

Fire Gas Ignition - Ανάφλεξη αερίων πυρκαγιάς

Στη βελγική πυροσβεστική υπηρεσία είναι αρκετά γνωστά τα φαινόμενα flashover και backdraft. Το τέταρτο άρθρο αυτής της σειράς επεξεργάστηκε το θέμα του backdraft. Το έκτο άρθρο κάλυψε το flashover. Ωστόσο, η ύπαρξη μιας τρίτης οικογένειας φαινομένων ραγδαίας εξέλιξης πυρκαγιάς είναι λιγότερο γνωστή. Αυτή η οικογένεια ονομάζεται Fire Gas Ignitions (FGI - Ανάφλεξη αερίων πυρκαγιάς). Το FGI είναι ένας όρος που περιγράφει όλα τα φαινόμενα που δεν ταιριάζουν πραγματικά με τον ορισμό του flashover, ούτε με τον ορισμό του backdraft. Τα πιο κοινά περιστατικά FGI συζητούνται παρακάτω.

1 Flashfire

Κατά τη διάρκεια μιας πυρκαγιάς, παράγεται πολύς καπνός. Αυτός ο καπνός είναι καυτός και, καθώς κινείται, θα εξαπλωθεί μέσα από ανοίγματα και ρωγμές. Πιθανόν να συσσωρευτεί καπνός σε ένα χώρο κάπου κοντά στη φωτιά. Το παράδειγμα που εύκολα έρχεται στο μυαλό είναι αυτό μιας ψευδοροφής. Είναι επίσης πιθανό τα αέρια της καύσης να εξέρχονται από το δωμάτιο μέσω ρωγμών στην πόρτα και να εισέλθουν στο γειτονικό διαμέρισμα, όπου θα σχηματίσουν ένα στρώμα πάνω στην οροφή. Μπορεί ακόμη και να συσσωρευτεί καπνός σε μια εντοιχισμένη ντουλάπα ή σε έναν ψευδοτόιχο. Τα σπίτια που αποτελούνται από ξύλινη δομή έχουν συχνά κενά φρεάτια ενσωματωμένα στη δομή τους. Μετά την είσοδο σε αυτούς τους κενούς χώρους, ο καπνός θα εξαπλωθεί στο κτίριο. Αυτό θα προκαλέσει την εμφάνιση εύφλεκτων αερίων καπνού σε μέρη όπου δεν είναι αναμενόμενο.



Σχήμα 1.1 Η θήκη στο πίσω μέρος καίγεται. Αέρια παράγωγα της καύσης έχουν διαρρεύσει από την κλειστή πόρτα και έχουν σχηματίσει ένα εκρηκτικό μείγμα στην οροφή (Φωτογραφία: Ed Hartin)

Όταν έχουν συσσωρευτεί αρκετά αέρια καύσης σε ένα δωμάτιο, θα σχηματιστεί ένα μείγμα αερίων και αέρα εντός των ορίων αναφλεξιμότητας (βλ. Εικ. 1.1).

Σε αυτό το σημείο υπάρχουν δύο πλευρές του τριγώνου της φωτιάς. Ο καπνός που έχει εισέλθει στο δωμάτιο περιέχει αρκετά εύφλεκτα συστατικά (λευκά, γκριζωπά πυρολυτικά αέρια και/ή μαύρο άκαυστο αέριο καπνού). Μέσα στο δωμάτιο υπάρχει επίσης αρκετό οξυγόνο στον αέρα.

Όταν το μείγμα βρίσκεται εντός του εύφλεκτου εύρους, το μόνο που χρειάζεται για την ανάφλεξη είναι μια πηγή ενέργειας.

