

## De meest bekende vorm van Rapid Fire Progress: Flashover

In een eerder artikel kwamen het geventileerde en het ondergeventileerde brandverloop aan bod. We zagen dat een brand die over voldoende brandstof en zuurstof beschikt op een bepaald moment evolueert naar een volledige ruimte die in brand staat. Deze overgang wordt flashover genoemd. Flashover heeft reeds het leven gekost aan tientallen brandweerlui. Dergelijke incidenten vertonen meestal een gelijkaardig verloop. De brandweer komt ter plaatse bij een brand in de ontwikkelingsfase. De brandweer betreedt het pand om aanwezigen te redden of om de brand te blussen. Tijdens de zoektocht naar slachtoffers of naar de brandhaard wordt er weinig of geen rekening gehouden met het steeds groter wordende risico van de evoluerende brand. Als flashover dan optreedt, zijn de brandweerlui vaak verrast en lopen ze zware verwondingen op of komen om het leven.

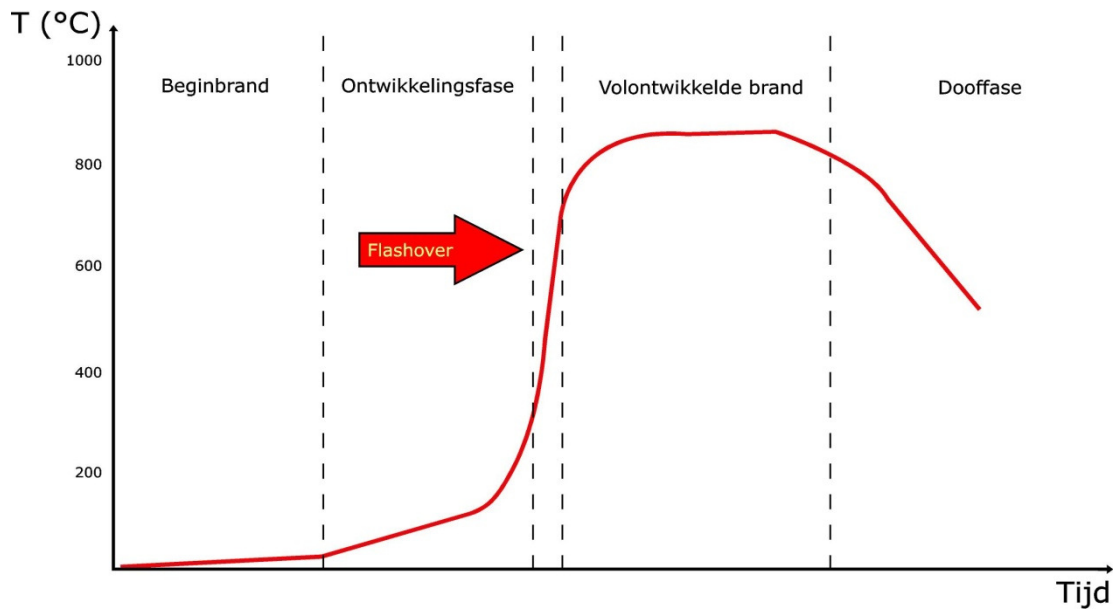
*Flashover is een plotse en voortdurende overgang van een brand in de ontwikkelingsfase naar een volontwikkelde brand.*

