeurt).<sup>3</sup>

### 2.2.2 De beperkte meerwaarde van late alarmering

Wanneer er brand uitbreekt in een appartement en de bewoner van dat appartement via de inpandige gang naar buiten vlucht, zal die inpandige gang snel met rook gevuld worden, zeker als er geen maatregelen zijn genomen zoals het sluiten van de deur of het aanbrengen van een watermistinstallatie. Na enige tijd zal de rook ook doordringen in andere appartementen. Wanneer deze appartementen zijn voorzien van een rookmelder, zullen de bewoners gealarmeerd worden, maar het is ook waarschijnlijk dat zij reeds eerder zijn gealarmeerd door bijvoorbeeld rookmelders op de gang (indien aanwezig). Afhankelijk van de fysieke conditie van de bewoners van die appartementen en afhankelijk van de genomen rookbeperkende maatregelen, is de kans aanwezig dat er op dat moment al geen veilige inpandige ontvluchting meer mogelijk is voor deze bewoners vanwege de zeer dichte rook die in de inpandige gang hangt. In dat geval zullen zij genoodzaakt zijn om in hun appartement te blijven, aangezien dat dan een veiliger optie is dan het vluchten door dichte rook. Zie hiervoor ook hoofdstuk 7 **Fout! Verwijzingsbron niet gevonden.** van dit document.

---

<sup>3</sup> Er zijn overigens wel combinatiemelders op de markt die zowel rook als CO kunnen detecteren.

## 2.3 Belang voor BVL

Rookmelders zijn en blijven van belang voor het bevorderen van brandveiligheid. Campagnes in het kader van BVL die gericht zijn op het motiveren van mensen om rookmelders op te hangen en deze regelmatig te controleren, blijven dan ook belangrijk, waarbij uiteraard ook oog moet zijn voor het juist plaatsen en regelmatig controleren van deze rookmelders.

Zoals het ernaar uitziet, zullen vanaf 2022 rookmelders verplicht worden voor *alle* woningen, dus ook voor bestaande woningen. Dit betekent echter niet dat er voor BVL-adviseurs geen werk meer te doen is op dit gebied. Het juist plaatsen en goed onderhouden van de rookmelders zal ook dan een punt van aandacht blijven. Daarnaast hebben de experimenten in Oudewater aangetoond dat de verspreiding van CO soms anders verloopt dan de verspreiding van zichtbare rook. Het propageren van CO-melders zal dus ook in de toekomst een belangrijk onderdeel van BVL-campagnes blijven.

Het is belangrijk te beseffen dat rookmelders voor mensen met een (sterk) verhoogde kwetsbaarheid alleen meerwaarde hebben als deze worden gecombineerd met andere voorzieningen. Van (zeer) kwetsbare mensen kan immers niet verwacht worden dat zij de juiste acties ondernemen wanneer een rookmelder in alarm gaat. Vaak is het voor (zeer) kwetsbare mensen niet mogelijk om zichzelf in veiligheid te brengen.

Het blijft verstandig om, waar mogelijk, het pand te ontvluchten bij het afgaan van een rookmelder, ook al is de brand niet in het eigen appartement. Het advies om *altijd* te vluchten bij het afgaan van een rookmelder is echter te kort door de bocht. Uiteraard moet vluchten dan wel mogelijk zijn en niet belemmerd worden doordat de inpandige gang met rook gevuld is. Voor mensen met een (sterk) verhoogde kwetsbaarheid is veilig vluchten soms überhaupt niet aan de orde (zie ook de hoofdstukken 6 en 7).

De experimenten hebben duidelijk laten zien dat brand in de ene woning kan leiden tot een onveilige situatie in een andere woning. Daarmee is brandveiligheid in een dergelijk woongebouw een *collectieve* aangelegenheid geworden en hebben bewoners een verantwoordelijkheid voor elkaar als het om brandveiligheid gaat. Een stap verder zou zijn om de rookmelders van verschillende woningen aan elkaar te koppelen, bijvoorbeeld per verdiepingvloer, zodat bij een brand in één woning de hele verdieping gealarmeerd wordt. In hoeverre dit haalbaar en wenselijk is, kan een onderwerp van nader onderzoek zijn.



Figuur 2.1: Testopstelling in pandige gang

# 3 Watermistinstallatie

## 3.1 Reeds bestaande kennis

Hoewel er veel kennis is over de werking van traditionele sprinklerinstallaties en deze kennis ook breed bekend is bij mensen die zich met brandveiligheid bezighouden, is dit veel minder het geval als het gaat over de werking van mobiele watermistinstallaties. Wat in ieder geval duidelijk is, is dat de effectiviteit van een watermistinstallatie afhankelijk is van de positionering van deze installatie ten opzichte van het brandende object.

## 3.2 Nieuwe kennis

De mobiele watermistinstallatie die bij de experimenten in Oudewater gebruikt zijn, bevatten een reservoir van 130 liter water. Direct nadat de brand automatisch gedetecteerd was, werd dit water gedurende ongeveer zeventien minuten als een continue stroom mist in de ruimte gebracht. De gedachte hierachter is, dat zo de hete rookgassen afgekoeld worden, er een forse daling van de temperatuur in de ruimte plaatsvindt en de intensiteit (en daarmee de ontwikkelsnelheid) van de brand sterk afneemt. Hierdoor neemt de overleefbaarheid in de brandruimte en in de andere ruimten van het appartement toe, evenals de kansen op een veilige ontvluchting.

Om een realistisch beeld te schetsen, is de watermistinstallatie niet loodrecht tegenover de plek van de brand geplaatst. Ondanks het feit dat de watermistinstallatie niet op de meest optimale plek was gepositioneerd, had zij een gunstige invloed op het beperken van de verspreiding van rook in het woongebouw en leverde daarmee een bijdrage aan het verbeteren van de vlucht- en overlevingsmogelijkheden, niet alleen van de bewoners van het betreffende appartement, maar ook van de andere bewoners van het woongebouw. Het was dan wel van belang dat de deur gesloten bleef; in die gevallen was de kans groot dat de brand zelfs geblust werd door de watermistinstallatie.<sup>4</sup> Dit gunstige effect gold voor iedereen, dus ook voor (zeer) kwetsbare personen. Nadat de deur van het brandadres gesloten was, bleef er in de overige appartementen minimaal 20 minuten een overleefbare situatie bestaan, ook voor zeer kwetsbaren.

Wanneer de deur van het brandadres na de ontvluchting echter open bleef staan en er dus een open verbinding was met de inpandige gang, zorgde de mobiele watermistinstallatie nog steeds voor een verbetering van de overleefbaarheid en de ontvluchtingsmogelijkheden voor de overige bewoners van het woongebouw. Het meeste profijt hiervan zouden overigens bewoners hebben met een goede of een gemiddelde gezondheid; voor (zeer) kwetsbare personen zou er dan nog steeds een gevaarlijke situatie bestaan. Dankzij de mobiele watermistinstallatie bleef de rook in deze situatie beperkt tot de verdieping van de brand, terwijl zonder watermistinstallatie de rook zich ook naar andere verdiepingen verspreidde.

---

<sup>4</sup> Het scenario waarvan uitgegaan is, is dat de bewoner van het appartement waar de brand is ontstaan, na enkele minuten de brand ontdekt en zijn of haar appartement verlaat. Daarbij zijn twee varianten onderzocht: 1) de deur blijft na ontvluchting open staan en 2) de deur wordt direct na ontvluchting weer gesloten.



