



ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ
ΣΧΟΛΗ ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ
ΚΑΙ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΩΝ
ΤΟΜΕΑΣ ΗΛΕΚΤΡΙΚΩΝ ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΔΙΑΤΑΞΕΩΝ
ΚΑΙ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ ΑΠΟΦΑΣΕΩΝ

Εγκαταστάσεις Πυρόσβεσης Κτιρίων

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

Ιωάννης Α. Κυρίτσης

Επιβλέπων : Παναγιώτης Τσαραμπάρης
Λέκτορας Ε.Μ.Π

Αθήνα, Φεβρουάριος 2010



ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ
ΣΧΟΛΗ ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ
ΚΑΙ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΩΝ
ΤΟΜΕΑΣ ΗΛΕΚΤΡΙΚΩΝ ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΔΙΑΤΑΞΕΩΝ
ΚΑΙ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ ΑΠΟΦΑΣΕΩΝ

Εγκαταστάσεις Πυρόσβεσης Κτιρίων

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

Ιωάννης Α. Κυρίτσης

Επιβλέπων : Παναγιώτης Τσαραμπάρης
Λέκτορας Ε.Μ.Π

Εγκρίθηκε από την τριμελή εξεταστική επιτροπή την 20^η Νοεμβρίου 2009.

.....
Π. Τσαραμπάρης
Λέκτορας Ε.Μ.Π

.....
Κ. Καραγιαννόπουλος
Καθηγητής Ε.Μ.Π

.....
Ν. Θεοδώρου
Καθηγητής Ε.Μ.Π

Αθήνα, Φεβρουάριος 2010

.....
Ιωάννης Α. Κυρίτσης

Διπλωματούχος Ηλεκτρολόγος Μηχανικός και Μηχανικός Υπολογιστών Ε.Μ.Π.

Copyright © Ιωάννης Α. Κυρίτσης, 2010

Με επιφύλαξη παντός δικαιώματος. All rights reserved.

Απαγορεύεται η αντιγραφή, αποθήκευση και διανομή της παρούσας εργασίας, εξ ολοκλήρου ή τμήματος αυτής, για εμπορικό σκοπό. Επιτρέπεται η ανατύπωση, αποθήκευση και διανομή για σκοπό μη κερδοσκοπικό, εκπαιδευτικής ή ερευνητικής φύσης, υπό την προϋπόθεση να αναφέρεται η πηγή προέλευσης και να διατηρείται το παρόν μήνυμα. Ερωτήματα που αφορούν τη χρήση της εργασίας για κερδοσκοπικό σκοπό πρέπει να απευθύνονται προς τον συγγραφέα.

Οι απόψεις και τα συμπεράσματα που περιέχονται σε αυτό το έγγραφο εκφράζουν τον συγγραφέα και δεν πρέπει να ερμηνευθεί ότι αντιπροσωπεύουν τις επίσημες θέσεις του Εθνικού Μετσόβιου Πολυτεχνείου.

Περίληψη

Σκοπός της παρούσας διπλωματικής εργασίας είναι η παρουσίαση των κύριων εγκαταστάσεων πυρόσβεσης που χρησιμοποιούνται διεθνώς για την προστασία κτιρίων (ή κτιριακών δομών). Αρχικά γίνεται αναφορά στην έννοια της πυροπροστασίας (και συγκεκριμένα στην ενεργητική πυροπροστασία) και στη συνέχεια παρουσιάζονται τα διάφορα είδη των συστημάτων κατάσβεσης. Η ενεργητική πυροπροστασία εκπληρώνεται μέσω πυρανίχνευσης ή εγκαταστάσεων πυρόσβεσης. Συγκεκριμένα γίνεται αναφορά σε κλασσικά μόνιμα συστήματα πυρόσβεσης με χρήση νερού αλλά και σε πιο σύγχρονα συστήματα (με αερόλυμα ή αέριους καθαρούς παράγοντες).

Λέξεις Κλειδιά:

<<Πυροπροστασία, Πυρανίχνευση, Πυρόσβεση, Καταιονητήρες, Πυροσβεστήρες, Μέσα κατάσβεσης.>>

Abstract

Scope of the present thesis is the presentation of the main firefighting systems that are used internationally in order to protect buildings (or structures). In the beginning there is a reference into the meaning of fire protection (and especially into active fire protection) and then comes the presentation of the variety of fire fighting systems. Active fire protection can be accomplished through fire detection or fire extinguishing systems. There is a reference particularly into the classical fixed fire extinguishing systems that use water but also into more modern systems (with aerosol or clean agents).

Keywords:

<< Fire protection, Fire detection, Fire suppression, Sprinklers, Fire extinguishers, Fire agents >>

Πίνακας περιεχομένων

Κεφάλαιο 1 - Εισαγωγή

| | | |
|----------|--|----|
| 1.1. | Γενικά | 7 |
| 1.2. | Επιπτώσεις πυρκαγιάς | 8 |
| 1.3. | Βασικές αρχές πυρόσβεσης | 9 |
| 1.4. | Κατηγορίες πυρκαγιών | 10 |
| 1.5. | Υλικά κατάσβεσης | 11 |
| 1.5.1. | Νερό (H ₂ O) | 11 |
| 1.5.2. | Διοξείδιο του άνθρακα (CO ₂) | 11 |
| 1.5.3. | Αερόλυμα (aerosol) | 12 |
| 1.5.4. | Αφρός | 12 |
| 1.5.5. | Ξηρά σκόνη..... | 12 |
| 1.5.6. | Πρόχειρα μέσα..... | 13 |
| 1.5.7. | Halon | 13 |
| 1.6. | Πυροπροστασία | 13 |
| 1.6.1. | Δομική Πυροπροστασία..... | 13 |
| 1.6.2. | Ενεργητική Πυροπροστασία | 14 |
| 1.6.2.1. | Γενικά..... | 14 |
| 1.6.2.2. | Δομή συστημάτων ενεργητική πυροπροστασίας..... | 15 |

Κεφάλαιο 2 - Εγκαταστάσεις Πυρανίχνευσης και Σήμανσης

| | | |
|----------|--|----|
| 2.1. | Γενικά | 18 |
| 2.2. | Κατηγορίες συστημάτων πυρανίχνευσης..... | 18 |
| 2.3. | Εγκαταστάσεις πυρανίχνευσης | 20 |
| 2.3.1. | Κεντρικοί πίνακες ελέγχου | 20 |
| 2.3.2. | Ανιχνευτές | 22 |
| 2.3.2.1. | Ανιχνευτές θερμότητας..... | 22 |
| 2.3.2.2. | Ανιχνευτές καπνού | 23 |
| 2.3.2.3. | Ανιχνευτές δέσμης (Beam Detectors)..... | 25 |
| 2.3.2.4. | Ανιχνευτές φλόγας..... | 26 |
| 2.3.2.5. | Ανιχνευτές δειγματοληψίας αέρα..... | 26 |

| | | |
|----------|--|----|
| 2.3.2.6. | Ανιχνευτές εκρηκτικών αερίων | 28 |
| 2.3.3. | Τοποθέτηση ανιχνευτών | 29 |
| 2.3.3.1. | Ανιχνευτές θερμότητας και καπνού..... | 29 |
| 2.3.3.2. | Ανιχνευτές δέσμης..... | 29 |
| 2.3.3.3. | Ανιχνευτές φλόγας..... | 30 |
| 2.3.3.4. | Ανιχνευτές εκρηκτικών αερίων | 30 |
| 2.3.4. | Καλωδιώσεις..... | 31 |
| 2.3.5. | Μέσα ένδειξης και σήμανσης | 32 |
| 2.3.5.1. | Σειρήνες συναγερμού | 32 |
| 2.3.5.2. | Φωτεινές πινακίδες | 33 |
| 2.3.5.3. | Φωτεινός επαναλήπτης..... | 33 |
| 2.3.5.4. | Εξωτερικό LED ανιχνευτών (απομακρυσμένο) | 33 |
| 2.3.5.5. | Εξαρτήματα αντεκρηκτικού τύπου..... | 34 |
| 2.3.5.6. | Άλλες συσκευές ενεργοποίησης συστήματος πυρανίχνευσης..... | 34 |
| 2.3.6. | Χειροκίνητο σύστημα συναγερμού..... | 34 |
| 2.3.7. | Περιοδικός έλεγχος - Συντήρηση | 35 |

Κεφάλαιο 3 - Τοπικά μέσα κατάσβεσης

| | | |
|------|---------------------------------|----|
| 3.1. | Γενικά | 37 |
| 3.2. | Κατηγορίες πυροσβεστήρων..... | 37 |
| 3.3. | Σήμανση πυροσβεστήρων..... | 39 |
| 3.4. | Εγκατάσταση πυροσβεστήρων | 40 |
| 3.5. | Συντήρηση πυροσβεστήρων..... | 40 |

Κεφάλαιο 4 - Μόνιμες Εγκαταστάσεις Πυρόσβεσης με Νερό

4.1. Μόνιμο Υδροδοτικό Πυροσβεστικό Δίκτυο (ΜΥΠΔ)

| | | |
|----------|---|----|
| 4.1.1. | Γενικά | 41 |
| 4.1.2. | Κατάταξη πυροσβεστικών συστημάτων | 41 |
| 4.1.1.1. | Κατηγορίες ΜΥΠΔ | 41 |
| 4.1.1.2. | Τύποι ΜΥΠΔ..... | 42 |
| 4.1.3. | Εγκατάσταση πυροσβεστικού δικτύου | 42 |
| 4.1.3.1. | Πηγές ύδατος..... | 43 |
| 4.1.3.2. | Πυροσβεστικές αντλίες | 43 |
| 4.1.3.3. | Πυροσβεστικές φωλιές | 44 |

| | | |
|--|---|----|
| 4.1.4. | Συνδέσεις για την Πυροσβεστική Υπηρεσία | 45 |
| 4.2. Μόνιμο Σύστημα Καταιονισμού Ύδατος (Sprinkler) | | |
| 4.2.1. | Γενικά | 46 |
| 4.2.2. | Κατηγορίες συστημάτων | 47 |
| 4.2.3. | Καταιονητήρες (Sprinkler) | 50 |
| 4.2.3.1. | Είδη καταιονητήρων..... | 50 |
| 4.2.3.2. | Πυκνότητα καταιόνησης | 51 |
| 4.2.3.3. | Πλήθος καταιονητήρων που λειτουργούν ταυτόχρονα | 51 |
| 4.2.3.4. | Διάταξη καταιονητήρων | 51 |
| 4.2.3.5. | Θέσεις καταιονητήρων | 51 |
| 4.2.4. | Σωληνώσεις συστήματος | 52 |
| 4.2.4.1. | Διάταξη σωληνώσεων | 52 |
| 4.2.4.2. | Κλίση σωληνώσεων - Βαλβίδα αποστράγγισης | 53 |
| 4.2.5. | Συνδέσεις συστημάτων καταιονισμού | 53 |
| 4.2.5.1. | Συνδέσεις με οχήματα της Π.Υ. | 53 |
| 4.2.5.2. | Συνδέσεις δοκιμής (συστήματα υγρού τύπου)..... | 54 |
| 4.2.5.3. | Συνδέσεις χειροκίνητων εύκαμπτων σωλήνων (Π.Φ). | 54 |
| 4.3. Μόνιμο Σύστημα Ψεκασμού Σταγονιδίων Νερού | | |
| 4.3.1. | Γενικά | 55 |
| 4.3.2. | Ακροφύσια ομίχλης | 56 |
| 4.3.3. | Χρήση συστημάτων ψεκασμού σταγονιδίων νερού | 56 |
| 4.3.4. | Σύγκριση συστημάτων Water Spray και Sprinkler | 57 |
| Κεφάλαιο 5 - Συστήματα με Ειδικά Μέσα Κατάσβεσης | | |
| 5.1. Μόνιμο Σύστημα με Διοξείδιο του Άνθρακα (CO₂) | | |
| 5.1.1. | Γενικά | 58 |
| 5.1.2. | Κατηγορίες συστημάτων | 59 |
| 5.1.3. | Εγκαταστάσεις με CO ₂ | 60 |
| 5.1.4. | Αποθήκευση του CO ₂ | 61 |
| 5.1.5. | Εγκατάσταση με πυρανίχνευση | 62 |
| 5.2. Μόνιμο Σύστημα Ξηρής Σκόνης (Dry Powder) | | |
| 5.2.1. | Γενικά | 63 |
| 5.2.2. | Στοιχεία συστήματος | 64 |
| 5.3. Μόνιμο Σύστημα με χρήση Αερολύματος | | |

| | | |
|---|--|----|
| 5.3.1. | Γενικά | 65 |
| 5.3.2. | Εγκατάσταση συστήματος | 66 |
| 5.3.3. | Λειτουργία συστήματος | 66 |
| 5.3.4. | Πλεονεκτήματα εγκαταστάσεων αερολύματος..... | 67 |
| 5.4. Σύστημα Κατάσβεσης Αφρού (Foam System) | | |
| 5.4.1. | Γενικά | 68 |
| 5.4.2. | Εγκαταστάσεις αφρού..... | 68 |
| 5.4.3. | Εξοπλισμός συστημάτων αφρού..... | 70 |
| 5.4.3.1. | Πιεστικός αναμείκτης αφρού..... | 70 |
| 5.4.3.2. | Πιεστικό δοχείο αφρού..... | 71 |
| 5.4.4. | Μόνιμα συστήματα με AFFF | 71 |
| 5.5. Συστήματα Πυρόσβεσης με Αέριους Καθαρούς Παράγοντες | | |
| 5.5.1. | Γενικά | 72 |
| 5.5.1.1. | Αέριοι υδρογονάνθρακες..... | 72 |
| 5.5.1.2. | Αδρανή αέρια | 73 |
| 5.5.2. Συστήματα με FM-200 | | |
| 5.5.2.1. | Γενικά..... | 74 |
| 5.5.2.2. | Λειτουργία συστήματος..... | 74 |
| 5.5.2.3. | Σύστημα ανίχνευσης πυρκαγιάς | 75 |
| 5.5.2.4. | Φιάλες αποθήκευσης FM-200 | 76 |
| 5.5.3. Σύστημα αδρανούς αερίου Inergen (IG-541) | | |
| 5.5.3.1. | Γενικά..... | 78 |
| 5.5.3.2. | Στοιχεία συστήματος | 78 |
| 5.5.3.3. | Λειτουργία συστήματος..... | 80 |

Κεφάλαιο 6 - Διαστασιολόγηση Συστημάτων Πυρόσβεσης

6.1. Μόνιμο Υδροδοτικό Πυροσβεστικό Δίκτυο (ΜΥΠΔ)

| | | |
|--------|--------------------------------------|----|
| 6.1.1. | Επιλογή αντλιών | 81 |
| 6.1.2. | Ρυθμιστές πίεσης | 82 |
| 6.1.3. | Ελάχιστη παροχή ύδατος | 82 |
| 6.1.4. | Σωληνώσεις - Δοκιμές συστήματος..... | 83 |

6.2. Μόνιμο Σύστημα Καταιονισμού Ύδατος (Sprinkler)

| | | |
|--------|---|----|
| 6.2.1. | Γενικά | 83 |
| 6.2.2. | Παραδοχές υπολογισμού συστήματος καταιονισμού | 84 |

| | | |
|-------------|---|-----|
| 6.2.3. | Υπολογισμός μεγεθών σωληνώσεων και εξαρτημάτων | 85 |
| 6.2.4. | Μέθοδος εμπειρικού υπολογισμού | 85 |
| 6.2.5. | Υδραυλικός υπολογισμός | 89 |
| 6.2.5.1. | Μέθοδος υδραυλικού υπολογισμού | 89 |
| 6.2.5.2. | Διαδικασία υπολογισμών | 90 |
| 6.2.6. | Ισοδύναμο μήκος εξαρτημάτων | 91 |
| 6.2.7. | Ποιότητα - Στήριξη σωλήνων | 92 |
| 6.2.8. | Υδροδότηση | 93 |
| 6.2.9. | Αντλίες σε συστήματα πυροπροστασίας | 93 |
| 6.2.9.1. | Χαρακτηριστικά λειτουργίας αντλιών | 93 |
| 6.2.10. | Πυροσβεστικά συγκροτήματα | 94 |
| 6.2.11. | Πιεστικά δοχεία | 94 |
| 6.2.11.1. | Χωρητικότητα σε νερό | 95 |
| 6.2.11.2. | Πίεση αέρα | 95 |
| 6.3. | Μόνιμο Σύστημα Ψεκασμού Σταγονιδίων Νερού | |
| 6.4. | Μόνιμο Σύστημα με Διοξείδιο του Άνθρακα (CO₂) | |
| 6.4.1. | Σχεδιασμός συστημάτων | 97 |
| 6.4.2. | Δίκτυο σωληνώσεων | 97 |
| 6.4.3. | Ειδικές απαιτήσεις σε συστήματα ολικής κατάκλυσης | 98 |
| 6.5. | Μόνιμο Σύστημα Ξηρής Σκόνης (Dry Powder) | |
| 6.6. | Μόνιμο Σύστημα με FM-200 | |
| 6.6.1. | Ακροφύσιο εκτόξευσης | 100 |
| 6.6.2. | Δεξαμενή αποθήκευσης | 100 |
| 6.7. | Μόνιμο Σύστημα με IG-541 | |
| 6.7.1. | Διαστασιολόγηση δικτύου σωληνώσεων | 101 |
| 6.7.2. | Ανακούφιση πίεσης | 102 |
| 6.7.3. | Κύλινδροι αποθήκευσης | 102 |

Κεφάλαιο 7 - Βιβλιογραφία

Κεφάλαιο 1 - Εισαγωγή

1.1. Γενικά

Στην παρούσα διπλωματική εργασία γίνεται αναφορά στις κύριες εγκαταστάσεις πυρόσβεσης που χρησιμοποιούνται σε κτίρια. Επομένως κρίνεται σκόπιμο να γίνει μια πρώτη προσέγγιση στην έννοια της φωτιάς και στις μεθόδους καταπολέμησης της. Η βασική κατανόηση του μηχανισμού του φαινομένου της φωτιάς θα οδηγήσει στην ορθότερη επιλογή τρόπου και υλικού κατάσβεσης της. Για αυτό το λόγο παρουσιάζονται αρχικά οι ακόλουθοι τρεις βασικοί ορισμοί:

Φωτιά – Ο όρος χρησιμοποιείται γενικά για κάθε καύση. Συνοδεύεται συνήθως από έκλυση θερμότητας και φωτός. Μπορεί να είναι ελεγχόμενη και χρήσιμη.

Πυρκαγιά – Η χωρίς έλεγχο διάδοση φωτιάς στο χώρο και το χρόνο, με καταστρεπτικά κατά κανόνα αποτελέσματα. Συνοδεύεται από έκλυση μεγάλων ποσών θερμότητας και φωτός.

Καύσιμο υλικό – Έτσι χαρακτηρίζονται τα υλικά που καίγονται σχετικά εύκολα. Γενικά όλα τα υλικά καίγονται, αρκεί να βρεθούν σε κατάλληλες συνθήκες.

Θα ήταν μια πολύ απλουστευμένη προσέγγιση να θεωρηθεί η φωτιά σαν μια απλή χημική αντίδραση ένωσης ενός καυσίμου με ένα καυσιγόνο π.χ. $C + O_2 \rightarrow CO_2$ (καύση άνθρακα). Τέτοιες απλές χημικές αντιδράσεις δίνουν βέβαια τα παραγόμενα προϊόντα και τις θεωρητικές ποσοτικές σχέσεις, αλλά δεν δίνουν πληροφορίες για το μηχανισμό με τον οποίο η αντίδραση προχωρά. Όταν το φαινόμενο της καύσης εξελίσσεται με πολύ γρήγορο ρυθμό (π.χ. όταν υπάρχει μεγάλη συγκέντρωση ατμών ή όταν το εύφλεκτο υλικό βρίσκεται εντός περιορισμένων χώρων) αντί για απλή φωτιά το φαινόμενο που μπορεί να προκληθεί είναι έκρηξη. Από αυτές τις απλές αντιδράσεις δεν μπορεί κανείς να διακρίνει χαρακτηριστικά της φωτιάς όπως η φλόγα, η ταχύτητα διάδοσης της, η θερμοκρασία και ο τρόπος ανάφλεξης του κάθε καυσίμου και ο παραγόμενος καπνός. Για την κατανόηση του φαινομένου της φωτιάς και την επέμβαση σε αυτό, πρέπει να γίνει κατανόηση του μηχανισμού αυτής της σε μοριακό επίπεδο.

Η μελέτη του φαινομένου της φωτιάς ακολούθησε γενικά ένα κλασσικό δρόμο. Οι γνώσεις, για ένα μεγάλο διάστημα, προέρχονταν από εμπειρικούς τρόπους αντιμετώπισης και κατάσβεσης της φωτιάς με τη χρήση, εκτός του νερού, χημικών ουσιών. Τα τελευταία πενήντα χρόνια οι γνώσεις στην καταπολέμηση φωτιάς προέρχονται κυρίως από επιστημονικές μελέτες. Οι μελέτες αυτές προσπαθούν συνεχώς να κατανοήσουν το φαινόμενο της φωτιάς καθώς και να ερμηνεύσουν τη δράση των χημικών υλικών κατάσβεσης. Το φαινόμενο της φωτιάς πάντως έχει γίνει αρκετά πολύπλοκο και αυτό οφείλεται στη μεγάλη ποικιλία υλικών που παράγει ο πολιτισμός μας (π.χ. δομικά υλικά, ηλεκτρικές και ηλεκτρονικές εφαρμογές, ένδυση, μόνωση). Όλα αυτά δημιούργησαν ένα μεγάλο αριθμό εν δυνάμει καυσίμων που αποτελούν πηγές και κινδύνους πυρκαγιάς [1].

Όπως αναφέραμε και πιο πάνω, το φαινόμενο της φωτιάς είναι ένα κατεξοχήν πολύπλοκο φαινόμενο. Η επιστημονική αντιμετώπιση του, επιβάλλει το διαχωρισμό του φαινομένου σε στάδια και την μελέτη του κάθε σταδίου ξεχωριστά. Σύμφωνα με αυτή την λογική η φωτιά αποτελείται από τρία στάδια δηλαδή την ανάφλεξη, τη διάδοση και την παύση της. Τα στάδια αυτά (και κατά πόσο είναι φανερά) εξαρτώνται πρωτίστως από τη φυσική κατάσταση του καυσίμου. Όταν το καύσιμο είναι στερεό (ξύλο, κάρβουνο, φυσικά ή συνθετικά πολυμερή κλπ) τα στάδια είναι διακριτά. Στην

περίπτωση που έχουμε υγρό καύσιμο (πετρέλαιο, βενζίνη, έλαια, παραφίνη κλπ), τα στάδια είναι τα ίδια, μόνο που εξελίσσονται ταχύτερα με αποτέλεσμα να μην είναι εύκολα διακριτά. Ακόμη ταχύτερα το φαινόμενο εξελίσσεται στην περίπτωση των αέριων καυσίμων (υδρογόνο, ασετιλίνη, υγραέριο, προπάνιο κλπ) όπου το καύσιμο και το οξυγόνο αποτελούν ένα ομογενές μείγμα και η αντίδραση της καύσης εξελίσσεται με εκρηκτικές ταχύτητες [2].

Η θερμοκρασία που απαιτείται για να ξεκινήσει και να διατηρηθεί μια φωτιά εξαρτάται από το καύσιμο υλικό (σημείο ή θερμοκρασία ανάφλεξης). Για να ξεκινήσει μια πυρκαγιά πρέπει να γενικά να υπάρχει μια πηγή έναυσης. Υπάρχουν όμως και περιπτώσεις αυτανάφλεξης δηλαδή ανάφλεξης στην κατάλληλη θερμοκρασία, χωρίς τη συνδρομή εξωτερικής φλόγας. Ιδιαίτερα όσον αφορά στα εύφλεκτα υγρά και αέρια, για να ξεκινήσει μια φωτιά θα πρέπει οι ατμοί του εύφλεκτου υγρού ή αερίου να βρίσκονται σε κατάλληλη συγκέντρωση στον αέρα του εργασιακού χώρου.

1.2. Επιπτώσεις πυρκαγιάς

Οι επιπτώσεις που μπορεί να έχει μια πυρκαγιά μας δίνουν μια πρώτη ιδέα για το πόσο ουσιαστικό είναι το θέμα της πυρόσβεσης. Η εκδήλωση μιας πυρκαγιάς εκτός από τις υλικές καταστροφές (π.χ. κτίρια) αποτελεί μια πηγή σοβαρών κινδύνων για τον άνθρωπο. Οι υλικές ζημιές εξαιτίας μιας πυρκαγιάς μπορεί να είναι πολλές και διάφορες. Το κύριο πρόβλημα είναι η ανάπτυξη υψηλών θερμοκρασιών στο χώρο, η οποία μπορεί να δράσει με απρόσμενα αποτελέσματα. Χαρακτηριστικά θα αναφέρουμε την καταστροφή των δομικών στοιχείων (υποστυλώματα, δοκοί κλπ) και την τελική αχρήστευση ή κατάρρευση του κτιρίου. Επιπλέον ενδέχεται να υπάρξουν καταστροφές από μετάδοση ή επέκταση της πυρκαγιάς σε γειτονικούς χώρους, το οποίο θα έχει σοβαρές συνέπειες για τους ανθρώπους που βρίσκονται εντός του κτιρίου.

Φυσικά οι πιο σημαντικές επιπτώσεις αφορούν την ανθρώπινη ζωή, καθώς η πυρκαγιά θα βλάψει τον άνθρωπο που θα βρεθεί αντιμέτωπος της. Κατά τη διάρκεια μιας πυρκαγιάς καταναλώνεται οξυγόνο, γεγονός που μπορεί να προκαλέσει αίσθηση πνιγμού, συμπτώματα ασφυξίας και τελικά θάνατο. Στις περιπτώσεις εκρήξεων είναι πιθανόν να υπάρξουν σοβαροί τραυματισμοί (ή θάνατοι) από το ωστικό κύμα καθώς και από πιθανά θραύσματα. Ένα μεγάλο πρόβλημα αποτελεί και εδώ η **υψηλή θερμοκρασία** που αναπτύσσεται. Αυτή θα έχει ως αποτέλεσμα την αφυδάτωση (εξάτμιση του νερού από το ανθρώπινο σώμα) και εγκαύματα που μπορεί να οδηγήσουν στο θάνατο. Η άμεση επαφή του ανθρώπου με τη φλόγα ενέχει σοβαρό κίνδυνο ανάφλεξης των ρούχων και η επαφή με τις θερμές αέριες μάζες οδηγεί σε προβλήματα υγείας (υπερθερμία, αφυδάτωση, σοκ, εγκαύματα, αναπνευστικά προβλήματα, καρδιακά προβλήματα κ.α.).

Εκτός από τις υψηλές θερμοκρασίες, ένας σημαντικός παράγοντας με ιδιαίτερα δυσμενείς επιπτώσεις είναι και τα **καυσαέρια**. Αυτά αποτελούνται από τα ορατά κατάλοιπα της καύσης (αιωρούμενα σωματίδια άνθρακα και πίσσας) και από διάφορες χημικές ενώσεις. Γενικά στα περισσότερα προϊόντα υπάρχουν βασικές πληροφορίες σχετικά με τις επικίνδυνες ουσίες που ενδεχομένως παράγονται όταν καίγεται ένα υλικό που το αποτελεί. Οι επιπτώσεις των καυσαερίων για την ανθρώπινη υγεία οφείλονται κυρίως στην εναπόθεση αιθάλης στους πνεύμονες, στην παραγωγή CO (η εισπνοή του οποίου είναι ιδιαίτερα επικίνδυνη και μπορεί να προκαλέσει θάνατο), στην παραγωγή CO₂ (μπορεί να προκαλέσει ασφυξία επειδή εκτοπίζει το οξυγόνο και μειώνει την ποσοστιαία συμμετοχή του στο μίγμα της αναπνοής) και στην παραγωγή καυσαερίων που μπορεί

να περιέχουν μια ποικιλία επικίνδυνων χημικών ενώσεων και αερίων (εξαρτώνται από το είδος των καιγόμενων υλικών) [3].

1.3. Βασικές Αρχές πυρόσβεσης

Από τη στιγμή που δημιουργηθεί μια πυρκαγιά, για την αποτελεσματική της κατάσβεση, πρέπει να εντοπιστούν οι παράγοντες που συντηρούν την φλόγα. Γενικά για να μη δημιουργηθεί (ή συντηρηθεί) μια φωτιά πρέπει να εμποδιστεί η συνύπαρξη τριών παραγόντων δηλαδή καύσιμη ύλη, θερμότητα (που να διατηρεί υψηλή τη θερμοκρασία) και οξυγόνο. Αυτό εκφράζεται γραφικά με το λεγόμενο «**τρίγωνο της φωτιάς**» (Εικόνα 1.3-1). Ένας τέταρτος παράγοντας είναι οι «ελεύθερες ρίζες», οι οποίες δρουν με το οξυγόνο και τα αέρια της καιγόμενης ύλης, προκαλώντας αλυσιδωτές αντιδράσεις. Αν συμπεριλάβουμε και τον παράγοντα ελεύθερες ρίζες, τότε γραφικά έχουμε την «**πυραμίδα της φωτιάς**».



Εικόνα 1.3-1 Τρίγωνο της φωτιάς.

Η πυροσβεστική επέμβαση στο ξεκίνημα μιας φωτιάς είναι ιδιαίτερα αποτελεσματική. Ο χρόνος δράσης είναι πολύ σημαντικός για την καταπολέμηση της πυρκαγιάς. Η κατάσβεση της στα πρώτα λεπτά ενδέχεται να αποτρέψει μια δαπανηρή και πολύ δύσκολη προσπάθεια με μεγάλη πιθανότητα σοβαρών επιπτώσεων. Σε αυτό το γεγονός έγκειται και η χρήση συστημάτων πυρόσβεσης, καθώς αυτά έχουν ως σκοπό να αντιδρούν στο πρωταρχικό στάδιο εκδήλωσης της πυρκαγιάς. Με αυτό τον τρόπο δεν επιτρέπουν τον πολλαπλασιασμό των ελεύθερων ριζών που θα οδηγούσε σε αλυσιδωτές αντιδράσεις. Η ιδέα του τριγώνου (ή πυραμίδα της φωτιάς) μας δίνει τον τρόπο με τον οποίο πρέπει να δράσουμε όσον αφορά την κατάσβεση. Προφανώς η εξουδετέρωση ενός ή περισσότερων από αυτούς τους παράγοντες μπορεί να καταστείλει μια πυρκαγιά. Με βάση τα παραπάνω υπάρχουν τέσσερις βασικές αρχές πυρόσβεσης. Στην πράξη για να επιτύχουμε αποτελεσματική και γρήγορη κατάσβεση χρησιμοποιούμε συνδυασμό των παρακάτω μεθόδων [3].

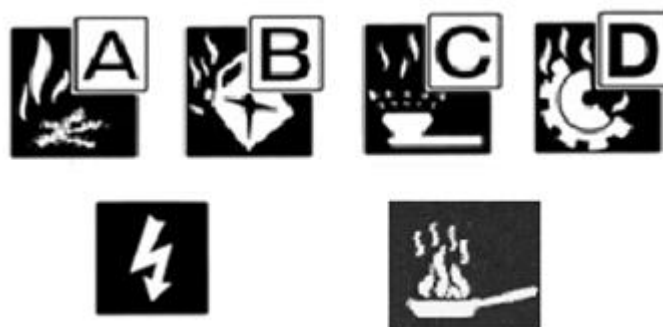
1. **Αραίωση καύσιμου υλικού** δηλαδή τη μείωση της πυκνότητας του υλικού στην περιοχή που εξελίσσεται η πυρκαγιά. Το φαινόμενο της αραίωσης οφείλεται σε διαδικασίες έγκαιρης απομάκρυνσης υλικών που δεν έχουν ακόμα αναφλεγεί.
2. **Τοπική ψύξη** η οποία βασίζεται στην αφαίρεση ποσοτήτων θερμότητας από την εστία πυρκαγιάς (δηλαδή το κατέβασμα της θερμοκρασίας του καιόμενου υλικού κάτω από τη θερμοκρασία ανάφλεξης) ώστε να διακοπεί η καύση. Τα μέσα κατάσβεσης με τοπική ψύξη βασίζονται σε διαδικασίες που απορροφούν σημαντικά ποσά θερμότητας (έχουν μεγάλη θερμοχωρητικότητα).
3. **Απόπνιξη** η οποία στηρίζεται στο γεγονός ότι οι περισσότερες φωτιές σβήνουν όταν στην περιοχή της εστίας μειωθεί η περιεκτικότητα του αέρα σε οξυγόνο κατά 30% περίπου. Η

μέθοδος αυτή βρίσκει εφαρμογή κυρίως σε κλειστούς χώρους ή όπου υπάρχει δυνατότητα να καλυφθεί ολόκληρη η φλεγόμενη περιοχή. Για την κάλυψη της φλεγόμενης περιοχής μπορούν να χρησιμοποιηθούν χώμα, άμμος, υγρά σκεπάσματα, αφρός, κατασβεστικές σκόνες ή κατασβεστικά αέρια.

4. **Καταλυτική κατάσβεση** η οποία στηρίζεται στο γεγονός ότι η διαδικασία εξέλιξης του φαινομένου της καύσης προϋποθέτει αλυσιδωτές αντιδράσεις στις οποίες συμβάλλουν οι «ελεύθερες ρίζες». Αν αυτές οι αντιδράσεις επιβραδυνθούν αρκετά και τελικά διακοπούν, επιτυγχάνεται κατάσβεση.

1.4. Κατηγορίες πυρκαγιών

Ο διαχωρισμός των πυρκαγιών σε κατηγορίες εξαρτάται από το είδος του καιγόμενου υλικού. Οι επιπτώσεις που θα έχει μια πυρκαγιά εξαρτώνται πρώτα από όλα από την κατηγορία που ανήκει. Αναλόγως την εκάστοτε κατηγορία, θα επιλέξουμε το μέσο (π.χ. νερό) και τις ενέργειες που θα χρησιμοποιήσουμε για την κατάσβεση της. Συνολικά υπάρχουν πέντε βασικές κατηγορίες πυρκαγιών (συμβολίζονται Α,Β,С, D, E). Σε αυτές προσθέτουμε άλλη μια (κατηγορία Κ) η οποία αφορά φωτιές αναφλέξιμων λιπών και λαδιών μαγειρικής. Τα σύμβολα που χρησιμοποιούνται για κάθε κατηγορία φαίνονται παρακάτω [9].



Εικόνα 1.4-1 Σύμβολα κατηγοριών πυρκαγιών.

Η κωδικοποίηση των διαφόρων κατηγοριών παρουσιάζεται στον παρακάτω πίνακα.

| ΚΑΤΗΓΟΡΙΑ ΠΥΡΚΑΓΙΑΣ | ΚΑΙΓΟΜΕΝΑ ΕΙΔΗ |
|---------------------|---|
| A | Στερεά υλικά οργανικής συνήθως σύνθεσης όπου η ανάφλεξη γίνεται με σχηματισμό τεφρανθράκων (ξύλο, χαρτί, υφάσματα, ελαστικά, διάφορα πλαστικά κλπ). |
| B | Υγρά καύσιμα ή υγροποιημένα στερεά (αιθέρας, οινόπνευμα, βενζίνη, λάδια, λίπη, λάκες, παραφίνη κλπ). |
| C | Αέρια καύσιμα (μεθάνιο, προπάνιο, βουτάνιο, ασετιλίνη, υδρογόνο κλπ). |
| D | Μέταλλα (νάτριο, κάλιο, μαγνήσιο, τιτάνιο και ζirkόνιο). |
| E | Ηλεκτρικές πυρκαγιές (πυρκαγιές πάνω ή κοντά σε ηλεκτρικές συσκευές ή εγκαταστάσεις που βρίσκονταν υπό τάση). Απαιτείται πυροσβεστικό υλικό μη αγώγιμο. |
| K | Ειδική κατηγορία που αφορά σε φωτιές αναφλέξιμων λιπών και λαδιών μαγειρικής. |

Πίνακας 1.4-1 Κατηγορίες πυρκαγιών.

1.5. Υλικά κατάσβεσης

Ο βασικός κανόνας αναφέρει ότι η καταλληλότητα ενός υλικού κατάσβεσης για κάθε κατηγορία πυρκαγιάς βασίζεται στο είδος των καιγόμενων υλικών. Πρέπει να δίνεται ιδιαίτερη προσοχή κατά τη επιλογή του υλικού που θα χρησιμοποιηθεί στην εκάστοτε περίπτωση. Η τεχνολογία έχει συμβάλει σημαντικά στη βελτίωση των μέσων που χρησιμοποιούνται για την κατάσβεση μιας πυρκαγιάς. Όσον αφορά την εξέλιξη των κατασβεστικών υλικών, στις μέρες μας πρέπει να λαμβάνουμε και τον οικολογικό παράγοντα. Η τρύπα του όζοντος και το φαινόμενο του θερμοκηπίου οδήγησαν στην παραγωγή επιβραδυντικών υλικών, τα οποία είναι φιλικά προς το περιβάλλον. Στη συνέχεια θα γίνει μια σύντομη αναφορά στα υλικά που χρησιμοποιούνται στην κατάσβεση μιας πυρκαγιάς και τα βασικά χαρακτηριστικά του κάθε υλικού. [8]

1.5.1. Νερό (H_2O)

Το νερό έχει κάποια βασικά χαρακτηριστικά τα οποία το καθιστούν ως το πιο εύχρηστο μέσο κατάσβεσης. Σημαντικό πλεονέκτημα είναι το γεγονός ότι βρίσκεται άφθονο στην φύση και επομένως δεν έχει κόστος. Το βασικό χαρακτηριστικό του είναι ότι έχει μεγάλη *θερμοχωρητικότητα* (1 kg νερού στους 0 °C αφαιρεί θερμότητα 639 kcal) και επιφέρει κατάσβεση λόγω ψύξης. Επιπλέον μπορεί να χρησιμοποιηθεί και για αποπνιγμό (υπό μορφή ομίχλης ή υπό μορφή υδρατμού). Είναι δυνατό να διοχετευθεί νερό σε σωλήνες και να εκτοξευθεί σε μεγάλες αποστάσεις με πίεση και με διάφορα είδη βολής. Με την προσθήκη ειδικών διαβρεκτικών ουσιών είναι δυνατό να αυξηθούν οι κατασβεστικές ιδιότητες του (κινητικότητα, διεισδυτικότητα, ανάκλαση ακτινοβολίας).

Το νερό σαν κατασβεστικό μέσο μπορεί να είναι επικίνδυνο κοντά σε δίκτυα, μηχανήματα ή εγκαταστάσεις με ηλεκτρική τάση (κίνδυνος ηλεκτροπληξίας), όταν στην εστία της φωτιάς υπάρχουν πυρωμένα μέταλλα μεγάλης επιφάνειας ή όταν η εστία έχει θερμοκρασία πολύ μεγάλη (άνω των 1300 °C). Το νερό δε σβήνει φωτιές φωσφόρου, θειαφιού, ναφθαλίνης, καμφοράς και γενικά υλών που περιέχουν περίσσεια οξυγόνου (π.χ. υπεροξειδία). Γενικά επιβάλλεται να γίνεται ορθολογική χρήση του σε συνάρτηση με την διεύθυνση και την ταχύτητα του ανέμου, την ένταση της πυρκαγιάς, την φύση του καιόμενου υλικού κ.α.

1.5.2. Διοξείδιο του άνθρακα (CO_2)

Το CO_2 είναι αέριο που δεν καίγεται, δεν συντηρεί την καύση και είναι βαρύτερο από τον αέρα (πυκνότητα 1,5 gr/cm³). Υγροποιείται εύκολα με συμπίεση και στο εμπόριο συναντάται κυρίως σε χαλύβδινες φιάλες με υψηλή πίεση (150 – 200 atm). Όταν ανοιχθεί η στρόφιγγα της φιάλης, το CO_2 περνά απευθείας από την υγρή κατάσταση στην στερεά (μετατρέπεται σε χιόνι) και λέγεται «ξηρός πάγος» (με θερμοκρασία -78 °C). Επιπλέον μετατρέπεται απευθείας από «ξηρό πάγο» σε αέρια μορφή, χωρίς να περάσει από την υγρή φάση. Το CO_2 είναι κακός αγωγός του ηλεκτρισμού και μπορεί να χρησιμοποιηθεί άφοβα σε ευαίσθητο ηλεκτρονικό εξοπλισμό, ηλεκτρονικούς υπολογιστές κ.α. Το CO_2 δεν αποτελεί σωστή επιλογή για την κατάσβεση υλικών που στη χημική τους σύσταση περιέχουν επαρκές για την καύση τους οξυγόνο. (Περισσότερες λεπτομέρειες για το CO_2 αναφέρονται στην ενότητα 5.1.1.).

Το CO_2 δρα κατασβεστικά με τρεις τρόπους. Κάνει αποκοπή της φλόγας λόγω της μεγάλης ταχύτητας με την οποία εξέρχεται από την φιάλη, ψύχει την καιόμενη επιφάνεια λόγω της πολύ χαμηλής θερμοκρασίας του και τέλος απομονώνει την καιόμενη επιφάνεια επειδή (ως βαρύτερο

του αέρα) κατακάθεται και διώχνει τον ατμοσφαιρικό αέρα. Δεν είναι δηλητηριώδες, αλλά μπορεί να προκαλέσει ασφυξία, όταν βρίσκεται σε μεγάλη αναλογία στον αέρα. Για να προσεγγισθούν οι χώροι όπου έχει γίνει προηγουμένως χρήση CO₂ πρέπει πρώτα να γίνει καλός αερισμός του χώρου.

1.5.3. Αερόλυμα (aerosol)

Το κατασβεστικό υλικό αποτελείται από ανόργανα καλιούχα άλατα και κατά πλειονότητα από ανθρακικό κάλιο. Η κατασβεστική δράση του αεροζόλ στηρίζεται στη διακοπή της αλυσιδωτής αντίδρασης που λαμβάνει χώρα κατά τη διάρκεια της πυρκαγιάς. Οι ελεύθερες ρίζες (οι οποίες δημιουργούνται κατά τη διάρκεια της φωτιάς) αντιδρούν με το οξυγόνο και τα αέρια της καιγόμενης ύλης με τη μορφή αλυσιδωτής αντίδρασης, η οποία βοηθά την ανάπτυξη και την εξάπλωση της πυρκαγιάς. Αν αυτές οι αλυσιδωτές αντιδράσεις επιβραδυνθούν αρκετά και τελικά διακοπούν επιτυγχάνεται η κατάσβεση.

Το αερόλυμα, στην επαφή του με τη φωτιά, απορροφά ενέργεια και προκαλεί κατάσβεση μέσω χημικής αντίδρασης. Συστατικά της επαφής είναι το άζωτο, το νερό και σε υψηλή αναλογία το κάλιο. Η επαφή αυτή δεν εξουδετερώνει το οξυγόνο ούτε και μεταβάλλει την περιεκτικότητά του στο περιβάλλον, αλλά δρα σε μοριακό επίπεδο στην αναπτυσσόμενη φλόγα, εμποδίζοντας την επέκταση ή την αναζωπύρωση της. Με αυτό τον τρόπο δρα κατασταλτικά στην αντίδραση οξείδωσης, χωρίς να επηρεάζεται πρακτικά η συγκέντρωση του οξυγόνου στον προστατευόμενο χώρο. Το παραγόμενο αέριο περιέχει μικρές ποσότητες διοξειδίου και μονοξειδίου του άνθρακα επομένως δεν έχει περιβαλλοντικές επιπτώσεις.

1.5.4. Αφρός

Ο αφρός αποτελεί ένα μίγμα νερού, αφογόνου υλικού και αέρα. Τα συστατικά υλικά αναμιγνύονται, τη στιγμή της χρήσης του, μέσα σε έναν ισχυρό αναδευτήρα και το αποτέλεσμα μοιάζει με παχύρρευστη σαπουνάδα. Κατασβεστικά ο αφρός ενεργεί είτε απομονωτικά (καθώς καλύπτει την καιόμενη επιφάνεια και διακόπτει την επαφή της με το οξυγόνο του αέρα) είτε ψυκτικά (αφού αποτελείται κατά 95% από νερό). Ο αφρός είναι πολύ καλό κατασβεστικό μέσο για φωτιές υγρών καυσίμων και χημικών υγρών (βενζίνη, πετρέλαιο, πίσσα, χρώματα, λάδια κ.α.), όταν κατακλυσθεί γρήγορα η επιφάνεια του καιγόμενου υγρού. Η αδυναμία του αφρού σε φωτιές στερεών καυσίμων οφείλεται στην αδυναμία του αφρού να καλύψει μεγάλες επιφάνειες, αντίθετα είναι αποτελεσματικός σε ολική κατάκλυση.

1.5.5. Ξηρά σκόνη

Αποτελεί το πιο διαδεδομένο υλικό στους πυροσβεστήρες αλλά χρησιμοποιείται και σε μόνιμες εγκαταστάσεις πυρόσβεσης. Αποτελείται από διττανθρακικό νάτριο ή κάλιο με προσμίξεις από διάφορα αδρανή υλικά. Είναι κατάλληλη για όλες τις κατηγορίες πυρκαγιών ακόμη και με παρουσία ηλεκτρικού ρεύματος αρκετών χιλιάδων volt (Κατηγορία E). Το κύριο μειονέκτημα της είναι ότι τα κατάλοιπα της μπορεί να προκαλέσουν μεγάλες ζημιές σε εγκαταστάσεις και να αποτελέσουν επικίνδυνους ρυπαντές.

Η ξηρά σκόνη δρα κατασβεστικά είτε με αποκοπή της φλόγας (εξαιτίας της ορμής με την οποία εκτοξεύεται), είτε με αποπνιγμό (αφ' ενός επειδή διώχνει τον αέρα, αφ' ετέρου γιατί ως βαρύτερη επικάθεται στις καιόμενες επιφάνειες και τις απομονώνει από την επαφή με το οξυγόνο

της ατμόσφαιρας). Επιπλέον η ξηρά σκόνη εμποδίζει και την παραγωγή ατμών. Η χρήση της ξηρής σκόνης προϋποθέτει κάποιο προωθητικό μέσο (άζωτο ή διοξείδιο του άνθρακα) και είναι αδύνατο να χρησιμοποιηθεί χωρίς αυτό. Όλοι οι τύποι ξηρής σκόνης επηρεάζονται από την υγρασία. Η άσκηση πίεσης από το προωθητικό αέριο σε συνδυασμό με την υγρασία προκαλεί καταστροφή (στερεοποίηση) στις πυροσβεστικές σκόνες.

1.5.6. Πρόχειρα μέσα

Την αποστέρωση του οξυγόνου από μια καιόμενη επιφάνεια μπορούμε να την πετύχουμε και με πρόχειρα μέσα όπως για παράδειγμα χώμα, άμμος, γύψος, τσιμέντο, ασβέστης σε σκόνη, μαρμαρόσκονη, διάφορα υφάσματα και σκεπάσματα (ιδιαίτερα αν είναι βρεγμένα). Με αυτό τον τρόπο μπορούμε να σβήσουμε αποτελεσματικά μικρές πυρκαγιές όπως αυτές που προέρχονται από χυμένα στο έδαφος παχύρρευστα υγρά καύσιμα (πίσσα, άσφαλτος) ξερά χόρτα, καλώδια στην επιφάνεια του δαπέδου κ.α.

1.5.7. Halon

Όπως αναφέραμε, στις μέρες μας είναι πολύ σημαντικός και ο οικολογικός παράγοντας. Χαρακτηριστικά αναφέρουμε την κατάργηση των αλογονομένων υδρογονανθράκων (Halon 1301 και 1211), οι οποίοι παλαιότερα χρησιμοποιούνταν ευρέως. Το Halon 1211 έβρισκε εφαρμογή σε φορητούς πυροσβεστήρες, ενώ το Halon 1301 κυρίως σε συστήματα ολικής κατάκλυσης. Τα Halons που χρησιμοποιούνταν στην πυρόσβεση έχουν το μεγαλύτερο Δυναμικό Καταστροφής Όζοντος (ODP) και κατά συνέπεια ήταν τα πρώτα που έπρεπε να καταργηθούν. Λόγω της συμβολής τους στην καταστροφή του στρώματος όζοντος στην στρατόσφαιρα έχει **απαγορευτεί** η παραγωγή τους (31-12-1993) και επιπλέον αποφασίστηκε και η καταστροφή των Halon ως τις 31-12-2003 (Ευρωπαϊκός Κανονισμός 2037/2000-Τροποποίηση της 7-3-2003). Οι χρήστες Halon έχουν, στις μέρες μας, αρκετές εναλλακτικές επιλογές (αδρανή αέρια Inergen, Argonite κλπ).

1.6. Πυροπροστασία

Κατά το σχεδιασμό ενός κτιρίου τίθενται διάφορα θέματα τα οποία πρέπει να εξεταστούν και να επιλυθούν. Για το κάθε θέμα υπάρχει και η σχετική μελέτη από τον ανάλογο κλάδο (π.χ. αρχιτεκτονική μελέτη). Ένα από τα σημαντικότερα θέματα που τίθενται είναι η πρόληψη αλλά και η αντιμετώπιση μιας ενδεχόμενης πυρκαγιάς. Αυτή είναι ουσιαστικά και η έννοια της πυροπροστασίας. Ένα τμήμα της πυροπροστασίας εντάσσεται στο κομμάτι της ηλεκτρομηχανολογικής μελέτης του κτιρίου και το νομοθετικό της πλαίσιο γίνεται συνεχώς αυστηρότερο. Η πυροπροστασία διακρίνεται σε δυο μεγάλες κατηγορίες, την *παθητική* και *ενεργητική*. Αναλυτικές λεπτομέρειες για την κάθε κατηγορία μπορούν να αναζητηθούν στη σχετική νομοθεσία. [2-4].

1.6.1. Δομική Πυροπροστασία

Η **Δομική Πυροπροστασία** (ονομάζεται και παθητική πυροπροστασία) περιλαμβάνει όλες εκείνες τις κατασκευαστικές προβλέψεις, ώστε αν συμβεί πυρκαγιά, να διασφαλίζονται οι ανθρώπινες ζωές και τα αποτελέσματά της να είναι όσο το δυνατόν λιγότερο καταστρεπτικά (κυρίως

ο περιορισμός της διάδοσης της πυρκαγιάς μέσα στο κτίριο). Επιπλέον στη δομική πυροπροστασία επιδιώκεται η ύπαρξη των αναγκαίων οδεύσεων διαφυγής για την ασφαλή εκκένωση του κτιρίου στην περίπτωση έναρξης πυρκαγιάς. Όταν αναφερόμαστε στη δομική πυροπροστασία υπάρχουν (σύμφωνα με τον Κανονισμό Πυροπροστασίας Κτιρίων Π.Δ 71/88) κάποιες βασικές έννοιες, οι οποίες πρέπει να αναφερθούν για λόγους πληρότητας.

1. **Πυροδιαμέρισμα** - Τμήμα κτιρίου (ή ολόκληρο κτίριο) που περικλείεται ερμητικά από δομικά στοιχεία με προκαθορισμένο δείκτη πυραντίστασης. Δεν αφορά τους εξωτερικούς τοίχους και τα κουφώματα του κτιρίου προς κοινόχρηστο χώρο, ούτε το δάπεδο που συνορεύει με το έδαφος.
2. **Δείκτης πυραντίστασης** – Ένας χρονικός δείκτης ο οποίος ικανοποιεί τις απαιτήσεις για ευστάθεια, ακεραιότητα και θερμομονωτική ικανότητα των δομικών στοιχείων στα οποία αναφέρεται.
3. **Αύξηση εμβαδού πυροδιαμερίσματος** - Το μέγιστο εμβαδόν ενός πυροδιαμερίσματος γενικά μπορεί να αυξηθεί εφόσον εγκαθίστανται Sprinklers (και αναφέρεται ρητά η αύξηση του εμβαδού του πυροδιαμερίσματος) είτε αν η περίμετρος του κτιρίου είναι ελεύθερη (50% ή 100%) για την προσπέλαση οχημάτων της Π.Υ. (προσαύξηση του εμβαδού κατά 25% ή 50% αντίστοιχα).

Τα βασικά στοιχεία τα οποία αφορούν την παθητική πυροπροστασία είναι τα εξής:

1. Ο σχεδιασμός των οδεύσεων διαφυγής που απαιτούνται για το συγκεκριμένο κτίριο ως συνάρτηση του θεωρητικού πληθυσμού του κτιρίου (ανάλογα προς την επιφάνεια και τη χρήση του κτιρίου).
2. Ο υπολογισμός των απαιτούμενων εξόδων κίνδυνου αλλά και πλάτους αυτών ως συνάρτηση του θεωρητικού πληθυσμού του κτιρίου.
3. Ο φωτισμός ασφαλείας και η σήμανση των οδεύσεων διαφυγής, όπου απαιτείται.
4. Η διαίρεση του κτιρίου σε πυροδιαμερίσματα, δηλαδή σε τμήματα με καθοριζόμενο (από τη νομοθεσία) δείκτη πυραντίστασης.
5. Η εξασφάλιση των μέγιστων οδεύσεων διαφυγής (στα επιτρεπόμενα όρια) και η πρόβλεψη της διαδρομής καπνού και αέριων, ώστε οι οδοί διαφυγής να διατηρούνται ελεύθεροι.
6. Η άρτια εξωτερική διαμόρφωση του κτιρίου ώστε να εξασφαλίζεται η ακίνδυνη δυνατότητα προσέγγισης και δράσης της Πυροσβεστικής.
7. Ειδικές κατασκευαστικές υποδείξεις (σκάλες, αγωγοί αερισμού, διάκενα πάνω από κρεμαστές οροφές, ανελκυστήρες).

