

Fire safety engineering creëert ontwerprijheid

Fire safety engineering (FSE) staat voor een realistische beschouwing van het gedrag van een brand en het effect hiervan op de omgeving. Hierbij wordt gebruikgemaakt van fysieke modellen. Het is een relatief nieuwe ontwikkeling die kan worden ingezet voor het beschouwen van in principe alle aspecten die met brandveiligheid te maken hebben. Dit kan veel invloed hebben op een ontwerp. Als voorbeeld wordt in dit stuk de constructieve brandveiligheid van een denkbeeldige gevelkolom toegelicht.

Van oudsher worden constructies beoordeeld op basis van de zogenaamde standaardbrandkromme. In werkelijkheid is het verloop van een brand alles behalve standaard. Een brand is in het begin vaak heviger dan het veronderstelde standaard verloop van de temperatuur. In tegenstelling tot de standaardbrandkromme neemt het brandvermogen en daarmee de temperatuur van een brand later veelal snel af, afhankelijk van de hoeveelheid en typen brandbare materialen. FSE van constructies verschilt op twee aspecten van de standaard beschouwing. Enerzijds thermisch, door geen 'universele' standaard brandkromme toe te passen, maar meer realistische brandomstandigheden voor de specifieke situatie. Anderzijds mechanisch, door het betreffende constructieonderdeel niet als op zichzelf staande component te benaderen, maar als onderdeel van de hele constructie. Tegenwoordig zijn er methoden, zoals gegeven in de Eurocode, die een meer realistische benadering mogelijk maken op basis van een natuurlijke brand.

Gevelkolom

In veel gebouwen is een open en transparant karakter gewenst. Dit vertaalt zich vaak in gevels met veel glas en vides, waar nagenoeg geen objecten aan liggen. Bij een eventuele brand bevindt de brandhaard zich dus altijd op enige afstand van de gevel, wat de gevelkolom bijzonder geschikt maakt voor een beschouwing met FSE. De in werkelijkheid te verwachten thermische belasting op de kolom wijkt tenslotte aanzienlijk af van de standaard brand. Eén van de beschouwde brandscenario's betreft een aan de gevel gelegen brandende vergaderzaal met een totale vuurlast van circa 13.000 MJ. De afbeelding toont de heersende thermische condities bij de kolom volgens FSE en ter vergelijking ook de standaard brandkromme.

Om het verschil met een gebruikelijke berekening beter te laten zien is een gevel beschouwd waarin stalen gevelkolommen grotendeels buiten het gebouw vallen en voor een klein deel daarbinnen. Dit zorgt bij verhitting door brand voor een temperatuurverdeling over de doorsnede van de kolom die niet uniform is. Hiervoor is de staaltemperatuur over de doorsnede van de gevelkolom voor elk tijdstip bepaald, waarbij rekening is gehouden met de thermische condities uit de afbeelding, de zogenaamde zichtfactor van de gevelkolom naar de brandhaard, de emissiefactor van het staaloppervlak, de emissiefactor van de vlammen, de constante van Stephan Boltzmann, de warmteoverdrachtscoëfficiënt voor convectie en de geleidingscoëfficiënt van het staal. De temperatuur aan de binnenzijde is logischerwijs hoger dan die aan de buitenzijde van de kolom. Deze resultaten zijn gebruikt als input voor de bepaling van de mechanische respons.

Vervorming

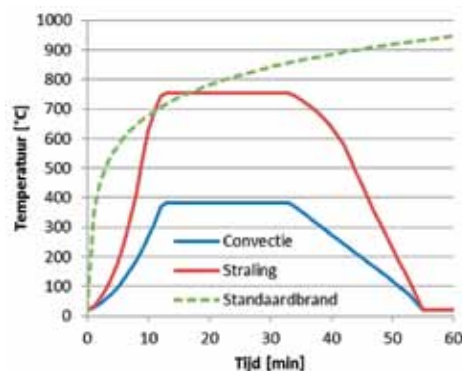
Als gevolg van de niet-uniforme temperatuur is ook de afname van sterkte en stijfheid niet uniform over de doorsnede. De verschillende stukjes van de doorsnede leveren per tijdstip dus elk een verschillende bijdrage aan de sterkte en stabiliteit van de kolom. Met de veel gebruikte software Ozone, geschikt voor rekenen met natuurlijke branden, is het niet mogelijk een doorsnede met een niet-uniforme temperatuur te beschouwen. De weerstand tegen bezwijken van de kolom als geheel is voor de relevante bezwijkmechanismen getoetst met een eigen model. De zogenaamde 'unity check' van de combinatie buiging en axiale druk bleek maatgevend. Als gevolg van de opwarming verliest het staal niet alleen aan sterkte en stijfheid, het zet ook uit. Omdat de temperatuurverdeling niet uniform is, zullen in de doorsnede verhinderde of juist gedwongen vervormingen optreden met mechanische spanningen tot gevolg. Daarnaast zal uitzetting van de kolom leiden tot interactie met de aangrenzende constructieonderdelen. Maar omdat de staaltemperatuur zo laag blijft, kan worden volstaan met onbeschermde kolom-

men en is het niet nodig extra eisen aan het geveldetail te stellen.

Resultaat onder de streep

Met behulp van FSE kan zo een gevelontwerp worden gemaakt dat past binnen de randvoorwaarden van de verschillende disciplines en bovendien aanzienlijk goedkoper is dan het standaard ontwerp. Zo is er geen brandwerende coating en geen brandwerende kit en rugvulling meer nodig voor de gevelkolommen en hoeven er vanuit brandveiligheid geen aanvullende eisen aan het geveldetail gesteld te worden. Daarbij kunnen diverse toekomstige inspectiekosten worden voorkomen. Het toepassen van FSE geeft zowel thermisch als mechanisch meer inzicht in de situatie bij brand, wat een stimulans creëert voor verdere ontwikkeling van rekentechnieken en producten. Het mogelijk maken van een eenvoudiger ontwerp is niet alleen gunstig voor de portemonnee, het geeft ook flexibiliteit. De grootste winst is wellicht dat de architect meer ontwerprijheid heeft en beter aan de wensen van de opdrachtgever kan voldoen.

Tim van der Waart van Gulik
projectleider brandveiligheid ABT



Stralings- en convectietemperatuur bij de gevelkolom als gevolg van de brandende vergaderzaal