

Lo smoke stopper

1 Nuovi incendi, nuovi problemi, nuove soluzioni

Il fatto che il comportamento al fuoco stia cambiando, è cosa ormai ampiamente accettata dai vigili del fuoco. I nuovi metodi di costruzione hanno fatto sì che gli incendi non ricevano sufficiente aria prima di evolvere nel flashover. Quando ad un incendio manca l'aria, si passa da avere una combustione regolata dal combustibile ad una regolata dal comburente. Se questa transizione, definita come punto FC/VC (fuel control/ventilation control), avviene prima del flashover, l'evoluzione sarà un incendio non (sotto) ventilato. Quando in un incendio questa transizione avviene durante o immediatamente dopo il flashover, lo si definisce un incendio ventilato. Per essere definito ventilato, un incendio deve avere disponibili delle aperture sufficienti (porte e finestre). Dopo tutto l'incendio ha necessità di una quantità adeguata di aria per potersi sviluppare.

Entrambe le tipologie d'incendio (ventilato e non) condividono il medesimo sviluppo nella fase incipiente. L'incendio è controllato dal combustibile durante questa fase. Dopo di che inizierà a consumare ossigeno e produrre fumo. In caso di incendio ventilato vi sarà un flusso continuo di aria fresca. Attraverso le aperture si avrà anche la fuoriuscita dal compartimento di parte del fumo prodotto.

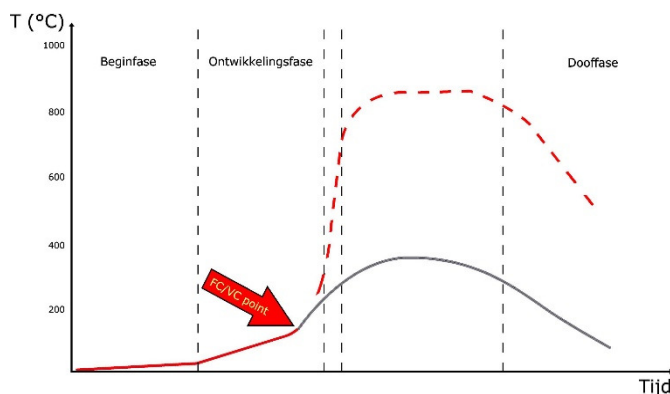


Figura 1 Sviluppo dell'incendio ventilato (linea rossa tratteggiata) e dell'incendio non ventilato (grigio). Il punto di FC/VC segna il passaggio di un incendio dal essere regolato dal combustibile a regolato dalla ventilazione. Il punto FC/VC che è indicato sul grafico appartiene alla linea grigia. Anche la linea tratteggiata rossa ha il suo punto di FC/VC probabilmente da qualche parte durante o subito dopo il flashover. (Graph: Karel Lambert)

Questo non è il caso dell'incendio non ventilato. La percentuale di ossigeno scenderà più rapidamente e l'ambiente si riempirà rapidamente di fumo. Lo strato di fumo inizierà a scendere verso il basso e l'intensità dell'incendio diminuirà. Spesso, quando i vigili del fuoco arrivano, si trovano di fronte ad un locale che è completamente invaso dal fumo. Non appena la porta viene aperta si formano due distinti flussi: uno verso l'esterno di fumo e uno verso l'interno di aria. Entrambi questi flussi sono destinati a peggiorare la situazione. L'apporto di aria verso l'interno porterà ad un aumento del rateo di rilascio dell'energia. In rare occasioni può portare al backdraft. Il più delle volte l'incendio progredirà in un flashover indotto dalla ventilazione. Quest'ultimo è un serio pericolo per i vigili del fuoco.

