

Risico's bij brand in parkeergarages

Het integreren van brandveiligheidsmaatregelen in een bouwplan is een specialistisch en multidisciplinair vakgebied waarbij technische ervaring, kunde en onderzoek noodzakelijk zijn. Gezien het grote maatschappelijk belang is er op de Faculteit Bouwkunde een college Brandveiligheid opgezet. Studenten Installatietechnologie hebben in combinatie met enkele vakken op het gebied van fysica, warmte- en stromingsleer, CFD etc. de mogelijkheid zich op academisch niveau te verdiepen in aspecten van brandveiligheid. De basis voor een academische Master opleiding Firesafety is dus binnen het Master programma Building services aanwezig. Naast onderwijs wordt er ook in beperkte vorm onderzoek verricht. Dit onderzoek richt zich voornamelijk op communicatie en structuur in samenhang met het ontwerp- bouw en exploitatieproces. Hierbij wordt rekening gehouden met de totale levenscyclus van een bouwwerk, dat wil zeggen vanaf het initiatief van een opdrachtgever tot aan het einde van de levensduur van een gebouw. Punten zoals alle betrokken stakeholders/disciplines, de project- en bouwfasen en de brandveiligheidsproducten worden hierin verweven. De kern van dit onderzoek ligt in het zoeken van een procesmatig geïntegreerde verbeteringsmethode voor de beoordeling/afweging van/tussen brandveiligheidsmaatregelen. Het onderzoek richt zich vooral op de conceptuele fase van het ontwerpproces gericht op de utiliteitsbouw, maar wel met de bedoeling hierbij de hele levenscyclus van een gebouw in ogenschouw te nemen. Het onderzoek wordt door studenten verricht in één van hun Masterprojecten of in het kader van hun afstuderen. Deze opdrachten worden in nauwe samenwerking en met ondersteuning van het bedrijfsleven gedaan. Ook zijn verschillende brandveiligheidsexperts uit de praktijk actief als gastdocent bij de opleiding. Dit artikel is een deel van een Master opdracht Brandveiligheid in het master-programma Installatietechnologie van de unit Building Physics and Systems van de Faculteit Bouwkunde.

- door P.Wijnhoven BSc*, mw. ir. I.M.M.M.C. Naus,
prof.ir. W. Zeiler* *****



P.Wijnhoven BSc



Mw. ir. I.M.M.M.C. Naus



Prof.ir. W. Zeiler

Recent zijn de landelijke uniformering van de voorschriften voor het brandveilig gebruik van gebouwen landelijk uniform vastgelegd in het Besluit Gebruik Bouwwerken. In de nieuwe wetgeving is een 'zorgplicht' geïntroduceerd. Die plicht geldt voor eigenaren en beheerders van bouwwerken, open erven en terreinen, maar ook voor personen die bouwwerken, open erven en terreinen in gebruik hebben en die bouwwerken bouwen of slopen. De zorgplicht

* Technische Universiteit Eindhoven

** Efectis Nederland BV

*** Kropman Installatietechniek

fungeert als vangnetbepaling als er zich onveilige of ongezonde situaties voordoen. Het kan voorkomen dat overheidsoptreden nodig is, omdat een situatie direct gevaar oplevert voor de veiligheid of de gezondheid, zonder dat daarbij sprake is van het overtreden van de bouwregelgeving. Voor deze gevallen dient de nieuwe zorgplicht als vangnet, om toch handhavend te kunnen optreden.

De verantwoordelijkheid komt dus meer terecht bij eigenaren en gebruikers van gebouwen.

Het is daarom des te meer van belang dat de nadruk komt te liggen in een integrale ontwerpmethodiek die rekening houdt met de dynamiek van de exploitatiefase. Daarvoor is het van belang om meer inzicht te krijgen in alle aspecten die daarbij een rol spelen. In dit artikel zal daarom worden gekeken naar de exploitatie en specifiek naar de factoren en risico's bij brand in parkeergarages.

Parkeergarages zijn bouwwerken en dienen als zodanig te voldoen aan de brandveiligheidseisen uit het Bouwbesluit 2003 [1] en het Gebruiksbesluit. Het Bouwbesluit 2003 [1] bevat functionele eisen waaraan ieder gebouw in Nederland moet voldoen. Aan deze functionele eisen wordt voldaan wanneer aan de in het bouwbesluit geformuleerde prestatie-eisen wordt voldaan, of wanneer wordt aangetoond dat sprake is van een gelijkwaardig veiligheidsniveau zoals beoogd met de prestatie-eisen. Er is onderscheid gemaakt tussen twee situaties: nieuwbouw en bestaande bouw. Iedere bestaande parkeergarage moet minimaal voldoen aan het functionele eiseniveau bestaande bouw. Een nieuw te bouwen parkeergarage moet minimaal voldoen aan het functionele eiseniveau nieuwbouw. Vaak wordt bij parkeergarages niet voldaan aan de prestatie-eisen uit het Bouwbesluit, omdat het niet wenselijk is. Zo is vaak het gewenste oppervlak vaak groter dan de voor nieuwbouw maximaal toegestane 1.000 m². Dan dient er een gelijkwaardig veiligheidsniveau te worden aangetoond. Dit kan feitelijk alleen worden aangetoond als de invloedsfactoren op de brand en de risico's bekend zijn, dat is echter vaak niet het geval. Dit vraagt om een overzicht dat de invloedsfactoren en risico's bij brand in parkeergarages in beeld brengt.