Bovendien duurde het langer voordat de rook andere appartementen binnendrong. Zeer kwetsbare bewoners profiteren echter weinig van dit voordeel. In het appartement dat grenst aan het brandappartement ontstond er ondanks de watermistinstallatie na 20 minuten een situatie die voor zeer kwetsbare personen levensbedreigend zou zijn.

Voor de bewoners van het brandadres kan een mobiele watermistinstallatie ook voordelen hebben, maar dan is het wel belangrijk om goed na te denken over de positionering van de watermistinstallatie en voor welk 'scenario' de watermistinstallatie wordt ingezet. Wanneer de mobiele watermistinstallatie bijvoorbeeld geplaatst wordt bij een kwetsbare bewoner die de gewoonte heeft om op zijn bank te roken, is het van belang om de watermistinstallatie nabij deze bank te positioneren. Uit het onderzoek van de Brandweeracademie blijkt dat ondanks de aanwezigheid van de mobiele watermistinstallatie op een afstand van ongeveer 2 meter van de brandhaard, na 6 tot 8 minuten toch sprake kan zijn van een fatale situatie voor (zeer) kwetsbare bewoners. In de onderzochte configuratie biedt de mobiele watermistinstallatie voornamelijk voordelen voor de gemiddelde populatie.



**Figuur 3.1** Watermistinstallatie zoals deze is gebruikt bij de praktijktesten in Oudewater.

### 3.3 Belang voor BVL

Voor iedereen die zich bezighoudt met BVL is het van belang om te weten dat een automatische blusinstallatie, zoals een watermistinstallatie, een belangrijke bijdrage kan leveren aan het beheersbaar houden van een brand en het beperken van de rookproductie. Daarmee nemen de overleefbaarheid en de ontvluchtingsmogelijkheden toe, niet alleen voor de bewoners van de woning waar de brand is uitgebroken, maar ook voor de overige bewoners van het woongebouw. Het aanbrengen van een dergelijke installatie dient dus niet uitsluitend de eigen veiligheid, maar ook de veiligheid van alle bewoners van het woongebouw. Hierbij kan nog opgemerkt worden dat door de Brandweeracademie alleen een mobiele watermistinstallatie is onderzocht, maar dat vergelijkbare of mogelijk zelfs betere resultaten verwacht mogen worden van een vaste watermistinstallatie of een traditionele sprinklerinstallatie, of een waterleiding-sprinkler, zoals die enkele jaren geleden zijn getest bij de praktijkexperimenten in Zutphen (Brandweeracademie, 2015c).

Tegelijkertijd is het goed te beseffen dat een mobiele watermistinstallatie vooral effectief is wanneer de deur van de brandruimte gesloten blijft, of in ieder geval zo kort mogelijk open is. In dat geval blijven ook de overleefbaarheid en de ontvluchtingsmogelijkheden van de (zeer) kwetsbare bewoners gewaarborgd. Uiteraard moet de mobiele watermistinstallatie dan wel geplaatst zijn in de ruimte waar de brand ontstaat. Idealiter is het gehele appartement daarom voorzien van een automatische blusinstallatie.

# 4 Het sluiten van deuren

## 4.1 Reeds bestaande kennis

Een dichte deur tussen de brandruimte en de overige ruimten in de woning kan de overleefbaarheid buiten de brandruimte aanzienlijk verbeteren (Brandweeracademie, 2015c; Kerber, 2010). Eerder onderzoek over dit onderwerp beperkte zich echter tot rookverspreiding in woningen en geeft daarmee geen inzicht in de rookverspreiding binnen een woongebouw. Simulaties die in eerder onderzoek zijn gedaan, laten een vergelijkbaar beeld zien: een brandruimte met een gesloten deur heeft een positief effect op de omgevingscondities voor ontvluchting van en overleefbaarheid in de overige ruimten (Brandweeracademie, 2019b).

Of de deur van de brandruimte wordt geopend hangt af van verschillende factoren waaronder de mogelijkheid tot vluchten. Het tijdstip van openen is afhankelijk van de ontdekkings- en alarmeringstijd en de tijdsduur van openstaan is afhankelijk van factoren als het gedrag van vluchtende personen of het sluitingsmechanisme van de deur (wel of niet zelfsluitend en de uitvoering en aansturing van de zelfsluitendheid). Sinds 1 juli 2020 is in het Bouwbesluit 2012 opgenomen dat bij nieuwbouw deuren in woongebouwen met een inpandige gang zelfsluitend moeten zijn. In de toelichting bij het Staatsblad is aangegeven dat de zelfsluitendheid zorgt dat een toegangsdeur niet open blijft staan na het vluchten uit een brandende woning. Hierdoor wordt de rookverspreiding naar de aansluitende inpandige vluchtroutes beperkt.

Naast de zelfsluitendheid van deuren is ook menselijk gedrag van invloed op de brand- en rookontwikkeling. Een voorbeeld hiervan is het openen of sluiten van deuren of pogingen om de brand te bestrijden (Kuligowski, 2016). Andere factoren die mogelijk van invloed zijn op het openen van een deur van een brandruimte, zijn: de mogelijkheid tot vluchten, ontdekkings- en alarmeringstijd (die zijn ook van invloed op het tijdstip van openen) en het gedrag van de vluchtende personen. Het aantal personen dat door de deur moet vluchten kan daarnaast van invloed zijn op de tijdsduur van openstaan.

## 4.2 Nieuwe kennis

Het praktijkonderzoek naar rookverspreiding in woongebouwen heeft nieuwe inzichten opgeleverd met betrekking tot de invloed van het openen en/of sluiten van de deur van de brandruimte<sup>5</sup> op de rookverspreiding in het gebouw. Deze inzichten zullen in deze paragraaf besproken worden. Hierbij wordt een onderscheid gemaakt tussen effecten op de brandruimte, effecten op de gang grenzend aan de woning waar de brand is en effecten op overige woningen grenzend aan de gang waar de brand is.

---

<sup>5</sup> Bij de praktijkexperimenten in Oudewater is de deur van de brandruimte gelijk aan de voordeur van de woning.

### 4.2.1 Effect in de brandruimte

Een bank in brand zorgt, in een ruimte met gesloten deur, binnen 4 tot 7 minuten<sup>6</sup> voor een levensbedreigende en fatale situatie in de brandruimte.

Het openen en sluiten van deuren is, los van rookverspreiding via de gang, ook van invloed op de rookverspreiding vanuit de brandruimte door andere openingen dan die van de deur. Wanneer een deur geopend wordt, vindt rookverspreiding voornamelijk plaats via de deuropening zelf. Wanneer de deur van de brandruimte gesloten wordt, kan rook zich ook via andere openingen (kieren en naden, ventilatiekanalen, wandcontactdozen, et cetera) naar naastgelegen ruimten verspreiden.

Kijkend naar rookwerende scheidingen<sup>7</sup> als maatregel, blijkt het effectiever als deuren tijdens de gehele brand gesloten blijven. Bij luchtdichtere scheidingen, bijvoorbeeld rookwerende scheidingen, kan de druk in de brandruimte fors oplopen<sup>8</sup> wat kan leiden tot rookverspreiding via andere routes.

