

Onder geventileerde branden nader bekeken

Er zijn steeds meer studies naar onder geventileerde branden. De brandweer komt ze dan ook steeds meer tegen op het terrein. Deze onderzoeken leren ons heel wat over het gedrag van dergelijke branden. In dit artikel is het de bedoeling om het gedrag van onder geventileerde branden nader te bestuderen.

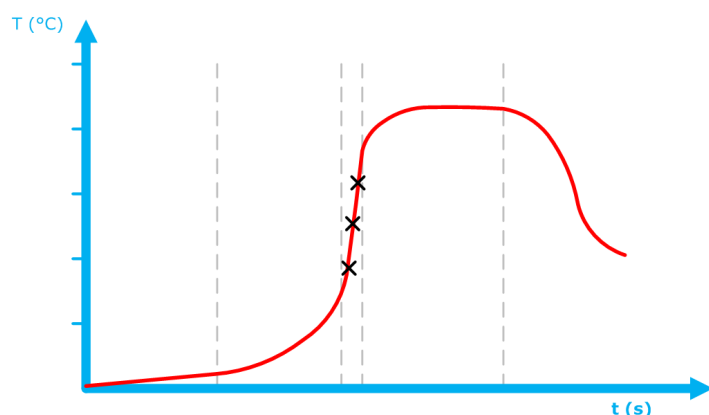
1 Wat is het verschil tussen een geventileerde en een onder geventileerde brand?

Als brand uitbreekt in een gebouw met een normale brandlast zal de brand op een bepaald moment ventilatie gecontroleerd worden. Dit wil zeggen dat de hoeveelheid verse lucht die kan toetreden bepaalt hoe hard het gaat branden.

1.1 Het geventileerde brandverloop

Indien er een groot raam open staat, kan er van bij de start van de brand erg veel lucht toetreden. Dit maakt dat de brand goed kan ontwikkelen. Een binnenbrand die zich ongestoord kan ontwikkelen, evolueert naar flashover. Flashover betekent dat de brand overgaat van de ontwikkelingsfase naar de volontwikkelde brand. Alle brandstof in de ruimte begint mee te branden. Dit betekent dat de behoefte van de brand aan verse lucht sterk toeneemt. De openingen (deuren en ramen) van de ruimte kunnen hierdoor niet de hoeveelheid verse lucht aanvoeren die de brand nodig heeft. De brand is dan ventilatie gecontroleerd geworden. Het punt waarop de brand overgaat van het brandstof gecontroleerd regime naar het ventilatie gecontroleerd regime wordt het FC/VC punt genoemd. Dit komt van de Engelse benamingen *Fuel controlled (FC)* en *Ventilation controlled (VC)*.

Een brand die ventilatie gecontroleerd wordt tijdens flashover wordt een geventileerde brand genoemd. Er dient immers van bij het begin voldoende ventilatie beschikbaar te zijn om de brand toe te laten te evolueren naar flashover.



Figuur 1 Mogelijke plaatsen van het FC/VC punt in het geventileerde brandverloop. (Grafiek: Bart Noyens)

Op de figuur 1 wordt het geventileerde brandverloop getoond. Eigenlijk weten we niet met 100% zekerheid waar het FC/VC punt zich bevindt in dit type brandverloop. Het zit ergens in de flashoverfase maar het is niet duidelijk waar het zich exact bevindt. Sommige experts stellen dat het FC/VC punt zelf nog vroeger kan liggen, net voor de start van flashover. Zij vergelijken de brand met een schip dat vaart. Als je bij een schip de motor stillegt, zal het toch nog even blijven verder

varen. Zij stellen dat er op het einde van de ontwikkelingsfase voldoende energie ontwikkeld is om flashover te creëren in de ruimte. Op figuur 1 tonen de kruisjes mogelijke plaatsen van het FC/VC punt. Bij het geventileerde brandverloop lijkt het ook niet echt belangrijk om te weten waar dit punt ligt. Het is belangrijker dat brandweerlui het onderscheid kunnen maken tussen een brand in de ontwikkelingsfase en een volontwikkelde brand. Beide branden vragen namelijk een andere aanpak. Daarnaast is het erg belangrijk dat brandweerlui de alarmsignalen die wijzen op een nakende flashover goed kennen:

- Drukkende hitte, komende van de rooklaag
- Dancing angels in de rooklaag, het begin van de roll-over
- Een rooklaag die snel zakt of die zich al laag bevindt.
- Het turbulent worden van de rooklaag (golvende beweging)
- Plots ontstaan van pyrolyse van brandbare voorwerpen in de kamer.

