

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΠΕΛΟΠΟΝΝΗΣΟΥ
ΣΧΟΛΗ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ
ΤΜΗΜΑ ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ



ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΚΙΝΔΥΝΟΥ ΔΑΣΙΚΩΝ ΠΥΡΚΑΓΙΩΝ

ΦΟΙΤΗΤΗΣ: Αναστάσιος Ραυτόπουλος (Α.Μ.5950)

ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ: Ανδρέας Βούρος

ΠΑΤΡΑ 2022

ΠΙΝΑΚΑΣ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΩΝ

ΠΡΟΛΟΓΟΣ	5
ΠΕΡΙΛΗΨΗ	6
ΠΙΝΑΚΑΣ ΕΙΚΟΝΩΝ	7
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1^ο: ΔΑΣΙΚΕΣ ΠΥΡΚΑΓΙΕΣ	9
1.1 Συνοπτική περιγραφή του προβλήματος των πυρκαγιών.	9
1.2 Ορισμός πυρκαγιάς.	10
1.3 Επιπτώσεις.	14
1.4 Σχέδια διαχείρισης φυσικών καταστροφών.	16
1.5 Διαχείριση δασικών πυρκαγιών.	18
1.6 Βαθμονόμηση κινδύνου πυρκαγιάς.	22
1.7 Μετρίασμός κινδύνου Προετοιμασία κατάστασης φωτιάς.	23
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2^ο: ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΤΩΝ ΠΥΡΚΑΓΙΩΝ ΣΤΗΝ ΕΛΛΑΔΑ ΚΑΙ ΠΡΟΚΛΗΣΕΙΣ ΚΑΤΑΣΒΕΣΗΣ	26
2.1 Εισαγωγή.	26
2.2 Οι πυρκαγιές το 2018.	26
2.3 Χαρακτηριστικά των πυρκαγιών στην Ελλάδα.	28
2.4 Χρήση γης και κίνδυνος πυρκαγιάς στην Ελλάδα	30
2.5 Μείωση του κινδύνου υλικών ζημιών και απώλειας ζωών.	35
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3^ο: ΠΡΟΔΙΑΓΡΑΦΕΣ ΔΕΞΑΜΕΝΗΣ	38
3.1 Εισαγωγή κεφαλαίου.	38
3.2 Σκοπός της μελέτης	38
3.3 Δεξαμενές σκυροδέματος.	39
3.4 Αρμοί σε κατασκευές αποθήκευσης υγρών.	40
3.4.1 Αρμοί κίνησης.	40
3.4.2 Πτυσσόμενοι αρμοί.	43
3.4.3 Προσωρινοί αρμοί	43
3.5 Απόσταση των αρμών	43
3.6 Γενικές απαιτήσεις σχεδιασμού της δεξαμενής.	44
3.6.1 Επιτρεπόμενες τάσεις στο σκυρόδεμα	44
3.7 Μεταλλικές δεξαμενές	45
3.7.1 Συγκολλητές δεξαμενές	46
3.7.2 Κοχλιωτές δεξαμενές	47
3.8. Αντιπυρική ζώνη για την εγκατάσταση δεξαμενής	47
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4^ο: ΔΕΞΑΜΕΝΕΣ ΠΛΩΤΗΣ ΟΡΟΦΗΣ	48
4.1 Εισαγωγή	48

4.2 Δεξαμενές πλωτής οροφής	49
4.2.1 Ιστορία	49
4.2.2 Αρχές της πλωτής οροφής	49
4.2.3 Πλεονεκτήματα της δεξαμενής πλωτής οροφής	50
4.3 Περιγραφή διαδικασίας και ζητήματα σχεδιασμού	50
4.4 Επιλογή υλικών και εκτίμηση διάβρωσης	51
4.4.1 Διάβρωση CO ₂	52
4.5 Μηχανολογική μελέτη	53
4.6 Σχεδιασμός πλωτής οροφής	53
4.7 Ειδική προσοχή	54
4.7.1 Εδαφική μελέτη	54
4.7.2 Σεισμική Μελέτη Πλωτής Στέγης	54
4.7.3 Τρόποι αστοχίας λόγω σεισμικών επιπτώσεων σε δεξαμενή πλωτής οροφής	55
4.8 Τυπικά εξαρτήματα για πλωτή οροφή	55
4.8.1 Σύστημα στεγανοποίησης οροφής	55
4.8.2 Πόδι στήριξης	55
4.8.3 Σύστημα αποστράγγισης οροφής	56
4.8.4 Πυροσβεστικό σύστημα και φράγμα αφρού	57
4.9 Διάφοροι τύποι πλωτών δεξαμενών	57
4.9.1 Εξωτερικές δεξαμενές πλωτές οροφής	57
4.9.2 Εσωτερικές δεξαμενές πλωτής οροφής	58
4.9.3 Δεξαμενές πλωτής εξωτερικής οροφής με θόλο	61
4.10 Άλλοι τύποι δεξαμενών	62
4.10.1 Δεξαμενές σταθερής οροφής	63
4.10.2 Οριζόντιες δεξαμενές	64
4.10.3 Δεξαμενές πίεσης	64
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5^ο: Δεξαμενή νερού σε δασική έκταση	66
5.1 Επιλογή υπέργειας ή υπόγειας δεξαμενής	66
5.2 Απαιτήσεις οπής για τη δεξαμενή	67
5.2.1. Ανθρώπινη πρόσβαση	67
5.2.2. Τρύπες εξαερισμού	68
5.2.3. Τρύπες σωλήνων κρουνού	69
5.2.4 Γέμισμα των οπών γραμμής	70
5.3 Μετρητής βάθους - οπές ανιχνευτή	71
5.4 Συναρμολόγηση εξαερισμού και οπτικού πεδίου του ντεπόζιτου	71
5.4.1 Χαρακτηριστικά σχεδιασμού	71
5.5 Επιπτώσεις ροής	72
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6^ο: Σχεδιασμός συστημάτων πυρόσβεσης	74
6.1 Πρότυπο EN12845	74
6.2 Αντλίες νερού και κανονισμοί για πυροπροστασία	74
6.3 Σύνδεση αντλίας	77
6.4 Τακτικοί έλεγχοι και συντήρηση της εγκατάστασης	83
6.5 Τουρμπίνες αποδοτικότερου ψεκασμού του νερού	84

ΠΡΟΛΟΓΟΣ

Το παρόν τεύχος αποτελεί την Διπλωματική Εργασία που εκπονήθηκε στο Τμήμα Μηχανολόγων Μηχανικών του Πανεπιστημίου Πελοποννήσου και αναφέρεται στις δασικές πυρκαγιές καθώς και στην χρήση δεξαμενών αποθήκευσης νερού για την κατάσβεση των πυρκαγιών

Στην αρχή μελετώνται οι δασικές πυρκαγιές, τα χαρακτηριστικά τους στην Ελλάδα καθώς και οι προκλήσεις στην κατάσβεση τους. Στην συνέχεια αναπτύσσονται τα χαρακτηριστικά μερικών δεξαμενών αποθήκευσης νερού. Τέλος, γίνεται μελέτη για την χρήση δεξαμενής νερού, για την κατάσβεση δασικής πυρκαγιάς.

Ευχαριστώ θερμά τον Επιβλέποντα Καθηγητή μου κ. Ανδρέα Βούρο του Τμήματος Μηχανολόγων Μηχανικών, για την πολύτιμη βοήθεια και καθοδήγηση που μου προσέφερε για την πραγματοποίηση της Εργασίας.

Αναστάσιος ΡαΥτόπουλος

Ιούνιος 2022

Υπεύθυνη Δήλωση Φοιτητή

Ο κάτωθι υπογεγραμμένος Φοιτητής έχω επίγνωση των συνεπειών του Νόμου περί λογοκλοπής και δηλώνω υπεύθυνα ότι είμαι συγγραφέας αυτής της Διπλωματικής Εργασίας, έχω δε αναφέρει στην Βιβλιογραφία μου όλες τις πηγές τις οποίες χρησιμοποίησα και έλαβα ιδέες ή δεδομένα. Δηλώνω επίσης ότι, οποιοδήποτε στοιχείο ή κείμενο το οποίο έχω ενσωματώσει στην εργασία μου προερχόμενο από Βιβλία ή άλλες εργασίες ή το διαδίκτυο, γραμμένο ακριβώς ή παραφρασμένο, το έχω πλήρως αναγνωρίσει ως πνευματικό έργο άλλου συγγραφέα και έχω αναφέρει ανελλιπώς το όνομά του και την πηγή προέλευσης.

Ο Φοιτητής Αναστάσιος Ραυτόπουλος

..... (Υπογραφή)

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Η παρούσα Διπλωματική εργασία αναφέρεται στην μελέτη δασικών πυρκαγιών, στις δεξαμενές αποθήκευσης νερού και τα χαρακτηριστικά τους, καθώς και στην χρήση μίας τέτοιας δεξαμενής για την κατάσβεση μίας δασικής πυρκαγιάς.

Η ανάπτυξη αυτού του θέματος γίνεται σε 5 κεφάλαια. Στο πρώτο κεφάλαιο γίνεται περιγραφή του προβλήματος των πυρκαγιών, καθώς και των επιπτώσεων που έχουν. Γίνεται ανάλυση των σχεδίων διαχείρισης φυσικών καταστροφών και δασικών πυρκαγιών. Επιπλέον, γίνεται βαθμονόμηση του κινδύνου.

Στο δεύτερο κεφάλαιο περιγράφονται τα χαρακτηριστικά των πυρκαγιών στην Ελλάδα, όπου αναφέρονται οι πυρκαγιές του 2018. Γίνεται ανάλυση της δασικών εκτάσεων στην Ελλάδα και αναφέρεται το μέγεθος του κινδύνου για ξέσπασμα πυρκαγιάς στην χώρα μας.

Στο τρίτο κεφάλαιο αναλύονται οι προδιαγραφές για τις δεξαμενές αποθήκευσης υγρών, με σκοπό την κατάσβεση δασικών πυρκαγιών. Γίνεται αναφορά στους διάφορους τύπους δεξαμενών που υπάρχουν καθώς και τα χαρακτηριστικά τους.

Στο τέταρτο κεφάλαιο περιγράφονται αναλυτικά οι δεξαμενές πλωτής οροφής. Αναφέρεται η ιστορική τους πορεία αλλά και οι αρχές που ικανοποιούνται για την λειτουργία τους. Στη συνέχεια μελετάται ο σχεδιασμός τους και γίνεται μηχανολογική μελέτη.

Στο πέμπτο και τελευταίο κεφάλαιο, γίνεται μελέτη για την χρήση δεξαμενής με σκοπό την κατάσβεση δασικής πυρκαγιάς. Αναλύεται η δομή της εγκατάστασης της δεξαμενής και γίνεται ρευστομηχανική μελέτη για την ανάδειξη των πραγματικών αποστάσεων που μπορεί να μεταφερθεί το νερό μέσα στο δάσος από την δεξαμενή.

Η Ελλάδα είναι μία χώρα, η οποία μαστίζεται από δασικές πυρκαγιές, κυρίως την καλοκαιρινή περίοδο. Υπάρχουν διάφοροι τύποι αποθήκευσης νερού, συνεπώς με την κατάλληλη μελέτη μπορεί να βρεθεί ο σωστός τύπος δεξαμενής για να ικανοποιήσει τις ανάγκες κατάσβεσης πυρκαγιάς σε ένα δάσος.

ΠΙΝΑΚΑΣ ΕΙΚΟΝΩΝ

Εικόνα 1: Το τρίγωνο της φωτιάς	11
Εικόνα 2: Τρόποι αποκοπής των στοιχείων του τριγώνου της φωτιάς για την κατάσβεση της πυρκαγιάς.	11
Εικόνα 3: Τα τμήματα μιας πυρκαγιάς.	12
Εικόνα 4: Η ταχύτητα επέκτασης και η έκταση της φονικής πυρκαγιάς στο Μάτι τον Ιούλιο του 2018	13
Εικόνα 5: Χάρτης επικίνδυνων και ευαίσθητων περιοχών σε δασικές πυρκαγιές σύμφωνα με στοιχεία δεκαετίας του πυροσβεστικού σώματος	14
Εικόνα 6: Άλογο εγκαταλείπει το φυσικό του περιβάλλον μετά από πυρκαγιά	15
Εικόνα 7: Τα αποτελέσματα της υπερβόσκησης σε βοσκότοπο της Θεσσαλίας λόγω επανειλημμένων πυρκαγιών στην περιοχή.	16
Εικόνα 8: Η αλλαγή που προκαλεί η πυρκαγιά στη μορφολογία του εδάφους και έχει ως αποτέλεσμα πλημμύρες και μεταφορά υλικών	16
Εικόνα 9: Εμπλεκόμενοι φορείς ανά κατηγορία φυσικής καταστροφής	18
Εικόνα 10: Φιάλη γκαζιού από τον εμπρησμό που δέχτηκε το δάσος της Πεντέλης τον Ιούλιο του 2018	19
Εικόνα 11: Αντιπυρική ζώνη	20
Εικόνα 12: Προληπτική ελεγχόμενη καύση εύφλεκτων υλών σε δασική περιοχή	20
Εικόνα 13: Χρήση τεχνητής και φυσικής αντιπυρικής ζώνης για καταστολή μιας πυρκαγιάς	22
Εικόνα 14: Ημερήσιος χάρτης πρόβλεψης κινδύνου πυρκαγιάς ανά περιοχή της Ελλάδας	24
Εικόνα 15: Στατιστικά εκδήλωσης πυρκαγιών ανά ώρα της ημέρας στην Ελλάδα (περίοδος δείγματος 1976-1994)	25
Εικόνα 16: Τα αποτελέσματα στο φυσικό περιβάλλον από τη φονική πυρκαγιά στο Μάτι τον Ιούλιο του 2018	27
Εικόνα 17: Καμένη έκταση κατά τα έτη 2001 έως 2007 σε εκτάρια σε επιλεγμένες μεσογειακές χώρες (European Union, Global Wildfire Information System	28
Εικόνα 18: Ποσοστό καμένης έκτασης ως ποσοστό επί της συνολικής έκτασης κατά τα έτη 2001 έως 2007 σε επιλεγμένες μεσογειακές χώρες (European Union, Global Wildfire Information System).	29
Εικόνα 19: Αριθμός πυρκαγιών και έκταση καμένης γης στη Ελλάδα κατά τα έτη 1980 έως 2016 (European Forest Fire Information System)	30
Εικόνα 20: Χάρτης βλάστησης της Ελλάδας	31
Εικόνα 21: Χάρτης δασών της Ελλάδας και είδη δέντρων που περιέχονται σε αυτά	32
Εικόνα 22: Χάρτης ευφλεκτότητας των ζωνών βλάστησης της Ελλάδας	32
Εικόνα 23: Κατάσταση ευφλεκτότητας και καυσιμότητας ανάλογα με την πυκνότητα βλάστησης, την ύπαρξη ή μη υπωφύρου και το υψόμετρο	33
Εικόνα 24: Ποσοστό καμένης δασικής/ μη δασικής έκτασης στην Ελλάδα κατά τα έτη 2004 έως 2016 (European Forest Fire Information System)	34
Εικόνα 25: Δεξαμενή σκυροδέματος αποθήκευσης νερού	39
Εικόνα 26: Αρμός συστολής (Nabil, 2021)	41
Εικόνα 27: Αρμός διαστολής (Nabil, 2021)	41
Εικόνα 28: Συρόμενος αρμός (Nabil, 2021)	42
Εικόνα 29: Πτυσσόμενος αρμός (Nabil, 2021)	43
Εικόνα 30: Προσωρινός αρμός (Nabil, 2021)	43
Εικόνα 31: Παράδειγμα δεξαμενής σκυροδέματος (Nabil, 2021)	45
Εικόνα 32: Μεταλλική δεξαμενή αποθήκευσης νερού	46
Εικόνα 33: Πλωτή δεξαμενή μονής οροφής (ΕΕΜΥΑ, 2003)	48
Εικόνα 34: Πλωτή δεξαμενή διπλής οροφής (ΕΕΜΥΑ, 2003)	48

