



**ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ
ΚΡΗΤΗΣ**

ΣΧΟΛΗ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ ΚΑΙ ΔΙΟΙΚΗΣΗΣ

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

**«ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΠΥΡΑΣΦΑΛΕΙΑΣ ΣΕ ΦΟΡΤΗΓΑ ΠΛΟΙΑ ΚΑΙ
ΔΕΞΑΜΕΝΟΠΛΟΙΑ»**

Βογιατζόγλου Νικόλαος

Επιβλέπων Καθηγητής: Σταυρουλάκης Γεώργιος

Χανιά, 2022

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Με την ολοκλήρωση της παρούσας διπλωματικής εργασίας θα ήθελα να ευχαριστήσω θερμά τον καθηγητή μου κύριο Γεώργιο Σταυρουλάκη για την εμπιστοσύνη που μου έδειξε δίνοντας μου την ευκαιρία να εκπονήσω αυτή την εργασία υπό την επίβλεψη του και για την άψογη συνεργασία που είχαμε. Επίσης θα ήθελα να ευχαριστήσω την οικογένεια μου και κυρίως την μητέρα μου που με στηρίζουν όλα αυτά τα χρόνια.

Περιεχόμενα

Περίληψη	5
Summary	6
Εισαγωγή.....	7
Πρότυπο SOLAS	7
Επίπτωση του εγχειριδίου SOLAS στην ναυτιλία	8
Ο κίνδυνος της φωτιάς στα δεξαμενόπλοια και φορτηγά πλοία	11
Το τρίγωνο της πυρκαγιάς.....	11
Ταξινόμηση των πυρκαγιών	13
Η σημασία του στατικού ηλεκτρισμού	14
Κίνδυνοι παραγωγής στατικού ηλεκτρισμού σε δεξαμενόπλοια αιτίες.....	16
Συστήματα ασφαλείας έναντι του στατικού ηλεκτρισμού και προφυλάξεις.....	17
Εύφλεκτα αέρια.....	18
Όρια ευφλεκτότητας	18
Ταξινόμηση προϊόντων πετρελαίου σύμφωνα με την ευφλεκτότητα.....	19
Μόνιμες εγκαταστάσεις για την ανίχνευση διαρροής εύφλεκτων αερίων	20
Φορητές συσκευές ανίχνευσης αερίων	21
Κίνδυνοι ύπαρξης αυξημένης ή μειωμένης πίεσης στην δεξαμενή	23
Αυξημένη πίεση στην δεξαμενή αιτίες	23
Μετρά ασφαλείας αυξημένης πίεσης στην δεξαμενή	24
Χαμηλή πίεση στην δεξαμενή αιτίες.....	25
Μέτρα ασφαλείας χαμηλής πίεσης στην δεξαμενή	25
Μόνιμες πυροσβεστικές εγκαταστάσεις δεξαμενοπλοίου – σύστημα απόπνιξης.....	27
Σύστημα κατάκλισης με διοξείδιο του άνθρακα.....	27
Σύστημα αφρού.....	28
Ομίχλη νερού	29
Παραπέτασμα νερού	29
Σύστημα αδρανούς αερίου.....	30
Σύστημα απόπνιξης με ατμό	30
Σημασία του ανθρώπινου παράγοντα.....	32
Εκπαίδευση πληρώματος.....	32

Περιοδικοί έλεγχοι	34
Απαραίτητες επισκευές και συντήρηση.....	34
Μέτρα ασφαλείας κατά τον χειρισμό φορτίων	35
Τακτικές περιπολίες	35
Πρωτόκολλο ασφαλείας.....	36
Προβλεπόμενες ενέργειες με σειρά προτεραιότητας.....	37
Σημαντικότητα φορητών πυροσβεστικών συσκευών	42
Κατηγορίες φορητών πυροσβεστήρων.....	42
Απόδοση κατάσβεσης και τύποι πυροσβεστήρων.....	43
Εξοπλισμός εκτάκτου ανάγκης	45
Πυροσβεστήρας ξηράς χημικής σκόνης.....	47
Πυροσβεστήρας διοξειδίου του άνθρακα	50
Σύγκριση πυροσβεστήρων.....	52
Κριτήριο 1.....	52
Κριτήριο 2.....	56
Κριτήριο 3.....	57
Συμπεράσματα	58
Βιβλιογραφία	60

ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΠΥΡΑΣΦΑΛΕΙΑΣ ΣΕ ΦΟΡΤΗΓΑ ΠΛΟΙΑ ΚΑΙ ΔΕΞΑΜΕΝΟΠΛΟΙΑ

Περίληψη

Σκοπός της παρούσας διπλωματικής εργασίας αποτελεί η διερεύνηση των ατυχημάτων που προκαλούνται στα δεξαμενόπλοια και φορτηγά πλοία η μελέτη εις βάθος των αιτιών που τα προκαλούν και ανάλυση των συστημάτων ασφαλείας που διαθέτουν για την αποτροπή αυτών. Ξεκινώντας με μια ιστορική αναδρομή, θα γίνει αναφορά στην σύμβαση SOLAS, τότε πρωτοεμφανίστηκε και ποιο σκοπό εξυπηρετεί. Ακολουθεί μια εκτενής αναφορά για την σημασία της φωτιάς όπου αποτελεί τον μεγαλύτερο κίνδυνο των δεξαμενόπλοιων και φορτηγών πλοίων. Έπειτα γίνεται λόγος για τους κινδύνους που κρύβει ο στατικός ηλεκτρισμός, όπως επίσης και για τους κινδύνους των εύφλεκτων αερίων και θα παρουσιαστούν τα συστήματα ασφαλείας που προφυλάσσουν από αυτούς. Ακόμη θα μελετήσουμε τους κινδύνους των αυξομειώσεων της πίεσης στις δεξαμενές φόρτου και τα αντίστοιχα συστήματα ασφαλείας. Επιπρόσθετα θα αναλυθούν τα συστήματα πυροπροστασίας που έχουν στην διάθεση τους τα πλοία για την αντιμετώπιση διάφορων συμβάντων πυρκαγιάς. Ακόμη θα αναλύσουμε την σημασία του ανθρώπινου παράγοντα στην αποφυγή ατυχημάτων και επιπλοκών και θα παρουσιαστούν με την σειρά η προβλεπόμενες ενέργειες σε περίπτωση εκτάκτου ανάγκης. Τέλος θα δούμε την αναγκαιότητα ύπαρξης των φορητών πυροσβεστήρων και θα γίνει σύγκριση μεταξύ δύο διαφορετικών τύπων πυροσβεστήρων.

Summary

The purpose of this thesis is the investigation of the accidents caused to tankers and cargo ships, the in-depth study of the causes that cause them and the analysis of the safety systems they have in place to prevent them. Starting with a historical review, reference will be made to the SOLAS convention, when it first appeared and what purpose it serves. The following is an extensive report on the importance of fire where it is the greatest danger of tankers and cargo ships. Then the dangers of static electricity are discussed, as well as the dangers of flammable gases and the safety systems that protect against them will be presented. We will also study the risks of pressure fluctuations in the cargo tanks and the corresponding safety systems. In addition, the fire protection systems that ships have at their disposal to deal with various fire incidents will be analyzed. We will also analyze the importance of the human factor in avoiding accidents and complications and the planned actions in the event of an emergency will be presented in order. Finally we will see the necessity of the existence of portable fire extinguishers and a comparison will be made between two different types of fire extinguishers.

Εισαγωγή

Από την απαρχή της ναυσιπλοΐας είναι γνωστή η επικινδυνότητα που έχει το υδάτινο στοιχείο και πόσο μοιραίο μπορεί να απόβει για την ανθρώπινη ζωή σε περίπτωση αστοχίας του πλοίου. Ένα μεγάλο εύρος αιτιών, από την πιο απλή ως την πιο σύνθετη, μπορούν να προκαλέσουν κρίσιμη βλάβη και πιθανών καταστροφή της κατασκευής του πλοίου, θέτοντας έτσι το πλήρωμα και το περιβάλλον σε άμεσο κίνδυνο. Ωστόσο με την πρόοδο της τεχνολογίας αναπτυχθήκαν καινοτόμες τεχνολογίες συστημάτων ασφαλείας που με την σωστή χρήση τους προλαμβάνουν και αντιμετωπίζουν σε τεράστιο ποσοστό ως και εκατό τις εκατό αυτές τις αιτίες, δηλαδή τα σφάλματα που ίσως συμβούν.

Πρότυπο SOLAS

Κομβικό σημείο για την εφαρμογή αυτών των συστημάτων ασφαλείας αποτέλεσε μια από της μεγαλύτερες τραγωδίες της ναυσιπλοΐας, η βύθιση του Τιτανικού. Την νύχτα της 15^η Απριλίου 1912, το μεγαλύτερο υπερωκεάνιο της εποχής βυθίζεται στον βόρειο ατλαντικό έχοντας νικηθεί από το παγόβουνο στο οποίο προσέκρουσε, συμπαρασύροντας μαζί του στον βυθό της θάλασσας περισσότερες από 1500 ανθρώπινες ζωές, σε μια από τις μεγαλύτερες ναυτικές καταστροφές που συνέβησαν εν καιρό ειρήνης.



Εικόνα 1: Εφημερίδα της εποχής

Αυτό το τραγικό γεγονός συντέλεσε στην δημιουργία μιας διεθνούς ναυτιλιακής συμβάσης μεταξύ των κρατών επονομαζόμενης ως SOLAS (safety of life at sea) που ορίζει τα ελάχιστα πρότυπα ασφαλείας στην κατασκευή και λειτουργία των εμπορικών πλοίων, όπως και στον εξοπλισμό που υποχρεούνται να φέρουν. Μέχρι σήμερα έχουν υπάρξει αρκετές εκδόσεις του εγχειριδίου, ωστόσο αυτή που είναι είναι σε ισχύ είναι η έκδοση του 1974, γνωστή και ως SOLAS74, η οποία έχει επικυρωθεί από τουλάχιστον 50 χώρες. Αυτή η νέα σύμβαση περιέχει την παλαιότερη έκδοση του 1960 καθώς και όλες τροποποιήσεις που είχαν συμφωνηθεί μέχρι την περίοδο αυτή, αλλά και μια νέα διαδικασία τροποποίησης με σκοπό την εφαρμογή των προβλεπόμενων αλλαγών που πρέπει να γίνουν εντός ενός συγκεκριμένου χρονικού πλαισίου. Η σύμβαση SOLAS74 θέτει τα ελάχιστα πρότυπα ασφαλείας που πρέπει να ισχύουν κατά την κατασκευή και την λειτουργία των πλοίων και καθορίζει τα πιστοποιητικά που αποδεικνύουν την τήρηση αυτών των προτύπων καθώς και τους ελέγχους που επιβεβαιώνουν την τήρηση τους.



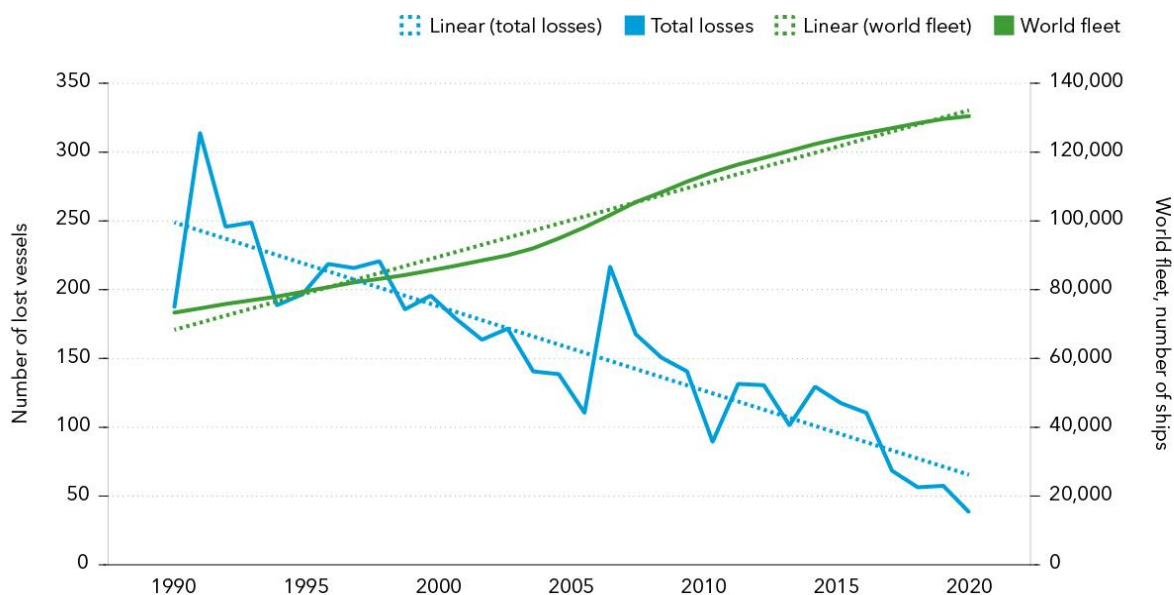
Εικόνα 2: Ναυάγιο του Τιτανικού

Επίπτωση του εγχειριδίου SOLAS στην ναυτιλία

Σύμφωνα με έρευνες που πραγματοποιήθηκαν παρατηρείτε δραστική μείωση των ατυχημάτων στην ναυτιλία, με το ποσοστό να βελτιώνετε συνεχώς, το οποίο οφείλετε κυρίως στα νέα μετρά ασφαλείας, στην εφαρμογή των κανονισμών και

στην εντατικοποίηση των ελέγχων. Ειδικότερα σύμφωνα με μελέτη του νηογνώμονα DNV εν έτη 2020 τα πλοία που καταστράφηκαν ολοσχερώς μειώθηκαν στα 58, έναντι 132 το 2012, ποσοστό μείωσης άνω του 56% ενώ παρουσιάστηκε μείωση και στα ατυχήματα σε ποσοστό της τάξεως του 21% κάτι το οποίο είναι δυσανάλογο αφού ο παγκόσμιος στόλος αυξάνετε με γοργούς ρυθμούς την τελευταία δεκαετία, ενώ τα ατυχήματα μειώνονται. Συγκρίνοντας ακόμα παλαιότερες δεκαετίες παρατηρούμε ακόμα πιο θεαματική βελτίωση των συνθηκών ασφαλείας αφού έχοντας ως γνώμονα την δεκαετία του 1990 οι απώλειες ήταν 200 με 300 πλοία την χρονιά σε ένα στόλο της τάξεως των 80.000 πλοίων, ενώ εν έτη 2022 χάνονται 50 έως 100 πλοία την χρονιά με στόλο άνω των 130.000 πλοίων.