1.2 Het onder geventileerde brandverloop

Bij een onder geventileerde brand daarentegen is de plaats van het FC/VC punt erg belangrijk. Bij een onder geventileerde brand ligt dit voor flashover. Dit type heeft lucht te kort om te evolueren naar flashover. De brand wil de geventileerde curve volgen maar doordat er niet genoeg lucht beschikbaar is wordt de brand verplicht om hiervan af te wijken en een lager vermogen te produceren. Dit is te vergelijken met een autosnelweg waarop wegenwerken aan de gang zijn. Typisch wordt de snelheid beperkt tot 70 km/h. Zodra de chauffeurs dit bord zien, zullen ze hun snelheid verlagen van 120 km/h naar 70 km/h. Ze zouden sneller willen rijden maar het bord beperkt hun snelheid net zoals de brand meer energie wil produceren maar niet kan. Hij wil evolueren naar een groter vermogen maar het tekort aan lucht zorgt dat dit niet mogelijk is.



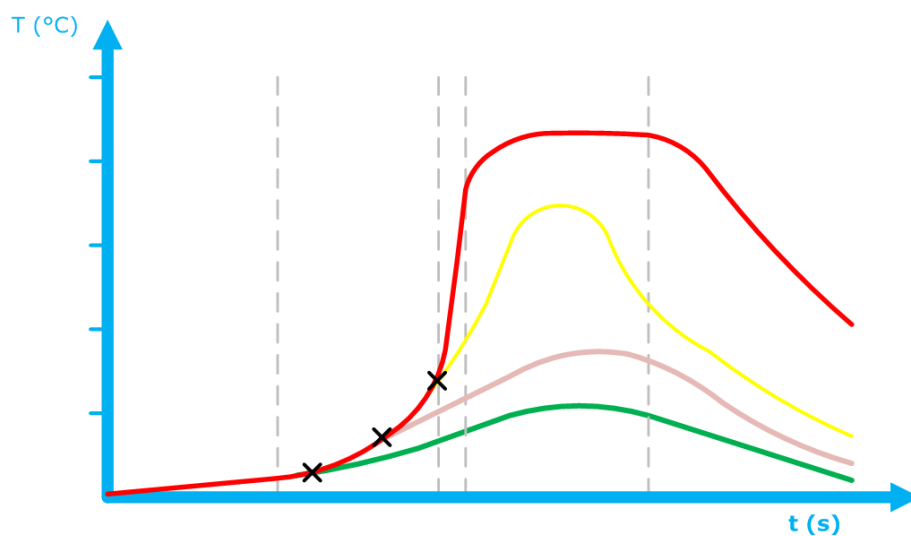
Figuur 2 De snelheidsbeperking tot 70 km/h bij werken op de autosnelweg is een goede vergelijking voor de onder geventileerde brand. De brand wil harder branden maar kan niet door een gebrek aan lucht.

De grootte van de ruimte en de ventilatie die erin aanwezig is, zullen bepalen wanneer de brand overgaat van het brandstof gecontroleerde brandregime naar het ventilatie gecontroleerde regime. Op Figuur 3 zijn, naast het geventileerde verloop, verschillende onder geventileerde branden te zien. Het verschil tussen deze branden is dat ze telkens iets later ventilatie gecontroleerd worden. De "groene" brand wordt het eerst ventilatie gecontroleerd terwijl de "gele" brand een situatie voorstelt waarbij iets meer lucht beschikbaar is. Deze brand zal één minuut langer brandstof gecontroleerd blijven vooraleer hij ventilatie gecontroleerd wordt. De kruisjes tonen voor elke curve de plaats van het FC/VC punt. Welke brand lijkt het gevaarlijkst?

Het voor de hand liggende antwoord is de onder geventileerde brand die voorgesteld wordt door de gele curve. Deze brand verandert het laatst van een brandstof gecontroleerd regime naar een ventilatie gecontroleerd regime. Dit betekent dat de

temperatuur in de ruimte op het moment van het FC/VC punt het hoogst is in vergelijking met de andere twee curven.

