

El bloqueador de humo

1 Nuevos incendios, nuevos problemas, nuevas soluciones

El hecho de que el comportamiento del fuego está cambiando, ha sido ampliamente aceptado en el servicio de bomberos. Los nuevos métodos de construcción han hecho que los incendios no tengan el suficiente aire antes de que hayan progresado al flashover. Cuando sufre una falta de aire, hay una transición de un régimen de combustión controlado por el combustible a un régimen controlado por la ventilación. Si esta transición, el punto CC/CV, sucede antes de que ocurra el flashover, estaremos tratando entonces con un incendio infraventilado. Un incendio en el cual la transición sucede durante o muy poco después del flashover, se llama incendio ventilado. Para convertirse en un incendio ventilado, tiene que haber suficiente aberturas (puertas o ventanas) disponibles ya que el fuego necesita tener suficiente oxígeno para desarrollarse.

Ambos tipos de comportamiento del fuego (ventilado e infraventilado) empiezan idénticamente en la fase incipiente. El incendio está controlado por el combustible durante esta etapa. Este empezará a consumir oxígeno y a producir humo. En un incendio ventilado habrá un suministro continuo de aire fresco. Parte del humo saldrá también del compartimento a través de las aberturas.

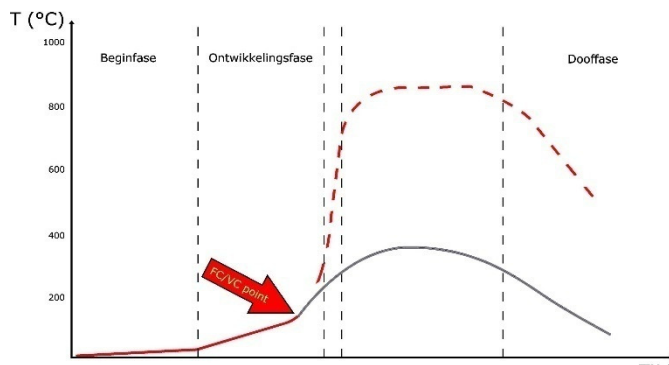


Figura 1 El desarrollo del incendio ventilado (línea de puntos rojos) y el infraventilado (gris). El punto CC/CV marca la transición de un incendio controlado por el combustible a uno controlado por la ventilación. El punto CC/CV está indicado en el dibujo al empezar la línea gris. Esto se produce probablemente durante o justo después del flashover. (Graph: Karel Lambert)

Este no es el caso del incendio infraventilado. El porcentaje de oxígeno caerá más rápidamente y la habitación se llenará rápidamente de humo. La capa de humo empezará a bajar y la intensidad del incendio disminuirá. A menudo, cuando el servicio de bomberos llega se enfrentan con una habitación que está llena de humo. Tan pronto como la puerta se abre, un flujo de salida de humo y un flujo de entrada de aire se forma. Ambos flujos llevarán al desastre. El flujo de entrada causará que la tasa de liberación de calor aumente. En raras ocasiones esto llevará a un backdraft. La mayoría del

tiempo progresará a un flashover inducido por la ventilación y esto supone un riesgo para los bomberos.

El flujo de salida también causará muchos problemas. Esto puede suceder tanto en incendios infraventilados como ventilados. Un buen ejemplo de esto es un incendio totalmente desarrollado en un apartamento en una segunda planta en un edificio. Cuando la puerta del apartamento se abre, el humo caliente y las llamas salen hacia el pasillo. El humo caliente empezará a moverse hacia el hueco de escaleras central. Las escaleras empezarán a llenarse de humo. Sin embargo son, probablemente, la única ruta de escape disponible para los residentes de los apartamentos por encima de la planta