1.6.2. Ενεργητική Πυροπροστασία

1.6.2.1. Γενικά

Η **Ενεργητική Πυροπροστασία** αφορά στα κατασταλτικά μέτρα προστασίας (εξοπλισμός και προγραμματισμένες δραστηριότητες) που ενεργοποιούνται με την εμφάνιση ή κατά τη διάρκεια της πυρκαγιάς (χειροκίνητη ή αυτόματη επέμβαση). Στα ενεργητικά μέτρα πυροπροστασίας περιλαμβάνονται τα δίκτυα πυρανίχνευσης και σήμανσης (συναγερμός) για την εμφάνιση της πυρκαγιάς, τα συστήματα καταιονισμού κατασβεστικών υλικών (νερό, αφρός, σκόνες κ.λπ.) και τα ειδικά κεντρικά ή τοπικά μέσα κατάσβεσης [4].

Το κομμάτι της δομικής πυροπροστασίας ενός κτιρίου γίνεται πολύ πιο ευέλικτο με την εφαρμογή μέτρων ενεργητικής πυροπροστασίας. Ο συνδυασμός τους αποφέρει πολλά οφέλη, κυρίως στο κατασκευαστικό κομμάτι του κτιρίου. Αναφέρουμε επιγραμματικά κάποια από αυτά τα οφέλη. Όταν προβλέπεται εγκατάσταση *πυρανίχνευσης* υπάρχει αύξηση της απροστάτευτης όδευσης διαφυγής (π.χ. σε ξενοδοχεία). Όταν προβλέπεται *σύστημα καταιονισμού* (Sprinkler) υπάρχει αύξηση του επιτρεπόμενου μέγιστου μεγέθους πυροδιαμερίσματος (π.χ. σε κτίρια γραφείων). Η πρόβλεψη για *αυτόματο σύστημα πυρόσβεσης*, έχει ως αποτέλεσμα την μείωση των ελάχιστων επιτρεπόμενων δεικτών πυραντίστασης των φερόντων δομικών στοιχείων και των στοιχείων του περιβλήματος των πυροδιαμερισμάτων (π.χ. σε κτίρια γραφείων).

1.6.2.2. Δομή των συστημάτων ενεργητικής πυροπροστασίας

Τα διάφορα συστήματα που χρησιμοποιούνται ευρέως μπορούν να διαχωριστούν σε δύο γενικές κατηγορίες, τα προληπτικά και τα κατασταλτικά. Ο συνδυασμός τους αποτελεί την καλύτερη ασπίδα στην αντιμετώπιση μιας πυρκαγιάς, καθώς η κάθε ομάδα διαδραματίζει το δικό της ρόλο στην καταπολέμηση της. [2-4].

Τα **προληπτικά μέσα** έχουν ως σκοπό την έγκαιρη ειδοποίηση για την εκδήλωση μιας πυρκαγιάς και αποτελούν το πρώτο μέσο άμυνας. Όπως έχει ήδη αναφερθεί ο χρόνος δράσης είναι ένας πολύ σημαντικός παράγοντας στην κατάσβεση. Επομένως η σωστή χρήση και λειτουργία των προληπτικών μέσων είναι απαραίτητη προϋπόθεση. Επιπλέον η τεχνολογία έχει βοηθήσει στην τελειοποίηση των συστημάτων που χρησιμοποιούνται (ειδικά στο κομμάτι της πυρανίχνευσης). Στο Κεφάλαιο 2 της παρούσας διπλωματικής εργασίας γίνεται εκτενής αναφορά στις εγκαταστάσεις πυρανίχνευσης και σήμανσης.

Ως προληπτικά μέτρα μπορούν να θεωρηθούν τα παρακάτω:

1. **Το χειροκίνητο σύστημα συναγερμού** το οποίο επιβάλλεται σε ορισμένες κατηγορίες κτιρίων και αποτελείται από τα κομβία συναγερμού (ηλεκτρικοί αγγελτήρες πυρκαγιάς) και από τις σειρήνες συναγερμού οι οποίες τοποθετούνται σε κατάλληλες θέσεις.
2. **Εγκατάσταση Πυρανίχνευσης** - Η πυρανίχνευση βασίζεται σε ειδικούς ανιχνευτές (ιονισμού, θερμοκρασίας, φλόγας, ορατού καπνού ή θερμοδιαφορικούς) και τα κομβία (μπουτόν) που, τοποθετημένα σε επίκαιρα σημεία, θα επιτρέπουν τόσο την αυτόματη όσο και την ημιαυτόματη λειτουργία του συστήματος. Οι ανιχνευτές και τα μπουτόν συναγερμού πυρκαγιάς συνδέονται, μέσω ηλεκτρικών αγωγών, με τα κέντρα ανίχνευσης. Τα κέντρα ανίχνευσης τοποθετούνται σε επιλεγμένα σημεία μετά από προσεκτική μελέτη του συγκεκριμένου κτιριακού συγκροτήματος ή των συγκροτημάτων.

Τα **κατασταλτικά μέσα** αναφέρονται κυρίως στα διάφορα συστήματα που είναι υπεύθυνα για τον περιορισμό ή την πλήρη κατάσβεση μιας πυρκαγιάς. Τα μέσα αυτά ενεργοποιούνται μετά την έναρξη της πυρκαγιάς και συνήθως συνδυάζονται με κάποιο κατάλληλο προληπτικό μέσο (κυρίως με εγκατάσταση πυρανίχνευσης). Τα κατασταλτικά μέσα αποτελούνται κυρίως από τις μόνιμες (fixed) εγκαταστάσεις πυρόσβεσης (Εικόνα 1.6.2.2-2). Αυτές εγκαθίστανται σε κτίρια και η βασική διαφορά τους (πέρα των κατασκευαστικών διαφορών), έγκειται στο υλικό που θα χρησιμοποιηθεί για την κατάσβεση της πυρκαγιάς.

Κατασταλτικά μέσα είναι τα παρακάτω:

1. **Το μόνιμο υδροδοτικό πυροσβεστικό δίκτυο (ΜΥΠΔ)** είναι ένα σύνολο εξοπλισμού το οποίο επιβάλλεται σε ορισμένες κατηγορίες κτιρίων. Αποτελείται από την πηγή νερού, τις πυροσβεστικές αντλίες, τον πίνακα αυτοματισμών για τις αντλίες, τους ρυθμιστές πίεσης, το δίκτυο των χαλύβδινων σωληνώσεων και τις πυροσβεστικές φωλιές. Για τα ΜΥΠΔ γίνεται εκτενής αναφορά στην ενότητα 4.1.
2. **Μόνιμο σύστημα καταιονισμού ύδατος (Sprinkler).** Είναι ένα μόνιμο σύστημα πυροπροστασίας με καταιονισμό νερού μέσω ειδικών ακροφυσίων. Ονομάζεται και σύστημα τεχνητής βροχής νερού. Εγκαθίσταται κυρίως σε μεγάλα κτίρια και εμπορικές ή βιομηχανικές εγκαταστάσεις. Αποτελείται από μια πηγή νερού, ένα δίκτυο σωληνώσεων τοποθετημένων στην οροφή των προστατευόμενων χώρων, τους καταιονητήρες και ένα σύστημα βαλβίδων υδραυλικής διανομής. Υπάρχουν τέσσερις διαφορετικές κατηγορίες τέτοιων συστημάτων (υγρού - ξηρού τύπου, προενέργειας και ολικού κατακλυσμού). Τα συστήματα Sprinkler εξετάζονται αναλυτικά στην ενότητα 4.2.
3. **Αυτόματο σύστημα τεχνητής ομίχλης νερού.** Τα συστήματα αυτά κατασκευαστικά είναι ίδια με τα συστήματα sprinkler (με εξαίρεση τα ακροφύσια ψεκασμού). Τα ακροφύσια ομίχλης είναι πάντοτε ανοικτά και διασκορπίζουν το νερό με τη μορφή πολύ λεπτών σταγονιδίων (τεχνητή ομίχλη). Περισσότερες πληροφορίες για τα συστήματα αυτά δίδονται στην ενότητα 4.3.
4. **Αυτόματο σύστημα ψεκασμού με αέρια.** Είναι μόνιμες εγκαταστάσεις πυρόσβεσης οι οποίες χρησιμοποιούν ως κατασβεστικό υλικό κάποιο αέριο (CO₂, αεροζόλ, FM-200, IG-541 κλπ). Αναλυτικά τα συστήματα ψεκασμού με αέρια εξετάζονται στο Κεφάλαιο 5.
5. **Μόνιμα συστήματα πυρόσβεσης με ξηρές σκόνες.** Είναι μόνιμες εγκαταστάσεις πυρόσβεσης οι οποίες χρησιμοποιούν ως κατασβεστικό υλικό ξηρές σκόνες. Πιο αναλυτικά τα συστήματα ξηρής σκόνης εξετάζονται στην ενότητα 5.2.
6. **Μόνιμο σύστημα κατάσβεσης αφρού.** Είναι μόνιμες εγκαταστάσεις πυρόσβεσης οι οποίες χρησιμοποιούν ως κατασβεστικό υλικό τον αφρό (αεραφροί, AFFF κλπ). Τα συστήματα αυτά εξετάζονται αναλυτικότερα στην ενότητα 5.4.

Εκτός από τις μόνιμες εγκαταστάσεις πυρόσβεσης, ως κατασταλτικά μέσα θεωρούνται και τα παρακάτω:

1. **Πυροσβεστήρες** - Σε κάθε κτίριο ανάλογα με την χρήση των διαφόρων χώρων επιβάλλεται, κατά περίπτωση, η εγκατάσταση πυροσβεστήρων. Οι πυροσβεστήρες διακρίνονται ως προς το βάρος τους και το είδος του κατασβεστικού υλικού (πυροσβεστήρες χημικής σκόνης, πυροσβεστήρες CO₂ κλπ). Διακρίνουμε τους πυροσβεστήρες αυτομάτου λειτουργίας και τους χειροκίνητους. Στο Κεφάλαιο 3 γίνεται εκτενής αναφορά για τους πυροσβεστήρες.
2. **Πυροσβεστικός σταθμός** - Αποτελείται από αριθμημένα μεταλλικά ντουλάπια ερυθρού χρώματος (Εικόνα 1.6.2.2-1) που τοποθετούνται ανά έξι Πυροσβεστικές Φωλιές (Π.Φ) και περιέχουν τα παρακάτω εργαλεία και μέσα πρώτης ανάγκης:

- Ένα λοστό διαρρήξεως
- Ένα πέλεκυ μεγάλο
- Ένα φτυάρι
- Μία αξίνα
- Ένα σκεπάρνι
- Μία κουβέρτα διασώσεως (δύσφλεκτη)
- Δύο κλεφτοφάναρα
- Ατομικές προσωπίδες με φίλτρο ή Ατομικές μάσκες διαφυγής
- Κράνη προστατευτικά



Εικόνα 1.6.2.2-1 Πυροσβεστικός σταθμός.

3. Στην ενεργητική πυροπροστασία υπάγεται και η συγκρότηση των **ομάδων πυροπροστασίας** του κτιρίου (όπου απαιτείται) όπως και η εκπαίδευση των ομάδων πυροπροστασίας για την αντιμετώπιση πυρκαγιάς και για την έγκαιρη καταστολή αυτών.



Εικόνα 1.6.2.2-2 Διαχωρισμός μέσων κατάσβεσης πυρκαγιών.

Κεφάλαιο 2 – Εγκαταστάσεις Πυρανίχνευσης και Σήμανσης

2.1. Γενικά

Σύστημα πυρανίχνευσης ονομάζεται ένα σύνολο από συσκευές που σκοπό έχουν να ανιχνεύσουν έγκαιρα μία εστία φωτιάς και να δώσουν το σήμα κινδύνου με ηχητικά, οπτικά και άλλα μέσα. Οι εγκαταστάσεις πυρανίχνευσης χρησιμοποιούνται κυρίως για την προστασία ζωής (life safety) και την προστασία περιουσίας (property protection). Τα συστήματα πυρανίχνευσης που χρησιμοποιούνται για προστασία της ανθρώπινης ζωής πρέπει να βασίζονται πρωταρχικά στη σήμανση συναγερμού (ηχητικού). Η προειδοποίηση πρέπει να δίνεται έγκαιρα, ώστε ο χρόνος που απομένει μετά την έναρξη της φωτιάς, για εκκένωση της επικίνδυνης ζώνης, να είναι επαρκής, πριν η φωτιά εξαπλωθεί. Σε περιπτώσεις προστασίας της περιουσίας οι λόγοι είναι κυρίως οικονομικοί (μείωση ή αποφυγή των ζημιών στο κτίριο). Ολόκληρος ο εξοπλισμός του συστήματος πυρανίχνευσης πρέπει από το έτος 2005 να συμμορφώνεται με τους σχετικούς κανονισμούς.

Το σύστημα πυρανίχνευσης πρέπει να ανιχνεύει αυτόματα και έγκαιρα μία φωτιά εντοπίζοντας την ακριβή θέση της και αναπτύσσοντας συναγερμό άμεσα προς ειδοποίηση των δυνάμεων πυρόσβεσης ή της Πυροσβεστικής Υπηρεσίας. Οι εγκαταστάσεις πυρανιχνεύσεως συνδυάζονται συνήθως με μια σειρά από «πρώτες ή άμεσες ενέργειες», όπως η ενεργοποίηση μόνιμων εγκαταστάσεων πυρόσβεσης, το άνοιγμα παραπετασμάτων καπνού, η μετακίνηση και τοποθέτηση πυροφραγμών, ο έλεγχος του αερισμού, το κλείσιμο των θυρών πυροπροστασίας, η διακοπή της λειτουργίας των ανελκυστήρων ή των κυλιόμενων σκαλών κ.α. [2].

Μια μελέτη πυρανιχνεύσεως πρέπει να βασίζεται σε προσεκτική ανάλυση των στοιχείων που επηρεάζουν την επιλογή των συστημάτων όπως:

- Το είδος, το μέγεθος, η θέση και η χρήση του χώρου που θα προστατευθεί.
- Το μόνιμο αλλά και το πιθανό περιεχόμενο του χώρου (όπως άνθρωποι, πυροθερμικό φορτίο, αντικείμενα μεγάλης αξίας).
- Οι απαιτήσεις αξιοπιστίας του συστήματος σε συνάρτηση με τα διατιθέμενα οικονομικά μέσα.
- Οι ειδικές απαιτήσεις και ιδιομορφίες, σε συνδυασμό με το σύνολο των επιδιωκόμενων στόχων.

2.2. Κατηγορίες συστημάτων πυρανίχνευσης

Υπάρχουν δύο γενικές κατηγορίες συστημάτων πυρανίχνευσης. Τα λεγόμενα *συμβατικά (ζωνικά)* συστήματα, που είναι τα πιο απλά και χρησιμοποιούνται σήμερα στις μικρές και μεσαίες εγκαταστάσεις και τα *διευθυνσιοδοτούμενα (addressable)*, με τα οποία υλοποιούνται συνήθως πυρανιχνεύσεις στις μεσαίες και μεγάλες εγκαταστάσεις. Τα διευθυνσιοδοτούμενα συστήματα λόγω των πολλών συγκριτικών πλεονεκτημάτων τους, τείνουν να τοποθετούνται όλο και πιο συχνά στις μεσαίες αλλά ακόμα και στις μικρές εγκαταστάσεις. Στη συνέχεια αναλύονται τα βασικά στοιχεία της κάθε κατηγορίας συστήματος πυρανίχνευσης, σύμφωνα με το Βρετανικό Πρότυπο BS 5839 Pt1:1988 [12].

- **Συμβατικό Σύστημα**

Για τον γρήγορο και ακριβή εντοπισμό της φωτιάς, η προστατευόμενη επιφάνεια χωρίζεται σε ζώνες. Όταν καθορίζονται οι ζώνες πρέπει να δίδεται ιδιαίτερη βαρύτητα στην πρόσβαση, το μέγεθος, τις προϋποθέσεις κατάσβεσης (ειδικά για τις περιπτώσεις προστασίας της περιουσίας) καθώς επίσης και την προσέγγιση των ζωνών από την όδευση κύριας κυκλοφορίας και ξεκινώντας από το σημείο που βρίσκεται ο πίνακας ελέγχου πυρανίχνευσης.

Για τον καθορισμό του μεγέθους μιας ζώνης πρέπει να λαμβάνονται υπόψη τα ακόλουθα:

1. Εάν η συνολική επιφάνεια του κτιρίου δεν υπερβαίνει τα 300 m² το κτίριο χρειάζεται μία ζώνη, ασχέτως από τον αριθμό των ορόφων που αυτό διαθέτει.
2. Η μέγιστη επιφάνεια που καλύπτει μία ζώνη δεν πρέπει να υπερβαίνει τα 2000 m².
3. Η απόσταση που θα διανύσει ένας άνθρωπος για τον εντοπισμό της φωτιάς μέσα σε μία ζώνη δεν πρέπει να υπερβαίνει τα 30 m. Η χρήση φωτεινών επαναληπτών του σήματος των ανιχνευτών, έξω από τις πόρτες των προστατευόμενων χώρων, μπορεί να περιορίσει τον αριθμό των αναγκαίων ζωνών.
4. Εάν μία ζώνη καλύπτει περισσότερα του ενός πυροδιαμερίσματα, τότε τα όρια της ζώνης καθορίζονται από τα όρια των πυροδιαμερισμάτων.
5. Εάν το κτίριο χωρίζεται σε διαφορετικές ιδιοκτησίες, τότε κάθε ιδιοκτησία πρέπει να καλύπτεται από ξεχωριστές ζώνες και να μην διακόπτεται μία ζώνη από διαφορετικές ιδιοκτησίες.
6. Οι ζώνες δεν έχουν περιοριστικά όρια στα χειροκίνητα συστήματα συναγερμού.
7. Είναι σημαντικό πλεονέκτημα κατά το σχεδιασμό ενός συστήματος να εγκαθίστανται τα μπουτόν συναγερμού σε ξεχωριστές ζώνες από αυτές των ανιχνευτών, διότι έτσι αναγνωρίζεται ο χειροκίνητος συναγερμός και ότι η φωτιά έχει γίνει αντιληπτή από ανθρώπους.

- **Διευθυνσιοδοτούμενο Σύστημα**

Τα διευθυνσιοδοτούμενα συστήματα βασίζονται σε μία παραλλαγή σχεδιασμού κυκλωμάτων, με το σκεπτικό ότι η προστασία δεν χάνεται από ένα ή περισσότερα σφάλματα που ενδέχεται να συμβούν στο κύκλωμα. Στο συμβατικό σύστημα αυτό επιτυγχάνεται με την ύπαρξη πολλών κυκλωμάτων (ζωνών), όπου βλάβη μιας ζώνης δεν επηρεάζει την λειτουργία των άλλων ζωνών. Στο διευθυνσιοδοτούμενο σύστημα το κύκλωμα είναι ένας βρόχος (loop) με αρχή και τέλος στον πίνακα ελέγχου. Οι ανιχνευτές αποτελούν προσδιοριζόμενα διευθυνσιακά σημεία (100 έως 130 περίπου) που μπορούν ομαδοποιημένα να χωρίζονται σε ζώνες. Οι ζώνες αυτές πρέπει να αναγνωρίζονται με ενδεικτικές λυχνίες LED στην περίπτωση συναγερμού.

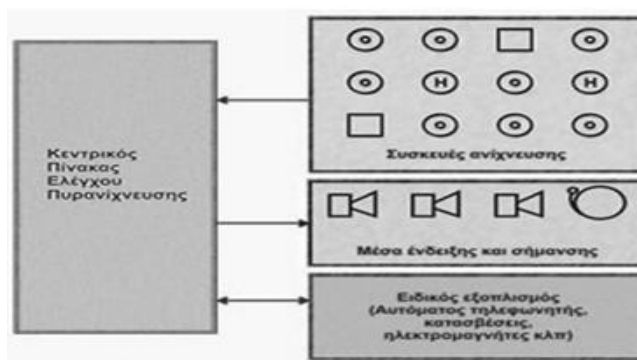
Η έννοια της προστασίας εξασφαλίζεται με ειδικές συσκευές που λέγονται απομονωτές βραχυκυκλώματος (short circuit isolators). Αυτοί μπορούν να απομονώνουν περιοχές του βρόχου, σε περίπτωση βραχυκυκλώματος, χωρίς να διακόπτεται η λειτουργία των υπολοίπων τμημάτων του βρόχου. Το μήκος ενός βρόχου είναι συνήθως μέχρι 2 km και απαιτούνται απομονωτές βραχυκυκλώματος ανά 100 m βρόχου (κατ' ελάχιστο). Επίσης απαιτείται ειδικός απομονωτής βραχυκυκλώματος στο σημείο σύνδεσης του πίνακα με τον βρόχο. Στους βρόχους συνδέονται οι ανιχνευτές καθώς και διάφορες διευθυνσιοδοτούμενες συσκευές (interfaces) όπως για την σύνδεση συμβατικών ζωνών, για την σύνδεση κυκλωμάτων συναγερμού (alarm), για την είσοδο και έξοδο εντολών. Οι περισσότεροι κατασκευαστές συστημάτων κατασκευάζουν συστήματα όπου το ρεύμα που διαρρέει τους βρόγχους είναι πολύ χαμηλό και οι συσκευές στον

βρόχο είναι ανιχνευτές και συσκευές χαμηλού ρεύματος. Για τα ηχητικά συστήματα (σειρήνες, φάροι) χρησιμοποιείται ηλεκτρική τροφοδοσία διαφορετική από αυτή του βρόχου. Στην περίπτωση που ο βρόγχος τροφοδοτεί με ρεύμα τις συσκευές πυρανίχνευσης και τις σειρήνες συναγερμού απαιτείται απομονωτής βραχυκυκλώματος σε κάθε συσκευή. Γενικά η μέγιστη επιφάνεια κάλυψης ενός βρόχου δεν πρέπει να υπερβαίνει τα 10.000 m².

2.3. Εγκαταστάσεις πυρανίχνευσης

Συμφώνα με την ελληνική νομοθεσία [13], μια ολοκληρωμένη εγκατάσταση πυρανίχνευσης (Εικόνα 2.3-1) αποτελείται από τα εξής στοιχεία:

1. Τον κεντρικό πίνακα ελέγχου του συστήματος.
2. Ανιχνευτές, με τις βάσεις τους, με ένδειξη ενεργοποίησης.
3. Καλωδιώσεις κατάλληλων διατομών.
4. Φωτεινούς επαναλήπτες, οι οποίοι θα τοποθετούνται σε εμφανές σημείο.
5. Σειρήνες συναγερμού και βομβητές.
6. Ένδειξη ενεργοποίησης χειροκινήτου συστήματος συναγερμού.



Εικόνα 2.3-1 Γενικό διάγραμμα εγκατάστασης πυρανίχνευσης.

Μόλις ενεργοποιηθεί ένας ανιχνευτής, ανάβει στον πίνακα ελέγχου η ενδεικτική λυχνία που αντιστοιχεί στο χώρο που καλύπτει ο ανιχνευτής αυτός. Συγχρόνως αναβοσβήνει ο φωτεινός επαναλήπτης του ανιχνευτή αυτού (ώστε να γίνεται εύκολα ο εντοπισμός του χώρου κινδύνου) και ακούγεται ηχητικό σήμα συναγερμού για ειδοποίηση των ενοίκων. Μετά τη καταστολή της φωτιάς (ή του αιτίου συναγερμού) γίνεται επανάταξη (reset) από τον πίνακα ελέγχου ώστε το σύστημα να είναι πάλι σε ετοιμότητα. Σε περίπτωση χειροκίνητης ενεργοποίησης υπάρχει στον πίνακα σχετική ένδειξη της θέσης του κόμβου που τον προκάλεσε, ώστε να διευκολύνεται ο εντοπισμός. Το σύστημα πυρανίχνευσης όπως και το ηχητικό κύκλωμα μπορούν να ελέγχονται χειροκίνητα τοπικά. Με τη πίεση ενός κομβίου ανά ζώνη ανάβουν οι ενδεικτικές λυχνίες ώστε να ελέγχεται ότι βρίσκονται σε λειτουργία. Σε περίπτωση διακοπής ενός κλάδου τροφοδοσίας κάποιου κυκλώματος υπάρχει σχετική οπτική ένδειξη στο πίνακα συνοδευόμενη από ειδικό ήχο βλάβης.

2.3.1. Κεντρικοί πίνακες ελέγχου

Το σύστημα ελέγχου και ενδείξεων εξαρτάται από το μέγεθος του κτιρίου και την έκταση των δυνατοτήτων που απαιτείται να έχει ένα τέτοιο σύστημα. Από τον κεντρικό πίνακα ελέγχου

εξαρτάται η τροφοδοσία και η σωστή λειτουργία όλων των επιμέρους εξαρτημάτων του συστήματος. Ο πίνακας πρέπει να επεξεργάζεται τα σήματα που φτάνουν σ' αυτόν από τις συσκευές ελέγχου και να παράγει τα κατάλληλα σήματα εξόδου προς τις συσκευές ένδειξης και σήμανσης. Οι βασικές προδιαγραφές των πινάκων αναφέρονται στον αριθμό ζωνών, αριθμό κυκλωμάτων συναγερμού, μέγεθος ηλεκτρικής τροφοδοσίας και συσσωρευτών. Η σύγχρονη τεχνολογία οδηγεί σε προγραμματιζόμενους πίνακες με δυνατότητα ελέγχου από ανειδίκευτους και ηλεκτρονική καταγραφή συμβάντων.

Στους συμβατικής συνδεσμολογίας πίνακες πυρανίχνευσης το μέγεθος του πίνακα καθορίζεται από το πλήθος των ζωνών και στους διευθυνσιοδοτούμενους από το πλήθος των βρόχων. Γενικά, οι συμβατικοί πίνακες με λίγες ζώνες (π.χ. 2,4,6) διαθέτουν τις πλέον απαραίτητες ενδείξεις και χειρισμούς όπως αυτές προβλέπονται στον κανονισμό EN-54. Αντίθετα οι μεγάλοι συμβατικοί και οι διευθυνσιοδοτούμενοι πίνακες συνήθως διαθέτουν πλέον των βασικών, οθόνες υγρών κρυστάλλων, εκτυπωτές και λειτουργίες που επιτρέπουν τον εύκολο έλεγχο της εγκατάστασης από το χρήστη και τον συντηρητή.

Ένας πίνακας ελέγχου πυρανίχνευσης πρέπει σε γενικές γραμμές να περιλαμβάνει:

- Ισάριθμες ενδείξεις περιοχών (ζωνών), ανάλογα με το μέγεθος του συστήματος, του προστατευόμενου χώρου του κτιρίου.
- Κύρια και εφεδρική ηλεκτρική τροφοδοσία χαμηλής τάσης.
- Σύστημα αυτόματης επανάταξης (reset) της λειτουργίας σφάλματος.
- Σύστημα επιτήρησης των βλαβών των γραμμών από βραχυκύκλωμα και διακοπή των κυκλωμάτων με επιλογικό διακόπτη εντοπισμού βλάβης.
- Σύστημα αφεσβέσεως φωτεινών επαναληπτών.
- Ηχητικά όργανα συναγερμού και βλάβης.

Ο κεντρικός πίνακας ελέγχου στην πρόσοψή του πρέπει να έχει λυχνίες οι οποίες αντιστοιχούν σε σημαντικά λειτουργικά θέματα της εγκατάστασης πυρανίχνευσης (κανονική λειτουργία, γενική ένδειξη πυρκαγιάς ή βλάβης κλπ). Οι λειτουργίες αυτές εξασφαλίζουν την ασφαλή λειτουργία και συντήρησή του συστήματος. Εκτός από αυτές, ο πίνακας πρέπει να διαθέτει γενικές ενδείξεις συναγερμού φωτιάς (Fire Alarm) και ειδοποίησης σφάλματος, βλάβης ή χαμηλής τάσης των συσσωρευτών (Battery Fault) και επαφής των καλωδιώσεων του συστήματος με την γη (Ground Fault).

Ο πίνακας πυρανίχνευσης, σύμφωνα με το **Παράρτημα 2** του Προτύπου ΕΛΟΤ EN 54 [17], πρέπει να διαθέτει επίσης κάποια γενικά και ειδικά χειριστήρια (πλήκτρα):

- Ζώνης (Zone) - Ενεργοποιούν και απενεργοποιούν τις αντίστοιχες ζώνες.
- Επανάταξης (Reset) - Επαναφέρει τον πίνακα σε κατάσταση ηρεμίας μετά από συναγερμό.
- Silence Buzzer - Απενεργοποιεί τον βομβητή του πίνακα, ανεξάρτητα από την θέση του διακόπτη ON-OFF.
- Silence Sounders - Απενεργοποιεί τις σειρήνες όταν έχουν ενεργοποιηθεί. Επίσης χρησιμοποιείται για την άμεση ενεργοποίηση των σειρήνων όταν υπάρχει χρονοκαθυστέρηση
- Δοκιμής (Test) - Για τον έλεγχο της λειτουργίας των ζωνών και των οπτικοακουστικών συστημάτων του πίνακα (LED's, βομβητής, σειρήνες).
- Διακόπτης ON-OFF (με κλειδί) - Ενεργοποιεί και απενεργοποιεί τα πλήκτρα του πίνακα.

Σύμφωνα με το **Παράρτημα 4** του Εναρμονισμένου Προτύπου ΕΛΟΤ EN 54 [19], το σύστημα ηλεκτρικής τροφοδοσίας και φόρτισης του πίνακα πυρανίχνευσης, πρέπει να είναι ικανό για την απρόσκοπτη λειτουργία του πίνακα και των συσκευών πυρανίχνευσης. Επιπλέον πρέπει να είναι ικανό για την φόρτιση κατάλληλου μεγέθους συσσωρευτή, ο οποίος θα επαρκεί (σε περίπτωση συναγερμού χωρίς την ύπαρξη κύριας παροχής ηλεκτρικού ρεύματος) για την λειτουργία των οπτικοακουστικών συσκευών για διάρκεια τριάντα λεπτών (30 min) και για λειτουργία εν ημερία 72 ωρών του πίνακα πυρανίχνευσης.

Η θέση εγκατάστασης των πινάκων πρέπει να βρίσκεται σε περιοχή ασφαλή από φωτιά ή σε περιοχή που προσεγγίζεται από όλους τους χρήστες του κτιρίου. Ο χώρος του πίνακα πρέπει να προστατεύεται από ανιχνευτές καπνού και οπωσδήποτε να υπάρχει σειρήνα κοντά του. Προτείνεται η τοποθέτηση του πίνακα στο ισόγειο του κτιρίου (κοντά στην είσοδο), ώστε να προσεγγίζεται από την Πυροσβεστική Υπηρεσία. Όταν πρόκειται για ταυτόχρονο έλεγχο από χώρο ελέγχου (control room) πρέπει να χρησιμοποιείται επαναληπτικός πίνακας που θα διαθέτει ακριβώς τον ίδιο χειρισμό και έλεγχο με τον κεντρικό πίνακα.

2.3.2. *Ανιχνευτές*

Οι ανιχνευτές αποτελούν το κυριότερο μέρος της εγκατάστασης πυρανίχνευσης. Η κατάλληλη επιλογή ανιχνευτών για κάθε χώρο και η σωστή τοποθέτηση τους παίζει μεγάλο ρόλο στην αξιοπιστία του συστήματος. Βασικό κριτήριο επιλογής ανιχνευτή για χρήση σε κάποιο χώρο είναι η ικανότητα διαχωρισμού της φωτιάς από την συνήθη κατάσταση του περιβάλλοντος του εν λόγω χώρου (κάπνισμα στα υπνοδωμάτια των ξενοδοχείων, καυσαέρια από τους ανυψωτές εμπορευμάτων, ατμούς από λουτρό, καπνοί από κουζίνες κλπ).

Ο κύριος διαχωρισμός των ανιχνευτών γίνεται ως προς το **φαινόμενο που ανιχνεύεται** (θερμότητας, καπνού, φλόγας) και ως προς τη **διάταξη**. Όσον αφορά τη διάταξη ανιχνευτών ένας ανιχνευτής μπορεί να είναι *σημειακός* ή *γραμμικός*, ανάλογα με το αν ευαισθητοποιείται από την θερμοκρασία περιβάλλοντος που επικρατεί στο σημείο που βρίσκεται ο ανιχνευτής ή από την μεταβολή (αύξηση) της θερμοκρασίας περιβάλλοντος στην κατακόρυφη γραμμή που διέρχεται από αυτόν. Επιπλέον μπορούμε να τους διαχωρίσουμε ως προς τη δυνατότητα να τεθούν σε κατάσταση επαναλειτουργίας (επαναφερόμενος, μη επαναφερόμενος) και τέλος ως προς τη δυνατότητα απομάκρυνσης τους για επισκευή - συντήρηση (αποσπώμενος, μη αποσπώμενος).

2.3.2.1. *Ανιχνευτές θερμότητας*

Οι ανιχνευτές θερμότητας πρέπει να είναι σύμφωνοι με τις ισχύουσες προδιαγραφές και μπορεί να είναι σημειακού τύπου. Όλοι οι ανιχνευτές σημειακού τύπου είναι προρυθμισμένοι σε ένα σταθερό μέγιστο όριο θερμοκρασίας. Διακρίνονται σε *θερμοδιαφορικούς (rate-of-rise)* και *θερμικούς ανιχνευτές (fixed temperature)*. Ενδέχεται να περιλαμβάνουν επιπλέον ένα διαφορικό αισθητήριο θερμοκρασίας σχεδιασμένο να ευαισθητοποιείται σε αύξηση της θερμοκρασίας στον κατακόρυφο άξονα που διέρχεται από τον ανιχνευτή. Οι ανιχνευτές θερμότητας πρέπει να διαθέτουν δύο ενδείκτες (LED) εντοπισμού θέσης και μια οπτική ένδειξη της λειτουργίας τους στην κατάσταση ηρεμίας. [20]

Οι ανιχνευτές θερμότητας είναι γενικά αισθητήρες **χαμηλής δυνατότητας** ανίχνευσης συγκριτικά με τους ανιχνευτές καπνού (§ 2.3.2.2.). Δεν πρέπει να χρησιμοποιούνται στις περιπτώσεις που μία μικρή εστία μπορεί να προκαλέσει ανεπιθύμητες απώλειες (π.χ. σε συστήματα αυτόματης κατάσβεσης για προστασία μηχανοργάνωσης, computer room, αποθήκες αρχείων ή πολύτιμου εξοπλισμού). Η χρήση των ανιχνευτών θερμότητας σύμφωνα με τα διεθνή πρότυπα, δεν εξασφαλίζει την έγκαιρη ειδοποίηση του ανυποψίαστου κοινού, γι' αυτό δεν θεωρούνται ανιχνευτές διάσωσης ζωής (life sensors), αλλά ανιχνευτές διάσωσης περιουσίας (property sensors).

- **Θερμοδιαφορικός ανιχνευτής**

Είναι ανιχνευτής που ενεργοποιείται με την απότομη αύξηση της θερμοκρασίας. Χρησιμοποιεί δύο αισθητήρια θερμοκρασίας, τοποθετημένα σε τέτοιες θέσεις, που το ένα να επηρεάζεται γρήγορα από την αλλαγή της θερμοκρασίας του περιβάλλοντος και το δεύτερο αργά (Εικόνα 2.3.21-1). Τα εσωτερικά του κυκλώματα μετρούν το ρυθμό μεταβολής της θερμοκρασίας, συγκρίνοντας τις μετρήσεις από τα δύο αισθητήρια. Αν ο ρυθμός είναι μεγαλύτερος του επιτρεπομένου, για συγκεκριμένο χρονικό διάστημα, τότε δίνεται συναγερμός φωτιάς. Οι δύο ρυθμοί αύξησης της θερμοκρασίας στους οποίους ο ανιχνευτής πρέπει να δώσει συναγερμό είναι προδιαγεγραμμένοι στις ισχύουσες προδιαγραφές [21].



Εικόνα 2.3.2.1-1 Αρχή λειτουργίας θερμοδιαφορικού ανιχνευτή.

- **Θερμικός ανιχνευτής**

Είναι ανιχνευτής που ενεργοποιείται όταν η θερμοκρασία ξεπεράσει μια τιμή. Υπάρχουν ανιχνευτές που ενεργοποιούνται στους 60, 70 ή 90 °C, ανάλογα με τις απαιτήσεις του χώρου στον οποίο θα τοποθετηθούν. Παρ' όλο που σαν ανιχνευτές είναι αξιόπιστοι, είναι αυτοί που θα αντιδράσουν τελευταίοι σε περίπτωση φωτιάς για το λόγο ότι αγνοούν τα σημάδια πυρκαγιάς στα πρώτα της στάδια (π.χ. καπνός). Οι θερμικοί ανιχνευτές θα ενεργοποιηθούν μόνο όταν η θερμοκρασία του χώρου ξεπεράσει την προκαθορισμένη τιμή που έχουν ρυθμιστεί. Για το λόγο αυτό τέτοιοι ανιχνευτές συνήθως τοποθετούνται σε χώρους όπου οι συνθήκες δεν επιτρέπουν την τοποθέτηση άλλου τύπου ανιχνευτή.

2.3.2.2. Ανιχνευτές καπνού

Είναι οι ανιχνευτές που χρησιμοποιούνται στους περισσότερους χώρους γιατί έχουν πολύ καλούς χρόνους ενεργοποίησης. Διακρίνονται σε ανιχνευτές ιονισμού και ανιχνευτές ορατού καπνού. Η μέθοδος που θα χρησιμοποιηθεί τελικά εξαρτάται από τον τύπο της φωτιάς που αντιμετωπίζεται. Οι ανιχνευτές καπνού πρέπει να είναι σύμφωνοι με τις ισχύουσες προδιαγραφές [22] και να διαθέτουν δύο ενδείκτες (LED) εντοπισμού θέσης και μια οπτική ένδειξη της λειτουργίας τους στην κατάσταση ηρεμίας.

- **Ανιχνευτής Ιονισμού**

Η ανίχνευση καπνού με τη μέθοδο του ιονισμού είναι η πρώτη που χρησιμοποιήθηκε. Χρησιμοποιεί ένα θάλαμο του οποίου οι δύο απέναντι πλευρές είναι ηλεκτρόδια συνδεδεμένα στον θετικό και τον αρνητικό πόλο του κυκλώματος του (Εικόνα 2.3.2.2-1). Μια μικρή ποσότητα ραδιενεργού υλικού Americium-241 ιονίζει τον αέρα μέσα στο θάλαμο, παράγοντας αρνητικά και θετικά ιόντα. Εξαιτίας αυτών των ιόντων ένα ηλεκτρικό ρεύμα διαρρέει τον αέρα του θαλάμου, μεταξύ των δύο ηλεκτροδίων και μεταβάλλεται με την εισροή καπνού. Οι σημερινοί ανιχνευτές ιονισμού καπνού χρησιμοποιούν δύο θαλάμους. Ο ένας είναι κλειστός (δεν επιτρέπει την είσοδο αέρα από το περιβάλλον) και ο δεύτερος ανοιχτός. Η ανίχνευση του καπνού γίνεται με τη σύγκριση των ρευμάτων που διαρρέουν τους δύο θαλάμους.



Εικόνα 2.3.2.2-1 Αρχή λειτουργίας ανιχνευτή ιονισμού.

Οι ανιχνευτές ιονισμού λόγω αυτής της τεχνολογίας μπορούν να ανιχνεύουν μικρά σωματίδια καπνού, όπως αυτά που δημιουργούνται σε φωτιές ταχείας καύσης, αλλά είναι μικρότερης ευαισθησίας σε μεγάλα σωματίδια καπνού, όπως αυτά που δημιουργούνται από επιφανειακή καύση PVC ή την αργή καύση αφρώδους πολυουρεθάνης. Για την χρήση των ανιχνευτών ιονισμού υπάρχουν ειδικοί περιορισμοί κυρίως για την διαδικασία απόσυρσης αυτών. Σε διάφορες χώρες (π.χ. Ιταλία) υπάρχει περιορισμός στην κυκλοφορία τους. Στην Ευρωπαϊκή Ένωση, δεν απαγορεύεται η κυκλοφορία ανιχνευτών ιονισμού, που η ποσότητα της εκπεμπόμενης ραδιενέργειας αυτών στον θωρακισμένο θάλαμο δεν υπερβαίνει το 1μCi. Σύμφωνα όμως με διάφορες Οδηγίες Ασφαλείας, οι ραδιενεργοί ανιχνευτές πρέπει να αποφεύγονται σε κτίρια που υπάρχει ευπαθές κοινό.

- **Ανιχνευτής Ορατού Καπνού**

Ονομάζεται και φωτοηλεκτρικός ή οπτικοηλεκτρικός ανιχνευτής καπνού. Χρησιμοποιεί ένα θάλαμο όπου υπάρχει ένας πομπός και ένας δέκτης υπέρυθρης ακτινοβολίας, τοποθετημένοι με τέτοιο τρόπο, που η δέσμη εκπομπής του ενός να μη φτάνει απευθείας στον άλλον. Όταν στο θάλαμο υπάρχει καθαρός αέρας ο δέκτης δεν λαμβάνει ακτινοβολία. Με την εισαγωγή του καπνού στο θάλαμο, μία ποσότητα της ακτινοβολίας του πομπού αντανακλάται στα σωματίδια του και φτάνει στο δέκτη (Εικόνα 2.3.2.2-2). Τα ηλεκτρονικά κυκλώματα στα οποία είναι συνδεδεμένος ο δέκτης συγκρίνουν την ακτινοβολία με μια προρυθμισμένη ποσότητα για να αποφασίσουν αν ο καπνός έχει ξεπεράσει τα όρια του συναγερμού. Για λόγους μείωσης της κατανάλωσης ενέργειας, οι πομποί των ανιχνευτών αυτού του τύπου δεν εκπέμπουν μόνιμα αλλά περιοδικά και για μικρά χρονικά διαστήματα (για 20 - 30ms κάθε 7 - 10s). Στον οπτικό θάλαμο το φως διασκορπίζεται ή απορροφάται από τον καπνό.

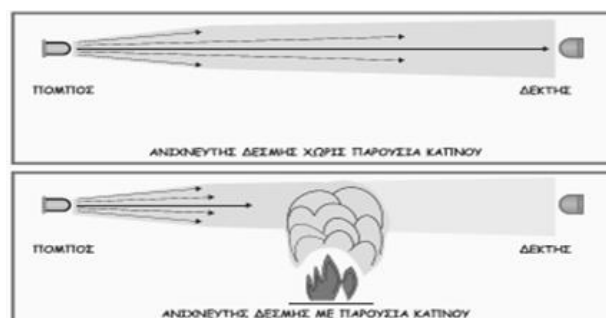


Εικόνα 2.3.2.2-2 Αρχή λειτουργίας ανιχνευτή ορατού καπνού.

Οι φωτοηλεκτρικοί ανιχνευτές είναι πολύ ευαίσθητοι σε μεγάλα σωματίδια (ορατός καπνός) αλλά χαμηλής ευαισθησίας σε μικρά σωματίδια. Δεν προτείνεται η τοποθέτηση τους εκεί που υπάρχουν συνθήκες που τους κάνουν να δίνουν ψευδείς συναγερμούς (π.χ. χώροι με αυξημένη ποσότητα σκόνης ή υδρατμών). Οι ανιχνευτές οπτικού τύπου είναι περισσότερο διαδεδομένοι από τους ανιχνευτές ιονισμού για τον λόγο ότι στην κατασκευή των κτιρίων χρησιμοποιούνται πλέον υλικά με επιβράδυνση στην ανάφλεξη (ακόμη και στην διακόσμηση και την επίπλωση). Η αξιοπιστία τους βρίσκεται σε πολύ υψηλά επίπεδα, η ενέργεια που καταναλώνουν είναι ελάχιστη και οι απαιτήσεις για συντήρηση σχετικά μικρές. Οι ανιχνευτές καπνού φωτοηλεκτρικού τύπου, λόγω της αρχής λειτουργίας τους και της μικρότερης ευαισθησίας που εμφανίζουν, ενδείκνυνται για την αξιόπιστη λειτουργία τους σε όλες σχεδόν τις περιπτώσεις, χωρίς ιδιαίτερο πρόβλημα ψευδοσυναγερμών, ενώ δεν συμβαίνει το ίδιο με τους ανιχνευτές ιονισμού που εμφανίζουν πολύ μεγαλύτερη ευαισθησία από τους φωτοηλεκτρικούς ανιχνευτές.

2.3.2.3. Ανιχνευτές δέσμης (Beam Detectors)

Οι ανιχνευτές καπνού δέσμης ανήκουν στην κατηγορία των οπτικών ανιχνευτών καπνού και χρησιμοποιούνται στην κάλυψη μεγάλων χώρων. Η αρχή λειτουργίας τους είναι εξαιρετικά απλή (Εικόνα 2.3.2.3-1). Δεν έχουν κλειστό θάλαμο και τα βασικά τους στοιχεία είναι ο πομπός υπερύθρων, ο δέκτης και ο μηχανισμός ελέγχου. Ο πομπός εκπέμπει στο χώρο μία δέσμη υπερύθρων ακτινοβολίας (IR) με μήκος κύματος που απορροφάται από τα μόρια καπνού. Όταν στο χώρο δεν υπάρχει καπνός, ο δέκτης λαμβάνει μία ποσότητα αυτής της ακτινοβολίας. Σε περίπτωση φωτιάς, ο καπνός απορροφά μέρος της εκπεμπόμενης ακτινοβολίας και αυτή που φτάνει στο δέκτη μειώνεται. Αν η μείωση ξεπεράσει ένα προκαθορισμένο ποσοστό τότε ο ανιχνευτής δίνει σήμα συναγερμού.

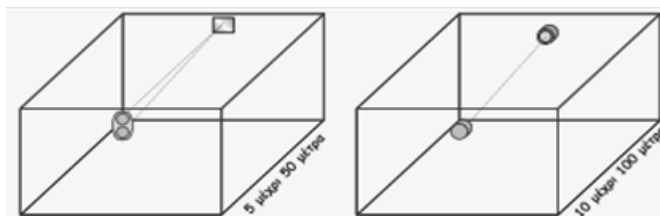


Εικόνα 2.3.2.3-1 Αρχή λειτουργίας ανιχνευτή δέσμης.

Ο χρόνος απόκρισης του ανιχνευτή εξαρτάται από διάφορους παράγοντες. Οι βασικοί από αυτούς είναι η θέση του ανιχνευτή μέσα στο χώρο τον οποίο θέλουμε να καλύψουμε, η ποσότητα

του καπνού που θα παραχθεί από την φωτιά, η κατασκευή της οροφής και η τυχόν ύπαρξη διατάξεων εξαερισμού.

Υπάρχουν δύο ειδών ανιχνευτές δέσμης (Εικόνα 2.3.2.3-2), αυτοί που αποτελούνται από ξεχωριστά εξαρτήματα πομπού και δέκτη (για χώρους με μήκος 10 ως 100m) και αυτοί που ο πομπός και ο δέκτης αποτελούν ενιαίο σύνολο και χρησιμοποιούν καθρέπτη στην απέναντι επιφάνεια του χώρου (για χώρους από 5 ως 500m).



Εικόνα 2.3.2.3-2 Είδη ανιχνευτών δέσμης.

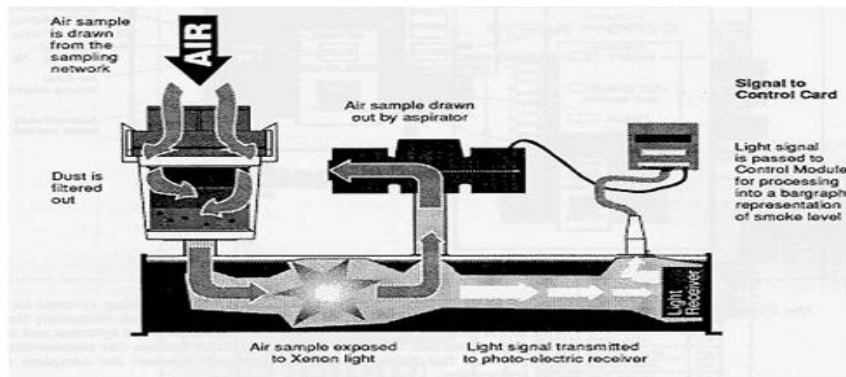
2.3.2.4. Ανιχνευτές φλόγας

Οι συγκεκριμένοι ανιχνευτές είναι εξειδικευμένου τύπου και παρουσιάστηκαν τα τελευταία χρόνια. Υπάρχουν τρεις βασικοί τύποι ανιχνευτών φλόγας ανάλογα με το είδος της ακτινοβολίας που μπορούν να ανιχνεύσουν. Έτσι έχουμε ανιχνευτές υπεριώδους ακτινοβολίας (UV detectors), υπέρυθρης ακτινοβολίας (IR detectors) ή ανίχνευσης και των δύο (UV και IR). Αποτελούνται από ένα ή περισσότερα αισθητήρια ακτινοβολίας και ειδικά διαμορφωμένα κάτοπτρα. Ενεργοποιούνται όταν ανιχνεύσουν παλμούς χαμηλής συχνότητας ακτινοβολίας που προέρχονται από την παρουσία φλόγας. Η απόκριση τους εξαρτάται από την επιφάνεια της φωτιάς και την απόσταση της από τον ανιχνευτή.

Οι ανιχνευτές υπέρυθρης ακτινοβολίας (IR detectors) είναι σχεδιασμένοι κατά τέτοιο τρόπο ώστε να απαιτούν το τρεμόπαιγμα (flicker) της φωτιάς για να ενεργοποιηθούν. Οι ανιχνευτές υπεριώδους ακτινοβολίας, καθώς δεν παρουσιάζουν ευαισθησία σε παρουσία ηλιακού φωτός, μπορούν να χρησιμοποιηθούν σε χώρους που δεν είναι κατάλληλοι οι ανιχνευτές υπέρυθρης ακτινοβολίας. Στην Ευρωπαϊκή Οδηγία EN 54-10 – «Ανιχνευτές Φλόγας» προβλέπονται τα μεγέθη της φλόγας (σε m) και οι αποστάσεις από τις οποίες πρέπει να δίνεται συναγερμός. Οι ανιχνευτές φλόγας είναι ιδιαίτερα ευαίσθητοι στην ανίχνευση φωτιάς αλλά μπορεί να ενεργοποιηθούν από συνθήκες μη ύπαρξης φωτιάς (εργασίες συγκόλλησης, ηλιακό φως κλπ) [24].

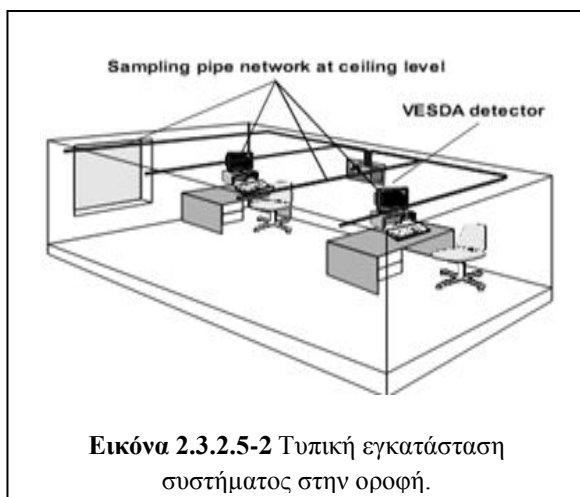
2.3.2.5. Ανιχνευτές δειγματοληψίας αέρα

Ένας ανιχνευτής δειγματοληψίας αέρα (aspirating smoke detector) αποτελείται από μια κεντρική μονάδα ανίχνευσης η οποία «ρουφάει» αέρα, μέσω ενός δικτύου σωληνώσεων, για την ανίχνευση καπνού (Εικόνα 2.3.2.5-1). Συνήθως χρησιμοποιούν και μια μονάδα ανεμιστήρα, για να τραβήξουν ένα αντιπροσωπευτικό δείγμα αέρα στο θάλαμο δειγματοληψίας. Οι συγκεκριμένοι ανιχνευτές είναι ιδιαίτερα ευαίσθητοι και μπορούν να ανιχνεύσουν καπνό πριν γίνει καν ορατός στο ανθρώπινο μάτι.

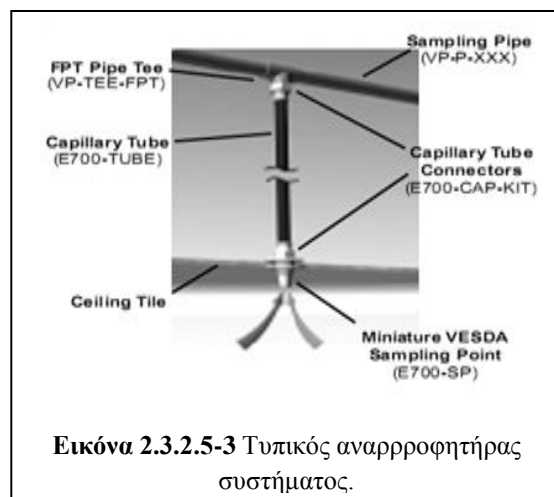


Εικόνα 2.3.2.5-1 Διάγραμμα λειτουργίας συστήματος δειγματοληψίας αέρα.

Οι μονάδες VESDA (Very Early System Detection via Aspiration) είναι ανιχνευτές καπνού με τη μέθοδο της συνεχούς δειγματοληψίας. Στο χώρο που θέλουμε να επιβλέψουμε (προστατέψουμε) εγκαθίσταται δίκτυο σωληνώσεων μέσα από το οποίο απορροφάται αέρας με τη βοήθεια ενός αναρροφητήρα (Εικόνα 2.3.2.5-3) που είναι εγκατεστημένος στην κεντρική μονάδα του. Το δίκτυο καταλήγει σε τέσσερις σωλήνες εισόδου η κάθε μία από τις οποίες διαθέτει ανιχνευτή ροής (για τον έλεγχο καλής ροής του αέρα). Ο αέρας αυτός επιστρέφει στον περιβάλλοντα χώρο για την αποφυγή δημιουργίας διαφοράς πίεσης.