Indien de temperatuur in de ruimte heel erg beperkt is, dan is het risico voor de brandweer beperkt. Stel dat de temperatuur op de groene curve niet boven de 200 °C uitkomt, dan zullen er niet veel pyrolysegassen gevormd worden. Het is immers niet warm genoeg om veel objecten te verwarmen tot boven de temperatuursdrempel voor de start van pyrolyse. De temperatuur waarbij objecten beginnen te pyrolyseren hangt sterk af van de materialen waaruit ze gemaakt zijn. Een goede vuistregel is dat je boven de 300 °C heel wat pyrolysegassen zal hebben. De objecten die het dichtst bij de brandhaard staan, zullen het snelst opgewarmd worden. Dit zal dan voornamelijk door straling van de vlammen van de brandhaard gebeuren.



Figuur 3 De rode lijn stelt het geventileerde brandverloop voor. De drie andere lijnen zijn drie verschillende onder geventileerde branden. De groene lijn stelt een brand voor in een gebouw dat erg luchtdicht is. Daardoor wordt de brand snel ventilatie gecontroleerd. De roze lijn stelt een brand voor die over iets meer lucht beschikt. De gele lijn is een onder geventileerde brand die ventilatie gecontroleerd wordt net voor flashover. (Grafiek: Bart Noyens)

Het is pas als de temperatuur in de ruimte echt hoog oploopt en er een hete rooklaag gevormd wordt, dat objecten verderop in de ruimte zullen beginnen pyrolyseren. De stralingswarmte is dan voor een groot stuk afkomstig uit de hete rooklaag. Objecten die omhuld worden door de hete rooklaag zullen ook beginnen opwarmen door convectie.

De plaats van het FC/VC punt heeft dus een belangrijk effect. Hoe hoger de temperatuur opgelopen is op het moment dat de brand ventilatie gecontroleerd wordt, hoe gevaarlijker de brand.

Het gevaar dat een brand inhoudt, varieert ook met de tijd. Bij een brand komt er een bepaald vermogen aan energie vrij. In het Engels wordt dit de heat release rate (HRR) genoemd. Dit betekent dat er elke seconde een hoeveelheid energie (uitgedrukt in Joules) geproduceerd wordt. Er gaat echter ook energie verloren. In een gesloten pand zal er voornamelijk energie verloren gaan via geleiding door de wanden. Dit betekent dat

er ook een bepaalde hoeveelheid energie per seconde verdwijnt uit de ruimte. De brand produceert vermogen terwijl er doorheen de wanden vermogen verloren gaat. Bij een brandstof gecontroleerde brand zal het vermogen dat de brand produceert toenemen. Dit vermogen zal groter zijn dan het vermogen dat doorheen de wanden verloren gaat.

Als er – per seconde - meer energie geproduceerd wordt dan er verloren gaat, dan stijgt de temperatuur. Kort na het FC/VC punt zal de temperatuur nog even blijven stijgen. Het vermogen van de brand wordt beperkt of zal zelfs zakken. Het duurt echter een aantal seconden vooraleer het vermogen dat verloren gaat doorheen de wanden groter is dan het vermogen dat de brand produceert. Van zodra er meer energie verloren gaat dan er geproduceerd wordt zal de temperatuur beginnen dalen. De vergelijking met een schip kan dit illustreren. Het vermogen van de scheepsmotoren kan dan wel verminderd zijn, het schip zal nog een hele tijd doorvaren. Het vermogen van de brand wordt beperkt maar de temperatuurstijging gaat nog even door omdat er – ondanks het verminderde vermogen – nog steeds meer warmte geproduceerd wordt dan er verloren gaat.

De snelheid waarmee energie verloren gaat, zal afhangen van de temperatuur in de ruimte, van de temperatuur buiten en de temperatuur van de muur. Daarnaast spelen ook de eigenschappen van de bouwmaterialen (geleidingscoëfficiënt, dichtheid en specifieke warmtecapaciteit) een belangrijke rol. De diktes van de verschillende lagen in de muur (bv: gips, baksteen, isolatie, baksteen) zijn ook belangrijk.