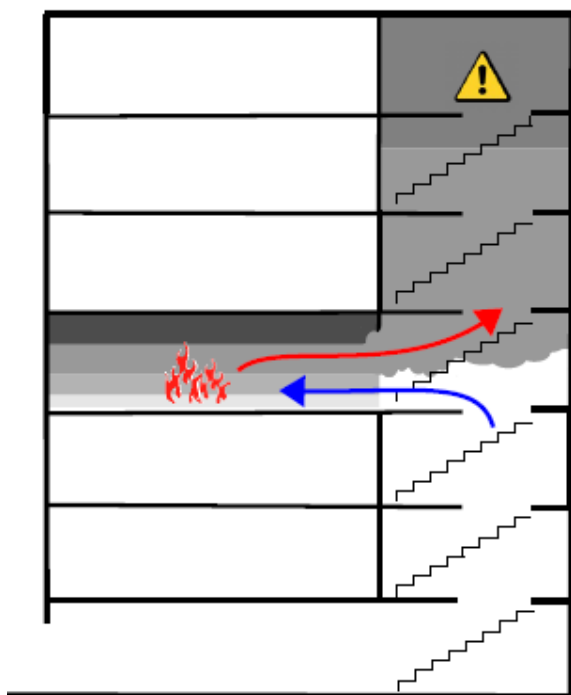


Figura 2 Un incendio en las plantas inferiores del edificio hará que el humo fluya a través de la puerta a las escaleras. Aquí, la concentración de humo puede alcanzar un peligroso alto nivel. Este es uno de los riesgos más importantes para los ocupantes de un edificio. (Ilustración: Art Arnalich)

cortafuegos entre el apartamento y el hueco de escaleras. Sin embargo en edificios antiguos (anterior a la nueva legislación de construcción) es a menudo el caso de que la puerta de entrada al apartamento es la única cosa que separa el hueco de escaleras del fuego. En Chicago, los edificios de altura causaron la muerte de 6 personas en el hueco de escaleras. Cuando el ataque al incendio se inició, la puerta del incendio se abrió y una gran cantidad de humo salió al hueco de escaleras. Seis personas fueron atrapadas y murieron por la inhalación de humo.

Un número de posibles soluciones al problema creado por los incendios infraventilados ya han sido discutidas en los artículos previos. La anti-ventilación significa que la puerta que lleva al compartimento permanecerá cerrada lo máximo posible. Normalmente la puerta será cerrada de nuevo para permitir solo el paso de la manguera, después de que el equipo de ataque haya hecho la entrada. El llamado "hombre de puerta" mantendrá la puerta cerrada y alimentará de manguera dentro de la habitación cuando sea necesario. Este método limitará la salida de humo. Supongamos que la abertura que se deja es de 9 cm y la anchura total de la puerta es de 90cm, el flujo de humo que sale se reduce a 1/10 de lo que podría salir normalmente. Naturalmente lo mismo ocurre con la entrada de aire fresco. La abertura de la puerta en este caso es de 9 cm de ancho y dos metros de alto. El fuego solo puede arrastrar aire a través del extremo inferior de la puerta. Si esta es la única abertura a la puerta, aplicando la anti-ventilación hará que la tasa de liberación de energía del fuego sea diez veces menor que cuando la puerta está totalmente abierta. Esto reducirá seriamente el riesgo de un flashover inducido por la ventilación.

incendiada. Las personas que miran desde sus ventanas en la planta décima verán salir las llamas. Cuando decidan evacuarse, primero se dirigirán a un pasillo bastante claro. Al bajar la escalera, el humo se convierte más denso y caliente. La naturaleza humana hará que ellos continúen descendiendo por las escaleras hasta que se encuentren en un humo denso y pesado, y se desmayan. En Bruselas ha habido varios casos donde el servicio de bomberos ha tenido que llamar a medios adicionales (hasta cuatro equipos médicos) para salvar y tratar este tipo de víctimas.

Los edificios modernos tienen a menudo una puerta contra incendios colocadas entre el hueco de la escalera y el pasillo y también una puerta contra incendios que lleva al pasillo desde el apartamento. En edificio de más de 25 metros hay incluso un compartimento separado, de tal forma que hay tres puertas

Una segunda solución para los incendios infraventilados es el ataque ofensivo exterior. Esto significa que el agua se tira desde fuera. Preferiblemente esto se hace sin hacer grandes aberturas porque permitiría (que bastante) aire fresco fuera arrastrado hacia dentro. Hay varias herramientas para esto, como la lanza cobra de corte en frío o la lanza perforadora. Estas herramientas reducen el riesgo de un fuego de desarrollo rápido. Cuando la temperatura cae, la velocidad a la cual el humo sale decrecerá también. Sin embargo el humo que sale puede continuar siendo un problema.