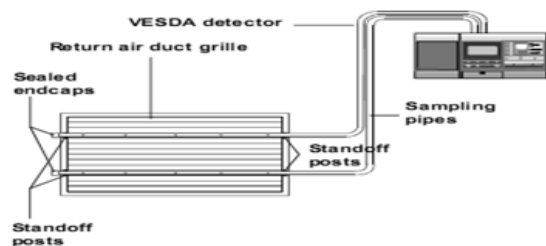


Εικόνα 2.3.2.5-2 Τυπική εγκατάσταση συστήματος στην οροφή.



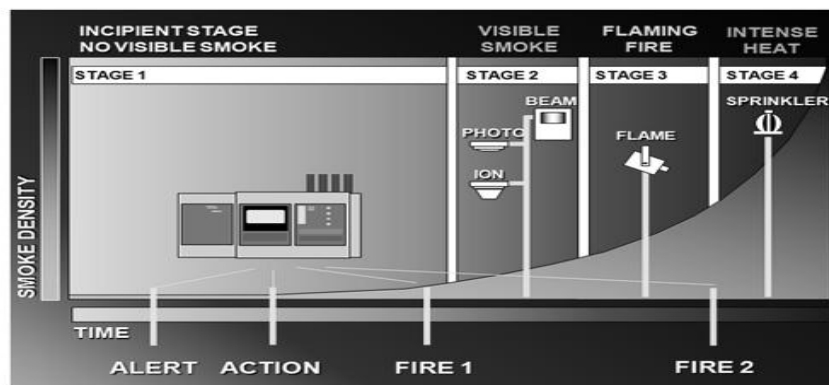
Εικόνα 2.3.2.5-3 Τυπικός αναρροφητήρας συστήματος.

Μέσα στον ανιχνευτή ένα μέρος του αέρα διέρχεται από ένα φίλτρο διπλής λειτουργίας το οποίο απομακρύνει τα αιωρούμενα σωματίδια και καθαρίζει εντελώς τον αέρα, ο οποίος χρησιμοποιείται για τον αυτοκαθαρισμό των οπτικών του συστήματος.



Εικόνα 2.3.2.5-4 Σύστημα αεραγωγών δειγματοληψίας.

Στη συνέχεια το δείγμα του φιλτραρισμένου αέρα εισέρχεται σε θάλαμο ανάλυσης. Αυτός ο θάλαμος χρησιμοποιεί μία σταθερή πηγή Laser. Με τη μέθοδο της αρχής της διασποράς μπορεί να ανιχνεύσει πολύ μικρές ποσότητες καπνού και διαφορετικής υφής (γκρι, μαύρο κλπ). Η κατάσταση του ανιχνευτή μεταφέρεται στην οθόνη ενδείξεων του τοπικά, απομακρυσμένα, ή μέσω δικτύου και επεκτείνεται έως και 250 συσκευές ανά δίκτυο. Ο ανιχνευτής διαθέτει προγραμματιζόμενα επίπεδα ανίχνευσης (από 0,005% έως 20% συσκότισης/μέτρο) τα οποία μεταφέρονται σε αντίστοιχους ηλεκτρονόμους. Μετά την τοποθέτηση και τη θέση σε λειτουργία του συστήματος, τίθεται σε λειτουργία η διαδικασία αυτόματης μάθησης του χώρου (για διάστημα από μερικές ώρες έως και εβδομάδες), ανάλογα με το χώρο, για την αποφυγή ψευδών συναγερμών (False Alarm). Μετά από αυτό το διάστημα και αφού το σύστημα προσαρμόσει τα επίπεδα ευαισθησίας επιστρέφει μόνο του στην κανονική λειτουργία. Το σύστημα αυτοελέγχεται όσον αφορά την ύπαρξη τροφοδοσίας και την καλή ροή του αέρα καθώς επίσης και την καλή λειτουργία των αισθητηρίων του αέρα, του φίλτρου και του δικτύου.



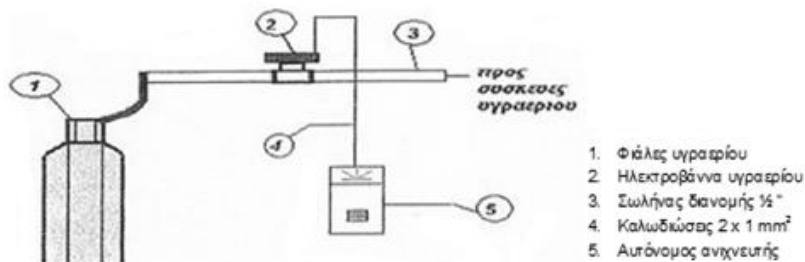
Εικόνα 2.3.2.5-5 Στάδια δράσης ενός συστήματος VESDA.

2.3.2.6. Ανιχνευτές Εκρηκτικών Αερίων

Τα αέρια χωρίζονται σε δύο μεγάλες κατηγορίες, τα εκρηκτικά και τα τοξικά. Για κάθε τύπο αερίου χρησιμοποιούμε ξεχωριστούς ανιχνευτές. Οι ανιχνευτές εκρηκτικού τύπου απαιτούν συνήθως επαναπρογραμματισμό κάθε χρόνο και οι ανιχνευτές τοξικού τύπου απαιτούν αλλαγή του αισθητηρίου συνήθως μετά από δύο ή τρία χρόνια. Ο τρόπος κατασκευής των ανιχνευτών αυτών απαιτεί ειδική σύνδεση με τον πίνακα και επιπλέον υπάρχει ειδικός περιορισμός στον αριθμό που μπορεί να συνδεθεί σε κάθε πίνακα.

Συνήθως σε συστήματα πυρανίχνευσης χρησιμοποιούνται δύο τύποι ανιχνευτών αερίων:

- ανιχνευτής **φυσικού αερίου**, που περιέχει αισθητήριο κατασκευασμένο ειδικά για να ανιχνεύει μεθάνιο (κύριο συστατικό του φυσικού αερίου).
- ανιχνευτής **υγραερίου**, που περιέχει αισθητήριο κατασκευασμένο ειδικά για να ανιχνεύει προπάνιο και βουτάνιο (συστατικά υγραερίου).



Εικόνα 2.3.2.6-1 Τυπική συνδεσμολογία ανιχνευτή υγραερίου.

2.3.3. Τοποθέτηση ανιχνευτών

Η τοποθέτηση ανιχνευτών στο προστατευόμενο χώρο προϋποθέτει την κατάλληλη επιλογή του τύπου ανιχνευτή καθώς και τα σημεία τοποθέτησης και πυκνότητα των ανιχνευτών (σχετίζεται με την ευαισθησία και αξιοπιστία της εγκατάστασης πυρανίχνευσης). Στη συνέχεια αναφέρονται κάποια βασικά στοιχεία για την τοποθέτηση των ανιχνευτών. Αναλυτικές οδηγίες για τη μέγιστη επιφάνεια κάλυψης και τις μέγιστες αποστάσεις μεταξύ των ανιχνευτών μπορούν να αναζητηθούν στην ισχύουσα νομοθεσία.

2.3.3.1. Ανιχνευτές θερμότητας και καπνού

Για την τοποθέτηση ανιχνευτών **θερμότητας και καπνού** σε ύψη τοποθέτησης μέχρι 9 m πρέπει να ληφθούν υπόψη τα ακόλουθα:

- Μέγιστη επιφάνεια κάλυψης ανά ανιχνευτή.
- Απόσταση μεταξύ ανιχνευτών.
- Απόσταση ανιχνευτή από τοίχο. Αν οι ανιχνευτές τοποθετηθούν σε μεγαλύτερο ύψος (αν αυτό επιτρέπεται από τον κατασκευαστή) όλες οι ανωτέρω διαστάσεις πρέπει να μειωθούν στο μισό.
- Οι αποστάσεις αυτές μειώνονται αν μεταξύ των ανιχνευτών παρεμβάλλονται εμπόδια.

Σε χώρους με ψηλές οροφές είναι σκόπιμο να χρησιμοποιηθούν ανιχνευτές συνδυασμού καπνού και θερμότητας. Αυτό γίνεται ώστε αν δεν ενεργοποιηθεί ο ανιχνευτής εξαιτίας της μη ικανότητας προσέγγισης του καπνού στην οροφή (ψυχρό στρώμα αέρος) η ενεργοποίηση να επιτυγχάνεται μέσω της ανόδου της θερμοκρασίας. Επίσης πρέπει να λαμβάνονται υπόψη το σχήμα της οροφής, οι εξαερισμοί, οι έξοδοι του συστήματος κλιματισμού κλπ. Αναλυτικές οδηγίες για την τοποθέτηση των ανιχνευτών καπνού και θερμότητας, μπορούν να αναζητηθούν στη σχετική νομοθεσία.

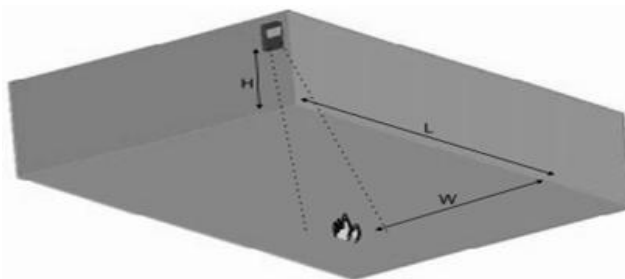
2.3.3.2. Ανιχνευτές δέσμης

Οι ανιχνευτές πρέπει να τοποθετούνται σε κατάλληλο σημείο ώστε να ανιχνεύουν όσο το δυνατόν γρηγορότερα τον καπνό σε περίπτωση πυρκαγιάς. Όταν αποφασιστεί το μέρος που θα τοποθετηθεί ο ανιχνευτής δέσμης θα πρέπει να δοθεί ιδιαίτερη προσοχή στην κατασκευή των επιφανειών και τις πιθανές αλλαγές που μπορεί να υπάρξουν (π.χ. από συστολές και διαστολές λόγω αλλαγής εποχής). Ο ανιχνευτής δέσμης θα πρέπει να τοποθετηθεί σταθερά και να ευθυγραμμίζεται.

Επιπλέον θα πρέπει να εξασφαλισθεί ότι οι επιφάνειες τοποθέτησης του πομπού και του δέκτη να μη δέχονται κραδασμούς ή να μετακινούνται. Γενικά δεν πρέπει να τοποθετηθούν ανιχνευτές δέσμης σε μέρη που (σε κανονικές συνθήκες) υπάρχει πολύ φως, υπάρχει υπερβολική σκόνη, καπνός ή ατμοί νερού είτε υπάρχουν απότομες μεταβολές θερμοκρασίας.

2.3.3.3. Ανιχνευτές Φλόγας

Αυτοί πρέπει να τοποθετούνται σύμφωνα με τις οδηγίες του κατασκευαστή σχετικά με την κάλυψη επιφανειών ανά ανιχνευτή. Από τον κατασκευαστή δίνονται στοιχεία για την γωνία κάλυψης και την απόσταση στην οποία ανιχνεύονται φλόγες. Τοποθετούνται συνήθως στον τοίχο σε μεγάλο ύψος. Η τοποθέτηση καθρεπτών ή άλλων επιφανειών που προκαλούν ανάκλαση στους προστατευόμενους χώρους, μπορεί να οδηγήσει σε λανθασμένη ενεργοποίηση των ανιχνευτών, επομένως πρέπει να αποφεύγεται.



Εικόνα 2.3.3.3-1 Ανίχνευση φλόγας στο χώρο.

Σε διάταξη όπως στην Εικόνα 2.3.3.3-1, η απόσταση του ανιχνευτή σε ευθεία γραμμή από την φλόγα δίνεται από τον τύπο $\sqrt{L^2 + W^2 + H^2}$. Οι ανιχνευτές φλόγας χρησιμοποιούνται συνήθως σε χώρους πολύ κρίσιμους από πλευράς ασφαλείας, ειδικά σε εκείνους που η εμφάνιση φωτιάς θα καθυστερήσει να παράγει καπνό ή αύξηση της θερμοκρασίας. Τέτοιοι χώροι είναι εγκαταστάσεις επεξεργασίας και αποθήκευσης υγρών καυσίμων, υπόστεγα αεροσκαφών, εγκαταστάσεις παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας, εγκαταστάσεις μεγάλων μετασχηματιστών κλπ. Οι ανιχνευτές φλόγας μπορούν να χρησιμοποιηθούν και σε ημιυπαίθριους χώρους, όπου ο αέρας θα εμποδίσει την συγκέντρωση καπνού και θερμότητας σε περίπτωση φωτιάς [24].

2.3.3.4. Ανιχνευτές εκρηκτικών αερίων

Η θέση της αρχικής συγκέντρωσης του εκρηκτικού ή τοξικού αερίου εξαρτάται από το μοριακό του βάρος. Τα «βαριά» αέρια (μοριακό βάρος μεγαλύτερο από 29), συγκεντρώνονται κοντά στο έδαφος ενώ τα «ελαφρά» αέρια συγκεντρώνονται στην οροφή. Στην περίπτωση αερίων τα οποία είναι «βαριά» οι ανιχνευτές πρέπει να τοποθετηθούν σε απόσταση περίπου 30 cm από το έδαφος και η οριζόντια απόστασή τους από το σημείο πιθανής διαρροής να μην υπερβαίνει τα 4 m. Ανάμεσα στο πιθανό σημείο διαρροής και τον ανιχνευτή δεν πρέπει να παρεμβάλλονται εμπόδια όπως έπιπλα, που εμποδίζουν την κίνηση του αέρα. Για ανίχνευση «ελαφρών» αερίων οι ανιχνευτές τοποθετούνται 30 cm περίπου κάτω από την οροφή. Μεταξύ του ανιχνευτή και του πιθανού σημείου διαρροής δεν πρέπει, επί της οροφής, να υπάρχουν εμπόδια. Πρέπει επίσης να δοθεί προσοχή ώστε

ο ανιχνευτής να μην τοποθετηθεί σε μέρη με υπερβολική υγρασία αλλά και σε θέσεις όπου κινδυνεύει να έρθει σε επαφή με νερό.

Οι ανιχνευτές αερίων μπορούν να συνδεθούν στον πίνακα στην ίδια ζώνη με άλλου τύπου ανιχνευτές ή μπουτόν. Λόγω όμως της διαφοράς στην ηλεκτρική εγκατάσταση (χρειάζεται συνήθως δύο επιπλέον καλώδια) και της διαφορετικής αντιμετώπισης που πιθανότατα θα απαιτεί ο συναγερμός από τα αέρια, είναι προτιμότερο οι ανιχνευτές αερίων να τοποθετηθούν σε διαφορετικές ζώνες, ανεξάρτητες από ανιχνευτές άλλου τύπου ή κομβία πυρανίχνευσης.

Στον παρακάτω πίνακα παρουσιάζουμε ένα ενδεικτικό οδηγό για την επιλογή του κατάλληλου ανιχνευτή σε σχέση με το χώρο που θέλουμε να προστατεύσουμε.

| Χρήση χώρων και κατάλληλοι ανιχνευτές | | | | | |
|---------------------------------------|--------|--------|-----------------|----------|-------------------|
| Χώρος | Καπνού | Λέσμης | Θερμοδιαφορικός | Θερμικός | Εκρηκτικών αερίων |
| Διάδρομοι-Κλιμακοστάσια | ** | | | | |
| Ανελκυστήρες | ** | | | | |
| Γραφεία –δωμάτια γενικής χρήσης | ** | | | | |
| Χώροι συνεδρίων | ** | | | | |
| Χώροι αναμονής-υποδοχής | ** | | | | |
| Προθάλαμοι | ** | | | | |
| Πολυκαταστήματα | ** | | | | |
| Θέατρα – Κινηματογράφοι | ** | | | | |
| Αποθηκευτικοί χώροι | * | ** | | | |
| Σχολεία | ** | | | | |
| Κλινικές-Χειρουργεία-Εργαστήρια | ** | | | | |
| Μηχανουργεία | ** | | | | |
| Εργοστάσια – Εργαστήρια | ** | ** | | | |
| Εκκλησίες | ** | | | | |
| Τηλεφωνικοί Θάλαμοι | ** | | | | |
| Ηλεκτρικές κουζίνες | | | ** | | |
| Λεβητοστάσια | | | * | ** | |
| Γκαράζ | | | ** | * | |
| Κουζίνες υγραερίου | | | ** | | ** |
| Χώροι παρασκευής ποτών | | | | | ** |
| ** Ο πλέον κατάλληλος * Αποδεκτός | | | | | |

Πίνακας 2.3.3-1 Επιλογή ανιχνευτών βάσει χώρου [3].

2.3.4. Καλωδιώσεις

Η σωστή λειτουργία ενός συστήματος πυρανίχνευσης εξαρτάται από την σωστή σύνδεση των εξαρτημάτων του. Οι καλωδιώσεις του συστήματος πυρανίχνευσης πρέπει να έχουν κατάλληλες διατομές και οι διαδρομές τους να είναι συγκεκριμένες (και εύκολα ελεγχόμενες) κατά τον περιοδικό έλεγχο. Μερικές καλωδιώσεις πρέπει να είναι ικανές να εξασφαλίσουν βασικές

λειτουργίες για αρκετό χρονικό διάστημα και κατά την διάρκεια της φωτιάς όπως την τροφοδότηση των τροφοδοτικών, πινάκων και των σειρήνων. Κάποιες καλωδιώσεις, μετά την ενεργοποίηση των σειρήνων, δεν χρησιμοποιούνται αφού το σήμα συναγερμού έχει ήδη δοθεί όπως καλωδιώσεις ανίχνευτών και μπουτόν συναγερμού. Οι καλωδιώσεις ενός συστήματος πυρανίχνευσης είναι συνήθως τύπου NYA, NYM και NYU. Συνιστάται η χρήση άκαυστων καλωδίων (μονόκλωνοι ή πολύκλωνοι αγωγοί) μόνο για τις γραμμές των οπτικοακουστικών συσκευών συναγερμού. Μια κατάλληλη επιλογή θα ήταν καλώδια βραδύκαυστα πυράντοχα - ελεύθερα αλογόνων με χαμηλή εκπομπή καπνού (φιλικά προς το περιβάλλον) για χρήση σε εσωτερικές, εξωτερικές ή βιομηχανικές εγκαταστάσεις όπως NHXMH & NHXMH FE 180 / E30 (500V), (N)HXH FE 180 / E90 (1kV) ή XLPE/CWS/LSF (10 έως 30kV).

Στα συμβατικά συστήματα, στις ζώνες ανίχνευσης, το απαιτούμενο καλώδιο είναι συνήθως πολύκλωνο διατομής από $2 \times 0,75 \text{ mm}^2$ μέχρι $2 \times 1,5 \text{ mm}^2$, ανάλογα με την απόσταση από τον πίνακα μέχρι το τελευταίο εξάρτημα της ζώνης. Στα συμβατικά συστήματα, στις γραμμές των σειρήνων που η κατανάλωση σε περίπτωση συναγερμού είναι μεγάλη (μπορεί να φτάσει και τα 500 mA), το απαιτούμενο καλώδιο είναι πολύκλωνο $2 \times 1,5 \text{ mm}^2$ ανεξάρτητα από την απόσταση του πίνακα από την τελευταία σειρήνα. Μικρότερης διατομής καλώδιο χρησιμοποιείται μόνον όταν η συνδεδεμένη κατανάλωση είναι μικρή. Σε διευθυνσιοδοτούμενα συστήματα στους βρόχους ανίχνευσης απαιτείται συνήθως θωρακισμένο καλώδιο. Για κάθε βρόχο, το καλώδιο που απαιτείται εξαρτάται από το είδος και το πλήθος των εξαρτημάτων αλλά και από το συνολικό μήκος του καλωδίου. Επειδή ο τρόπος υπολογισμού της απαιτούμενης διατομής είναι πολύπλοκος υπάρχουν ειδικά προγράμματα, που παρέχονται από τους κατασκευαστές των συστημάτων, που υπολογίζουν τη διατομή του καλωδίου λαμβάνοντας υπόψη κάποιες παραμέτρους της κάθε εγκατάστασης. Γενικά μπορούμε να πούμε ότι απαιτείται καλώδιο με διατομή $2 \times 1,5 \text{ mm}^2$ αν στο βρόχο δεν υπάρχουν εξαρτήματα που καταναλώνουν μεγάλο ρεύμα (π.χ. σειρήνες βρόχου) και $2 \times 2 \text{ mm}^2$ αν υπάρχουν τέτοια εξαρτήματα. Σε διευθυνσιοδοτούμενα συστήματα, για τις γραμμές των σειρήνων, ισχύει ότι και στα συμβατικά.

Γενικά τα καλώδια του συστήματος πυρανίχνευσης πρέπει να εξασφαλιστεί ότι θα λειτουργήσουν για ορισμένο χρόνο σε περιβάλλον με υψηλή θερμοκρασία ή φλόγες. Τα καλώδια της πυρανίχνευσης είναι σκόπιμο να οδεύουν σε ξεχωριστούς αγωγούς από ότι τα καλώδια άλλων εγκαταστάσεων. Όταν τα καλώδια βρίσκονται σε χώρους με υγρασία, σε διαβρωτικό περιβάλλον ή κάτω από το έδαφος πρέπει να φέρουν μηχανική προστασία αν αυτό είναι αναγκαίο. Πάντα προτιμάται η όδευση των καλωδίων να γίνεται μέσα σε χώρους χαμηλού κινδύνου. Κάθε καλώδιο πρέπει να προστατεύεται μηχανικά από απόξεση, κρούση και φθορά από τρωκτικά.

2.3.5. Μέσα ένδειξης και σήμανσης

Είναι όλες εκείνες οι συσκευές που όταν ενεργοποιηθούν ειδοποιούν για πιθανή ύπαρξη φωτιάς δηλαδή συσκευές ηχητικής και οπτικής σήμανσης.

2.3.5.1. Σειρήνες συναγερμού

Οι σειρήνες συναγερμού είναι οι σημαντικότερες ίσως συσκευές σε ένα σύστημα πυρανίχνευσης. Ο κύριος σκοπός τους είναι να ειδοποιηθούν όλοι όσοι βρίσκονται μέσα σε ένα κτίριο για το συναγερμό φωτιάς ώστε να προλάβουν να το εγκαταλείψουν. Οι σειρήνες είναι κουδούνια ή σειρήνες ηλεκτρονικού τύπου και συνήθως έχουν κόκκινο χρώμα (ή μαρκάρονται με

κόκκινη επιγραφή Fire Alarm). Είναι συνήθως δυο ήχων διακεκομμένου (για προειδοποίηση ότι έχει ξεσπάσει φωτιά) και συνεχούς (για εκκένωση του κτιρίου).

Πρέπει να γίνει σωστή επιλογή της έντασης της σειρήνας ώστε αυτή να μην προκαλεί βλάβη στην ακοή, γι' αυτό και συνήθως προτιμάται μεγάλος αριθμός σειρήνων χαμηλότερης έντασης, παρά μικρός αριθμός σειρήνων μεγάλης έντασης. Το πιο σημαντικό στοιχείο στην τοποθέτηση τους είναι οι σειρήνες να καταναμηθούν σε δύο ξεχωριστά κυκλώματα. Έτσι ακόμη και σε περίπτωση βλάβης του ενός κυκλώματος, κάποιες από τις σειρήνες θα λειτουργήσουν σε περίπτωση συναγερμού φωτιάς. Αναλυτικές οδηγίες για σειρήνες και στοιχεία για την τοποθέτηση τους μπορούν να αναζητηθούν στη σχετική νομοθεσία και τα σχετικά πρότυπα ΕΛΟΤ EN 54-3 – «Ηχητικές συσκευές συναγερμού (σειρήνες)».

Αντί για σειρήνα συναγερμού (εναλλακτικά) μπορεί να χρησιμοποιηθεί **κουδούνι πυρασφάλειας** για την παραγωγή του χαρακτηριστικού ήχου. Ένα κουδούνι πυρασφάλειας είναι κόκκινου χρώματος, με διάμετρο από 150 ως 200 mm. Μερικές φορές χρησιμοποιείται μαζί με τις σειρήνες για να δηλώσουν συναγερμό άλλου επιπέδου (π.χ. σειρήνες για απλό συναγερμό φωτιάς και κουδούνια για τις περιοχές κατάσβεσης).

2.3.5.2. Φωτεινές Πινακίδες

Οι ενδεικτικές πινακίδες είναι φωτιστικά σώματα ασφάλειας με φωτεινή πλάκα (μονή ή διπλή), η οποία φωτίζεται από το δίκτυο αλλά παραμένει φωτισμένη, με τη βοήθεια συσσωρευτή και μετά από τη διακοπή του ρεύματος. Τροφοδοτούνται από τους πίνακες φωτισμού ασφάλειας, με ξεχωριστές ηλεκτρικές γραμμές. Οι ηλεκτρικές γραμμές εξοπλίζονται με ρελέ που διεγείρεται από τον πίνακα πυρανίχνευσης, έτσι ώστε όταν σημάνει πυρκαγιά να ανάβουν αυτόματα οι πινακίδες. Οι φωτεινές πινακίδες πρέπει να εγκατασταθούν στα απαραίτητα σημεία του κτιρίου.

Για την οπτική σήμανση εκτός από φωτεινές πινακίδες μπορούν να χρησιμοποιηθούν και **φάροι πυρασφάλειας** (σε συνδυασμό με τις σειρήνες ή τα κουδούνια) Υπάρχουν διάφορες μορφές (π.χ. περιστρεφόμενοι, με λάμπα XENON). Σήμερα για λόγους μείωσης της κατανάλωσης, οι περισσότεροι παράγονται με LED υψηλής φωτεινότητας.

2.3.5.3. Φωτεινός επαναλήπτης

Ο φωτεινός επαναλήπτης (remote indicator) τοποθετείται συνήθως μακριά από τον ανιχνευτή στις περιπτώσεις όπου απαιτείται επανάληψη του σήματος συναγερμού. Ο φωτεινός επαναλήπτης αποτελείται συνήθως από περιστρεφόμενο λαμπτήρα αερίου XENON υψηλής φωτεινής έντασης δίνοντας αφεσβενόμενο φως. Έχει κόκκινη λυχνία που συνδέεται παράλληλα με την λυχνία της βάσης του ανιχνευτή για ταυτόχρονη φωτεινή ένδειξη του συναγερμού και είναι κατάλληλος για επιτοίχια τοποθέτηση.

2.3.5.4. Εξωτερικό LED ανιχνευτών (απομακρυσμένο)

Πρόκειται για ενδεικτικό LED το οποίο συνεργάζεται με τους περισσότερους τύπους ανιχνευτή. Τοποθετείται μακριά από τον ανιχνευτή και ανάβει σε περίπτωση ενεργοποίησης του. Χρησιμοποιείται σε κτίρια που χωρίζονται σε πολλούς μικρότερους χώρους (δωμάτια ξενοδοχείων, νοσοκομείων κλπ) για τη διευκόλυνση της εποπτείας τους. Σε περίπτωση συναγερμού από κάποια ζώνη, μπορούμε να καταλάβουμε από ποιο χώρο προέρχεται ο συναγερμός χωρίς να ανοίξουμε

όλους τους χώρους της ζώνης. Αν σε κάποιο χώρο υπάρχουν περισσότεροι από ένας ανιχνευτές τότε μπορεί να συνδεθεί το ίδιο εξωτερικό LED ανιχνευτή με όλους τους ανιχνευτές του χώρου. Στην περίπτωση αυτή το LED θα ανάψει όταν ενεργοποιηθεί οποιοσδήποτε από τους ανιχνευτές. Πλεονέκτημα της χρήσης εξωτερικού LED ανιχνευτή είναι η μείωση του αριθμού των ζωνών που απαιτούνται για την κάλυψη ενός κτιρίου. Συνήθως το LED τοποθετείται έξω από δωμάτια και ακριβώς πάνω από την πόρτα, σε ευδιάκριτο σημείο ώστε να διακρίνεται από μακρινή απόσταση.

2.3.5.5. Εξαρτήματα αντιεκρηκτικού τύπου

Μία ειδική κατηγορία εξαρτημάτων είναι αυτά που είναι κατάλληλα για εγκαταστάσεις με εκρηκτικό περιβάλλον (επικίνδυνο). Υπάρχουν ανιχνευτές καπνού, θερμοκρασίας, κομβία πυρανίχνευσης και διάφορα άλλα εξαρτήματα πιστοποιημένα από ειδική αρχή ότι είναι κατάλληλα για λειτουργία σε συγκεκριμένα περιβάλλοντα. Η αρχή λειτουργίας τους, ο τρόπος επιλογής και ο τρόπος τοποθέτησης δεν διαφέρει από εκείνα της συμβατικής κατασκευής. Οι καλωδιώσεις όμως και ο τρόπος σύνδεσης τους με τον πίνακα ακολουθούν ειδικούς κανόνες.

2.3.5.6. Άλλες συσκευές ενεργοποίησης συστήματος πυρανίχνευσης

Σε κρίσιμους χώρους ενός κτιρίου μπορεί να τοποθετηθεί αυτόματο σύστημα καταιονισμού το οποίο λειτουργεί με δικούς του αισθητήρες, χωρίς να εξαρτάται από την κύρια πυρανίχνευση. Στους σωλήνες ενός τέτοιου συστήματος πρέπει να τοποθετηθούν διακόπτες ροής (flow switch) συνδεδεμένοι με τον πίνακα πυρανίχνευσης ώστε να ενεργοποιηθούν τα μέσα ένδειξης και σήμανσης σε περίπτωση λειτουργίας του συστήματος καταιονισμού.

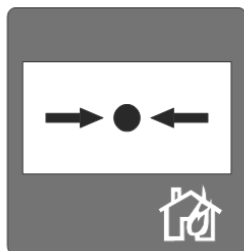
2.3.6. Χειροκίνητο σύστημα συναγερμού

Το χειροκίνητο σύστημα συναγερμού έχει ως σκοπό την άμεση ειδοποίηση για φωτιά με χρήση των χειροκινήτων αγγελτήρων και την ενεργοποίηση του ηχητικού σήματος για εκκένωση του κτιρίου. Η Ελληνική Νομοθεσία (Παράρτημα «Α» της Π.Δ 3/81) απαιτεί την αναγνώριση του χειροκίνητου συναγερμού και τη διάκριση του από τον αυτόματο συναγερμό. Αυτό μπορεί να γίνεται σε ένα ενιαίο σύστημα πυρανίχνευσης, όταν τα κομβία συναγερμού συνδέονται σε ξεχωριστές ζώνες πυρανίχνευσης από αυτές των ανιχνευτών.

Οι αναγγελτήρες συναγερμού (μπουτόν) έχουν συνήθως τετράγωνο σχήμα, κόκκινο χρώμα και να είναι κατάλληλοι για χωνευτή ή επιτοίχια τοποθέτηση. Πρέπει να είναι κατασκευασμένοι από μονωτική πλαστική ύλη, αδιάβρωτη. Διαθέτουν ένα διαφανές τμήμα (τζάμι ή πλαστικό), το οποίο σπάει (ή υποχωρεί) όταν πιεστεί με την απαιτούμενη δύναμη. Ένας διακόπτης ο οποίος είναι κατάλληλα τοποθετημένος, ενεργοποιείται και δίνει το σήμα συναγερμού φωτιάς στον πίνακα ελέγχου. Τέλος τα μπουτόν συναγερμού πρέπει να διαθέτουν μια φωτεινή ένδειξη ενεργοποίησης και σύστημα επανάταξης (reset) προσιτό στον χρήστη.

Οι αναγγελτήρες συναγερμού χρησιμοποιούνται για την χειροκίνητη ενεργοποίηση του συναγερμού και αυτό γίνεται συνήθως με απλό σπάσιμο του προστατευτικού γυαλιού. Τα κομβία χειροκίνητης ενεργοποίησης πρέπει να τοποθετούνται με τέτοιον τρόπο ώστε κανείς μέσα στο κτίριο, να μην χρειάζεται να διανύσει απόσταση πάνω από 30 m για να δώσει τον συναγερμό. Πρέπει να τοποθετούνται σε ύψος περίπου 1,5 m από το πάτωμα σε προσιτά, καλοφωτισμένα και εμφανή μέρη. Παρόλο που στην ίδια ζώνη μπορούν να συνδεθούν κομβία χειροκίνητης

ενεργοποίησης και αυτόματοι ανιχνευτές, είναι προτιμότερο να σχεδιαστεί από την αρχή το σύστημα με τα κομβία σε ξεχωριστή (ή ξεχωριστές) ζώνες. Με αυτό τον τρόπο μπορεί να γίνει ευκολότερη και ταχύτερη η αναγνώριση τους. Τα κομβία χειροκίνητης ενεργοποίησης πρέπει να τοποθετούνται στις οδεύσεις διαφυγής, στα σημεία που καταλήγουν κλιμακοστάσια και σε όλες τις τελικές εξόδους (αυτές δηλαδή που οδηγούν έξω από το κτίριο).



Εικόνα 2.3.6-1 Τυπικό μπουτόν χειροκίνητου συναγερμού.

Τα κομβία συναγερμού πρέπει να συμμορφώνονται με την ισχύουσα νομοθεσία. Οι οδηγίες που ακολουθούν βοηθούν στην σωστή επιλογή θέσεων για τα μπουτόν συναγερμού και στην σωστή τοποθέτηση τους. [25].

- Οι χειροκίνητοι αναγγελτήρες πρέπει να εγκαθίστανται κοντά στις εξόδους των κλιμακοστασίων και σε όλες τις εξόδους προς ελεύθερο εξωτερικό χώρο.
- Ο τρόπος λειτουργίας των μπουτόν συναγερμού σε ένα κτίριο πρέπει να είναι ίδιος, εκτός αν υπάρχει ειδικός λόγος διαφοροποίησης (π.χ. συστήματα αυτόματης κατάσβεσης).
- Αν το κτίριο είναι πολυώροφο με όμοια κατασκευή ορόφων, τα κομβία πρέπει να τοποθετούνται στα ίδια σημεία σε κάθε όροφο.
- Οι ανιχνευτές και οι αναγγελτήρες συναγερμού πρέπει να συνδέονται οπωσδήποτε στο ίδιο σύστημα ελέγχου και μάλιστα πολλές φορές για λόγους ταχείας αναγνώρισης πρέπει να βρίσκονται σε διαφορετικές ζώνες. Αυτό είναι επιβεβλημένο από την Ελληνική Νομοθεσία (Π. Διάταξη 3/81 παράρτημα Α).

2.3.7. Περιοδικός έλεγχος - Συντήρηση

Κάθε σύστημα πυρανίχνευσης πρέπει να ελέγχεται και να συντηρείται κανονικά. Η συντήρηση πρέπει να γίνεται σε ημερήσια, εβδομαδιαία, τριμηνιαία και ετήσια βάση. Το βρετανικό πρότυπο BS 5839 Pt1:1988 κωδικοποιεί τις ενέργειες ελέγχου και συντήρησης ως εξής:

- Ημερήσιος έλεγχος - Πρέπει να ελέγχεται η κανονική λειτουργία, να καταγράφεται κάθε σφάλμα στο βιβλίο συμβάντων και να ενημερώνεται ο αρμόδιος. Πρέπει να ελέγχεται εάν έχει διευθετηθεί κάθε σφάλμα της προηγούμενης ημέρας.
- Εβδομαδιαίος έλεγχος - Πρέπει να ελέγχεται αρχικά η κανονική λειτουργία του συστήματος θέτοντας σε λειτουργία κάποιο μπουτόν ή ανιχνευτή. Κάθε εβδομάδα κρίνεται σκόπιμο να χρησιμοποιηθεί και διαφορετικό σημείο. Στη συνέχεια πρέπει να γίνεται έλεγχος της σωστής λειτουργίας όλων των σειρήνων και της σύνδεσης των μπαταριών. Με το πέρας του ελέγχου

πρέπει να γίνει επανάταξη (reset) στον πίνακα και να συμπληρωθεί το βιβλίο συμβάντων με λεπτομέρειες για την μέρα, την ώρα και το μηχάνημα που δοκιμάστηκε.

- Τριμηνιαίος έλεγχος - Αφού γίνει ένας έλεγχος στο βιβλίο συμβάντων για τη συγκεκριμένη περίοδο δοκιμάζεται η λειτουργία των συσσωρευτών και ελέγχονται οι συνδέσεις τους. Στη συνέχεια εξετάζεται η λειτουργία των διαφόρων συστημάτων της εγκατάστασης. Η ενεργοποίηση ενός μπουτόν ή ενός ανιχνευτή παρέχει τα στοιχεία της καλής λειτουργίας των σειρήνων, ενώ η κανονική λειτουργία του πίνακα ελέγχου μπορεί να δοκιμαστεί θέτοντας τον πίνακα σε συνθήκες σφάλματος (με τεχνητό τρόπο). Εκτός από τον λειτουργικό επιβάλλεται να γίνει και οπτικός έλεγχος σε όλες τις συσκευές. Ο έλεγχος αυτός επιβεβαιώνει ότι δεν έχουν γίνει κατασκευαστικές αλλαγές και ότι οι ανιχνευτές είναι στη θέση τους. Τέλος συμπληρώνεται με λεπτομέρειες το βιβλίο συμβάντων για τυχόν μεταβολές που έχουν γίνει.
- Ετήσιος έλεγχος - Σε κάθε ετήσιο έλεγχο θα πρέπει να επαναληφθεί αρχικά η διαδικασία του τριμηνιαίου ελέγχου. Στη συνέχεια θα πρέπει να ελεγχθεί κάθε ανιχνευτής μεμονωμένα για την κατάσταση και τη λειτουργία του. Επίσης θα πρέπει να ελεγχθούν προσεκτικά όλες τις συνδέσεις των καλωδίων σε όλες τις συσκευές και τον πίνακα καθώς επίσης και η ακεραιότητα των εξαρτημάτων αυτών.

Κεφάλαιο 3 - Τοπικά μέσα κατάσβεσης

3.1. Γενικά

Ως τοπικά μέσα κατάσβεσης καλούνται κυρίως οι πυροσβεστήρες (κινητά μέσα κατάσβεσης), οι οποίοι αποτελούν συσκευές πρώτης ανάγκης. Είναι σχεδιασμένοι να εκτοξεύουν ειδικά κατασβεστικά υλικά τα οποία διακόπτουν την εξέλιξη της πυρκαγιάς. Οι πυροσβεστήρες είναι αποτελεσματικοί στην κατάσβεση μιας πυρκαγιάς στα αρχικά της στάδια και στατιστικά περίπου το 60% των πυρκαγιών αντιμετωπίζονται με τη χρήση τους. Το μικρό κόστος αγοράς και συντήρησης σε σχέση με την αποτελεσματικότητα, τους καθιστά ένα από τα κυριότερα εργαλεία στην αντιμετώπιση των πυρκαγιών και για το λόγο αυτό επιβάλλονται από τη νομοθεσία. Είναι κρίσιμης σημασίας οι πυροσβεστήρες να έχουν συντηρηθεί σωστά και το προσωπικό να είναι άρτια εκπαιδευμένο στη χρήση τους. [5].

Η απόδοση ενός πυροσβεστήρα στην κατάσβεση ονομάζεται **κατασβεστική ικανότητα** και αναγράφεται στην ετικέτα μαζί με άλλα στοιχεία (π.χ. η καταλληλότητα του για χρήση σε πυρκαγιές παρουσία ηλεκτρικού ρεύματος). Με κριτήριο την κατασβεστική ικανότητα των πυροσβεστήρων, οι κανονισμοί καθορίζουν ότι κάθε πυροσβεστήρας, πρέπει να μπορεί να σβήσει μια πυρκαγιά ορισμένου μεγέθους. Η μέτρηση της κατασβεστικής ικανότητας των πυροσβεστήρων προκύπτει από δοκιμές σε στερεά (κατηγορία A) ή υγρά καύσιμα (κατηγορία B), με βάση λεπτομερείς οδηγίες των κανονισμών. Η κατασβεστική ικανότητα των πυροσβεστήρων χαρακτηρίζεται με ακέραιους αριθμούς που τίθενται μπροστά από την ένδειξη κατηγορίας πυρκαγιάς.

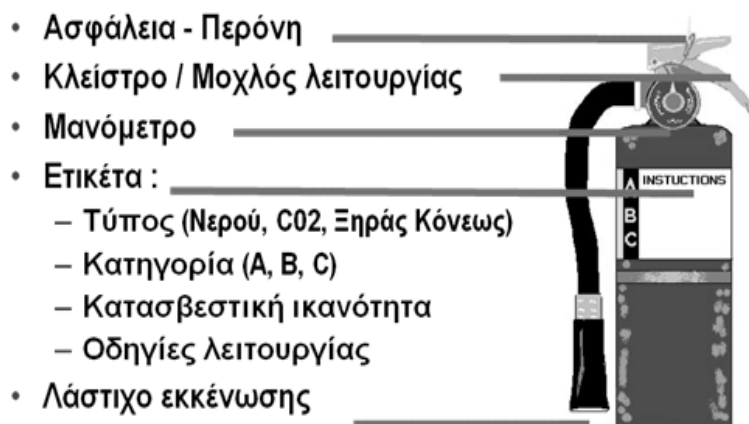
Σε πινακίδα που βρίσκεται στο σώμα του πυροσβεστήρα αναγράφονται το είδος του, οι κατηγορίες πυρκαγιάς για τις οποίες είναι κατάλληλος, η κατασβεστική του ικανότητα για τις διάφορες κατηγορίες πυρκαγιών και η καταλληλότητα ή μη για χώρους με τάση. Οι πυροσβεστήρες θα πρέπει να συντηρούνται κάθε χρόνο σύμφωνα με συγκεκριμένες προδιαγραφές όπως αυτές ορίζονται από τις ισχύουσες διατάξεις και να αναγομώνονται αμέσως μετά τη χρήση τους.

3.2. Κατηγορίες πυροσβεστήρων

Οι πυροσβεστήρες μπορούν να διαχωριστούν ανάλογα με το μέγεθος τους ή το κατασβεστικό μέσο που περιέχουν. Στο Κεφάλαιο 1 (§ 1.4. και 1.5.) έχει γίνει αναφορά στα πιο συνηθισμένα υλικά κατάσβεσης και στην κατηγοριοποίηση των πυρκαγιών. Όλοι οι πυροσβεστήρες είναι κατάλληλοι για χρήση σε πυρκαγιές κατηγορίας A,B,C και E δηλαδή πυρκαγιές που προέρχονται από στερεά ή υγρά και αέρια καύσιμα και πάνω σε ηλεκτρικές εγκαταστάσεις με τάση λειτουργίας μέχρι 1000V. Για την κατηγορία πυρκαγιάς K, στις μέρες μας, δεν κυκλοφορεί κάποιο αποκλειστικό μοντέλο (στην Ευρώπη). Συνίσταται σε τέτοιες περιπτώσεις να χρησιμοποιηθεί πυροσβεστήρας ξηράς σκόνης για πυρκαγιές τύπου ABC. Σημαντικό είναι να επιλεγεί σωστά το μέγεθος άλλα και το κατασβεστικό υλικό που θα περιέχει ο κάθε πυροσβεστήρας.

Οι πυροσβεστήρες ανάλογα με το **μέγεθός** τους ταξινομούνται σε φορητούς πυροσβεστήρες, τροχήλατους πυροσβεστήρες (έως 300 kg) εγκατεστημένους πάνω σε δίτροχο φορείο με δυνατότητα μεταφοράς τους από ένα άτομο, ρυμουλκούμενους πυροσβεστήρες (έως 750 kg) και πυροσβεστικά οχήματα. [3]

Οι φορητοί πυροσβεστήρες (Εικόνα 3.2-1) είναι κατάλληλοι για χρήση σε εσωτερικούς και εξωτερικούς χώρους (βιομηχανίες, εργοστάσια, αποθήκες κλπ) και είναι συνήθως τύπου A, B, C, D. Συναντώνται σε διάφορα κιλά όπως 1,2,5,6, 12 Kg και περιέχουν CO₂ ή σκόνη κατασβεστικού υλικού. Το μήκος εκτόξευσης ποικίλει από 2 έως 7 μέτρα και ο χρόνος εκτόνωσης από 5 έως 36 sec. Το πυροσβεστικό υλικό βρίσκεται στο ίδιο δοχείο με ένα προωθητικό αέριο (συνήθως άζωτο), το οποίο είναι απαραίτητο για την εκτόξευση του. Οι τροχήλατοι πυροσβεστήρες είναι κατάλληλοι για εξωτερικούς κυρίως χώρους, με υψηλό κίνδυνο πυρκαγιάς (διυλιστήρια, πρατήρια υγρών καυσίμων, αποθήκες κλπ). Στην Εικόνα 3.2-1 παρουσιάζεται ένα φορητός πυροσβεστήρας με τα βασικά του στοιχεία.



Εικόνα 3.2-1 Φορητός πυροσβεστήρας.

Ανάλογα με το περιεχόμενο **κατασβεστικό υλικό** αναφερόμαστε σε πυροσβεστήρες με νερό (καθαρό, θαλασσινό, Light Water), ξηράς κόνεως, διοξειδίου του άνθρακα (CO₂) και μηχανικού αφρού. Παλαιότερα υπήρχαν και πυροσβεστήρες με Halon 1211 το οποίο λόγω της καταστροφής που προκαλεί στο όζον έχει καταργηθεί. Τα τελευταία χρόνια γίνεται προσπάθεια να αναπτυχθούν φορητοί πυροσβεστήρες με αέριους υδρογονάνθρακες (κυρίως των κατηγοριών HCFCs και HFCs) ως υποκατάστατα του Halon 1211.

Η κωδικοποίηση των πυροσβεστήρων παρουσιάζεται στον παρακάτω πίνακα:

| Τύπος πυροσβεστήρα | Διεθνές Σύμβολο | Κατηγορία πυρκαγιάς |
|--------------------|-----------------|---------------------|
| Νερού | W | A |
| Αφρού | WF | A,B |
| Σκόνης | Pa | A,B,C,E ως 1000 V |
| Σκόνης | P | B,C,E ως 80 kV |
| Σκόνης | Pd | D |
| CO ₂ | C | B,C,E |

Πίνακας 3.2-1 Κατηγοριοποίηση πυροσβεστήρων.

Στην κατηγορία των πυροσβεστήρων σκόνης ανήκουν και οι *αυτόματοι πυροσβεστήρες οροφής* (Εικόνα 3.2-2). Είναι κατασκευασμένοι από χάλυβα ειδικής ποιότητας για αντοχή σε υψηλές θερμοκρασίες και πιέσεις. Χρησιμοποιούνται κυρίως σε λεβητοστάσια και ανάλογα με το ύψος

τοποθέτησης καλύπτουν δραστικά 10-15 m² επιφάνειας. Το μεγάλο πλεονέκτημα αυτού του πυροσβεστήρα είναι ότι δεν απαιτείται η παρουσία ανθρώπου στο σημείο της φωτιάς επειδή το sprinkler (θερμοευαίσθητη αμπούλα) που υπάρχει στον πυροσβεστήρα ενεργοποιείται αυτόματα, μόλις η θερμοκρασία φτάσει κάποια προκαθορισμένη θερμοκρασία (συνήθως τους 68 °C). [3].

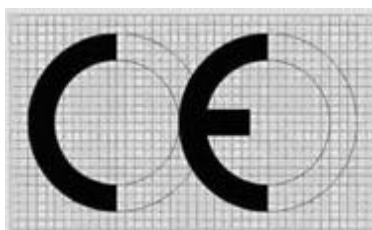
Στην ίδια κατηγορία υπάρχουν και οι *αυτόματοι πυροσβεστήρες τοπικής εφαρμογής* (Εικόνα 3.2-3). Αυτοί ανήκουν σε ένα σύστημα αυτόματης και χειροκίνητης κατάσβεσης τοπικής εφαρμογής. Τέτοια συστήματα χρησιμοποιούνται συνήθως για την κατάσβεση πυρκαγιών σε εστίες μαγειρέματος, εστιατόρια, ψησταριές κλπ. Αποτελούνται από ένα σύστημα δυο σωλήνων. Η μια σωλήνα καταλήγει σε sprinklers τα οποία ενεργοποιούνται αυτόματα (σε ορισμένη θερμοκρασία) και η άλλη σε ανοικτά sprinklers (μπεκ) για τη χειροκίνητη λειτουργία του συστήματος.



3.3. Σήμανση πυροσβεστήρων

Η σήμανση ενός πυροσβεστήρα (φορητού, σταθερού ή ρυμουλκούμενου) αποτελεί και την ταυτότητα του. Με αυτό τον τρόπο μπορούμε να αναγνωρίσουμε τον πυροσβεστήρα αλλά και αρκετές ιδιότητες του. Στη συνέχεια αναφερόμαστε στα χαρακτηριστικά στοιχεία που πρέπει να υπάρχουν σε ένα πυροσβεστήρα. [1].

Πρώτα από όλα επιβάλλεται να υπάρχουν κάποια στοιχεία που χαρακτηρίζουν τον πυροσβεστήρα (εμπορικός τίτλος επιχείρησης, έτος κατασκευής, αύξων αριθμός μητρώου, πίεση δοκιμασίας). Επιπλέον σύμφωνα με την σχετική νομοθεσία, από την 30 Μαΐου 2002, όλοι οι πυροσβεστήρες, ανεξαρτήτως μάρκας και τύπου, πέρα από τη υποχρεωτική πιστοποίηση της ανταπόκρισής τους στο Πρότυπο EN 3, πρέπει να φέρουν και την ένδειξη CE (Εικόνα 3.3-1) ανεξίτηλα χαραγμένη στο σώμα του πυροσβεστήρα. Στην πινακίδα του (μπορεί να είναι μεταλλική, πλαστική ή χάρτινη) ή τυπωμένα (με ανεξίτηλο χρώμα) στο σώμα του πυροσβεστήρα, πρέπει να αναγράφονται ο χαρακτηρισμός και ο τύπος του πυροσβεστήρα (π.χ. P 12 δηλαδή ξηράς κόνεως – 12 kgr), οδηγίες λειτουργίας και αναγόμωσης, κατηγορίες πυρκαγιών που είναι κατάλληλος (με σύντομες διευκρινήσεις) καθώς και η κατασβεστική του ικανότητα. Πρέπει να υπάρχει σαφής αναφορά με φράσεις (ακατάλληλος για ηλεκτρικό ρεύμα ή κατάλληλος για ηλεκτρικό ρεύμα τάσης ...Volts) για την καταλληλότητα ή όχι σε ηλεκτρικό ρεύμα. Ειδικότερα για πυροσβεστήρες νερού και μηχανικού αφρού πρέπει να αναγράφεται η ένδειξη του σημείου πήξης (π.χ. κατάλληλος μέχρι +1 °C ή κατάλληλος μέχρι -30 °C).



Εικόνα 3.3-1 Ένδειξη CE.

3.4. Εγκατάσταση πυροσβεστήρων

Πυροσβεστήρες με ίδια ποσότητα κατασβεστικού υλικού δεν έχουν απαραίτητα και την ίδια κατασβεστική ικανότητα και το γεγονός αυτό θα πρέπει να λαμβάνεται υπόψη κατά την επιλογή τους. Αναγνωρίζοντας τους ειδικούς κινδύνους της κάθε εγκατάστασης, κρίνεται σκόπιμη η εγκατάσταση του καταλληλότερου πυροσβεστήρα κοντά στην κάθε πηγή κινδύνου. Δύο είναι οι παράγοντες που εμπλέκονται στην εγκατάσταση πυροσβεστήρων, η απόσταση (travel distance) και η κάλυψη χώρου (coverage). Η απόσταση αφορά την απόσταση που πρέπει να διανύσει κάποιος για να προμηθευτεί ένα πυροσβεστήρα. Η κάλυψη αφορά τον αριθμό των πυροσβεστήρων που πρέπει να υπάρχουν σε ένα χώρο για την προστασία του (σχετίζεται το εμβαδόν του χώρου). [8].

Αναλυτικές λεπτομέρειες για την εγκατάσταση των πυροσβεστήρων μπορούν να αναζητηθούν στη σχετική νομοθεσία. Πρακτικά εγκαθιστούμε γενικής χρήσης πυροσβεστήρες A,B,C ξηράς σκόνης σε όλους τους χώρους. Γενικά οι θέσεις των πυροσβεστήρων πρέπει να είναι ελεύθερες από άχρηστα υλικά και να υπάρχει σήμανση των θέσεων τους. Οι πυροσβεστήρες μπορεί να είναι αναρτημένοι σε επιτοίχιους αναρτήρες ή τοποθετημένοι σε ειδικά ενθέμια, να είναι κοντά στα επικίνδυνα σημεία ή χώρους, σε διαδρόμους, κλιμακοστάσια και εξόδους ή έξω από κλειστούς χώρους που προστατεύουν. Τέλος πρέπει να υπάρχει μέριμνα και για τη θερμοκρασία του χώρου που θα τοποθετηθεί ο κάθε πυροσβεστήρας. Χώροι με θερμοκρασίες υπό του μηδενός (0 °C) ή άνω των 45 °C δημιουργούν προβλήματα στη χρήση του (ειδικά αν έχουμε πυροσβεστήρες νερού και μηχανικού αφρού).