### 4.2.2 Effect op de gang grenzend aan de woning waar de brand is

Het openen van de deur voor de ontvluchting van de brandruimte is bepalend voor de rookverspreiding naar de gang. Wanneer de deur van de brandruimte geopend wordt (5 minuten na het ontstaan van de brand), verspreidt rook zich via diverse routes, zowel horizontaal als verticaal, door het gebouw. Hierdoor neemt bij het merendeel van de uitgevoerde testen met de deur open de zichtlengte in de gang binnen enkele minuten af; dit houdt tot het einde van de vluchtfase aan. Bij enkele testen neemt de zichtlengte niet of slechts tijdelijk af.

Het openen van de deur van de brandruimte zorgt in de gang naast de brandruimte vrijwel direct voor een situatie waarin het vluchten door personen in andere woningen ernstig wordt belemmerd. De gang vult zich binnen enkele seconden met rook, het zicht wordt minimaal en er worden in de gang zodanig hoge concentraties verstikkende en irriterende gassen gemeten dat er een levensbedreigende situatie ontstaat, in het bijzonder voor (zeer) kwetsbare groepen.

Het sluiten van de deur van de brandruimte na het vluchten levert daarentegen geen of nauwelijks een verbetering op van de vluchtmogelijkheden. In de gang is na het openen van de deur sprake van een belemmerde ontvluchting voor zowel kwetsbare als niet kwetsbare personen.

### 4.2.3 Effect op overige woningen grenzend aan de gang waar de brand is

Wanneer de deur tijdens het vluchten geopend wordt, is dit een bepalende factor in het verslechteren van de omstandigheden in de aan de gang grenzende woningen. Personen in de overige woningen langs dezelfde gang zitten 'vast' in hun woning wanneer de deur van de brandruimte geopend is (geweest). Ook in deze woningen (waar geen brand is), kan een fatale situatie ontstaan door rook die binnenkomt. Dit geldt in het bijzonder voor (zeer) kwetsbare personen die zich in die woningen bevinden.

<sup>6</sup> Bij de experimenten in Oudewater lagen de meetpunten op een redelijke afstand van de brandhaard (ca. 2 m). Hoe snel er sprake is van een levensbedreigende of fatale situatie is daarvan afhankelijk. Dit kan dus ook eerder of later zijn dan de genoemde 4 tot 7 minuten.

<sup>7</sup> Hiermee worden rookwerende scheidingen bedoeld voor het tegenhouden van *koude* rook, conform het Besluit bouwwerken leefomgeving.

<sup>8</sup> De druk in de brandruimte liep bij de experimenten in Oudewater op tot meer dan 300 pascal vóór het openen van de deur en tot meer dan 1000 pascal na het sluiten van de deur.

Het sluiten van de deur van de brandruimte na ontvluchting beperkt de mate van rookverspreiding en levert een verbetering op van de overlevingsmogelijkheden in de overige, niet aan de brandruimte grenzende woningen. Let op: dit geldt alleen voor omliggende woningen met een gesloten deur. In woningen grenzend aan de brandruimte of woningen met een geopende deur geldt niet dat er gedurende de eerste 20 minuten sprake is van een overleefbare situatie. Een gesloten deur van de omliggende woningen heeft dus een zeer positief effect op de rookverspreiding naar die woningen en daarmee op de overleefbaarheid van de situatie binnen de betreffende woning. Dit is het geval, ongeacht of de deur van de brandruimte open of dicht is.

#### 4.2.4 Rookverspreiding door het openen van deuren

Het (kortdurend) openen van de deur van de brandruimte zorgt voor een versnelde rookverspreiding. Deze rookverspreiding vindt vrijwel gelijktijdig horizontaal en verticaal plaats. Dit betekent dat, wanneer de deur van de brandruimte geopend wordt, een incident zich ook bij een beperkte brand op meerdere plaatsen in het woongebouw ontwikkelt.

Het sluiten van de deur van de brandruimte na het vluchten levert geen of nauwelijks een verbetering op van de vluchtmogelijkheden ten opzichte van het open laten staan van de deur van de brandruimte. In de gang grenzend aan de woning waar de brand is, is na het openen van de deur sprake van een belemmerde ontvluchting voor zowel kwetsbare als niet kwetsbare personen. Het sluiten van de deur van de brandruimte levert wel een verbetering op voor de overlevingsmogelijkheden in de overige, niet aan de brandruimte grenzende woningen met een gesloten deur.



Figuur 4.1 Rookverspreiding door de gang na openen deur brandruimte

## 4.3 Belang voor BVL

De insteek van het onderzoek in Oudewater was anders dan eerder praktijkonderzoek dat de Brandweeracademie in 2014 uitvoerde in Zutphen (Brandweeracademie, 2015b). In dat onderzoek lag de focus op het effect van het sluiten van deuren op de rookverspreiding *binnen* één woning. In het onderzoek in Oudewater is gekeken naar de verspreiding van rook *buiten* het appartement waar de brand ontstaat en is het belang van het sluiten van deuren hierbij aangetoond.

Door BVL wordt al langere tijd ingezet op het belang van het sluiten van (binnen)deuren, bijvoorbeeld door middel van de campagne “Hé, doe de deur dicht”. Het inzetten op het belang van sluiten van binnendeuren blijft nodig, maar het is noodzakelijk om ook het belang van het sluiten van de voordeur te onderstrepen. Dat is belangrijk om rookverspreiding te minimaliseren en te zorgen voor een zo veilig mogelijke situatie in omliggende woningen.

Zoals reeds vermeld, is sinds 1 juli 2020 in het Bouwbesluit 2012 opgenomen dat bij nieuwbouw deuren in woongebouwen met een inpandige gang zelfsluitend moeten zijn. In de praktijk blijkt dat dit soort voorzieningen niet altijd in stand gehouden worden, en niet alleen door een gebrek aan kennis of onderhoud. Veelal speelt hierbij ook het ongemak van de voorziening in het dagelijks gebruik een rol. Het is dan ook belangrijk voor BVL om rekening te houden met de acceptatie van dergelijke voorzieningen door de bewoners. Daarnaast zou ook aandacht besteed moeten worden aan voorzieningen die gedragsonafhankelijk zijn, zoals bijvoorbeeld vrijloopdrangers. Dergelijke voorzieningen zullen vanuit het perspectief van bewoners tot minder ongemak leiden waardoor de acceptatie van deze voorzieningen vergroot wordt.<sup>9</sup> De kans dat deze voorzieningen niet in stand gehouden worden, wordt daarmee verkleind.

Tot slot dient opgemerkt te worden dat de focus op het sluiten van deuren alleen niet zaligmakend is. Een gesloten deur kan weliswaar de rookverspreiding beperken, maar het is niet realistisch om te verwachten dat deuren bij brand altijd gesloten zullen worden: als deuren niet over een deurdranger beschikken, blijkt uit casuïstiek dat mensen bij het ontvluchten er vaak niet aan denken om de deur achter zich dicht te doen, en als de deuren wel over een deurdranger beschikken zien we in praktijk vaak dat die onklaar gemaakt wordt omdat mensen die onhandig vinden (met uitzondering van vrijloopdrangers). Het sluiten van deuren is dus een maatregel met een hoge faalkans. Maatregelen dicht bij de bron, zoals het beperken van de rookproductie, tijdige alarmering en automatische blussing, zijn minstens zo belangrijk.

---

<sup>9</sup> Het verdient aanbeveling om bij het aanbrengen van (vrijloop)drangers rekening te houden met de fysieke mogelijkheden van de bewoners. Sommige (oudere) bewoners zullen moeite hebben met het openen van een deur met een dranger. Wanneer voor een vrijloopdranger gekozen wordt, zou deze aangestuurd kunnen worden door een rookmelder op de gang, zodat de bewoner nog gelegenheid heeft om zijn of haar deur 'normaal' (dus zonder tegendruk) te openen.