Una tercera posibilidad para prevenir el humo que se propaga es la que está siendo testada, y es la presurización de las habitaciones y pasillos adyacentes. Para conseguir este resultado, ventiladores de presión positiva se establecen de forma preventiva. Esto es una táctica bastante nueva, pero ha habido resultados positivos en unos cuantos lugares. Está claro, sin embargo, que más estudios son necesarios para determinar que puede y que no puede ser realizado cuando empleamos esta táctica.

Aparte de presurizar habitaciones, un ventilador puede crear un flujo de aire. Si este flujo es lo suficientemente fuerte y si hay una salida, es posible que la puerta de entrada del apartamento se convierta en una entrada unidireccional. En tal caso, una gran cantidad de aire es soplado hacia dentro y la salida de humo se para. Esto significa que el fuego progresará, pero el problema del humo hacia el pasillo se soluciona. En la práctica, la efectividad de este método dependerá del posicionamiento del ventilador, la medida en la cual las puertas no envueltas pueden ser cerradas y del viento. Especialmente este último puede tener un efecto devastador en esta táctica.

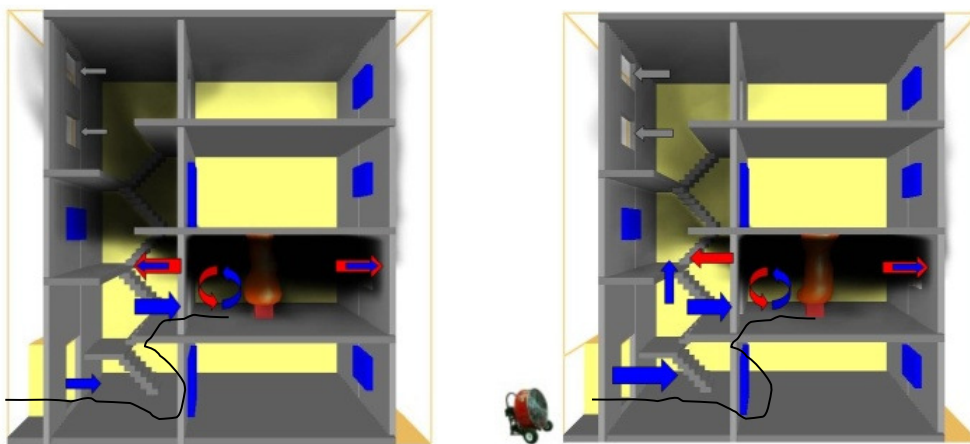


Figura 3 Comparación entre un incendio con y sin ventilador. La ilustración de la izquierda muestra que el incendio puede arder libremente y empujar el humo en las escaleras. La ilustración de la derecha muestra como el ventilador empuja el humo hacia atrás. El flujo hacia afuera de humo está seriamente limitado. (Graph: Michael Reick)

En Alemania el profesor Michael Reick ha estudiado extensamente el problema descrito arriba. El profesor Reick es un bombero voluntario que se preguntó si sería posible llegar a una solución simple para proteger las habitaciones vecinas de la propagación del humo. Pensó en el concepto de "bloqueador de humo". Este artículo tiene como objetivo el tener una visión más cercana al bloqueador de humos, su despliegue y sus posibilidades.

2 El bloqueador de humo o cortina bloqueadora

2.1 Descripción

El bloqueador de humos es una pieza muy simple del equipamiento. Es un tipo de cortina hecha del mismo material que las mantas de incendio. El objetivo es usar la cortina para cerrar la abertura de la puerta. Para conseguir este objetivo, el bloqueador de humo tiene un mecanismo de posicionamiento incorporado que puede utilizarse rápida y eficientemente. El mecanismo está hecho de un marco que puede ser ajustado a la amplitud de la puerta. Entre el marco hay una barra extensible. El principio de esta barra es similar a la de los sistemas antirrobo usados a veces en los automóviles. Aquí, la barra está colocada entre el pedal de aceleración y el volante. La longitud de la barra puede ser ajustada. Después de que se haya elegido la correcta longitud, la barra se bloquea.



Figura 4 Posicionamiento del mecanismo de cierre del bloqueador de humo. Presionando la pestaña de la barra esta puede ser ajustada. Posteriormente, girando la barra en la dirección de la flecha se añade tensión que mantendrá el dispositivo. (Photo: Karel Lambert)

Añadida a esta barra hay un tornillo el cual permite que se pueda añadir tensión manualmente. De esta forma el extremo superior de la cortina puede ser firmemente fijado al marco de la puerta. El extremo superior de la puerta estará completamente sellado. La gravedad hará luego que la cortina selle la parte de debajo de la puerta. Cuando la cortina cuelga libremente permite moverse. Esto significa que los bomberos pueden moverse a través de ella para entrar a la habitación.

