

Earth, Life & Social Sciences

Van Mourik Broekmanweg 6

2628 XE Delft

Postbus 49

2600 AA Delft

www.tno.nl

T +31 88 866 30 00

F +31 88 866 30 10

TNO-rapport**TNO 2015 R11060****Risicogestuurde brandveiligheid in de
langdurige zorg - Onderbouwing van een
beslisondersteunend model**

Datum	11 augustus 2015
Auteur(s)	Dr. ir. I.J.J. van Straalen H.R. Gallis Drs. R.A. Bezemer MTD
Aantal pagina's	83 (incl. bijlagen)
Aantal bijlagen	5
Opdrachtgever	Ministerie van VWS
Projectnaam	Risicogebaseerde Brandveiligheid in de zorg
Projectnummer	060.07697/01.01

Alle rechten voorbehouden.

Niets uit deze uitgave mag worden vermenigvuldigd en/of openbaar gemaakt door middel van druk, fotokopie, microfilm of op welke andere wijze dan ook, zonder voorafgaande toestemming van TNO.

Indien dit rapport in opdracht werd uitgebracht, wordt voor de rechten en verplichtingen van opdrachtgever en opdrachtnemer verwezen naar de Algemene Voorwaarden voor opdrachten aan TNO, dan wel de betreffende terzake tussen de partijen gesloten overeenkomst.

Het ter inzage geven van het TNO-rapport aan direct belanghebbenden is toegestaan.

© 2015 TNO

Managementsamenvatting

Titel : Ontwikkeling van risicogestuurde brandveiligheid voor compartimentering, actieve blusmiddelen en BHV in de langdurige zorg
Auteur(s): Dr. ir. I.J.J. van Straalen
H.R. Gallis
Drs. R.A. Bezemer MTD
Datum : 11 augustus 2015
Opdrachtnr. : 060.07697
Rapportnr. : R11060

In opdracht van het ministerie van VWS heeft TNO een aanpak uitgewerkt voor het tegen elkaar afwegen van verschillende maatregelen voor brandveiligheid in de langdurige zorg. Dit onderzoek levert een 'proof-of-concept' en wordt gezien als een belangrijke stap op weg naar een gekwantificeerde integrale risicobenadering die het nemen van beslissingen over brandveiligheid kan ondersteunen.

Probleemstelling, onderzoeksvraag

De minister van VWS heeft aangegeven dat het bestuur van een zorginstelling een eigen brandveiligheidsbeleid moet voeren. Deze moet uiteraard voldoen aan de vigerende wet- en regelgeving, maar de minister dringt aan op het gebruiken van een integrale risicobenadering om de besluitvorming van het bestuur over brandveiligheid te onderbouwen.

Het ontbreekt nu nog aan de noodzakelijke consistente aanpak om de gelijkwaardigheid van verschillende oplossingen aan te tonen. De risico's in de brandveiligheid van gebouwen en het beperken daarvan met de verschillende maatregelen kan nog niet worden gekwantificeerd.

De centrale onderzoeksvraag is:

- Hoe kan in de langdurige intramurale zorg een operationele invulling worden gegeven aan de integrale risicobenadering voor sprinkler en watermist als alternatief voor een volledige compartimentering conform het Bouwbesluit en een uitgebreide BHV-organisatie?

Doel van het onderzoek

Het onderzoek heeft twee doelen:

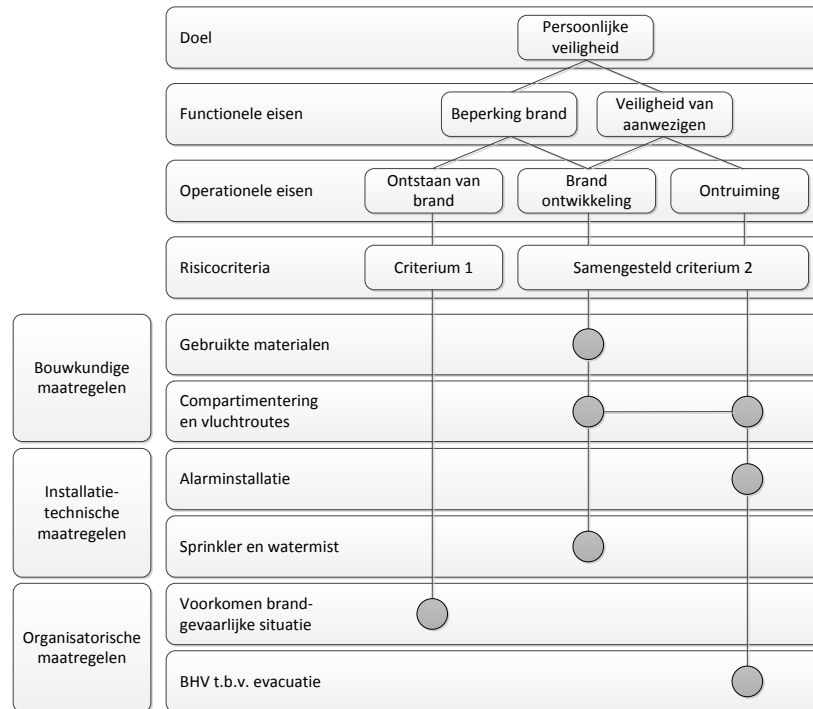
- Een aanpak definiëren voor de risicobenadering voor brandveiligheid in de langdurige zorg, die compatibel moet zijn met de vigerende wet- en regelgeving.
- Het principe uitwerken voor gebruik van sprinkler en watermist als alternatief voor een volledige compartimentering conform Bouwbesluit en een uitgebreide BHV-organisatie in de langdurige zorg.

Er is een rapport opgesteld en daarnaast zijn een brochure en een demo-versie van een brandveiligheidsmodule in een digitaal 3D gebouwmodel gemaakt. Over de uitkomsten is een bijeenkomst geweest van een klankbordgroep samengesteld uit de vertegenwoordigers van betrokken stakeholders.

Het project is uitgevoerd door TNO in samenwerking met Efectis Nederland, Octaaf Advies BV, SBRCURnet en VABI.

Resultaten

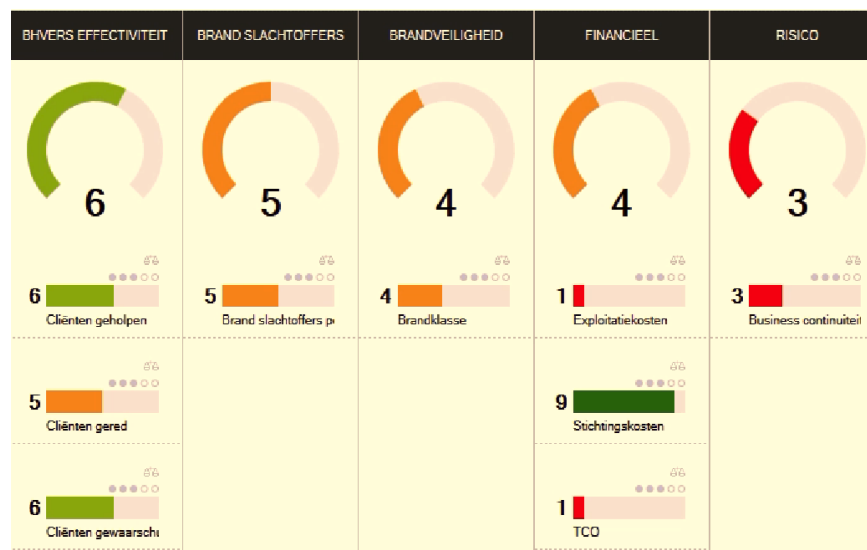
TNO heeft een raamwerk ontwikkeld waarin de risicobenadering wordt gekoppeld aan de brandveiligheidsmaatregelen. De brandveiligheidsdoelen vormen het uitgangspunt en deze worden vertaald in kwalitatieve functionele eisen en vervolgens in operationele eisen. Daaraan zijn met behulp van gebeurtenissenboomanalyses gekwantificeerde risico's gekoppeld op basis van bekende kansen op brandslachtoffers in diverse contexten. Van daaruit worden maatregelen bepaald. Dit raamwerk biedt ruimte aan alternatieve oplossingen, afweging van maatregelen, en een hogere veiligheidsambitie. Onderstaande figuur geeft het raamwerk schematisch weer.



Deze benadering is toegepast op twee praktijksituaties en verschillende brandscenario's. De compartimentering, de sprinkler, de BHV-aanpak en het tijdstip van een brand zijn gevarieerd. Zo zijn verschillende combinaties van maatregelen gekoppeld aan kansen op een (dodelijk) slachtoffer en zijn die vergeleken met de eisen die daaraan worden gesteld.

De ontwikkelde demo-versie van een brandveiligheidsmodule in een software 3D-gebouwmodel toont op een dashboard (zie illustraties) het resultaat van de toets van de gekozen maatregelen aan het Bouwbesluit en aan de veiligheidsambitie. Het toont ook initiële en exploitatiekosten van maatregelen.





Conclusies en aanbevelingen

Via deze risicobenadering is het risico op (dodelijke) brandslachtoffers te kwantificeren. Daardoor zijn combinaties van maatregelen integraal tegen elkaar af te wegen op basis van het gewenste niveau van brandveiligheid en kosten. De weergave van de analyses in een dashboard is een beslisondersteunend instrument voor de brandveiligheidsadviseur en de bestuurder.

De belangrijkste aanbevelingen zijn de volgende:

- Stel nader vast wat de *geaccepteerde* kans is op de ongewenste situatie dat (dodelijke) slachtoffers vallen als gevolg van een brand.
- Werk uit hoe een hoger ambitieniveau voor brandveiligheid kan worden vertaald in aangepaste waarden voor de risicocriteria.
- Neem ook de alarminstallatie, de brandveiligheidsklasse van materialen en de inzet van professionele hulpdiensten mee in de risicogebaseerde brandveiligheid.
- Voer risicoanalyses uit voor veel praktijksituaties om goed inzicht te krijgen in de relaties tussen een set brandveiligheidsmaatregelen en het bijbehorende risico.
- Kom tot goede aansluiting met zorginstellingen, brandweer, brandveiligheidsadviseur en andere belanghebbenden.

Uitgebreide samenvatting

Probleemstelling, onderzoeksvraag

Sinds 2000 zijn in opdracht van de overheid diverse onderzoeken uitgevoerd naar brandveiligheid in de zorg. De minister van VWS adviseert sterk om een integrale risicobenadering te ontwikkelen die het besluitvormingsproces van het bestuur van een zorginstelling over de brandveiligheid ondersteunt. Zowel wet- en regelgeving als eigen beleid dienen daar onderdeel van te zijn.

Met een consistente uitwerking van de risicobenadering wordt het mogelijk om de gelijkwaardigheid van verschillende oplossingen aan te tonen, dankzij kwantificering van de risico's in de brandveiligheid van gebouwen.

De zorgkoepels zijn inmiddels gekomen met actieplannen om de bewustwording te bevorderen en er zijn aanzetten gegeven om te komen tot risicogestuurde brandveiligheid.

In opdracht van het ministerie van VWS geeft TNO in dit rapport een aanpak voor het tegen elkaar afwegen van de inzet van sprinkler- en watermistssystemen, compartimentering, de BHV-organisatie en de kosten van deze maatregelensets ten behoeve van de brandveiligheid in de langdurige zorg. Met deze aanpak kan de gelijkwaardigheid van verschillende oplossingen worden aangetoond. In een 3D-gebouwmodel is e.e.a. zichtbaar gemaakt en daarmee wordt de beslissers de mogelijkheid geboden om afgewogen keuzes te maken voor investeringen in brandveiligheid. Dit onderzoek is een belangrijke stap op weg naar een gekwantificeerde integrale risicobenadering.

De centrale onderzoeksvraag is de volgende:

- Hoe kan in de langdurige intramurale zorg ten behoeve van brandveiligheid een operationele invulling worden gegeven aan de integrale risicobenadering voor de inzet van de brandveiligheidsmaatregelen sprinkler en watermist als alternatief voor een volledige compartimentering conform het Bouwbesluit en een uitgebreide BHV-organisatie?

Doel en resultaat

Het onderzoek heeft twee doelen:

- Een aanpak definiëren voor de risicobenadering voor brandveiligheid in de langdurige zorg, die compatibel moet zijn met de vigerende wet- en regelgeving.
- Het principe uitwerken voor gebruik van sprinkler en watermist als alternatief voor een volledige compartimentering conform Bouwbesluit en een uitgebreide BHV-organisatie in de langdurige zorg.

Naast dit rapport zijn een brochure en een demo-versie van een brandveiligheidsmodule in een digitaal 3D gebouwmodel beschikbaar gekomen. Over de uitkomsten is een bijeenkomst geweest van een klankbordgroep samengesteld uit de vertegenwoordigers van betrokken stakeholders.

Onderzoeksmethode

Het project is uitgevoerd door TNO in samenwerking met Efectis Nederland, Octaaf Advies BV, SBRCURnet en VABI, en kent vijf werkpakketten:

- 1: Vaststellen van de huidige stand van zaken aangaande bouwkundige, installatietechnische en organisatorische maatregelen, voor wat betreft de wet- en regelgeving, normen en richtlijnen, risico's en kosten.
- 2: Uitwerken van de integrale risicobenadering, waaronder het definiëren van prestatie-eisen voor risico's, het kwantificeren van het effect van veiligheidsmaatregelen, gekoppeld aan scenario-analyse en een probabilistische benadering om risico's te kwantificeren.
- 3: Analyse van scenario's voor twee verschillende plattegronden van complexen in de langdurige zorg. Voor iedere plattegrond zijn diverse combinaties van brandveiligheidsmaatregelen beoordeeld op de benodigde ontruimingstijd en de kans op dodelijke slachtoffers.
- 4: Bouwen van een demo-versie van een brandveiligheidsmodule in een 3D-gebouwmodel (software), waarin de principes van de voorgaande werkpakketten geïllustreerd worden.
- 5: Disseminatie van de resultaten in de klankbordgroep, door een brochure en door een toegankelijke demo-versie van het 3D-gebouwmodel.

Resultaten

Huidige stand van zaken

Het Bouwbesluit 2012 is bepalend voor de brandveiligheidsmaatregelen. Een gebouw is opgebouwd uit brandcompartimenten, nader onderverdeeld in subbrandcompartimenten en beschermde subbrandcompartimenten met ieder specifieke eisen. Voor de zorg is met name het beschermde subbrandcompartiment van belang, bedoeld voor verblijf van bedgebonden cliënten. De systematiek gaat uit van gewone, beschermde, extra beschermde en veiligheidsvluchtroutes (met een oplopend brandveiligheidsniveau). Het Bouwbesluit 2012 stelt eisen aan de lengte en capaciteit van de vluchtroutes, gerelateerd aan het aantal personen dat is aangewezen op een vluchtroute.

In de langdurige zorg voldoen vooral bestaande gebouwen lang niet altijd aan de eisen uit Bouwbesluit 2012, doordat de eisen in de loop der tijd zijn verzaamd en de zorgzwaarte van cliënten is toegenomen.

Sprinkler en watermist hebben tot doel een ontstane brand en rookontwikkeling te reduceren, waardoor de beschikbare vluchttijd toeneemt. Het Bouwbesluit 2012 stelt dat sprinklers en watermist mogen worden toegepast als gelijkwaardige oplossingen, ten dele een alternatief voor (sub)compartimentering en vluchtwegen. Echter, het ontbreekt nog aan een consistente aanpak om de gelijkwaardigheid van sprinklers en watermist aan te tonen. Daarnaast wordt brandveiligheid nog nauwelijks gekwantificeerd, waardoor gelijkwaardigheid nog niet overtuigend kan worden aangetoond.

Het organisatorische deel van brandveiligheid is belegd in de Arbowet, die spreekt over bedrijfshulpverlening (BHV), met een scope breder dan alleen Brandveiligheid. De grootte en de kwaliteit van de BHV moeten gebaseerd zijn op de wettelijk verplichte RI&E; het resultaat hiervan moet een adequate BHV zijn. Opgemerkt wordt dat brandveiligheid in zijn algemeenheid afwezig is in bijna iedere branche-RI&E en arbocatalogus. Bovendien is de wettelijke reikwijdte van de BHV beperkt tot eigen medewerkers, wat op gespannen voet staat met de Arbowet en de algemene zorgplicht die volgt uit het Burgerlijk Wetboek. Voor de zorg is belangrijk

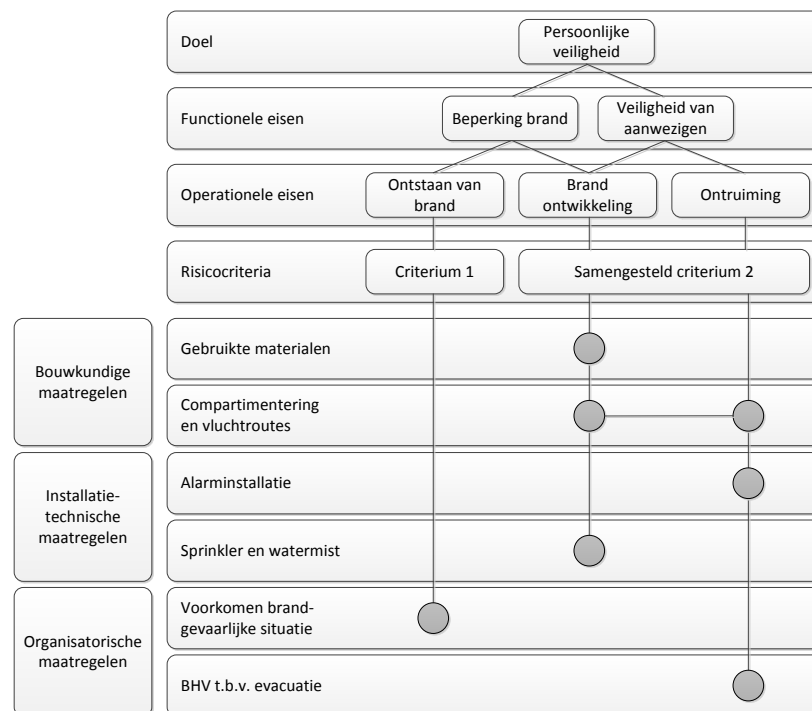
de BHV in te richten op het daadwerkelijk aantal aanwezigen, vooral de niet-zelfredzamen. In de zorg wordt veelal iedere medewerker geschoold in een aantal taken zoals vastgesteld in de RI&E. Personen die alleen werken (bijvoorbeeld in avond, nacht en weekeinde) worden volledig als BHV-er geschoold.

De wetgever beperkt zich tot het in veiligheid brengen van personen en het beperken van schade aan derden. Andere doelen, zoals het beschermen van cultuurgoederen en het borgen van de bedrijfscontinuïteit laat de wetgever over aan het private domein.

Uitwerking integrale risicobenadering

Er bestaan verschillende beelden bij wat een risicobenadering precies dient te omvatten. In de praktijk worden verschillende methoden gebruikt om een risicoanalyse uit te voeren om tot een beoordeling van een ontwerp te komen. Mogelijkheden zijn analyse van ongewenste situaties (via bijv. FMEA), van worst-case benaderingen, van realistische risico's, van veel voorkomende situaties, of analyse via een beperkt of volledig probabilistische aanpak. Iedere benadering heeft zijn eigen toepassingsmogelijkheden.

TNO heeft een raamwerk ontwikkeld dat de risicobenadering koppelt aan de brandveiligheidsmaatregelen. De brandveiligheidsdoelen vormen het uitgangspunt, worden vertaald in kwalitatieve functionele eisen en vervolgens in operationele eisen. Daaraan zijn met behulp van gebeurtenissenboomanalyses gekwantificeerde risicocriteria te stellen dankzij de bekende kansen op brandslachtoffers in diverse contexten. Van daaruit worden maatregelen bepaald. Dit raamwerk biedt ruimte aan alternatieve oplossingen, afweging van maatregelen, en een hogere veiligheidsambitie die te vertalen is in een uitgebalanceerde set brandveiligheidsmaatregelen. Onderstaande figuur geeft het raamwerk schematisch weer.



In Nederland waren er in 2001-2013 gemiddeld 53 dodelijke brandslachtoffers per jaar. Dat komt overeen met $3 \cdot 10^{-6}$ brandslachtoffers per inwoner per jaar. Omdat er geen grote maatschappelijke druk is om dit aantal te verminderen, zou dit beschouwd kunnen worden als een kans die de samenleving acceptabel acht. Daar is echter geen expliciete consensus over. In de zorg (cure en care) is de kans $9 \cdot 10^{-6}$ brandslachtoffers per bewoner per jaar. Dit is nog te differentiëren naar de verschillende gebruiksfuncties van gebouwen.

Voor specifieke situaties is zo'n kans op slachtoffers te berekenen door de kans op brand te vermenigvuldigen met de kans op slachtoffers in geval van brand. Om dat mogelijk te maken, is voor een afdeling in de langdurige zorg een semi-kwantitatieve beschrijving (in kansen en tijden) gegeven van de scenario's hoe en waar de brand ontstaat, zich uitbreidt, hoe de rook zich ontwikkelt, de invloed van sprinkler en watermist en hun betrouwbaarheid, en hoe een ontruiming door BHV'ers en ontruimers plaatsvindt. Met deze gegevens wordt een beperkte probabilistische benadering gevolgd op basis van gebeurtenissenboomanalyses. Zo is het goed mogelijk om een voorgestelde set brandveiligheidsmaatregelen te relateren aan voorgestelde grenswaarden voor de kans op slachtoffers.

Scenario-analyse van voorbeelden langdurige zorg

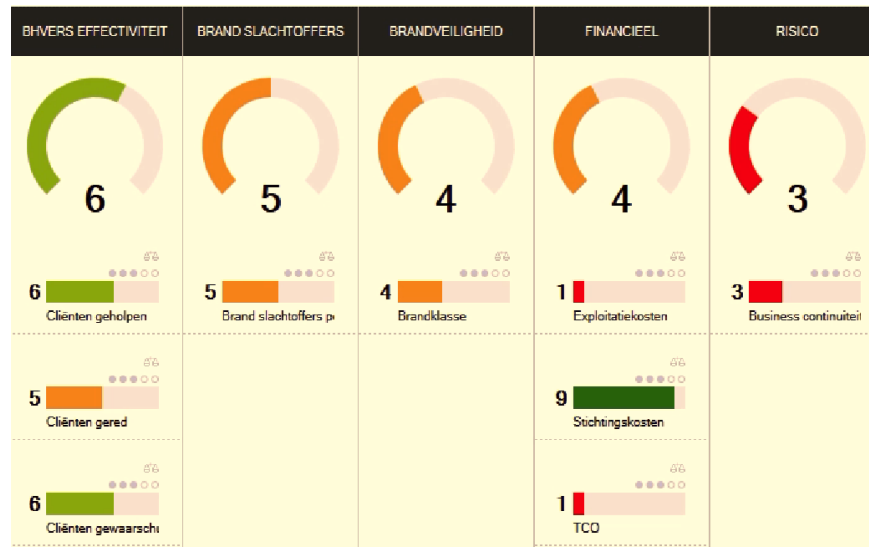
Bovenstaande benadering is toegepast op twee praktijksituaties, aan de hand van concrete plattegronden. De gebeurtenissenbomen omvatten verschillende brandscenario's en de kansen van de daarbij onderscheiden gebeurtenissen. Uiteindelijk is hiermee de kans op (dodelijke) slachtoffers vast te stellen en te vergelijken met de eisen die daaraan wordt gesteld. Verschillende alternatieven zijn beschouwd, opgebouwd uit:

- 3 varianten voor compartimentering (niet / conform plattegrond / beschermd subbrandcompartiment voor iedere cliëntkamer).
- 2 varianten voor sprinkler (niet / in cliëntkamers, gangen en snoezelruimten),
- 6 varianten voor BHV (1, 2, 4, 6, 8 BHV-ers die 2-aan-2 werken, of 8 BHV-ers die in een treintje werken).
- 2 varianten voor het tijdstip (dag / nacht, bepaalt kans op aanwezigheid in cliëntkamer).

Iedere combinatie van alternatieven leidt tot een kans op een (dodelijk) slachtoffer per jaar, wat in een tabel wordt weergegeven. Iedere kans kan gemarkeerd worden met een kleur (groen – geel – rood) om aan te geven of deze voldoet aan de doelstelling. Deze kansen stemmen overeen met wat een brandveiligheidsexpert kwalitatief zou veronderstellen. Een aantal kwantitatieve aannames dient nog wel nader onderbouwd te worden. Effecten van maatregelen op de brandveiligheid zijn goed zichtbaar te maken, en de effectiviteit van maatregelen zijn zo goed te vergelijken. Op dit moment is nog niet gekeken naar de kans op meerdere slachtoffers tegelijk.

Demo-versie brandveiligheidsmodule 3D gebouwmodel

Ter demonstratie van de uitgewerkte risicobenadering is een demo-versie van een brandveiligheidsmodule in een softwarematig 3D-gebouwmodel ontwikkeld. Deze demo-versie geeft aan hoe getoetst wordt of de bouwkundige maatregelen (compartimentering en vluchtwegen) voldoen aan de daaraan gestelde eisen van het Bouwbesluit. Daarnaast is een dashboard ontwikkeld dat de toetsingsresultaten toont van deze maatregelen, van installatietechnische maatregelen (sprinkler en watermist) en van de organisatorische maatregel (inzet van BHV'ers bij een ontruiming). Het dashboard geeft tevens de initiële en exploitatiekosten van de gekozen maatregelen weer. Onderstaande screenshots geven een indruk van het dashboard.



Conclusies

De hoofdconclusie van het onderzoek is dat de risicobenadering zich leent om de kans op (dodelijke) slachtoffers ten gevolge van een brand te kwantificeren. Dit biedt de mogelijkheid om combinaties van bouwkundige, installatietechnische en organisatorische maatregelen integraal tegen elkaar af te wegen op basis van het wettelijk vastgesteld niveau van brandveiligheid en een eventueel - door de bestuurders gewenst - hoger niveau.

Daarnaast zijn twee belangrijke conclusies uit het onderzoek:

- De uitkomsten van de gebeurtenissenbomen die de kansen bevatten op brand en op slachtoffers in aan- of afwezigheid van diverse maatregelen, kunnen vergeleken worden met de vastgestelde risicocriteria. Daarmee zijn deze een maat in hoeverre de gekozen set brandveiligheidsmaatregelen voldoet aan de in wet- en regelgeving gestelde eisen.
- De risicobenadering leidt tot een realistische voorspelling van de kans op de ongewenste situatie dat een cliënt (dodelijk) slachtoffer wordt van een brand. De analyses geven veel inzicht in de bijdrage van bepaalde maatregelen aan de veiligheid.

Aanbevelingen

- Stel nader vast wat de *geaccepteerde* kans is op de ongewenste situatie dat (dodelijke) slachtoffers vallen als gevolg van een brand.
- Werk uit hoe een hoger ambitieniveau voor brandveiligheid kan worden vertaald in aangepaste waarden voor de risicocriteria.
- Onderzoek een aantal gebeurtenissen:
 - kans op ontstaan van een brand en de ontwikkeling van een brand, afhankelijk van de gebruiksfunctie;
 - brand- en rookontwikkeling in relatie tot openingen in brandscheidende wanden, effecten van sprinkler of watermist en effecten van o.a. openstaande deuren en brandbare materialen;
 - de effectiviteit en efficiëntie van de BHV.
- Neem ook de alarminstallatie, brandveiligheidsklasse van gebruikte materialen en inzet van professionele hulpdiensten mee in risicogebaseerde brandveiligheid.
- Voer risicoanalyses uit voor een groot aantal praktijksituaties om een goed overzicht te krijgen van de relaties tussen een gekozen set brandveiligheidsmaatregelen en het bijbehorende risico. Dan is een pragmatisch model te ontwikkelen dat kan worden ingebouwd in een softwareapplicatie.
- Last but not least: Bij doorontwikkeling en ontsluiting van deze aanpak is het van groot belang dat een goede aansluiting tot stand wordt gebracht met (de belangen van) de zorginstelling, de brandweer, de brandveiligheidsadviseur en andere belanghebbenden.

Inhoudsopgave

	Managementsamenvatting	2
	Uitgebreide samenvatting.....	5
1	Inleiding	12
2	Onderzoeksvraag, doel en resultaat.....	14
3	Onderzoeksmethode, onderzoekspartners	15
3.1	WP 1 – Vaststellen huidige stand van zaken	15
3.2	WP 2 – Uitwerking integrale risicobenadering.....	15
3.3	WP 3 – Scenario-analyse van voorbeelden langdurige zorg	16
3.4	WP 4 – Bouw van demo-versie brandveiligheidsmodule 3D gebouwmodel	16
3.5	WP 5 – Disseminatie	17
4	Resultaten	18
4.1	WP 1: Vaststellen huidige stand van zaken	18
4.2	WP 2: Uitwerking integrale risicobenadering.....	27
4.3	WP 3: Scenario-analyse van voorbeelden langdurige zorg	42
4.4	WP 4: Demo-versie brandveiligheidsmodule 3D gebouwmodel	58
4.5	WP 5: Disseminatie	59
5	Conclusies en aanbevelingen	61
	Referenties.....	66
	Bijlage A – Overzicht van toepassing zijnde afdelingen Bouwbesluit aangaande brandveiligheid	68
	Bijlage B overzicht wetten, normen en regels t.a.v. BHV	70
	Bijlage C - Uitwerking BHV voor gezondheids-zorginstelling ‘Blerick’	76
	Bijlage D – Verslag klankbordgroepbijeenkomst TNO Risicotool brandveiligheid (opgesteld door SBRCURnet)	81
	Bijlage E – Brochure “Risicogebaseerde brandveiligheid in de langdurige zorg” (opgesteld door SBRCURnet)	83

1 Inleiding

Brandveiligheid in de zorg heeft al langer de aandacht van beleidsmakers en inspecties. Voor de omslag naar private financiering werden zorginstellingen gebouwd volgens de bouwnormen, welke door het voormalig College Bouw Zorginstellingen (CBZ) werden opgesteld. Onderzoeken naar de brandveiligheid van zorginstellingen zijn uitgevoerd in 2003 in opdracht van de VROM-inspectie, in 2007 in opdracht van het ministerie van VWS door het toenmalige CBZ en laatstelijk in 2011 in opdracht van het ministerie van VWS, door gemeenschappelijke inspecties van IGZ, AI en VROM:

- Rapport: “Brandveiligheid bij zorginstellingen” d.d. juni 2004 (Kamerstuk 26956, nr. 23).
- Rapport: “Inventarisatie brandveiligheid in de zorgsectoren” d.d. 26 maart 2007 (Kamerstuk 26956, nr. 48).
- Rapport: “Brandveiligheid van zorginstellingen” d.d. 9 december 2011 (Kamerstuk 32757, nr. 34).

