

Consequenties van het autobrandscenario

Brandveiligheid natuurlijk geventileerde parkeergarages

BRANDVEILIGHEID

TEKST IR. RUUD VAN HERPEN FIFIREE



Voor de brandveiligheid van parkeergarages wordt vaak fire safety engineering toegepast. Dat komt doordat gebruiksfunctie en gebouwtype vragen om een projectspecifieke aanpak. Het brandscenario in een parkeergarage wijkt zodanig af van brandscenario's in andere gebruiksfuncties, dat toepassing van de standaard brandkromme als thermische belasting op draag- en scheidingsconstructies niet erg zinvol is.



Het is zelfs zo dat de randcondities in een parkeergarage vaak een lokale brand kunnen garanderen; flashover tot een compartimentsbrand treedt niet op. Aangezien een compartimentsbrand voor de brandveiligheidseisen in Bouwbesluit 2012 het uitgangspunt is, zou daarvan kunnen worden afgeweken wanneer een lokale brand kan worden

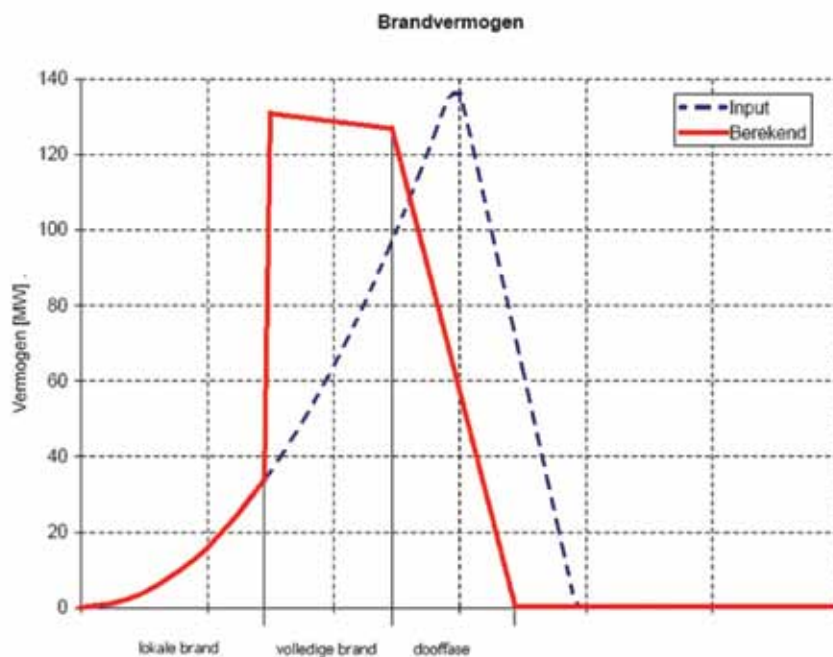
gegarandeerd. Immers, de thermische belasting van een lokale brand is vrijwel verwaarloosbaar in vergelijking met de thermische belasting van een compartimentsbrand, zie figuur 1.

Wanneer flashover uitgesloten is, kunnen in principe eisen aan de brandwerendheid van draag- en scheidingsconstructies in de parkeergarage achterwege blijven. Ook

het maximale uitbreidingsgebied van brand hoeft niet bouwkundig te worden gegarandeerd, waardoor grote compartimenten mogelijk zijn.

Mechanisch en natuurlijk geventileerde parkeergarages

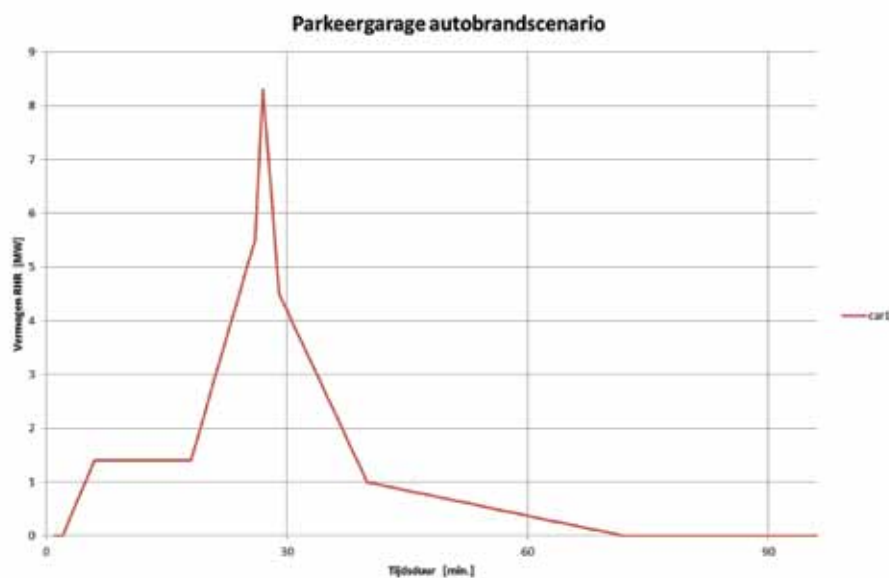
In besloten parkeergarages is mechanische ventilatie noodzakelijk om voldoende luchtverversing voor de afvoer van ver-



