

Επέμβαση σε πυρκαγιά καμινάδας – Μελέτη περίπτωσης

Στις 28 Μαρτίου 1994 γύρω στις 19:36 η πυροσβεστική υπηρεσία της Νέας Υόρκης ανταποκρίνεται σε μια πυρκαγιά καμινάδας στην οδό Watts 62. Κατά την άφιξη έντονος καπνός βγαίνει από την καμινάδα. Η πυρκαγιά στην καμινάδα εξελίσσεται εκτός ελέγχου και τρεις πυροσβέστες σκοτώνονται. Σε αυτό το άρθρο εξετάζουμε μια μοναδική περίπτωση backdraft: μοναδική λόγω του ίδιου του backdraft αλλά και επειδή είναι τόσο καλά τεκμηριωμένη.

1. Η πολυκατοικία

Η πολυκατοικία από την οποία ξεκίνησε η πυρκαγιά χρονολογείται από το 1800. Αυτού του είδους τα κτίρια εξακολουθούν να χρησιμοποιούνται στις περισσότερες μεγάλες πόλεις.¹ Εν προκειμένω, επρόκειτο για σειρά κτιρίων με ένα διαμέρισμα σε κάθε όροφο. Το κτίριο της περίπτωσης είχε 4 ορόφους με ημιυπόγειο (βλ. εικ. 1.2). Στο κτίριο υπήρχαν τέσσερα διαμερίσματα, ένα σε κάθε όροφο. Το διαμέρισμα στο υπόγειο είχε δική του πρόσβαση. Τα άλλα τρία διαμερίσματα ήταν προσβάσιμα μέσω ενός κοινού κλιμακοστασίου.

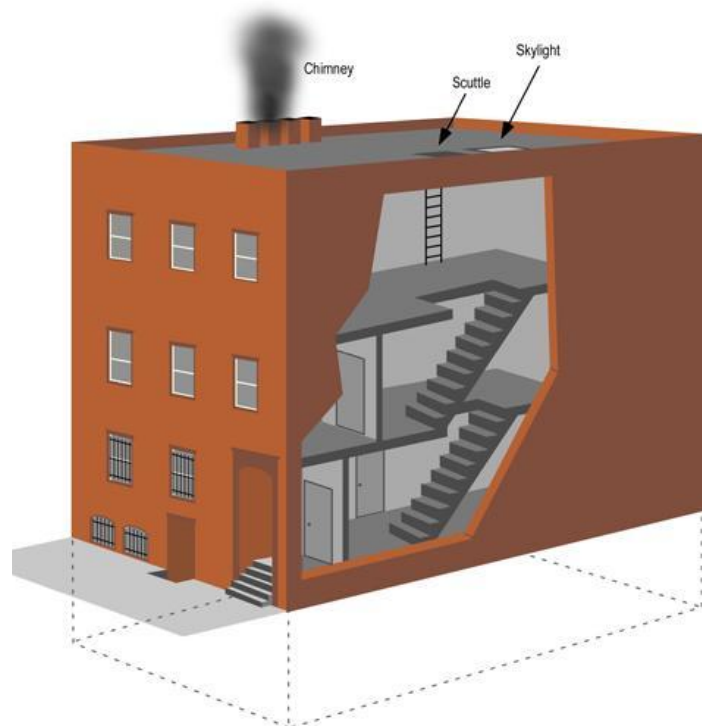


Σχήμα 1.1 Άποψη της οδού Watts 62. Ένα πανομοιότυπο κτίριο φαίνεται στα αριστερά του. Δεξιά υπήρχε ένα παρόμοιο αλλά όχι πανομοιότυπο κτίριο.

¹ Στμ: αναφέρεται στην βορειοαμερικανική και βορειοευρωπαϊκή πραγματικότητα.