Αυτή η πηγή ενέργειας μπορεί να προέλθει από φλόγες που εξέρχονται ή από το πλήρωμα της πυροσβεστικής που προσθέτει ενέργεια στο μείγμα: αυτό μπορεί να συμβεί όταν εκτοξεύονται σπινθήρες κατά τη διάρκεια της αποκάθαρσης. Η πρόσκρουση του νερού όταν χρησιμοποιείται συμπαγής βολή σε πολλαπλά μικρά καιόμενα σημεία, μπορεί να προκαλέσει την εκτόξευση καυτρών μέσα στο στρώμα καπνού. Η εισαγωγή μιας πηγής ανάφλεξης μπορεί να συμβεί ακόμη κατά την αποκάθαρση μετακινώντας ένα έπιπλο και εκθέτοντας έτσι μια μικρή σημείο που καίγεται.

Όταν μια πηγή ανάφλεξης με αρκετή ενέργεια εισαχθεί στο μείγμα, θα πάρει φωτιά. Ένα μέτωπο φλόγας θα απλωθεί μέσα στο μείγμα.

Μια κατάσταση που εμφανίζεται τακτικά σε συμβάντα πυρκαγιών είναι όταν ο καπνός διαρρέει έντονα μέσα από τις ρωγμές γύρω από τις πόρτες. Στο διαμέρισμα μπροστά από την πόρτα θα σχηματιστεί ένα στρώμα καπνού στην οροφή. Ένα στρώμα καπνού εντός του εύρους ευφλεκτότητας δημιουργεί μια κατάσταση υψηλού κινδύνου για ένα πλήρωμα προσβολής.

Όταν το πυροσβεστικό πλήρωμα ανοίξει την πόρτα, οι φλόγες που βγαίνουν μπορεί να αναφλέξουν το μείγμα (βλ. Εικ. 1.2). Όλο το στρώμα καπνού μέσα στο δωμάτιο όπου βρίσκεται το πλήρωμα προσβολής, θα πάρει φωτιά. Η θερμική ακτινοβολία θα αυξηθεί πάρα πολύ και θα αποτελέσει σοβαρή απειλή για τους πυροσβέστες.

Πέρα από αυτό, το flashfire που θα ακολουθήσει οδηγεί στην επιχάτυση της εξέλεξης της πυρκαγιάς στο δεύτερο δωμάτιο.



Εικ. 1.2 Το άνοιγμα της πόρτας θα επιτρέψει στις φλόγες να βγουν και να αναφλεγεί το μείγμα. (Φωτογραφία: Ed Hartin)

Οποιοδήποτε έπιπλο στο δεύτερο δωμάτιο θα αρχίσει σχεδόν αμέσως να πυρολύεται. Η φωτιά στο δεύτερο δωμάτιο θα εξελιχθεί πολύ γρήγορα σε flashover (βλ. Εικ. 1.3). Σε κάθε περίπτωση, ο κίνδυνος είναι πολύ υψηλός για τους πυροσβέστες που ανοίγουν την πόρτα. Μια σωστή διαδικασία εισόδου στην πόρτα θα βοηθήσει να ελαχιστοποιηθεί αυτός ο κίνδυνος με την εφαρμογή δύο ψεκασμών πριν ανοίξει η πόρτα. Η ομίχλη των σταγονιδίων νερού που σχηματίζονται πάνω από την πόρτα θα εμποδίσει τις φλόγες που εξέρχονται από το να ανάψουν το μείγμα στο δεύτερο δωμάτιο.



Εικ. 1.3 Πλήρως ανεπτυγμένη φωτιά μετά από πυρκαγιά φλας.(Φωτογραφία: Ed Hartin)

Υπόθεση: Η φωτιά στο «De Punt»

Στις 8 Μαΐου 2008 ξέσπασε πυρκαγιά στο «De Punt» (NL) σε ένα υπόστεγο όπου επισκευάζονταν βάρκες. Στο πίσω μέρος του υπόστεγου υπήρχαν αρκετά μικρότερα δωμάτια. Σε ένα από αυτά τα δωμάτια είχε ξεσπάσει φωτιά. Η φωτιά ήταν υποερισμένη και μεγάλη ποσότητα καπνού διέρρεε στο υπόστεγο από μια ανοιχτή πόρτα. Κάτω από την δίριχτη γωνιακή οροφή μαζεύτηκε πολύς καπνός. Ο καπνός ανακατεύτηκε με τον διαθέσιμο αέρα και σχημάτισε ένα εύφλεκτο μείγμα.