Number of lost vessels and world fleet 100 GT+, 1990-2021

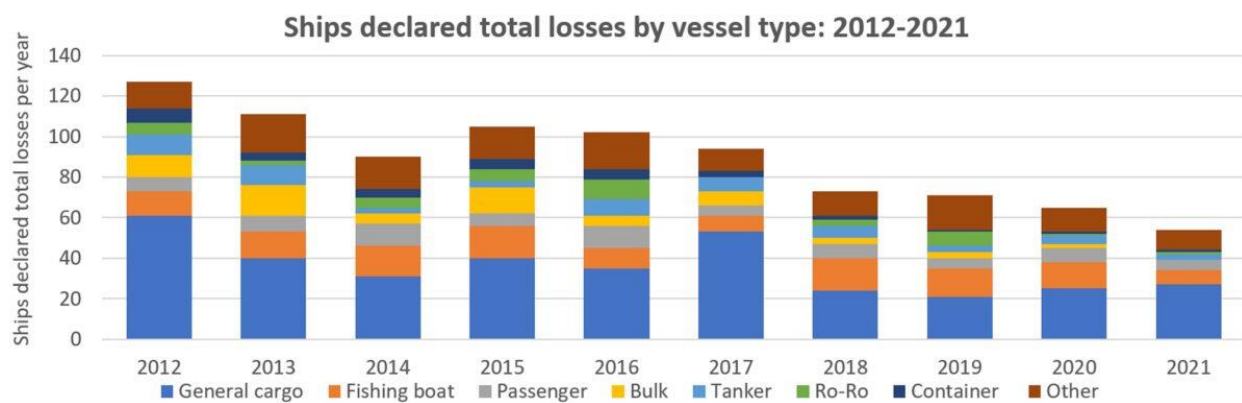


Source: Lloyd's List Intelligence - Maritime Safety 2020-2021

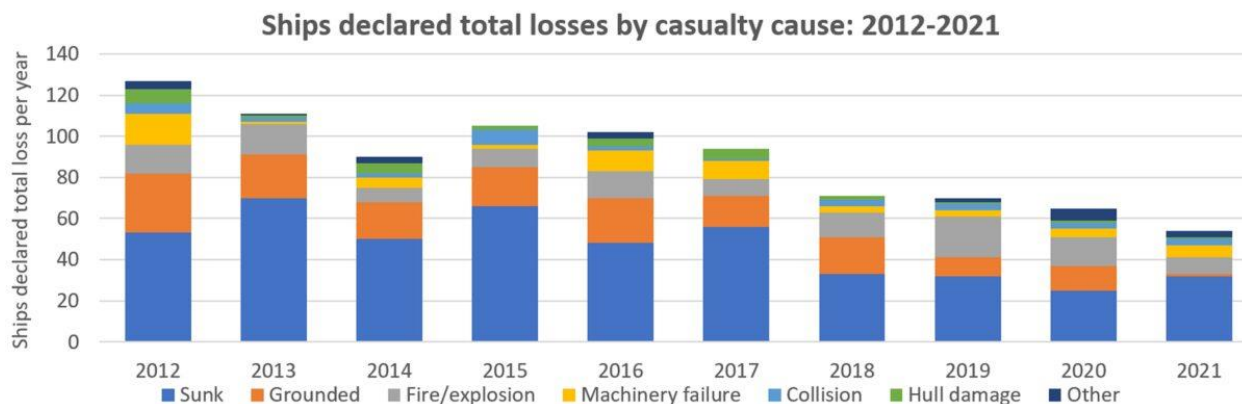
Εικόνα 3: Συνολικές απώλειες πλοίων και αριθμός παγκόσμιου στόλου το διάστημα 1990-2020

Αντίστοιχη μείωση παρουσιάζουν και η ανθρώπινες απώλειες λόγω ατυχημάτων στην θάλασσά αφού σύμφωνα με την έρευνα το διάστημα μεταξύ 2012-2022

χάθηκαν 2.340 ανθρώπινες ζωές, ωστόσο αυτός ο αριθμός εξαρτάται κυρίως από την πληρότητα του εκάστοτε πλοίου, για αυτό και αλώστε τα επιβατηγά πλοία παρουσιάζουν τις μεγαλύτερες απώλειες ανθρωπίνων ζωών. Χαρακτηριστικό παράδειγμα είναι η βύθιση του επιβατηγού πλοίου “don fang zhi xing” στην Κίνα το 2015 όπου και καταγράφηκαν 442 νεκροί. Την περίοδο 2012-2022 έχουν σημειωθεί περίπου 463 ατυχήματα ανά χρονιά όπου εμπλέκονται επιβατηγά πλοία, όμως μόνο το 7% να αφορά πλοία μεγαλύτερα των 50.000gtones. Παράδοξος την σκυτάλη με τα περισσότερα ατυχήματα κατέχουν τα πλοία γενικού φόρτου (GARGO SHIPS) με 550 ατυχήματα σε ετήσια βάση την περίοδο 2012-2022. Ασφαλέστερα όλων αναδείχτηκαν τα κοντέινερ (containership) με μόνο 163 ατυχήματα ανά έτος, και ακολουθούν τα δεξαμενόπλοια με μόλις 216 πλοία να εμπλέκονται σε ατυχήματα κατά μέσο ορό. Στην συγκεκριμένη ερευνά εξετάστηκε και συσχέτιση της ηλικίας των πλοίων με τα ατυχήματα που συμβαίνουν και διαπιστώθηκε ότι οι μισές περίπτωσης ατυχημάτων μεταξύ μικρότερων πλοίων αφορούν πλοία άνω των 20 ετών, ατυχήματα μεταξύ φορτηγών πλοίων αφορούν πλοία νεότερης ηλικίας ενώ στα δεξαμενόπλοια τα ατυχήματα είναι ισομερώς κατανεμημένα σε όλες τις ηλικίες.



Εικόνα 4: Απώλειες πλοίων ανά κατηγορία το διάστημα 2012-2021



Εικόνα 5: Απώλειες πλοίων ανάλογα την αίτια

Η ΣΗΜΑΣΙΑ ΤΗΣ ΦΩΤΙΑΣ

Ο κίνδυνος της φωτιάς στα δεξαμενόπλοια και φορτηγά πλοία

Ένας από τους σημαντικότερους, αν όχι ο σημαντικότερος, κίνδυνος που απειλεί τα πλοία και κυρίως τα δεξαμενόπλοια και τα φορτηγά πλοία, είναι αυτός της εκδήλωσης πυρκαγιάς. Ένας μεγάλος αριθμός πλοίων έχουν χαθεί λόγω πυρκαγιάς που ξέσπασε σε αυτά συμπαρασύροντας μαζί τους τεράστιες ποσότητες φορτιού και δυστυχώς με αρκετές απώλειες ανθρωπίνων ζωών.

Καθ' όλη την διάρκεια της μέρας, πρωί και βραδύ, στους χώρους του πλοίου πραγματοποιούνται ανθρώπινες δραστηριότητες, εργασίες συντήρησης, φορτώσεις και εκφορτώσεις καυσίμων και άλλων υλικών, μηχανήματα τίθενται σε λειτουργία και διάφορες άλλες διεργασίες στις οποίες υπάρχει κάποιος βαθμός επικινδυνότητας συμπεριλαμβανομένου και τον κίνδυνο εκδήλωσης πυρκαγιάς.

Το τρίγωνο της πυρκαγιάς

Ως φωτιά θεωρείται η χημική αντίδραση που εκδηλώνεται με την μορφή καύσης. Ειδικότερα η καύση αυτή πραγματοποιείται μεταξύ του οξυγόνου της ατμοσφαιράς και ο επίσημος ορισμός της αναφέρει ότι η φωτιά είναι η ταχεία

ένωση οξυγόνου με κάποια υλική παρουσία και θερμότητας. Για την εκδήλωση του φαινομένου της φωτιάς απαιτείτε όπως είδαμε παραπάνω τρία βασικά στοιχεία οξυγόνο, καύσιμη ύλη και θερμότητα. Γνωστό και ως τρίγωνο της φωτιάς αναφέρεται ο συνδυασμός των τριών αυτών στοιχείων και είναι αναγκαίος για την έναρξη, τη διάδοση και τη συντήρηση της φωτιάς. Είναι λοιπόν κατανοητό ότι για να συμβεί μια πυρκαγιά πρέπει να συνυπάρχουν αυτά τα τρία στοιχεία και να είναι εγγενώς συνδεδεμένα μεταξύ τους, ειδάλλως έστω και ένα από αυτά παύει να υπάρχει είναι αδύνατον να συντηρηθεί η φωτιά, οπότε σβήνει. Παρακάτω αναλύονται τα τρία βασικά στοιχεία που συνθέτουν το τρίγωνο της φωτιάς.

Καύσιμη ύλη:

Τα περισσότερα υλικά στην γη μπορούν να καούν, να ενωθούν δηλαδή με το οξυγόνο σε μια χημική αντίδραση που παράγει φλόγα και θερμότητα. Βασική προϋπόθεση είναι να εξατμιστεί το υλικό, να μετατραπεί δηλαδή σε εύφλεκτο αέριο ώστε να μπορεί να ενωθεί με το οξυγόνο. Η παραπάνω διαδικασία αλλαγής της φυσικής κατάστασης του υλικού από στερεό ή υγρό σε αέριο ονομάζεται πυρόλυση.

Θερμότητα:

Αποτελεί το στοιχείο που διευκολύνει τον συνδυασμό της καύσιμης ύλης με το οξυγόνο. Προσθέτοντας θερμότητα στην αντίδραση αυξάνετε η θερμοκρασία του υλικού φτάνοντας στο κρίσιμο σημείο που θα εξατμιστεί και τελικά θα αναφλεγεί.

Οξυγόνο:

Το οξυγόνο είναι το τελευταίο αντιδρών συστατικό της χημικής ένωσης και αποτελεί κύριο συστατικό για την έναρξη και συντήρηση της φωτιάς. Υπάρχει άφθονο στο περιβάλλον της ατμοσφαιράς σε ποσοστό 20,95% και είναι υπεραρκετό για την διατήρηση της καύσης.



Εικόνα 6: Τρίγωνο φωτιάς

Ταξινόμηση των πυρκαγιών









Για την αποτελεσματικότερη αντιμετώπιση της πυρκαγιάς κρίθηκε σκόπιμο να ταξινομηθούν σε ομάδες και να διαχωριστούν σε κατηγορίες πυρκαγιών ανάλογα με την καύσιμη ύλη. Αυτή η κατηγοριοποίηση έγινε έτσι ώστε να μπορεί να επιλεγεί και να χρησιμοποιηθεί το καταλληλότερο πυροσβεστικό υλικό και το αποδοτικότερο μέσο κατάσβεσης. Διακρίνονται τέσσερις κατηγορίες πυρκαγιών και συμβολίζονται αντίστοιχα με τα τέσσερα πρώτα γράμματα του αγγλικού αλφάβητου (A,B,C,D). Στην συνέχεια αναλύονται αυτές οι κατηγορίες.

Κατηγορία Α: Στην ομάδα αυτή ανήκουν οι φωτιές που έχουν ως καύσιμη ύλη τα στερεά υλικά όπως για παράδειγμα ξύλο, πλαστικό.

Κατηγορία Β: Πυρκαγιές στις οποίες ως καύσιμη ύλη έχουν υγρές και αέριες ουσίες όπως ορυκτά ελαία, προπάνιο, βουτάνιο.

Κατηγορία C: Η συγκεκριμένη κατηγορία ξεχωρίζει αφού δεν ομαδοποιείτε βάση την σύσταση της καύσιμης ύλης αλλά με το αν υπάρχει ηλεκτρικό ρεύμα.

Κατηγορία D: πυρκαγιές στις οποίες καύσιμη ύλη αποτελούν ενεργά μέταλλα όπως τιτάνιο, μαγνήσιο κλπ.

Classes Of Fires	Types Of Fires	Picture Symbol	Extinguisher
	Wood, paper, cloth, trash and other ordinary materials.		<ul style="list-style-type: none"> Water Foam Spray ABC Powder Wet Chemical
	Gasoline, oil, paint and other flammable liquids		<ul style="list-style-type: none"> Foam Spray ABC Powder Carbon Dioxide
	May be used on fires involving live electrical equipment without danger to the operator		<ul style="list-style-type: none"> ABC Powder
	Combustible metals and combustible metal alloys		<ul style="list-style-type: none"> ABC Powder Carbon Dioxide

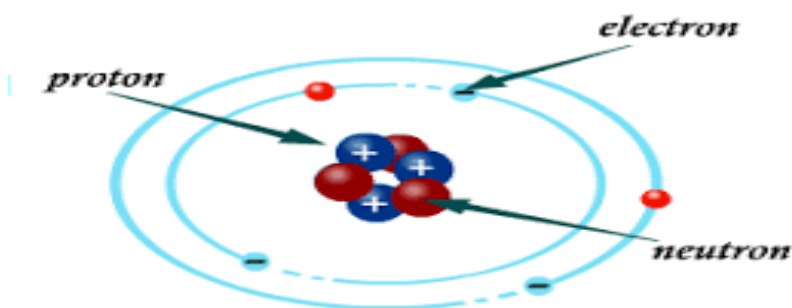
Εικόνα 7: Κατηγορίες πυρκαγιάς

ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΑΣΦΑΛΕΙΑΣ ΚΑΤΑ ΤΟΥ ΣΤΑΤΙΚΟΥ ΗΛΕΚΤΡΙΣΜΟΥ

Η σημασία του στατικού ηλεκτρισμού

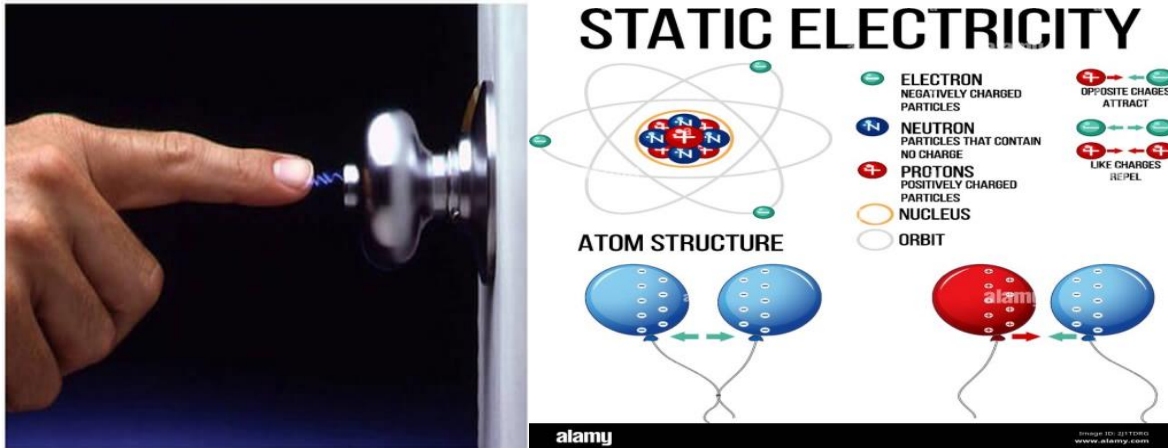
Ο στατικός ηλεκτρισμός είναι μια επικίνδυνη μεταβλητή για την ασφάλεια των πλοίων καθώς αποτελεί την πηγή έναυσης σε αρκετές από τις πυρκαγιές και τις εκρήξεις που σημειώθηκαν σε δεξαμενόπλοια και φορτηγά. Η δημιουργία του στατικού ηλεκτρισμού συμβαίνει όταν υπάρχει άνιση κατανομή του ηλεκτρικού φορτίου, δηλαδή όταν σε ένα άτομο ή μόριο προστίθενται ή αφαιρούνται ηλεκτρόνια. Υπό κανονικές συνθήκες τα άτομα βρίσκονται σε ηλεκτρονική ισορροπία κατά την οποία υπάρχει ίσος αριθμός αρνητικών και θετικών σωματιδίων, ηλεκτρόνια και πρωτόνια αντίστοιχα, ωστόσο τα ηλεκτρόνια έχουν την τάση να μετακινούνται ευκολά από ένα άτομο σε ένα άλλο όταν έρχονται σε

επαφή ή τριβή τα υλικά, φορτίζοντας αρνητικά το ένα υλικό (αρνητικά ιόντα) και θετικά το άλλο (θετικά ιόντα).