Si la abertura de la puerta necesita ser cerrada aun más, un segundo bloqueador de humo puede ser colocado en una posición más baja. La puerta es sellada casi herméticamente pero tiene la desventaja que la puerta sería imposible de usar como punto

de entrada.

2.2 Posicionamiento

La cortina bloqueadora normalmente es colocada en una bolsa de transporte. Una vez que se alcanza la puerta que quiere ser sellada, el bloqueador de humo se saca de la bolsa. La cortina está totalmente estirada y el bloqueador de humo es colocado en la puerta. Un solo bombero puede realizar el posicionamiento por el mismo. Cuando colocas el bloqueador de humo, la barra ajustable se adapta al marco de la puerta. Luego la barra se atornilla más, de tal forma que el bloqueador de humos esté apretado firmemente.

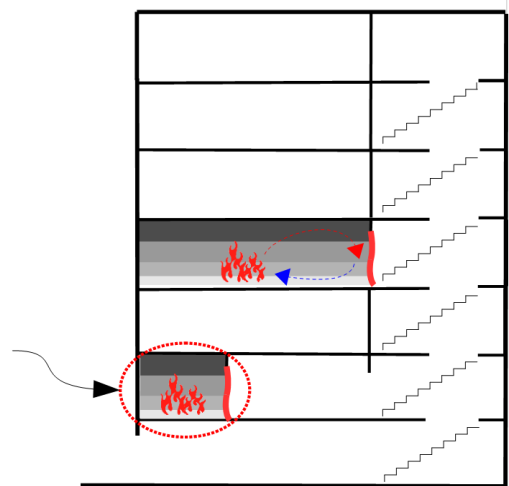


Figura 5 El bloqueador de humo necesita ser colocado lo más próximo posible al incendio. (Drawing: Art Arnalich)

Para conseguir un óptimo uso del bloqueador de humo, este tiene que ser colocado lo más próximo al foco del incendio. Esto significa que es mejor colocar el bloqueador de humo en la puerta del dormitorio donde el fuego está ardiendo que en la puerta de entrada del apartamento. Esto es especialmente cierto para los incendios infraventilados. El fuego arrastrará dentro y consumirá aire fresco de las habitaciones adyacentes. Una cortina bloqueadora colocada en la entrada de la puerta del apartamento no hará nada para parar esto. Si la cortina es colocada en la puerta de la habitación, el efecto será más beneficioso.

3 Posibilidades

3.1 Limitar el flujo de salida de humo

En el escenario del incendio de apartamento descrito arriba, el humo fluyendo hacia el pasillo es una amenaza inmediata para todos los residentes encima de la planta del incendio. Este flujo de salida de humo puede ser completamente parado usando la cortina bloqueadora. Esto significa que todas las rutas de escape y evacuación continúan siendo accesibles cuando se aclare el edificio.

En el caso de incendios infraventilados, se puede optar por colocar la cortina bloqueadora antes de abrir la puerta. La puerta de entrada al apartamento casi siempre abre hacia dentro. Haciendo esto se evita la salida de humo.

En los incendios ventilados las temperaturas serán mucho mayores. De hecho, esto hará que los flujos sean más rápidos. En un ataque interior tradicional, el equipo tendría que moverse dentro del humo que está fluyendo hacia fuera. Mientras ellos están avanzando, el calor es transferido de la capa de humo a los bomberos. Esta transferencia de calor es mayor que en la caso de los incendios infraventilados por dos razones:

1. La diferencia en la temperatura entre el humo y los bomberos es mayor
2. La velocidad a la que el humo sale es mayor.

La cortina bloqueadora reducirá la velocidad del humo que sale a cero. Esto limitará enormemente la transferencia de calor. Los bomberos serán capaces de trabajar un mayor tiempo en este ambiente antes de sentirse demasiado calientes.