In deze drie rapporten wordt geconstateerd dat de brandveiligheid in de zorg verbetering behoeft. Het rapport uit 2011 keek naar de bouwkundige, installatietechnische alsook de organisatorische componenten. Ook het rapport “Brand in Rivierduinen: veronderstelde veiligheid” van de Onderzoeksraad Voor Veiligheid (OVV), gepubliceerd in april 2012, vraagt aandacht voor het onderwerp.

In een aantal van haar brieven heeft de minister van VWS aan de Tweede Kamer naar voren gebracht dat het voor de zorginstellingen niet voldoende is als de gebouwvoorraad voldoet aan de vigerende wet- en regelgeving voor brandveiligheid (Bouwbesluit en Arbowet), maar dat het bestuur van een zorginstelling een eigen brandveiligheidsbeleid moet voeren gericht op het voorkómen van een onrechtmatige daad als bedoeld in artikel 6.162 van het Burgerlijk Wetboek. De minister dringt er dan ook op aan om een integrale risicobenadering te ontwikkelen, waarmee het besluitvormingsproces van het bestuur van een zorginstelling aangaande de brandveiligheid van de gebouwvoorraad wordt ondersteund. Hierin moeten zowel de vigerende wet- en regelgeving zijn beschouwd als het brandveiligheidsbeleid van het bestuur van de zorginstelling. Naar aanleiding van deze ontwikkeling zijn de zorgkoepels gekomen met actieplannen, zijn stappen gezet om de bewustwording te bevorderen en zijn aanzetten gegeven om te komen tot een risicogestuurde brandveiligheid.

Dit rapport richt zich op brandveiligheid in de langdurige intramurale zorg. In opdracht van het ministerie van VWS geeft TNO in dit rapport een uiteenzetting over de manier waarop kan worden aangetoond dat de inzet van sprinkler- en watermistsystemen een gelijkwaardig alternatief is voor een volledige compartimentering conform het Bouwbesluit en een uitgebreide BHV-organisatie. Daarbij wordt een integrale risicobenadering gevolgd. Tevens biedt deze aanpak de mogelijkheid om de consequenties van een hoger niveau van brandveiligheid in kaart te brengen. Ter onderbouwing van deze uiteenzetting is een 3D-gebouwmodel ontwikkeld waarmee deze gelijkwaardigheid en het te realiseren niveau van brandveiligheid kan worden aangetoond en waarmee kostenconsequenties zijn door te rekenen. Hiermee worden bestuurders van een instelling in staat gesteld afgewogen keuzes te maken bij het vaststellen van haar brandveiligheidsbeleid.

Dit TNO-rapport is tot stand gekomen met medewerking van ir. R. van Mierlo (Efectis Nederland BV) en ing. P. Schut CPP (Octaaf Advies BV).

Het onderzoek is een eerste stap in de ontwikkeling van een integrale risicobenadering voor brandveiligheid. Voor vervolgonderzoek om te komen tot een volledig uitgewerkte benadering, heeft TNO een stappenplan ontwikkeld. Hierin is de intramurale zorg een van de aandachtsgebieden.

2 Onderzoeksvraag, doel en resultaat

De onderzoeksvraag die in dit onderzoek centraal staat, is de volgende:

- Hoe kan in de langdurige intramurale zorg ten behoeve van brandveiligheid een operationele invulling worden gegeven aan de integrale risicobenadering voor de inzet van de brandveiligheidsmaatregelen sprinkler en watermist als alternatief voor een volledige compartimentering conform het Bouwbesluit en een uitgebreide BHV-organisatie?

Hiermee wordt opvolging gegeven aan het dringende verzoek van de minister van VWS om een integrale risicobenadering voor brandveiligheid te ontwikkelen dat het besluitvormingsproces van de bestuurders van een instelling aangaande brandveiligheid ondersteunt.

Het onderzoek is gericht op kennisontwikkeling en kennisdeling van de resultaten, en heeft de volgende twee doelen:

- Een aanpak definiëren voor het aantonen van de gelijkwaardigheid van verschillende brandveiligheidsmaatregelen op basis van het wettelijk vastgesteld niveau van brandveiligheid en een eventueel door bestuurders gewenst hoger niveau.
- Het principe neerleggen hoe dit in de langdurige zorg in te vullen voor het aantonen van de gelijkwaardigheid van sprinkler en watermist als alternatief voor een volledige compartimentering conform Bouwbesluit en een uitgebreide BHV-organisatie.

Het Bouwbesluit biedt de optie om aan ruimten die bestemd zijn voor de cliënten de gebruiksfunctie gezondheidszorg of wonen met zorg te kiezen. De daarbij gestelde eisen kunnen afwijken, omdat de opstellers van het Bouwbesluit ervan uitgegaan zijn dat bij de woonfunctie met zorg de zelfredzaamheid van cliënten groter is dan bij de gezondheidszorgfunctie. Bij de uitwerking van het onderzoek is de focus gelegd op alleen de gezondheidszorgfunctie.

De werkzaamheden resulteren in:

- Dit rapport, dat onderbouwt hoe de genoemde gelijkwaardigheid van brandveiligheidsmaatregelen in de langdurige zorg kan worden aangetoond door een integrale risicobenadering, gebaseerd op de kennis van fire safety engineering en probabilistiek.
- Een demo-versie van een brandveiligheidsmodule van een digitaal 3D gebouwmodel, waarmee de ontwikkelde methodiek voor een praktijksituatie van twee zorggebouwen wordt geïllustreerd.
- Een brochure over de meerwaarde van deze benadering, waarin nadruk gelegd wordt op de afwegingen die een bestuurder of gebouweigenaar moet maken.
- Een bijeenkomst van een klankbordgroep samengesteld uit de vertegenwoordigers van betrokken stakeholders.

Het resultaat voor VWS en de betrokken stakeholders in de zorgsector is dat zij inzicht kunnen krijgen hoe gestelde brandveiligheidsdoelen kunnen worden gekwantificeerd in objectieve brandveiligheidseisen, waarmee het tevens mogelijk is om de aangescherpte doelen gesteld in het brandveiligheidsbeleid van zorginstellingen te verdisconteren.

3 Onderzoeksmethode, onderzoekspartners

Het project is door een consortium van partijen uitgevoerd:

- TNO is de hoofdaannemer van het project en levert de grootste inhoudelijke bijdrage.
- Efectis Nederland BV heeft een brandlaboratorium en high-end consultants op het gebied van brandveiligheid, met veel expertise en praktijkervaring.
- Octaaf Advies BV richt zich voornamelijk op de organisatie van veiligheid in de zorgsector en werkt mee aan de onderdelen rond de BHV.
- SBRCURnet richt zich op het toegankelijk maken van nieuwe kennis in de bouwsector en draagt zorg voor de publicatie van een toegankelijke brochure en het bijeenroepen van een externe klankbordgroep1.
- VABI is eigenaar van het 3D-gebouwmodel Elements en ontwikkelt de software van de brandveiligheidsmodule.

Het onderzoek is onderverdeeld in vijf werkpakketten, waarvan de gevolgde aanpak in dit hoofdstuk is beschreven en waarvan de resultaten ieder in een paragraaf onder hoofdstuk 4 zijn beschreven.

3.1 WP 1 – Vaststellen huidige stand van zaken

De huidige stand van zaken aangaande de bouwkundige maatregelen (compartimentering en vluchtroutes), de installatietechnische maatregelen (sprinklers en watermist), en de organisatorische maatregelen (BHV) is nader in kaart gebracht. Informatie is verzameld en de van kracht zijnde wet- en regelgeving is nader toegelicht:

- a. Bouwkundige maatregelen compartimentering en vluchtroutes: toelichting op relevante afdelingen uit het Bouwbesluit 2012 met focus op de gezondheidszorgfunctie (met bedgebied).
- b. Installatietechnische maatregelen sprinkler en watermist: Informatie uit normen, kentallen met betrekking tot kosten, literatuur over de bijdrage van sprinkler en watermist aan de verlaging van de brandveiligheidsrisico's.
- c. Organisatorische maatregel BHV: relevante wetgeving en richtlijnen, en invulling van een BHV-organisatie in de langdurige zorg.

In dit onderzoek wordt gesproken over BHV omdat dit de gangbare term is. Vanuit de Arbowet heeft de BHV meerdere taken (ontruimen, blussen begin van brand en LEH). Hier gaat het slechts over ontruimen. Organisaties maken dit onderscheid vaak wel: naast een (kleine) groep BHV'ers is er ook een groter aantal ontruimers.

De resultaten van dit werkpakket zijn beschreven in paragraaf 4.1.

3.2 WP 2 – Uitwerking integrale risicobenadering

De integrale risicobenadering is geconcretiseerd in een aantal stappen:

- a. Integrale risicobenadering binnen de kaders van de regelgeving voor brandveiligheid: toelichting van de verschillende niveaus waarop een risicobenadering in de praktijk wordt uitgevoerd en een uiteenzetting van een raamwerk dat het

- mogelijk maakt om brandveiligheidsdoelen te operationaliseren in een beperkt aantal gekwantificeerde risicocriteria.
- b. Prestatie-eisen voor risicocriteria: literatuuronderzoek naar aan te houden prestatie-eisen aangaande drie risicocriteria: ontstaan van brand, brandontwikkeling en ontruimen.
 - c. Plaatsen van brandveiligheidsmaatregelen in een risicocontext: aangaande de compartimentering en vluchtroutes zoals beschreven in het Bouwbesluit, de inzet van sprinkler en watermist en de effectiviteit en efficiëntie van de BHV zijn overwegingen gegeven hoe de gestelde eisen onderdeel vormen van een integrale risicobenadering.
 - d. Scenario's voor brandontwikkeling en ontruiming: op basis van de literatuur zijn gegevens verzameld die voor de langdurige zorg inzicht moeten geven in het ontstaan van brand, de ontwikkeling van brand en de effecten van sprinklers en watermist, de betrouwbaarheid van sprinkler en watermist, en gegevens over de ontruiming door BHV'ers.
 - e. Inzet van de probabilistische benadering: in de huidige benadering van de beoordeling van de brandveiligheid wordt het risico veelal impliciet meegenomen. Met een zogenaamde probabilistische benadering is het mogelijk om deze risico's expliciet mee te nemen door deze ook te kwantificeren. Zo kunnen kwantitatieve uitspraken gedaan worden over risico's.

De resultaten van dit werkpakket zijn beschreven in paragraaf 4.2.

3.3 WP 3 – Scenario-analyse van voorbeelden langdurige zorg

Voor twee verschillende plattegronden van afdelingen van complexen die representatief zijn voor de langdurige zorg, zijn voorbeelden uitgewerkt. De volgende situaties zijn onderscheiden:

- Conform Bouwbesluit en varianten met een aangepaste compartimentering zoals deze voorkomen in de praktijk.
- Geen actieve blusmiddelen versus sprinkler of watermist.
- Invulling van BHV waarin het aantal BHV'ers dat bij de ontruiming kan worden ingezet varieert. Rekening wordt gehouden met het opleidingsniveau, zowel de dag- als de nachtsituatie wordt beschouwd en de mate van zelfredzaamheid van de cliënten wordt meegenomen.

Bij deze scenario-analyses zijn de relevante gebeurtenissen meegenomen en is de benodigde tijd bepaald om de betreffende afdeling te ontruimen. Deze is vergeleken met de beschikbare tijd waarin dit nog mogelijk is vanwege brand- en rookontwikkeling. Dit alles is binnen een probabilistische context geplaatst waarmee de kans op (dodelijke) slachtoffers is te berekenen. Het resultaat van elk van deze analyses is vervolgens vergeleken met de eisen zoals benoemd in WP 2b.

De resultaten van dit werkpakket zijn beschreven in paragraaf 4.3.

3.4 WP 4 – Bouw van demo-versie brandveiligheidsmodule 3D gebouwmodel

De software-gebaseerde demo-versie is gericht op de voorbeelden uitgewerkt in WP 3 en is geïmplementeerd in het bestaande gebouwmodel "Elements" van Vabi (<http://www.vabi.nl/Producten/Vabi-Elements>).

De volgende functionaliteiten zijn aan de brandveiligheidsmodule toegevoegd:

- De toets of voldaan is aan de Bouwbesluiteisen aangaande compartimentering en vluchtafstanden conform de afdelingen 2.9, 2.10 en 2.11, inclusief de risico-context zoals vastgesteld in WP 2b.
- Opties voor wijzen van compartimentering die afwijken van het Bouwbesluit, inclusief het effect op de kans op (dodelijke) slachtoffers.
- Opties voor BHV zoals onderscheiden in WP 3, inclusief het effect op de kans op (dodelijke) slachtoffers.
- Opties voor sprinkler en watermist, inclusief het effect op de kans op (dodelijke) slachtoffers.

De resultaten van dit werkpakket zijn beschreven in paragraaf 4.4.

3.5 WP 5 – Disseminatie

De resultaten van dit project zijn met betrokken partijen gedeeld door hen uit te nodigen voor een klankbordgroep tegen het einde van het project, door een brochure op te stellen en zo breed mogelijk te verspreiden en door de demo-versie van de software publiek toegankelijk te maken gedurende een jaar vanaf het einde van het project.

Voor de klankbordgroep zijn 16 stakeholders uitgenodigd. De gevolgde principes zijn besproken en de resultaten zijn op hun toepasbaarheid getoetst.

De resultaten van dit werkpakket zijn beschreven in paragraaf 4.5.

4 Resultaten

De resultaten worden per werkpakket weergegeven.

4.1 WP 1: Vaststellen huidige stand van zaken

Een uitgebreide beschrijving van de huidige stand van zaken aangaande de mogelijkheden van toepassing van automatische brandbestrijdingssystemen in de langdurige zorg is gegeven in een eerdere verrichte studie door TNO, zie Nelisse et al. (2012). Om invulling te kunnen geven aan de onderzoeksvraag die in voorliggend onderzoek centraal staat, is in dit werkpakket een nadere toelichting gegeven op relevante BIO-maatregelen. Voor de bouwkundige maatregelen compartimentering en vluchtroutes wordt in de praktijk gebruik gemaakt van de eisen zoals gesteld in het Bouwbesluit 2012. Voor de installatietechnische maatregelen sprinklers en watermist moet voor elk ontwerp opnieuw de mate van brandveiligheid op basis van gelijkwaardigheid worden vastgesteld. Voor de organisatorische maatregelen is de inrichting van de bedrijfshulpverlening essentieel; in de langdurige zorg wordt daarbij voornamelijk teruggegrepen op voorbeelden van vergelijkbare instellingen en enkele algemene rekenmodellen.

4.1.1 *Bouwkundige maatregelen: compartimentering en vluchtroutes*

Voor het uitwerken van de bouwkundige brandveiligheidsmaatregelen is het Bouwbesluit 2012 bepalend. Dit is een Algemene Maatregel van Bestuur die is aangewezen door de Woningwet en de technische invulling geeft aangaande de eisen die gesteld worden aan een bouwwerk en een gebouw in het bijzonder. Bijlage A geeft een samenvattend overzicht van de eisen gesteld in het Bouwbesluit 2012. In hoofdstuk 2 van het Bouwbesluit 2012 zijn met name de bouwkundige brandveiligheidsmaatregelen beschreven. Deze zijn gebaseerd op het principe dat een gebouw is opgebouwd uit brandcompartimenten en vluchtroutes. Uitgangspunt daarbij is dat een brand ontstaat in één van de brandcompartimenten en dat deze brand gedurende een tijdsperiode van 20 tot 60 minuten, mede afhankelijk van de gebruiksfunctie, beperkt blijft tot dit brandcompartiment. Dit geeft de aanwezige personen voldoende tijd om uit het gebouw te vluchten via één van de aanwezige vluchtroutes. In aanvulling daarop is aan dit principe van compartimenten en vluchtroutes in hoofdstuk 2 van het Bouwbesluit 2012 (zie ook bijlage A) nog een reeks van bouwkundige eisen gesteld om het ontstaan en de ontwikkeling van brand te beperken, om hulpverlening bij brand mogelijk te maken en om voortschrijdend instorten van de constructie te voorkomen.

Het Bouwbesluit 2012 stelt de eisen en geeft bepalingmethoden voor nieuwbouw, verbouw, tijdelijke bouw en bestaande bouw. De afdelingen 2.10 "Beperking van uitbreiding van brand" en 2.11 "Verdere beperking van uitbreiding van brand en beperking van verspreiding van rook" gaan specifiek in op brandcompartimenten, en de daaraan gerelateerde afdeling 2.12 "Vluchtroutes" geeft een verdere uitwerking aan de benodigde vluchtroutes. Bij de herziening van het Bouwbesluit 2003 is ervoor gekozen om de toen gebruikte systematiek aan te passen en wel zodanig dat deze "eenvoudiger" zou zijn, zonder dat het bereikte brandveiligheidsniveau wijzigt, zoals uiteengezet door Calis en Coppens (2009). Het voert te ver om in voorliggend rapport een complete uiteenzetting te geven hoe deze nog altijd ingewikkelde systematiek is opgebouwd; zie hiervoor bijvoorbeeld

de informatiebladen over brandveiligheid bij een gezondheidszorgfunctie (BZK (2014)) en over vluchten bij brand (BZK (2013)) die door de overheid zijn uitgegeven. Samenvattend komt het erop neer dat een gebouw is opgebouwd uit een aantal brandcompartimenten waarbij een nadere onderverdeling is gemaakt in subbrandcompartimenten en beschermde subbrandcompartimenten met ieder hun eigen specifieke eisen. Voor de zorg is met name het beschermde subbrandcompartiment van belang, dat is bedoeld voor ruimten voor slapen of voor het verblijf van aan bed gebonden cliënten. Voor wat betreft vluchtroutes gaat de systematiek uit van een aantal typen vluchtroutes (gewone, beschermde, extra beschermde en veiligheidsvluchtroute met een oplopend brandveiligheidsniveau) en het aanwezig zijn van één of meerdere vluchtroutes. Het Bouwbesluit 2012 stelt eisen aan de lengte en capaciteit van de vluchtroutes gerelateerd aan het aantal personen dat is aangewezen op een vluchtroute.

In de langdurige zorg en dan in het bijzonder voor bestaande gebouwen, wordt nog lang niet altijd voldaan aan de eisen die worden gesteld in het Bouwbesluit 2012. Dit is voor een belangrijk deel terug te voeren op de beslissing bij het invoeren van het Bouwbesluit 2003 om strengere eisen te stellen aan de compartimentering van ruimten voor slapen of voor het verblijf van aan bed gebonden cliënten. Veel van de vóór die tijd gebouwde zorggebouwen voldoen niet aan die eisen en verbouw is dan ook noodzakelijk om te voldoen aan de eisen voor bestaande bouw. Tevens speelt nog het effect dat door de toename van het aantal cliënten met een zwaardere zorgindicatie de zelfredzaamheid van de cliënten in de loop van de tijd ook is afgenomen en dat het gebouw niet meer wordt gebruikt voor zijn oorspronkelijke functie.

4.1.2 *Installatietechnische maatregelen: sprinklers en watermist*

Aangaande de toepassing van actieve blusmiddelen zoals sprinklers en watermist is artikel 6.32 “Automatische brandblusinstallaties en rookbeheersingssystemen” van het Bouwbesluit 2012 van toepassing. Dit artikel is echter uitsluitend gericht op het waarborgen van de goede werking van de installatie, maar geeft geen nadere invulling hoe de gelijkwaardigheid van het brandveiligheidsniveau kan worden gerealiseerd. In de toelichting op artikel 6.32 (Bouwbesluit 2012 – integrale toelichting) wordt de mogelijkheid geschetst dat sprinklers en watermist mogen worden toegepast als gelijkwaardige oplossingen, zoals bedoeld in artikel 1.3.

Sprinkler en watermist hebben tot doel een ontstane brand te beheersen en eventueel te onderdrukken, zodat de brandgroei wordt beperkt, waardoor de in het gebouw aanwezige personen meer tijd hebben om te vluchten. Sprinkler en watermist hebben daarbij op de volgende aspecten een effect ten opzichte van het achterwege laten van het systeem:

- Aantoonbare beperking van de brandontwikkeling.
- Veronderstelde beperking van de rookontwikkeling.

Dit resulteert in een:

- Aantoonbare verlenging van de zgn. tenability (periode waarin de omgeving nog leefbaar is voor wat betreft temperatuur, rook en giftige stoffen).
- Beperkte of geen invloed op zichtlengte (beperking in directe omgeving en verbetering op afstand).
- Verbetering van bedrijfscontinuïteit.

Overigens is er een kleine kans dat door de werking van een sprinkler of watermist de stratificatie tussen de hete bovenlaag en koelere onderlaag in een ruimte verstoord raakt, waardoor de verlenging van de tenability teniet wordt gedaan.

In hoofdstuk 4 heeft Nelisse et al. (2012) deze effecten uitgebreid beschouwd en geplaatst in een bredere context. De conclusies die daarbij zijn getrokken, kunnen worden gezien als de huidige stand van zaken aangaande de gelijkwaardigheid van sprinklers en watermist met de 'klassieke' maatregelen.

Hoofdconclusie:

Brandveiligheidsoplossingen waarbij sprinkler en watermist worden ingeschakeld, kunnen gelijkwaardig zijn aan de inzet van bouwkundige en organisatorische maatregelen. Waar gelijkwaardigheid nu slechts beperkt formeel is omschreven, ontmoet het voorstel voor de inzet van deze systemen als alternatief soms onterechte weerstand.

- De systemen kunnen worden ingezet bij de realisatie van grote brandcompartimenten, maar kunnen daarnaast ook (ten dele) een alternatief zijn voor de uitvoering van (sub)compartimenteringsmaatregelen en vluchtwegen. Over de mate waarin deze systemen gelijkwaardigheid bieden, bestaat nog onduidelijkheid.
- Bij inzet van deze systemen is een zeer snelle ontruiming van de brandruimte en het door brand bedreigd gebied niet strikt noodzakelijk. Hierdoor kunnen ook (levens-)gevaarlijke situaties voor hulpverleners worden vermeden.
- Naast gelijkwaardigheid kan de toepassing van deze systemen tot een hoger niveau van brandveiligheid leiden dan veelal op basis van gebruikelijke maatregelen wordt geboden.

Overige conclusies:

- Sprinkler- en watermistssystemen reduceren de brand- en rookontwikkeling in hoge mate. Veelal zullen deze systemen een brand ook volledig blussen.
- Sprinklersystemen zijn in de langjarige praktijk zeer betrouwbaar en duurzaam gebleken. Watermist is een recentere ontwikkeling waarover nog nauwelijks op de praktijk gebaseerde uitspraken zijn te doen. Met het oog op de bij watermist toegepaste hoogwaardige materialen is er geen aanleiding om de betrouwbaarheid van deze systemen in twijfel te trekken.
- De materiële schade van een brand wordt door de snelle inwerkingtreding van de systemen drastisch gereduceerd. Verder vermindert de kans op slachtoffers als gevolg van brand. Onderzoek heeft aangetoond dat zelfs in een brandruimte aanwezige personen grote kans op overleven hebben. Deze 'garantie' geldt niet voor personen die zichzelf in brand steken of waarbij bijvoorbeeld de brand ontstaat door roken in bed. Slachtoffers dientengevolge zijn ook nu veelal onvermijdbaar en zullen, hoe tragisch ook, als aanvaardbaar risico moeten worden aangemerkt.
- In de zorg is vaak sprake van traditionele en wettelijk voorgeschreven brandveiligheidsvoorzieningen, zoals brandwerende scheidingswanden, vluchtwegen en BHV. Steeds vaker wordt dat gecombineerd met sprinkler- of watermist-systemen. Echter, indien deze afwezig zijn, bieden de traditionele voorzieningen in veel gevallen onvoldoende borging voor een brandveilig verblijf van de veelal verminderd of niet-zelfredzame cliënten. Door onvolkomenheden en/of het in onvoldoende mate aanwezig zijn is er onvoldoende vertrouwen in de werking van de brand- en rookwerende scheidingswanden. Ook zijn de mogelijk-

- heden van een BHV-organisatie vaak beperkt als gevolg van onvoldoende capaciteit en getraindheid.
- Deze onvolkomenheden kunnen worden gecompenseerd door toepassing van sprinkler- en watermistsystemen. Dit kan ook in financiële zin een aantrekkelijk alternatief zijn. Naast de minderkosten als gevolg van bouwkundige besparing kunnen er voordelen worden bereikt op personeel (BHV) gebied.
 - Watermist biedt bij sommige brandscenario's voordelen ten opzichte van sprinkler als gevolg van de gunstige effecten van de fijne verneveling. Ook kunnen de geringe in te zetten waterhoeveelheid (en –schade) en de beperkte leidingdiameters als voordelen worden benoemd. Dit leidt echter nog niet tot een generieke voorkeur voor watermist.
 - De keuze tussen de systemen kan van geval tot geval verschillen. Ook in financiële zin zijn geen eenduidige uitspraken te doen. Bij sprinkler kunnen hogere kosten gemoeid zijn met de watervoorziening, daar staat tegenover dat de kosten voor het leidingnet en nozzles doorgaans lager zijn. Watermist heeft altijd een dure pompinstallatie nodig, wat dit systeem in kleinschalige toepassingen relatief duur maakt.
 - Sprinkler en watermistsystemen zijn tot op heden slechts in beperkte mate toegepast. Dit ondanks de vele voordelen. In diverse landen is de toepassing van sprinklers of watermist voor zorgvoorzieningen echter een vanzelfsprekendheid en zijn deze installaties bij wet voorgeschreven.

Belangrijkste gemis voor de toepassing van sprinkler of watermist in de langdurige zorg is terug te voeren op het feit dat de gelijkwaardigheid van dergelijke systemen of mogelijke meerwaarde nog in onvoldoende mate is aangetoond. Weliswaar vergroten CFD-berekeningen het inzicht omtrent de effecten van sprinklers en watermist, maar om van de vele voordelen gebruik te kunnen maken is het van belang met behulp van een objectieve en kwantificeerbare risicobenadering de gelijkwaardigheid aan te tonen. Internationaal is reeds veel onderzoek gedaan naar de effectiviteit en efficiëntie van sprinklers. De zgn. "Nordic Countries" (Scandinavische landen en IJsland) lopen voorop om te proberen de onderzoeksresultaten te vertalen in bepalingmethoden ten behoeve van normalisatie. Op basis van de verschillende internationale bevindingen zoals deze zijn verzameld door Jensen en Hauko (2010), is door Nystedt (2011) een aanzet gemaakt op welke wijze de gelijkwaardigheid kan worden aangetoond.

Door Jensen en Hauko (2010) is een overzicht opgesteld van referenties die ingaan op de toepassing van sprinklers en watermist. Daarbij is onderscheid gemaakt tussen de uitvoering van brandtesten, analyse van resultaten van brandtesten, statistische data die betrekking hebben op de effectiviteit en efficiëntie van sprinklers en watermist, kosten-baten analyses en voorstellen voor methoden om de gelijkwaardigheid van sprinklers en watermist aan te tonen.

Op basis van met name deze informatie is heeft Nystedt (2011) een voorzet gemaakt om invulling te geven aan de risicobenadering voor sprinklers. Uitgebreid is stilgestaan bij de wijze waarop een risicobenadering kan worden gevolgd. Daarbij wordt een onderscheid gemaakt tussen een kwalitatieve methode, een kwantitatieve methode op basis van deterministische analyses en een kwantitatieve methode op basis van probabilistische analyses. Vervolgens is een overzicht gegeven van resultaten van statistische evaluaties van branden met en zonder sprinklers, die input kunnen vormen voor analyses door gebeurtenissenbomen.

Tevens is uitgebreid aandacht geschonken aan het reducerende effect van sprinklers op de ontwikkeling van een brand en in mindere mate op de effecten van rook voor de aanwezige personen. Deze informatie vormt de input van fire safety analyses. Samengevat komt het erop neer dat Nystedt (2011) waardevolle informatie heeft gegeven over statistische kentallen en de inzet van fire safety engineering. Echter, het ontbreekt enerzijds nog aan een consistente aanpak om de gelijkwaardigheid van sprinklers en watermist aan te tonen en anderzijds wordt in het geheel niet ingegaan op een gekwantificeerd brandveiligheidsniveau op basis waarvan gelijkwaardigheid kan worden aangetoond. Het is daarom niet verwonderlijk dat de Nordic Countries tot op heden nog geen consensus hebben weten te bereiken om te komen tot een INSTA Technical Specification voor de inzet van sprinklers als alternatieve oplossing.

Ook de aannames voor de kosten voor de installatie van een sprinkler- en watermiststelsel verdienen de nodige aandacht, zowel initiële als onderhoudskosten. In de ISSO Publicatie 42 (2011) zijn daar reeds enkele kentallen op basis van sprinklers in hotels gedaan (prijspeil 2010; zie voor nadere specificatie ref 2), waarbij een onderscheid is gemaakt naar de kosten van het benodigde leidingnet (25 tot 30 EUR/m²) en de kosten voor de wateraansluiting en eventueel noodzakelijke pompinstallatie (25.000 tot 35.000 EUR) en watertank (30.000 EUR). De onderhoudskosten voor de elektrische pompinstallaties zijn zeer gering en de kosten van een jaarlijkse inspectie worden geraamd op 2.000 EUR/jaar. Voor watermist is in de ISSO Publicatie 42 (2011) een inschatting gemaakt voor het benodigde leidingnet (30 tot 35 EUR/m²) en de kosten voor een hogedruk-pompinstallatie (50.000 EUR) of een lagedruk-installatie (15.000 EUR). De kosten van een jaarlijkse inspectie worden eveneens op 2.000 EUR/jaar geschat.

