

Rapid Fire Progress: Een overzicht

1 Inleiding

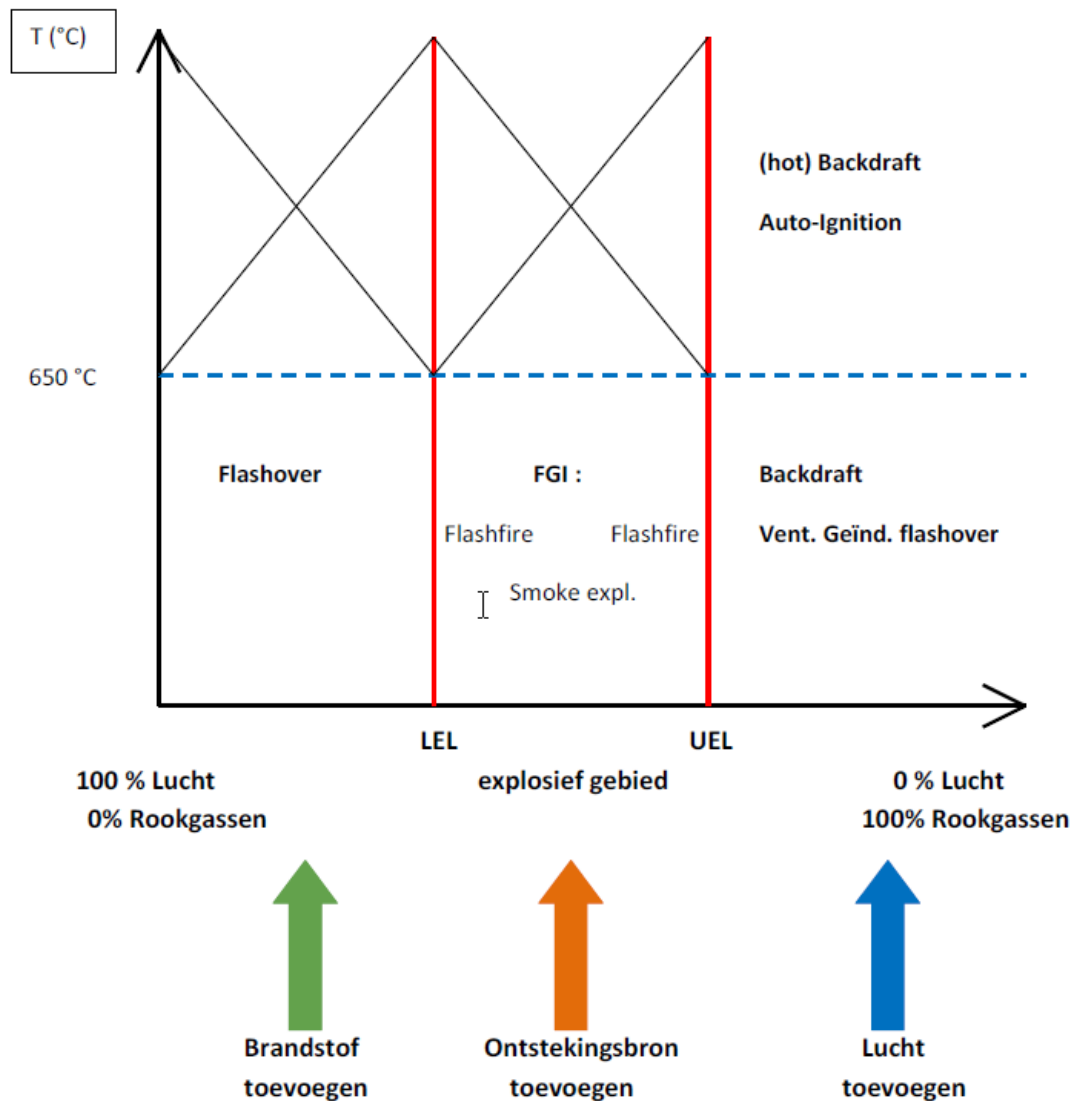
In vorige artikelen in deze reeks hebben we de drie groepen fenomenen bestudeerd. Het mechanisme achter elk fenomeen werd uitgelegd. Dit houdt in dat er telkens wordt uitgelegd wat er gebeurt als een bepaald fenomeen plaatsvindt. Om een beter begrip van Rapid Fire Progress toe te laten, gaan we nu de verschillende fenomenen op een andere manier bekijken. Vanuit een praktisch standpunt is het namelijk belangrijker voor een brandweerman om te weten dat er iets kan mislopen dan te weten wat er gebeurt als het misloopt. Een voorbeeld zal veel verduidelijken. Het is voor een brandweerman veel belangrijker om de omstandigheden te herkennen die kunnen leiden tot flashover dan tijdens het optreden van flashover te beseffen dat hij zich in een flashover bevindt.