Anche il flusso verso l'esterno può essere causa di molti problemi. Cosa che può avvenire sia in un incendio ventilato che in uno non. Un esempio utile è quello di un incendio completamente sviluppato in un appartamento al secondo piano di un edificio. Quando la porta dell'appartamento è aperta, fumo caldo e fiamme fuoriescono nel corridoio. Il fumo caldo inizierà a fluire verso la scala principale, iniziando a riempirla. Tuttavia le scale sono probabilmente l'unica via di fuga a disposizione dei residenti degli appartamenti al di sopra del piano dell'incendio. Essi guardando all'esterno dalla loro finestra al 10° piano vedendo

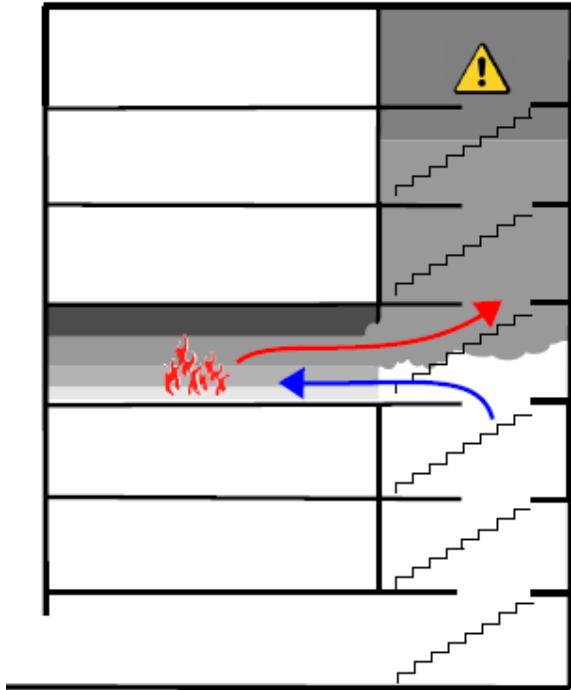


Figura 2 Un incendio in uno dei piani inferiori dell'edificio causa che una grande quantità di fumo fluisca dalla porta verso il giroscala. Qui, la concentrazione di fumo può raggiungere un livello pericolosamente alto. Questo è uno dei rischi maggiori per gli occupanti. (Illustration: Art Arnalich)

elemento che separa le scale dall'incendio. A Chicago, un incendio in un grattacielo ha causato la morte di 6 persone nel vano scale. Quando è iniziato l'attacco incendio, sono state aperte le porte tagliafuoco permettendo ad una grande quantità di fumo di fluire sulle scale. Sei persone sono rimaste intrappolate e sono morte per inalazione di fumo.

In precedenti articoli sono state analizzate molte possibili soluzioni per affrontare le problematiche poste dagli incendi non ventilati. La tattica dell'anti-ventilazione prevede che la porta di accesso al compartimento resti chiusa quanto più possibile. La porta sarà chiusa quel tanto da permettere il passaggio della manichetta, dopo che la squadra d'attacco è entrata. Un cosiddetto "door man" manterrà la porta chiusa e aiuterà ad avanzare o ritirare la manichetta quando necessario. Questo metodo limita la fuoriuscita di fumo. Supponendo che l'apertura rimasta sia di 9 cm e la larghezza totale della porta sia di 90 cm, il flusso dei fumi in uscita viene ridotto ad 1/10 di quello che si avrebbe normalmente. Lo stesso vale naturalmente per l'apporto di aria fresca verso l'interno. L'apertura della porta in questo caso è di 9 cm per due metri di altezza. L'incendio può attingere aria solamente dall'estremità inferiore di quest'apertura. Se questa è l'unica apertura nel compartimento, utilizzando l'anti-ventilazione si avrà che il rateo di rilascio dell'energia sarà dieci volte inferiore rispetto ad avere la porta completamente aperta. Ciò riduce fortemente il rischio di un flashover indotto dalla ventilazione.

Una seconda soluzione per gli incendi non ventilati è la realizzazione di un attacco esterno offensivo. Ciò significa che l'acqua viene fatta fluire dall'esterno. Preferibilmente questo viene fatto senza la realizzazione di grandi aperture perché queste permetterebbe l'apporto di (tanta) aria. Si possono utilizzare diversi strumenti per questo, come il Cobra e la lancia

uscire delle fiamme decidono di lasciare l'edificio, dirigendosi inizialmente in un corridoio libero da fumo. Mentre scendono le scale, il fumo diviene via e via sempre più spesso e più caldo. L'istinto farà in modo che proseguano la discesa delle scale fino a quando non si trovano immersi nel fumo denso con conseguenze fatali. A Bruxelles vi sono stati diversi casi in cui i vigili del fuoco hanno richiesto ulteriori mezzi (fino a 4 equipe mediche) per salvare e trattare questo tipo di vittime.

