

HET NATUURLIJKE BRANDCONCEPT IN FIRE SAFETY ENGINEERING

- Door Ir. R.A.P. van Herpen (Nieman) -

Steeds vaker blijken regels voor brandveiligheid beperkend te werken voor gebouw of gebruik ervan. Wanneer regels niet meer volstaan is het tijd om fire safety engineering toe te passen. Dit is een integrale benadering van brandveiligheid, rekening houdend met gebouw, gebruik, installaties en organisatie. **Maatwerkoplossing voor brandveiligheid dus! De basis voor dergelijke maatwerkoplossingen vormt het natuurlijk brandconcept: de ontwikkeling van brand en de daaruit voortvloeiende consequenties voor temperatuur- en rookontwikkeling.**

Generieke eisen versus maatwerk-oplossingen met Fire Safety Engineering

De bouwregelgeving (Bouwbesluit, Gebruiksbesluit) kent een groot aantal bouwtechnische en gebruikstechnische eisen met betrekking tot brandveiligheid. Wanneer een bouwwerk of gebouw aan alle eisen voldoet wordt het geacht voldoende brandveilig te zijn.

Het kenmerk van deze eisen is dat ze generiek toepasbaar zijn. Daarnaast valt op dat alle brandveiligheidseisen zijn gericht op het reduceren van het effect van brand op constructies en personen. De kans op het ontstaan van brand en de ontwikkeling hiervan tot een compartimentsbrand wordt niet beschouwd. Het kan echter zinvol zijn om naast effectreducerende voorzieningen ook kansreducerende voorzieningen te treffen. Met een risico-analyse kan brandveiligheid op maat geleverd worden met andere woorden een projectspecifieke optimale brandveilige situatie.

Projectspectifieke voorzieningen kunnen niet in afzonderlijke generieke voorschriften worden gevat. Om tot projectspectief maatwerk te komen is een integrale aanpak noodzakelijk. Met Fire Safety Engineering is dat mogelijk. Daarin worden de bouwstenen voor een brandbeveiligingsconcept op basis van een risicobenadering gekoppeld.

Het natuurlijk brandconcept

Het natuurlijk brandconcept vormt de bron voor Fire Safety Engineering en is daarmee een belangrijke bouwsteen. Hiermee wordt een fysisch brandvermogensscenario bepaald in een brandruimte, afhankelijk van:

- Hoeveelheid en aard van de brandstof (totale vuurlast, samenstelling van de brandstof, referentie vermogensdichtheid, tijdconstante voor branduitbreiding);
- Afmetingen en geometrie van de brandruimte;
- Materialisering van de brandruimte (met name de warmte-isolatie en warmte-accumulatie in scheidingsconstructies);
- De openingen in de scheidingsconstructies van de brandruimte;

Het fysisch brandvermogensscenario veroorzaakt een temperatuurverschil tussen de brandruimte en de omgeving. Brandvermogen en temperatuurverschil

beïnvloeden elkaar; natuurlijk leidt een groter brandvermogen tot een groter temperatuurverschil, terwijl een groot temperatuurverschil ook tot een groter brandvermogen kan leiden. De massastromen door openingen in de scheidingsconstructies zullen groter worden bij een toenemend temperatuurverschil tussen brandruimte en omgeving. Wanneer de brand ventilatiebeheerst is (dat wil zeggen dat het brandvermogen wordt bepaald door de hoeveelheid zuurstof die tot de brand kan toestromen) leidt een grotere zuurstofmassastroom via openingen in de scheidingsconstructies tot een toename in het brandvermogen.

Een ventilatiebeheerste brand komt in de regel voor in de post flash-over fase. In deze fase staat de hele ruimte in brand en is de zuurstofvraag van de brand zo groot dat de massastromen via de openingen in de scheidingsconstructies ontoereikend zijn voor volledige verbranding. Er is een ondermaat aan zuurstof, de mate van ventilatie is bepalend voor het brandvermogen. Omdat na flash-over de hele ruimte in brand staat kan worden uitgegaan van een homogeen opgemengd gasvolume in de brandruimte. Voor deze gemengde situatie gelden de volgende relevante behoudswetten:

- Wet van behoud van energie (de som van het geproduceerde brandvermogen, de inkomende en uitgaande vermogens door convection en straling en de energiebuffering in de brandruimte en constructies is nul);
- Wet van behoud van massa (de som van de geproduceerde massastroom door de brand, de inkomende en uitgaande massastromen en de massabuffering door verandering van de dichtheid in de brandruimte is nul);
- Wet van behoud van deeltjes (elk naar zijn soort, met name de molen brandstof en zuurstof, rekening houdend met de verbrandingsreactie);

In de pre flash-over fase is de brand lokaal en in de regel brandstofbeheerst. Dat wil zeggen dat er een overmaat aan zuurstof is, waardoor niet de ventilatie de bepalende factor is voor het brandvermogen, maar de aard van de brandstof. De pre flash-over fase beschrijft een lokaal ontwikkelende brand, gebaseerd op de referentie vermogensdichtheid en de tijdconstante voor branduitbreiding. Deze brandstofkenmerken hangen

af van de inrichting en het gebruik van de brandruimte. Bij een lokale brand worden de verbrandingsproducten (rook en warmte) via een rookpluim afgevoerd naar een hete zone boven in de brandruimte. Daarmee ontstaat een 2-zone model. Voor elke zone gelden weer de behoudswetten voor energie, massa en deeltjes. Natuurlijk gelden de behoudswetten ook voor de gehele ruimte. De hete zone cumuleert bij een ontwikkelende brand massa en temperatuur tot aan één van de flash-over voorwaarden wordt voldaan. Op dat moment breidt de brand zich uit tot de totale ruimte en gaat het 2-zone model over in een 1-zone model.

In de pre flash-over fase is het brandvermogen in het algemeen kwadratisch, in de post flash-over fase is deze vrijwel stationair. De post flash-over fase gaat over in de dooffase wanneer 70% van de aanwezige brandstof is verbrand.

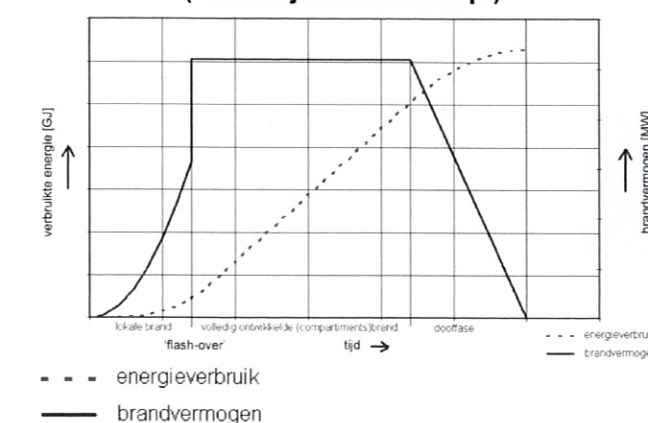
Doordat het fysisch brandmodel het gehele brandscenario omvat, vanaf ontstaan van de brand tot aan het uitdoven ervan, kan het als basis dienen voor de thermische belasting op personen gedurende de vluchtfase (gebouwgebruikers) en repressieve fase (hulpverleners), maar ook voor de thermische belasting op constructies die met name in de post flash-over situatie relevant is.

Randvoorwaarden voor toepassing van het natuurlijk brandconcept

Voor toepassing van het natuurlijk brandconcept zijn twee soorten randvoorwaarden noodzakelijk. De bouwkundige randvoorwaarden van de brandruimte (doorgaans is dit een brandcompartiment) en de brandstofafhankelijke randvoorwaarden van de brandhaard. Bouwkundige randvoorwaarden betreffen met name de materiaaleigenschappen van de scheidingsconstructies (dikte van materiaalagen met bijbehorende soortelijke massa, soortelijk warmte en warmtegeleidingscoëfficiënt) en openingen hierin (bezwijkcriteria van openingen, stralings- en stromingsparameters). Deze randvoorwaarden zijn noodzakelijk om het warmtetransport door stroming, straling, geleiding en buffering te kunnen vaststellen. Door deze warmtetransportmechanismen wordt de temperatuurontwikkeling in de brandruimte (hete zone,

koude zone, gemengde zone) bepaald. Brandstofafhankelijke randvoorwaarden kunnen worden gevonden in NEN 6055. Hierin zijn verschillende brandstoffen opgenomen, variërend van cellulosebrandstof (toepasbaar voor de meeste gebouwbranden) en koolwaterstofbrandstoffen (waaronder auto's) tot enkele specifieke brandstoffen (zoals PVC). Cellulosebrandstof is de meest voorkomende brandstof voor gebouwbranden. Het daaruit volgende referentie brandvermogen, de tijdconstante voor branduitbreiding en de vuurbelasting, uitgesplitst naar de gebruiksfuncties volgens het Bouwbesluit, kunnen worden gevonden in de nationale bijlage bij Eurocode 1 (NEN-EN 1991-1-2/NB).