Op figuur 1 staat een grafiek afgebeeld waar de meeste fenomenen van Rapid Fire Progress een plaats hebben gekregen. De grafiek gaat uit van de omstandigheden die er zijn voordat een fenomeen optreedt. Voor een brandweerman of -vrouw is het heel belangrijk om te kunnen inschatten welke fenomenen mogelijk zijn in de situatie waarin hij of zij zich bevindt. Deze grafiek geeft een overzicht van de verschillende fenomenen van Rapid Fire Progress.

Bij elk fenomeen zal er nog een evolutie nodig zijn opdat het fenomeen zou plaatsgrijpen. Op de grafiek staan immers de omstandigheden voordat het fenomeen plaatsgrijpt. Dit komt er eigenlijk op neer dat er altijd minstens één zijde van de branddriehoek ontbreekt. Het is aan ons om de omstandigheden te herkennen waaruit een bepaald fenomeen kan voortkomen. De lijstjes met voortekenen van flashover en backdraft zouden door elke brandweerman goed gekend moeten zijn. Het is echter moeilijker om te zeggen dat er een fire gas ignition (FGI) kan optreden.

Goede observaties (en goede communicatie!) door brandweerlui kunnen ervoor zorgen dat de omstandigheden voordat een fenomeen optreedt herkend worden. Op basis van die observaties kunnen we dan acties ondernemen om te voorkomen dat de brand evolueert in de verkeerde richting. Als dit niet mogelijk is, kan er gekozen worden voor een evacuatie. Door afstand te creëren tussen een fenomeen en brandweermensen daalt de kans op slachtoffers.

De grafiek is een model, een manier om de werkelijkheid voor te stellen. De Amerikaanse officier Ed Hartin gebruikt dikwijls de volgende quote als het over modellen gaat: "All models are wrong but some are useful". Dit is zeker van toepassing op Figuur 1. De figuur stelt de omstandigheden voor waaruit de verschillende fenomenen kunnen plaatsgrijpen. Een model is een benadering van de werkelijkheid en het is zeker niet perfect. Dit model is doorheen de jaren bijgewerkt en er kan misschien nog aan gesleuteld worden. Suggesties tot verbetering zijn altijd welkom.



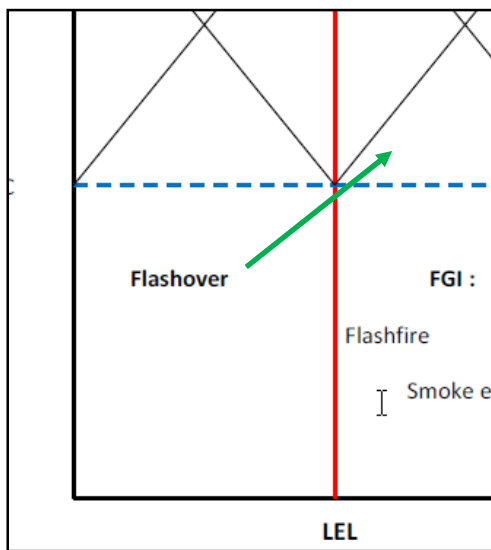
Figuur 1 Overzicht van Rapid Fire Progress. (Grafiek: Karel Lambert)