Εικόνα 35: Πλωτή δεξαμενή μονής οροφής (ΕΕΜΥΑ, 2003)	50
Εικόνα 36: Πλωτή δεξαμενή διπλής οροφής (ΕΕΜΥΑ, 2003)	50
Εικόνα 37: Δεδομένα σχεδιασμού διεργασιών (ΕΕΜΥΑ, 2003)	51
Εικόνα 38: Στέγη μονής οροφής πλημμυρισμένη με νερά της βροχής (ΕΕΜΥΑ, 2003).....	53
Εικόνα 39: Εξωτερική πλωτή δεξαμενή	58
Εικόνα 40: Δεξαμενή εσωτερική πλωτής οροφής.....	61
Εικόνα 41: Δεξαμενή πλωτής οροφής με θόλο	62
Εικόνα 42: Δεξαμενή σταθερής οροφής	63
Εικόνα 43: Τυπική υπέργεια οριζόντια δεξαμενή	64
Εικόνα 44: Δεξαμενή πίεσης	65
Εικόνα 45: Υπόγεια δεξαμενή	66
Εικόνα 46: Εξαρτήματα σωλήνων για υπόγειες δεξαμενές.....	67
Εικόνα 47: Παράδειγμα ασταθούς και σταθερής καμπύλης Q/H.....	74
Εικόνα 48: Υπόδειξη τρόπου σύνδεσης αντλίας και κινητήρα	75
Εικόνα 49: σχεδιασμός back pull out.....	75
Εικόνα 50: Σύστημα πυροπροστασίας αντλιοστασίου	76
Εικόνα 51: Σύνδεση αναρρόφησης με ευθύγραμμο εξάρτημα	77
Εικόνα 52: Σύνδεση αναρρόφησης με κωνικό παράκεντρο εξάρτημα	78
Εικόνα 53: Αποκόλληση υλικού λόγω του φαινομένου της σπηλαίωσης.....	78
Εικόνα 54: Το φαινόμενο της σπηλαίωσης.....	79
Εικόνα 55: Τα αποτελέσματα του φαινομένου της σπηλαίωσης στην φτερωτή μιας αντλίας νερού..	79
Εικόνα 56: Απαιτούμενο NPSH από το πρότυπο EN12845 για την αποφυγή σπηλαίωσης	80
Εικόνα 57: Διάταξη θετικής αναρρόφησης.....	80
Εικόνα 58: Διάταξη αρνητικής αναρρόφησης.....	81
Εικόνα 59: Διάταξη αυτόματης πλήρωσης	81
Εικόνα 60: Αντλία νερού με ηλεκτροκινητήρα.....	82
Εικόνα 61: Ενδείξεις λειτουργίας τοπικά και σε απομακρυσμένο σημείο με μόνιμο προσωπικό.....	82
Εικόνα 62: Αντλία νερού με πετρελαιοκινητήρα	83
Εικόνα 63: Τρόπος ψεκασμού του νερού με χρήση πυροσβεστικής τουρμπίνας	85
Εικόνα 64: Δοκιμαστική χρήση πυροσβεστικής τουρμπίνας.....	85
Εικόνα 65: Δοκιμαστική χρήση πυροσβεστικής τουρμπίνας ξεχωριστά από το όχημα.....	86
Εικόνα 66: Κατάσβεση εστίας φωτιάς με τη χρήση της τουρμπίνας	87

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1^ο: ΔΑΣΙΚΕΣ ΠΥΡΚΑΓΙΕΣ

1.1 Συνοπτική περιγραφή του προβλήματος των πυρκαγιών.

Οι δασικές πυρκαγιές αποτελούν μέρος του οικολογικού κύκλου των μεσογειακών οικοσυστημάτων. Ωστόσο, τις τελευταίες δεκαετίες έχουν αποδειχθεί σημαντικό πρόβλημα λόγω των αυξανόμενων καταστροφών που προκαλούν. Στο δεύτερο μέρος του 20^{ου} αιώνα, το πρόβλημα των δασικών πυρκαγιών στις χώρες της Νότιας Ευρώπης έχει επιδεινωθεί. Η εγκατάλειψη αγροτικών περιοχών, οι μακροχρόνιες λάθος πρακτικές περιορισμού των πυρκαγιών και η επέκταση των ταχέως αναπτυσσόμενων ειδών που είναι πολύ εύφλεκτα (π.χ. πεύκα), έχουν αυξήσει τους κινδύνους πυρκαγιάς.

Ο κίνδυνος πυρκαγιάς σχετίζεται άμεσα με την αναφλεξιμότητα της δασικής καύσιμης ύλης και είναι ένα μέτρο αξιολόγησης του κινδύνου που ενέχουν τα καύσιμα που είναι διαθέσιμα για καύση (FAO, 2006). Ο πιο κοινά αποδεκτός ορισμός του κινδύνου πυρκαγιάς είναι «ο προκύπτων κίνδυνος του συνδυασμού τόσο σταθερών όσο και μεταβλητών παραγόντων που επηρεάζουν την έναρξη, την εξάπλωση και τη δυσκολία ελέγχου μιας πυρκαγιάς σε μια περιοχή» (Deeming et al., 1977).

Οι μεσογειακές χώρες (Πορτογαλία, Ισπανία, νότια Γαλλία, Ιταλία, Ελλάδα και Κύπρος) αντιμετωπίζουν σημαντικό πρόβλημα δασικών πυρκαγιών (Xanthopoulos et al., 2006), όπως επίσης και η Αυστραλία, ο Καναδάς και οι ΗΠΑ αντιμετωπίζουν έναν αυξανόμενο κίνδυνο πυρκαγιάς κοντά σε κατοικημένες περιοχές.

Ο κίνδυνος δασικής πυρκαγιάς μπορεί να οριστεί ως συνάρτηση του κινδύνου εμφάνισης της δασικής πυρκαγιάς, της έκθεσης του υποκειμένου (π.χ. δάσος ή κατασκευές), της μειωμένης ικανότητας των αρμόδιων οργανισμών να μετριάσουν την πυρκαγιά και να ανακτήσουν την απώλεια. Αυξάνεται εκθετικά ως αποτέλεσμα της υψηλής και αυξανόμενης πυκνότητας πληθυσμού (Tedim et al., 2015) και της πολυπλοκότητας του περιβάλλοντος. Στην Ελλάδα, ένα σημαντικό και πρόσφατο γεγονός ήταν η μεγάλη και καταστροφική πυρκαγιά της Αττικής, στις 21-24 Αυγούστου 2009 (Xanthopoulos & Athanasiou, 2013).

Ο κίνδυνος πυρκαγιάς είναι κοινωνικά κατασκευασμένος και πρέπει να επιλυθεί με κοινωνικά μέσα (Pyne, 2007). Ο σχεδιασμός και η αξιολόγηση κινδύνου πυρκαγιάς σχετίζονται με το πόσο συχνά εμφανίζονται πυρκαγιές, με τις επιπτώσεις τους στην δασική γη και με το ποιες ευκαιρίες υπάρχουν για τη βελτίωση της κατάστασης μέσω ενεργειών διαχείρισης (Finney, 2005).

Στην Ελλάδα, οι πυρκαγιές άρχισαν να γίνονται πρόβλημα τη δεκαετία του 1970. Μέχρι τη δεκαετία του 1960 θεωρούνταν ένα σχετικά μικρό πρόβλημα και καταπολεμούνταν κυρίως από τους ανθρώπους στα χωριά, χωρίς καν πυροσβεστικά οχήματα μέχρι το 1970 και με την καθοδήγηση του προσωπικού της Δασικής Υπηρεσίας. Λίγα πυροσβεστικά οχήματα της αστικής Πυροσβεστικής Υπηρεσίας ήταν κατά καιρούς διαθέσιμα και δεν υπήρχαν διαθέσιμα εναέρια μέσα (Xanthopoulos, 2008). Η δασική καύσιμη ύλη ή δασικά καύσιμα ελέγχονταν μέσω της χρήσης δασικής βιομάζας (για κατασκευές, μαγείρεμα, θέρμανση, ζωτροφές) και οι

γεωργικές καλλιέργειες διατηρούνταν απαλλαγμένες από καύσιμα το καλοκαίρι προκειμένου να μειωθεί ο κίνδυνος πυρκαγιάς. Γύρω από τα χωριά υπήρχαν πολλά καλλιεργημένα χωράφια, διακόπτοντας τη συνέχιση των δασών, και συνεπώς τη δυνατότητα επέκτασης της πυρκαγιάς (Xanthopoulos, 2008). Τα χόρτα επίσης αφαιρούνταν από τους αμπελώνες και τους ελαιώνες.

Η εγκατάλειψη των αγροτικών περιοχών και η κακή διαχείριση των δασών από τη Δασική Υπηρεσία συνέβαλλαν περαιτέρω στη συσσώρευση δασικών καυσίμων, και επηρέασαν αρνητικά το πρόβλημα των πυρκαγιών. Η δασική βλάστηση φτάνει στις μέρες μας στα σπίτια στην περίμετρο των χωριών επιτρέποντας στις φωτιές να φτάσουν σε κατοικημένες περιοχές. Δυστυχώς, οι περισσότεροι από τους πολίτες δεν κατανοούν τη σημασία της πρόληψης πυρκαγιάς και δεν προετοιμάζουν τα σπίτια τους για την περίπτωση δασικής πυρκαγιάς. Οι περισσότεροι έχουν ελάχιστες γνώσεις σχετικά με την πυρόσβεση και την πυρασφάλεια και συχνά παίρνουν λανθασμένες αποφάσεις φεύγοντας από τα σπίτια τους πανικόβλητοι ή/και αργά κατά τη διάρκεια πυρκαγιάς. Τα λάθη στην ανταπόκριση των πολιτών που έχουν οδηγήσει σε καταστροφές, μπορούν να οδηγήσουν σε διδάγματα στους πυροσβέστες και στο κοινό.

1.2 Ορισμός πυρκαγιάς.

Οι πυρκαγιές είναι ανεπιθύμητα συμβάντα με απτό κόστος για την περιουσία των ανθρώπων και την ίδια την ανθρώπινη ζωή. Ο ποσοτικός προσδιορισμός των δαπανών παρέχει μια μέτρηση για την κατανόηση της κοινωνικής και οικονομικής επίδρασης της φωτιάς, που μπορεί να είναι χρήσιμη για την πρόληψη και πυροπροστασία (Simmons, 1996). Επιπλέον, οι πυρκαγιές προκαλούν επίσης αρνητικές συνέπειες στο φυσικό περιβάλλον. Οι αρνητικές συνέπειες περιλαμβάνουν μόλυνση του αέρα και των υδάτων, όπου με την εναπόθεση σωματιδίων και άλλων υλικών είναι πιθανό να μολύνουν το έδαφος και το νερό (Toynbee, 1976).