### 1. Soorten flashover

#### 1.1 "Gewone" flashover

Flashover is een normaal onderdeel van het geventileerd brandverloop (zie fig 1.1). Het vormt de overgang van een brand in de ontwikkelingsfase naar een volontwikkelde brand. Tijdens de ontwikkelingsfase is er een warme rooklaag gevormd. Deze rooklaag geeft warmte af aan voorwerpen die zich in de rooklaag bevinden: kasten, brandbare wandbekleding, ... Dit wordt convectieve warmte genoemd. Daarnaast straalt de rooklaag ook naar beneden. De voorwerpen die zich onder de rooklaag bevinden worden aangestraald: stoelen, tafels, ... Dit wordt radiatieve warmte genoemd. De beide soorten warmte zorgen ervoor dat objecten in de ruimte opwarmen. Op een bepaald moment stijgt de temperatuur boven de pyrolysedrempel. Dit wil zeggen dat de temperatuur van het voorwerp zo hoog is dat het voorwerp begint te pyrolyseren. Flashover wordt voorafgegaan door de roll-over. De roll-over bestaat eigenlijk uit een vlammenfront dat zich door de verzamelde rookgassen beweegt. Hierdoor zal de temperatuur van de rooklaag sterk stijgen. De straling naar de onderliggende voorwerpen neemt na het ontvlammen sterk toe. Als de onderliggende voorwerpen nog niet aan het pyrolyseren zijn, zal dit nu snel gebeuren. Dit wordt vrij snel gevolgd door het ontbranden van deze pas gevormde pyrolysegassen zodat de hele ruimte in brand komt te staan.

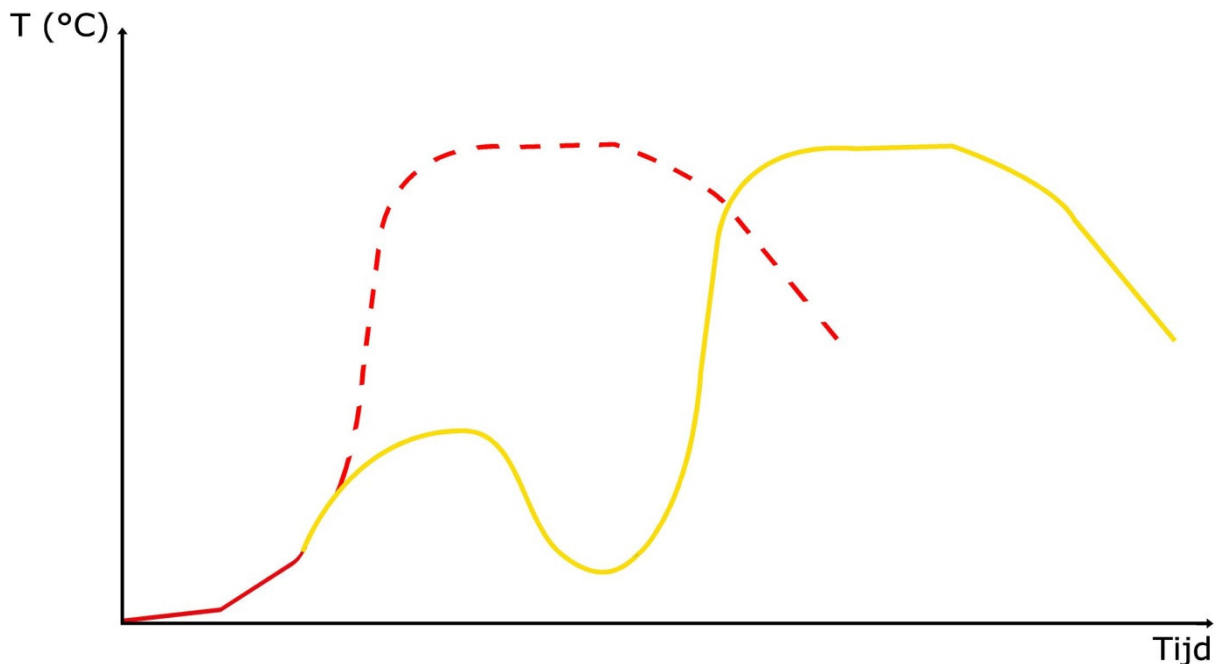
Tijdens flashover zal de temperatuur in de ruimte sterk toenemen. In enkele seconden stijgt de temperatuur tot 600 °C. De stralingsflux zal ook sterk toenemen. Overleven wordt onmogelijk. Brandweerlui die aanwezig zijn in een ruimte waar flashover optreedt, beschikken slechts over enkele seconden om levend buiten te raken. Zelfs dan zullen ze meestal zware brandwonden hebben opgelopen. Het is dus heel erg belangrijk om de ruimte te verlaten vooraleer flashover optreedt.