Figuur 1. Het brandvermogensscenario van een natuurlijke brand in een willekeurig brandcompartiment. De energie-inhoud van de lokale brand (het vermogen, geïntegreerd over de tijdsduur) is een fractie van de energie-inhoud van de volledig ontwikkelde compartimentsbrand.



Figuur 2. Parkeergarage Jette (Academisch ziekenhuis Brussel). Een zeer open parkeergarage waarin flashover tot een volledig ontwikkelde brand uitgesloten is.



Figuur 3. Autobrandscenario volgens CaPaFi.

ontreinigingen, zoals koolmonoxide en benzeen, te verzekeren. Die ventilatie kan ook ingezet worden om warmte en rook af te voeren in geval van een brandcalamiteit. Bij voldoende ventilatie wordt daarmee voorkomen dat de flashovercondities in de garage worden bereikt, er ontstaat dan geen volledig ontwikkelde compartimentsbrand. Het is zelfs mogelijk om de mechanische ventilatiecapaciteit in geval van brand zodanig te vergroten en te sturen dat offensief brandweeroptreden in de garage mogelijk is. De lokale brand in de garage kan in dat geval door de brandweer geblust worden.

Natuurlijk kan een lokale brand ook met behulp van een automatische blusinstallatie (sprinklerinstallatie) worden beheerst. In dat geval behoeven geen voorwaarden aan de ventilatie gesteld te worden.

Open parkeergarages hebben als voordeel dat de warmte die bij een brand vrijkomt automatisch wordt afgevoerd. Bij een voldoende natuurlijke ventilatiecapaciteit worden flashovercondities in de garage niet bereikt. Echter, offensief brandweeroptreden in open parkeergarages is vaak niet mogelijk. Natuurlijke ventilatie laat zich niet sturen, de windcondities zijn hiervoor te overheersend.

Vermogen van een autobrand

Het piekvermogen van een autobrand is hoog, de tijdsduur van een autobrand is relatief kort, zie figuur 3. Vanwege het hoge piekvermogen is branduitbreiding naar naastgeparkeerde auto's onvermijdelijk. Figuur 4 geeft de afzonderlijke brandscenario's van vier naast elkaar geparkeerde auto's en de gecumuleerde vermogenscurve.

Wanneer offensief brandweeroptreden mogelijk is wordt ingegrepen op het vermogensscenario van figuur 4. Bij een parkeergarage met volledige bewaking en automatische doormelding kan de brandweer na 23 minuten water op het vuur brengen, waardoor het brandvermogen vanaf dat tijdstip afneemt totdat de brand volledig geblust is (10 minuten later). Een dergelijk uitgangspunt wordt ook gehanteerd in NEN 6098.

Indien offensief brandweeroptreden niet mogelijk is, gaan meer dan vier auto's verloren aan de brand. De uiteindelijke brandschade kan dan een hele parkeerrij bedragen. Bij natuurlijk geventileerde parkeergarages kan brandweeroptreden niet worden gegarandeerd en moet rekening worden gehouden met een gecumuleerde vermogenscurve van figuur 5. Uiteindelijk resulteert dit na ongeveer een uur in een stationair brandvermogen van circa 18,7 MW.