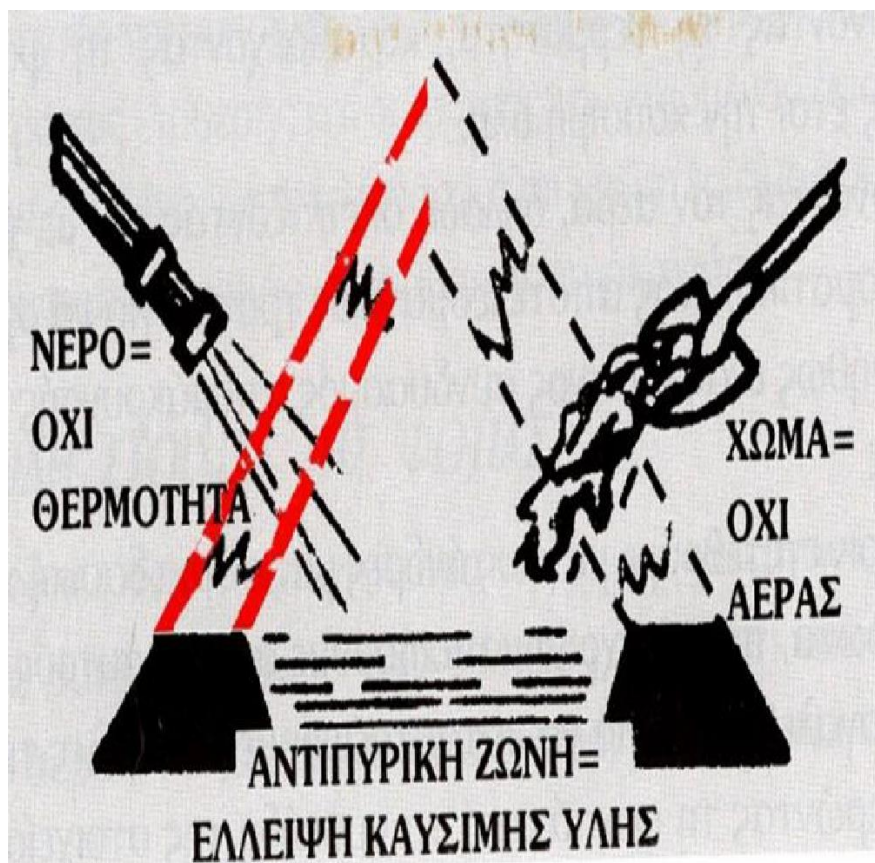
Οι τρεις βασικοί παράγοντες που αν συνδυαστούν μπορούμε να έχουμε έναρξη και διατήρηση της φωτιάς είναι:

1. Η καύσιμη ύλη
2. Η θερμότητα
3. Το οξυγόνο

Οι τρεις αυτοί παράγοντες είναι γνωστοί και ως το «τρίγωνο της φωτιάς». Η κατάσβεση μιας πυρκαγιάς βασίζεται στην απομάκρυνση τουλάχιστον ενός από αυτά τα στοιχεία.



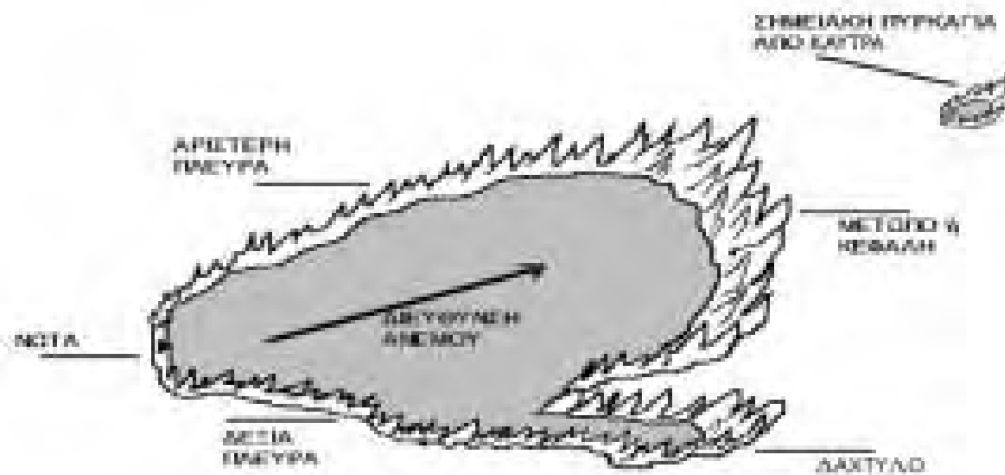
Εικόνα 1: Το τρίγωνο της φωτιάς



Εικόνα 2: Τρόποι αποκοπής των στοιχείων του τριγώνου της φωτιάς για την κατάσβεση της πυρκαγιάς.

Μια πυρκαγιά παρουσιάζει διαφορετική συμπεριφορά στα επιμέρους τμήματά της. Για την ακριβή περιγραφή της, την εκτίμηση του κινδύνου και την στρατηγική αντιμετώπισής της απαιτείται λεπτομερής περιγραφή της συμπεριφοράς στα εξής τμήματά της:

1. Μέτωπο της πυρκαγιάς, το οποίο αποτελεί το ταχύτερα εξαπλούμενο τμήμα της. Ακολουθεί σχεδόν πάντα τη διεύθυνση του ανέμου ή την κλίση του εδάφους(προς το επάνω μέρος πλαγιάς για παράδειγμα). Στο μέτωπο έχουμε και το μεγαλύτερο μήκος της φλόγας. Αποτελεί το τμήμα της πυρκαγιάς με τη μεγαλύτερη δυσκολία αντιμετώπισης.
2. Νώτα της πυρκαγιάς, αποτελεί το τμήμα που κινείται αντίθετα από το μέτωπο και έχει μικρή ταχύτητα εξάπλωσης, κάτι που το κάνει συνήθως εύκολο να αντιμετωπιστεί, ακόμα και σε συνθήκες αδυναμίας αντιμετώπισης του μετώπου.
3. Πλευρά της πυρκαγιάς, είναι τα τμήματα της περιμέτρου μεταξύ του μετώπου και των νώτων. Η συμπεριφορά αυτού του τμήματος είναι συνδυασμός της συμπεριφοράς που εκδηλώνεται στο μέτωπο και τα νώτα και το ίδιο ισχύει και για την δυσκολία αντιμετώπισής του



Εικόνα 3: Τα τμήματα μιας πυρκαγιάς.

Για την περιγραφή της συμπεριφοράς μιας πυρκαγιάς ώστε να μπορούμε να κάνουμε εκτίμηση κινδύνου χρησιμοποιούμε τα παρακάτω μεγέθη:

1. Ταχύτητα εξάπλωσης της πυρκαγιάς σε χιλιόμετρα ανά ώρα
2. Μήκος της φλόγας σε μέτρα
3. Μήκος του μετώπου και της περιμέτρου της πυρκαγιάς σε μέτρα ή χιλιόμετρα



Εικόνα 4: Η ταχύτητα επέκτασης και η έκταση της φονικής πυρκαγιάς στο Μάτι τον Ιούλιο του 2018

Οι δασικές πυρκαγιές αποτελούν μέρος της οικολογίας των δασικών οικοσυστημάτων της χώρας μας και είναι φαινόμενο σύνθετο που ακολουθεί τους νόμους της φύσης. Η πλήρης εξάλειψη των δασικών πυρκαγιών, είναι αδύνατη και αποτελεί ουτοπία έστω και αν υπήρχε ο πιο τέλειος αντιπυρικός σχεδιασμός. Βασικός παράγοντας δημιουργίας και ανάπτυξης του μεσογειακού οικοσυστήματος αποτελεί η φωτιά, η οποία όμως έχει και τις καταστροφικές της συνέπειες. Μια από τις πιο πρόσφατες περιπτώσεις καταστροφής φυσικού περιβάλλοντος από πυρκαγιά στη χώρα μας συνέβη το 2007 (Στάρρας, 2014).

Όσον αφορά στην Ελλάδα οι δασικές πυρκαγιές αποτελούν μία από τις σημαντικότερες φυσικές καταστροφές σε ένα κατεξοχήν πυριγενές φυσικό περιβάλλον από άποψη κλίματος και βλάστησης και αν και αποτελεί αναπόσπαστη διαταραχή στα μεσογειακά οικοσυστήματα επηρεάζει σημαντικά τις επιμέρους λειτουργίες και πολλαπλές χρήσεις του δάσους και ασκεί καθοριστικές επιδράσεις στο φυσικό κύκλο διαδοχής της βλάστησης, καθώς και στη λειτουργία και δομή των φυσικών οικοσυστημάτων.

Τα βασικότερα αίτια που προκαλούν την έναρξη μιας πυρκαγιάς χωρίζονται σε φυσικά(κυρίως κεραυνοί ή εκρήξεις ηφαιστειών) και σε ανθρωπογενή, τα οποία ασφαλώς είναι και τα συχνότερα αίτια. Μερικά από αυτά είναι:

- Ατυχήματα(τροχαία, βιομηχανικά, βλάβες μηχανημάτων)
- άναμμα φωτιάς στο δάσος ή τσιγάρα
- απόρριψη σκουπιδιών στο δάσος, καθώς εύφλεκτες ύλες που περιέχονται σε αυτά είναι πολύ εύκολο να προκαλέσουν ανάφλεξη
- καύση σκουπιδιών και ύπαρξη ανεξέλεγκτων χωματερών
- πεδία βολής στρατού
- βραχυκυκλώματα στο δίκτυο της ΔΕΗ
- δραστηριότητες κυνηγών
- κάπνισμα μελισσών

διάστημα μερικών ωρών ή λίγες ημέρες, το πολύ. Οι μακροπρόθεσμες επιπτώσεις είναι επιπτώσεις πέραν των άμεσων, βραχυπρόθεσμων επιπτώσεων (Shaluf et al., 2003).

Οι βραχυπρόθεσμες περιβαλλοντικές επιπτώσεις από την έκθεση σε πυρκαγιές αφορούν κυρίως το τοπικό περιβάλλον εντός της ζώνης πυρκαγιάς και της απορροής. Οι μακροπρόθεσμες περιβαλλοντικές επιπτώσεις, που προκύπτουν από κινδύνους που προέκυψαν από την πυρκαγιά, θεωρούνται επιπτώσεις που δεν γίνονται άμεσα αισθητές ή αναγνωρίζονται άμεσα. Μερικές από αυτές είναι οι παρακάτω:

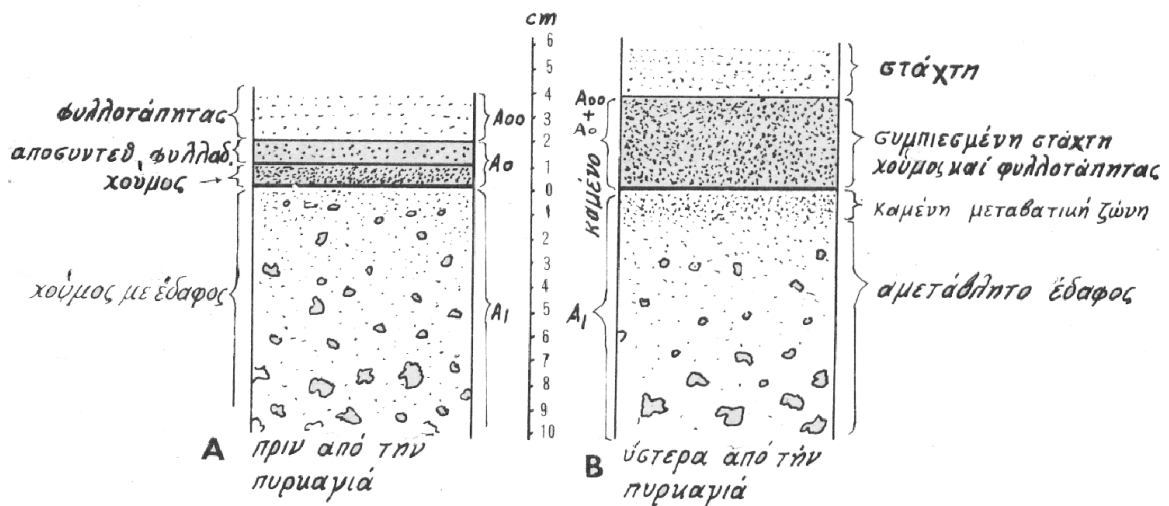
- Οικολογικές, καθώς επηρεάζεται η ισορροπία στην οποία βρισκόταν η βιοκοινότητα
- Υδρολογικές, καθώς το έδαφος χάνει τη διαπερατότητά του με συνέπεια πλημμύρες και μεταφορές υλικών σε αστικούς ιστούς
- Υπερβόσκηση σε άλλες αδιάτάρακτες περιοχές καθώς μειώνεται η ύπαρξη βρώσης για τα κοπάδια
- Υγειονομικές επιπτώσεις από την μείωση του οξυγόνου και την μόλυνση του αέρα από τους ρύπους στην περιοχή.



Εικόνα 6: Άλογο εγκαταλείπει το φυσικό του περιβάλλον μετά από πυρκαγιά



Εικόνα 7: Τα αποτελέσματα της υπερβόσκησης σε βοσκότοπο της Θεσσαλίας λόγω επανειλημμένων πυρκαγιών στην περιοχή.



Εικόνα 8: Η αλλαγή που προκαλεί η πυρκαγιά στη μορφολογία του εδάφους και έχει ως αποτέλεσμα πλημμύρες και μεταφορά υλικών

1.4 Σχέδια διαχείρισης φυσικών καταστροφών.

Η διαχείριση καταστροφών είναι η δημιουργία σχεδίων μέσω των οποίων οι κοινότητες και υπεύθυνοι μειώνουν την ευπάθεια σε πιθανούς κινδύνους και καταστροφές. Ένα σχέδιο διαχείρισης καταστροφών συμβουλεύει το κοινό και τους

υπεύθυνους πώς να λειτουργήσουν σε περίπτωση καταστροφής για την πρόληψη ή τουλάχιστον τον μετριασμό των αρνητικών επιπτώσεων (Quarantelli, 1986).

Η διαχείριση καταστροφών σημαίνει μια συνεχή και ολοκληρωμένη διαδικασία σχεδιασμού, οργάνωσης, συντονισμού και εφαρμογής μέτρων που είναι απαραίτητα ή πρόσφορα για την πρόληψη κινδύνου ή απειλής οιασδήποτε καταστροφής.

Σκοπό έχει:

- Το μετριασμό ή μείωση του κινδύνου οποιασδήποτε καταστροφής ή των συνεπειών της.
- Ανάπτυξη ικανοτήτων διαχείρισης κινδύνων.
- Προετοιμάζει κοινό και διαχειριστές για αντιμετώπιση κάθε καταστροφής.
- Προωθεί την άμεση ανταπόκριση σε οποιαδήποτε απειλητική κατάσταση ή καταστροφή.
- Εκτελεί αξιολόγηση της σοβαρότητας ή του μεγέθους των επιπτώσεων οποιασδήποτε καταστροφής.
- Μπορεί να βοηθήσει σε καταστάσεις εκκένωσης, διάσωσης και ανακούφισης.
- Μπορεί να βοηθήσει στην αποκατάσταση και ανοικοδόμηση (Pauchant & Mitroff, 1992).