Κάποια στιγμή φλόγες βγήκαν από την πόρτα του δωματίου που περιείχε την εστία της φωτιάς και προκάλεσαν ανάφλεξη. Οι συνέπειες του flashfire ήταν καταστροφικές. Σε σύντομο χρονικό διάστημα όλο το υπόστεγο πήρε φωτιά, καθώς η πυρκαγιά μέσα στο υπόστεγο εξελίχθηκε σε πλήρως ανεπτυγμένη σχεδόν αμέσως. Τρεις από τους τέσσερις πυροσβέστες που βρίσκονταν μέσα δεν κατάφεραν να βγουν εγκαίρως και σκοτώθηκαν.

Ένα σημαντικό χαρακτηριστικό ενός flashfire είναι η έλλειψη συσσώρευσης μεγάλης πίεσης. Λόγω του μετώπου της φλόγας θα συμβεί μια φυσική αύξηση της πίεσης, αλλά αυτή η αύξηση της πίεσης δεν θα προκαλέσει από μόνη της έκρηξη ή ζημιές.

2 Έκρηξη καπνού (smoke explosion)

Μια έκρηξη καπνού λειτουργεί με τον ίδιο τρόπο όπως ένα flashfire. Ομοίως έχουμε να κάνουμε με ένα μείγμα που αποτελείται από αέρια καπνού, πυρολυτικά και αέρα που αναφλέγεται με την εισαγωγή μιας πηγής ανάφλεξης. Ακριβώς όπως ένα flashfire, είναι πιθανό να συμβεί έκρηξη καπνού κατά τη διάρκεια πυρκαγιάς σε γειτονικό διαμέρισμα ή ακόμα και μετά από πυρκαγιά σε κλειστό χώρο (ντουλάπα, ψευδοροφή,...).

Η μεγάλη διαφορά μεταξύ ενός flashfire και μιας έκρηξης καπνού είναι ότι η τελευταία δημιουργεί μια σημαντική συσσώρευση πίεσης. Αυτή η συσσώρευση πίεσης δημιουργεί έντονη υπερπίεση σε ,μολρ/ο χρονικό διάστημα. Η υπερπίεση εξαρτάται από το μείγμα καπνού και αέρα. Ένα μείγμα που προκαλεί μια έκρηξη



καπνού θα είναι πιο κοντά στο στοιχειομετρικό μείγμα από αυτό που σχηματίζει ένα flashfire. Αντίθετα, ένα μείγμα που προκαλεί flashfire θα είναι πιο κοντά στα ακρότατα όρια του εύρους ευφλεκτότητας.

Η στιγμιαία υπερπίεση θα προκαλέσει ζημιά στις κατασκευές. Τα ταβάνια θα πέσουν, τα παράθυρα θα σπάσουν, οι πόρτες θα σπάσουν, οι ψευδοτόιχοι θα καταρρεύσουν κλπ.

3 Προειδοποιητικά σημάδια και προληπτικά μέτρα

3.1 Προειδοποιητικά σημάδια για flashfire και έκρηξη καπνού

Σε αντίθεση με το flashover και το backdraft, το flashfire και η έκρηξη καπνού δεν έχουν σαφή προειδοποιητικά σημάδια. Κάθε δωμάτιο όπου ο αέρας και τα αέρια της καύσης έχουν αναμειχθεί επαρκώς μπορεί να προκαλέσει τα φαινόμενα.

