Nieuwe inzichten omtrent ventilatie

De International Fire Instructors Workshop (IFIW) kwam samen in maart '11 in Indianapolis. Verschillende brandweermensen en wetenschappers gaven er een lezing. Verschillende van deze lezingen gingen over veranderd brandgedrag en de invloed van ventilatie. Ventilatie wordt hier gedefinieerd als een geplande, systematische en gecoördineerde verwijdering van warmte, rook en andere brandgassen en het vervangen ervan met verse lucht.

1. The fire formula

Het raakt steeds beter bekend dat het gedrag van brand in een snel tempo aan het veranderen is. In de VS wordt het concept van de "Fire Formula" gebruikt om dit veranderende brandgedrag te verklaren. Deze brandformule bestaat uit vijf componenten: grotere huizen, open ruimtes, hogere brandlast, verborgen ruimtes en nieuwe bouwmaterialen. Zij stellen deze vijf componenten gelijk aan een snellere branduitbreiding, kortere tijd tot flashover, snelle veranderingen in brandgedrag, verkorte tijd die beschikbaar is om te evacueren en snellere instorting.

1.1 Grotere huizen

In de VS is er een duidelijke evolutie merkbaar in de grootte van huizen. De afgelopen 30 jaar is de oppervlakte van de huizen met 40% toegenomen. In België loopt het waarschijnlijk zo'n vaart niet met de grootte van de woningen. Een fenomeen dat we de afgelopen decennia wel gezien hebben in de toename in het aantal bouwlagen. In steeds meer gemeenten worden lage en middelhoge appartementsgebouwen geconstrueerd. Door een tekort aan bouwgrond worden nu appartementen gebouw met een oppervlakte die vroeger niet voorkwam.

1.2 Open ruimtes

In woningen werd de keuken vroeger gescheiden van de eetplaats. De woonkamer was soms nog een andere ruimte. Deze kamers werden gescheiden door een muur en meestal was er een deur die de ruimtes afsloot. Tegenwoordig vormen de eetplaats en de living één grote ruimte. Er wordt steeds meer gewerkt met het principe van een open keuken. Hierdoor ontstaat één grote ruimte. Een dergelijke open ruimte bevat heel wat meer brandstof en een groter volume lucht (zuurstof). Dit zal zorgen voor een hoger piekvermogen van de brand.

1.3 Hogere brandlast

De aard van de inboedel is de afgelopen 50 jaar sterk veranderd. Een zetel wordt tegenwoordig opgebouw met een zitting uit polyurethaanschuim. Polyurethaan is een product dat afgeleid wordt van aardolie. Het bevat dus heel wat meer energie dan de zittingen die vroeger werden gebruikt. Omwille van deze reden worden dergelijke zetels omschreven als "*solid gasoline"*. Een moderne zetel kan een vermogen vrijgeven van drie tot vier megawatt (MW) als er voldoende zuurstof beschikbaar is in de ruimte. Een vermogen van twee tot drie MW volstaat om een brand in een ruimte te laten evolueren

tot flashover. Een driezit zal een vermogen afgeven dat ongeveer drie keer zo hoog is als dat van een zetel. Daarnaast bevat een woonruimte heel wat meer brandstof dan enkel de zetel en de driezit. In de inboedel vinden we nu voornamelijk synthetische producten terug. Meestal zal het maximale vermogen niet bereikt worden omwille van een tekort aan zuurstof. Hierdoor zal een belangrijke hoeveelheid pyrolysegassen niet verbranden maar onder gasvorm in de ruimte blijven. Als er dan op een bepaald moment extra zuurstof ter beschikking komt, zal het vermogen van de brand heel snel oplopen.

1.4 Verborgen ruimtes en nieuwe bouwmaterialen

Fig 1.1 Houten vakwerkliggers. *(Foto: NIST)*

In de VS wordt heel veel gebouwd met houten constructies. Vroeger gebeurde dit met massieve houten balken. De laatste jaren word er meer en meer met berekende houten spanten gewerkt. Ingenieurs ontwierpen houten I-liggers en vakwerken waar hout en metaal gecombineerd worden. In Noord-Amerika wordt dit omschreven als *"replacing mass with math"*.

.