Brandvermogensscenario (Natuurlijk brandconcept)

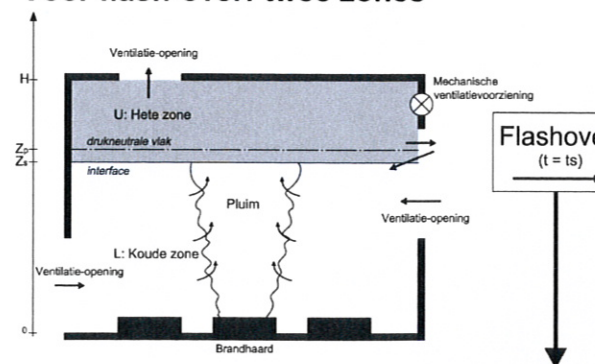


Figuur 2: Voorbeeld van een brandvermogensscenario bij een natuurlijk brandconcept.

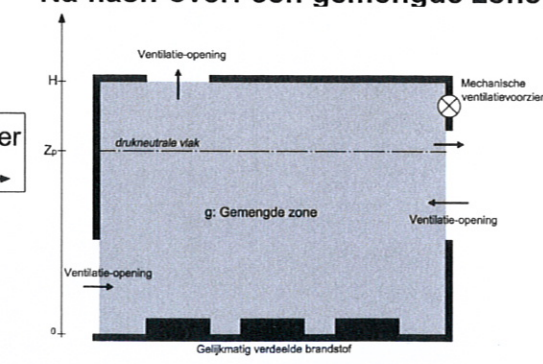
Thermische belasting op basis van het natuurlijk brandconcept

Het natuurlijk brandconcept kan worden toegepast voor elk brandcompartiment met elke willekeurige gebruiksfunctie. In het onderstaande voorbeeld is het natuurlijk brandconcept toegepast op een kantoorverdieping. De verdieping vormt één brandcompartiment, de kern met de lifthal, trappenhuisen, schachten en toiletgroepen zijn hiervan uitgezonderd.

Voor flash-over: twee zones



Na flash-over: één gemengde zone

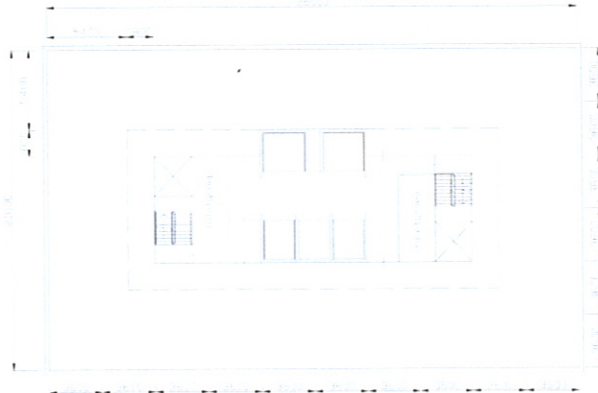


Overgangsvoorwaarden

Figuur 1: In de pre-flash-over fase ontstaat ten gevolge van een lokale brand in de ruimte in beginsel een twee-zone model. Bij verdere brandontwikkeling gaat dit onder voorwaarden over in een één-zone model. In de post-flash-over fase is altijd sprake van een één-zone model.

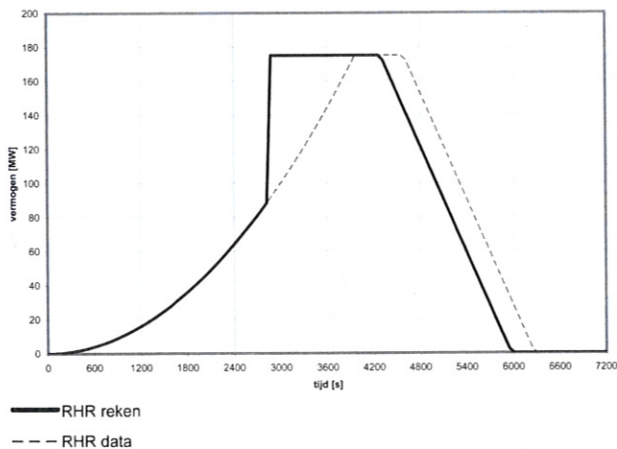
"Maaruh, jij houdt dus wel van mooi en sportief, dus... ", GB tegen SC