Ωστόσο, τα φαινόμενα είναι πιο συχνά σε κλειστούς χώρους. Οι ψευδοροφές, τα φρεάτια και οι ψευδοτόιχοι σχηματίζουν κενούς χώρους όπου μπορούν να συσσωρευτούν αέρια καπνού. Επομένως, **η παρουσία κρυμμένων κενών και σφραγισμένων χώρων θα πρέπει να θεωρείται ως προειδοποιητικό σημάδι.**¹ Σε ορισμένα κτίρια είναι ευκολότερος ο εντοπισμός τέτοιων χώρων κατά την αναγνώριση. Το μοντέλο B-SAHF μπορεί να αποτελέσει ένα μεγάλο βοήθημα ως προς αυτό.

3.2 Μείωση του κινδύνου flashfire και έκρηξης καπνού

Το flashfire και η έκρηξη καπνού είναι δύο φαινόμενα που λειτουργούν με τον ίδιο τρόπο όπως μια κανονική έκρηξη αερίου. Εμφανίζονται συχνότερα σε χώρους που είναι κλειστοί από τη φωτιά. Με την (μερική) εκκένωση του καπνού με χρήση αερισμού, είναι δυνατό να μειωθεί η συγκέντρωση των αερίων καπνού κάτω από το κατώτερο όριο ευφλεκτότητας. Μόλις επιτευχθεί αυτό, η ανάφλεξη δεν είναι πλέον δυνατή και ο κίνδυνος έχει περάσει.

Στην πράξη μπορεί να συμβεί το αέριο καπνού να συγκεντρωθεί στην οροφή. Σε αυτή την περίπτωση είναι ευδιάκριτο. Συχνότερα συμβαίνει ο καπνός να μαζεύεται σε φρεάτια ή ψευδοροφές. Η ανίχνευση εκεί δεν είναι πλέον τόσο εύκολη. Όταν αντιμετωπίζετε θερμά αέρια παράγωγα της καύσης, μια κάμερα θερμικής απεικόνισης μπορεί μερικές φορές να δώσει πολλά στοιχεία. Και πάλι μπορεί να είναι αδύνατο να ανιχνευθεί ο καπνός.

Ακόμη και όταν έχουν εντοπιστεί τα αέρια καπνού, δεν θα είναι πάντα εύκολο να τα αερίσετε. Εάν ο εξαερισμός είναι πρακτικά φικτός, είναι μια σταθερή τακτική για την κατάσταση.

Συχνά όταν αντιμετωπίζουμε μικρές (σε απόσβεση) πυρκαγιές των οποίων η εστία είναι δύσκολο να εντοπιστεί, προκύπτει μια κατάσταση κατά την οποία συσσωρεύεται καπνός σε ψευδοροφές. Ένα παράδειγμα αυτού είναι μια φωτιά που σιγοκαίει μέσα σε ένα ξύλινο πάτωμα. Εάν η πυρκαγιά παραμένει μικρή, συνιστάται να αξιολογήσετε τον κίνδυνο πυρκαγιάς στην ψευδοροφή κατά τη διεξοδική αναγνώριση. «Πού πάει ο καπνός;» Με το άνοιγμα ή μερική αφαίρεση της ψευδοροφής μπορεί να καταστεί δυνατή η αφαίρεση του καπνού με τη χρήση εξαερισμού. Ενώ ένα πλήρωμα ψάχνει για την εστία της φωτιάς, ένα

¹ Ο τονισμός του μεταφραστή

άλλο μπορεί να επικεντρωθεί στην αντιμετώπιση του συσσωρευμένου καπνού σε κρυφούς χώρους.