3.2 Limitar el flujo de entrada de oxígeno

La cortina bloqueadora cubrirá ampliamente la puerta, y por lo tanto también limitará la entrada de oxígeno. Sin embargo el flujo no será totalmente parado en el extremo inferior de la cortina permitiendo que aire fresco entre en el compartimento. Sin embargo, este flujo limitado es bastante menor que con la puerta abierta. Comparando esto a la anti-ventilación aplicada por el "hombre de puerta" nos damos cuenta que esta abertura permite la entrada de aire de una forma diferente. La cortina bloqueadora tiene una abertura horizontal pegada al suelo que se usa solamente como una entrada de aire. El "hombre de puerta" dejara una abertura vertical de unos 5 0 10 cm de ancho por 2 metros de alto. El aire debajo de la capa de humo será usado como entrada de aire. No está claro qué método permite que entre menos aire dentro, pero tiene que ser dicho

que el "hombre de puerta" tiene que ayudar también con el avance de la línea de manguera. Ambos sistemas tienen sus pros y sus contras

Cuando miramos el efecto de la entrada de aire, se puede declarar que el riesgo de un flashover inducido por la ventilación es seriamente limitado cuando la puerta es la única abertura de ventilación. Al abrir una puerta en un incendio infraventilado, el flashover inducido por la ventilación puede suceder dentro de dos o cuatro minutos. La cortina bloqueadora reducirá ampliamente la entrada de aire. De hecho hay un gran retraso en el desarrollo del incendio. El régimen de combustión infraventilado permanecerá efectivamente, y los equipos de bomberos tienen tiempo para localizar y extinguir el fuego.

El riesgo de backdraft se habrá ido también. Lo que se conoce como "corriente de gravedad" que se forma al abrir la puerta, desaparecerá con la cortina bloqueadora. La corriente de gravedad normalmente hará que el humo se mezcle con el aire fresco. Cuando el proceso de mezclado se dificulta, la mezcla inflamable necesaria para el backdraft no se formará.

3.3 Limita el flujo de retorno de los ventiladores

En los últimos años, varios investigadores han realizado test para determinar el posicionamiento correcto de los ventiladores. Cuando un ventilador es colocado enfrente de una puerta, el aire entrará más rápidamente conforme la distancia a la puerta se acorta. Tan pronto como el cono de aire del ventilador ya no cubre la puerta, un flujo de retorno se formará en el extremo superior de la puerta. La cortina bloqueadora cubre el extremo superior y el flujo de retorno se limita y la eficiencia del ventilador crece.

Los estudios también han mostrado que el ratio entre el tamaño de la entrada y salida es importante. Cuando se usa un ventilador, idealmente la salida tiene que ser mayor que la entrada. La mayoría del tiempo el tamaño de las aberturas es determinado por el edificio. La entrada normalmente es una puerta. El tamaño de una puerta es de unos 2 m². La salida puede ser una ventana que ha sido abierta. A menudo, el área total del tamaño de una ventana de una habitación es bastante limitado. Raramente se podrá abrir más de 2 m² de ventanas. La cortina bloqueadora de humo puede reducir el tamaño de la entrada a un 1 m² y por tanto incrementa la eficiencia de la ventilación por presión positiva



Figura 6 La cortina bloqueadora cierra la mitad superior de la abertura de la puerta. El flujo hacia atrás causado por el ventilador se limita. El ventilador puede ser colocado más próximo a la puerta. (Picture: Michael Reick)

Finalmente, la cortina bloqueadora combinada con la VPP protegerá mejor el hueco de escaleras del apartamento. La figura 3 muestra que todavía hay una cantidad de humo que sale al hueco de escaleras cuando el ataque interior es apoyado con la ventilación.

Otra desventaja es que la aproximación con la VPP puede acelerar el desarrollo del incendio.