Gli edifici moderni hanno spesso una porta antincendio tra la scala e il corridoio e anche una porta tagliafuoco tra l'appartamento e il corridoio. Negli edifici più alti di 25 metri ci deve anche essere un compartimento separato, con la conseguenza che vi sono tre porte tagliafuoco tra un appartamento e le scale. Tuttavia in edifici più vecchi (antecedenti la nuova normativa sulle costruzioni) è spesso il caso che la porta d'ingresso dell'appartamento è l'unico

piercing. Questi strumenti riducono il rischio di un'evoluzione rapida dell'incendio. Quando la temperatura scende la velocità alla quale il fumo defluisce, diminuirà. Tuttavia, questo fumo in uscita può rappresentare ancora un problema.

È in fase di test una terza possibilità per impedire al fumo di diffondersi, consiste nella pressurizzazione delle stanze adiacenti e dei corridoi. Per ottenere questo risultato, devono essere predisposti dei ventilatori a pressione positiva. Questa è una tattica relativamente nuova, ma si sono registrati alcuni risultati positivi dove è stata attuata. E' chiaro tuttavia, che saranno necessarie ulteriori ricerche per determinare ciò che può e quello che non può essere fatto quando viene messa in atto.

Oltre che mettere in pressione gli ambienti, un ventilatore può anche creare un flusso d'aria (air track). Se il flusso d'aria è sufficientemente forte e se vi è un'uscita, è possibile che la porta d'ingresso della casa divenga un ingresso unidirezionale. In tal caso, una grande quantità di aria viene spinta all'interno bloccando il deflusso dei fumi. Ciò comporta che il fuoco prenda vigore, ma si risolve il problema del fumo nel corridoio. L'efficacia pratica di questo metodo dipende dal posizionamento del ventilatore, dalla misura in cui le porte delle camere non coinvolte possano essere chiuse e dal vento. Soprattutto quest'ultimo, può avere un effetto devastante per questa tattica.

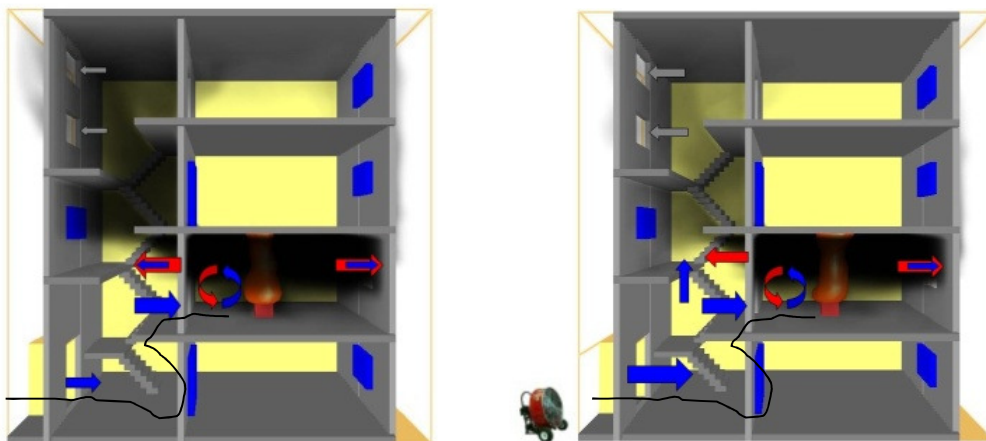


Figura 3 Confronto tra un incendio, con o senza l'uso dei ventilatori. La figura a sinistra mostra che l'incendio può bruciare liberamente e scaricare il fumo nelle scale. L'illustrazione a destra mostra il ventilatore spingere il fumo all'indietro. La fuoriuscita di fumo è fortemente limitata. (Graph: Michael Reick)

In Germania, il professor Michael Reick ha studiato ampiamente il problema descritto in precedenza. Il Prof. Reick è un vigile del fuoco volontario. Egli si chiese se fosse possibile trovare una soluzione semplice per proteggere gli ambienti vicini dalla propagazione del fumo. Egli ha ideato il concetto dello "smoke stopper" (blocca fumo). Questo articolo si propone di dare uno sguardo più da vicino ai possibili utilizzi dello smoke stopper.