Daarom is een totaal overzicht gemaakt van de factoren en risico's bij brand in parkeergarages. Dit is primair voor het gebruik bij het aantonen van een gelijkwaardig veiligheidsniveau. Het is een zeer groot en uitgebreid overzicht, dit toont aan dat er heel wat factoren een rol spelen en dat deze factoren heel wat verschillende risico's met zich meebrengen. De methodiek van het overzicht is conform de methodiek van het Bouwbesluit 2003 [1]. In het overzicht is eerst onderscheid gemaakt in de vijf hoofdaspecten:

1. kans op ontstaan brand;
2. uitbreiding brand binnen brandcompartiment (BC);
3. uitbreiding brand buiten brandcompartiment (BC);
4. veilig vluchten;
5. brandbestrijding.

Hierbij is er gekeken welke factoren deze hoofdaspecten beïnvloeden op het gebied van brandveiligheid in parkeergarages en welke risico's deze hoofdaspecten met zich mee brengen. Daarna is voor die invloedsfactoren en risico's weer bepaald, van welke factoren ze afhankelijk zijn en welke risico's ze mogelijk kunnen veroorzaken, en zo verder. Hierdoor wordt inzichtelijk gemaakt welke factoren elkaar beïnvloeden en welke risico's er aan (een combinatie van) factoren zijn verbonden.

RICHTLIJNEN VOOR PARKEERGARAGES

Met behulp van het overzicht kan op een systematische manier een brandveiligheidsniveau worden gecreëerd en kan worden aangetoond dat het gelijkwaardig is aan die van een parkeergarage die aan alle (relevante) prestatie-eisen voldoet. Het aantonen van gelijkwaardigheid kan in veel gevallen ook worden gedaan aan de hand van geaccepteerde richtlijnen. Hiervoor zijn algemene richtlijnen zoals de methode 'Beheersbaarheid van brand' van Oranjewoud SAVE [2] en 'Technische richtlijn reken- en beslismodel, beheersbaarheid van brand' van VVBA [3], deze gelden voor alle soorten gebouwen met grote brandcompartimenten. Voor parkeergarages zijn er ook twee richtlijnen die veel gebruikt worden; de NEN 2443 voor open garages [4] en de Landelijke Netwerk Brandpreventie (LNB) richtlijn voor mechanisch geventileerde parkeergarages groter dan 1.000m²

[5]. Er bestaan daarnaast nog meer van dit soort richtlijnen; zoals 'praktijkrichtlijn brandveiligheid parkeergarages' van regionale commissie bouwen en infrastructuur regio Haaglanden [6] en 'parkeergarages: brandveiligheid en ventilatie' van het SBR [7]. Het doel van deze richtlijnen is op hoofdlijnen gelijk aan de LNB richtlijn. Voor het realiseren van een gelijkwaardige oplossing worden in parkeergarages vaak rookbeheersingssystemen toegepast. Hiervoor is een norm in ontwikkeling: NEN 6098 [8]; deze (concept) norm geeft beoordelingscriteria voor het toetsen van rookbeheersingssystemen in mechanisch geventileerde parkeergarages. Al deze richtlijnen voor parkeergarages zijn in de basis bedoeld voor nieuwe parkeergarages. Dit betekent dat er geen algemeen geaccepteerde richtlijnen zijn specifiek voor bestaande (natuurlijk of mechanisch) geventileerde parkeergarages. Om bij deze parkeergarages toch een gelijkwaardig veiligheidsniveau te kunnen aantonen, moet gebruik worden gemaakt van een systematische *fire safety engineering* aanpak. Hierbij moet zelf een eiseniveau en een methode worden geformuleerd. Bij dergelijke situaties rond parkeergarages kan dus goed gebruik worden gemaakt van het overzicht dat de factoren en risico's van brand in parkeergarages in beeld brengt.

Uit het overzicht blijkt dat gelijkwaardige veiligheid onder andere kan worden bereikt door het plaatsen van extra veiligheidsinstallaties. Er kan hierbij gebruik worden gemaakt van richtlijnen die algemeen geldend zijn voor toepassing in elk type gebouw, zoals NEN 2575 'brandveiligheid van gebouwen - ontruimingsinstallaties- systeem- en kwaliteitseisen en projecteringsrichtlijnen' [9]; NEN 2654 'beheer, controle en onderhoud van brandbeveiligingsinstallaties' [10]; NEN 2535 'brandveiligheid van gebouwen - brandmeldinstallaties- systeem- en kwaliteitseisen en projecteringsrichtlijnen' [11]; NEN 6095 'rookbeheersingssystemen' [12].