3.5. Συντήρηση πυροσβεστήρων

Αναλυτικές λεπτομέρειες για τις διαδικασίες συντήρησης, επανελέγχου και αναγόμωσης μπορούν να βρεθούν στη σχετική νομοθεσία. Η συντήρηση και η αναγόμωση ενός πυροσβεστήρα (μετά τη χρήση του) μπορούν να συντελέσουν στη σωστή λειτουργία του, για την καταπολέμηση της πυρκαγιάς. Για την κατηγορία πυροσβεστήρων CO₂ κρίνεται σκόπιμο να γίνεται έλεγχος κάθε εξάμηνο, ενώ για πυροσβεστήρα άλλου κατασβεστικού υλικού μια φορά το χρόνο. Η λειτουργία του πυροσβεστήρα κρίνεται σκόπιμο να δοκιμάζεται κάθε χρόνο για πυροσβεστήρα νερού, κάθε τέσσερα χρόνια για αφρού και κάθε πέντε χρόνια για πυροσβεστήρα κόνεως. Οι εργασίες ελέγχου και συντήρησης πρέπει να περιλαμβάνουν τη ζύγιση του πυροσβεστήρα (ή του φιαλιδίου CO₂), τον έλεγχο της γόμωσης και τον καθαρισμό του διάφορων μερών (σωλήνας εκτόξευσης, κεφαλή κλπ). Επίσης πρέπει να γίνεται έλεγχος για ορατές ζημιές ή οξειδώσεις του σώματος του πυροσβεστήρα (εσωτερικές ή εξωτερικές).

Κεφάλαιο 4 – Μόνιμες Εγκαταστάσεις Πυρόσβεσης με Νερό

Μια μεγάλη ομάδα των κατασταλτικών μέτρων της ενεργητικής πυροπροστασίας αποτελούν τα μόνιμα συστήματα κατάσβεσης. Ο όρος «μόνιμα» χαρακτηρίζει το γεγονός ότι αποτελούνται από ένα σύνολο σταθερών εγκαταστάσεων και εξαρτημάτων. Στο κεφάλαιο αυτό θα γίνει αναφορά στις εγκαταστάσεις πυρόσβεσης με χρήση νερού (Water-Based Suppression). Οι εγκαταστάσεις αυτές είναι το μόνιμο υδροδοτικό πυροσβεστικό δίκτυο, το μόνιμο σύστημα καταιονισμού ύδατος και το μόνιμο σύστημα με ψεκασμό νερού. Η ενεργοποίηση των συστημάτων αυτών μπορεί να γίνει χειροκίνητα ή (συνήθως) αυτόματα, σε συνεργασία με μια εγκατάσταση πυρανίχνευσης.

4.1. Μόνιμο Υδροδοτικό Πυροσβεστικό Δίκτυο (ΜΥΠΔ)

4.1.1. Γενικά

Το Μόνιμο Υδροδοτικό Πυροσβεστικό Δίκτυο ανήκει στα κατασταλτικά μέτρα που χρησιμοποιούνται για την κατάσβεση πυρκαγιών στα κτίρια. Ονομάζεται και μόνιμο πυροσβεστικό σύστημα (ΜΠΣ). Συνήθως τοποθετείται σε κτίρια που έχουν μεγάλη επιφάνεια δαπέδου ή ύψος μεγαλύτερο των τεσσάρων ορόφων. Το μόνιμο πυροσβεστικό σύστημα είναι ένα σύνολο εγκαταστάσεων και εξοπλισμού που περιλαμβάνει διάταξη σωληνώσεων παροχής νερού για πυρόσβεση και βανών για τη σύνδεση εύκαμπτων πυροσβεστικών σωλήνων, εγκατεστημένων σε ένα, κτίριο ή γενικότερα σε μια κατασκευή. Η διάταξη των λήψεων είναι τέτοια ώστε να παρέχουν νερό για συμπαγή ή διασκορπισμένη βολή νερού, μέσω εύκαμπτων πυροσβεστικών σωλήνων και ακροφυσίων, προσαρμοσμένων στις λήψεις, με σκοπό την κατάσβεση της πυρκαγιάς και την προστασία ανθρώπων, ζώων, αντικειμένων και κτιρίου.

Η απαιτούμενη παροχή νερού στις λήψεις επιτυγχάνεται με τη βοήθεια συνδέσεων με τις πηγές τροφοδότησης ή με αντλίες, δεξαμενές και τον υπόλοιπο απαραίτητο εξοπλισμό. Το μόνιμο πυροσβεστικό σύστημα νερού είναι ένα αξιόπιστο μέσο για την κατάσβεση της πυρκαγιάς στον ελάχιστο δυνατό χρόνο και σε θέσεις τέτοιες (επάνω όροφοι υψηλών κτιρίων, μεγάλες επιφάνειες κλπ) όπου είναι δύσκολη η χρήση πυροσβεστικών μέσων. Ακόμα και σε κτίρια εφοδιασμένα με αυτόματα συστήματα καταιονισμού (sprinkler ή τεχνητής ομίχλης νερού), τα μόνιμα πυροσβεστικά συστήματα νερού αποτελούν αναγκαίο συμπλήρωμα [3].

4.1.2. Κατάταξη πυροσβεστικών συστημάτων

4.1.2.1. Κατηγορίες ΜΥΠΔ

Τα ΜΥΠΔ σύμφωνα με τη σχετική νομοθεσία κατατάσσονται σε τρεις κατηγορίες. Ο διαχωρισμός τους γίνεται σύμφωνα με τον εύκαμπτο σωλήνα (διατομή), αλλά και τη δυνατότητα χρήσης του για την κάθε κατηγορία. [6-7].

- **Κατηγορία I** - Χρήση από την Πυροσβεστική Υπηρεσία (Π.Υ) και από άτομα εκπαιδευμένα στην χρήση εύκαμπτων σωλήνων διαμέτρου 2 ½ in (65 mm). Τα συστήματα αυτά πρέπει να είναι ικανά να παρέχουν τις βολές νερού που απαιτούνται στα πιο προχωρημένα στάδια της

πυρκαγιάς στο εσωτερικό των κτιρίων ή κατά την προστασία του κτιρίου από γειτονική πυρκαγιά.

- **Κατηγορία II** - Χρήση από τους ενοίκους (ή την ομάδα πυροπροστασίας), μέχρι την άφιξη της Π.Υ. Περιλαμβάνει εύκαμπτους σωλήνες διαμέτρου 1 in ως 1 ¾ in (25 – 45 mm). Τα συστήματα αυτά πρέπει να παρέχουν την δυνατότητα για τον άμεσο έλεγχο των πυρκαγιών, κατά το αρχικό στάδιο.
- **Κατηγορία III** - Χρήση από την Π.Υ και εκείνους που έχουν εκπαιδευτεί στην χρήση εύκαμπτων πυροσβεστικών σωλήνων διαμέτρου 65 mm, είτε από τους ενοίκους (ή την ομάδα πυροπροστασίας) με χρήση εύκαμπτων πυροσβεστικών σωλήνων διαμέτρου 20 ως 45mm. Σε κάθε πυροσβεστική φωλιά πρέπει να υπάρχουν δύο βάνες (στόμια). Τα συστήματα αυτά πρέπει να ανταποκρίνονται ταυτόχρονα στις απαιτήσεις των κατηγοριών 1 και 2.

4.1.2.2. Τύποι ΜΥΠΔ

Τα μόνιμα υδροδοτικά πυροσβεστικά συγκροτήματα ανάλογα με τον τρόπο τροφοδότησης του νερού στις σωληνώσεις τους διακρίνονται στις παρακάτω κατηγορίες [7]:

- **Υγρά ΜΥΠΔ**, τα οποία έχουν συνέχεια την κεντρική βάνα παροχής ανοικτή και οι σωληνώσεις τους περιέχουν νερό υπό πίεση σε όλο το χρονικό διάστημα. Είναι ο πιο διαδεδομένος τύπος δικτύου.
- Υδροδοτικό πυροσβεστικό δίκτυο, το οποίο δέχεται νερό αυτόματα στις σωληνώσεις της μόνιμης υδραυλικής εγκατάστασής όταν ανοίξει η βαλβίδα (βάνα) της πυροσβεστικής φωλιάς.
- Υδροδοτικό πυροσβεστικό δίκτυο το οποίο δέχεται νερό στο σύστημα μέσω μοχλού ή κομβίου ενεργοποίησης της αντλίας, τοποθετημένο σε κάθε πυροσβεστική φωλιά.
- **Ξηρά ΜΥΠΔ**, τα οποία δεν έχουν μόνιμη παροχή νερού και ο σωλήνας τροφοδοσίας του καταλήγει σε στόμια λήψης εκτός του κτιρίου. Στα σημεία λήψης των συστημάτων αυτών πρέπει να υπάρχουν επιγραφές με την ένδειξη «Στεγνό σύστημα για χρήση μόνο από την Πυροσβεστική Υπηρεσία».

Σε κάθε περίπτωση υδροδοτικού δικτύου (εκτός από το ξηρό) πρέπει να υπάρχει σύνδεση με πηγή νερού ικανή να παρέχει στο σύστημα την απαιτούμενη πίεση και παροχή, για τη λειτουργία των εύκαμπτων σωλήνων των Πυροσβεστικών Φωλιών.

Όταν στο κτίριο υπάρχει και σύστημα καταιονισμού νερού (sprinkler) το υδροδοτικό δίκτυο μπορεί να τροφοδοτηθεί από τους κατακόρυφους σωλήνες τροφοδοσίας του συστήματος καταιονισμού. Ο τύπος αυτός ονομάζεται **υδροδοτικό δίκτυο συνδυασμού**. Σε αυτή την περίπτωση η ποσότητα του νερού πρέπει να επαρκεί για την ταυτόχρονη λειτουργία των καταιονητήρων και του υδροδοτικού δικτύου. Αποδεκτές υλοποιήσεις για δίκτυα συνδυασμού μπορούν να αναζητηθούν στη βιβλιογραφία [26].

4.1.3. Εγκατάσταση πυροσβεστικού δικτύου

Μια τυπική εγκατάσταση μόνιμου υδροδοτικού πυροσβεστικού δικτύου περιλαμβάνει τα εξής:

- Δεξαμενή ή πηγή ύδατος.

- Πυροσβεστικές αντλίες (εάν απαιτούνται).
- Πίνακα αυτοματισμών (για τις αντλίες).
- Ρυθμιστή πίεσης (όπου απαιτείται).
- Σωληνώσεις κατάλληλων διαμέτρων για την παροχή της απαιτούμενης ποσότητας νερού και πίεσης στις συνδέσεις των πυροσβεστικών φωλιών.
- Πυροσβεστικές φωλιές.

4.1.3.1. Πηγές ύδατος

Για την τροφοδοσία ενός μονίμου πυροσβεστικού δικτύου είναι αρκετή μία πηγή ύδατος, εάν μπορεί να τροφοδοτήσει το δίκτυο με την ποσότητα νερού και την πίεση που απαιτείται σε κάθε περίπτωση για την προστασία του κτιρίου. Τουλάχιστον μία πηγή ύδατος πρέπει να είναι σε θέση να τροφοδοτεί το μόνιμο υδροδοτικό πυροσβεστικό σύστημα με την απαιτούμενη ποσότητα νερού μέχρι να τεθεί σε λειτουργία μια δευτερεύουσα πηγή. Σύμφωνα με την αρμόδια αρχή καθορίζονται οι αποδεκτοί τύποι πηγών ύδατος που μπορούν να τροφοδοτούν ένα μόνιμο υδροδοτικό δίκτυο:

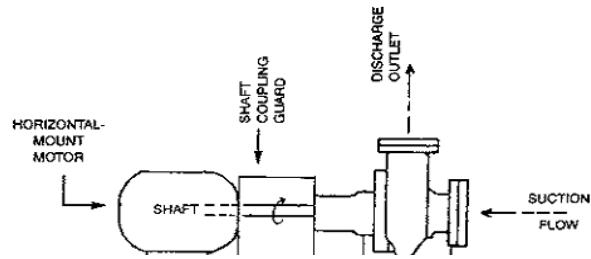
- Υδροδοτικό δίκτυο πόλης (προϋπόθεση η παροχή και η πίεση νερού να είναι επαρκής και συνεχής).
- Υπερυψωμένες ή υπόγειες δεξαμενές.
- Δεξαμενές πίεσης.
- Αυτόματες πυροσβεστικές αντλίες (αντλούν νερό από κατάλληλη πηγή).
- Πυροσβεστικές αντλίες, ελεγχόμενες χειροκίνητα, οι οποίες τίθενται σε λειτουργία με διακόπτη ή μοχλό, σε κάθε πυροσβεστική φωλιά.
- Συνδυασμός πιεστικών δεξαμενών και πυροσβεστικών αντλιών, χειροκινήτου λειτουργίας.

Οι πυροσβεστικές αντλίες μπορεί να αντλήσουν νερό από φρέατα, λίμνες, δεξαμενές (χαλύβδινες ή από στεγανό μπετόν), ποτάμια κλπ. Στις περιπτώσεις που υπάρχει η απαιτούμενη παροχή ύδατος αλλά δεν έχουμε επαρκή πίεση, μπορεί να γίνει σύνδεση πυροσβεστικής αντλίας στο υδροδοτικό δίκτυο της πόλης (μετά από έγκριση της τοπικής εταιρίας ύδρευσης). [14].

4.1.3.2. Πυροσβεστικές αντλίες

Όταν η απαιτούμενη πίεση και παροχή νερού (για την τροφοδότηση του πυροσβεστικού δικτύου) δεν εξασφαλίζεται με άλλο τρόπο, είναι απαραίτητη η χρήση ενός ή περισσότερων αντλητικών συγκροτημάτων, ανάλογα φυσικά με τις ειδικές απαιτήσεις κάθε εγκατάστασης. Ενδέχεται να απαιτείται και ένας αριθμός εφεδρικών αντλιών. Οι εφεδρικές αντλίες πρέπει να έχουν δυνατότητα αυτόματης λειτουργίας σε περίπτωση βλάβης ή ανεπαρκείας των αρχικά προγραμματισμένων αντλιών.

Η οριζόντια φυγοκεντρική αντλία με διαιρούμενο θάλαμο (Εικόνα 4.1.3.2-1) έχει επικρατήσει λόγω της πιο απλής λειτουργίας και της εύκολης επισκευής. Αυτός ο τύπος αντλίας χρησιμοποιείται όπου είναι δυνατό να γίνει τροφοδοσία νερού με θετικό μανομετρικό ύψος. Όπου είναι αναγκαίο να υπάρχει ύψος αναρρόφησης θα πρέπει να χρησιμοποιηθεί στροβιλαντλία με κατακόρυφο άξονα για το λόγο ότι μια αντλία διαιρούμενου τύπου με οριζόντιο άξονα κίνησης για την έναρξη της λειτουργίας της, σε συνθήκες αναρρόφησης, απαιτεί πλήρωση με νερό. [10].



Εικόνα 4.1.3.2-1 Σχεδιάγραμμα φυγοκεντρικής αντλίας.

Για την αποφυγή της λανθασμένης λειτουργίας των πυροσβεστικών αντλιών χρησιμοποιούνται αντλίες μικρής παροχής (**jockey pump**) αποκλειστικά και μόνο για την αναπλήρωση απωλειών στο σύστημα και μικρών πτώσεων πίεσης. Στην περίπτωση πτώσης πίεσης του νερού στο μόνιμο σύστημα των σωληνώσεων η αντλία jockey ενεργοποιείται χωρίς να υπάρχει σήμα συναγερμού στο κτίριο. Σε περίπτωση που χρησιμοποιείται αυλός (ακροφύσιο) Π.Φ. η πίεση του συστήματος συνεχώς πέφτει. Η αντλία jockey δεν είναι σε θέση να διατηρήσει την πίεση στο σύστημα με αποτέλεσμα την ενεργοποίηση της πυροσβεστικής αντλίας. [10].

Οι κύριες και εφεδρικές αντλίες πρέπει να είναι ηλεκτροκίνητες εφ' όσον υπάρχει και ηλεκτροπαραγωγό ζεύγος (H/Z), καταλλήλου ισχύος ή αυτόνομες εσωτερικής καύσεως. Οι αποδεκτοί τύποι αντλιών για ένα ΜΥΠΔ σύμφωνα με τη σχετική νομοθεσία είναι οι παρακάτω:

- 1 κύρια ηλεκτροκίνητη, 1 εφεδρική πετρελαιοκίνητη, 1 jockey
- 1 κύρια ηλεκτροκίνητη, 1 εφεδρική ηλεκτροκίνητη, 1 jockey, H/Z
- 1 κύρια πετρελαιοκίνητη, 1 εφεδρική πετρελαιοκίνητη, 1 jockey

Οι αντλίες πρέπει να εγκαθίστανται σε προσιτές θέσεις, μέσα στα κτίρια που προστατεύονται από ενδεχόμενη πυρκαγιά. Οι ηλεκτροκίνητες αντλίες πρέπει να τοποθετούνται σε χωριστά πυροδιαμερίσματα (ή κτίρια άκαυστης κατασκευής), τα οποία θα χρησιμοποιούνται αποκλειστικά για την στέγαση των εγκαταστάσεων υδροδότησης των συστημάτων πυροπροστασίας. Στοιχεία για την επιλογή και εγκατάσταση πυροσβεστικών αντλιών μπορούν να αναζητηθούν στη σχετική βιβλιογραφία [27].

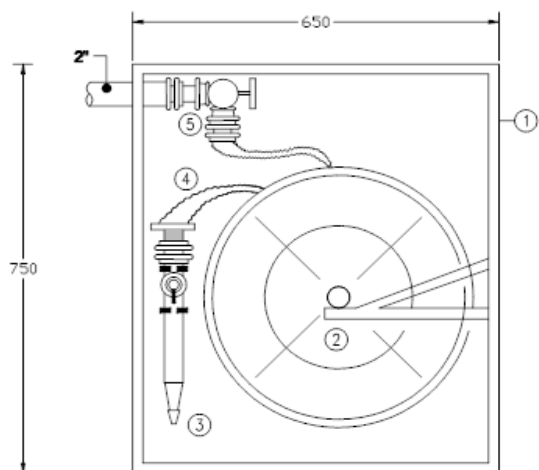
4.1.3.3. Πυροσβεστικές Φωλιές

Οι πυροσβεστικές φωλιές (Π.Φ) πρέπει να τοποθετούνται σε ασφαλή και καιρία σημεία των προστατευόμενων χώρων. Ο αριθμός των πυροσβεστικών φωλιών, για την κάλυψη όλων των σημείων του προστατευόμενου χώρου, υπολογίζεται με ακτίνα τα 30 m. Αυτό είναι το άθροισμα των μηκών του εύκαμπτου πυροσβεστικού σωλήνα (20 m) και του μήκους βολής νερού (10 m) [6].

Κάθε πυροσβεστική φωλιά (μεταλλικό ερμάριο από στραντζαριστή λαμαρίνα) αποτελείται από τα εξής [14]:

- Βάνα διατομής 65 mm από ορείχαλκο, ορθογωνικής κατασκευής.
- Κορμό με ημισύνδεσμο 45 mm.
- Διπλωτήρα ή τυλικτήρα για να δέχεται τυλιγμένο τον εύκαμπτο σωλήνα.
- Εύκαμπτο σωλήνα με εσωτερική επίστρωση ελαστικού, διαμέτρου 45mm και μέγιστου μήκους 20m.

- Ακροφύσιο του οποίου η διάμετρος του προστομίου θα αυξομειώνεται (από 0 ως 20mm) ώστε να δίνει τη δυνατότητα δημιουργία συμπαγούς ή διασκορπισμένης «fog» βολής νερού.
- Μοχλό ενεργοποίησης της αντλίας (όπου απαιτείται).
- Μανόμετρο, τοποθετημένο στις πιο απομακρυσμένες φωλιές κάθε κλάδου.



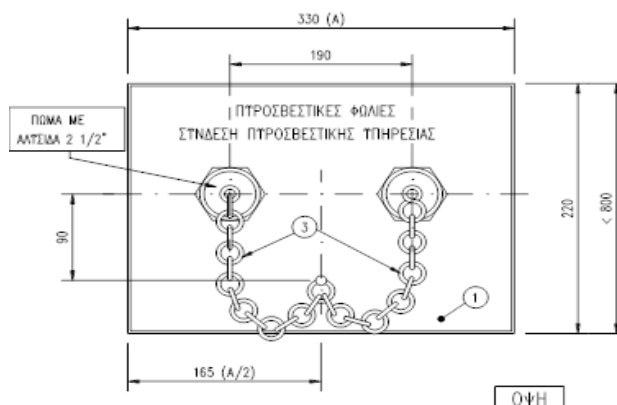
Π.Φ Κατηγορίας II

1. Ερμάριο από λαμαρίνα κόκκινου χρώματος
2. Εξέλικτρο από έλασμα 1,50 mm – διαμέτρου 480 mm
3. Αυλός ρυθμιζόμενης βολής με ταχυσύνδεσμο
4. Πυροσβεστικός σωλήνας D: 45 mm μήκους 20 m με ταχυσύνδεσμους στα άκρα
5. Βάνα γωνιακή 2” με ταχυσύνδεσμο

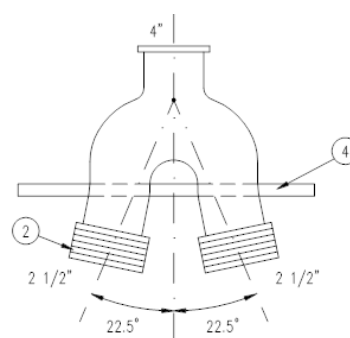
Εικόνα 4.1.3.3-1 Πυροσβεστική Φωλιά Κατηγορίας II.

4.1.4. Συνδέσεις για την Πυροσβεστική Υπηρεσία

Για την τροφοδότηση του ΜΥΠΔ με νερό από πυροσβεστικά οχήματα, σε περίπτωση ανάγκης, πρέπει να υπάρχει τουλάχιστον μια σύνδεση του κατακόρυφου σωλήνα διαθέσιμη για σύνδεση με την Π.Υ. (Εικόνες 4.1.4-1 ως 4.1.4-3). Η σύνδεση του κατακόρυφου σωλήνα καταλήγει σε δύο στόμια παροχής (Εικόνα 4.1.4-2) διαμέτρου 63mm (2 ½ in) το καθένα, εξωτερικά του κτιρίου. Σε πολυώροφα κτίρια με δυο ή περισσότερες ζώνες πρέπει να προβλέπεται μια σύνδεση με την Π.Υ για κάθε ζώνη.

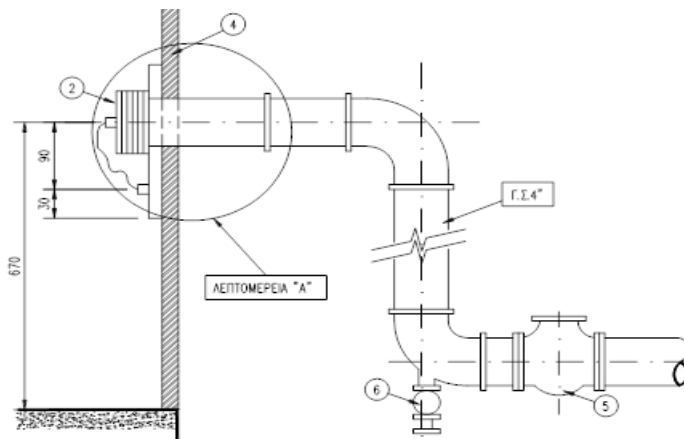


Εικόνα 4.1.4-1 Σύνδεση για Π.Υ.



Εικόνα 4.1.4-2 Στόμια παροχής για σύνδεση με Π.Υ.

Στην εικόνα 4.1.4-3 παρουσιάζεται η λεπτομέρεια του τρόπου σύνδεσης του συστήματος με την Πυροσβεστική Υπηρεσία. Ο σωλήνας σύνδεσης των στομίων παροχής με τον κατακόρυφο σωλήνα πρέπει να έχει διάμετρο 100 mm (4 in) και να είναι εφοδιασμένος με βαλβίδα αντεπιστροφής (check valve). Η βαλβίδα αντεπιστροφής είναι το μόνο επιτρεπόμενο εξάρτημα ελέγχου ροής και επιτρέπει τη ροή ύδατος μόνο προς την πλευρά του συστήματος και όχι προς την πλευρά του δικτύου. Τοποθετείται για να αποφευχθεί η υπερπίεση στο στόμιο κατάθλιψης της αντλίας του πυροσβεστικού οχήματος. Επιπλέον προβλέπεται και μια διάταξη αποστράγγισης (automatic drip) για την αποφυγή ψύξης του νερού, εντός της σύνδεσης. [7].



Εικόνα 4.1.4-3 Λεπτομέρεια σύνδεσης με Π.Υ.

Πίνακας Εξοπλισμού

1. Εξωτερική πλάκα στήριξης
2. Πώμα – Υδροστόμιο 2 1/2"
3. Αλυσίδα συγκράτησης
4. Τοίχος
5. Βαλβίδα αντεπιστροφής
6. Αυτόματη εκκένωση

4.2. Μόνιμο Σύστημα Καταιονισμού Ύδατος (Sprinkler)

4.2.1. Γενικά

Ένα σύστημα καταιονισμού ύδατος είναι ένα ολοκληρωμένο σύστημα υπόγειων και υπέργειων σωληνώσεων, σχεδιασμένο σύμφωνα με τα πρότυπα της μηχανικής. Η εγκατάσταση περιλαμβάνει μια πηγή ύδατος (όπως μια υπερυψωμένη δεξαμενή βαρύτητας), πυροσβεστική αντλία, δεξαμενή ή δεξαμενή πίεσης ή μια σύνδεση (μέσω υπόγειων σωληνώσεων) με το δίκτυο της πόλης. Το υπέργειο κομμάτι του συστήματος καταιονισμού είναι ένα δίκτυο ειδικού μεγέθους ή υδραυλικά σχεδιασμένων σωληνώσεων, εγκατεστημένο σε ένα κτίριο. Πάνω σε αυτό το δίκτυο τοποθετούνται οι καταιονητήρες (sprinkler) [3].

Πιο αναλυτικά μια τυπική εγκατάσταση ενός αυτόματου συστήματος Sprinkler αποτελείται από τα παρακάτω στοιχεία:

- Πηγή (αποθήκη) ύδατος.
- Πυροσβεστικές αντλίες.
- Βαλβίδα ελέγχου (control valve).
- Βαλβίδα αντεπιστροφής (check valve).
- Σωλήνα αποστράγγισης.
- Μετρητή πίεσης στον κύριο κατακόρυφο αγωγό.
- Συσκευή ανίχνευσης ροής νερού συνδεδεμένη με το σύστημα συναγερμού του κτιρίου.

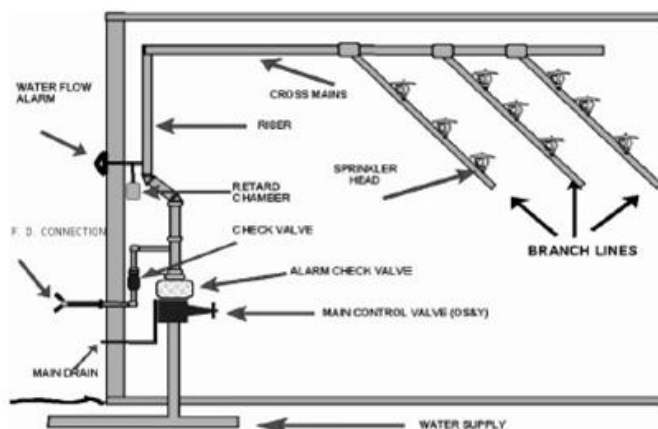
- Διάταξη σύνδεσης του συστήματος με την Π.Υ.
- Δίκτυο σωληνώσεων.
- Ακροφύσια (κεφαλές ή καταιονητήρες) Sprinkler.

4.2.2. Κατηγορίες συστημάτων

Ο πιο συνηθισμένος τύπος συστήματος που χρησιμοποιείται είναι τα συστήματα υγρού τύπου. Σε περιπτώσεις που η θερμοκρασία μπορεί να πέσει κάτω από 4 °C χρησιμοποιούμε σύστημα ξηρού τύπου. Στο σημείο αυτό πρέπει να τονισθεί, πως είναι τελείως λανθασμένη η εντύπωση που επικρατεί για τη λειτουργία του αυτόματου συστήματος Sprinkler, ότι δηλαδή σε περίπτωση πυρκαγιάς εκτοξεύεται νερό από όλα τα ακροφύσια συγχρόνως (μοναδική εξαίρεση αποτελούν τα συστήματα ολικού κατακλυσμού). Τα αυτόματα συστήματα καταιονισμού διακρίνονται σε τέσσερις κατηγορίες οι οποίες θα παρουσιαστούν στη συνέχεια. Σε κάθε σύστημα (Εικόνες 4.2.2-1 ως 4.2.2-4) μπορεί κανείς να διακρίνει τις διατάξεις των βαλβίδων που χρησιμοποιούνται (βαλβίδα αντεπιστροφής, ελέγχου κλπ). [6].

• Συστήματα υγρού τύπου

Στα συστήματα αυτά οι σωληνώσεις είναι πάντοτε γεμάτες με νερό υπό πίεση και κάθε ακροφύσιο (που προστατεύει μια ορισμένη επιφάνεια του δαπέδου) ανοίγει αυτόματα, όταν η θερμοκρασία στην περιοχή του ξεπεράσει ένα προκαθορισμένο όριο. Τα συστήματα υγρού τύπου χρησιμοποιούνται για την προστασία χώρων στους οποίους η θερμοκρασία είναι μεγαλύτερη από 4° C, γιατί έτσι αποκλείεται ο κίνδυνος να παγώσει το νερό στις σωληνώσεις του συστήματος.

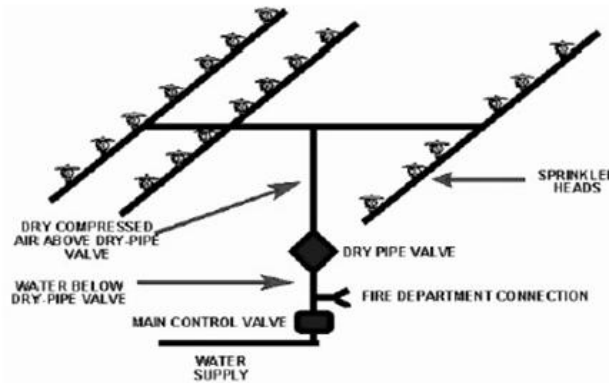


Εικόνα 4.2.2-1 Ενδεικτικό μόνιμο σύστημα καταιονισμού ύδατος υγρού τύπου.

• Συστήματα ξηρού τύπου

Στα συστήματα αυτά οι σωληνώσεις περιέχουν πεπιεσμένο αέρα ή άζωτο. Η ενεργοποίηση του συστήματος αυτού γίνεται με ιδιαίτερο σύστημα ανίχνευσης με ανιχνευτές φωτιάς ή πνευματικός έχοντας το δίκτυο υπό συνεχή πίεση με αέρα ή N₂ (~1,5bar) μέσω βαλβίδας συναγερμού για ξηρά συστήματα. Στην εικόνα 4.2.2-2 παρουσιάζεται ένα μόνιμο σύστημα καταιονισμού ύδατος ξηρού τύπου. Το βασικό στοιχείο του συγκεκριμένου συστήματος είναι η βαλβίδα ξηρού τύπου (dry pipe valve) η οποία τοποθετείται μετά την βαλβίδα ελέγχου (main control

valve) και τη διάταξη σύνδεσης με την Π.Υ. Επιπλέον υπάρχουν οι σωληνώσεις κατάλληλων διατομών, οι οποίες φέρουν τους καταιονητήρες.



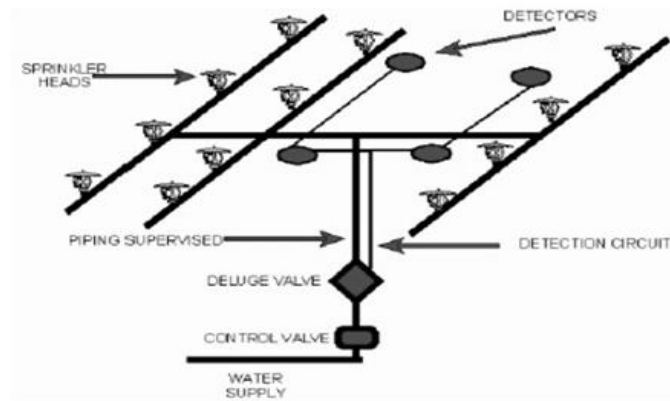
Εικόνα 4.2.2-2 Ενδεικτικό μόνιμο σύστημα καταιονισμού ύδατος ξηρού τύπου.

Το σπάσιμο ενός sprinkler και η αυτόματη πτώση της πίεσης ανοίγει την βαλβίδα ελέγχου του συστήματος (βαλβίδα συναγερωμού για συστήματα ξηρού τύπου). Σε μεγάλης έκτασης δίκτυα μπορεί να προστεθεί ένας επιταχυντήρας ώστε να μειωθεί ο χρόνος που μεσολαβεί από την ενεργοποίηση του sprinkler ως τον καταιονισμό ύδατος από αυτό. Επίσης πρέπει να υπάρχει και μια παροχή από αεροσυμπιεστή ή οποία θα είναι ικανή να φορτίσει το σύστημα με αέρα σε πίεση 40 psi σε διάστημα 30 min.

- **Συστήματα προενέργειας**

Τα συστήματα αυτά αποτελούνται από ένα συνδυασμό ανιχνευτών και σωληνώσεων, που περιέχουν αέρα. Τα συστήματα προενέργειας είναι απλής εντολής (Single Interlock) ή διπλής εντολής (Double Interlock) και λειτουργούν με ειδικές βαλβίδες. Στην εικόνα 4.2.2-3 παρουσιάζεται ένα μόνιμο σύστημα καταιονισμού ύδατος τύπου προενέργειας. Το βασικό του στοιχείο είναι μια βαλβίδα κατακλυσμού (deluge valve) η οποία τοποθετείται μετά τη βαλβίδα ελέγχου (control valve) στο σωλήνα τροφοδοσίας νερού του συστήματος. Το σύστημα προενέργειας συμπληρώνεται με τις κατάλληλες σωληνώσεις, τους καταιονητήρες (sprinkler) και με ηλεκτρονικούς ανιχνευτές. Σε περίπτωση πυρκαγιάς, λόγω ανύψωσης της θερμοκρασίας, ενεργοποιούνται οι ανιχνευτές, το νερό γεμίζει τις σωληνώσεις και εκτοξεύεται από τα ακροφύσια.

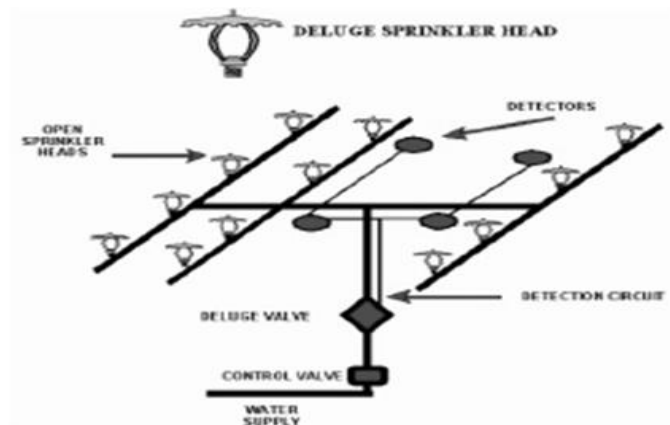
Όταν ο ηλεκτρονικός ανιχνευτής ενεργοποιηθεί ένα σήμα αποστέλλεται στον πίνακα ελέγχου. Ο πίνακας ενεργοποιεί όλες τις οπτικοακουστικές σημάνσεις και ταυτοχρόνως στέλνει σήμα σε ένα σωληνοειδές πηνίο να ανοίξει. Ο πιεστικός θάλαμος της βαλβίδας κατακλυσμού, με την πτώση της πίεσης του αέρα, επιτρέπει στη βαλβίδα **να μπορεί** να ανοίξει. Το νερό γεμίζει το δίκτυο αλλά δεν εκτοξεύεται αν δεν ανοίξει ένα sprinkler (λόγω φωτιάς). Η λειτουργία αυτή ονομάζεται προενέργεια απλής εντολής (Single Interlock). Εάν για το άνοιγμα της βαλβίδας είναι απαραίτητη και δεύτερη επιβεβαίωση π.χ. άνοιγμα ενός sprinkler του δικτύου κατάσβεσης (ευρισκόμενο υπό πίεση περίπου 1,5 bar) τότε το σύστημα είναι διασταυρούμενης εντολής (preaction double interlock).



Εικόνα 4.2.2-3 Ενδεικτικό μόνιμο σύστημα καταιονισμού ύδατος τύπου προενέργειας.

- **Συστήματα ολικού κατακλυσμού (DELUGE)**

Στα συστήματα αυτά τα ακροφύσια καταιονισμού είναι ανοιχτού τύπου και η βαλβίδα ελέγχου επιτρέπει την άμεση κατάθλιψη νερού από όλα τα ακροφύσια συγχρόνως, μόλις ενεργοποιηθούν οι ανιχνευτές λόγω ανύψωσης της θερμοκρασίας. Κατασκευαστικά είναι παρόμοια με τα συστήματα καταιονισμού ύδατος τύπου προενέργειας. Η βασική διαφορά μεταξύ των συστημάτων προενέργειας και ολικού κατακλυσμού, είναι ότι στα τελευταία υπάρχει ταυτόχρονη λειτουργία όλων των ακροφυσίων. Στην εικόνα 4.2.2-1 παρουσιάζεται η διάταξη ενός τέτοιου συστήματος. Στο σωλήνα τροφοδότησης νερού του συστήματος, μετά τη βαλβίδα ελέγχου, υπάρχει η βαλβίδα κατακλυσμού (deluge valve) και στη συνέχεια οι σωληνώσεις με τους καταιονητήρες. Τα συστήματα ολικού κατακλυσμού όπως και τα συστήματα προενέργειας πλαισιώνονται από τους κατάλληλους ηλεκτρονικούς ανιχνευτές.



Εικόνα 4.2.2-4 Ενδεικτικό μόνιμο σύστημα καταιονισμού ύδατος ολικού κατακλυσμού (deluge).

- **Συστήματα Συνδυασμού**

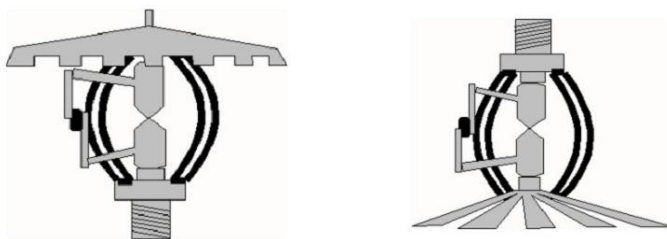
Τα συστήματα αυτά αποτελούν συνδυασμό των συστημάτων που αναφέρθηκαν προηγουμένως και χρησιμοποιούνται σε ειδικές περιπτώσεις κινδύνων. Ένα σύστημα συνδυασμού μπορεί να είναι ξηρού τύπου και προενέργειας (με κατάλληλες προσαρμογές) ή οποιοσδήποτε συνδυασμός ανίχνευσης - ενεργοποίησης του συστήματος καταιονισμού με τελική κατάληξη τον κατακλυσμό του προστατευόμενου χώρου με νερό. Επίσης υπάρχουν συστήματα καταιονισμού

περιορισμένης ποσότητας νερού. Τα συστήματα αυτά παρέχουν μερική προστασία και είναι αποτελεσματικά εφόσον το νερό επαρκεί για τον έλεγχο ή την κατάσβεση της πυρκαγιάς. Χρησιμοποιούνται σε περιπτώσεις που δεν μπορούν να υπάρξουν πηγές νερού στις ποσότητες που απαιτούν τα κανονικά συστήματα καταιονισμού [7].

4.2.3. Καταιονητήρες (Sprinkler)

4.2.3.1. Είδη καταιονητήρων

Υπάρχουν διάφορα είδη καταιονητήρων (sprinkler). Η βασική τους διαφορά έγκειται στην κατασκευή του δίσκου εκτροπής (deflector) και τη διάμετρο του στομίου κατάθλιψης (ακροφύσιο). Ο δίσκος εκτροπής καθορίζει το σχήμα του νερού που διασκορπίζεται στο δάπεδο. Στους καταιονητήρες τύπου ομπρέλας (Εικόνα 4.2.3.1-1) οι κεφαλές μπορεί να είναι όρθιας θέσης (upright sprinkler head) και της αντεστραμμένης θέσης (pendent sprinkler head). Αναλόγως την κατηγορία κινδύνου του κτιρίου θα γίνει και επιλογή του τύπου καθώς και της διαμέτρου του καταιονητήρα που θα χρησιμοποιηθεί. Το πιο συνηθισμένο μέγεθος διαμέτρου του ακροφυσίου είναι η ½ in και θεωρείται ως καταιονητήρας «στάνταρ» τύπου. Διάφορες άλλες διατομές που χρησιμοποιούνται σε συστήματα sprinkler είναι ¼”, 5/16”, 3/8”, 7/16”, 17/32”. Ακροφύσια διαμέτρου 17/32” χρησιμοποιούνται ευρέως σε περιπτώσεις που απαιτείται μεγάλη ποσότητα νερού για κατάσβεση.



Εικόνα 4.2.3.1-1 Καταιονητήρες τύπου ομπρέλας όρθιας και αντεστραμμένης θέσης.

Ο καταιονητήρας κατασκευαστικά αποτελείται από ένα πλήθος μηχανικών στοιχείων (όπως βραχίονες, ελατήρια κλπ) τα οποία είναι υπεύθυνα για τη σωστή λειτουργία του όταν ενεργοποιηθεί. Το πιο σημαντικό στοιχείο που περιλαμβάνει ένας καταιονητήρας είναι το **εύτηκτο στοιχείο** (fusible element) το οποίο είναι υπεύθυνο για τη λειτουργία του καταιονητήρα όταν υπάρξει πυρκαγιά. Ως τέτοια στοιχεία χρησιμοποιούνται συνήθως εύτηκτοι σύνδεσμοι (fusible link) ή βολβοί (bulb). Σε κανονική θέση (απουσία πυρκαγιάς) το ακροφύσιο είναι πάντα υπό πίεση και αυτό που το αποτρέπει από την καταιόνηση ποσότητας νερού είναι το εύτηκτο στοιχείο. Όταν στο χώρο υπάρξει αύξηση της θερμοκρασίας εξαιτίας μιας πυρκαγιάς, το εύτηκτο στοιχείο «σπάει» (δηλαδή λιώνει), απελευθερώνοντας την πίεση στο ακροφύσιο και οδηγώντας το στην ενεργοποίησή του.

Η επιλογή των καταιονητήρων πρέπει να γίνεται λαμβάνοντας υπόψη και τη θερμοκρασία του περιβάλλοντος χώρου που θα γίνει η τοποθέτηση. Είναι δυνατόν η θερμοκρασία χώρου σε μια οροφή για παράδειγμα να είναι μεγαλύτερη από την αντίστοιχη μιας άλλης οροφής. Η σωστή επιλογή των sprinkler θα αποτρέψει μια λανθασμένη ενεργοποίηση του συστήματος στο χώρο απουσία πυρκαγιάς. Για να είναι αντιληπτό το σημείο θερμοκρασίας που λειτουργεί ο κάθε καταιονητήρας υπάρχουν διαφορετικά χρώματα του εύτηκτου στοιχείου του, για κάθε διαφορετική θερμοκρασία ενεργοποίησης των καταιονητήρων [7].

| Μέγιστη θερμοκρασία οροφής | | Θερμοκρασία ενεργοποίησης καταιονισμού | | Κατηγορία θερμοκρασίας | Χρώμα |
|----------------------------|----------------|--|----------------|------------------------|-----------|
| ⁰ F | ⁰ C | ⁰ F | ⁰ C | | |
| 100 | 38 | 135 – 170 | 57 – 77 | Κανονική | Άχρωμο |
| 150 | 66 | 175 – 225 | 79 – 107 | Μέση | Λευκό |
| 225 | 107 | 250 – 300 | 121 – 149 | Υψηλή | Κυανό |
| 300 | 149 | 325 – 375 | 163 – 191 | Πολύ υψηλή | Κόκκινο |
| 375 | 191 | 400 – 475 | 204 – 246 | Εξαιρετικά υψηλή | Πράσινο |
| 474 | 246 | 500 -575 | 260 - 302 | Μέγιστα υψηλή | Πορτοκαλί |

Πίνακας 4.2.3.1-1 Διάκριση καταιονητήρων βάσει θερμοκρασίας ενεργοποίησης.

4.2.3.2. Πυκνότητα καταιόνησης

Η πυκνότητα καταιόνησης συστήματος με καταιονητήρες μετρείται σε LPM/m² ή σε mm/min και καθορίζεται σε αντιστοιχία με την κατηγορία κινδύνου και άλλες ειδικές συνθήκες (είδος στοιβάγματος, ύψος στοιβάγματος). Η τιμή της διαφέρει για την κάθε κατηγορία κινδύνου και εξαρτάται επίσης από το πλήθος των καταιονητήρων που θεωρούνται ότι λειτουργούν ταυτόχρονα. Αναλυτικές τιμές (καθώς και οι έννοιες των κατηγοριών κινδύνου) μπορούν να βρεθούν στη σχετική βιβλιογραφία. [6]

4.2.3.3. Πλήθος καταιονητήρων που λειτουργούν ταυτόχρονα

Το πλήθος των καταιονητήρων που λειτουργούν ταυτόχρονα καθορίζεται από τους ισχύοντες κανονισμούς για την κάθε κατηγορία χώρου ή από το εμβαδό του χώρου. Αναλυτικές οδηγίες μπορούν να αναζητηθούν στη σχετική βιβλιογραφία. [6].

4.2.3.4. Διάταξη καταιονητήρων

Ένα σημαντικό θέμα όσον αφορά τους καταιονητήρες είναι η διάταξη τους. Με τον όρο διάταξη καταιονητήρων εννοείται η μέγιστη επιφάνεια που καλύπτεται από κάθε καταιονητήρα και η μέγιστη απόσταση μεταξύ των καταιονητήρων. Η μέγιστη αυτή επιφάνεια αναφέρεται στην απόσταση μεταξύ των κλάδων των ακροφυσίων, στην απόσταση μεταξύ των ακροφυσίων του ίδιου κλάδου και την επιφάνεια κάλυψης δαπέδου ανά ακροφύσιο. Η διάταξη των καταιονητήρων διαφοροποιείται για τις διάφορες κατηγορίες κινδύνου. Αναλυτικές πληροφορίες μπορούν να βρεθούν στη σχετική νομοθεσία [9].

4.2.3.5. Θέσεις καταιονητήρων

Η βασική ιδέα στην μελέτη ενός συστήματος καταιονισμού είναι η πλήρης κάλυψη με νερό των επιφανειών σε περίπτωση πυρκαγιάς. Πολύ σημαντική είναι η επιλογή των θέσεων που θα τοποθετηθούν οι καταιονητήρες. Η τοποθέτηση καταιονητήρων σε ύψη μέχρι 12 m από το δάπεδο θεωρείται ικανοποιητική. Οι καταιονητήρες μπορούν να τοποθετούνται κάτω από δοκάρια ή σε φανώματα ή σε συνδυασμό των δύο [6].

Προσοχή πρέπει να δίνεται επίσης και στις αποστάσεις μεταξύ των καταιονητήρων καθώς μικρές αποστάσεις έχουν δυσμενή επίδραση στη λειτουργία του συστήματος. Η ενεργοποίηση του πρώτου καταιονητήρα θα οδηγήσει στην ψύξη του καταιονητήρα που βρίσκεται πλησιέστερα σε αυτό (θα βρέχεται από τον πρώτο). Αυτό θα έχει ως αποτέλεσμα την καθυστέρηση ενεργοποίησης του και άρα την κατάθλιψη των απαιτούμενων ποσοτήτων νερού για την εστία της πυρκαγιάς. Επιπλέον όταν ο καταιονητήρας τοποθετηθεί κοντά σε δοκό η κάλυψη νερού θα περιοριστεί, καθώς ένα μέρος του νερού θα προσκρούει στη δοκό και θα πέφτει στο δάπεδο κάθετα. Αναλυτικές οδηγίες για τις θέσεις των καταιονητήρων μπορούν να αναζητηθούν στη σχετική βιβλιογραφία [7].

Εκεί μπορούν να αναζητηθούν και οδηγίες για την εγκατάσταση των καταιονητήρων σε θέσεις με ειδική αντιμετώπιση (κλειστοί χώροι, ψευδοροφές, ψευδοδάπεδα, χώροι κάτω από ισόγεια, κοιλώματα στις βάσεις μηχανημάτων όπου μπορούν να συγκεντρώνονται απόβλητα, χώροι κάτω από γραμμές παραγωγής, φρέατα ανελκυστήρων και αγωγοί απόρριψης, που διατρέχουν πολλούς ορόφους).

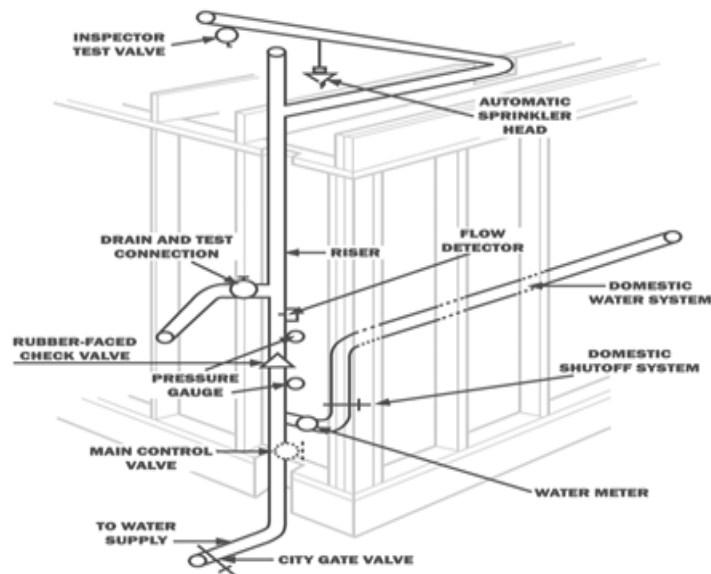
4.2.4. Σωληνώσεις συστήματος

Οι σωληνώσεις ενός συστήματος καταιονισμού (Εικόνα 4.2.4-1) πρέπει να σχεδιαστούν με ιδιαίτερη προσοχή ακολουθώντας πιστά τις σχετικές οδηγίες. Οι σωλήνες που χρησιμοποιούνται στα συστήματα καταιονισμού είναι χαλύβδινοι (τις περισσότερες φορές) ή χάλκινοι. Στη συνέχεια αναφέρονται κάποια βασικά στοιχεία ενός δικτύου σωληνώσεων [9].

- Υπέργειος κεντρικός τροφοδοτικός σωλήνας που συνδέεται κατευθείαν με την παροχή του νερού (Riser).
- Κεντρικός τροφοδότης του συστήματος (System Riser).
- Κεντρικές παροχές που τροφοδοτούν τους Risers και τους Cross Mains (Feed Mains).
- Διακλαδώσεις που τροφοδοτούν κατ' ευθείαν τις σωληνώσεις πάνω στις οποίες τοποθετούνται οι καταιονητήρες (Cross Main).
- Σωληνώσεις από τη σύνδεση με ένα cross main μέχρι τον τελευταίο καταιονητήρα, πάνω στις οποίες τοποθετούνται οι καταιονητήρες (Branch Lines).

4.2.4.1. Διάταξη σωληνώσεων

Είναι προφανές ότι σε ένα σύστημα καταιονισμού οι σωληνώσεις (Εικόνα 4.2.4-1) πρέπει να έχουν κατάλληλες διατομές ώστε το νερό από την πηγή παροχής του συστήματος, μέσω των καταιονητήρων, να καλύψει το χώρο τον οποίο προστατεύει. Το νερό ξεκινώντας από την πηγή τροφοδοσίας θα εισέλθει στον κατακόρυφο σωλήνα τροφοδότησης. Στη συνέχεια το νερό θα εισέλθει από το σωλήνα τροφοδοσίας διασταυρώσεων στη διακλάδωση και τέλος μέσω του ακροφυσίου του καταιονητήρα θα καλύψει την επιφάνεια που πρέπει να προστατεύσει το σύστημα καταιονισμού. Το σύστημα σωληνώσεων της οροφής αποτελείται από διακλαδώσεις, διασταυρώσεις και τον σωλήνα τροφοδοσίας διασταυρώσεων, ο οποίος συνδέεται με τον κεντρικό σωλήνα τροφοδοσίας.



Εικόνα 4.2.4-1 Τυπική εγκατάσταση σωλήνων ενός συστήματος καταιονισμού.

4.2.4.2. Κλίση σωληνώσεων – Βαλβίδα αποστράγγισης

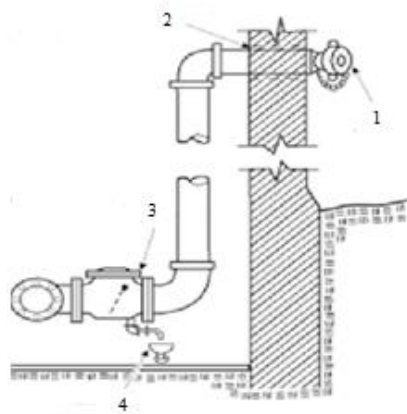
Οι σωληνώσεις και οι καταιονητήρες πρέπει να τοποθετούνται έτσι ώστε να είναι δυνατή η πλήρης εκκένωση του συστήματος δηλαδή να μην υπάρχει στο σύστημα παγιδευμένο νερό. Χαρακτηριστικά ως θεωρήσουμε ένα σύστημα καταιονισμού ξηρού τύπου. Η παρουσία νερού μπορεί να φρακάρει και να αχρηστεύσει το σύστημα λόγω σχηματισμού πάγου ή θραύσης των σωλήνων κατά την τήξη του. Οι κλάδοι πρέπει να έχουν κλίση προς τους σωλήνες διανομής και να συνδέονται στο επάνω μέρος ή στο πλάι των σωλήνων διανομής. Οι κλάδοι δεν πρέπει να συνδέονται στο κάτω μέρος των σωλήνων διανομής. Τα συστήματα καταιονισμού ύδατος αποστραγγίζονται στην κύρια αποχέτευση του κτιρίου. Η διάμετρος των σωλήνων αποστράγγισης εξαρτάται από αυτή των κυρίων κατακόρυφων αγωγών. Περισσότερες λεπτομέρειες για τις επιτρεπτές κλίσεις των σωλήνων και τις διαστάσεις των σωλήνων αποστράγγισης μπορούν να αναζητηθούν στη σχετική βιβλιογραφία [6].