Το κτίριο είχε ανακαινιστεί αρκετές φορές στη διάρκεια χρήσης του. Με την τελευταία ανακαίνιση οι οροφές από παλιό σοβά σε ξύλινα πηχάκια αντικαταστάθηκαν με νέες οροφές. Το αποτέλεσμα ήταν να μειωθεί το ύψος της οροφής στα 2,5 μέτρα. Τα παράθυρα και οι πόρτες αντικαταστάθηκαν, τοποθετήθηκε επιμελής μόνωση, ενώ έγινε επίσης προσπάθεια να καταστεί το κτίριο πιο αεροστεγές.

Κάθε διαμέρισμα κάλυπτε περίπου 80μ² και αποτελούνταν από ένα σαλόνι, μια κουζίνα, ένα μπάνιο, μια τουαλέτα και ένα υπνοδωμάτιο (βλ. εικ. 3.1). Στην πραγματικότητα αυτή η κάτοψη μοιάζει πολύ με αυτό που βρίσκουμε σε ανακαινισμένα διαμερίσματα στη Γάνδη, στις Βρυξέλλες, στην Αμβέρσα. Δεν υπάρχει αμφιβολία πως αυτό μπορεί να συμβεί και σε εμάς.²



Εικ. 1.2 Άποψη στο κλιμακοστάσιο (Σχήματα: Ed Hartin & Richard Bubowski)

2. Η πυρκαγιά

Η φωτιά ξεκίνησε στον πρώτο όροφο. Είναι γνωστό ότι ο ένοικος άφησε μια πλαστική σακούλα με σκουπίδια στη σόμπα της κουζίνας όταν έφυγε από το διαμέρισμα γύρω στις 18:25. Πιστεύεται ότι η φλόγα - πιλότος από τη σόμπα αερίου έβαλε φωτιά στην πλαστική σακούλα και το περιεχόμενό της. Η φωτιά στη συνέχεια αναπτύχθηκε αρκετά γρήγορα μέχρι που όλη η κουζίνα ενεπλάκη. Χωρίς αμφιβολία αυτό προκάλεσε μια σημαντική αύξηση της θερμοκρασίας στο διαμέρισμα. Η μόνη είσοδος φρέσκου αέρα για τη φωτιά ήταν η καμινάδα από το ανοιχτό τζάκι στο σαλόνι. Στην αρχή της πυρκαγιάς αυτή ήταν η διαδρομή την οποία ακολούθησε ο καθαρός αέρας προς τη φωτιά. Επειδή οι πόρτες του μπάνιου και της κρεβατοκάμαρας ήταν κλειστές, η εισροή καθαρού αέρα προς τη φωτιά στην κουζίνα ήταν πολύ περιορισμένη. Στη συνέχεια οι ζημιές από τη φωτιά περιορίστηκαν στο σαλόνι και την κουζίνα.

Κάποια στιγμή το στρώμα καπνού κατέβηκε χαμηλότερα από την πάνω πλευρά του ανοιχτού τζακιού στο σαλόνι. Από αυτή τη στιγμή η καμινάδα λειτουργούσε ως έξοδος καπνού. Η φωτιά κατανάλωσε όλο το διαθέσιμο οξυγόνο και έγινε υποαερισμένη (δείτε επίσης το δεύτερο άρθρο αυτής της σειράς: «Μια πυρκαγιά που υποφέρει από έλλειψη αέρα...»)³. Δεδομένου ότι αυτή ήταν μια σχεδόν αεροστεγής κατασκευή, δεν υπήρχε πλέον σχεδόν καθόλου διαθέσιμο οξυγόνο και η φωτιά άρχισε να σιγοκαίει λόγω έλλειψης οξυγόνου. Λόγω της άρτιας μόνωσης, διατηρήθηκε η υψηλή θερμοκρασία στο διαμέρισμα. Αυτή η θερμοκρασία παρέμεινε αρκετά υψηλή ώστε να συνεχίσει την πυρόλυση των υλικών. Για ένα σημαντικό χρονικό διάστημα αέρια πυρόλυσης γέμισαν το διαμέρισμα. Έτσι το διαμέρισμα έγινε μια δεξαμενή γεμάτη με εύφλεκτα αέρια.

