

Φ



**ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΔΥΤΙΚΗΣ ΑΤΤΙΚΗΣ**

**ΣΧΟΛΗ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ**

**ΤΜΗΜΑ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚΗΣ ΣΧΕΔΙΑΣΗΣ ΚΑΙ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ**

**Τίτλος Διπλωματικής**

**ΜΕΛΕΤΗ ΕΞΥΠΝΩΝ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ ΣΤΗΝ ΓΡΑΜΜΗ ΑΜΥΝΑΣ ΤΗΣ ΠΥΡΟΣΒΕΣΤΙΚΗΣ»**

**Συγγραφέας**

Μαργαρίτης Δημήτριος

Αριθμός Μητρώου:44297

**Επιβλέπων**

Δρ. Χρήστος Δρόσος

Επίκουρος Καθηγητής

Αθήνα, Ιούλιος, 2024



*UNIVERSITY OF WEST ATTICA*

*SCHOOL OF ENGINEERING*

DEPARTMENT OF INDUSTRIAL DESIGN AND PRODUCTION ENGINEERING

**Title of the project**

**«STUDY OF SMART SYSTEMS IN THE DEFENSE LINE OF THE FIRE BRIGADE»**

**Author**

Margaritis Dimitrios  
Registration Number: 44297

**Supervisor**

Dr. Christos Drosos  
Assistant Professor

A  
t  
h  
e  
n  
s

Δημήτριος Μαργαρίτης, Τμήμα Μηχανικών Βιομηχανικής Σχεδίασης και Παραγωγής, Πα.Δ.Α.

u

### Δήλωση Συγγραφέα Διπλωματικής Εργασίας

Ο κάτωθι υπογεγραμμένος Μαργαρίτης Δημήτριος , με αριθμό μητρώου 44297, φοιτητής του Πανεπιστημίου Δυτικής Αττικής της Σχολής Μηχανικών του Τμήματος Βιομηχανικής Σχεδίασης και Παραγωγής, δηλώνω υπεύθυνα ότι:

«Είμαι συγγραφέας αυτής της πτυχιακής/διπλωματικής εργασίας και ότι κάθε βοήθεια την οποία είχα για την προετοιμασία της είναι πλήρως αναγνωρισμένη και αναφέρεται στην εργασία. Επίσης, οι όποιες πηγές από τις οποίες έκανα χρήση δεδομένων, ιδεών ή λέξεων, είτε ακριβώς είτε παραφρασμένες, αναφέρονται στο σύνολό τους, με πλήρη αναφορά στους συγγραφείς, τον εκδοτικό οίκο ή το περιοδικό, συμπεριλαμβανομένων και των πηγών που ενδεχομένως χρησιμοποιήθηκαν από το διαδίκτυο. Επίσης, βεβαιώνω ότι αυτή η εργασία έχει συγγραφεί από μένα αποκλειστικά και αποτελεί προϊόν πνευματικής ιδιοκτησίας τόσο δικής μου, όσο και του Ιδρύματος.

Παράβαση της ανωτέρω ακαδημαϊκής μου ευθύνης αποτελεί ουσιώδη λόγο για την ανάκληση του πτυχίου μου».

Ο Δηλών

Μαργαρίτης Δημήτριος



### Μέλη Εξεταστικής Επιτροπής

Η διπλωματική εργασία εξετάστηκε επιτυχώς από την κάτωθι Εξεταστική Επιτροπή:

<b>α/α</b>	<b>ΟΝΟΜΑ/ΕΠΩΝΥΜΟ</b>	<b>ΨΗΦΙΑΚΗ ΥΠΟΓΡΑΦΗ</b>
<b>1</b>	ΔΡΟΣΟΣ ΧΡΗΣΤΟΣ Επίκουρος καθηγητής	
<b>2</b>	ΠΑΠΟΥΤΣΙΔΑΚΗΣ ΜΙΧΑΗΛ ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ	
<b>3</b>	ΛΑΣΚΑΡΗΣ ΝΙΚΟΛΑΟΣ Επίκουρος Καθηγητής	

## Περίληψη

Προκειμένου να επιτευχθεί μια προοπτική ανεπτυγμένης χώρας, είναι επιτακτική ανάγκη οι εργαζόμενοι σε όλη τη χώρα να ολοκληρώσουν εγκαίρως πολυάριθμα έργα που στοχεύουν στην εξοικονόμηση κόστους και ενέργειας. Πρόσφατα, το εργασιακό άγχος έχει αναδειχθεί σε σημαντική ανησυχία, καθώς οι μη ασφαλείς ενέργειες μπορούν να οδηγήσουν σε ατυχήματα, ακόμη και σε θάνατο. Μεταξύ των συνηθισμένων εργατικών ατυχημάτων, οι πυρκαγιές αποτελούν ιδιαίτερα υψηλό κίνδυνο. Ως εκ τούτου, η διασφάλιση της ασφάλειας κατά τις επιχειρήσεις διάσωσης από την πυρκαγιά έχει καταστεί ζωτικής σημασίας. Θα ήταν μεγάλη απώλεια εάν επαγγελματίες όπως οι πυροσβέστες υφίσταντο τραυματισμούς ή χάσουν τη ζωή τους κατά την εκτέλεση αποστολών διάσωσης. Ως εκ τούτου, η εφαρμογή έξυπνων συστημάτων είναι απαραίτητη για την ενίσχυση της ασφάλειας και τη βελτίωση της αποτελεσματικότητας αντιμετώπισης κρίσεων. Για να εξασφαλιστεί η ασφάλεια αυτών των επαγγελματιών και η επιτυχής διάσωση των θυμάτων, είναι απαραίτητη η συνεχής παρακολούθηση αυτών των ευφυών συστημάτων κατά τη διάρκεια των εργασιών τους. Η παρούσα μελέτη επικεντρώνεται στη χρήση ευφυών συστημάτων για την ενίσχυση των αμυντικών δυνατοτήτων του πυροσβεστικού σώματος.

### *Λέξεις κλειδιά*

*Ασφάλεια, Φωτιά, Συστήματα, Προστασία, Νοημοσύνη.*

## **Abstract**

In order to achieve a developed country perspective, it is imperative that workers across the country complete numerous projects aimed at saving costs and energy on time. Recently, work-related stress has become a major concern, as unsafe actions can lead to accidents and even death. Among common accidents at work, fires pose a particularly high risk. Therefore, ensuring safety during fire rescue operations has become crucial. It would be a great loss if professionals such as firefighters suffered injuries or lost their lives while carrying out rescue missions. Therefore, the implementation of smart systems is essential to enhance security and improve crisis response efficiency. To ensure the safety of these professionals and the successful rescue of victims, it is necessary to continuously monitor these intelligent systems during their operations. The present study focuses on the use of intelligent systems to enhance the defense capabilities of the fire brigade.

## ***Keywords***

*Safety, Fire, Systems, Protection, Intelligence.*

## Περιεχόμενα

Ε

Κ

Α

Β

Γ

Δ

Ε

Σ

Τ

Θ

Κ

Α

Β

Γ

Δ

Ε

Σ

Τ

Θ

Κ

Α

Β

Γ

Δ

Ε

Σ

Τ

Θ

Κ

Α

Β

Γ

Δ

Ε

Σ

Τ

Θ

1.4. Έξυπνα Συστήματα στην Διάθεση της Ελληνικής Πυροσβεστικής Υπηρεσίας.....41

Κεφάλαιο 5<sup>ο</sup> : Τρέχουσες Πολιτικές Πρακτικές Επιχειρησιακών Πληροφοριών Πυροσβεστικής

Καθηγητής Δημήτριος Μαργαρίτης, Τμήμα Μηχανικών Βιομηχανικής Σχεδίασης και Παραγωγής, Πα.Δ.Α.

**Κατάλογος Εικόνων-Σχημάτων**

Εικόνα 1. Το πλαίσιο του Smart Firefighting Digital Twin για την παρακολούθηση της πυρκαγιάς στο τούνελ.....13

Εικόνα 2. Σύστημα συναγερμού πυρκαγιάς βασισμένο σε UAV.....28

Εικόνα 3. Το CSD συνδέεται ασύρματα με ανιχνευτές IFD, CCTV, UAV και SM σε IFAS.....28

Εικόνα 4. IFD συνδεδεμένο με διαφορετικούς αισθητήρες.....29

**Συντομογραφίες<sup>1</sup>**

HRR	Heart Release Rates
AI	Artificial Intelligence
NNs	Neural Networks
CFD	Computational Fluid Dynamics
CCTV	Closed Circuit Television
Co	Cobalt
Nox	Nitrogen Oxides
SFPJ	Smart Firefighting Digital Twin
IoT	Internet of Things
DBMS	Database Management Systems

<sup>1</sup> Η λίστα των συντομογραφιών θα βοηθήσει τον αναγνώστη προκειμένου να αποκτήσει μία αμεσότερη επαφή και μεγαλύτερη οικειότητα με διάφορους όρους που χρησιμοποιούνται τακτικά εντός της διπλωματικής εργασίας.



API	Application Programming Interface
SQL	Structured Query Language
UAV	Unmanned Aerial Vehicle
IFD	Intelligence Fire Detector
SM	Security Memory
CSD	Central Service Database
SMTP	Simple Mail Transfer Protocol
IAFC	International Association of Fire Chiefs
JTTF	Joint Terrorism Task Force

## Εισαγωγή

Η πυρκαγιά σε σήραγγες είναι ένας θανατηφόρος κίνδυνος που προκαλεί σημαντικούς τραυματισμούς και οικονομικές απώλειες κάθε χρόνο σε όλο τον κόσμο. Το 1987, μια καταστροφική πυρκαγιά σε σήραγγα στο Αζερμπαϊτζάν, που προκλήθηκε από ηλεκτρικό σφάλμα, προκάλεσε 289 θανάτους (Haack 2002). Το 2020, σημειώθηκε ατύχημα πυρκαγιάς στη σήραγγα Samae 2 της Κορέας και μετά τη σύγκρουση δεκάδων δεξαμενών και φορτηγών, η πυρκαγιά σκότωσε τέσσερις ανθρώπους και τραυμάτισε περισσότερους από 40 άλλους.

Οι στατιστικές δείχνουν ότι υπήρξαν 161 ατυχήματα πυρκαγιάς σε μεσαίες έως μεγάλες σήραγγες από το 2000 έως το 2016 στην Κίνα (Ren et al. 2019). Μόλις συμβεί μια πυρκαγιά σήραγγας, μπορεί να είναι θανατηφόρα και να προκαλέσει καταστροφική οικονομική απώλεια (Casey 2020, (Chen, 2020)). Οι σοβαρές συνέπειες της πυρκαγιάς σε σήραγγες μπορούν να αποδοθούν στην πρόκληση εκκένωσης από ανεπαρκώς αεριζόμενους χώρους με καπνό υψηλής θερμοκρασίας και υψηλής πυκνότητας τοξικά αέρια.

Επιπλέον, η ταχεία και πολύπλοκη ανάπτυξη πυρκαγιάς εντός της σήραγγας καθιστά δύσκολη την καθοδήγηση των δραστηριοτήτων εκκένωσης, διάσωσης και πυρόσβεσης. Ως εκ τούτου, ένα ακριβές, έγκαιρο και έξυπνο σύστημα αναγνώρισης πυρκαγιάς χρειάζεται επειγόντως πυρόσβεση σηράγγων ( (Beard, 2009), (Chen, 2020)).

Η πυρανίχνευση βασίζεται στη συλλογή πληροφοριών σχετικά με τη φωτιά, πολύ συχνά τον καπνό, τη θερμότητα και τη φλόγα. Σήμερα, οι περισσότερες υποδομές είναι εξοπλισμένες με συστήματα συναγερμού και ανίχνευσης πυρκαγιάς (π.χ. αισθητήρες καπνού και θερμότητας). Ένα ευρέως χρησιμοποιούμενο σύστημα είναι το γραμμικό σύστημα ανίχνευσης θερμότητας οπτικών ινών, ένας ανιχνευτής θερμότητας τύπου γραμμής για την ανίχνευση πυρκαγιάς με βάση τη σκέδαση Raman ( (Nilsen, 2009) (Liu, 2004)). Η θερμοκρασία, η θέση πυρκαγιάς και το μέγεθος της πυρκαγιάς θα μπορούσαν επίσης να παρέχονται (Hoff, 2010).

Αν και προτείνονται πολλοί νέοι αλγόριθμοι, η συμβατική ανίχνευση πυρκαγιάς έχει υψηλό ποσοστό ψευδούς συναγερμού λόγω παρεμβολών από πηγές θερμότητας και καπνού εκτός πυρκαγιάς (Baek, 2021). Το δίκτυο καμερών κλειστού κυκλώματος τηλεόρασης έχει χρησιμοποιηθεί στην πράξη για την ανίχνευση πυρκαγιάς σήραγγας και μπορεί επίσης να προσδιορίσει τον ψευδή συναγερμό και να παρακολουθήσει την εκκένωση πυρκαγιάς, η οποία ήταν ένα καυτό ερευνητικό θέμα ( (Gaur, 2021), (Yang, 2021)). Αν και τα συμβατικά συστήματα πυρανίχνευσης μπορούν να προσδιορίσουν τη θέση της πυρκαγιάς στο αρχικό στάδιο ( (Liu, 2011), (Blagojević, 2014)), η απλή ανίχνευση της πυρκαγιάς δεν μπορεί ούτε να πει περισσότερες πληροφορίες για την πυρκαγιά (π.χ. μέγεθος, σοβαρότητα, ανάπτυξη και κρίσιμα γεγονότα) ούτε να υποστηρίξει περαιτέρω τις επερχόμενες δραστηριότητες πυρόσβεσης. Επίσης, το δίκτυο καμερών δεν είναι αξιόπιστο για να υποστηρίξει την επερχόμενη πυρόσβεση και διάσωση, επειδή το νέφος καπνού της φωτιάς θα καλύψει γρήγορα την οροφή και θα εμποδίσει τις κάμερες να συλλάβουν τις οπτικές πληροφορίες της φωτιάς.

Ένα έξυπνο σύστημα πυρόσβεσης απαιτεί παρακολούθηση σε πραγματικό χρόνο της εξέλιξης και της σοβαρότητας της πυρκαγιάς, της ανακατασκευής της θερμοκρασίας και του πεδίου καπνού, ιδιαίτερα των ρυθμών απελευθέρωσης θερμότητας (HRR) και της κίνησης του καπνού. Επιπλέον, ένα τέτοιο σύστημα θα πρέπει να είναι ακριβές, έγκαιρο και ανθεκτικό, βασισμένο σε ένα ατελές δίκτυο αισθητήρων που θα έχει υποστεί μερική ζημιά από πυρκαγιά και περιορισμένες εικόνες από κάμερες που καλύπτονται από καπνό. Η έννοια της πυρόσβεσης με τη βοήθεια αισθητήρων βάσει δεδομένων έχει προταθεί και αποδειχθεί στις πυρκαγιές διαμερισμάτων και πολλαπλών δωματίων ( (Han, 2010), (Cowlard, 2010) )

G

r

Καθοδηγούμενες από την πρόσφατη άνθηση της βαθιάς μάθησης και της υπολογιστικής υψηλών επιδόσεων, πολυάριθμες μελέτες έχουν προτείνει μεθόδους τεχνητής νοημοσύνης (AI) για την ανίχνευση πυρκαγιάς και την εκτίμηση του κινδύνου πυρκαγιάς, ιδιαίτερα σε πυρκαγιές δασικών εκτάσεων ( (Akhloufi, 2022) (Sayad, 2021)). Σε σύγκριση με τις συμβατικές μεθόδους που βασίζονται στη γνώση, ένα πλεονέκτημα των προσεγγίσεων που βασίζονται σε δεδομένα είναι ότι μπορούν να μάθουν αυτόματα τα κρυφά χαρακτηριστικά ή τις σχέσεις από τα διαθέσιμα δεδομένα. Μαζικές εικόνες καπνού και φλόγας έχουν επίσης υιοθετηθεί για την εκπαίδευση αλγορίθμων βαθιάς μάθησης για τη βελτίωση της ακρίβειας της ανίχνευσης πυρκαγιάς και τη μείωση του ποσοστού ψευδών συναγερμών ( (Cao, 2019), (Govil, 2020)) Πολλοί αλγόριθμοι που βασίζονται σε νευρωνικά δίκτυα (NNs) έχουν επίσης αναπτυχθεί για να εντοπίσουν τη θέση της πυρκαγιάς και να προβλέψουν την πυρκαγιά ( (Ghoreishi, 2019), (Hodges, 2019), (Zhai, 2019)).

W

Οι μέθοδοι τεχνητής νοημοσύνης έχουν επίσης εφαρμοστεί στην ανίχνευση και πρόβλεψη πυρκαγιάς σε διάφορες υποδομές και υποστηρίζουν τον σχεδιασμό πυροσβεστικής μηχανικής. Για παράδειγμα, έχουν προταθεί τεχνικές μηχανικής μάθησης για την εκπαίδευση των ιστορικών πειραματικών δεδομένων και τον προσδιορισμό των κρίσιμων συνθηκών για flashover (Dexters, 2020). Η αριθμητική βάση δεδομένων πυρκαγιάς διαμερίσματος που σχηματίζεται από τα αποτελέσματα προσομοίωσης του μοντέλου ζώνης εκπαιδεύεται επίσης από AI (που ονομάζεται μοντέλο P-Flash) για την πρόβλεψη της αναλαμπής (Wang, 2021), και έχουν προταθεί πολλαπλές μέθοδοι αντίστροφης μοντελοποίησης (Jahn, 2011,2012).

Η κίνηση του καπνού μέσα στο αίθριο έχει επίσης προβλεφθεί από τις μεθόδους τεχνητής νοημοσύνης βαθιάς μάθησης που εκπαιδεύτηκαν με τη βάση δεδομένων πυρκαγιάς CFD. Προηγουμένως, προτείνουμε ένα μοντέλο AI για την αναγνώριση των πληροφοριών πηγής πυρκαγιάς σε σήραγγες (Wu, 2021), τον εντοπισμό κρίσιμων συμβάντων πυρκαγιάς σε σήραγγες (Zhang, 2021) και την πρόβλεψη της εξέλιξης του στρώματος πυρκαγιάς και καπνού (Wu, 2021), τα οποία είχαν αποδειχθεί από την αριθμητική μοντελοποίηση πυρκαγιάς και τη βάση δεδομένων. Μέχρι στιγμής, η δυνατότητα χρήσης δικτύων αισθητήρων AI plus για τον εντοπισμό της πραγματικής πυρκαγιάς στη σήραγγα ή σε άλλα κτίρια για πρακτική πυρόσβεση δεν έχει διερευνηθεί.