RISICO'S BIJ BRAND IN PARKEERGARAGES

Getracht is om in het overzicht aan te geven wat de kans (cijfermatig) is, dat bepaalde factoren een rol gaan spelen bij brand. Deze kans is voor het

merendeel van de factoren niet bekend (hiervoor is nog veel onderzoek nodig). Doordat de kansen niet precies kunnen worden bepaald, is het ook niet mogelijk om de precieze risico's te bepalen. Immers 'risico' is de kans dat een gebeurtenis plaatsvindt, vermenigvuldigd met de grootte van het gevolg van de gebeurtenis.

In het overzicht wordt aangegeven welke factoren en gevolgen van gebeurtenissen het vaakst voorkomen. Hiermee wordt aangegeven met welke factoren en gebeurtenissen het meest rekening moet worden gehouden (dit zijn de belangrijkste factoren en risico's). Door het in kaart brengen van de belangrijkste factoren wordt een handvat aangereikt welke factoren het eerst moeten worden bepaald in toekomstig onderzoek, voordat een uitgebreide risico-analyse voor parkeergaragebranden kan worden uitgevoerd.

PARKEERGARAGEBRANDEN IN NEDERLAND

Voor de onderbouwing van wat de belangrijkste factoren en risico's zijn, is onderzoek naar parkeergaragebranden nodig. Er is nog weinig onderzoek gedaan naar overeenkomsten en verschillen tussen branden in parkeergarages in Nederland. Er zijn wel enkele onderzoeken gedaan naar branden in parkeergarages in bijvoorbeeld Frankrijk [13], Duitsland [14], Nieuw Zeeland [15] en de V.S. [16]. Om toch een actueel beeld te krijgen van de parkeergaragebranden is een literatuuronderzoek uitgevoerd betreffende recente branden in Nederlandse parkeergarages. Bij dit onderzoek is informatie verzameld over parkeergaragebranden in 2006, 2007 en 2008. Het onderzoek is gedaan aan de hand van informatie uit persberichten op Internet over parkeergaragebranden. Het nadeel hiervan is dat een brand meestal alleen in (regionale) persberichten komt als de brand geblust is door de brandweer; kleine branden die vanzelf weer uit zijn gegaan of door omstanders zijn geblust, zijn dus niet meegenomen in dit onderzoek. Om te controleren of alle (noemenswaardige) parkeergaragebranden mee zijn genomen in het onderzoek, zijn de alarmeringen voor brand in parkeergarage in Nederland uit 2006, 2007 en 2008 opgevraagd uit de database van alarmeringen.nl [17]. Met dit onderzoek is een beeld

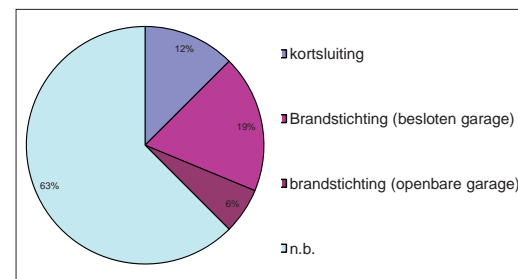
gevormd over aantallen parkeergaragebranden per jaar, soort parkeergarages waar brand is geweest, tijdstip wanneer brand wordt gemeld, aantal gewonde en dodelijke slachtoffers, schade aan voertuigen, plaatsen waar de brand ontstaat en de oorzaken van parkeergaragebranden.

Kans op ontstaan brand

De afgelopen drie jaar waren er 32 parkeergaragebranden in Nederland: negen in 2006, veertien in 2007 en negen in 2008. Gemiddeld 10,7 branden per jaar. Brand in parkeergarages begint met het *ontstaan van brand*. De beste oplossing voor het hele probleem van brand in parkeergarages is de kans op het ontstaan van de brand naar nul brengen. Helaas is het onmogelijk deze kans tot nul te reduceren, wel is het mogelijk om ervoor te zorgen dat deze kans klein wordt. Voor het ontstaan van brand moeten *brandstof, een ontstekingsbron en zuurstof* aanwezig zijn. Dus om de kans op brand te verkleinen zal moeten worden gekeken naar de meest voorkomende ontstekingsbronnen en brandstof in parkeergarages (zuurstof is altijd aanwezig). In figuur 1 is de oorzaak van de branden weergegeven, hieruit blijkt dat de oorzaak van de brand vaak niet bekend is (in de persberichten, 62 %). Bij de branden waarvan de oorzaak wel bekend is, is de ontstekingsbron meestal een *vonk of open vuur bij brandstof*. De vonk wordt dan veroorzaakt door *kortsluiting* (13 %) en open vuur door vandalisme (25 %).