2 Bespreking van de verschillende fenomenen

2.1 Flashover

Flashover is een vorm van Rapid Fire Progress waarbij de brand overgaat van een brandstofgecontroleerd regime naar een ventilatiegecontroleerd regime. Voordat flashover plaatsvindt, moet er voldoende temperatuur opgebouwd worden in de ruimte. Hiervoor is energie nodig. Deze energie komt vrij bij de verbranding. In de loop van de ontwikkelingsfase zal de oppervlakte van de brandhaard steeds toenemen. De hoeveelheid brandstof die in de brand betrokken is, stijgt. Het vermogen van deze brand stijgt door deze uitbreiding. Er wordt m.a.w. steeds meer energie afgegeven. Op een bepaald moment wordt een kritische waarde overschreden. Er wordt dan voldoende energie afgegeven om flashover te laten plaatsvinden.

Voordat flashover kan optreden, is de temperatuur in de ruimte beperkt. De temperatuur moet immers nog opgebouwd worden. De hoeveelheid brandstof dat betrokken is in de verbranding is ook beperkt. De brand is immers nog lokaal.



Figuur 2 De groene pijl stelt het optreden van flashover voor.

De brand breidt uit. Doordat steeds meer brandstof toegevoegd wordt, wordt meer energie vrijgemaakt. De rooklaag wordt steeds dikker, zakt en bevat steeds meer brandbare gassen. Op de grafiek zal de situatie opschuiven naar rechts. Op het kritische punt zal de rooklaag ontvlammen. Dit is eigenlijk een fenomeen op zich: de rollover. Hierdoor zal de warmtestraling naar alle objecten onder de rooklaag sterk toenemen waardoor de brand nog sneller uitbreidt. Enkele seconden later staat de hele ruimte in lichterlaaie en heeft flashover plaatsgevonden.

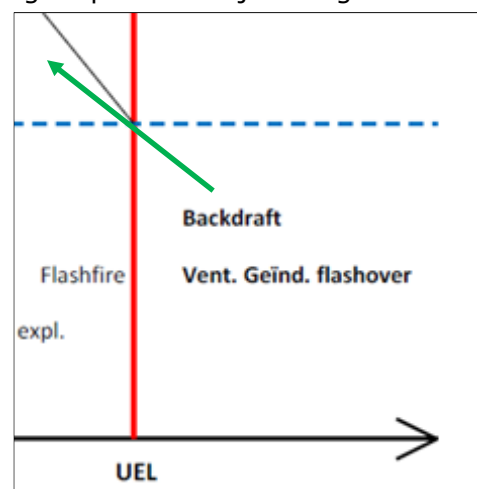
Op Figuur 2 geeft de groene pijl aan hoe de situatie evolueert tijdens flashover.

2.2 Backdraft en Ventilatie geïnduceerde flashover

Backdraft is een fenomeen dat uiterst zeldzaam is. Het is echter een fenomeen dat heel geweldig kan zijn. Daardoor is het vrij berucht. Vrijwel alle brandweerlui weten er wel iets over te vertellen.

De omstandigheden voordat backdraft kan optreden zijn de volgende: Er moet een brand geweest zijn in de ruimte. Deze brand heeft brandstof en zuurstof nodig om zichzelf uit te breiden. Op een bepaald moment is deze brand in zijn ontwikkeling gestopt door een tekort aan zuurstof. We noemen dit een ondergeventileerde brand. Doordat de temperatuur in het compartiment al vrij hoog opgelopen is, blijven hete objecten pyrolyseren. De brand dooft. De vlammeende verbranding stopt en er blijft een gloeibrand over. In tussentijd worden meer en meer rookgassen en vooral pyrolysegassen geproduceerd. De atmosfeer in de ruimte gaat van uiterst links naar uiterst rechts op de grafiek. De concentratie aan brandbare gassen stijgt zodanig dat er een mengsel ontstaat dat te rijk is. Dit mengsel bevindt zich boven de explosiegrens (UEL).

Op het moment dat de brandweer de deur tot het compartiment opent of op het moment dat er een raam springt, kan er terug zuurstof in het compartiment vloeien. Het te rijke mengsel wordt verdund. Op het moment dat de brandhaard weer opflakert, kunnen deze vlammen het mengsel in de buurt van de vlammen ontsteken als het mengsel tussen de brandbaarheidsgrenzen (LEL en UEL)



Figuur 3 Optreden van backdraft en ventilatie geïnduceerde flashover.