**Fig. 1.1** Het geventileerd brandverloop (Grafiek: Karel Lambert)

### 1.2 Ventilatie geïnduceerde flashover

Een ventilatie geïnduceerde flashover doet zich enkel voor wanneer een brand ondergeventileerd geworden is en er voldoende temperatuursopbouw was op het FC/VC point. Dit wil zeggen dat er vrij vroeg in het brandverloop zuurstof ontbrak en dat de ontwikkeling van de brand geremd is. Indien er niets verandert aan het ventilatieprofiel van de brand, zal deze brand uit zichzelf doven. Op figuur 1.2 wordt dit voorgesteld door de gele curve die eerst minder snel stijgt en vervolgens naar beneden afbuigt. Talrijke parameters zullen bepalen hoe warm het wordt in het lokaal tijdens deze ondergeventileerde fase. Als het warm genoeg blijft, zullen heel wat voorwerpen in de ruimte blijven pyrolyseren. Ook hier krijgen we dus te maken met een reservoir gasvormige brandstof. Het spreekt voor zich dat dit in moderne, goed geïsoleerde woningen een veel voorkomend probleem wordt.



**Fig. 1.2** Ventilatie geïnduceerde flashover (Grafiek: Karel Lambert)

Hierin schuilt echter een groot gevaar voor de brandweer. Door simpelweg de deur tot de woning te openen, ontstaat er een ventilatieopening. **De ruimte betreden is ventileren!** De brandweer zal dus altijd zorgen voor een verandering in het ventilatieprofiel. Deze extra ventilatie zal ervoor zorgen dat de brand weer aanwakkert. Op figuur 1.2 zien we dat de gele lijn weer afbuigt naar boven. De temperatuur in de ruimte zal toenemen. De rook in de ruimte zal ontbranden en binnen een aantal seconden zal de brand volontwikkeld zijn. De effecten van dit fenomeen zijn sterk vergelijkbaar met de gewone flashover.

De hoeveelheid ventilatie die wordt toegevoerd, zal bepalen hoe snel de ventilatie geïnduceerde flashover optreedt. Als een deur geopend wordt, zal er lucht de ruimte instromen. Stel dat men voor deze deur een overdrukventilator plaatst. In dat geval zal ventilatie geïnduceerde flashover veel sneller optreden.

Andere namen die gebruikt worden om dit fenomeen te benoemen zijn "*uitgestelde flashover*", "*delayed flashover*" en "*thermal runaway*". Internationaal opteert men meer en meer voor de benaming "*ventilatie geïnduceerde flashover*".