## Κεφάλαιο 1<sup>ο</sup> : Πλαίσιο συστήματος

Για την ανακούφιση των πιθανών σημαντικών τραυματισμών και απωλειών για το παγιδευμένο προσωπικό και τους πυροσβέστες όταν συμβαίνει ένα επικίνδυνο ατύχημα πυρκαγιάς σε σήραγγες, παρέχεται κατά προτίμηση ένα σύστημα πληροφοριών για τις επιτόπιες ενέργειες πυρόσβεσης. Οι αλγόριθμοι AI, οι οποίοι έχουν δείξει την ικανότητά τους στην ανίχνευση και πρόβλεψη σεναρίων πυρκαγιάς, υιοθετούνται στο τρέχον σύστημα για την παρακολούθηση των πυρκαγιών στις σήραγγες με βαθιά εξόρυξη των διαθέσιμων δεδομένων που συλλέγονται από αισθητήρες. Υποτίθεται ότι ένα δίκτυο αισθητήρων, το οποίο θα μπορούσε να μετρήσει συνεχώς τη θερμοκρασία κατά τη διάρκεια μιας πυρκαγιάς, έχει ήδη εγκατασταθεί στη σήραγγα πριν συμβεί το περιστατικό πυρκαγιάς. Το σχήμα 1 απεικονίζει το πλαίσιο του προτεινόμενου συστήματος SFDT τεσσάρων βασικών συνιστωσών:

να δίκτυο αισθητήρων, το οποίο εγκαθίσταται στη σήραγγα πριν από περιστατικά πυρκαγιάς για τη συλλογή των επιτόπιων δεδομένων θερμοκρασίας.

να στοιχείο διακομιστή δεδομένων cloud, το οποίο διαβάζει τα δεδομένα που μεταφέρονται εξ αποστάσεως από το δίκτυο αισθητήρων σε έναν διακομιστή και αποθηκεύει τα δεδομένα σε τυπική μορφή.

Ένα στοιχείο κινητήρα AI, το οποίο χρησιμοποιεί τα διαθέσιμα δεδομένα μέτρησης για να δώσει αναγνώριση, πρόβλεψη και έγκαιρη προειδοποίηση σχετικά με τα πιθανά σεναρία πυρκαγιάς στους πυροσβέστες σε πραγματικό χρόνο.

ια διεπαφή χρήστη, η οποία θα μπορούσε να ανακτήσει την έξοδο του κινητήρα AI για την εμφάνιση της σκηνής πυρκαγιάς στο κέντρο επιχειρήσεων και να ειδοποιήσει τους πυροσβέστες και τους διοικητές σε φιλική λειτουργία.

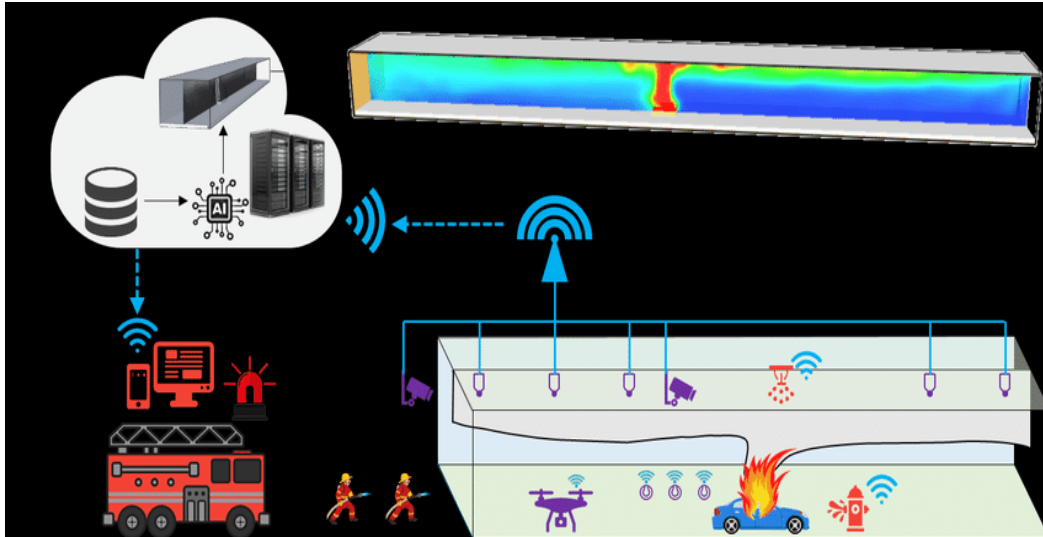
Μεταξύ αυτών των εξαρτημάτων, η μηχανή AI που επιτρέπει στο ψηφιακό δίδυμο να είναι αυτόματο και έξυπνο στην αντιμετώπιση του συμβάντος πυρκαγιάς σε σήραγγα διαδραματίζει κεντρικό ρόλο. Τα βέλη στο διάγραμμα υποδεικνύουν την κατεύθυνση της ροής δεδομένων και της αλληλεπίδρασης μεταξύ κάθε στοιχείου.

### 1.1 Δίκτυο αισθητήρων

Στην περίπτωση πυρκαγιάς, το στρώμα καπνού στις σήραγγες εμποδίζει την ορατότητα των καμερών CCTV στην παρακολούθηση της εξέλιξης της πυρκαγιάς. Ως καλύτερη εναλλακτική λύση, αισθητήρες και συσκευές που μετρούν την κατανομή της θερμοκρασίας, την ταχύτητα ροής/εξαερισμού και τις χαρακτηριστικές εκπομπές αερίων από πυρκαγιά (π.χ. CO και NOx) θα μπορούσαν να προεγκατασταθούν εντός των σηράγγων για την παροχή πιο αξιόπιστων δεδομένων. Για παράδειγμα, αισθητήρες θερμοκρασίας χαμηλού κόστους, όπως θερμοστοιχεία, θα μπορούσαν να εγκατασταθούν μαζί με τα φώτα και τους ανιχνευτές καπνού ομοιόμορφα στην οροφή της σήραγγας για την ταχεία παρακολούθηση της κατανομής θερμοκρασίας του στρώματος καπνού της πυρκαγιάς.

Τα δεδομένα που μετρούνται από αισθητήρες μπορούν να μεταφερθούν μέσω καλωδίων ή ασύρματων μεθόδων. Λαμβάνοντας υπόψη την κακή λήψη σε περιορισμένο χώρο και τη μετάδοση δεδομένων που παρεμποδίζεται από πυρκαγιές και βαρύ καπνό, μια ενσύρματη σύνδεση μαζί με τα υπάρχοντα καλώδια τροφοδοσίας και συναγερμού πυρκαγιάς που είναι θαμμένα στους τοίχους θα ήταν μια προτιμότερη επιλογή. Όπως φαίνεται περαιτέρω στο σχήμα 1, οι αισθητήρες μπορούν να συνδεθούν μέσω καλωδίων στον ελεγκτή συλλογής δεδομένων, ο οποίος θα μπορούσε να είναι μια τυπική συσκευή καταγραφής δεδομένων ικανή να μετατρέπει τα σήματα τάσης σε θερμοκρασία από έναν μικροϋπολογιστή ενός τσιπ. Το καταγραφικό δεδομένων πρέπει να τοποθετείται σε ασφαλή τοποθεσία μακριά από κινδύνους πυρκαγιάς και να είναι εξοπλισμένο με μονάδα Wi-Fi για μετάδοση δεδομένων.

Σημειώστε ότι η ανάπτυξη μεγάλου αριθμού αισθητήρων θα καθιστούσε δύσκολη τη συντήρηση του συστήματος και η διάρκεια ζωής των αισθητήρων θα μειωνόταν εάν η συχνότητα συλλογής δεδομένων ήταν άσκοπα υψηλή. Έτσι, η συχνότητα συλλογής και εξαγωγής δεδομένων σε μέγεθος λεπτών καθορίζεται συχνά στα υπάρχοντα συστήματα παρακολούθησης ( (Jiang, 2020), (Sharma, 2020)) και το μοντέλο υψηλής συχνότητας (> 1 Hz) μπορεί να ενεργοποιηθεί από ανιχνευτή υψηλής θερμοκρασίας ή καπνού όταν συμβεί συμβάν πυρκαγιάς. Η βέλτιστη απόσταση μεταξύ των αισθητήρων και η συχνότητα λειτουργίας των αισθητήρων θα μπορούσε να προσδιοριστεί μέσω ανάλυσης ευαισθησίας, όπως συζητήθηκε προηγουμένως (Wu, 2022).



Εικόνα 1. Το πλαίσιο του Smart Firefighting Digital Twin για την παρακολούθηση της πυρκαγιάς στο τούνελ.

## 1.2 Διακομιστής δεδομένων Cloud

Τα δεδομένα που συλλέγονται μεταφέρονται μέσω του διαδικτύου σε μια απομακρυσμένη βάση δεδομένων cloud και μαζί με το δίκτυο αισθητήρων και τη διεπαφή χρήστη, σχηματίζεται ένα σύστημα Internet of Things (IoT). Η βάση δεδομένων cloud μπορεί να διαχειριστεί από την πυροσβεστική υπηρεσία ή το γραφείο αντιμετώπισης καταστάσεων έκτακτης ανάγκης, τα οποία υποβάλλονται σε περαιτέρω επεξεργασία από τη μηχανή AI, όπως φαίνεται στο σχήμα 1. Ως εκ τούτου, οι πυροσβέστες και η πυροσβεστική υπηρεσία θα γνώριζαν τη δυναμική κατάσταση του συμβάντος της πυρκαγιάς αμέσως πριν και στο δρόμο προς το σημείο της πυρκαγιάς.

Τα δεδομένα στη βάση δεδομένων θα μπορούσαν να οργανωθούν από το Σύστημα Διαχείρισης Βάσεων Δεδομένων (DBMS) όπως η MySQL (Ζώνη 1997) σε πολλαπλούς πίνακες που συνδέονται μεταξύ τους ανάλογα με τις σχέσεις τους. Λόγω της έλλειψης προτύπων δεδομένων σχετικά με τις πληροφορίες πυρκαγιάς, η δομή της βάσης δεδομένων και του πίνακα πρέπει να καθοριστεί σαφώς πριν συμπληρωθεί με δεδομένα. Σε αυτή τη μελέτη, δημιουργείται μια κύρια βάση δεδομένων που έχει τρεις πίνακες: έναν πίνακα μέτρησης, ο οποίος επιτρέπει την αποθήκευση των δεδομένων θερμοκρασίας που μετρούνται από κάθε αισθητήρα σε κάθε στήλη. Ένα πίνακα προβλέψεων, ο οποίος συμπληρώνεται με τις προβλέψεις σε πραγματικό χρόνο από το μοντέλο τεχνητής νοημοσύνης. Ένας πίνακας σεναρίων, ο οποίος αποθηκεύει τις χαρακτηριστικές τιμές και τις εικόνες της κατανομής

θερμοκρασίας όλων των προσομοιωμένων σεναρίων, μπορεί να συμβεί στην πράξη. Ένα πρόγραμμα Python που διαθέτει διεπαφή προγραμματισμού εφαρμογών (API), δηλαδή, εγκαθίσταται στον διακομιστή για σύνδεση, αναζήτηση και εγγραφή της βάσης δεδομένων.

### **1.3 Η μηχανή AI**

Η μηχανή AI στον διακομιστή cloud είναι το βασικό στοιχείο του έξυπνου συστήματος. Ουσιαστικά, η μηχανή AI συμπεριφέρεται ως υποκατάστατο μοντέλο για να διαβάσει τα δεδομένα στη βάση δεδομένων ως εισόδους και να εξάγει τις προβλέψεις των πληροφοριών πυρκαγιάς (π.χ. τοποθεσία πυρκαγιάς, μέγεθος και περίγραμμα θερμοκρασίας). Οι έξοδοι θα εγγραφούν επίσης στη βάση δεδομένων χρησιμοποιώντας το πρόγραμμα Python που περιλαμβάνει γραμμές εντολών SQL μέσω του API MySQL Connector.

Στην πράξη, τα δεδομένα που συλλέγονται ενδέχεται να μην είναι έγκυρα, εμφανίζοντάς τα ως «λείπουν», «εκτός εμβέλειας», «μη ψηφία» και «εξάντληση» λόγω κατασκευαστικού ελαττώματος ενός αισθητήρα, κακής λειτουργίας ή ζημιάς από πυρκαγιά. Αν και αυτά τα μη έγκυρα δεδομένα αποθηκεύονται επίσης στη βάση δεδομένων, δεν μπορούν να διαβαστούν απευθείας από τη μηχανή AI. Για να βελτιωθεί η ευρωστία του κινητήρα AI, υιοθετείται ένας αλγόριθμος φίλτρου για την προεπεξεργασία και την παρεμβολή των ακατέργαστων δεδομένων σε περίπτωση σπασμένων αισθητήρων.

### **1.4 Διεπαφή χρήστη**

Η μετρούμενη θερμοκρασία και τα προβλεπόμενα αποτελέσματα απεικονίζονται σε μια διεπαφή χρήστη στην οθόνη του υπολογιστή ή του κινητού τηλεφώνου για να διευκολυνθεί η λήψη αποφάσεων σχετικά με την πυρόσβεση. Η διεπαφή χρήστη έχει τέσσερις βασικές περιοχές λειτουργιών: περιοχή ρύθμισης, περιοχή εμφάνισης, περιοχή προειδοποίησης και περιοχή γραμμής εντολών (Εικ. 1).

Η περιοχή ρύθμισης αποτελείται από μια ζώνη σύνδεσης και μια ζώνη εισόδου. Πρέπει να καθοριστεί η διεύθυνση IP του διακομιστή, το όνομα χρήστη, ο κωδικός πρόσβασης και το όνομα της βάσης δεδομένων. Στη συνέχεια, η διεπαφή χρήστη θα μπορούσε να συνδεθεί με τη βάση δεδομένων προορισμού στον απομακρυσμένο διακομιστή με τις πληροφορίες εισόδου. Η ζώνη εισόδου είναι να ορίσετε τις τιμές των παραμέτρων για τον κινητήρα AI, συμπεριλαμβανομένου του διαστήματος ενημέρωσης της εξόδου του, της ποσότητας προς έξοδο και του κριτηρίου για κρίσιμα συμβάντα. Η περιοχή

προβολής χρησιμεύει ως κοντέινερ Smart Firefighting Digital Twin, όπου η προβλεπόμενη σκηνή πυρκαγιάς μέσα στη σήραγγα θα μπορούσε να αποδοθεί σε πραγματικό χρόνο.

Οι λειτουργίες της έναρξης και της παύσης της πρόβλεψης μπορούν να γίνουν για την οπτικοποίηση των αποτελεσμάτων. Οι αλλαγές της εισόδου θα εμφανιστούν στην περιοχή της γραμμής εντολών. Οι γενικές διαστάσεις της σήραγγας, η θερμοκρασία που μετράται από αισθητήρες, η πρόβλεψη της πηγής πυρκαγιάς και η κατανομή της θερμοκρασίας στη σήραγγα θα εμφανίζονται στην περιοχή προβολής.

Οι βασικές πληροφορίες, δηλαδή η εμφάνιση των κρίσιμων συμβάντων και ο αντίστοιχος χρόνος εμφάνισης που προβλέπεται από το μοντέλο AI, θα δοθούν στην περιοχή πτώσης στο επάνω μέρος της διεπαφής. Το πρώτο μπλοκ στην περιοχή προειδοποίησης δείχνει την εμφάνιση ενός κρίσιμου συμβάντος και θα μετατραπεί από πράσινο σε κόκκινο του κρίσιμου συμβάντος που συμβαίνει. Τα άλλα τρία μπλοκ δείχνουν τον προβλεπόμενο χρόνο εμφάνισης των κρίσιμων συμβάντων που ορίζονται στη θερμοκρασία, τα τοξικά αέρια και τον καπνό από τώρα και στο εξής. Η διαδικασία λειτουργίας της διεπαφής χρήστη εξηγείται στις συμπληρωματικές πληροφορίες (SI).

Σε αυτή τη μελέτη, δημιουργείται μια κύρια βάση δεδομένων που έχει τρεις πίνακες: έναν πίνακα μέτρησης, ο οποίος επιτρέπει την αποθήκευση των δεδομένων θερμοκρασίας που μετρώνται από κάθε αισθητήρα σε κάθε στήλη. Ένα πίνακα προβλέψεων, ο οποίος συμπληρώνεται με τις προβλέψεις σε πραγματικό χρόνο από το μοντέλο τεχνητής νοημοσύνης. Ένα πίνακα σεναρίων, ο οποίος αποθηκεύει τις χαρακτηριστικές τιμές και τις εικόνες της κατανομής θερμοκρασίας όλων των προσομοιωμένων σεναρίων. Ένα πρόγραμμα εγγραφή της βάσης δεδομένων.

### **Αριθμητική προσομοίωση πυρκαγιάς σήραγγας και βάση δεδομένων**

Αυτή η ενότητα απεικονίζει τις λεπτομέρειες της κατασκευής της βάσης δεδομένων κατάρτισης, τη δομή του μοντέλου AI, τις ρυθμίσεις κατάρτισης και την αξιολόγηση του μοντέλου AI στη βάση δεδομένων κατάρτισης. Πρώτα απ' όλα, μια μεγάλη και αξιόπιστη



βάση δεδομένων κατάρτισης είναι ζωτικής σημασίας για την απόκτηση ενός μοντέλου AI με καλή απόδοση ( Wu, 2021), (Zhang, 2021)). Η βάση δεδομένων μπορεί να κατασκευαστεί με πειραματικά, αριθμητικά ή μικτά δεδομένα. Στην πραγματικότητα, είναι δύσκολο και δαπανηρό να διεξάγονται πραγματικές δοκιμές πυρκαγιάς σε σήραγγες μεταφοράς στο στάδιο της υπηρεσίας.

Για να διερευνηθεί η σκοπιμότητα ενός μοντέλου AI εκπαιδευμένου με αριθμητικά δεδομένα στην πρόβλεψη πραγματικών σεναρίων πυρκαγιάς, σχηματίζεται μια εκπαιδευτική βάση δεδομένων από τα αποτελέσματα προσομοίωσης διαφόρων σεναρίων πυρκαγιάς σήραγγας σε αυτή τη μελέτη. Για να καταστεί δυνατή η εκμάθηση των χαρακτηριστικών που κρύβονται σε σενάρια πυρκαγιάς από το μοντέλο τεχνητής νοημοσύνης, η ποσότητα και η ποικιλομορφία της αριθμητικής βάσης δεδομένων θα πρέπει να είναι αρκετά μεγάλες. Αυτό θα μπορούσε να επιτευχθεί με τη διαφοροποίηση των βασικών παραμέτρων πυρκαγιάς στην προσομοίωση.