Consequenties brandvermogensscenario

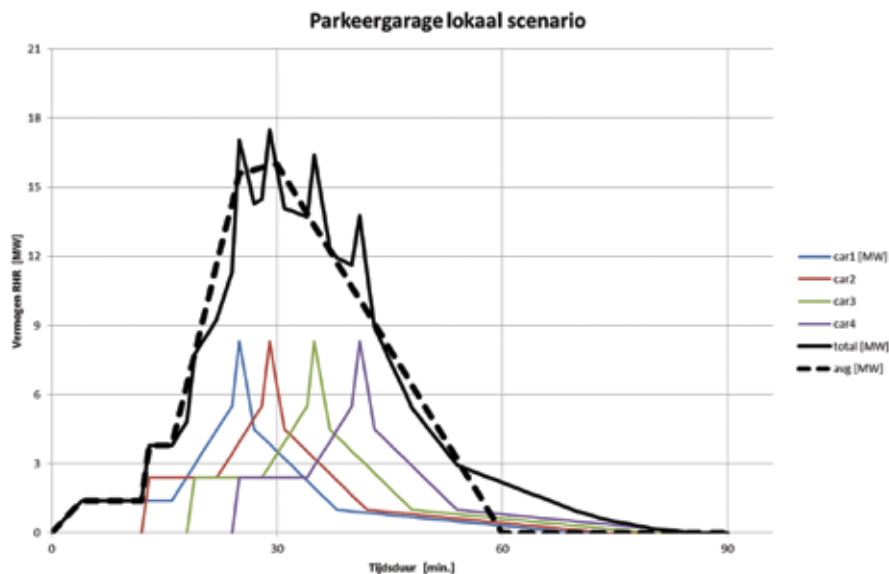
De consequenties van het brandvermogensscenario volgens figuur 5, waarvan in natuurlijk geventileerde parkeergarages zou moeten worden uitgegaan wanneer offensief brandweeroptreden niet mogelijk is en ook geen sprinklerinstallatie aanwezig is, zijn bepaald met het zonemodel Ozone. Daarvoor is een natuurlijk geventileerde parkeergarage gemodelleerd, waarvan de openingen juist voldoen aan de voorwaarden voor natuurlijke ventilatie die in de parkeergaragenorm NEN 2443 worden gesteld. In figuur 6 is de geometrie van de garage weergegeven: een 80 meter lange garage, 54 meter breed, met een hoogte van 2,5 meter. In de langshevels zijn natuurlijke ventilatie-openingen voorzien met een netto doorlaat van 108 m² per langshevel.

De gemiddelde gastemperatuur in de parkeergarage bij het gegeven brandscenario (dus zonder offensieve brandweerinzet) is weergegeven in figuur 7. Hieruit blijkt dat de gastemperaturen aanzienlijk worden gereduceerd door warmte-accumulatie in de aangrenzende betonnen vloeren. Maar ook in een adiatische berekening, waarin geen rekening wordt gehouden met afkoeling van het gasmengsel aan de aangrenzende constructies, blijft de gastemperatuur zo laag dat geen risico bestaat van flashover tot een compartimentsbrand. Evenmin vormt de gastemperatuur een thermische belasting op draag- en scheidingsconstructies. Brandwerende draag- en scheidingsconstructies zijn niet nodig om instandhouding te garanderen.

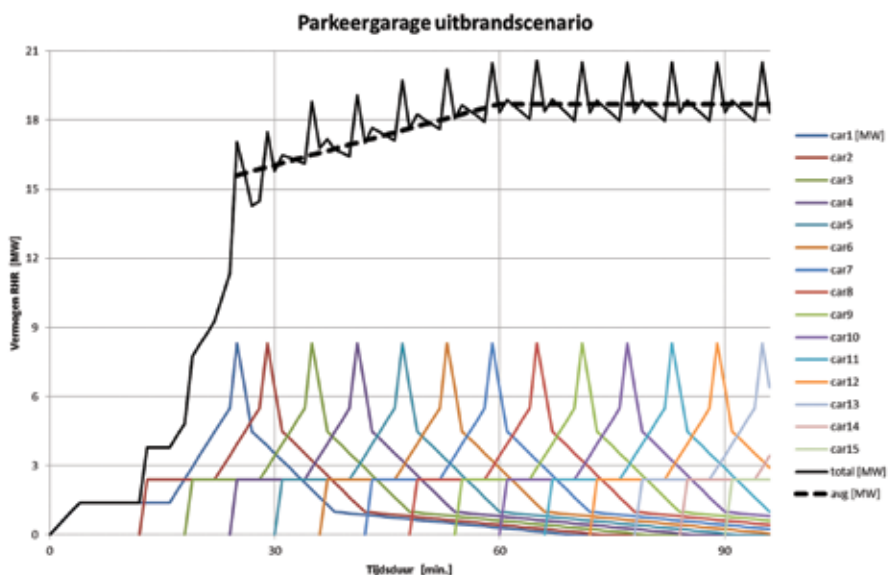
Het lijkt erop dat natuurlijk geventileerde parkeergarages altijd zonder brandwerende scheidings- en draagconstructies kunnen worden uitgevoerd, mits de vluchtveiligheid in de garage geborgd is. Uiteraard kan de schade aanzienlijk zijn, maar schadebeperking is geen publiekrechtelijk doel. Schadebeperking is een overweging voor de marktpartijen, in het bijzonder voor de eigenaar en de verzekeraar.