# 5 Koolstofmonoxide

## 5.1 Reeds bestaande kennis

Rook is een mengsel van roet, waterdamp en allerlei gassen, waaronder CO. Het feit dat CO gevaarlijk is en dat er bij brand veel CO vrijkomt, is bekend. De experimenten die de Brandweeracademie in 2014 gehouden heeft in Zutphen, hebben dit destijds bij een breed publiek onder de aandacht gebracht (Brandweeracademie, 2015c). In veel brandveiligheidscampagnes wordt tegenwoordig ook gewezen op het gevaar van CO, dat niet alleen vrijkomt bij brand, maar ook bij bijvoorbeeld een slecht functionerende verwarmingsketel.

Zoals in hoofdstuk 1 is aangegeven, produceren meubels met een synthetische schuimvulling twee tot acht keer meer CO per gram verbrande brandstof dan meubels die grotendeels uit organische materialen bestaan. CO heeft een grote invloed op de vlucht- en overlevingsmogelijkheden. Bootstelling aan CO wordt zelfs de belangrijkste oorzaak van dodelijke slachtoffers bij brand genoemd (Brandweeracademie, 2020). Hierbij gaat het altijd om de verhouding tussen de concentratie CO in de lucht die mensen inademen en de tijdsduur dat zij deze inademen: langdurig verblijf in een licht verhoogde concentratie CO (boven 25 ppm) wordt als schadelijk beschouwd, maar een kort verblijf in een sterk verhoogde concentratie ook. Bij zeer hoge concentraties CO kan een zeer korte blootstellingstijd (van enkele ademteugen) al leiden tot het overlijden van personen. De gevoeligheid voor CO verschilt overigens van persoon tot persoon en is onder meer gerelateerd aan leeftijd, fysieke conditie en leefstijl. Jonge kinderen, rokers, hartpatiënten en zwangere vrouwen zijn meer dan gemiddeld gevoelig voor CO (Reumuth et al., 2019; Schieving, 2019).

## 5.2 Nieuwe kennis

Hoewel CO bijna altijd een bestanddeel is van rook, is uit de experimenten gebleken dat CO zich ook kan verspreiden naar plaatsen waar geen zichtbare rook aanwezig is. Dit betekent dat er in ruimten waar geen zichtbare rook hangt, tóch een verhoogde concentratie CO aanwezig kan zijn. Het omgekeerde blijkt ook voor te komen: op sommige plekken is zichtbare rook waargenomen, maar is geen verhoogde concentratie CO gemeten. Dit geldt zowel voor de verdieping waar de brand woedde, als voor de overige verdiepingen. De concentraties CO die op andere verdiepingen gemeten zijn, waren over het algemeen niet direct levensbedreigend, maar er zijn op deze verdiepingen wel piekconcentraties CO gemeten die bij een verblijf van 20 minuten levensbedreigend kunnen zijn voor zeer kwetsbare mensen. Ook een beperkte verhoging van de concentratie CO vormt voor de brandweer meestal een reden om over te gaan tot de evacuatie van (delen van) een gebouw. Wanneer de deur van de brandruimte gesloten is, is de verspreiding van CO naar andere verdiepingen aanmerkelijk minder.

De exacte route die CO naar andere verdiepingen aflegt, blijkt echter vrij onvoorspelbaar, aangezien deze route door ventilatiekanalen, ventilatieopeningen, wandcontactdozen et cetera kan lopen. Dit leidt ertoe dat ook de concentraties CO op andere verdiepingen zeer lokaal kunnen zijn: op de ene plek kan langdurig een verhoogde concentratie gemeten worden (> 200 ppm), terwijl er tien meter verderop geen sprake is van een verhoging. Ook hoopt CO zich gemakkelijk op in kleine ruimten zoals badkamers. Tijdens de experimenten is in een badkamer van een van de appartementen een “relevante concentratie CO” gemeten (> 100 ppm), terwijl in de woonkamer van datzelfde appartement geen verhoogde concentratie CO is vastgesteld (Brandweeracademie, 2020).

In de gang waaraan het ‘brandadres’ gelegen is, is er op het moment dat gewoonlijk de brandweer zou arriveren, al sprake van een dusdanig verhoogde concentratie CO en van andere schadelijke gassen, dat een evacuatie van onbeschermde personen tot (ernstige) gezondheidsklachten zou leiden. In deze gang zijn tussen 2 tot 4 minuten na het open van de deur van de brandruimte CO-concentraties met pieken tussen de 17.000 tot 30.000 ppm gemeten. Daarna blijft de concentratie vrij lang rond de 10.000 ppm hangen. Dergelijke concentraties CO kunnen binnen tientallen seconden tot enkele minuten overlijden tot gevolg hebben.

### 5.3 Belang voor BVL

Veel BVL-adviezen en -campagnes richten zich op de risico's van CO-vergiftiging, hoe een CO-vergiftiging te herkennen is en welke maatregelen mensen kunnen nemen om een CO-vergiftiging te voorkomen. Deze adviezen en campagnes blijven onverminderd van belang. Sterker nog: de experimenten van de Brandweeracademie hebben het gevaar van CO alleen maar duidelijker gemaakt. Het inzicht dat CO niet alleen in de eigen woning kan ontstaan, maar ook als gevolg van brand elders de woning kan binnendringen, is belangrijk, maar kan nog niet direct vertaald worden in een handelingsperspectief voor bewoners. Het reguliere advies dat gegeven wordt bij een mogelijk verhoogde concentratie CO is om te ventileren en naar buiten te gaan, maar als daarvoor door een inpannige gang gelopen moet worden, kan dat wel een verhoogd risico met zich meebrengen, vooral voor (zeer) kwetsbare mensen. De concentraties CO in die gang kunnen namelijk nog veel hoger zijn dan in de eigen woning. In dat geval is het beter om naar bijvoorbeeld een balkon of een open raam te gaan en daar de komst van de brandweer af te wachten. Het is dan wel van belang dat bewoners weten dat de verhoogde concentratie CO het gevolg is van een brand elders in het pand. Aangezien het uiteraard niet altijd zo is dat de CO-concentratie verhoogd is door een brand elders, laat dit inzicht zich moeilijk vertalen in een algemeen geldend advies.





**Figuur 5.1** Testopstelling in de ruimte van ontstaan

# 6 Ouderen en kwetsbaren

## 6.1 Reeds bestaande kennis

Ouderen hebben een relatief grote kans om slachtoffer te worden van een woningbrand (Brandweeracademie, 2019a; Instituut Fysieke Veiligheid & Nederlandse Brandwonden Stichting, 2016). Zij hebben een relatief kleine kans op brand in hun woning, maar tegelijkertijd een relatief grote kans om te overlijden als gevolg van een woningbrand. Ouderen zijn daarnaast kwetsbaarder voor brand door fysieke en mentale beperkingen. Zo zijn zij, met name wanneer zij cardiovasculaire problemen hebben, gevoeliger voor verstikkende gassen. Ook lopen ouderen eerder brandwonden op, doordat zij een dunnere huid hebben (Brandweeracademie, 2020).