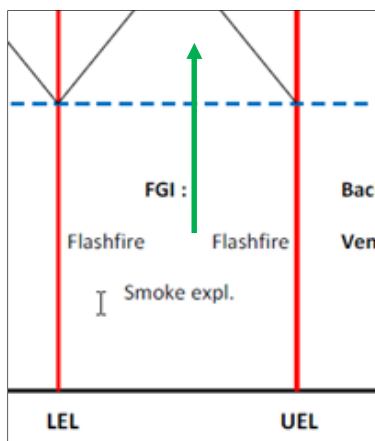
terechtgekomen is. Backdraft treedt dan op en een drukgolf zal de rookgassen in de ruimte door de opening naar buiten duwen. Deze drukgolf wordt gevolgd door een vlammenfront. De typische, spectaculaire vuurbal is het resultaat.

Backdraft was en zal een zeldzaam fenomeen blijven. Er moeten immers heel wat voorwaarden vervuld zijn vooraleer backdraft kan optreden. Een fenomeen dat minder gekend is, is de ventilatie geïnduceerde flashover. Bij een ventilatie geïnduceerde flashover wordt vanuit hetzelfde soort brand vertrokken. De ondergeventileerde brand levert de omstandigheden die nodig zijn voordat een dergelijk fenomeen optreedt: een brand die onder controle gehouden wordt door een gebrek aan zuurstof en een ruimte gevuld met brandbare gassen.

Op het moment dat de brandweer de deur opent, stroomt er verse lucht naar binnen. De brand trekt terug aan. Doordat heel wat voorwerpen in de buurt van de brandhaard al opgewarmd zijn, kan de brand snel evolueren. De brand zal zich uitbreiden en nog voordat "de rook opgetrokken is", kan een flashover optreden. Dit type flashover is echter in gang gezet (of geïnduceerd) door de veranderde ventilatie. Dit proces wordt op Figuur 3 voorgesteld door de groene pijl.

Doordat we nu anders bouwen dan enkele decennia geleden, komt de ondergeventileerde brand steeds meer voor. Er is niet direct cijfermateriaal beschikbaar over de verhouding tussen het aantal geventileerde branden en het aantal ondergeventileerde branden. Het is echter waarschijnlijk dat er in de toekomst meer ondergeventileerde branden zullen zijn dan geventileerde. Dit maakt dat het risico op ventilatie geïnduceerde flashover sterk toeneemt. Hoewel backdraft veel meer naambekendheid heeft, is het nodig dat brandweerlui meer aandacht besteden aan ventilatie geïnduceerde flashovers.

2.3 Flashfire & Smoke explosion



Figuur 4 Optreden van FGI

Naast de familie van de flashovers en de familie van de backdrafts is er ook een derde familie: de fire gas ignitions (FGI). Deze fenomenen komen op dezelfde manier tot stand als gasexplosies die zich voordoen als er een gaslek is in een woning. Opdat het fenomeen tot stand zou kunnen komen, dienen volgende voorwaarden vervuld te zijn: Er dienen voldoende brandbare gassen aanwezig te zijn in de ruimte opdat de concentratie hoger is dan de onderste explosiegrens (LEL). Bij een brand kunnen deze gassen gevormd worden door de verbranding (rookgassen) of door de pyrolyse (pyrolysegassen).

Als er tijdens een brand heel veel rookgassen gevormd worden in een ruimte die afgesloten is, wordt er een overdruk opgebouwd. Deze overdruk zal ervoor zorgen dat rookgassen langs kieren en spleten weg geperst worden. De rook kan dan naar buiten geduwd worden maar het is ook mogelijk dat de rook terechtkomt in een naburige ruimte of in een "valse" ruimte: vals plafond, computervloer of voorzetwand. De concentratie aan rookgassen mag echter niet zo hoog oplopen dat ze stijgt boven de bovenste explosiegrens (UEL). Anders is het mengsel te rijk om te kunnen ontstoken worden.