Εικόνα 8: Άτομο

Ανάλογα την σύσταση του υλικού μπορούμε να το θεωρήσουμε κάλος αγωγός του ηλεκτρισμού ή κακός αγωγός, βάση του πόσο ευκολά μετακινούνται από αυτό τα ηλεκτρόνια. Στους κάλους αγωγούς είναι αρκετά εύκολη η μεταφορά φορτιού, αντιθέτως με τους κακούς στους οποίους τα φορτία δυσκολεύονται να μετακινηθούν παραμένοντας στο υλικό με την μορφή στατικού ηλεκτρισμού, με τα συγκεκριμένα υλικά να αποκαλούνται συχνά ως στατικοί συσσωρευτές. Εφόσον τα δυο υλικά βρίσκονται σε επαφή και ακίνητα μεταξύ τους, τα φορτία εντός τους έχουν μικρή διαφορά δυναμικού οπότε δεν υπάρχει κίνδυνος. Όταν όμως τα ηλεκτρικά φορτισμένα υλικά μετακινούνται το ένα προς το άλλο τα συσσωρευμένα φορτία τείνουν να επανασυνδεθούν και σε περίπτωση που οι δυνάμεις είναι ισχυρές υπερνικούν τον αέρα που υπάρχει αναμεσά τους δημιουργώντας ηλεκτροστατική εκκένωση, με άλλα λόγια σπινθήρα.



Εικόνα 9: Στατικός ηλεκτρισμός

Κίνδυνοι παραγωγής στατικού ηλεκτρισμού σε δεξαμενόπλοια αιτίες

Στα δεξαμενόπλοια η παραγωγή στατικού ηλεκτρισμού εγκυμονεί ακόμα περισσότερους κινδύνους αφού η ηλεκτροστατικές εκκενώσεις είναι πιθανών να συμβούν σε ένα εξαιρετικά εύφλεκτο περιβάλλον όπου υπάρχουν τοξικά αέρια και καύσιμα. Τώρα είναι εμφανές το πόσο ευκολά μπορεί ο στατικός ηλεκτρισμός να πυροδοτήσει πυρκαγιά ή έκρηξη κατά την διάρκεια διαφόρων εργασιών που συμβαίνουν στο πλοίο (φόρτωμα εκφόρτωμα) ή κατά την συντήρηση του.

Οι κυριότερες αιτίες που μπορούν να προκαλέσουν σπινθηρισμό στα πετρελαιοφόρα είναι:

- Εύφλεκτοι ατμοί λαδιού
- Μονωμένοι αγωγοί
- Συσκευές μέτρησης φορτίου
- Αιωρούμενα σταγονίδια
- Εργασίες καθαρισμού με ατμό
- Αλλαγή φορτίων με διαφορετικά χαρακτηριστικά όπως καύσιμα με διαφορετική τάση ατμών

- Θερμοκρασιακές διακυμάνσεις στο φορτίο

Συστήματα ασφαλείας έναντι του στατικού ηλεκτρισμού και προφυλάξεις

- Συγκόλληση των μεταλλικών αντικειμένων με την μεταλλική δομή του πλοίου έτσι ώστε να αποφευχθεί ο κίνδυνος εκφόρτωσης τους με την δημιουργία σπινθήρα μεταξύ αυτών και άλλων αντικειμένων που ενδέχεται να είναι ηλεκτρικά μονωμένα. Στα στοιχεία αυτά περιλαμβάνονται ο μεταλλικός εξοπλισμός που χρησιμοποιείτε για την λήψη μετρήσεων από την ελεύθερη επιφάνεια του υγρού της δεξαμενής και της δειγματοληψία, το φορητό πλυντήριο δεξαμενής και τον πλωτήρα του μονιμά εγκαταστημένου μετρητή στάθμης της δεξαμενής εάν ο σχεδιασμός του δεν συμπεριλαμβάνει γείωση.
- Απομάκρυνση των ελεύθερων αντικειμένων από τις δεξαμενές και άλλες επικίνδυνες περιοχές ώστε να μην έρχονται σε επαφή με την μεταλλική κατασκευή.
- Περιορισμός της γραμμικής ταχύτητας του αρχικού φορτίου στο 1m/s.
- Ο σωλήνας πλήρωσης της δεξαμενής και οποιαδήποτε άλλο δομικό στοιχείο στο κάτω μέρος της δεξαμενής να έχει βυθιστεί σε βάθος διπλάσιο από την διάμετρο του σωλήνα πλήρωσης ώστε να αποφεύγετε το πιτσίλισμα με σταγονίδια και ο στροβιλισμός στην επιφάνεια του υγρού.
- Ο σωλήνας πλήρωσης να είναι καθαρός χωρίς υπολείμματα νερού και άλλων υγρών.
- Μέχρι να πληρούνται η δύο παραπάνω προϋποθέσεις θα πρέπει να διατηρηθεί ο περιορισμένος ρυθμός φόρτωσης στο 1m/s έως ότου μεταφερθεί στην δεξαμενή ποσότητα υγρού ίση με το διπλάσιο του όγκου του δικτύου φόρτωσης της δεξαμενής.
- Η περιορισμένη ροή υγρού στην είσοδο της δεξαμενής με ταχύτητα 1m/s θα πρέπει να διατηρείται καθ' όλη την διάρκεια της φόρτωσης του υγρού εκτός εάν το φορτίο είναι «καθαρό» δηλαδή περιέχει λιγότερο από 0,5% κατ' όγκο νερό ή άλλο μη αναμίξιμο υγρό και λιγότερο από 10 μγ/λ σε αιωρούμενα στερεά

ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΑΣΦΑΛΕΙΑΣ ΚΑΤΑ ΤΩΝ ΕΥΦΛΕΚΤΩΝ ΑΕΡΙΩΝ

Εύφλεκτα αέρια

Κατά την διάρκεια της καύσης τα αέρια υδρογονανθράκων αντιδρούν με το ατμοσφαιρικό οξυγόνο για να παράγουν διοξείδιο του άνθρακα και νερό. Αυτή η αντίδραση αντλεί θερμότητα αρκετή για να σχηματιστεί μια ορατή φλόγα που κινείται μέσα από το μείγμα αερίου υδρογονανθράκων και ατμοσφαιρικού αέρα. Όταν το αέριο που βρίσκεται πάνω απο ένα υγρό υδρογονάνθρακα αναφλέγεται, η θερμότητα που παράγεται είναι συνήθως αρκετή για να εξατμίσει νέο αέριο σε επαρκή ποσότητα για να διατηρήσει την φλόγα αναμμένη και τότε λεμέ ότι το υγρό καίγεται. Στην πραγματικότητα αυτό που καίγεται είναι ένα αέριο που συνεχώς αναπληρώνεται από το υγρό.



Εικόνα 10: Ανάφλεξη αερίων

Όρια ευφλεκτότητας

Για να κατ' εστί δυνατόν η ανάφλεξη του μείγματος αέριων υδρογονανθράκων και ατμοσφαιρικού αέρα θα πρέπει το μείγμα να βρίσκεται σε συγκεκριμένη αναλογία. Το ανώτερο όριο αυτής της ζώνης ανάφλεξης είναι γνωστό ως ανώτερο όριο ευφλεκτότητας (UFL) και είναι η υψηλότερη συγκέντρωση στην οποία το αέριο ή το μείγμα αερίων είναι εύφλεκτο δηλαδή η περιεκτικότητα σε υδρογονάνθρακες πάνω από την οποία δεν υπάρχει επαρκής ατμοσφαιρικός

αέρας για την διατήρηση και διάδοση της καύσης. Αντίθετα το κατώτερο όριο ευφλεκτότητας (LFL) είναι η χαμηλότερη συγκέντρωση στην οποία το αέριο ή το μείγμα αέριων είναι εύφλεκτο.

ΚΑΥΣΙΜΟ ΑΕΡΙΟ	LFL (%)	UFL (%)
ΠΡΟΠΑΝΙΟ	2.1	10.1
ΒΟΥΤΑΝΙΟ	1.8	8.4
ΠΕΝΤΑΝΙΟ	1.5	7.8

Ταξινόμηση προϊόντων πετρελαίου σύμφωνα με την ευφλεκτότητα

Για τον διαχωρισμό όλων των υγρών προϊόντων πετρελαίου σε διαφορετικές κατηγορίες ευφλεκτότητας υπάρχουν αρκετά συστήματα με βάση το σημείο ανάφλεξης και την πίεση ατμών. Εμείς στην μελέτη μας θα τα κατηγοριοποιήσουμε σε δυο βασικές κατηγορίες, πτητικά και μη πτητικά ανάλογα το σημείο ανάφλεξης τους.

- Μη-Πτητικά: Το σημείο ανάφλεξης ορίζεται με την μέτρηση κλειστού δοχείου 60° C η υψηλότερο. Τα υγρά που βρίσκονται σε αυτή την κατηγορία όταν είναι σε θερμοκρασία περιβάλλοντος παράγουν κορεσμένα μείγματα των οποίων η περιεκτικότητα είναι κάτω από το κατώτερο όριο ευφλεκτότητας. Οι πιέσεις ατμών Reid αυτών των υγρών είναι κάτω από 0,007 bar και συνήθως δεν μετριούνται. Στα μη πτητικά προϊόντα πετρελαίου περιλαμβάνονται τα βαρέα πετρέλαια εσωτερικής καύσης, μαζούτ και ντίζελ.
- Πτητικά: Το σημείο ανάφλεξης προσδιορίζεται με τη μέθοδο μέτρησης κλειστού δοχείου κάτω από 60° c. Τα περισσότερα υγρά προϊόντα πετρελαίου που βρίσκονται σε αυτήν την κατηγορία δημιουργούν κορεσμένα μείγματα αερίου με ατμοσφαιρικό αέρα πάνω από το όριο ευφλεκτότητας σε όλες της συνήθεις θερμοκρασίες περιβάλλοντος. Ωστόσο ορισμένα υγρά προϊόντα πετρελαίου της ίδια κατηγορίας όταν έχουν ορισμένες θερμοκρασίες εντός των συνήθων ορίων θερμοκρασίας

περιβάλλοντος έχουν την ικανότητα να παράγουν κορεσμένα μείγματα αέριων και αέρα εντός των ορίων αναφλεξιμοτητας. Παραδείγματα των πρώτων είναι η βενζίνη και αρκετά είδη αργού πετρελαιου και των δευτέρων τα καύσιμα αεριοθούμενων και η κηροζίνη.

Μόνιμες εγκαταστάσεις για την ανίχνευση διαρροής εύφλεκτων αερίων

Μόνιμες εγκαταστάσεις για την παρακολούθηση της ευφλεκτότητας της ατμόσφαιρας έχουν χρησιμοποιηθεί σε περιορισμένο αριθμό δεξαμενοπλοίων και τοποθετούνται συνήθως σε κανάλια σωληνώσεων. Έχουν αναπτυχθεί τρεις διατάξεις για μόνιμες εγκαταστάσεις ελέγχου εύφλεκτων αέριων όπως παρουσιάζονται παρακάτω.

- Στην πρώτη διάταξη προβλέπετε ένας αριθμός αισθητήριων συσκευών να έχει κατανεμηθεί σε όλες τις περιοχές ελέγχου με τα σήματα αυτών να λαμβάνονται διαδοχικά σε ένα κεντρικό σημείο ελεγχου.
- Στην δεύτερη διάταξη το σύστημα μέτρησης εύφλεκτων αερίων είναι ενσωματωμένο σε ένα κεντρικό σημείο ελέγχου με τα αέρια δείγματα προς έλεγχο να αντλούνται διαδοχικά στο κεντρικό σύστημα μέτρησης μέσω αγωγών δειγματοληψίας. Για την μέθοδο αυτή ενδείκνυται η άντληση των δειγμάτων να πραγματοποιείτε με τη χρήση αντλίας κενού έτσι ώστε να διασφαλιστεί ότι δεν υπάρχει εισροή αέρα στο σύστημα, που θα μπορούσε να αλλοιώσει το δείγμα με αποτέλεσμα εσφαλμένων μετρήσεων και λανθασμένων ενδείξεων.
- Στην τρίτη διάταξη υπάρχουν υπέρυθροι ανιχνευτές αερίων τοποθετημένοι στην περιοχή που ελέγχετε, με τα ηλεκτρονικά συστήματα για την λήψη των σημάτων να είναι εγκατεστημένα σε ασφαλή θέση, συνήθως στο κεντρικό δωμάτιο.

Η χρήση μονίμων εγκαταστάσεων ανιχνεύσεις εύφλεκτων και τοξικών αερίων εγκαθίστανται ως μέσο για τον έλεγχο διαρροής και συγκέντρωσης αερίων, προτού εισέλθει προσωπικό σε ένα χώρο.



Εικόνα 11: Σταθερός ανιχνευτής εύφλεκτων αερίων

Φορητές συσκευές ανίχνευσης αερίων

Οι φορητές συσκευές αποτελούν την πιο εύχρηστη λύση και είναι βολικές για το προσωπικό αφού είναι εύκολες στην μεταφορά εντοπίζοντας διαρροές και τοξικά αέρια προστατεύοντας το προσωπικό από επικίνδυνες αναθυμιάσεις που μπορούν να προκαλέσουν ασφυξία και δηλητηρίαση σε εσωτερικούς χώρους και κυρίως από την αποφυγή ατυχημάτων πυροδότησης φωτιά και εκρήξεων από εύφλεκτα αέρα εν ώρα εργασιών με καταστροφικές συνέπειες. Το

προσωπικό που χρησιμοποιεί τέτοιες συσκευές μέτρησης θα πρέπει πρώτα να εξοικειωθεί με τον σωστό χειρισμό της συσκευής μελετώντας ενδελεχώς τις οδηγίες λειτουργίας του εκάστοτε κατασκευαστή και να δώσει ιδιαίτερη προσοχή στην σωστή βαθμονόμηση της συσκευής για την αποφυγή λανθασμένων μετρήσεων. Εάν υποπέσει στην αντίληψη του προσωπικού ακατάλληλες ενδείξεις του οργάνου θα πρέπει να γίνει σύγκριση με άλλο όργανο και θα πρέπει να υπάρχουν πάντα ανταλλακτικά εξαρτήματα σε περίπτωση ζημιά του οργάνου.