Opgemerkt wordt dat een toenemende belangstelling bestaat voor het toepassen van de zogenaamde waterleidingsprinkler met wellicht een beperktere effectiviteit en efficiëntie, maar wel tegen lagere kosten. In voorliggend onderzoek is aan deze variant geen nadere aandacht geschonken.

4.1.3 *Organisatorische maatregelen: bedrijfshulpverlening*¹

Het organisatorische deel van brandveiligheid is belegd in de Arbowet (art. 15). De Arbowet spreekt over bedrijfshulpverlening (BHV). De scope is breder dan brand en betreft ook het in veiligheid brengen van medewerkers (ontruimen) en het verlenen van levensreddende eerste hulp (LEH). In de diverse documenten over dit onderwerp worden verschillende begrippen gehanteerd. Zo is er sprake van een interne noodorganisatie, bedrijfshulpverlening, bedrijfsbrandweer, ontruimers en basishulpverlening. Binnen de zorg zelf worden daarnaast ook weer vele begrippen gehanteerd om hiermee rollen duidelijk te maken die afgeleid zijn van de basis bedrijfshulpverlening (BOE-training, BBT-training, etc.). Hiermee worden veelal trainingen bedoeld die voor alle medewerkers verplicht zijn gesteld. Verder worden termen gebruikt als 'restrisiko's' om aan te geven dat de organisatorische kant de restrisiko's moet opvangen die overblijven na invulling van de bouwkundige en (installatie)technische brandveiligheid, die via onder andere het Bouwbesluit worden vormgegeven.

¹ In deze tekst wordt de term BHV gebruikt omdat dit aansluit bij de reikwijdte. Eigenlijk is BHV een onderdeel van de Bedrijfsnoodorganisatie, die een breder kader heeft en waar de BHV onderdeel van uitmaakt.

Terwijl in het Bouwbesluit brandveiligheidsmaatregelen tot in detail zijn uitwerkt, is de Arbowet doelstellend. Nergens wordt aangegeven of afgedwongen wat de kwaliteit en kwantiteit van de interne hulpverlening moet zijn. De wetgever stelt dat de grootte en de kwaliteit gebaseerd moeten zijn op de wettelijk verplichte Risico-Inventarisatie en –Evaluatie (RI&E) en dat het resultaat hiervan een adequate BHV moet zijn. Naast de Arbowet zijn er direct of indirect nog andere wetten en kaders die van invloed zijn op de interne hulpverlening. In bijlage B is een kort overzicht opgenomen. De Wet op de Veiligheidsregio's bepaalt bijvoorbeeld of een bedrijf aangewezen wordt een bedrijfsbrandweer te hebben. Een ander voorbeeld is het Burgerlijk Wetboek dat in boek 6 spreekt van een onrechtmatige daad. In een civiel proces zou een slachtoffer of zijn/haar nabestaanden via dit boek de verantwoordelijke(n) aansprakelijk kunnen stellen. Ook het strafrecht kan nog een rol spelen. Als er sprake is van 'aan opzet grenzende nalatigheid' zou de Officier van Justitie een strafrechtelijk onderzoek kunnen starten.

Reikwijdte

De wetgever, zowel in de Arbowet als ook in de Woningwet, beperkt zich tot het in veiligheid brengen van personen, het beperken van schade aan derden en het mogelijk maken van de inzet van de openbare hulpverleningsdiensten. Andere doelen, zoals het beschermen van cultuurobjecten en het borgen van de bedrijfscontinuïteit laat de wetgever over aan het private domein.

Een ander aspect van reikwijdte is welke personen worden bedoeld. In art. 3 van de Arbowet staat dat de reikwijdte van de wet is: hen die aan de zorg van de beheerder/eigenaar zijn toevertrouwd. Voor (semi)publieke instellingen zoals stadions, ziekenhuizen en winkelcentra zou dit betekenen dat ook alle bezoekers en cliënten meegenomen moeten worden. Het ministerie van SZW heeft in 2006 advies gevraagd en in een notitie² aangegeven dat de reikwijdte zich beperkt tot de eigen medewerkers. Dit staat op gespannen voet met art. 3 van de Arbowet en andere wetgeving zoals het Bouwbesluit en Burgerlijk Wetboek (boek 6 onrechtmatige daad). De Arbowet gaat over de bescherming van medewerkers (daar waar sprake is van een gezagsrelatie). Dit impliceert dat bijvoorbeeld sportverenigingen geen BHV zouden hoeven hebben. Vanuit het Bouwbesluit kan echter een redenering worden opgezet dat het in veiligheid brengen van aanwezigen behoort tot de verantwoordelijkheid van de eigenaar/beheerder. Naar alle waarschijnlijkheid wordt hierover bij een komende herziening van het Bouwbesluit 2012 een artikel opgenomen. Hiermee wordt een duidelijke relatie gelegd naar niet-medewerkers zoals bezoekers en overige derden.

Dan is er nog het onderscheid tussen BHV en bedrijfsbrandweer. Het Besluit veiligheidsregio's regelt wanneer een bedrijf een bedrijfsbrandweer moet hebben. Het betreft hier uitsluitend bedrijven die BRZO- of ARIE³-plichtig zijn. De wet stelt eisen aan de grootte en de kwaliteit van deze brandweer. Andere bedrijven mogen ook een bedrijfsbrandweer opzetten, maar dan gaat de scope verder dan hetgeen de wet vereist: het kan bijvoorbeeld een eis zijn van de schadeverzekeraar, of de resultante van de risicoanalyse van het bedrijf zelf (hoog ambitieniveau en richten op bedrijfscontinuïteit).

² <http://www.rijksoverheid.nl/documenten-en-publicaties/kamerstukken/2008/07/14/opties-voor-wettelijke-verankering-van-organisatie-van-interne-hulpverlening-in-noodsituaties.html>

³ BRZO: Besluit Risico's Zware Ongevallen (=uitwerking Seveso III richtlijn). ARIE: Aanvullende Risico Inventarisatie & Evaluatie, voor die bedrijven met extra risico's (gevaarlijke stoffen, maar niet vallend onder de BRZO).

Tot slot is de vraag over welke omgeving het gaat. Veelal wordt gedacht dat BHV zich beperkt tot gebouwen, maar bij evenementen in de open lucht waar een vergunning voor nodig is, kan het bevoegd gezag eisen dat er interne hulpverlening wordt opgezet.

Voor het onderhavige onderzoek wordt de invulling van de BHV alleen beschouwd voor het onderdeel brand(bestrijding) en ontruiming. Het onderdeel Levensreddende Eerste Hulp (LEH) wordt niet meegenomen in de afwegingen ten aanzien van grootte en kwaliteit. Ook andere taken die een BHV zou kunnen krijgen volgend uit de RI&E, denk bijvoorbeeld aan het opruimen van kleine spills van chemicaliën en brandpreventieve activiteiten, worden hier niet meegenomen. Voorts wordt in dit onderzoek de nadruk gelegd op de langdurige zorg zoals in verpleeg- en verzorgingshuizen en is alleen gekeken naar de Nederlandse situatie. Er is geen vergelijking gemaakt met de situatie in andere landen.

Alhoewel de wetgever de RI&E aanmerkt als hét instrument om grootte en kwaliteit van de BHV in te vullen, valt het op dat in slechts een enkele branche-RI&E het onderwerp brandveiligheid een plek krijgt. Brandveiligheid in zijn algemeenheid schittert in bijna iedere branche-RI&E door afwezigheid. Om branches te helpen en te voorkomen dat het wiel steeds opnieuw wordt uitgevonden, zijn arbocatalogi ontwikkeld. Deze oplossingsboeken beschrijven hoe risico's volgend uit de RI&E praktisch kunnen worden opgelost. Uit het overzicht⁴ van de arbocatalogi blijkt dat slechts in 3 van de 154 catalogi de BHV een plek heeft gekregen (ziekenhuizen, bioscopen en onderzoeksinstellingen). Echter, zelfs deze oplossingen zijn nog weinig concreet en geven slechts algemene handvatten. Gesteld kan worden dat BHV maatwerk is waar met een multidisciplinaire blik naar gekeken moeten worden vanuit het perspectief van risico's.

Private richtlijnen

Naast de wetgever zijn er ook private partijen die eisen kunnen stellen aan de inrichting van de BHV. Allereerst kan gedacht worden aan de schadeverzekeraars. Ook branches kunnen, vanuit het idee van kwaliteit of onderscheid, eigen normen hanteren voor hun leden. Interessant in dit kader zijn de initiatieven van bijvoorbeeld de GGZ, VGN en ActiZ, zie ook bijlage B, omdat daarin een begin gemaakt wordt met een integrale, risicogebaseerde benadering en de verantwoordelijkheid van de bestuurder wordt benoemd.

Er bestaan meerdere brancheorganisaties, verenigingen en belangenbehartigers die zich bezighouden met BHV: opleiden, trainen, oefenen, examinering en certificering. Voorbeelden zijn de Nederlandse Vereniging Bedrijfshulpverlening (NVB), het Nederlands instituut voor Bedrijfshulpverlening (NiBHV), en het Platform BHV en nog vele partijen die al dan niet in verenigingsverband belangen behartigen. Deze partijen stellen zelf ook "normen" op voor de (kwaliteit van) BHV'ers en voor de inrichting van de interne hulpverlening. Dit zijn echter allemaal vertalingen van de Arbowet en hebben niet direct een dwingend karakter. Arbocatalogi hebben dit echter wel, met dien verstande dat net als bij normen gemotiveerd kan worden afgeweken.

⁴ <http://www.arboportaal.nl/types/arbocatalogi/?onderwerpen/arbowet--en--regelgeving/arbowet/arbocatalogi.html>

Er is dus veel geschreven over de invulling van de BHV. Opvallend is dat er nog geen algemeen aanvaarde best practice is; vanuit branches en opleidingsinstituten worden zeer diverse standpunten bepleit. Ook de discussies tussen deskundigen laten zien dat er geen sprake is van een gedeeld beeld. Basis hierin is dat tot op heden onduidelijk is wat de maatschappelijke kosten en baten van BHV zijn.

EMERGOS en AI-10

TNO heeft in 2002 EMERGOS ontwikkeld, een hulpmiddel / auditsystematiek voor de inrichting van interne noodorganisaties. Deze is congruent met OHSAS 18001⁵. TNO heeft in 2009 een aparte versie van EMERGOS gemaakt voor ziekenhuizen. De audittermen zijn dezelfde, de terminologie is aangepast aan die welke in de zorg gebruikelijk is. De SDU geeft een serie Arbo-Informatiebladen uit. AI-10 gaat over de interne noodorganisatie en is geschreven door dezelfde auteurs. Net als EMERGOS heeft de AI-10 als uitgangspunt bedrijfscontinuïteit en een integrale benadering van (brand)risico's. EMERGOS is echter niet meer up-to-date gehouden.

NEN normen

NEN 4000 beschrijft de inrichting van de interne noodorganisatie en NEN 8112 geeft een model voor een ontruimingsplan (eigenlijk een beperkt noodplan) waar ook in het Bouwbesluit 2012 aan wordt gerefereerd. Medio 2014 is de nieuwe NEN 8112 in concept gepubliceerd. Deze vervangt te zijner tijd NEN 4000 en NEN 8112. Het is een procesnorm die de verantwoordelijke helpt bij de afwegingen om te komen tot oplossingen ten aanzien van brandveiligheid. Opvallend is dat deze norm niet uitgaat van de wettelijke (minimum) eisen maar kiest voor een integrale benadering vanuit het perspectief van risicomanagement. Om te voorkomen dat (kleine) bedrijven met beperkt risico (de spreekwoordelijke bakker op de hoek) gedwongen worden een te zwaar proces door te maken, komt naast NEN 8112 een NTA (Nederlandse Technische Afspraak) beschikbaar en een toolkit die benaderbaar is via het internet. Deze toolkit wordt deels publiek toegankelijk en bevat 'standaard' oplossingen en handvatten (FAQ's) en helpt zo verantwoordelijken om tot oplossingen te komen. Deze norm kan gezien worden als een eerste stap naar een breed gedragen best practice vanuit de risicobenadering.

Grootte en kwaliteit

Over de grootte en kwaliteit van de BHV is geen eenduidigheid bij de diverse deskundigen. Hieronder wordt kort ingegaan op de diverse aanpakken.

- *Traditioneel*. In dit model worden ploegen gevormd die onder leiding staan van een bevelvoerder (ploegleider). Bij grotere bedrijven zijn er meerdere ploegen en is er een hoofd BHV. De ploegen krijgen de 'standaard' BHV-cursus; de bevelvoerders (ploegleiders) en Hoofd BHV krijgen additionele opleidingen die met name gericht zijn op leidinggeven tijdens incidenten en beleidsvoorbereiding.
- *Aangepast*. Vooral in kantooromgevingen met louter zelfredzamen kan het accent liggen op ontruimen en LEH. In zo'n geval wordt het aantal BHV'ers beperkt en worden aparte ontruimers aangesteld. Bijvoorbeeld: in enkele UMC's zijn alle verpleegkundigen qualitate qua aangesteld als ontruimer. Variant hierop is dat medewerkers in het kader van zelfredzaamheid zelf verantwoordelijk

⁵ OHSAS 18001: Occupational Health and Safety Assessment Series. Is voorloper van ISO 45001 veiligheidsmanagement (en congruent met ISO 14001 voor milieu en ISO 9001 voor Kwaliteit).

worden gesteld voor een ontruiming en dat door middel van een klein, snel inzetbaar team de bron van het incident wordt aangepakt.

- Aanpak in zorgsector. In de zorg wordt veelal een model gehanteerd waarbij iedere medewerker wordt geschoold in een aantal taken zoals die vanuit de RI&E worden vastgesteld. Hierbij worden vaak nog wel de stagiaires en vrijwilligers vergeten. Personen die alleen werken (bijvoorbeeld in avond, nacht en weekeinde) worden dan wel volledig als BHV'er geschoold om zo hun handlingsmogelijkheden te vergroten. BHV was in het verleden veelal een taak binnen de technische diensten en het facilitair bedrijf. De afgelopen periode zien we ook duidelijk de transitie dat BHV met name in de lijn wordt belegd vanuit de filosofie dat iedereen hierin een verantwoordelijkheid heeft. De technische dienst wordt nog veelal ingeschakeld rondom ondersteuning van techniek en de Brandmeldinstallatie (BMI).
- Aanpak in stadions. In stadions zien we de opkomst van stewards. Deze begeleiden supportersgroepen en hebben tevens een taak als ontruimingsleider. Dit is ook gereguleerd via de diverse private regels vastgesteld door de KNVB.

Tot slot dient opgemerkt te worden dat niet alle rekenmodellen uitgaan van de integrale benadering. De mate van compartimentering, de aanwezigheid van sprinklers etc. worden niet meegenomen in de berekeningen. In bijlage C is als voorbeeld voor één V&V-instelling de BHV berekend op basis van de beschikbare modellen.

Invloed van het gebouw en de inrichting

Medebepalende factoren voor de grootte van de BHV zijn de indeling van het gebouw, de organisatiestructuur en de interne logistiek. Traditioneel is het idee dat bij een incident het hele gebouw wordt ontruimd. Echter, met de tegenwoordige kwaliteit van brandwerende scheidingen en technische maatregelen is dit lang niet altijd nodig en kan een ontruiming beperkt blijven tot één of twee afdelingen/verdiepingen. Dit heeft consequenties voor de grootte van de BHV.

Indien er sprake is van niet- of minder-zelfredzamen, hebben zij assistentie nodig bij het ontruimen. Dit verhoogt het aantal benodigde BHV'ers/ontruimers. Belangrijk is dat er slechts horizontaal hoeft te worden ontruimd. Het is een fictie dat verticale ontruiming van grotere aantallen niet-zelfredzamen (met evac chairs of liften) binnen het beschikbare tijdspad kan worden uitgevoerd. Dit leidt direct tot een dilemma, namelijk daar waar sprake is van dusdanige bouw dat horizontaal ontruimen naar een naastgelegen brandcompartiment niet mogelijk is (denk aan oudbouw verpleeghuizen). In dergelijke gevallen zullen aanvullende bouwkundige en/of technische maatregelen nodig zijn.

Investering en baten

De kosten (investering) in een goede BHV bestaan uit vergoedingen, opleiding, training en middelen. De baten vertalen zich in het beperken van letsel en schade. Aangaande vergoedingen is er geen algemene norm voor de betaling van BHV'ers. Veel branches vallen terug op de Regeling toelagen bedrijfshulpverleners EZ die het Rijk heeft vastgesteld. Hierbij dient aantekend te worden dat het vergoeden van BHV-taken meer en meer verdwijnt als gevolg van het feit dat het een verantwoordelijkheid is van iedereen. Hiermee wordt het een taak binnen de functie en vindt er geen separate beloning meer plaats. Het is onderdeel van het functioneren en soms zelfs al onderdeel van het functioneringsgesprek. Indien er sprake is van een grotere BHV en (deels) vrijgestelde hoofden dan dienen die formatiekosten uiteraard wel te worden meegenomen.

De 'standaard' BHV-cursus duurt 2 dagen initieel met een jaarlijkse herhaling van één dag. Naast de out-of-pocketkosten zullen kosten voor vervanging moeten worden meegenomen. Om goed te kunnen functioneren, is oefenen van belang, en wel vaker dan één keer per jaar. Naast 'echte' oefeningen kunnen ook 'table top' oefeningen worden gehouden, die minder belastend zijn voor de organisatie. Naast deze "traditionele" aanpak wordt er voor het theoretische deel van de opleiding ook meer en meer teruggegrepen op e-learning met toetsing als basis van praktijktrainingen.

Om goed te kunnen functioneren zijn ook middelen nodig. Denk aan communicatiemiddelen zoals portofoons, 'piepers' om te zien waar een melding vandaan komt, hesjes (met tekst BHV of Ontruimer achterop), persoonlijke beschermingsmiddelen zoals helm en (hand)schoenen, eventueel evac chairs en, afhankelijk van de maatgevende scenario's, chemicaliën spill kits etc. Omdat een noodplan en ontruimingsplan onder een breder kader vallen, worden die niet meegenomen in de kosten van de BHV.

Resumerend

Er is (nog) geen algemeen aanvaarde norm voor de invulling van kwaliteit en kwantiteit van de BHV. De nieuwe NEN-norm is het enige instrument dat zowel uitgaat van de risicobenadering als van het gelijkwaardigheidsdenken. Ook neemt deze norm het denken in termen van ambitieniveau en maximaal aanvaard verlies mee. Veel van de bestaande instrumenten om tot aantallen BHV'ers te komen zijn gedaeterd en gaan uit van onvolledige data. Ook wordt in die instrumenten onvoldoende rekening gehouden met de politieke realiteit van (branche-)RI&E's, waarin brandveiligheid en BHV doorgaans ontbreken en/of met economische argumenten ten aanzien van bezettingsgraad, bijvoorbeeld in de langdurige zorg. Dat de reikwijdte van de BHV beperkt blijft tot de eigen medewerkers staat op gespannen voet met art. 3 van de Arbowet en de algemene zorgplicht die volgt uit het Burgerlijk Wetboek. Juist voor bepaalde sectoren (zorg, entertainment) is het van belang de BHV in te richten op het daadwerkelijk aantal aanwezigen, en vooral de niet-zelfredzamen.

4.2 WP 2: Uitwerking integrale risicobenadering

De roep om een integrale risicobenadering om de brandveiligheid van een gebouw te garanderen is de afgelopen jaren steeds sterker geworden. In VROM (2009) stelden de toentertijd verantwoordelijke ministeries reeds dat het huidige systeem rond brandveiligheid aan de grenzen van zijn mogelijkheden is gekomen. Daarbij zagen de ministeries dat de risicobenadering een ingrediënt zou moeten zijn bij toekomstige ontwikkelingen op het gebied van brandveiligheidsbeleid. Alle betrokken stakeholders onderstrepen de noodzaak van een dergelijke aanpak, maar tot op heden heeft dat niet geleid tot een breed geaccepteerde risicobenadering om integraal uitspraken te doen over bouwkundige, installatietechnische en organisatorische brandveiligheidsmaatregelen.

4.2.1 *Integrale risicobenadering binnen kaders regelgeving voor brandveiligheid*

Een belangrijke reden waarom er nog geen consensus is over een integrale risicobenadering, is dat bij de discussies betrokken personen en partijen verschillende beelden hebben bij wat de risicobenadering precies omvat. In de praktijk worden ook verschillende methoden gebruikt om een risicoanalyse uit te voeren om tot een beoordeling van een ontwerp te komen. In verschillende gevallen

is het voldoende om gebruik te maken van eenvoudige methoden om risico's te identificeren en te ranken, terwijl in andere gevallen complexere methoden vereist zijn om risico's met bijbehorende onzekerheden te kwantificeren.

Paté-Cornel (1996) heeft daartoe een structuur opgesteld met een indeling op zes niveaus. Dit heeft zij gedaan op basis van de toepassing van de risicobenadering binnen de domeinen van civiele techniek, luchtvaart, olie en gas, en nucleaire energie. De zes niveaus zijn als volgt te verwoorden:

- Niveau 0 – Identificatie van een ongewenste situatie. Doel daarbij is een afweging te maken bij de keuze van te nemen maatregelen om een bepaald risico te beperken of voorkomen. Feitelijk is het streven daarbij dat het risico zo klein mogelijk wordt. Voorbeelden van kwalitatieve methoden die hierop gebaseerd zijn, zijn bijvoorbeeld de Preliminary Hazards Analysis (PHA) en de Failure Modes and Effects Analysis (FMEA). Deze vorm van risicobenadering is vooral bruikbaar om in processen stappen te identificeren die (gemakkelijk) kunnen leiden tot ongewenste situaties.
- Niveau 1 – “Worst-case” benadering. Uitgangspunt is dat hierbij het maximum verlies optreedt, zonder aandacht te schenken aan de vraag hoe groot de kans is dat dit ook gaat optreden. In de praktijk blijkt de bruikbaarheid van deze vorm van risicobenadering beperkt te zijn, omdat enerzijds scenario's te bedenken zijn die tot een nog groter verlies leiden en anderzijds dringt de vraag zich op hoe realistisch de uitkomsten nog zijn.
- Niveau 2 – “Mogelijke bovengrens”-benadering. Deze benadering komt erop neer om niet de “worst-case” te beschouwen, maar de risico's te identificeren die het meest realistisch zijn. Deze kwalitatieve risicobenadering geeft weliswaar een beeld van risico's die een rol kunnen spelen, maar het geeft nog altijd geen inzicht in de grootte van elk van de risico's, noch in de onderlinge verhouding van de risico's. Dit heeft bijvoorbeeld als consequentie dat het niet mogelijk is om op deze wijze iets te zeggen over de kosten en baten van voorgestelde maatregelen.
- Niveau 3 – Benadering op basis van een “beste schatting op basis van gemiddelde”. Deze benadering is gericht op veel voorkomende situaties waarbij het gevolg minimaal is. Dit betekent dat het risico dat gedefinieerd is als kans maal gevolg, zo klein mogelijk is. Deze benadering zegt dus niets over gebeurtenissen (zoals brand) waarvan de kans van optreden klein en het gevolg groot is.
- Niveau 4 – Risicobenadering op basis van beperkte probabilistische aanpak. Hierbij moet gedacht worden aan een analyse van een gebeurtenis (gebeurtenissenboom) of een analyse van het falen van een systeem. Hierbij worden scenario's beschouwd die worden gekenmerkt door bijbehorende kansen. Door koppeling van de berekende kans met het gevolg is het risico te berekenen (risico = kans x gevolg). Deze benadering levert dus kwantitatieve informatie op waarvan de waarde overigens wel afhankelijk is van de kansen op verschillende gebeurtenissen die als input worden gebruikt. Op basis van deze benadering kunnen maatregelen beter onderling vergeleken worden en is het mogelijk om kosten-baten analyses uit te voeren.
- Niveau 5 – Risicobenadering op basis van een volledig probabilistische aanpak. Om beter om te kunnen gaan met de onzekerheid van gebeurtenissen neemt deze benadering de statistische verdeling daarvan mee. De uitkomsten hebben daarmee niet langer een deterministische waarde maar een stochastische verdeling die beter inzicht geeft in de onzekerheid die bestaat omtrent de uitkomst. Dit niveau kan dus beschouwd worden als een verfijning van niveau 4.

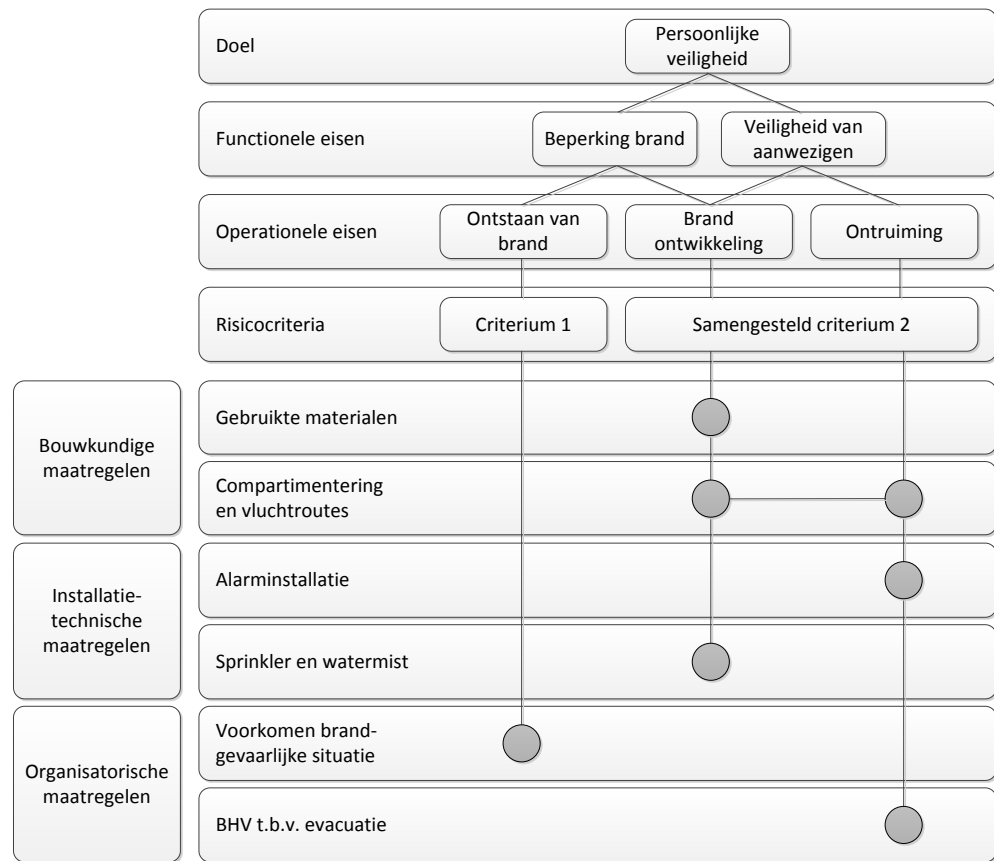
Binnen het domein van de brandveiligheid zijn verschillende van deze niveaus van risicobenadering te herkennen. Niveau 0 (identificatie van een ongewenste situatie) speelt bijvoorbeeld een rol om te komen tot een inrichting van een voorlopig ontwerp. Op deze wijze kan een voorgesteld ontwerp of proces worden beoordeeld en eventuele zwakke schakels worden geïdentificeerd. Een uitstekende manier om vooraf fouten in de organisatie te identificeren, maar op deze wijze is niets te zeggen over de bijdrage van de BHV aan de mate van brandveiligheid. De risicobenadering op basis van niveau 2 ("mogelijke bovengrens"-benadering) wordt veelvuldig toegepast bij het aantonen van de gelijkwaardigheid van een alternatieve brandveiligheidsmaatregel. Met name het Bouwbesluit geeft in artikel 1.3 deze mogelijkheid, met uitsluitend de opmerking dat Burgemeester en Wethouders hiermee moeten instemmen. Een methode die aangeeft hoe deze gelijkwaardigheid moet worden aangetoond wordt niet gegeven. In de huidige praktijk is de onderbouwing van de gelijkwaardigheid dan ook veelal kwalitatief van aard. Daarbij worden de consequenties van verschillende scenario's met elkaar vergeleken en basis van de resultaten worden conclusies getrokken. Een onderbouwing op basis van FSE (fire safety engineering) heeft daarmee weliswaar een kwalitatief karakter, maar omdat er geen kwantitatieve prestatie-eisen gegeven zijn door het Bouwbesluit kan er geen kwantitatieve afweging worden gemaakt. Over de inzet van probabilistische benaderingen wordt met name in internationale richtlijnen voor het gebruik van FSE (SFPE, NFPA, IFEG, etc.) aandacht besteed. Echter de daadwerkelijke inzet van deze benaderingen voor praktijksituaties is uitermate beperkt. Hieraan ligt een aantal oorzaken ten grondslag. Een vaak genoemd argument is het ontbreken van goede statistische data. Maar ook de beperkte kennis en ervaring van brandveiligheidsexperts met deze technieken is een belangrijke reden waarom deze benadering nauwelijks wordt ingezet.

Op basis van de ervaringen binnen de domeinen van civiele techniek, luchtvaart, olie en gas, en nucleaire energie kan worden aangedragen dat voor dagelijkse praktijksituaties de inzet van probabilistische benaderingen te ingewikkeld en arbeidsintensief is. Toch wil dit niet zeggen dat in dergelijke praktijksituaties dan teruggegrepen moet worden naar een niveau 2 risicobenadering ("mogelijke bovengrens"). In het domein van de civiele techniek en dan in het bijzonder voor constructieve veiligheid, is voor een zgn. semi-probabilistische aanpak gekozen. Daarbij wordt de constructieve veiligheid van een gegeven constructie (set van maatregelen) beoordeeld met een bepalingsmethode (op basis van berekeningen en/of beproevingen) waarbij het geaccepteerde risiconiveau vertaald is in zgn. veiligheidsfactoren. De waarden van deze veiligheidsfactoren zijn gekalibreerd op basis van probabilistische analyses die teruggrijpen op niveau 4 en 5 risicobenaderingen.