## **Κεφάλαιο 2<sup>ο</sup> : Ενεργητική Πυροπροστασία – Συστήματα Πυραναγγελίας**

Όταν εμφανίζεται μια πυρκαγιά, μια εταιρεία πρέπει να χρησιμοποιήσει όλους τους διαθέσιμους πόρους και να λάβει τις απαραίτητες ενέργειες, γνωστές συλλογικά ως ενεργητική πυροπροστασία. Είναι ζωτικής σημασίας για τους ιδιοκτήτες μιας αποθήκης να διεξάγουν ενδεδειγμένες μελέτες, να διασφαλίζουν τη σωστή κατασκευή και να διατηρούν τακτικά συστήματα ενεργητικής πυροπροστασίας στους χώρους αποθήκευσης. Η συνεργασία με έναν τεχνικό ασφαλείας είναι απαραίτητη για τη διασφάλιση της πυρασφάλειας. Η ενεργή πυροπροστασία περιλαμβάνει τρία βασικά στοιχεία: ανίχνευση πυρκαγιάς, συναγερμό πυρκαγιάς και κατάσβεση. Αυτές οι έννοιες χρησιμεύουν ως βάση για τον εντοπισμό και την εφαρμογή κατάλληλων μέτρων πυροπροστασίας.

### **2.2.1. Συστήματα Πυρανίχνευσης**

Τα συστήματα πυρανίχνευσης μπορούν να κατηγοριοποιηθούν σε τρεις τύπους: θερμικό διαφορικό, θερμικό και ιονισμού καπνού. Αυτά τα συστήματα είναι όλα συνδεδεμένα σε έναν πίνακα πυρανίχνευσης, ο οποίος εμφανίζει τις διαφορετικές ζώνες όπου είναι εγκατεστημένο κάθε σύστημα. Όταν ενεργοποιείται ένας ανιχνευτής πυρκαγιάς, ο αρχηγός της ομάδας πυροπροστασίας μπορεί να προσδιορίσει την ακριβή τοποθεσία της πυρκαγιάς ανατρέχοντας στον πίνακα.

Επιπλέον, ο πίνακας πυρανίχνευσης συνδέεται με έναν τηλεφωνητή που επικοινωνεί απευθείας με τις υπηρεσίες έκτακτης ανάγκης στο 199. Η επιλογή εγκατάστασης συστήματος πυρανίχνευσης, ανεξάρτητα από τη συνεχή πληρότητα της αποθήκης, είναι μια σοφή απόφαση. Μέσα σε μια τεράστια εγκατάσταση, ένα τέτοιο σύστημα χρησιμεύει ως το πιο γρήγορο μέσο για την ειδοποίηση των εργαζομένων για μια εστία πυρκαγιάς, διασφαλίζοντας την ταχεία εκκένωση τους. Ταυτόχρονα, το σύστημα μπορεί να ρυθμιστεί ώστε να ειδοποιεί την τοπική πυροσβεστική υπηρεσία. Σήμερα, υπάρχει ένα ευρύ φάσμα διαθέσιμων συστημάτων ανίχνευσης, το καθένα σχεδιασμένο να ανιχνεύει συγκεκριμένα χαρακτηριστικά πυρκαγιάς όπως θερμότητα, καπνό ή φλόγες. Επιπλέον, η μέθοδος ανίχνευσης μπορεί να ποικίλλει, με κάθε προσέγγιση να έχει τα δικά της πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα.

### **2.2.2. Ανιχνευτές Θερμότητας**

Ένας βασικός ανιχνευτής θερμότητας λειτουργεί ανιχνεύοντας μια αύξηση της θερμοκρασίας που ξεπερνά ένα προκαθορισμένο επίπεδο. Αυτός ο τύπος ανιχνευτή είναι απλός, οικονομικός, ανθεκτικός και αξιόπιστος, αν και ανταποκρίνεται αργά. Ανάλογα με την εγγύτητα της πυρκαγιάς στον πλησιέστερο ανιχνευτή, μπορεί να υπάρξει ανεπιθύμητη καθυστέρηση πριν από την ενεργοποίηση του ανιχνευτή. Ένας άλλος τύπος ανιχνευτή θερμότητας, ο οποίος είναι πιο ευαίσθητος, όχι μόνο ανιχνεύει τη θερμοκρασία που επιτυγχάνεται αλλά παρακολουθεί και τον ρυθμό με τον οποίο αυξάνεται η θερμοκρασία. Ως αποτέλεσμα, αγνοεί τις σταδιακές, φυσικές αλλαγές ενώ ανταποκρίνεται άμεσα σε ξαφνικές, ακόμη και μικρές, αυξήσεις της θερμοκρασίας, ακόμα κι αν δεν φτάσουν στο προκαθορισμένο επίπεδο.

Όταν η θερμοκρασία αυξάνεται στους 60°C περίπου, ενεργοποιούνται τόσο τα θερμικά όσο και τα θερμοδιαφορικά συστήματα, αλλά η κύρια διάκριση έγκειται στην ευαισθησία των θερμοδιαφορικών. Αυτά τα συστήματα ανταποκρίνονται περισσότερο σε ξαφνικές αλλαγές θερμοκρασίας, όπως η μετάβαση από 40°C στους 50°C, γεγονός που θα ξεκινήσει την ενεργοποίησή τους. Η περιοχή κάλυψης ενός θερμικού ή θερμοδιαφορικού συστήματος πυρανίχνευσης είναι συνήθως περίπου 50 τ.μ. και η τοποθέτησή του καθορίζεται από τα ειδικά χαρακτηριστικά κάθε αποθήκης, συμπεριλαμβανομένων παραγόντων όπως δάπεδα, ψευδοροφές, χωρίσματα, αερισμός και κλιματισμός. Είναι σημαντικό να σημειωθεί ότι οι θερμικοί διαφορικοί ανιχνευτές πυρκαγιάς δεν είναι

Δημήτριος Μαργαρίτης, Τμήμα Μηχανικών Βιομηχανικής Σχεδίασης και Παραγωγής, Πα.Δ.Α.

κατάλληλοι για χώρους με λειτουργικά κλιματιστικά που παρουσιάζουν συχνές διακυμάνσεις θερμοκρασίας, καθώς αυτό μπορεί να ενεργοποιήσει ακούσια το σύστημα πυρανίχνευσης.

### **2.2.3. Ανιχνευτές Καπνού**

Ακόμη και προτού μια πυρκαγιά παράγει αρκετή θερμότητα για να ενεργοποιήσει έναν ανιχνευτή θερμότητας ή παράγει αρκετή φλόγα για να ενεργοποιήσει έναν ανιχνευτή φλόγας, μπορεί ήδη να εκπέμπεται ένα αξιοσημείωτο νέφος καπνού, ιδιαίτερα στην περίπτωση πυρκαγιάς βραδείας καύσης. Οι ανιχνευτές καπνού προσφέρουν τη δυνατότητα χρήσης είτε ενός οπτικού αισθητήρα είτε μιας συσκευής ιονισμού. Ενώ οι ανιχνευτές καπνού έχουν υψηλότερη τιμή σε σύγκριση με τους ανιχνευτές θερμότητας, η αυξημένη ευαισθησία τους και ο ταχύτερος χρόνος απόκρισης τους καθιστούν μια αξιόλογη επένδυση.

Παρά τη διαλείπουσα φύση ενός ανιχνευτή θερμότητας, οι ιονιστές καπνού προσφέρουν το πλεονέκτημα ενός σταθερού σήματος, διασφαλίζοντας τη συνεχή επιβεβαίωση ενός περιβάλλοντος χωρίς καπνό. Ωστόσο, η διαδικασία κατασκευής τους είναι πιο περίπλοκη και απαιτούν συχνότερη παρακολούθηση. Είναι σημαντικό να σημειωθεί ότι σε αποθήκη με κυκλοφορούντα πετρελαιοφόρα δεν συνιστάται η χρήση ιονιστή καπνού λόγω της συνεχούς ενεργοποίησής του από αναθυμιάσεις.

### **2.2.4. Ανιχνευτές Φλόγας**

Αυτά τα οπτικά όργανα έχουν την ικανότητα να ανιχνεύουν την ακτινοβολία που προέρχεται από φλόγες, ειδικά στην υπεριώδη ή υπέρυθρη περιοχή του φάσματος. Ο χρόνος απόκρισής τους είναι άμεσος και έχουν την ικανότητα να παρακολουθούν μια ευρεία περιοχή. Παρόμοια με τους ανιχνευτές καπνού, προσφέρουν συνεχές σήμα. Ωστόσο, για να λειτουργήσουν σωστά, απαιτούν την ορατότητα μιας φλόγας ή του ανακλώμενου φωτός της, πράγμα που σημαίνει ότι ενδέχεται να μην ανιχνεύσουν τις αρχικές φάσεις μιας πυρκαγιάς που σιγοκαίει.

Συνήθως, οι ανιχνευτές φλόγας είναι εξοπλισμένοι με συγκεκριμένα εξαρτήματα κυκλώματος που τους επιτρέπουν να ρυθμίζονται ώστε να ανταποκρίνονται στην κατάλληλη ποσότητα ακτινοβολίας, αγνοώντας τους εξωτερικούς παράγοντες όπως το φως του ήλιου, τον κεραυνό ή τις πηγές θερμότητας που είναι ενσωματωμένες στο παρακολουθούμενο περιβάλλον. Ωστόσο, η διαμόρφωσή τους ώστε να αγνοεί τη συγκόλληση ή τους απαγωγείς

φλόγας μπορεί να είναι δύσκολη και θα εξακολουθούν να λειτουργούν σε περίπτωση ακούσιας πυρκαγιάς.

### **2.2.5. Έξυπνα Συστήματα Πυρανίχνευσης**

Στο παρελθόν, τα συστήματα πυρανίχνευσης λειτουργούσαν αποκλειστικά με βάση τη δυαδική λειτουργία ενός αισθητήρα θερμότητας, παρέχοντας μια απλή απάντηση «ναι» ή «όχι». Ωστόσο, έχουν αναπτυχθεί σύγχρονα συστήματα για να προσφέρουν πρόσθετες πληροφορίες σχετικά με την αποτελεσματικότητα των ανιχνευτών και των συνοδευτικών κυκλωμάτων τους. Για παράδειγμα, στα συστήματα ανίχνευσης καπνού και φλόγας, η προηγμένη ηλεκτρονική ανάλυση της ενεργοποίησης του αισθητήρα επιτρέπει τον εντοπισμό μη φυσιολογικών προτύπων απόκρισης, επιτρέποντας τον έγκαιρο εντοπισμό πιθανών δυσλειτουργιών.

Ομοίως, τα συστήματα θερμικής ανίχνευσης μπορούν επίσης να παρέχουν αυτή την ικανότητα χρησιμοποιώντας θερμικές αντιστάσεις ως αισθητήρες. Αυτά τα έξυπνα συστήματα έχουν σχεδιαστεί ειδικά για να διατηρούν τη λειτουργικότητα ακόμη και σε περίπτωση διακοπής της καλωδίωσης. Στο προσωπικό ασφαλείας παρέχονται ζωντανές, αδιάλειπτες οπτικές αναπαραστάσεις των σημάτων που μεταδίδονται από κάθε ανιχνευτή, επιτρέποντάς τους να έχουν μια συνεχή και ενημερωμένη κατανόηση της κατάστασης. Το σύστημα ελέγχου μπορεί να προσαρμοστεί ώστε να ανταποκρίνεται άμεσα σε προκαθορισμένες περιστάσεις, όπως η ενεργοποίηση συναγερμών, διασφαλίζοντας την άμεση λήψη μέτρων.

### **2.2.6. Συστήματα Πυραναγγελίας**

Σε αυτή την κατηγορία περιλαμβάνονται διάφορα συστήματα ακουστικής ειδοποίησης όπως σειρήνες, σφυρίχτρες και κουδούνια. Ένα παράδειγμα είναι το χειροκίνητο ηλεκτρικό σύστημα συναγερμού, το οποίο αποτελείται από ένα κουμπί τοποθετημένο στον τοίχο σε συγκεκριμένο ύψος. Όταν πατηθεί, ενεργοποιούνται οι σειρήνες, συνοδευόμενες από το άναμμα μιας λάμπας. Για να αποφευχθεί ο πανικός μεταξύ των εργαζομένων, είναι απαραίτητο να υπάρχει ένα σύστημα τηλεβών. Αυτό επιτρέπει στον επικεφαλής της ομάδας πυροπροστασίας να δώσει ήρεμα και προσεκτικά οδηγίες σε όλους πως να προχωρήσουν προς τις εξόδους. Είναι σημαντικό για όλους τους εργαζόμενους να λάβουν εκπαίδευση

σχετικά με το πώς να ενεργοποιούν τον συναγερμό και πώς να ανταποκρίνονται όταν τον ακούν.

## **Κεφάλαιο 3<sup>ο</sup> : Συστήματα Πυρόσβεσης**

### **3.1. Σταθερά Συστήματα**

Οι πυροσβεστήρες είναι η κυρίαρχη μέθοδος για την κατάσβεση πυρκαγιών, είτε είναι σε αποθήκη είτε σε κλειστό χώρο. Το είδος της πυρκαγιάς, που καθορίζεται από την πηγή καυσίμου, υπαγορεύει τον αντίστοιχο πυροσβεστήρα που πρέπει να χρησιμοποιηθεί, ανάλογα με την ουσία που διανέμει. Τα κύρια πυροσβεστικά μέσα αποτελούνται από νερό, αφρό, διοξείδιο του άνθρακα και ξηρή σκόνη.

Επιπλέον, οι πυροσβεστήρες οροφής (συνήθως 12 kg με ξηρή σκόνη) γίνονται όλο και πιο συνηθισμένοι. Ομοίως γνωστές είναι οι φωλιές πυρκαγιάς, οι οποίες είναι γνωστά κόκκινα ντουλάπια που περιέχουν έναν εύκαμπτο σωλήνα που οδηγεί σε ένα ακροφύσιο. Οι ψεκαστήρες χρησιμοποιούνται ευρέως και είναι εξαιρετικά αποτελεσματικοί. Τώρα, ας εμβαθύνουμε σε περισσότερες λεπτομέρειες σχετικά με τα συστήματα πυρόσβεσης. Τα συστήματα καταιονισμού είναι μια εξαιρετική μέθοδος για την αυτόματη προστασία μιας αποθήκης. Ωστόσο, υπάρχουν και εξελιγμένες εναλλακτικές επιλογές διαθέσιμες για εξειδικευμένους τομείς..

### **3.2. Συστήματα Ψεκασμού**

Μια μη θωρακισμένη αποθήκη παρέχει ένα περιβάλλον όπου η φωτιά μπορεί να εξαπλωθεί γρήγορα. Παρουσία κιώνων, η φωτιά θα επεκταθεί κατακόρυφα, φτάνοντας προς τα πάνω. Στη συνέχεια, η συσσώρευση θερμών αερίων στην οροφή θα διασκορπιστεί οριζόντια, πυρπολώντας τα πάνω τμήματα των πρόσθετων στηλών. Ταυτόχρονα, η φωτιά θα προχωρήσει από τη μια άκρη των διαδρόμων στην άλλη είτε μέσω της ακτινοβολίας είτε μέσω της κατάρρευσης των φλεγόμενων υλικών. Εάν αφεθεί ανενόχλητη, οι συνθήκες για την ανάφλεξη της φωτιάς θα γίνουν ιδανικές, οδηγώντας σε ανάμειξη ολόκληρου του περιεχομένου της αποθήκης.

Για να αποφευχθεί η εμφάνιση τέτοιων περιστάσεων, συνιστάται ιδιαίτερα η εφαρμογή ενός συστήματος καταιονισμού. Συνήθως εγκαθίστανται στην οροφή, αν και μερικές φορές σε κάθετες επιφάνειες, αυτά τα συστήματα έχουν σχεδιαστεί για να

ενεργοποιούνται όταν η θερμοκρασία φτάσει σε ένα ορισμένο όριο, συνήθως γύρω στους 65 C. Κατά την ενεργοποίηση, η προστατευτική αμπούλα που περιέχεται στο σύστημα καταιωνιστήρων θρυμματίζεται, απελευθερώνοντας νερό με τρόπο που θυμίζει συντριβάνι, σβήνοντας αποτελεσματικά τις φλόγες στην πληγείσα περιοχή. Διατίθενται επίσης εναλλακτικά συστήματα καταιονισμού, όπως επιλογές ομίχλης και διοξειδίου του άνθρακα. Η ειδική εφαρμογή ενός συστήματος καταιονισμού καθορίζεται τόσο από το επιλεγμένο σύστημα αποθήκευσης όσο και από την ταξινόμηση κινδύνου που έχει εκχωρηθεί στην αποθήκη.

Σύμφωνα με στελέχη ενός ενημερωμένου οργανισμού, σήμερα δίνεται έμφαση στην εφαρμογή περιορισμών για τα είδη των ειδών που αποθηκεύονται σε ψηλές αποθήκες. Επιπλέον, υπάρχει μια σύσταση για εγκατάσταση εκτοξευτών σε μη παραδοσιακή κατακόρυφη διάταξη, και σε ορισμένες περιπτώσεις, η χρήση καταιωνιστήρων που τοποθετούνται στην οροφή έχει αποδειχθεί αντιπαραγωγική. Τέλος, οι μέθοδοι καταστολής πυρκαγιάς περιλαμβάνουν τη χρήση πυροσβεστήρων οροφής αυτόματης αναρρόφησης, οι οποίοι συνδυάζουν τη λειτουργικότητα τόσο ενός πυροσβεστήρα όσο και ενός συστήματος καταιονισμού.