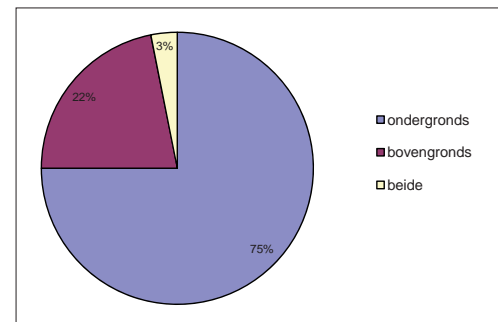
De vorm van vandalisme waardoor brand ontstaat, is divers en meestal niet precies bekend. Aan de hand van figuur 2 valt wel te concluderen dat de meeste parkeergaragebranden in ondergrondse parkeergarages optreden (75 %), dit betekent dat de meeste branden *binnenin de parkeergarage* aangestoken zijn. Het is namelijk in de meeste gevallen onmogelijk om een brandend voorwerp van buiten de garage tegen een auto in een ondergrondse parkeergarage te gooien.

Uit figuur 3 is af te lezen dat 47 % van de parkeergarages waar brand is geweest onder woningen zijn gebouwd en 6 % onder kantoren. Vrijwel al deze parkeergarages zijn besloten (privé) garages, eigendom van de woningen en kantoren die erboven liggen. De



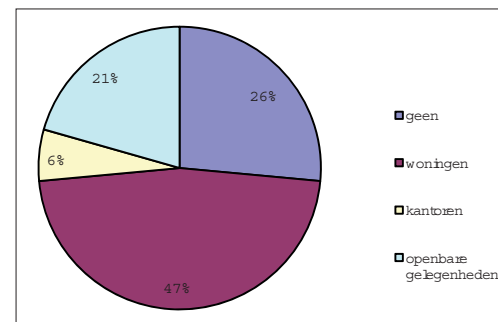
Oorzaak van de parkeergaragebrand.

- FIGUUR 1 -



Percentage parkeergaragebranden bovengrondse of ondergronds.

- FIGUUR 2 -

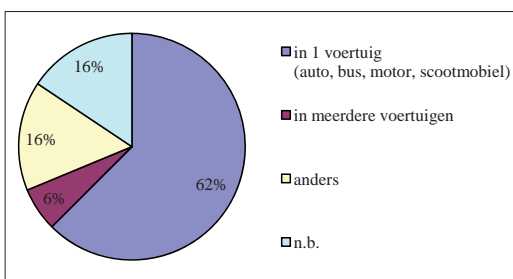


Bebouwing boven de parkeergarages waar brand is geweest.

- FIGUUR 3 -

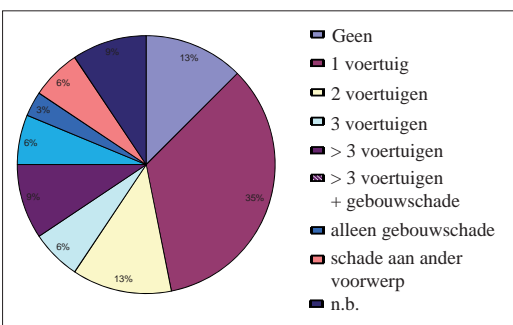
overige 47 % heeft geen bebouwing of openbare gelegenheden boven de parkeergarage, dit betekent dat het grootste gedeelte hiervan openbare parkeergarages zijn. Uit dit onderzoek blijkt dus dat zowel in open als besloten parkeergarage een groot deel van de branden plaatsvindt, met een kleine meerderheid voor de besloten garages. Als alleen wordt gekeken naar de branden die zijn ontstaan door brandstichting, kan m.b.v. gegevens uit figuur 1 worden geconcludeerd dat de ruime meerderheid van deze aangestoken branden plaatsvindt in *besloten parkeergarages* (76 %). Om brandstichting te voorkomen kan cameratoezicht of permanent toezicht uitkomst bieden. De aanwezigheid van *camera's* of een *toezichthouder* zal wel veel brandstichters afschrikken, omdat de kans om gepakt te worden groter is.

Uit figuur 4 volgt dat de meeste parkeergaragebranden beginnen in



Plaats van het ontstaan van de parkeergaragebrand.

- FIGUUR 4 -



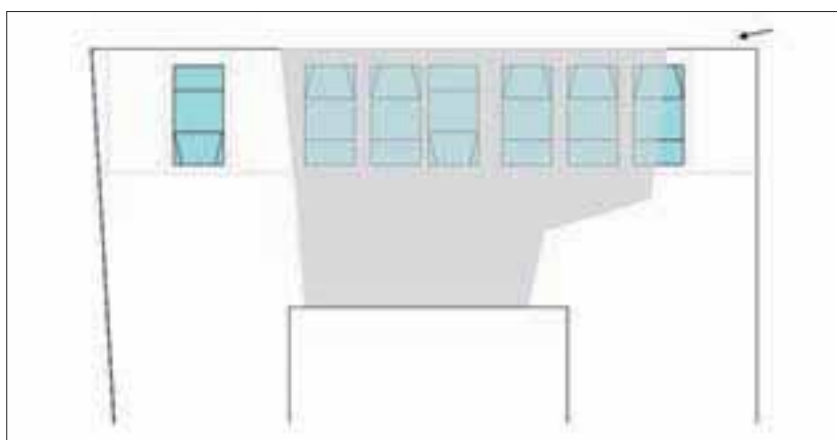
Schade veroorzaakt door de parkeergaragebrand.