4.2.5. Συνδέσεις συστημάτων καταιονισμού

4.2.5.1. Σύνδεση με οχήματα της Π.Υ.

Κάθε σύστημα καταιονισμού πρέπει να διαθέτει σύνδεση σωληνώσεων, μέσω της οποίας η Πυροσβεστική Υπηρεσία θα μπορεί να εφοδιάσει το σύστημα νερού (Fire department connection). Σε περίπτωση πυρκαγιάς σε κτίριο με σύστημα καταιονισμού, η Π.Υ. έχει τη δυνατότητα να εισέλθει στο κτίριο με εύκαμπτους σωλήνες. Η άλλη λύση είναι να ενισχύσει την πίεση και την ποσότητα νερού του συστήματος καταιονισμού. Οι συνδέσεις αυτές θα πρέπει να βρίσκονται προς την πλευρά του δρόμου του κτιρίου και να απέχουν από 0,45 ως 1,5 m από το επίπεδο του δρόμου [7]. Επειδή δεν πρέπει να υπάρχει δυνατότητα ροής νερού προς το στόμιο κατάθλιψης των αντλιών πυροπροστασίας (εάν το σύστημα διαθέτει αντλίες) ή προς το υδροδοτικό δίκτυο της πόλης χρησιμοποιείται βαλβίδα αντεπιστροφής (check valve) η οποία επιτρέπει τη ροή νερού προς μια μόνο κατεύθυνση. Η βαλβίδα αντεπιστροφής είναι το μοναδικό επιτρεπόμενο εξάρτημα ελέγχου ροής στη σύνδεση.

Στην εικόνα 4.2.5.1-1 παρουσιάζεται μια τυπική διάταξη σύνδεσης συστήματος καταιονισμού με την Π.Υ. Η διάταξη είναι ίδια με αυτή που χρησιμοποιείται για την τροφοδοσία με νερό (μέσω Π.Υ.) ενός ΜΥΠΔ (§ 4.1.4). Σε περίπτωση στην οποία το σύστημα καταιονισμού διαθέτει πολλές πηγές τροφοδότησης (π.χ. δεξαμενή βαρύτητας, δημόσιος αγωγός ύδρευσης, σύνδεση με την Π.Υ) τότε κάθε πηγή διαθέτει τη δική της βαλβίδα αντεπιστροφής. Σε περίπτωση πυρκαγιάς η αρχική ροή ύδατος θα γίνει από τη δεξαμενή βαρύτητας. Όταν η πίεση της δεξαμενής γίνει μικρότερη από αυτή του δημόσιου δικτύου, η βαλβίδα αντεπιστροφής της δεξαμενής θα κλείσει και η τροφοδότηση νερού θα συνεχίσει από το δίκτυο της πόλης. Στην περίπτωση της σύνδεσης Π.Υ οι βαλβίδες αντεπιστροφής όλων των άλλων πηγών κλείνουν και η τροφοδοσία νερού γίνεται μόνο από τις πυροσβεστικές αντλίες. [3]



Στοιχεία σύνδεσης

1. Σύνδεση με την Π.Υ
2. Σωλήνας διατομής Φ 100
3. Βαλβίδα αντεπιστροφής
4. Σωλήνας αποστράγγισης

Εικόνα 4.2.5.1-1 Τυπική σύνδεση συστήματος καταιονισμού με Π.Υ.

4.2.5.2. Συνδέσεις δοκιμής (συστήματα υγρού τύπου)

Κάθε σύστημα καταιονισμού υγρού τύπου πρέπει να διαθέτει ένα τουλάχιστον τρόπο δοκιμής του. Σκοπός της δοκιμής είναι να εξασφαλιστεί η ετοιμότητα του συστήματος και να περιορισθεί η πιθανότητα μη κανονικής λειτουργίας αντλιών, βαλβίδων, συστημάτων συναγερμού και άλλων εξαρτημάτων. Για τον έλεγχο καλής λειτουργίας του συστήματος πρέπει να τοποθετείται σύνδεση 1 in (25 mm) στο σύστημα καταιονισμού στο ψηλότερο και πιο απομακρυσμένο σημείο του συστήματος από τον riser, με επέκταση της μέχρις εκεί διακλάδωσης. Επίσης πρέπει να τοποθετηθεί βάνο ελέγχου 1 in (25 mm) σε σημείο εύκολης προσέγγισης. Σε πολώροφα κτίρια όπου προβλέπονται συσκευές ανίχνευσης ροής ύδατος σε κάθε όροφο ή όταν υπάρχουν περισσότερα του ενός συστήματα πρέπει να τοποθετούνται συνδέσεις δοκιμής ώστε να είναι δυνατή η δοκιμή των συσκευών ανίχνευσης ροής ύδατος όλων των συστημάτων. [29].

4.2.5.3. Συνδέσεις χειροκίνητων εύκαμπτων σωλήνων (Π.Φ)

Σε χώρους που απαιτείται η ύπαρξη Πυροσβεστικών Φωλιών (Π.Φ) και τοποθετείται αυτόματο σύστημα καταιονισμού είναι δυνατόν να χρησιμοποιηθούν οι σωληνώσεις του συστήματος για την τροφοδότηση και των Π.Φ. Οι διατομές των σωλήνων που συνδέουν τους εύκαμπτους σωλήνες με τις σωληνώσεις του συστήματος πρέπει να είναι σύμφωνα με τις σχετικές προδιαγραφές.

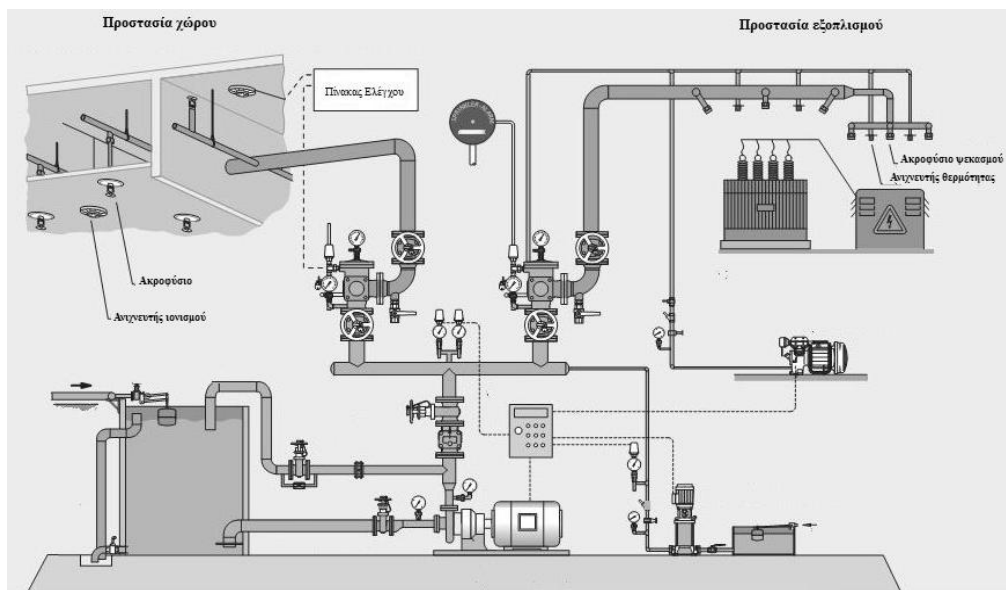
4.3. Μόνιμο Σύστημα Ψεκασμού Σταγονιδίων Νερού

4.3.1. Γενικά

Ένα μόνιμο σύστημα (fixed) ψεκασμού σταγονιδίων νερού (Water Spray System) ονομάζεται και αυτόματο σύστημα τεχνητής ομίχλης (Water Mist System). Το σύστημα τεχνητής ομίχλης κατασκευαστικά μοιάζει με το αυτόματο σύστημα καταιονισμού. Τα συστήματα ψεκασμού σταγονιδίων νερού χρησιμοποιούνται κατά κόρον σε βιομηχανικά κτίρια που επεξεργάζονται και αποθηκεύουν εύφλεκτα υγρά ή αέρια. [3].

Ένα μόνιμο σύστημα σωληνώσεων συνδέεται με μια αξιόπιστη πηγή παροχής ύδατος και αποτελείται από ακροφύσια ομίχλης (ψεκασμού), για συγκεκριμένη εκροή και κατανομή νερού στον προστατευόμενο χώρο. Στο αυτόματο σύστημα τεχνητής ομίχλης νερού το δίκτυο των σωληνώσεων είναι συνήθως άδειο από νερό όταν η εγκατάσταση δεν λειτουργεί. Το σύστημα σωληνώσεων συνδέεται με την πηγή παροχής νερού μέσω μιας βαλβίδας αυτόματης ή χειροκίνητης ενεργοποίησης. Η αυτόματη βαλβίδα ενεργοποιείται μέσω των χειρισμών ενός αυτόματου συστήματος ανίχνευσης, το οποίο είναι εγκατεστημένο στον ίδιο χώρο με τα ακροφύσια του συστήματος. Σε ειδικές περιπτώσεις ο εξοπλισμός αυτόματης ανίχνευσης μπορεί να βρίσκεται σε άλλη περιοχή. Όπως και στο αυτόματο σύστημα καταιονισμού, το άνοιγμα της βαλβίδας θέτει σε λειτουργία το σύστημα συναγερμού.

Το σύστημα ψεκασμού ύδατος μπορεί να είναι ανεξάρτητο ή να συνδυάζεται με ένα αυτόματο σύστημα καταιονισμού. Ο συνδυασμός αυτός των δύο συστημάτων παρουσιάζεται στην Εικόνα 4.3.1-1. Το κάθε ένα σύστημα έχει διαφορετικό ρόλο στην προστασία του κτιρίου που έχει εγκατασταθεί. Το σύστημα καταιονισμού νερού είναι υπεύθυνο για την προστασία ενός χώρου ο οποίος ελέγχεται και ενεργοποιείται ηλεκτρονικά μέσω ανιχνευτών ιονισμού. Αντιθέτως το σύστημα ψεκασμού είναι υπεύθυνο για την προστασία του εξοπλισμού (π.χ. ενός μετασχηματιστή). Ο χώρος που υπάρχει ο εξοπλισμός ελέγχεται μέσω ανιχνευτών θερμότητας και η ενεργοποίηση του είναι πνευματική και όχι ηλεκτρονική.

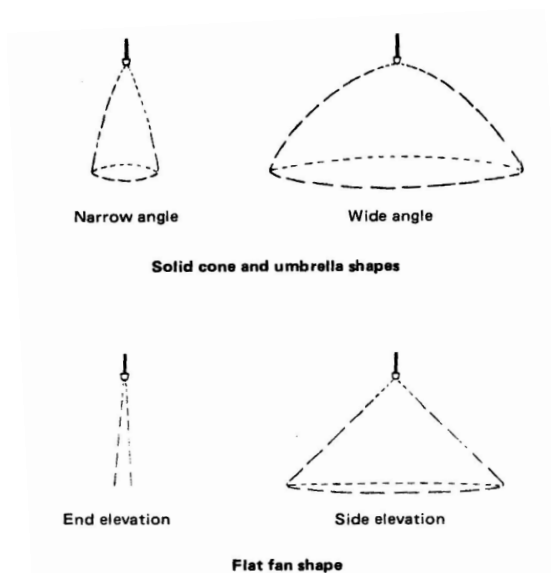


Εικόνα 4.3.1-1 Συνδυασμός συστήματος water spray και sprinkler.

4.3.2. Ακροφύσια ομίχλης

Τα ακροφύσια ομίχλης (Εικόνα 4.3.2-2) έχουν την ικανότητα να διασκορπίζουν το νερό σε πάρα πολύ μικρές σταγόνες - υπό μορφή τεχνητής ομίχλης - και να τις διαχέουν ομοιόμορφα συνήθως σε σχήμα κώνου (solid cone) ή βεντάλιας (flat fan). Ο ψεκασμός δηλαδή ο τρόπος διασκορπισμού του νερού (Εικόνα 4.3.2-1) εξαρτάται από τη εξωτερική διαμόρφωση του ακροφυσίου (nozzle design) ενώ η ροή και η εμβέλεια καθορίζονται κυρίως από την πίεση του ακροφυσίου. Στην περίπτωση του σχήματος κώνου ο ψεκασμός νερού ποικίλει περιλαμβάνοντας μια γωνία κάλυψης στο χώρο από 60^ο μέχρι και 180^ο.

Η παροχή του νερού και η εμβέλεια του ψεκασμού καθορίζεται από την πίεση του ακροφυσίου. Τα ακροφύσια που χρησιμοποιούνται περισσότερο έχουν διαμέτρους ½, ¾, 1 in και θα διασκορπίσουν από 30 ως 190 LPM νερού σε πίεση ακροφυσίου 3,45 bar. Φυσικά υπάρχουν και ακροφύσια με μεγαλύτερες διατομές τα οποία μπορούν να διασκορπίσουν από 400 ως 560 LPM νερού σε πίεση ακροφυσίου 3,45 bar. [7]



Εικόνα 4.3.2-1 Δυνατότητες ψεκασμού ύδατος [7].



Εικόνα 4.3.2-2 Τυπικά ακροφύσια ομίχλης.

4.3.3. Χρήση συστημάτων ψεκασμού σταγονιδίων νερού

Όταν χρησιμοποιείται σύστημα ψεκασμού σταγονιδίων η επιφάνεια προστασίας διαιρείται συνήθως σε ζώνες, με αποτέλεσμα να περιορίζεται η παροχή του νερού στα τμήματα που το απαιτούν. Συνολικά η ποσότητα νερού που χρησιμοποιείται για την κατάσβεση μιας πυρκαγιάς είναι κατά πολύ μικρότερη από την αντίστοιχη σε ένα συστήματα καταιονισμού. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα να μπορούν να αποφευχθούν ζημιές που προκαλεί το νερό καθώς και περιβαλλοντολογικά οφέλη.

Τα συστήματα ψεκασμού σταγονιδίων νερού, όπως χρησιμοποιούνται σε κτίρια βιομηχανίας, σχεδιάζονται ώστε να εκπληρώσουν ένα ή περισσότερους από τους παρακάτω σκοπούς [7]:

- Κατάσβεση της φωτιάς.

- Έλεγχος της φωτιάς με μια αποτελεσματική μείωση της θερμικής έκθεσης (thermal exposure) που δημιουργείται από την φωτιά.
- Εξωτερική προστασία για εξοπλισμό, κοντέινερ, δοχεία ή δεξαμενές που συνήθως περιέχουν εύφλεκτα υγρά ή αέρια.
- Πρόληψη φωτιάς που ενδέχεται να ξεκινήσει από τη διάχυση εύφλεκτων υγρών ή από διαρροές αερίων.

Η χρήση συστημάτων ψεκασμού σταγονιδίων ενδείκνυται για:

- Εύφλεκτα υγρά και αέρια υλικά.
- Χαρτί, ξύλο, υφάσματα και άλλα αναφλέξιμα στερεά υλικά.
- Ηλεκτρικούς μηχανισμούς και εξαρτήματα (μετασχηματιστές, διακόπτες λαδιού, κινητήρες, ηλεκτρικά καλώδια κλπ).
- Γενικά (ως εναλλακτική λύση των Halon) σε τηλεπικοινωνιακές εγκαταστάσεις, θαλάμους Η/Υ, κέντρα ελέγχου, χώρους φύλαξης αρχείων, χώρους πολιτιστικής κληρονομιάς, χώρους μηχανοστασίων πλοίων.

Το σύστημα ψεκασμού σταγονιδίων νερού **δεν πρέπει να χρησιμοποιηθεί** σε υλικά που αντιδρούν βίαια με το νερό (π.χ. μεταλλικό νάτριο) ή σε υγροποιημένα αδρανή αέρια. Η δημιουργία νεφελώματος κάνοντας χρήση *απιονισμένου νερού* δεν άγει τον ηλεκτρισμό, δίνοντας μας τη δυνατότητα χρήσης του συστήματος κοντά σε ηλεκτρικό εξοπλισμό. Το νεφέλωμα ύδατος που παράγεται από το σύστημα ψεκασμού όμως δεν μπορεί να διεισδύει άμεσα σε μονωμένες περιοχές (shielded areas) όπως θα μπορούσε ένα σύστημα αερίων (π.χ. σύστημα με χρήση CO₂).

4.3.4. Σύγκριση συστημάτων Water Spray και Sprinkler

Με εξαίρεση τα ακροφύσια ομίχλης όλα τα υπόλοιπα τμήματα του είναι ίδια με τα αντίστοιχα του αυτόματου συστήματος καταιονισμού (δηλαδή πηγή και αποθήκη νερού, πυροσβεστικές αντλίες, βαλβίδες ελέγχου και αντεπιστροφής, σωλήνας αποστράγγισης, σύστημα συναγερμού, διάταξη σύνδεσης με την πυροσβεστική υπηρεσία, δίκτυο σωληνώσεων).

Η **βασική διαφορά** πάντως μεταξύ των συστημάτων sprinkler και των συστημάτων ψεκασμού σταγονιδίων αποτελεί ο σχεδιασμός των συστημάτων ψεκασμού για την τοπική προστασία εξοπλισμού ή δεξαμενών αποθήκευσης (storage tanks). Τα συστήματα ψεκασμού σταγονιδίων, σε γενικές γραμμές, δεν προορίζονται για την προστασία της συνολικής περιοχής ενός κτιρίου ή μιας κτιριακής δομής, αλλά μόνο για συγκεκριμένο εξοπλισμό και συσκευές (π.χ. μετασχηματιστές). Η χρησιμοποίηση των ακροφυσίων ψεκασμού (αντί για καταιονητήρες όπως στα συστήματα sprinkler) μας δίνει τη δυνατότητα κατευθυνόμενης ροής νερού. Η ροή συνήθως είναι οριζόντια αλλά μπορεί να είναι και κάθετη [7].

Κεφάλαιο 5 – Συστήματα με Ειδικά Μέσα Κατάσβεσης

Στο προηγούμενο κεφάλαιο έγινε αναφορά στα αυτόματα συστήματα που χρησιμοποιούν ως κατασβεστικό υλικό το νερό. Σε αυτό το κεφάλαιο θα εξεταστούν οι μόνιμες εγκαταστάσεις που χρησιμοποιούν κάποιο ειδικό μέσο κατάσβεσης. Τα ειδικά μέσα αυτά μπορεί να είναι διοξείδιο του άνθρακα, αφροί, ξηρές σκόνες και αερόλυμα (aerosol). Λεπτομέρειες για το κάθε υλικό κατάσβεσης υπάρχουν στο Κεφάλαιο 1 (§ 1.5). Για την χρήση κάθε μέσου ως κατασβεστικό υλικό αναφερόμαστε και στην ανάλογη εγκατάσταση που το χρησιμοποιεί.

5.1. Μόνιμο Σύστημα με Διοξείδιο του Άνθρακα (CO₂)

5.1.1. Γενικά

Το διοξείδιο του άνθρακα (CO₂) είναι πολύτιμο κατασβεστικό μέσο σε φορητά όσο και σε μόνιμα συστήματα κατάσβεσης. Χρησιμοποιείται με επιτυχία σαν πυροσβεστικό μέσο αφού είναι αδρανές, με καλή διεισδυτικότητα και καθαρό μέσο (δεν αφήνει κατάλοιπα μετά τη χρήση του). Η ψυκτική ικανότητα του CO₂ είναι μόλις 25 % περίπου της αντίστοιχης ικανότητας του νερού. Η τρισιδιάστατη δράση του CO₂ σημαίνει ότι μπορεί να καταπολεμήσει πυρκαγιές τόσο κάθετα όσο και οριζόντια. Η γρήγορη κίνηση του δίνει τη δυνατότητα να διαπεράσει οποιοδήποτε εμπόδια διαμέσου κάποιου ανοίγματος και να φτάσει σε μη προσπελάσιμα και κρυφά σημεία. Το CO₂ δεν είναι δηλητηριώδες, αλλά μπορεί να είναι επικίνδυνο στον άνθρωπο λόγω της ιδιότητας του να αραιώνει το οξυγόνο που περιέχεται σε μια αίθουσα, προκαλώντας ασφυξία. Το CO₂ θα κατασβήσει τα περισσότερα είδη πυρκαγιών, αλλά διασκορπίζεται αρκετά γρήγορα και απαιτείται άμεση επαναπλήρωση του. [3].

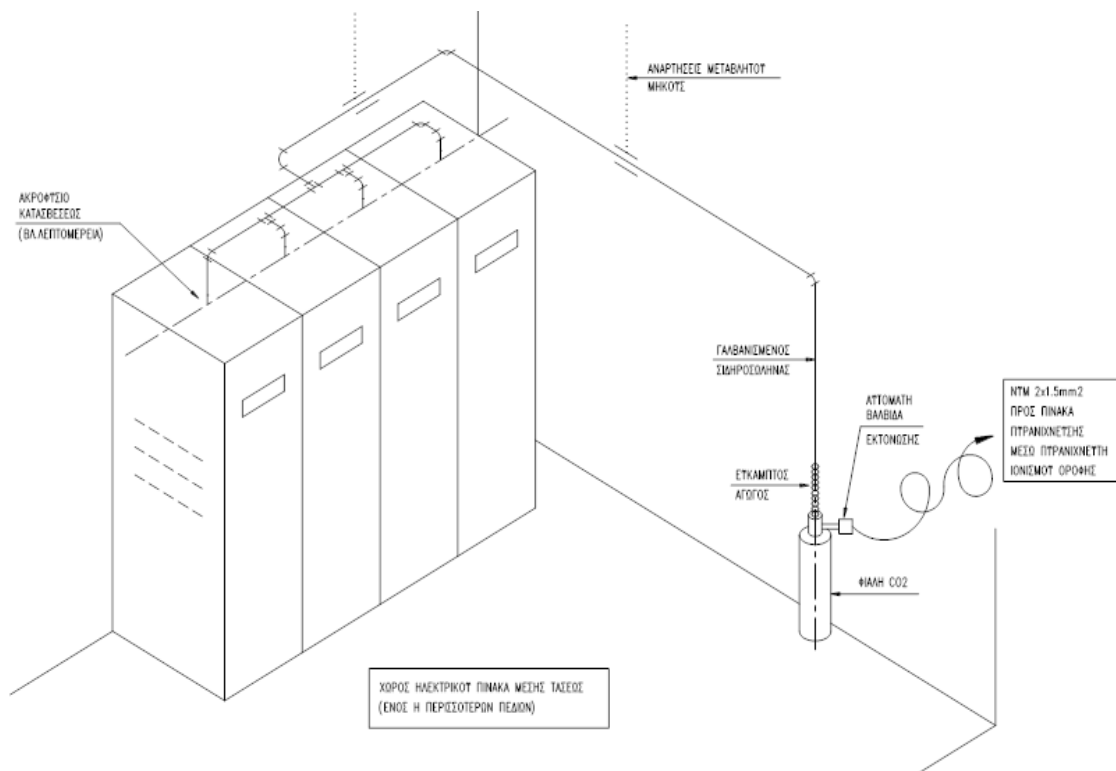
Το CO₂ προσφέρεται για χρήση σε χώρους που περιέχουν υγρά ή αέρια καύσιμα, χώρους ηλεκτρολογικού υλικού (μετασχηματιστές, διακόπτες λαδιού, αποζεύκτες, κινητήρες, γεννήτριες κ.ά.), μηχανές εσωτερικής καύσεως, συνηθισμένα καύσιμα υλικά (χαρτιά, ξύλα, πανιά κλπ) και στερεά καύσιμα. Το CO₂ μπορεί να χρησιμοποιηθεί σε ειδικά σημεία εξοπλισμών που περικλείονται από κέλυφος, σαν σύστημα τοπικής εφαρμογής αλλά και ως λύση εναλλακτική των Halons.

Η χρησιμοποίηση διοξειδίου του άνθρακα, **δεν αποτελεί σωστή επιλογή** για την κατάσβεση πυρκαγιών σε υλικά στη χημική σύσταση των οποίων περιέχεται επαρκές για την καύση τους οξυγόνο (πχ νιτροκυτταρίνη). Δεν είναι επίσης κατάλληλο για πυρκαγιές κατηγορίας D (καιγόμενα μέταλλα όπως νάτριο, κάλιο, ζirkόνιο κλπ). Όταν χρησιμοποιείται σε πυρκαγιές καιόμενων υγρών θα κατασβήσει τη φλόγα, αλλά δεν θα ψύξει τα μεταλλικά τμήματα του δοχείου του υγρού. Εάν τα μεταλλικά τμήματα βρίσκονται σε μία θερμοκρασία πάνω από τη θερμοκρασία ανάφλεξης (έναυσης) του υγρού, μπορεί να συμβεί επανάφλεξη. Σε συνληθης φωτιές εύφλεκτων υλικών, απαιτείται συνέχιση της κατάσβεσης με νερό ώστε να εξασφαλισθεί ότι δεν θα εμφανιστεί νέα ανάφλεξη. Η συγκέντρωση του CO₂ στην ατμόσφαιρα πρέπει να είναι αρκετή ώστε να ελαττώσει το ποσοστό του οξυγόνου στο σημείο που η φωτιά θα σβήσει.

5.1.2. Κατηγορίες συστημάτων

Αναλόγως τις ανάγκες πυροπροστασίας, ένα αυτόματο σύστημα κατάσβεσης με CO₂ μπορεί να είναι ολικού κατακλυσμού ή καταιονισμού. [32]

- Η μέθοδος του **ολικού κατακλυσμού** χρησιμοποιείται για την προστασία χώρων που είναι τόσο στεγανοί, ώστε μπορούν να διατηρήσουν σταθερή τη συγκέντρωση του CO₂ για ένα ορισμένο χρόνο. Τα συστήματα ολικής κατάκλισης με CO₂ δεν θα πρέπει να είναι αυτόματης λειτουργίας όταν προορίζονται για χώρους στους οποίους βρίσκονται άνθρωποι καθώς το CO₂ προκαλεί ασφυξία στις συγκεντρώσεις που είναι αναγκαίες για πυρόσβεση. Στα μόνιμα συστήματα κατακλυσμού η επάρκεια κατασβεστικού υλικού επιτρέπει την πλήρη κατάσβεση και γι αυτό ισχύει ο χαρακτηρισμός Α, Β, C, Ε.
- Η μέθοδος του **καταιονισμού** (δηλαδή της τοπικής εφαρμογής του CO₂) χρησιμοποιείται όταν πρόκειται να προστατευθούν αντικείμενα που βρίσκονται μέσα σε πολύ μεγάλους χώρους (που για να κατακλυσθούν απαιτούν τεράστιες ποσότητες CO₂). Με τη μέθοδο αυτή τα προστατευόμενα αντικείμενα (λέβητες, λουτρά βαφής, αναμικτήρια, μηχανές τυπογραφείου) περιβάλλονται από ακροφύσια και για ορισμένο χρόνο «λουίζονται» τοπικά με CO₂ (Εικόνα 5.1.2-1).



Εικόνα 5.1.2-1 Τοπική εφαρμογή CO₂ για προστασία πεδίων Μέσης Τάσης.

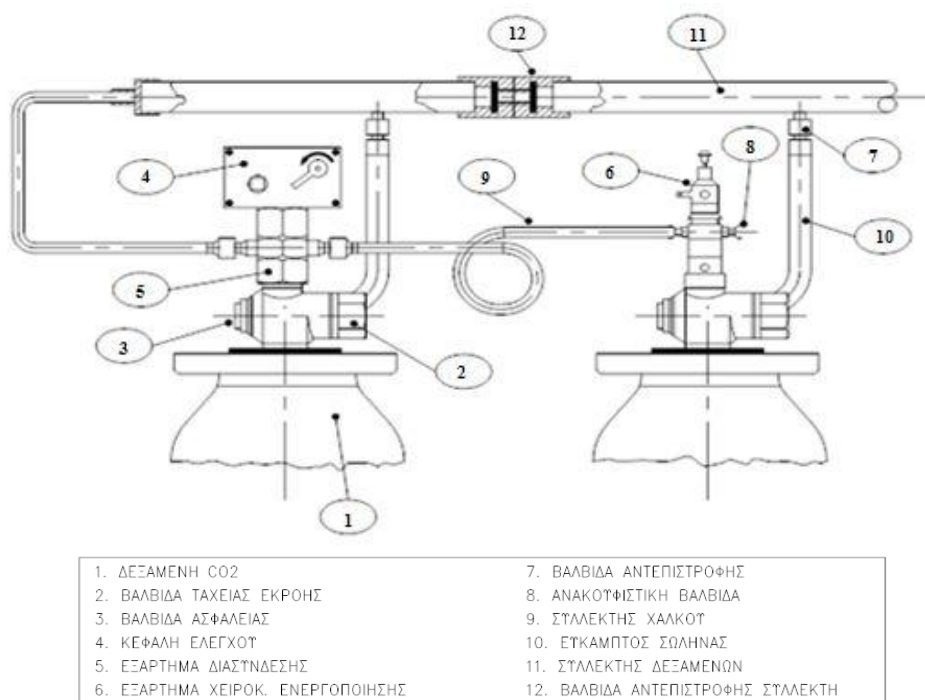
5.1.3. Εγκαταστάσεις με CO₂

Μια μόνιμη πυροσβεστική εγκατάσταση με CO₂ περιλαμβάνει σε ενδεικτικά τα ακόλουθα:

- Φιάλες (χαλύβδινες) ή δεξαμενές.
- Γενικό συλλέκτη.
- Δίκτυο σωληνώσεων.
- Ακροφύσια.
- Αυτόματη βαλβίδα.
- Όργανα ασφαλείας και συναγερμού.

Οι φιάλες που περιέχουν CO₂ (Εικόνα 5.1.3-1) τοποθετούνται η μία δίπλα στην άλλη. Οι φιάλες συνδέονται μεταξύ τους με ένα γενικό συλλέκτη μέσω χάλκινων ή ελαστικών σωλήνων. Αν στην εγκατάσταση υπάρχουν περισσότερες από μια σειρές σωλήνων, τότε οι συλλέκτες της κάθε σειράς συνδέονται με ένα γενικό συλλέκτη ενώ το δίκτυο των συλλεκτών είναι εφοδιασμένο με ασφαλιστική διάταξη για την περίπτωση που υπάρχει απώλεια CO₂ στην εγκατάσταση. Η κάθε φιάλη διαθέτει μια βαλβίδα αντεπιστροφής, η οποία επιτρέπει την αντικατάσταση μιας άδειας φιάλης χωρίς απώλεια CO₂ όταν το δίκτυο είναι υπό πίεση. [3]

Κάθε φιάλη έχει ένα κλείστρο εφοδιασμένο με ασφαλιστική διάταξη, η οποία λειτουργεί (ανοίγει) σε πίεση ίση με την ανώτερη πίεση λειτουργίας που είναι συνήθως 190 ÷ 200 bar (στην ίδια πίεση λειτουργεί και η ασφαλιστική διάταξη του δικτύου των συλλεκτών).



Εικόνα 5.1.3-1 Φιάλη αποθήκευσης CO₂ και χαρακτηριστικά στοιχεία της.

Το κλείστρο είναι αυτόματης λειτουργίας το οποίο λειτουργεί συνήθως ηλεκτρομηχανικά με την ενεργοποίηση του συστήματος πυρανίχνευσης το οποίο είναι συνδεδεμένο με το σύστημα κατάσβεσης μέσω του πίνακα πυρανίχνευσης. Στην περίπτωση αυτή μόλις ενεργοποιηθεί το υπόψη

σύστημα, αυτόματα ενεργοποιείται η μηχανική διάταξη των φιαλών συμπαρασύροντας όλα τα κλείστρα τα οποία συνδέονται μεταξύ τους, συνήθως με συρματόσχοινο, με αποτέλεσμα να αρχίζει η ροή του CO₂ στο δίκτυο των σωληνώσεων (Εικόνα 5.1.4-1). Όταν διαπιστώνεται πυρκαγιά, το αέριο απελευθερώνεται μέσα στο σύστημα σωληνώσεων και εκτοξεύεται από τα ακροφύσια προς την περιοχή που πρέπει να προστατευτεί. [8].

Η εκτόνωση προκαλεί την ισχυρή ψύξη του CO₂ σε σημείο μάλιστα που έχουμε τη μετατροπή του σε ξηρό πάγο (στερεή κατάσταση). Αυτή η αλλαγή κατάστασης δεν δημιουργεί πρόβλημα εφόσον συντελεστεί μετά από το δίκτυο σωληνώσεων γιατί όλη η ποσότητα του CO₂ που έχει στερεοποιηθεί μετατρέπεται σε αέριο. Δεν πρέπει όμως ποτέ να γίνεται μέσα στο δίκτυο σωληνώσεων γιατί τότε θα δημιουργηθούν παγοφραγμοί οι οποίοι θα εμποδίσουν την έξοδο της υπόλοιπης ποσότητας CO₂. Αυτό μειώνει την κατασβεστική ικανότητα του συστήματος. Επιπλέον ενδέχεται να υπάρξει και θραύση (σπάσιμο) των σωληνώσεων λόγω της υπερβολικά αυξημένης πίεσης που θα δημιουργηθεί.

5.1.4. Αποθήκευση του CO₂

Το διοξείδιο του άνθρακα, ανάλογα με τις ανάγκες της πυρόσβεσης, αποθηκεύεται σε χαλύβδινες φιάλες ή ψυχόμενες δεξαμενές. [3]

• Χαλύβδινες φιάλες (Συστήματα Υψηλής Πίεσης)

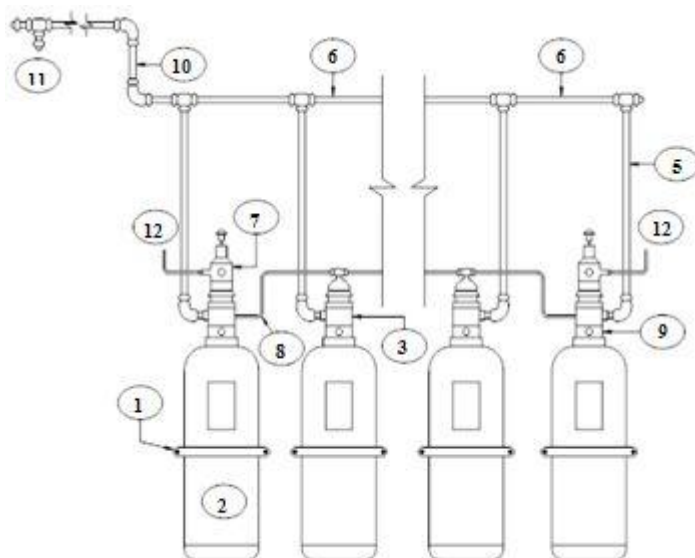
Το CO₂ αποθηκεύεται σε χαλύβδινες φιάλες οι οποίες το διατηρούν σε υγρή κατάσταση υπό πίεση 51,7 bar (750 psi) για θερμοκρασία περιβάλλοντος 21 °C. Οι χαλύβδινες φιάλες κατασκευάζονται σε τυποποιημένα μεγέθη. Τα συστήματα πυρόσβεσης που χρησιμοποιούν αυτό τον τρόπο αποθήκευσης του CO₂ ονομάζονται συστήματα υψηλής πίεσης. Οι φιάλες αυτές πρέπει να έχουν δοκιμαστεί σε πίεση 250 bar και κατασκευάζονται από ειδικούς χάλυβες, πάντα χωρίς ραφή (Εικόνα 5.1.4-1).

Ένας βασικός παράγοντας που επηρεάζει την πίεση είναι ο **βαθμός πλήρωσης** της φιάλης (δηλ ο λόγος του βάρους του περιεχομένου CO₂ στη φιάλη, προς την χωρητικότητα της σε lit). Για βόρειες και εύκρατες περιοχές ο βαθμός πλήρωσης καθορίζεται στο 0,75 ενώ στα τροπικά κλίματα γίνεται 0,67. Οι χαλύβδινες φιάλες κατασκευάζονται σε τυποποιημένα μεγέθη. Συνήθως μέγιστο μέγεθος για τις φιάλες της αγοράς θεωρούνται τα 45 ή 50 kg. Τα κλείστρα των φιαλών είναι εφοδιασμένα με ασφαλιστική διάταξη (δίσκος θραύσεως), για την περίπτωση ανάπτυξης πίεσης ανώτερης από την πίεση κανονικής λειτουργίας (200 bar ± 10 %). Στην εικόνα 5.1.4-1 παρουσιάζεται διαγραμματικά μια συστοιχία τεσσάρων χαλύβδινων φιαλών.

• Ψυχόμενες δεξαμενές (Συστήματα Χαμηλής Πίεσης)

Για τα συστήματα πυρόσβεσης CO₂ όπου απαιτούνται μεγάλες ποσότητες, το βάρος των χαλύβδινων φιαλών αποτελεί πρόβλημα. Έτσι υιοθετήθηκε η μέθοδος αποθήκευσης σε ψυχόμενες δεξαμενές σε συνθήκες χαμηλής θερμοκρασίας και σχετικά χαμηλής πίεσης. Το CO₂ αποθηκεύεται σε χαμηλή θερμοκρασία (-18 °C) και πίεση (20,7 bar), με την βοήθεια μιας ψυκτικής μηχανής που διατηρεί την θερμοκρασία της δεξαμενής στα επιθυμητά επίπεδα. Το κενό που πρέπει να μείνει για την αέρια φάση είναι ελάχιστο και καθορίζεται με κριτήριο, να μένει έξω από το υγρό η ψυκτική σερπαντίνα.

Ο βαθμός πλήρωσης των δεξαμενών κυμαίνεται συνήθως από $0,90 \div 0,95$. Η χωρητικότητα των ψυχόμενων δεξαμενών ποικίλει, ανάλογα με τις ανάγκες που πρέπει να καλυφθούν από την δεξαμενή. Στην περίπτωση που ο χώρος επανυγροποίησης των ατμών είναι έξω από την κύρια δεξαμενή, τότε ο βαθμός πλήρωσης μπορεί να γίνει 1 (πλήρης πλήρωση). Οι δεξαμενές υγροποιημένου CO₂ είναι εφοδιασμένες με ασφαλιστικές διατάξεις, για την περίπτωση υπερπίεσης.



1. Στήριγμα Φιάλης
2. Φιάλη CO₂
3. Βαλβίδα Φιάλης
4. Εύκαμπτος Σωλήνας
5. Βαλβίδα Αντεπιστροφής
6. Συλλέκτης
7. Μηχανισμός Ηλεκτρικής & Μηχανικής Ενεργοποίησης
8. Σωλήνωση Διαδοχικής Πνευματικής Ενεργοποίησης των Φιαλών της Συστοιχίας
9. Μανόμετρο
10. Σωλήνωση Προσαγωγής
11. Ακροφύσιο
12. Ηλεκτρικό Καλώδιο

Εικόνα 5.1.4-1 Λεπτομέρεια σύνδεσης συστοιχίας τεσσάρων χαλύβδινων φιαλών.

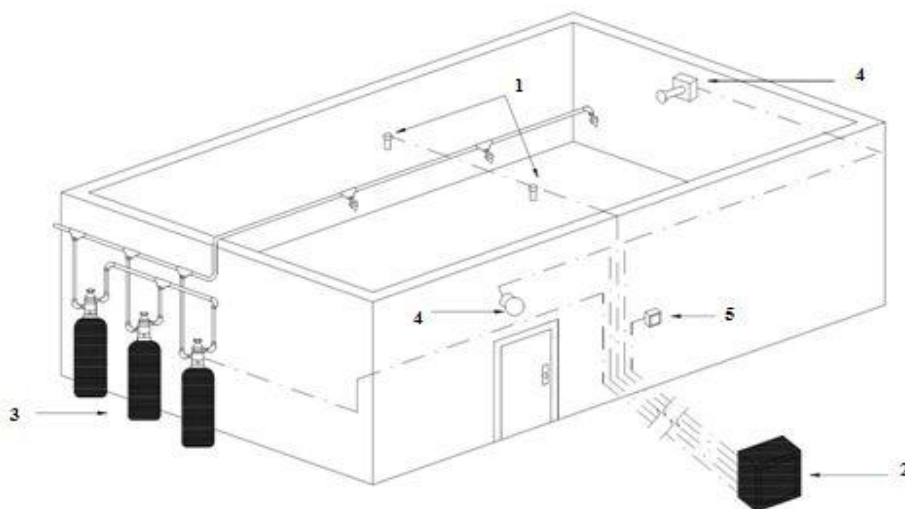
5.1.5. Εγκατάσταση με πυρανίχνευση

Σε μια πυροσβεστική εγκατάσταση με CO₂ τοποθετείται σύστημα συναγερμού και ασφάλειας με ηχητικά ή οπτικά σήματα (σειρήνες, φάροι συναγερμού) στους προστατευόμενους χώρους, το οποίο προειδοποιεί ότι πρόκειται να αρχίσει η εκτόξευση του CO₂. Ανάλογα με τον τρόπο λειτουργίας του ένα σύστημα κατάσβεσης με CO₂ μπορεί να είναι χειροκίνητο, ημιαυτόματο ή αυτόματο. Στο χειροκίνητο σύστημα οι χαλύβδινες φιάλες ανοίγουν χειροκίνητα, ενώ στο ημιαυτόματο η ενεργοποίηση γίνεται με ένα απλό χειρισμό.

Στο αυτόματο σύστημα υπάρχει ένα σύστημα ανιχνευτών που μόλις ενεργοποιηθούν, προκαλούν αυτόματα την ενεργοποίηση του συστήματος κατάσβεσης. Σε όλους τους χώρους αυτόματης κατάσβεσης το σύστημα πυρανίχνευσης προβλέπει συνήθως δύο ζώνες ανίχνευσης (δύο τουλάχιστον αισθητήρια ανίχνευσης καπνού), την ζώνη Α και ζώνη Β ώστε η ύπαρξη καπνού σε έναν συγκεκριμένο χώρο να βεβαιώνεται από δύο ταυτόχρονα αισθητήρια. Κατά αυτόν τον τρόπο, η ενεργοποίηση της πυρόσβεσης, η οποία έπεται της επιβεβαίωσης της ύπαρξης καπνού στον χώρο, δεν θα προκαλείται από τυχαίο γεγονός ή αστοχία του συστήματος πυρανίχνευσης.

Τα αισθητήρια πυρανίχνευσης είναι συνήθως κλασσικοί ανιχνευτές καπνού φωτοηλεκτρικοί ή ιονισμού. Η ζώνη Α θα αποτελείται από ανιχνευτές φωτοηλεκτρικούς, η δε ζώνη Β από ιονισμού. Οι ανιχνευτές ιονισμού έχουν μεγαλύτερη ανταπόκριση σε «καθαρό» καπνό (με λεπτά σωματίδια) ενώ ο φωτοηλεκτρικός έχει γρηγορότερη ανταπόκριση σε καπνό με εμφανή σωματίδια (αιθάλη). Κατά αυτόν τον τρόπο καλύπτεται οποιοσδήποτε τύπος φωτιάς. Στην εικόνα 5.1.5-1 παρουσιάζεται

το διάγραμμα ενός συστήματος κατάσβεσης με CO₂ σε συνδυασμό με σύστημα πυρανίχνευσης. Στο διάγραμμα μπορούν να εντοπισθούν οι ανιχνευτές (1), ο πίνακας αυτοματισμών (2), οι φιάλες CO₂ (3), ο συναγερμός – ένδειξη λειτουργίας CO₂ (4) και το μπουτόν χειροκίνητης ενεργοποίησης (5).



Εικόνα 5.1.5-1 Τυπική εγκατάσταση συστήματος CO₂ σε συνδυασμό με πυρανίχνευση.

Σε χώρους που υπάρχει εργαζόμενο προσωπικό, η εκτόξευση του CO₂ μετά την ενεργοποίηση του συναγερμού θα πρέπει να επιβραδυνθεί ώστε να απομακρυνθούν από το χώρο οι εργαζόμενοι.

5.2. Μόνιμο Σύστημα Ξηρής Σκόνης (Dry Powder)

5.2.1. Γενικά

Οι κατασβεστικές σκόνες, έχουν αρκετή εφαρμογή σε κινητά συστήματα αλλά δεν συνηθίζονται σε μόνιμα συστήματα. Υπάρχει βέβαια η δυνατότητα να επιλεγεί και μόνιμο σύστημα σκόνης από τη στιγμή που η κατασκευή του είναι σχετικά απλή. Οι ξηρές σκόνες παρέχουν πολύ γρήγορη κατάσβεση, αλλά έχουν μικρή ψυκτική ικανότητα και είναι αναποτελεσματικές μόλις κατακαθίσουν (δημιουργώντας έτσι προβλήματα καθαρισμού). Βασικό μειονέκτημα της κατάσβεσης με ξηρά σκόνη, είναι ότι τα χρησιμοποιημένα στερεά υλικά, ακόμη και μετά τη δράση τους, παραμένουν αναλλοίωτα και αποτελούν επικίνδυνους ρυπαντές (σε αντίθεση με το CO₂ ή τους αφρούς). Επιπλέον παρουσία υγρασίας μπορούν να προκαλέσουν διαβρώσεις, σε ορισμένα τουλάχιστον υλικά.

Οι ξηρές σκόνες χωρίζονται σε τρεις κατηγορίες ανάλογα το καιγόμενο υλικό (καύσιμο) που θέλουμε να σβήσουμε:

- Πυροσβεστική σκόνη BC (υγρά καύσιμα, αέρια).
- Πυροσβεστική σκόνη ABC (στερεά, υγρά καύσιμα, αέρια).
- Πυροσβεστική σκόνη D (πυρκαγιές μετάλλων).

Οι σκόνες χαρακτηρίζονται από το κύριο κατασβεστικό υλικό που περιέχουν (πχ ABC 40 σημαίνει σκόνη κατάλληλη για πυρκαγιές τύπου Α, Β και C και το κατασβεστικό υλικό είναι το φωσφορικό μονοαμμώνιο σε ποσοστό 40%).

5.2.2. Στοιχεία συστήματος

Βασικά στοιχεία του συστήματος είναι ένα δοχείο που περιέχει την ξηρά σκόνη και ένας υποδοχέας που περιέχει το πεπιεσμένο αέριο (συνήθως άζωτο) που θα εκτοξεύσει τη σκόνη. Το κατασβεστικό υλικό προωθείται, από τα δοχεία της σκόνης, στα ακροφύσια και κατακλύζει την περιοχή που εμφανίστηκε η πυρκαγιά. Η πίεση λειτουργίας μέσα στο δοχείο της σκόνης, την ώρα που διοχετεύεται εκεί το αέριο, είναι της τάξεως των 15 bar. Η εγκατάσταση περιλαμβάνει συστήματα διανοίξεως της φιάλης και συστήματα διανομής της σκόνης με βάνες. Οι βάνες μπορεί να είναι αυτόματες ή όχι, καθιστώντας συνολικά το σύστημα αυτόματο ή μη. Τα συστήματα με ξηρές σκόνες για καλύτερα αποτελέσματα συνδυάζονται με εγκαταστάσεις πυρανίχνευσης (Κεφάλαιο 2). [3].

Τα συστήματα ξηρής σκόνης είναι αποτελεσματικά έναντι πυρκαγιών υγρών καυσίμων, συμπεριλαμβανομένων και αυτών όπου η καύση γίνεται υπό ψεκασμό σταγονιδίων (spray fires), χώρους μηχανών οχημάτων και χώρους μηχανοστασίων πλοίων. Ορισμένες σκόνες είναι κατάλληλες για χρήση σε συνδυασμό με αφρό και χρησιμοποιούνται σε κατασβέσεις απουσία ηλεκτρικού ρεύματος. Οι ξηρές σκόνες μπορούν να χρησιμοποιηθούν επίσης σε χώρους ως ουσίες εναλλακτικές των Halon. Σημαντικό πλεονέκτημα των διαφόρων ποικιλιών της ξηράς σκόνης, είναι ότι χρησιμοποιούνται σαν καθαρές στερεές ουσίες, που δεν είναι αγωγίμες και επομένως προσφέρονται για κατασβέσεις σε περιβάλλον υψηλών ηλεκτρικών τάσεων (μέχρι και 150 MV). Αν δεν υπήρχαν τα κατάλοιπα της σκόνης, που μερικές φορές προκαλούν ζημιές ισοδύναμες με τη φωτιά, οι ξηρές σκόνες θα αποτελούσαν το κύριο μέσο αντιμετώπισης των πυρκαγιών.

Διακρίνονται τρεις βασικοί τύποι ξηράς σκόνης κατάσβεσης:

- Ξηρά σκόνη κατάλληλη για την κατάσβεση πυρκαγιών Β, C, E διηλεκτρικής αντοχής τουλάχιστον 80.000 V, που χαρακτηρίζεται με το γράμμα **P**.
- Ξηρά σκόνη κατάλληλη για πυρκαγιές Α, Β, C, E διηλεκτρικής αντοχής τουλάχιστον 100 V, που χαρακτηρίζεται με το σύμβολο **Pa**.
- Ξηρά σκόνη κατάλληλη για την κατάσβεση πυρκαγιών κατηγορίας D, που χαρακτηρίζεται με το σύμβολο **Pd**.

Όλες οι σκόνες είναι κατάλληλες για χρήση σε φωτιές παρουσία ηλεκτρικού ρεύματος (συμβολίζεται με το γράμμα E) και για αυτό σήμερα δεν χρειάζεται να αναφέρεται το E όταν μιλάμε για πυροσβεστήρα ξηράς σκόνης. Η ελάχιστη απόσταση ασφαλείας κατά την εκτόξευση σκόνης σε ηλεκτροφορτισμένες περιοχές ή αγωγούς παρουσιάζεται στον Πίνακα 5.2.2-1.

| Ονομαστική Τάση (kV) | Ελάχιστη Απόσταση (mm) |
|----------------------|------------------------|
| 15 | 150 |
| 23 | 200 |
| 34,5 | 300 |
| 46 | 375 |
| 115 | 925 |
| 161 | 1300 |

Πίνακας 5.2.2-1 Ελάχιστες αποστάσεις για χρήση σε περιοχές με ηλεκτρικό ρεύμα [33].

Η χρήση μόνιμων συστημάτων σκόνης **δεν ενδείκνυται** στις εξής περιπτώσεις:

- για χρήση σε χώρους όπου λειτουργούν μηχανήματα ή συσκευές με λεπτά όργανα (μηχανικά ή ηλεκτρονικά) που μπορούν να υποστούν βλάβες από τη σκόνη
- για κατάσβεση πυρκαγιάς σε ουσίες που εμπεριέχουν το οξυγόνο που τους χρειάζεται για να καούν, όπως είναι η νιτροκυτταρίνη, πυρίτιδες κ.λπ.
- για κατάσβεση φωτιάς σε καύσιμα μέταλλα
- για αντιμετώπιση φωτιάς που αναπτύσσεται σε βάθος ή σε στοιβαγμένα υλικά.

5.3. Μόνιμο Σύστημα με χρήση Αερολύματος

5.3.1. Γενικά

Τα συστήματα κατάσβεσης φωτιάς με αερόλυμα (aerosol) αποτελούν τη νεότερη εξέλιξη στα συστήματα ολικού κατακλυσμού. Η κατασβεστική δράση του αεροζόλ στηρίζεται στη διακοπή της αλυσιδωτής αντίδρασης που λαμβάνει χώρα κατά τη διάρκεια της πυρκαγιάς. Λεπτομέρειες για το αερόλυμα ως κατασβεστικό υλικό έχουν αναφερθεί στο Κεφάλαιο 1 (§ 1.5.3.). Η συγκέντρωση του αερολύματος στον προστατευόμενο χώρο μετά την κατάσβεση προστατεύει επιπλέον το χώρο από πιθανή επανάφλεξη της φωτιάς χωρίς να προκαλείται καμιά ζημιά στον προστατευόμενο εξοπλισμό. Ένα βασικό γνώρισμα των συστημάτων αερολύματος είναι η μειωμένη πολυπλοκότητα των εγκαταστάσεων τους (π.χ. απουσία φιαλών υπό πίεση) σε σύγκριση με άλλα συστήματα κατάσβεσης.

Οι μικρόκοκκοι του αεροζόλ, λόγω της μικρής τους διαμέτρου, μπορούν και διεισδύουν εύκολα στον προστατευόμενο εξοπλισμό με αποτέλεσμα την αυξημένη κατασβεστική ικανότητα του υλικού. Τα αεροζόλ κατάσβεσης έχουν μια χαρακτηριστικά υψηλότερη αποτελεσματικότητα σε σύγκριση με τα κοινά κατασβεστικά μέσα (συγκέντρωση αεροζόλ 50 - 100 gr/m³). Οι απαιτούμενες ποσότητες αερολύματος για την κατάσβεση, ανά μονάδα όγκου του προστατευόμενου χώρου, το καθιστούν ιδιαίτερα αποδοτικό σε σχέση με τα υπάρχοντα κατασβεστικά υλικά. Λόγω της χημικής σύστασης του υλικού, η απαραίτητη ποσότητα αερολύματος για την κατάσβεση πυρκαγιάς, αντιπροσωπεύει μόνο το 0,2 ως 0,4% του όγκου του προστατευόμενου χώρου τη στιγμή που η αντίστοιχη τιμή για το CO₂ είναι 40–45% και για το FM-200 περίπου 5,8 %.