Το αρχικό αυτοματοποιημένο σύστημα, οι ψεκαστήρες, ήταν πάντα γνωστό για την αξιοπιστία του. Οι ασφαλιστικές εταιρείες προωθούν ενεργά τη χρήση τους σε διάφορα σενάρια, ιδιαίτερα για την προστασία των αποθηκών. Αυτός ο τύπος συστήματος περιλαμβάνει μια αξιόπιστη πηγή νερού, ένα δίκτυο σωλήνων και πολλαπλές κεφαλές που ανταποκρίνονται αυτόματα στη θερμότητα. Οι ρυθμιστικοί φορείς σε διαφορετικά επίπεδα επιβάλλουν αυστηρές οδηγίες για να διασφαλίσουν την αξιοπιστία της παροχής νερού, είτε προέρχεται από αγωγούς είτε εξάγεται από λίμνη, ποτάμι ή δεξαμενή. Η ποσότητα των καταιωνιστήρων, η τοποθέτησή τους, ο ρυθμός ενεργοποίησης και η ευαισθησία στη θερμότητα εξαρτώνται από τον συγκεκριμένο κίνδυνο, όπως αναφέρθηκε προηγουμένως. Το περιτύπωμα των σωληνώσεων καθορίζεται από τον αριθμό των κεφαλών που μπορούν να ενεργοποιηθούν κατά τη διάρκεια μιας πυρκαγιάς, ο οποίος επηρεάζεται επίσης από τον κίνδυνο που προστατεύεται.

Υπάρχουν δύο επιλογές για το ευαίσθητο στη θερμότητα εξάρτημα ενός καταιωνιστή: ένας εύτηκτος σύνδεσμος ή, πιο συχνά, ένας συμπαγής γυάλινος λαμπτήρας γεμάτος με υγρό

υπό πίεση και σφραγισμένος με ένα βύσμα για την αποφυγή ροής νερού. Καθώς αυξάνεται η θερμοκρασία, αυξάνεται και η πίεση στο εσωτερικό του λαμπτήρα, με αποτέλεσμα τελικά να σκάσει και να απελευθερώνει το νερό. Η δύναμη του νερού κατευθύνεται προς ένα μεταλλικό φύλλο, συνήθως με οδοντωτή άκρη, με αποτέλεσμα να σπάει σε μικρότερα σταγονίδια.

Η ψύξη συμβαίνει καθώς τα νέφη του θερμού αερίου ανεβαίνουν, με αποτέλεσμα το σχηματισμό μικρότερων σταγονιδίων. Τα μεσαίου μεγέθους σταγονίδια στη συνέχεια μετατοπίζονται στο πλάι, ψύχοντας το καύσιμο στην περιοχή που δεν έχει πάρει ακόμα φωτιά. Μόνο τα μεγαλύτερα σταγονίδια καταφέρνουν να διαπεράσουν τις επιφάνειες που καίγονται από κάτω.

Ακόμη και οι πιο οξυδερκής και στρατηγικά τοποθετημένες κεφαλές απαιτούν μια σύντομη επεξεργασία πριν απαντήσουν. Αυτή η καθυστέρηση επιτρέπει στη φωτιά να εξαπλωθεί δυνητικά πριν ξεκινήσει η διαδικασία κατάσβεσης, με αποτέλεσμα περισσότερες κεφαλές να συμμετάσχουν στην προσπάθεια. Ωστόσο, δεν υπάρχει αμφιβολία ότι αυτά τα συστήματα μειώνουν σημαντικά τον ρυθμό διάδοσης της φωτιάς. Στην πλειονότητα των περιστατικών πυρκαγιάς, μόνο ένας μικρός αριθμός κεφαλών ενεργοποιείται. Στοιχεία από τη Μεγάλη Βρετανία και τις ΗΠΑ αποκαλύπτουν ότι στο 70% των πυρκαγιών που σβήστηκαν με καταιωνιστήρες δεν ασχολήθηκαν περισσότερες από τέσσερις κεφαλές. Ακόμα κι αν η φωτιά δεν έχει σβήσει τελείως, συνήθως τίθεται υπό έλεγχο για αρκετό χρόνο ώστε οι πυροσβέστες να εισέλθουν στις εγκαταστάσεις. Τα συστήματα καταιωνισμού διαθέτουν τον δικό τους εσωτερικό μηχανισμό συναγερμού, ο οποίος μπορεί να ενεργοποιηθεί τοπικά από ένα κουδούνι που λειτουργεί με νερό ή να ενεργοποιηθεί εξ αποστάσεως μέσω μιας αλλαγής της πίεσης εντός των σωληνώσεων.

Ο σωστός σχεδιασμός είναι ζωτικής σημασίας όταν πρόκειται για συστήματα καταιωνιστήρων, προκειμένου να διασφαλιστεί η άμεση ενεργοποίηση όταν χρειάζεται. Λάβετε υπόψη ότι καθώς τα προϊόντα στοιβάζονται ψηλότερα, η φωτιά θα έχει μεγαλύτερη εμβέλεια πριν ενεργοποιηθεί η πρώτη κεφαλή καταιωνιστήρων. Ενώ οι νεότερες κεφαλές γρήγορης απόκρισης είναι ωφέλιμες, εάν τα ράφια ξεπερνούν το ύψος των τριών ή τεσσάρων μέτρων, μπορεί να είναι απαραίτητο να ενσωματώσετε ψεκαστήρες μέσα στα ράφια. Οι ανιχνευτές είναι στρατηγικά τοποθετημένοι σε κάθε ράφι σε μια αδιάκοπη γραμμή. Μόλις

ενεργοποιηθούν αυτοί οι ανιχνευτές, παρέχεται νερό και ενεργοποιούνται οι καταιονιστήρες τόσο μέσα όσο και πάνω από το ράφι που καίγεται.

Ανεξάρτητα από το επιλεγμένο σύστημα, είναι σημαντικό να διατηρείται μια ελάχιστη απόσταση ενός μέτρου μεταξύ του υπερυψωμένου ψεκαστήρα και των αποθηκευμένων προϊόντων. Είναι επιτακτική ανάγκη να αποτραπεί η ανακατεύθυνση του νερού μακριά από τους αρμούς της οροφής, καθώς αυτό χρησιμεύει ως πολύτιμη προστασία έναντι πιθανής κατάρρευσης της οροφής.

Υπάρχει ένα πιθανό πρόβλημα σε ορισμένες περιοχές όπου το νερό στα συστήματα καταιονιστήρων μπορεί να παγώσει κατά τους χειμερινούς μήνες. Για να αντιμετωπιστεί αυτή η ανησυχία, μπορεί να εφαρμοστεί μια εναλλακτική μέθοδος γνωστή ως σύστημα "υγρό και ξηρό". Αυτό το σύστημα επιτρέπει την αντικατάσταση του νερού μέσα στους σωλήνες με πεπιεσμένο αέρα κατά τη χειμερινή περίοδο.

Δυστυχώς, αυτό σημαίνει ότι θα υπάρξει καθυστέρηση πριν φτάσει το νερό στο σύστημα λόγω της ανάγκης απελευθέρωσης αέρα. Ωστόσο, υπάρχουν διαθέσιμες τεχνικές για την ελαχιστοποίηση αυτής της καθυστέρησης, όπως η εφαρμογή ενός συστήματος «προ-ενέργειας». Αυτό το σύστημα χρησιμοποιεί ανιχνευτές υψηλής ευαισθησίας που μπορούν να ανιχνεύσουν την παρουσία πυρκαγιάς και να ξεκινήσουν την απελευθέρωση νερού στις σωληνώσεις ακόμη και πριν ενεργοποιηθούν οι εκτοξευτήρες.

### **3.3. Συστήματα Κατακλυσμού Ύδατος**

Η ιδέα πίσω από τα συστήματα πλημμύρας είναι ουσιαστικά η ίδια με αυτή των συστημάτων καταιονισμού, καθώς και τα δύο περιλαμβάνουν την τοποθέτηση ανοιχτών κεφαλών ψεκασμού για την κάλυψη της καθορισμένης περιοχής. Ωστόσο, υπάρχει μια βασική διάκριση μεταξύ των δύο. Ενώ οι ψεκαστήρες ενεργοποιούνται μεμονωμένα, απελευθερώνοντας νερό μόνο στην περιοχή της φωτιάς, ένα σύστημα κατακλυσμού λειτουργεί διαφορετικά. Σε ένα σύστημα κατακλυσμού, ανοίγει μια βαλβίδα, η οποία παρέχει νερό σε όλες τις κεφαλές ψεκασμού εντός της ζώνης όπου έχει ξεσπάσει η φωτιά.

Ένα αξιοσημείωτο πλεονέκτημα ενός συστήματος κατακλυσμού είναι η ικανότητά του να παρέχει γρήγορα μια σημαντική ποσότητα νερού, σβήνοντας αποτελεσματικά τη φωτιά. Από την άλλη πλευρά, υπάρχει ένα πιθανό μειονέκτημα της υπερβολικής ζημιάς από



το νερό, ιδιαίτερα εάν συμβεί μια μικρή πυρκαγιά κοντά στην περίμετρο μιας ζώνης, καθώς αυτό θα προκαλέσει τον κατακλυσμό σε δύο ζώνες ταυτόχρονα.

### **3.4. Συστήματα Αφρού**

Για τη δημιουργία του αφρού, μια συγκεκριμένη ουσία συνδυάζεται με νερό και αναμειγνύεται γρήγορα με τον αέρα χρησιμοποιώντας ένα εξειδικευμένο ακροφύσιο αναρρόφησης. Σε αυτοματοποιημένες ρυθμίσεις, η διαλυμένη ουσία και το νερό μπορούν να μετρηθούν προσεκτικά και να αναμειχθούν πριν εισέλθουν στον ψεκαστήρα. Εναλλακτικά, ορισμένες ουσίες αναμειγνύονται εκ των προτέρων με νερό και αποθηκεύονται σε δεξαμενή ως διάλυμα. Τα συστήματα σταθερού αφρού είναι ιδιαίτερα κατάλληλα για την προστασία αποθηκών που φιλοξενούν εύφλεκτα υγρά και ενδέχεται να μην έχουν συνεχή παρουσία προσωπικού.

### **3.5. Συστήματα Σκόνης**

Ενώ η σκόνη μπορεί να στοχεύσει και να σβήσει αποτελεσματικά τις φλόγες σε μια υγρή φωτιά, δεν έχει την ικανότητα να αποτρέψει την εκ νέου ανάφλεξη από μια θερμαινόμενη επιφάνεια και είναι αναποτελεσματική για την καταπολέμηση της φλόγας που σιγοκαίει ή είναι αδρανής. Κατά συνέπεια, η χρήση αυτών των συστημάτων δεν ενδείκνυται σε περιβάλλοντα αποθήκης.

### **3.6. Συστήματα Κατακλυσμού με Διοξείδιο του Άνθρακα**

Αυτά τα συστήματα χρησιμοποιούνται συχνά για την προστασία ηλεκτρικών εγκαταστάσεων, ιδιαίτερα σε περιβάλλοντα όπου υπάρχει εξοπλισμός πετρελαίου. Ο σκοπός τους είναι να μετατρέψουν τον αέρα μέσα σε ένα δωμάτιο σε μια ατμόσφαιρα που περιέχει μια κατασταλτική ποσότητα αερίου. Ο αέρας που συντηρεί μια πυρκαγιά μεταφέρει επίσης μια επικίνδυνη ποσότητα διοξειδίου του άνθρακα, το οποίο πρέπει να υπάρχει τουλάχιστον 30%. Οποιαδήποτε συγκέντρωση άνω του 12% είναι γρήγορα θανατηφόρα για τον άνθρωπο, καθιστώντας έτσι αυτό το σύστημα προφανή και σημαντικό κίνδυνο.

## **Κεφάλαιο 4<sup>ο</sup> : Ανάπτυξη Έξυπνου Συστήματος Συναγερμού Πυρκαγιάς**

Τα εμπορικά συστήματα συναγερμού πυρκαγιάς είναι σημαντικά για τη διάσωση ζωής και περιουσίας, αλλά επειδή έχουν διάφορα εξαρτήματα και χαρακτηριστικά, μπορεί να είναι λίγο περίπλοκα. Αυτό μπορεί να οδηγήσει σε προβλήματα όπως ψευδής

συναγερμός, ακατάλληλο μήνυμα, ανεπαρκείς πληροφορίες, καμία πληροφορία σε πραγματικό χρόνο σχετικά με την εξάπλωση της πυρκαγιάς κ.λπ. Όλοι οι προαναφερθέντες περιορισμοί λειτουργούν για να ξεπεραστούν με την ανάπτυξη έξυπνου συστήματος συναγερμού πυρκαγιάς βασισμένο στο IoT (Internet of Things) που λειτουργεί ασύρματα και απαιτεί μη επανδρωμένο εναέριο όχημα (UAV) που μεταδίδει το ζωντανό βίντεο. Ένα έξυπνο σύστημα συναγερμού πυρκαγιάς με UAV περιλαμβάνει UAV (μη επανδρωμένο εναέριο όχημα) (Seo, Choi και Song 2017), IFD (έξυπνος ανιχνευτής πυρκαγιάς), SM (διαχειριστής ασφαλείας), CCTV, CSD (κεντρική βάση δεδομένων διακομιστή) και χρήστης.

Το IFD και το CCTV βοηθούν στην παροχή σχετικών πληροφοριών και μηνυμάτων σχετικά με μια πυρκαγιά. Στέλνουν σήματα ασύρματα στην πλατφόρμα IoT. Σε περίπτωση πυρκαγιάς ή οποιασδήποτε έκτακτης ανάγκης, η SM και ο χρήστης ενημερώνονται ασύρματα από τον διακομιστή για να προβούν σε περαιτέρω ενέργειες. Το IFD (Intelligent Fire Detector) είναι προγραμματισμένο να ελέγχει τη φωτιά κοντά στους ανιχνευτές ανιχνεύοντας τη συγκέντρωση μονοξειδίου του άνθρακα (CO) και καπνού, αυξάνοντας τη θερμοκρασία και τη φλόγα. Όταν υπάρχει οποιαδήποτε ασυνήθιστη κατάσταση ή ανιχνεύεται οποιοδήποτε σημάδι πυρκαγιάς, όλα τα δεδομένα καταγράφονται στην κεντρική βάση δεδομένων διακομιστή και το UAV στηρίζεται στη βάση φόρτισης μπαταρίας στο παιχνίδι. Τα πλάνα από CCTV και UAV χρησιμοποιούνται για την παρακολούθηση πιθανών κινδύνων πυρκαγιάς. Αυτά τα πλάνα αποθηκεύονται στον διακομιστή και μπορούν να παρακολουθούνται από το SM και τον χρήστη.

Μπορούν να παρατηρήσουν τη φωτιά ανά πάσα στιγμή. Η τελική απόφαση λαμβάνεται μέσα από πλάνα UAV και CCTV και χειροκίνητη εξέταση της εστίας. Στην περίπτωση της πυρκαγιάς συνήθως απελευθερώνεται καπνός, θερμότητα, υπέρυθρη ακτινοβολία ή πολλά επιβλαβή αέρια. Πολλοί ηλεκτροχημικοί αισθητήρες έχουν σχεδιαστεί για να ανιχνεύουν ένα ή περισσότερα από αυτά τα φαινόμενα. Χρησιμοποιήσαμε ανιχνευτή φλόγας, καπνού (MQ2), αισθητήρα θερμοκρασίας (LM35) και μονοξείδιο του άνθρακα (MQ7) για να παρατηρήσουμε τις αλλαγές στη συσκευή μας. Όταν μια ασυνήθιστη κατάσταση εντοπίζεται από ανιχνευτές, η κεντρική βάση δεδομένων διακομιστή στέλνει ένα μήνυμα στο στέλνει το βίντεο σε πραγματικό χρόνο στον κεντρικό διακομιστή. Ο διαχειριστής ασφαλείας μπορεί να αναγνωρίσει τη φωτιά χρησιμοποιώντας ζωντανό βίντεο. Αυτό μπορεί να

προκαλέσει μεγάλο πανικό και σύγχυση μεταξύ των ανθρώπων στο κτίριο σε περίπτωση ψευδούς συναγερμού. Το UAV- Quadcopter στηρίζεται πίσω στη βάση φόρτισης. Δεν θα ληφθούν περαιτέρω μέτρα και όλα επιστρέφουν στην κανονική κατάσταση.

Εάν η πυρκαγιά αναγνωρίζεται από τον διαχειριστή ασφαλείας με βάση το CCTV, και πλάνα από το UAV. Οι συναγερμοί και το σύστημα ψεκασμού νερού ακροφυσίων γίνονται ενεργά. Το Quadcopter βοηθά τους ανθρώπους που βρίσκονται μέσα στο κτίριο κατά τη διάρκεια της πυρκαγιάς να βγουν από αυτό (Aedo, 2012). Όλα τα πλάνα, τα ύψη και οι τοποθεσίες της φωτιάς αποστέλλονται στην ομάδα πυρόσβεσης για να τους βοηθήσουν στη διάσωση. Ενημερώνεται ο γειτονικός πυροσβεστικός σταθμός και το ασθενοφόρο.