De vraag is nu: "Wanneer maakt de brandweer een opening?" Zodra de brandweer een deur opent, zal er verse lucht instromen en rook uitstromen. Deze verse lucht kan het vermogen van de brand weer laten stijgen. Hoe sneller de stroming, hoe gevaarlijker de brand.

Als we nu terug naar Figuur 3 kijken, dan kunnen we zien dat de timing van de brandweer een grote invloed heeft. Als de brandweer de deur opent op het moment dat de gele curve zijn top bereikt heeft, is het risico groter dan wanneer de roze curve zijn top bereikt heeft. Er is echter ook duidelijk te zien dat de temperatuur snel afneemt. Stel dat de brand niet direct wordt opgemerkt en dat de brandweer pas de deur opent als de brand al langer dan een uur het FC/VC punt gepasseerd is. In dat geval is het goed mogelijk dat de brand uit zichzelf gedoofd is. Typisch zal de temperatuur binnen niet zo erg hoog zijn en zal de snelheid van de stroming beperkt zijn. Plots wordt het ook duidelijk dat de roze curve op haar top gevaarlijker is dan de gele curve die alle temperatuur verloren is.

Om het risico te evalueren spelen dus twee factoren:

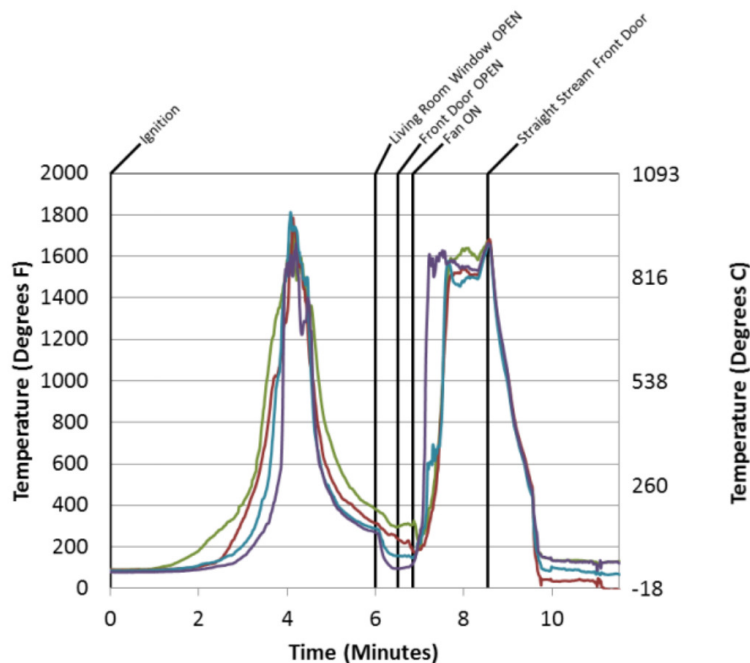
- Wanneer is de brand ventilatie gecontroleerd geworden? (hoe warm was het dan?)
- Hoe warm is het nog in de ruimte op het moment dat de brandweer de deur opent?

2 Druk

Tijdens een onder geventileerde brand kunnen er zich merkwaardige evoluties voordoen met de druk in de ruimte. Een brand zorgt voor een stijging van de temperatuur. De rook

is veel warmer dan de omgevingstemperatuur. Iets dat opgewarmd wordt, zet uit. Als die brand plaatsgrijpt in een kamer waarvan de deur openstaat, dan zal de rook naar buiten drijven. Hiermee zal een belangrijk deel van de temperatuurstijging gecompenseerd worden. Doordat er een grote opening is (ca. 2 m² in het geval van een deur), kan de brand geen grote druk opbouwen.

Indien de deuren en ramen wel gesloten zijn, dan zal er zich een andere evolutie voordoen. De ruimte zal zich geleidelijk vullen met rook. De temperatuur in de ruimte zal stijgen. Hierdoor zal echter ook de druk beginnen te stijgen. Zolang de brand voldoende zuurstof heeft, zal het vermogen stijgen. De temperatuur in de ruimte volgt deze evolutie. De zuurstof in de ruimte raakt echter op. Op een bepaald moment passeert de brand het FC/VC punt zoals hierboven beschreven. De productie aan warmte neemt af terwijl het verlies aan energie door de wanden min of meer constant blijft. De temperatuur in de ruimte zal een piek bereiken en daarna zullen de hoge warmteverliezen ervoor zorgen dat de temperatuur snel terug daalt.