Als een dergelijke constructie onderaan afgewerkt wordt met een plaat ontstaat een grote verborgen ruimte waarin rookgassen zich kunnen ophopen. Ook bij het uitbekleden van wanden met gipsplaten ontstaan allerlei verboren ruimtes waarin rookgassen zich kunnen verplaatsen en waar zelfs brand kan ontstaan als de structuur opgebouwd is uit hout. Bij een (gedeeltelijke) instorting kan een verborgen brand plots op de verdieping eronder belanden en daar snel om zich heen grijpen. Uit testen blijkt dat de brandweerstand van een dergelijke constructie amper tien minuten bedraagt. In de VS wordt men dan ook regelmatig geconfronteerd met brandweerlui die door vloeren zakken. In België is het gebruik van dergelijke vloerconstructies zeldzaam. Houtbouw wint echter aan succes en hetgeen nu in de VS gebeurt zou wel eens een voorbode kunnen zijn van wat op ons af komt.

2. Onderzoek door UL

Underwriters Laboratories (UL) is een gekende instelling in de VS. Zij doen allerlei vormen van onderzoek rond brand, brandweerstandtesten, keuringen, … Dit is voornamelijk gericht op de industrie maar sedert een aantal jaar doen ze ook onderzoeken in verband met brandbestrijding. Zij vroegen zich af wat nu de invloed is van ventilatie op het brandgedrag in nieuwe woningen. UL beschikt over een grote onderzoekshal (1.338 m²). Daarin werden twee woningen opgetrokken: een woning met één bouwlaag en een woning met twee bouwlagen. In totaal werden er 15 branden aangestoken in deze woningen. Het brandgedrag werd bekeken en daarna werd er geventileerd. Vijf verschillende scenario's werden bekeken:

1. openen van de voordeur
2. openen van de voordeur en horizontale ventilatie dicht bij de brand
3. openen van de voordeur en horizontale ventilatie ver van de brand
4. Horizontale ventilatie voor het openen van de deur
5. openen van de voordeur en horizontale ventilatie via 5 ramen

De resultaten van dit onderzoek werden verwerkt in een online lespakket. Elke geïnteresseerde brandweerman of –vrouw zou de moeite moeten doen om dit lespakket door te nemen. Het lespakket heet "*Impact of ventilation on Fire Behavior in contemporary and legacy residential construction*". Het is te vinden op www.ul.com/fireservice.

Fig 2.1 Woning (112 m²) met één bouwlaag *(Foto: UL)*

Fig 2.2 Woning (297 m²) met twee bouwlagen *(Foto: UL)*

3. Openen voordeur = ventilatie

3.1 Experiment

Uit de verschillende testen die UL deed, is er één die echt een eye-opener was. In het scenario waarbij enkel de voordeur werd geopend, werd de brand aangestoken. Vervolgens kreeg die tijd om zich te ontwikkelen. Zoals verwacht evolueerde de brand naar een ondergeventileerd stadium. De aankomst van de brandweer werd gesimuleerd. De voordeur werd geopend net zoals de brandweer dat zou doen om de woning te betreden en de brand te blussen. Het is heel interessant om te zien hoe de heat release rate (het vermogen) van de brand evolueert na het openen van de voordeur. Op het moment dat dit gebeurt, is de brand ondergeventileerd en wordt het vermogen van de brand sterk beperkt door het gebrek aan zuurstof. Door het openen van de voordeur kan er terug meer lucht intreden. De brand maakt hiervan dankbaar gebruik om een hoger vermogen te ontwikkelen. Tussen het openen van de deur en de snelle toename in vermogen verstrijkt ongeveer 80 seconden. In realiteit zal de brandweer deze tijd gebruiken om het pand te betreden. De vordering gebeurt in vrij "koele" omstandigheden tot plots een ventilatie geïnduceerde flashover optreedt. Brandweerlui die deze situatie niet hebben zien aankomen, zijn vogels voor de kat.