De keuze in de huidige praktijk om gelijkwaardigheid van een alternatieve oplossing zoals sprinklers en watermist, aan te tonen op basis van een niveau 2 risicobenadering ("mogelijke bovengrens") geeft dus geen inzicht of een te bereiken veiligheidsniveau wordt gehaald en levert geen objectief inzicht in kosten en baten op die als input kan dienen voor besluitvorming. Probabilistische analyses op basis van niveau 4 en 5 zijn weliswaar een goed alternatief die wel kwantitatieve uitspraken doen over het bereikte veiligheidsniveau en de kosten-baten, maar voor deze analyses is te weinig kansen-informatie beschikbaar in de bouwsector (niveau 4) en ze zijn te complex voor de dagelijkse praktijk (niveau 5). Het is dan ook veel praktischer om bepalingsmethoden met veiligheidsfactoren vast te stellen en deze door middel van dergelijke probabilistische technieken te kalibreren.

Een eerste stap daartoe is gezet door Van Straalen (2014). In dit paper is een raamwerk voorgesteld dat de risicobenadering conform niveau 4 en 5 koppelt aan de bestaande brandveiligheidsmaatregelen zoals voorgeschreven in de wet- en regelgeving. Centraal daarbij staat een beperkte set van risicocriteria die direct gerelateerd zijn aan de kans op de ongewenste situatie dat (dodelijke) slachtoffers vallen door brand. Tevens biedt dit raamwerk de mogelijkheid om alternatieve oplossingen toe te voegen en de verschillende brandveiligheidsmaatregelen integraal af te wegen. Ook biedt dit raamwerk de mogelijkheid om vanuit private overwegingen een hoger niveau van brandveiligheid te vertalen in een uitgebalanceerde set van brandveiligheidsmaatregelen.

De brandveiligheidsdoelen vormen het uitgangspunt van het voorgestelde raamwerk en zijn in de wet- en regelgeving opgenomen. Dit betreft de persoonlijke veiligheid van gebruikers en hulpverleners en veiligheid van naastgelegen bouwwerken. In aanvulling daarop zijn door met name gebouw eigenaren en – gebruikers aanvullende private doelen te stellen zoals bedrijfscontinuïteit en hogere veiligheid voor bepaalde gebruiksfuncties. Om aan te kunnen tonen dat aan deze doelen wordt voldaan is in het raamwerk voorgesteld om deze doelen te vertalen (via een tussenstap van formulering van kwalitatieve functionele eisen) in een set van operationele eisen waaraan gekwantificeerde risicocriteria zijn te stellen. Voor het doel persoonlijke veiligheid zijn deze criteria gekoppeld aan de kans op de ongewenste situatie dat (dodelijke) slachtoffers vallen door brand. Om de brandveiligheid te kunnen garanderen zal een keuze moeten worden gemaakt uit een set van brandveiligheidsmaatregelen. In de huidige wet- en regelgeving en dan met name het Bouwbesluit 2012, is een uitwerking gegeven aan de bouwkundige en installatietechnische maatregelen en aan gebruiksmaatregelen als onderdeel van de organisatorische maatregelen waarover in de Arbowet ook een en ander is gesteld. Deze set van brandveiligheidsmaatregelen is te koppelen aan de te onderscheiden operationele eisen. In figuur 1 is een uitwerking van het voorgestelde raamwerk gegeven, waarbij sprinklers/watermist specifiek als brandveiligheidsmaatregel is benoemd en de overige noodzakelijke maatregelen alleen globaal zijn benoemd. Tevens is de koppeling gelegd tussen de maatregelen en de kwantitatieve risicocriteria voor de te onderscheiden operationele eisen.



Figuur 1 Raamwerk risicobenadering brandveiligheid (alleen voor het doel persoonlijk veiligheid)

Om het doel persoonlijke veiligheid te kunnen garanderen worden in de wet- en regelgeving functionele eisen gesteld aan het beperken van de brand en de veiligheid van aanwezigen. In operationele zin valt de beperking van brand in twee aspecten uiteen. In de eerste plaats is er een kans dat een brand optreedt en deze moet worden beperkt door brandgevaarlijke situaties in de praktijk te voorkomen (organisatorische maatregel). In de tweede plaats is er een kans dat bij een brand (dodelijke) slachtoffers vallen, omdat een brand zich verder gaat ontwikkelen. Deze brandontwikkeling is te onderdrukken door te nemen bouwkundige en installatietechnische maatregelen. Belangrijk daarbij zijn de gebruikte bouwmaterialen voor met name de afwerking van wanden, vloeren en plafonds. De grootte van de compartimenten en het inzetten van actieve blusmiddelen zullen de brand ook sterk beperken. Ook bij de functionele eis van veiligheid van aanwezigen speelt dezelfde operationele eis voor brandontwikkeling een rol. Indien door brandveiligheidsmaatregelen de brandontwikkeling onderdrukt wordt, zal er ook meer tijd zijn voor aanwezigen om zich in veiligheid te brengen. Daarnaast speelt ook de operationele eis voor ontruiming een rol. Goed gekozen vluchtroutes, tijdige alarmering van de aanwezigen en inzet van BHV'ers bij de ontruiming van een gebouw zijn maatregelen die ervoor moeten zorgen dat iedereen tijdig uit het gebouw kan komen. De volgende paragraaf gaat nader in op de te stellen kwantitatieve criteria voor de drie onderscheiden operationele eisen: ontstaan van brand, brandontwikkeling en evacuatie.

4.2.2 *Prestatie-eisen voor risicocriteria*

In figuur 1 zijn voor het doel persoonlijke veiligheid drie operationele eisen onderscheiden: ontstaan van brand, brandontwikkeling en evacuatie. Het valt op dat ervoor gekozen is om voor deze twee laatste operationele eisen een gecombineerd risicocriterium te hanteren. De reden hiervoor is dat deze twee operationele eisen, die in de huidige wet- en regelgeving separaat worden benoemd, in werkelijkheid gekoppeld zijn. Indien ervoor wordt gekozen om meer brandveiligheidsmaatregelen te nemen om de brand verder te beperken, dan zal er ook meer tijd beschikbaar zijn om het gebouw te evacueren. Van ont koppeling kan geen sprake zijn, omdat beide alleen gecombineerd kunnen worden geanalyseerd via scenario-analyses. Overigens zijn criteria 1 en 2 ook gekoppeld, omdat zij gezamenlijk de kans representeren van de ongewenste gebeurtenis dat er (dodelijke) slachtoffers vallen. Ontkoppeling ligt evenwel voor de hand, omdat de kans dat een brand ontstaat onafhankelijk is van hoe maatregelen kunnen worden ingezet die ervoor moeten zorgen dat als er eenmaal een brand is, personen ook veilig uit het gebouw komen. Ook in probabilistische zin is deze ont koppeling goed werkbaar.

Voor de persoonlijke veiligheid is het overkoepelend criterium de kans op de ongewenste situatie dat (dodelijke) slachtoffers vallen. Binnen het brandveiligheidsdomein lijkt deze discussie vooralsnog te worden vermeden, terwijl de jaarlijkse cijfers over het aantal (dodelijke) slachtoffers feitelijk laat zien wat we als samenleving blijkbaar acceptabel achten. Op basis van de data van Nationaal Brandweer Documentatie Centrum (2015) voor de jaren 2001-2013 kan een globale rekensom worden gemaakt. Gemiddeld zijn er 53 dodelijke slachtoffers per jaar in Nederland op een bevolking van 17 miljoen personen, hetgeen overeenkomt met een kans gelijk aan $53 / (17 \cdot 10^6) = 3 \cdot 10^{-6}$ per persoon per jaar. Daar de afname van het aantal dodelijke slachtoffers in de loop der jaren beperkt is, is deze waarde blijkbaar de kans die de samenleving acceptabel acht. Uit dit zelfde overzicht is ook het gemiddelde aantal dodelijke slachtoffers in de zorg te berekenen; deze blijkt gelijk te zijn aan 3,1 slachtoffers per jaar. Uitgaande van in totaal 340.000 bewoners (verpleeg- en verzorgingshuizen 160.000, gehandicaptenzorg 80.000, geestelijke gezondheidszorg 50.000 en ziekenhuizen 50.000), is de kans op dodelijke slachtoffers gelijk aan $3,1 / 0,34 \cdot 10^6 = 9 \cdot 10^{-6}$ per persoon per jaar. Dit ligt dus bijna een factor 3 hoger dan de gemiddelde kans voor alle gebruiksfuncties. Opgemerkt wordt dat hierbij geen aandacht wordt geschonken aan het feit dat er mogelijk meerdere (dodelijke) slachtoffers vallen bij een enkele brand, maar over het algemeen is dat niet het geval. Overigens is nog een nadere differentiatie te geven naar de kans die acceptabel is voor de verschillende gebruiksfuncties van gebouwen. Alvorens ertoe over te gaan om een bepaalde waarde als acceptabele kans te beschouwen, is het verstandig om ook te kijken hoe hiermee wordt omgegaan in andere veiligheidsdomeinen.

Binnen verschillende andere veiligheidsdomeinen is de eis voor de kans op de ongewenste situatie dat (dodelijke) slachtoffers vallen uitgebreid onderzocht en vastgesteld. Deze is in de orde grootte van 10^{-5} tot 10^{-6} per persoon per jaar en hangt in sterke mate samen met de situatie waarin personen zich bevinden en wat ze acceptabel vinden. Dit is bijvoorbeeld uitgebreid toegelicht door Wolski en anderen (2000) die dit hebben geplaatst in de context van brandveiligheid. Opgemerkt wordt dat op dit moment de Australian Building Codes Board, zie Ashe en anderen (2014), overweegt om een dergelijke eis voor de kans op de

ongewenste situatie dat (dodelijke) slachtoffers vallen voor onder andere brandveiligheid vast te stellen als basis voor de Australische bouwregelgeving. Daarnaast worden steeds vaker studies uitgevoerd naar de effecten van maatregelen op het voorkomen van slachtoffers. Daarbij wordt gebruik gemaakt van de zogenaamde “value of statistical life”, waarbij een mensenleven uitgedrukt is in een geldwaarde. De investering in een maatregel kan daarmee afgezet worden tegen de verwachte beperking van de kans op of het aantal slachtoffers. Overigens wordt opgemerkt dat de samenleving altijd een minimum acceptabel niveau stelt, dat gezien moet worden als een ondergrens.

Om invulling te kunnen geven aan de criteria 1 en 2 zoals deze zijn onderscheiden in figuur 1, moet de geaccepteerde kans op (dodelijke) slachtoffers vertaald worden in waarden voor criterium 1 (ontstaan van brand) en samengesteld criterium 2 (brandontwikkeling en evacuatie). Deze relatie is simpel; de kans op (dodelijke) slachtoffers is gelijk aan de kans dat een brand ontstaat maal de kans dat er (dodelijke) slachtoffers vallen gegeven het feit dat er een brand is. De kans dat een brand ontstaat is af te leiden uit gegevens van branden. Indien verondersteld mag worden dat deze kans ook in overeenstemming is met het doel van de huidige wet- en regelgeving, dan kunnen deze waarden in de verdere probabilistische analyses als uitgangspunt worden genomen. Expliciet wordt hier vermeld dat hierover nog wel een nadere discussie gevoerd moet worden, hetgeen overigens wel aanleiding kan geven om huidige eisen aangaande het gebruik van gebouwen te herzien. Nu ook kwantitatieve waarden zijn toegekend aan criterium 1, is bij een gegeven toelaatbare kans op (dodelijke) slachtoffers ook de waarde van criterium 2 bekend.

4.2.3 *Plaatsen van brandveiligheidsmaatregelen in een risicocontext*

Bij de inzet van de brandveiligheidsmaatregel sprinklers en watermist als alternatief voor een volledige compartimentering conform het Bouwbesluit en een uitgebreide BHV-organisatie in de langdurige zorg, moet duidelijk zijn in welke mate deze brandveiligheidsmaatregelen kunnen bijdragen aan beperking van het risico. In deze paragraaf zijn daartoe kwalitatieve beschouwingen gegeven hoe deze bijdrage kan worden ingevuld. Deze beschouwingen zijn noodzakelijk om invulling te geven aan de scenario's voor verschillende sets van brandveiligheidsmaatregelen. Vervolgens kan voor elk van deze scenario's het risico worden vastgesteld door middel van probabilistische technieken en worden vergeleken met de in voorgaande paragraaf voorgestelde criteria.

Bouwbesluit

Het Bouwbesluit 2012 geeft in de afdeling 2.10 “Beperken van uitbreiding van brand” de voorschriften die betrekking hebben op de ligging en omvang van een brandcompartiment. Aangaande de ligging van een brandcompartiment richt afdeling 2.10 zich voor de gezondheidszorgfunctie op twee eisen:

- Een besloten ruimte ligt in een brandcompartiment. Dit is niet van toepassing op een toiletruimte, een badruimte, een liftschacht (onder bepaalde voorwaarden) en een technische ruimte (onder bepaalde voorwaarden).
- Een eis voor vluchtroutes in een brandcompartiment.

Binnen een risicobenadering zijn deze eisen aan te passen, echter aanpassingen zullen praktisch gezien nauwelijks bijdragen aan de kosten-baten verhouding. Vandaar dat hier wordt afgezien van een nader differentiëren van de eisen voor de ligging van een brandcompartiment. Anders is dit voor de omvang van het

brandcompartiment; voor nieuwbouw is deze gesteld op 1000 m² en voor bestaande bouw op 2000 m². Deze omvang is bij uitstek een parameter die gerelateerd is aan het enerzijds het criterium “ontstaan van brand” en anderzijds het criterium “ontruiming”. Bij een toenemend oppervlak zal de kans op brand in een brandcompartiment ook toenemen en zijn over het algemeen meer minder-zelfredzamen aanwezig die moeten worden geëvacueerd. Overigens wordt nog opgemerkt dat aanpassing van de eisen gesteld in afdeling 2.10 aan de compartimentering van een technische ruimte minder relevant is gezien vanuit kosten-baten verhouding. Ten slotte stelt afdeling 2.10 ook nog eisen aan de weerstand tegen branddoorslag en brandoverslag. Binnen het kader van voorliggend onderzoek worden deze eisen niet nader beschouwd.

Het Bouwbesluit geeft in afdeling 2.11 “Verdere beperking van uitbreiding van brand en beperking van verspreiding van rook” in aanvulling op afdeling 2.10 voorschriften die betrekking hebben op de ligging en omvang van subbrandcompartimenten en beschermde subbrandcompartimenten. De eisen gesteld aan de ligging hebben met name betrekking op de indeling van een brandcompartiment in subbrandcompartimenten, vluchtroutes en de aanwezigheid van een beschermd subbrandcompartiment indien sprake is van een bedgebied voor een gezondheidszorgfunctie. Aangaande het beschermd subbrandcompartiment zijn eisen gesteld aan de omvang; bij een gezondheidszorgfunctie mag deze maximaal 500 of 1000 m² (nieuwbouw, resp. bestaande bouw) zijn indien sprake is van zgn. permanente bewaking, terwijl dit 50 of 100 m² (nieuwbouw resp. bestaande bouw) is indien er geen permanente bewaking is. Niet alleen omvang van een beschermd subbrandcompartiment kan beschouwd worden als een parameter in een risicobenadering, maar ook de eis om een nadere indeling te hebben van beschermde subbrandcompartimenten zou wellicht bij toepassing van bijvoorbeeld sprinklers of watermist kunnen komen te vervallen. Ten slotte stelt afdeling 2.11 nog aanvullende eisen aan de weerstand tegen branddoorslag en brandoverslag. Binnen het kader van voorliggend onderzoek worden deze eisen niet nader beschouwd.

Vervolgens richt afdeling 2.12 van het Bouwbesluit 2012 zich op vluchtroutes. Als eerste wordt de eis gesteld dat een vluchtroute leidt naar het aansluitende terrein en openbare weg (afgezien van de situatie bij een celfunctie). Dit is voor de hand liggend en binnen de kaders van een risicobenadering is er geen directe aanleiding om hiervan af te wijken. Vervolgens worden gedifferentieerde eisen gesteld aan loopafstanden in een subbrandcompartiment, die afhankelijk zijn van de bezettingsgraad (uitgedrukt in persoon per aantal m²). Deze (gecorrigeerde) loopafstand is voor een zorgfunctie gelijk aan 30 en 75 m (nieuwbouw resp. bestaande bouw), maar voor een bezetting voor minder dan 1 persoon per 12 m² gelijk aan 45 m (alleen voor nieuwbouw). Tevens wordt een beperking gesteld aan het te overwinnen hoogteverschil in een vluchtroute van maximaal 4 m (alleen voor nieuwbouw). Voor ruimten bestemd voor meer dan 150 personen wordt aanvullend de eis gesteld dat er meer dan één uitgang moet zijn. In een risicobenadering kan deze loopafstand als parameter worden beschouwd. Echter, in de zorg kan sprake zijn van een beperkte zelfredzaamheid en voor die situaties zullen deze personen ondersteund moeten worden bij de ontruiming door BHV'ers. Op deze situatie gaat het Bouwbesluit niet nader in en het ligt ook voor de hand om hier een scenario-analyse uit te voeren.

Bovenstaande eisen aan een vluchtroute zijn gesteld voor de situatie van een vluchtroute in een subbrandcompartiment. Vervolgens gaat afdeling 2.12 nader in op eisen te stellen aan de vluchtroute buiten het subbrandcompartiment. Indien sprake is van slechts één vluchtroute zal afhankelijk van het aantal personen dat is aangewezen op die vluchtroute, gekozen moeten worden uit een beschermde vluchtroute, een extra beschermde vluchtroute of een veiligheidsvluchtroute. Aan elk van deze type vluchtroutes worden specifiek eisen gesteld voor wat betreft de inrichting en de loopafstand. Tevens stelt afdeling 2.12 eisen aan een besloten trappenhuis met een hoogteverschil van meer dan 12,5 m (moet een veiligheidsvluchtroute zijn). Binnen de kaders van een risicobenadering kunnen voor zowel de inrichting (wordt in voorliggende studie niet nader beschouwd) als de loopafstand andere eisen gesteld worden. Zo zullen de eisen minder streng zijn bij toepassing van sprinklers of watermist. Overigens is het niet ongebruikelijk om uit te gaan van een tweede vluchtroute en voor die situatie stelt afdeling 2.12 dat maatregelen in de vorm van een beschermde vluchtroute, een extra beschermde vluchtroute en een veiligheidsvluchtroute niet noodzakelijk zijn.

Tenslotte stelt afdeling 2.12 van het Bouwbesluit 2012 alleen voor nieuwbouw eisen aan de capaciteit van een vluchtroute, uitgedrukt in aantal personen per meter breedte. Hierbij is een onderscheid gemaakt tussen trappen, ruimtes en doorgangen. In het kader van een risicobenadering is dit aantal personen per meter breedte te beschouwen als een variabele parameter. Overigens verwijst afdeling 2.12 naar de ministeriële regeling Bouwbesluit 2012 waarin voor vluchtroutes buiten een subbrandcompartiment eisen worden gesteld aan de tijd waarin de aanwezigen gevlucht moeten zijn. Hier wordt dus reeds de ruimte gegeven om gebruik te maken van scenario-analyses. Opgemerkt wordt overigens dat de tijden gegeven in de ministeriële regeling gerelateerd zijn aan het "denkmodel van het Bouwbesluit" en niet aan een realistisch ontruimingsproces. Zo is onder andere geen rekening gehouden met de reactie van aanwezigen. Deze afwijking tussen het "denkmodel van het Bouwbesluit" en de realiteit leidt vaak tot discussies over gelijkwaardigheid op basis van scenario-analyses. Indien sprake is van een gezondheidszorgfunctie met minder zelfredzamen die ontruimd moeten worden, lijken de eisen gesteld in afdeling 2.12 aan de capaciteit van een vluchtroute minder bruikbaar te zijn. Het gebruik van een risicobenadering waarin de inzet van BHV'ers is meegenomen, ligt dan ook voor de hand. Aangaande de capaciteit van een vluchtroute voor bestaande bouw verwijst het Bouwbesluit naar de ministeriële regeling, die tot op heden echter nog geen eisen stelt. Ook voor deze situatie ligt het gebruik van een risicobenadering voor de hand.

In dit onderzoek ligt voor zover dit het Bouwbesluit betreft, de focus op compartimentering en vluchtroutes. In het Bouwbesluit komen echter ook nog andere brandveiligheidsmaatregelen aan bod die een plek moeten hebben in een risicocontext. Hierbij is bijvoorbeeld te denken aan gebruikte materialen (brandbaarheid en rookproductie) en een alarminstallatie. In dit onderzoek worden deze andere brandveiligheidsmaatregelen niet verder in beschouwing genomen.

Sprinklers en watermist

Binnen een risicocontext is een alternatieve oplossing van sprinklers en watermist aanwezig of niet. Uitgangspunt daarbij is dat de installatie aangelegd en onderhouden is conform de daarvoor bestemde normen. Deze toepassing van sprinklers en watermist leidt ertoe dat de ontwikkeling van een brand en de rook

gecontroleerd wordt en de brand eventueel geblust. Wel moet er rekening worden gehouden met de mogelijkheid dat de installatie bij brand niet tot blussing zal overgaan.

BHV

Zoals in 4.1.3 is aangegeven maakt de BHV onderdeel uit van de organisatorische maatregelen. De effectiviteit en efficiëntie van de BHV hangt af van de volgende criteria:

- Het soort risico's dat voor de BHV relevant is (maatgevende scenario's). Voor dit rapport wordt alleen het scenario 'brand' bekeken.
- Het aantal medewerkers van de organisatie dat beschikbaar is voor BHV. Uitsplitsing kan plaatsvinden naar taken zoals bijvoorbeeld het inzetten van medewerkers puur als ontruimer.
- Het aantal derden, zoals bewoners, cliënten, catering- en schoonmaakpersoneel. De bezettingsgraad speelt hierin een rol.
- De mate van zelfredzaamheid van de aanwezigen. Voor de zorg wordt hiervoor steeds vaker de WARR systematiek gebruikt. In de GGZ is na de brand in 'Rivierduinen' deze systematiek ingevoerd, die uitgaat van cliënten die bij een ontruiming moeten worden gewaarschuwd (W), geassisteerd (A) of gered (R) door een of twee BHV'ers. Een nadere studie voor de V&V sector is uitgewerkt door Gallis en anderen (2014).
- De mate van opleiding, training en oefening van de BHV leden.
- De mate van uitrusting van de BHV leden (communicatiemiddelen, pbm's, etc.).
- De mate van beschikbaarheid van de BHV (van kantooruren tot 24/7).
- De kwaliteit en kwantiteit van de bouwkundige en installatietechnische maatregelen. Is de (rook) compartimentering slecht, dan zal de BHV al snel weinig meer kunnen uitrichten.
- De mate van voorzorg, denk aan bedden van bewoners op wielen, sleepmatrassen, kleefmagneten op deuren, etc.

Idealiter wordt de kwaliteit en kwantiteit van de BHV vormgegeven op basis van maatgevende scenario's. Het kan zijn dat uit die scenario's volgt dat de set van bouwkundige en/of installatietechnische maatregelen een dusdanige kwaliteit heeft dat de BHV te zwaar moet worden om te compenseren (denk aan een bedrijfsbrandweer). Omgekeerd zou het kunnen zijn dat ver doorgevoerde bouwkundige of installatietechnische maatregelen het ontruimen niet meer noodzakelijk maken waardoor, voor dit scenario, de BHV geminimaliseerd kan worden. In de praktijk zal het voor de langdurige zorg erop neerkomen dat de week ingedeeld kan worden in blokken waarin de BHV een bepaalde effectiviteit haalt of niet. Denk daarbij aan dagdienst en NAW (nacht-avond-weekend) diensten.

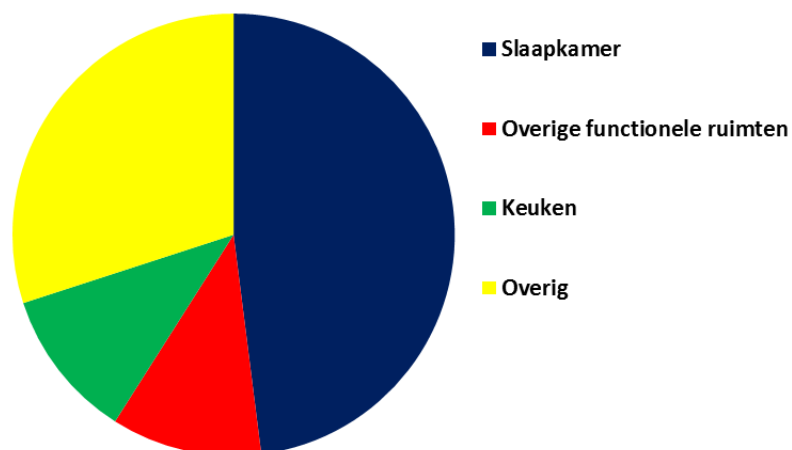
4.2.4 *Scenario's voor brandontwikkeling en ontruiming*

De onderzoeksvraag in dit rapport richt zich op het integraal afwegen van de brandveiligheidsmaatregelen compartimentering en vluchtwegen, sprinklers en watermist, en inzet BHV ten behoeve van ontruiming. Scenario's voor de ontwikkeling van een brand die optreedt in een gebouw voor de langdurige zorg, zijn in verschillende onderzoeksrapporten uitgebreid beschreven. Daarbij is ook stilgestaan bij de effecten van sprinklers en watermist. Aangaande de effectiviteit en efficiëntie van de inzet van BHV'ers is evenwel minder bekend en weinig beschreven in de literatuur. Toch is hier op basis van relatief eenvoudige redeneringen een eerste stap te zetten om deze inzet ook in scenario's te beschrijven. In deze paragraaf worden voor een afdeling in de langdurige zorg een

generieke maar wel semi-kwantitatieve beschrijving (in kansen en tijden) gegeven van de scenario's hoe de brand ontstaat, zich uitbreidt, hoe de rook zich ontwikkelt, of er sprinkler en watermist is, en hoe een ontruiming door BHV'ers en ontruimers plaatsvindt.

Ontstaan van brand

Op een afdeling in de langdurige zorg kan een brand ontstaan op een cliëntenkamer, in de woonkamer, in een badkamer, op een gang of in een ruimte die wordt gebruikt door het personeel zoals de linnenkamer. Figuur 2 geeft een indruk van de verdeling van de kans op brand voor verschillende ruimtes zoals deze zijn onderscheiden in de US Fire Administration (2006). Hoewel de situatie in de Verenigde Staten niet vergelijkbaar is met de Nederlandse situatie, zal bij gebrek aan betrouwbare data voor de Nederlandse situatie een inschatting gemaakt moeten worden op basis van buitenlandse data. Ervan uitgaande dat voor een afdeling van een instelling voor langdurige zorg alleen de cliëntkamers en de andere functionele ruimtes een rol spelen, kan worden gesteld dat in meer dan de helft van de gevallen de brand ontstaat op de cliëntkamer. Een en ander hangt uiteraard samen met de omvang en gebruik van de diverse ruimten.



Figuur 2 Locatie van fatale branden in de langdurige zorg op basis van brandstatistieken Verenigde Staten.

Over de kans op brand bestaat het beeld dat dit gerelateerd is aan het oppervlak van de ruimtes in het brandcompartiment. In de eenvoudigste benadering wordt er daarbij van uitgegaan dat deze kans evenredig is aan het oppervlak, maar ook andere relaties worden wel voorgesteld in de literatuur. De kans op brand per m² en per jaar is op basis van statistische gegevens af te leiden. Nu zijn de beschikbare details van dergelijke gegevens over het algemeen beperkt en is het noodzakelijk om te kijken wat in andere studies overwogen is. In de jaren 90 van de voorgaande eeuw zijn verschillende studies gedaan in het kader van de ontwikkeling van de constructieve rekenregels voor de Eurocodes, die zijn samengevat door Sleich en anderen (2002). Uit analyses van statistische data van branden zoals deze bij de brandweer voorhanden waren, volgen de volgende kansen:

- publieke gebouwen in Frankrijk: $8,9 \cdot 10^{-6}$ / m²·jaar;
- ziekenhuizen in Finland: $8,5 \cdot 10^{-6}$ / m²·jaar; en
- publieke gebouwen in Verenigd Koninkrijk: $12,0 \cdot 10^{-6}$ / m²·jaar.

Daar er de afgelopen 20 jaar het nodige is veranderd in het voorkómen van brandgevaarlijke situaties in de langdurig zorg zoals het niet-roken beleid en veiligheid gebruik elektrische apparaten, wordt vooralsnog bij ontbreken van meer gedetailleerde statistische informatie ervan uitgegaan dat een kans op brand van $5 \cdot 10^{-6} / \text{m}^2 \cdot \text{jaar}$ kan worden aangehouden. Dit betekent dus dat de kans op brand in een beschermd subbrandcompartiment met een oppervlak van 250 m^2 gelijk is aan $1,25 \cdot 10^{-3} / \text{jaar}$, oftewel 1 op 800 per jaar.

Een discussie waar vrijwel altijd aan voorbij wordt gegaan is dat niet elke brand zich dusdanig ontwikkelt dat er sprake is van een levensbedreigende situatie en dat er altijd moet worden ontruimd. In de eerste plaats zijn de hierboven gepresenteerde kansen op brand gebaseerd op alleen de incidenten die bij de brandweer bekend waren. In de tweede plaats blijkt dat in de literatuur weinig terug te vinden is over de kans dat een brand tijdig wordt geblust, uit zichzelf dooft, of slechts beperkt van omvang blijft zonder dat er sprake is van (dodelijke) slachtoffers. Dit is onderschreven in het onderzoek van het IFV naar de ontwikkeling van branden met als doel de brandweer een beter inzicht te geven met welke omvang van branden zij bij acties te maken kunnen krijgen, zie Dikkenberg en anderen (2012). In de studie van ARUP (2010) zijn gegevens van de London Fire Brigade gepresenteerd waarin de omvang van branden (in m^2 brandschade) in de langdurige zorg voor de periode 2005-2008 is vastgelegd. Weliswaar is er geen 1-op-1 relatie tussen de omvang van de brandschade en of er sprake is geweest van een levensbedreigende situatie, maar de gegevens zoals deze in tabel 1 zijn gegeven, kan wel worden gebruikt om daar een inschatting van te maken.