Εικόνα 12: Φορητή συσκευή ανίχνευσης εύφλεκτων αερίων

ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΑΣΦΑΛΕΙΑΣ ΤΗΣ ΔΕΞΑΜΕΝΗΣ

Κίνδυνοι ύπαρξης αυξημένης η μειωμένης πίεσης στην δεξαμενή

Η μεγάλη πίεση στις δεξαμενές φορτίου και έρματος προκαλείται από συμπίεση στους κενούς χώρους λόγω μη ικανοποιητικής απελευθέρωσης ατμών η λόγω υπερβολικής πλήρωσης της δεξαμενής. Οι συνεπειες μπορεί να οδηγήσουν σε σοβαρή παραμόρφωση της δομής της δεξαμενής, του περιφερειακού διαφράγματος η ακόμα και να προκαλέσει καταστροφική βλάβη που μπορεί να επηρεάσει σοβαρά την δομική ακεραιότητα του πλοίου οδηγώντας σε καταστροφικά αποτελέσματα όπως πυρκαγιά η έκρηξη. Δομική ζημιά μπορεί επίσης να προκληθεί όταν αδρανές αέριο, ατμός ή ατμοσφαιρικός αέρας δεν επιτραπεί να εισέλθει στην δεξαμενή κατά την εκφόρτωση ενός υγρού. Εάν αυτό συμβεί η χαμηλή πίεση που δημιουργείτε εντός της δεξαμενής μπορεί να οδηγήσει σε παραμόρφωση της δομής του πλοίου έχοντας παρόμοια αποτελέσματα (εκδήλωση φωτιάς, έκρηξη). Για την αποφυγή τόσο επικίνδυνων αυξομειώσεων της πίεσης θα πρέπει οι υπεύθυνοι να εφαρμόζουν τα παρακάτω μετρά:

- Εγκατάσταση ανεξάρτητων αισθητήρων πίεσης με συναγερμό σε κάθε δεξαμενή
- Ανεξάρτητες συσκευές ροής πλήρους πίεσης / απελευθέρωσης σε κάθε δεξαμενή

Αυξημένη πίεση στην δεξαμενή αιτίες

Φαινόμενα υπερβολικής πίεσης εμφανίζονται συνήθως κατά την διάρκεια της φόρτωσης ή της εσωτερικής μεταφοράς φορτιού η έρματος. Οι λόγοι που μπορεί να προκληθεί είναι η εξής:

- Γέμισμα της δεξαμενής με υγρό
- Λανθασμένη τοποθέτηση των βαλβίδων απομόνωσης ατμού η αδρανούς αερίου στη γραμμή ατμού ή στην σωλήνωση αδρανούς αερίου

- Φθορά και αστοχία της βαλβίδας απομόνωσης στην γραμμή ατμού ή στην σωλήνωση αδρανούς αερίου
- Φθορά ή φραγή της βαλβίδας εξαερισμού
- Μπλοκαρισμένες φλογοπαγίδες
- Φόρτωση της δεξαμενής με ρυθμό που υπερβαίνει την μέγιστη ικανότητα αερισμού
- Σχηματισμός πάγου στους αναπνευστήρες όταν επικρατούν δυσμενής καιρικές συνθήκες και χαμηλές θερμοκρασίες
- Ύπαρξη πάγου στα έρμα

Μετρά ασφάλειας αυξημένης πίεσης στην δεξαμενή

- Πλοία τα οποία δεν εξοπλίζονται με σύστημα αδρανούς αερίου, θα πρέπει να εφαρμόζεται μια διαδικασία ελέγχου της θέσης των βαλβίδων απομόνωσης στις βαλβίδες εξαερισμού. Η διαδικασία πρέπει να περιλαμβάνει μια μέθοδο για την καταγραφή της τρέχουσας θέσης των βαλβίδων απομόνωσης και μια μέθοδο για την πρόληψη της εσφαλμένης τοποθέτησης εν' ώρα λειτουργίας.
- Μια μέθοδο για την καταγραφή της κατάστασης όλων των βαλβίδων στο σύστημα
- Σύστημα για την τοποθέτηση των βαλβίδων στην σωστή θέση λειτουργίας και για τον έλεγχο της παραμονής του στην θέση αυτή
- Η λειτουργία των βαλβίδων να πραγματοποιείται μόνο από εξουσιοδοτημένο και καταλληλά εκπαιδευμένο προσωπικό

Σε πλοία τα οποία είναι εξοπλισμένα με σύστημα αδρανούς αερίου, στο οποίο οι βαλβίδες απομόνωσης συνδέονται με την κύρια γραμμή κάθε δεξαμενής απαιτείτε αυτές οι βαλβίδες να διαθέτουν ειδικές ρυθμίσεις κλειδώματος και κατά την λειτουργία τους να επιβλέπονται από το εκάστοτε υπεύθυνο προσωπικό του πλοίου. Αλλαγές στην διάταξη της βαλβίδας δεν είναι δυνατόν να πραγματοποιηθούν πάρα μόνο με την έγκριση του αρμοδίου αξιωματικού.

Η βλάβη ή το μπλοκάρισμα των βαλβίδων απομόνωσης, των βαλβίδων πίεσης ατμού ή αναπνευστήρων υψηλής πυκνότητας μπορεί να αποφευχθεί με τακτικές

διαδικασίες συντήρησης και με ελέγχους πριν την λειτουργία τους όπως και με την ικανότητα του χειριστή να εντοπίζει άμεσα οποιοδήποτε πρόβλημα δημιουργείτε κατά την λειτουργία τους. Προκειμένου να αποφευχθεί η συσσώρευση υψηλής πίεσης από την υπερβολική ταχύτητα ροής στο γέμισμα των δεξαμενών θα πρέπει να υπάρχουν διαθέσιμες μέγιστες τιμές πλήρωσης για κάθε δεξαμενή ώστε να είναι ενήμερο το προσωπικό του πλοίου. Οι αναπνευστήρες της δεξαμενής πρέπει να ελέγχονται τακτικά για να διασφαλίζεται ότι είναι καθαροί και δεν μπλοκάρονται πριν την λειτουργία τους και κυρίως όταν οι καιρικές συνθήκες είναι δυσμενής και επικρατούν χαμηλές θερμοκρασίες που κάνουν ακόμα πιο εύκολο την φραγή τους.

Χαμηλή πίεση στην δεξαμενή αιτίες

Ικανές να προκαλέσουν και αυτές μεγάλη καταστροφή, είναι η αιτία ύπαρξης χαμηλής πίεσης στην δεξαμενή όπως παρουσιάζονται παρακάτω:

- Λανθασμένη τοποθέτηση των βαλβίδων απομόνωσης που βρίσκονται μεταξύ της δεξαμενής και της γραμμής ατμού ή στην σωλήνωση αδρανούς αερίου
- Αστοχία της βαλβίδας απομόνωσης στην γραμμή ατμού ή στην σωλήνωση αδρανούς αερίου
- Παύση του εξαεριστήρα αδρανούς αερίου λόγω βλάβης ή λανθασμένου χειρισμού από το προσωπικό του πλοίου
- Βλάβη σε βαλβίδα παροχής αδρανούς αερίου
- Μπλοκαρισμένη φλογοπαγίδα στην εσωτερική γραμμή ατμού
- Κατά την ύπαρξη χαμηλών θερμοκρασιών δημιουργία πάγου στην επιφάνια του ρέματος

Μέτρα ασφαλείας χαμηλής πίεσης στην δεξαμενή

Παρόμοιες με εκείνες της υψηλής πίεσης είναι και οι προφυλάξεις έναντι της χαμηλής πίεσης. Αν υπάρχει υποψία ότι κάποια δεξαμενή έχει χαμηλή πίεση θα πρέπει να ακολουθηθούν συγκεκριμένες ενέργειες. Οι ενέργειες για την μείωση του μερικού κενού σε μια δεξαμενή είναι είτε η αύξηση του υγρού στην δεξαμενή αντλώντας φορτίο ή έρμα στην δεξαμενή που παρατηρείτε η υποπίεση

από μια άλλη δεξαμενή, είτε η είσοδος αδρανούς αερίου ή ατμοσφαιρικού αέρα μέσα στο κενό χώρο της δεξαμενής. Παρακάτω θα αναφερθούν οι κυριότερες προφυλάξεις.

- Σε πλοίο που διαθέτει σύστημα αδρανούς αερίου η ποιότητα του αδρανούς αερίου είναι δυνατόν να επηρεαστεί από κάποια διαρροή αέρα μέσω των στεγανοποιήσεων στους χώρους απο τους οποίους γίνεται η πρόσβαση στην δεξαμενή
- Σε πλοία τα οποία δεν είναι εξοπλισμένα με σύστημα αδρανούς αερίου η μείωση του μερικού κενού είναι δυνατή μόνο με την είσοδο αέρα στην δεξαμενή. Κατά την εφαρμογή της ενέργειας αυτής θα πρέπει να δίνεται ιδιαίτερη προσοχή έτσι ώστε να μην εισέλθουν ξένα σωματίδια εντός της δεξαμενής όπου μπορούν να προκαλέσουν ανάφλεξη και κατά συνέπεια έκρηξη.
- Προσοχή πρέπει να δίνετε επίσης κατά την είσοδο αδρανούς αερίου υψηλής πυκνότητας, προκειμένου να επαναφέρει την δεξαμενή στην θετική της πίεση, ίσως προκαλέσει αναταραχή στο ηλεκτροστατικό φορτίο



Εικόνα 13: Καταστροφή δεξαμενής λόγω υποπίεσης

ΜΟΝΙΜΗ ΠΥΡΟΣΒΕΤΙΚΗ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΔΕΞΑΜΕΝΟΠΛΟΙΟΥ – ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΨΥΞΗΣ

Μόνιμες πυροσβεστικές εγκαταστάσεις δεξαμενοπλοίου – σύστημά απόπνιξης

Όλα τα δεξαμενόπλοια είναι εξοπλισμένα με πυροσβεστικό σύστημα νερού που αποτελείται από αντλίες, δίκτυο πυρκαγιάς με λήψεις σε διαφορά σημεία, μάνικες πυρκαγιάς πλήρεις με συνδέσμους και ακροσωλήνια συμπαγούς βολής και ψεκασμού με νερό. Προβλέπεται αρκετός αριθμός λήψεων και σε τέτοιες θέσεις ώστε να εξασφαλίζεται ότι σε κάθε σημείο του πλοίου μπορούν να φτάνουν τουλάχιστον δυο προβολές νερού. Ορισμένοι μπουλμέδες, (διαφράγματα στο εσωτερικό του πλοίου), είναι μερικές φορές εφοδιασμένοι με μόνιμες σωληνώσεις ψεκασμού με νερό.

Τα δεξαμενόπλοια πρέπει να είναι εφοδιασμένα με Διεθνή Σύνδεσμο Πυρκαγιάς με την ξηρά έτσι ώστε να είναι δυνατή η σύνδεση με εξωτερική παροχή νερού σε οποιαδήποτε δεξαμενή της σωλήνωσης πυρκαγιάς του πλοίου. Οι συγκεκριμένοι σύνδεσμοι πρέπει πάντα να είναι έτοιμοι για άμεση χρήση.

Στα δεξαμενόπλοια μπορούν να υπάρχουν εγκατεστημένα ένα ή περισσότερα συστήματα πυρόσβεσης ή ακόμα και ο συνδυασμός διαφορετικών συστημάτων. Στην συνέχεια γίνεται λόγος για αυτά τα συστήματα πυρόσβεσης.

Σύστημα κατάκλισης με διοξείδιο του άνθρακα

Το συγκεκριμένο σύστημα έχει σχεδιαστεί για να αντιμετωπίζει τις πυρκαγιές που πυροδοτούνται στο μηχανοστάσιο στο λεβητοστάσιο και στο αντλιοστάσιο. Αυτό το σύστημα πυρόσβεσης τροφοδοτείται από μια συστοιχία μεγάλων φιαλών διοξειδίου του άνθρακα. Ειδικότερα από το σύστημα επιστομίων διανομής που συνδέονται με τις φιάλες, το διοξείδιο του άνθρακα διοχετεύεται

μέσω σωληνώσεων στα σημεία που έχει ξεσπάσει η πυρκαγιά και απελευθερώνετε από τα ακροφύσια διάχυσης. Προτού το σύστημα πυρόσβεσης τεθεί σε λειτουργία και απελευθερώσει το διοξείδιου του άνθρακα σε ένα διαμέρισμα, θα πρέπει το προσωπικό να ενημερωθεί με ένα σήμα συναγερμού ώστε να έχει αρκετό χρόνο να εκκενώσει την περιοχή που θα πραγματοποιηθεί η πυρόσβεση.



Εικόνα 14: Σύστημα πυρόσβεσης με διοξείδιο του άνθρακα

Σύστημα αφρού

Σε χώρους όπως το κατάστρωμα δεξαμενών, σε χώρους φορτίου, στο αντλιοστάσιο και στα διαμερίσματα των μηχανών μπορεί να χρησιμοποιηθούν συστήματα πυρόσβεσης με αφρό. Τα συστήματα αυτής της κατηγορίας χρησιμοποιούν ως υλικό κατάσβεσης συμπυκνωμένο αφρογόνο που αποθηκεύετε στις κατάλληλες δεξαμενές. Με την χρήση των αντλιών πυρκαγιάς και συσκευών ρυθμίσεις της αναλογίας, το νερό παραλαμβάνει από τις δεξαμενές που αποθηκεύετε το συμπυκνωμένο αφρογόνο, την απαραίτητη ποσότητα δημιουργώντας διάλυμα αφρογόνου, το οποίο μεταφέρεται μέσω των σωληνώσεων παροχής στα σημεία ρίψης.



Εικόνα 15: Σύστημα πυρόσβεσης με αφρό

Ομίχλη νερού

Αυτό το σύστημα πυρόσβεσης χρησιμοποιεί ως υγρό κατάσβεσης το νερό, που αποθηκεύεται στις δεξαμενές πυρόσβεσης και μέσω ενός δικτύου σωληνώσεων διοχετεύεται με υψηλή πίεση στα ακροφύσια ομίχλης, όπου και το απελευθερώνουν στο σημείο της πυρκαγιάς. Τα ακροφύσια αυτά τοποθετούνται κυκλικά μέσα στο κουβούσι (θολωτό στέγασμα) μιας δεξαμενής δημιουργώντας αποτελεσματική κάλυψη χώρου. Μερικά πλοία είναι εξοπλισμένα με μόνιμο σύστημα ομίχλης νερού υπό πίεση για προστασία στους χώρους του λεβητοστάσιου, του μηχανοστασίου και των αντλιοστασίων.

Παραπέτασμα νερού

Μπορούμε επίσης να συναντήσουμε πλοία τα οποία διαθέτουν μόνιμο σύστημα πυρόσβεσης με παραπέτασμα νερού. Το εν' λόγω σύστημα δημιουργεί ένα προστατευτικό παραπετασμα υδατος μεταξύ του καταστρώματος δεξαμενων φορτίου και της υπόλοιπης κατασκευής εμποδίζοντας έτσι την εξάπλωση της πυρκαγιάς στο υπόλοιπο πλοίο.



Εικόνα 16: Σύστημα πυρόσβεσης με ομίχλη νερού

Σύστημα αδρανούς αερίου

Συστήματα πυρόσβεσης με αδρανές αέριο έχουν εφαρμογή στην πρόληψη πυρκαγιών και εκρήξεων στις δεξαμενές φορτίου. Σε περίπτωση έναυσης πυρκαγιάς το σύστημα αυτό συνεισφέρει στην κατασβεση της, χωρίς ωστόσο να αποτελεί μόνιμη πυροσβεστική εγκατάσταση.

Σύστημα απόπνιξης με ατμό

Αποτελεί παραχωρημένο σύστημα πυρόσβεσης και συναντάτε σε παλαιότερου τύπου δεξαμενόπλοια. Λόγου τις μικρής του αποδοτικότητας και του κινδύνου ανάπτυξης στατικού ηλεκτρισμού με καταστροφικά αποτελεσματα, η χρήση τους είναι περιορισμένη.