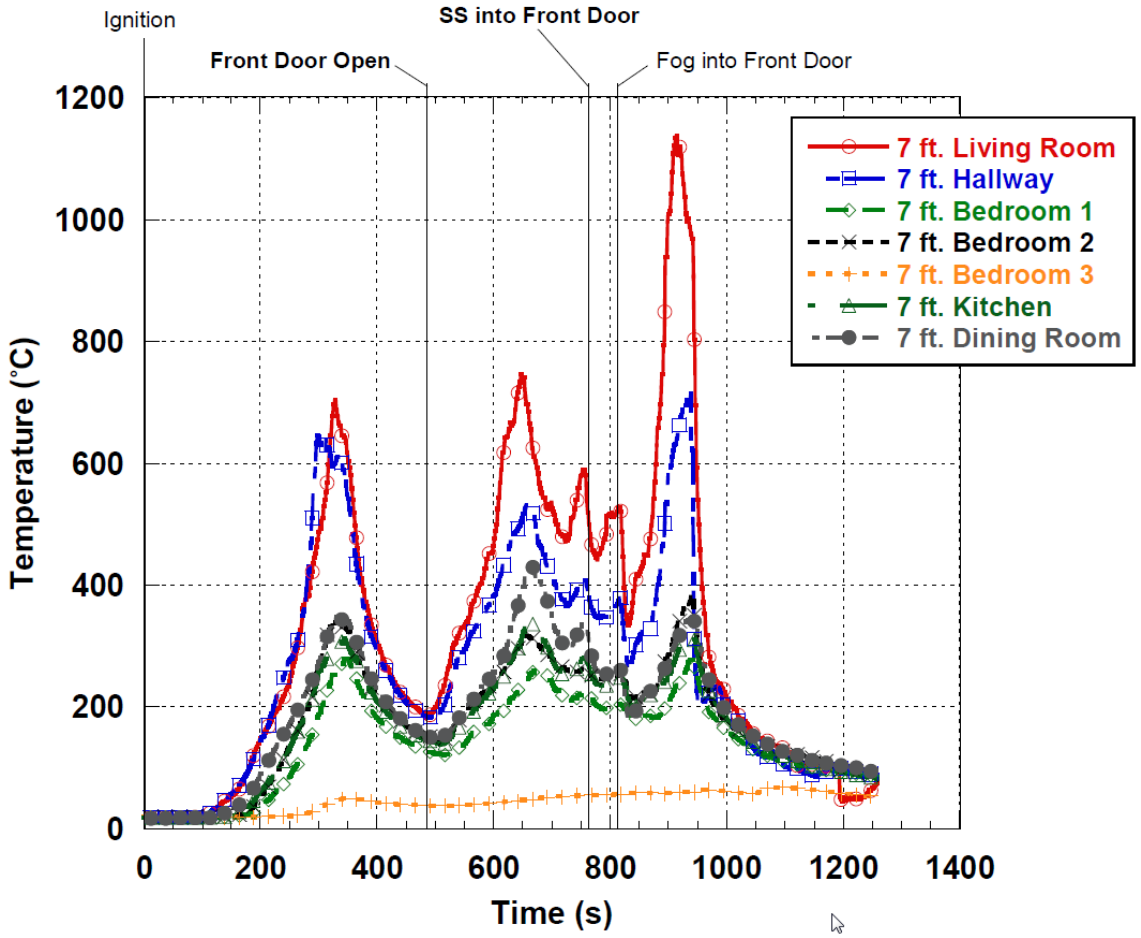

Fig 3.1 De temperatuurs-tijdscurve van het experiment toont dat het vermogen begint te stijgen kort nadat de deur werd geopend. *(Grafiek: Underwriters Laboratories)*

3.2 Conclusies

Uit de resultaten van dit experiment leren we dat het niet aan te raden is om een deur te openen zonder dat er bemande, gewapende straalpijp klaar is om de brand aan te vallen. Op het moment dat de deur geopend wordt, begint er een klok te tikken. Heel kort na het openen van de deur zal het vermogen van de brand immers explosief toenemen. Door de deur terug te sluiten, kan de klok terug gestopt worden.

4. Onderzoek van NIST in gebouw met studentenflats

4.1 Het gebouw

Het Amerikaanse NIST kreeg een gebouw ter beschikking van de universiteit van Arkansas. In het gebouw waren studentenkamers gevestigd en het gebouw moest worden afgebroken. Het gebouw was in de jaren '50 opgetrokken. De dragende structuur was gemaakt met gewapend beton. De wanden tussen de verschillende kamers waren gemetseld.

Voor de experimenten werd de gelijkvloerse verdieping gebruikt. Hier bevonden zich vijf studentenkamers. Ze gaven allen op een gang van 19 meter lang, 2,5 meter breed en 2,4 meter hoog. Elke kamer mat 3,44 op 4,48 meter.