Tabel 1 Omvang van de brand in m^2 voor de langdurige zorg op basis van ARUP (2010)

omvang	aantal
<1 m^2	349
1-2 m^2	46
3-4 m^2	14
5-9 m^2	3
10-19 m^2	7
rest	6

Ervan uitgaande dat de brand levensbedreigend is van af een omvang van de brand van 5 m^2 , betreft dit 16 van de totaal 425 beschouwde branden. Dit komt overeen met een kans van afgerond 0,04.

Een bijkomend vraagstuk is hoe lang het duurt voordat een brand, nadat deze door een brandmeldinstallatie is gedetecteerd, zich daadwerkelijk gaat ontwikkelen. Navraag bij deskundigen leert dat een brand zich direct kan doorontwikkelen, maar dat het ook mogelijk is dat dit zeer lang duurt. Praktisch gesproken lijkt een tijdspanne van 2 tot 6 minuten (gemiddeld 4 minuten) reëel om aan te houden.

Ontwikkeling van een brand en effecten van sprinklers en watermist

Nadat de brand is ontstaan en niet direct wordt geblust, zal deze zich gaan ontwikkelen en ontstaat rook. In met name het Verenigd Koninkrijk is hier uitgebreid onderzoek naar gedaan door Shipp and Clark (2007) van BRE, waarin gekeken is naar de langdurige zorg. Vooral de effecten van de toepassing van sprinklers zijn

daar vastgesteld. Op basis van verschillende brandproeven waarbij de brand in het bed van een cliënt werd aangestoken, bleek dat ook in de situatie van een sprinkler de kans op overleven van de cliënt in dat bed klein is. Voor eventuele andere cliënten in dezelfde kamer is er wel een duidelijk effect van een sprinkler; zonder sprinkler is de kans op overleven gering, terwijl deze groot is als er wel een sprinkler aanwezig is.

In een later door ARUP (2010) uitgevoerde studie zijn in aanvulling op de studie van Shipp and Clark (2007) simulaties van de brand- en rookontwikkeling gemaakt voor een zorgafdeling en zijn kansen afgeleid dat brand en rook zich uitbreiden over de afdeling. Belangrijk uitgangspunt daarbij is de wijze waarop de afdeling ingedeeld is in compartimenten. De regelgeving in het Verenigd Koninkrijk geeft daartoe richtlijnen in Approved Document B, waar voor de langdurige zorg de volgende punten van aandacht zijn benoemd:

- Elke cliëntkamer heeft zelfsluitende brandwerende deuren.
- Elke cliëntkamer is een brandcompartiment.
- Elke gang is dusdanig uitgevoerd dat sprake is van een “beschermde” vluchtroute.

Deze richtlijn komt in grote lijn overeen met de eisen die in het Bouwbesluit 2012 zijn gesteld. Wel wordt hier opgemerkt dat het Bouwbesluit niet stelt dat elke cliëntkamer een beschermd subbrandcompartiment moet zijn, maar dat een eis aan de maximale oppervlak van het beschermd subbrandcompartiment is gesteld.

Op basis van door ARUP (2010) uitgevoerde CFD (Computational Fluid Dynamics) berekeningen zijn de scenario's af te leiden met als uitgangspunt dat de brand in een cliëntkamer ontstaat. Aan deze berekeningen hebben de volgende uitgangspunten ten grondslag gelegen:

- De deur heeft een opening van $0,04 \text{ m}^2$; opgemerkt wordt dat dit is een vrij conservatieve waarde is.
- De deur van de cliëntkamer gaat op tijdstip 160 s open en sluit op tijdstip 220 s in verband met de ontruimingsactie.
- De brand heeft een omvang van 5700 kW waarbij het oppervlak van de cliëntkamer 23 m^2 is.
- In de cliëntenkamer treedt bij een bepaalde temperatuur glasbreuk op, zodat de brand gevoed wordt met zuurstof.
- De sprinklers activeren bij een temperatuur van $57 \text{ }^\circ\text{C}$; zowel een gecontroleerde brand als een dovende brand zijn vervolgens beschouwd in de berekeningen.

De scenario's zijn als volgt samen te vatten:

- Niet-gesprinklerde situatie:
 - een temperatuur van $120 \text{ }^\circ\text{C}$ wordt op de cliëntkamer binnen 2 minuten bereikt;
 - daarbij is de temperatuur op de gang gelijk aan $60 - 80 \text{ }^\circ\text{C}$;
 - de zichtbaarheid in de kamer neemt snel af;
 - de grenszichtbaarheid (rook komt lager dan 2 m) op de gang is in 2 minuten bereikt;
 - in andere kamers komt de rook in 4 – 6 minuten.

- Sprinkler-gecontroleerde situatie:
 - de temperatuur handhaaft zich op 70 – 80 °C gedurende de eerste 10 minuten;
 - in de gang komt de temperatuur niet boven de 35 °C;
 - de zichtbaarheid in de kamer neemt snel af;
 - de grenszichtbaarheid op de gang is in 4 minuten bereikt en is in ieder geval gedurende eerste 2 minuten goed;
 - in de andere kamers komt de rook in veel mindere mate.
- Sprinklerblussende situatie:
 - de temperatuur is na 8 minuten beneden de 80 °C.

Daarnaast is door ARUP (2010) op basis van statistische gegevens die beschikbaar waren voor de situatie in het Verenigd Koninkrijk voor de jaren 2005-2008 af te leiden dat de kans dat een brand in een cliëntenkamer zich uitbreidt naar de overige ruimten gelijk is aan 0,04 en dat de kans dat de brand dus in de cliëntenkamer blijft gelijk is aan 0,96. Hierbij is opgemerkt dat daarin géén branden zijn meegenomen die uit zichzelf doofden of tijding werden geblust. Echter de kans dat rook en daarmee ook warmte zich verspreidt buiten de cliëntenkamer heeft een veel grotere waarde en is gelijk aan 0,22. Dit kan veroorzaakt zijn door een openstaande deur of falende aansluiting van bouwdeelen of doorvoeringen van leidingen.

Vergelijkbare analyses zijn uitgevoerd door Nystedt (2011) die zich heeft gebaseerd op data voor Zweden verzameld voor de periode 1996-2008. Daarin wordt overigens niet gesproken over een expliciet onderscheid tussen ontwikkelen van de brand en van de rook buiten de cliëntenkamer. Uit deze studie blijkt dat de kans dat de brand binnen de cliëntenkamer gelijk is aan 0,93 en dat de brand zich uitbreidt 0,07; de uitbreiding kan zijn tot het gehele brandcompartiment of zelfs daarbuiten. Daarnaast presenteert Nystedt (2011) ook data voor de Verenigde Staten op basis van Hall (2010). Voor de gezondheidszorg is de kans dat een brand zich van een cliëntenkamer uitbreidt naar het brandcompartiment in afwezigheid van sprinkler gelijk aan 0,08, terwijl deze kans in het geval van sprinkler afneemt naar 0,01.

Een aspect dat overigens onderbelicht is in deze studies is de vraag wat het effect van sprinkler of watermist is op de kans dat een brand zich dusdanig zal ontwikkelen dat ook een levensbedreigende situatie ontstaat. Duidelijk is dat bij blussing de brand in omvang beperkt wordt en het zelfs mogelijk is dat deze wordt geblust. Het beeld bestaat dat de onderzoeken die in de literatuur beschreven zijn kwalitatief van aard zijn en gericht op de “worst-case-scenario”. Nader onderzoek lijkt gewenst om hier een kwantitatief beeld van te krijgen. In dit onderzoek is verondersteld dat de kans dat een brand zich dusdanig ontwikkelt dat een levensbedreigende situatie ontstaat, met een factor 5 afneemt. Verder is aangenomen dat de tijd die benodigd is voordat een brand zich daadwerkelijk kan ontwikkelen met een factor 2 toeneemt (8 minuten).

Betrouwbaarheid van sprinklers en watermist

Belangrijk om te realiseren is dat er een kans bestaat dat een sprinkler- of watermistinstallatie ondanks het feit dat deze volgens kwaliteitseisen is aangebracht en wordt onderhouden, niet in werking treedt bij een brand. Dit heeft uiteraard de nodige consequenties die door een risicobenadering goed in kaart zijn te brengen. In Sleich en anderen (2002) zijn op basis van een studie de volgende

waarden voor de kansen op falen van automatische blussystemen (sprinklers en watermist) vastgesteld:

- Automatisch waterblussysteem: 0,02.
- Automatisch waterblussysteem met 1 onafhankelijke watertoevoer: 0,01.
- Automatisch waterblussysteem met 2 onafhankelijke watertoevoeren: 0,005.

In de literatuur zijn nog andere waarden vastgesteld, zoals door Hall (2010) die voor de zorg een veel hogere waarde van 0,10 geeft. Dit betreft overigens de situatie in de Verenigde Staten die voor wat betreft sprinklers niet geheel overeenkomt met die voor Europa waarop het onderzoek van Sleich en anderen (2002) is gebaseerd.

Ontruiming door BHV'ers en ontruimers

Bij de kwantificering van een ontruiming wordt het resultaat gegeven in tijd die voor de BHV'ers nodig is om een cliëntenkamer en een subbrandcompartiment te ontruimen. Dit levert dus alleen maar de benodigde ontruimingstijd op en nog niet de kans dat daarbij (toch dodelijke) slachtoffers vallen. Hierop wordt in de volgende paragraaf verder ingegaan.

4.2.5 *Inzet van de probabilistische benadering*

In paragraaf 4.2.1 is een uiteenzetting gegeven hoe een set van brandveiligheidsmaatregelen via een risicobenadering integraal afgewogen kan worden. Beschreven is dat via een risicobenadering op niveau 4 of 5 (beperkt of volledig probabilistisch) een dergelijke afweging gemaakt kan worden, waarbij gebruikt wordt gemaakt van prestatie-eisen voor vastgestelde risicocriteria. Voor de persoonlijke veiligheid is in paragraaf 4.2.2 een grenswaarde voor de kans op (dodelijke) slachtoffers vastgesteld. Opgemerkt wordt dat vanuit de doelstelling persoonlijke veiligheid het niet noodzakelijk is om expliciet inhoud te geven aan het risico (kans maal gevolg), omdat de kans direct gekoppeld is aan het risico "kans op (dodelijke) slachtoffers".

De grenswaarde voor de kans (dodelijke) slachtoffers omvat enerzijds de grenswaarde voor het risicocriterium van de operationele eis "ontstaan van brand" en anderzijds de grenswaarde van het gecombineerde risicocriterium van de operationele eisen "brandontwikkeling" en "ontruiming". De relatie tussen deze kansen is als volgt binnen de probabilistische context uit te drukken:

$$P(\text{slachtoffers}) = P(\text{slachtoffers}|\text{brand}) \cdot P(\text{brand})$$

waarin:

- $P(\text{slachtoffers})$ is de kans op (dodelijke) slachtoffers ten gevolge van brand.
- $P(\text{slachtoffers}|\text{brand})$ is de kans op (dodelijke) slachtoffers onder de aanname dat een brand optreedt.
- $P(\text{brand})$ is de kans op brand.

De grenswaarde voor de kans dat een persoon (dodelijke) slachtoffer is, is in paragraaf 4.1.2 voor de langdurige zorg vastgelegd op een voorlopige waarde van 10^{-5} tot 10^{-6} per jaar. Voor de grenswaarde voor de kans op brand kan teruggegrepen worden op de statistische analyses van branden en het uitgangspunt dat de uitkomsten in de vorm van kans op een brand per m^2 per jaar acceptabel wordt geacht. Mocht dit vanwege beleidsoverwegingen niet het geval zijn, dan zullen er aanvullende maatregelen genomen moeten worden om ook een

lagere grenswaarde voor de kans op brand te mogen aanhouden. Vooral nog is in paragraaf 4.2.4 voor de langdurige zorg een grenswaarde van $5 \cdot 10^{-6}/\text{m}^2 \cdot \text{jaar}$ voorgesteld.

Voor de beoordeling van een voorgestelde set van brandveiligheidsmaatregelen zijn vandaag de dag verschillende probabilistische technieken beschikbaar. Indien er wordt gekozen voor een volledige probabilistische benadering zal gebruik moeten worden gemaakt van beschikbare fire safety engineering tools die het verloop van de brand- en rookontwikkeling simuleren op een afdeling en de evacuatie van de aanwezige cliënten door BHV'ers. Afgezien van het feit dat voor het simuleren van evacuaties nog geen geaccepteerde modellen beschikbaar zijn, moet bij de keuze van een risicobenadering op niveau 5 (volledig probabilistisch) rekening worden gehouden met het feit dat de onzekerheid van alle invloedparameters moet worden meegenomen. In plaats van een zgn. deterministische beschrijving van elk van de parameters, moet een stochastische beschrijving bekend zijn. In het kader van voorliggende studie is dit nog duidelijk een stap te ver. Vandaar dat gekozen is om een risicobenadering op niveau 4 uit te werken. Door middel van een beperkte probabilistische benadering op basis van gebeurtenissenboomanalyses is het goed mogelijk om een voorgestelde set van brandveiligheidsmaatregelen te relateren aan voorgestelde grenswaarden voor de kans op (dodelijk) slachtoffers bij brand, uitgaande van een gegeven kans op brand.

Voor een afdeling in de langdurige zorg is in paragraaf 4.2.4 een beschrijving gegeven van scenario's die te verwachten zijn nadat een brand is ontstaan. Op basis van deze scenario's en kwantitatieve gegevens die daarbij zijn verzameld, zijn gebeurtenissenbomen op te stellen. Wel wordt opgemerkt dat voor de gebeurtenis 'ontruimen' bij het vaststellen van de kans dat dit niet slaagt en er dus (dodelijke) slachtoffers vallen, gebruik gemaakt moet worden van een volledig probabilistische methode. Hierbij wordt de benodigde tijd om de cliënten te ontruimen uit het subbrandcompartiment (ook bekend als RSET – Required Safe Egress Time) vergeleken met de beschikbare tijd waarin de brand- en rookontwikkeling nog beperkt zijn (ook bekend als ASET – Available Safe Egress Time). Via een probabilistische Monte Carlo berekening wordt vastgesteld wat de kans is dat RSET groter dan ASET is, waarbij zowel RSET als ASET een kansverdeling hebben met een gemiddelde en een standaardafwijking.

4.3 WP 3: Scenario-analyse van voorbeelden langdurige zorg

Op basis van de invulling van de risicobenadering zoals deze in 4.2 uitvoerig is beschreven, zijn in dit onderzoek scenario-analyses uitgevoerd voor een tweetal voorbeelden van praktijksituaties. Centraal bij deze analyses zijn de gebeurtenissenbomen die zowel de verschillende scenario's bij brand als ook de kansen van de daarbij onderscheiden gebeurtenissen in beschouwing nemen. Uiteindelijk is hiermee de kans op (dodelijke) slachtoffers vast te stellen en te vergelijken met de eisen die daaraan wordt gesteld.

4.3.1 Voorbeeld zorginstelling 'Verpleeghuis Blerick'

De Zorggroep met verschillende woon- en zorgcentra in Noord- en Midden-Limburg heeft de gegevens van één van haar gebouwen voor dit onderzoek ter beschikking gesteld. Dit betreft het Verpleeghuis Blerick aan de Tollensstraat 45, 5921 CB te

Blerick. In Verpleeghuis Blerick wonen mensen met een psychogeriatrische of een somatische indicatie. Het pand dat oorspronkelijk in 1995 is gebouwd, wordt medio 2015 gerenoveerd. De in dit onderzoek beschouwde situaties zijn gebaseerd op deze verbouwingsplannen. Ten overvloede is hier vermeld dat er verschillen kunnen bestaan tussen de in dit onderzoek veronderstelde situaties en daadwerkelijke situaties in de praktijk. De resultaten van dit onderzoek mogen dan ook niet zonder meer worden geprojecteerd op de renovatie die voorzien is.

Beschrijving gebouw en gebruikte brandveiligheidsmaatregelen

Het gebouw is globaal opgebouwd uit een centraal deel met diverse faciliteiten zoals een entree, een zaal voor bijeenkomsten, kantoren, kapper, etc., en een tweetal vleugels met daarin de cliëntkamers met bijbehorende faciliteiten. In dit onderzoek is aangenomen dat er sprake is van uitsluitend de gebruiksfunctie zorg met bedgebied. In figuur 3 is de plattegrond van één van deze vleugels gegeven, waarin tevens de gekozen compartimentering is aangegeven. De rode lijnen markeren de brandscheidende wanden en deuren van de twee subbrandcompartimenten en de groene lijnen markeren de brandscheidende wanden en deuren van de beschermde subbrandcompartimenten. De gekozen compartimentering en de vluchtroutes voldoen aan de (nieuwbouw-)eisen van het Bouwbesluit 2012.



Figuur 3 Plattegrond vleugel met indeling in compartimenten

Uiteraard is het gebouw voorzien van de vereiste alarminstallaties e.d., maar deze blijven in dit onderzoek verder buiten beschouwing. Vanwege de keuze om te compartimenteren conform het Bouwbesluit is een sprinkler- of waterinstallatie niet noodzakelijk vanuit de wet- en regelgeving. De vereiste omvang van de BHV in geval van een ontruiming is onderwerp van studie in dit onderzoek. Daarbij is verondersteld dat er in zowel de dag- als in de nachtsituatie 14 cliënten aanwezig zijn in een subbrandcompartiment.

Beschouwde alternatieve brandveiligheidsmaatregelen

Ten behoeve van de risicogebaseerde analyse worden naast de hierboven beschreven situatie conform het Bouwbesluit alternatieven beschouwd die een combinatie zijn van de volgende bouwkundige, installatietechnische en organisatorische maatregelen:

- Compartimentering:
 - conform plattegrond figuur 3, of
 - waarin sprake is van een beschermd subbrandcompartiment per cliëntenkamer met 1 of 2 cliënten, of
 - zonder beschermde subbrandcompartimenten.
- Actieve blusmiddelen:
 - geen, of
 - natte sprinklerinstallatie in cliëntenkamers, gang en snoezelruimten (dus niet in de werkruimtes, badkamers en toiletten).
- Inrichting BHV ten behoeve van ontruiming:
 - verondersteld wordt dat alle cliënten niet-zelfredzaam zijn. Dit betekent binnen de WARR-systematiek dat per cliënt twee BHV'ers nodig zijn om het bed uit het subbrandcompartiment te rijden;
 - het opleidingsniveau volgens NiBHV is het 'standaard' opleidingsniveau en er is aangenomen dat de BHV adequaat getraind en geoefend is;
 - dag- en nacht situatie worden beschouwd; en
 - in de risicoanalyses wordt een BHV-sterkte van 1, 2, 4, 6, 8 BHV'ers beschouwd, waarbij voor 8 BHV'ers een onderscheid wordt gemaakt tussen de situatie dat twee BHV'ers een bed uit het subbrandcompartiment rijden en de effectievere situatie dat de acht BHV'ers in een treintje de bedden 'doorgeven'.

Risicogebaseerde analyses

Voor één van de twee subbrandcompartimenten is een aantal scenario's beschouwd die te representeren zijn in een reeks van gebeurtenissen. De mogelijkheid dat de brand zich ook buiten het subbrandcompartiment kan uitbreiden is in deze analyse niet nader beschouwd. Deze kans is beperkt en verondersteld kan worden dat dit pas plaatsvindt nadat de professionele hulpdiensten reeds zijn gearriveerd. De volgende gebeurtenissen zijn in de analyses voor de hierboven beschreven mogelijke combinaties van brandveiligheidsmaatregelen nader uitgewerkt. De daarbij aangenomen kansen en tijden zijn gemotiveerd in paragraaf 4.2.4.:

- Ontstaan van brand. De kans dat in een zorginstelling een brand ontstaat, is gelijk aan $5 \cdot 10^{-6}$ / m²·jaar. Met een oppervlak van het subbrandcompartiment gelijk aan ca. 400 m², is de kans op brand in dat subbrandcompartiment gelijk aan $2 \cdot 10^{-3}$ / jaar.
- Brand ontwikkelt zich dusdanig dat een levensbedreigende situatie ontstaat. Lang niet alle branden ontwikkelen zich dusdanig dat deze ook levensbedreigend zijn. Verondersteld is dat deze kans gelijk is aan 0,04 indien er geen sprinkler aanwezig is en gelijk is aan 0,008 indien dit wel het geval is.
- Sprinklerinstallatie faalt. Indien een sprinklerinstallatie als alternatieve oplossing is toegepast, moet er nog altijd rekening worden gehouden met falen, dus met consequenties voor de kans op (dodelijke) slachtoffers. Hiervoor is een faalkans van 0,01 aangehouden.

- Locatie waar de brand ontstaat. Binnen het subbrandcompartiment is de volgende kansverdeling aangehouden van de locatie waar de brand kan ontstaan:
 - Cliëntenkamer: 0,7
 - Snoezelruimte: 0,05
 - Gang: 0,05
 - Overige ruimten: 0,2
- Locatie waar cliënten aanwezig zijn. Dit heeft betrekking op de dag- en nachtsituatie. In de dagsituatie is aangenomen dat de kans 0,8 is dat een cliënt op zijn kamer aanwezig is, terwijl dit in de nachtsituatie 1,0 is.
- Locatie die wordt ontruimd. Afhankelijk van waar de brand ontstaat, zal de BHV een bijpassend ontruimingsplan volgen:
 - Indien de brand ontstaat in een cliëntenkamer zullen de eerste BHV'ers nagaan of cliënt(-en) uit de betreffende kamer is (zijn) te halen. Vervolgens zullen de eventuele volgende kamers uit het beschermd subbrandcompartiment worden ontruimd. Daarna volgen de cliënten die eventueel aanwezig zijn in de snoezelruimte, gevolgd door de cliënten in de overige cliëntenkamers. Mocht er sprake zijn van rook in een te ontruimen kamer of op de gang (tot op een hoogte van 2 m), dan wordt er niet verder ontruimd. Indien de betreffende ruimte een beschermd subbrandcompartiment betreft en rook niet kan binnendringen door bijvoorbeeld een openstaande deur of opening in brandscheiding, dan wordt verondersteld dat de betreffende cliënt(-en) later door de professionele hulpdiensten alsnog wordt (worden) gered.
 - Indien de brand in de snoezelruimte ontstaat, zullen de eerste BHV'ers nagaan of cliënten daaruit zijn te halen. Vervolgens worden de cliëntenkamers ontruimd zolang dit nog mogelijk is in verband met de rook op de gang.
 - Indien de brand op de gang ontstaat, zullen de verschillende kamers worden ontruimd zolang dit nog mogelijk is. Dit is nodig omdat er een reële kans bestaat dat rook in de cliëntenkamers komt. De rook kan ook direct de snoezelruimte binnendringen door het ontbreken van een rookscheiding.
 - Indien de brand in de overige ruimten ontstaat is er van een vergelijkbare situatie sprake in geval van brand op de gang.
- Situaties dat rook de gang of de cliëntenkamers binnendringt. Daarbij zijn de volgende situaties onderscheiden:
 - Brand ontstaat in een cliëntenkamer:
 - De kans dat rook op de gang en dus ook in de snoezelruimte komt, is 0,22. Daarbij is er vanuit gegaan dat de deuren dicht zijn (door het inactiveren van kleefmagneten of actie van BHV'ers). Deze kans is zowel van toepassing voor de situatie dat ergens geen sprinkler aanwezig is, als voor de situatie dat dit wel het geval is.
 - De kans dat rook in de andere cliëntenkamers komt is $0,22 \times 0,22 = 0,05$. Deze kans is zowel van toepassing voor de situatie dat ergens geen sprinkler aanwezig is, als voor de situatie dat dit wel het geval is.
 - Brand ontstaat in de snoezelruimte:
 - Hierbij verspreidt de rook zich ongehinderd over de gang.
 - De kans dat rook in de cliëntenkamers komt, is 0,22. Deze kans is zowel van toepassing voor de situatie dat ergens geen sprinkler aanwezig is, als voor de situatie dat dit wel het geval is.

- Brand ontstaat in één van de overige ruimten. Meestal is daar geen detectie aanwezig (noch sprinkler) en zal het alarm pas overgaan nadat rook op de gang en dus ook in de snoezelruimte staat. De kans dat rook in de cliëntenkamer komt is 0,22. Deze kans is zowel van toepassing voor de situatie dat ergens geen sprinkler aanwezig is, als voor de situatie dat dit wel het geval is.
- Indien de cliëntenkamers geen beschermd subbrandcompartiment zijn wordt verondersteld dat de rook zich op een vergelijkbare manier over het subbrandcompartiment verspreidt.
- BHV weet niet tot snelle actie over te gaan. Uit oefeningen en uit situaties met daadwerkelijk brand blijkt dat de BHV'ers soms niet tijdig tot ontruiming wisten over te gaan. Aangenomen is dat de kans dat BHV'ers met een standaardopleiding niet tijdig tot ontruiming weten over te gaan, gelijk is aan 0,2.
- Succesvol ontruimen van het gehele subbrandcompartiment. Voor het bepalen van de kans dat cliënten succesvol uit het subbrandcompartiment worden ontruimd, moet de *beschikbare* tijd voor ontruimen (ASET) vergeleken worden met de *benodigde* tijd voor ontruimen (RSET). ASET wordt bepaald door hoe de brand en rook zich gedurende de tijd ontwikkelen over de verschillende ruimten. In paragraaf 4.2.4 is daartoe de nodige informatie verzameld, die geprojecteerd op het voorbeeld de volgende gegevens oplevert:
 - Een belangrijk discussiepunt is de tijd die gemoeid is met de ontwikkeling van een brand. Deze is vastgesteld op gemiddeld 240 s indien er geen sprinkler aanwezig is en 480 s indien er wel een sprinkler aanwezig is.
 - Bij een brand die ontstaat in de cliëntenkamer is bij afwezigheid van sprinkler voor de dichtstbijzijnde cliënt 90 s beschikbaar, terwijl voor de eventuele andere cliënten 120 s beschikbaar is. Is er wel een sprinkler aanwezig, dan zijn deze tijden respectievelijk 180 en 240 s. Indien de rook kan doordringen naar de gang en de snoezelruimte, dan wordt de grens voor zichtbaarheid in 240 s bereikt bij afwezigheid van sprinkler en in 480 s indien deze wel aanwezig is. Deze tijden zijn het dubbele van de waarden die in paragraaf 4.2.4 zijn vastgesteld, omdat uit een vergelijking van de plattegronden blijkt dat de omvang van de gang in dit voorbeeld aanzienlijk groter is.

Indien de cliëntenkamers geen beschermd subbrandcompartiment zijn wordt overigens verondersteld dat de rook zich in 120 s indien geen sprinkler aanwezig is en 240 s indien wel sprinkler aanwezig is, over het gehele subbrandcompartiment verspreidt. Dit is weliswaar een conservatieve aanname, maar eerder is voor deze situaties dat rook de gang of de cliëntenkamers binnendringt, verondersteld dat de wanden toch een barrière vormen voor de verspreiding van rook.

Indien de rook zich verder verspreidt in de andere cliëntenkamers zullen de tijden die beschikbaar zijn om cliënten via de gang te ontruimen maatgevend zijn.
 - Bij een brand die ontstaat in de snoezelruimte is in afwezigheid van sprinkler 120 s beschikbaar en 240 s indien er wel een sprinkler aanwezig is.

De rook zal zich vervolgens ongehinderd verspreiden over de gang. De tijd die voor ontruimen van de cliëntenkamers beschikbaar is, is 240 s als er geen sprinkler is en 480 s indien er wel een sprinkler is.

- Bij een brand die ontstaat op de gang is de grens voor zichtbaarheid voor zowel de gang als de snoezelruimte in 240 s bereikt indien er geen sprinkler aanwezig is en 480 s indien dit wel het geval is. Dit zijn dan ook de tijden die beschikbaar zijn voor het ontruimen van de snoezelruimte als de cliëntenkamers.
- Bij een brand die ontstaat in één van de andere ruimten kan verondersteld worden dat dezelfde tijden van toepassing zijn als voor het geval dat de brand op de gang ontstaat. Reden hiervoor is dat deze overige ruimten (over het algemeen) een brandmelder hebben en de brand pas gesignaleerd wordt als de rook op de gang staat.
- De bovenstaande tijden geven voor de verschillende beschouwde scenario's de gemiddelde totale beschikbare tijd ASET. Verondersteld is dat de onzekerheid in die tijden steeds 20% is (variatiecoëfficiënt is gelijk aan 0,2).

RSET wordt bepaald door de snelheid waarmee de aanwezige BHV'ers in staat zijn om de cliënten in veiligheid te brengen. De benodigde tijd wordt bepaald door de zelfredzaamheid van de cliënten en de organisatie van de BHV.