- FIGUUR 5 -

een voertuig (zoals auto, bus, motor of scootmobiel), namelijk in 62 % van de gevallen. Figuur 5 laat zien dat de meeste schade ontstaat aan voertuigen, in 69 % van de parkeergaragebranden is er schade aan één of meerdere voertuigen. Het gemiddelde aantal voertuigen dat betrokken is bij deze 69 % van de branden is 3,1 voertuigen. De aanname die gebruikt wordt in veel berekeningsmethoden, dat drie à vier auto's tegelijk branden bij een parkeergaragebrand, komt hiermee dus goed overeen. Er kan nu worden geconcludeerd dat de brandstof voor de branden voornamelijk *voertuigen* zijn.

Uitbreiding brand buiten brandcompartiment

Om ervoor te zorgen dat de brand beperkt blijft, moet er worden gezorgd dat de brand niet of zo min mogelijk uitbreidt. Hierdoor kunnen mensen veilig vluchten en blijft de brand beheersbaar. *Branduitbreiding buiten het brandcompartiment* komt zelden tot nooit voor in parkeergarages. Bij geen enkele onderzochte Nederlandse parkeergarage is de brand verder uitgebreid dan meerdere voertuigen, garageonderdelen of andere objecten in hetzelfde brandcompartiment. Dit komt doordat parkeergarages grote open oppervlaktes zijn, waar meestal alleen voertuigen als brandstof kunnen dienen. Verder is de kans op *branddoorslag* naar andere brandcomparti-



De positionering van de zeven uitgebrande auto's in de parkeergarage in de Lloydstraat, Rotterdam (met schade patroon op het plafond) [18].

- FIGUUR 6 -

menten klein; omdat trappenhuisen weinig brandbaar materiaal mogen bevatten, oude parkeergarages meestal dikke betonnen muren en plafonds hebben (WBDBO > 20 min) en nieuwe parkeergarages moeten voldoen aan een WBDBO > 60 min (Weerstand tegen Brand Doorslag en Brand Overslag).

Er is ook geen sprake geweest van *brandoverslag* naar andere gebouwen of bovengelegen parkeerlagen (in open parkeergarages met meerdere verdiepingen) bij een van de parkeergaragebranden. Brand in een parkeergarage is, in tegenstelling tot een brand in een ander gebouw, veelal een lokaal verschijnsel (gemiddeld branden drie tot vier auto's gelijktijdig). Alleen bij brandende voertuigen, die aan de rand van een relatief open garage staan geparkeerd, is kans op brandoverslag via uitslaande vlammen. Hierbij moet dan wel een ander gebouw met gevelopeningen aanwezig zijn of voertuigen op een hogere verdieping aan de rand van de parkeergarage boven de brandende auto geparkeerd staan. Deze factoren zullen niet vaak in deze combinatie aanwezig zijn. Brandoverslag kan dus optreden, maar de kans is relatief klein.

Uitbreiding brand binnen brandcompartiment

Naast het voorkomen/vertragen van uitbreiding van brand naar een ander brandcompartiment, moet ook de uitbreiding binnen het brandcompartiment zoveel mogelijk beperkt blijven. Dit ter voorkoming van gewonden en schade. Door de resultaten uit figuur 4 en 5 te combineren is bepaald of branduitbreiding binnen een brandcompartiment heeft plaatsgevonden in

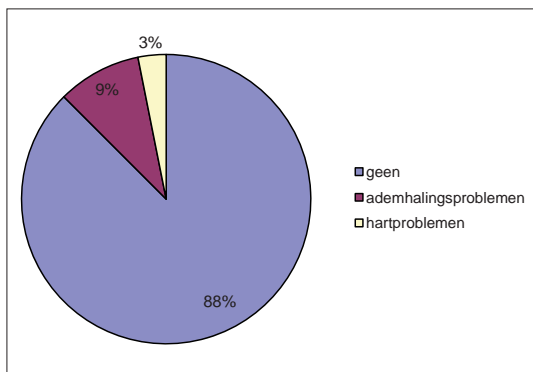
de onderzochte Nederlandse parkeergarages. In figuur 4 is te zien dat in 62 % van de branden (twintig branden) de brand is begonnen in één voertuig en in 6 % van de gevallen (twee branden) in meerdere voertuigen. Vervolgens blijkt uit figuur 5 dat de schade veroorzaakt door de branden in maar 35 % van de gevallen (elf branden) beperkt is gebleven tot één voertuig en dat in 34 % van de gevallen (elf branden) er meer dan één auto schade heeft opgelopen door brand. Hieruit is berekend dat in 31 % van het totale aantal parkeergaragebranden *uitbreiding van de brand binnen het brandcompartiment* heeft plaats gevonden.