Με το σχέδιο επιδιώκεται η άμεση και συντονισμένη απόκριση των εμπλεκόμενων φορέων σε τοπικό επίπεδο για την αποτελεσματική αντιμετώπιση εκτάκτων αναγκών από την εκδήλωση σεισμών και άλλων φυσικών καταστροφών και την άμεση διαχείριση των συνεπειών τους, δράσεις που αποβλέπουν στην προστασία της ζωής, της υγείας και της περιουσίας των πολιτών, καθώς και στην προστασία του φυσικού περιβάλλοντος, των πλουτοπαραγωγικών πηγών και των υποδομών της χώρας. Προϋπόθεση για την επίτευξη του σκοπού αυτού είναι η συνέργεια, η συνεργασία και η διαλειτουργικότητα των εμπλεκόμενων (Sawalha et al., 2013).

οπότε ο κίνδυνος πυρκαγιάς υπό συνθήκες ζέστης, και ξηρού ανέμου είναι εξαιρετικά υψηλός.

Είναι προφανές ότι μια τέτοια προσέγγιση δεν είναι βιώσιμη μακροπρόθεσμα. Αυτό που χρειάζεται είναι καλά σχεδιασμένες, ολοκληρωμένες πολιτικές δασικών πυρκαγιών που βασίζονται στην καλή κατανόηση όλων των αλληλεπιδρώντων παραγόντων και, φυσικά, προσαρμοσμένες στο περιβάλλον και τις συνθήκες κάθε χώρας. Αυτές οι πολιτικές θα πρέπει να λαμβάνουν υπόψη τις υποκείμενες αιτίες της εκδήλωσης πυρκαγιάς, το καθεστώς πυρκαγιάς (συχνότητα εκδήλωσης πυρκαγιάς, ένταση πυρκαγιάς, κ.λπ.) και τον οικολογικό ρόλο της πυρκαγιάς στο οικοσύστημα. Στην περιοχή της Μεσογείου, οι πυρκαγιές εμφανίζονται περιστασιακά από φυσικά αίτια, αλλά η πλειονότητα των πυρκαγιών προκαλούνται από τον άνθρωπο (Leone et al., 2009, Tedim et al., 2015).

Οι ανθρωπογενείς πυρκαγιές εμπίπτουν σε τρεις κατηγορίες:

- α) αμέλεια,
- β) ατύχημα και
- γ) εκ προθέσεως εμπρησμός.



Εικόνα 10: Φιάλη γκαζιού από τον εμπρησμό που δέχτηκε το δάσος της Πεντέλης τον Ιούλιο του 2018

Η αμέλεια προκαλεί την πλειονότητα των πυρκαγιών στις μεσογειακές χώρες. Οι πυρκαγιές συχνά ξεκινούν από φωτιές σε δασικές περιοχές χωρίς επίβλεψη, από πεταμένα τσιγάρα και καύση απορριμμάτων σε γεωργικές περιοχές. Σπινθήρες από φρένα τρένου, ηλεκτροφόρα καλώδια και μηχανήματα, καθώς και τροχαία ατυχήματα, συχνά προκαλούν τυχαίες πυρκαγιές. Όσον αφορά τους εμπρηστές, κάποιοι από αυτούς είναι πυρομανείς, ενώ άλλοι βάζουν φωτιές με βάση κάποια σκοπιμότητα (Xanthopoulos, 2010).

Μερικοί τρόποι πρόληψης των δασικών πυρκαγιών και ελάττωσης του κινδύνου είναι οι εξής:

1. Επαρχιακοί ή εθνικοί δρόμοι που περνούν μέσα από δάση(λειτουργούν σαν αντιπυρικές ζώνες)
2. Φυσικές ή τεχνητές αντιπυρικές ζώνες ή λωρίδες
3. Φύτευση φυτών ανθεκτικών στις πυρκαγιές
4. Προληπτική απομάκρυνση εύφλεκτων υλών, ειδικά σε περιοχές αυξημένης βλάστησης.
5. Ελεγχόμενη φωτιά
6. Υπολείμματα υλοτομιών



Εικόνα 11: Αντιπυρική ζώνη



Εικόνα 12: Προληπτική ελεγχόμενη καύση εύφλεκτων υλών σε δασική περιοχή

Η κοινή ταξινόμηση αιτιών πυρκαγιάς που καθιερώθηκε το 2012 και μπορεί να χρησιμοποιηθεί από όλες τις ευρωπαϊκές χώρες για να αναφέρουν εθνικά αίτια πυρκαγιάς στην Ευρωπαϊκή Βάση Δεδομένων Πυρκαγιάς (Camia et al., 2013), αναμένεται να βελτιώσει τη γνώση σχετικά με τον τομέα (Tedim et al., 2015). Οι μεσογειακές χώρες συνεισφέρουν στο 94% της συνολικής καμένης έκτασης στην Ευρώπη, σύμφωνα με ανάλυση των στατιστικών στοιχείων 1975-2000 από το

Ευρωπαϊκό Ινστιτούτο Δασών. Η ανάλυση των στατιστικών πυρκαγιών (αίτια, καμένες περιοχές κ.λπ.) δείχνει ότι ένας σχετικά μικρός αριθμός πυρκαγιών (μεγάλης έκτασης) συμβάλλει σημαντικά στη συνολική έκταση που καίγεται (Xanthopoulos, 2010).

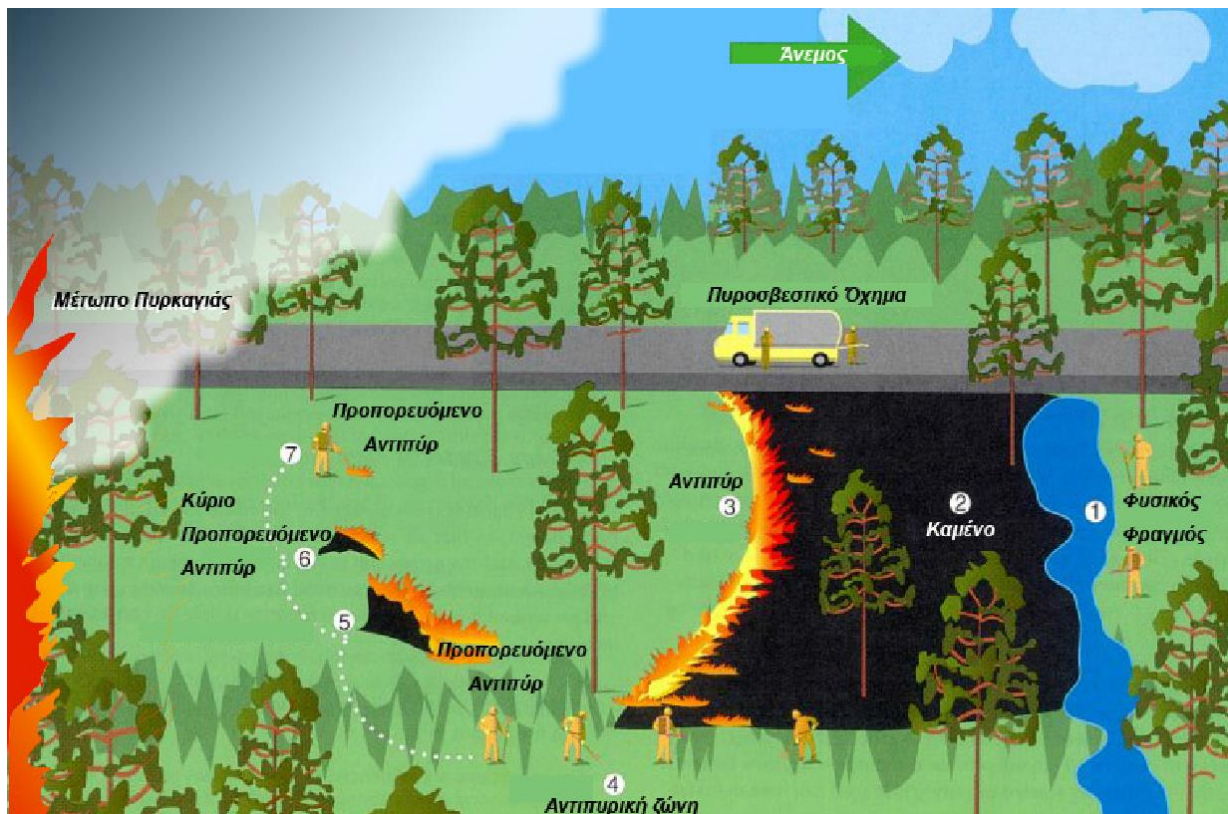
Η πρόληψη πυρκαγιών στοχεύει στην ελαχιστοποίηση της συχνότητας εμφάνισης των καταστροφικών πυρκαγιών. Η διαχείριση των δασικών καυσίμων διαδραματίζει βασικό ρόλο στην επιτυχή πρόληψη των πυρκαγιών (Marino et al., 2014) και μειώνει τον κίνδυνο πυρκαγιάς. Η ανάγκη για μείωση του κινδύνου πυρκαγιάς μέσω της ενεργητικής διαχείρισης καυσίμων γίνεται όλο και πιο εμφανής και θα πρέπει να ενσωματωθεί στον βιώσιμο μακροπρόθεσμο σχεδιασμό των δασών και σε άλλες δραστηριότητες αγροτικής ανάπτυξης, λαμβάνοντας υπόψη τον κίνδυνο πυρκαγιάς, τη χρήση γης και τις αιτίες πυρκαγιάς. Εκτός από τη μείωση του κινδύνου πυρκαγιάς, οι δραστηριότητες διαχείρισης καυσίμων και οι αγροδασοκομικές πρακτικές μπορούν να ωφελήσουν άμεσα τον αγροτικό πληθυσμό (Marino et al., 2014).

Καθώς δεν υπάρχει ενιαία ιδανική τεχνική για την πρόληψη των πυρκαγιών, τα σχέδια διαχείρισης καυσίμων θα πρέπει συνήθως να συνδυάζουν διαφορετικές πρακτικές (Fernandes & Botelho, 2003) και τεχνικές, όπως οι προγραμματισμένες καύσεις και η ελεγχόμενη βόσκηση ανάλογα με τα ιδιαίτερα χαρακτηριστικά κάθε δάσους ή αγροτικής περιοχής.

Οι τεχνικές μείωσης του διαθέσιμου καυσίμου είναι ζωτικής σημασίας για τη μείωση των καταστροφικών συνεπειών της πυρκαγιάς (Agee & Skinner, 2005), στο πλαίσιο της πρόληψης και στο σχεδιασμό κατάσβεσης. Περιοχές με χαμηλά φορτία καυσίμου και σωστά καλλιεργούμενα αγροδασοκομικά χωράφια μπορεί να λειτουργήσουν ως αντιπυρικές ζώνες και να βοηθήσουν σημαντικά σε μελλοντικές προσπάθειες καταστολής της πυρκαγιάς.

Η χρήση αντιπυρικών ζωνών είναι κοινή στην Ισπανία, τη Γαλλία και την Ιταλία, ενώ είναι λιγότερο συχνή στην Πορτογαλία και αρκετά σπάνια στην Ελλάδα (Xanthopoulos et al., 2006). Παρόλα αυτά, η απομάκρυνση της βλάστησης δεν είναι πανάκεια, καθώς η μείωση των καυσίμων και οι αντιπυρικές ζώνες δεν σταματούν μια πυρκαγιά, αλλά παρέχουν μόνο μια βοήθεια για τους πυροσβέστες, επειδή δημιουργούν μια περιοχή μειωμένης έντασης πυρκαγιάς.

Η κατασκευή αντιπυρικών ζωνών γίνεται είτε με εργαλεία χειρός, είτε με ελεγχόμενες φωτιές και στοχεύει στην απομάκρυνση της καύσιμης ύλης ώστε να οδηγηθεί η πυρκαγιά σε μείωση της έντασής της. Η ένταση της πυρκαγιάς ορίζει και το πλάτος που απαιτείται να έχει η αντιπυρική ζώνη. Η δημιουργία τους προτιμάται να γίνεται σε σημείο που συνδυάζει και φυσική αντιπυρική ζώνη, όπως ένα ποτάμι, ή σε δρόμους όπως οι εθνικές οδοί που έχουν μεγάλο πλάτος.



Εικόνα 13: Χρήση τεχνητής και φυσικής αντιπυρικής ζώνης για καταστολή μιας πυρκαγιάς

Η εκτίμηση του κινδύνου πυρκαγιάς σε ευρείες περιοχές μπορεί να παρέχει γενική καθοδήγηση σχετικά με την επιλογή τύπου δέντρων κατά τον σχεδιασμό της αναδάσωσης και την αποκατάσταση μιας καμένης τοποθεσίας (Xanthopoulos et al., 2012). Ένα τέτοιο παράδειγμα είναι αυτό της τοποθεσίας της αρχαίας Ολυμπίας, στην Πελοπόννησο, που κάηκε τον Αύγουστο του 2007 (Xanthopoulos et al., 2012). Σε αυτή την περίπτωση, επιστήμονες Δασικών Οικοσυστημάτων και Τεχνολογίας Δασικών Προϊόντων στην Αθήνα, επανεισήγαγαν τα πλατύφυλλα είδη που καταλάμβαναν την περιοχή στην αρχαιότητα, μειώνοντας τον κίνδυνο πυρκαγιάς για το νέο δάσος (Lyrintzis et al., 2010). Η μεταπυρική αναγέννηση των δασών εξαρτάται από τις μετεωρολογικές συνθήκες, τον τύπο του εδάφους και την απότομη κλίση, τον αριθμό των σπόρων, τη θνησιμότητα των δενδρυλλίων, τον ανταγωνισμό μεταξύ των ειδών, τη συχνότητα εκδήλωσης πυρκαγιάς, την ένταση πυρκαγιάς και την ποσότητα δασικού καυσίμου που καταναλώνεται, την ένταση βόσκησης και τη χρήση γης. Οι στρατηγικές αποκατάστασης μπορεί να αποτελούνται από έναν συνδυασμό τεχνικών που μπορούν να χρησιμοποιηθούν αμέσως μετά την πυρκαγιά και μπορεί να συνεχίσουν να είναι απαραίτητες για χρόνια μετά την πυρκαγιά. Η σταθεροποίηση του εδάφους για τον έλεγχο της διάβρωσης και των πλημμυρών είναι ζωτικής σημασίας και μπορεί να συμβεί με τη χρήση κατάλληλων μηχανικών τεχνικών.