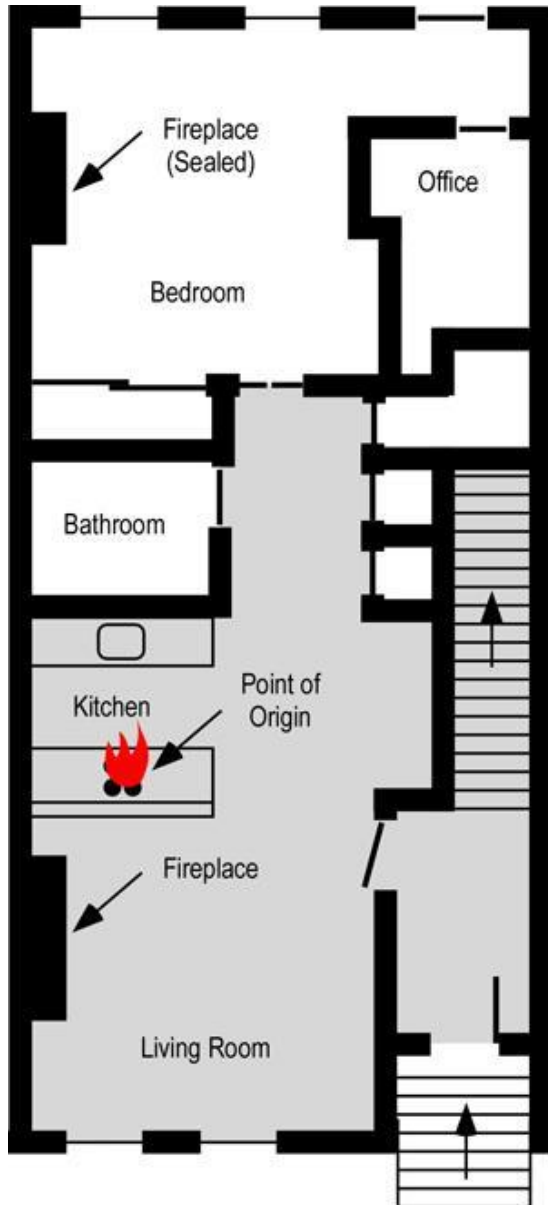
² Σημ: αναφέρεται στο Βέλγιο, ωστόσο πλέον τέτοιου είδους κατασκευές υπάρχουν σε μεγάλους αριθμούς και στην Ελλάδα, ειδικά μετά τα προγράμματα «Εξοικονομώ»

³ Διαθέσιμο εδώ <http://cfbt-be.com/en/publications/articles>

Η φωτιά πέρασε απαρατήρητη στην αρχή. Κάποια στιγμή ένας διερχόμενος παρατήρησε μια ασυνήθιστη ποσότητα καπνού να βγαίνει από την καμινάδα, η οποία συνοδευόταν από φλόγες. Το άτομο αυτό κάλεσε την πυροσβεστική για φωτιά στην καμινάδα.

3. Ενέργειες της πυροσβεστικής

Η πυροσβεστική ανταποκρίθηκε με τρία υδροφόρα οχήματα, δύο κλιμακοφόρα και έναν επικεφαλής.



Εικ. 3.1 Κάτοψη πρώτου ορόφου
(Εικόνα: Ed Hartin)

Όταν έφτασε η πυροσβεστική, υπήρχαν λίγα ή καθόλου στοιχεία που να υποδηλώνουν κάποιον εξαιρετικό κίνδυνο σε αυτό το κτίριο. Κατά την άφιξη χρησιμοποιήθηκαν τυπικές διαδικασίες επέμβασης όπως είναι γνωστές στην πυροσβεστική υπηρεσία της Νέας Υόρκης (FDNY). Μια σημαντική ενέργεια στις περισσότερες από τις πυροσβεστικές υπηρεσίες της Βόρειας Αμερικής είναι ο εξαερισμός. Επομένως, ένα κλιμακοφόρο θα αναπτυχθεί κατευθείαν για να ανοίξει την καταπακτή πάνω από το κλιμακοστάσιο, έτσι ώστε να εκκενωθεί τυχόν καπνός.