Alleenstaanden (en dus zeker alleenstaande ouderen) zijn extra kwetsbaar voor brand, doordat de kans op het ontdekken van een brand in hun woning kleiner is. Zij hebben immers geen huisgenoten die de brand kunnen ontdekken als zij hem zelf niet opmerken, en die hen eventueel kunnen helpen bij het vluchten (Brandweeracademie, 2019a). Alleenstaanden zijn dus sterker dan anderen afhankelijk van hun zelfredzaamheid. De mate van zelfredzaamheid lijkt dan ook een grote rol te spelen in de vlucht- en overlevingsmogelijkheden in geval van brand.

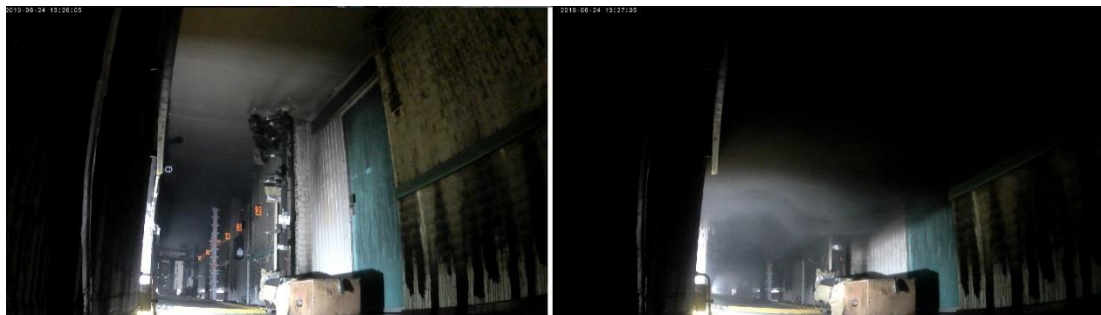
De Brandweeracademie heeft in eerder onderzoek 77 praktijkbranden in seniorencomplexen geanalyseerd om te bepalen of de invloed van het brandverloop en de rookverspreiding op de ontvluchting van het gebouw overeen kwamen met de uitgangspunten van het Bouwbesluit 2012 (Brandweeracademie, 2016a). De verspreiding van rook verloopt in de praktijk sneller dan waar de bouwregelgeving van uitgaat, terwijl de ontvluchting van personen uit het gebouw juist meer tijd in beslag lijkt te nemen. Een combinatie van ouderen die niet zelfstandig kunnen vluchten en een snelle rookverspreiding kan daardoor al bij een relatief kleine brand leiden tot slachtoffers.

## 6.2 Nieuwe kennis

De experimenten in Oudewater laten zien dat er grote verschillen zijn tussen personen met een verhoogde kwetsbaarheid en de gemiddelde bevolking wanneer gekeken wordt naar vluchtmogelijkheden en overleefbaarheid in geval van brand. Bij een brand in een bank met een synthetische schuimvulling zorgt het openen van de deur naar de gang vrijwel direct voor een belemmerde ontvluchting via deze gang. Het vluchten wordt belemmerd door het gebrek aan zichtlengte en de aanwezige concentratie van irriterende en verstikkende gassen. Voor (zeer) kwetsbare groepen is in veel gevallen in de gang de grenswaarde voor een fatale situatie al gepasseerd bij de start van de brandweerinzet. Personen in de overige woningen langs dezelfde gang zitten hierdoor 'vast'. In deze overige woningen (waar geen brand is), kan een fatale situatie ontstaan door rook die de woning binnenkomt. Dit geldt in het bijzonder voor situaties waarbij (zeer) kwetsbare personen betrokken zijn.

Ook op andere verdiepingen kan de (piek)concentratie van CO oplopen tot een voor kwetsbaren mogelijk levensbedreigend niveau bij een verblijf van 20 minuten. Voor de kwetsbaren geldt dan ook dat, ook als er geen zichtbare rook is, de situatie nog steeds niet veilig genoeg kan zijn. Met andere woorden: het vrij zijn van zichtbare rook betekent nog niet 'veilig'.

In de praktijkexperimenten in Oudewater is gekeken hoe verschillende maatregelen de rookproductie en de rookverspreiding beïnvloeden.<sup>10</sup> Niet elke risicobeheersende maatregel heeft evenveel effect voor (zeer) kwetsbaren als voor een gemiddelde populatie. Zo geeft het vervangen van synthetisch meubilair door organisch meubilair een verbetering voor alle groepen in alle ruimten, terwijl de mobiele watermistinstallatie als maatregel met een geopende deur van de brandruimte vooral een verbetering laat zien voor een gemiddelde populatie. Voor (zeer) kwetsbare groepen is er daarentegen geen of slechts een beperkte meerwaarde van een mobiele watermistinstallatie. Als de deur van de brandruimte na de ontvluchting gesloten wordt, geeft de mobiele watermistinstallatie buiten de brandruimte wel een verbetering voor (zeer) kwetsbare personen. Het dichthouden van deur geeft buiten de brandruimte een verbetering voor *alle* groepen. Deze verbetering is echter geringer voor de (zeer) kwetsbare groepen. Alleen in de woning tegenover de woning waar de brand woedt, is voor alle groepen de situatie langer dan 20 minuten overleefbaar, althans als ervan wordt uitgegaan dat de deur van deze woning gesloten blijft.



**Figuur 6.1** Rookverspreiding naar de gang vlak voor en na het openen van de deur van de brandruimte.

<sup>10</sup> Het gaat om: de samenstelling van het brandende meubelstuk (organisch of synthetisch), het openen of gesloten houden van de deur, de grootte van andere openingen, de mobiele watermistinstallatie, de locatie van de brandruimte en de brandweerinzet (Brandweeracademie, 2020).

## 6.3 Belang voor BVL

De experimenten in Oudewater tonen aan dat er grote verschillen zijn in vluchtmogelijkheden en overleefbaarheid tussen groepen met een verhoogde kwetsbaarheid en groepen zonder een verhoogde kwetsbaarheid (de gemiddelde populatie). Bij kwetsbare groepen kunnen de vluchtmogelijkheden en overleefbaarheid alleen verhoogd worden door een combinatie van bron- en effectmaatregelen. Het huidige veiligheidsniveau volgens het Bouwbesluit is onvoldoende. Een aanbeveling voor BVL is om vooral te focussen op bronmaatregelen zoals een brandveiligere inrichting of automatische blussystemen, naast de focus op effectmaatregelen zoals het sluiten van deuren.

Het is belangrijk voor BVL om te beseffen dat kwetsbaren als aparte categorie gezien moeten worden waarbij de standaard maatregelen niet altijd werken. De focus vanuit BVL op ouderen en kwetsbaren blijft dan ook enorm belangrijk.

# 7 (Niet) vluchten

## 7.1 Reeds bestaande kennis

Hoewel het vluchten bij brand het uitgangspunt is, kunnen er situaties voorkomen waarbij het verstandiger is om juist niet te vluchten: bewoners blijven in hun eigen woning / (sub)compartiment, totdat door hulpverleners aangegeven wordt dat de situatie veilig genoeg is om de woning te kunnen verlaten. Op die manier kunnen hulpverleners eerst het incident onder controle brengen en daarna starten met de ontruiming.