1.6 Βαθμονόμηση κινδύνου πυρκαγιάς.

Ένα επίπεδο αξιολόγησης κινδύνου πυρκαγιάς λαμβάνει υπόψη: τις τρέχουσες και προηγούμενες καιρικές συνθήκες, τους τύπους καυσίμων και την υγρασία ζωντανών

και νεκρών καυσίμων. Η περιεκτικότητα σε υγρασία του νεκρού καυσίμου και η ταχύτητα του ανέμου είναι τα κύρια στοιχεία στον υπολογισμό του βαθμού κινδύνου πυρκαγιάς. Δεδομένου ότι αυτά τα στοιχεία αλλάζουν καθημερινά, η αξιολόγηση κινδύνου πυρκαγιάς μιας περιοχής αλλάζει επίσης καθημερινά. Ακολουθεί η βαθμονόμηση κινδύνου:

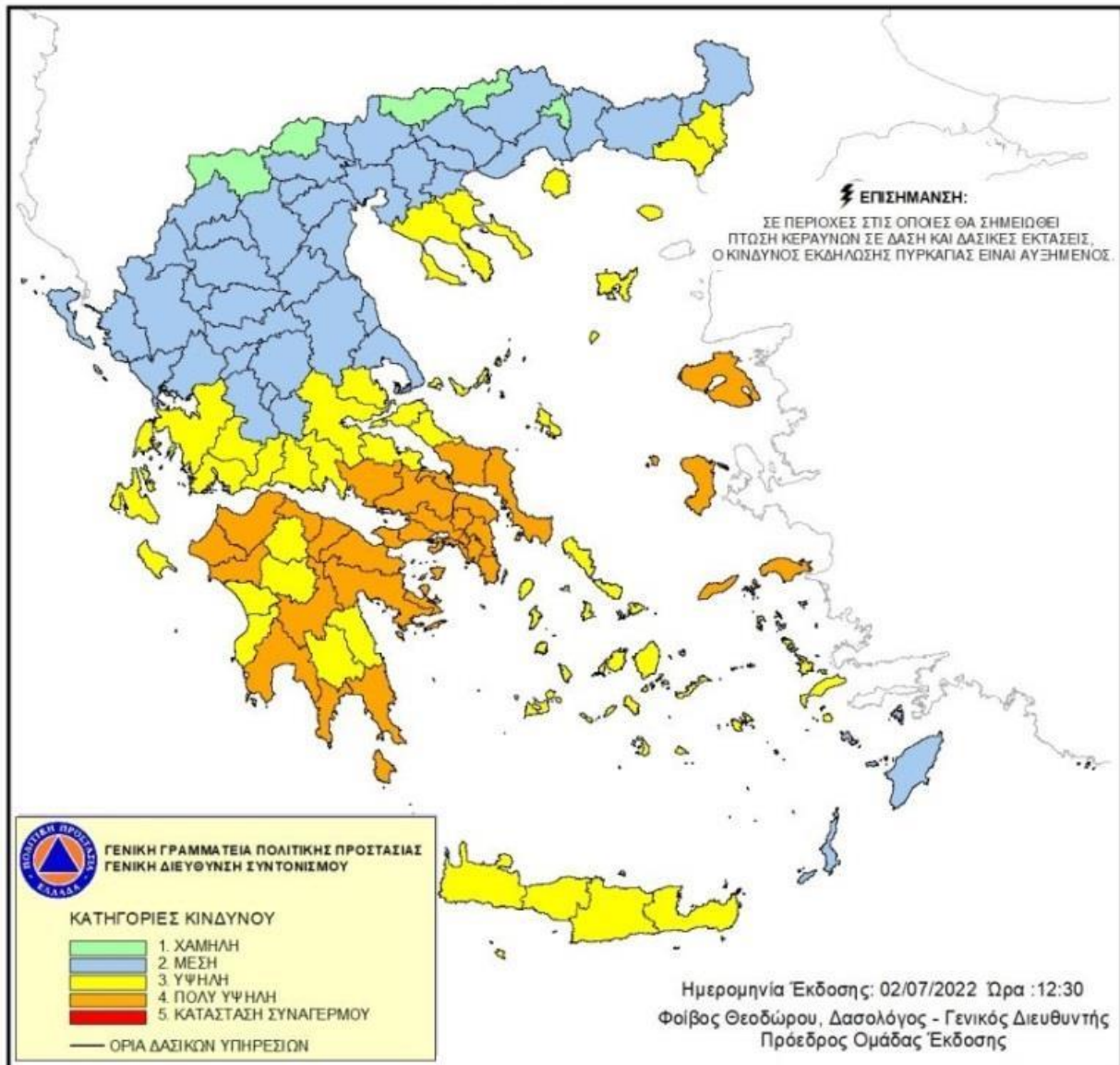
- Χαμηλός (L): (Πράσινο) Στο χαμηλό κίνδυνο εντάσσεται η περίπτωση μικρής πυρκαγιάς όπου τα διαθέσιμα καύσιμα δεν αναφλέγονται εύκολα. Συνήθως συμβαίνει όταν μια πιο έντονη πηγή θερμότητας, όπως ο κεραυνός, μπορεί να προκαλέσει πυρκαγιές σε σκουπίδια ή ξύλα.
- Μέτριος (M): (Μπλε) Σε αυτή την περίπτωση οι πυρκαγιές μπορούν να ξεκινήσουν από τις περισσότερες αιτίες, αλλά, με εξαίρεση τις πυρκαγιές από κεραυνό. Στο μέτριο κίνδυνο ο αριθμός των ταυτόχρονων πυρκαγιών είναι γενικά χαμηλός.
- Υψηλός (H): (Κίτρινο) Όλα τα καύσιμα αναφλέγονται εύκολα και οι πυρκαγιές ξεκινούν εύκολα. Οι φωτιές είναι πιθανό να ξεφύγουν από τον έλεγχο των πυροσβεστών. Οι πυρκαγιές εξαπλώνονται γρήγορα. Καύση υψηλής έντασης μπορεί να αναπτυχθεί σε πλαγιές ή σε συγκεντρώσεις λεπτών καυσίμων. Οι πυρκαγιές μπορεί να γίνουν σοβαρές και ο έλεγχός τους δύσκολος, εκτός εάν περιοριστούν με επιτυχία ενώ είναι μικρές.
- Πολύ υψηλός (VH): (Πορτοκαλί) Οι πυρκαγιές ξεκινούν εύκολα από όλες τις αιτίες και, αμέσως μετά την ανάφλεξη, εξαπλώνονται γρήγορα και αυξάνονται γρήγορα σε ένταση. Οι πυρκαγιές αποτελούν διαρκή κίνδυνο. Μπορεί να αναπτύξουν γρήγορα χαρακτηριστικά πυρκαγιάς υψηλής έντασης, και μπορεί να δημιουργηθούν ανεμοστρόβιλοι όταν καίγονται βαρύτερα καύσιμα.
- Ακραίος (E) (Κόκκινο): Οι φωτιές ξεκινούν γρήγορα, εξαπλώνονται με μανία και καίνε έντονα. Όλες οι πυρκαγιές είναι πιθανώς σοβαρές. Η εξέλιξη σε καύση υψηλής έντασης είναι συνήθως ταχύτερη και προκύπτει από μικρότερες πυρκαγιές από ό,τι στην κατηγορία πολύ υψηλού κινδύνου πυρκαγιάς.

1.7 Μετριασμός κινδύνου Προετοιμασία κατάστασης φωτιάς.

Η προστασία των δασικών οικοσυστημάτων είναι πολύ σημαντική για την ποιότητα ζωής των κατοίκων της χώρας μας. Η έλλειψη αποτελεσματικής προστασίας αυτών οδηγεί στην ανάγκη ο πολίτης να συμμετέχει ενεργά στην αντιμετώπιση αυτού του προβλήματος. Ακόμα και μια απλή αναφορά στο Πυροσβεστικό Σώμα ότι παρατηρήθηκε φλόγα μπορεί να σώσει μεγάλες δασικές εκτάσεις, ακόμα και ζωές.

Εάν κάποιος (είτε κάτοικοι, επισκέπτες ή προσωπικό) παρατηρήσει οποιοδήποτε περιστατικό πυρκαγιάς, πρέπει ο ίδιος να ελέγξει την ένταση της πυρκαγιάς. Αυτό το άτομο θα πρέπει να προσπαθήσει να σβήσει τη φωτιά με πυροσβεστήρα, εάν δεν μπορεί να το επιτύχει αυτό, πρέπει να ενημερώσει κάποιο υπεύθυνο ή το προσωπικό ασφαλείας. Στις περιοχές αυξημένου κινδύνου καλό θα ήταν οι πολίτες να ενημερώνονται καθημερινά για την πρόβλεψη κινδύνου πυρκαγιάς που εκδίδει η Πολιτική Προστασία.

ΧΑΡΤΗΣ ΠΡΟΒΛΕΨΗΣ ΚΙΝΔΥΝΟΥ ΠΥΡΚΑΓΙΑΣ ΠΟΥ ΙΣΧΥΕΙ ΓΙΑ Κυριακή 03/07/2022



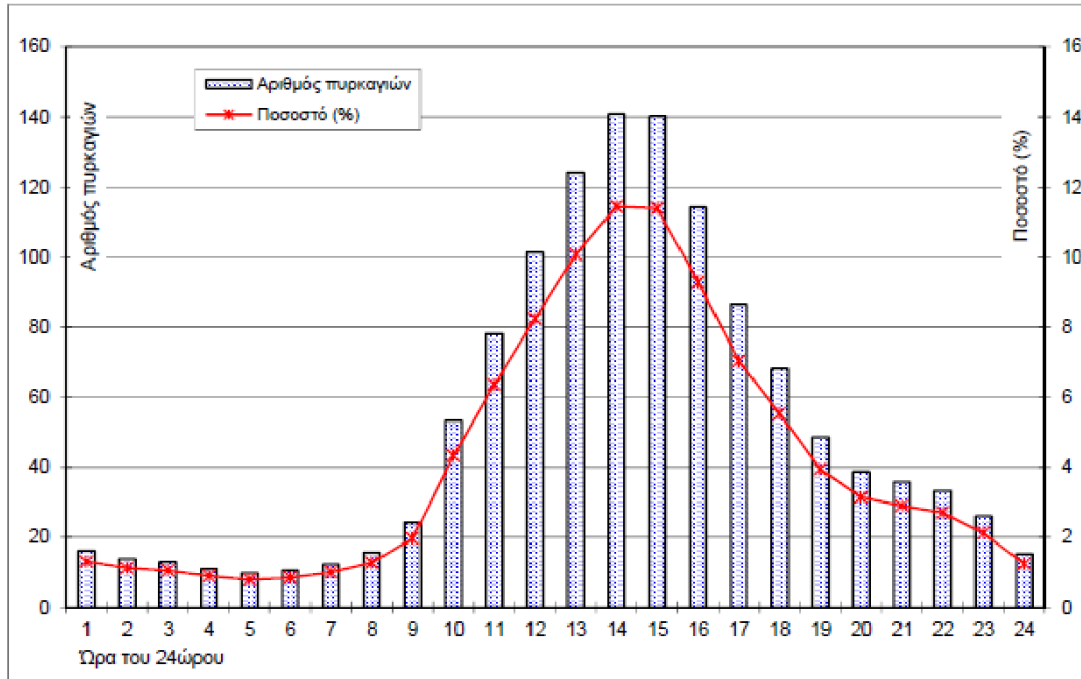
Εικόνα 14: Ημερήσιος χάρτης πρόβλεψης κινδύνου πυρκαγιάς ανά περιοχή της Ελλάδας

Ο ανιχνευτής καπνού, ο συναγερμός πυρκαγιάς και ο ψεκαστήρας θα βοηθούσαν στη διακοπή της πυρκαγιάς. Ο υπεύθυνος θα πρέπει να ελέγχει τη λειτουργία αυτών των συστημάτων σε εβδομαδιαία βάση και εάν υπάρχουν ζημιές ή δεν λειτουργούν. Μόλις ο υπεύθυνος φτάσει στον χώρο της φωτιάς, πρέπει να προσπαθήσει να σβήσει τη φωτιά με πυροσβεστήρα. Εάν δεν μπορούν να τη σβήσουν, τότε πρέπει να καλέσει την πυροσβεστική για βοήθεια και να ενημερώσει όλους τους κατοίκους μέσω ενδοεπικοινωνίας να σβήσουν τις ηλεκτρικές συσκευές και τις συσκευές που λειτουργούν φυσικού αερίου.

Ο υπεύθυνος πρέπει να διασφαλίσει την ασφαλή εκκένωση των γύρω χώρων σύμφωνα με το σχέδιο εκκένωσης χωρίς να δημιουργηθεί κατάσταση πανικού. Κατά

τη διαδικασία εκκένωσης πρέπει να δοθεί προτεραιότητα στο ηλικιωμένο κοινό και στα παιδιά.

Ιδιαίτερη πρέπει να είναι η προσοχή τους καλοκαιρινούς μήνες καθώς τότε έχουμε ευνοϊκές καιρικές συνθήκες για έξαρση πυρκαγιάς. Επίσης, στατιστικές μελέτες δείχνουν ότι περίπου το 60% των πυρκαγιών εκδηλώνεται τις μεσημεριανές ώρες, οπότε και το πυροσβεστικό σώμα και οι πολίτες πρέπει να δείξουν ακόμα μεγαλύτερη προσοχή αυτές τις ώρες.