Ο επικεφαλής αξιωματικός λαμβάνει διεξοδικά βήματα για την αντιμετώπιση αυτής της πυρκαγιάς και στέλνει δύο ομάδες με τρεις πυροσβέστες η καθεμία. Οπλισμένοι με εγκατάσταση πρέπει να ελέγξουν κάθε διαμέρισμα στο κτίριο. Ξεκινούν από τον πρώτο όροφο και μετά συνεχίζουν στον δεύτερο.

Και οι δύο ομάδες ξεκινούν προωθώντας την εγκατάστασή τους. Όταν οι πυροσβέστες ανοίγουν την πόρτα του πρώτου ορόφου, ζεστός (όχι καυτός) καπνός πέφτει στο κλιμακοστάσιο. Αυτό ακολουθείται αρκετά γρήγορα από μια ισχυρή ροή καθαρού αέρα που εισέρχεται στο διαμέρισμα. Οι πυροσβέστες στο άνοιγμα της πόρτας το αναγνωρίζουν ως προειδοποιητικό σημάδι για ένα backdraft και βουτάνε μακριά. Λίγο μετά γίνεται το backdraft και η σκάλα γεμίζει φλόγες. Η ένταση των φλόγων είναι τόσο μεγάλη που κατακλύζουν όλο το κλιμακοστάσιο και εξέρχονται από την καταπακτή καπνού στην κορυφή του. Αυτές οι φλόγες είναι ορατές από το δρόμο. Εκεί, ένας πολίτης κινηματογραφεί όλη τη σκηνή. Με βάση τα πλάνα του, οι ερευνητές μπόρεσαν να καταλήξουν στο συμπέρασμα ότι οι φλόγες από το backdraft διήρκεσαν περισσότερο από έξι λεπτά.

Οι πυροσβέστες στον πρώτο όροφο είδαν το backdraft να έρχεται και βγήκαν έξω με ελαφρά τραύματα. Όμως οι πυροσβέστες στον δεύτερο όροφο εγκλωβίστηκαν χωρίς διέξοδο. Ο ένας πέθανε επί τόπου. Οι δύο άλλοι πυροσβέστες μεταφέρθηκαν στο τμήμα

εγκαυμάτων του νοσοκομείου. Ο ένας θα υποκύψει στα τραύματά του μέσα σε 24 ώρες, ο άλλος μετά από 40 ημέρες.

Η πυροσβεστική υπηρεσία της Νέας Υόρκης ζήτησε από το NIST να διερευνήσει τι θα μπορούσε να έχει προκαλέσει ένα τόσο έντονο backdraft. Ειδικά το γεγονός ότι η πυρκαγιά διήρκεσε περισσότερο από έξι λεπτά ήταν ένας εντυπωσιακός παράγοντας.

4. Η (επιστημονική) ανάλυση

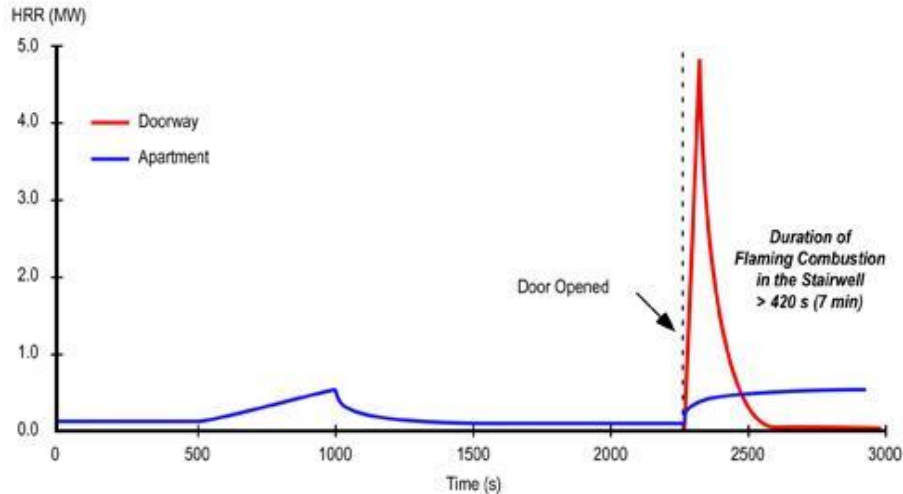
4.1 Πειράματα σχετικά με τη συμπεριφορά ενός backdraft