Fig 4.1 Zicht op de gang *(Foto: NIST)*

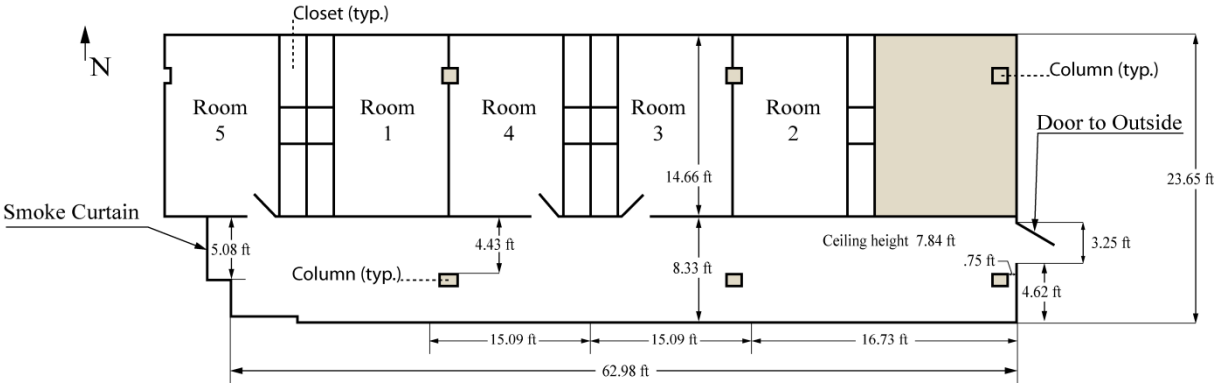

Fig 4.2 Grondplan van het gelijkvloers *(Afbeelding: NIST)*

4.2 De experimenten

4.2.1 De brandlast

In elke kamer werd een brandlast aangebracht die representatief werd geacht voor een studentenkamer. Er lag tapijt op de grond. Daarnaast was er een bed met enkele kussens, een bureau met een computer, studieboeken, posters, een kleerkast, …

4.2.2 De testen

In de eerste test werd brand gesticht in kamer één. De deur was gesloten. De brand bereikte een beperkte piek na 210 seconden. Daarna kwam de brand in een dooffase. De maximale temperatuur die bereikt werd 30 cm onder het plafond was 200 °C (zie Fig 4.3).

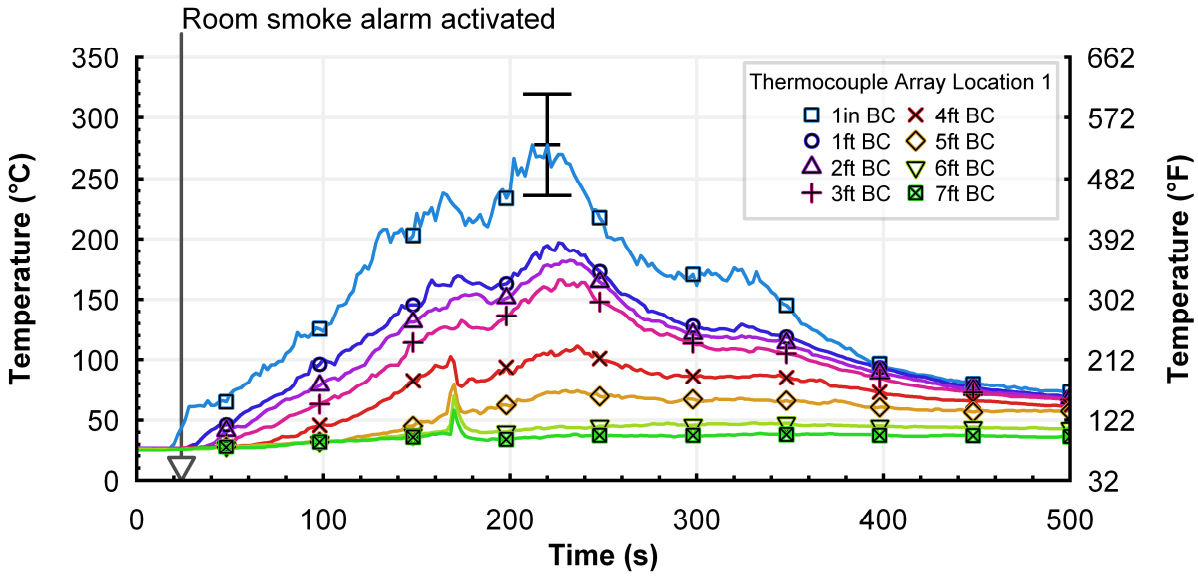

Fig 4.3 Temperatuursverloop in de kamer met de gesloten deur. *(Grafiek: NIST)*

Voor de brandtest in kamer vijf werd de deur wel opengelaten. Voor een gelijkaardige kamer werd een compleet ander resultaat bekomen. Eerst werd een rooklaag gevormd die een stuk heter werd dan tijdens het eerste experiment. Na 200 seconden begon de temperatuur onder het plafond sterk te stijgen en na 400 seconden trad flashover op. In tegenstelling tot het eerste experiment was de ruimte compleet verloren. Hier komt bij dat deze brand in realiteit een echte bedreiging vormt voor het volledige gebouw. De bewoners van het gebouw zullen zich in veiligheid kunnen brengen als rookdetectoren hen waarschuwen. De brand zal echter hete rookgassen in de gang en de naburige kamers stuwen en zo voor uitbreiding zorgen als de brandweer niet snel genoeg ingrijpt.