Εικόνα 15: Στατιστικά εκδήλωσης πυρκαγιών ανά ώρα της ημέρας στην Ελλάδα(περίοδος δείγματος 1976-1994)

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2^ο: ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΤΩΝ ΠΥΡΚΑΓΙΩΝ ΣΤΗΝ ΕΛΛΑΔΑ ΚΑΙ ΠΡΟΚΛΗΣΕΙΣ ΚΑΤΑΣΒΕΣΗΣ

2.1 Εισαγωγή.

Λόγω κλιματικών και άλλων παραγόντων, η Ελλάδα είναι πιθανό να αντιμετωπίσει αυξανόμενες προκλήσεις στη διαχείριση του κινδύνου των δασικών πυρκαγιών. Τα διαθέσιμα στοιχεία υποδηλώνουν ότι ενώ ο ετήσιος αριθμός πυρκαγιών τείνει να μειώνεται, η μέση έκταση που καίγεται τείνει να αυξάνεται. Για να αντιμετωπιστεί ο κίνδυνος ζημιών και η πιθανή απώλεια ζώων, θα χρειαστούν βελτιώσεις τόσο στην πρόληψη όσο και στην καταστολή πυρκαγιών.

Πολλές από τις προκλήσεις συνδέονται τις προδιαγραφές κατά την ανάπτυξη οικισμών και στη χρήση γης που αυξάνουν τον κίνδυνο πυρκαγιάς. Οι θεσμικοί περιορισμοί που σχετίζονται με τα δικαιώματα ιδιοκτησίας και την εφαρμογή μέτρων μείωσης του κινδύνου πυρκαγιάς, π.χ. οι περιορισμοί στην ελεγχόμενη καύση απορριμμάτων, κατασκευή αντιπυρικών ζωνών και διαχείριση φυτικών καυσίμων που αυξάνουν τον κίνδυνο πυρκαγιάς είναι σημαντικοί. Πρέπει να δοθεί υψηλή προτεραιότητα στη βελτιωμένη διαχείριση της γης σε περιοχές υψηλού κινδύνου (Zagas, Tsitsoni & Hatzistathis, 2001).

Μια πρόσφατη έκθεση της επιτροπής για τη μείωση του κινδύνου και τη διαχείριση των πυρκαγιών που εκπονήθηκε για την ελληνική κυβέρνηση προτείνει μια σειρά μέτρων για την αποφυγή της απώλειας ανθρώπινων ζώων, όπως συνέβη στα γεγονός που σημειώθηκαν το 2018 στο Μάτι. Ορισμένα από αυτά τα μέτρα είχαν προταθεί στο παρελθόν αλλά δεν εφαρμόστηκαν ποτέ. Κατά συνέπεια, το αν θα γίνουν πράγματι οι απαραίτητες αλλαγές είναι ένα ερώτημα προς απάντηση.

2.2 Οι πυρκαγιές το 2018.

Οι πυρκαγιές στη Βόρεια Αμερική και την Ευρώπη ήταν στην επικαιρότητα το 2018. Στη Βόρεια Αμερική, μεγάλες δασικές πυρκαγιές σημειώθηκαν σε αρκετές δυτικές πολιτείες των ΗΠΑ και στην καναδική επαρχία της Βρετανικής Κολομβίας. Η πυρκαγιά του 2018 στην Καλιφόρνια ήταν η πιο θανατηφόρα και καταστροφική που έχει καταγραφεί. Περισσότερες από 8.500 πυρκαγιές έκαψαν πάνω από 750.000 εκτάρια. Η πυρκαγιά στη Βόρεια Καλιφόρνια σκότωσε τουλάχιστον 86 ανθρώπους και κατέστρεψε περισσότερες από 18.000 κατασκευές, εξαλείφοντας ουσιαστικά την πόλη Paradise - μια κοινότητα με περισσότερους από 26.000 κατοίκους. Το συνολικό κόστος για την οικονομία των ΗΠΑ από τις πυρκαγιές του 2018 στην Καλιφόρνια έχει εκτιμηθεί ότι φτάνει τα 350 δισεκατομμύρια δολάρια, στο οποίο συνυπολογίζονται οι απώλειες περιουσίας, οι μειώσεις της επιχειρηματικής δραστηριότητας και το κόστος υγειονομικής περίθαλψης (Accuweather.com, 2018).

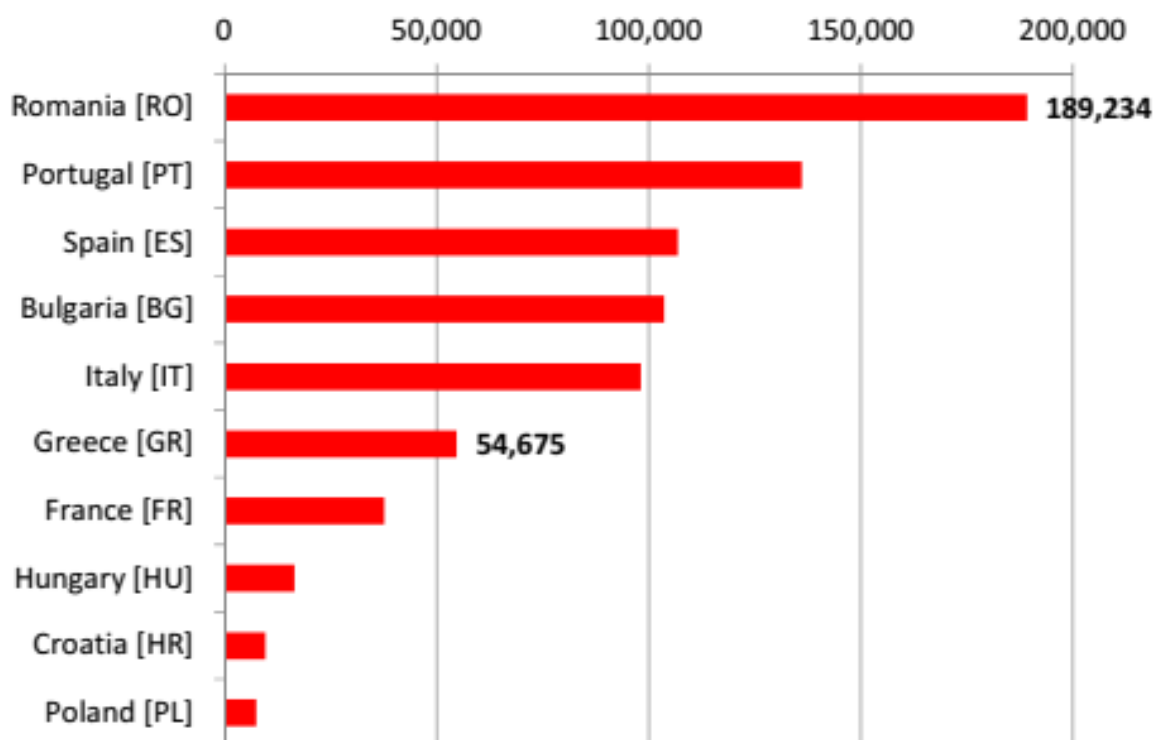
Στην Ευρώπη, το 2018 σημειώθηκαν σημαντικές πυρκαγιές σε χώρες που κανονικά δεν θεωρούνται ότι κινδυνεύουν, συμπεριλαμβανομένης της Σουηδίας και του Ηνωμένου Βασιλείου, λόγω των επιπτώσεων ενός ασυνήθιστα ζεστού και ξηρού καλοκαιριού. Μία πυρκαγιά σε περίοδο χαμηλής υγρασίας και πολύ δυνατών ανέμων

στην Ελλάδα τον Ιούλιο του 2018 είχε ως αποτέλεσμα τον τραγικό θάνατο 100 ανθρώπων στην παραλιακή πόλη Μάτι (βορειοανατολικά της Αθήνας στην περιοχή της Αττικής) – όπου αποτελεί το δεύτερο μεγαλύτερο αριθμό νεκρών παγκοσμίως αυτόν τον αιώνα μετά τις πυρκαγιές στην Αυστραλία το 2009 που σκότωσαν 180 ανθρώπους. Πρόσθετες πυρκαγιές στα δυτικά της Αθήνας προκάλεσαν σημαντικές καταστροφές.



Εικόνα 16: Τα αποτελέσματα στο φυσικό περιβάλλον από τη φονική πυρκαγιά στο Μάτι τον Ιούλιο του 2018

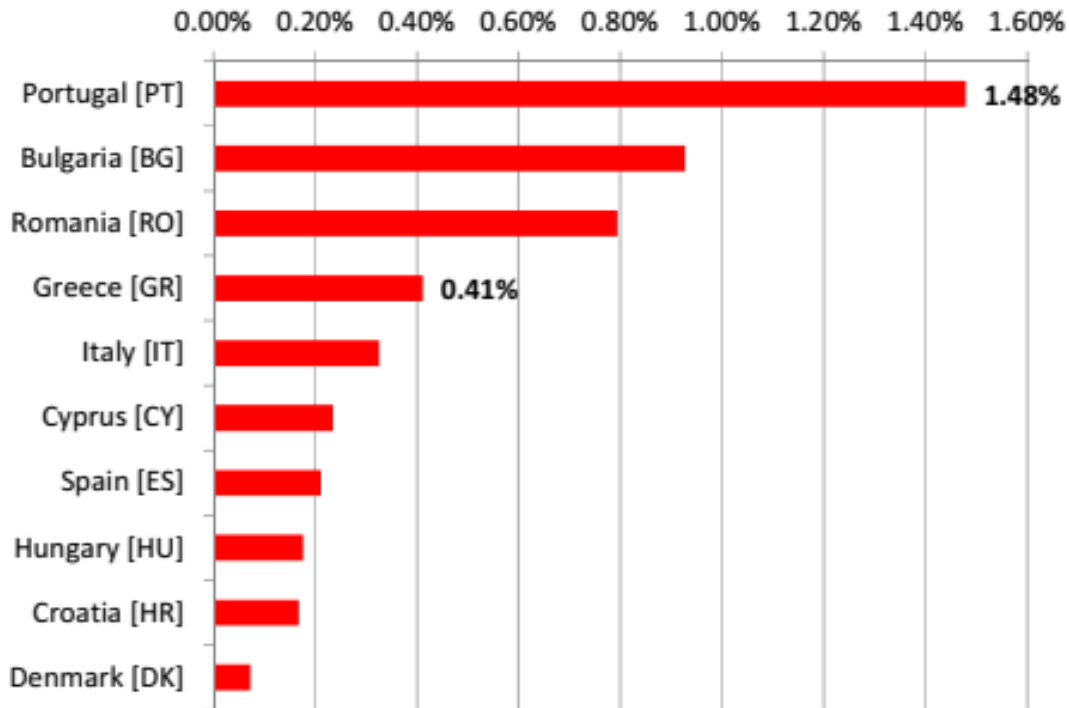
Λόγω κλιματικών και άλλων παραγόντων, οι χώρες της λεκάνης της Μεσογείου ήταν παραδοσιακά ευάλωτες στις πυρκαγιές. Μια μελέτη για την Ευρωπαϊκή Επιτροπή (De Rigo et al., 2017) προβλέπει ότι η υπερθέρμανση του πλανήτη (ακόμη και αν περιοριστεί σε αύξηση της θερμοκρασίας κατά 2°C) θα μειώσει σημαντικά τα επίπεδα φυτικής υγρασίας σε ευαίσθητες περιοχές, με αποτέλεσμα αυξημένο κίνδυνο πυρκαγιών σε τη Μεσόγειο και όχι μόνο (καθώς και στην κεντρική Ευρώπη). Στο παρόν κεφάλαιο θα εξεταστούν τα χαρακτηριστικά των δασικών πυρκαγιών στην Ελλάδα και θα αξιολογηθούν τα μέτρα που θα μπορούσαν να ληφθούν για τη μείωση του κινδύνου των δασικών πυρκαγιών και των πιθανών ζημιών και απώλειες ανθρώπινων ζώων που προκαλούν.



Εικόνα 17: Καμένη έκταση κατά τα έτη 2001 έως 2007 σε εκτάρια σε επιλεγμένες μεσογειακές χώρες (European Union, Global Wildfire Information System)

2.3 Χαρακτηριστικά των πυρκαγιών στην Ελλάδα.

Οι πυρκαγιές είναι συχνό φαινόμενο στην Ελλάδα. Κατά την περίοδο 2001-2017 καίγονται κατά μέσο όρο περίπου 55.000 εκτάρια (0,4% της συνολικής έκτασης) ετησίως, που θεωρείται πολύ υψηλό ποσοστό επί της συνολικής έκτασης. Ωστόσο, η συνολική έκταση που κάηκε κατά αυτό το διάστημα είναι πολύ μικρότερη από ό,τι σε ορισμένες άλλες μεσογειακές χώρες. Η Ρουμανία είχε μια μέση καμένη έκταση περίπου 190.000 εκταρίων κάθε χρόνο, ενώ περίπου το 1,5% της χερσαίας έκτασης της Πορτογαλίας καίγονταν ετησίως κατά μέσο όρο κατά την περίοδο 2001-2017.



Εικόνα 18: Ποσοστό καμένης έκτασης ως ποσοστό επί της συνολικής έκτασης κατά τα έτη 2001 έως 2007 σε επιλεγμένες μεσογειακές χώρες (European Union, Global Wildfire Information System).