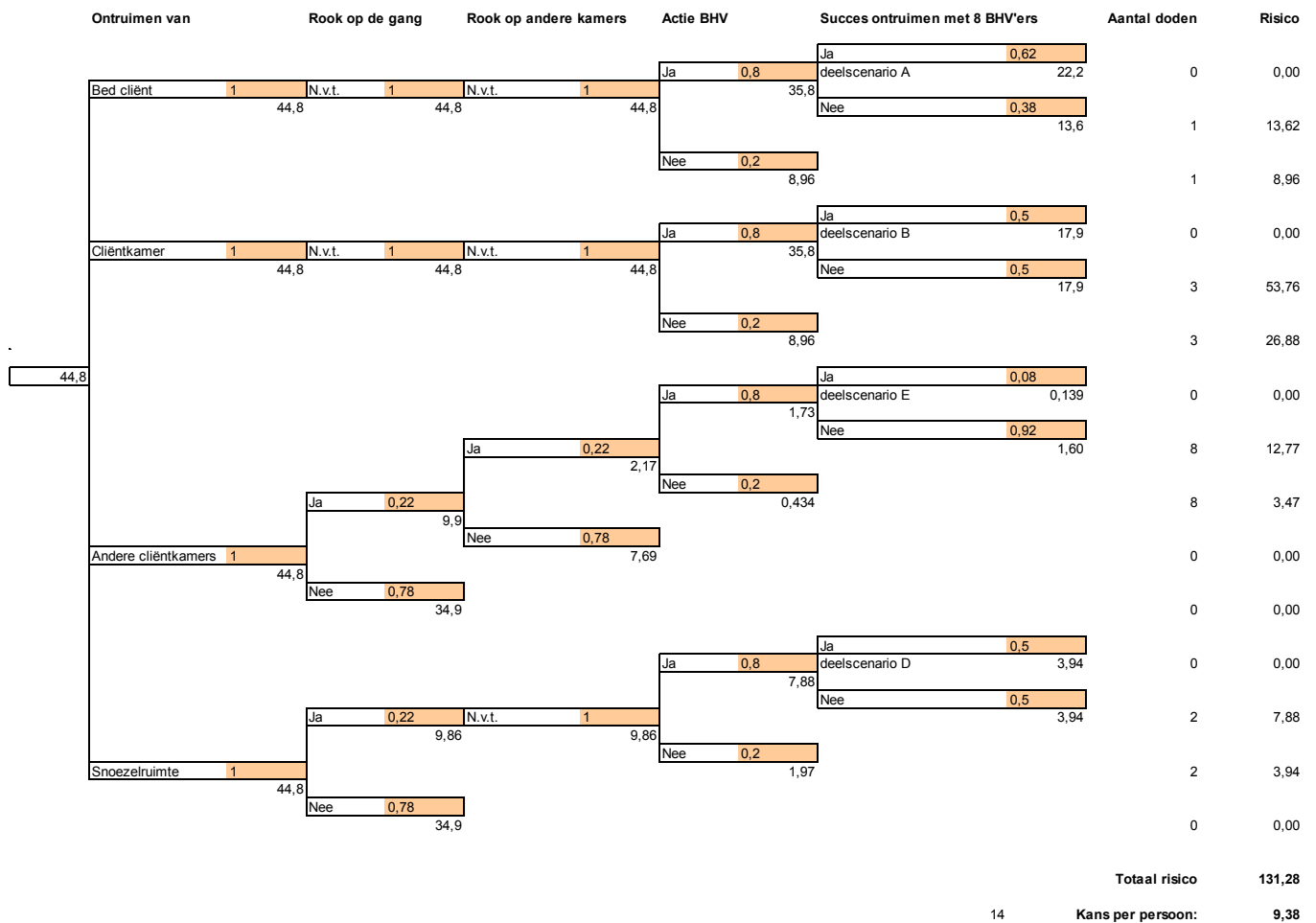
- De totale ontruimingstijd van een subbrandcompartiment na signalering van een brand is het totaal van de opkomsttijd van de BHV en de ontruimingstijden van cliënten. De tijd benodigd voor cliënten is afhankelijk van de mate van zelfredzaamheid. In dit voorbeeld zijn de cliënten niet zelfredzaam en zij moeten door 2 BHV'ers worden ontruimd (situatie R2 volgende de WARR-systematiek).
- Om de ontruimingstijden van de 14 aanwezige cliënten te berekenen, is een logisch model van de feitelijke ontruiming opgesteld. Daarbij is in beschouwing genomen dat de ontruiming van een cliënt twee stappen kent: het ontruimen van de ruimte waar cliënt(en) zich bevinden en het ontruimen van cliënten uit de afdeling naar een naastgelegen ander subbrandcompartiment. Voor elk stap is steeds een tijd van 60 seconden aangehouden: stap 1 (kamer in - bed op wielen - kamer uit) is 60 s en stap 2 (bed door gang - uit compartiment – parkeren/overdragen – terugkeren) is eveneens 60 s. BHV'ers moeten dus steeds heen en weer en in deze situatie (R2) zijn er twee BHV'ers nodig om één cliënt te ontruimen. De tijden die benodigd zijn om telkens deze twee stappen te maken staan in onderstaande tabel 2. In aanvulling daarop is ook de situatie beschouwd dat 8 BHV'ers een treintje vormen. De eerste 300 seconden vanaf melding van de brand zijn de optelling van verwerken, opkomsttijd en evacuatie van de eerste cliënt door de eerste 2 BHV'ers die arriveren. Verondersteld is dat in geval van meer dan 2 BHV'ers de overige BHV'ers 60 s later tot ontruimen kunnen overgaan. Per tijdstap is in tabel 2 aangegeven hoeveel cliënten veilig uit het subbrandcompartiment zijn ontruimd. Het model laat zien dat de ontruimingstijd sterk afhankelijk is van het aantal BHV'ers. Zelfs bij 8 BHV in een 'treintje' is er nog 540 s nodig om het gehele subbrandcompartiment leeg te krijgen.
- De tijden in tabel 2 voor de verschillende beschouwde scenario's zijn de gemiddelde benodigde ontruimingstijd (RSET). Verondersteld is dat de onzekerheid in die tijden steeds 20% is (variatiecoëfficiënt is gelijk aan 0,2).

Tabel 2 Overzicht aantal cliënten die uit subbrandcompartiment zijn ontruimd door aantal BHV'ers als functie van de tijd

Tijd in s	Aantal BHV'ers				
	2	4	6	8	8-trein
300	1	1	1	1	3
360	1	2	3	4	6
420	2	3	4	5	9
480	2	4	6	8	12
540	3	5	7	9	15
600	3	6	9	12	
660	4	7	10	13	
720	4	8	12	16	
780	5	9	13		
840	5	10	15		
900	6	11			
960	6	12			
1020	7	13			
1080	7	14			
1140	8				
1200	8				
1260	9				
1320	9				
1380	10				
1440	10				
1500	11				
1560	11				
1620	12				
1680	12				
1740	13				
1800	13				
1860	14				
1920	14				

Op basis van deze gebeurtenissen zijn gebeurtenissenbomen opgezet en uitgewerkt voor de beschouwde alternatieve brandveiligheidsmaatregelen. Ter illustratie is een deel van een van de gebeurtenissenboom weergegeven in figuur 4. Dit betreft de situatie conform de compartimentering gegeven in figuur 3, zonder dat er sprake is van een sprinkler. Verder is alleen een brand die ontstaat in een cliëntenkamer beschouwd, waarin ook een cliënt aanwezig is. Daarbij is reeds uitgerekend dat de kans dat de gebeurtenissen 'ontstaan van brand', 'brand levensbedreigend', 'locatie van de brand' en 'aanwezigheid van cliënten' gelijk is aan $45 \cdot 10^{-6}$. De gebeurtenissen 'ontruimen van locatie', 'rook op de gang', 'rook op andere kamers', actie BHV en 'succes ontruimen met 8 BHV'ers' zijn weergegeven met bijbehorende kansen. De waarden van de kansen behorende bij de gebeurtenis 'succes ontruimen met 8 BHV'ers' zijn bepaald met behulp van Monte

Carlo simulaties uitgaande van de eerdere aangeven benodigde tijden (RSET) en beschikbare tijden (ASET). Daarbij is er rekening mee gehouden dat eerst de cliënt op de kamer waar de brand is ontstaan door de BHV'ers wordt ontruimd gevolgd door de andere cliënten in hetzelfde beschermd subbrandcompartiment. Daarbij worden respectievelijke de snoezelruimte en ander cliëntenkamers ontruimd. De daaruit volgende kansen worden vervolgens vermenigvuldigd met het aantal in betreffende ruimten aanwezige cliënten. Dit levert het risico op dat is gesommeerd om te komen tot het totaal risico. Door deze laatste waarde te delen door het totaal aantal cliënten dat verblijft in het subbrandcompartiment, levert de kans op van $9,38 \cdot 10^{-6}$ op (dodelijke) slachtoffers per persoon per jaar. Opgemerkt wordt dat dit in figuur 4 nog niet de uiteindelijke kans oplevert voor het gehele subbrandcompartiment.



Figuur 4 Deel uitgewerkte gebeurtenissenboom (gegeven waarde voor berekende kansen en risico's vermenigvuldigd met 10⁻⁶).

In tabel 3 is een overzicht van de resultaten gegeven, uitgedrukt in de kans per jaar dat een cliënt in het beschouwde subbrandcompartiment (dodelijk) slachtoffer is van een brand.

Tabel 3 Overzicht resultaten risicogebaseerde analyses: kans per jaar (gegeven waarde vermenigvuldigen met 10^{-6}) dat een cliënt in één bepaald subbrandcompartiment (dodelijk) slachtoffer is van een brand

Compartimentering			Actieve blusmiddelen		BHV									
					WARR	Opleidingsniveau	Tijd van de dag		Aantal BHV'ers					
Standaard	Kleiner beschermd sbc	Zonder beschermd sbc	Geen	Natte sprinkler	IRR: Redden met 2 BHV'ers	Standaard opleiding	Dag	Nacht	1	2	4	6	8	8-trein
x			x		x	x	x		21	19	17	16	14	12
	x		x		x	x	x		15	13	11	11	10	8,0
		x	x		x	x	x		22	20	18	17	15	14
x				x	x	x	x		4,5	3,6	2,7	2,2	1,7	1,4
		x		x	x	x	x		4,5	3,7	3,0	2,6	2,2	1,9
x			x		x	x		x	24	21	20	18	16	14
	x		x		x	x		x	17	14	12	12	11	8,9
		x	x		x	x		x	24	22	21	19	17	17
x				x	x	x		x	5,0	4,2	3,2	2,5	2,0	1,6
		x		x	x	x		x	5,0	4,2	3,4	2,9	2,5	2,2

Bespreking resultaten

Om inzicht te krijgen in de situaties waarvoor de brandveiligheid op orde is, is aan de tabel 3 een stoplicht toegevoegd. Daarbij is in lijn met de kwantificering van de prestatie-eisen de volgende keuze gemaakt voor de afkappunten:

- Het stoplicht is rood als de kans groter of gelijk is dan $15 \cdot 10^{-6}$.
- Het stoplicht is groen als de kans kleiner is dan $5,0 \cdot 10^{-6}$.
- Het stoplicht is geel voor tussenliggende waarden.

Deze resultaten geven de volgende inzichten:

- De uitkomsten zijn in overeenstemming met wat een brandveiligheidsexpert kwalitatief zou veronderstellen.
- Het kan echter nog niet worden gesteld dat deze uitkomsten ook in absolute zin correct zijn. De uitgevoerde analyses bevat nog verschillende aannames die in de nabije toekomst verder onderbouwd moeten worden.
- Wel mag verondersteld worden dat de uitkomsten meer inzicht verschaffen in de verschillen tussen de beschouwde maatregelen en situaties. Effecten van de mate van compartimentering, gebruik van actieve blusmiddelen en inzet van BHV'ers zijn goed zichtbaar. Interessant zou zijn om na te gaan wat de invloed van de mate van zelfredzaamheid nu feitelijk is. Veelal zal de cliënt meer tijd nodig hebben dan de hier benodigde 120 s, maar daartegenover staat dat hetzelfde aantal BHV'ers meer cliënten tegelijkertijd uit het subbrandcompartiment kunnen begeleiden. Verder is het ook mogelijk om de mate van opleiding

- van de BHV'ers mee te nemen in de bepaling van de kans dat ze niet tijdig tot actie weten over te gaan.
- Opgemerkt wordt dat in deze analyses niet gekeken is naar het groepseffect in de zin dat voor de verschillende scenario's ook het mogelijk aantal (dodelijke) slachtoffers is berekend. In toekomstige analyses zou het zinvol kunnen zijn om dit wel te doen.

4.3.2 Voorbeeld zorginstelling 'Genemuiden'

De J.P. van den Bent stichting met verschillende woon- en zorgcentra in Gelderland, Overijssel en Friesland, heeft de gegevens van een van haar gebouwen voor dit onderzoek ter beschikking gesteld. Dit betreft een gebouw in Genemuiden. De in dit onderzoek beschouwde situaties zijn alleen gebaseerd op de beschikbare plattegronden en niet op het huidige gebruik van het gebouw. Ten overvloede is hier vermeld dat er verschillen kunnen bestaan tussen de in dit onderzoek veronderstelde situaties en daadwerkelijke situaties in de praktijk. De resultaten van dit onderzoek mogen dan ook niet zondermeer worden geprojecteerd op de het huidige gebruik.

Beschrijving gebouw en gebruikte brandveiligheidsmaatregelen

Het gebouw is een wooneenheid met 10 appartementen verdeeld over de begane grond en de verdieping. De cliënten hebben op beide verdiepingen een woonkamer en een snoezelruimte en voor het personeel zijn op de begane grond een aantal kamers met eigen faciliteiten ingericht. Elk appartement heeft een woonkamer, een slaapkamer, een toilet- en badruimte en een berging. Tevens is er per appartement een ruimte voor de CV en wasmachine. Deze opzet is bedoeld voor de gebruiksfunctie wonen met zorg, maar vanwege de beperkingen in het onderzoek is hier aangenomen dat sprake is van een zorgfunctie met bedgebied.

Het gebouw is gecompartmenteerd. De rode lijnen markeren in figuur 5 de gekozen brandscheidende wanden en deuren van de aangebrachte subbrandcompartimenten per verdieping en de groene lijnen markeren de gekozen brandscheidende wanden en deuren van de beschermde subbrandcompartimenten. De gekozen compartimentering en de vluchtroutes voldoen aan de (nieuwbouw-)eisen van het Bouwbesluit 2012.



Figuur 5 Plattegrond begane grond (links) en verdieping (rechts) met indeling subbrandcompartimenten (rood) beschermd subbrandcompartimenten (groen)

Uiteraard is het gebouw voorzien van de vereiste alarminstallaties e.d., maar deze blijven in dit onderzoek verder buiten beschouwing. Vanwege de keuze om te compartimenteren conform het Bouwbesluit is een sprinkler- of waterinstallatie niet noodzakelijk vanuit de wet. De vereiste omvang van de BHV in geval van een ontruiming is onderwerp van studie in dit onderzoek. Daarbij is verondersteld dat er in zowel de dag- als in de nachtsituatie 5 cliënten aanwezig zijn in een subbrandcompartiment (verdieping).

Beschouwde alternatieve brandveiligheidsmaatregelen

Ten behoeve van de risicogebaseerde analyse worden naast de hierboven beschreven situatie conform het Bouwbesluit de volgende alternatieven beschouwd die een combinatie zijn van de volgende bouwkundige, installatietechnische en organisatorische maatregelen:

- Compartimentering:
 - conform plattegrond figuur 5, waarin sprake is van een beschermd subbrandcompartiment per appartement met 1 cliënt, of
 - zonder beschermd subbrandcompartimenten.
- Actieve blusmiddelen:
 - geen; of
 - natte sprinklerinstallatie in appartementen, woonkamer/gang en snoezelruimten.
- Inrichting BHV ten behoeve van ontruiming:
 - verondersteld wordt dat alle cliënten beperkt zelfredzaam zijn. Op basis van de WARR-systematiek worden de volgende situaties beschouwd:
 - de situatie W dat de cliënten gewaarschuwd worden door de alarminstallatie en zelfstandig het brandcompartiment verlaten.

- Verondersteld wordt wel dat inzet van de BHV noodzakelijk is voor het redden van de cliënt in het appartement waarin brand ontstaat;
- de situatie A dat de cliënten gewaarschuwd worden door de BHV'ers en waarin de BHV'ers de bewoners uit het brandcompartiment begeleiden.
 - o het opleidingsniveau volgens NiBHV is het 'standaard' opleidingsniveau en is aangenomen dat de BHV adequaat getraind en geoefend is;
 - o dag en nacht situatie worden beschouwd; en
 - o in de risico-analyses wordt voor de W-situatie een BHV-sterkte van 1 of 2 BHV'ers verondersteld, terwijl voor de A-situatie een BHV-sterkte van 1, 2, 4, 6 of 8 BHV'ers wordt beschouwd. Uitgangspunt is dat het gebouw op een terrein staat met meerdere vergelijkbare gebouwen en dat na alarmering alle op het terrein aanwezige BHV'ers in actie komen.

Risicogebaseerde analyses

Voor een van de twee subbrandcompartimenten (verdiepingen) zijn een aantal scenario's te beschouwen die te representeren zijn in een reeks van gebeurtenissen. De mogelijkheid dat de brand zich ook naar de andere verdieping (subbrandcompartiment) kan uitbreiden is in deze analyse niet nader beschouwd. Deze kans is beperkt en verondersteld kan worden dat dit pas plaats vindt nadat de professionele hulpdiensten reeds zijn gearriveerd. De volgende gebeurtenissen zijn in de analyses voor de hier boven beschreven mogelijke combinaties van brandveiligheidsmaatregelen nader uitgewerkt. De daarbij aangenomen kansen en tijden zijn gemotiveerd in 4.2.4.:

- Ontstaan van brand. De kans dat in een zorginstelling een brand ontstaat is gelijk aan $5 \cdot 10^{-6}$ / m²-jaar. Met een oppervlak van het subbrandcompartiment gelijk aan ca. 460 m², is deze kans gelijk aan $2,3 \cdot 10^{-3}$ / jaar.
- Brand ontwikkelt zich dusdanig dat een levensbedreigende situatie ontstaat. Lang niet alle branden die zullen ontstaan ontwikkelen zich dusdanig dat deze ook levensbedreigend zijn. Verondersteld is dat deze kans gelijk is aan 0,04 indien er geen sprinkler aanwezig is en gelijk is aan 0,008 indien dit wel het geval is.
- Sprinklerinstallatie faalt. Indien een sprinklerinstallatie als alternatieve oplossing is toegepast, moet er nog altijd rekening mee worden gehouden dat deze kan falen en dat dit dus consequenties heeft op de kans op slachtoffers. Hiervoor is een faalkans van 0,01 aangehouden.
- Locatie waar de brand ontstaat. Binnen het subbrandcompartiment is de volgende verdeling van de locatie waarde brand kan ontstaan aangehouden:
 - o Appartement: 0,8.
 - o Woonkamer en snoezelruimte: 0,2.
- Locatie waar cliënten aanwezig zijn. Dit heeft betrekking op de dag- en nachtsituatie. In de dagsituatie is aangenomen dat de kans 0,6 is dat een cliënt in zijn appartement aanwezig is, terwijl in de nachtsituatie dit 1,0 is. Als de cliënt overdag niet in zijn appartement aanwezig is, dan is hij in de woonkamer of snoezelruimte.
- Locatie die wordt ontruimt. Afhankelijk waar de brand ontstaat zal de BHV een bijpassend ontruimingsplan volgen:
 - o Indien de brand ontstaat in een appartement zullen de eerste BHV'ers nagaan of cliënt uit de betreffende kamer is te halen. Cliënten in de overige appartementen, de woonkamer en de snoezelruimte zullen afhankelijk van hun mate van zelfredzaamheid (W- of A-situatie volgens de WARR-

- systematiek) zonder of met assistentie van BHV'ers het subbrandcompartiment verlaten. Mocht het zo zijn dat rook in een te ontruimen kamers aanwezig is (tot op een hoogte van 2 m), dan wordt er niet verder ontruimd. Indien de betreffende ruimte een beschermd subbrandcompartiment betreft en er geen sprake is dat rook kan binnen dringen (open staande deur of opening in brandscheiding) dan wordt verondersteld dat betreffende cliënt(-en) later door de professionele hulpdiensten alsnog wordt (worden) gered.
- Indien de brand in de woonkamer of snoezelruimte ontstaat zullen de eerste BHV'ers nagaan of cliënten uit betreffende ruimte zijn te halen. Vervolgens worden de appartementen ontruimd zolang dit nog mogelijk is vanwege de rook in de woonkamer en snoezelruimte.
 - Situaties dat rook de gang of de cliëntenkamers indringt. Daarbij zijn de volgende situaties onderscheiden:
 - Brand ontstaat in appartement, waar er geen onderscheid is tussen wel of geen sprinklerinstallatie:
 - De kans dat rook in de woonkamer en snoezelruimte komt is 0,22. Daarbij is er wel vanuit gegaan dat de deuren dicht zijn.
 - De kans dat rook in de andere appartementen komt is $0,22 \times 0,22 = 0,05$.
 - Brand ontstaat in de woonkamer of snoezelruimte, waarbij er geen onderscheid is tussen wel of geen sprinklerinstallatie:
 - Hierbij verspreidt de rook zich ongehinderd in beide ruimten.
 - De kans dat rook in de appartementen komt is 0,22.
 - Indien de cliëntenkamers geen beschermd subbrandcompartiment zijn wordt verondersteld dat de rook zich in het gehele subbrandcompartiment verspreidt.
 - BHV (A situatie) weet niet tot snelle actie over te gaan. Uit oefeningen en uit situaties dat er daadwerkelijk sprake was van een brand, blijkt dat de BHV'ers niet tijdig tot ontruiming wisten over te gaan. Aangenomen is dat de kans dat BHV'ers met een standaard opleiding niet tijdig tot ontruiming weten over te gaan, gelijk is aan 0,2.
 - In de B situatie waarin verondersteld wordt dat de cliënten zelfstandig weten te ontruimen wordt eveneens verondersteld dat de cliënten net tot een actie weten over te gaan. Hiervoor is eveneens een kans van 0,2 aangenomen.
 - Succesvol ontruimen van het gehele subbrandcompartiment. Voor het bepalen van de kans dat cliënten succesvol uit het subbrandcompartiment worden ontruimd, moet de beschikbare tijd voor ontruimen (ASET) vergeleken worden met de benodigde tijd voor ontruimen (RSET). ASET wordt bepaald hoe de brand en rook zich gedurende de tijd ontwikkelen over de verschillende ruimten. In 4.2.4 is daartoe de nodige informatie verzameld, die geprojecteerd op het voorbeeld de volgende input oplevert:
 - Een belangrijk discussiepunt die in 4.2.4 is dat tijd gemoeid is met de ontwikkeling van een brand. Deze is vastgesteld op gemiddeld 240 s indien er geen sprinkler aanwezig is en 480 s indien er wel een sprinkler aanwezig is.
 - Bij een brand die ontstaat in de cliëntenkamer is indien er geen sprinkler aanwezig is, voor de meest betrokken cliënt 90 s beschikbaar, terwijl voor de eventuele andere cliënten 120 s beschikbaar is. Is er wel een sprinkler aanwezig dan zijn deze tijden respectievelijk 180 en 240 s.

Indien de rook kan doordringen naar de woonkamer en de snoezelruimte, dan wordt de grens voor zichtbaarheid in 120 s bereikt indien er geen sprinkler aanwezig is en in 240 s indien deze wel aanwezig is. Deze tijden zijn gelijk aan de waarden die in 4.2.4 zijn vastgesteld, omdat uit een vergelijking van de plattegronden blijkt dat de omvang van de gang in het voorbeeld vergelijkbaar is.

Indien de rook zich verder verspreid in de andere cliëntenkamers zullen de tijden die beschikbaar zijn om cliënten via de gang te ontruimen maatgevend zijn.

- Bij een brand die ontstaat in de woonkamer of snoezelruimte is indien er geen sprinkler aanwezig is 120 s beschikbaar en 240 s indien er wel een sprinkler aanwezig is. De tijd die voor ontruimen van de cliëntenkamers beschikbaar is, is 240 s als er geen sprinkler is en 480 s indien er wel een sprinkler is.
- De bovenstaande tijden geven voor de verschillende beschouwde scenario's de gemiddelde totale beschikbare tijd ASET. Verondersteld is dat de onzekerheid hierbij uitgedrukt in de variatiecoëfficiënt gelijk is aan 0,2.

RSET wordt bepaald door de snelheid waarmee de cliënten in veiligheid kunnen worden gebracht. De benodigde tijd voor de situatie waarin de cliënten na waarschuwing (W-situatie) zelfstandig het subbrandcompartiment kunnen verlaten, wordt tijd bepaald door de mate van zelfredzaamheid van de cliënten zelf.

- De totale ontruimingstijd van een subbrandcompartiment na signalering van een brand is het totaal de tijd die de cliënten nodig hebben om zich te realiseren dat zij in gevaar zijn en de tijd die zij nodig hebben om uit het subbrandcompartiment te komen.
- Verondersteld wordt dat daar een significant verschil zit tussen de verschillende cliënten en de dag en de nacht situatie. De risicobenadering biedt de mogelijkheid om te kijken welke kans op (dodelijke) slachtoffers hoort bij een veronderstelde ontruimingstijd.
- Voor de cliënt die zich bevindt in de ruimte waarin de brand ontstaat wordt verondersteld dat deze afhankelijk is van de BHV. Voor de verwerking van een melding en de opkomsttijd van de eerste BHV'er is totaal 180 s verstreken. Daarna zal de BHV'er de betreffende cliënt in 240 s in veiligheid kunnen brengen.

De benodigde tijd voor de situatie waarin de cliënten geassisteerd moeten worden door BHV'ers (A-situatie) wordt bepaald door de zelfredzaamheid van de cliënten en de organisatie van de BHV.

- Om de ontruimingstijden van de 5 aanwezige cliënten te berekenen is een logisch model van de feitelijke ontruiming opgesteld. Zoals hierboven aangegeven is voor de verwerking van een melding en de opkomsttijd van een BHV'er is totaal 180 s verstreken. Indien er meer BHV'ers zijn, zullen deze 60 s later opkomen.
- De uit tabel 4 voor de verschillende beschouwde scenario's volgende tijden zijn de gemiddelde benodigde tijd RSET. Verondersteld is dat de onzekerheid hierbij uitgedrukt in de variatiecoëfficiënt gelijk is aan 0,2.

Tabel 4 Overzicht aantal cliënten die uit subbrandcompartiment zijn ontruimd door aantal BHV'ers als functie van de tijd.

Tijd in s	Aantal BHV'ers				
	1	2	4	6	8
300	1	2	2	2	2
360	1	2	4	6	8
420	2	3	7		
480	2	3			
540	3	5			
600	3				
660	4				
720	4				
780	5				

Op basis van deze gebeurtenissen zijn gebeurtenissenbomen opgezet en uitgewerkt voor de beschouwde alternatieve brandveiligheidsmaatregelen. In de tabellen 5 en 6 zijn voor respectievelijk de W- en de A-situatie overzichten van de resultaten gegeven, uitgedrukt in de kans per jaar dat een cliënt in het beschouwde subbrandcompartiment (dodelijk) slachtoffer is van een brand.

Tabel 5 Overzicht resultaten risicogebaseerde analyses voor W-situatie: kans per jaar (gegeven waarde vermenigvuldigen met 10⁻⁶) dat een cliënt in één bepaald subbrandcompartiment (dodelijk) slachtoffer is van een brand.

Compartimentering		Actieve blusmiddelen		BHV										
				WARR		Opleidingsniveau	Tijd van de dag		Ontruimingstijd na alarmeren in s					
Standaard	Zonder beschermd sbc	Geen	Natte sprinkler	W: Waarschuwen	A: Assisteren	Standaard opleiding	Dag	Nacht	120	240	360	480	600	720
x		x		x		x	x		9,7	11	15	18	19	20
	x	x		x		x	x		24	34	57	71	79	83
x			x	x		x	x		1,7	2,9	2,4	3,0	3,4	3,6
	x		x	x		x	x		4,6	5,2	8,2	12	14	16
x		x		x		x		x	13	13	15	17	17	18
	x	x		x		x		x	27	37	58	71	79	82
x			x	x		x		x	2,1	2,7	2,4	2,7	3,0	3,1
	x		x	x		x		x	5,0	5,6	8,4	12	14	15

Tabel 6 Overzicht resultaten risicogebaseerde analyses voor A-situatie: kans per jaar (gegeven waarde vermenigvuldigen met 10^{-6}) dat een cliënt in één bepaald subbrandcompartiment (dodelijk) slachtoffer is van een brand.

Compartimentering		Actieve blusmiddelen		BHV										
				WARR		Opleidingsniveau	Tijd van de dag		Aantal BHV'ers					
Standaard	Zonder beschermd sbc	Geen	Natte sprinkler	W: Waarschuwen	A: Assisteren		Standaard opleiding	Dag	Nacht	1	2	4	6	8
x		x			x	x	x		17	15	14	13	13	
	x	x			x	x	x		77	67	59	54	54	
x			x		x	x	x		2,8	2,3	1,9	1,8	1,8	
	x		x		x	x	x		14	11	8,4	7,3	7,3	
x		x			x	x		x	14	13	12	12	12	
	x	x			x	x		x	86	76	65	63	63	
x			x		x	x		x	2,3	2,0	1,8	1,7	1,7	
	x		x		x	x		x	13	9,9	8,0	7,6	7,6	

Bespreking resultaten

Om inzicht te krijgen in de situaties waarvoor de brandveiligheid op orde is, is aan de tabellen 5 en 6 een stoplicht toegevoegd. Daarbij is in lijn met de kwantificering van de prestatie-eisen de volgende keuze gemaakt voor de afkappunten:

- Het stoplicht is rood als de kans groter is dan $15 \cdot 10^{-6}$.
- Het stoplicht is groen als de kans kleiner is dan $5,0 \cdot 10^{-6}$.
- Het stoplicht is geel voor tussenliggende waarden.

De resultaten geven de volgende inzichten:

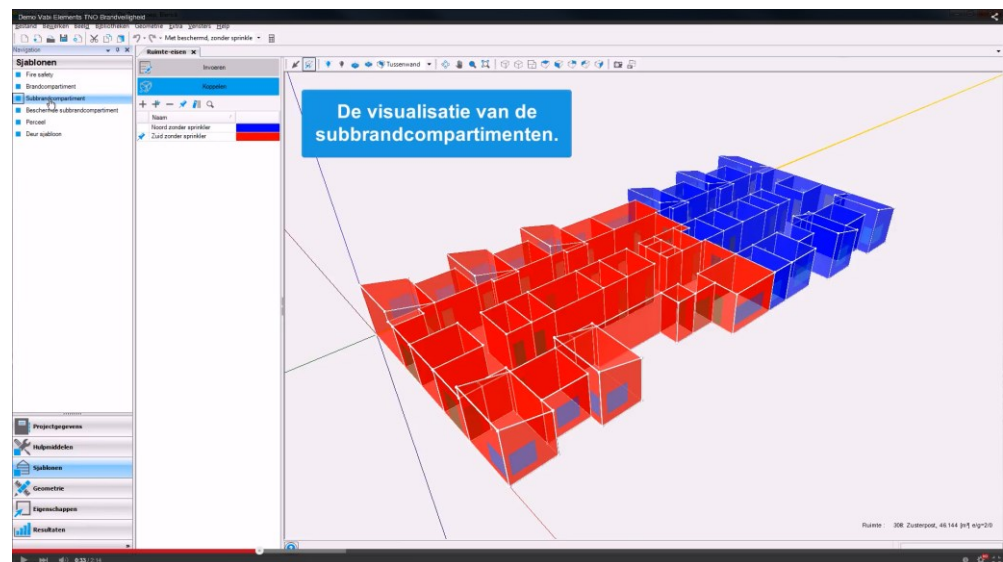
- Het is belangrijk om te weten in welke mate een cliënt nog zelfredzaam is. Het voorbeeld laat zien dat een cliënt nog redelijk uit de voeten moet kunnen om in 2 minuten uit het subbrandcompartiment te komen. Dit is zeker het geval voor de nacht, waarin de cliënt ook zelfstandig het bed uit moet komen.
- Bij de A-situatie is verondersteld dat een BHV'er nodig is om een cliënt te kunnen ontruimen. Het is denkbaar dat dit in bepaalde situaties niet meer mogelijk is en dat twee BHV'ers nodig zijn per cliënt.
- De twee voorbeelden laten zien dat het gebruik van een stoplicht verhelderend werkt. De gemaakte keuzes voor de grenswaarden lijken in lijn te zijn met wat brandveiligheidsexperts zouden inschatten. Overigens onderbouwen de voorbeelden wel het beeld dat, door de beperkte zelfredzaamheid van cliënten, het lastiger is om de brandveiligheid in de zorg ook op orde te hebben. Voor een betere inschatting van wat wel of niet acceptabel is, zullen vergelijkbare analyses moeten worden gemaakt voor geheel ander gebruiksfuncties.