Επιγραμματικά τα πλεονεκτήματα της χρήσης αερολύματος είναι:

- Αυξημένη κατασβεστική ικανότητα.
- Αυξημένη προστασία του χώρου από επανάφλεξη.
- Μηδενική μείωση του οξυγόνου στον προστατευόμενο χώρο.
- Απουσία φιαλών υπό πίεση.
- Απουσία θερμικού σοκ στον προστατευόμενο εξοπλισμό.
- Φιλικότητα προς το περιβάλλον.
- Μηδενική τοξικότητα.
- Δεν διαβρώνει τα προστατευόμενα αντικείμενα.
- Έχει μεγάλη διεισδυτικότητα στον προστατευόμενο χώρο.

5.3.2. Εγκατάσταση συστήματος

Το αερόλυμα είναι ένα ειδικό ομογενές μίγμα που περιέχεται σε στερεά μορφή (υπό ατμοσφαιρική πίεση) σε έναν κατάλληλα διαμορφωμένο κύλινδρο, που ονομάζεται γεννήτρια αερολύματος (aerosol generator). Η γεννήτρια αερολύματος είναι κατασκευασμένη από ανοξείδωτο ατσάλι, με κατάλληλη αντιοξειδωτική επίστρωση. Το αρχικό μίγμα τοποθετείται στην γεννήτρια κατά την κατασκευή. Ένας ενεργοποιητής που βρίσκεται σε επαφή με το στερεό κατασβεστικό υλικό, σε περίπτωση φωτιάς ενεργοποιείται με θερμικό, μηχανικό ή ηλεκτρικό τρόπο, προκαλώντας την έναρξη της καύσης του στερεού υλικού στο εσωτερικό της γεννήτριας. Με αυτό τον τρόπο παράγεται το αεροζόλ δηλαδή μια διασπορά από στερεά σωματίδια (από 2 ως 5 μm) και το οποίο ουσιαστικά αποτελείται από οξείδια και άλατα αλκαλικών μεταλλών, αλκαλικές γαίες, καθώς και άλλα αέρια προϊόντα μη τοξικά που διαχέονται ομοιόμορφα σε όλο τον προστατευόμενο χώρο προκαλώντας την στιγμιαία κατάσβεση της φωτιάς.

Η εγκατάσταση των γεννητριών αερολύματος δεν απαιτεί δίκτυο με υδραυλικές σωληνώσεις αλλά γίνεται με απλές ηλεκτρολογικές συνδέσεις μεταξύ των γεννητριών και του πίνακα κατάσβεσης. Η τοποθέτηση των γεννητριών γίνεται εύκολα μέσα στον προστατευόμενο χώρο, σε θέσεις κοντά στην οροφή ή πάνω σε τοίχους καθώς και μέσα σε ψευδοπάτωμα ή ψευδοροφή, ανάλογα με τις ανάγκες πυροπροστασίας και αισθητικής του χώρου. Η γεννήτρια αερολύματος δεν εγκυμονεί κινδύνους δεδομένου ότι αποτελείται από ένα κατάλληλα διαμορφωμένο κύλινδρο στον οποίο αποθηκεύεται το αερόλυμα σε στερεά μορφή. Αντίθετα στα συστήματα πυρόσβεσης υψηλής πίεσης, χρησιμοποιούνται χαλύβδινες φιάλες αποθήκευσης κατασβεστικού υλικού π.χ. CO_2 οι οποίες το διατηρούν υπό πίεση της τάξεως των 52 bar για θερμοκρασία περιβάλλοντος.

Τα συστήματα αερολύματος αποτελούνται από αυτόνομες μονάδες ή γεννήτριες αερολύματος, διασυνδεδεμένες προαιρετικά ανάλογα με τις ανάγκες πυροπροστασίας και τη γεωμετρία του χώρου. Η εγκατάσταση της γεννήτριας aerosol, λόγω του ειδικού τρόπου λειτουργίας της δεν χρειάζεται υδραυλικές σωληνώσεις, ηλεκτροβαλβίδες, φιάλες υπό πίεση, ειδικούς χώρους αποθήκευσης των φιαλών κλπ. Επιπλέον δεν απαιτούνται πολύπλοκα συστήματα ενεργοποίησης. [34].

Συστήματα αερολύματος μπορούν να χρησιμοποιηθούν σε ένα ευρύ φάσμα προστατευόμενων χώρων. Γενικά το σύστημα αερολύματος μπορεί να τοποθετηθεί σε χώρους όπου η χρήση νερού για πυρόσβεση είναι απαγορευτική, ή για αντικατάσταση συστημάτων αερίου υπό πίεση. Παραδείγματα τέτοιων χώρων είναι αίθουσες με ηλεκτρονικό εξοπλισμό (computer room), υποσταθμοί, αίθουσες αρχείων, ηλεκτρικούς πίνακες, ηλεκτρογεννήτριες, UPS, αποθήκες, αποθήκες καυσίμων, λέβητες, βιομηχανικοί χώροι κλπ.

5.3.3. Λειτουργία συστήματος

Σε περίπτωση πυρκαγιάς η ενεργοποίηση, γίνεται με αυτόματο τρόπο μέσω εντολής που δίνεται από πίνακα πυρανίχνευσης διευθυνσιοδοτούμενου ή συμβατικού τύπου. Οι γεννήτριες συνήθως είναι συμβατές με πίνακες κατάσβεσης που παρέχουν στην έξοδο, για κάθε ζώνη ελάχιστη ένταση ρεύματος της τάξεως 0,8 μέχρι 1 A.

Το σύστημα μπορεί να ενεργοποιηθεί αυτόματα μέσω ηλεκτρικής ενεργοποίησης με τους ακόλουθους τρόπους:

- Μέσω πίνακα κατάσβεσης σε συνεργασία με εγκατάσταση πυρανίχνευσης, μέσω ειδικής ηλεκτρονικής πλακέτας (με μικρές ανάγκες ηλεκτρικής τροφοδοσίας) που είναι σε θέση να ενεργοποιήσει περισσότερες από μία γεννήτριες.
- Με τη βοήθεια ειδικών ανιχνευτών θερμότητας σε αυτόνομο σύστημα, οι οποίοι κατά τη διέγερσή τους (στην επιθυμητή θερμοκρασία), παράγουν οι ίδιοι την απαιτούμενη ηλεκτρική ενέργεια για την ενεργοποίηση των γεννητριών.

Η διασύνδεση του πίνακα κατάσβεσης με τις γεννήτριες γίνεται απαραίτητως μέσω ειδικής ηλεκτρονικής πλακέτας. Κατά την ενεργοποίηση η πλακέτα ρυθμίζει την ένταση του ρεύματος και εξασφαλίζει την ομαλή διέγερση του ενεργοποιητή της γεννήτριας, ώστε να αποφεύγεται ο κίνδυνος πιθανού βραχυκυκλώματος της εσωτερικής του αντίστασης. Η ίδια πλακέτα συνήθως μπορεί να ενεργοποιήσει μέχρι δυο γεννήτριες (με την προϋπόθεση ότι αυτές βρίσκονται στην ίδια ζώνη κατάσβεσης). Οι γεννήτριες μετά την ενεργοποίηση τους διαχέουν το αεροζόλ ομοιόμορφα στον υπό προστασία χώρο, επιτυγχάνοντας την άμεση κατάσβεση της φωτιάς. Ο αριθμός και ο τύπος των γεννητριών αερολύματος, εξαρτάται από τον όγκο και τη γεωμετρία του προστατευόμενου χώρου, το είδος του προστατευόμενου εξοπλισμού, την παρουσία ανθρώπων, τις απώλειες από ανοίγματα, την επικινδυνότητα υλικών κλπ. Με την παροχή ηλεκτρικού ρεύματος ο μηχανισμός αναφλέγεται προκαλώντας χημική αντίδραση στο περιεχόμενο υλικό της γεννήτριας, η καύση του οποίου δημιουργεί το aerosol.

5.3.4. Πλεονεκτήματα εγκαταστάσεων αερολύματος

Μια εγκατάσταση αερολύματος έχει κάποια βασικά χαρακτηριστικά τα οποία την κάνουν ιδιαίτερα ελκυστική. Το σύστημα κατάσβεσης παρέχει τη δυνατότητα εύκολης τροποποίησης της εγκατάστασης, λόγω αλλαγής της χρήσης ή της γεωμετρίας του προστατευόμενου χώρου, γεγονός που σε άλλα συστήματα που προϋποθέτουν υδραυλικές εγκαταστάσεις είναι οικονομικά ασύμφορο και πρακτικά αδύνατο. Η μειωμένη πολυπλοκότητα του συστήματος έχει ως αποτέλεσμα ότι μετά το τέλος της εγκατάστασης δεν απαιτούνται ιδιαίτερες εργασίες αποκατάστασης του χώρου. Αποφεύγονται ενδεχόμενες ζημιές στον υπάρχοντα εξοπλισμό και δεν εμποδίζονται διάφορες παραγωγικές δραστηριότητες που τυχόν εκτελούνται ταυτόχρονα. Η κατάσβεση φωτιάς με σύστημα αερολύματος πλεονεκτεί και για την απουσία μεγάλων θερμικών διακυμάνσεων κατά την κατάσβεση στον προστατευόμενο χώρο. Έτσι κατά τη διάρκεια τη κατάσβεσης επιτυγχάνεται η προστασία του χώρου από θερμικό σοκ (λόγω πολύ χαμηλής θερμοκρασίας του κατασβεστικού υλικού), που μπορεί να οδηγήσει σε καταστροφή του προστατευόμενου εξοπλισμού.

Η απλότητα του συστήματος κατάσβεσης απαιτεί λιγότερα υλικά το οποίο σημαίνει μικρότερο κόστος αλλά και χρόνο εγκατάστασης. Λόγω της υψηλής κατασβεστικής ικανότητας του υλικού, απαιτούνται μικρές ποσότητες και άρα μικρότερο κόστος για την προμήθεια του αερολύματος. Ο τρόπος εγκατάστασης που δεν προϋποθέτει υδραυλικές εγκαταστάσεις, τοποθέτηση και συνδεσμολογία φιαλών, μειώνει το χρόνο εγκατάστασης του συστήματος και κατά συνέπεια το χρόνο παράδοσης του έργου. Μετά την εγκατάσταση ενός συστήματος κατάσβεσης με αερόλυμα, το κόστος συντήρησης καθώς και τα τρέχοντα έξοδα του συστήματος κατά τη διάρκεια λειτουργίας του, είναι μηδαμινά συγκριτικά με άλλα συστήματα που απαιτούν

περιοδική αναγόμωση φιαλών, τεστ πίεσης, συναρμολόγηση, αποσυναρμολόγηση, έλεγχος βαλβίδων και ηλεκτροβαλβίδων.

5.4. Μόνιμο Σύστημα Κατάσβεσης Αφρού (Foam System)

5.4.1. Γενικά

Ένα μόνιμο σύστημα κατάσβεσης με αφρό αποτελείται από ένα σύστημα σωληνώσεων για την παροχή νερού (σε επαρκή πίεση), μια δεξαμενή συγκέντρωσης αφρού, ένα κατάλληλο σύστημα σωληνώσεων για την επαρκή διανομή αφρού στις θέσεις που απαιτείται, σύστημα για τη δημιουργία του διαλύματος του αφρού, κατάλληλο σύστημα ανίχνευσης (ενεργοποίησης) του συστήματος πυρόσβεσης. Πρόσφατα η ανάπτυξη συστημάτων που μεταφέρουν και εφαρμόζουν αφρό μέσω των παραδοσιακών συστημάτων καταιονισμού ύδατος έδωσε μεγάλη αύξηση στην αποτελεσματικότητα της. [3]

Οι αφροί ανάλογα με τη **σύνθεση** τους χωρίζονται σε αφρούς πρωτεϊνικής βάσης και συνθετικούς. Οι αφροί πρωτεϊνικής βάσης έχουν περιορισμένο χρόνο ζωής (συνήθως 5 χρόνια) ενώ οι συνθετικοί, υπό συνθήκες σωστής αποθήκευσης, μπορεί να υπερβούν και τα 20 χρόνια.

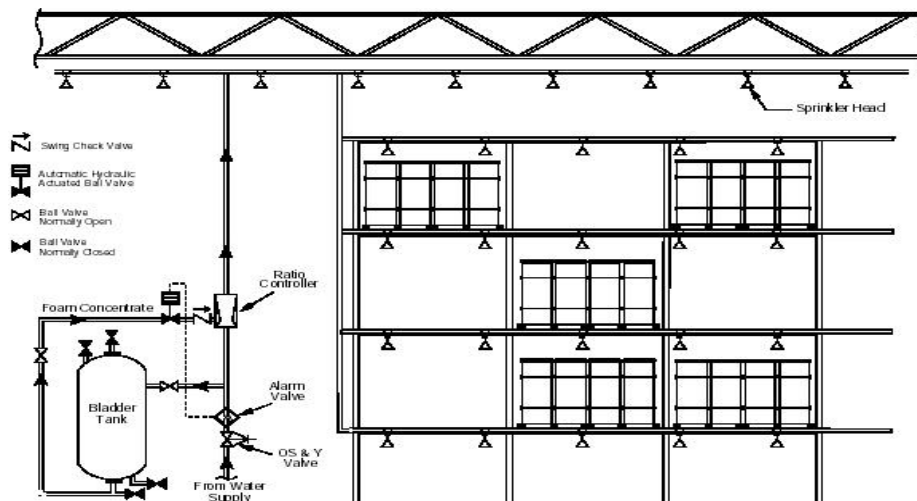
- **Πρωτεϊνικός αφρός** - Είναι ο φθηνότερος και ο πιο διαδεδομένος αφρός. Μειονεκτεί στο ότι σχηματίζει εύκολα ιζήματα όταν οξειδωθεί και έχει έντονη δυσσομία. Έχει κρίσιμο ρυθμό εφαρμογής 1 lt/min/m². Διατίθεται σε αφρογόνα με αναλογία πρόσμιξης 3% και 6%.
- **Φθοροπρωτεϊνικός αφρός** – Είναι ουσιαστικά πρωτεϊνικός αφρός στον οποίο έχουν προστεθεί φθοριούχα επιφανειακώς ενεργά στοιχεία. Έχει κρίσιμο ρυθμό εφαρμογής 0,7 lt/min/m². Διατίθεται σε αφρογόνα με αναλογία πρόσμιξης 3% και 6%.
- **Συνθετικοί αφροί** – Δεν περιέχουν οργανικής βάσης προϊόντα, δεν έχουν δυσσομία και μπορούν να δώσουν μικρές, μεσαίες και μεγάλες διογκώσεις. Χαρακτηριστικός εκπρόσωπος είναι το AFFF.

Σημείωση – Ως κρίσιμος ρυθμός εφαρμογής (lt/min/m²) ορίζεται ο ελάχιστος ρυθμός εφαρμογής αφρού στην επιφάνεια κάποιου καυσίμου, μόλις ικανός να ελέγξει την πυρκαγιά.

5.4.2. Εγκαταστάσεις αφρού

Όλα τα μόνιμα συστήματα (Εικόνα 5.4.2-1) που χρησιμοποιούν ως κατασβεστικό υλικό τον αφρό συγκροτούνται από τα τρία μέρη:

- Μονάδα δοσημέτρησης αφρογόνου - νερού (το βασικότερο τμήμα)
- Υδραυλικό δίκτυο (σωληνώσεις)
- Τερματικές συσκευές αφρού



Εικόνα 5.4.2-1 Τυπική εγκατάσταση συστήματος κατακλυσμού με αφρό.

Η δημιουργία του αφροδιαλύματος, από συμπύκνωμα αφρού και νερού, μπορεί να γίνει με τέσσερις διαφορετικούς τρόπους (μέσω επαγωγής, μέσω έγχυσης, μέσω ανάμειξης κατά παρτίδες, μέσω προανάμειξης). Οι τρόποι δοσημέτρησης αφρογόννου διαλύματος - νερού είναι διαφόρων ειδών.

- Δοσημέτρηση με in line inductor (τσιφάρι), λύση πολύ οικονομική αλλά δεν επιδέχεται διακυμάνσεις παροχής νερού μεγαλύτερες του 10%, με μεγάλες πτώσεις πίεσης στο τσιφάρι (μέχρι και 35%).
- Δοσημέτρηση με δοχείο με μεμβράνη (κύστη) (Bladder tank) με μετακίνηση του περιεχομένου αφρογόννου στην κύστη από την πίεση του νερού προς ένα σωλήνα Venturi όπου γίνεται η δοσημέτρηση. Κατάλληλη για μέσης ή χαμηλής ως προς την προστασία εγκαταστάσεις.
- Δοσημέτρηση με χρήση δοσημετρικής αντλίας, δοχείου αφρογόννου και σωλήνα Venturi (μέχρι και 8"). Το συγκρότημα αυτό είναι το πλέον σύνθετο με δυνατότητα παροχής από 50 ως 5000 GPM με μεγέθη δεξαμενών από 1000 ως 10000 lit. Τα συγκροτήματα αυτά χρησιμοποιούνται σε μεγάλες εγκαταστάσεις με διάφορες ανάγκες σε κατασβεστικά υλικά, όπως σε χημικές βιομηχανίες, αεροδρόμια, συγκρότημα δεξαμενών καυσίμων.

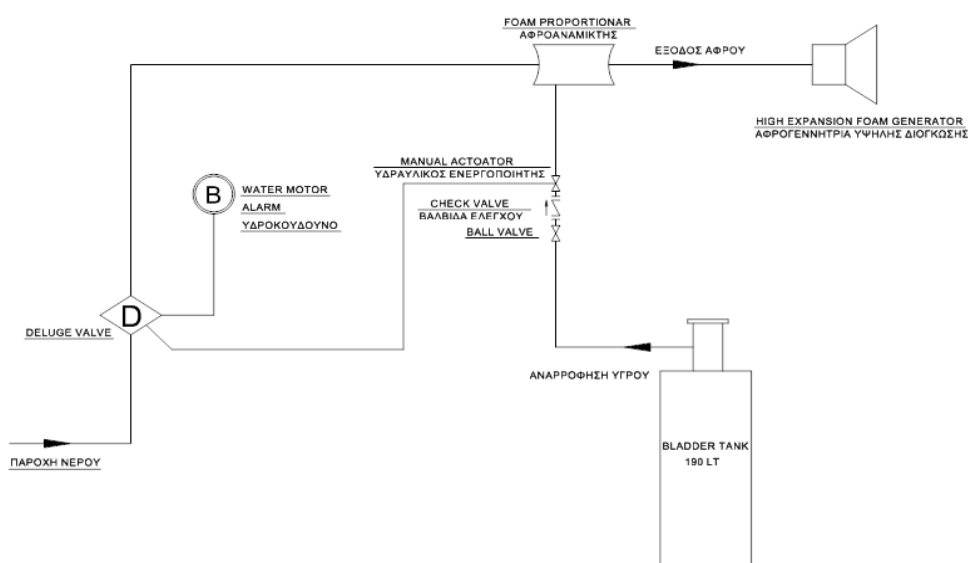
Αναφερθήκαμε στο διαχωρισμό των αφρών ως προς τη σύνθεσή τους (συνθετικοί, πρωτεϊνικοί κλπ). Ως προς την **διόγκωση** τους υπάρχουν τρία είδη αεραφρών:

- **Χαμηλής διόγκωσης** - Είναι αφρός με βαθμό διόγκωσης από 3 μέχρι 12 φορές και επιτρέπει εκτοξεύσεις μέχρι και 40m. Η συνεκτικότητα του κατά την εξάπλωση πάνω από φωτιά δίνει αυξημένο ψυκτικό αποτέλεσμα.
- **Μέσης διόγκωσης** - Παρουσιάζει αισθητά μεγαλύτερο βαθμό διόγκωσης, που φθάνει μέχρι το 200 (συνήθως 50-100).

- **Υψηλής διόγκωσης** - Παρουσιάζει βαθμό διόγκωσης 500 έως 1000. Δεν δίνει τη δυνατότητα εκτόξευσης, αλλά μπορεί να εξασφαλίσει τον ταχύτατο κατακλυσμό κλειστού χώρου ή να σχηματίσει επίστρωση σε εκτεταμένες επιφάνειες.

Οι αεραφροί **χαμηλής διόγκωσης**, χρησιμοποιούνται όταν δεν είναι απαραίτητη η εκτόξευση από μακριά και όπου δεν χρειάζεται μεγάλη ποσότητα. Οι αεραφροί **μέσης διόγκωσης** χρησιμοποιούνται σε περιπτώσεις που η εκτόξευση δεν χρειάζεται μεγάλο βαθμό διόγκωσης και κυρίαρχος παράγοντας είναι ο συνδυασμός ποσότητας – χρόνου. Τα συστήματα αφρού χαμηλής και μέσης διόγκωσης ουσιαστικά αποκλείουν την πηγή οξυγόνου και στη συνέχεια προκαλούν ψύξη δηλ μείωση της θερμοκρασίας της φωτιάς. Είναι κατάλληλα για χώρους πετρελαιοειδών, διυλιστηρίων (πυρκαγιές λιμναζόντων υγρών) και υπό προϋποθέσεις στη χημική βιομηχανία. Συστήματα αφρού **υψηλής διόγκωσης** μπορούν να χρησιμοποιηθούν για κατάκλιση σε χώρους όπου ο αφρός κυρίως «πνίγει» την πυρκαγιά. Αυτό τον κάνει κατάλληλο για να σβήσουν μεγάλης έκτασης φωτιές εύφλεκτων υγρών, αποξηραμένων φυτών. Επιπλέον μπορούν να χρησιμοποιηθούν σε αποθήκες, χώρους φύλαξης αρχείων και βιβλιοθήκες, χώροι αποθήκευσης ή διακίνησης εύφλεκτων υγρών, χώροι μηχανοστασίων, ψευδοδάπεδα χώρων Η/Υ, κανάλια καλωδίων και χώροι μηχανοστασίων πλοίων αλλά και ως εναλλακτικά του Halon. [3].

Ο αφρός αποτελεί ένα ενυδατικό διάλυμα επομένως η χρήση τέτοιων συστημάτων δεν ενδείκνυται για προστασία υλικών που αντιδρούν βίαια με το νερό. Γενικά σε κάθε περίπτωση πρέπει να χρησιμοποιείται με προσοχή σε χώρους όπου υπάρχουν άνθρωποι διότι υπάρχει ο κίνδυνος δημιουργίας ασφυκτικού περιβάλλοντος. Πρέπει να εξασφαλιστεί η χρησιμοποίηση αφρού κατάλληλου συστατικού σε κάθε περίπτωση.



Εικόνα 5.4.2-2 Διάγραμμα εγκατάστασης αφρού υψηλής διόγκωσης.

5.4.3. Εξοπλισμός συστημάτων αφρού

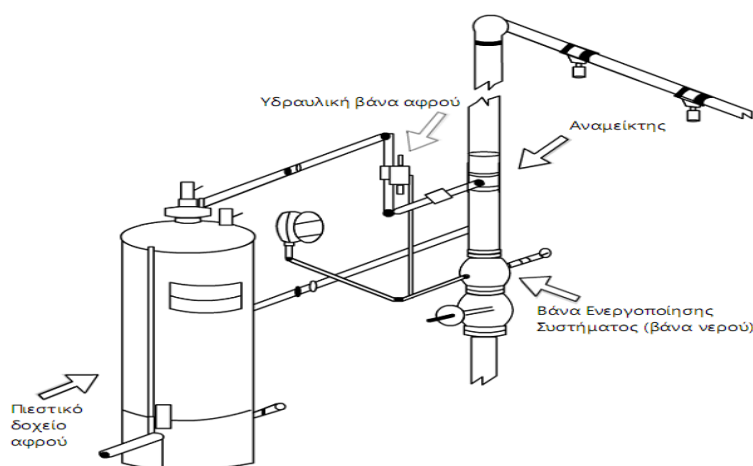
5.4.3.1. Πιεστικός αναμείκτης αφρού

Για τις απλές εφαρμογές όπου η επιφάνεια προς κάλυψη δεν είναι πολύ μεγάλη και δεν βρίσκεται μακριά από τον αφρό μπορεί να χρησιμοποιηθεί αναμείκτης αφρού (τύπου Venturi). Ο συγκεκριμένος αναμείκτης λειτουργεί βάση της διαφοράς πίεσης μεταξύ του νερού και του

αφρού αλλά καθώς οι απώλεια πίεσης στον αναμείκτη είναι περίπου το 1/3 της αρχικής το νερό πρέπει να έχει πίεση μεγαλύτερη των 6 bar. Η εφαρμογή αυτή έχει το μικρότερο κόστος σε σχέση με τις άλλες καθώς ο αφρός μπορεί να είναι μέσα στο ατμοσφαιρικό δοχείο στο οποίο έρχεται και δεν απαιτείται καμία πρόσθετη συσκευή πέραν του αναμείκτη που είναι σχετικά φθηνός και της συσκευής εκκένωσης που συνήθως είναι καταιονητήρες ανοικτού τύπου.

5.4.3.2. Πιεστικό δοχείο αφρού

Όταν η πίεση του νερού δεν είναι ιδιαίτερα μεγάλη ή η εφαρμογή είναι ιδιαίτερα απαιτητική συνίσταται να χρησιμοποιείται πιεστικό δοχείο αφρού. Ο αφρός τοποθετείται στο πιεστικό δοχείο και συγκεκριμένα εντός μία μεμβράνης που βρίσκεται μέσα στο δοχείο. Ο χώρος ανάμεσα στην μεμβράνη και στα τοιχώματα του δοχείου γεμίζει με νερό από το υπάρχον δίκτυο ώστε η πίεση προς τον αφρό να είναι ίδια με αυτή του δικτύου νερού. Με αυτόν τον τρόπο σε περίπτωση συναγερμού εξασφαλίζεται ότι όλος ο αφρός θα εκκενωθεί. Στην έξοδο του πιεστικού δοχείου προς τον αναμείκτη υπάρχει μία πνευματική βάνα αφρού η οποία ενεργοποιείται από την βάνα νερού ώστε και τα δύο υγρά να φθάσουν σχεδόν ταυτόχρονα προς τον αναμείκτη. Ως συσκευή εκκένωσης μπορούν να χρησιμοποιηθούν τόσο καταιονητήρες ανοικτού τύπου όσο και αερογεννήτριες, ακροφύσια αφρού κλπ. Στο παρακάτω σχήμα (Εικόνα 5.4.3-1) παρουσιάζεται ένα σύστημα αφρού με πιεστικό δοχείο.



Εικόνα 5.4.3-1 Σύστημα αφρού με πιεστικό δοχείο.

5.4.4. Μόνιμα Συστήματα με AFFF

Χαρακτηριστικός εκπρόσωπος των συνθετικών αφρών είναι το AFFF (Aqueous Film Forming Foam) και τα μόνιμα συστήματα που τον χρησιμοποιούν έχουν ευρύτατη διάδοση. Το κύριο χαρακτηριστικό του AFFF είναι ότι σχηματίζει πάνω στην επιφάνεια του καίόμενου υγρού καυσίμου ένα λεπτότατο (συνήθως πάχους 2,5 cm) υμένα που είναι όμως ταυτόχρονα αρκετά ανθεκτικός και ιδιαίτερα αποτελεσματικός. Στα άλλα είδη αφρών για να θεωρηθεί αποτελεσματική η αφοκάλυψη, ο αφρός πρέπει να σχηματίζει στρώμα πάχους τουλάχιστον 15 cm πάνω στην επιφάνεια του υγρού. Με το AFFF αρκεί μια απλή έγχυση και αυτό έχει την τάση να απλώνεται και να εισχωρεί σε μέρη που δεν μπορεί να διοχετευτεί ο απλός αφρός.

Το AFFF χρησιμοποιείται για την προστασία υπόστεγων αεροπλάνων, χημικών παραγωγικών μονάδων, εγκαταστάσεις εκχυλίσεως και επικαλύψεως, πετρελαιοδεξαμενών κλπ. Το AFFF είναι το πιο αποτελεσματικό πυροσβεστικό ρευστό για την καταπολέμηση πυρκαγιών κατηγορίας Β. Επιπλέον, το AFFF επαυξάνει τις διαβρεκτικές ικανότητες του γλυκού και θαλασσινού νερού και δίνει (στο θαλασσινό) μεγαλύτερη ισχύ για την κατάσβεση πυρκαγιών κατηγορίας Α. Υπάρχουσες εγκαταστάσεις sprinkler (που εκτοξεύουν νερό ή πρωτεΐνη), μπορούν να μετατραπούν για να ρίχνουν ελαφρό νερό ώστε να αποκτήσουν μεγαλύτερη απόδοση. Για τους υπολογισμούς σημειώνεται ότι ο αφρός του AFFF έχει τη δυνατότητα να σβήσει πυρκαγιά σε επιφάνεια καυσίμου και να δώσει επαρκή προστασία έναντι κινδύνου επανάφλεξης, όταν η διαβροχή είναι της τάξης του 1 lt/m² επιφάνειας [35].

5.5. Συστήματα Πυρόσβεσης με Αέριους Καθαρούς Παράγοντες

5.5.1. Γενικά

Ολική κατάκλυση είναι η εφαρμογή κατά την οποία, ένα κατασβεστικό μέσο, κατακλύζει ένα κλειστό χώρο με μία συγκεκριμένη συγκέντρωση κατ' όγκο η οποία είναι ικανή να καταπνίξει την φωτιά. Αναφερόμαστε σε συστήματα ολικής κατάκλυσης με χρήση καθαρών κατασβεστικών παραγόντων εναλλακτικών του Halon 1301. Τα συστήματα ολικής κατάκλυσης λειτουργούν αυτόματα σε συνεργασία με σύστημα ανίχνευσης της φωτιάς και ανάλογο ηλεκτρονικό έλεγχο ή χειροκίνητα με την λειτουργία του ενεργοποιητή του συστήματος. Οι νέοι αυτοί καθαροί παράγοντες αυτοί ανήκουν στις κατηγορίες των **αδρανών αέριων** και των **αέριων υδρογονανθράκων**. Οδηγίες για τον σχεδιασμό, την εγκατάσταση, την επιθεώρηση, τον έλεγχο και την χρήση συστημάτων που χρησιμοποιούν αυτούς τους νέους κατασβεστικούς παράγοντες αναφέρονται στο NFPA 2001 - «Standard on Clean Agent Fire Extinguishing Systems».

5.5.1.1. Αέριοι υδρογονάνθρακες

Τα τελευταία χρόνια έχει αναπτυχθεί ένας σημαντικός αριθμός κατασβεστικών αερίων υδρογονανθράκων με πολύ χαμηλό ή μηδενικό Ozone Depleting Potential (ODP). Μέχρι τα τέλη του 1995, οι κυριότερες εμπορικές ουσίες αέριων υδρογονανθράκων ως υποκατάστατα των Halons είναι οι εξής:

| Εμπορική Ονομασία | Χημικός Προσδιορισμός | Προσδιορισμός |
|-------------------|-----------------------|---|
| FM-200 | HFC-227ea | Επταφθοροπροπάνιο |
| CEA-410 | FC-3-1-10 | Περφθοροβουτάνιο |
| FE-13 | HFC-23 | Τριφθορομεθάνιο |
| NAF S-III | HCFC Blend A | Το μίγμα περιλαμβάνει HCFC-22 HCFC-123 HCFC-124 |

Κανείς από τους παραπάνω κατασβεστικούς παράγοντες όμως δεν θεωρηθείτε απόλυτα ταυτόσημος του Halon 1301. Οι αλογονάνθρακες τύπου Halon, αντιδρούν απευθείας με την φωτιά τερματίζοντας την διαδικασία καύσης. Το Halon 1301 παράγει ως προϊόντα διάσπασης κατά την πυρκαγιά υδροβρώμιο (HBr) και υδροφθόριο (HF). Οι νέοι παράγοντες δεν παράγουν HBr αλλά το HF παράγεται σε μεγαλύτερες ποσότητες. Τα τελευταία χρόνια το κατασβεστικό αέριο **FM-200** έχει αναδειχθεί ως ο κύριος αντικαταστάτης του Halon 1301. Επιπλέον το **FE-13** έχει υψηλή τάση

(πίεση) ατμών και απαιτεί ένα σύστημα αρκετά γερό για να την αντέξει. Το σύνολο των απαιτούμενων εξαρτημάτων πρέπει να είναι βαριάς κατασκευής [8].

Περιοχές εφαρμογής των νέων κατασβεστικών αερίων υδρογονανθράκων (ως εναλλακτικών των Halons) μπορεί να είναι εγκαταστάσεις τηλεπικοινωνιών και Η/Υ, θάλαμοι ελέγχου, χώροι μετασηματιστών ή διακοπών, χώροι αποθήκευσης και φύλαξης αρχείων, κτίρια πολιτιστικής κληρονομιάς, επικίνδυνα εύφλεκτα υγρά, μηχανοστάσια πλοίων και διαμερίσματα κινητήρων αεροσκαφών.

5.5.1.2. Αδρανή αέρια

Τα αδρανή αέρια είναι καθαροί κατασβεστικοί παράγοντες (clean agent) ηλεκτρικά μη-αγώγιμοι. Ένα αδρανές αέριο, όπως το άζωτο, μπορεί να χρησιμοποιηθεί από μόνο του, αλλά επίσης μπορούν να χρησιμοποιηθούν και μίγματα αερίων με κύρια συστατικά το άζωτο και το αργό. Τα συστήματα αδρανών αερίων δεν αποτελούν καμία απειλή για το περιβάλλον καθώς χρησιμοποιούν φυσικά αέρια, τα οποία λαμβάνονται από φυσικές πηγές. Είναι γνωστό ότι συγκέντρωση οξυγόνου κάτω από 12-14% δεν ευνοεί την διατήρηση καύσης με φλόγα. Τα αδρανή αέρια χρησιμοποιούνται σε συγκεντρώσεις 40 – 55 % κατ' όγκο, μειώνοντας τη συγκέντρωση οξυγόνου σε ποσοστά ανάμεσα στο 14% και στο 10%.

Όταν επιλέγεται ένα **αδρανές αέριο** πρέπει να λαμβάνονται υπόψη τα παρακάτω:

- Δεν είναι υγροποιήσιμα αέρια. Αποθηκεύονται σαν υψηλής πίεσης αέρια και ως εκ τούτου απαιτούν κυλινδρικά δοχεία αποθήκευσης, υψηλής πίεσης, που δημιουργούν πρόβλημα χώρου και βάρους.
- Τα αδρανή αέρια δεν υπόκεινται σε θερμική αποσύνθεση και επομένως δεν δημιουργούν προϊόντα διάσπασης.
- Τα συστατικά αέρια των μιγμάτων είναι αναμεμειγμένα έτσι ώστε να έχουν πυκνότητα παρόμοια του αέρα. Αυτό σημαίνει ότι αν υπάρξει πρόβλημα διαρροής από το διαμέρισμα στο οποίο έχουν εκχυθεί, διατηρούν την αρχική τους συγκέντρωση εντός του χώρου προστασίας καλύτερα από το Halon.
- Πρέπει να λαμβάνονται υπόψη τα συναφή θέματα υγιεινής και ασφάλειας.

Χώροι όπου τα συστήματα αδρανών αερίων θα μπορούσαν να αποτελέσουν μια πιθανή εναλλακτική λύση των Halons συμπεριλαμβάνουν τηλεπικοινωνιακές εγκαταστάσεις, χώρους ηλεκτρονικών υπολογιστών, κέντρα ελέγχου, χώρους αποθήκευσης και φύλαξης αρχείων, χώρους πολιτιστικής κληρονομιάς, περιοχές εύφλεκτων υγρών, χώρους μηχανοστασίων πλοίων και θαλάμους μετασηματιστών ή διακοπών.

Μέχρι το τέλος του 1995 υπήρχαν εμπορικά διαθέσιμες δύο φόρμουλες. Αυτές ήταν το ένα μίγμα αερίων από άζωτο, αργό και CO₂ με την ονομασία **Inergen (IG-541)** και ένα μίγμα από άζωτο και αργό γνωστό ως **Argonite (IG-550)**. Το Inergen έχει κάποια βασικά στοιχεία τα οποία το κάνουν ιδιαίτερα ελκυστικό, για χρήση σε συστήματα κατάσβεσης. Αναφέρουμε επιγραμματικά κάποια από αυτά.

- Μηδενικός συντελεστής καταστροφής του όζοντος (ODP). Το άζωτο και το αργόν είναι συστατικά αέρια της ατμόσφαιρας από όπου λαμβάνονται για να επιστρέψουν με την ενεργοποίηση του συστήματος.
- Μηδενικό ολικό συντελεστή θερμοκηπίου (GWP). Το αργόν και το άζωτο προφανώς δεν έχουν χρόνο παραμονής στην ατμόσφαιρα (ALT) ως συστατικό αυτής.
- Πυκνότητα παραπλήσια σε εκείνη του αέρα με αποτελέσματα
 1. Μεγάλος χρόνος παραμονής στο χώρο κατά την κατάσβεση, δηλ. συντήρηση της κατά όγκο πυκνότητας σε ικανό χρόνο για ασφαλή κατάσβεση.
 2. Ελάχιστες απαιτήσεις στεγανότητας του χώρου.
 3. Αποδεδειγμένη διεισδυτικότητα, από την οροφή μέχρι το δάπεδο του προστατευόμενου χώρου.
- Δεν διασπάται σε υποπροϊόντα τοξικά ή διαβρωτικά και δεν προκαλεί «ομίχλη», έτσι οι δρόμοι διαφυγής παραμένουν απολύτως ορατοί.
- Εύκολη επαναγόμωση και εφικτή από χρόνο και χρήμα «πραγματική δοκιμή».

5.5.2. Σύστημα με FM-200

5.5.2.1. Γενικά

Ένας από τους νέους πυροσβεστικούς επάξιους καθαρούς παράγοντες είναι το FM - 200. Το FM-200 έχει μηδενικό ODP (Ozone Depletion Potential), χαμηλό GWP (Global Warming Potential) και πολύ περιορισμένο ALT (Atmospheric Lifetime). Η U.S. EPA εκτίμησε ότι η επίπτωση που έχει στο περιβάλλον είναι αποδεκτή, και ως εκ τούτου, δεν έθεσε κανένα όριο στη χρήση του. Το κατασβεστικό αέριο FM-200 έχει αναδειχθεί κατά τα τελευταία χρόνια ως ο κύριος αντικαταστάτης του Halon 1301. Το FM-200 είναι το πιο σίγουρο αέριο πυροσβεστικό προϊόν για τους ανθρώπους. Όχι μόνο σβήνει την πυρκαγιά χωρίς να μειώνει την ποσότητα του οξυγόνου, αλλά επιπλέον δεν είναι τοξικό (στις ειδικές συγκεντρώσεις που χρησιμοποιείται). Επομένως το FM-200 είναι απόλυτα κατάλληλο για χώρους οι οποίοι χρησιμοποιούνται κανονικά από άτομα.

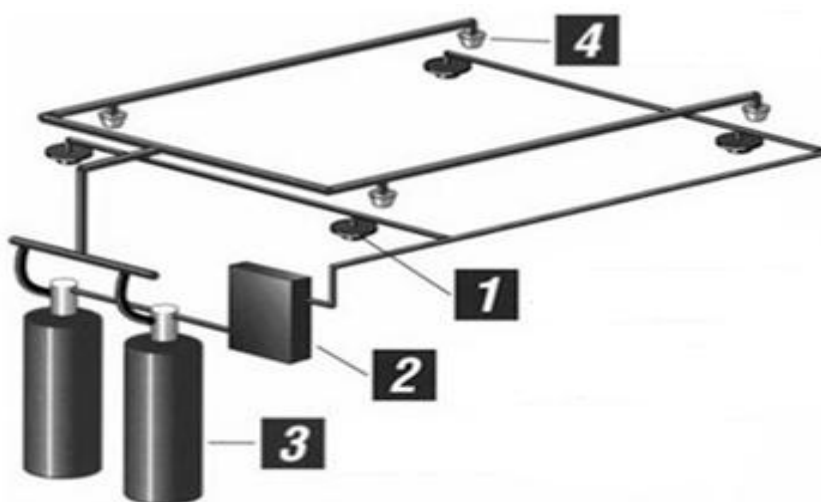
Οι πυροσβεστικές εγκαταστάσεις με FM - 200 ολοκληρώνουν την παροχέτευση σε 10 sec, από την στιγμή της εντολής ενεργοποίησης. Αυτό σημαίνει τη δραστική μείωση του χρόνου στον οποίο μπορεί η πυρκαγιά να αναπτυχθεί και να εξαπλωθεί. Παροχτετευμένο σε αέρια μορφή το FM - 200 φθάνει σε οποιοδήποτε σημείο του προστατευόμενου χώρου, δεν προκαλεί ζημιές σε ευαίσθητες συσκευές, και δεν αφήνει κατάλοιπα. Επιτρέπει την αποφυγή του κόστους που αφορά στην καθαριότητα, και στην επαναφορά λειτουργίας. Όσον αφορά την εγκατάσταση συστημάτων FM - 200, αυτά πρέπει να εγκαθίστανται σύμφωνα με τους επίσημους κανονισμούς των χωρών του εξοπλισμού, τα πρότυπα NFPA, τις απαιτήσεις των συγκεκριμένων χώρων.

5.5.2.2. Λειτουργία συστήματος

Η λειτουργία, ο έλεγχος του συστήματος πυρανίχνευσης καθώς και η ενεργοποίηση του συστήματος πυρόσβεσης γίνεται αυτόματα, μέσω του τοπικού πίνακα ελέγχου. Όταν η φωτιά εκδηλωθεί στον προστατευόμενο χώρο, ο πίνακας θα επιβεβαιώσει το γεγονός και αφού η φωτιά εξακολουθεί να υφίσταται, μετά από μια συνολική χρονοκαθυστέρηση 10 sec, θα κατακλύσει τον χώρο με FM-200. Το πλέον σημαντικό είναι η διατήρηση της συγκέντρωσης του FM-200 μέσα στον κατακλυσμένο χώρο σε κάποια σταθερά επίπεδα επομένως κάθε ενέργεια που θα μείωνε το επίπεδο

συγκέντρωσης πρέπει να σταματήσει. Θα πρέπει να σταματά (αν υπάρχει) το σύστημα της προσαγωγής ή απαγωγής του αέρα.

Οι παραπάνω ενέργειες θα συνοδεύονται με ηχητικό σήμα και με φωτεινή ένδειξη που θα αποτρέπει την είσοδο ατόμων στον κατακλυσμένο χώρο. Θα έχει προηγηθεί ένα ηχητικό σήμα προειδοποίησης όταν η μία ζώνη ανιχνευτών έχει δώσει σήμα «φωτιά» από την σειρά συναγερμού. Οι παραπάνω ενέργειες εκτελούνται αυτομάτως από τον πίνακα ελέγχου, όταν το σύστημα θα είναι στην κατάσταση «Αυτόματο». Εάν το σύστημα είναι σε κατάσταση «Χειροκίνητο», η κατάκλιση του χώρου θα γίνεται με την επέμβαση ατόμου, μέσω χειροδιακόπτη, ο οποίος θα ευρίσκεται έξω από την κυρία είσοδο του προστατευομένου χώρου.



Εικόνα 5.5.2.2-1 Βασικά στοιχεία εγκατάστασης με FM-200.

Οι κεντρικές εγκαταστάσεις με FM-200 (Εικόνα 5.5.2.2-1) περιλαμβάνουν:

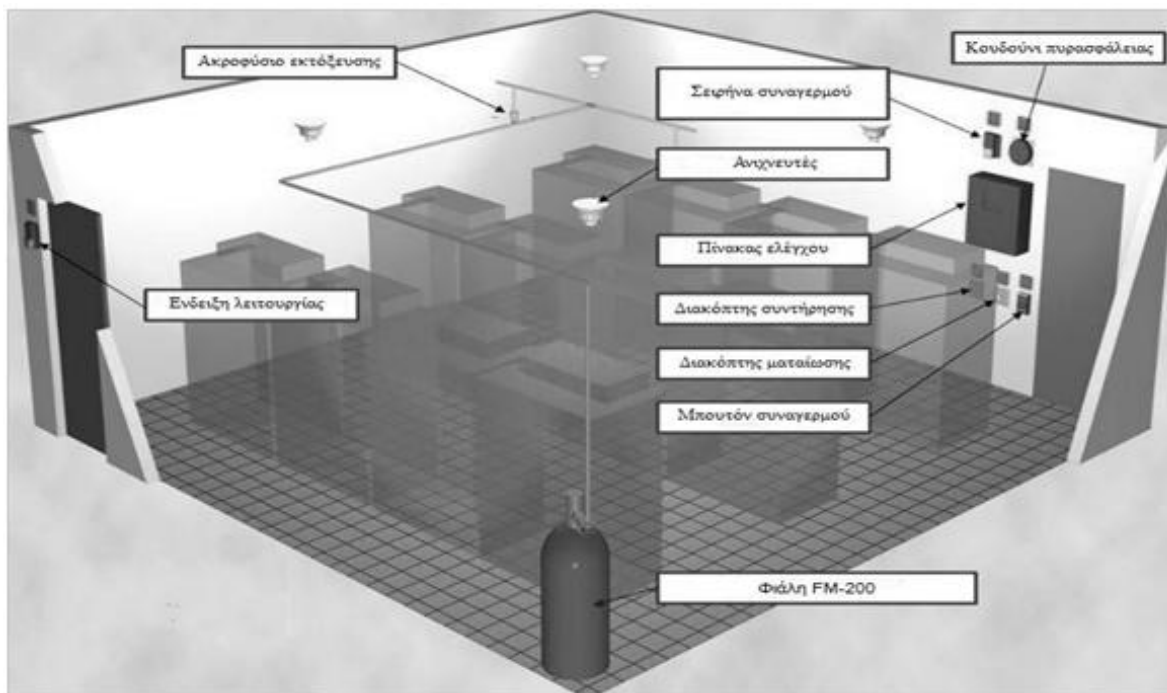
- Το σύστημα ανίχνευσης πυρκαγιάς.
- Το σύστημα αποθήκευσης (φιάλες), ενεργοποίησης και κατεύθυνσης του FM-200 στον προς κατάσβεση χώρο.
- Το δίκτυο σωληνώσεων διανομής του υλικού προς τους χώρους και τα ακροφύσια διανομής εντός των χώρων.
- Το σύστημα σηματοδοτήσεων - ενδείξεων (οπτικών και ακουστικών) και τοπικού χειρισμού των διαφόρων χωρών.

5.5.2.3. Σύστημα ανίχνευσης πυρκαγιάς

Για τους χώρους που καλύπτονται με κατάσβεση τοπικοί πίνακες κατάσβεσης θα εξασφαλίζουν όλες τις απαιτούμενες λειτουργίες των συστημάτων κατάσβεσης που ελέγχουν, και θα ενημερώνουν λεπτομερώς τον κεντρικό πίνακα του συστήματος πυρανίχνευσης για την κατάσταση (alarms) όλων των ζωνών ανίχνευσης και κατάσβεσης. Για κάθε χώρο που κατακλύζεται με κατασβεστικό υλικό FM-200 υπολογίζεται η αναλογία του σε 7,5 % (0,59 kg/m³) και ο χρόνος κατάκλισης στα 10 sec. Το μήκος, η διάμετρος και οι αντιστάσεις του δικτύου μπορούν να υπολογισθούν σύμφωνα με τους κανονισμούς NFPA. Επίσης ιδιαίτερη προσοχή πρέπει να δοθεί

στην στήριξη των σωλήνων ώστε να παραλαμβάνονται οι δυνάμεις που αναπτύσσονται κατά την λειτουργία του συστήματος. Στην παρακάτω εικόνα έχουμε μια τυπική εγκατάσταση κτιρίου με FM-200 σε συνδυασμό με σύστημα πυρανίχνευσης.

Η λειτουργία της εγκατάστασης είναι ίδια με την περιγραφή του αντίστοιχου συστήματος πυρανίχνευσης στο μόνιμο σύστημα κατάσβεσης με CO₂ (§ 5.1.6.). Στην εικόνα 5.5.2.3-1 παρουσιάζεται μια εγκατάσταση FM-200 με σύστημα πυρανίχνευσης.



Εικόνα 5.5.2.3-1 Τυπική εγκατάσταση FM-200 με πυρανίχνευση.

Η ύπαρξη προσωπικού (όχι μόνιμη) εντός των ανωτέρω χώρων επιβάλλει και την εγκατάσταση διάταξης, για την χειροκίνητη ενεργοποίηση του συστήματος πυρόσβεσης, η οποία θα είναι άμεση χωρίς επιβεβαίωση, αφού η εντολή δίνεται από τον άνθρωπο. Η διανομή των σωληνώσεων (εντός του προστατευόμενου χώρου) γίνεται κατά τέτοιο τρόπο ώστε να καταλήγει ένα τουλάχιστον ακροφύσιο διανομής κατασβεστικού υλικού εντός του κάθε ανεξάρτητου διαμερίσματος ή μεταλλικού ερμαρίου.

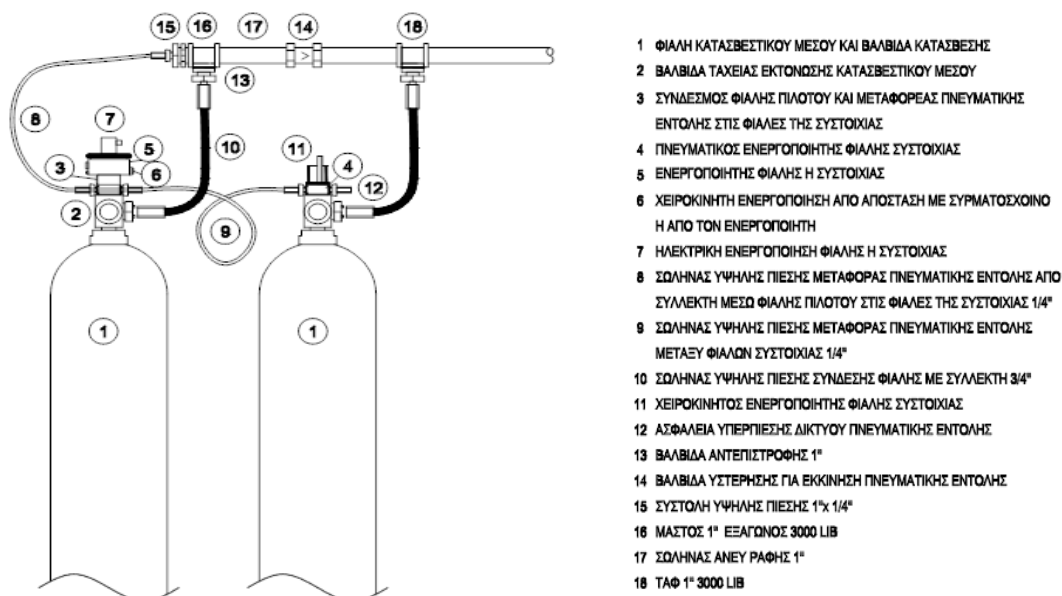
5.5.2.4. Φιάλες Αποθήκευσης FM-200

Η αποθήκευση του FM-200 γίνεται σε υγρή μορφή σε κατάλληλη φιάλη ή συστοιχία φιαλών. Οι φιάλες είναι κυλινδρικές κατάλληλες για στήριξη στον τοίχο ή στο δάπεδο και μεγάλης αντοχής έτσι ώστε να αντέχουν στην πίεση που αναπτύσσεται από το κατασβεστικό υλικό (και την μερική πίεση του αζώτου) στην μέγιστη αναμενόμενη θερμοκρασία χρήσεως. Οι φιάλες γεμίζονται με πυκνότητα πλήρωσεως από 1,1 kg/lit, ενώ η πίεση μέσα στις φιάλες ρυθμίζεται με την βοήθεια ξηρού αζώτου στα 360 psi σε θερμοκρασία 21⁰C. Η σήμανση κάθε φιάλης είναι σύμφωνα με τους διεθνείς κανονισμούς. Αναγράφονται σε αυτήν, εκτός των άλλων, η ποσότητα του περιεχομένου FM-200 και η πίεση λειτουργίας του συστήματος.

Συνήθως μια φιάλη FM-200 είναι εφοδιασμένη με:

- Εύκαμπτο σωλήνα συνδέσεως φιάλης με δίκτυο σωληνώσεων προσαγωγής FM-200 και βαλβίδα αντεπιστροφής (για συστοιχίες 2 ή περισσότερων φιαλών).
- Βαλβίδα εκκένωσης κατάλληλου μεγέθους για εκκένωση της ποσότητας του FM-200 σε χρόνο 10sec.
- Μανόμετρο.
- Ανακουφιστική βαλβίδα υπερπίεσης.
- Διακόπτη ελέγχου της πίεσης ενσωματωμένο στο μανόμετρο της φιάλης.
- Ηλεκτρικό και χειροκίνητο μηχανισμό ενεργοποίησης (έναν για κάθε φιάλη ή συστοιχία φιαλών) με τις απαραίτητες σωληνώσεις διαδοχικής πνευματικής ενεργοποίησης των φιαλών μίας συστοιχίας.

Στην περίπτωση συστοιχίας φιαλών (Εικόνα 5.5.2.4-1) προβλέπεται κατάλληλος συλλέκτης από γαλβανισμένο χαλυβδοσωλήνα χωρίς ραφή με αριθμό λήψεων όσες και οι φιάλες της συστοιχίας. Οι δύο πρώτες φιάλες περιλαμβάνουν ηλεκτρομαγνητική διάταξη, οδηγό αυτόματου ανοίγματος και εκκενώσεως του συνόλου των φιαλών της συστοιχίας. Ο βαθμός γεμίσματος των φιαλών, ανεξαρτήτως πίεσης είναι μεγαλύτερος των 0,8 kg/lit και μικρότερος των 1,1 kg/lit φιάλης. Φέρουν λαβές ανυψώσεως, ασφαλιστική διάταξη υπερπίεσης ρυθμισμένη, βαλβίδα εκκενώσεως πνευματική με ενσωματωμένο μανόμετρο, στόμιο γεμίσματος, την οδηγό βαλβίδα ανοίγματος για τον έλεγχο της πίεσης και αναγγελία χαμηλής πίεσης στον πίνακα ανίχνευσης. Οι φιάλες στερεώνονται κάθε μια χωριστά μέσω δύο χαλύβδινων κολάρων ώστε να είναι εξασφαλισμένες έναντι μετακινήσεων.