Στις αρχές της δεκαετίας του '90, τρεις επιστήμονες διεξήγαγαν έρευνα για την κατάσταση που θα μπορούσε να προκαλέσει backdraft. Οι ερευνητές χρησιμοποίησαν ως επί το πλείστον μεθάνιο (φυσικό αέριο) ως υποκατάστατο των αερίων πυρόλυσης που εμφανίζονται με μια πραγματική φωτιά. Χρησιμοποίησαν ένα διαμέρισμα με τις ακόλουθες διαστάσεις: $l \times w \times h = 2,4\text{m} \times 1,2\text{m} \times 1,2\text{m}$ ($7,87\text{ft} \times 3,93\text{ft} \times 3,93\text{ft}$). Στο διαμέρισμα εγκαταστάθηκαν αισθητήρες μέτρησης μαζί με μια καταπακτή ελεγχόμενη από υπολογιστή που μπορούσε να ανοίξει την επιλεγμένη στιγμή για να δημιουργήσει ροή αέρα στο διαμέρισμα. Στο δωμάτιο τοποθετήθηκε καυστήρας. Για αυτά τα πειράματα χρησιμοποιήθηκε ένας καυστήρας 70 kW και ένας καυστήρας 200 kW. Το συμπέρασμα ήταν ότι έπρεπε να υπάρχουν τουλάχιστον 10% αέριοι υδρογονάνθρακες για να προκληθεί ένα πραγματικό backdraft. Σε χαμηλότερες συγκεντρώσεις έγινε καύση των αερίων αλλά όχι έκρηξη.

Το προηγούμενο άρθρο εξέτασε ήδη τη μελέτη του Chitty, η οποία δείχνει ότι ένα backdraft δεν μπορεί να ξεκινήσει αν η αρχική εστία πυρκαγιάς σιγοκαίει χωρίς φλόγα, καθώς αυτό δεν παράγει αρκετή ενέργεια. Είναι οι φλόγες της αναζωπυρούμενης πυρκαγιάς που αναφλέγουν τα αέρια της φωτιάς. Κατά τη διάρκεια της έρευνας για το backdraft στην Watts Street 62, αυτά τα συμπεράσματα λήφθηκαν υπόψη.