Lokale invloeden

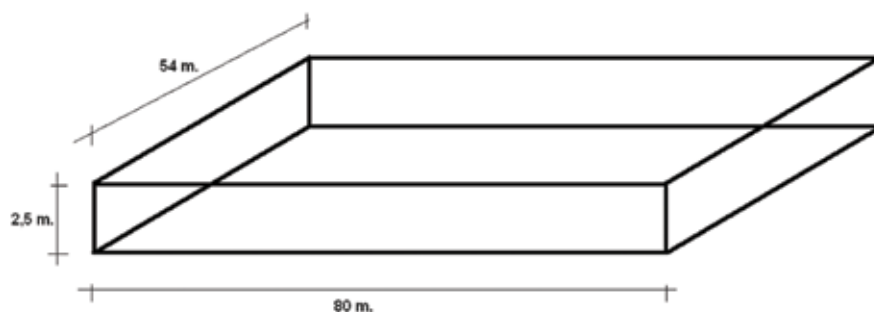
Het temperatuurverloop in figuur 7 betreft een gemiddelde temperatuur in het volume van de parkeergarage. Er zullen plaatselijk verschillen optreden in de garage, het volume van de parkeergarage zal nooit helemaal homogeen gemengd zijn. Met name dicht bij de brandhaard zal de thermische belasting door convectie en straling vanaf de vlammen groter zijn dan gemiddeld. Het invloedsgebied omvat circa vier parkeerplaatsen rond de as van



Figuur 4. Gecumuleerde vermogenscurve bij een scenario dat zich uitbreidt tot 4 auto's volgens CaPaFi. De gestreepte curve geeft het gestyleerde brandvermogensscenario weer.



Figuur 5. Gecumuleerde vermogenscurve bij een scenario met een ongelimiteerd aantal auto's. De gestreepte curve geeft het gestyleerde brandvermogensscenario weer.

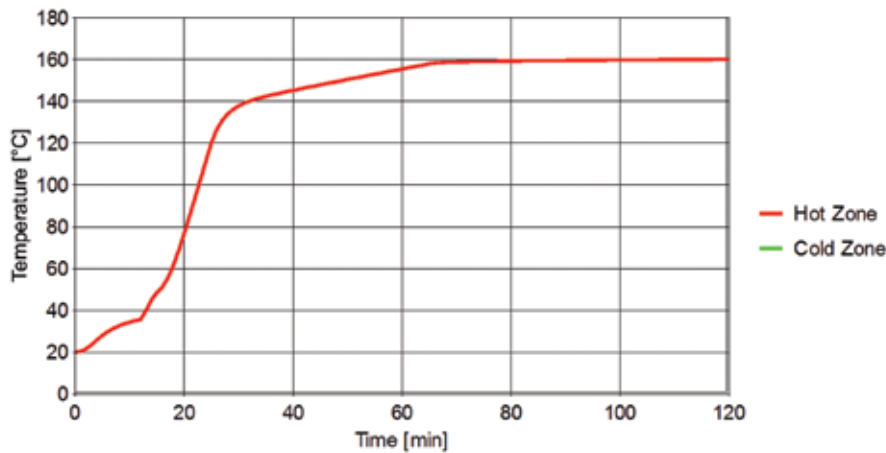


Figuur 6. Geometrie van de natuurlijk geventileerde parkeergarage met in de 80 meter lange langshevels een netto doorlaat van 108 m² per gevel.

de brandhaard. Dat kan nadelig zijn voor een element van de draagstructuur (kolom of ligger) binnen dit invloedsgebied. Wanneer het bezwijken van dat element niet het bezwijken van de gehele draagstructuur