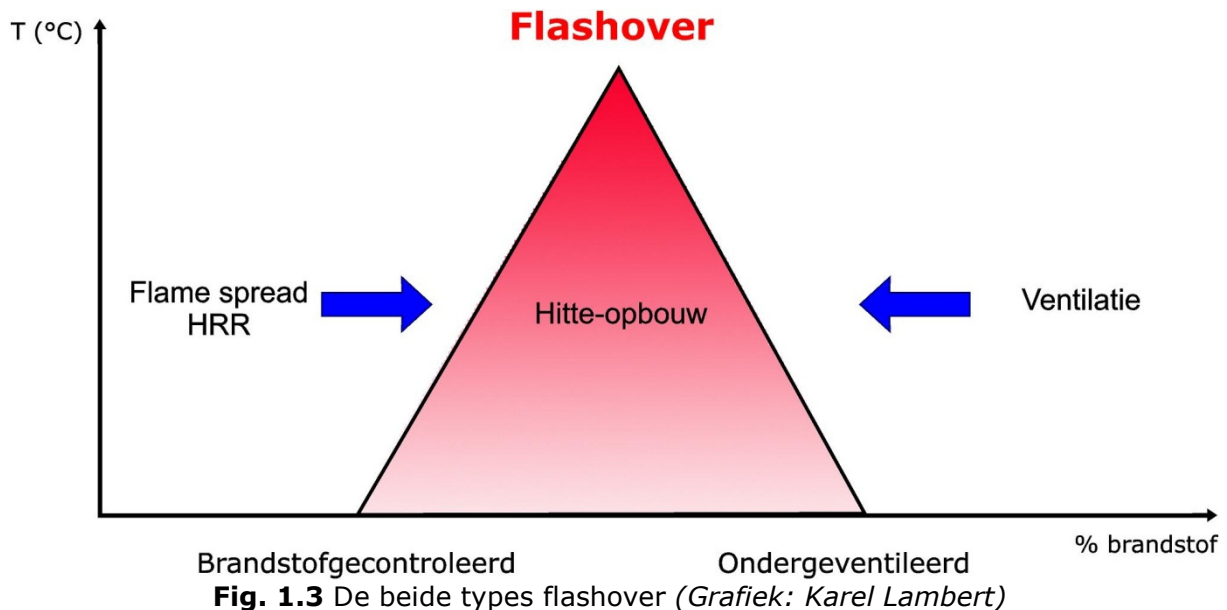
### 1.3 Vergelijking van beide soorten flashover

We zullen nu eens de twee types flashover naast elkaar zetten en kijken naar de verschillen en gelijkenissen tussen beiden. Het belangrijkste verschil is de oorsprong van het fenomeen. De "gewone" flashover doet zich voor in het geventileerde brandverloop terwijl de ventilatie geïnduceerde versie zich voordoet in het ondergeventileerde brandverloop. In figuur 1.3 zetten we het percentage (gasvormige) brandstof uit tegen de temperatuur.

Links op de grafiek vinden we de beginsituatie van een brand terug. De brand is dan brandstofgecontroleerd en beperkt tot een bepaalde oppervlakte. Het zal dan afhangen van de reactie bij brand van de betrokken materialen of de brand evolueert tot flashover. Parameters als Heat Release Rate (HRR), de snelheid waarmee een bepaald voorwerp zijn energie afgeeft, en flame spread, de snelheid waarmee de vlammen zich verplaatsen over het oppervlak, zullen bepalen hoe de brand evolueert. Als de HRR en de flame spread hoog genoeg zijn, zal de brand uitbreiden en de temperatuur in de ruimte zal stijgen. Er moet dus voldoende brandstof aanwezig zijn om dit te bekomen. Er zal hitte-opbouw plaatsgrijpen in de ruimte en als er voldoende energie is vrijgemaakt zal flashover optreden. Sommige bronnen spreken hier van een hittegeïnduceerde flashover of een stralingsgeïnduceerde flashover.

Rechts op de grafiek vinden we de ondergeventileerde brand terug. In deze situatie is de brand al een tijd aan de gang. Er is voldoende brandstof maar de nodige lucht ontbreekt. De brand zal doven tenzij de ventilatie wordt verhoogd. Als dat gebeurt, zal de brand terug versnellen. De temperatuur in de ruimte zal terug stijgen. Net zoals bij de gewone flashover zal er hitte-opbouw plaatsgrijpen. Als er voldoende energie is vrijgemaakt, zal er flashover optreden. Ook hier dient voldoende hitte opgebouwd te worden om tot flashover te komen. Dit type flashover is dus net zo hittegeïnduceerd als de gewone flashover. De start van de hitte-opbouw wordt echter ingeleid door de verandering in het ventilatieprofiel. Het fenomeen wordt daarom "*ventilatie geïnduceerde flashover*" genoemd.

Samengevat komt het er op neer dat de gewone flashover optreedt vanuit een brandstofgecontroleerde brand terwijl de ventilatie geïnduceerde flashover optreedt vanuit de ondergeventileerde kant.