Εικόνα 17: Σύστημα πυρόσβεσης με ατμό

ΜΕΤΡΑ ΑΣΦΑΛΕΙΑΣ ΓΙΑ ΤΗΝ ΠΡΟΛΗΨΗ ΕΚΔΗΛΩΣΗΣ ΠΥΡΚΑΓΙΩΝ ΣΤΟΥΣ ΧΩΡΟΥΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ ΚΑΙ ΣΤΕΓΑΣΗΣ ΤΟΥ ΠΛΗΡΩΜΑΤΟΣ

Σημασία του ανθρώπινου παράγοντα

Η πρόληψη της πυρκαγιάς εξαρτάται σε μεγάλο βαθμό από τον ανθρώπινο παράγοντα, που με διάφορους τρόπους εφαρμόζει κάποια μετρά για την πρόληψη της. Γνωρίζοντας και κατανοώντας εις βάθος τις αιτίες και τις ολέθριες συνέπειες όπου μπορεί να έχει μια πυρκαγιά ελαττώνουμε σε μεγάλο βαθμό τις πιθανότητες για την εκδήλωση της. Όπως είδαμε και σε προηγούμενα κεφάλαια η φωτιά είναι μια πολύ επικίνδυνη κατάσταση για το πλοίο και το ανθρώπινο δυναμικό προκαλώντας καταστροφή εξοπλισμού, τραυματισμούς και απώλειες ανθρωπίνων ζωών. Για το λόγο αυτό θα πρέπει από το σύνολο του πληρώματος να τηρούνται υπεύθυνα και σχολαστικά όλοι οι προβλεπόμενοι κανόνες ασφαλείας που αφορούν την πρόληψη πυρκαγιών ώστε να αποφεύγονται τέτοια δυσάρεστα γεγονότα. Αντιθέτως ανευθυνότητα, άγνοια, παραλείψεις και αδιαφορία για τους κανόνες ασφαλείας οδηγούν σε ραγδαία αύξηση της πιθανότητας να συμβεί μια τεράστια καταστροφή με τραγικές συνέπειες για το πλοίο και το πλήρωμα. Για την αποφυγή τέτοιων επικίνδυνων καταστάσεων θα πρέπει να εφαρμόζεται ένα ολοκληρωμένο πρόγραμμα πρόληψη, τόσο θεωρητικό όσο και πρακτικό κομμάτι, και κυρίως η αυστηρή τήρηση συγκεκριμένων κανόνων και η ουσιαστική εκπαίδευση του πληρώματος στο κομμάτι της πρόληψης και αντιμετώπισης των πυρκαγιών.

Εκπαίδευση πληρώματος

Αποτελεί ένα από τα πιο σημαντικά στοιχεία για την προσπάθεια πρόληψης πυρκαγιών. Η εκπαίδευση θα πρέπει να είναι ουσιαστική με την συμμετοχή όλου του πληρώματος και να επαναλαμβάνεται ανά τακτά χρονικά διαστήματα για την

ορθή κατανόηση των κανόνων. Στην διάρκεια της εκπαίδευσης θα πρέπει να γίνεται ενδελεχής αναφορά σε όλες τις πιθανές αιτίες και συνθήκες που μπορεί να προκαλέσουν την πυροδότηση πυρκαγιάς. Έμφαση θα πρέπει να δίνεται στην καθαριότητα στους χώρους εργασίας και στέγασης του πληρώματος, ώστε να μην συγκεντρώνονται άχρηστα υλικά, όπως λαδωμένα πανιά «στουπιά», εύφλεκτα σπρέι και καύσιμα τα οποία είναι επικίνδυνοι παράγοντες για την έναυση πυρκαγιάς. Επίσης πρέπει να γίνει αναφορά στην αυστηρή τήρηση των κανόνων καπνίσματος. Τέλος πρέπει να ακολουθεί μάθημα και πρακτική επίδειξη για την καταστολή και απομόνωση μικρών εστιών φωτιάς με την χρήση φορητού πυροσβεστήρα.



Εικόνα 18: Πυροσβέστης εν ώρα καθήκοντος

Περιοδικοί έλεγχοι

Επιθεωρήσεις και ελέγχους σε ολόκληρο το πλοίο και σε περιοχές με υψηλό κίνδυνο πυρκαγιάς θα πρέπει να γίνονται από τους εκάστοτε αξιωματικούς που απασχολούνται με θέματα πυρασφάλειας ώστε να ελέγξουν εάν τηρούνται οι κανόνες πυρασφάλειας και την κατάσταση των συστημάτων πυροπροστασίας. Οι έλεγχοι πρέπει να είναι σχολαστικοί και εις βάθος ώστε να μειώνετε ακόμα περισσότερο ο κίνδυνος πυροδότησης πυρκαγιάς. Πέρα από τους αξιωματικούς και το πλήρωμα πρέπει να ελέγχει από μόνο του για τυχόν αιτίες που μπορούν να προκαλέσουν πυρκαγιά δείχνοντας την ανάλογη ευαισθησία στα ζητήματα ασφαλείας του.

Απαραίτητες επισκευές και συντήρηση

Για να εξασφαλιστεί η σωστή λειτουργία του μηχανικού εξοπλισμού του πλοίου θα πρέπει να ακολουθείτε η κατάλληλη συντήρηση και η ανάλογες επισκευές όπου χρειάζεται. Μηχανήματα, σωληνώσεις καυσίμων και εύφλεκτων υγρών, αντλίες, βάνες και άλλα μηχανικά μέρη του πλοίου και των εγκαταστάσεων του καθώς και ο πυροσβεστικός εξοπλισμός θα πρέπει να ελέγχονται και να επισκευάζονται για την αποφυγή επικίνδυνων καταστάσεων που μπορεί να οδηγήσουν στην πρόκληση πυρκαγιάς. Ελλιπής συντήρηση μπορεί να προκαλέσει διαρροές εύφλεκτων ατμών, αυξημένες θερμοκρασίες σε μέταλλα που έρχονται σε τριβή λόγω ελλιπής λίπανσης, παραγωγή σπινθήρων σε ηλεκτρικά συστήματα αυξάνοντας κατακόρυφα τον κίνδυνο πυροδότησης πυρκαγιάς. Ακολουθώντας το πρόγραμμα των κατασκευαστών με τις ακριβείς ημερομηνίες συντήρησης του μηχανικού εξοπλισμού αποφεύγοντες οι παραπάνω καταστάσεις. Βλάβες που πιθανός εντοπιστούν κατά την διάρκεια της επιθεώρησης θα πρέπει να επισκευάζονται άμεσα γιατί προφανώς μειώνει την απόδοση του μηχανήματος ή της εγκατάστασης αλλά και αποτελεί αίτια έναρξης πυρκαγιάς. Εξειδικευμένο προσωπικό με την ανάλογη εμπειρία θα πρέπει να αναλαμβάνει την επισκευή και την αντικατάσταση των ελαττωματικών εξαρτημάτων ώστε να διασφαλίζεται η επιτυχία της επισκευής.



Εικόνα 19: Επίβλεψη από αρμόδιο άτομο

Μέτρα ασφαλείας κατά τον χειρισμό φορτίων

Η λήψη μέτρων ασφαλείας για την σωστή διατήρησή του φορτιού που μεταφέρει το πλοίο είναι υψίστης σημασίας για την αποφυγή πυροδότησης πυρκαγιάς ή έκρηξης με τραγικές συνέπειες για το ίδιο και το πλήρωμα. Αναλογα με το είδος του φορτιού που έχει το κάθε πλοίο (στερεό φορτίο, υγρά καύσιμα, αέρια καύσιμα) εφαρμόζονται και τα απαραίτητα μετρά ασφαλείας. Παραδείγματος χάρη τα υγρά καύσιμα και φορτία παρουσιάζουν εύφλεκτες αναθυμιάσεις αερίων και σε συνδυασμό με τις κατάλληλες θερμοκρασίες ή με κάποια πηγή ανάφλεξης ή ακόμα και με τυχαίο σπινθηρισμό μπορούν να αναφλέγουν και να προκαλέσουν πυρκαγιά. Για το λόγο αυτό το πλήρωμα πρέπει να ενημερώνετε για τα χαρακτηριστικά του εκάστοτε φορτιού, για το αν χρήζει ειδικής μεταχείρισης και για τα απαραίτητα μετρά ασφαλείας που πρέπει να ληφθούν ώστε να εξαλειφθούν οι πιθανότητες να ξεσπάσει πυρκαγιά.

Τακτικές περιπολίες

Κρίσιμο στοιχείο για την αποτελεσματική και εγκαίρη κατάσβεση της πυρκαγιάς αποτελεί ο γρήγορος εντοπισμός της από το πλήρωμα, όπως είδαμε και σε προηγούμενα κεφάλαια. Με την ανάθεση περιπολίων στα μέλη του πληρώματος είναι εφικτό ο έγκαιρος εντοπισμός της φωτιάς πριν προλάβει να εξαπλωθεί κάνοντας την κατάσβεση της δυσκολότερη έως και αδύνατη. Στην ουσία το πλήρωμα που επιφορτίζετε με την υπηρεσία της περιπολίας ελέγχει όλους τους χώρους του πλοίου και κυρίως εκείνους που αποθηκεύονται επικίνδυνα και

εύφλεκτα φορτία ανά τακτά χρονικά διαστήματα αναζητώντας για πιθανές αιτίες που μπορούν να προκαλέσουν πυρκαγιά ή και εστίες φωτιάς που ξέσπασαν. Το μετρό αυτό εφαρμόζεται στα επιβατηγά πλοία με περιπολίες καθ' όλη την διάρκεια της μέρας είτε είναι εν' πλω ή αγκυροβολημένο σε κάποιο λιμάνι. Απαραίτητο είναι να εφαρμόζεται σε όλα τα πλοία όταν σε αυτά εκτελούνται εργασίες συντήρησης και επισκευές, για την πρόληψη πυρκαγιάς από σπινθηρισμό ή από εστία φωτιάς που δημιουργείτε κατά τις εργασίες.

ΕΝΕΡΓΕΙΕΣ ΕΚΤΑΚΤΟΥ ΑΝΑΓΚΗΣ ΣΕ ΠΕΡΙΠΤΩΣΗ ΠΥΡΚΑΓΙΑΣ ΣΤΟ ΠΛΟΙΟ

Πρωτόκολλο ασφαλείας

Στην περίπτωση που όλα τα μετρά πρόληψης και ασφαλείας αποτύχουν και εκδηλωθεί πυρκαγιά τότε υπάρχει συγκεκριμένο πρωτόκολλο ασφαλείας και διαδικασίες που πρέπει να εκτελεστούν από το πλήρωμα του πλοίου. Το πλήρωμα είναι απαραίτητο να γνωρίζει τα χαρακτηρίστηκα κάθε τύπου πυρκαγιάς καθώς και τους τρόπους κατάσβεσης ανάλογα με την περίπτωση. Σε κάθε πλοίο πρέπει να υπάρχει ένα σχέδιο πυρασφάλειας έκτακτης ανάγκης, που στην ουσία αρχίζει με τον έγκαιρο εντοπισμό της φωτιάς από τα συστήματα αυτόματης ανίχνευσης πυρκαγιάς, συνεχίζοντας με την αναγγελία του σήματος κινδύνου προς τους επιβαίνοντες και το πλήρωμα και ακολουθώντας με το διαχωρισμό του πλοίου σε «ζώνες» με την χρήση πυροστεγών διαφραγμάτων και διαφραγμάτων για τον περιορισμό της πυρκαγιάς και ολοκληρώνετε με την χρήση των πυροσβεστικών μέσων από εξειδικευμένα μέλη του πληρώματος για την κατάσβεση της πυρκαγιάς. Το προσωπικό στο οποίο ανατίθενται τα καθήκοντα πυρασφάλειας και πυρόσβεσης θα πρέπει να είναι εκπαιδευμένο στην σωστή χρήση των συστημάτων πυρόσβεσης και να γνωρίζει την θέση τους ώστε σε περίπτωση ανάγκης να μπορεί να δράση άμεσα και με ακρίβεια. Για να εξασφαλιστεί το παραπάνω θα πρέπει σε όλα τα πλοία να γίνονται συχνά ασκήσεις ετοιμότητας τα λεγόμενα «γυμνάσια» που αποσκοπούν στην πρακτική

εξάσκηση και εκπαίδευση όλου του πληρώματος στην χρήση του διαθέσιμου εξοπλισμού και στην κατάσβεση των διάφορων τύπων πυρκαγιών.

Προβλεπόμενες ενέργειες με σειρά προτεραιότητας

Είναι απαραίτητο λοιπόν για την αποτελεσματικότερη αντιμετώπιση των πυρκαγιών στο πλοίο να πραγματοποιηθούν συγκεκριμένες ενέργειες όσο το δυνατόν σε συντομότερο χρονικό διάστημα αφού ο χρόνος είναι μια κρίσιμη μεταβλητή στο διάστημα από την έναυση της πυρκαγιάς, ως τον εντοπισμό της και εντέλει στην κατάσβεση της. Στην συνέχεια θα αναλύσουμε της προβλεπόμενες ενέργειες σε περίπτωση έναυσης πυρκαγιάς σε οποιοδήποτε χώρο του πλοίου μέχρι να επιχειρήσει το προσωπικό του πληρώματος που είναι αρμόδιο για την πυρόσβεση.

1. Εντοπισμός και αναγγελία της πυρκαγιάς

Η παραμικρή καθυστέρηση από τον εντοπισμό ως την αναγγελία της πυρκαγιάς μπορεί να οδηγήσει σε επικίνδυνη εξάπλωση της έχοντας ολέθρια αποτελέσματα. Είναι λοιπόν ευνόητο ότι το προσωπικό που θα αντιληφθεί την έναρξη της πυρκαγιάς είτε από τα συστήματα ανίχνευσης είτε με οπτική επαφή θα πρέπει αμέσως να την αναγγείλει ενεργοποιώντας το γενικό σήμα συναγερμού. Το σήμα συναγερμού αναγγέλλετε με την χρήση χειροκίνητων αναγγελτήρων που βρίσκονται τοποθετημένοι σε διάφορα μέρη του πλοίου. Οι αναγγελτήρες αυτοί είναι συνήθως διακόπτες (μπουτόνς) που βρίσκονται εντός μεταλλικών κόκκινων κουτιών με πρόσοψη από εύθραυστο κρύσταλλο τοποθετημένοι σε καθαρό μπουλμε, για να είναι εύκολα αναγνωρίσιμοι, μέσα στους χώρους του πλοίου (διαδρόμους, μαγειρεία, μηχανοστάσιο) και συνδέονται μέσω καλωδιώσεων με την γέφυρα και τους σταθμούς ελέγχου του πλοίου. Η μεταξύ τους απόσταση δεν πρέπει να υπερβαίνει τα 40 μέτρα για να διασφαλίζεται η σύντομη ενεργοποίηση του από το προσωπικό σε οποία κατεύθυνση και αν σπευση. Για την ενεργοποίηση τους το πλήρωμα ή οι επιβάτες πρέπει είτε να σπάσουν το εξωτερικό τζαμί που καλύπτει το μπουτόν και να το πιάσουν είτε στους αυτομάτους αναγγελτήρες απλά να σπάσουν το τζάμι. Το σύστημα αυτό τροφοδοτείτε

τόσο από την κύρια γεννήτρια του πλοίου όσο και από εφεδρική πηγή για να μπορούν να τεθούν σε λειτουργία ακόμα και αν η κυριά πηγή ηλεκτρικού ρεύματος αποτύχει. Με την ενεργοποίηση του αυτομάτου «χτυπά» συναγερμός στην γέφυρα και στους σταθμούς ελέγχου ανάβοντας, ανάλογα με τον χώρο που έχει ξεσπάσει η πυρκαγιά, μια συγκεκριμένη λυχνία πάνω στο πίνακα ελέγχου (ταμπλό). Οι λυχνίες αυτές είναι αριθμημένες και αντιστοιχούν σε ορισμένα χωρία του πλοίου δίνοντας την δυνατότητα να ελέγχετε και να περιοριστεί άμεσα η πυρκαγιά στον συγκεκριμένο τομέα γλυτώνοντας πολύτιμο χρόνο που θα δαπανιόνταν στην περίπτωση που θα έπρεπε να ψάξουν σε όλο το πλοίο.