Het in de woning blijven gedurende een brand elders in het woongebouw, zou een oplossing kunnen zijn om de overlevingsmogelijkheden van kwetsbaren in de toekomst te verbeteren. Het uitgangspunt van het Bouwbesluit is dat personen in geval van brand tijdig en veilig het gebouw kunnen verlaten, maar door de toenemende vergrijzing sluit dit uitgangspunt niet meer aan bij de realiteit. Om deze reden wordt al enige tijd gezocht naar alternatieven, waaronder het blijven zitten in woningen waar het niet brandt. Door de Brandweeracademie is eerder al vastgesteld dat het veilig in de woning blijven niet gegarandeerd kan worden. Om dit wel te garanderen moet er tenminste iets gedaan worden aan de volgende drie factoren:

- > het beperken van de rookproductie
- > het voorkomen dat rook zich vanuit de brandende woning verspreidt
- > ervoor zorgen dat bewoners van de niet-brandende woningen in hun woning blijven en gedurende de gehele brand niet hun voordeur openen.

## 7.2 Nieuwe kennis

De experimenten van de Brandweeracademie hebben aangetoond hoe snel rook zich kan verspreiden door een woongebouw en wat voor effect dit kan hebben op de ontvluchting van bewoners van dat woongebouw. Wanneer de deur van de brandruimte geopend is, zorgt de rookverspreiding ervoor dat personen in overige woningen aan dezelfde gang 'vast' zitten in hun woning. Het vluchten wordt belemmerd door het gebrek aan zichtlengte en de aanwezige concentratie van irriterende en verstikkende gassen. Daarnaast kan het ook voorkomen dat, wanneer personen in overige woningen aan dezelfde gang hun deur open zouden maken, een fatale situatie ontstaat door de rook die de woning binnenkomt. Dit geldt met name voor (zeer) kwetsbare personen. Ook kan rookverspreiding naar andere gangen optreden wanneer deuren tussen deze gangen (kortdurend) geopend worden, bijvoorbeeld door vluchtende bewoners. Hierdoor kan ook voor personen verderop in het woongebouw een belemmerde ontvluchting ontstaan. Ook het handelen van de brandweer kan mogelijk zorgen voor aanvullende rookverspreiding naar omliggende woningen. Een verblijf aldaar kan daarmee schadelijk zijn voor de gezondheid en kan, in het bijzonder voor (zeer) kwetsbare mensen, fataal zijn.

Aan de andere kant is het blijven zitten in een woning geen garantie dat op een later tijdstip veilig vluchten nog mogelijk is. De experimenten tonen aan dat voor zowel kwetsbare als niet

kwetsbare personen in de niet aan de brandruimte grenzende woningen sprake is van een overleefbare situatie tijdens de eerste 20 minuten. In woningen grenzend aan de brandruimte of woningen met een geopende deur is dit niet het geval. Uit de experimenten is gebleken dat het opengaan van de toegangsdeur van de brandende woning leidt tot veel rookverspreiding naar de gang, met aansluitend zichtbare en niet-zichtbare rookverspreiding naar de andere woningen. De experimenten geven dan ook geen sluitend advies over de omstandigheden voor het in de woning blijven gedurende het incident.



**Figuur 7.1 Rookverspreiding naar omliggende woningen waarbij de ene deur dicht is (W1.24) en de ander geopend (W1.25).**

### 7.3 Belang voor BVL

De experimenten van de Brandweeracademie geven geen sluitend advies over de omstandigheden waaronder bewoners beter kunnen vluchten, dan wel in hun woning blijven. Wat bewoners het beste kunnen doen in geval van brand is zeer situatieafhankelijk. Bij brand in de eigen woning is het advies om de woning zo snel mogelijk te verlaten, indien dit veilig kan. Wanneer dit niet het geval is, is het advies om op het balkon te gaan staan of, wanneer er geen balkon is, om zo ver mogelijk bij de bron van de brand weg te blijven en binnendeuren gesloten te houden.

Wanneer de brand in een andere woning is, is het advies om wel of niet te vluchten afhankelijk van de situatie op de gang. Indien deze vol staat met rook (waar veelal ook veel CO in zit) is de veiligste optie om in de eigen woning te blijven. Indien de gang vrij is van zichtbare rook, is het risico op CO in mindere mate aanwezig waardoor bewoners van woningen waar geen brand is het gebouw kunnen verlaten. Belangrijk is dat bewoners, zodra zij besloten hebben om in de woning te blijven en niet te vluchten, de deur zoveel mogelijk gesloten houden (bij elke keer dat de deur geopend wordt kan er meer rook de woning binnenvallen). Op die manier blijft de rook zoveel mogelijk buiten de betreffende woning en kan zo lang mogelijk een veilige situatie behouden worden.

Het onderzoek dat de Brandweeracademie heeft gedaan in 2019 was vrij technisch van opzet. Er is onderzocht hoe rook zich in verschillende situaties kan verspreiden, maar er is

niet specifiek gekeken naar het gedrag dat mensen kunnen vertonen bij brand in hun woongebouw. Wanneer door BVL-medewerkers in voorlichtingen gesproken wordt over situaties waarin het beter is om in de woning te blijven en niet te vluchten, is het van belang om te realiseren hoe kwetsbaar en onnatuurlijk mensen zich kunnen voelen bij dit principe. In theorie kan het blijven zitten in de woning waar geen brand is, een betere optie zijn dan vluchten via een met rook gevulde gang. In de praktijk blijkt echter dat een kleine hoeveelheid rook in de woning al kan leiden tot de dringende wens om te vluchten – ook al kunnen de overlevingsmogelijkheden ondanks deze kleine hoeveelheid rook alsnog goed zijn. In dergelijke situaties kan een bewoner besluiten om bijvoorbeeld de toegangsdeur van de woning te openen, waarna de omstandigheden snel verslechteren. Voor BVL kan het verstandig zijn om deze ervaren kwetsbaarheid en het contra-intuïtieve karakter hiervan te benoemen. Voor BVL-medewerkers is het ook belangrijk om te beseffen welke consequenties bepaald gedrag kan hebben. Zo kunnen vluchtende personen er ook voor zorgen dat rook zich verspreidt naar woningen en voor gevaarlijke situaties binnen deze woningen kan zorgen. Het is daarnaast belangrijk om aan mensen uit te leggen waarom het in sommige gevallen juist wél veilig is om in de woning te blijven wachten totdat er hulp komt.

# 8 Conclusies

Rookverspreiding bij brand in een woongebouw is ingewikkelde en voor veel mensen onbekende materie. De Brandweeracademie heeft getracht hier licht op te werpen door het uitvoeren van wetenschappelijke experimenten in een leegstaand woongebouw in Oudewater in 2019 en hierover een rapport te publiceren. De experimenten en de analyse van de verkregen data hebben allerlei kennis en inzichten opgeleverd. Het is echter niet direct herkenbaar wat de relevantie daarvan is voor professionals die zich in hun dagelijkse beroepspraktijk bezighouden met Brandveilig Leven. Om deze professionals tegemoet te komen, heeft het lectoraat Brandpreventie van de Brandweeracademie gekeken welke kennis en inzichten relevant kunnen zijn voor BVL. In de voorgaande hoofdstukken zijn deze kennis en inzichten gepresenteerd aan de hand van een aantal thema's. In dit laatste hoofdstuk wordt hierop teruggekeken en worden er enkele aanbevelingen en overwegingen bij gegeven.