2 Lo smoke stopper

2.1 Descrizione

Lo smoke stopper è un'attrezzatura molto semplice. Si tratta di una sorta di tenda che è realizzata dello stesso materiale di una coperta antincendio. Lo scopo è quello di utilizzare

la tenda per chiudere l'apertura della porta. Per raggiungere questo obiettivo, Lo smoke stopper è dotato di un meccanismo di posizionamento che può essere utilizzato in modo rapido ed efficiente. Il meccanismo è costituito da un telaio che può essere adattato alla larghezza della porta. Nel telaio vi è un'asta estensibile. Il principio dell'asta è simile a quello dei sistemi antifurto talvolta utilizzati nelle automobili. Lì, una barra è posta tra il pedale dell'acceleratore e il volante. La lunghezza della barra può essere regolata. La barra viene bloccata una volta regolata la corretta estensione.



Figura 4 Primo piano del meccanismo di posizionamento dello smoke stopper. Premendo la clip l'asta può essere regolata. Successivamente ruotando la barra nella direzione della freccia, si aggiunge la tensione per tenere il dispositivo in posizione (*Photo: Karel Lambert*)

In aggiunta a questa asta vi è un meccanismo a vite che permette di metterla in tensione manualmente. In questo modo l'estremità superiore della tenda può essere saldamente fissata al telaio della porta. L'estremità superiore della porta sarà perciò completamente sigillata. La forza di gravità farà in modo che la coperta sigilli l'estremità inferiore della porta. La tenda è appesa liberamente cosa che le permette di muoversi. Questo significa che i vigili del fuoco possono passare attraverso di essa per entrare nel locale.

Se l'apertura della porta deve essere maggiormente chiusa, può essere collocato leggermente più in basso un secondo smoke stopper. La porta viene così sigillata quasi ermeticamente, ma lo svantaggio è che la

porta diventa inutilizzabile come punto di ingresso.

2.2 Posizionamento

Lo smoke stopper viene normalmente collocato in una sacca. Solo quando si raggiunge la porta che deve essere tappata, viene rimosso dalla busta. La tenda è completamente allungata e il sistema viene inserito nell'apertura della porta. Un singolo vigile del fuoco è in grado di eseguire il posizionamento da solo. Quando si posiziona lo smoke stopper, l'asta regolabile è regolata all'interno del telaio della porta. Successivamente lo stelo viene avvitato facendo in modo che lo smoke stopper sia saldamente incastrato nella porta.

Per ottenere un utilizzo ottimale dello smoke stopper, deve essere posizionato il più vicino possibile alla sede dell'incendio. Ciò significa che è preferibile posizionarlo sulla porta della stanza in cui vi è l'incendio, piuttosto che nella porta

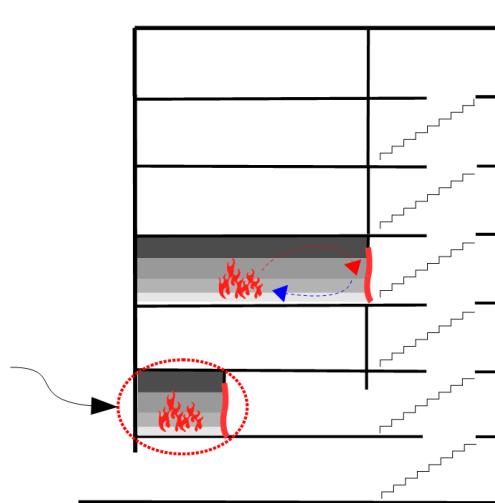


Figura 5 Lo smoke stopper necessita di essere posizionato il più vicino possibile alla sede dell'incendio. (*Drawing: Art Arnalich*)

d'ingresso dell'appartamento. Questo è particolarmente importante per gli incendi non ventilati. Non appena la porta della camera viene aperta, si forma un flusso. Il fuoco richiama e consuma l'aria fresca dalle camere adiacenti. Uno smoke stopper posto sulla porta d'ingresso dell'appartamento non è utile per bloccare questo richiamo di aria. Se lo smoke stopper viene inserito nella porta della camera, l'effetto sarà molto più apprezzabile.