2. Ενεργοποίηση συναγερμού

Ο αρμόδιος αξιωματικός με το που αναγγελλθεί η πυροδότηση φωτιάς στο πλοίο θα πρέπει αμέσως να σημάνει συναγερμό για να ειδοποιηθούν όλοι η επιβαίνοντες και τα μέλη του πληρώματος για να μπορούν να εκτελέσουν το σχέδιο έκτακτης ανάγκης και επίσης να σπεύσει το προσωπικό που είναι υπεύθυνο για την πυρόσβεση.

3. Παύση εργασιών

Με το που σημάνει ο κυρίως συναγερμός διακόπτονται όχι μόνο οι εργασίες που γίνονται στον χώρο που ξέσπασε η πυρκαγιά αλλά και σε όλο το πλοίο γενικότερα ώστε να μπορεί να αξιοποιηθεί πλήρως όλο το ανθρώπινο δυναμικό και ο εξοπλισμός που είναι αναγκαίος για την κατάσβεση της πυρκαγιάς.

4. Εκκένωση του τομέα

Ο χώρος στον οποίο εντοπίστηκε η πυρκαγιά εκκενώνεται το συντομότερο δυνατόν από όλο το προσωπικό και του επιβάτες που βρίσκονται εντός του, ή σε περίπτωση που υπάρχουν εγκλωβισμένοι γίνονται οι κατάλληλες ενέργειες από τα αρμόδια συνεργία διάσωσης για τον απεγκλωβισμό τους.

5. Τερματισμός λειτουργίας μηχανών και μηχανημάτων

Τα διαφορά μηχανήματα που λειτουργούσαν στον χώρο όπου ξέσπασε η πυρκαγιά πρέπει να τεθούν εκτός λειτουργίας για να μην προκαλέσουν περεταίρω καταστροφή ή πιθανόν και αναζωπύρωση της φωτιάς δυσχεραίνοντας ακόμα πιο πολύ το έργο των πυροσβεστών.

6. Διακοπή αερισμού

Όπως είδαμε για την συντήρηση και διάδοση της φωτιάς πρέπει να συνυπάρχουν τρεις παράγοντες ο ένας εξ' αυτών το οξυγόνο. Διακόπτοντας λοιπόν την ροή αέρα που προέρχεται είτε από φυσική ροή (φινιστρίνια, πόρτες) είτε τεχνητή ροή (ανεμιστήρες, εξαεριστήρες, κλιματισμός) μπορούμε να περιορίσουμε την παροχή οξυγόνου προς την εστία της φωτιάς βοηθώντας στον περιορισμό και την κατάσβεση της.

7. Διακοπή παροχής καυσίμου

Άμεσα πρέπει να διακόψουμε την παροχή οποιουδήποτε καυσίμου κατευθύνετε προς τον τομέα που έχει ξεσπάσει η πυρκαγιά περιορίζοντας έτσι την τροφοδότησή της με καύσιμη ύλη, αλλά και απότομη διασπορά της φωτιάς που μπορεί να προέλθει από έκρηξη διασκορποντας το εύφλεκτο καύσιμο σε μεγαλύτερη ακτίνα. Ειδικότερα στο διαμέρισμα του μηχανοστασίου όπου μεταφέρονται μεγάλες ποσότητες υγρών καυσίμων για την λειτουργία των μηχανών και διάφορων μηχανήματων, θα πρέπει άμεσα να διακόπτετε η ροή του από βάνες και διακόπτες που εντοπίζονται σε διαφορετικό διαμέρισμα ώστε να μπορεί να είναι προσβάσιμα ακόμα και όταν δεν είναι εφικτή η διακοπή της ροής από τους τοπικούς διακόπτες στο εσωτερικό του μηχανοστασίου.

8. Ειδοποίηση λιμενικών αρχών

Ο αρμόδιος αξιωματικός ενημερώνει το συντομότερο δυνατόν τις λιμενικές αρχές ώστε αν χρειαστεί να βρίσκονται σε ετοιμότητα για να συνδράμουν στο έργο της κατάσβεσης και διάσωσης των επιβατών και του πληρώματος.

9. Σήμα έκτακτης ανάγκης σε παραπλέοντα πλοία

Με τα μέσα ασυρματικής επικοινωνίας ο αρμόδιος αξιωματικός ενημερώνει τα παραπλέοντα πλοία για την κατάσταση του πλοίου και της πυρκαγιάς ώστε αν χρειαστεί να βοηθήσουν στην κατάσβεση της ή την διάσωση επιβατών.

10. Περιορισμός πυρκαγιάς

Σημαντικό είναι να περιοριστεί η πυρκαγιά στο μικρότερο δυνατό χώρο και να αποτραπεί η τροφοδότηση της με οξυγόνο και καύσιμη ύλη. Αυτό επιτυγχάνετε με το κλείσιμο των ανοιγμάτων (πυροστεγές πόρτες, φινιστρίνια) που διέρχεται ο ατμοσφαιρικός αέρας στο χώρο που έχει ξεσπάσει η πυρκαγιά και με το κλείσιμο των βανων που μεταφέρετε καύσιμο ώστε να απομονωθεί η φωτιά μειώνοντας την εξάπλωση της ωστόσο ετοιμαστεί η ειδική ομάδα κατάσβεσης. Πρέπει να σημειωθεί ακόμα ότι το κλείσιμο των πυροστεγών πορτών και των διάφορων ανοιγμάτων εκτός από το να εμποδίσει την εξάπλωση της φωτιάς σε γειτονικά διαμερίσματα βοηθάει και στην κατάσβεση της φωτιάς αφού ο καπνός που δημιουργείτε παγιδεύετε εντός του χωριού ενεργεί σαν αδρανές αέριο στερώντας σε ικανοποιητικό βαθμό το οξυγόνο της φωτιάς.

11. Κατάσβεση της πυρκαγιάς

Σε πυρκαγιές οι οποίες έχουν περιοριστεί και είναι μικρής έκτασης επιχειρείτε άμεσα η κατάσβεση τους με την χρήση φορητών μέσων πυρόσβεσης.

12. Προετοιμασία σωστικών μέσων

Επειδή η εξέλιξη της φωτιάς είναι αμφίβολη, δηλαδή μπορεί να ξεφύγει από τον έλεγχο του συνεργείου κατάσβεσης και να κινείται ανεξέλεγκτα ώστε να μην είναι εφικτή η κατάσβεση της ή ο περιορισμός της πρέπει τα σωστικά μέσα να είναι σε ετοιμότητα για να είναι άμεσα διαθέσιμα εάν

υπάρξει αυτή η δυσάρεστη εξέλιξη ώστε να διασφαλιστεί η ασφαλή εκκένωση των επιβατών και του πληρώματος απο το πλοιο.



Εικόνα 20: Ταμπλό στην γέφυρας του πλοίου

ΦΟΡΗΤΕΣ ΠΥΡΟΣΒΕΣΤΗΚΕΣ ΣΥΣΚΕΥΕΣ

Σημαντικότητα φορητών πυροσβεστικών συσκευών

Στα προηγούμενα κεφάλαια είδαμε το πόσο επικίνδυνη μπορεί να είναι η έναυση μιας πυρκαγιάς για το πλοίο και αναλύσαμε τα συστήματα ασφαλείας που αποτρέπουν την ανάφλεξη της, βοηθούν στον έγκαιρο εντοπισμό της και την άμεση κατάσβεση της. Ωστόσο στην περίπτωση όπου ξεπεράσει όλα αυτά τα συστήματα ασφάλειας και πυροδοτήσει πυρκαγιά στο πλοίο, το στοιχείο «κλειδί» για να αποφευχθούν μεγάλες καταστροφές είτε φορτίου, είτε στην δομή του πλοίου και πρώτιστος να μην απειληθούν ανθρώπινες ζωές είναι οι άμεση κατάσβεση της έτσι ώστε να αποφευχθεί η εξάπλωση της σε βαθμό τέτοιου όπου να μην μπορεί να γίνει καμία ενέργεια για τον περιορισμό της. Ένας από τους πιο σημαντικούς μηχανισμούς που βοηθούν στην άμεση κατάσβεση των πυρκαγιών αποτελεί ο φορητός πυροσβεστήρας.

Κατηγορίες φορητών πυροσβεστήρων

Οι φορητοί πυροσβεστήρες χρησιμοποιούνται για την κατάσβεση και τον περιορισμό μικρών εστιών φωτιάς και δεν είναι αποτελεσματικοί σε μεγάλες πυρκαγιές που κινούνται ανεξέλεγκτα απειλώντας την ζωή του χειριστή. Είναι εύκολη στην μεταφορά με μικρό βάρος και αποτελεί μια συσκευή ενεργητικής πυροπροστασίας σε επείγουσες καταστάσεις. Τα εξαρτήματα όπου αποτελείτε ένας φορητός πυροσβεστήρας είναι ένα κυλινδρικό ή σπανιότερα σε αλλά σχήματα μεταλλικό δοχείο όπου περιέχει το υλικό κατάσβεσης υπό πίεση, το οποίο με το πάτημα της σκανδάλης απελευθερώνετε προς την εστία της φωτιάς. Η βασικές κατηγορίες πυροσβεστήρων είναι δύο και διαχωρίζονται βάση το που έχουν αποθηκευμένο το προωθητικό αέριο. Στην πρώτη κατηγορία είναι ο πυροσβεστήρας εγκλωβισμένης πίεσης (Stored – pressure) ο οποίος χρησιμοποιεί τον ίδιο θάλαμο για να αποθηκεύσει την χημική ουσία κατάσβεσης και το προωθητικό αέριο. Τα προωθητικά αέρια που χρησιμοποιεί ο συγκεκριμένος τύπος πυροσβεστήρα είναι το άζωτο στους ξηρούς χημικού τύπου πυροσβεστήρες και ο αέρας όταν σαν ουσία πυρόσβεσης είναι νερό ή αφρός.

Στην δεύτερη κατηγορία είναι ο πυροσβεστήρας με φυσίγγιο (cartridge – operated) στον οποίο το προωθητικό αέριο βρίσκεται αποθηκευμένο σε ένα ξεχωριστό φυσίγγιο που με το πάτημα της σκανδάλης πυροδοτείτε εκθέτοντας το προωθητικό αέριο στο υλικό κατάσβεσης με συνέπεια την απελευθέρωση του μείγματος στην εστία της φωτιάς. Αυτός ο τύπος χρησιμοποιεί ως προωθητικό αέριο φυσίγγια με πεπιεσμένο διοξείδιο του άνθρακα και πιο σπάνια φυσίγγια με άζωτο που χρησιμοποιούνται σε χαμηλής θερμοκρασίας μοντέλα. Να σημειωθεί επίσης ότι οι πυροσβεστήρες πρέπει να έχουν πάνω στην κατασκευή και σε εμφανή σημείο, ειδική σήμανση με όλες τις πληροφορίες που είναι απαραίτητες για την σωστό χειρισμό τους και το είδος της πυρκαγιάς που μπορεί να κατασβέση.

Απόδοση κατάσβεσης και τύποι πυροσβεστήρων

Σημαντικό χαρακτηριστικό του εκάστοτε πυροσβεστήρα αποτελεί η απόδοση κατάσβεσης του, αναφέρεται συχνά και ως κατασβεστική ικανότητα, η οποία συμβολίζεται με τη μορφή αριθμού και γράμματος (πχ 5A, 70B) με τον αριθμό να αναφέρεται στον όγκο (m³) της πυρκαγιάς που μπορεί να κατασβέση και το γράμμα στον τύπο πυρκαγιάς που είναι κατάλληλος (υγρά καύσιμα, αέρια καύσιμα κτλ.) και εμφανίζεται στην ειδική σήμανση που αναφέραμε παραπάνω. Αξίζει να σημειωθεί ότι πυροσβεστήρες με την ίδια ποσότητα κατασβεστικής ουσίας δεν έχουν απαραίτητα την ίδια κατασβεστική ικανότητα.

Στα σύγχρονα πλοία φορητοί πυροσβεστήρες είναι τοποθετημένοι σε διαφορά σημεία έτοιμοι για να χρησιμοποιηθούν ανά πάσα στιγμή από το πλήρωμα για την κατάσβεση πυρκαγιάς. Οι τύποι των πυροσβεστήρων που εντοπίζονται στα πλοία ανάλογα την χημική ουσία κατάσβεσης είναι οι εξής:

- Πυροσβεστήρες νερού
- Πυροσβεστήρες αφρού
- Πυροσβεστήρες διοξειδίου του άνθρακα
- Πυροσβεστήρες ξηρής χημικής σκόνης
- Πυροσβεστήρες αλογονομένων υδρογονανθράκων

Υλικό κατάσβεσης πυροσβεστήρα	Συμβολισμός και κωδικός χρώματος	Ποσότητα υλικού	Κατάλληλος για κατάσβεση τύπου πυρκαγιάς
Νερού	W	9 – 13,5 λίτρα	A
Αφρού	WF	9 – 13,5 λίτρα	A - B
Ξηρής χημικής σκόνης	P	12 κιλά	A – B – C – E
Διοξειδίου του άνθρακα	CO2	6 κιλά	B – C – E
Φυσική σκόνη	PD	13,6 κιλά	D
Αλογονομένων υδρογονανθράκων HALON	HALON		A – B - E

Ο παραπάνω πίνακας είναι σύμφωνος με το προτυπο BS EN 3 του Ηνωμένου βασιλείου και προβλέπει το χρώμα των πυροσβεστήρων να είναι κόκκινο με μια μικρή λωρίδα αλλού χρώματος περιμετρικά του κυλίνδρου υποδεικνύοντας το περιεχόμενο του (αυτό το πρότυπο ισχύει και σε όλες της χώρες της Ευρώπης).