Figuur 4 Temperatuurscurve van een experiment van UL. De temperaturen die weergegeven worden zijn gemeten in de living terwijl de brandhaard ook in de living was. De verschillende kleuren geven de hoogte van de meting weer: Groen: 2,1 m; Rood: 1,5 m; blauw: 0,9 m; Paars: 0,3 m. Er is duidelijk te zien dat de temperatuur eerst stijgt en vervolgens terug zakt. (© *Figuur: UL FSRI*)

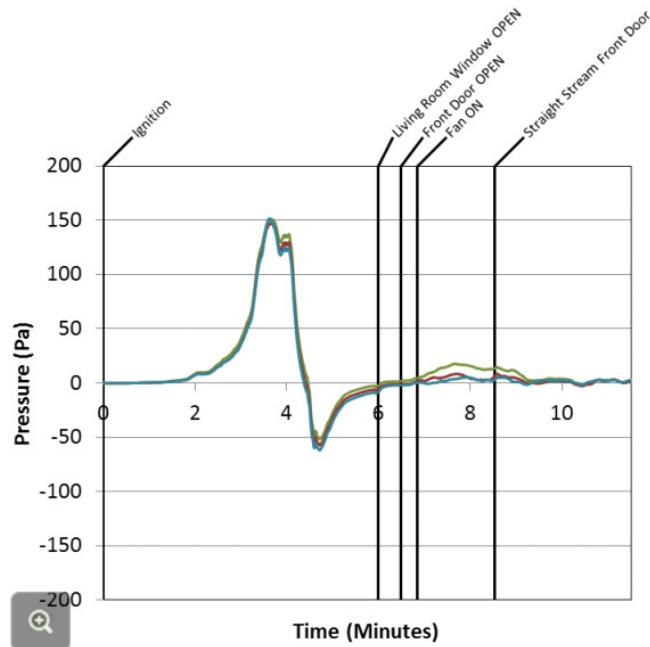
voorafgaand aan de blussing bedoeld.

Op Figuur 4 is duidelijk te zien wat hierboven is beschreven. De brand zorgt voor een stijging van de temperatuur. Doordat de zuurstof in de ruimte opraakt, passeert de brand het FC/VC punt. Vervolgens is er een sterke temperatuurdaling te zien. Na de ontsteking is er eerst een beginfase. De vorming van een hete rooklaag is te zien vanaf ongeveer 1,5 minuten. De groene lijn geeft de temperatuur weer op een hoogte van 2,1 m boven de grond. Na ongeveer 2,5 minuten begint ook de temperatuur op een hoogte van 1,5 m te stijgen. Dit geeft aan dat de rooklaag dan al gezakt is onder de 1,5 m. Kort daarna

In januari 2015 was ik in Chicago om een nieuwe reeks testen bij te wonen van het Underwriters Laboratories Firefighter safety research institute (UL FSRI). Sedert enige jaren doet UL hoogstaand onderzoek naar brandbestrijding. Zij bouwen elk jaar twee dezelfde huizen in een grote testhal. Vervolgens worden die huizen een aantal keer in brand gestoken. Het doel van deze testen is nieuwe interventietactieken te bestuderen in gecontroleerde omstandigheden.

Het doel van het onderzoek in januari was het evalueren van de efficiëntie van Positive Pressure Attack (PPA). Hiermee wordt het gebruik van overdrukventilatie

stijgt de temperatuur ineens snel van ca. 200 °C (400 °F) tot 982 °C (1800 °F) vier minuten na de start van de proef. Eén minuut later is de temperatuur echter opnieuw gezakt tot 200°C (400 °F). De snelheid waarmee de temperatuur zakt, zal worden beïnvloed door de hoeveelheid isolatie en de bouwkundige karakteristieken van de gebruikte materialen.