4.4 WP 4: Demo-versie brandveiligheidsmodule 3D gebouwmodel

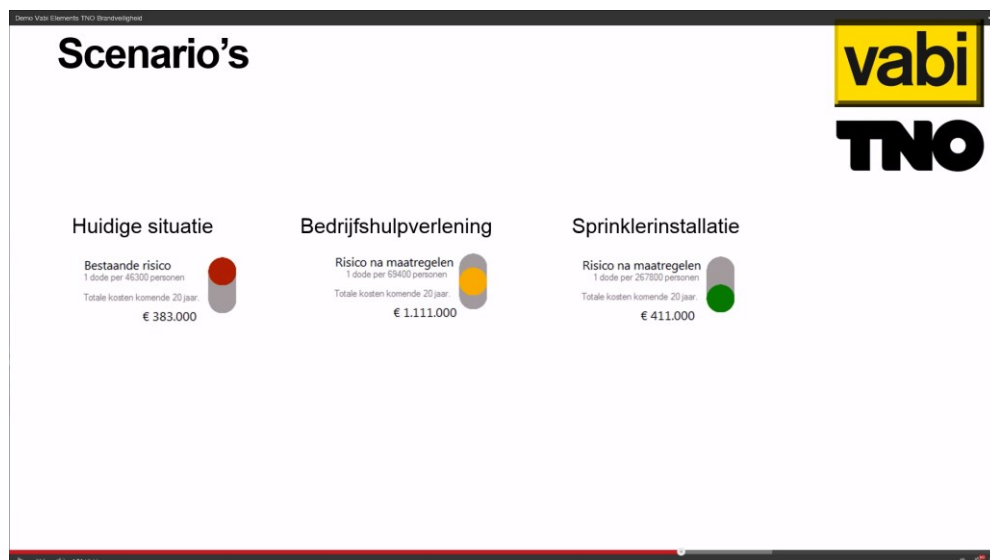
Als uitvloeisel van de voorgaande drie werkpakketten is ter demonstratie van de uitgewerkte risicobenadering een brandveiligheidsmodule ontwikkeld in VABI Elements, een 3D-gebouwmodel. Deze demonstratieversie kan toetsen of de bouwkundige brandveiligheidsmaatregelen (compartimentering en vluchtwegen) voldoen aan de daaraan gestelde eisen van het Bouwbesluit. Daarnaast is voor de toetsing van de installatietechnische maatregelen (sprinkler en watermist) en voor de organisatorische maatregel (inzet van BHV'ers bij een ontruiming) een dashboard ontwikkeld. Voor de twee in dit onderzoek beschouwde voorbeelden van zorginstellingen is het zogenaamde stoplicht ingebouwd, waarmee voor de gebruiker inzichtelijk wordt tot welk niveau van persoonlijke veiligheid de gekozen combinatie van maatregelen leidt. Dit dashboard ondersteunt de gebruiker om passende maatregelen te selecteren die leiden tot het gewenste veiligheidsniveau, ook als dat ligt boven wat het Bouwbesluit voorschrijft.

Tevens biedt de demo-versie de mogelijkheid om de kostenconsequenties van de beschouwde maatregelen door te rekenen, zowel initieel als tijdens de exploitatie. Dit maakt dat de brandveiligheidsmodule de bestuurder van een zorginstelling of de gebouweigenaar niet alleen inzicht verschafft in de mate van brandveiligheid afhankelijk van de gekozen maatregelen, maar ook in de bijbehorende kostenconsequenties.

De demo-versie van de brandveiligheidsmodule in een 3D-gebouwmodel is toegankelijk op <http://youtu.be/AWWGMmKLN8g>. Twee screenshots zijn opgenomen in figuur 6 en 7.



Figuur 6 Screenshot in het 3D-gebouwmodel van een plattegrond van een zorginstelling. De twee subbrandcompartimenten zijn weergegeven.



Figuur 7 Screenshot waarin een vergelijking gemaakt wordt tussen de basissituatie (Bouwbesluit en 2 BHV'ers) en alternatieve situaties met geselecteerde maatregelen (8 in plaats van 2 BHV'ers en alternatief met sprinkler). De consequenties voor de veiligheid en de kosten zijn gegeven.

4.5 WP 5: Disseminatie

De tussenresultaten van dit project zijn met betrokken partijen gedeeld door hen uit te nodigen voor een klankbordgroep tegen het einde van het project, door een brochure op te stellen en zo breed mogelijk te verspreiden en door de demo-versie van het 3D-gebouwmodel publiek toegankelijk te maken gedurende een jaar vanaf het einde van het project.

4.5.1 Klankbordgroep en contacten

De bijeenkomst voor de klankbordgroep vond plaats op 2 maart 2015. Er zijn 16 stakeholders uitgenodigd. De gevolgde principes zijn besproken en de resultaten zijn op hun toepasbaarheid getoetst. De genodigden waren de volgende:

1	drs. M. Hooymeijer	Careyn Zorg & Vastgoed	ontwikkelmanager vastgoed
2	ing. W. Wissink MSc	Chubb insurance Company of Europe SE	Nordic and Benelux Loss Control Manager / Senior INT specialist
3	ing. P. Schut CCP	Octaaf Groep	Partner
4	ir. R.J. M. van Mierlo	Efectis	Senior Project Leader Fire Engineering
5	C.E. Meijer	Sectorhoofd risicobeheersing	Brandweer Nederland
6	ing. J.T. Koudijs	directeur	VVBA
7	G. Meijer	commissielid kenniskring Huisvesting & Vastgoed	Facility Management Nederland
8	J.L.C. van Os	beleidsmedewerker	BZK

9	J.H. van Egmond	beleidsmedewerker	VWS
10	dr. ir. I.J.J. van Straalen	Sr. Technical Consultant technical Sciences	TNO Structural Reliability
11	ir. R.W.A. Oorschot	Business developer	TNO Innovatie Centrum Bouw
12	drs. R.A. Bezemer MTD	Projectleider Veiligheid	TNO Innovatie Centrum Bouw
13	ir. A. de Jong	themamanager bouw-techniek, brandveiligheid en bouwregelgeving	SBRCURnet
14	mw. M. Kop	programmamanager Naar Betere Brandveiligheid in de Zorg	BOZ
15	N. van Etten	consultant/adviseur	NiBHV
16	ing. R. R. Hagen MPA	lector brandpreventie Brandweeracademie	Instituut Fysieke Leefomgeving

Het verslag van de bijeenkomst is opgenomen in bijlage D.

4.5.2 *Brochure*

SBRCURnet heeft op basis van de resultaten van dit project een brochure opgesteld om interesse te wekken in de ontwikkelde risicogebaseerde aanpak en om de mogelijkheden aan te geven die het afwegen van maatregelen tegen veiligheid en kosten biedt. De brochure is opgenomen in bijlage E.

5 Conclusies en aanbevelingen

Met de onderzoeksresultaten zoals gepresenteerd in dit rapport is invulling gegeven aan de onderzoeksvraag:

Hoe kan in de langdurige intramurale zorg ten behoeve van brandveiligheid een operationele invulling worden gegeven aan de integrale risicobenadering voor de inzet van de brandveiligheidsmaatregelen sprinkler en watermist als alternatief voor een volledige compartimentering conform het Bouwbesluit en een uitgebreide BHV-organisatie?

Daartoe is een aanpak gedefinieerd voor het bepalen van het risico op (dodelijke) slachtoffers ten gevolge van een brand, waarbij een set brandveiligheidsmaatregelen genomen is. Eveneens is het principe uiteengezet hoe deze aanpak is in te zetten in de langdurige zorg om de gelijkwaardigheid van een sprinkler- en watermist-systeem aan te tonen als alternatief voor een volledige compartimentering conform het Bouwbesluit, gecombineerd met een uitgebreide BHV-organisatie.

De hoofdconclusie van het onderzoek is:

De risicobenadering leent zich ervoor om het risico op (dodelijke) slachtoffers ten gevolge van een brand te kwantificeren. Dit biedt de mogelijkheid om combinaties van bouwkundige, installatietechnische en organisatorische maatregelen integraal tegen elkaar af te wegen op basis van het wettelijk vastgesteld niveau van brandveiligheid en een eventueel - door de bestuurders gewenst - hoger niveau.

De resultaten van het onderzoek zijn verwerkt in een demo van een softwareapplicatie die gebruik maakt van een bestaand gebouwmodel. Aan dit model zijn verschillende brandveiligheidsmaatregelen toe te voegen en het heeft de mogelijkheid om de gemaakte keuzes te toetsen aan een reeks eisen. In de demo worden de door het Bouwbesluit gestelde eisen van compartimentering en vluchtwegen getoetst. Tevens is een zogenaamd dashboard ontwikkeld waarmee op basis van de ontwikkelde risicobenadering de brandveiligheidsmaatregelen (a) verschillende varianten van compartimentering, (b) sprinklers en watermist en (c) de inzet van BHV bij een ontruiming zijn te toetsen. Dit gebeurt op basis van een voorgestelde eis aan het criterium voor het brandveiligheidsdoel 'persoonlijke veiligheid'. Tevens maakt de demo inzichtelijk dat bestuurders van een zorginstelling met deze softwareapplicatie in staat zijn om het effect van hun brandveiligheidsbeleid te toetsen en dat zij eveneens de kostenconsequenties kunnen overzien.

Op basis van het uitgevoerde onderzoek zijn de volgende conclusies getrokken:

- Het Bouwbesluit 2012 geeft een uitwerking van de eisen die worden gesteld aan de bouwkundige maatregelen voor compartimentering en vluchtroutes. Deze eisen zijn beschreven in een set oplossingen zonder dat is gekwantificeerd wat de bijdrage aan brandveiligheid is.

- Het Bouwbesluit 2012 geeft ook invulling aan verschillende installatietechnische maatregelen, maar voor de inzet van sprinkler of watermist zal gebruik moeten worden gemaakt van het gelijkwaardigheidsprincipe.
- In de Arboret worden de organisatorische maatregelen ingevuld met alleen een functionele beschrijving hoe de BHV moet worden georganiseerd voor de ontruiming van een afdeling in een zorgcomplex. Om tot een invulling van de BHV-organisatie te komen, is een aantal methoden beschreven. Er is een vergelijking gemaakt van de methoden die in de praktijk in Nederland worden gebruikt. Hieruit blijkt dat geen inzicht gegeven kan worden in de effectiviteit van een gekozen invulling van de BHV bij een ontruiming. In het onderzoek is als alternatief een methode gebruikt waarmee het wel mogelijk is om de effectiviteit en efficiëntie te voorspellen, waarbij eveneens rekening wordt gehouden met de mate van zelfredzaamheid van de cliënten.
- Er bestaan meerdere typen risicobenaderingen die voor de beoordeling van de brandveiligheid van een gebouw zijn in te zetten. Daarvan zijn er vier bruikbaar bij de beoordeling van brandveiligheid:
 - Identificatie van een ongewenste situatie. Deze vorm van risicobenadering is vooral bruikbaar om in processen stappen te identificeren die (gemakkelijk) kunnen leiden tot ongewenste situaties. Denk daarbij aan geparkeerde rolstoelen die de vluchtroute blokkeren en openstaande branddeuren die bijvoorbeeld zijn vergrendeld door een keg.
 - De “mogelijke bovengrens”-benadering, waarmee de meest realistische risico's zijn te identificeren. Echter deze benadering doet geen uitspraak over de grootte van de risico's. In de huidige praktijk wordt deze vorm van risicobenadering gebruikt bij het aantonen van de gelijkwaardigheid van een alternatieve oplossing onder de voorwaarde dat de alternatieve oplossing eenzelfde “bovengrens” heeft als de gebruikelijke voorgeschreven oplossing.
 - Risicobenadering op basis van beperkte probabilistische aanpak, waarbij gebruik wordt gemaakt van zogenaamde gebeurtenissenbomen. Elke beschouwde gebeurtenis heeft een kans van optreden en alle gebeurtenissen gezamenlijk resulteren in de kans dat een of meerdere (dodelijke) slachtoffers vallen bij een brand (het feitelijke risico bij het doel ‘persoonlijke veiligheid’).
 - Risicobenadering op basis van een volledig probabilistische aanpak. Dit niveau is een nuancering van het voorgaande niveau en houdt rekening met de onzekerheid van de gebeurtenissen.

De eerste twee typen risicobenaderingen zijn weliswaar praktisch bruikbaar, maar slechts beperkt bruikbaar om tot een integrale afweging van verschillende brandveiligheidsmaatregelen te komen. Het is met deze methodieken helemaal niet mogelijk om een brandveiligheidsbeleid van een zorginstelling, dat minder risico's accepteert dan het wettelijk minimum niveau uit het Bouwbesluit en de Arboret, te vertalen in aanvullende maatregelen. Omdat de laatste twee typen gebaseerd zijn op de probabilistiek, kan ermee gerekend worden en kan men komen tot een kwantitatieve beoordeling. Vandaar dat in dit onderzoek deze typen risicobenaderingen zijn ingezet. Om ook tot een praktische toepasbaarheid van de uitkomsten van het onderzoek te komen, is ervoor gekozen deze in een gebouwsimulatiemodel te ontsluiten. Dit zal in een softwaretool worden vertaald die (op termijn) beschikbaar komt voor de praktijk.

- Om aan te sluiten op de huidige wet- en regelgeving voor brandveiligheid en om invulling te kunnen geven aan mogelijke aanvullende (verhoogde) brandveiligheidseisen, is een raamwerk van risicobenadering voor brandveiligheid ontwikkeld. Dit raamwerk stelt eisen aan een set van risicocriteria die volgen uit het brandveiligheidsdoel. Deze criteria zijn daarmee direct te koppelen aan de eisen gesteld in wet- en regelgeving voor verschillende brandveiligheidsmaatregelen. Dit raamwerk is uit te bouwen voor andere brandveiligheidsdoelen zoals bedrijfscontinuïteit.
- Essentieel in het raamwerk zijn de te stellen prestatie-eisen van de onderscheiden risicocriteria. Voor de persoonlijke veiligheid is het overkoepelend criterium de geaccepteerde kans op (dodelijke) slachtoffers. Vanuit maatschappelijk perspectief heeft deze kans dat een persoon in een jaar (dodelijk) slachtoffer wordt van een brand een ordegrootte van 10^{-5} tot 10^{-6} . Daarnaast moet ook rekening gehouden worden met het effect dat de toelaatbare kans op een groter aantal (dodelijke) slachtoffers bij een brand lager zal zijn.
- Bij het uitwerken van de risicobenadering op basis van probabilistiek moeten scenario-analyses van verschillende mogelijk optredende situaties bij brand worden uitgewerkt. Daarbij wordt gebruik gemaakt van zogenaamde fire safety engineering tools om bijvoorbeeld de brand- en rookontwikkeling te voorspellen of de ontruimingstijd te berekenen.
- In dit onderzoek zijn brandveiligheidsmaatregelen in een risicocontext geplaatst. De door het Bouwbesluit voorgeschreven omvang van een (beschermd) subbrandcompartiment kan gevarieerd worden afhankelijk van de inzet van alternatieve maatregelen. Zo zal bij toepassing van sprinkler of watermist deze omvang mogen toenemen, maar het kan ook zo zijn dat van een beperktere omvang uitgegaan moet worden als het aantal in te zetten BHV'ers gering is. Daarnaast schrijft het Bouwbesluit voor dat ruimten waarin geslapen wordt of bedgebonden cliënten aanwezig zijn een beschermd subbrandcompartiment moeten zijn. Door plaatsing in een risicocontext kan het zo zijn dat deze noodzaak komt te vervallen bij toepassing van sprinkler of watermist. Hierbij moet nog wel de inzet van een BHV-organisatie in beschouwing worden genomen. De effectiviteit en efficiëntie van een BHV-organisatie voor ontruiming wordt bepaald door een groot aantal criteria, zoals bijvoorbeeld de mate van zelfredzaamheid van cliënten.
- In het onderzoek is voornamelijk gebruik gemaakt van bestaande kennis over mogelijke scenario's voor brandontwikkeling en ontruiming zoals deze in een instelling voor langdurige intramurale zorg (V&V) zijn te verwachten:
 - Voor de kans op het ontstaan van een brand is gebruik gemaakt van in de literatuur gegeven interpretaties van gegevens van in het verleden opgetreden branden. Overigens zijn in dit onderzoek deze kentallen bijgesteld om rekening te houden met het feit dat in de afgelopen 10-20 jaar in Nederland zorginstellingen beleid hebben uitgevoerd om roken op de kamer te voorkomen en om andere brandgevaarlijke situaties terug te dringen. Verder is in het onderzoek een kritische kanttekening gemaakt bij de beschikbare gegevens over branden. Deze gegevens geven alleen aan of de brandweer is uitgerukt, maar zeggen niets over of de betreffende brand ook tot ontwikkeling is gekomen dusdanig dat er ook sprake is geweest van een levensbedreigende situatie. Op dit punt is in het onderzoek een correctiefactor toegepast.

- Aangaande de ontwikkeling van brand en effecten van sprinkler en watermist op de brandontwikkeling zijn in het verleden verschillende studies verricht. Deze studies geven inzicht in kansen dat bepaalde gebeurtenissen optreden en in de tijden waarbinnen nog ontruimd kan worden, maar gaan veelal uit van de “worst-case” situatie waarbij bijvoorbeeld de compartimenten een behoorlijk rook-lek hebben. In het onderzoek zijn aannames gedaan om hier een realistischer beeld te krijgen. Zo is de kans bepaald dat door falen van rookscheidende wanden de rook van de ene ruimte na verloop van tijd in de andere ruimte komt.
- Bij een risicoanalyse moet rekening gehouden worden met de kans dat een sprinkler- of watermistinstallatie faalt bij een brand. Op dat moment ontstaat een klassieke brand met alle gevolgen van dien. In de literatuur zijn gegevens beschikbaar over de betrouwbaarheid van deze installaties; deze zijn gebruikt in dit onderzoek.
- In de analyses is het belangrijk om vast te stellen wat de tijd is die BHV'ers nodig hebben om een afdeling te ontruimen. In het onderzoek is een model opgezet waarmee de totale benodigde ontruimingstijd is te bepalen afhankelijk van de organisatie van de BHV en de mate van zelfredzaamheid van de cliënten. Voor dit laatste is de zogenaamde WARR-systematiek gebruikt. Overigens is ook rekening gehouden met de kans dat de BHV'ers tijdens een brand niet tijdig tot actie weten over te gaan.
- In dit onderzoek zijn voor een tweetal verschillende afdelingen van zorginstellingen de kansen vastgesteld dat er (dodelijke) slachtoffers vallen ten gevolge van een brand. Daarbij is gekeken naar de noodzakelijke omvang van de BHV voor de situatie waarin alleen gebruik is gemaakt van compartimentering (conform Bouwbesluit) en de situatie dat een sprinkler is aangebracht. Daarbij is ook de optie van een beperktere mate van compartimentering in beschouwing genomen. Om deze kans te kunnen vaststellen is gebruik gemaakt van gebeurtenissenbomen waarin relevante gebeurtenissen tijdens een dergelijke brand zijn opgenomen. Om de kansen voor de gebeurtenis 'ontruimen' te kunnen vaststellen, zijn volledig probabilistische berekeningen uitgevoerd die een vergelijking maken tussen de beschikbare tijd en de noodzakelijke tijd van ontruimen. De uitkomsten van de gebeurtenissenbomen kunnen vergeleken worden met de vastgestelde risicocriteria. Daarmee zijn deze een maat in hoeverre de gekozen set brandveiligheidsmaatregelen voldoet aan de in wet- en regelgeving gestelde eisen.
- De twee voorbeelden laten zien dat de risicobenadering leidt tot een realistische voorspelling van de kans op de ongewenste situatie dat een cliënt (dodelijk) slachtoffer wordt van een brand. De analyses geven veel inzicht in de bijdrage van bepaalde maatregelen aan de veiligheid.

Naar aanleiding van het onderzoek worden de volgende aanbevelingen gedaan:

- De *geaccepteerde* kans op de ongewenste situatie dat (dodelijke) slachtoffers vallen als gevolg van een brand moet nog nader worden vastgesteld.
- Uitgewerkt moet worden hoe een hoger ambitieniveau voor brandveiligheid kan worden vertaald in aangepaste waarden voor de risicocriteria.
- De volgende gebeurtenissen moeten nader onderzocht worden:
 - Het ontstaan van brand en de mate waarin brand levensbedreigend is. Beschikbare data van de brandweer moeten nader beschouwd worden om daaruit gegevens te destilleren over de kans dat een brand ontstaat. Deze

- gegevens moeten zijn uitgesplitst naar gebruiksfunctie en er moet inzicht komen in hoe elk van de branden zich heeft ontwikkeld en levensbedreigend zijn geweest.
- Brand- en rookontwikkeling in de ruimte waar de brand optreedt en in de aanpalende gang en andere ruimten. Hierbij zullen ook branden moeten worden meegenomen die beperkter in omvang zijn in vergelijking met de “worst-case” situatie. Tevens zullen effecten van openingen in brandscheidende wanden, reducerende en blussende effecten van sprinkler of watermist en effecten van gebruik zoals openstaande deuren en aanwezigheid van brandbare goederen moeten worden meegenomen.
 - De effectiviteit en efficiëntie van de BHV. Door bijvoorbeeld een slechte training of slechte communicatie is er een kans dat BHV'ers niet tijdig tot actie overgaan. Daarnaast moet een model worden uitgewerkt dat beter kan aangeven hoe snel een afdeling door BHV'ers kan worden ontruimd.
 - In het onderzoek is de WARR-systematiek toegepast om de inzet van de BHV mee vast te stellen. Deze systematiek doet echter noch geen uitspraak hoe voor een gegeven cliëntgroep de indeling kan worden vastgesteld. Hiervoor zal de relatie tussen de mate van zelfredzaamheid en de WARR-indeling moeten worden vastgesteld, zodanig dat deze voor zorginstellingen praktisch bruikbaar is.
 - In het huidige onderzoek is van een aantal veronderstellingen uitgegaan om het onderzoek overzichtelijk te houden. Zo is de aanname gedaan dat een brand beperkt blijft tot een afdeling (subbrandcompartiment) en zijn bepaalde brandveiligheidsmaatregelen niet beschouwd zoals de alarminstallatie, de brandveiligheidsklasse van de gebruikte materialen en inzet van professionele hulpdiensten. Ook deze aspecten moeten uiteindelijk wel worden beschouwd in risicogebaseerde brandveiligheid.
 - Voor toekomstig onderzoek moeten voor een groot aantal praktijksituaties risicoanalyses worden uitgevoerd om een goed overzicht te krijgen van de relaties tussen een gekozen set brandveiligheidsmaatregelen en de waarde van het bijbehorende risico. Op basis van dergelijke relaties is een pragmatisch model te ontwikkelen dat kan worden ingebouwd in een softwareapplicatie.

Naast bovenstaande conclusies en aanbevelingen wordt ook nog aandacht gevraagd voor het belang van verschillende stakeholders in de discussie om de brandveiligheid in de langdurige intramurale zorg (V&V) te verbeteren. Deze zijn benaderd en zij onderstrepen het belang om te komen tot een optimale brandveiligheid tegen acceptabele kosten. Het hier gepresenteerde onderzoek draagt hieraan bij door aan te tonen dat een risicogebaseerde aanpak op basis van een probabilistische benadering daarvoor bruikbare gekwantificeerde informatie geeft. Behalve dat deze aanpak verder doorontwikkeld en ontsloten moet worden in een toepasbare softwareapplicatie, is het van groot belang dat in een vervolgstap ook de juiste aansluiting tot stand wordt gebracht met (de belangen van) de zorginstelling, de brandweer, de brandveiligheidsadviseur en andere belanghebbenden.

Referenties

ARUP (2010), *Sprinklers for safer living, the benefits of automatic fire suppression systems in residential care premises*, Job number 208731-00, Ove Arup & Partners Ltd, Sheffield, UK.

Ashe, B., R. de Veer, R. de Loveridge, R., Pham, Tarczynski, L., N. De, O'Donnell, K., Gaspari, M., Cripps, B., Gleeson, J. (2014), *Increased use of performance in Australia*, SFPE/SFS 10th International Conference Performance Based Codes and Fire Safety Design Methods, 10-12 November 2014.

BZK (2014) *Bouwbesluit 2012 – Brandveiligheid bij een gezondheidszorgfunctie*, Ministerie van Binnenlandse Zaken en Koninkrijksrelaties,.

BZK (2013) *Bouwbesluit 2012 – Vluchten bij brand*, Ministerie van Binnenlandse Zaken en Koninkrijksrelaties.

Calis, P.-W. van, G. Coppens, G. (2009), *Achtergonden bij de voorschriften voor ontvluchten*, PRC, projectnummer W0450.01.18.

Dikkenberg, R. van den, Post, J., Schaaf, J. van der, Tonnaer, C. (2012), *Verbeteren brandveiligheid - Proof of concept Cascademodel 2.0*, IFV.

Gallis, H.R., Straalen, I.J.J. van, Heinen, J., *Indeling cliëntgroepen gerelateerd aan brandveiligheid – Een verkennend onderzoek*, TNO-rapport 2014 R10488, 19 maart 2014.

Hall, J.R. (2010), *U.S. Experience with Sprinkler and other Fire Extinguishing Equipment*, Fire Analysis and Research Division National Fire Protection Association.

ISSO-Publicatie 42 (2011), *Ontwerpen en installeren van sprinklerinstallaties*, september 2011.

Jensen, G., Hauko, A-M. (2010), *Sprinkler Performance Knowledge Base*, COWI Fire Research Report no. 02/2010, COWI A/S, Oslo, Norway.

Nationaal Brandweer Documentatie Centrum (2015), *Aantal doden bij gebouwbranden in 2001-2013*, <http://www.nbdc.nl/cms/show/id=625548>

Nelisse, R.M.L., Bode, A., Bezemer, R.A. (2012), *Automatische brandbestrijdingssystemen in de langdurige zorg*, TNO-rapport 10173, 29 mei 2012.

Nystedt, F. (2011), *Verifying Fire Safety Design in Sprinklered buildings*, Lund University, report 3150, Lund, Sweden.

Paté-Cornell (1996), M.E. *Uncertainties in risk analysis: Six levels of treatment*, Reliability Engineering and System Safety, Vol. 54.

Schleich J.B., Cajot L.-G., Pierre, M., Joyeux, D., Aurtenetxe, G., Unanua, J., Pustorino, S., Heise, F.-J., Salomon, R., Twilt, L., Oerle, J. van, (2002) *Competitive steel buildings through natural fire safety concepts*, Natural fire safety concept. ECSC Research 7210-SA/522 etc., B-D-E-F-I-L-NL-UK & ECCS, 1994-98, Final report EUR 20360EN.

Shipp, M., Clark, P. (2007), *Sprinkler effectiveness in care homes*, Final Research Report BD 2546, BRE, Watford, UK.

Straalen, I.J.J. van (2014), *Framework to implement a risk-informed performance-based fire safety approach*, SFPE/SFS 10th International Conference Performance Based Codes and Fire Safety Design Methods, 10-12 November 2014.

Strating, N. (2013), *Evacuation of bedridden building occupants*, Final Thesis 7SS37, Eindhoven University of Technology

US Fire Administration (2006), *Fire and the Older Adult*, National Fire Data Center, FA-300.

VROM (2009), *Visie op brandveiligheid*, Ministerie van VROM i.s.m. ministerie van BZK, Den Haag.

Wolski, A., Dembsey, N.A., Meacham, B.J. (2000), *Accommodating perceptions of risk in performance-based building fire safety code development*, Fire Safety Journal 34, 297-309.