Το πρωταρχικό στοιχείο του ευφυούς συστήματος συναγερμού πυρκαγιάς που βασίζεται σε UAV είναι ένας έξυπνος ανιχνευτής πυρκαγιάς. Ο έξυπνος ανιχνευτής πυρκαγιάς είναι μια συναρμολόγηση έξυπνων αισθητήρων ανίχνευσης που αποτελούνται από αισθητήρες μονοξειδίου του άνθρακα, καπνού, φλόγας και θερμοκρασίας. Ο έξυπνος ανιχνευτής πυρκαγιάς αλληλοεπιδρά με τον κεντρικό διακομιστή μεταφέροντας ασύρματα την αξία των αισθητήρων. Ο κεντρικός διακομιστής γνωρίζει τη θέση των ανιχνευτών πυρκαγιάς και είναι φτιαγμένος για να ξεπεράσει τα προβλήματα που αντιμετωπίζει ο εμπορικός συναγερμός πυρκαγιάς. Ο εμπορικός συναγερμός πυρκαγιάς απαιτεί επίσης τεράστια καλωδίωση που αυξάνει το κόστος του έργου. Αυτά τα προβλήματα μπορούν να επιλυθούν χρησιμοποιώντας ένα ασύρματο σύστημα συναγερμού πυρκαγιάς. Σε ένα συμβατικό σύστημα συναγερμού, είναι πολύ δύσκολο να ελεγχθεί το βουητό του ψευδούς συναγερμού τα μεσάνυχτα λόγω ομίχλης ή οποιασδήποτε ζημιάς στην καλωδίωση (Aedo,

Αυτό μπορεί να προκαλέσει μεγάλο πανικό και σύγχυση μεταξύ των ανθρώπων στο κτίριο. Η λύση σε αυτά τα προβλήματα είναι η δημιουργία ενός έξυπνου συστήματος συναγερμού πυρκαγιάς (IFAS) που θα διαχειρίζεται από εφαρμογές για κινητά (Wan, 2020). Οι χρήστες μπορούν επίσης να απενεργοποιήσουν τον ψευδή συναγερμό με τη βοήθεια της εφαρμογής για κινητά. Και μπορεί να ελέγξει τα πλάνα CCTV οποιουδήποτε δωματίου ή μπαλκονιού στο κτίριο. Με απλή εγγραφή στην εφαρμογή για κινητά με το όνομα, τον αριθμό κινητού τηλεφώνου και το αναγνωριστικό email τους. Σε περίπτωση πυρκαγιάς, οι χρήστες της εφαρμογής για κινητά έχουν επίσης τη δυνατότητα να προειδοποιούν τον διαχειριστή

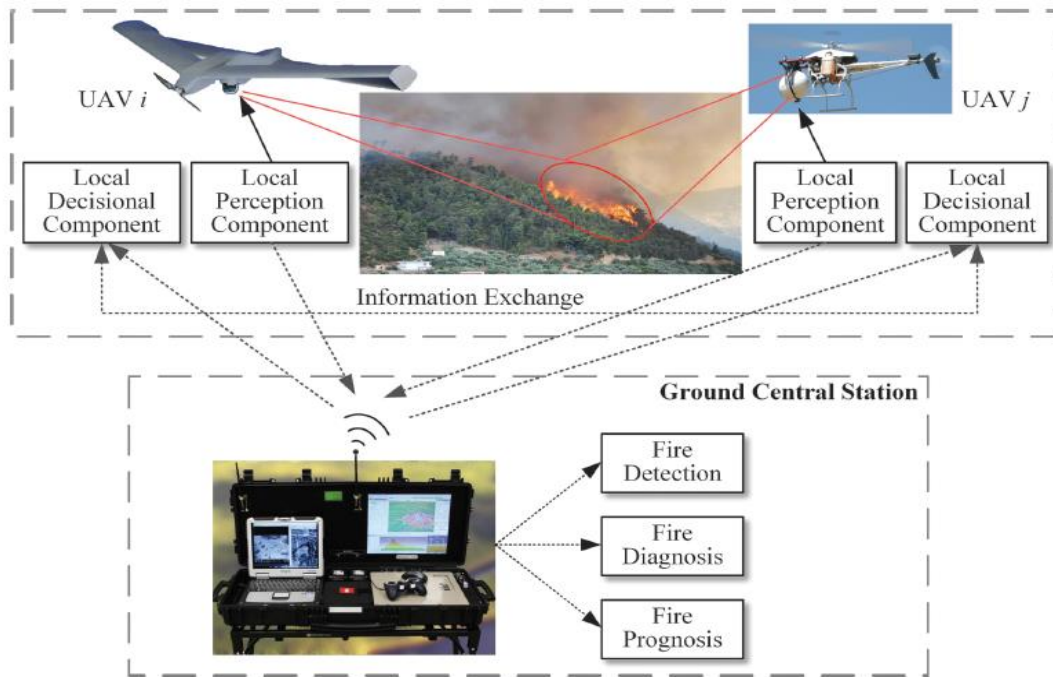
ασφαλείας (SM) και άλλους χρήστες στο κτίριο να τους βγάλουν από το κτίριο πριν εξαπλώσουν τη φωτιά. Το συμβατικό σύστημα πυρανίχνευσης έχει ορισμένους περιορισμούς όπως αναφέρεται παρακάτω:

- Η πιθανότητα ψευδούς συναγερμού είναι αρκετά υψηλή, για παράδειγμα, οποιαδήποτε ζημιά στο καλώδιο μπορεί να προκαλέσει ψευδή συναγερμό.
- Ο ενσύρματος συναγερμός χρειάζεται επίσης χειροκίνητη επιθεώρηση της εστίας που είναι μια πολύ χρονοβόρα διαδικασία.
- Η πηγή της πυρκαγιάς δεν μπορεί να εντοπιστεί και μπορεί να χρειαστεί ειδική διερεύνηση αυξάνοντας έτσι τις ζημιές.
- Τι να κάνετε όταν υπάρχει φωτιά, πώς να βγείτε; Και πώς να αποφύγετε τον πανικό μεταξύ των χρηστών και ποια θα είναι η μικρότερη διαδρομή για να βγάλετε τους ανθρώπους από το κτίριο.
- Διάρκεια ζωής της μπαταρίας, η κατάσταση των αισθητήρων δεν μπορεί να εξηγηθεί.
- Ένας αξιωματικός για την παρακολούθηση ζωντανών δεδομένων είναι απαραίτητος στα συμβατικά συστήματα.
- Οι αισθητήρες στον Έξυπνο Ανιχνευτή Πυρκαγιάς (Εικόνα 2) βοηθούν στη μείωση των περιπτώσεων ψευδούς συναγερμού. Όπως όταν τόσο ο αισθητήρας μονοξειδίου του άνθρακα όσο και ο αισθητήρας καπνού δίνουν υψηλή συγκέντρωση, τότε οι αισθητήρες φλόγας και θερμοκρασίας διασταυρώνονται για επιβεβαίωση πυρκαγιάς. Σε όλα τα IFD εκχωρείται μια θέση στο κτίριο.

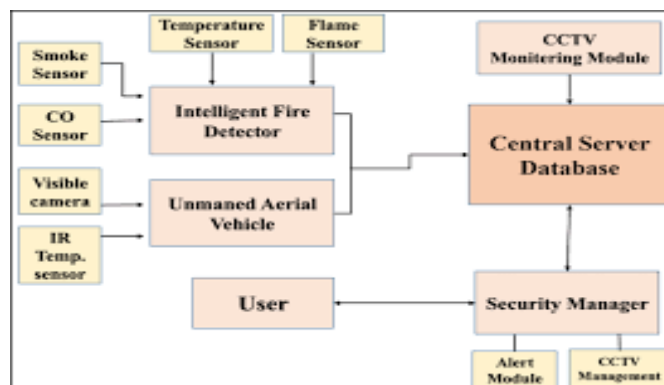
Το Raspberry Pi είναι μια από τις συνήθως χρησιμοποιούμενες τεχνολογίες στην πλατφόρμα IoT. Το Raspberry Pi όταν συνδέεται με τον αισθητήρα MQ2 για την ανίχνευση καπνού, αυτό θα μας βοηθήσει να λάβουμε ψηφιακά δεδομένα όταν ανιχνεύει καπνό. Το Raspberry pi μπορεί εύκολα να συσχετιστεί με το διαδίκτυο και να βοηθήσει στην επεξεργαστική ισχύ. Ο αισθητήρας MQ 2 λαμβάνεται επειδή ανιχνεύει καπνό, υγραέριο, CO, H<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub>, αλκοόλ και προπάνιο. Ο αισθητήρας λειτουργεί με βάση την αρχή του πηνίου θέρμανσης. Ο αισθητήρας θερμαίνεται χρησιμοποιώντας θερμότητα και ο χρόνος που απαιτείται για να θερμανθεί είναι γνωστός ως "χρόνος καύσης". Η πλακέτα αισθητήρων έχει

τέσσερις ακίδες για σύνδεση με ένα raspberry pi. Αυτά είναι ισχύς, γείωση, αναλογική έξοδος και ψηφιακή έξοδος. Ο αισθητήρας MQ2 έχει τα χαρακτηριστικά αίσθησης για πολλά αέρια για ανίχνευση όπως CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub> κ.λπ. Το αέριο υγραερίου είναι το πιο ευαίσθητο στην ανίχνευση και ο καπνός είναι πιθανό να είναι φυσιολογικός ευαίσθητος και το αέριο προπανίου είναι το λιγότερο ευαίσθητο. Για την αποστολή των πληροφοριών της εντοπισμένης πυρκαγιάς, το Firebase Cloud Messaging που χρησιμοποιείται για το σύστημά μας, μας παρέχει μηνύματα ειδοποίησης και ειδοποιήσεις στην εφαρμογή Android χωρίς κόστος.

Αρχικά το άτομο πρέπει να εγγραφεί για κονσόλα firebase και στη συνέχεια θα προστεθεί στο firebase, μετά από το οποίο μπορούμε να παρακολουθήσουμε περαιτέρω και να τροποποιήσουμε τις ρυθμίσεις του firebase. Αυτή η ενέργεια θα ειδοποιήσει επίσης τους άλλους χρήστες που έχουν συνδεθεί στην κονσόλα firebase. Το Firebase εξαρτάται από το cloud σε πραγματικό χρόνο και το οποίο παρακολουθείται και συνδέεται με κάθε πελάτη. Αφού αναπτύξουμε μια εφαρμογή Android που χρησιμοποιεί iOS και JavaScript SDKs και η οποία θα συνδεθεί περαιτέρω με πελάτες για τη λήψη αυτόματων ενημερωμένων δεδομένων σε πραγματικό χρόνο και για μηνύματα ειδοποίησης και email. Αρχικά, σχεδιάσαμε μια εφαρμογή Android χρησιμοποιώντας ένα στούντιο Android και μετά από αυτό, εγγραφήκαμε στο firebase, συνδεθήκαμε με τη συσκευή σε πραγματικό χρόνο και στη συνέχεια όλα τα καταχωρημένα δεδομένα θα εμφανιστούν εγκαίρως στη σελίδα δεδομένων μέσω της οποίας τα συνδεδεμένα gadget θα λάβουν μια ειδοποίηση.



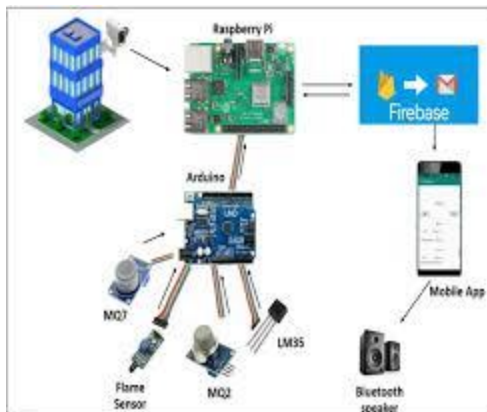
Εικόνα 2. Σύστημα συναγερμού πυρκαγιάς βασισμένο σε UAV



Εικόνα 3. Το CSD συνδέεται ασύρματα με ανιχνευτές IFD, CCTV, UAV και SM σε IFAS

Το σχήμα 2 αντιπροσωπεύει τη λεπτομερή σταδιακή λειτουργία του μοντέλου ασύρματα σε αυτό το CSD (Βάση Δεδομένων Κεντρικής Υπηρεσίας), το οποίο διαδραματίζει σημαντικό ρόλο στη μεταφορά πληροφοριών ή στην αποστολή ειδοποίησης σε περαιτέρω έξυπνο ανιχνευτή πυρκαγιάς, διαχειριστή ασφάλειας και UAV. Αυτό θα ειδοποιήσει τις πυροσβεστικές υπηρεσίες, οι οποίες θα αναλάβουν περαιτέρω δράση για τη διάσωση των ανθρώπων. Διαφορετικοί αισθητήρες ανιχνεύουν τα αέρια και τη φωτιά και ειδοποιούν. Αφού το IFD ανιχνεύσει το σήμα πυρκαγιάς από το CSD με βάση την απόφαση των διαχειριστών ασφαλείας να αποφασίσει για τη φωτιά στον τόπο ή όχι. Ο νοητός χάρτης

φαίνεται στο (εικόνα 4) τη σύνδεση μεταξύ διαφορετικών αισθητήρων όπως LM 35, MQ2, MQ7 κ.λπ. Αυτοί οι αισθητήρες ανιχνεύουν τα διαφορετικά αέρια όπως το CO και ανιχνεύουν τη φωτιά και στη συνέχεια περνούν την ειδοποίηση σε περαιτέρω συσκευές, έτσι ώστε να μπορεί να αποφευχθεί η πυρκαγιά. Όλοι οι αισθητήρες είναι ενσωματωμένοι στο Arduino UNO που μας βοηθά να ενσωματώσουμε τα δεδομένα και να τα στείλουμε περαιτέρω.



Εικόνα 4. IFD συνδεδεμένο με διαφορετικούς αισθητήρες

Ακολουθούν τα στοιχεία του IFAS:

- Μικροελεγκτής και μονάδα IoT
- R
- a • Arduino UNO
- s • Αισθητήρες ηχείων Bluetooth

1. Αισθητήρας ιονισμού CO (MQ7): Είναι ο προηγμένος αισθητήρας που χρησιμοποιείται για την ανίχνευση μονοξειδίου του άνθρακα (CO) και το στρώμα του αποτελείται από  $\text{SnO}_2$  που τον βοηθά να διατηρήσει τη σταθερότητα έτσι ώστε να μπορεί να χρησιμοποιηθεί για 5 χρόνια χωρίς κανένα πρόβλημα. Χαρακτηριστικά γνωρίσματα:

1) Υψηλή ευαισθησία στο μονοξείδιο του άνθρακα

2) Σταθερή και μεγάλη διάρκεια ζωής

2. Αισθητήρας καπνού ιονισμού (MQ2): Είναι ένας πολύ αποτελεσματικός και χρήσιμος αισθητήρας αερίου γνωστός ως MQ2 ή χημειοαντιστάτης καθώς χρησιμοποιείται για την ανίχνευση της συγκέντρωσης αερίου. Λειτουργεί με βάση ότι στην αρχή θα

ανιχνεύσει την αλλαγή της αντίστασης του υλικού όταν το αέριο έρχεται σε επαφή με το υλικό.

3. Αισθητήρας θερμοκρασίας (LM35): Το LM35 είναι ο αισθητήρας ανίχνευσης θερμοκρασίας που λειτουργεί με βάση την αρχή της τάσης είναι ευθέως ανάλογος με τη θερμοκρασία, έχει το πλεονέκτημα ότι μπορεί να πάρει την ανάγνωση της θερμοκρασίας τόσο στους βαθμούς Κελσίου όσο και στους Φαρενάιτ, ώστε να είναι πολύ αποτελεσματικός σε σύγκριση με άλλους αισθητήρες.

4. Αισθητήρας φλόγας: Είναι ένας τύπος αισθητήρα που προορίζεται να αναγνωρίσει καθώς και να αντιμετωπίσει την εμφάνιση μιας φλόγας ή πυρκαγιάς που οδηγεί την ανίχνευση πυρκαγιάς εύκολα και αποτελεσματικά.

Αναφορικά με το Λογισμικό :

: Παρέχει την πλατφόρμα για τη σύνταξη κωδικών σε διαφορετικές γλώσσες προγραμματισμού και τη μεταφόρτωσή τους στην πλακέτα Arduino, η οποία παρείχε ένα ολοκληρωμένο περιβάλλον για διαφορετικούς πρακτικούς σκοπούς.

Android Studio: Το Android studio είναι ένα εργαλείο που χρησιμοποιείται για την κατασκευή ανάπτυξης χρήσιμων και προηγμένων εφαρμογών για βάση Android και διαδραματίζει κρίσιμο ρόλο στη δοκιμή και τη λειτουργία διαφορετικών αισθητήρων και είναι επίσης πολύ χρήσιμο στη δημιουργία νέων και πρακτικών χρήσεων του IoT χωρίς να διαθέτει ακριβή εργαλεία Android.

Βιβλιοθήκες που χρησιμοποιούνται στο Raspberry Pi:

- Espeak και Pyaudio
- Βάση πυρόσβεσης
- SMTP

Ο έξυπνος ανιχνευτής πυρκαγιάς λειτουργεί σε τέσσερα βήματα:

Πράσινο»: δείχνει ότι ο συναγερμός λειτουργεί τέλεια·

Λευκό»: δείχνει ότι οι αισθητήρες δεν λειτουργούν σωστά.

κίτρινο»: δείχνει ότι οι αισθητήρες ανίχνευσαν κάτι.

Κόκκινο». δείχνει ότι οι αισθητήρες ανίχνευσαν φωτιά.



- Πράσινο: Όταν ο έξυπνος ανιχνευτής πυρκαγιάς λειτουργεί τέλεια ή εάν δεν δείχνει άλλη φωτιά, στέλνει το μήνυμα στον κεντρικό διακομιστή σχετικά με την ενεργή κατάσταση του IFD.
- Λευκό: Όταν ο έξυπνος ανιχνευτής πυρκαγιάς δεν λειτουργεί σωστά λόγω κάποιου σφάλματος στους αισθητήρες, χαμηλής μπαταρίας ή άλλων, στέλνει το μήνυμα στον κεντρικό διακομιστή σχετικά με την ανενεργή κατάσταση του IFD.
- Κίτρινο: Εάν ο έξυπνος ανιχνευτής πυρκαγιάς ανιχνεύσει μια ασυνήθιστη κατάσταση, εμφανίζεται το μήνυμα μη ασφαλές (Wang, κατάσταση από ανιχνευτές. Το CSD στέλνει UAV για παρακολούθηση του τζακιού σε πραγματικό χρόνο
- Κόκκινο: Όταν ο διαχειριστής ασφαλείας ή ο ταξινομητής CSD επιβεβαιώσει τη φωτιά. Το σύστημα συναγερμού αρχίζει να βουίζει παρέχοντας τη σωστή κατεύθυνση για να βγείτε από το κτίριο με ηχεία εγκατεστημένα στο κτίριο και UAV καθώς οι ψεκασθήρες θα ενεργοποιηθούν. Κάθε χρήστης ενημερώνεται στην εφαρμογή για κινητά σχετικά με τη φωτιά.

Κατά τη δοκιμή του πρωτοτύπου Intelligent Fire Alarm System (IFAS), μπορούμε να δούμε ότι το σύστημα λειτούργησε σωστά με καπνό, μονοξείδιο του άνθρακα, θερμοκρασία, αισθητήρα φλόγας και μπορεί να παρακολουθεί ζωντανά με UAV και CCTV. Ο έξυπνος ανιχνευτής πυρκαγιάς θα συνεχίσει να παρακολουθεί τα διάφορα δωμάτια και αίθουσες της πανεπιστημιούπολης RGIPT και τα πλάνα CCTV δίνουν επίσης ζωντανά βίντεο. Η παρακολούθηση CCTV των αιθουσών βοηθά στην κάλυψη όλων των χώρων. Όταν ανιχνεύονται συνθήκες πυρκαγιάς, όλοι οι αισθητήρες στέλνουν το σήμα στην κεντρική βάση δεδομένων διακομιστή ασύρματα στην πλατφόρμα του IoT.