## 8.1 Conclusies per thema

### 8.1.1 Meubilair en matrassen

In het gangbare gestoffeerde meubilair en de gangbare matrassen die in Nederland verkocht worden, zit synthetisch schuim. Dit meubilair en deze matrassen produceren zeer veel rook wanneer zij in brand raken. Zelfs als er op korte termijn minder brandbare meubels en matrassen op de markt zouden komen, moet er rekening mee worden gehouden dat de komende jaren het grootste deel van de inventaris in Nederlandse woningen nog uit brandgevaarlijk materiaal bestaat. Het blijft daarom van belang om brandveilig gedrag te stimuleren en mensen te wijzen op de risico's van bijvoorbeeld roken in bed of het opladen van een telefoon die op een bed of bekleed meubilair ligt. De experimenten hebben aangetoond dat dit niet alleen van belang is voor de eigen veiligheid, maar ook voor die van de overige bewoners in woongebouwen.

### 8.1.2 Rookmelders

Een snelle ontdekking van brand is en blijft cruciaal en rookmelders spelen daarin een belangrijke rol. Hoe sneller een brand ontdekt wordt, hoe meer tijd er is voor het uitvoeren van de juiste acties (blussen, huisgenoten in veiligheid brengen, vluchten, de brandweer alarmeren, overige bewoners waarschuwen). Er is gebleken dat rook zich ook van het ene naar het andere appartement kan verplaatsen (al dan niet via de inpandige gang); het afgaan van een rookmelder kan daarom ook wijzen op een brand *buiten* de eigen woning. Het devies blijft echter vooralsnog: vluchten als het mogelijk is.

Omdat de CO die bij een brand vrijkomt, zich kan verspreiden naar plaatsen waar geen zichtbare rook is, hebben naast rookmelders ook CO-melders een rol in het verbeteren van de brand- en vluchtveiligheid. Hierbij blijft het advies om, wanneer een CO-melder in alarm komt, naar buiten te gaan.



### 8.1.3 Watermistinstallatie

Bij de experimenten van de Brandweeracademie is een mobiele watermistinstallatie opgesteld op enige afstand van de brand. Ondanks deze minder optimale (maar wel realistische) plaatsing, bleek deze watermistinstallatie een behoorlijk groot verschil te kunnen maken in de intensiteit van de brand en daarmee in de rookverspreiding. Hierdoor namen de vluchtmogelijkheid en de overleefbaarheid voor bewoners van het woongebouw aanzienlijk toe. De effectiviteit van de watermistinstallatie is echter wel gekoppeld aan het sluiten van de deur van het appartement. Wanneer deze deur gesloten wordt na ontvluchting, blijkt de watermistinstallatie de brand te kunnen doven. Wanneer de deur open blijft staan, is de brand weliswaar minder intens en produceert minder rook dan zonder watermistinstallatie, maar de rook zal zich nog steeds door het woongebouw verspreiden. Bovendien is het reservoir van een mobiele watermistinstallatie op een gegeven moment uitgeput en dan zal de brand weer opvlammen tot het moment dat de brandweer kan blussen.

Uiteraard kan een mobiele watermistinstallatie alleen effectief zijn in de ruimte waar de brand is. Idealiter zou daarom in elke ruimte waar brand kan ontstaan een mobiele watermistinstallatie aanwezig moeten zijn of moet er in de gehele woning gekozen worden voor een ander blussysteem (bijvoorbeeld een waterleidingsprinkler). Hoewel andere systemen niet getest zijn bij de experimenten van de Brandweeracademie, ligt het voor de hand dat deze vergelijkbare gunstige effecten ten aanzien van de brand- en rookontwikkeling zullen hebben.

### 8.1.4 Sluiten van de deur

Eerder onderzoek van de Brandweeracademie heeft aangetoond dat het sluiten van binnendeuren in een woning de overleefbaarheid van brand sterk bevordert voor de bewoners van het betreffende pand (Brandweeracademie, 2015c). Het onderzoek uit 2019 heeft dit aangevuld met het inzicht dat het bij brand in een woongebouw met inpandige gangen essentieel is dat de voordeur van de betreffende woning naar de gang na ontvluchting zo snel mogelijk weer gesloten wordt. Hiermee wordt in belangrijke mate een verdere verspreiding van rook naar de gang voorkomen, zodat deze beschikbaar blijft voor de overige bewoners om als vluchtweg te gebruiken. Ook wordt hiermee de rookverspreiding naar de overige appartementen beperkt, waardoor de overige bewoners langer veilig in hun eigen woning kunnen blijven. Het is dan uiteraard wel van belang dat de bewoners van de overige appartementen hun voordeur zo veel mogelijk gesloten houden, zodat er geen rook vanaf de gang hun appartement in komt. Het zorgdragen voor de zelfsluitendheid van deuren (al dan niet met vrijloopdrangers), is iets dan vanuit BVL gepromoot zou kunnen worden bij gebouweigenaren (bij verhuur) of verenigingen van eigenaren (bij koopappartementen).

### 8.1.5 Koolstofmonoxide

Het feit dat CO gevaarlijk is en het feit dat CO bij brand vrijkomt, is inmiddels bij veel mensen bekend. Vanuit BVL wordt er al langer aandacht besteed aan de risico's van CO. Wat minder algemeen bekend is, is dat met name synthetisch meubilair bij brand zorgt voor het vrijkomen van grote hoeveelheden CO en dat deze CO zich buiten het betreffende appartement door het woongebouw kan verspreiden naar inpandige gangen en andere appartementen. CO kan daarbij verder komen en zich anders verspreiden dan de zichtbare rook. In een appartement dat op het zicht vrij is van rook, kunnen daarom toch gevaarlijke concentraties CO aanwezig zijn na een brand in een ander appartement in hetzelfde woongebouw. Aangezien CO een reukloos en onzichtbaar gas is, kan dit alleen met behulp

van een CO-meter of CO-melder vastgesteld worden. Voor BVL kan dit een extra argument zijn om te stimuleren dat mensen zorgdragen voor werkende CO-melders in hun woning.

### 8.1.6 Ouderen en kwetsbaren

Van ouderen en mensen met fysieke of mentale beperkingen is al langer bekend dat zij een verhoogde kans hebben om slachtoffer van brand te worden. De experimenten in Oudewater hebben laten zien dat brand in een woongebouw waar ouderen en (andere) kwetsbare mensen wonen, extra risico's met zich meebrengt. Ook laten de experimenten zien dat het nemen van maatregelen de veiligheid van een gemiddelde bewonerspopulatie kan verbeteren, maar dat deze verbetering niet altijd voldoende is voor (zeer) kwetsbare mensen. Bij kwetsbare groepen kunnen de vluchtmogelijkheden en overleefbaarheid alleen verhoogd worden door een combinatie van bron- en effectmaatregelen.

### 8.1.7 (Niet) vluchten

Het uitgangspunt dat vaak in het kader van BVL wordt gecommuniceerd, is dat mensen hun huis verlaten bij brand of bij een verhoogde concentratie CO. De experimenten van de Brandweeracademie veranderen vooralsnog niets aan dit uitgangspunt: indien vluchten mogelijk is, is dit nog steeds de beste optie. Veilig vluchten is ook nog steeds het uitgangspunt van de Nederlandse brandveiligheidsregelgeving. De experimenten hebben echter aangetoond dat een inpandige gang binnen korte tijd zozeer gevuld kan zijn met rook en dat er zulke hoge concentraties CO kunnen hangen, dat veilig vluchten uitgesloten is. In dat geval blijft er geen andere optie over dan in het eigen appartement te blijven. Het is daarbij van belang om een plek in de woning op te zoeken die zoveel mogelijk gevrijwaard is van rook en waar zoveel mogelijk verse lucht aanwezig is. Een balkon kan in veel gevallen een geschikte plek zijn. Hier kan vervolgens gewacht worden tot het gevaar geweken is of totdat de brandweer in de gelegenheid is om de bewoners te evacueren.