Figuur 5 De evolutie van de druk in het experiment. Er is goed te zien dat de drukstijging parallel gaat met de stijging van de temperatuur. Eenmaal de piektemperatuur voorbij is, begint de druk te dalen. (© Figuur: UL FSRI)

Tijdens de eerste vier minuten van de brand is de druk in de ruimte opgelopen. Op Figuur 5 kan men zien dat deze drukstijging belangrijk is. De overdruk in de ruimte loopt op tot 150 Pa. Dit komt overeen met een kracht van 15 kg/m² oppervlakte. Indien er een deur is met een oppervlakte van 2 m², dan zullen de hete gassen in de ruimte een kracht van 30 kg uitoefenen op het deurblad. In het buitenland zijn cases beschreven in passiefhuizen waarbij de bewoners er niet meer in slaagden om de deur te openen omwille van de te hoge druk in de ruimte.

De overdruk zal er voor zorgen dat rook doorheen kieren en spleten naar buiten geduwd wordt. Deze ontsnappende rook zorgt ervoor dat de opgebouwde druk beperkt blijft.

Zodra de brand zijn piektemperatuur bereikt, stopt de uitzetting van de rookgassen. Deze worden immers niet langer verder opgewarmd. Naarmate de temperatuur in de ruimte verder daalt, zullen de gassen afkoelen. Zolang er overdruk heerst in de ruimte, zal er echter rook naar buiten geduwd worden. Dit zal de overdruk langzaam doen afnemen, zoals een fietsband die leegloopt.

Gassen die opgewarmd worden, zetten uit. Gassen die afgekoeld worden gaan krimpen. Doordat de gassen krimpen, vermindert de overdruk. De gassen nemen immers minder plaats in als ze koeler worden. Aangezien er tijdens de opbouw een deel van de rookgassen naar buiten is geduwd, zullen de afgekoelde gassen niet langer de volledige ruimte vullen. De afkoeling zorgt ervoor dat de druk in de ruimte evolueert naar een onderdruk. In dit experiment werd de onderdruk 50 Pa. In het stuk dat volgt zal er verse lucht worden binngetrokken door kieren en spleten totdat de druk gelijk is aan de buitendruk.

Als Figuur 4 boven Figuur 5 gelegd wordt, dan is mooi te zien dat beide fenomenen verband houden met elkaar. De druk stijgt terwijl de temperatuur oploopt. Op videobeelden van het experiment is dan te zien hoe rook ontsnapt uit kieren en spleten. Eens het FC/VC punt gepasseerd is, begint de temperatuur te dalen. Op het zelfde moment begint de druk te dalen. Op videobeelden zal dan te zien zijn hoe de uitstroom

van rookgassen plots stopt. De instroom van de verse lucht is echter niet te zien op de beelden.

Als afsluitende bemerking is het belangrijk om te weten dat de figuren hierboven slechts één test weergeven. In andere testen werden andere drukevoluties bekomen. De evolutie van druk en temperatuur hangt af van een heleboel parameters. Deze evolutie kan helemaal anders zijn dan op de figuren hierboven.

3 Aankomst van de brandweer

De vraag is nu: "Wat kunnen we op het terrein aanvangen met de bovenstaande kennis?"



Figuur 6 De rook stroomt uit een raam. Door te kijken naar kleur, snelheid van stroming, ... kan men van buitenaf inschatten hoe ernstig de situatie is. (© Foto: Warre St-Germain)

ramen en deuren dicht zijn, is er onvoldoende ventilatie om de brand volledig te laten ontwikkelen. Natuurlijk dient dit in de juiste context bekeken worden. In een moderne woning zijn de volumes beperkt en zal de brand waarschijnlijk niet in staat zijn om ramen te laten springen of openingen te forceren in de enveloppe van het gebouw. De brandweer kan er daar met grote waarschijnlijkheid van uit gaan dat het ventilatieprofiel ongewijzigd blijft tot zolang de brandweer niet naar binnen gaat. In een fabriekshal met een grote oppervlakte is het wel mogelijk dat de brand sterk ontwikkelt vooraleer het ventilatie gecontroleerd brandregime van toepassing is. Er is immers een enorme hoeveelheid lucht beschikbaar in zo'n grote ruimte. Daarnaast is het mogelijk dat een element uit plastic in de gevel (bijvoorbeeld een poort) of in het dak (bijvoorbeeld een doorzichtige golfplaat) smelt en daardoor een opening maakt waardoor ventilatie ontstaat.