"Do you want to show us something?", KS



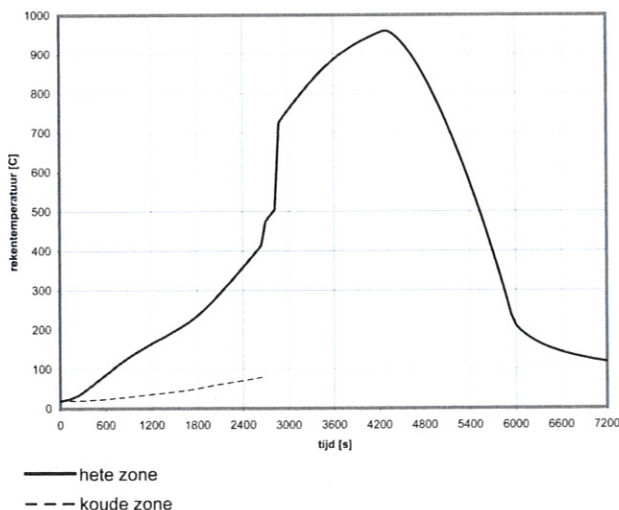
Figuur 3: Lay-out van een verdieping in een kantoorgebouw. De kern is geen onderdeel van het brandcompartiment. Voor de gevels is uitgegaan van een vliesgevelconstructie zonder brandwerendheid. De permanente vuurbelasting is aangehouden op 300 MJ/m². De overige randvoorwaarden (variabele vuurbelasting, brandvermogensdichtheid en branduitbreidingsnelheid) zijn afkomstig uit NEN-EN 1991-1-2/NB.

Rate of heat release



— RHR reken
- - - RHR data

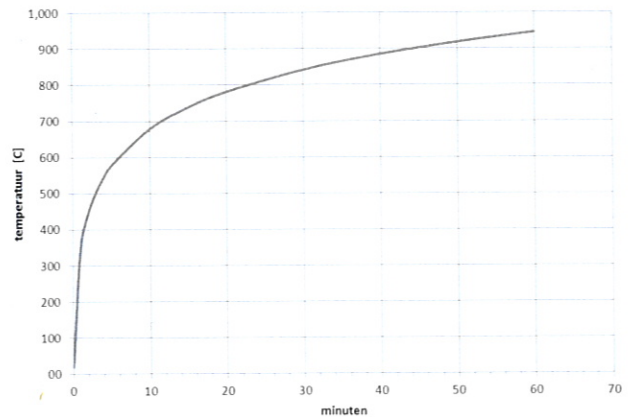
De gastemperatuur



— hete zone
- - - koude zone

Figuur 4: Het fysisch brandvermogensscenario en de bijbehorende gastemperatuur voor het brandcompartiment van figuur 3.

Standaard brandkromme



Figuur 5: De standaard brandkromme als thermische belasting bij een blootstellingsduur van 60 minuten.

De gastemperatuur in het brandcompartiment van figuur 3 is in het natuurlijk brandconcept het gevolg van brandvermogen en de eigenschappen van de brandruimte. Deze temperatuur vertoont een heel ander verloop in de tijd dan de standaard brandkromme, de basis voor de generieke eisen van de bouwregelgeving. Door rekening te houden met aanvullende projectspecifieke randvoorwaarden ten aanzien van de brandhaard en het gebouw kan een realistische thermische belasting worden bepaald, die vaak gunstiger is dan de thermische belasting volgens de standaard brandkromme. Fire Safety Engineering loont!

Bronnen

- [1] NEN-EN 1991-1-2+NB: Eurocode 1: belastingen op constructies – deel 1-2: Algemene belastingen – Belasting bij brand, 2011, Delft: Nederlands Normalisatie Instituut.
- [2] NEN 6055: Fysisch brandmodel op basis van een natuurlijk brandconcept, 2011, Delft: Nederlands Normalisatie Instituut.
- [3] Van Herpen, R.A.P. en N.J. Voogd: Achtergronddocumenten natuurlijk brandconcept – Wzu040430aaA1 en Wz040430aaA2, 2007, Zwolle: Adviesburo Nieman BV