3 Possibilità

3.1 Limitare la fuoriuscita di fumo

Nello scenario di un incendio appartamento come sopra descritto, il fumo che fluisce nel corridoio è un pericolo immediato per tutti i residenti al di sopra dell'incendio. Questo flusso di fumo verso l'esterno può essere completamente arrestato utilizzando lo smoke stopper. Ciò significa che tutte le vie di fuga e di evacuazione saranno ancora accessibili nel momento dell'uscita dalla costruzione.

Nel caso di incendi non ventilati, può essere scelto di posizionare lo smoke stopper prima di aprire la porta. Le porte di ingresso degli appartamenti si aprono quasi sempre verso l'interno. In questo modo si evita completamente la fuoriuscita di fumo.

Negli incendi ventilati, la temperatura è molto più elevata. Questo a sua volta fa sì che i flussi siano veloci. In un attacco interno tradizionale, la squadra avrebbe dovuto muoversi al di sotto del fumo che sta sfogando all'esterno. Mentre avanzano, il calore viene trasferito dallo strato di fumo ai pompieri. Questo trasferimento di energia è maggiore di quello negli incendi non ventilati per due motivi:

1. Il delta di temperatura tra il fumo e il vigile del fuoco è maggiore
2. La velocità del fumo che fuoriesce è maggiore

Lo smoke stopper riduce la velocità di uscita del fumo a zero. Questo limita notevolmente il trasferimento di calore. I vigili potranno operare per un tempo maggiore in questo ambiente prima di dover uscire per il troppo caldo.

3.2 Limitare l'apporto di ossigeno verso l'interno

Lo smoke stopper coprirà la gran parte dell'apertura della porta, in questo modo è in grado di limitare l'apporto di ossigeno verso l'interno. L'afflusso di aria non è però totalmente interrotto in quanto l'estremità inferiore della tenda permette all'aria fresca di entrare nel compartimento. Questo flusso è tuttavia molto inferiore a quello che si avrebbe con la porta aperta. Confrontando questo con la tecnica di anti-ventilazione eseguita con l'ausilio del "door man", notiamo che l'apertura rimasta libera ha una forma diversa. Lo smoke stopper ha una apertura orizzontale vicino al pavimento che è interamente occupata dall'aria in entrata. Mentre con il "door man" vi è un'apertura verticale di circa 5 a 10 centimetri di larghezza per 2 metri di altezza. L'area al di sotto dello strato di fumo verrà utilizzato per l'apporto dell'aria. Non è chiaro quale metodo evita l'apporto di aria maggiore, ma va detto che un "door man" può assistere la squadra d'attacco con la manichetta. Entrambi i sistemi hanno i loro pro e contro.

Nell'esaminare gli effetti causati dall'apporto di aria, si può affermare che il rischio di un flashover indotto dalla ventilazione è fortemente ridotto quando la porta è l'unica apertura disponibile. Dopo l'apertura di una porta in un incendio limitato dalla ventilazione, un flashover indotto dalla ventilazione può avvenire entro due-quattro minuti. Lo smoke stopper ridurrà di molto l'apporto di aria verso l'interno. Cosa che a sua volta ritarda seriamente l'evoluzione dell'incendio. Il regime di basso apporto di comburente rimane inalterato dando modo ai vigili del fuoco di individuare l'incendio e spegnerlo.

Anche il rischio di un backdraft è scomparso completamente. La cosiddetta "corrente di gravità" che si forma all'apertura della porta, viene ostacolata dallo smoke stopper. La corrente di gravità solitamente è causa della miscelazione del fumo con l'aria fresca. Bloccando il processo di miscelazione, non si forma la miscela infiammabile necessaria per un backdraft.

3.3 Limitare il reflusso del ventilatore

Negli ultimi anni, sono state realizzate numerose ricerche per determinare la posizione ottimale dove posizionare i ventilatori. Quando un ventilatore è posto di fronte a una porta, l'aria fluisce all'interno con velocità maggiore minore è la distanza dalla porta. Appena il cono d'aria del ventilatore non copre più completamente l'apertura della porta, un flusso di ritorno si viene a formare nella parte superiore della porta. Lo smoke stopper è in grado di contrastare questo fenomeno. Utilizzando lo smoke stopper per coprire l'estremità superiore della porta, il reflusso viene interrotto e l'efficienza del ventilatore aumenta.