De oorzaak van branduitbreiding naar andere voertuigen is over het algemeen niet bekend. Wel is bekend dat de meeste branden in parkeergarages uitbreiden naar naast elkaar staande voertuigen. Uit de onderzoeksresultaten van de parkeergarages waarbij meerdere voertuigen schade hebben opgelopen, blijkt dat de voertuigen allemaal bij elkaar in de buurt (naast elkaar) stonden. Bijvoorbeeld bij de parkeergaragebrand in de Lloydstraat Rotterdam (1-10-2007), daar brandden zeven auto's af die allemaal naast elkaar stonden (zie figuur 6).

In de meeste gevallen breidt de brand in parkeergarages zich uit door een combinatie van *straling van de brand en vlamcontact*. Uitbreiding door straling vanuit de rook komt in parkeergarages veel minder voor, bij de onderzochte branden is nergens gerapporteerd dat secundaire branden zijn ontstaan.

Veilig vluchten

Cruciaal punt bij het voorkomen van



Percentage parkeergaragebranden met gewonden.

- FIGUUR 7 -

slachtoffers bij brand is het veilig kunnen vluchten van mensen die in het gebouw aanwezig zijn. Belangrijk is dat garagebezoekers en eventueel mensen in bovengelige bebouwing tijdig worden gewaarschuwd bij brand en dan via een veilige (duidelijk aangegeven) weg het gebouw kunnen verlaten. Bij het vluchten is het van belang dat er snel kan worden gevlucht. Dit is afhankelijk van de *begaanbaarheid* van de brand/rookvrije vluchtroute, de *vluchtwegaanduiding*, *vluchtvaardigheid* van mensen en de *vrije doorgang* in combinatie met het *aantal personen* dat moet vluchten. Uit het onderzoek kan enkel worden geconcludeerd dat in de parkeergarages het veilig vluchten altijd goed verloopt. Figuur 7 laat het percentage parkeergaragebranden zien waar gewonden bij zijn gevallen en wat de verwondingen inhielden. Hieruit blijkt dat in 12 % van de parkeergaragebranden gewonden zijn gevallen, maar in geen één van de gevallen waren de verwondingen ernstig. Het grootste deel van de verwondingen bestond uit ademhalingsproblemen van mensen uit woningen boven de parkeergarage.

Brandbestrijding

Het laatste stadium van brand in parkeergarages is de brandbestrijding. Als iedereen is gevlucht, dan wordt het van belang om de schade (aan derden) te beperken door de brand te bestrijden. Bij het bestrijden van de brand is de persoonlijke veiligheid het belangrijkste, dit is belangrijker dan het blussen van de brand. De brand wordt meestal geblust door de brandweer, maar soms ook door omstanders of een automatisch blussysteem. Bij grote branden zal altijd de brandweer komen. In het onderzoek naar branden in Nederland gaat het om branden die in persberichten hebben gestaan, bij al

deze branden is de brand succesvol geblust door de brandweer. Doordat de uitbreiding van de brand in parkeergarages volgens het onderzoek altijd beperkt is, zal ook de brandbestrijding altijd succesvol verlopen en zijn er dus nog geen parkeergarages volledig uitgebrand.

PARKEERGARAGEBRANDEN IN HET BUITENLAND

De resultaten van dit onderzoek zijn vergeleken met onderzoeken uit vier verschillende landen. De resultaten van het onderzoek in Nederland komen vrij goed overeen met de resultaten uit onderzoeken die zijn gedaan in het buitenland. Het eerst onderzoek waarmee de resultaten zijn vergeleken, is een onderzoek van TNO in samenwerking met CTICM (Frankrijk) en Arbed recherches (Luxemburg); '*Demonstration of real fire tests in car parks and high buildings*' [13]. Tijdens dit onderzoek zijn parkeergaragebranden in Frankrijk tussen 1995 en 1998 in kaart gebracht. Ook met het rapport '*Assessment of vehicle fires in New Zealand parking buildings*' van Yuguang Li [15] zijn vergelijkingen getrokken tijdens dit onderzoek. In deze studie is onderzoek gedaan naar parkeergaragebranden in Nieuw Zeeland tussen 1995 en 2003. Het derde rapport waarmee vergeleken is, is het rapport '*brandveiligheid in stalen parkeergarages*' van ThyssenKrupp Hoesch Bausysteme Benelux [14]. Hierin wordt informatie gegeven over resultaten van twee aparte onderzoeken over branden in parkeergarages in Duitsland uit vóór 1970 en uit 1979. En het laatste rapport waarmee vergeleken is, is '*U.S. vehicle fire trends and patterns*' [16]. Hierin zijn de resultaten weergegeven van allerlei soorten voertuigbranden (auto's, treinen, vliegtuigen, etc.) in de Verenigde Staten in 1999.