Εικόνα 21: Τύποι φορητών πυροσβεστήρων

Εξοπλισμός εκτάκτου ανάγκης

Σύμφωνα με τους κανονισμούς ασφαλείας θα πρέπει σε όλα τα πλοια να υπάρχει ειδικός εξοπλισμός ο οποίος θα χρησιμοποιείται σε περίπτωση πυρκαγιάς από το αρμόδιο προσωπικό. Ο εξοπλισμός αυτός περιλαμβάνει ένα σύνολο διάφορων εργαλείων και ατομικών μέσων προστασίας που βοηθούν και προστατεύουν το προσωπικό για να εκτελέσει με μεγαλύτερη ασφάλεια την κατάσβεση. Τα κυριότερα εξαρτήματα που περιλαμβάνει αναγράφονται παρακάτω:

- Προστατευτική στολή: ολόσωμη ενδυμασία που αποτελείται από σακάκι και παντελόνι κατασκευασμένα από πυραντοχο υλικό που προστατεύει το σώμα του ανθρώπου από την θερμότητα της πυρκαγιάς και από τυχόν επαφή του δέρματος με καυτό ατμό ή υγρό και πυρακτωμένα στερεά.
- Μπότες και γάντια: τα πιο λειτουργικά μέρη του σώματος που έχουν τις περισσότερες πιθανότητες να έρθουν σε επαφή με την φωτιά προστατεύονται από γάντια και μπότες που είναι κατασκευασμένα από πυράντοχα και μη «ηλεκτρικά αγωγίμα» υλικά.
- Κράνος: προστατεύει την κεφαλή από τυχόν πτώσεις αντικειμένων και από οποιαδήποτε κρούση.
- Φωτιστική λυχνία: ηλεκτρική λυχνία (φακός) με μπαταριά με διάρκεια συνεχούς λειτουργίας τουλάχιστον τριών ωρών.
- Τσεκούρι: το τσεκούρι αποτελεί χρήσιμο εργαλείο στις περιπτώσεις που χρειαστεί να ανοιχτεί δρόμος προς την εστία της φωτιάς ή ακόμα και τον απεγκλωβισμό ατόμων σπάζοντας με αυτό κλειδωμένες ή μπλοκαρισμένες πόρτες, μπουλμέδες ψευδοροφές.
- Αναπνευστική μάσκα: ίσως το σημαντικότερο εξάρτημα αφού με αυτήν παρέχετε καθαρός ατμοσφαιρικός αέρας στον πυροσβέστη, ώστε κατά την διάρκεια που επιχειρεί την κατάσβεση να μην πάθει ασφυξία από τα τοξικά αέρια και τον καπνό. Χωρίζονται σε αυτόνομες και χειροκίνητες. Αυτόνομες μάσκες είναι εξοπλισμένες με μια σιδερένια μπουκάλα όπου περιέχει πεπιεσμένο αέρα και προσαρμόζεται σε γιλέκο που προσαρμόζεται στην πλάτη του χειριστή. Διαθέτει προσωπίδα που προσαρμόζεται στο κεφάλι του χειριστή και με ένα μικρού μήκους λαστιχένιο σωλήνα συνδέεται στην μεταλλική φιάλη πεπιεσμένου αέρα. Η

παροχή του αέρα ρυθμίζεται με βάννα που υπάρχει στον λαστιχένιο σωλήνα. Ο ελάχιστος χρόνος που θα πρέπει να επαρκεί το αέριο είναι τουλάχιστον τριάντα λεπτά αναπνοής. Χειροκίνητες μάσκες αποτελούνται από μια ξεχωριστή αεραντλία που τροφοδοτεί με ατμοσφαιρικό αέρα την μάσκα μέσω ενός λαστιχένιου σωλήνα μεγάλου μήκους. Είναι κατανοητό ότι η αεραντλία πρέπει να βρίσκεται σε απομονωμένο δωμάτιο μακριά από την εστία φωτιάς ώστε να αντλεί καθαρό αέρα χωρίς τοξικές ουσίες.

- Κολαούζος: Ως κολαούζος αναφέρεται το σχοινί που στην άκρη του διαθέτει ειδικό κρίκο που μπορεί να προσδεθεί στους ιμάντες και στη ζώνη που φέρει ο πυροσβέστης. Το σχοινί αυτό χρησιμεύει τόσο ως οδηγός κατά την οπισθοχώρηση του πυροσβέστη αλλά και ως μέσο επικοινωνίας με το προσωπικό που βρίσκεται μακριά από την επίμαχη περιοχή.
- Ζώνη: ειδική ζώνη κατασκευασμένη από πυράντοχο υλικό με κρίκους για την προσάρτηση εργαλείων σε αυτήν.



Εικόνα 22: Πυροσβέστες με πλήρης εξάρτηση μάχης

ΑΝΑΛΥΣΗ ΚΑΙ ΣΥΓΚΡΙΣΗ ΠΥΡΟΣΒΕΣΤΗΡΩΝ

Πυροσβεστήρας ξηράς χημικής σκόνης

Στην συνέχεια θα γίνει ανάλυση και σύγκριση δυο πυροσβεστήρων βάση κάποιον κριτήριων και θα αναδείξουμε τον αποτελεσματικότερο.

Πυροσβεστήρας 1: πυροσβεστήρας ξηράς σκόνης ABCE 40%, 6 κιλών με μονόραφο κόκκινο δοχείο, μεσαίο κλείστρο και μεταλλικό μανομετρο. Πιστοποιημένο κατά EN3, SOLAS, και CE.



Εικόνα 23: Πυροσβεστήρας ξηράς σκόνης

ΠΥΡΟΣΒΕΣΤΗΡΑΣ ABCE 40%	ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ
Χωρητικότητα	6 κιλά
Κατασβεστική ικανότητα	21 A, 113 B, C, E
Υλικό κατάσβεσης	ABC 40% ξηρα σκονη
Θερμοκρασία λειτουργείας	-30° C μεχρι 60° C
Μέσος χρόνος κένωσης	20,8 δευτερολεπτα
Πίεση δοκιμής	27 Bar
Μέγιστη επιτρεπόμενη πίεση	1800Bar
Όγκος εξοπλισμού	7.9 lt
Υλικό δοχείου	St12
Ύψος δοχείου	450+-5mm
Διάμετρος δοχείου	160+-1mm
Σπείρωμα λαιμού	30x1.5mm
Πάχος δοχείου	1.5mm
Υλικό κλείστρου	HPb59-1
Βαλβίδα ασφαλείας	19-26 bar
Βαφή	RAL 3000
Μεικτό βάρος	9.50 KG
Τιμή	36.00 ευρω

Χαρακτηρίστηκα εξαρτημάτων:

- Κύλινδρος: κατασκευασμένος από φύλλο χάλυβα τύπου ST12, πάχους 1.5mm μονόραφο δοχείο, με σπείρωμα λαιμού 30X1.5μμ. διαθέτει μεταλλική βάση στήριξης. Ανάγλυφος αριθμός φιάλης, έτος κατασκευής, πίεση δοκιμής και τύπου πυρκαγιάς. Χημικός καθαρισμός της φιάλης, βαμμένη με ηλεκτροστατική βαφή με πολυεστερικές ρητίνες στους 190°C για αντοχή σε όλες της κλιματικές συνθήκες.
- Βαλβίδα: κράμα χαλκού με ασφάλεια υπερπίεσης 19-26 bar. Διαθέτει ασφάλεια λειτουργείας.
- Μανόμετρο: μανόμετρο από μπρούτζινο μηχανισμό για ένδειξη της πίεσης. Με ευκρινής χρωματισμό πράσινου και κόκκινου χρώματος ανάλογα την διαθέσιμη πίεση.

- Ακροφύσιο σωλήνα: ελαστικό μείγμα με εσωτερικό πλέγμα από πολυεστερικές ίνες για μεγαλύτερη αντοχή. Πίεση δοκιμής 27 bar και εσωτερική διάμετρο 10mm.
- Υλικό κατάσβεσης: ξηρή χημική σκόνη τυπου ISOCOMP ABC 40. Σύνθεση: θειϊκό άλας αμμωνίου, φωσφορικό αμμώνιο 40%, διηλεκτρική αντοχή 1000V. Η ξηρή χημική σκόνη αυτού του τύπου είναι κατάλληλη για κατάσβεση πυρκαγιών κατηγορίας Α εύφλεκτα στερεά υλικά, Β εύφλεκτα υγρά, C εύφλεκτα αέρια, E ηλεκτρολογικού εξοπλισμού.
- Προωστικό αέριο: Αυτός ο πυροσβεστήρας λειτουργεί υπό πίεση με αποθηκευμένο ξηρό άζωτο μέσα στη κυρία φιάλη του.
- Χρήση αφαιρούμε τον πείρο ασφαλείας που υπάρχει στην σκανδάλη στοχεύουμε με το ακροφύσιο προς την βάση της φωτιάς και πιέζουμε την σκανδάλη της βαλβίδας .
- Συντήρηση: ανά τρεις μήνες οπτικός έλεγχος από το προσωπικό, ανά ενα έτος, επιθεώρηση του εξωτερικού και του εσωτερικού της φιάλης, της κατάστασης του ακροφυσίου του σωλήνα, του μανομέτρου και της βαλβίδας κλείστρου. Ανά πέντε χρονιά περαιτέρω συντήρηση και αλλαγή της ξηρής σκόνης κατάσβεσης. Ανά δέκα χρονιά υδραυλική δοκιμή της φιάλης.

Πυροσβεστήρας διοξειδίου του άνθρακα

Πυροσβεστήρας 2: πυροσβεστήρας διοξειδίου του άνθρακα CO₂ ABC 40, 5 κιλών με λάστιχο και χοάνη. Πιστοποιημένο κατά EN3, SOLAS, και CE.



Εικόνα 24: Πυροσβεστήρας διοξειδίου του άνθρακα

ΠΥΡΟΣΒΕΣΤΗΡΑΣ CO2	ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ
Χωρητικότητα	5 κιλά
Κατασβεστική ικανότητα	55 B, C, E
Υλικό κατάσβεσης	5 κιλά CO2
Θερμοκρασία λειτουργείας	-30° C μεχρι 60° C
Μέσος χρόνος κένωσης	28,9 δευτερολεπτα
Πίεση δοκιμής	250 Bar
Μέγιστη επιτρεπόμενη πίεση	174Bar
Όγκος εξοπλισμού	7.5 lt
Υλικό δοχείου	St12
Ύψος δοχείου	570+-5mm
Διάμετρος δοχείου	152+-1mm
Σπείρωμα λαιμού	25E
Πάχος δοχείου	1.5mm
Υλικό κλείστρου	HPb59-1
Βαλβίδα ασφαλείας	225+-22,5bar
Βαφή	RAL 3000
Μεικτό βάρος	17,5 KG
Τιμή	77.00 ευρώ

Χαρακτηρίστηκα εξαρτημάτων:

- Φιάλη: κυλινδρικού σχήματος μονόραφο δοχείο κατασκευασμένο από φύλλο χάλυβα πάχους 2.5mm DCP τύπου ST12, με σπείρωμα 25E. Διαθέτει μεταλλική βάση στήριξης και ανάγλυφα γραμμένα τον αριθμό φιάλης, έτος κατασκευής, πίεση δοκιμής και κατάλληλη χρήση. Χημικός καθαρισμός της φιάλης και ηλεκτροστατική βαφή με πολυεστερικές ρητίνες για αντοχή σε όλες τις κλιματικές συνθηκες.
- Βαλβίδα: κατασκευασμένη από κράμα χαλκού με ασφάλεια υπερπίεσης 225bar. Διαθέτει ασφαλιστικό πείρο για αποφυγή ανεπιθύμητης λειτουργείας

- Μανόμετρο: μανόμετρο από μπρούτζινο μηχανισμό για ενδειξη της πίεσης. Με ευκρινή χρωματισμό πρασίνου και κόκκινου χρώματος ανάλογα την διαθέσιμη πίεση.
- Ακροφύσιο σωλήνα: ελαστικό μείγμα με εσωτερικό πλέγμα από πολυεστερικές ίνες για μεγαλύτερη αντοχή. Στο άκρο της διαθέτει χοάνη. Πίεση δοκιμής 174 bar και εσωτερική διάμετρο 20mm
- Χρήση: Αφαιρούμε τον πείρο ασφαλείας που βρίσκεται στην βαλβίδα, με το ακροφύσιο στοχεύουμε στην βάση της φωτιάς και πιέζουμε την σκανδάλη.
- Συντήρηση: ανά τρεις μήνες οπτικός έλεγχος από το προσωπικό, ανά ένα έτος, επιθεώρηση του εξωτερικού και του εσωτερικού της φιάλης, της κατάστασης του ακροφυσίου του σωλήνα, του μανομέτρου και της βαλβίδας κλείστρου. Ανά πέντε χρόνια περαιτέρω συντήρηση και αλλαγή της ξηρής σκόνης κατάσβεσης. Ανά δέκα χρόνια υδραυλική δοκιμή της φιάλης.

Σύγκριση πυροσβεστήρων

Έχοντας αναλύσει τα χαρακτηριστικά των δυο αυτών φορητών πυροσβεστήρων ακολουθεί η σύγκριση τους με βάση τριών βασικών κριτηρίων με σκοπό να εντοπιστεί η βέλτιστη επιλογή. Τα τρία βασικά κριτήρια είναι αυτά της απόδοσης του πυροσβεστικού μέσου, του χρόνου εκφόρτισης και της τιμής αγοράς. Στην συνέχεια θα αναφερθούμε εις βάθος στα παραπάνω κριτήρια και γιατί επιλεχθηκαν αυτά για την προστασία του πετρελαιοφόρου.

Κριτήριο 1

1^ο Κριτήριο: Ως αρχικό κριτήριο σύγκρισης των πυροσβεστήρων επιλέχθηκε ένας πολύ κρίσιμος παράγοντας για την αποδοτικότητα της κατάσβεσης και δεν είναι άλλος από την απόδοση του πυροσβεστικού μέσου.

1. Για τον πρώτο πυροσβεστήρα πίεσεως το υλικό κατάσβεσης είναι ξηρή χημική σκόνη. Τα στερεά σε σκόνη κατάλληλης χημικής σύνθεσης είναι σε θέση να σβήσουν την πυρκαγιά επεμβαίνοντας άμεσα με χημικό τρόπο στις αλυσίδες καύσης. Θεωρητικά οι χημικές ξηρές σκόνες μπορούν να σβήσουν οποιαδήποτε κατηγορίας φωτιά και είναι κατάλληλες και για

χρήση παρουσίας ηλεκτρικού ρεύματος, για αυτό άλλωστε δεν χρειάζεται να αναφέρετε ο συμβολισμός τύπου φωτιάς E όταν μιλάμε για τέτοιου είδους πυροσβεστήρες. Οι κύριοι τύποι ξηρής σκόνης που χρησιμοποιούνται είναι οι εξής:

- Ξηρά σκόνη κατάλληλη για πυρόσβεση B, C, E διηλεκτρικής ισχύς τουλάχιστον 80000V και συμβολίζεται με το γράμμα P
- Ξηρή σκόνη κατάλληλη για πυρκαγιές A, B, C, E διηλεκτρικής ισχύος τουλάχιστον 1000V και συμβολίζεται με τα γράμματα Pa
- Ξηρή σκόνη κατάλληλη για την κατάσβεση πυρκαγιών κατηγορίας D η οποία συμβολίζεται με τα γράμματα PD

Οι κυριότερες ποικιλίες ξηρής σκόνης έχουν ως ενεργά συστατικά το ανθρακικό νάτριο (NaHCO_3), το διττανθρακικό κάλιο (KHCO_3), το θειϊκό κάλιο (K_2SO_4), το φωσφορικό μοναμμώνιο αναμειγμένο με θειϊκή αμμωνία και το χλωριούχο κάλιο (KCl).

Στα πλεονεκτήματα της χρήσης ξηρής χημικής σκόνης για κατάσβεση πυρκαγιών είναι ότι έχουν πολύ μεγάλη αποτελεσματικότητα κατάσβεσης τουλάχιστον για επιφανειακές φωτιές και αυτό οφείλεται στο ιδιαίτερο χαρακτηριστικό που έχουν να παρεμβαίνουν στις αλυσίδες καύσης. Ένα ακόμα σημαντικό πλεονέκτημα της ξηράς σκόνης είναι ότι χρησιμοποιούνται ως καθαρά στερεά που δεν είναι αγωγίμα και επόμενος είναι κατάλληλα για κατάσβεση σε περιβάλλον που διαρρέουν υψηλές τάσης έως και 150MV. Ωστόσο η κατάσβεση με ξηρά σκόνη έχει το μειονέκτημα ότι χρησιμοποιημένα στερεά υλικά και οι χημικές ουσίες που απελευθερωθήκαν κατά την κατάσβεση της φωτιάς ακόμη και μετά την δράση τους παραμένουν αναλλοίωτα και ως σκόνες αποτελούν επικίνδυνοι ρύποι για το οικοσύστημα και το περιβάλλον. Εάν δεν υπήρχαν αυτά τα τοξικά υπολείμματα σκόνης που ρυπαίνουν ανεπανόρθωτα το περιβάλλον οι ξηρές χημικές σκόνες θα ήταν το κύριο μέσο αντιμετώπισης των πυρκαγιών. Ένα ακόμα αρνητικό στην χρήση ξηράς σκόνης για πυρόσβεση είναι το γεγονός ότι προκαλούν διάβρωση στα μέταλλα, στα ηλεκτρονικά εξαρτήματα και στις μεταλλικές κατασκευές. Αυτό εξηγείτε από την φύση της ξηρής σκόνης οι οποία είναι εξαιρετικά διαβρωτική όπως για παράδειγμα το φωσφορικό μοναμμώνιο

το οποίο όταν πέσει πάνω στο πυρακτωμένο σώμα δημιουργεί ένα όξινο προστατευτικό υδατοστεγή στρώμα που καλύπτει την φλεγόμενη επιφάνεια από το οξυγόνο για να σβήσει την φωτιά και με την παρουσία υγρασίας δημιουργείται όξινη αντίδραση της σκόνης που επιδρά αρνητικά σε ηλεκτρονικά εξαρτήματα και σε μέταλλα, όπως το αλουμίνιο, για αυτό το λόγο οι βιομηχανίες Αεροσκαφών δεν χρησιμοποιούν τέτοιου τύπου σκόνες, ειδικά κοντά σε μέρη του σκάφους από αλουμίνιο και προτείνουν σκόνες με βάση την διττανθρακική σόδα ή το διττανθρακικό κάλιο. Στην σκόνη BC το αργίλιο απορροφά την υγρασία και αυτό την κάνει λιγότερο διαβρωτική.