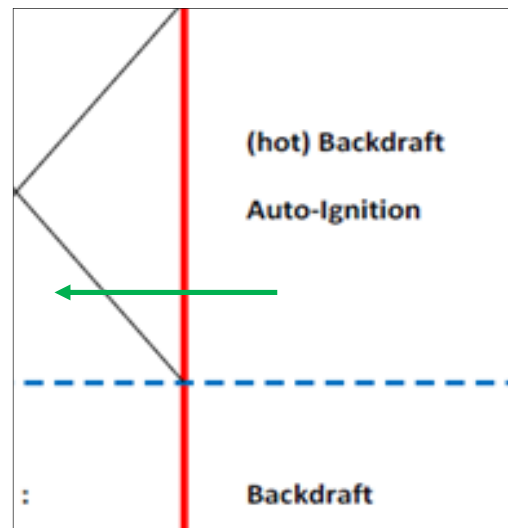
Op die manier is in de ruimte een mengsel van zuurstof en brandstof aanwezig dat kan ontstoken worden. Als er een ontstekingsbron wordt ingebracht in het mengsel, zal het ontsteken. Dit wordt voorgesteld door de groene pijl in Figuur 4.

Het soort fenomeen dat optreedt (flashfire of smoke explosion) wordt bepaald door de concentratie van de rookgassen. Ergens in het midden van het explosief gebied ligt de stoëchiometrische verhouding. Dat is de ideale verhouding tussen brandstof en zuurstof. Bij het ontsteken van gassen in een ideale verhouding wordt een krachtige explosie gegenereerd. Mengsels die een ideale verhouding hebben tussen brandstof en zuurstof zullen dus aanleiding geven tot een smoke explosion als ze ontstoken worden. Deze mengsels liggen in het midden van het explosieve gebied. Aan de buitenkanten van het explosieve gebied liggen de mengsels die minder ideaal zijn. Ze kunnen echter nog steeds ontstoken worden. Het ontsteken van deze mengsels zal leiden tot een snelle verbranding. Hierbij blijft de drukopbouw in de ruimte erg beperkt. Dergelijke fenomenen worden omschreven als flashfires.

2.4 Auto-ignition

Auto-ignition is een fenomeen dat niet zo goed gekend is. Dikwijls is het ook geen bedreiging voor de brandweerder. Het kan echter wel zorgen voor branduitbreiding. Daar komt bij dat auto-ignition duidelijk illustreert dat er in het compartiment heel hoge temperaturen aanwezig zijn.

Opdat auto-ignition zou kunnen optreden, dienen er voldoende rookgassen in het compartiment te zijn. Deze rookgassen hebben een temperatuur die erg hoog is, boven de 650°C. Deze waarde van 650 °C is slechts een vage indicatie. Het zou ook 600 °C of 700°C kunnen zijn. In sommige teksten wordt echter geschreven dat dit ook bij lagere temperaturen kan als de rookgassen voornamelijk pyrolysegassen bevatten.



Figuur 5 Optreden van auto-ignition en hot backdraft

Een laatste voorwaarde die er is voordat het fenomeen kan optreden is dat er zoveel hete rookgassen zijn dat het mengsel boven de bovenste explosiegrens (UEL) zit. Anders zouden de gassen immers ontbranden in het compartiment in plaats van erbuiten.

Op het moment dat er een opening gemaakt wordt, zullen de hete rookgassen naar buiten treden. Eens ze het compartiment hebben verlaten, zullen ze mengen met de buitenlucht. Hierdoor verdunnen ze. Dit wordt voorgesteld door de groene pijl op Figuur 5. Eens de rookgassen met de lucht een brandbaar mengsel gevormd hebben ontsteken ze. De temperatuur van de rookgassen dient hierbij als ontstekingsbron.

2.5 Hot backdraft

In een Waalse gemeente werd de brandweer opgeroepen voor een uitslaande brand in een winkel met diepvrieswaren. Bij aankomst bleken er inderdaad vlammen door het dak van de winkel te slaan (zie Figuur 6). De winkel was gesloten en dus moest de brandweer

binnenbreken om te kunnen gaan blussen. Omwille van de uitslaande vlammen werd niet aan backdraft gedacht. In het lijstje met voortekenen van backdraft staat de afwezigheid van vlammen namelijk vooraan.