Εικόνα 5.5.2.4-1 Συστοιχία δύο φιαλών FM-200.

Στα συστήματα με FM-200 συναντάμε συνήθως δυο τύπους **εύκαμπτου σωλήνα**, ανάλογα με τη χρήση τους. Ο εύκαμπτος σωλήνας πνευματικών εντολών είναι κατασκευασμένος από ελαστικό υψηλής ποιότητας (με συνηθισμένο μήκος τα 725 mm) και για τις συνδέσεις φέρει εξαρτήματα ορειχάλκινα με σπείρωμα διατομής συνήθως 3/16". Ο άλλος τύπος που συναντάμε είναι ο εύκαμπτος σωλήνας σύνδεσης δεξαμενής σε υδραυλικό δίκτυο. Αυτός κατασκευάζεται από

επάλληλα ελάσματα από ανοξείδωτο χάλυβα. Το ένα άκρο προσαρμόζεται στο στόμιο εξόδου της δεξαμενής ενώ το δεύτερο άκρο του προσαρμόζεται (με εξωτερικό σπείρωμα) σε συλλέκτη ή απευθείας σε υδραυλικό δίκτυο.

5.5.3. Σύστημα αδρανούς αερίου *Inergen* (IG-541)

5.5.3.1. Γενικά

Το πυροσβεστικό υλικό INERGEN είναι γνωστό σαν IG-541 στο NFPA 2001 και σαν 52.40.08 στις προδιαγραφές Verband der Sachversicherer (VdS). Το IG-541 είναι φιλικό προς το περιβάλλον πυροσβεστικό αέριο, αφού είναι μίγμα φυσικών αερίων που βρίσκονται στην ατμόσφαιρα. Δεν καταστρέφει το όζον, δεν δημιουργεί αύξηση θερμοκρασίας, είναι κακός αγωγός του ηλεκτρισμού και δεν παρουσιάζει οξειδωτικά φαινόμενα. Το IG-541 κατασβήνει τη φωτιά μειώνοντας το επίπεδο του οξυγόνου στο χώρο κάτω του 13% (σημείο όπου τα περισσότερα υλικά σταματούν να καίγονται).

Σύμφωνα με τις απαιτήσεις NFPA 2001 [36] έχει αυστηρά καθορισμένη σύσταση:

- N₂ 52 ± 4%
- Ar 40 ± 4%
- CO₂ 8,0 ± 1%
- Περιεκτικότητα σε νερό κατά μέγιστο 0,005% κατά βάρος.

Το ποσοστό CO₂ που περιέχεται στο μείγμα προστατεύει όποιον παγιδευτεί στο χώρο της φωτιάς από το χαμηλό επίπεδο του οξυγόνου. Αυτό συμβαίνει γιατί όταν το CO₂ που περιέχεται στο αίμα και που ελέγχει την ανθρώπινη αναπνοή, αυξηθεί, τότε η μεταφορά οξυγόνου στον εγκέφαλο αυξάνεται αντίστοιχα. Έτσι αν ένα άτομο εκτεθεί σε περιβάλλον με περιεκτικότητα O₂ μικρότερη από 21%, που είναι το φυσιολογικό, τότε παθαίνει υποξυγονία, που είναι μία επικίνδυνη κατάσταση. Η ύπαρξη CO₂ στο IG-541 δημιουργεί μία διαστολή των αρτηριών που τροφοδοτούν με αίμα τον εγκέφαλο με αποτέλεσμα την αύξηση κατά 15% περίπου του μεταφερόμενου οξυγόνου σε αυτόν συγκριτικά με την κανονική ατμόσφαιρα.

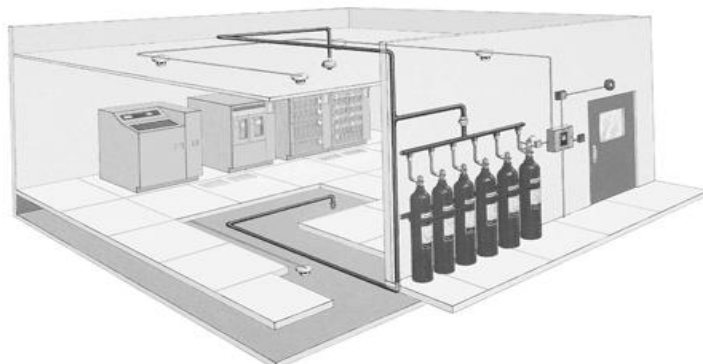
Μερικές τυπικές εφαρμογές χρήσης συστημάτων Inergen είναι σε:

- Χώρους ηλεκτρονικών υπολογιστών
- Χώρους αρχείων
- Χώρους με τηλεπικοινωνιακό εξοπλισμό
- Χώρους με εξοπλισμό ελέγχου
- Χώρους συνήθως κατοικημένους ή και όχι κατοικημένους με πολύ ευαίσθητο ή αναντικατάστατο ηλεκτρονικό εξοπλισμό

5.5.3.2. Στοιχεία συστήματος

Ένα τυπικό σύστημα πυρόσβεσης με Inergen (Εικόνα 5.5.3.2-1) αποτελείται κυρίως από τους κυλίνδρους αποθήκευσης, τους μειωτές πίεσης, το σύστημα ενεργοποίησης, το δίκτυο σωλήνων διανομής και τα ακροφύσια καταιονισμού. Επιπλέον βασικά στοιχεία του συστήματος είναι η βαλβίδα κυλίνδρου ταχείας λειτουργίας, η συσκευή ένδειξης περιεχομένου Inergen, λάστιχα υψηλής πίεσης και συλλέκτης με βαλβίδες αντεπιστροφής. Ο εξοπλισμός του συστήματος συνδέεται

έτσι ώστε να δημιουργείται ένα πλήρες, λειτουργικό και ασφαλές πυροσβεστικό σύστημα. Το σύστημα πρέπει είναι σύμφωνο με τις απαιτήσεις της VdS και το υλικό πυρόσβεσης σύμφωνο με τις προδιαγραφές NFPA 2001. Ο χρησιμοποιούμενος εξοπλισμός πρέπει να φέρει πιστοποιητικά VdS ή άλλου ισοδύναμου οργανισμού.



Εικόνα 5.5.3.2-1 Τυπική εγκατάσταση με IG-541.

Τα συστήματα αδρανών αερίων πρέπει να μελετούνται με μεγάλη επιμέλεια. Θα πρέπει να προβλέπονται ανακουφιστικές βαλβίδες και τα δίκτυα να υπολογίζονται με εγκεκριμένο πρόγραμμα (Vds) από τον προμηθευτή. Ο χρόνος εκτόξευσης δεν μπορεί να είναι μικρότερος των 60 sec. Ο χώρος που πρόκειται να προστατευθεί πρέπει να είναι όσο το δυνατό πιο στεγανός. Για το λόγο αυτό ανοίγματα (εξαερισμού, κλιματισμού κλπ) πρέπει να κλείνονται πριν από τον καταιονισμό. Σε περίπτωση που κάτι τέτοιο δεν είναι εφικτό πρέπει να προβλέπεται πρόσθετη ποσότητα κατασβεστικού υλικού για αντιστάθμιση των διαρροών. Κάθε αλλαγή στον προστατευμένο χώρο, που πιθανό θα προκαλέσει αλλαγή του όγκου θα πρέπει να λαμβάνεται υπόψη για τη σωστή λειτουργία του συστήματος.

Η επιλογή και τοποθέτηση **ακροφυσίων καταιονισμού** (Εικόνα 5.5.3.3-1) είναι τέτοια ώστε κατά την ενεργοποίηση του συστήματος να επιτυγχάνονται ομοιόμορφα οι συγκεντρώσεις σχεδιασμού του O₂ και CO₂. Το υλικό που χρησιμοποιείται για την κατασκευή τους είναι ο ορείχαλκος. Η μέγιστη κάλυψη τους είναι 30 m² για δωμάτιο ως 5 m ύψος και η εφαρμογή τους είναι η ολική πλήρωση του χώρου (κατάκλυση). Τα ακροφύσια έχουν οπές ανάλογα με την επιθυμητή παροχή σε συνάρτηση με την πίεση λειτουργίας. Η ονομαστική διάμετρος των ακροφυσίων είναι συνήθως ½" ή 1". Οι οπές για τους δύο τύπους των ακροφυσίων είναι συνήθως από 3 mm ως 10 mm για ½" και από 11 mm ως 20 mm για 1".



Εικόνα 5.5.3.2-2 Τυπικό ακροφύσιο συστήματος Inergen.

Η απελευθέρωση του Inergen από τον κύλινδρο αποθήκευσης επιτυγχάνεται με άνοιγμα της βαλβίδας ταχείας λειτουργίας με χρήση ηλεκτρομηχανικού (H/M) **ενεργοποιητή** με συνήθη τάση

λειτουργίας 24 Volt DC και βαθμό προστασίας IP 65. Όταν υπάρχει εγκατάσταση με περισσότερους από ένα κυλίνδρους, τότε η βαλβίδα του πρώτου κυλίνδρου (κύλινδρος οδηγός) ενεργοποιείται με χρήση συνήθως ενός Η/Μ ενεργοποιητή, ενώ οι βαλβίδες των άλλων φιαλών ανοίγουν με χρήση πνευματικών ενεργοποιητών και γραμμής πνευματικού ελέγχου. Ο πνευματικός ενεργοποιητής είναι συνήθως ενσωματωμένος στη βαλβίδα ταχείας λειτουργίας και το αέριο του πνευματικού συστήματος ενεργοποίησης διατίθεται από τον κύλινδρο οδηγό.

Σε ένα σύστημα με Inergen χρησιμοποιούνται **μειωτές πίεσης** σε διάφορα σημεία για τον υποβιβασμό της πίεσης του κατασβεστικού μέσου που βρίσκεται στους κυλίνδρους στο δίκτυο σωλήνων. Συνήθως τοποθετούνται μεταξύ του κυλίνδρου και του δικτύου σωλήνων ή μεταξύ συλλέκτη και δικτύου σωλήνων για σύστημα ενός ή περισσότερων κυλίνδρων αντίστοιχα. Συνηθισμένες ονομαστικές διαμέτροι μειωτών είναι 2" ή 3" με διάμετρο οπής μείωσης ροής 3 mm - 35 mm (για 2") ή 20 mm - 56 mm (για 3"). Για σύστημα μίας φιάλης προτείνεται διάμετρος οπής μείωσης ροής 1 mm - 5 mm.

5.5.3.3. Λειτουργία συστήματος

Για να ενεργοποιηθεί το σύστημα ο κύλινδρος πιλότος φέρει ηλεκτρικό ενεργοποιητή κατάλληλα προσαρμοσμένο στη βαλβίδα ταχείας λειτουργίας. Όταν ο ηλεκτρονικός πίνακας ελέγχου δώσει εντολή ενεργοποίησης, ο ηλεκτρικός ενεργοποιητής ανοίγει μηχανικά την βαλβίδα ταχείας λειτουργίας και απελευθερώνεται το Inergen. Οι υπόλοιποι κύλινδροι του συστήματος ανοίγουν με πνευματικούς ενεργοποιητές μέσω κατάλληλης γραμμής πνευματικού ελέγχου χρησιμοποιώντας την πίεση του κυλίνδρου πιλότου. Οι κύλινδροι στερεώνονται και έτσι εξασφαλίζονται έναντι της αντίδρασης που δημιουργείται όταν απελευθερώνεται το κατασβεστικό υλικό. Οι κύλινδροι εύκολα μετακινούνται και το σύστημα παρέχει δυνατότητες ελέγχου του συστήματος ηλεκτρικής και πνευματικής ενεργοποίησης κατά τη διάρκεια επιθεωρήσεων χωρίς απελευθέρωση αερίου.

Κεφάλαιο 6 - Διαστασιολόγηση Συστημάτων Πυρόσβεσης

Η διαστασιολόγηση των διαφόρων συστημάτων πυρόσβεσης που θα παρουσιαστεί στην παρούσα εργασία αποσκοπεί κυρίως στην αναφορά των μεθόδων που χρησιμοποιούνται καθώς και σε ένα ενδεικτικό τρόπο υπολογισμού κάποιων βασικών στοιχείων τους. Χρειάζεται προσοχή στην επιλογή ενός συστήματος πυρόσβεσης αλλά και στην επιλογή των εξαρτημάτων (π.χ. σωλήνες) που το αποτελούν. Η σωστή διαστασιολόγηση ενός συστήματος πυρόσβεσης έχει λειτουργικά (καλύτερη λειτουργία του συστήματος) αλλά και οικονομικά οφέλη (οικονομική κατασκευή). Αναλυτικές οδηγίες για υπολογισμό κάθε τύπου συστήματος μπορούν να αναζητηθούν στην ελληνική νομοθεσία (όπου υπάρχει) και σε αναγνωρισμένα πρότυπα (π.χ. αμερικάνικοι κανονισμοί NFPA).

6.1. Μόνιμο Υδροδοτικό Πυροσβεστικό Δίκτυο

Τα βασικά στοιχεία που αποτελούν ένα μόνιμο υδροδοτικό πυροσβεστικό δίκτυο έχουν αναλυθεί στην ενότητα § 4.1. Εδώ θα γίνει αναφορά σε μερικά βασικά στοιχεία που πρέπει να λάβει κανείς υπόψη, κατά την επιλογή ενός ΜΥΠΔ. Αυτά αφορούν από απλά θέματα (όπως η επιλογή του τύπου των σωληνώσεων) μέχρι πιο σύνθετα (όπως η επιλογή των πυροσβεστικών αντλιών). Γενικά κάθε ΜΥΠΔ πρέπει να διαθέτει μετρητές πίεσης στην πυροσβεστική αντλία, εφόσον διατίθεται αυτή, ή στον κατακόρυφο σωλήνα τροφοδοσίας του και στην πιο απομακρυσμένη πυροσβεστική φωλιά. Ο καθορισμός του αριθμού πυροσβεστικών φωλιών για την κάλυψη όλων των σημείων προστατευόμενου χώρου, υπολογίζεται με απόσταση ακτίνας 30 m δηλ απόσταση ίση με αυτή που καλύπτει το μήκος 20 m ευκάμπτου σωλήνα και μήκος βολής νερού 10 m. [6].

6.1.1. Επιλογή αντλιών

Η επιλογή αντλίας είναι ένα βασικό θέμα που μπορεί να έχει πολλές συνέπειες στη λειτουργία του συστήματος. Η αντλία θα συνδεθεί με την πηγή ύδατος και το υδροδοτικό πυροσβεστικό σύστημα. Μια λανθασμένη επιλογή δεν θα επιτρέψει στο σύστημα να εκμεταλλευτεί την διαθέσιμη πίεση που απαιτείται για τα δίκτυα των πυροσβεστικών φωλιών. Αυτή είναι και το βασικότερο στοιχείο που πρέπει να προσέξουμε ώστε να μην έχουμε υπερδιαστασιολόγηση του συστήματος (αντιοικονομική κατασκευή δικτύου) [10].

Γενικά για την επιλογή της αντλίας πρέπει να λάβουμε υπόψη τα παρακάτω:

1. Την μέγιστη στατική πίεση στο στόμιο αναρρόφησης της αντλίας
2. Την ελάχιστη δυνατή πίεση στο στόμιο αναρρόφησης της αντλίας (όταν εργάζεται στο 150% της κανονικής της απόδοσης νερού)
3. Την απαιτούμενη παροχή νερού (LPM) για το σύστημα πυροπροστασίας στην απαιτούμενη πίεση λειτουργίας (bar) του συστήματος.
4. Αναλόγως την πηγή νερού του συστήματος επιλογή κατακόρυφης στροβιλαντλίας (αναρρόφηση από φρεάτια, υπόγειες δεξαμενές) ή αντλία οριζόντια φυγοκεντρική διαιρούμενου τύπου

Οι αντλίες που χρησιμοποιούνται συνήθως για πυροπροστασία είναι φυγοκεντρικού τύπου, με οριζόντιο άξονα ή στροβιλαντλίες με κατακόρυφο άξονα. Οι αντλίες πυροπροστασίας έχουν συνήθως ονομαστικές αποδόσεις από 500 ως 17000 LPM και πιέσεις άνω των 2,7 bar. Ο μηχανισμός κίνησης τους, ο ρυθμιστής τους και το σύστημα τροφοδοσίας με ντήζελ (εάν υπάρχει κινητήρας τύπου ντήζελ) κατασκευάζονται βάσει κανόνων ασφαλείας, ώστε να μην είναι ευπαθή στην εκδήλωση πυρκαγιάς. Πιο συγκεκριμένα, όταν η παροχή νερού που απαιτείται στο σύστημα καταιονισμού είναι μεγαλύτερη από 1800 LPM, ο τύπος αντλίας που χρησιμοποιείται συνήθως είναι φυγοκεντρικές αντλίες με οριζόντιο άξονα κίνησης ή στροβιλαντλίες με κατακόρυφο άξονα αναρρόφησης. Για απαιτήσεις παροχής κάτω των 1800 LPM οι αντλίες χρησιμοποιούνται συνήθως πρέπει να είναι πιστοποιημένες για πυροπροστασία από τους κατάλληλους φορείς. [10].

Ο τύπος κινητήρα που χρησιμοποιείται πιο συχνά είναι ο ηλεκτροκινητήρας όπως επίσης και ο πετρελαιοκινητήρας. Για κάθε ζώνη όπου απαιτείται η χρήση αντλιών πρέπει να υπάρχει ξεχωριστή αντλία ή ομάδα αντλιών συνδεδεμένη σε σειρά. Οι ηλεκτροκίνητες αντλίες πρέπει να έχουν ηλεκτρική παροχή ενέργειας ανεξάρτητη από τον κεντρικό πίνακα του κτιρίου. Για την επαρκή λειτουργία της αντλίας στις περισσότερες περιπτώσεις απαιτείται αυτόματη εκκίνηση του κινητήρα. Η αυτόματη εκκίνηση του κινητήρα συνδυάζεται με πτώση πίεσης στο σύστημα των μόνιμων σωληνώσεων του δικτύου επομένως πρέπει να γίνει σχετική πρόβλεψη (πχ ρυθμιστές εκκίνησης).

6.1.2. Ρυθμιστές πίεσης

Σε ένα ΜΥΠΔ συνήθως υπάρχει η ανάγκη για τοποθέτηση ρυθμιστών πίεσης σε συγκεκριμένα σημεία του συστήματος. Ο ρυθμιστής πίεσης θα ελαττώνει αυτόματα μία υψηλή πίεση εισόδου σε σταθερή χαμηλή πίεση εξόδου, ανεξαρτήτως των διακυμάνσεων της υψηλής πίεσης. Σε περίπτωση που η πίεση εξόδου υπερβεί μια προκαθορισμένη τιμή, πρέπει αυτόματα να κλείνει η βάνα και το υποσύστημα ελέγχου. Ο ρυθμιστής πίεσης αποτελείται από την κύρια βάνα και από το υποσύστημα ελέγχου. Η κύρια βάνα χειρίζεται υδραυλικά μέσω του υποσυστήματος ελέγχου. Το υποσύστημα ελέγχου πρέπει να είναι ευαίσθητο (ακόμη και σε παραμικρές αλλαγές της πίεσης) και να ρυθμίζει αυτόματα την κύρια βάνα στην επιθυμητή πίεση εξόδου.

Η σχετική νομοθεσία [14] ορίζει κάποιες μέγιστες πιέσεις σε σημεία λήψεων, ανάλογα με την κατηγορία του ΜΥΠΔ. Όταν η πίεση του νερού σε οποιαδήποτε λήψη ενός συστήματος ξεπερνά τα 6,5 bar, τότε πρέπει να προσαρμόζεται πριν από τη λήψη κατάλληλος μειωτής πίεσης. Όταν η πίεση σε μια λήψη είναι μεγαλύτερη από 10 bar τότε πρέπει να υπάρχει κατάλληλη προειδοποιητική πινακίδα. Όταν η πίεση σε μια λήψη είναι μεγαλύτερη 12 bar αποφεύγεται συνήθως η χρήση αυλών (ακροφυσίων) με διάταξη διακοπής της ροής, εκτός αν τοποθετηθεί μειωτής πίεσης.

6.1.3. Ελάχιστη παροχή ύδατος

Για την κάθε κατηγορία υδροδοτικού δικτύου (§ 4.1.1.) υπάρχουν κάποιες ελάχιστες παροχές ύδατος. Αυτές αναφέρονται σε μια ελάχιστη παροχή ύδατος (για μια ελάχιστη χρονική διάρκεια) υπό μια ελάχιστη πίεση παροχής. Σημαντικό είναι και το πλήθος των κεντρικών σωλήνων τροφοδότησης που θα χρησιμοποιηθούν στην υλοποίηση του συστήματος καθώς μπορεί να υπάρχουν περισσότεροι από ένας. Περισσότερες λεπτομέρειες μπορούν να αναζητηθούν στη σχετική νομοθεσία [14].

6.1.4. Σωληνώσεις - Δοκιμές συστήματος

Το μέγεθος των σωληνώσεων εξαρτάται από το μέγεθος και τον αριθμό των πυροσβεστικών βολών που είναι πιθανόν να λειτουργήσουν ταυτόχρονα, καθώς και από την κεντρική παροχή νερού. Η διαστασιολόγηση των σωληνώσεων γίνεται σε συνδυασμό με την ελάχιστη παροχή ύδατος για κάθε κατηγορία. Στην περίπτωση που έχουμε ΜΥΠΔ Κατηγορίας II οι διατομές των σωληνώσεων εξαρτώνται από το ύψος της στήλης ύδατος καθώς και το πλήθος των Π.Φ που θα τροφοδοτούνται. Για την προστασία των διαφόρων σωληνώσεων του μόνιμου υδροδοτικού πυροσβεστικού δικτύου από φωτιά ή άλλη μηχανική βλάβη προτιμάται η τοποθέτηση αυτών σε κλιμακοστάσια ή κοντά σε αυτά. Η εσωτερική διάμετρος των κατακόρυφων σωληνώσεων ενός μόνιμου υδροδοτικού πυροσβεστικού δικτύου πρέπει να είναι ανάλογη των απαιτούμενων εκάστοτε ποσοτήτων νερού και πίεση βάσει υδραυλικών υπολογισμών.

Οι δοκιμές του συστήματος είναι ένα πολύ σημαντικό κομμάτι που αφορά κυρίως στην καλή λειτουργία (και τη συντήρηση) του υδροδοτικού δικτύου. Σε γενικές γραμμές κάθε πέντε χρόνια πρέπει να γίνεται υδραυλική δοκιμή του συστήματος. Επιπλέον κάθε ΜΥΠΔ πρέπει να δοκιμάζεται υδροστατικά σε πίεση τουλάχιστον 10 bar. Στην περίπτωση που η πίεση κανονικής λειτουργίας αυτού είναι μεγαλύτερη από 7 bar, η δοκιμή πρέπει να γίνεται σε πίεση τουλάχιστον 3,5 bar μεγαλύτερη από την πίεση κανονικής λειτουργίας (για 15 min, χωρίς διαρροή). [14]

6.2. Μόνιμο Σύστημα Καταιονισμού Ύδατος (Sprinkler)

6.2.1. Γενικά

Η διαστασιολόγηση των δικτύων Sprinkler μπορεί να γίνει με τον εμπειρικό τρόπο, που αντιστοιχίζει σε κάθε διάμετρο σωληνώσεως ένα μέγιστο αριθμό καταιονητήρων που μπορεί να συνδεθεί σε αυτή. Σε μικρά δίκτυα καταιονισμού η παραπάνω μέθοδος είναι επαρκής ως προς τη διαστασιολόγηση των σωληνώσεων. Σε μεγάλα όμως δίκτυα με πολλούς καταιονητήρες, στα κεντρικά τμήματα του δικτύου, προς το αντλητικό συγκρότημα, η εφαρμογή της εμπειρικής μεθόδου οδηγεί σε επιλογή μεγάλων διαμέτρων σωληνώσεων (αντιοικονομική κατασκευή δικτύου). Από την επιλογή αυτή επίσης δεν γίνεται εκμετάλλευση της διαθέσιμης πίεσης που απαιτείται για τα δίκτυα των Π.Φ που τροφοδοτούνται συνήθως από το ίδιο αντλητικό συγκρότημα, με αποτέλεσμα να τοποθετείται στον κλάδο των καταιονητήρων μειωτής πίεσης. Τέλος αξίζει να σημειωθεί πως για κτίρια μεγάλου κινδύνου και για μεγάλα δίκτυα καταιονισμού ο υδραυλικός υπολογισμός σωληνώσεων είναι υποχρεωτικός.

Από τις σοβαρότερες παραμέτρους που πρέπει να ληφθούν υπόψιν είναι ο αριθμός των ακροφυσίων που πρέπει να δουλεύουν ταυτόχρονα (από τον οποίο καθορίζεται η παροχή της αντλίας) και η ταυτόχρονη ή όχι λειτουργία των ακροφυσίων με τις πυροσβεστικές φωλιές. Ένα δεύτερο πρόβλημα που προκύπτει από τα παραπάνω είναι ο τελικός υπολογισμός των χαρακτηριστικών του αντλητικού συγκροτήματος (παροχής και μανομετρικού) και της δεξαμενής πυρόσβεσης τόσο στην περίπτωση του εμπειρικού όσο και στην περίπτωση του μη ορθού υδραυλικού υπολογισμού. Περισσότερες πληροφορίες για την επιλογή των παροχών των καταιονητήρων μπορούν να αναζητηθούν στη σχετική βιβλιογραφία. [9]. Πρέπει να τονισθεί το γεγονός ότι οι καταιονητήρες που λειτουργούν ταυτόχρονα (περιοχή υπολογισμού) δεν δίνουν όλοι την ίδια παροχή. Οι καταιονητήρες που βρίσκονται πιο κοντά στο αντλητικό συγκρότημα δίνουν σημαντικά μεγαλύτερη παροχή νερού. Η θεώρηση του συνολικού αριθμού καταιονητήρων σαν

«βρύσες» που περίπου δίνουν την ίδια παροχή και κυρίως χωρίς αναφορά σε τι πίεση, πιθανώς να οδηγήσει σε λανθασμένους υπολογισμούς. Αυτό με τη σειρά του οδηγεί σε υποδιαστασιολόγηση της παροχής και πίεσης του αντλητικού συγκροτήματος και συνεπώς της αντίστοιχης δεξαμενής νερού πυρόσβεσης.

Σε γενικές γραμμές ο NFPA καθορίζει, για τις περιπτώσεις μικρού και συνήθους κινδύνου, τις ελάχιστες παροχές και πιέσεις λειτουργίας των συστημάτων καταιονισμού (sprinklers) που υπολογίζονται με την εμπειρική μέθοδο (Πίνακας 6.2.1-1). Στις περιπτώσεις μεγάλου κινδύνου (μεγάλα δίκτυα καταιονισμού) απαιτείται οπωσδήποτε υδραυλικός υπολογισμός του δικτύου.

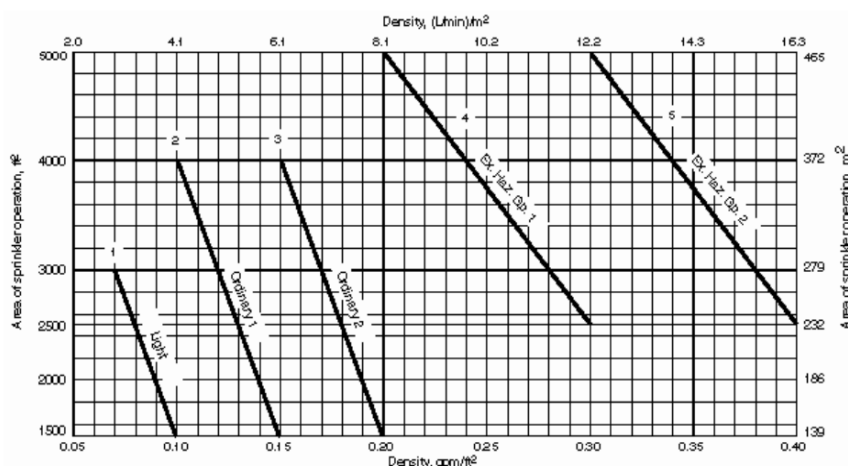
Πίνακας 6.2.1-1

| Κατηγορία Κινδύνου | Ελάχιστη Πίεση (bar) | Παροχή στη βάση του Riser (LPM) | Διάρκεια (min) |
|--------------------|----------------------|---------------------------------|----------------|
| Μικρός | 1,034 | 1893 – 2839 | 30 – 60 |
| Συνήθης | 1,380 | 3217 – 5678 | 60 - 90 |

6.2.2. Παραδοχές υπολογισμών συστήματος καταιονισμού

Στην ενότητα § 4.2. έχουμε ήδη αναφερθεί σε βασικές έννοιες ενός συστήματος καταιονισμού. Εδώ θα περιγράψουμε τη διαδικασία μέσω της οποίας μπορούμε να διαστασιολογήσουμε ένα σύστημα. Για τους υδραυλικούς υπολογισμούς λοιπόν των δικτύων καταιονισμού ακολουθούνται γενικά τα παρακάτω βήματα:

1. Κατάταξη του κτιρίου ή του πυροδιαμερίσματος ή της περιοχής σε κάποια κατηγορία κινδύνου.
2. Επιλογή του τύπου συστήματος (§ 4.2.2.).
3. Καθορισμός πυκνότητας καταιονισμού (§ 4.2.3.2.).
4. Ορισμός επιφάνειας επενέργειας A_v του συστήματος (Εικόνα 6.2.2-1).



Εικόνα 6.2.2-1 Διάγραμμα ειδικής παροχής και επιφάνειας υπολογισμού σε συνάρτηση με τους βαθμούς κινδύνου του κτιρίου.

Για συστήματα καταιονισμού σε περιοχές μικρού κινδύνου πρέπει να θεωρείται μια ελάχιστη επιφάνεια επενέργειας 139 m^2 και πυκνότητα καταίονησης $4,1 \text{ LPM/m}^2$. Για συστήματα καταιονισμού σε περιοχές συνήθους κινδύνου αντίστοιχα μια ελάχιστη επιφάνεια επενέργειας 232 m^2 και πυκνότητα καταίονησης $6,4 \text{ LPM/m}^2$. Για μικρότερες επιφάνειες επενέργειας θεωρούμε τις αντίστοιχες των 139 m^2 και 232 m^2 αναλόγως την κατηγορία κινδύνου. [7].

5. Προσδιορισμός του μέγιστου αριθμού sprinkler που αναμένεται να ενεργοποιηθούν ταυτόχρονα ανάλογα με την κατηγορία κινδύνου.
6. Προσδιορισμός της επιφάνεια κάλυψης κάθε καταιονητήρα ανάλογα με την κατηγορία κίνδυνου και σύμφωνα με τους κανονισμούς. Αναλυτικές οδηγίες για επιφάνεια κάλυψης και απόσταση μεταξύ sprinkler δίνονται στη σχετική νομοθεσία.
7. Προσδιορισμός του αριθμού κλάδων και των καταιονητήρων κάθε κλάδου που θα ληφθεί υπ' όψιν στους υπολογισμούς.

6.2.3. Υπολογισμός μεγεθών σωληνώσεων και εξαρτημάτων

Όσα από τα συστήματα καταιονισμού διαθέτουν καταιονητήρες κλειστού τύπου (εκτόξευση ύδατος μόνο κατά την ενεργοποίηση του μηχανισμού) ακολουθούν τους ίδιους κανόνες υπολογισμού των σωληνώσεων και των εξαρτημάτων. Γενικά υπάρχουν διαφορές από σύστημα σε σύστημα μεταξύ των συντελεστών τριβών στις σωληνώσεις τους. Ένα συστήματα υγρού τύπου, λόγω της συνεχής παρουσίας νερού, θα παρουσιάζει μεγαλύτερο βαθμό οξείδωσης των εσωτερικών των σωληνώσεων του σε σχέση με ένα ξηρό σύστημα (αέρας αντί για νερό στις σωληνώσεις). Ο διαφορετικός βαθμός οξείδωσης στις σωληνώσεις μας οδηγεί σε διαφορετικές απώλειες τριβής κατά τη ροή ύδατος. Οι απώλειες αυτές εκφράζονται μέσω του **συντελεστή τριβής C** (§ 6.2.5.2.). Ο συντελεστής αυτός είναι διαφορετικός στα συστήματα υγρού τύπου από εκείνον στα συστήματα ξηρού τύπου. [7]

Υπάρχουν δυο μέθοδοι υπολογισμού των μεγεθών των σωληνώσεων και των εξαρτημάτων των συστημάτων η μέθοδος του εμπειρικού υπολογισμού μεγεθών και η μέθοδος των υδραυλικών υπολογισμών.

6.2.4. Μέθοδος εμπειρικού υπολογισμού

Στον παρακάτω πίνακα (Πίνακας 6.2.4-1) δίνονται στοιχεία για τον εμπειρικό καθορισμό της παροχής και της πίεσης για την κανονική λειτουργία ενός συστήματος καταιονισμού. Στη συνέχεια πρέπει να γίνει επιλογή των διατομών των σωληνώσεων ώστε ο κάθε καταιονητήρας να τροφοδοτείται με επαρκή πίεση και νερό. Αναλυτικές οδηγίες μπορούν να αναζητηθούν στη σχετική βιβλιογραφία. [6]

Πίνακας 6.2.4-1 Εμπειρικός καθορισμός στοιχείων

| Κατάταξη Χώρου | Απαιτούμενη Ελάχιστη Πίεση (bar) | Παροχή στη βάση του Riser (l/min) | Διάρκεια (min) |
|----------------------------|---|-----------------------------------|----------------|
| Μικρός Κίνδυνος | 1,034 | 1893 – 2839 | 30 – 60 |
| Συνήθης Κίνδυνος (Ομάδα 1) | 1,034 ή μεγαλύτερη | 2650 – 3785 | 60 – 90 |
| Συνήθης Κίνδυνος (Ομάδα 2) | 1,034 ή μεγαλύτερη | 3217 – 5678 | 60 – 90 |
| Συνήθης Κίνδυνος (Ομάδα 3) | Πίεση και ποσότητα ροής ύδατος για το σύστημα καταιονισμού και απαιτήσεις νερού μέσω εύκαμπτων σωλήνων καθορίζεται από τις αρμόδιες αρχές | | 60 – 120 |
| Αποθήκες | | Ομοίως | |
| Πολυώροφα κτίρια | | Ομοίως | |
| Μεγάλος Κίνδυνος | | Ομοίως | |

Σημειώσεις

1. Η πίεση που απαιτείται στη βάση του κατακόρυφου σωλήνα τροφοδοσίας του συστήματος ορίζεται ως η πίεση στον καταιονητήρα που βρίσκεται πιο ψηλά (1,034 bar) συν την στατική πίεση του ύψους του (από τη βάση του σωλήνα τροφοδοσίας) που απαιτείται για τη ροή της προβλεπόμενης ποσότητας νερού.
2. Η μικρότερη ποσότητα νερού είναι η ελάχιστη, η οποία είναι αποδεκτή για συστήματα εμπειρικού τύπου και περιλαμβάνει ποσότητα νερού για την τροφοδοσία και των εύκαμπτων σωλήνων. Η μεγαλύτερη ποσότητα συνήθως επαρκεί για όλες τις περιπτώσεις κάθε κατηγορίας.
3. Η ποσότητα νερού μπορεί να ελαττωθεί κατά 950 l/min αν αναφερόμαστε σε χώρο μικρών διαστάσεων ή το κτίριο (συμπεριλαμβάνοντας και τη στέγη) είναι διαχωρισμένο με άκαυστα υλικά σε τμήματα
4. Η μικρότερη διάρκεια κατάσβεσης είναι συνήθως αποδεκτή όταν υπάρχει σύνδεση του συναγερμού με σταθμό παραλαβής σημάτων συναγερμού κοντά στο χώρο. Η μεγαλύτερη διάρκεια αρκεί για όλες τις περιπτώσεις κάθε κατηγορίας.
5. Για αποθήκες, πολυώροφα κτίρια και χώρους μεγάλου κινδύνου ο υπολογισμός των μεγεθών πρέπει να γίνεται μόνο μέσω υδραυλικών υπολογισμών.

Στη συνέχεια γίνεται αναφορά στην επιλογή των διατομών για τις σωληνώσεις του συστήματος. Η εμπειρική μέθοδος υπολογισμού χρησιμοποιεί πίνακες για την κάθε κατηγορία κινδύνου. Οι πίνακες αυτοί είναι αποτέλεσμα εμπειρίας ετών και δίνουν ικανοποιητικά αποτελέσματα σε περιπτώσεις πυρκαγιάς σε κτίρια εφοδιασμένα με σύστημα καταιονισμού. Η γενική αρχή αναφέρει ότι συστήματα που προστατεύουν χώρους μεγάλου κινδύνου πρέπει να υπολογίζονται υδραυλικά. Οι αρμόδιες αρχές θα καθορίσουν την παροχή και την πίεση για κάθε σύστημα αναλόγως την περίπτωση. Εν τούτοις δίνονται πίνακες εμπειρικών μεγεθών και για συστήματα μεγάλου κινδύνου. [6-7].

Φυσικά υπάρχουν κάποιοι γενικοί κανόνες οι οποίοι πρέπει να ακολουθούνται αυστηρά σε περίπτωση εμπειρικού υπολογισμού των μεγεθών, αλλιώς, όσον αφορά τη διαστασιολόγηση του δικτύου, μπορεί να προκύψουν λανθασμένα συμπεράσματα.

Οι κύριοι κανόνες είναι οι παρακάτω: [8]

- Το ελάχιστο μέγεθος διαμέτρου σωλήνα είναι 1 in (25 mm).
- Απαγορεύεται η χρήση σωληνώσεων μικρότερης διατομής σε οποιαδήποτε περίπτωση, όταν επί των σωληνώσεων τοποθετούνται καταιονητήρες.
- Τα διάφορα εξαρτήματα που τοποθετούνται στις σωληνώσεις (βάνες, βαλβίδες, γωνίες, διακλαδώσεις κλπ) θα έχουν την ίδια διατομή με τις σωλήνες στις οποίες τοποθετούνται.

Χώροι Μικρού Κινδύνου

Ο επιτρεπόμενος αριθμός καταιονητήρων επί διακλαδώσεων σε κάθε πλευρά της διασταύρωσης δεν θα ξεπερνά τους οκτώ καταιονητήρες. Όταν οι καταιονητήρες τοποθετούνται πάνω και κάτω από ψευδοροφή και τροφοδοτούνται από την ίδια σωλήνα διακλάδωσης, ο ανώτατος αριθμός οκτώ καταιονητήρες πάνω και οκτώ καταιονητήρες κάτω (από την ψευδοροφή) μπορεί να τροφοδοτηθεί σε κάθε πλευρά της κύριας διασταύρωσης. Περισσότερες λεπτομέρειες για τον υπολογισμό των σωληνώσεων μπορούν να αναζητηθούν στη σχετική βιβλιογραφία. [7]

Πίνακας 6.2.4-2 Διατομές σωληνώσεων για χώρους μικρού κινδύνου [7]

| Χάλυβας | | Χαλκός | |
|---------|------------|---------|------------|
| Διατομή | Sprinklers | Διατομή | Sprinklers |
| 1 in | 2 | 1 in | 2 |
| 1 ¼ in | 3 | 1 ¼ in | 3 |
| 1 ½ in | 5 | 1 ½ in | 5 |
| 2 in | 10 | 2 in | 12 |
| 2 ½ in | 30 | 2 ½ in | 40 |
| 3 in | 60 | 3 in | 65 |
| 3 ½ in | 100 | 3 ½ in | 115 |
| 4 in | Σημείωση 1 | 4 in | Σημείωση 1 |

Πίνακας 6.2.4-3 Αριθμός Sprinkler πάνω και κάτω

| Χάλυβας | | Χαλκός | |
|---------|------------|---------|------------|
| Διατομή | Sprinklers | Διατομή | Sprinklers |
| 1 in | 2 | 1 in | 2 |
| 1 ¼ in | 4 | 1 ¼ in | 4 |
| 1 ½ in | 7 | 1 ½ in | 7 |
| 2 in | 15 | 2 in | 18 |
| 2 ½ in | 50 | 2 ½ in | 65 |

Σημειώσεις

- Όταν ο αριθμός των καταιονητήρων άνω και κάτω της ψευδοροφής υπερβαίνει τους 50 η διατομή του σωλήνα τροφοδοσίας θα πρέπει να αυξάνεται στις 3 in (76 mm).

Χώροι Συνήθους Κινδύνου

Επιτρέπεται η τοποθέτηση μέχρι οκτώ sprinklers σε κάθε πλευρά των διακλαδώσεων. Τα μεγέθη των σωληνώσεων υπολογίζονται από τους παρακάτω πίνακες. [7]

Πίνακας 6.2.4-4 Διατομές σωληνώσεων για χώρους συνήθους κινδύνου

| Χάλυβας | | Χαλκός | |
|---------|------------|---------|------------|
| Διατομή | Sprinklers | Διατομή | Sprinklers |
| 1 in | 2 | 1 in | 2 |
| 1 ¼ in | 3 | 1 ¼ in | 3 |
| 1 ½ in | 5 | 1 ½ in | 5 |
| 2 in | 10 | 2 in | 12 |
| 2 ½ in | 20 | 2 ½ in | 25 |
| 3 in | 40 | 3 in | 45 |
| 3 ½ in | 65 | 3 ½ in | 75 |
| 4 in | 100 | 4 in | 115 |
| 5 in | 160 | 5 in | 180 |
| 6 in | 275 | 6 in | 300 |
| 8 in | Σημείωση 1 | 8 in | Σημείωση 1 |

Όταν η απόσταση μεταξύ των sprinklers στις γραμμές διακλαδώσεων υπερβαίνει τα 3,66 m ή η απόσταση μεταξύ των γραμμών διακλαδώσεων υπερβαίνει τα 3,66 m ο αριθμός των καταιονητήρων (για δεδομένες διατομές σωλήνων) θα είναι σύμφωνα με τον Πίνακα 6.2.4-5.

Πίνακας 6.2.4-5 Διατομές για αποστάσεις sprinkler ή γραμμών άνω των 3,66 m [7]

| Χάλυβας | | Χαλκός | |
|---------|------------|---------|------------|
| Διατομή | Sprinklers | Διατομή | Sprinklers |
| 2 in | 15 | 2 in | 20 |
| 3 in | 30 | 3 in | 35 |
| 3 ½ in | 60 | 3 ½ in | 65 |

Πίνακας 6.2.4-6 Αριθμός Sprinkler πάνω και κάτω

| Χάλυβας | | Χαλκός | |
|---------|------------|---------|------------|
| Διατομή | Sprinklers | Διατομή | Sprinklers |
| 1 in | 2 | 1 in | 2 |
| 1 ¼ in | 4 | 1 ¼ in | 4 |
| 1 ½ in | 7 | 1 ½ in | 7 |
| 2 in | 15 | 2 in | 18 |
| 2 ½ in | 30 | 2 ½ in | 40 |
| 3 in | 60 | 3 in | 65 |

Σημειώσεις

1. Η εφοδιαζόμενη περιοχή από ένα χαλύβδινο ή χάλκινο σωλήνα 8 in σε κάθε όροφο δεν θα υπερβαίνει τα 4850 m². Όταν το ύψος υλικών αποθήκευσης υπερβαίνει τα 4,5 m (ή η αποθήκευση πάνω στις παλέτες ξεπερνά τα 3,66 m) η εξυπηρετούμενη επιφάνεια μέσω χαλύβδινου ή χάλκινου σωλήνα 8 in δεν θα υπερβαίνει τα 3740 m².
2. Σε περιπτώσεις που μονά συστήματα καταιονισμού εξυπηρετούν αποθήκη και περιοχή μεσαίου κινδύνου η καλυπτόμενη αποθήκη δεν θα ξεπερνά τα 3740 m² και η ολική περιοχή που καλύπτεται δεν θα ξεπερνά τα 4850 m².
3. Όταν ο συνολικός αριθμός sprinkler άνω και κάτω της ψευδοροφής υπερβαίνει τους 60, ο σωλήνας που τους τροφοδοτεί θα πρέπει να αυξάνεται σε 3 ½ in και επιπλέον να ακολουθείται ο πίνακας υπολογισμού μεγεθών για χώρους συνήθους κινδύνου
4. Οι παραπάνω πίνακες ισχύουν για χώρους συνήθους κινδύνου ομάδων 1,2 και 3

Χώροι Μεγάλου Κινδύνου

Επιτρέπεται η τοποθέτηση μέχρι οκτώ sprinklers σε κάθε πλευρά των διακλαδώσεων. Ο παρακάτω πίνακας δίνεται μόνο ως οδηγός καθώς οι χώροι μεγάλου κινδύνου πρέπει να υπολογίζονται υδραυλικά.

Πίνακας 6.2.4-6 Διατάξεις σωληνώσεων για χώρους μεγάλου κινδύνου [7]

| Χάλυβας | | Χαλκός | |
|---------|------------|---------|------------|
| Διατομή | Sprinklers | Διατομή | Sprinklers |
| 1 in | 1 | 1 in | 1 |
| 1 ¼ in | 2 | 1 ¼ in | 2 |
| 1 ½ in | 5 | 1 ½ in | 5 |
| 2 in | 8 | 2 in | 8 |
| 2 ½ in | 15 | 2 ½ in | 20 |
| 3 in | 27 | 3 in | 30 |
| 3 ½ in | 40 | 3 ½ in | 45 |
| 4 in | 55 | 4 in | 65 |
| 5 in | 90 | 5 in | 100 |
| 6 in | 150 | 6 in | 170 |
| 8 in | Σημείωση 1 | 8 in | Σημείωση 1 |

Σημειώσεις

1. Η προστατευόμενη επιφάνεια μέσω χαλύβδινου ή χάλκινου σωλήνα 8 in σε κάθε όροφο δεν θα υπερβαίνει τα 2340 m². [7]

6.2.5. Υδραυλικός υπολογισμός

Ένα υδραυλικά υπολογισμένο σύστημα sprinklers είναι το σύστημα του οποίου τα μεγέθη των σωληνώσεων ορίζονται σύμφωνα με την απώλεια πίεσης για να δώσουν μια προκαθορισμένη ποσότητα νερού (LPM/m²) διαμοιρασμένη, στο μέτρο του δυνατού, ομοιόμορφα σε μια επιφάνεια κάλυψης προκαθορισμένου εμβαδού. Αυτό επιτρέπει την επιλογή των διατομών των σωληνώσεων σύμφωνα με την παροχή νερού και τη πίεση που υπάρχει. Με την έννοια υδραυλικός υπολογισμός δεν εννοείται απλώς η εύρεση της πτώσης πίεσης στο δυσμενέστερο καταιονητήρα με βάση τις θεωρητικές παροχές, αλλά η ανάπτυξη σωστής μεθοδολογίας για την εύρεση των πραγματικών παροχών στους κλάδους.

Όλα τα συστήματα συνεχίζουν να υπακούν τους κανόνες μέγιστης κάλυψης επιφάνειας δαπέδου. Το μικρότερο μέγεθος σωληνώσεων δεν θα είναι κάτω από 1 in για σιδηροσωλήνα και ¾ in για χαλκοσωλήνα. Το μέγεθος των σωληνώσεων, ο αριθμός των sprinklers ανά διακλάδωση και ο αριθμός των διακλαδώσεων ανά σωλήνα τροφοδοσίας περιορίζεται μόνο από την υπάρχουσα παροχή νερού και πίεση. Επιπλέον η μελέτη υδραυλικού υπολογισμού συστήματος θα συμφωνεί με τους κανόνες των αποστάσεων και τοποθέτησης των sprinklers καθώς και των άλλων σχετικών κανόνων. [9]

6.2.5.1. Μέθοδος υδραυλικού υπολογισμού

Για όλα τα sprinklers των δικτύων καταιονισμού με νερό ισχύει πάντα η σχέση: [3]

$$Q = K \times \sqrt{P} \quad (\text{Σχ. 6.2.5.1-1})$$

όπου:

- Q είναι η παροχή του sprinkler σε l/min
- P είναι η πίεση στο sprinkler σε bar
- K είναι η σταθερά του στομίου του sprinkler (συντελεστής ροής)

Η παραπάνω εξίσωση ισχύει και αν επιλέξουμε ως μονάδες για την παροχή (Q) τα gal/min και για την πίεση (P) τα psi. Για την μετατροπή μεταξύ των μονάδων ισχύει 1 gal = 3,875 lt και 1 psi = 0,0689 bar.

Από την γενική σχέση υπολογισμού είναι φανερό πως η παροχή του κάθε καταιονητήρα εξαρτάται από την **πίεση** που εφαρμόζεται σε αυτόν και εν τέλει από τη **θέση** του καταιονητήρα στο δίκτυο. Για παράδειγμα για την ελάχιστη επιτρεπόμενη πίεση των 0,4823 bar (για υδραυλικά υπολογιζόμενα δίκτυα) στον πιο απομακρυσμένο καταιονητήρα, η παροχή του πρώτου (δυσμενέστερου) θα είναι περίπου 55 l/min. Για την ελάχιστη επιτρεπόμενη πίεση των 1,034 bar (για δίκτυα μικρού κινδύνου υπολογιζόμενα με την εμπειρική μέθοδο) η παροχή του πρώτου (δυσμενέστερου) καταιονητήρα θα είναι 82 l/min. Τα συστήματα καταιονισμού σύμφωνα με το NFPA 13 πρέπει να σχεδιάζονται για μια μέγιστη πίεση λειτουργίας που δεν θα ξεπερνά τα 12,1 bars. (175 psi). [14].

Το πιο συχνά χρησιμοποιούμενο ακροφύσιο σε συστήματα sprinkler είναι εκείνο διατομής ½ in. Όσον αφορά τη σταθερά K, για συνήθη στόμια διατομής ½ in, είναι πάντα **80,7** στο μετρικό σύστημα. Αυτό σημαίνει πως για πίεση 1 bar η παροχή του καταιονητήρα με στόμιο ½ in είναι 80,7 l/min. Στον παρακάτω πίνακα (Πίνακας 6.2.5.1-1) αναφέρουμε την παροχή του ακροφυσίου αναλόγως την πίεση του νερού για ακροφύσιο διατομής ½ in.

| Πίεση Νερού | | Παροχή Ακροφυσίου | |
|-------------|-------|-------------------|---------|
| psi | bar | gal/min | l/min |
| 10 | 0,69 | 18 | 68,13 |
| 15 | 1,034 | 22 | 83,27 |
| 20 | 1,378 | 25 | 94,625 |
| 25 | 1,723 | 28 | 105,98 |
| 35 | 2,412 | 34 | 128,69 |
| 50 | 3,445 | 41 | 155,185 |
| 75 | 5,168 | 50 | 189,25 |
| 100 | 6,9 | 58 | 219,53 |

Πίνακας 6.2.5.1-1 Πίεση και παροχή ακροφυσίου ½ in. [3]

6.2.5.2. Διαδικασία υπολογισμών

Η επιφάνεια σχεδιασμού είναι η δυσμενέστερη υδραυλικά, με την περισσότερη ζήτηση ορθογώνια επιφάνεια, με διάσταση παράλληλα στους κλάδους των καταιονητήρων, τουλάχιστον 1,2 φορές την τετραγωνική ρίζα της επιφάνειας επενέργειας. Μπορούν να περιλαμβάνονται sprinklers και από τις δυο πλευρές μιας διακλάδωσης (cross main). Κάθε κλασματικό αποτέλεσμα θα στρογγυλοποιείται προς τον επόμενο ολόκληρο καταιονητήρα. Τα ανωτέρω αναλύονται στη συνέχεια μέσα από ένα παράδειγμα.

Έστω μια απομακρυσμένη περιοχή σχεδιασμού καταιονητήρων με επιφάνεια επενέργειας $A = 140 \text{ m}^2$ και κάλυψη κάθε καταιονητήρα 12 m^2 θα έχουμε

- Σύνολο καταιονητήρων για υπολογισμό $N = 140/12 = 11,67$ άρα $N = 12$ καταιονητήρες
- Αριθμός καταιονητήρων στον κλάδο (branch line) είναι $1,2 \times \sqrt{A}/S$. Η απόσταση μεταξύ

των καταιονητήρων στον ίδιο κλάδο είναι $S = 3,5 \text{ m}$ άρα έχουμε $1,2 \times \sqrt{140}/3,5 = 4,06$.

- Επομένως επιλέγονται τέσσερις (4) καταιονητήρες στον ίδιο κλάδο και τρεις κλάδους, για τους συνολικά 12 καταιονητήρες.