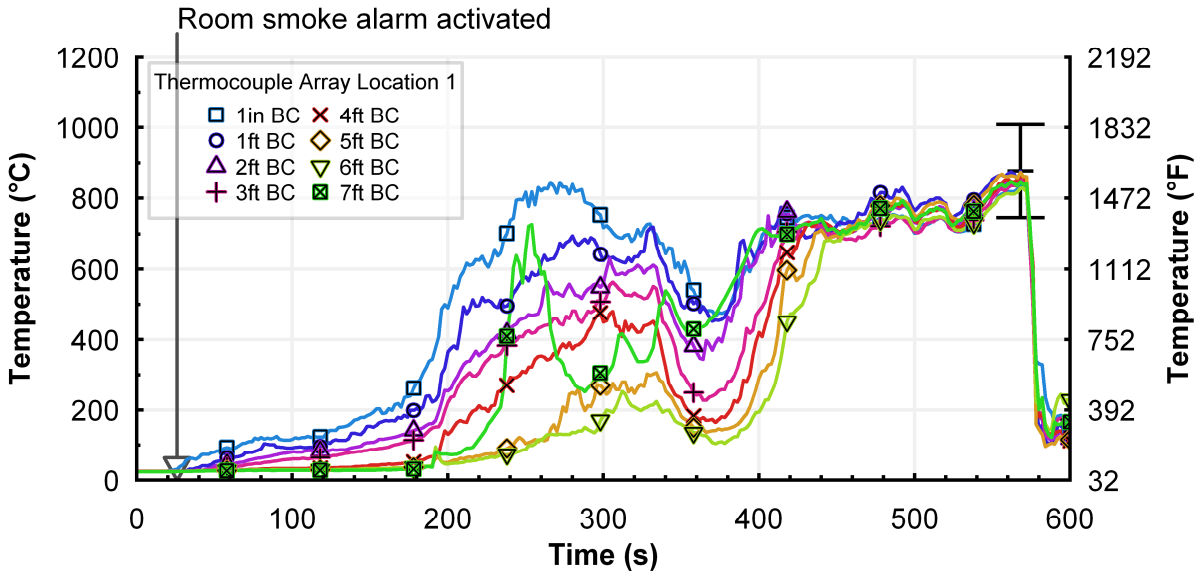

Fig 4.4 Temperatuursverloop in de kamer met een openstaande deur. De temperatuur stijgt sterk na 200 seconden. Flashover treedt op na ongeveer 400 seconden. *(Grafiek: NIST)*

4.3 Conclusie

Ook uit deze reeks experimenten kon besloten worden dat ventilatie een heel grote invloed heeft op het gedrag van brand. In kamers met normale afmetingen is het niet mogelijk dat de brand evolueert tot flashover als de deur tot de kamer en de ramen gesloten zijn. De brandweer kan deze informatie op verschillende manieren gebruiken. Het is mogelijk om de brand af te remmen door een openstaande deur dicht te doen. Langs de andere kant moet de brandweer goed beseffen dat het openen van een deur lucht laat intreden in de kamer. Diezelfde lucht zal ervoor zorgen dat het vuur in sterkte toeneemt. In het extreme geval treedt dan een ventilatie geïnduceerde flashover op. Ventilatie kan dus zowel een medestander als een tegenstander zijn. *Wie de lucht onder controle heeft, heeft het vuur onder controle …*

5. Bronnen

[1] *Kerber Stephen & Madrzykowski Dan, Fire Dynamics for the fire service, presentatie op FDIC, 2011*

[2] *Kerber Stephen, Ventilating today's residential fires, presentatie op FDIC, 2011*

[3] *Madrzykowski Dan, The impact of ventilation on Line-of-duty Deaths, presentatie op FDIC, 2011*

[4] *Hartin Ed, www.cfbt-us.com*

[5] *Kerber Steve, Impact of ventilation on fire behavior in legacy and contemporary residential Construction, 2011*

Karel Lambert