La ricerca ha anche dimostrato che il reciproco fra l'entrata e lo scarico è importante. Quando si usa un ventilatore, idealmente lo scarico deve essere maggiore dell'ingresso. La maggior parte del tempo, la dimensione delle aperture è determinata dalla costruzione. L'entrata è di solito una porta. La superficie della porta è di circa 2 mq. Lo scarico può essere una finestra che è viene aperta. Molto spesso la dimensione totale della superficie delle finestre in una stanza è piuttosto limitata. Sono rari i casi in cui più di 2 mq di finestre possono essere aperte. Lo smoke stopper essere utilizzato per ridurre la dimensione di ingresso della porta ad 1 mq e quindi aumentare l'efficienza della ventilazione a pressione positiva.

Infine, lo smoke stopper combinato con PPV proteggerà meglio il giro scala. La figura 3 mostra che vi è ancora una certa quantità di fumo che fluisce nelle scale quando l'attacco interno è supportato dalla ventilazione. Un altro svantaggio di questo approccio è che la PPV può accelerare lo sviluppo dell'incendio.



Figura 6 Lo smoke stopper chiude la metà superiore della porta. Il riflusso causato dal ventilatore viene limitato. Il ventilatore può essere quindi posizionato più vicino alla porta. (Picture: Michael Reick)

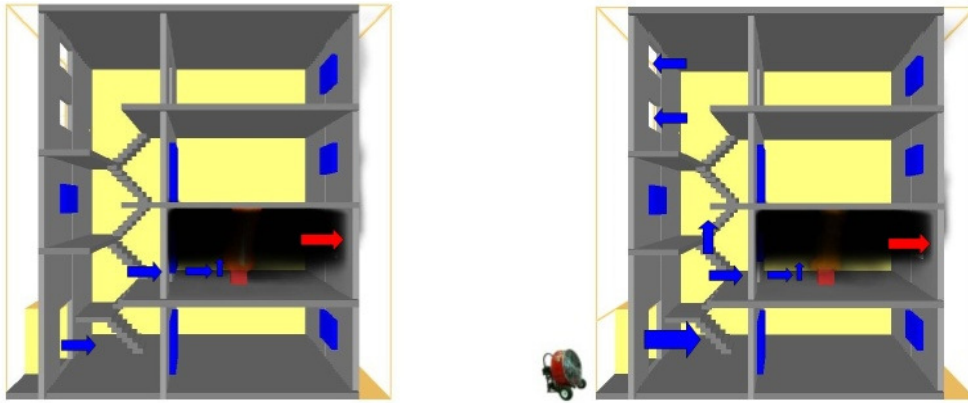


Figura 7 La combinazione tra smoke stopper fumo e PPV. La scala è maggiormente protetta che in situazioni in cui lo smoke stopper non viene utilizzato. (*drawing: Michael Reick*)

Utilizzando lo smoke stopper la fuoriuscita di fumo verrà di fatto arrestata. Oltre a questo, il ventilatore non alimenterà l'incendio. In una situazione in cui l'occupante dell'appartamento coinvolto ha lasciato la porta aperta, vi sarà una grande quantità di fumo nella scala. I vigili del fuoco possono chiudere l'apertura della porta con uno smoke stopper. Successivamente può essere aperto un foro di scarico. Il ventilatore è in grado quindi di evacuare il fumo dalle scale (vedi Figura 7). Una volta che il fumo è stato evacuato, lo scarico può essere richiuso. Si verrà a creare quindi nel giroscale un'area di sovrappressione che eviterà l'affluire di nuovo fumo.

3.4 Valutazione dell'evoluzione dell'incendio osservando la tenda

Lo smoke stopper è fissato saldamente all'estremità superiore. L'estremità inferiore della tenda è invece libera di muoversi. Ciò implica che la tenda è soggetta all'influenza del flusso. La tenda può muoversi e osservando il suo movimento, si possono trarre diverse conclusioni. Vi sono tre diverse possibilità:

1. La tenda si muove verso l'interno;
2. La tenda è ferma;
3. La tenda si muove verso l'esterno.

Quando la tenda si muove verso l'interno, si può concludere che vi è una seconda apertura di ventilazione. Il fuoco sta probabilmente scaricando attraverso una finestra o una seconda porta in una terrazza. Lo spazio al di sotto dello smoke stopper viene utilizzato in modo efficiente per richiamare aria fresca. La seconda apertura di scarico potrebbe presentare un flusso bidirezionale facendo in modo che la combustione ottenga molta di più aria rispetto a quando disponibile dalla sola porta d'ingresso. E' importante notare che un incendio ventilato produrrà un sostanziale HRR.