## 2. Strategie voor veilig optreden

Dikwijls werden brandweerlui verrast door de plotse toename van de intensiteit van de brand. Op het moment dat flashover plaatsvindt, zijn brandweerlui meestal kansloos. In verschillende landen wordt na een zwaar ongeval met brandweerlui een degelijk onderzoek gevoerd om lessen te trekken en veiliger op te treden in de toekomst. Hieruit blijkt dat een brandweerman kansloos is bij flashover als hij zich verder dan anderhalve meter van de deuropening bevindt in de ruimte waar flashover optreedt. Anders geformuleerd: in post-flashover omstandigheden heeft men nog de tijd om anderhalve meter af te leggen vooraleer men bezwijkt. Het is natuurlijk wel zo dat die afstand afgelegd wordt net nadat de ruimte geëvolueerd is naar een vlammenzee. De temperatuur bedraagt dus 600 °C of meer en er quasi geen zichtbaarheid meer. Hieruit kunnen we concluderen dat er slechts een beperkt aantal manieren zijn om veilig op te treden.

### 2.1 Don't be there

De belangrijkste strategie is: *"Don't be there"*. Brandweerlui die het gebouw verlaten hebben omdat flashover dreigt op te treden, zullen niet om het leven komen door die flashover. Bij deze strategie is het dus heel erg belangrijk om de brand goed in te schatten. Door zijn dynamiek geeft de brand allerlei waarschuwingssignalen waaruit kan worden opgemaakt dat flashover dicht bij is. Elke (onder)officier zou moeten in staat zijn om die te herkennen en een onmiddellijke evacuatie van het pand te bevelen. Het is duidelijk dat de huidige opleiding daar zwaar in tekort schiet.

#### 2.1.1 Alarmsignalen voor flashover

Voor brandweerlui is het heel belangrijk om de brand te lezen en om te proberen in te schatten of flashover mogelijk is. Het G-RSTV model dat bedacht werd door Shan Raffel

en door hem en Ed Hartin verder ontwikkeld werd, kan hiervoor een goed hulpmiddel zijn. Er zijn een aantal signalen die toelaten op te merken dat het optreden van flashover dichtbij is en dat evacuatie van de brandbestrijders zich opdringt:

- Een rooklaag die heel snel zakt of zich al laag bij de grond bevindt.
- Een rooklaag die donkere zwarte rook bevat of rook die heel snel evolueert van witgrijs naar donkerzwart.
- De rooklaag die zich turbulent gedraagt of zich turbulent begint te gedragen.
- De hitte van de rooklaag die zeer intens is en ondraaglijk wordt.
- Het agressief optreden van pyrolyse bij voorwerpen die tot dan toe schijnbaar niet geraakt werden door de brand. Plots verschijnen er pyrolysegassen bij die voorwerpen.

## 2.2 Vermijden van flashover

We weten heel goed wat de oorzaak is van flashover. Zowel de "gewone" als de ventilatie geïnduceerde versie bouwen temperatuur op in de rookgassen. Bij de gewone flashover gebeurt dit door meer brandstof in de brand te betrekken. Bij de ventilatie geïnduceerde flashover gebeurt dit door meer zuurstof bij de brand te betrekken.

### 2.2.1 Rookgaskoeling

De tactiek die bij branden in de ontwikkelingsfase het meest succes zal opleveren is deze van de rookgaskoeling. Dit gebeurt d.m.v. de 3D-techniek. De bedoeling van deze techniek is het afkoelen en inertiseren van de rooklaag. Hiervoor wordt de kegelhoek van de straalpijp ingesteld op ongeveer 60°. Daarna wordt een zo kort mogelijke puls gegeven in de rooklaag. Hierdoor zullen een groot aantal waterdruppels in de hete rooklaag terecht komen. De verdamping van deze druppels zal energie onttrekken aan de rooklaag. De temperatuur van de rooklaag zal verlagen. Door meerdere pulsen te geven is het mogelijk om de temperatuur van de rooklaag zo laag te houden dat flashover niet kan optreden. Een bijkomend voordeel van deze techniek is dat de rooklaag hierdoor gevuld wordt met stoom. Stoom is een onbrandbaar gas. Een eventuele roll-over zal gehinderd worden door de stoom die in de rooklaag aanwezig is. De rooklaag onbrandbaar maken wordt inertiseren genoemd.