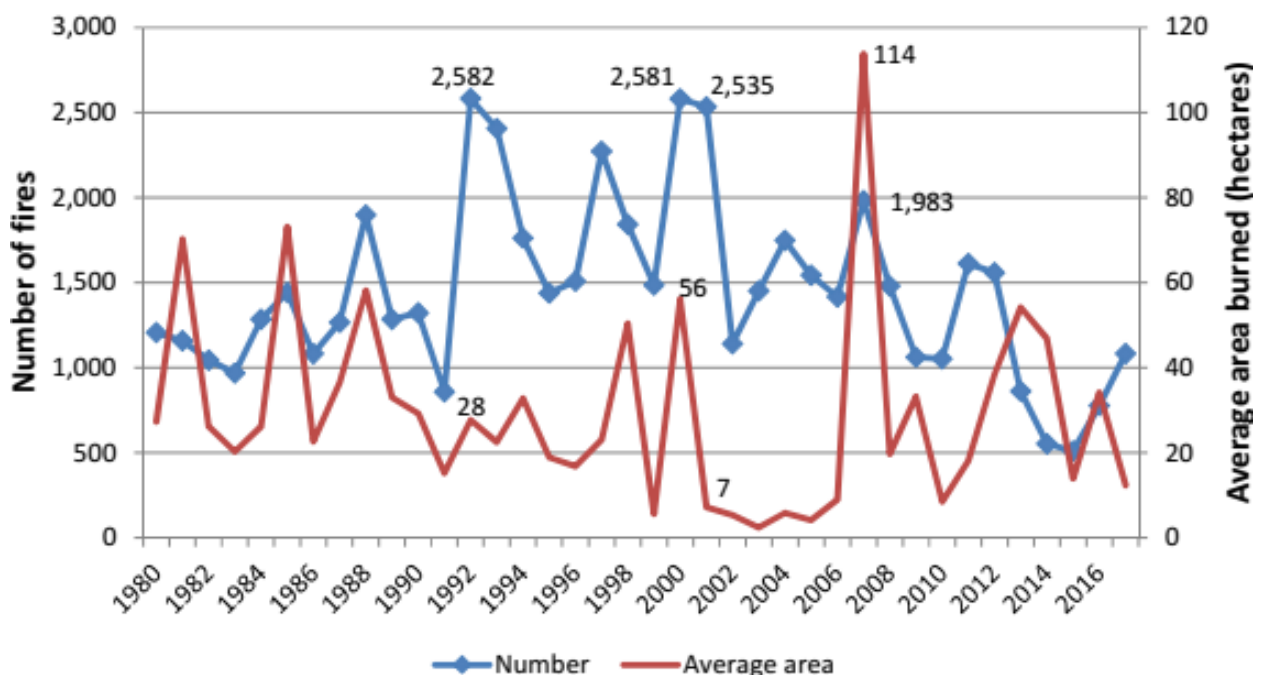
Τέτοιοι μέσοι όροι κρύβουν σημαντικές διακυμάνσεις από έτος σε έτος στη συχνότητα εμφάνισης, στην ένταση των πυρκαγιών αλλά και στην επίδραση των πυρκαγιών στις Μεσογειακές χώρες. Τα έτη με περιορισμένες πυρκαγιές κατέγραψαν λιγότερες από 600 πυρκαγιές, ενώ τα έτη υψηλής δραστηριότητας κατέγραψαν περισσότερες από 2.500. Τα έτη υψηλής δραστηριότητας μπορεί δείχνουν επίσης σημαντικές διαφορές στο μέσο μέγεθος των πυρκαγιών. Για παράδειγμα, ο συνολικός αριθμός πυρκαγιών το 1992 και το 2000 ήταν σχεδόν πανομοιότυπος (2.582 και 2.581, αντίστοιχα), αλλά η μέση έκταση που κάηκε το 2000 (56 εκτάρια) ήταν διπλάσια από εκείνη του προηγούμενου έτους. Η συνολική δραστηριότητα των πυρκαγιών το 2001 ήταν παρόμοια με το 2000, αλλά το μέσο μέγεθος των πυρκαγιών ήταν μικρό, με μόνο 7 εκτάρια καμένης έκτασης. Η χειρότερη χρονιά όσον αφορά τις δασικές πυρκαγιές που καταγράφηκε ποτέ στην Ελλάδα (2007) είχε λιγότερες από 2.000 πυρκαγιές, αλλά το μέσο μέγεθός τους ήταν 114 εκτάρια. Ήταν μια χρονιά κατά την οποία 7 μεγάλες πυρκαγιές, εκ των οποίων οι 5 ήταν στην Πελοπόννησο (τη χερσόνησο της νότιας ηπειρωτικής Ελλάδας), έκαψαν συνολική έκταση σχεδόν 200.000 εκταρίων. Ως αποτέλεσμα αυτών των πυρκαγιών, 69 πολίτες και 11 πυροσβέστες έχασαν τη ζωή τους και περισσότερα από 1.700 κτίρια καταστράφηκαν και κατέστησαν μη κατοικήσιμα.

Η σοβαρότητα της πυρκαγιάς του 2007 αντικατοπτρίζεται στα δεδομένα για τον αριθμό των πυρκαγιών ανά μέγεθος για την περίοδο για την οποία είναι διαθέσιμα συγκρίσιμα δεδομένα (2004-2016). Αυτά τα δεδομένα δείχνουν επίσης ότι υπήρξε πτωτική τάση στον αριθμό των μικρών πυρκαγιών (λιγότερο από 5 εκτάρια σε έκταση) και ότι οι μεγαλύτερες πυρκαγιές (πάνω από 5 εκτάρια) τείνουν να αντιπροσωπεύουν μεγαλύτερο μερίδιο του συνόλου.

Οι πυρκαγιές επηρεάζουν τόσο δασικές όσο και μη δασικές εκτάσεις στην Ελλάδα. Τα δεδομένα δείχνουν ότι τα περισσότερα χρόνια οι δασικές εκτάσεις κυριαρχούν ως ποσοστό της συνολικής καμένης έκτασης, αλλά μερικά χρόνια οι μη δασικές εκτάσεις αποτελούν σημαντικό μέρος του συνόλου (π.χ. 2005, 2006). Στην εποχή των σοβαρών πυρκαγιών του 2007, για παράδειγμα, κάηκαν πάνω από 29.000 εκτάρια μη δασικής γης (13% της συνολικής έκτασης που επλήγη). Αν και δεν υπάρχουν ακόμη αναλυτικά διαθέσιμα στοιχεία για το 2018, η φονική πυρκαγιά στο Μάτι πιθανότατα έπληξε μια έκταση μικρότερη των 5.000 στρεμμάτων. Όμως η περιοχή αυτή ήταν είχε πολύ εύφλεκτα δάση (κυρίως πεύκα) και πολλά κτίρια με ξύλινες κατασκευές, και επομένως οι ζημιές και οι απώλειες ζώων από τη φωτιά ήταν σημαντικές.

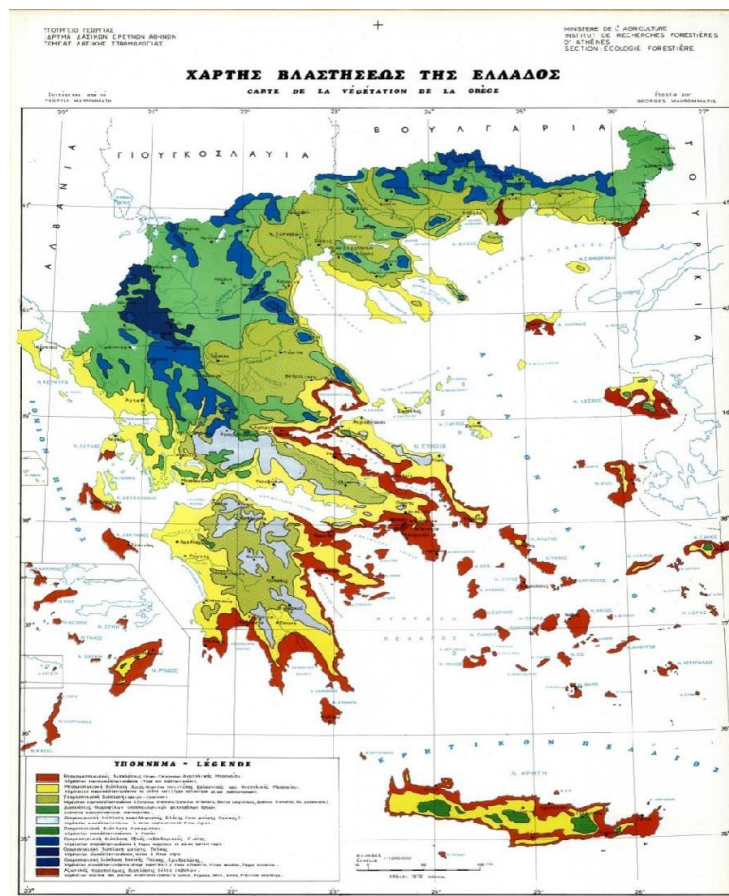
2.4 Χρήση γης και κίνδυνος πυρκαγιάς στην Ελλάδα

Η μέτρηση των δασικών εκτάσεων στην Ελλάδα ποικίλλει σημαντικά ανάλογα με τον οργανισμό που εκπονεί την ανάλυση. Ο FAO (2010) υπολογίζει ότι το 2010 υπήρχαν περίπου 3,9 εκατομμύρια εκτάρια δάσους στην Ελλάδα συνολικά και από αυτά 2,6 εκατομμύρια εκτάρια ήταν δημόσιας διαχείρισης, δηλαδή μη ιδιόκτητα. Συλλογικά αντιπροσώπευαν λίγο περισσότερο από το 50% της συνολικής χερσαίας έκτασης της χώρας (εξαιρουμένης της έκτασης που καταλαμβάνουν τα εσωτερικά υδατικά συστήματα). Πρόσφατες εκτιμήσεις για την ποσότητα της δασικής γης ανά είδος ιδιοκτησίας δεν είναι διαθέσιμες, αλλά ο FAO εκτίμησε ότι το 1992 περίπου το 77% των δασικών εκτάσεων ήταν σε δημόσια ιδιοκτησία, δηλαδή ανήκαν στο κράτος. Όσον αφορά τη δασική έκταση, ο FAO εκτιμά ότι το 96% αναγεννήθηκε φυσικά ενώ το 4% αποτελείται από φυτεμένα δάση (αποτελούμενα από δέντρα που δημιουργήθηκαν με φύτευση ή/και σκόπιμη σπορά).



Εικόνα 19: Αριθμός πυρκαγιών και έκταση καμένης γης στη Ελλάδα κατά τα έτη 1980 έως 2016 (European Forest Fire Information System)

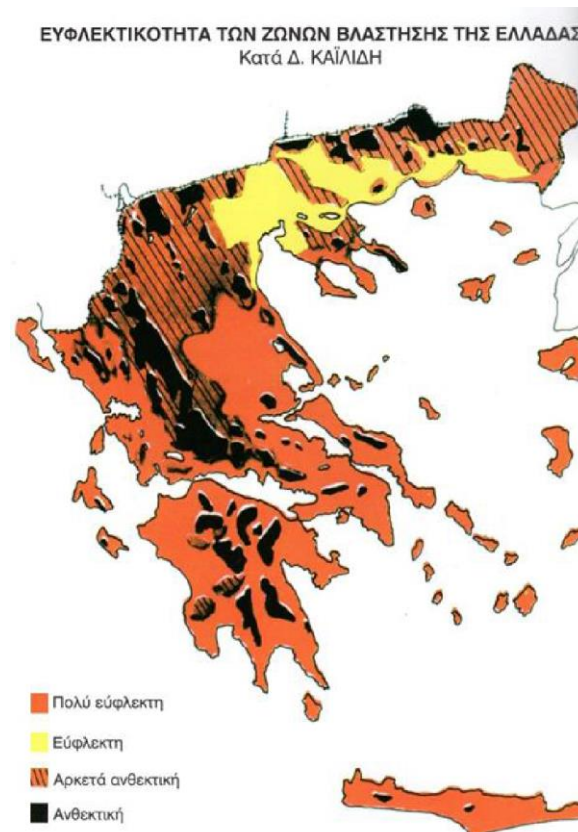
Ο FAO εκτιμά επίσης ότι περίπου τα δύο τρίτα της ξυλείας που συλλέγεται στην Ελλάδα χρησιμοποιούνται για καύσιμα. Σε αντίθεση με ορισμένες άλλες μεσογειακές χώρες, η Ελλάδα δεν διαθέτει μεγάλες φυτείες βιομηχανικής δασοκομίας (π.χ. φυτείες ευκαλύπτου στην Πορτογαλία που χρησιμοποιούσαν για την παραγωγή χαρτοπολτού για την παραγωγή χαρτιού). Σε ορισμένες περιοχές στην Ελλάδα οι ρετινοσυλλέκτες παίζουν ρόλο στη συντήρηση των πευκοδασών (Zagas et al. 2001). Τα έλατα και τα πεύκα είναι κοινά στο βόρειο τμήμα της Ελλάδας και σε νότιες περιοχές με μεγάλα υψόμετρα, π.χ. την Πελοπόννησο. Σε χαμηλότερα υψόμετρα είναι συχνότερα οι λεύκες, τα πλατάνια, οι βελανιδιές και τα κυπαρίσσια. Τα πεύκα απαντώνται συνήθως σε πολλά σημεία της διεπαφής πόλης-υπαίθρου (π.χ. στις παράκτιες περιοχές που επλήγησαν από τις πυρκαγιές του 2018 στην Αττική). Τα πεύκα είναι φθηνά στη φύτευση και τη συντήρηση, αναπτύσσονται γρήγορα και είναι ανθεκτικά στις υψηλές θερμοκρασίες και στην ξηρασία. Δυστυχώς, είναι επίσης πολύ εύφλεκτα.