Quando la tenda rimane appesa ferma, comporta che non vi sia nessuna seconda apertura a disposizione per l'incendio. Ciò significa che la combustione riceve aria unicamente dalla fessura al di sotto dello smoke stopper. Poiché si tratta di una zona molto piccola, il fuoco stesso rimarrà limitato. Si avrà quindi in questo caso un incendio a ventilazione controllata. E' possibile che la tenda si sposti leggermente di tanto in tanto. Questo è causato dalle variazioni di pressione con l'ambiente esterno.

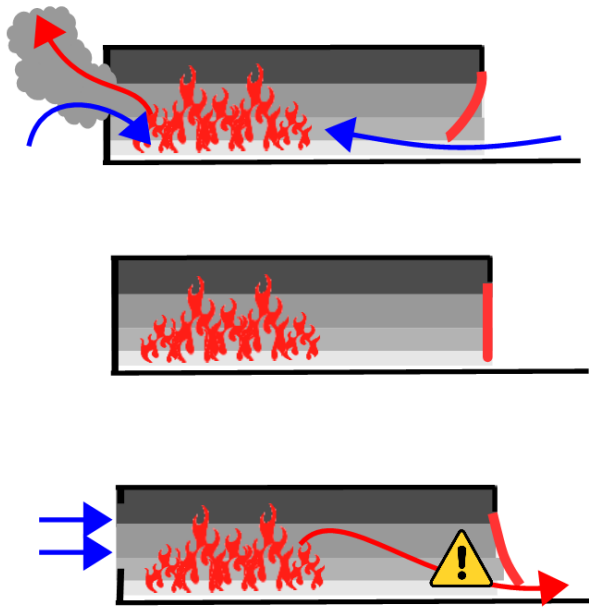


Figura 8 Le tre possibili variabili sulla posizione della tenda sono indice di cosa sta avvenendo nel compartimento. (Drawing: Art Arnalich)

è al piano sotto di dove vi è la porta con lo smoke stopper, quella porta agirà come un camino. Ciò farà sì che la tenda si muova verso l'esterno.

Si ha una situazione pericolosa quando la tenda si muove verso l'esterno. La tenda si sposterà verso l'esterno solo quando c'è un flusso nella zona che si vuole tenere protetta. Si potrà notare anche del fumo provenire da sotto la tenda. In questo caso vi è una seconda apertura di ventilazione. In questo caso è tuttavia il vento la causa della trasformazione dello scarico del fumo in un entrata d'aria.

Tale situazione può indicare un incendio condizionato dal vento (wind driven fire). E' importante prestare estrema cautela in questi casi. Un'altra situazione in cui la tenda si muove verso l'esterno è quando vi è un incendio in un appartamento su due piani. Normalmente la porta di ingresso si trova al piano inferiore, ma non è sempre così e a volte ci sono anche due porte di ingresso. Quando l'incendio

3.5 Limitare i danni da fumo

Lo smoke stopper limita anche i danni causati dal fumo nei locali adiacenti al locale direttamente coinvolto dall'incendio. L'ammontare dei danni causati dal fumo è spesso molto alto. Ogni superficie che è stata in contatto con il fumo deve essere pulita. Questo è un lavoro enorme. Spesso un sacco di oggetti sono resi inservibili e devono essere gettati via. Le pareti devono essere pulite. Successivamente devono essere trattate con un prodotto specifico per neutralizzare l'odore. Il più delle volte, le pareti devono essere riverniciate.