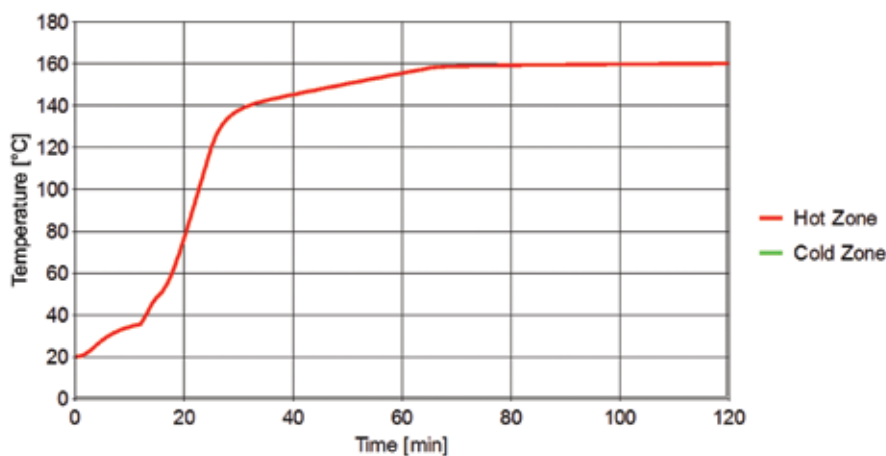
tot gevolg heeft is het niet nodig om het betreffende element te behoeden tegen bezwijken (door overdimensionering of door bouwkundige bescherming). Indien bezwijken van het element ten gevolge van de lokale thermische belasting leidt

Gas Temperature



Analysis Name: Parkeergarage Ozone, capafi uitbrandscenario, adiabatisch

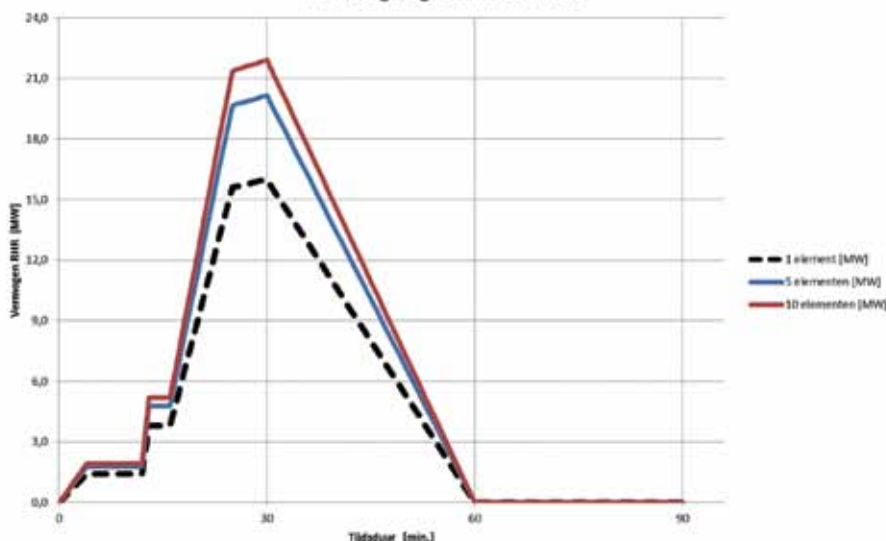
Gas Temperature



Analysis Name: Parkeergarage Ozone, capafi uitbrandscenario, adiabatisch

Figuur 7. Verloop van de gemiddelde temperatuur in een natuurlijk geventileerde parkeergarage zonder offensieve brandweerinzet, zonder rekening te houden met afkoeling van het gasmengsel aan begrenzendende constructies (boven: adiabatisch) en met afkoeling aan betonnen vloeren (onder).

Parkeergarage lokaal scenario



Figuur 8. Referentie vermogensscenario van een lokale brand in een parkeergarage (streeplijn, zie ook figuur 4) en de rekenscenario's voor vijf respectievelijk tien maal zoveel elementen die aan de lokale brand worden blootgesteld.

tot het bezwijken van de gehele draagstructuur is dat niet toelaatbaar. Om dat te voorkomen zullen alle elementen (kolommen of liggers) van de draagstructuur in de garage bestand moeten zijn tegen die lokale thermische belasting. Immers, de brand kan op elke plaats in de parkeergarage ontstaan.