### 2.2.2 Anti-ventilatie

In het geval van de ventilatie geïnduceerde flashover kan anti-ventilatie een oplossing bieden. Anti-ventilatie houdt in dat men zal proberen om de ruimte waarin de brand woedt afgesloten te houden. Een brand die ondergeventileerd is, zal uiteindelijk stikken bij gebrek aan zuurstof. In praktijk is het echter niet altijd mogelijk om anti-ventilatie toe te passen. Het kan voorvallen dat er plots een raam springt omwille van het temperatuursverschil. In de VS en Canada zijn experimenten gebeurd naar mogelijkheden om de ventilatie en dan vooral de invloed van de wind uit te sluiten. Bij hoge windsnelheden kan er gebruik gemaakt worden van Wind Control Devices (WCD's). Vrij eenvoudig uitgelegd komt het erop neer dat er een soort van branddeken voor het raam wordt gehangen.

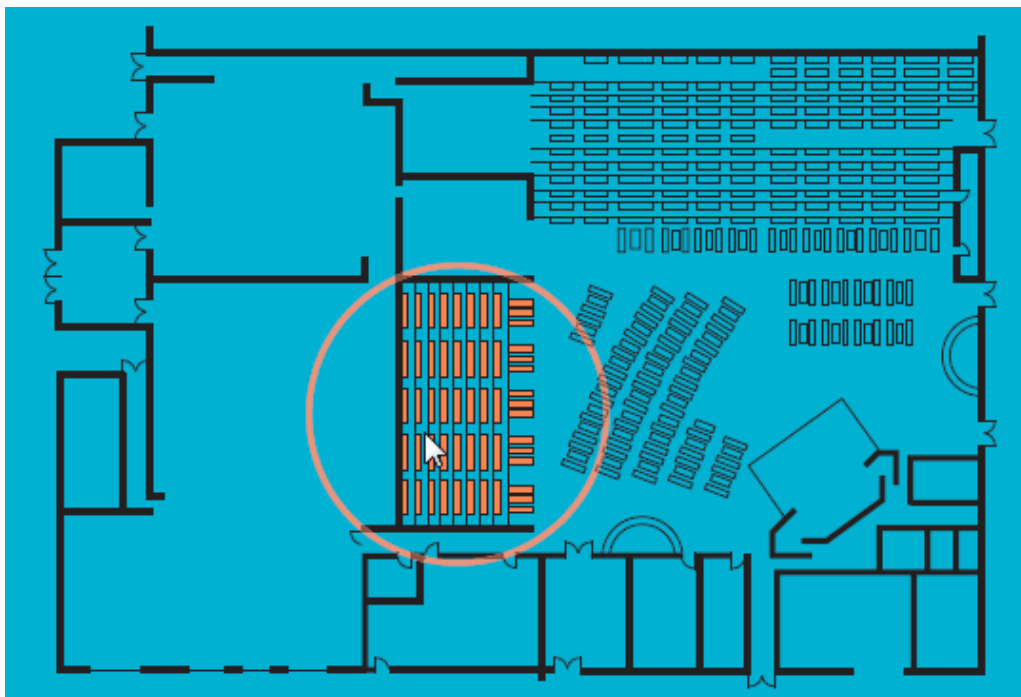
### 3. Case: the Stardust disco fire

Op 14 januari 1981 brak er brand uit in de Stardust nightclub te Dublin. Op het moment van de brand waren er 841 mensen aanwezig in de discotheek. De brand ontstond in een ingesloten deel van de zaal en evolueerde razendsnel tot flashover. Als gevolg hiervan nam de brand uitbreiding naar de rest van de discotheek. Er kwamen 48 mensen om. Daarnaast waren er 214 gewonden. De flashover had een belangrijke bijdrage tot het zware verdict. Daarnaast was er heel weinig aandacht voor brandpreventie in de discotheek. De muurbekleding en de zitbanken waren brandbaar, er waren amper brandbestrijdingsmiddelen en verschillende nooduitgangen waren afgesloten.