Από εκεί το μήνυμα μεταφέρεται στην αίθουσα ελέγχου, όπου ο διαχειριστής ασφαλείας συνεχίζει να παρακολουθεί και σε περίπτωση έκτακτης ανάγκης. Εάν η κατάσταση έκτακτης ανάγκης έχει ληφθεί στο CSD, αποστέλλεται στην αίθουσα ελέγχου, ο διαχειριστής ασφαλείας (SM) συνεχίζει να παρακολουθεί το επίπεδο άνθρακα, καπνού και θερμοκρασίας. Το Security Manager (SM) εξετάζει όλες τις καταστάσεις ψευδούς

συναγερμού συγκρίνοντάς τις με το ρυθμό αύξησης της θερμοκρασίας και άλλες παραμέτρους. Η SM επιβεβαιώνει επίσης τη φωτιά με τα ζωντανά πλάνα CCTV. Το σύστημα θα απενεργοποιείται όταν υπάρχει ψευδής συναγερμός, δεν κοινοποιούνται περαιτέρω δεδομένα στο CSD και η επικίνδυνη κατάσταση SM ενημερώνει τις κοντινές υπηρεσίες.

Η σύνδεση μεταξύ raspberry pi, Arduino, θερμοκρασίας, αισθητήρα αερίου και η διέλευση του μηνύματος ειδοποίησης έχει ως αποτέλεσμα την δημιουργία βουητού έτσι ώστε οι υπηρεσίες να μπορούν να προσεγγιστούν για να σβήσουν τη φωτιά. Αυτό στέλνει περαιτέρω ένα μήνυμα στην κεντρική βάση δεδομένων διακομιστή που θα το παραδώσει περαιτέρω και το οποίο μπορεί να παρακολουθείται εύκολα. Για την αποστολή των πληροφοριών στο σχεδιασμό, το Firebase Cloud Messaging που χρησιμοποιείται για το σύστημά μας, μας παρέχει μηνύματα ειδοποίησης και ειδοποιήσεις στην εφαρμογή Android χωρίς κόστος. Αρχικά το άτομο πρέπει να εγγραφεί για κονσόλα firebase και στη συνέχεια θα προστεθεί στο firebase, μετά από το οποίο μπορούμε να παρακολουθήσουμε περαιτέρω και να τροποποιήσουμε τις ρυθμίσεις του firebase. Αυτή η ενέργεια θα ειδοποιήσει επίσης τους άλλους χρήστες που έχουν συνδεθεί στην κονσόλα firebase.

Το CCTV θα είναι πιο αποτελεσματικό όταν το χαρακτηριστικό της επεξεργασίας εικόνας θα είναι καλύτερο και όταν η επεξεργασία εικόνας σε συνδυασμό με την επιθεώρηση της κάμερας η εικόνα ή το βίντεο που καταγράφεται θα είναι αποτελεσματικό στην ανίχνευση πυρκαγιάς και επίσης θα βοηθήσει στην παρακολούθηση της πυρκαγιάς. Το IoT συνδέεται με τη σειρά δεδομένων που αποστέλλονται ειδοποίησης ειδοποίησης μετά την επεξεργασία της εικόνας που συλλαμβάνεται από κάμερα. Αυτό μπορεί να σταλεί στο διακομιστή χρησιμοποιώντας το διαδίκτυο και μετά θα στείλει ειδοποίηση στο Android.

Το CCTV και το UAV παρέχουν πολλά οφέλη σε σχέση με τις κοινές μεθόδους ανίχνευσης. Τα οποία είναι φθηνότερα και η εφαρμογή του είναι απλή σε σύγκριση με τις κοινές τεχνικές. Καθώς ο χρόνος απόκρισης τους είναι μικρότερος και δεν απαιτεί τίποτα για να ενεργοποιηθεί και να είναι σε θέση να συλλάβει μεγαλύτερες περιοχές, γεγονός που το καθιστά πιο μοναδική και προηγμένη τεχνολογία. Ο διαχειριστής συστήματος είναι σε θέση να παράγει προειδοποίηση για πυρανίχνευση. Ο διαχειριστής συστήματος επιτρέπει την παρακολούθηση τοποθεσιών μέσω CCTV και UAV και εμφανίζει χάρτες της περιοχής που είναι για διαχείριση πυρός σε πραγματικό χρόνο. Στη συνέχεια, σε περίπτωση πυρκαγιάς,

αυτοί οι χάρτες θα βοηθήσουν τους ανθρώπους να διασωθούν και να αποτρέψουν τη φωτιά παρακολουθώντας και καταπολεμώντας την. Αυτά τα δεδομένα είναι πολύ σημαντικά για την αποτελεσματική διαχείριση των πυρκαγιών από τις δυνάμεις πυρόσβεσης.

Το UAV-quadcopter με προσαρτημένη κάμερα διευκολύνει τη ροή ζωντανών βίντεο της εστίας σε όλους τους συνδεδεμένους χρήστες. Η χρήση του UAV-quadcopter εδώ βοηθά στη λήψη λεπτομερών φωτογραφιών και βίντεο σε πραγματικό χρόνο της εστίας σε κοντινή απόσταση. Για παράδειγμα, άμα έχουμε πυρκαγιά σε ένα ακαδημαϊκό μπλοκ του RGIPT, το IFD στέλνει πληροφορίες σε μια κεντρική βάση δεδομένων διακομιστή με εκκίνηση του UAV που στηρίζεται στη βάση φόρτισης από την αίθουσα ελέγχου σε λειτουργία αυτόματης πλοήγησης. Στη συνέχεια, το UAV φτάνει στην εστία σε λειτουργία αυτόματου πιλότου αφού ρυθμίσει τις συντεταγμένες κάθε ανιχνευτή στο δωμάτιο. Το UAV διαθέτει επίσης αισθητήρα υπερήχων για να αποφευχθεί η πρόσκρουση στους τοίχους του κτιρίου.

Ο ευφυής ανιχνευτής πυρκαγιάς (IFD) στέλνει δεδομένα στην κεντρική βάση δεδομένων διακομιστή, έτσι ώστε ο διαχειριστής ασφαλείας (SM) να μπορεί να λάβει περαιτέρω αποφάσεις σε περίπτωση πυρκαγιάς. Σε περίπτωση πυρκαγιάς, ο έξυπνος ανιχνευτής πυρκαγιάς ανιχνεύει φωτιά. Έπειτα ο διαχειριστής ασφαλείας (SM) επιβεβαιώνει τη φωτιά με ζωντανά πλάνα από το CCTV. Μόλις η SM επιβεβαίωσε τη φωτιά, ο διακομιστής στέλνει το μήνυμα σχετικά με τη φωτιά σε όλους τους εγγεγραμμένους χρήστες που συνδέονται με το σημείο πυρκαγιάς και τα περίχωρά του.

Στη συνέχεια, η θέση της εστίας μοιράζεται μαζί και το UAV, τοποθετημένο στην αίθουσα ελέγχου, προγραμματίζεται να φτάσει στη θέση πυρκαγιάς στη λειτουργία πλοήγησης αυτόματου πιλότου. Η ορατή κάμερα που συνδέεται με το UAV καταγράφει τις πληροφορίες σε πραγματικό χρόνο της τοποθεσίας πυρκαγιάς και τις στέλνει στον διακομιστή. Με πλάνα σε πραγματικό χρόνο, το UAV συνδέεται επίσης με έναν αισθητήρα θερμοκρασίας IR για την ανίχνευση της θερμοκρασίας του δωματίου. Ένας αισθητήρας υπερήχων στο UAV το προστατεύει από το να χτυπήσει τον τοίχο του κτιρίου ή οποιοδήποτε εμπόδιο στην πορεία του.

Αυτή η ασύρματη υπηρεσία επιτρέπει στην εφαρμογή Android να συνδέεται με firebase και παίζει κρίσιμο ρόλο στη διαχείριση δεδομένων σε πραγματικό χρόνο για την παροχή ρεαλιστικών δεδομένων συγκέντρωσης καπνού και θερμοκρασίας της φωτιάς και

μας βοηθά στην ανίχνευση, παρακολούθηση και καταπολέμηση. Καθώς χρησιμοποιεί επίσης την εικόνα ως επιβεβαίωση. Αυτή η εφαρμογή συνδέεται με το cloud, το οποίο ειδοποιεί περαιτέρω τους πελάτες που έχουν εγγραφεί στο cloud και ενημερώνει επίσης τις πυροσβεστικές υπηρεσίες μέσω ειδοποίησης. Η εφαρμογή είναι μια προηγμένη λειτουργία για την πρόληψη πυρκαγιών που είναι πολύ αποτελεσματική, χρονικά αποδοτική και υψηλής εμπέλειας. Ο διαχειριστής ασφαλείας θα στείλει επίσης ένα email και ειδοποίηση στον πελάτη, τις πυροσβεστικές υπηρεσίες μετά την εγγύηση της πυρκαγιάς που την καθιστά διαφορετική και μοναδική. Έχει την αρχή ότι όταν ο αισθητήρας ανιχνεύσει τη θερμότητα και εάν η θερμοκρασία περάσει την τιμή κατωφλίου, τότε θα ειδοποιήσει τη διοίκηση του συστήματος από ό, τι θα στείλει ειδοποίηση στον πελάτη που είναι συνδεδεμένος σε δεδομένα cloud.

### **: Χορήγηση Πιστοποιητικών – Έλεγχοι**

#### **Εισαγωγικές Παρατηρήσεις**

Αφού επιλεγεί το σύστημα πυρόσβεσης, το επόμενο βήμα περιλαμβάνει τη δημιουργία μιας μελέτης πυρασφάλειας από όλες τις μονάδες αποθήκευσης που συμμορφώνονται με το νόμο. Αυτή η μελέτη περιλαμβάνει τα απαραίτητα μέτρα ή και μεθόδους πυροπροστασίας, προσαρμοσμένα σε κάθε μοναδική κατάσταση. Συγκεκριμένα, διπλωματούχος πολιτικός μηχανικός ή αρχιτέκτονας είναι υπεύθυνος για τη σύνταξη της μελέτης παθητικής πυροπροστασίας, η οποία εστιάζει στην ικανότητα του κτιρίου να αντέχει σε συνθήκες πυρκαγιάς. Από την άλλη πλευρά, το έργο της εκπόνησης της αντίστοιχης μελέτης ενεργητικής πυροπροστασίας βαρύνει έναν μηχανολόγο μηχανικό ή ηλεκτρολόγο μηχανολόγο με πτυχίο πανεπιστημίου.

Στη συνέχεια η τεκμηρίωση παθητικής πυροπροστασίας υποβάλλεται στην Πολεοδομία για εξέταση και έγκριση. Κατόπιν αυτού διαβιβάζεται στην Πυροσβεστική Υπηρεσία για αξιολόγηση της μελέτης ενεργητικής πυρασφάλειας. Μόλις η Πυροσβεστική Υπηρεσία ολοκληρώσει την αξιολόγησή της, τα έγγραφα επιστρέφονται στην Πολεοδομία, η οποία στη συνέχεια χορηγεί στον ιδιοκτήτη του κτιρίου άδεια κατασκευής. Μόλις ολοκληρωθεί η κατασκευή του κτιρίου της αποθήκης, ο ιδιοκτήτης ζητά έλεγχο από την Πυροσβεστική Υπηρεσία. Μετά τη διεξαγωγή ενδεδειγμένου ελέγχου του χώρου και την εφαρμογή των απαραίτητων μέτρων πυρασφάλειας που περιγράφονται στη μελέτη, η

Πυροσβεστική Υπηρεσία εκδίδει πιστοποιητικό που παραμένει σε ισχύ για περίοδο πέντε ετών.

Ωστόσο, υπάρχουν δύο σημαντικά ζητήματα που προκύπτουν συχνά σε αυτή τη διαδικασία. Το πρώτο πρόβλημα αφορά την αδυναμία της Πυροσβεστικής Υπηρεσίας να πραγματοποιήσει τακτικές επείγουσες επιθεωρήσεις για τη διασφάλιση της σωστής συντήρησης και λειτουργίας των συστημάτων ενεργητικής πυροπροστασίας που είναι εγκατεστημένα στο κτίριο. Επιπλέον, υπάρχει ανησυχία σχετικά με το επίπεδο γνώσεων και επάρκειας των εργαζομένων στο χειρισμό αυτών των συστημάτων πυροπροστασίας.

Ένα εξαιρετικό παράδειγμα μπορεί να βρεθεί στην περιοχή του Βιομηχανικού Πεδίου, όπου ο αριθμός του προσωπικού της Πυροσβεστικής Υπηρεσίας που έχει ανατεθεί σε επιθεωρήσεις είναι ανεπαρκής για να αντιμετωπίσει τον αυξανόμενο «υπερπληθυσμό» που προκαλείται από την παρουσία βιομηχανικών εγκαταστάσεων και αποθηκευτικών εγκαταστάσεων. Το δεύτερο θέμα αφορά αποθήκες που δεν διαθέτουν έγκυρη άδεια λειτουργίας. Αυτές οι εγκαταστάσεις λειτουργούν χωρίς επίβλεψη από καμία αρμόδια αρχή, επιτρέποντάς τους να λειτουργούν χωρίς να εφαρμόζονται ή να επιβάλλονται τα απαραίτητα μέτρα πυρασφάλειας.

Όσον αφορά την έκδοση του πιστοποιητικού πυροπροστασίας, είναι σημαντικό να σημειωθεί ότι η μελέτη πυρασφάλειας είναι προσαρμοσμένη στα μοναδικά χαρακτηριστικά κάθε αποθήκης, όπως το είδος των εμπορευμάτων, οι μέθοδοι αποθήκευσης, η συσκευασία και η παρουσία αυτοματισμού. Συνεπώς, εάν υπάρχουν αλλαγές στον σκοπό, το μέγεθος ή άλλους παράγοντες της αποθήκης, πρέπει να διεξαχθεί νέα μελέτη. Αυτή η νέα μελέτη θα καθορίσει τα απαραίτητα μέτρα πυροπροστασίας με βάση τις ενημερωμένες πληροφορίες.

## **2. Κανονισμοί Πυρασφάλειας Αποθηκών**

Υπάρχουν δύο βασικές ταξινομήσεις σύμφωνα με τους ισχύοντες κανονισμούς που διακρίνουν τα κτίρια με αποθήκες όσον αφορά την πυρασφάλεια. Οι ταξινομήσεις αυτές βασίζονται στην ημερομηνία έκδοσης της οικοδομικής άδειας. Η πρώτη κατηγορία περιλαμβάνει κτίρια που έλαβαν οικοδομική άδεια μετά τις 16 Φεβρουαρίου 1988 και υπόκεινται στις διατάξεις που περιγράφονται στο Π.Δ. 71/88 και συγκεκριμένα το άρθρο 11. Από την άλλη, η δεύτερη κατηγορία αφορά κτίρια αποθηκών με άδεια οικοδομής που έχει

εκδοθεί πριν από τις 16 Φεβρουαρίου 1988 και υπάγονται στην πυροσβεστική διάταξη 6 ΦΕΚ 150/Β/13-3. -96.

Το άρθρο 11 του Π.Δ. 71 αφορά τους κανονισμούς πυροπροστασίας για τις αποθήκες και τις βιομηχανίες, εστιάζοντας συγκεκριμένα στις επιχειρήσεις που έχουν λάβει οικοδομική άδεια μετά τις 16/2/88 και στη συνεχιζόμενη ανέγερση κτιρίων. Σε αυτό το άρθρο, οι αποθήκες κατηγοριοποιούνται σε τρεις διαφορετικές κατηγορίες κινδύνου. Υπάρχουν δύο κατηγορίες που ταξινομούν το επίπεδο κινδύνου με βάση το πυροθερμικό φορτίο. Η κατηγορία Z1, η οποία θεωρείται χαμηλού κινδύνου, έχει πυροθερμικό φορτίο έως και 1.000 MJ/m. Η κατηγορία Z2, από την άλλη πλευρά, εμπίπτει σε μεσαίο κίνδυνο και έχει πυροθερμικό φορτίο που κυμαίνεται από 1.000 έως 2.000 MJ/m<sup>2</sup>.

Σύμφωνα με την ταξινόμηση Z3 (υψηλού κινδύνου), το πυροθερμικό φορτίο υπερβαίνει τα 2.000 MJ/m<sup>2</sup>. Η έννοια του πυροθερμικού φορτίου αναφέρεται στη θερμότητα που παράγεται από την καύση όλων των ουσιών που περιέχονται σε μια δομή. Για παράδειγμα, μια αποθήκη υψηλής ποιότητας ορίζεται από ένα όριο 2.000 MJ/m<sup>2</sup>, το οποίο ισοδυναμεί με 120 kg σίτου/m<sup>2</sup> και 91 kg ζωικού μαλλιού/m<sup>2</sup>, που αντιπροσωπεύει μια σαφή διάκριση. Επιπλέον, οι αποθήκες λευκών οικιακών συσκευών ανήκουν σε αυτή την κατηγορία λόγω των υλικών συσκευασίας τους, όπως χαρτόνι, φελιζόλ και νάιλον.

### **Εκπαίδευση – Σχέδιο Εκκένωσης Πυροπροστασίας**

Οι περισσότερες πυρκαγιές ξεσπούν σε αποθήκες και σε εμπορικές αποθηκευτικές περιοχές. Αυτές οι τοποθεσίες κατακτούν την πρωτιά, λόγω της αξίας της κατεστραμμένης ιδιοκτησίας. Χοντρικά τα 2/3 των κύριων πυρκαγιών σε αποθήκες ξεσπούν τη νύχτα –όταν η επιτήρηση είναι συχνά η χαμηλότερη. Οι έρευνες μετά από μεγάλες πυρκαγιές δείχνουν ότι ένα μεγάλο ποσοστό θα μπορούσε να αποφευχθεί αν τα σχέδια προστασίας των εταιριών διαχειρίζονταν με την ίδια ζωντάνια και επίβλεψη όπως άλλες, πιο εμπορικές στρατηγικές.

Τι προκαλεί λοιπόν τις πυρκαγιές, πώς μπορούν να προληφθούν και πώς μπορούν να ελαχιστοποιηθούν οι συνέπειές τους; Για να ξεκινήσει μία φωτιά, τρία συστατικά πρέπει να έλθουν σε επαφή, το λεγόμενο τρίγωνο της φωτιάς: οξυγόνο (παρέχεται από τον αέρα), εύφλεκτα υλικά και μία πηγή ανάφλεξης. Σε μια αποθήκη, είναι απλά μη εφαρμόσιμο να χωριστούν εντελώς αέρας και εύφλεκτα υλικά.