Figura 9 Incendio in una stanza d'ospedale in Germania. L'immagine a sinistra mostra che la stanza d'ospedale era completamente invasa fumo. L'immagine a destra mostra il corridoio. Al centro dell'immagine vi è la porta che conduce nella stanza dell'incendio. Non vi è alcun danno da fumo nel corridoio. Lo smoke stopper è appoggiato a terra nell'estremità destra dell'immagine. (Photo: Michael Reick)

Tutto questo fa sì che i costi di pulizia crescano negli ambienti dove non c'era l'incendio. Soprattutto dove il fumo deve attraversare diversi ambienti prima di uscire, il danno sarà enorme. Utilizzando lo smoke stopper si evitano in gran parte questi danni. La Figura 9 mostra un esempio dei benefici se si utilizza lo smoke stopper. Una stanza d'ospedale è coperta di fuliggine a seguito di un incendio. Lo smoke stopper ha tuttavia impedito qualsiasi danno nel corridoio.

4 Svantaggi

Naturalmente anche lo smoke stopper ha i suoi svantaggi. Lo smoke stopper viene posto in una sacca per il trasporto. Questa sacca ha una certa dimensione. La squadra d'attacco deve già portare con sé un sacco di materiale: autorespiratori, termocamera, manichette, Halligan, ecc. Potrebbe essere impossibile portare con sé una borsa extra contenente lo smoke stopper. Per fortuna gli incendi non ventilati offrono un certo periodo di tempo in cui agire. In questi casi i vigili del fuoco devono considerare uno scenario alternativo. Se c'è un incendio limitato dalla ventilazione in una stanza dietro una porta chiusa, un vigile del fuoco potrebbe posizionare lo smoke stopper sulla porta. Nel contempo, un ventilatore può essere posizionato per eliminare il fumo che trafile dalle fessure e per pressurizzare i locali adiacenti. Una volta che lo smoke stopper è posizionato, l'attacco interno può essere avviato.

Un secondo svantaggio accade negli incendi ventilati. Quando i vigili del fuoco si confrontano con un incendio in fase di crescita, si forma uno strato di fumo. Il fumo fluisce verso compartimenti adiacenti. Ciò fa sì che il livello di fumo scenda a terra molto lentamente e la visibilità rimanga intatta. Nel momento in cui viene posizionato uno smoke stopper, lo strato di fumo scende molto più rapidamente. Questo comporta che la visibilità diminuisce ad un ritmo molto più veloce.

5 Osservazioni conclusive

Lo smoke stopper è un'attrezzatura molto nota in Germania. Ce ne sono oltre 10.000 attualmente in uso. Il prof. Reick ha raccolto ca. 1400 rapporti di intervento in cui è stato utilizzato. Questo significa che lo smoke stopper è una preziosa opzione nella nostra ipotetica "cassetta degli attrezzi".

6 Bibliography

- [1] *Lambert Karel & Baaij Siemco, Brandverloop: technisch bekeken, tactisch toegepast, 2011*
- [2] *Lambert Karel, Solutions to Rapid Fire Progress, de brandweerman, mei 2013*
- [3] *Reick Michael, Smoke Flow Control and related tactical issues, presentatie tijdens IFIW 2014, Polen*
- [4] *Reick Michael, Smoke Flow and related tactical issues, paper voor IFIW 2014*
- [5] *Lambert Karel, Baaij Siemco, Nieling Hans & Vandenberghhe Hein, Brandbestrijding: technisch bekeken, tactisch toegepast, 2015*
- [6] *Lambert Karel, Piercing nozzles, 2014*
- [7] *Arnalich Art, Smoke stopper – operational manual, 2015*
- [8] *Reick Michael, Smoke BlockAID – a portable smoke blocker for firefighting, 2012*

- [9] www.rauchverschluss.de
- [10] Lambert Karel, *Backdraft: fire science and firefighting, a literature review*, 2013
- [11] Lambert Karel, *Experimentele studie van het gebruik van overdrukventilatie in een traphal bij een brandweerinterventie*, Masterthesis, *Postgraduate Studies in Fire Safety Engineering*, Ugent, 2012
- [12] Reick Michael, *personal talks*
- [13] Arnalich Art, *personal talks*
- [14] Lambert K, Merci B (2014) *Experimental study on the use of positive pressure ventilation for fire service interventions in buildings with staircases*, *Fire Technology*, Vol 50, p 1517-1534
- [15] Lambert Karel, *Ventilation openings and fire*, *De brandweerman*, mei 2014

Karel Lambert