Bij het breken van een raam om toegang te verschaffen werd heel veel lucht in het pand gezogen en kort daarna vond een heel heftige backdraft plaats. Er vielen gelukkig geen gekwetsten bij de brandweer. Achteraf waren de brandweerlui verwonderd dat er backdraft had kunnen optreden. Er waren immers duidelijk vlammen te zien. Het belangrijk onderscheid is dat er geen vlammen waren in het compartiment zelf. De vlammen die ze zagen bij aankomst waren waarschijnlijk (deels) het gevolg van auto-ignition van uittredende rookgassen.



Figuur 6 Op de foto zijn drie schakeringen zichtbaar van links naar rechts: pyrolysegassen, rookgassen en vlammen. De helderheid van de vlammen doet denken dat het gaat over auto-ignition van uittredende rookgassen. (Foto: Benoît Amans)



Figuur 7 Nadat een brandweerman een opening gemaakt heeft in een ruit treedt een heel heftige hot backdraft op. (Foto: Benoît Amans)

Een uitzonderlijke situatie kan optreden wanneer heel erg hete rookgassen opgestapeld zijn in een compartiment en daar plots een luchttoevoer tot stand komt. Bij een gewone backdraft worden de verse lucht en de rookgassen (brandstof) gemengd en daarna ontstoken door de heropflakkerende brandhaard. De heropflakkering wordt ook gecontroleerd door de zuurstoftoevoer. Bij een gewone backdraft zijn er dus twee mechanismen die door de ventilatie gecontroleerd worden: Er moet een brandbaar mengsel ontstaan en de brandhaard moet ook voldoende zuurstof krijgen om op te flakkeren.

Als de rookgassen echter zo heet zijn dat ze warmer zijn dan de zelfontstekingstemperatuur, dient geen ontstekingsbron aanwezig te zijn. De rookgassen zijn zelf de ontstekingsbron. In dergelijke situaties kan een "hot backdraft" optreden. Dit fenomeen is uiterst zeldzaam en er bestaat geen eensgezindheid over onder specialisten.

2.6 Bespreking grafiek

Als we Figuur 1 in detail bekijken, zien we dat er drie soorten mechanismen zijn om tot een vorm van Rapid Fire Progress te komen:

- Brandstof toevoegen (groene pijl)

- Energie toevoegen (oranje pijl)
- Lucht toevoegen (blauwe pijl)

We weten dat architecten steeds meer aandacht hebben voor het luchtdicht maken van gebouwen. Branden zullen steeds meer in ademnood komen. Situaties waar het toevoegen van lucht leidt tot problemen, zullen talrijker worden. Dit betekent echter niet dat de andere situaties niet (meer) voorkomen. Het is aan leidinggevendenden om tijdens brandbestrijding na te denken over de omstandigheden en het gedrag van de brand. Het is aan hen om ongevallen te voorkomen door brandgedrag te herkennen en hierop in te spelen.

3 Bronnen

- [1] *McDonough John, persoonlijke gesprekken, 2009-2012*
- [2] *Hartin Ed, persoonlijke gesprekken, 2010-2012*
- [3] *Lambert Karel & Baaij Siemco, Brandverloop: technisch bekeken, tactisch toegepast, 2011*
- [4] *Kerber Steve, Impact of ventilation on fire behavior in legacy and contemporary residential Construction, 2011*
- [5] *Grimwood Paul, persoonlijke gesprekken, 2008*
- [6] *Lambert Karel & Desmet Koen, Binnenbrandbestrijding, versie 2008 & versie 2009*
- [7] *Grimwood Paul, Hartin Ed, McDonough John & Raffel Shan, 3D Firefighting, Training, Techniques & Tactics, 2005*
- [8] *Bengtsson Lars-Göran, Enclosure Fires, 2001*
- [9] *Hartin Ed, www.cfbt-us.com*
- [10] *Raffel Shan, www.cfbt-au.com*

Karel Lambert