Συνεπώς η κύρια ελπίδα για αποφυγή πυρκαγιάς συγκεντρώνεται στον αποκλεισμό ή έλεγχο των πηγών ανάφλεξης. Ακόμα και τα πιο λεπτομερή μέσα πρόληψης δε θα εξαλείψουν εντελώς τον κίνδυνο πυρκαγιάς. Γι' αυτό άλλη μια σημαντική πλευρά της προστασίας από φωτιά είναι να υπάρχει μια διαδικασία αντιμετώπισής πυρκαγιάς σε περίπτωση που ξεσπάσει. Μόνο ένα καλά οργανωμένο και δοκιμασμένο σχέδιο ανάγκης έχει καλές πιθανότητες να εφαρμοστεί αρκετά γρήγορα και αποφασιστικά ώστε να σώσει ζωές, περιουσία και αποθηκευτικό υλικό.

Τέλος, είναι σημαντικό να θυμόμαστε ότι η πυροπροστασία δεν είναι ένα σχέδιο που θα εφαρμοστεί μια φορά και μετά θα ξεχαστεί. Μαζί με το χρόνο και την προσπάθεια που επενδύεται στον αρχικό σχεδιασμό, η διεύθυνση οφείλει να έχει σταθερή δέσμευση για συνεχή επανεξέταση και ανανέωση της ετοιμότητας του χώρου στην εφαρμογή σχεδίου. Η προτεραιότητα είναι να προλάβουμε τη φωτιά, αλλά αν αποτύχει αυτή η στρατηγική, η επιβίωση μιας αποθήκης εξαρτάται από το σχέδιο πυρόσβεσης. Οι λεπτομέρειες του σχεδίου μπορεί να είναι λιγότερο σημαντικές από το γεγονός ότι αυτό υπάρχει και ότι μπορεί να εφαρμοστεί γρήγορα.

Τη στιγμή που ξεκινά μια πυρκαγιά, οι διευθυντές και οι υπάλληλοι της αποθήκης βρίσκονται σε άγνωστο έδαφος. Το πρώτο, λοιπόν, πράγμα που πρέπει να καταλάβουμε για την προετοιμασία ενός σχεδίου εκτάκτου ανάγκης είναι ότι δεν πρέπει να βασίζεστε στις δικές σας πηγές μόνο.

Αντλήστε ελεύθερα από την εμπειρία και την εκπαίδευση των ειδικών, συμπεριλαμβανομένης της πυροσβεστικής υπηρεσίας. Οι περισσότερες περιπτώσεις σε αποθήκες απαιτούν έλεγχο των κινδύνων από ειδικούς συνοδευόμενο από ένα σχέδιο εκτάκτου ανάγκης σχεδιασμένο γι' αυτό το σκοπό. Αυτή είναι σίγουρα μια δουλειά για συμβούλους ειδικούς στην πυροπροστασία και μηχανικούς που να δουλεύουν δίπλα στη δική σας ομάδα. Αν δυσκολεύεστε να ξεχωρίσετε τους κατάλληλους ανεξάρτητους ειδικούς, παρακαλώ επικοινωνήστε με τη Λέσχη, που θα είναι σε θέση να προσφέρει αμερόληπτη καθοδήγηση.

Η άμεση δράση σε περίπτωση πυρκαγιάς είναι σημαντική αν πρέπει να σωθούν ανθρώπινες ζωές και ιδιοκτησία και να ελαχιστοποιηθούν οι συνέπειες στην επιχείρηση. Χωρίς την δυνατότητα να ανακληθεί ένα προετοιμασμένο και σαφές σχέδιο, οι ενέργειες θα

είναι ασυντόνιστες και αναποτελεσματικές. Ένα σχέδιο εκτάκτου ανάγκης δεν πρέπει να είναι περίπλοκο, αλλά θα πρέπει να είναι ξεκάθαρο και σαφές και να μην αφήνει καμία αμφιβολία για τις συγκεκριμένες αρμοδιότητες καθενός.

Όσα ακολουθούν αναφέρουν περιληπτικά τα σημαντικά στοιχεία και τις απαιτήσεις εκπαίδευσης με βάση τα οποία θα πρέπει να οργανώνεται κάθε σχέδιο εκτάκτου ανάγκης, είτε το απαιτεί η φωτιά είτε άλλο σημαντικό συμβάν, από έκχυση χημικών μέχρι σεισμό.

- Ομάδα Εκτάκτου Ανάγκης

Το βασικό προσωπικό θα πρέπει να λάβει εκπαίδευση που να περιλαμβάνει λεπτομερή συζήτηση των πιθανών έκτακτων περιστατικών και της συμμετοχής του στη δράση:

- Ελεγκτής

Έχει το γενικό πρόσταγμα σε έκτακτα περιστατικά. Οργανώνει την εκκένωση, τη διάσωση, την πυρόσβεση και όλα τα μέσα που χρειάζονται για να τεθεί η κατάσταση υπό έλεγχο.

- Φύλακες

Είναι υπεύθυνοι να διαβεβαιώνουν ότι το κτίριο έχει εκκενωθεί και ότι όλοι οι απασχολούμενοι είναι παρόντες στην καταμέτρηση ή να αναφέρουν ότι υπάρχουν απόντες στον ελεγκτή.

- Ομάδα Πυρόσβεσης

Είναι υπάλληλοι εκπαιδευμένοι στην πυρόσβεση, τη διάσωση και άλλα επείγοντα περιστατικά. Δίνουν αναφορά στον ελεγκτή.

- Ανάκληση Σχεδίου

Αυτό καλύπτει την αρχική δράση που πρέπει να αναληφθεί αμέσως μόλις σημάνει ο συναγερμός. Θα πρέπει να περιλαμβάνει τα ειδικά καθήκοντα της ομάδας εκτάκτου ανάγκης και τις ενέργειες γενικής εκκένωσης και συγκέντρωσης που απαιτούνται απ' όλους τους άλλους υπαλλήλους. Η αποτελεσματικότητα της διαδικασίας ανάκλησης πρέπει να ελέγχεται με διαλείμματα σε δήθεν ανάλογες αιφνίδιες καταστάσεις.



### **Ξυπνα Συστήματα στη Διάθεση της Ελληνικής Πυροσβεστικής Υπηρεσίας.**

Η Ελληνική Πυροσβεστική Υπηρεσία (ΕΠΥ) έχει υιοθετήσει μια σειρά από σύγχρονα και καινοτόμα συστήματα για τη βελτίωση της αποτελεσματικότητας και της ανταπόκρισής της σε περιπτώσεις έκτακτης ανάγκης. Η χρήση έξυπνων συστημάτων και τεχνολογιών αποτελεί ένα κρίσιμο βήμα προς την ενίσχυση της πρόληψης, της ανίχνευσης και της καταπολέμησης των πυρκαγιών. Παρακάτω παρατίθενται οι κύριες τεχνολογίες και συστήματα που έχουν ενσωματωθεί στις επιχειρησιακές διαδικασίες της ΕΠΥ.

- **Συστήματα Γεωγραφικών Πληροφοριών (GIS)**

Τα συστήματα γεωγραφικών πληροφοριών (GIS) χρησιμοποιούνται για τη χαρτογράφηση και την ανάλυση δεδομένων που αφορούν τις περιοχές υψηλού κινδύνου πυρκαγιών. Με τη βοήθεια των GIS, η ΕΠΥ μπορεί να λαμβάνει πληροφορίες σε πραγματικό χρόνο σχετικά με τη θέση των πυρκαγιών, τη διασπορά τους, καθώς και τις κοντινές υποδομές. Αυτή η δυνατότητα επιτρέπει τον καλύτερο σχεδιασμό των επιχειρήσεων κατάσβεσης και την αποφυγή σημαντικών ζημιών.

- **Δορυφορική Παρακολούθηση**

Η δορυφορική παρακολούθηση παρέχει τη δυνατότητα ανίχνευσης πυρκαγιών σε απομακρυσμένες και δυσπρόσιτες περιοχές. Μέσω των δορυφόρων, η ΕΠΥ μπορεί να παρακολουθεί την εξέλιξη των πυρκαγιών και να συλλέγει δεδομένα σε πραγματικό χρόνο. Αυτά τα δεδομένα είναι ζωτικής σημασίας για τη λήψη γρήγορων και αποτελεσματικών αποφάσεων όσον αφορά τις ενέργειες καταπολέμησης των πυρκαγιών.

- **Αισθητήρες και Δίκτυα Αισθητήρων**

Η εγκατάσταση αισθητήρων σε δασικές περιοχές και άλλες ζώνες υψηλού κινδύνου αποτελεί μια σημαντική προσθήκη στο οπλοστάσιο της ΕΠΥ. Οι

αισθητήρες αυτοί είναι σχεδιασμένοι να ανιχνεύουν αλλαγές στη θερμοκρασία, την υγρασία και άλλους παράγοντες που μπορεί να υποδεικνύουν την έναρξη πυρκαγιάς. Τα δεδομένα που συλλέγονται από αυτούς τους αισθητήρες μεταφέρονται σε κέντρα ελέγχου για άμεση ανάλυση και ανταπόκριση.

- **Μη Επανδρωμένα Αεροσκάφη (Drones)**

Τα μη επανδρωμένα αεροσκάφη (drones) χρησιμοποιούνται ευρέως για την παρακολούθηση μεγάλων περιοχών και την παροχή εικόνων σε πραγματικό χρόνο. Τα drones βοηθούν στον εντοπισμό εστιών φωτιάς και στη λήψη αποφάσεων για την καταπολέμησή τους. Επίσης, μπορούν να χρησιμοποιηθούν για την εκτίμηση των ζημιών μετά την κατάσβεση των πυρκαγιών.

- **Συστήματα Διαχείρισης Εκτάκτων Καταστάσεων**

Τα συστήματα διαχείρισης εκτάκτων καταστάσεων περιλαμβάνουν πλατφόρμες που συντονίζουν την ανταπόκριση διαφόρων υπηρεσιών σε περιστατικά πυρκαγιάς. Αυτές οι πλατφόρμες επιτρέπουν την ανταλλαγή πληροφοριών μεταξύ των πυροσβεστικών δυνάμεων, των τοπικών αρχών και άλλων εμπλεκόμενων φορέων, εξασφαλίζοντας έτσι έναν αποτελεσματικότερο συντονισμό και διαχείριση των πόρων.

- **Τεχνολογίες Επικοινωνίας**

Η ΕΠΥ έχει ενσωματώσει εξελιγμένα συστήματα ραδιοεπικοινωνίας και κινητής τηλεφωνίας για να εξασφαλίσει την απρόσκοπτη επικοινωνία μεταξύ των ομάδων πυρόσβεσης. Επιπλέον, η χρήση εφαρμογών κινητών τηλεφώνων επιτρέπει την ενημέρωση των πολιτών και τη λήψη αναφορών για πυρκαγιές σε πραγματικό χρόνο(112).

- **Τεχνητή Νοημοσύνη και Ανάλυση Δεδομένων**

Η τεχνητή νοημοσύνη (AI) και η ανάλυση δεδομένων παίζουν κρίσιμο ρόλο στην πρόβλεψη της εξάπλωσης των πυρκαγιών. Με τη χρήση αλγορίθμων AI, η ΕΠΥ μπορεί να αναλύει ιστορικά δεδομένα και να ταυτοποιεί περιοχές υψηλού

κινδύνου, βοηθώντας στον σχεδιασμό προληπτικών μέτρων και την ενίσχυση της πυρασφάλειας.

## **Κεφάλαιο 5<sup>ο</sup> : Τρέχουσες Πολιτικές Πρακτικές Επιχειρησιακών Πληροφοριών Πυροσβεστικής Υπηρεσίας σε Διεθνές Πλαίσιο**

Μια δίκαιη αξιολόγηση της αξίας και της συνάφειας των δραστηριοτήτων συλλογής πληροφοριών της πυροσβεστικής υπηρεσίας απαιτεί την κατανόηση του τι είναι οι πληροφορίες, από πού προέρχονται και πώς τις χρησιμοποιεί η πυροσβεστική υπηρεσία. Αυτό το κεφάλαιο παρέχει πρώτα μια επισκόπηση των πληροφοριών, συμπεριλαμβανομένου ενός ορισμού εργασίας, μιας περιγραφής του κύκλου πληροφοριών και μιας περιγραφής των τύπων πληροφοριών, των σημάτων και των διαδικασιών χειρισμού. Στη συνέχεια, παρέχει μια επισκόπηση της κοινότητας πληροφοριών και του τρόπου με τον οποίο ενσωματώνεται στην πυροσβεστική υπηρεσία. Στη συνέχεια, επικεντρώνεται στις κατευθυντήριες γραμμές, τις πολιτικές και τις πρακτικές της πυροσβεστικής υπηρεσίας. Τέλος, καταλήγει με βασικά συμπεράσματα από τη συζήτηση.

### **5.1. Επισκόπηση Πληροφοριών**

#### **. Επιχειρησιακό Σχέδιο Πληροφοριών Πυροσβεστικής Υπηρεσίας**

Για να μειωθούν οι προκλήσεις που σχετίζονται με τον καθορισμό απαιτήσεων και χρήσης πληροφοριών πυροσβεστικής υπηρεσίας, το 2009, το DHS ανέπτυξε το Σχέδιο Έννοιας της Επιχείρησης Πληροφοριών Πυροσβεστικής Υπηρεσίας (FSIE). Η FSIE ήταν μία από τις πρώτες προσπάθειες που αναλήφθηκαν για την ενσωμάτωση της πυροσβεστικής υπηρεσίας στην ευρύτερη κοινότητα πληροφοριών, υπό την προϋπόθεση ότι η πυροσβεστική υπηρεσία θα παρείχε μια ικανότητα προστιθέμενης αξίας στις προσπάθειες του DHS για την πρόληψη, την προστασία, την αντιμετώπιση και την ανάκαμψη από τρομοκρατικές δραστηριότητες.

Το σχέδιο ιδεών του FSIE θεσπίζει τη νομική βάση για τη συλλογή και ανταλλαγή εγχώριων πληροφοριών και πληροφοριών. Επιπλέον, το σχέδιο αναγνωρίζει ότι η πυροσβεστική υπηρεσία διαδραματίζει αναπόσπαστο ρόλο σε κάθε αποστολή εσωτερικής ασφάλειας. Κατά συνέπεια, το σχέδιο προσδιορίζει τις υπηρεσίες από τις οποίες η

πυροσβεστική υπηρεσία μπορεί να λάβει πληροφορίες και τους μηχανισμούς με τους οποίους μπορεί να ικανοποιήσει τις ανάγκες πληροφοριών της πυροσβεστικής υπηρεσίας. Τέλος, το πιο σημαντικό αποτέλεσμα της πρωτοβουλίας FSIE είναι ένα σύνολο κατευθυντήριων γραμμών για την ενσωμάτωση της πυροσβεστικής υπηρεσίας σε κρατικά και τοπικά κέντρα σύντηξης. Η ενσωμάτωση σε κέντρα σύντηξης είναι ζωτικής σημασίας για την πυροσβεστική υπηρεσία, επειδή επιτρέπουν μια αμφίδρομη ροή πληροφοριών και τα κέντρα σύντηξης λειτουργούν ως κόμβος πληροφοριών που προέρχονται από την IC.

Δυστυχώς, το FSIE Concept Plan δεν υπάρχει πλέον στην αρχική του μορφή. Ο Robert Covert πρότεινε ότι το σχέδιο FSIE διαλύθηκε το 2010. Ωστόσο, οι περισσότερες από τις αρχές που ορίζονται στο Concept Plan του FSIE έχουν τοποθετηθεί στο παράρτημα «Fire Service or Fusion Centers», το οποίο εμφανίζεται στο επόμενο τμήμα αυτού του κεφαλαίου. Επιπλέον, τα ενδιαφερόμενα άτομα έχουν αναλάβει απομεινάρια του προγράμματος. Επί του παρόντος, το DHS διατηρεί μια θέση συνδέσμου πληροφοριών πυροσβεστικής υπηρεσίας που διατηρεί τον ισότοπο υπηρεσιών έκτακτης ανάγκης του HSIN, με υποσυνδέσεις με πληροφορίες πυροσβεστικής υπηρεσίας. Υπάρχουν περισσότερα από 27.000 μέλη της πυροσβεστικής υπηρεσίας που έχουν ελεγχθεί για πρόσβαση στο χώρο.

Επιπλέον, όπως αναφέρει ο Keith Henke, το FSIE είναι μια πρωτοβουλία διαχείρισης μεταξύ του Γραφείου Πληροφοριών και Ανάλυσης του Υπουργείου Εσωτερικής Ασφάλειας (I &A), της Ομοσπονδιακής Υπηρεσίας Διαχείρισης Έκτακτης Ανάγκης (FEMA) και της Πυροσβεστικής Διοίκησης των ΗΠΑ και δημιουργήθηκε για να παρέχει οργανωμένη ενσωμάτωση ομοσπονδιακής υποστήριξης για την Πυροσβεστική Υπηρεσία στη συλλογή, ανάλυση και διάδοση πληροφοριών και πληροφοριών που σχετίζονται με την εσωτερική ασφάλεια.

Οι στόχοι της πρωτοβουλίας FSIE περιλαμβάνουν την υποστήριξη της συνεργασίας των πυροσβεστικών υπηρεσιών εντός κρατικών και μεγάλων αστικών κέντρων συγχώνευσης και τη διευκόλυνση του προσδιορισμού και της ανάπτυξης απαιτήσεων ανταλλαγής πληροφοριών και πληροφοριών, μηχανισμών, τεχνικής βοήθειας και εκπαίδευσης για το προσωπικό της πυροσβεστικής υπηρεσίας. Η παρατήρηση ότι εξακολουθεί να υπάρχει μεγάλο ενδιαφέρον για τη διαδικασία πληροφοριών της πυροσβεστικής υπηρεσίας - δεδομένου ότι υπάρχουν 27.000 μέλη - είναι σημαντική επειδή δείχνει πώς η πυροσβεστική

υπηρεσία θεωρεί τη νοημοσύνη ως αναπόσπαστο μέρος του σχεδιασμού και των λειτουργιών της.

### **. Ενσωμάτωση Πυροσβεστικής Υπηρεσίας για Κέντρα Σύντηξης**

Το 2010, το Υπουργείο Δικαιοσύνης (DOJ) εξέδωσε έναν οδηγό με τίτλο «Fire Service Centers» ως παράρτημα στις βασικές δυνατότητες για κρατικά και μεγάλα αστικά κέντρα σύντηξης. Ο οδηγός αναγνωρίζει την πυροσβεστική υπηρεσία ως πολύτιμο συνεργάτη στη συνολική επιχείρηση πληροφοριών. Κατά συνέπεια, το Υπουργείο Δικαιοσύνης δηλώνει: *«Η ενσωμάτωση των οργανισμών και του προσωπικού των πυροσβεστικών υπηρεσιών στη διαδικασία συγχώνευσης ενισχύει τις προσπάθειες όλων των εταίρων εσωτερικής ασφάλειας σε όλους τους τομείς αποστολής»*. Ο οδηγός αναγνωρίζει περαιτέρω ότι η πυροσβεστική υπηρεσία μπορεί να χρησιμεύσει ως καταναλωτής, συνεργάτης ή συνεισφέρων έναντι των κέντρων σύντηξης. Ο οδηγός είναι σημαντικός για την πυροσβεστική υπηρεσία, διότι επισημαίνει διάφορους τρόπους με τους οποίους μπορεί να ενσωματωθεί στην IC μέσω κέντρων σύντηξης.