DE KANS DAT FACTOREN EEN ROL GAAN SPELEN

In het schema, op de vorige pagina, in figuur 8 is het totale overzicht gereduceerd tot het gedeelte waar uitspraken zijn gedaan over de kans dat bepaalde factoren een rol gaan spelen. De kansen zijn bepaald aan de hand van het onderzoek naar recente parkeergaragebranden in Nederland (2006-2008). De gedeeltes waarvan de kans nog niet bekend is, zijn in deze figuur aange-

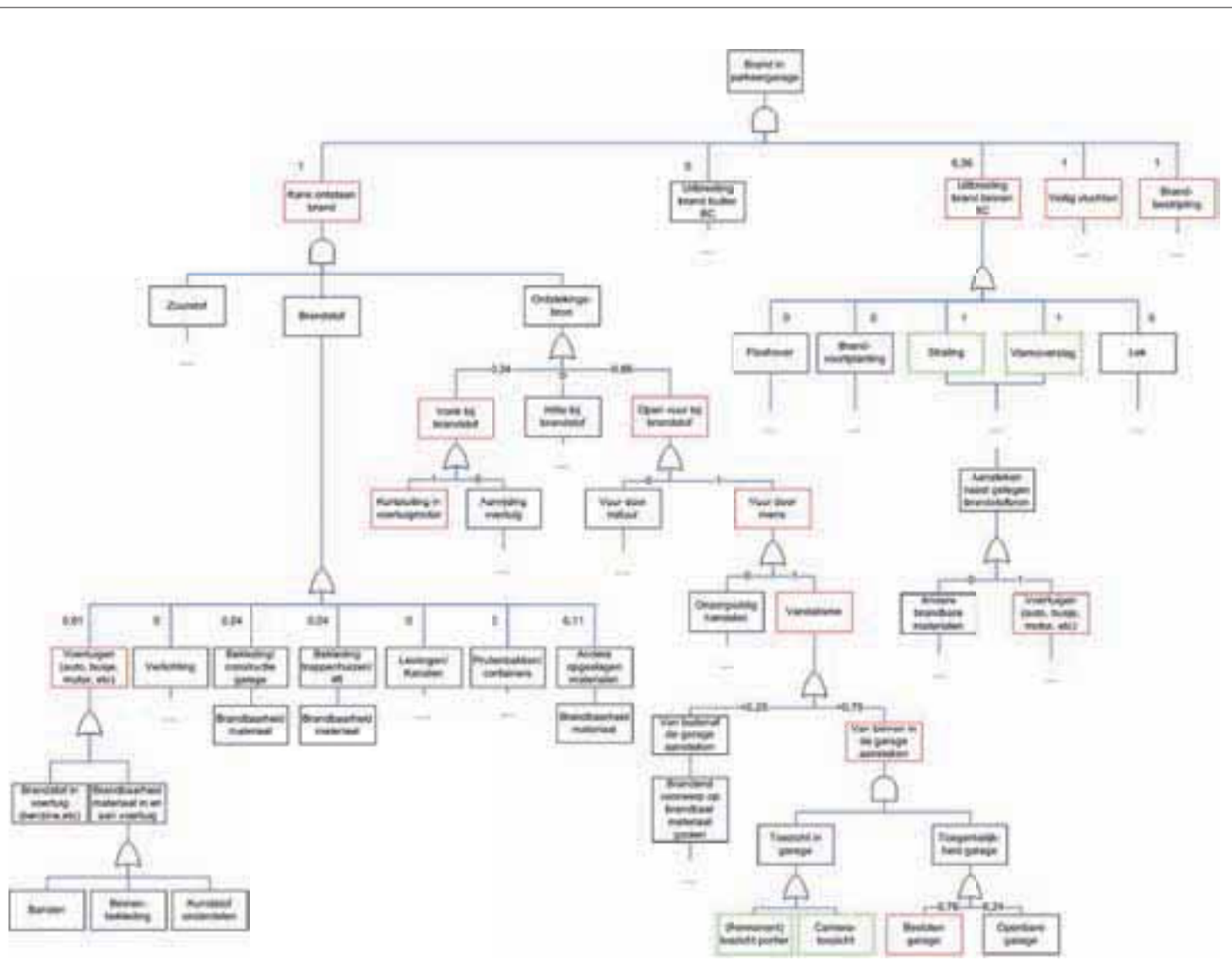
duid met puntjes. De belangrijkste factoren en risico's die zijn onderbouwd zijn rood omlijnd en de factoren en risico's waarvan is verondersteld dat ze belangrijk zijn, zijn groen omlijnd. Bij de weergegeven kansverdelingen moet worden opgemerkt dat ze zijn gebaseerd op enkel de resultaten van dit onderzoek, voor een uitgebreidere en verder onderbouwde kansbepaling zal waarschijnlijk nog jarenlang onderzoek moeten worden gedaan.