Η ελάχιστη πίεση λειτουργίας για κάθε καταιονητήρα σε υδραυλικά υπολογιζόμενα συστήματα είναι 0,5 bar (7 psi) σύμφωνα με τον NFPA 13. Ξεκινώντας από τον πιο απομακρυσμένο (δυσμενέστερο) καταιονητήρα της περιοχής υπολογισμού, υπολογίζονται, με βάση την απαιτούμενη πυκνότητα καταιόνησης και τη σχέση 6.2.5.1-1, οι παροχές και οι πιέσεις όλων των καταιονητήρων στον ένα κλάδο και κατά συνέπεια τη συνολική παροχή και το K του κλάδου. Στην περίπτωση που οι επόμενοι κλάδοι είναι **ακριβώς ίδιοι** με τον πρώτο (και κατά συνέπεια θα έχουν το ίδιο K) υπολογίζονται οι παροχές τους και πάλι με βάση την ανωτέρω σχέση. Στην περίπτωση που οι επόμενοι κλάδοι δεν είναι ίδιοι με τον πρώτο, ο υπολογισμός του K κάθε κλάδου πρέπει να γίνει ανεξάρτητα. Με αυτό τον τρόπο υπολογίζουμε τις παροχές και τις πιέσεις σε όλο το μήκος του δικτύου μέχρι τις βαλβίδες του συστήματος. Τέλος υπολογίσουμε την παροχή και το μανομετρικό των αντλιών και τη χωρητικότητα της δεξαμενής πυρόσβεσης.

Για τον υπολογισμό των τριβών των σωληνώσεων προτείνεται (NFPA 13) ο τύπος **Hazen – Williams** που για μονάδες στο SI είναι:

$$P_m = 6,05 \times \left(\frac{Q_m^{1,85}}{C^{1,85} \times d^{4,87}} \right) \times 10^5 \quad (\Sigma\chi. 6.2.5.2-1)$$

όπου

- P_m : η αντίσταση τριβών του σωλήνα σε bars/m.
- Q_m : η ροή σε l/min.
- d_m : η ενεργή εσωτερική διάμετρος σε mm..
- C : ο συντελεστής τριβών (σύμφωνα με τον Πίνακα 6.2.5.2-1).

Πίνακας 6.2.5.2-1 Συντελεστής τριβών αναλόγως του υλικού [3]

| Υλικό Σωλήνα | C |
|--|-----|
| Χυτοσίδηρος | 100 |
| Χάλυβας (Sprinkler ξηρού τύπου και προενέργειας) | 100 |
| Χάλυβας (Sprinkler υγρού τύπου και κατακλυσμού) | 120 |
| Χαλκός | 150 |
| PVC | 150 |

Επειδή υπάρχουν διάφοροι τύποι βαλβίδων αντεπιστροφής οι τιμές που αναφέρονται είναι ο μέσος όρος για το κάθε μέγεθος. Η τριβή των σωληνώσεων μπορεί να υπολογιστεί και με άλλους τύπους όπως ο συνδυασμός της εξίσωσης του Darcy με τις εξισώσεις του Colebrook (για τον υπολογισμό του συντελεστή τριβής λ). Ο υδραυλικός υπολογισμός των δικτύων που προτείνεται από τον NFPA 13 δεν επιτρέπει την ανάλυση οιοδήποτε συστήματος συνδυασμού καταιονητήρων. Η ποσότητα νερού που απαιτείται για την κάλυψη της επιφάνειας επενέργειας εξαρτάται από το είδος κινδύνου του χώρου, τον οποίο προστατεύει το κάθε σύστημα. Σε καμία περίπτωση όμως η ποσότητα νερού δεν πρέπει να είναι μικρότερη από τις ελάχιστες ποσότητες που παρουσιάζονται στον επόμενο πίνακα.

Πίνακας 6.2.5.2-2 Ελάχιστη ποσότητα νερού [7]

| Κατηγορία Κινδύνου | Παροχή στα sprinklers (l/min) | Διάρκεια (min) |
|--------------------|-------------------------------|----------------|
| Μικρός | 568 | 30 |
| Συνήθης (Ομάδα 1) | 1515 | 60 – 90 |
| Συνήθης (Ομάδα 2) | 2270 | 60 – 90 |
| Συνήθης (Ομάδα 3) | 2840 | 60 – 120 |
| Μεγάλος (Ομάδα 1) | 4164 | 90 – 120 |
| Μεγάλος (Ομάδα 2) | 5678 | 120 |

6.2.6. Ισοδύναμο μήκος εξαρτημάτων

Οι συνδέσεις, οι βαλβίδες και τα διάφορα εξαρτήματα που υπάρχουν στα δίκτυα σωληνώσεων, προκαλούν διαταραχή στη ροή του νερού, με αποτέλεσμα να έχουμε μια πρόσθετη πτώση πίεσης, πέραν εκείνης που εμφανίζεται στα ευθύγραμμα τμήματα σωληνώσεων. Ο υπολογισμός γίνεται με τη βοήθεια του Πίνακα 6.2.6-1 που ακολουθεί. Από τον πίνακα λαμβάνουμε το ισοδύναμο μήκος σωλήνα που θα μας δώσει την ίδια πτώση πίεσης με αυτή των διάφορων εξαρτημάτων. Στη συνέχεια προσθέτουμε το ισοδύναμο μήκος στο πραγματικό μήκος του ευθύγραμμου σωλήνα, στον οποίο βρίσκεται το εξάρτημα και έχουμε το συνολικό μήκος του

σωλήνα. Γνωρίζοντας την παροχή νερού και τη διάμετρο του σωλήνα είναι δυνατό να γίνει υπολογισμός της πτώσης πίεσης. [3]

Πίνακας 6.2.6-1 Ισοδύναμα Μήκη Εξαρτημάτων (ft) [3]

| Βαλβίδες και συνδέσεις | Ονομαστική Διάμετρος σωλήνα (in) | | | | | | | | | | | | | |
|--------------------------|----------------------------------|---|-----|-----|----|-----|----|-----|----|----|----|----|----|----|
| | 3/4 | 1 | 1 ¼ | 1 ½ | 2 | 2 ½ | 3 | 3 ½ | 4 | 5 | 6 | 8 | 10 | 12 |
| Γωνία 45 | 1 | 1 | 1 | 2 | 2 | 3 | 3 | 3 | 4 | 5 | 7 | 9 | 11 | 13 |
| Γωνία 90 | 2 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 10 | 12 | 14 | 18 | 22 | 27 |
| Γωνία 90 μεγάλης ακτίνας | 1 | 2 | 2 | 2 | 3 | 4 | 5 | 5 | 6 | 8 | 9 | 13 | 16 | 18 |
| Ταυ ή σταυρός | 4 | 5 | 6 | 8 | 10 | 12 | 15 | 17 | 20 | 25 | 30 | 35 | 50 | 60 |
| Σύρτης διακοπής νερού | - | - | - | - | 1 | 1 | 1 | 1 | 2 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
| Δικλείδα ελέγχου | - | - | - | - | 6 | 7 | 10 | - | 12 | 9 | 10 | 12 | 19 | 21 |
| Βαλβίδα πεταλούδα | 4 | 5 | 7 | 9 | 11 | 14 | 16 | 19 | 22 | 27 | 32 | 45 | 55 | 65 |

Σημείωση

Οι τιμές του πίνακα ισχύουν για χαλύβδινους σωλήνες. Για διαφορετικά είδη σωλήνων οι παραπάνω τιμές πρέπει να πολλαπλασιαστούν με τους συντελεστές 0,713 για χυτοσίδηρους σωλήνες και 1,51 για χάλκινους σωλήνες.

6.2.7. Ποιότητα – Στήριξη σωλήνων

Οι σωλήνες μπορεί να συνδέονται με σπειρώματα, συγκόλληση, φλάντζες ή ειδικούς συνδέσμους και να είναι σύμφωνα με τα πρότυπα ΕΛΟΤ 268, ΕΛΟΤ 269, ΕΛΟΤ 281, ISO R/65 ή άλλα αντίστοιχα. Οι σωλήνες πρέπει να προστατεύονται εξωτερικά από τη διάβρωση. Οι υπόγειες σωληνώσεις κατασκευάζονται από σωλήνες που πρέπει να είναι σύμφωνα με τα πρότυπα DIN 28610, DIN 2460, DIN 19800 ή άλλα αντίστοιχα. Οι σωληνώσεις καταιονητήρων κατασκευάζονται για ονομαστική πίεση λειτουργίας 10 bar. [6]

Πίνακας 6.2.7-1 Μέγιστο διάστημα μεταξύ στηριγμάτων (m)

| Ονομαστική διάμετρος | | Γαλβανισμένος σιδηροσωλήνας | | | Χαλκοσωλήνες | | |
|----------------------|-----|-----------------------------|--------------------|------------|-------------------|--------------------|------------|
| mm | in | Οριζόντια αμόνοτη | Οριζόντια μονωμένη | Κατακόρυφη | Οριζόντια αμόνοτη | Οριζόντια μονωμένη | Κατακόρυφη |
| 10 | 3/8 | 1,7 | 1,7 | 2,2 | 1,2 | 1,0 | 1,2 |
| 15 | ½ | 2,0 | 2,0 | 2,2 | 1,2 | 1,4 | 1,2 |
| 20 | ¾ | 2,4 | 2,4 | 3,0 | 1,4 | 1,4 | 1,4 |
| 25 | 1 | 2,4 | 2,4 | 3,0 | 1,7 | 1,5 | 1,7 |
| 32 | 1 ¼ | 2,7 | 2,7 | 3,3 | 1,7 | 1,5 | 1,9 |
| 40 | 1 ½ | 3,0 | 2,7 | 3,7 | 2,0 | 1,8 | 2,2 |
| 50 | 2 | 3,0 | 2,9 | 3,7 | 2,0 | 1,8 | 2,2 |
| 65 | 2 ½ | 3,6 | 3,2 | 4,5 | 2,0 | 2,2 | 2,2 |
| 80 | 3 | 3,6 | 3,2 | 4,8 | 2,4 | 2,5 | 2,6 |
| 100 | 4 | 3,9 | 3,6 | 4,8 | 2,7 | | 2,9 |
| 125 | 5 | 4,2 | 3,9 | 5,2 | | | |
| 150 | 6 | 4,2 | 4,2 | 5,2 | | | |

Η αντοχή των στηριγμάτων στα δομικά στοιχεία πρέπει να συμφωνεί με τα αναγραφόμενα με τις οδηγίες που δίνονται στη σχετική νομοθεσία (εκτός αν προβλέπεται διαφορετικά στα σχέδια). Ενδεικτικά αναφερόμαστε στο μέγιστο διάστημα μεταξύ των στηριγμάτων και στις διαμέτρους των σιδηρών ράβδων ανάρτησης (αναρτήρων).

6.2.8. Υδροδότηση

Η πηγή υδροδότησης πρέπει να μπορεί να τροφοδοτεί αυτόματα και σε κάθε στιγμή το σύστημα με νερό, στην απαιτούμενη πίεση και παροχή. Ως αποδεκτές πηγές υδροδότησης θεωρούνται (σύμφωνα με την ελληνική νομοθεσία):

- Αγωγοί δικτύου πόλης που τροφοδοτούνται από τα δυο άκρα τους
- Ιδιωτικές δεξαμενές βαρύτητας (κατάλληλα προστατευμένες από το πάγωμα)
- Πυροσβεστικά συγκροτήματα
- Πιεστικά Δοχεία

Όταν απαιτείται δεύτερη πηγή υδροδότησης, αυτή πρέπει να έχει την ίδια πίεση, παροχή και χωρητικότητα με την πρώτη πηγή, εκτός από την περίπτωση των πιεστικών δοχείων, των οποίων η χωρητικότητα είναι μόνο 15 m³. Οι ελάχιστες απαιτήσεις πίεσης και παροχής για πηγές υδροδότησης εξαρτώνται από την κατηγορία κινδύνου του κτιρίου που αναφερόμαστε. Οι τιμές αυτές μπορούν να αναζητηθούν στη σχετική βιβλιογραφία. [6]

6.2.9. Αντλίες σε συστήματα πυροπροστασίας

Η «καρδιά» ενός συστήματος sprinkler είναι η αντλία με τον κινητήρα που τροφοδοτεί το σύστημα. Όταν η απαιτούμενη πίεση και παροχή νερού (για την τροφοδότηση του πυροσβεστικού δικτύου) δεν εξασφαλίζεται με άλλο τρόπο, είναι απαραίτητη η χρήση ενός ή περισσότερων αντλητικών συγκροτημάτων, ανάλογα φυσικά με τις ειδικές απαιτήσεις κάθε εγκατάστασης. Οι απαιτήσεις αυτές, για τα συστήματα καταιονισμού, καθορίζεται μέσω των υπολογισμών που έχουν ήδη αναφερθεί (εμπειρικός ή υδραυλικός υπολογισμός συστήματος). [10]

Για την εκλογή της κατάλληλης φυγοκεντρικής αντλίας (Εικόνα 4.1.3.2-1) από τους πίνακες των κατασκευαστών, πρέπει να γνωρίζουμε την παροχή Q και το ολικό μανομετρικό ύψος H της εγκατάστασης.

- **Παροχή Q** - Καθορίζεται από τις ανάγκες του πυροσβεστικού δικτύου.
- **Ολικό μανομετρικό ύψος H** - Είναι το άθροισμα της πτώσης πίεσης στους σωλήνες και στα εξαρτήματα (H_R), του ολικού στατικού ύψους της αντλίας (H_S) (κατακόρυφη απόσταση από τη στάθμη αναρρόφησης μέχρι τη στάθμη κατάθλιψης) και της απαιτούμενης πίεσης P για τη λειτουργία του πυροσβεστικού δικτύου

6.2.9.1. Χαρακτηριστικά λειτουργίας αντλιών

Τα στοιχεία για τα χαρακτηριστικά λειτουργίας των αντλιών θα πρέπει να αναζητηθούν από την Αρμόδια Αρχή ή τον προμηθευτή. Για δεδομένο αριθμό στροφών, διάμετρο φτερωτής και περιοχή παροχών θα πρέπει να δίνονται οι καμπύλες για την πίεση εξόδου, την ισχύ, το συντελεστή

απόδοσης και το απαιτούμενο θετικό ύψος αναρρόφησης. Αναλυτικές οδηγίες μπορούν να αναζητηθούν στη σχετική βιβλιογραφία. [6]

6.2.10. Πυροσβεστικά Συγκρότηματα

Ένα πυροσβεστικό συγκρότημα μπορεί να είναι

- **Απλό** αντλητικό συγκρότημα (πετρελαιοκίνητο)
- **Διπλό** αντλητικό συγκρότημα (πετρελαιοκίνητο κύριο συγκρότημα, ηλεκτροκίνητο βοηθητικό)
- **Τριπλό** αντλητικό συγκρότημα (ένα πετρελαιοκίνητο, ένα κύριο ηλεκτροκίνητο και ένα βοηθητικό ηλεκτροκίνητο).

Η αντλία πυρόσβεσης θα είναι οριζοντίου τύπου φυγοκεντρική και θα συνδεθεί με τα δίκτυα των σωληνώσεων στην αναρρόφηση και στην κατάθλιψη της. Οι φυγοκεντρικές αντλίες που χρησιμοποιούνται θα είναι μονοβάθμιες ή πολυβάθμιες. Το τριπλό αντλητικό συγκρότημα χρησιμοποιείται σε πυροσβεστικά δίκτυα, που βρίσκονται συνεχώς υπό πίεση. Όταν έχουμε μικρή πτώση πίεσης λόγω διαρροών, αρχίζει αυτόματα η λειτουργία της βοηθητικής αντλίας (**jockey pump**), η οποία σταματάει μόλις η πίεση του δικτύου επανέλθει στα κανονικά επίπεδα. [7]

Η απαιτούμενη ισχύς στον άξονα του ηλεκτροκινητήρα, του πετρελαιοκινητήρα και της jockey αντλίας μπορεί να υπολογιστεί από τη σχέση:

$$P_a = \frac{Q_a \times H_o \times \rho \times g}{\eta \times 3600} \quad (\Sigma\chi. 6.2.10-1)$$

- P_a = ισχύς στον άξονα της αντλίας (W)
- Q_a : παροχή αντλίας (m^3/h)
- H_o : μανομετρικό (m)
- ρ : ειδικό βάρος $1000 (Kg/m^3)$
- g : επιτάχυνση βαρύτητας $9,81 (m/s^2)$
- η : βαθμός απόδοσης
 - $\eta_{H/K}$: 0,70 (0,55 ως 0,80) για ηλεκτροκινητήρα
 - $\eta_{Π/K}$: 0,65 (0,55 ως 0,80) για πετρελαιοκινητήρα
 - η_{jockey} : 0,55 (0,55 - 0,80) για αντλία jockey

Η ισχύς του ηλεκτροκινητήρα του πετρελαιοκινητήρα και του ηλεκτροκινητήρα της jockey, πρέπει να είναι μεγαλύτερη από την απαιτούμενη στον άξονα της αντλίας για αυτό το λόγο θεωρούμε ένα ποσοστό προσαύξησης κατά τον υπολογισμό τους. [10].

6.2.11. Πιεστικά δοχεία

Τα πιεστικά δοχεία πρέπει να τοποθετούνται μέσα σε χώρους που προστατεύονται με καταιονητήρες ή σε διαμερίσματα πυράντοχης κατασκευής που δεν εξυπηρετούν άλλη χρήση. Η διατήρηση της στάθμης του νερού και της πίεσης του αέρα, σε κανονικές συνθήκες (όταν δεν έχει εκδηλωθεί πυρκαγιά), πρέπει να γίνεται αυτόματα. [6]

6.2.11.1. Χωρητικότητα σε νερό

Αν το πιεστικό αποτελεί τη μοναδική πηγή τροφοδότησης θα πρέπει να υπάρχει ένα σύστημα συναγερμού για τις περιπτώσεις στις οποίες η πίεση του αέρα και η στάθμη του νερού είναι χαμηλότερες από τα αντίστοιχα όρια ασφαλείας. [6].

6.2.11.2. Πίεση αέρα

Η πίεση του αέρα πρέπει να είναι τόση ώστε η τελευταία ποσότητα νερού που παρέχει το δοχείο να έχει τουλάχιστο την ελάχιστη πίεση που απαιτείται για την εκάστοτε κατηγορία κινδύνου της εγκατάστασης. Ο όγκος του διαθέσιμου χώρου για τον αέρα στο πιεστικό δοχείο πρέπει να είναι τουλάχιστο το 1/3 του όγκου του δοχείου και η ελάχιστη πίεση στην στάθμη του ψηλότερου καταιονητήρα, όταν όλο το νερό έχει αδειάσει από το δοχείο. Η αντίστοιχη πίεση αέρα που πρέπει να διατηρείται στο δοχείο υπολογίζεται από τις ακόλουθες σχέσεις: [6]

(1) Όταν ο πυθμένας του δοχείου είναι στο επίπεδο του ψηλότερου καταιονητήρα

$$P = \frac{(P_1 + 1)}{R} - 1 \quad (\text{Σχ. 6.2.11.2-1})$$

(2) Όταν το δοχείο βρίσκεται χαμηλότερα από τον ψηλότερο καταιονητήρα

$$P = \left(P_1 + 1 + \frac{H}{10} \right) \times \frac{1}{R} - 1 \quad (\text{Σχ. 6.2.11.2-2})$$

όπου:

- **P** : η πίεση (bar) που πρέπει να διατηρείται μέσα στο δοχείο.
- **P₁** : η ελάχιστη πίεση που απαιτείται στον ψηλότερο καταιονητήρα, όταν όλο το νερό έχει αδειάσει από το δοχείο (Πίνακας 6.2.11.2-1).
- **H** : ύψος (m) μεταξύ του ψηλότερου καταιονητήρα και του πυθμένα του δοχείου.
- **R** : ο λόγος του όγκου αέρα μέσα στο δοχείο προς τον συνολικό όγκο του δοχείου. Η τιμή του R υπολογίζεται σύμφωνα με το ύψος (H) μεταξύ του ψηλότερου καταιονητήρα και του πυθμένα του δοχείου (Πίνακας 6.2.11.2-2).

Πίνακας 6.2.11.2-1 Ελάχιστη πίεση δοχείου [6]

| Κατηγορία Κινδύνου | Ελάχιστη Πίεση P ₁ |
|--------------------|-------------------------------|
| Μικρός | 2,2 bar |
| Συνήθης Ομάδα 1 | 1,0 bar |
| Ομάδα 2 | 1,4 bar |
| Ομάδα 3 | 1,7 bar |
| Ομάδα 3 - ειδική | 2,0 bar |

Πίνακας 6.2.11.2-2 Ελάχιστη τιμή του λόγου R [6]

| Ύψος H (m) | Ελάχιστη τιμή R |
|------------|-----------------|
| 0 – 10 | 1/3 |
| 10 – 25 | 1/2 |
| 25- 30 | 4/7 |
| 30 - 35 | 5/8 |
| 35 – 40 | 2/3 |

6.3. Μόνιμο Σύστημα Ψεκασμού Σταγονιδίων Νερού

Γενικά στα αυτόματα συστήματα τεχνητής ομίχλης νερού γίνεται διάκριση μεταξύ των όρων «κατάσβεση» και «προστασία από έκθεση σε φωτιά». Επομένως για τον υπολογισμό τέτοιων συστημάτων πρέπει να εξετάσουμε την κάθε περίπτωση ξεχωριστά. Ένα σύστημα ψεκασμού ύδατος θα διαστασιολογηθεί επαρκώς μέσω υδραυλικών υπολογισμών. Οι υδραυλικοί υπολογισμοί έχουν ως σκοπό τον προσδιορισμό της ονομαστικής διαμέτρου των σωληνώσεων του δικτύου, καθώς και τις απαιτήσεις της παροχής Q και πίεσης P του συστήματος. Η διαδικασία των υπολογισμών θα ξεκινήσει από το πιο απομακρυσμένο ακροφύσιο ομίχλης και θα καταλήξει σε ένα σημείο γνωστής (ή προτεινόμενης) παροχής νερού (το σημείο αυτό είναι συνήθως το σημείο τροφοδότησης του συστήματος) και στη συνέχεια θα γίνουν οι υπολογισμοί των διακλαδώσεων (αν υπάρχουν) [3].

Οι υδραυλικοί υπολογισμοί ουσιαστικά γίνονται με τη μέθοδο που αναφέραμε στην περίπτωση των συστημάτων καταιονισμού ύδατος (§ 6.2.5). Αυτό είναι λογικό διότι τα δύο συστήματα κατασκευαστικά είναι ίδια (αν εξαιρεθούν τα ακροφύσια). Η πυκνότητα ψεκασμού για κατάσβεση, που λαμβάνεται κατά τη σχεδίαση, πρέπει να βασίζεται σε πειραματικά δεδομένα ή εμπειρία σε παρόμοιες καταστάσεις με αυτές που θα συναντήσει το σύστημα όταν εγκατασταθεί. Σύμφωνα με το NFPA 15 για τις περιπτώσεις των πιο συνηθισμένων αναφλέξιμων στερεών και εύφλεκτων υγρών προτείνεται μια πυκνότητα ψεκασμού νερού από 8,1 LPM/m² ως 20,4 LPM/m² της προστατευόμενης περιοχής. Όπως έχει ήδη αναφερθεί σε ένα σύστημα water spray το νερό ψεκάζεται στον προστατευόμενο χώρο. Το νερό είναι υπό μορφή νεφελώματος και αποκτά ιδιαίτερα υψηλή διεισδυτικότητα. Εξαιτίας αυτού του γεγονότος πρέπει απαιτείται ιδιαίτερη προσοχή σε περιπτώσεις που στον προστατευόμενο χώρο υπάρχει μη μονωμένος εξοπλισμός [30-31].

Η ελάχιστη απόσταση μεταξύ ενός εξαρτήματος του αυτόματου συστήματος τεχνητής ομίχλης νερού και κάποιου ηλεκτρικού μη μονωμένου μηχανισμού, δίνεται στον Πίνακα 6.3-1 που ακολουθεί.

| Ονομαστική Τάση Συστήματος (kV) | Μέγιστη Τάση Συστήματος (kV) | Ελάχιστη απόσταση | |
|------------------------------------|---------------------------------|-------------------|------|
| | | in | mm |
| 13,8 | 14,5 | 7 | 178 |
| 23 | 24,3 | 10 | 254 |
| 34,5 | 36,5 | 13 | 330 |
| 46 | 48,3 | 17 | 432 |
| 69 | 72,5 | 25 | 635 |
| 115 | 121 | 42 | 1067 |
| 138 | 145 | 50 | 1270 |
| 161 | 169 | 58 | 1473 |
| 230 | 242 | 76 | 1930 |
| 345 | 362 | 84 | 2134 |
| 500 | 550 | 124 | 3150 |
| 765 | 800 | 167 | 4242 |

Πίνακας 6.3-1 Ελάχιστες αποστάσεις από μη μονωμένο μηχανισμό. [3]

6.4. Μόνιμο σύστημα με Διοξείδιο του Άνθρακα (CO₂)

6.4.1. Διαδικασία σχεδιασμού

Ένας βασικός κανόνας για τον σχεδιασμό ενός συστήματος CO₂ που καλείται να προστατεύσει περισσότερους από ένα χώρους είναι ότι ο υπολογισμός της απαιτούμενης ποσότητας CO₂ πρέπει να γίνεται λαμβάνοντας υπόψη τον μεγαλύτερο χώρο από αυτούς και όχι όλους μαζί. Σε γενικές γραμμές ο υπολογισμός της απαιτούμενης ποσότητας του κατασβεστικού μέσου εξαρτάται από τον τύπο του συστήματος (§ 5.1.2.) που θα χρησιμοποιηθεί. Όταν γίνεται αναφορά σε πυροπροστασία με ολικό κατακλυσμό, ο τρόπος υπολογισμού της απαιτούμενης ποσότητας CO₂ εξαρτάται από το αν η πιθανή φωτιά θα είναι επιφανειακή (σε υγρά, αέρια ή στερεά) ή υποβόσκουσα (σε στερεά) δηλ θα αναπτυχθεί σε βάθος. Για τοπική εφαρμογή η απαιτούμενη ποσότητα υγρού CO₂, που πρέπει να βρίσκεται στις φιάλες, επιλέγεται κατά 40% μεγαλύτερη της ποσότητας που απαιτείται για τον καταιονισμό. Αυτό γίνεται για να λαμβάνεται υπ' όψη η ποσότητα CO₂ που κατά τον καταιονισμό θα μετατραπεί σε αέρια μορφή και που δεν θα συμβάλει στην τοπική κατάσβεση. Αναλυτικά και στοιχεία υπολογισμού για συστήματα CO₂ μπορούν να αναζητηθούν στη βιβλιογραφία. [32]

Βασική ιδιότητα του CO₂ είναι το γεγονός ότι είναι ηλεκτρικά δυσαγωγίμο. Αυτό το κάνει είναι ιδιαίτερα ελκυστικό (και ασφαλές) για χρήση σε ηλεκτρικές συσκευές υπό τάση. Σύμφωνα με τους κανονισμούς του National Fire Protection Associations (NFPA) όταν το CO₂ χρησιμοποιείται για πυροπροστασία **ηλεκτρικών εγκαταστάσεων**, οι ελάχιστες αποστάσεις του ακροφυσίου βολής από ηλεκτροφόρες περιοχές ή αγωγούς παρουσιάζονται στον Πίνακα 6.4.1-1.

| Ελάχιστη απόσταση (mm) | Μέγιστη Τάση (kV) |
|------------------------|-------------------|
| 25 | 0,6 |
| 80 | 6 |
| 200 | 22 |
| 1800 | 150 |

Πίνακας 6.4.1-1 Ελάχιστη απόσταση χρήσης κοντά σε ηλεκτρικές εγκαταστάσεις.[3]

Η χρήση του διοξειδίου του άνθρακα συνίσταται στην κατάσβεση πυρκαγιών στις ειδικές περιπτώσεις που το κατασβεστικό μέσο πρέπει να είναι κακός αγωγός του ηλεκτρισμού και δεν είναι επιθυμητό να αφήσει υπολείμματα. Η επιλογή και τοποθέτηση ακροφυσίων είναι τέτοια ώστε κατά την ενεργοποίηση του συστήματος να επιτυγχάνονται ομοιόμορφα οι απαραίτητες συγκεντρώσεις του CO₂. Υπάρχουν διάφοροι τύποι και μεγέθη ακροφυσίων. Η διατομή του κάθε ακροφυσίου εξαρτάται από την πίεση και την παροχή που επιβάλλει ο σχεδιασμός και όχι από τη αποθηκευμένη ποσότητα CO₂ του συστήματος. Για συστήματα ολικής κατάκλισης με CO₂ χρησιμοποιούνται ακροφύσια διασκορπισμού αερίου ενώ σε συστήματα τοπικής εφαρμογής (π.χ. σύστημα κατάσβεσης H/Z) χρησιμοποιούνται ακροφύσια ομίχλης.

6.4.2. Δίκτυο σωληνώσεων

Βασικό στοιχείο στον υπολογισμό των σωληνώσεων, αναλόγως του τύπου συστήματος που θα χρησιμοποιηθεί, αποτελεί και ο παράγοντας του χρόνου εκτόξευσης. Οι κεντρικές σωληνώσεις του δικτύου **ολικής κατάκλισης** προκύπτουν βάσει του Πίνακα 6.4.2-1 και για χρόνο εκτόξευσης

του CO₂ 1 λεπτού, Βάσει του Πίνακα 6.4.2-1 και για χρόνο εκτόξευσης του CO₂ 0,5 λεπτού προκύπτουν οι κεντρικές σωληνώσεις του δικτύου **τοπικής εφαρμογής**. (1lib=0,453kgr)

| Μέση Παροχή CO ₂ (lbs/min) | Μέγιστη Παροχή CO ₂ (lbs/min) | Διάμετρος σωλήνα (in) |
|--|---|--------------------------|
| 60 | 100 | ½ |
| 150 | 200 | ¾ |
| 250 | 300 | 1 |
| 500 | 600 | 1 ¼ |
| 800 | 900 | 1 ½ |
| 1300 | 1600 | 2 |
| 2300 | 2500 | 2 ½ |
| 3500 | 4000 | 3 |

Πίνακας 6.4.2-1 Υπολογισμός σωληνώσεων δικτύου CO₂.

6.4.3. Ειδικές απαιτήσεις σε συστήματα ολικής κατάκλισης

Με βάση τα διάφορα πρότυπα (π.χ. NFPA 12) τα μέτρα ασφαλείας που πρέπει να λαμβάνονται σε χώρους εγκατάστασης συστημάτων ολικής κατάκλισης CO₂ αποσκοπούν στην αποφυγή εγκλωβισμού ή εισόδου ανθρώπων στην ατμόσφαιρα που προκαλεί η κατάκλιση με CO₂ καθώς και στην άμεση εκκένωση του χώρου και τη διάσωση ανθρώπων που έχουν εγκλωβιστεί, προκειμένου να μην προκληθεί θάνατος ή βλάβη στην υγεία των ανθρώπων.

Ως τέτοια μέτρα για την ασφάλεια προβλέπονται

- i.** Εγκατάσταση μηχανικού κατά κανόνα συστήματος άμεσου εξαερισμού που μετά το πέρας της κατάκλισης θα διοχετεύσει το CO₂, που είναι βαρύτερο του αέρα, σε ασφαλή υπαίθριο χώρο. Το εν λόγω σύστημα, πρέπει κατά προτίμηση να απενεργοποιείται πριν την έναρξη της κατάκλισης, επειδή σε διαφορετική περίπτωση απαιτείται πρόσθετη ποσότητα κατασβεστικού μέσου. Εξαερισμός πρέπει να υφίσταται και εντός του χώρου αποθήκευσης του κατασβεστικού μέσου.
- ii.** Σύστημα χρονοκαθυστέρησης συνδεδεμένο με σύστημα οπτικού και ηχητικού συναγερμού που δίδει διαφορετικό κατά προτίμηση σήμα από εκείνο του συστήματος πυρανίχνευσης, προκειμένου ο χώρος να μην κατακλυσθεί αμέσως μετά την ενεργοποίηση του συστήματος πυρανίχνευσης. Επιπροσθέτως, έξω από τον εν λόγω χώρο, επιβάλλεται η εγκατάσταση συστήματος συναγερμού που θα δίδει συνεχώς σήμα, έως ότου η ατμόσφαιρα αποκτήσει τις συνήθεις ιδιότητες της.
- iii.** Χειροκίνητη βαλβίδα διακοπής που χρησιμοποιείται για την αποφυγή εσφαλμένης ενεργοποίησης του συστήματος, κατά τη διάρκεια εργασιών συντήρησης, ή εφόσον η εκκένωση του χώρου δεν αναμένεται να πραγματοποιηθεί εντός του αναμενόμενου χρόνου όπως π.χ. κατά την εργασία ανθρώπων κάτω από μηχανές, εντός εξοπλισμού κλπ.
- iv.** Πρόσδωση οσμής στο CO₂ που από τη φύση του είναι άοσμο, προκειμένου τυχούσα διαρροή του να γίνει άμεσα αντιληπτή.
- v.** Εφοδιασμός του χώρου με αναπνευστικές συσκευές.
- vi.** Σχέδιο επέμβασης και εκπαίδευση προσωπικού που απασχολείται στο χώρο και στους γειτονικούς σε αυτόν περιλαμβανομένου του προσωπικού εγκατάστασης και συντήρησης του συστήματος, με σενάριο που θα περιλαμβάνει την ταχύτερη αναζήτηση και διάσωση προσώπων εντός του χώρου μετά την διακοπή της κατάκλισης με χρήση αναπνευστικών

συσκευών και την παροχή πρώτων βοηθειών με έμφαση στην παροχή τεχνητής αναπνοής καθώς και επιβεβαίωση της διενέργειας σωστών χειρισμών εκ μέρους του προσωπικού μόλις το σύστημα ενεργοποιηθεί.

- vii.** Σχέδια, εγχειρίδια συντήρησης και χρήσης και λοιπά τεχνικά στοιχεία ενδιαφέροντος που θα πρέπει να φυλάσσονται σε ασφαλή χώρο της επιχείρησης.
- viii.** Επαρκής προστασία του χώρου κατάκλισης αλλά και των γειτονικών καθώς και του χώρου αποθήκευσης διοξειδίου του άνθρακα, όπως επαρκές πλάτος, αριθμός και σήμανση οδύσεων διαφυγής, προειδοποιητικές πινακίδες εντός των χώρων και στις εισόδους τους, πόρτες που θα κλείνουν αυτόματα κατά την έναρξη της κατάκλισης με φορά ανοίγματος προς τα έξω και σε περίπτωση ασφάλισης τους, ικανότητα διάνοιξης τους εκ των έσω. Επιπλέον, λήψη κάθε μέτρου αποφυγής περίπτωσης διείσδυσης του διοξειδίου του άνθρακα σε γειτονικούς χώρους που δεν έχουν σχεδιασθεί να προστατευθούν.
- ix.** Προσεκτική μελέτη της κάθε περίπτωσης ξεχωριστά και λήψη πρόσθετων μέτρων εφόσον απαιτούνται, που θα αποτρέψουν τον κίνδυνο πρόκλησης βλαβών στην υγεία.

6.5. Μόνιμο Σύστημα Ξηράς Σκόνης (Dry Powder)

Από τα μόνιμα συστήματα σκόνης, εκείνα που είναι ίσως περισσότερο σε χρήση, είναι δίκτυα χωρίς σταθερή σωλήνωση, αλλά με μάνικες που είναι τυλιγμένες αρχικά σε τύμπανα και ξετυλίγονται για χειροκίνητη χρήση. Σημαντικό γεγονός για την κατασκευή ενός συστήματος είναι γίνει αντιληπτή η φυσική κατάσταση της σκόνης. Κατά την εκτόνωση του συστήματος αυτή είναι μεν με τη μορφή σκόνης σε εναιώρηση μέσα σε αέριο, αλλά δεν παύει να είναι ένα στερεό σώμα. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα τη δημιουργία ιδιαίτερα υψηλών τριβών μέσα στο δίκτυο των σωληνώσεων. Αυτές οι τριβές πρέπει να λαμβάνονται σοβαρά υπόψη κατά το σχεδιασμό του δικτύου των σωληνώσεων ενός συστήματος ξηράς σκόνης. Η σωλήνωση διανομής πρέπει να είναι όσο το δυνατόν μικρού μήκους και πρέπει να αποφεύγονται ανακάμψεις ή απότομες αλλαγές διεύθυνσεως. [3].

Το βασικό κομμάτι στη διαστασιολόγηση ενός συστήματος ξηράς σκόνης αποτελούν οι αναγκαίες ποσότητες σκόνης και οι ρυθμοί εκκενώσεως. Οι κανονισμοί NFPA δεν δίνουν ακριβή καθορισμό αυτών των στοιχείων, αλλά αναφέρουν πως οι ρυθμοί εκκενώσεως καθορίζονται από τον τύπο και το πυροθερμικό φορτίο του χώρου που προστατεύεται. Σε γενικές γραμμές πάντως υπάρχει μια προκαταρκτική μελέτη που αναφέρεται στον υπολογισμό της ποσότητας σκόνης αναλόγως τη μέθοδο που θα χρησιμοποιήσουμε (καταιονισμό ή κατακλυσμό του κλειστού χώρου).

Σε σύστημα καταιονισμού αναφερόμαστε αρχικά στο αντικείμενο που απαιτείται η προστασία του. Ο εμπειρικός υπολογισμός επιβάλλει να θεωρήσουμε τον όγκο του αντικειμένου αυτού προσαυξημένο κατά 1 m για την κάθε διάταξη του (ακραία σημεία). Σύμφωνα με αυτό η αναγκαία ποσότητα σκόνης υπολογίζεται θεωρώντας ότι ο συνολικός όγκος του αντικειμένου που θα καλυφθεί, θα δέχεται μια ποσότητα της τάξης των 1200 gr/m³. Στην περίπτωση εύφλεκτων υγρών (π.χ. προστασία ανοικτών δεξαμενών) η ελάχιστη ποσότητα σκόνης είναι 4 kg/m² επιφάνειας και με την προϋπόθεση ότι εξασφαλίζεται πολύ γρήγορος ρυθμός προσαγωγής. [33]

Σε συστήματα κατακλυσμού κλειστών χώρων η ελάχιστη ποσότητα σκόνης υπολογίζεται συνήθως στα 600 gr/m³ χώρου [33]. Η κατανομή των ακροφυσίων του συστήματος πρέπει να είναι τέτοια ώστε η συγκέντρωση αυτή να ισχύει για όλο το χώρο. Εκτός της αναγκαίας ποσότητας σκόνης υπάρχουν άλλοι δύο σημαντικοί παράγοντες για τη λειτουργία του συστήματος. Αυτοί είναι

ο χρόνος και η διαμόρφωση του κλειστού χώρου που θα γίνει η εκτόνωση. Όσον αφορά το χρόνο ο ρυθμός εκκενώσεως πρέπει να εξασφαλίζει ότι η πλήρης εκκένωση θα ολοκληρωθεί σε χρόνο μικρότερο από 30 sec. Η ολική επιφάνεια του χώρου περιλαμβάνει το δάπεδο, την οροφή και την παράπλευρη επιφάνεια του. Αν στο χώρο υπάρχουν ανοίγματα (από 1 ως 5% της ολικής επιφάνειας), που δεν μπορούν να κλειστούν κατά τη διάρκεια της εκτοξεύσεως, τότε προστίθενται 800 gr σκόνης για κάθε 1 m² ανοίγματος. Για μεγαλύτερα ανοίγματα (5 ως 15% της ολικής επιφάνειας) πρέπει να προστεθούν 1600 gr σκόνης για κάθε 1 m² επιφάνειας ανοιγμάτων.

Η αναγκαία ποσότητα σκόνης κατακλυσμού θα αυξηθεί και στην περίπτωση που στο χώρο υπάρχει αερισμός ο οποίος δεν μπορεί να διακοπεί. Στην περίπτωση αυτή θεωρούμε ότι ο όγκος του χώρου αυξάνεται κατά ποσότητα ίση με τον όγκο του προσαγόμενου αέρα κατά τη διάρκεια της λειτουργίας της εκτοξεύσεως. Η ποσότητα σκόνης που πρέπει να προστεθεί υπολογίζεται στη συνέχεια με ειδικό υπολογισμό. [33].

6.6. Μόνιμο σύστημα με FM-200

Στο κεφάλαιο 5 (§ 5.5.2) παρουσιάστηκε μια γενική περιγραφή των μόνιμων συστημάτων με κατασβεστικό υλικό FM – 200. Εδώ θα γίνει αναφορά στα βασικά στοιχεία ενός συστήματος όσον αφορά τη διαστασιολόγηση τους. Τα κύρια εξαρτήματα τα οποία εξετάζονται είναι τα ακροφύσια εκτόξευσης του συστήματος και η δεξαμενή αποθήκευσης.

6.6.1. Ακροφύσιο εκτόξευσης

Το ακροφύσιο εκτόξευσης τύπου οροφής είναι κατασκευασμένο από ορείχαλκο υψηλής ποιότητας και είναι επινικελωμένο. Προσφέρεται συνήθως με δυο ή τέσσερις οπές εξασφαλίζοντας κατά περίπτωση αντιστοίχως διασπορά του κατασβεστικού αερίου σε γωνίες 180⁰ και 360⁰. Η διάμετρος των οπών καθορίζεται με βάση την παροχή και την πίεση στο ακροφύσιο και το βεληνεκές από τα τεχνικά εγχειρίδια του κατασκευαστή κατά περίπτωση.

| Τύπος | Μήκος (mm) | Διάμετρος κλειδιού | Σπείρωμα |
|--------|------------|--------------------|------------------------|
| FM ½ | 40 | 27 | 1/2 ² BSP |
| FM ¾ | 50 | 35 | 3/4 ² BSP |
| FM 1 | 60 | 40 | 1 ² BSP |
| FM 1¼ | 80 | 53 | 1 1/4 ² BSP |
| FM 1 ½ | 80 | 53 | 1 1/2 ² BSP |
| FM 2 | 86 | 67 | 2 ² BSP |

Πίνακας 6.6.1-1 Ενδεικτικοί τύποι ακροφυσίων εκτόξευσης FM-200.

6.6.2. Δεξαμενή αποθήκευσης

Η δεξαμενή αποθήκευσης χαμηλής πίεσης (τύπου BFM) είναι ένα κυλινδρικό δοχείο κατάλληλο για στήριξη επάνω σε δάπεδο. Η δεξαμενή είναι συνήθως κατασκευασμένη από χάλυβα υψηλής ποιότητας για πίεση δοκιμής 150 KP/cm². Προσφέρεται σε αρκετά μεγέθη με μέγιστη περιεκτικότητα σε κατασβεστικού υλικού (π.χ. 16, 20, 56, 84, 134 και 150 KP) που αντιστοιχούν σε μέγιστη πυκνότητα γεμίματος 1,12 KP/lit. Στον πίνακα 6.6.2-1 αναφέρονται κάποιες ενδεικτικές τιμές δεξαμενών. Η δεξαμενή αποθήκευσης εξοπλίζεται συνήθως με τις απαραίτητες βαλβίδες

(βαλβίδα υπερταχείας εκκένωσης, βαλβίδα ασφαλείας υπερπίεσης, βαλβίδα πλήρωσης) καθώς και σωλήνα αναρρόφησης, εύκαμπτο σωλήνα σύνδεσης προς το δίκτυο κατάσβεσης, μανόμετρο.

| ΤΥΠΟΣ | ΟΓΚΟΣ (lit) | ΜΕΓΙΣΤΗ ΓΟΜΩΣΗ | ΕΛΑΧΙΣΤΗ ΓΟΜΩΣΗ | ΔΙΑΜΕΤΡΟΣ (mm) | ΥΨΟΣ (mm) | ΒΑΡΟΣ ΑΔΕΙΑ |
|---------|-------------|----------------|-----------------|----------------|-----------|-------------|
| BFM-14 | 14 | 16 | 9 | 168 | 800 | 17 |
| BFM-27 | 27 | 30 | 17 | 203 | 1.020 | 31 |
| BFM-50 | 50 | 56 | 32 | 315 | 870 | 43 |
| BFM-75 | 75 | 84 | 48 | 315 | 1.220 | 58 |
| BFM-120 | 120 | 134 | 77 | 390 | 1.270 | 72 |
| BFM-134 | 134 | 150 | 86 | 356 | 1.690 | 94 |

Πίνακας 6.6.2-1 Ενδεικτικές δεξαμενές αποθήκευσης FM-200.

6.7. Μόνιμο σύστημα με IG-541

Στο κεφάλαιο 5 (§ 5.5.3.) έχει ήδη παρουσιαστεί μια γενική περιγραφή των μόνιμων συστημάτων με κατασβεστικό υλικό IG-541. Εδώ θα γίνει αναφορά στα βασικά στοιχεία ενός συστήματος όσον αφορά τη διαστασιολόγησή τους.

Οι παραδοχές που γίνονται κατά τον υπολογισμό ενός συστήματος Inergen, σύμφωνα με το NFPA είναι:

- Χαμηλότερη θερμοκρασία των χώρων $t = 10 \text{ }^{\circ}\text{C}$.
- Συγκέντρωση IG-541 $C = 7\%$.
- Πυκνότητα IG-541 $a = 0,51\text{Kg/m}^3$.
- Τύπος κατάκλυσης, ολική μέσω ακροφυσίων.
- Η πίεση του IG-541 μέσα στις φιάλες θα είναι 360psi στους $20 \text{ }^{\circ}\text{C}$.

6.7.1. Διαστασιολόγηση δικτύου σωληνώσεων

Το πρώτο μέλημα, από τη στιγμή που γίνει η επιλογή ενός συστήματος με Inergen, είναι η σωστή διαστασιολόγηση του δικτύου των σωληνώσεων. Η επιλογή τους γίνεται κυρίως με τον εμπειρικό τρόπο, μέσω πινάκων. Μια προεπιλογή των δικτύων διανομής μπορεί να γίνει σύμφωνα με τον παρακάτω πίνακα (για συνήθη χρόνο εκτόξευσης 1 λεπτό).

Πίνακας 6.7.1-1

| | | | | | | | | |
|-----------|----|------|------|------|-----|-----|-----|-----|
| qG | 14 | 24,5 | 45,5 | 87,5 | 119 | 216 | 398 | 698 |
| DN | 15 | 15 | 15 | 15 | 15 | 15 | 15 | 15 |

όπου

- qG ειδική παροχή αερίου σε Nm^3/min
- DN ονομαστική διάμετρος σε mm

6.7.2. Ανακούφιση πίεσης

Για ιδιαίτερα στεγανούς χώρους όπου πιθανόν να απαιτηθεί εξαερισμός, για ελάττωση της πίεσης που θα δημιουργηθεί λόγω καταιονισμού μεγάλων ποσοτήτων, η ελάχιστη αναγκαία επιφάνεια για φυσικό εξαερισμό προσδιορίζεται με έναν από τους δύο απλοποιημένους τύπους:

$$A = \frac{M_{IG} * 788}{\sqrt{\Delta p}} \quad (\Sigma\chi. 6.7.2 - 1) \quad A = \frac{V * 20}{\sqrt{\Delta p}} \quad (\Sigma\chi. 6.7.2 - 2)$$

όπου:

- A = Επιφάνεια φυσικού αερισμού σε cm².
- MIG = ρυθμός καταιονισμού Inergen σε kg/sec.
- V = ρυθμός καταιονισμού Inergen σε m³/sec.
- Δp = επιτρεπομένη αύξηση πίεσης σε mbar.

Στους παραπάνω τύπους θα πρέπει να χρησιμοποιούνται οι μέγιστες τιμές του MIG και V. Η τιμή του Δp εξαρτάται από τον τύπο της κατασκευής και πάντοτε πρέπει να ζητείται η συμβουλή του κατασκευαστή. Αν δεν υπάρχουν επαρκή στοιχεία τότε να θεωρείται Δp = 1mbar.

6.7.3. Κύλινδροι αποθήκευσης

Το Inergen αποθηκεύεται σε χαλύβδινους κυλίνδρους χωρίς ραφή οι οποίοι μπορούν να ξαναγεμιστούν και είναι κατασκευασμένοι σύμφωνα τους σχετικούς κανονισμούς. Οι κύλινδροι συνδέονται στο συλλέκτη του συστήματος μέσω εύκαμπτων σωλήνων υψηλής πίεσης. Εάν το σύστημα περιλαμβάνει περισσότερους του ενός κυλίνδρους αυτοί συνδέονται με τους εύκαμπτους σωλήνες σε κοινό συλλέκτη, μέσω βαλβίδων αντεπιστροφής, ώστε να υπάρχει δυνατότητα να μετακινηθεί κάποιος κύλινδρος χωρίς να διακοπεί η λειτουργία του συστήματος. Τυπικοί κύλινδροι αποθήκευσης έχουν πίεση δοκιμής τα 300 bar και πίεση πλήρωσης τα 200 bar. Η επιλογή των φιαλών αποθήκευσης μπορεί να γίνει με βάση τον Πίνακα 6.7.3-1 για πίεση πλήρωσης τα 150 ή 200 bar.

| Χωρητικότητα | Πίεση πλήρωσης | |
|-------------------------------------|-------------------|-------------------|
| | 150bar | 200bar |
| 80 LT / 16,8m ³ ή 23,6kg | D=0,267m H=1,835m | D=0,267m H=1,885m |
| 67 LT / 14,1m ³ ή 19,7kg | D=0,267m H=1,625m | D=0,267m H=1,625m |
| 40 LT / 8,4m ³ ή 11,8kg | D=0,204m H=1,675m | D=0,204m H=1,625m |
| 27 LT / 5,6m ³ ή 7,9kg | D=0,204m H=1,215m | D=0,204m H=1,200m |

Πίνακας 6.7.3-1 Ενδεικτικά μεγέθη κυλίνδρων αποθήκευσης.

Βιβλιογραφία

- [1] «Fire & Security Magazine» Τεύχος 1, 2005
- [2] «Fire protection handbook», 18th Edition, NFPA, 1997
- [3] «Πυρασφάλεια - Εφαρμοσμένη πυροπροστασία και στοιχεία πυρόσβεσης», Β. Σελλούντος, Στ. Πέρδιος, Γ. Παπαϊωάννου, Κ. Χουσιανάκος, Εκδόσεις Φοίβος, 1988
- [4] «Πυροπροστασία κτιρίων & 4 πρότυπες μελέτες», Δεύτερη Έκδοση, Γ. Μαλαχίας, Εκδόσεις Ίων, 2004
- [5] Διαδικτυακός τόπος Πυροσβεστικής Υπηρεσίας (<http://www.fireservice.gr>)
- [6] «Μόνιμα Πυροσβεστικά Συστήματα με το νερό σε κτίρια» - TOTEE 2451/86
- [7] «Automatic Sprinkler and Standpipe Systems» John L. Bryan 2nd Edition, 1995
- [8] «Industrial Fire Protection Handbook, Second Edition» R. Craig Schroll, 2002
- [9] «The Design and Layout of Fire Sprinkler Systems», Mark Bromann 2nd Edition, 2001
- [10] «Fire Pump Handbook», Kenneth E. Isman, National Fire Protection Association, National Fire Sprinkler Association, Milosh T. Puchovsky, First Edition 1998
- [11] BS 5839 Part 1:1988 «Design, installation and maintenance of Fire Detection Systems»
- [12] «Κανονισμός Πυροπροστασίας Κτιρίων», Π.Δ. 71/1988
- [13] Παράρτημα «Α» της Π.Δ 3/81 – «Βασικά στοιχεία συστήματος ανιχνεύσεως πυρκαγιάς»
- [14] Παράρτημα «Β» της Π.Δ 3/81 – «Βασικά στοιχεία υδροδοτικού πυροσβεστικού δικτύου»
- [15] Παράρτημα «Γ» της Π.Δ 3/81 – «Βασικά στοιχεία εγκαταστάσεων αυτομάτου συστήματος καταιονισμού ύδατος (SPRINKLER)»
- [16] ΕΛΟΤ EN 54-1 – «Εξαρτήματα των συστημάτων αυτόματης πυρανίχνευσης»
- [17] ΕΛΟΤ EN 54-2 – «Ενδείξεις και χειριστήρια των πινάκων πυρανίχνευσης»
- [18] ΕΛΟΤ EN 54-3 – «Ηχητικές συσκευές συναγερμού (σειρήνες)»
- [19] ΕΛΟΤ EN 54-4 – «Ηλεκτρική τροφοδοσία και φόρτιση συσσωρευτών των πινάκων πυρανίχνευσης»
- [20] ΕΛΟΤ EN 54-5 – «Ανιχνευτές θερμότητας - Σημειακοί Ανιχνευτές»
- [21] ΕΛΟΤ EN 54-6 – «Ανιχνευτές θερμοδιαφορικοί, χωρίς στατικό (σταθερό) στοιχείο»
- [22] ΕΛΟΤ EN 54-7 – «Ανιχνευτές καπνού - Φωτοηλεκτρικοί ή Ιονισμού»
- [23] ΕΛΟΤ EN 54-8 – «Ανιχνευτές θερμότητας υψηλής θερμοκρασίας»
- [24] ΕΛΟΤ EN 54-10 – «Ανιχνευτές Φλόγας»

- [25] ΕΛΟΤ EN 54-11- «Κομβία (Αγγελτήρες) Συναγερμού»
- [26] NFPA 14 – «Standard for the Installation of Standpipe, Private Hydrant, and Hose Systems».
- [27] NFPA 20 - «Standard for the Installation of Stationary Pumps for Fire Protection»
- [28] NFPA 13/2002 - «Standard for Installation of Sprinkler Systems»
- [29] NFPA 13A - «Inspection, Testing and Maintenance of Sprinkler Systems»
- [30] NFPA 15 – «Standard for Water Spray Fixed Systems for Fire Protection»
- [31] NFPA 750 – «Standard on Water Mist Fire Protection Systems»
- [32] NFPA 12 – «Standard on Carbon Dioxide Extinguishing Systems»
- [33] NFPA 17 – «Standard for Dry Chemical Extinguishing Systems»
- [34] NFPA 2010 - «Standard for Fixed Aerosol Fire Extinguishing Systems»
- [35] NFPA 11 – «Standard for Low-, Medium-, and High-Expansion Foam»
- [36] NFPA 2001 – «Standard on Clean Agent Fire Extinguishing Systems»