Wanneer de lokale brand niet door een sprinklerinstallatie of door een offensieve brandweerinzet in de garage kan worden beheerst, verplaatst de brand zich verder door de garage. Bij een natuurlijk geventileerde parkeergarage moet hiermee rekening gehouden worden. In dat geval worden meer elementen van de draagstructuur blootgesteld aan die lokale thermische belasting; in plaats van één element gaat het nu om N elementen.

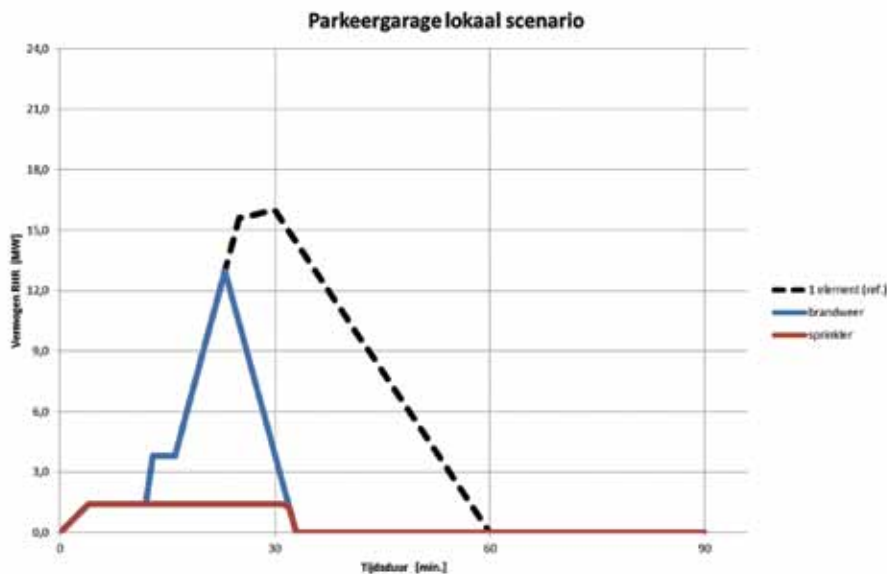
Hoewel de thermische belasting in dit geval niet groter is dan die van een enkel element, worden wel N maal zoveel elementen blootgesteld hieraan. De faalkans van de draagstructuur wordt daardoor ook N maal zo groot. Dit kan worden gecompenseerd door per element de toelaatbare faalkans te verkleinen (vermenigvuldigen) met een factor $1/N$, ofwel het brandvermogen te vermenigvuldigen met de risicofactor, behorende bij de kansfactor N .

De Nationale Bijlage bij Eurocode 1 (NEN-EN 1991-1-2/NB) geeft een omreken tabel voor kansfactoren naar risicofactoren.

In figuur 8 is het vanuit het vermogensscenario van een lokale brand die één element (ligger/kolom) thermisch belast (referentiesituatie) het rekenscenario vastgesteld van een lokale brand die zich verplaatst over vijf elementen, respectievelijk tien elementen van de draagstructuur. Bij een toenemend aantal elementen neemt de rekenwaarde van de thermische belasting toe. Op die wijze wordt de grotere faalkans van de draagstructuur gecompenseerd met een kleinere toelaatbare faalkans per element.

Feitelijk mag het referentiescenario voor een offensieve brandweerinzet in gunstige zin worden aangepast, wanneer binnen 23 minuten water op het vuur gebracht kan worden. Een sprinklerinstallatie kan nog sneller water op het vuur brengen. Zie figuur 9.

Figuur 9 houdt geen rekening met faalkans van offensieve brandweerinzet en automatische blusinstallatie. In de Nationale Bijlage bij Eurocode 1 worden risicoreducerende maatregelen verdisconteerd in een reductiefactor op het referentie brandvermogen, een vermenigvuldigingsfactor kleiner dan 1. Daarin worden ook de faalkans van die risicoreducerende



Figuur 9. Referentie vermogensscenario van een lokale thermische belasting in vergelijking tot het vermogensscenario met een succesvolle offensieve brandweerinzet en met een succesvolle automatische blusinstallatie.

maatregelen gewaardeerd. Dat leidt voor een automatische blusinstallatie (risicofactor=0,54 volgens NEN-EN 1991-1-2/NB) tot het rekenscenario voor de lokale thermische belasting volgens figuur 10.