Η νέα (βελγική) διαδικασία εισόδου πόρτας περιέχει επίσης ένα στοιχείο για την παροχή κάποιου επιπέδου προστασίας σε περίπτωση flashfire. Όταν το πλήρωμα προσβολής έχει προχωρήσει μέσα από ένα δωμάτιο στο οποίο έχει μαζευτεί καπνός στην οροφή, οι πιθανότητες είναι ότι θα βρουν μια μεγάλη φωτιά στο διπλανό δωμάτιο. Ας υποθέσουμε τώρα ότι ο καπνός στο πρώτο δωμάτιο στην οροφή έχει αναμειχθεί αρκετά με τον αέρα. Αυτό το μείγμα θα μπορούσε εύκολα να αναφλεγεί από μια φλόγα. Πριν ανοίξετε την πόρτα στο διπλανό δωμάτιο, ένας ψεκασμός κατευθύνεται πάνω από την κεφαλή του αυλοφόρου και ένας ακόμη πάνω από τον βοηθό. Ο στόχος είναι να δημιουργηθεί μια ομίχλη από σταγονίδια νερού στην επάνω πλευρά της πόρτας. Σε περίπτωση που οι φλόγες βγουν από το δωμάτιο με το άνοιγμα της πόρτας, θα παγιδευτούν στην ομίχλη των σταγονιδίων νερού. Αυτό θα καταστήσει αδύνατο στις φλόγες εξόδου να λειτουργήσουν ως πηγή ανάφλεξης για τον καπνό που συγκεντρώνεται στο δωμάτιο που βρίσκεται το πλήρωμα προσβολής.

4 Αυτόματη ανάφλεξη (Auto-ignition)

Η αυτόματη ανάφλεξη είναι ένα φαινόμενο που συμβαίνει όταν τα αέρια καπνού φτάσουν σε αρκετά υψηλή θερμοκρασία. Κάθε μείγμα καπνού έχει μια θερμοκρασία στην οποία θα αυτανάφλεγεί. Αυτή η θερμοκρασία ονομάζεται θερμοκρασία αυτανάφλεξης (AIT). Αυτή η θερμοκρασία υπάρχει επίσης και για εύφλεκτα υγρά.

Είναι αυτονόητο ότι υπάρχει μια σημαντική προϋπόθεση που πρέπει να πληρείται για να συμβεί αυτανάφλεξη: όπως και με κάθε άλλη μορφή καύσης, πρέπει να υπάρχει αρκετό οξυγόνο στο δωμάτιο όπου ο καπνός έχει υπερβεί το όριο θερμοκρασίας. Κατά τη διάρκεια μιας πυρκαγιάς στο διαμέρισμα, η φωτιά καταναλώνει το οξυγόνο μέσα στο δωμάτιο. Μπορεί κάλλιστα το οξυγόνο που απαιτείται για την αυτανάφλεξη να μην είναι πλέον διαθέσιμο τη στιγμή που ο καπνός φτάσει στο σημείο αυτανάφλεξης. Τέτοιες πυρκαγιές έχουν μερικές φορές περιορισμένη ροή αέρα στο επίπεδο του δαπέδου. Αυτό το ρεύμα αέρα συνεχίζει να τροφοδοτεί τη φωτιά. Στην κορυφή του δωματίου, υπάρχει ένα στρώμα υπέρθερμου καπνού που έχει τη δυνατότητα να αναφλεγεί αυτόματα. Λόγω της έλλειψης οξυγόνου, αυτό το μείγμα καπνού είναι πάνω από το ανώτερο όριο ευφλεκτότητας.

Όταν ένα παράθυρο σπάσει ή ανοίξει κατά τη διάρκεια μιας τέτοιας πυρκαγιάς, θα βγαίνει ζεστός καπνός. Κατά την έξοδο, το αέριο καπνού θα αναμιχθεί γρήγορα με τον αέρα. Το αέριο καπνού θα αραιωθεί κι έτσι το μείγμα θα μπει στην εύφλεκτη ζώνη και θα αναφλεγεί. Η θερμοκρασία του καπνού θα παρέχει την ενέργεια που απαιτείται για την ανάφλεξη.

Ο μεγαλύτερος κίνδυνος της αυτανάφλεξης είναι η τεράστια θερμότητα που εκλύει στο σημείο εξόδου των αερίων. Αυτή η πηγή θερμότητας είναι ικανή να προκαλέσει δευτερεύουσα πυρκαγιά. Η αυτανάφλεξη μπορεί να συμβεί εξίσου εύκολα όταν ανοίγετε μια εσωτερική πόρτα. Εάν δεν αντιδράσετε σωστά, τα αέρια καπνού που εξέρχονται σίγουρα θα προκαλέσουν πυρκαγιά στο διπλανό δωμάτιο.