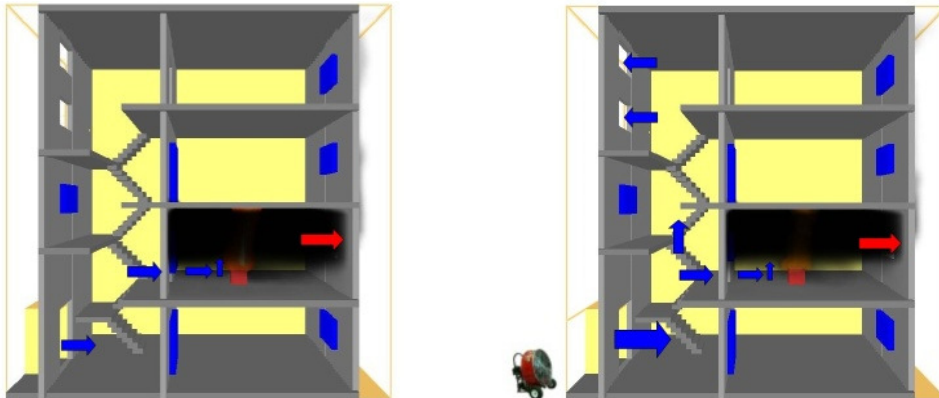


Figura 7 La combinación de cortina bloqueadora y ventiladores VPP. El hueco de las escaleras está mejor protegido que en las situaciones en las que solo se usa una cortina bloqueadora. (Drawing: Michael Reick)

Usando una cortina bloqueadora de humo, el flujo hacia fuera de humo se parará. Después de esto, el impacto de un ventilador en el incendio será limitado. Una situación donde los residentes del apartamento del incendio se han dejado la puerta abierta, tendrá una gran cantidad de humo en el hueco de las escaleras. Una abertura para ventilar el humo se puede abrir. El ventilador limpiará el hueco de las escaleras de humo (ver figura 7). Una vez que el humo se haya eliminado, la abertura de salida puede cerrarse de nuevo. Un área de sobrepresión se formará en el hueco de escaleras que lo protegerá de cualquier salida de humo.

3.4 Evaluar las condiciones el comportamiento del incendio observando la cortina

La cortina bloqueadora es fijada firmemente en el extremo superior. En el extremo inferior la cortina está colgando libremente. Esto significa que la cortina está sujeta a la influencia del flujo de gases. La cortina puede moverse y observando el movimiento, varias conclusiones pueden ser sacadas. Hay tres posibilidades diferentes:

1. La cortina se mueve hacia dentro
2. La cortina permanece quieta
3. La cortina se mueve hacia fuera

Cuando la cortina se mueve hacia dentro, se puede determinar que hay una segunda abertura de ventilación. El fuego probablemente está ventilando el humo a través de una ventana o una segunda puerta a una terraza. El espacio por debajo de la cortina es usada eficientemente para arrastrar aire dentro. La segunda abertura podría tener un flujo bidireccional consiguiendo el fuego mucho más aire que cuando solo hay una puerta abierta disponible. Es importante darse cuenta que el fuego ventilado habrá alcanzado una sustancial tasa de liberación de energía.

Cuando la cortina está colgando quieta, no hay una segunda abertura disponible para el incendio. Esto significa que el fuego es dependiente para crecer del aire que entra por debajo de la cortina. Debido a que es un área muy pequeña, el fuego permanecerá pequeño. El fuego es controlado por la ventilación en este caso. Es posible que la cortina

se mueva un poco de vez en cuando. Esto es causado por las diferencias en los cambios de presión con el exterior.

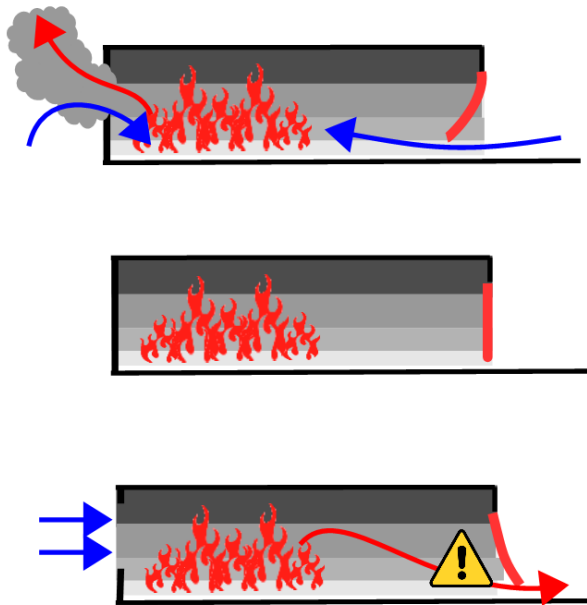


Figura 8 Tres posibles posiciones de la cortina dan información del incendio en el compartimento. (Drawing: Art Arnalich)

planta por debajo de la puerta de entrada con la cortina bloqueadora, esta puerta funcionará como chimenea. Esto hará que la cortina se mueva hacia fuera.