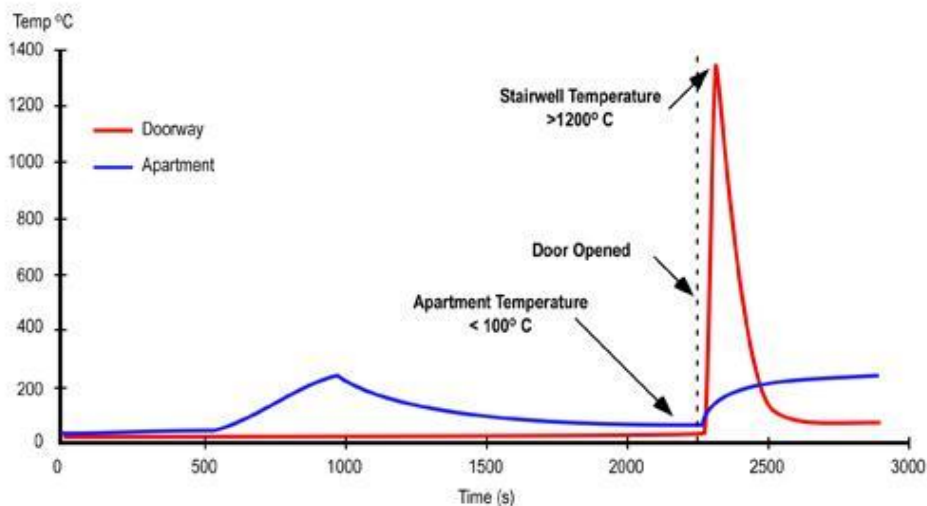
4.2 Ανάλυση με CFAST

Το CFAST είναι λογισμικό που καθιστά δυνατή την προσομοίωση πυρκαγιών. Οι επιστήμονες προσπάθησαν να αναπαραστήσουν την πυρκαγιά της Watts Street με αυτό το λογισμικό. Επομένως, υπέθεσαν ότι η πλαστική σακούλα που καίγεται παρήγαγε ενέργεια 25 kW. Αυτός είναι ένας ρυθμός απελευθέρωσης θερμότητας που μπορεί να προκληθεί από μια καμένη πλαστική σακούλα. Προσομοίωσαν μια τέτοια φωτιά σε ένα διαμέρισμα με τις ίδιες διαστάσεις με το πραγματικό διαμέρισμα. Στην προσομοίωση ελήφθησαν επίσης υπόψη το κλιμακοστάσιο και η καμινάδα. Η αναμενόμενη ενεργειακή κορύφωση ήταν 1MW, αλλά δεν επιτεύχθηκε ποτέ λόγω έλλειψης καθαρού αέρα.



Εικ. 4.1 Συσώρευση ενέργειας. Η μπλε γραμμή δείχνει τον ρυθμό απελευθέρωσης θερμότητας στο διαμέρισμα, ενώ η κόκκινη γραμμή δείχνει τον ρυθμό απελευθέρωσης θερμότητας στο κλιμακοστάσιο. (Γραφικό: Ed Hartin & Richard Bubowski)

Στο άνοιγμα της πόρτας, η προσομοίωση υπολογιστή έδειξε μια ροή αερίων καύσης έξω από το διαμέρισμα και μια ροή αέρα προς τα μέσα στο διαμέρισμα. Η προσομοίωση επιβεβαίωσε τις παρατηρήσεις των πυροσβεστών στο σημείο. Το Σχήμα 4.1 δείχνει τον ρυθμό απελευθέρωσης θερμότητας με την πάροδο του χρόνου. Παρατηρούμε ότι ο ρυθμός απελευθέρωσης θερμότητας στο διαμέρισμα δεν ήταν ποτέ μεγαλύτερος από 500 kW. Ο ρυθμός απελευθέρωσης θερμότητας που αναπτύσσεται στο κλιμακοστάσιο από την άλλη είναι 5 MW.



Εικ. 4.2 Η θερμοκρασία στο διαμέρισμα (μπλε) και στη σκάλα (κόκκινο). (Γράφημα: Ed Hartin & Richard Bubowski)

Οι θερμοκρασίες στο διαμέρισμα παρέμειναν σχετικά χαμηλές. Στην προσομοίωση η καύση με φλόγες ξεκινά (φάση ανάπτυξης) μετά από περίπου 500 δευτερόλεπτα. Η θερμοκρασία αυξάνεται για πάνω από 8 λεπτά στους 300°C. Μετά από αυτή τη στιγμή η θερμοκρασία πέφτει σταδιακά μέχρι το άνοιγμα της πόρτας. Αυτό σημαίνει ότι η θερμοκρασία στο διαμέρισμα παρέμεινε αρκετά υψηλή για την παραγωγή αερίων πυρόλυσης για μεγάλο χρονικό διάστημα. Η προσομοίωση έδειξε ότι στο διαμέρισμα παρήχθησαν αρκετά αέρια

πυρόλυσης και CO για να διατηρήσουν τις φλόγες στην καταπακτή του κλιμακοστασίου για σχεδόν 7 λεπτά.