Η αυτανάφλεξη μπορεί επίσης να οδηγήσει σε λανθασμένη εκτίμηση της πυρκαγιάς. Όταν κατά την άφιξη, ο επικεφαλής έρχεται αντιμέτωπος με μια φωτιά που βγαίνει από ένα παράθυρο, θα μπορούσε εύκολα να συμπεράνει ότι η φωτιά έχει αναπτυχθεί πλήρως. Τις

περισσότερες φορές αυτή η αξιολόγηση θα είναι η σωστή. Η τακτική θα αλλάξει ανάλογα με το μέγεθος. Μια εσωτερική προσβολή στο διαμέρισμα της πυρκαγιάς δεν είναι πλέον βιώσιμη επιλογή. Ωστόσο, υπάρχουν περιπτώσεις στις οποίες οι φλόγες «εξόδου» παρέχουν εσφαλμένη άποψη. Οι φλόγες δεν προέρχονται από το εσωτερικό αλλά είναι ο καπνός που αναφλέγεται κατά την έξοδο. Σε αυτή την περίπτωση, η πυρκαγιά βρίσκεται ακόμα πριν από το flashover και διανύει το στάδιο της ανάπτυξης. Αυτές οι πυρκαγιές επιτρέπουν μια πιο επιθετική εσωτερική προσβολή. Για να διακρίνετε αν πρόκειται για φλόγες που εξέρχονται ή για αυτανάφλεξη, αρκετές επιθετικές 3D βολές πρέπει να εφαρμοστούν στο άνοιγμα. Το νερό θα παράσχει μια μικρή επίδραση ψύξης στο εξερχόμενο αέριο καπνού. Σε περίπτωση αυτανάφλεξης, οι φλόγες θα εξαφανιστούν και το πλήρωμα θα αναγνωρίσει ότι έχει να κάνει με καπνό που ρέει από το παράθυρο. Στην περίπτωση μιας πλήρως ανεπτυγμένης πυρκαγιάς, οι τρισδιάστατοι παλμοί δεν θα επαρκούν για να καταστείλουν τις φλόγες. Εδώ οι φλόγες θα συνεχιστούν και η φωτιά θα πρέπει να αντιμετωπιστεί διαφορετικά.

5 Roll-over

Για λόγους πληρότητας, αναφέρεται εδώ ότι το rollover αντιστοιχίζεται στην κατηγορία των fire gas ignitions. Το rollover είναι γνωστό ως το φαινόμενο που προηγείται του flashover. Είναι η ανάφλεξη του ανώτερου τμήματος του στρώματος καπνού. Οι φλόγες πηγάζουν από το στρώμα καπνού κοντά στην εστία της πυρκαγιάς. Στη συνέχεια, ένα μέτωπο φλόγας κινείται μέσα από το στρώμα καπνού. Αυτό συμβαίνει συνήθως πιο γρήγορα προς το άνοιγμα εξαερισμού.

6 Βιβλιογραφία

- [1] Lambert Karel & Baaij Siemco, *Brandverloop: technisch bekeken, tactisch toegepast*, 2011
- [2] McDonough John, *personal talks*, 2009-2011
- [3] Hartin Ed, *personal talks and www.cfbt-us.com*, 2010-2011
- [4] Bengtsson Lars-Göran, *Enclosure Fires*, 2001
- [5] Grimwood Paul, Hartin Ed, McDonough John & Raffel Shan, *3D Firefighting, Training, Techniques & Tactics*, 2005
- [6] Lambert Karel & Desmet Koen, *Binnenbrandbestrijding, versie 2008 & versie 2009*
- [7] Hartin Ed, www.cfbt-us.com
- [8] Raffel Shan, www.cfbt-au.com

Karel Lambert