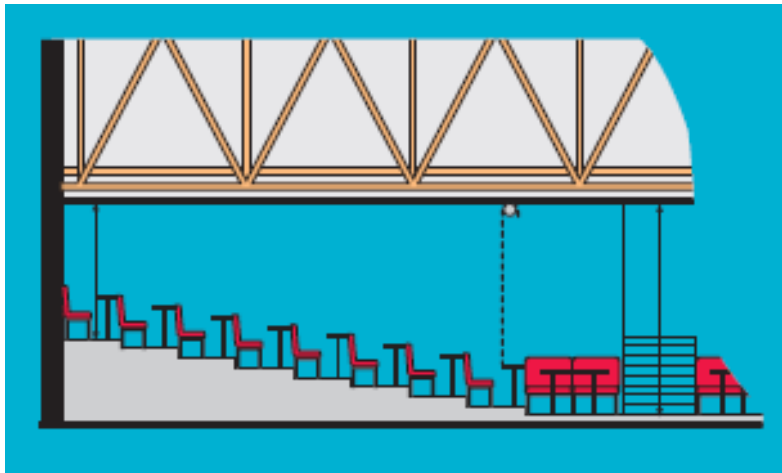
#### 3.1 Het gebouw

De discotheek was ondergebracht in een complex van verschillende gebouwen. In de discotheek was er een dansvloer omringd door verschillende nissen. In deze nissen waren zitbanken aangebracht. Een grondplan van de discotheek zie je in figuur 3.1. De nis waar de brand begon is omcirkeld. De nis was ongeveer 17 m breed en 10 m diep. De banken waren gemonteerd op een helling. De banken waren gemaakt uit polyurethaan schuim van 50 mm dik met een omhulsel op basis van PVC. Op figuur 3.2 kan je zien dat een soort van gordijn het mogelijk maakte om de nis af te sluiten van het centraal gedeelte. Hierdoor kon de grootte van de discotheek aangepast worden aan het aantal aanwezigen. Het gordijn bestond ook uit een brandbaar materiaal, namelijk polyester met een PVC bekleding.

De achterste wand en de zijwanden hadden een brandbare bekleding gemaakt uit polyester tegels. Het plafond van de nis was geïsoleerd. De aanwezigheid van isolatie in het plafond zorgt ervoor dat (een deel van) de vrijgekomen warmte zich richting dansvloer moet begeven.



**Fig 3.1** Grondplan van de discotheek (Figuur: Bo Andersson)



**Fig 3.2** Snede over de nis. De verticale stippellijn geeft de plaats van het rolgordijn aan. (Figuur: Bo Andersson)

### 3.2 De brand

De brand ontstond achteraan in de nis. De kleine brand zorgde niet voor verontrusting van de aanwezigen. De medewerkers van de discotheek beslisten om de brand zelf te proberen blussen. Pas toen dit niet lukte werd de brandweer gebeld. Ook de feestvierders verkozen in eerste instantie om te blijven kijken. De evacuatie werd te laat gestart.

Op een bepaald moment heeft een medewerker het gordijn geopend dat de afscheiding vormde tussen de nis en de zaal. De uitstroom van de rookgassen was tot dan beperkt gebleven. Na de het openen van het gordijn breidde de brand sterk uit. Na flashover in de nis stroomden de hete rookgassen de zaal in. Daar ontstond heel snel paniek.