CONCLUSIE

De resultaten van dit onderzoek zijn een goed handvat voor toekomstig onderzoek. Met behulp van dit onderzoek is vastgesteld, welke factoren eerst moeten worden bepaald voordat een uitgebreide risico-analyse voor parkeergarages kan worden uitgevoerd. Aan de hand van dit onderzoek kan worden geconcludeerd dat slechts gedeeltelijk de belangrijkste factoren en risico's voor het ontstaan van brand en de branduitbreiding (zowel binnen als buiten BC) goed zijn onderbouwd met de onderzoeksresultaten en dat het bepalen van de belangrijkste factoren en risico's voor het veilig vluchten en de brandbestrijding voornamelijk gedaan zijn aan de hand van redenering ('logisch nadenken') en verwachtingen. Het is dus aan te bevelen dat voor de onderbouwing van alle hoofdaspecten nog uitgebreider onderzoek wordt gedaan. De kans dat bepaalde factoren een rol gaan spelen en de exacte risico's bij brand in parkeergarages zijn voor het merendeel van de factoren dus nog onbekend, hiervoor is aanvullend onderzoek nodig. 

LITERATUUR

1. Praktijkboek bouwbesluit 2003; VROM, Van Overveld bouwbesluit advies BV; dr. ir. M. van Overveld; 1 september 2005.
2. Beheersbaarheid van brand, integrale leidraad; Oranjewoud SAVE, EFPC, V2BO advies; april 2007.
3. Technische richtlijn reken- en beslismodel, beheersbaarheid van brand; VVBA; 20 oktober 2004.
4. NEN 2443 (nl), parkeren en stallen van personenauto's op terreinen en in garages; ICS 91.040.99; april 2000.
5. Praktijkrichtlijn (aanvullende) brandveiligheidseisen op het bouwbesluit voor mechanisch



Deel van het overzicht van factoren en risico's bij brand in parkeergarages; hierin zijn de kansen aangegeven dat bepaalde factoren een rol spelen n.a.v. het onderzoek naar parkeergaragebranden in Nederland (2006-2008).

- FIGUUR 8 -

- geventileerde parkeergarages met een gebruiksoppervlakte groter dan 1.000 m²; LNB; 04 december 2002.
6. Praktijkrichtlijn brandveiligheid parkeergarages; Regionale commissie bouwen en infrastructuur; regio Haaglanden; Jan Brekelmans; oktober 2008.
 7. Parkeergarages: Brandveiligheid en ventilatie; ir. L.E.J.J. Schaap (LBP BV); SBR; september 2004.
 8. NEN 6098 (nl); Rookbeheersingssystemen voor mechanisch geventileerde parkeergarages; Mei 2007.
 9. NEN 2575 (nl); Brandveiligheid van gebouwen - ontruimingsinstallaties- systeem- en kwaliteitseisen en Projecteringsrichtlijnen; 2004.
 10. NEN 2654 (nl); Beheer, controle en onderhoud van brandbeveili-

- gingsinstallaties; deel 1: brandmeldinstallaties, december 2004; deel 2: ontruimingsalarminstallaties, februari 2002; deel 3: rookbeheersingssystemen, december 2006.
11. NEN 2535 (nl); Brandveiligheid van gebouwen - Brandmeldinstallaties- systeem- en kwaliteitseisen en projecteringsrichtlijnen; oktober 1996.
12. NEN 6095 (nl); Rookbeheersingssystemen (RWA- en overdrukinstallaties); januari 2005.
13. Demonstration of real fire tests in car parks and high buildings; Daniel JOYEUX, Joël KRUPPA, Louis-Guy CAJOT, Jean-Baptiste SCHLEICH, Peter VAN DE LEUR, Leen TWILT; CTICM (Frankrijk); ARBED RECHERCHES (Luxemburg); TNO

- (Nederland); 30 juni 2001.
14. Brandveiligheid stalen parkeergarages; Hoesch Additiv Decke; Thyssenkrupp Hoesch Bausysteme; Benelux.
 15. Assessment of vehicle fires in New Zealand parking buildings; Yuguang Li, Michael Spearpoint; May 2004; University of Canterbury; Christchurch, New Zealand.
 16. U.S. VEHICLEFIRE TRENDS AND PATTERNS; Marty Ahrens; NFPA; Quincy, USA; februari 2004.
 17. www.alarmeringen.nl; de grootste database met alarmeringen in Nederland.
 18. Onderzoek brand parkeergarage Lloydstraat, Rotterdam; Efectis Nederland BV; ing. M.P. de Feijter, ir. A.J. Breunese; december 2007.