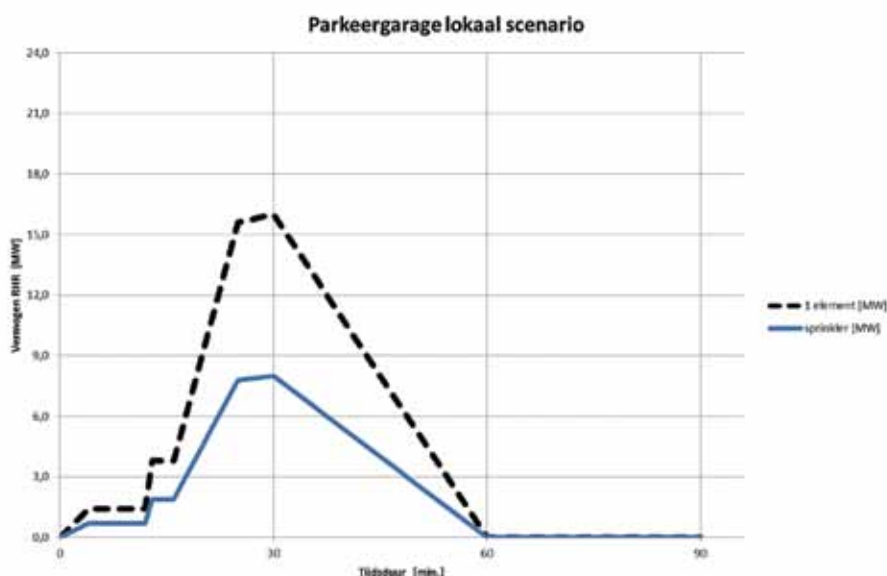
Conclusie

Open parkeergarages, of beter gezegd natuurlijk geventileerde parkeergarages met een natuurlijke ventilatiecapaciteit die vergelijkbaar is met de in NEN 2443 gehanteerde netto doorlaat voor natuurlijke ventilatieopeningen, zijn bij voldoende vluchtmogelijkheden in principe brandveilig. Omdat flashover tot een compartimentsbrand niet optreedt zijn brandwerende draag- en scheidingsconstructies niet noodzakelijk. Daarbij moet wel het lokale effect van de brandhaard op de draagconstructies worden beschouwd. Omdat een offensieve

binneninzet in natuurlijk geventileerde parkeergarages doorgaans niet mogelijk is, zal het lokale effect van grotere invloed zijn dan in garages waarin een offensieve brandweerinzet wel mogelijk is, of waarin een automatische blusinstallatie aanwezig is. Die invloed van het lokale effect komt tot uitdrukking in de risicofactor die op het brandvermogen kan worden toegepast conform de Nationale Bijlage bij Eurocode 1.

Bibliografie

- Herpen, R.A.P. van - Brandveiligheid beschouwd vanuit risicobenadering – Bouwregels in de praktijk pp 18-22, februari 2009.
- CaPaFi version 2.1 – Bouwen met staal, 2010.
- Development of design rules for steel structures subjected to natural fires



Figuur 10. Referentie vermogensscenario van een lokale brand in een parkeergarage (streeplijn, zie ook figuur 4) en het rekenscenario voor een gesprinklerde autobrand (risicofactor 0,54).

- in closed car parks – CEC Agreements 7210-SA/211/318/518/620/933: Validation of the method and measured rate of heat release of burning cars – DiFiSek.
- NEN 6098 - Rookbeheersingssysteemen voor mechanisch geventileerde parkeergarages – NEN Delft, 2012.
- NEN 6055 - Thermische belasting op basis van het natuurlijk brandconcept, bepalingsmethode – NEN Delft, 2011.
- NEN-EN 1991-1-2/NB – Nationale Bijlage bij Eurocode 1: Belastingen op constructies, Deel 1-2: algemene belastingen, belasting bij brand – NEN Delft, 2011.
- NEN 2443 – Parkeren en stallen van personenauto's op terreinen en in garages – NEN Delft, 2013



Ir. Ruud van Herpen FIFireE is senior adviseur brandveiligheid en technisch directeur bij Nieman Groep en Fellow Fire Safety Engineering op de Unit Building Physics & Services TU/e.