### 3.3 De flashover

Omwille van de hoge menselijke tol werd besloten om de brand grondig te onderzoeken. BRE (Building Research Establishment) ging heel grondig te werk en deed o.a. een fullscale test. De nis waarin de brand ontstond werd nagebouwd met dezelfde banken en tafels als in de discotheek. De nodige apparatuur werd geplaatst en er werd een brand gesticht. Het geheel werd gefilmd en een korte versie van die film is te vinden op youtube. Op die film is de evolutie van de brand in de nis goed te volgen. Vooral de flashoverfase in het brandverloop is goed te zien. Oorspronkelijk had ik hier foto's uit die film voorzien maar BRE wou geen toestemming geven hiervoor. Lezers die verder willen volgen gaan naar [www.youtube.com](http://www.youtube.com) en typen "stardust disco fire" in. In de resultaten vindt men normaal een filmpje van 50 seconden als eerste resultaat. Het loont echt de moeite om dit filmpje een aantal keer te bekijken om zich bewust te worden van de hevigheid van het fenomeen flashover. Op het filmpje is ook goed te zien dat flashover een fenomeen is dat enkele seconden in beslag neemt.

Op seconde 5 zijn er vier van de vijf rijen banken goed te zien. De vijfde rij is betrokken in een brand. Deze brand is beperkt tot een bepaalde oppervlakte. Er is reeds een donkergrijze rooklaag aanwezig. Omstreeks seconde 9 is te zien dat de zitting van de derde rij banken begint te pyrolyseren. Acht seconden later begint de tweede rij banken te pyrolyseren en nog eens twee seconden later begint de eerste rij te pyrolyseren. Tegen seconde 24 is te zien dat de asbak die op de voorste tafel staat in brand geschoten is. Flashover heeft duidelijk plaatsgevonden in het compartiment. Gedurende 19

seconden die verstreken zijn, beweegt een vlammenfront zich van de achterwand in de richting van de opening. De kleur van de rookgassen evolueert intussen van donkergrijs naar donkerzwart. Vanaf seconde 29 is te zien hoe de hete rookgassen uit de nis stromen en ontvlammen. Tijdens de brand kwam deze uitstroom terecht in de grote zaal. De ongelooflijke snelheid waarmee het fenomeen plaatsvond en de gigantische hoeveelheid zeer hete rook die in de zaal terecht kwam, leidden tot een heleboel dodelijke slachtoffers.

#### 4. Bronnen

- [1] *Drysdale, Dougal, An introduction to fire dynamics, 2<sup>nd</sup> edition, 1998*
- [2] *Bengtsson Lars-Göran, Enclosure Fires, 2001*
- [3] *Grimwood Paul, Hartin Ed, Mcdonough John & Raffel Shan, 3D Firefighting, Training, Techniques & Tactics, 2005*
- [4] *Lambert Karel & Desmet Koen, Binnenbrandbestrijding, versie 2008 & versie 2009*
- [5] *Hartin Ed, [www.cfbt-us.com](http://www.cfbt-us.com)*
- [6] *Report of the independent examination of the stardust victims committee's case for a reopened inquiry into the stardust fire disaster*
- [7] *Raffel Shan, [www.cfbt-au.com](http://www.cfbt-au.com)*
- [8] *Mcdonough John, New South Wales Fire Brigade, persoonlijke gesprekken, 2009*
- [9] *Lambert Karel, Brandgedrag, 2010*
- [10] *Gaviot-Blanc, Franc, [www.promesis.fr](http://www.promesis.fr)*
- [11] *International Fire Instructor Workshop (IFIW), groepsgesprek 2010*
- [12] *Kerber Steve, Impact of ventilation on fire behavior in legacy and contemporary residential Construction, 2011*

#### 5. Nota van de auteur

Het lijkt me een leuk idee om in de toekomst ook Belgische cases aan bod laten komen. Naar mijn aanvoelen zijn er ook bij ons steeds meer gevallen van Rapid Fire Progress. Als je in jouw korps een interventie het met extreem brandgedrag mag je mij altijd een verslag van de feiten (liefst met foto's) mailen ([karel.lambert@skynet.be](mailto:karel.lambert@skynet.be)).

Auteur: Karel Lambert