Πριν το άνοιγμα της πόρτας η θερμοκρασία στο διαμέρισμα πήγε κάτω από τους 100°C. Μετά το άνοιγμα της πόρτας η θερμοκρασία στη σκάλα ανεβαίνει στους 1200°C. Είναι προφανές ότι η επιβίωση σε αυτές τις συνθήκες είναι αδύνατη.

5. Διδάγματα

5.1 Ανακαινισμένα κτίρια.

Η ανακαίνιση κτιρίων είναι μια τάση. Οι κυβερνήσεις παρακινούν τους ανθρώπους με επιδοτήσεις για να κάνουν τα σπίτια ενεργειακά πιο αποδοτικά. Το εν λόγω διαμέρισμα κατασκευάστηκε στα τέλη του 19ου αιώνα. Σε αυτή την περίπτωση οι διάφορες διαδοχικές ανακαινίσεις άλλαξαν το κτίριο δραστικά. Κατά συνέπεια, δεν μπορείτε πλέον να συνδέσετε την αναμενόμενη συμπεριφορά πυρκαγιάς με τις πρώτες εντυπώσεις που έχετε από ένα κτίριο. Στο παρελθόν κατά την άφιξη ήταν δυνατό να προβλεφθεί με μεγάλη πιθανότητα η συμπεριφορά της φωτιάς όταν κοιτούσαμε ένα εμφανώς παλιό κτίριο. Μόλις ανέβαινε η θερμοκρασία στο εσωτερικό, τα παράθυρα θα έσπαζαν και θα αντιμετωπίζαμε μια αεριζόμενη πλήρως ανεπτυγμένη πυρκαγιά. Υπήρχαν λιγότερα τεχνικά φρεάτια ή κενά όπου θα μπορούσε να συσσωρευτεί καπνός ως κρυφός κίνδυνος. Αυτές τις μέρες πρέπει να είμαστε σε επιφυλακή ακόμη και σε παλιά κτίρια για τους κινδύνους μιας υποαερισμένης πυρκαγιάς και συσσωρευμένα αέρια καύσης σε φρεάτια, κενά, ψευδοροφές,....

5.2 Διαδικασίες εισόδου

Με την έναρξη της νέας εκπαίδευσης για τους πυροσβέστες στο Βέλγιο καθιερώθηκε μια τυποποιημένη εθνική διαδικασία εισόδου πόρτας. Αυτή η νέα διαδικασία εισόδου προβλέπει βολές νερού για την ψύξη του ζεστού καπνού που μπορεί να βγει από το διαμέρισμα. Επίσης το δεύτερο μέλος της ομάδας έχει τον έλεγχο της πόρτας, ώστε να μπορεί να την κλείσει αν κάτι πάει στραβά. Η πρώτη ενέργεια θα είχε τουλάχιστον επιβραδύνει την ανάφλεξη των καυτών αερίων της φωτιάς. Το δεύτερο φροντίζει ώστε η ομάδα να έχει το αντανακλαστικό να κλείσει την πόρτα όταν εκπλαγεί από πολύ καπνό που βγαίνει από το διαμέρισμα ή αν παρατηρήσει έντονη ροή αέρα προς τα μέσα.

5.3 Κατακόρυφος αερισμός.

Μέχρι πρόσφατα ήταν αποδεκτό ότι ο κατακόρυφος αερισμός είναι η απάντηση σε μια κατάσταση backdraft. Όπως και σε κάθε άλλο σενάριο αερισμού, η διαδρομή που ακολουθούν τα αέρια της φωτιάς είναι εξαιρετικής σημασίας. Εάν τα αέρια της φωτιάς αναφλεγούν σε όγκο κατά την έξοδο τους, τότε σχεδόν πάντα αυτό θα προκαλέσει δευτερεύουσα πυρκαγιά. Εάν υπάρχουν πολίτες ή πυροσβέστες σε αυτή τη διαδρομή ροής, αυτό θα προκαλέσει σχεδόν πάντα σοβαρό τραυματισμό. Οι τεχνικές αερισμού είναι ένας τομέας στον οποίο οι γνώσεις στο Βέλγιο είναι μάλλον περιορισμένες. Αλλά ένα πράγμα είναι σίγουρο: δεν είναι τόσο απλό όσο "backdraft = κατακόρυφος αερισμός"!