Bij aankomst op de interventieplaats is het de bedoeling dat iedereen probeert om zich een beeld te vormen van wat er zich in het gebouw afspeelt waar het brandt. Zeker voor (onder)officieren is het cruciaal dat ze een goed beeld krijgen van de situatie. Door te kijken naar ventilatieopeningen, hun grootte en plaats, kan gepoogd worden om te bepalen of het gaat over een geventileerde dan wel een onder geventileerde brand. Op het moment dat er een deur open staat en de rook stroomt naar buiten is het erg waarschijnlijk dat het over een geventileerde brand gaat.

Het ligt echter anders als de brandweer aankomt bij een gebouw dat volledig afgesloten is. Op het moment dat alle

Het is echter wel mogelijk om, rekening houdend met de grootte van het gebouw, een inschatting te maken of het gaat over een geventileerde brand of een onder geventileerde brand door te kijken naar openingen in muren en daken.

3.1 Onder geventileerde brand kort na het FC/VC punt

Indien er geen openingen zijn, dient er ook gekeken worden naar uitstromende rook. Hierboven is uitgelegd dat een groeiende brand binnen een overdruk opbouwt. Deze overdruk zal ervoor zorgen dat rook door kieren en spleten naar buiten geduwd wordt. Hoe hoger de overdruk, hoe meer rook naar buiten zal stromen en hoe sneller de stroming zal zijn.



Figuur 7 In deze onder geventileerde brand loopt de temperatuur binnen hoog op. De overdruk binnen perst de rookgassen naar buiten. (© Foto: Zbigniew Wozniak)

Als de rook naar buiten geperst wordt, dan is het duidelijk dat er een grote overdruk heerst binnen. Dit betekent dat er een grote temperatuur is opgebouwd. Als op dat moment een deur wordt geopend om toegang te verschaffen, dan zal een hevige stroming op gang komen. Rook zal naar buiten geperst worden en lucht zal naar binnen gezogen worden. Er ontstaat dan de typische luchtunnel. Het grootste deel van de deuropening zal worden gebruikt om rook af te voeren maar in de onderste helft van de deuropening zal een tunnel van verse lucht gecreëerd

worden. Deze situatie zal echter niet erg lang duren. Doordat er een grote opening is, zal de overdruk afnemen. Er zal echter wel nog steeds een instroom van lucht en een uitstroom van rookgassen zijn. Deze situatie zal snel evolueren. Het optreden van een ventilatie geïnduceerde flashover zal waarschijnlijk het gevolg zijn. In uitzonderlijke gevallen kan backdraft optreden.

Het beeld dat hierboven beschreven wordt, is duidelijk herkenbaar op de interventieplaats. Brandweerlui kunnen begrijpen wat er gebeurt met behulp van de uitleg over de onder geventileerde brand, de evolutie en temperatuur en druk. Hetgeen plaatsvindt als de deur geopend wordt, kan vergeleken worden met chauffeurs die op de autosnelweg langs wegenwerken rijden. Enige tijd voor de wegenwerken hebben ze hun snelheid moeten verminderen tot 70 km/h. De meeste chauffeurs zijn gehaast en



Figuur 8 Op het einde van wegenwerken wordt de snelheidsbeperking opgeheven. Een brand is beperkt in vermogen door een gebrek aan lucht. Zodra een deur geopend wordt, valt deze beperking weg en zal de brand evolueren tot ventilatie geïnduceerde flashover. (Foto: shutterstock)

willen zo snel mogelijk terug 120 km/h rijden. Op het moment dat ze voorbij de zone zijn waarin gewerkt wordt, komen ze opnieuw een verkeersbord tegen dat hen nu aangeeft dat de snelheidsbeperking vervalst. Alle chauffeurs zullen snel terug optrekken tot 120 km/h. Een brand zoals hierboven beschreven zal snel groeien als hij terug toegang krijgt tot voldoende zuurstof. De brand "trekt op" tot het maximale vermogen dat de luchtstroom doorheen de deuropening toelaat.

3.2 Onder geventileerde brand in onderdruk

In het stuk hierboven over druk is uitgelegd dat een onder geventileerde brand zichzelf zal verstikken. De temperatuur en druk binnen nemen af. De uitstroom van rookgassen stopt. Dikwijls hebben de rookgassen sporen na gelaten. Er zijn dan sporen van roet te zien rond ramen en deuren. Deze sporen zijn dan de enige tekenen dat er binnen brand is (geweest). Het is immers van buitenaf niet duidelijk of de brand in zijn onderdrukfase beland is, dan wel helemaal gedoofd is.