Una situación peligrosa ha aparecido cuando la cortina se mueve hacia afuera. La cortina solo se mueve hacia afuera cuando hay un flujo dentro del área protegida. Típicamente habrá también humo que sale por debajo de la cortina. En este caso habrá una segunda abertura de ventilación. Sin embargo en este caso el viento está causado que la segunda abertura se convierta completamente en una entrada de aire.

Tal situación puede indicar un incendio dominado por el viento. Es importante tener una precaución extrema aquí. Otra situación en la cual la cortina se mueve hacia afuera es en la que hay un apartamento de dos plantas. Normalmente la puerta de entrada está en la planta inferior, pero no es el caso siempre y a veces hay dos puertas de entradas. Cuando el fuego está en la

3.5 Limitar el daño por humo.

La cortina bloqueadora de humo también limita el daño por el humo en las habitaciones adyacentes a la habitación del fuego. La cantidad de daño causado por el humo es a menudo considerablemente alto en la escena del incendio. Todas las superficies que hayan estado en contacto con el humo tienen que ser limpiadas. Esto es un gran trabajo. A menudo muchos de los objetos ya no se pueden salvar y tiene que tirarse. Las paredes tienen que ser limpiadas y posteriormente tienen que ser tratadas con un producto específico que neutraliza el olor e incluso las paredes tienen que ser repintadas.

Todo esto hace que los costes de limpieza aumenten en las habitaciones donde no estaba el incendio. Especialmente si el humo ha viajado a través de varias habitaciones para salir el daño será enorme. Usando una cortina bloqueadora prevendrá enormemente el daño. La figura 9 muestra un ejemplo de los efectos del uso de una cortina bloqueadora. Una habitación del hospital es cubierta con carbonilla después del incendio. Sin embargo la cortina bloqueadora ha prevenido cualquier daño que pudiera hacerse en el pasillo.



Figura 9 Incendio en un hospital en Alemania. La imagen de la izquierda muestra que la habitación del hospital estaba completamente llena de humo. El de la derecha muestra el pasillo. En el medio de la figura hay una puerta que lleva a la habitación del incendio. No hay daño de humo en el pasillo. La Cortina bloqueadora está en el suelo en la parte de debajo de la derecha. (Photo: Michael Reick)

4 Desventajas

Naturalmente la cortina bloqueadora tiene sus desventajas. La cortina es colocada en una bolsa de transporte. Esta bolsa tiene un cierto tamaño. El equipo de ataque ya ha llevado un gran equipamiento con ellos: ERA, cámara térmica, caja de mangueras, mangueras liadas, halligan... quizás sea imposible llevar una bolsa extra que lleve una cortina bloqueadora. Afortunadamente los incendios infraventilados ofrecen un cierto marco de tiempo en el cual actuar. Aquí el servicio de bomberos tiene que considerar un escenario alternativo. Si hay un incendio infraventilado en una habitación detrás de una puerta cerrada, el bombero puede ir a buscar una cortina bloqueadora. A la misma vez un ventilador puede ponerse en marcha para limpiar el humo que sale a través de rendijas y presurizar las habitaciones adyacentes. Una vez que la cortina bloqueadora está en el sitio, el ataque interior puede iniciarse.

Una segunda desventaja ocurre en incendios ventilados. Cuando el servicio de bomberos se enfrenta a un incendio en etapa de crecimiento, una capa de humo se ha formado. El humo está fluyendo hacia los compartimentos vecinos. Esto hará que la capa de humo baje muy lentamente y esto significa que la visibilidad permanece intacta. En el momento que la cortina bloqueadora se ha puesto, la capa de humo caerá más rápido y hará que la visibilidad disminuya a un ritmo acelerado.

5 Observaciones finales

La Cortina bloqueadora es una bien conocida pieza del equipamiento en Alemania. Hay más de 10.000 que actualmente se usan. El profesor Reick ha reunido informes de 1400 intervenciones de incendios en las cuales la cortina se ha usado. Claramente esto significa que la cortina es una valiosa adición a nuestra caja de herramientas en las intervenciones.

6 Bibliografia

- [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, presentation during IFIW 2014, Polen*
- [4] *Reick Michael, Smoke Flow and related tactical issues, paper for IFIW 2014*
- [5] *Lambert Karel, Baaij Siemco, Nieling Hans & Vandenberghe 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*