5.4 Ψύξη αερίων

Η ψύξη αερίων (τεχνική 3D) είναι αυτή τη στιγμή παγκοσμίως αποδεκτή ως η τεχνική για την εξουδετέρωση των κινδύνων του καπνού. Αλλά ανέκαθεν αναφερόταν ότι η εφαρμογή περιοριζόταν σε όγκους μικρότερους από 70 m² (753 τετραγωνικά πόδια) και με περιορισμένο ύψος. Αυτή η περίπτωση μας διδάσκει ότι υπάρχουν υποαεριζόμενες

πυρκαγιές με αέρια καύσης σε θερμοκρασίες τόσο χαμηλές που οποιαδήποτε ψύξη θα είχε πολύ μικρό αποτέλεσμα. Λίγο πριν το άνοιγμα της πόρτας οι θερμοκρασίες στο διαμέρισμα έπεσαν κάτω από τους 100°C. Αυτό σημαίνει ότι το νερό δεν εξατμίζεται πια και ότι οι θερμοκρασίες των αερίων της φωτιάς δύσκολα θα κατέβουν λόγω μη παραγωγής ατμού. Είναι ο ατμός που πρέπει να επιβραδύνει ή να σταματήσει ένα πιθανό μέτωπο φλογών. Οι τεχνικές ψύξης αερίων είναι εξαιρετικές, αλλά έχουν περιορισμούς.

5.5 Πυρκαγιά καμινάδας.

Αρχικά κλήθηκε η πυροσβεστική για φωτιά σε καμινάδα. Στη Βόρεια Αμερική, περισσότερες, αλλά μικρότερες, μονάδες θα αποσταλούν σε μια πυρκαγιά καμινάδας από ό,τι για παράδειγμα στην Ευρώπη. Χάρη σε αυτό το σύστημα υπήρχαν αρκετοί πόροι στη σκηνή όταν εμφανίστηκε το backdraft. Έτσι αποφεύχθηκε να επιδεινωθεί ακόμη περισσότερο η κατάσταση.

Στο Βέλγιο οι πυροσβεστικές υπηρεσίες αντιμετωπίζουν τέτοια συμβάντα μερικές φορές με τέσσερις πυροσβέστες και ένα ή δύο οχήματα για να αντιμετωπίσουν μια πυρκαγιά σε καμινάδα. Τι θα συνέβαινε αν ένα backdraft εξουδετέρωνε ένα ή δύο μέλη της ομάδας; Στις 7 Φεβρουαρίου 2007 ο Eric Pero από το πυροσβεστική υπηρεσία του Rochefort (Βέλγιο) πέθανε εν ώρα υπηρεσίας λόγω κάποιου είδους ταχείας εξέλιξης πυρκαγιάς. Το συμβάν στο οποίο ανταποκρίνονταν ο ίδιος και η ομάδα του ήταν... φωτιά σε καμινάδα.

4. Πηγές

- [1] *Bubowski, Richard, Modelling a Backdraft incident, Fire Engineers Journal November 1996*
- [2] *Hartin Ed, 15 years ago: Backdraft at 62 Watts Street, March 2009*
- [3] *Hartin Ed, 62 Watts Street: Modelling the backdraft, March 2009*
- [4] *Bengtsson Lars-Göran, Enclosure Fires, 2001*
- [5] *Fleischman, Pagni & Williamson, Quantative backdraft experiments, 1994*
- [6] *Chitty R, A survey of backdraught, 1994*
- [7] *Perez-Pena Richard, New York Times, Fireman dies in battling blaze in Soho, 1994*
- [8] *Le Soir, mort dans un incendie à Rochefort, February 2007*

Karel Lambert