Για τον δεύτερο πυροσβεστήρα διοξειδίου του άνθρακα έχει ως ουσία κατάσβεσης το διοξείδιο του άνθρακα. Το διοξείδιο του άνθρακα (CO_2) είναι ένα πολύτιμο πυροσβεστικό μέσο που χρησιμοποιείται τόσο σε φορητά όσο και σε μόνιμα εγκατεστημένα συστήματα πυρόσβεσης. Το διοξείδιο του άνθρακα σβήνει τις φωτιές με τον καταπνηγμό (ασφυξία) αποτελώντας αδρανές αέριο με την ικανότητα να αραιώνει το οξυγόνο στην περιοχή της πυρκαγιάς μέχρι στο επίπεδο που να μην υπάρχει επαρκές για την συντήρηση της φλόγας. Το διοξείδιο του άνθρακα εξέρχεται από το σύστημα κατάσβεσης ως ένα μίγμα ατμού και μορίων ξηρού πάγου, το οποίο είναι αρκετά κρύο και ψύχοντας την επιφάνεια που εφαρμόζεται. Το διοξείδιο του άνθρακα μπορεί να χρησιμοποιηθεί και σε συστήματα πλημμύρας. Σε μια άλλη διάκριση, τα συστήματα CO_2 χωρίζονται, ανάλογα με την πίεση αποθήκευσης, σε συστήματα υψηλής πίεσης (δηλαδή φιάλες όπου το CO_2 αποθηκεύεται σε θερμοκρασία περιβάλλοντος υπό αντίστοιχη υψηλή πίεση που πρέπει να αντέχουν) και συστήματα χαμηλής πίεσης (όπου η θερμοκρασία διατηρείται χαμηλή για να αποφεύγονται οι υψηλές πιέσεις). Τα συστήματα CO_2 εγκαθίστανται σε περιοχές όπου το νερό δεν είναι η επιλογή σβησίματος των φωτιών. Χρησιμοποιείται με επιτυχία ως αδρανές πυροσβεστικό μέσο, μη ηλεκτρικά ευαίσθητο και «καθαρό», αφού δεν αφήνει κατάλοιπα μετά τη χρήση. Η χρήση αυτού του είδους πυρόσβεσης συνιστάτε για:

- Χώρους που περιέχουν υγρά ή αέρια καύσιμα

- Χώρους με στοιχεία ηλεκτρολογικού εξοπλισμού (μετασχηματιστές, γεννήτριες, εγκαταστάσεις υπολογιστών)
- Χώρους με αποθηκευμένα στερεά καύσιμα (χαρτιά, ξύλα)
- Μηχανές εσωτερικής καύσης

Στα πλεονεκτήματα της χρήσης διοξειδίου του άνθρακα ως υλικό πυρόσβεσης είναι ότι δεν αφήνει ρύπους ούτε κατά την πυρόσβεση ούτε μετέπειτα αφού δεν αποτελεί τοξικό υλικό για το περιβάλλον και τον άνθρωπο. Ακόμη μπορεί να χρησιμοποιηθεί σε συστήματα κατακλυσμού και καταιονισμού (πλημμύρας) και είναι σε θέση να κατάσβεση τα περισσότερα είδη πυρκαγιών και για την ακρίβεια κατηγοριών Α, Β, C, Ε. Στα μειονεκτήματα, η χρήση διοξειδίου του άνθρακα για την κατάσβεση πυρκαγιών αντενδείκνυται στις περιπτώσεις όπου υπάρχουν καιόμενα μέταλλα (όπως μαγνήσιο, κάλιο, αλουμίνιο), και σε χώρους όπου υπάρχει μεγάλη ροή αέρα και οξυγόνου. Το διοξείδιο του άνθρακα δεν μπορεί να εισχωρήσει και να κατασβήσει σε βάθος την εστία με αποτέλεσμα τα απομεινάρια που θα σιγοκαίουν είναι δυνατόν να προκαλέσουν επανάφλεξη. Επίσης σε μεγάλες έκτασης το διοξείδιο του άνθρακα που χρειάζεται για να χαμηλώσει τα επίπεδα του οξυγόνου και να κατάσβεση την πυρκαγιά είναι σε απαγορευτικά τεράστιες ποσότητες. Πρέπει να σημειωθεί ότι μπορεί το διοξείδιο του άνθρακα να μην είναι τοξικό για τον άνθρωπο ωστόσο σε μικρούς χώρους με περιορισμένο οξυγόνο, λόγω της ιδιότητας του να αραιώνει το οξυγόνο, μπορεί να προκαλέσει ασφυξία στον χρήστη και για αυτό είναι απαραίτητη η χρήση αυτονόμων αναπνευστικών συσκευών.



Εικόνα 25: Δεξιά πυρόσβεση με χρήση διοξειδίου του άνθρακα και αριστερά με ξηρή χημική σκόνη

Κριτήριο 2

2^ο Κριτήριο: Ως δεύτερο κριτήριο αξιολόγησης των πυροσβεστήρων είναι η διάρκεια λειτουργίας του πυροσβεστήρα δηλαδή ο χρόνος εκτόξευσης του πυροσβεστικού μέσου από το την φιάλη μέχρι αυτή να αδειάσει. Σε περιπτώσεις που ξεσπάει πυρκαγιά και ειδικά σε πετρελαιοφόρα αυτά τα κρίσιμα δευτερόλεπτα που διαρκεί η εκτόξευση του κατασβεστικού υλικού είναι πολύ σημαντικά και ίσως απόβουν σωτήρια στον περιορισμό της πυρκαγιάς και των καταστροφών. Έτσι, λαμβάνοντας υπόψη τα παραπάνω, φαίνεται ότι ο πυροσβεστήρας ξηρής χημικής σκόνης ABCE 6 Kg χρειάζεται μόνο 20,8 δευτερόλεπτα για να αδειάσει σε πίεση 30 bar. Αντίθετα, ο φορητός πυροσβεστήρας διοξειδίου του άνθρακα (Co₂ 5 kg χρειάζεται 25,83 δευτερόλεπτα για να αδειάσει σε πίεση 250 bar. Παρατηρούμε ότι ο πυροσβεστήρας ξηρής σκόνης χρειάζεται κοντά στα 5 δευτερόλεπτα λιγότερο από τον άλλο αλλά αδειάζει σε πίεση 30 bar. Αυτό σημαίνει ότι κάνει ως και 2 φορές τη δουλειά που κάνει ο πυροσβεστήρας διοξειδίου του άνθρακα ABCE ένα δευτερόλεπτο αφότου αδειάσει σε πίεση 250 bar.

Με βάση το κριτήριο 2, συμπεραίνουμε ότι ο καταλληλότερος πυροσβεστήρας σύμφωνα με τη διαδικασία εκτόξευσης είναι ο φορητός πυροσβεστήρας ξηρής χημικής σκόνης ABCE 40%.

Κριτήριο 3

3^ο Κριτήριο: Τελευταίο κριτήριο για την αξιολόγηση των πυροσβεστήρων αποτέλεσε η τιμή των πυροσβεστήρων. Αυτοί οι δύο πυροσβεστήρες έχουν αρκετά μεγάλη διαφορά στην τιμή. Βλέποντας τα παραπάνω χαρακτηριστικά, παρατηρούμε ότι η αξία του φορητού πυροσβεστήρα (Co2) των 5 κιλών είναι 77 ευρώ, ενώ η σκόνη ξηρής - χημικής αποθηκευμένης πίεσης 6 κιλών ABCE είναι στα 36 ευρώ. Αν και το δοχείο και των δύο είναι κατασκευασμένο από το ίδιο υλικό, δηλαδή φύλλο χάλυβα DCP, και τα μέρη είναι ακριβώς τα ίδια, η τιμή διαφέρει σε μεγάλο βαθμό. Η διαφορά αυτή οφείλεται στον πυροσβεστικό παράγοντα. Ο πυροσβεστήρας σκόνης ξηρής - χημικής αποθήκευσης 6 κιλών ABCE είναι φθηνότερος γιατί το πυροσβεστικό υλικό κοστίζει 3,8 ευρώ το κιλό. Αντίθετα, ο πυροσβεστήρας διοξειδίου του άνθρακα (Co2) είναι πιο ακριβός γιατί το πυροσβεστικό υλικό κοστίζει 9,5 Ευρώ το κιλό. Με βάση το κριτήριο της τιμής λοιπόν συμπεραίνουμε ότι ο πυροσβεστήρας χημικής σκόνης 6 κιλών ABCE αποτελεί προτεραιότητα στην αγορά.

Συμπεράσματα

Εξετάζοντας τα παραπάνω χαρακτηριστικά των δύο διαφορετικών πυροσβεστικών μέσων, είναι φανερό ότι ο πυροσβεστήρας ξηρής σκόνης υπερτερεί σχεδόν και στα τρία κριτήρια που εξετάστηκαν. Αρχικά διαθέτει το πιο αποτελεσματικό συστατικό πυρόσβεσής, έχει πολύ πιο γρήγορη απελευθέρωση του υλικού και κοστίζει σχεδόν τα μισά λεφτά. Ωστόσο η χρήση του θα πρέπει να γίνεται με γνώμονα την επιφάνεια όπου θα γίνει η κατάσβεση, αφού το υλικό κατάσβεσης είναι διαβρωτικό και μπορεί να καταστρέψει ηλεκτρονικές συσκευές και μεταλλικές επιφάνειες. Αντιθέτως ο πυροσβεστήρας διοξειδίου του άνθρακα μπορεί να μην είναι τόσο αποδοτικός όσο της ξηρής χημικής σκόνης αλλά δεν αφήνει τοξικά υπολείμματα και ούτε προκαλεί διάβρωση και φθορά στις επιφάνειες. Συμπεραίνουμε λοιπόν ότι και οι δυο τύποι, πυροσβεστήρα ξηρής σκόνης και διοξειδίου του άνθρακα πληρούν τις απαιτήσεις ενός πετρελαιοφόρου με τον πρώτο να αποδίδει λίγο καλύτερα από τον δεύτερο με το μόνο μειονέκτημα να είναι ότι τα υπολείμματα που αφήνει πρέπει μετά την κατάσβεση να καθαρίζονται διότι μπορούν να προκαλέσουν διάβρωση στην κατασκευή. Ωστόσο, ένα σημαντικό μειονέκτημα της κατάσβεσης ξηρής σκόνης είναι ότι τα χρησιμοποιημένα στερεά υλικά παραμένουν αμετάβλητα, ακόμη και μετά τη δράση τους, και ως σκόνες είναι επικίνδυνοι ρύποι (σε αντίθεση με το CO₂). Αντίθετα, το διοξείδιο του άνθρακα ως πυροσβεστικό μέσο χρησιμοποιείται με επιτυχία ως πυροσβεστικό μέσο αφού είναι αδρανές, ηλεκτρικά μη αγώγιμο και «καθαρό» αφού δεν αφήνει κανένα υπόλειμμα μετά τη χρήση. Καταλήγουμε λοιπόν στο συμπέρασμα ότι η επιλογή του τύπου πυροσβεστήρα γίνεται ανάλογα των χώρων και τα εξαρτήματα που είναι στεγασμένα σε αυτόν, παραδείγματος χάρη σε χώρο όπου βρίσκονται ηλεκτρονικός εξοπλισμός και συστήματα του πλοίου θα επιλέξουμε πυροσβεστήρα διοξειδίου του άνθρακα αφού δεν αφήνει τοξικά κατάλοιπα και δεν καταστρέφει τον εξοπλισμό και της επιφάνειες.



Εικόνα 26: Κατάσβεση πυρκαγιάς σε φορτηγό πλοίο

Βιβλιογραφία

International Safety Guide for Oil Tankers and Terminals (ISGOTT 6) 6th Edition

SOLAS Consolidated Edition 2014 (6th Edition)

Dobie(2017), Safety and Shipping Review 2017

DNV Maritime Safety report 2012-2021

Triangle: The Fire That Changed America by David von Drehle

International Chamber of Shipping, *TANKER SAFETY GUIDE LIQUEFIED*. 2nd edition. London: Edward Mortimer Ltd

ISGOTT (2006), *International Safety Guide for Oil Tankers and Terminals*. 5th edition. London: Witherby and Co.LTD

Michaelson, A. (2018). *List of Flammable Gases*.

Durkee, J. (2008). *Flammability Limits - an overview* | ScienceDirect Topics.

Braun, D. . *Gas detection device*.

Houston, R. . *Gas tank container*.

Ence, G. (2018). *Fire prevention and cooling system*.

Chang, Y. (2012). *Application of set pair analysis in cascading failure of ship fire-fighting system - IEEE Conference Publication*.

Rump, S. . *Two-component on-site foam system and its use for foaming openings for the purpose of fire protection*.

Liu, Z., Kim, A. and Carpenter, D. (2007). *A study of portable water mist fire extinguishers used for extinguishment of multiple fire types*.

Heuvel, V. (2004). *Root Cause Analysis For Beginners - ProQuest*.

Staatsblad, J. (1999). *NFPA 10, Standard for portable fire extinguishers*. Quincy, Mass.: National Fire Protection Association.

Εγχειρίδιο Πυρασφάλειας Αλέξανδρος Π.Κώνστας

Συστημική Θεώρηση Πυρασφάλειας Αλεξανδρος Π. Κώνστας

Εισαγωγή στην Πυρόσβεση Robert Klinoff

Εγχειρίδιο Πυρασφάλειας Αλέξανδρος Π.Κώνστας

Εφαρμοσμένη Πυρασφάλεια Αλέξανδρος Π. Κώνστας

Πυρασφάλεια εφαρμοσμένη πυροπροστασία και στοιχεία
πυρόσβεσης Β.Σελλούντος , Γ.Παπαιωάννου , Στ. Πέρδιος , Κ.Χουσιανάκος

Εισαγωγή στην Πυροπροστασία των Κατασκευών Κυριάκος Κ. Παπαϊωάννου

Βασικές Αρχές Συμπεριφοράς της Φωτιάς James G. Quintiere

Βιομηχανική Ασφάλεια Φώτης Ρήγας

Μελέτες Πυρασφάλειας Αντώνης Κοτσοβός, Τεκδοτική ΣΕΛΚΑ-4Μ

Το βιβλίο της Πυρανίχνευσης της Olympia Electronics

Πυροσβεστικές Διατάξεις, Π.Υ.