Bijlage A – Overzicht van toepassing zijnde afdelingen Bouwbesluit aangaande brandveiligheid

Afdeling	Onderwerp	Opmerking
2.2	Sterkte bij brand	Eisen zijn gesteld; bepalingmethode doorverwijzing naar Eurocodes
2.8	Beperking van het ontstaan van een brandgevaarlijke situatie	Eisen aan stookplaats, schacht, koker of kanaal, rookgasafvoer en bepalingmethode
2.9	Beperken van ontwikkeling van brand en rook	Eisen gesteld aan binnenoppervlak, buitenoppervlak, beloopbaar vlak, dakoppervlak en eenvoudig te toetsen aan producteigenschappen
2.10	Beperken van uitbreiding van brand	Eisen aan ligging, omvang, wbdbo (met bepalingmethode)
2.11	Verdere beperking van uitbreiding van brand en beperking van verspreiding van rook	Verdere invulling van voorgaande afdeling
2.12	Vluchtroutes	Eisen aan vluchtroute, beschermde vluchtroute en extra beschermde vluchtroute, veiligheidsvluchtroute, tweede vluchtroute, inrichting vluchtroute, capaciteit vluchtroute; op basis ontwerp en op basis van materialen
2.13	Hulpverlening bij brand	Eisen aan brandweerlift, loopafstanden
2.16	Veiligheidszones en plasbrandaandachtsgebied	N.v.t. voor gebouwen
2.17	Aanvullende regels tunnelveiligheid	N.v.t. voor gebouwen
6.1	Verlichting	Eisen verlichting en noodverlichting, aansluiting op voorziening voor elektriciteit en iets voer verduisterde ruimtes
6.5	Tijdig vaststellen van brand	Eisen aan rookmeldinstallaties, rookmelders
6.6	Vluchten bij brand	Eisen aan ontruimingsalarminstallaties en ontruimingsplan, vluchtrouteaanduidingen, deuren in vluchtroute, zelfsluitende deuren
6.7	Bestrijden van brand	Eisen aan brandslanghaspel, droge blusleiding, bluswatervoorziening, blustoestellen, automatische brandblusinstallaties en rookbeheerssystemen, aanduiding blusmiddelen
6.8	Bereikbaarheid voor hulpverleningsdiensten	Eisen aan brandweeringang, bereikbaarheid bouwwerk voor hulpdiensten, opstelplaatsen voor brandweervoertuigen, brandweerlift en mobiele radiocommunicatie hulpverleningsdiensten
6.9	Aanvullende regels tunnelveiligheid	N.v.t. voor gebouwen

7.1	Voorkomen van brandgevaar en ontwikkeling van brand	Eisen aan verbod op roken en open vuur, vastzetten zelfsluitend constructieonderdelen aankleding, brandveiligheid inrichtingselementen, brandgevaarlijke stoffen, brandbare niet-milieugevaarlijke stoffen, opslag in stookruimte, veilig gebruik verbrandingstoestel, restrisico brandgevaar en ontwikkeling van brand
7.2	Veilig vluchten bij brand	Eisen aan deuren in vluchtroutes, opstelplaatsen zitplaatsen en verdere inrichting, gangpaden, beperking van gevaar voor letsel, restrisico veilig vluchten bij brand

Bijlage B overzicht wetten, normen en regels t.a.v. BHV

overzicht wetten, normen etc. t.b.v. BHV					
nr	naam	link	scope	status	opmerkingen
1	Arbowet art. 15	http://wetten.overheid.nl/BWBR0010346/geldigheidsdatum_19-11-2014#Hoofdstuk3_PAR623813	Het verlenen van de bijstand houdt in elk geval in: a. het verlenen van eerste hulp bij ongevallen; b. het beperken en het bestrijden van brand en het beperken van de gevolgen van ongevallen; c. het in noodsituaties alarmeren en evacueren van alle werknemers en andere personen in het bedrijf of de inrichting.	wet	
2	Arbobesluit	http://wetten.overheid.nl/BWBR0008498/Hoofd- stuk2/Afdeling2/Artikel25c/geldigheidsdatum_19-11-2014	intern noodplan	wet	
3	Arbocatalogi	http://www.arboportaal.nl/types/arbocatalogi/?onderwerpen/arrowet--en--regelgeving/arrowet/arbocatalogi.html	BHV	best practise	slechts drie catalogi geven informatie over BHV / brand (o.a. bioscopen, onderzoeksinstellingen en ziekenhuizen)
4	Advies UJG 2008	http://www.arboportaal.nl/types/arbocatalogi/?onderwerpen/arrowet--en--regelgeving/arrowet/arbocatalogi.html	vaststellen wettelijk kader BHV in relatie tot derden en bezoekers	advies	dit is de basis geweest voor de concept AmvB en is deels overgenomen in het nieuwe Bouwbesluit welke nog gepubliceerd moet worden
5	Woningwet	http://wetten.overheid.nl/BWBR0005181/geldigheidsdatum_26-11-2014		wet	
6	Bouwbesluit	http://www.bouwbesluitonline.nl/	ontruimingsplan verplicht bij BMC. En	wet	algemene zorgplicht 1.3

overzicht wetten, normen etc. t.b.v. BHV					
			daarmee indirecte koppeling met aanwezigheid BHV		
7	Burgerlijk Wetboek	http://www.wetboek-online.nl/wet/BW6/162.html	Tussen (natuurlijke) personen, civiel recht	wet	goed huisvader / onrechtmatige daad, bestuursverantwoordelijkheid (stichtingen)
8	WABO	http://wetten.overheid.nl/BWBR0024779/geldigheidsdatum_26-11-2014	kan interne noodorganisatie eisen ivm beperken gevolgen voor derden	wet	
9	Wetboek van Strafrecht	http://wetten.overheid.nl/BWBR0001854/geldigheidsdatum_26-11-2014	Tussen overheid en (natuurlijk) persoon: strafrecht	wet	aan opzet grenzende nalatigheid
10	BRZO	http://wetten.overheid.nl/BWBR0010475/geldigheidsdatum_26-11-2014	stelt eisen aan interne noodorganisatie (paragraaf 3 art 8 ev)	wet	alleen voor industrie valt buiten scope
11	NEN norm 8112	http://www.nen.nl/NEN-Shop/Norm/NEN-81122010-nl.htm?gclid=CLzSwpHwI8ICFc3LtAod3z0AIA	bepalen van opzet BNO vanuit perspectief risico benadering	norm	dit is de oude, concept nieuwe norm is vastgesteld
12	Stichting vd arbeid	http://www.stvda.nl/nl/publicaties/brochure/200805_handreiking_bhv.aspx		best practise	rekenvoorbeelden BHV voor enkele branches
13	NVB	http://www.nvb-bhv.nl/	kennisdocument rondom BHV	best practise	Cd rom heeft methodiek voor bepalen BHV
14	NiBHV	http://www.nibhv.nl/BHV/handleiding-bhv-2008.html	kennisdocument rondom BHV	best practise	
15	Arbokennis-dossier BHV	http://www.arbokennisnet.nl/images/dynamic/Dossiers/Werkplekinrichting/D_Bedrijfshulpverlening.pdf	kennisdocument rondom BHV	best practise	
16	arbokennis dossier zorg, brandveilig-	http://www.arbokennisnet.nl/images/dynamic/Dossiers/Zorg/D_Brandveiligheid_zorg.pdf	kennisdocument rondom brandveiligheid in de zorg	best practise	

overzicht wetten, normen etc. t.b.v. BHV					
	heid				
17	AI-10 bedrijfsnoodorganisatie & BHV	http://www.arbozone.nl/8333/bedrijfhulpverlening-en-noodorganisatie	kennisdocument rondom interne noodorganisatie	best practise	
18	Goede BHV praktijken	http://bhv-praktijken.veiligheid.nl/bhv/content/goede-bhv-praktijken-boekje	kennisdocument rondom BHV	best practise	
19	ActiZ	http://www.actiz.nl/stream/handleiding-brandveiligheid-actiz.pdf/20141002152002		best practise	
20	GGZ	http://www.veiligezorgiederszorg.nl/speerpunt-brandveiligheid/handreiking-brandveiligheid-def-los.pdf		best practise	
21	bestuursmodel F. Zaaier	http://www.brandveiligheidinzorg.nl/Kennisplein/brandveiligheid/IbMZ%20Bestuursmodel%20etho-diek%20Brandveiligheid%20mei%202010.pdf		best practise	gaat met name om decharge en bestuurlijke verantwoordelijkheid
22	VGN handboek compliance	http://www.vgn.nl/artikel/19423	alle wetgeving wordt in relatie gebracht rondom het dossier veiligheid	best practise	link naar wetgeving
23	zorgbrede governance code	www.nfu.nl/img/pdf/ZorgbredeGovernancecode2010_pdf.pdf	Afspraken vanuit branche organisaties in de zorg rondom governance	norm	decharge verlenen
24	wikivarium	http://www.wikivarium.nl/index.php/Hoofdpagina	ontsluiten van kennis en informatie rondom zelfredzaamheid vanuit Taakgroep Handicap en Lokale Samenleving	best practise	wikipedia

overzicht wetten, normen etc. t.b.v. BHV					
25	leidraad cobra	http://ggd.groningen.nl/ghor/documenten-ghor/leidraad-cobra-oktober-2012	opzet van een zorgcontinuïteitsplan	best practise	wordt landelijk veel toegepast om te komen tot een zorgcontinuïteitsplan
26	VR Flevoland	http://www.brandweer.nl/publish/pages/21116/bepalingsmethode_ontruimen_flevoland_versie_1_0_rekenprogramma.xls		best practise	bepalingsmethode Npers nodig voor ontruiming
27	infopuntveiligheid	http://www.infopuntveiligheid.nl/Publicatie/Dossier/70/bedrijfshulpverlening-bhv.html	Ontsluiten informatie rondom veiligheid. BHV is hier een klein onderdeel van	best practise	
28	ontruimings software	http://www.thunderheadeng.com/pathfinder/	gebouw ontruiming op basis van agent based modelling	best practise	meerdere aanbieders: exodus, pathfinder
29	NTA 8009		Opzet van veiligheidsmanagement in de zorg	norm	indirecte link met brandveiligheid
30	Excel rekenmodel BHV		Bepalen op basis van bedreigde gebied en mate van zelfredzaamheid van ontruimings-tijd en benodigde capaciteit medewerkers/BHV-ers	best practise	
31	Tabellen methode		Model om aantal BHV-ers vast te stellen	best practise	Is indertijd opgenomen in HBHV lesboek. Oorsprong methode is onbekend
32	NEN norm 4000		Bepaling aantal BHV-ers vanuit rekenmodel	norm	Deze norm wordt vervangen door de nieuwe NEN 8112
33	VGN arbocatalogus BHV	www.profijtvannarbobeleid.nl	Risico analyse model waarmee taken, rollen en bevoegdheden BHV bepaald kunnen worden	best practise	Geeft geen uitsluitel over aantallen wel over risico's in relatie tot BHV
34	10 Mythen ontkracht Brandveiligheid	http://www.nifv.nl/upload/120068_668_1200652628843-Zelfredzaamheidbijbrand.pdf	10 mythes rondom ontruiming toegelicht	best practise	

overzicht wetten, normen etc. t.b.v. BHV					
35	Meander Medisch Centrum	Ontruimingstijden DGMR	Is helaas niet openbaar gemaakt	best practise	Er zijn veel oefeningen geweest om zo vanuit de praktijk te kunnen meten welke ontruimingstijden er gerealiseerd kunnen worden in het nieuwe ziekenhuis
36	Boekje 'goede BHV praktijken'	http://bhv-veiligheid.nl/csi/bhv.nsf/content/ADCA286AFF2C6354C1257C1A0043AD73/\$file/NL-BHV-online-lowres.pdf	ioV SZW gemaakt door TNO, VeiligheidNL en Octaafgroep.	best practise	bevat voorbeelden en FAQ (geaccordeerd door ministeries)
37	Handboek brandveiligheid in de zorg en opvang	http://www.infopuntveiligheid.nl/Infopuntdocumenten/200908%20Handboek%20Brandveiligheid%20in%20de%20zorg%20en%20de%20opvang.pdf			
38	Checklist brand- en vluchtveiligheid zorginstellingen	http://www.rijksoverheid.nl/documenten-en-publicaties/regelingen/2009/04/01/checklist-brand-en-luchtveiligheid-zorginstellingen.html			
39	Riciso monitor	https://risicomonitor.nl/Bibliotheek/Arbo/BHV/Rekenmethode-voor-aantal-BHVers/?p=1&ls=382&wd=1&wod=1&afc=0&afe=1	Rekenmethode voor berekenen aantal BHV'ers.		Lijkt sterk op methode van Stichting van de Arbeid

overzicht wetten, normen etc. t.b.v. BHV				
40	Nedcert	http://www.nedcert.nl/aantal_bhvers	Rekenmethode voor berekenen aantal BHV'ers.	Navraag bij Nedcert gedaan, maar formules worden niet inzichtelijk gemaakt
41	Nederlandse Vereniging Bedrijfshulpverlening (NVB)	http://www.nvb-bhv.nl/index.php	Rekenmodel op cd-rom (uitgave 2014), kosten €125,-	Berekeningsmethode voor aantal BHV'ers. Uitgebreid maar onderbouwing of inzicht wordt niet gegeven.

Bijlage C - Uitwerking BHV voor gezondheidszorginstelling 'Blerick'

C1 Inleiding

In 4.1.3 is een overzicht gegeven van de stand van zaken rondom de organisatorische kant en in het bijzonder de BHV. Om een risicogebaseerde brandveiligheid mogelijk te maken is het nodig dat helder wordt wat de criteria voor het bepalen van de grootte en kwaliteit van een BHV in een bepaalde situatie aanwezig moeten zijn. Een en ander zoals in de Arbowet en het Arbobesluit omschreven staat. In deze bijlage is een overzicht gegeven van beschikbare (reken)modellen en hoe deze invulling geven aan de sterkte van de BHV voor een specifiek voorbeeld. Het doel daarbij is het bepalen van de toepasbaarheid van de beschouwde modellen voor de invulling van de BHV-sterkte voor een zorginstelling. Opvallend is dat in de modellen slechts gesproken wordt over sterkte en niet over kwaliteit.

C2 Overzicht beschikbare modellen

Gezocht is of er in (branche) RI&E's, Arbocatalogi, documenten van onderwijs- en adviesbedrijven (NiBHV, BHV.nl, NVB etc.) en documenten van het IFV criteria voor het bepalen van de grootte en kwaliteit van de BHV konden worden gevonden. Ook is een korte internet search gedaan met de zoekwoorden 'berekening aantal BHV'. Het zoeken heeft zich beperkt tot de Nederlandse situatie. Niet bekend is of in het buitenland rekenmodellen worden gebruikt en hoe valide die zijn; deze vraag is zeker interessant maar valt buiten de scope van dit onderzoek. Deze zijn opgenomen in de set van documenten (zoals aangegeven in bijlage B).

Uit de documenten komt het beeld naar voren dat de grootte en kwaliteit van de BHV bepaald moet worden op basis van de RI&E (artikel 3 Arbowet). Dit uitgangspunt is goed (scenario gebaseerde BHV) maar helpt weinig, omdat de invulling van een BHV in het kader van de brandveiligheid in bijna geen enkele branche RI&E of arbocatalogus voldoende aandacht krijgt. Bovendien is het voor bedrijven lastig om iedere keer het wiel opnieuw uit te moeten vinden.

Er blijken slechts enkele (reken)modellen beschikbaar te zijn om de benodigde bezettingsgraad uit te helpen rekenen. Dit zijn:

1. Het model van de brandweer Flevoland (bijlage B, nr 26).
2. Het model dat de Stichting van de Arbeid (stvda), zoals zij dit hanteert in haar handreiking BHV (2008) en de aanvulling daarop in de FAQ 2014. (bijlage B, nr 12).
3. Het model van Risicomonitor (bijlage B, nr 39).
4. Het model gebaseerd op de 'tabellen methode' van de opleiding Hoofd BHV van Ricas/G4S.
5. Het model van nedcert http://www.nedcert.nl/aantal_bhvers (bijlage B, nr 40).
6. Het model van NVB (op cd-rom) (bijlage B, nr 41).
7. Ervaring cijfers (Octaaf).

De uitgangspunten van deze modellen zijn sterk verschillend. Die van Flevoland en de NVB lijken het meest onderbouwd, de andere hebben de schijn van 'natte vinger werk'. Opvallend is ook dat in enkele modellen niet helder is of het aantal niet zelfredzamen nu geldt voor de hele locatie of voor één compartiment. Het Flevoland model maakt dit onderscheid als enige, terwijl het dit bij het NVB model wel (impliciet) aan te brengen is.

Het onderscheid tussen gedeeltelijke en gehele ontruiming zou logischer zijn, omdat in theorie er slechts één compartiment ontruimd hoeft te worden. Zelfs bij het ontruimen van meerdere compartimenten gebeurt dit sequentieel, waardoor de BHV sterkte niet omhoog hoeft.

C3 Berekening BHV-sterkte volgens beschikbare modellen

Met de bovengenoemde modellen is voor de gezondheidszorginstelling 'Blerick', zoals deze ook in 4.3 nader als voorbeeld is beschouwd, de BHV-sterkte berekend. Hierbij is uitgegaan van het geval van ontruiming van één subbrandcompartiment. Relevante informatie zoals plattegronden, bezettingsgraad, aantal medewerkers etc., is bij de zorginstelling 'Blerick' opgevraagd. Voor de berekening van de BHV-sterkte zijn de volgende gegevens gebruikt:

- VPH Blerick heeft 64 bewoners, 32 cliënten PG, niet zelfredzaam, WARR indeling R2 75% en WARR indeling R1 25%. 32 cliënten Somatisch. Allen rolstoelgebruikers. Niet zelfredzaam WARR indeling R2 100%. Momenteel zijn er 2 kamers leeg op de PG afdeling (bezettingsgraad bijna 100%).
- Brandmeldsysteem: totale detectie, hoofddeel is standaard rookmelder. In keukens zijn thermische melders toegepast. Naast slanghaspels in gangen ook handblussers. Er is sprake van stil alarm.
- Roken is alleen toegestaan in rokersruimte. Er zijn geen signalen dat roken in de eigen kamers plaats vindt.
- Open vuur (waxine lichtjes etc.) is niet toegestaan. Ook hier geldt dat er geen signalen zijn dat met dit voorschrift de hand wordt gelicht.
- Met kerst is feestversiering brandvertragend uitgevoerd.
- Er is geen noodstroomvoorziening.

1. Model brandweer Flevoland

Dit model, dat beschikbaar is in de vorm van een spreadsheet, gaat uit van het Rset/Aset principe (benodigde tijd voor ontruimen versus beschikbare tijd vanwege rookontwikkeling). Het maakt gebruik van de indeling van het gebouw in subbrandcompartimenten. In het model wordt gebruik gemaakt van 'standaardtijden' voor de diverse categorieën cliënten. Tevens wordt onderscheid gemaakt tussen direct bedreigde zone, indirect bedreigde zone en naast/tegenover liggende ruimten. Het invullen hiervan gaat aan de hand van uitleg beschreven in de spreadsheet.

De spreadsheet is ingevuld op basis van de door Blerick aangeleverde informatie (6 cliënten in direct bedreigd gebied, 8 in indirect bedreigd gebied). Het model geeft aan dat er minimaal 12 BHV'ers nodig zijn voor het direct bedreigde gebied en 16 om één afdeling (verondersteld wordt dat hiermee het brandcompartiment is bedoeld) horizontaal te ontruimen. Er is geen mogelijkheid om het gehele gebouw te ontruimen. Wel kan gekeken worden wat de invloed is van verticaal ontruimen (dat kan nodig zijn indien horizontaal te weinig ruimte is).

2. Model Stichting van de Arbeid

De operationele BHV-sterkte per dagdeel wordt bepaald met formule:

$$BHV_o = 0,02 \cdot P \cdot K \cdot O$$

Hierbij wordt de persoonsfactor P bepaald door het totaal aantal aanwezigen:

$$P = MR + MN + BR + NB$$

waarin MR het aantal zelfredzame medewerkers is, MN het aantal niet-zelfredzame medewerkers is, BR het aantal zelfredzame cliënten en bezoekers is, en NB het aantal niet-zelfredzame cliënten en bezoekers is.

Daarnaast wordt de niet-zelfredzaamheidsfactor K bepaald met de volgende relatie:

$$K = \frac{P}{MR+BR}$$

Tenslotte geeft de operationaliteitsfactor de afwezigheid weer van BHV'ers als gevolg van verlof, ziekte, zwangerschap, ploegendienst, werkafspraken buiten het gebouw, etc.:

$$O = \frac{BWU}{NWU}$$

waarin BWU het bruto aantal werkuren is (die gelijk is aan 52 maal het voltijd aantal uren per week) en NWU het netto aantal werkuren (die gelijk is aan bruto aantal uren minus aantal afwezigheidsuren door vakantie, gemiddeld verzuim, werkafspraken, etc.).

Het is niet duidelijk waar het model op is gebaseerd. Dit model heeft wél de mogelijkheid bezoekers toe te voegen, maar het model houdt geen rekening met diversiteit in zelfredzaamheid. Ook houdt het model geen rekening met verschillen in bezetting tussen Dag en ANW (Avond, Nacht, Weekend).

Na invulling van de gegevens voor de gehele zorginstelling 'Blerick' overdag (met totaal 4 medewerkers, 4 bezoekers en 64 cliënten, 32-urige werkweek en 1600 uur totaal aanwezig per jaar) wordt een benodigde sterkte van afgerond 15 BHV'ers gevonden. Als wordt uitgegaan van 14 cliënten niet-zelfredzame cliënten in één brandcompartiment dan is de benodigde sterkte gelijk aan afgerond 2 (1,6) BHV'ers. Opvallend is dat voor de ANW situatie de benodigde BHV voor het gebouw 27 en voor de afdeling ook 2 (1,8) wordt. Het weglaten van bezoek verhoogt het aantal BHV'ers. Omdat BHV'ers uit het hele gebouw kunnen komen blijft MR 4.

3. Model van Risicomonitor

Dit model is dezelfde methode als die de Stichting van de Arbeid gebruikt.

4. Model Ricas/G4S

Dit model houdt geen rekening met minder zelfredzamen en gaat slechts uit van 'eigen medewerkers' in casu zelfredzamen. Dit model is voor deze casus dan ook niet geschikt.

5. Model Nedcert

Dit model kan op internet worden ingevuld en hanteert het aantal medewerkers, bezoekers en niet zelfredzamen. De onderliggende formules zijn, ondanks navraag bij Nedcert, niet inzichtelijk gemaakt. De organisatie gaf zelf aan dat dit slechts 'bij benadering' getallen zijn omdat bedrijven daarom vragen.

Bij het invullen van de Blerick gegevens komt dit model uit op 26 BHV voor het hele gebouw en 6 voor de afdeling. Er wordt geen onderscheid gemaakt in dag en ANW, maar als het aantal bezoekers op nul wordt gezet dan zijn de getallen hetzelfde. Nedcert hanteert 2 modellen: dynamische BHV en hiërarchische BHV ieder met andere uitkomsten en terminologie. Voor een dynamisch BHV heeft men het over SHO ipv BHV. Echter nergens wordt verduidelijkt wat de verschillen zijn. De getallen hierboven zijn die voor de hiërarchische BHV.

6. NVB

De Nederlandse Vereniging Bedrijfshulpverlening heeft op cd-rom een rekenmodel uitgebracht (nieuwe versie uit 2014). Nergens wordt helder gemaakt wat de onderliggende rekenmodellen zijn. Navraag is gedaan bij de organisatie, maar hierop is geen antwoord gekomen. Hiermee is deze methodiek ook een 'black box'. De methodiek maakt wél veel onderscheiden, bijvoorbeeld in gebouwtipe en hoogte, omgevingsrisico's, beschikbare werkuren en onderscheid tussen werknemers en bewoners (eventueel minder zelfredzamen). Er wordt gewerkt met 6 'standaard' BHV organisatiemodellen. Ook moet een checklist ingevuld worden. Deze checklist bestaat uit 3 delen: een brandpreventie, een algemeen veiligheidsdeel en een EHBO deel. Invullen resulteert in punten die waarschijnlijk gebruikt worden om een wegingsfactor te bepalen die van invloed is op het aantal BHV'ers. De methode oogt met dit alles vrij compleet. Lastige is dat door de black box het niet mogelijk is inzicht te krijgen in de achterliggende keuzes. Variëren met de ingangsvariabelen (bijvoorbeeld de punten in de checklists allemaal + of -) maakt uiteindelijk voor het aantal BHV'ers niet uit; hierbij moet opgemerkt dat niet alle variabelen zijn gevarieerd.

Het NVB model is met die van Flevoland de enige die onderscheid maakt tussen dag en ANW diensten.

Voor Blerick komt het aantal BHV'ers uit op 15 voor de Dag en 14 voor de ANW indien wordt uitgegaan van het gehele gebouw. Voor alleen een afdeling zijn deze aantallen gelijk aan 4 voor de Dag en 4 voor de ANW.

7. Ervaringscijfers

De ervaring met ontruimingsoefeningen in diverse settings, zowel ziekenhuizen als V&V leert dat voor het ontruimen van een afdeling van +30 cliënten/bewoners kan worden volstaan met 8 BHV/ontruimers, mits de ploeg goed is geoefend, er gebruik wordt gemaakt van 'treintjes' (ontruimers blijven staan en schuiven bedden door), en de rookverspreiding beperkt blijft (bijvoorbeeld door de ruimte van de calamiteit niet te openen).

In onderstaande tabel C1 zijn voor het beschouwde voorbeeld van de zorginstelling 'Blerick' de berekende aantallen BHV'ers per model samengevat.

Tabel C1 – Overzicht berekende aantallen BHV'ers volgens beschikbare modellen

Model	Dag		ANW		Opmerkingen
	Gebouw	Compartiment	Gebouw	Compartiment	
1. Flevoland	-	16	-	16	
2. StvdA	15	3	15	3	
3. Risicomonitor					Is idem 2
4. Ricas/G4S					Methode niet geschikt
5. NedCert	26	6	26	6	
6. NVB	15	4	14	4	
7. Ervaringscijfers	8	8	8	8	

C4 Conclusies

Er worden in Nederland meerdere modellen gebruikt om te komen tot het bepalen van het aantal benodigde BHV'ers. Vergelijking van deze methodieken laat zien dat:

- Er geen eenduidigheid is in de uitkomsten.
- De onderliggende formules niet herleidbaar zijn naar een (wetenschappelijke) onderbouwing.
- Er onduidelijkheid is ten aanzien van de inzet (ontruimen afdeling/compartiment of gebouw).
- Er nauwelijks onderscheid wordt gemaakt in wel/deels/niet zelfredzaam.
- De verkregen uitkomsten een zeer uiteenlopend beeld schetsen ten aanzien van het aantal benodigde BHV'ers.

Bijlage D – Verslag klankbordgroepbijeenkomst TNO Risicotool brandveiligheid (opgesteld door SBRCURnet)

Introductie

Aldo de Jong (SBRCURnet) leidt deze bijeenkomst in met een kennismakingsronde en een toelichting op de achtergrond van het project, dat naar verwachting 2015 en 2016 in beslag zal nemen. De nadruk ligt nu op de zorgsector, maar kan verbreden naar andere sectoren.

Afbakening

Het is belangrijk te noemen dat alles in dit project, om pre concurrentiële activiteiten gaat. De resultaten die in dit project worden ontwikkeld, zullen publiek toegankelijk zijn. Ze zullen t.z.t. ook in een softwarepakket ingebouwd worden dat vervolgens op de markt gebracht kan worden, maar dat is geen onderdeel van de activiteiten van de partners TNO, Efectis, Octaaf Groep en SBRCURnet binnen dit project.

Rolverdeling

De rolverdeling wordt toegelicht: TNO (IJsbrand van Straalen, Robert Bezemer) trekt het inhoudelijke onderzoek en ontwikkeling van de risicotool, Octaaf Groep (Peter Schut) draagt daaraan bij voor wat betreft de organisatorische en BHV-gerelateerde zaken in de zorg, Efectis (Rudolf van Mierlo) draagt bij met kennis over brandveiligheid en Aldo de Jong (SBRCURnet) werkt aan het toegankelijk maken en verspreiden van de verzamelde en opgedane kennis.

Project

Robert Bezemer zet kort de opbouw van het project uiteen aan de hand van een aantal sheets:

- doel & achterliggende onderzoeksvraag,
- projectopbouw in werkpakketten,
- vorm en opbouw van de resultaten.

Resultaten tot op heden

IJsbrand van Straalen gaat dieper in op de aanpak en de resultaten van het project tot nu toe. De sheets worden met dit verslag als bijlage meegestuurd.

Discussie

Dit verslag bevat niet alle opmerkingen die door iedereen in de discussie zijn gemaakt. Een aantal zijn opgenomen, omdat deze de consensus of juist verschillen van mening weergeven, of omdat duidelijke verbeterpunten in het model benoemd worden:

- Miriam en Bob leggen er de nadruk op dat niet alleen BHV'ers, maar juist de 'gewone' cliëntbegeleiders in geval van brand een grote rol spelen als ontruimers. BHV gaat immers om veel meer dan brand alleen. Eigenlijk zou je in dit project moeten spreken van bijvoorbeeld cliëntverzorgers die als ontruimer getraind zijn. Peter beaamt dat de term 'BHV' inderdaad vervuild is. Er is veel BHV-advies en -training te krijgen die voor ons doel niet relevant is.

- Guido vindt dat de risicotool eerst maar eens moet dienen om het bewustzijn te verbeteren, onder andere via het stoplicht. Het bepalen van een ambitieniveau voor een instelling komt daarna wel.
- Johan stelt dat het model behoorlijk ingewikkeld is, terwijl de uitkomsten niet verrassend zijn. Dat betekent dat een intuïtieve benadering in plaats van deze ingewikkelde risicotool al goed in de juiste richting komt. Wat is dan nog de meerwaarde van deze risicotool? Waarom moet het dan zo'n ingewikkeld model zijn? Ron erkent dat dit inderdaad een essentieel punt voor het model is: als de intuïtie al zegt dat de veiligheid veel beter wordt als sprinkler wordt ingebouwd, waarom zouden we dan nog zo'n model gebruiken? Aan de andere kant: het model biedt onderbouwing van de intuïtie, zodat anderen overtuigd kunnen worden van de juistheid van de beslissingen. Het model zal in de toekomst ook de kosten meenemen, wat een meerwaarde oplevert.
- Bob noemt het positief als niet alleen wettelijke, maar ook andere uitkomsten dan het aantal potentiële slachtoffers worden meegenomen. Denk onder andere aan imago, bedrijfscontinuïteit en financiële consequenties van brand. Het is goed om ook dergelijke zaken in het model mee te nemen, omdat die zeker van belang zijn in het beslisproces.

Toekomst van dit project

Ron Oorschot licht de huidige ideeën over de toekomst toe, zie de presentatie (bijlage bij dit verslag). Guido merkt op dat mensen zich niet gemakkelijk zullen aansluiten bij zo'n stand-alone pakket. Het is belangrijk om aan te sluiten bij reeds bestaande software.

Vervolg klankbordgroep

De aanwezigen zijn graag betrokken bij het vervolg van dit traject. We besluiten dat de klankbordgroep in principe ongeveer eens per 6 maanden bij elkaar komt, maar ook dat er tussendoor informatie-uitwisseling zal zijn. De nadruk zal blijven liggen op deze pre concurrentiële activiteiten.

De organisatoren danken de aanwezigen voor hun input en de waardevolle discussie.

Bijlage E – Brochure “Risicogebaseerde brandveiligheid in de langdurige zorg” (opgesteld door SBRCURnet)

Deze brochure hoort bij dit rapport als separaat bestand.