Πέρα από την επιβεβαίωση των πλεονεκτημάτων προστιθέμενης αξίας από την ενσωμάτωση των πυροσβεστικών υπηρεσιών, ο οδηγός επισημαίνει τα κρίσιμα στοιχεία που είναι απαραίτητα για την ενημέρωση της χρήσης πληροφοριών της πυροσβεστικής υπηρεσίας. Πιο συγκεκριμένα, ο οδηγός βοηθά την πυροσβεστική υπηρεσία στην ανάπτυξη απαιτήσεων πληροφοριών, στην αναφορά ύποπτης δραστηριότητας, στη διεξαγωγή εκτιμήσεων κινδύνου, στην περιγραφή διαδικασιών για τη λήψη ειδοποιήσεων και προειδοποιήσεων και στη διατήρηση της επίγνωσης της κατάστασης. Επιπλέον, ο οδηγός βοηθά τις πυροσβεστικές υπηρεσίες να αναπτύξουν μηχανισμούς ανάδρασης προκειμένου να διασφαλίσουν ότι οι λαμβανόμενες πληροφορίες έχουν αξία.

### **. Οδηγός Πληροφοριών για Αρχηγούς Πυροσβεστών**

Διαισθανόμενη την ανάγκη για πρακτικές πληροφοριών πυροσβεστικής υπηρεσίας, η IAFC παρείχε την απαραίτητη ηγεσία. Κατά συνέπεια, η IAFC ανέπτυξε τον Οδηγό Πληροφοριών για τους Αρχηγούς Πυροσβεστικών Υπηρεσιών για να χρησιμεύσει ως αναφορά για συνεργασία με το DHS. Η IAFC ανέπτυξε τον οδηγό διότι οι πυροσβεστικές υπηρεσίες δυσκολεύτηκαν να λάβουν σχετικές πληροφορίες πληροφοριών. Ο οδηγός πληροφοριών επισημαίνει διάφορους πόρους που διαθέτει η πυροσβεστική υπηρεσία για

τις ανάγκες πληροφοριών της. Πιο συγκεκριμένα, ο οδηγός προτείνει την ανάπτυξη συνεργασιών με κέντρα σύντηξης, JTTF και τοπικές υπηρεσίες επιβολής του νόμου.

Επιπλέον, ο οδηγός συνιστά τη συμμετοχή σε πύλες ανταλλαγής πληροφοριών, όπως το HSIN, το Law Enforcement Online, οι τεχνικοί πόροι για την πρόληψη συμβάντων (Pwire) και το Εθνικό Συμβουλευτικό Σύστημα για την Τρομοκρατία. Ο οδηγός έχει σημαντικές επιπτώσεις στον ευρύτερο τομέα της ανταλλαγής πληροφοριών, καθώς η πυροσβεστική υπηρεσία έχει συνειδητοποιήσει ότι πρέπει να ηγηθεί της προσπάθειας για βελτιωμένες πρακτικές ανταλλαγής πληροφοριών. Επιπλέον, ο οδηγός συμβουλεύει τον προσδιορισμό του προσωπικού που πρέπει να υποβάλει αίτηση για διαβαθμίσεις ασφαλείας για να αποκτήσει πρόσβαση σε πιο προνομιακές πληροφορίες πληροφοριών.

Τέλος, ο οδηγός προτείνει την ανάπτυξη μιας διαδικασίας διάδοσης για τη διανομή πληροφοριών σε άλλα μέλη του οργανισμού. Η έκθεση συνιστά την ανάπτυξη ενός προγράμματος αξιωματικών συνδέσμου πληροφοριών με κρατικά και τοπικά κέντρα σύντηξης για την επίτευξη των στόχων διάδοσης. Τελικά, η IAFC έχει αναγνωρίσει ότι η πυροσβεστική υπηρεσία θα μπορούσε να χρησιμεύσει ως συνεισφέρων και συνεργάτης - αντί να υποβιβάζεται στον καταναλωτή.

### **Συμπεράσματα**

Οι μέθοδοι συναγερμού πυρκαγιάς γίνονται όλο και πιο περίπλοκες και λειτουργικά πιο ικανές και υπεύθυνες τα τελευταία χρόνια. Όλα προορίζονται να εκπληρώσουν τις προϋποθέσεις: προστασία της ιδιοκτησίας και των περιουσιακών στοιχείων και προστασία της ζωής. Ηχητικές και οπτικές πινακίδες αποστέλλονται για να ειδοποιήσουν τους ανθρώπους σχετικά με τη συγκέντρωση πυρκαγιάς ή CO στη ζώνη εμβέλειας μαζί με το UAV, όλα αυτά αποτελούν μέρος της συναρμολόγησης συναγερμού πυρκαγιάς. Οι σειρήνες πυρκαγιάς και οι αισθητήρες συνήθως ρυθμίζονται σε επιχειρήσεις συναγερμού πυρκαγιάς για πιο αποτελεσματική ασφάλεια για κοντινούς σχηματισμούς. Το προηγμένο σήμα συναγερμού πυρκαγιάς περιλαμβάνει τη χρήση είτε ήχου είτε φλας και ορισμένων πρόσθετων λειτουργιών, όπως η αποστολή μηνύματος ή τηλεφωνικής κλήσης ή e-mail και θα μας βοηθήσει επίσης να γνωρίζουμε το επίπεδο καπνού και τη θερμοκρασία της πυρκαγιάς.

Το σημαντικό μέρος του είναι ότι θα έχει την προτεραιότητα να σώσει τη ζωή των ανθρώπων καθώς και να αποτρέψει την υποδομή από τη φωτιά, ώστε να κάνει τη δουλειά ταυτόχρονα, χρησιμοποιούνται τα προηγμένα χαρακτηριστικά, αυτό περιλαμβάνει επίσης τη χρήση του IoT για ασύρματη χρήση με UAV και CCTV, το οποίο θα βοηθήσει στον ήχο και την εικόνα για τον τόπο του ατυχήματος, μαζί με αυτό θα στείλει επίσης μήνυμα στους ανθρώπους που ζουν κοντά στον τόπο του ατυχήματος έτσι ώστε να μπορούν να βοηθήσουν τους ανθρώπους με τη διάσωσή τους.

Ένα έξυπνο πρωτότυπο ανιχνευτή πυρκαγιάς κατασκευάζεται με αισθητήρα καπνού, CO, θερμοκρασίας και φλόγας. Τα δεδομένα IFD και CCTV μεταφέρονται ασύρματα στην κεντρική μονάδα διακομιστή. Με την επιβεβαίωση πυρκαγιάς εντός του κτιρίου ενημερώνονται οι εγγεγραμμένοι χρήστες. Επιπλέον, τα μηνύματα από την κεντρική βάση δεδομένων διακομιστή βοηθούν στην πλοήγηση στο UAV. Το μη επανδρωμένο εναέριο όχημα (UAV) συνδεδεμένο με ορατή κάμερα και αισθητήρα θερμοκρασίας IR, επιτρέπει τη ροή ζωντανών βίντεο σε όλους τους εγγεγραμμένους χρήστες. Το UAV βοηθά στη λήψη κοντινών λήψεων των τοποθεσιών πυρκαγιάς και της θερμοκρασίας από το εξωτερικό. Κατά συνέπεια, δίνει ένα πλήρες βίντεο ή φωτογραφία της εστίας σε πραγματικό χρόνο, σε αντίθεση με τα εσωτερικά πλάνα CCTV. Οι πληροφορίες σχετικά με την ανίχνευση βάσει IoT με παρακολούθηση πυρκαγιάς από UAV μαζί με την καθοδήγηση της επιχείρησης διάσωσης σε πραγματικό χρόνο έχουν μεγάλες δυνατότητες για τη διάσωση ζωών και τη μείωση των υλικών ζημιών.

Η συνεχιζόμενη ανάπτυξη και υιοθέτηση νέων τεχνολογιών είναι απαραίτητη για την αντιμετώπιση των προκλήσεων που προκύπτουν από τις πυρκαγιές και άλλες φυσικές καταστροφές. Δεν είναι λίγες δυστυχώς οι φορές που έχουμε θρηνήσει βάνουσα θύματα σε πυρκαγιές διαφόρων ειδών. Η αντιμετώπιση μιας πυρκαγιάς είναι ένα μείζων θέμα πλέον και θα έπρεπε να μαθαίνονται τρόποι αντιμετώπισης από τις πρώτες τάξεις του σχολείου, διότι η πρόληψη θέτει τις βάσεις για την έγκαιρη και σωστή αντιμετώπιση τέτοιων συνθηκών. Γίνοντας τρόπος ζωής τέτοιες πληροφορίες γινόμαστε αυτομάτως πιο προσεκτικοί και συνετοί με αποτέλεσμα να διασφαλίσουμε τις ζωές μας και να κάνουμε ακόμα πιο εύκολη την δουλειά της εκάστοτε Πυροσβεστικής Υπηρεσίας. Είναι ένα θέμα που θα έπρεπε να δίνουμε μεγαλύτερη σημασία σαν χώρα λόγω των συνεχόμενων πυρκαγιών μεγάλης έκτασης στην χώρα μας ετησίως.

## **Βιβλιογραφία**

Aedo, C., & Walker, I. (2012). Skills for the 21st Century in Latin America and the Caribbean. World Bank Publications.



Akhloufi, H., van der Sijs, H., Melles, D. C., Van der Hoeven, C. P., Vogel, M., Mouton, J. W., & Verbon, A. (2022). The development and implementation of a guideline-based clinical decision support system to improve empirical antibiotic prescribing. *BMC Medical Informatics and Decision Making*, 22(1), 127.

Aralt, T. T., & Nilsen, A. R. (2009). Automatic fire detection in road traffic tunnels. *Tunnelling and Underground Space Technology*, 24(1), 75-83.

Baek, M., DiMaio, F., Anishchenko, I., Dauparas, J., Ovchinnikov, S., Lee, G. R., ... & Baker, D. (2021). Accurate prediction of protein structures and interactions using a three-track neural network. *Science*, 373(6557), 871-876.

Beard, A. N. (2009). Fire safety in tunnels. *Fire safety journal*, 44(2), 276-278.

Casey, N. (2020). College made them feel equal. The virus exposed how unequal their lives are. *The New York Times*, 4.

Cao, J., Spielmann, M., Qiu, X., Huang, X., Ibrahim, D. M., Hill, A. J., ... & Shendure, J. (2019). The single-cell transcriptional landscape of mammalian organogenesis. *Nature*, 566(7745), 496-502.

Chen, N., Zhou, M., Dong, X., Qu, J., Gong, F., Han, Y., ... & Zhang, L. (2020). Epidemiological and clinical characteristics of 99 cases of 2019 novel coronavirus pneumonia in Wuhan, China: a descriptive study. *The lancet*, 395(10223), 507-513.

Cowlard, A., Jahn, W., Abecassis-Empis, C., Rein, G., & Torero, J. L. (2010). Sensor assisted fire fighting. *Fire Technology*, 46, 719-741.

Dexter, J., Tchekhovskoy, A., Jiménez-Rosales, A., Ressler, S. M., Bauböck, M., Dallilar, Y., ... & Widmann, F. (2020). Sgr A\* near-infrared flares from reconnection events in a magnetically arrested disc. *Monthly Notices of the Royal Astronomical Society*, 497(4), 4999-5007.

Grant, S. D. T., Jess, D. B., Moreels, M. G., Morton, R. J., Christian, D. J., Giagkiozis, I., ... & Erdélyi, R. (2015). Wave damping observed in upwardly propagating sausage-mode oscillations contained within a magnetic pore. *The Astrophysical Journal*, 806(1), 132.

Gaur, U., Majumder, M. A. A., Sa, B., Sarkar, S., Williams, A., & Singh, K. (2020). Challenges and opportunities of preclinical medical education: COVID-19 crisis and beyond. *SN comprehensive clinical medicine*, 2(11), 1992-1997.

Ghoreishi, S. F., Friedman, S., & Allaire, D. L. (2019). Adaptive dimensionality reduction for fast sequential optimization with gaussian processes. *Journal of Mechanical Design*, 141(7), 071404.

Govil, T., Wang, J., Samanta, D., David, A., Tripathi, A., Rauniyar, S., ... & Sani, R. K. (2020). Lignocellulosic feedstock: A review of a sustainable platform for cleaner production of nature's plastics. *Journal of cleaner production*, 270, 122521.

Haack, S. (2002). The same, only different. *Journal of Aesthetic Education*, 36(3), 34-39.

Han, H., Hsu, L. T. J., & Sheu, C. (2010). Application of the theory of planned behavior to green hotel choice: Testing the effect of environmental friendly activities. *Tourism management*, 31(3), 325-334.

Henke, M. E. (2019). *Constructing allied cooperation: Diplomacy, payments, and power in multilateral military coalitions*. Cornell University Press.

Hodges, J. L., & Lattimer, B. Y. (2019). Wildland fire spread modeling using convolutional neural networks. *Fire technology*, 55, 2115-2142.

Jahn, C. E., McKay, J. K., Mauleon, R., Stephens, J., McNally, K. L., Bush, D. R., ... & Leach, J. E. (2011). Genetic variation in biomass traits among 20 diverse rice varieties. *Plant Physiology*, 155(1), 157-168.

Jahn, T., Bergmann, M., & Keil, F. (2012). Transdisciplinarity: Between mainstreaming and marginalization. *Ecological economics*, 79, 1-10.

Jevtić, R., Le, H. P., Blagojević, M., Bailey, S., Asanović, K., Alon, E., & Nikolić, B. (2014). Per-core DVFS with switched-capacitor converters for energy efficiency in manycore processors. *IEEE Transactions on Very Large Scale Integration (VLSI) Systems*, 23(4), 723-730.

Jiang, Y., Hua, M., Yan, P., Zhang, H., Li, Q., & Pan, X. (2020). The transport and diffusion characteristics of superheated fire extinguish agent released via different nozzles in a confined space. *Safety science*, 129, 104787.

Johnson, L. K., & Wirtz, J. J. (Eds.). (2022). *Intelligence: The Secret World of Spies, an Anthology*. Oxford University Press.

Koffmane, G., & Hoff, H. (2010, March). More than just fire detection: fibre optic linear heat detection (DTS) enables fire monitoring in road-and rail-tunnels. In *Fourth International Symposium on Tunnel Safety and Security* (pp. 525-528).

Krogh, T. J., Møller-Jensen, J., & Kaleta, C. (2018). Impact of chromosomal architecture on the function and evolution of bacterial genomes. *Frontiers in microbiology*, 9, 398153.

Liu, Y., Qin, D-Z., Fletcher, M.J. & Zhang, Y-L. (2011a). Review of Chinese Empoasca Walsh (Hemiptera: Cicadellidae), with description of seven new species and some new Chinese records. *Zootaxa* 3055: 1–21.

Liu, M. C., Delorme, P., Dupuy, T. J., Bowler, B. P., Albert, L., Artigau, E., ... & Delfosse, X. (2011b). CFBDSIR J1458+ 1013B: a very cold (> T10) brown dwarf in a binary system. *The Astrophysical Journal*, 740(2), 108.

Liu, M., & Kim, H. K. (2004). Ultraviolet detection with ultrathin ZnO epitaxial films treated with oxygen plasma. *Applied physics letters*, 84(2), 173-175.

Lowenthal, M. M. (2017). *The future of intelligence*. John Wiley & Sons.

Ren, S., Wu, Y., Liu, S., Zhou, M., & Ma, S. (2019). Explicit cross-lingual pre-training for unsupervised machine translation. *arXiv preprint arXiv:1909.00180*.

Sayad, B., Alkama, D., Rebhi, R., Kidar, A., Lorenzini, G., Ahmad, H., & Menni, Y. (2021). Enhanced outdoor thermal comfort through natural design technique: in-situ measurement and microclimate simulation. *Instrum. Mes. Métrol*, 20, 131-136.

Sharma, R., Kumar, A., & Koushal, V. (2020). Response to a fire incident in the operation room: A cautionary tale. *Disaster medicine and public health preparedness*, 14(2), 284-288.

Seo, K., Song, M., Choi, S., Kim, S. A., & Chang, S. J. (2017). Development of a scale to measure diabetes self-management behaviors among older Koreans with type 2 diabetes, based on the seven domains identified by the American Association of Diabetes Educators. *Japan Journal of Nursing Science*, 14(2), 161-170.

Wang, Y., Zou, G., Liu, C., & Gao, Y. (2021). Comparison of fire extinguishing performance of four halon substitutes and Halon 1301. *Journal of fire sciences*, 39(5), 370-399.

Wan, Y., Shang, J., Graham, R., Baric, R. S., & Li, F. (2020). Receptor recognition by the novel coronavirus from Wuhan: an analysis based on decade-long structural studies of SARS coronavirus. *Journal of virology*, 94(7), 10-1128.

Wu, C., Zhou, T., Chen, B., Liu, Y., & Liang, P. (2021). Experimental study on burning characteristics of the large-scale transformer oil pool fire with different extinguishing methods. *Fire technology*, 57(1), 461-481.

Wu, Y., Yu, X., Wang, Z., Jin, H., Zhao, Y., Wang, C., ... & Wang, W. (2022). The flame mitigation effect of N<sub>2</sub> and CO<sub>2</sub> on the hydrogen jet fire. *Process Safety and Environmental Protection*, 165, 658-670.

Yang, L., Zhang, Y., Kang, S., Wang, Z., & Wu, C. (2021). Microplastics in soil: A review on methods, occurrence, sources, and potential risk. *Science of the Total Environment*, 780, 146546.

Zhang, C., Li, H., Guo, X., Li, S., Zhang, H., Pan, X., & Hua, M. (2021). Experimental and theoretical studies on the effect of Al (OH) <sub>3</sub> on the fire-extinguishing performance of superfine ABC dry powder. *Powder Technology*, 393, 280-290.

Zhai, P., Ding, Y., Wu, X., Long, J., Zhong, Y., & Li, Y. (2020). The epidemiology, diagnosis and treatment of COVID-19. *International journal of antimicrobial agents*, 55(5), 105955."