Als de brandweer 's nachts ter plaatse komt, zal dit niet gemakkelijk opgemerkt worden. Er is immers geen rook te zien. Vandaar dat er geen conclusie mag getrokken worden uit het feit dat er niets te zien is. Ed Hartin uit de VS verwoordt het als volgt: "Nothing showing means exactly that: nothing!". In de gevallen waarbij er niets te zien is bij de aankomst van de brandweer, is er ook meestal niets aan de hand. Dit kan echter tot routine leiden. Het is pas bij het openen van een deur dat duidelijk zal worden of er al dan niet iets aan de hand is.

Als de brand net een onderdruk gecreëerd heeft, dan zal bij het openen van de deur een sterke stroming naar binnen ontstaan zonder dat er uitstromende rook is. Deze stroming kan zo sterk zijn dat een deur die naar binnen draait niet meer kan gesloten worden. Een dergelijke luchtstroming wijst erop dat er binnen een hevige brand heeft gewoed. Op Figuur 4 en Figuur 5 kan je zien dat er binnen een temperatuur heerst van ongeveer 200 °C terwijl de onderdruk op dat moment 50 Pascal bedraagt. Als bij een dergelijke brand de deur wordt geopend, zal enige tijd later (twee à vier minuten) een ventilatie geïnduceerde flashover ontstaan.

Ook dit beeld is perfect herkenbaar en kan begrepen worden door na te denken over het samenspel van openingen, brandverloop, temperatuur en druk. Het is belangrijk dat (onder)officieren deze signalen herkennen en beseffen wat er aan de hand is. Op die manier kunnen ze hun tactiek eventueel aanpassen en de interventie op een veilige manier tot een goed einde brengen.

3.3 Onder geventileerde brand lang na het FC/VC punt

Er is ook nog een derde mogelijkheid, namelijk dat de brand sedert geruime tijd gedoofd is. Op Figuur 3 zijn drie verschillende onder geventileerde branden te zien. De gele lijn stelt een brand voor zoals op Figuur 4. De temperatuur loopt hoog op vooraleer het effect van het zuurstoftekort begint te werken. Het is echter duidelijk dat de temperatuur snel terug afneemt. In een moderne woning is het weinig waarschijnlijk dat er een ruit springt. Het volume zal m.a.w. afgesloten blijven. De brand zal na verloop van tijd waarschijnlijk doven door een tekort aan zuurstof. Ook de rookgassen zullen hun energie afgeven aan de wanden zoals warme lucht dat doet. Na verloop van tijd zal de temperatuur in de buurt komen van de temperatuur voordat de brand startte.

Als de brandweer in deze situatie een deur opent, zal er niet veel stroming op gang komen. Er is namelijk geen drukverschil met de omgeving. Daarnaast is ook het temperatuursverschil tussen de rook en de buitenlucht beperkt. De stroming zal slechts langzaam op gang komen. Ook dit is duidelijk merkbaar voor de brandweer. Een warmtebeeldcamera zal mooi aantonen dat er geen noemenswaardige temperatuur is in de ruimte. Als de brand effectief gestikt is, dan zal de temperatuur ook niet veranderen. Een warmtebeeldcamera is een belangrijk beschermingsmiddel bij binnentreden in onder geventileerde branden. Als er toch nog een brandhaard is en het brandvermogen stijgt, dan zal dit merkbaar zijn op de warmtebeeldcamera vooraleer brandweerlui in beschermende kledij gaan voelen dat de temperatuur begint te stijgen.

4 Bronnen

- [1] *Study of the Effectiveness of Fire Service Positive Pressure Ventilation During Fire Attack in Single Family Homes Incorporating Modern Construction Practices, UL FSRI, resultaten verwacht in 2016*
- [2] *Impact of ventilation on fire behavior in legacy and contemporary residential Construction, Kerber Steve, 2011*
- [3] *Ventilating today's residential fires, Kerber Stephen, presentatie op FDIC, 2011*
- [4] *Brandverloop: Technisch bekeken, tactisch toepast, Lambert Karel & Baaij Siemco, 2011*
- [5] *Scientific research for the development of more effective tactics, UL FSRI, Fire Department New York & NIST, 2012*