## 8.2 Integrale conclusies

De experimenten die de Brandweeracademie gedaan heeft ten behoeve van kennisontwikkeling op het gebied van rookverspreiding, hebben nogmaals bevestigd dat een relatief kleine brand in modern meubilair met een synthetische schuimvulling in zeer korte tijd tot een enorme rookproductie en rookverspreiding leidt. Dit was al langer bekend, maar wat de experimenten aan deze kennis hebben toegevoegd, is dat deze rookproductie niet alleen een gevaar vormt voor de bewoners van de woning waar de brand woedt, maar ook voor de bewoners van andere appartementen in hetzelfde woongebouw. Zowel de zichtbare rook als de onzichtbare rookgassen blijken zich tamelijk onvoorspelbaar en grillig via allerlei routes door het pand te verspreiden, waarbij niet alleen in de gangen maar ook in andere appartementen levensgevaarlijke concentraties kunnen ontstaan. Een belangrijk inzicht daarbij is dat CO zich verder kan verspreiden dan de zichtbare rook. Dit betekent dat er bij een brand in één appartement, in andere appartementen een gevaarlijke concentratie CO kan ontstaan, zonder dat er sprake is van zichtbare rook. In de voorgaande hoofdstukken is hierop ingegaan en zijn enkele maatregelen besproken die de effecten van deze rookverspreiding kunnen beperken.

De maatregelen die op individueel niveau genomen worden, zoals het installeren van een automatische blusinstallatie en het sluiten van de deur na ontvluchting, kunnen effect hebben op de vluchtveiligheid en de overleefbaarheid van andere bewoners van het

woongebouw. Brandveiligheid is dus – in ieder geval in woongebouwen met inpandige gangen – niet alleen een individuele kwestie, maar vooral ook een collectieve kwestie. Wanneer in een dergelijk woongebouw ook nog eens mensen wonen die tot een kwetsbare of zeer kwetsbare groep behoren, geldt dit nog in sterkere mate, omdat bij hen de grenswaarden om veilig te kunnen vluchten of om rook en hitte te overleven veel lager liggen dan bij de gemiddelde bevolking. Het ligt daarmee voor de hand dat in BVL-adviezen en BVL-campagnes niet alleen wordt gewezen op de eigen verantwoordelijkheid van een individuele bewoner voor zijn of haar eigen veiligheid, maar ook op zijn of haar verantwoordelijkheid voor andere bewoners van het woongebouw.

Ondanks het feit dat sommige maatregelen behoorlijk effectief bleken te zijn, bleek alleen een *combinatie* van maatregelen voldoende te zijn om de veiligheid voor *alle* bewoners te garanderen (ook van de meest kwetsbare). Dit gold in ieder geval voor de combinatie van het beperken van synthetisch materiaal in meubilair en het sluiten van de deur. Ook de combinatie van de aanwezigheid van een werkende watermistinstallatie en het sluiten van de deur leverde een significante verbetering op van de veiligheid voor alle bewoners.

Hierbij moet wel gezegd worden dat het aanpakken van de *bron*, dus van de rookontwikkeling in het meubilair, uiteindelijk het meest effectief is. Zolang er in appartementen branden kunnen ontstaan met een zeer heftige rookontwikkeling (als gevolg van de verbranding van een synthetische schuimvulling), blijven alle andere maatregelen in zekere zin 'dweilen met de kraan open'.

Het lectoraat Brandpreventie stelt zich op het standpunt dat vluchten bij brand het uitgangspunt blijft, conform de Nederlandse brandveiligheidsregelgeving. De experimenten in Oudewater hebben echter laten zien dat er zich situaties kunnen voordoen waarbij het simpelweg niet mogelijk is om veilig te vluchten, doordat de gang waardoor gevlucht moet worden gevuld is met dikke rook. Wanneer een bewoner van een woongebouw dit constateert bij het openen van zijn of haar voordeur, is het zaak dat hij of zij zo snel mogelijk deze voordeur weer sluit en een plek in huis opzoekt waar hij of zij veilig gedurende enige tijd kan verblijven. In veel gevallen zal dit het balkon zijn. Hier kan hij of zij wachten tot de brandweer de situatie onder controle heeft gebracht of totdat hij of zij geëvacueerd wordt. Het is daarbij wel zaak dat in de communicatie hierover duidelijk gemaakt wordt dat dit enige tijd kan duren. Voor het evacueren van een woongebouw is zeer veel capaciteit nodig, en ook als die aanwezig is, kan het nog lang duren voordat iedereen in veiligheid is gebracht, zoals verschillende casus hebben laten zien (Brandweeracademie, 2014, 2015a).

# Literatuurlijst

- Brandweeracademie. (2014). *Brand in Het Lichtpunt*. Arnhem: IFV.
- Brandweeracademie. (2015a). *Brand in De Notenhout*. Arnhem: IFV.
- Brandweeracademie. (2015b). *Gebrand op inzicht: Een onderzoek naar de effectiviteit van rookmelders*. Arnhem: IFV.
- Brandweeracademie. (2015c). *Het kan verkeren. Beschrijvend onderzoek naar brandontwikkeling en overleefbaarheid bij woningbranden*. Arnhem.
- Brandweeracademie. (2016a). *Branden in seniorencomplexen: regelgeving en praktijk*.
- Brandweeracademie. (2016b). *Casuïstiek ondergeventileerde branden*.
- Brandweeracademie. (2018). *10 Jaar Fatale Woningbranden Onderzocht*.
- Brandweeracademie. (2019a). *Risicogroepen en brandveiligheid*.
- Brandweeracademie. (2019b). *Risicogroepen en rookverspreiding*.
- Brandweeracademie. (2020). *Rookverspreiding in woongebouwen. Hoofdrapport van de praktijkexperimenten in een woongebouw met in pandige gangen*. Arnhem.
- Fire Service Academy. (2017). *Impression tests upholstered furniture and mattresses*. Arnhem: IFV.
- Instituut Fysieke Veiligheid, & Nederlandse Brandwonden Stichting. (2016). *Brandveiligheid en vergrijzing*.
- Kerber, S. (2010). *Impact of Ventilation on Fire Behavior in Legacy and Contemporary Residential Construction*.
- Kuligowski, E. D. (2016). Human behavior in fire. In *SFPE Handbook of Fire Protection Engineering, Fifth Edition* (pp. 2070–2114). Springer New York.  
[https://doi.org/10.1007/978-1-4939-2565-0\\_58](https://doi.org/10.1007/978-1-4939-2565-0_58)
- Reumuth, G., Alharbi, Z., Houschyar, K. S., Kim, B. S., Siemers, F., Fuchs, P. C., & Grieb, G. (2019). Carbon monoxide intoxication: What we know. *Burns*, 45(3), 526–530.  
<https://doi.org/10.1016/j.burns.2018.07.006>
- Ronchi, E., & Nilsson, D. (2013). Fire evacuation in high-rise buildings: a review of human behaviour and modelling research. *Fire Science Reviews*, 2(1), 7.  
<https://doi.org/10.1186/2193-0414-2-7>
- Schieving, J. H. (2019). Koolstofmonoxide vergiftiging.
- Society of Fire Protection Engineers. (2016). *SFPE Handbook of Fire Protection Engineering*. (M. J. Hurley, Ed.) (5th ed.). New York: Springer.