Εικόνα 20: Χάρτης βλάστησης της Ελλάδας



Εικόνα 21: Χάρτης δασών της Ελλάδας και είδη δέντρων που περιέχονται σε αυτά



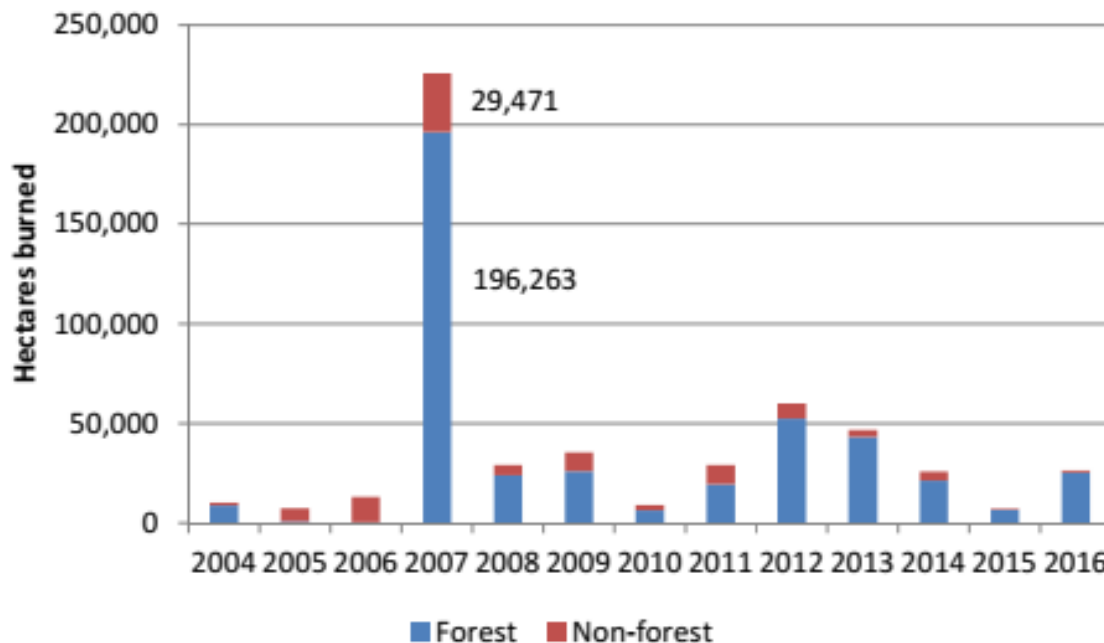
Εικόνα 22: Χάρτης ευφλεκτότητας των ζωνών βλάστησης της Ελλάδας

Βλάστηση	Πυκνότητα	Υψώροφος	Υψόμετρο	Ευφλεκτότητα	Καυσιμότητα
Κωνοφόρα	<40%	Ναι	0-600	9	8
Κωνοφόρα	40-70%	Ναι	0-600	10	10
Κωνοφόρα	>70%	-	0-600	9	10
Κωνοφόρα	<40%	Ναι	600-1200	6	8
Κωνοφόρα	40-70%	Ναι	600-1200	8	9
Κωνοφόρα	>70%	Όχι	600-1200	7	9
Κωνοφόρα	Όλες	Ναι / Όχι	>1200	3	7
Πλατύφυλλα	<40%	Ναι	0-600	4	6
Πλατύφυλλα	40-70%	Ναι	0-600	5	7
Πλατύφυλλα	>70%	-	0-600	4	7
Πλατύφυλλα	<40%	Ναι	600-1200	3	4
Πλατύφυλλα	40-70%	Ναι	600-1200	4	5
Πλατύφυλλα	>70%	-	600-1200	4	5
Πλατύφυλλα	Όλες	Ναι / Όχι	>1200	1	3
Μικτά (Κων. Πλατ.)	<40%	Ναι	0-600	5	6
Μικτά (Κων. Πλατ.)	40-70%	Ναι	0-600	6	7
Μικτά (Κων. Πλατ.)	>70%	Όχι	0-600	6	7
Μικτά (Κων. Πλατ.)	<40%	Ναι	600-1200	4	3
Μικτά (Κων. Πλατ.)	40-70%	Ναι	600-1200	5	3
Μικτά (Κων. Πλατ.)	>70%	-	600-1200	5	3
Μικτά (Κων. Πλατ.)	Όλες	Ναι / Όχι	>1200	2	3
Θάμνοι	<40%	-	0-600	7	6
Θάμνοι	40-70%	-	0-600	8	7
Θάμνοι	>70%	-	0-600	9	8
Θάμνοι	<40%	-	600-1200	6	5
Θάμνοι	40-70%	-	600-1200	7	6
Θάμνοι	>70%	-	600-1200	8	7
Θάμνοι	Όλες	-	>1200	2	3
Βοσκότοποι με διάκενα	<40%	-	0-600	3	3
Βοσκότοποι με διάκενα	40-70%	-	0-600	4	4
Βοσκότοποι με διάκενα	>70%	-	0-600	5	5
Βοσκότοποι με διάκενα	<40%	-	600-1200	2	2
Βοσκότοποι με διάκενα	40-70%	-	600-1200	3	3
Βοσκότοποι με διάκενα	>70%	-	600-1200	4	4
Βοσκότοποι με διάκενα	Όλες	-	>1200	1	2
Ελαιώνες, αμπελώνες καθαρισμένοι	Όλες	Όχι (χόρτα)		1	2
Ελαιώνες όχι καθαρισμένοι	Όλες	Ναι (χόρτα)		7	6
Αμπελώνες όχι καθαρισμένοι	Όλες	Ναι (χόρτα)		6	4
Σιτηρά (αθήριστα)		Ναι (χόρτα)		7	5
Σιτηρά (καλαμιές)		-		4	2
Λοιπές γεωργικές καλλιέργειες		-		1	2

Εικόνα 23: Κατάσταση ευφλεκτότητας και καυσιμότητας ανάλογα με την πυκνότητα βλάστησης, την ύπαρξη ή μη υπωφόρου και το υψόμετρο

Οι πυρκαγιές είναι ένα φυσικό μέρος του οικολογικού κύκλου της περιοχής της Μεσογείου. Τα ζεστά, ξηρά καλοκαίρια κάνουν μεγάλο μέρος της περιοχής επιρρεπές στις πυρκαγιές και οι κεραυνοί είναι μια φυσική πηγή ανάφλεξης. Πολλά φυτά είναι πυρόφιλα και προσαρμόζονται στις πυρκαγιές ή εξαρτώνται από αυτές για αναπαραγωγή. Η φωτιά παίζει επίσης ρόλο στην απομάκρυνση της νεκρής ή ετοιμοθάνατης βλάστησης, στον έλεγχο της μόχλευσης και στην ανακύκλωση

θρεπτικών ουσιών. Ο χρόνος που χρειάζεται για να ανακάμψει μια καμένη περιοχή ποικίλλει ανάλογα με το κλίμα και τη σοβαρότητα της πυρκαγιάς. Η ανάκαμψη είναι πιο γρήγορη στις επιφανειακές πυρκαγιές που καίνε αλλά δεν καταστρέφουν τα δέντρα.



Εικόνα 24: Ποσοστό καμένης δασικής/ μη δασικής έκτασης στην Ελλάδα κατά τα έτη 2004 έως 2016 (European Forest Fire Information System)

Χρειάζεται περισσότερος χρόνος με πυρκαγιές που καταστρέφουν μεμονωμένα δέντρα και ακόμη περισσότερος χρόνος για πυρκαγιές που καταστρέφουν το δάσος ως οντότητα. Κατά μέσο όρο, η βιώσιμη ανάκτηση μιας καμένης περιοχής στην Ελλάδα διαρκεί από 15 έως 20 χρόνια. Εάν η πυρκαγιά επαναληφθεί πριν ολοκληρωθεί η αναγέννηση, ακόμη και τα προσαρμοσμένα στη φωτιά είδη ενδέχεται να μην ανακάμψουν και η δασική περιοχή μπορεί να υποβαθμιστεί.

Ενώ η φυσική ανάφλεξη παίζει ρόλο σε ορισμένα συμβάντα, οι πρωταρχικές πηγές ανάφλεξης σχετίζονται με την ανθρώπινη δραστηριότητα. Μια πρόσφατη μελέτη εκτιμά ότι λιγότερο από το 5% κατά μέσο όρο της καμένης έκτασης στην Ελλάδα οφείλεται σε κεραυνούς και άλλα φυσικά αίτια (GFMC, 2019). Η ύπαρξη ανθρώπινης δραστηριότητας αυτή καθαυτή μπορεί να αυξήσει τον κίνδυνο πυρκαγιάς μέσω της παρουσίας κυκλοφορίας οχημάτων και εναέριων γραμμών ηλεκτρικής ενέργειας που μπορούν να δημιουργήσουν σπινθήρες, καθώς και τυχαία ανάφλεξη λόγω εξωτερικού μαγειρέματος και καύσης απορριμμάτων. Αλλά σε πολλές περιπτώσεις η ανάφλεξη είναι σκόπιμη. Οι αγρότες και οι κτηνοτρόφοι στην περιοχή της Μεσογείου χρησιμοποιούν παραδοσιακά τη φωτιά για να αραιώσουν ή να καθαρίσουν τη βλάστηση. Αν και τα δεδομένα για τα αίτια των πυρκαγιών στην Ελλάδα είναι περιορισμένα, πολλές από τις σχετικά μικρές πυρκαγιές (λιγότερο από 5 εκτάρια από άποψη καμένης έκτασης) πιθανότατα συνδέονται με την καύση χαμόκλωνων για τη δημιουργία βοσκής για κασίκες και πρόβατα. Όταν μια τέτοια καύση είναι ελεγχόμενη, π.χ. χρησιμοποιείται στις πιο υγρές περιόδους για να περιοριστεί η

πιθανή εξάπλωσή της, αυτό μπορεί πραγματικά να βοηθήσει στη μείωση του κινδύνου πολύ μεγαλύτερων πυρκαγιών που προκαλούνται από τη συσσώρευση υπερβολικών ποσοτήτων δυνητικά εύφλεκτου φυτικού υλικού. Η ερήμωση της υπαίθρου και η εγκατάλειψη της γης που χρησιμοποιούταν προηγουμένως στη γεωργία έχει συμβάλει στην αύξηση του κινδύνου πυρκαγιάς μειώνοντας τη διαχείριση της γης σε κατοικημένες περιοχές, ιδιαίτερα με τη μετανάστευση πολλών Ελλήνων από τις αγροτικές σε αστικές περιοχές (ιδιαίτερα την Αθήνα) από τη δεκαετία του 1970. Στην Πελοπόννησο, για παράδειγμα, ερημωμένα χωριά που περιβάλλονταν από αγροτεμάχια που χρησιμοποιούνταν για καλλιέργειες ή κτηνοτροφία τώρα περιβάλλονται από θαμνώδεις εκτάσεις που οδηγούν σε αυξημένο κίνδυνο πυρκαγιάς και υψηλή ένταση πυρκαγιάς.

Αν και η ανεξέλεγκτη καύση μπορεί να προκύψει από ελεγχόμενη καύση εάν οι καιρικές συνθήκες είναι δυσμενείς, μπορεί επίσης να είναι αποτέλεσμα πυρκαγιών που τίθενται σκόπιμα για ίδιους σκοπούς. Όπως και σε ορισμένες άλλες μεσογειακές χώρες (π.χ. Ιταλία), οι πυρκαγιές στην Ελλάδα έχουν χρησιμοποιηθεί ως μέθοδος για την καταστροφή δασών και δασικών εκτάσεων προκειμένου να διευκολυνθεί η παράνομη δόμηση και η επέκταση των οικισμών ή η δημιουργία βοσκοτόπων για τα ζώα. Σπίτια ή ξενοδοχεία χτίζονται, χωρίς άδειες, σε περιοχές δημόσιας δασικής γης που έχουν καεί. Αυτό είναι ιδιαίτερα διαδεδομένο φαινόμενο σε περιοχές με σημαντική τουριστική δραστηριότητα. Τον Νοέμβριο του 2018, για παράδειγμα, αναφέρθηκαν 22 πυρκαγιές ταυτόχρονα στο νησί της Ζακύνθου του Ιονίου. Πολλές από τις πυρκαγιές που κατέστρεψαν περίπου 1.000 εκτάρια δάσους και θαμνωδών εκτάσεων βρίσκονταν στο βόρειο τμήμα του νησιού όπου αυτή τη στιγμή υπάρχει μεγάλη κερδοσκοπία και η ανάπτυξη ξενοδοχείων (Καθημερινή, 2018). Αν και ο εμπρησμός είναι αναμφίβολα ένας σημαντικός λόγος εμφάνισης για ορισμένες από τις πυρκαγιές που οδηγούν σε απώλεια ζωών και περιουσίας, οι κυβερνητικοί αξιωματούχοι τείνουν να αποδίδουν αυτόματα τα αίτια στον εμπρησμό, αν και αυτό συχνά αποδεικνύεται εκ των υστέρων ότι δεν είναι αληθές (Laleni, n.d.).

Η φονική πυρκαγιά στο Μάτι το 2018 πιθανότατα προκλήθηκε από αμέλεια κάποιου ιδιοκτήτη σπιτιού που έκαιγε τα απορρίμματα του κήπου του. Οι σπινθήρες από κατεστραμμένα καλώδια ηλεκτρικού ρεύματος έχουν χαρακτηριστεί επίσης και ως μια πιθανή αιτία και άλλων πυρκαγιών στην Αττική. Σε αντίθεση με ορισμένες μεσογειακές χώρες (π.χ. Ιταλία), στην Ελλάδα διενεργείται σπάνια εκτενής ανάλυση των αιτίων των μεμονωμένων πυρκαγιών, με εξαίρεση αυτές που έχουν ως αποτέλεσμα σημαντικές απώλειες ζωών (Smith, 2007). Για παράδειγμα, μια πρόσφατη μελέτη που πραγματοποιήθηκε μετά την πυρκαγιά στο Μάτι (GFMC, 2019) αναφέρει ότι οι πυρκαγιές που ξεκινούν από άγνωστα αίτια αντιπροσωπεύουν περίπου το 60% της έκτασης που καίγεται κάθε χρόνο.

2.5 Μείωση του κινδύνου υλικών ζημιών και απώλειας ζωών.

Οι μεγάλες και έντονες πυρκαγιές έχουν πολλές αρνητικές συνέπειες. Αυτές περιλαμβάνουν τις εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου (διοξείδιο του άνθρακα, μονοξείδιο του άνθρακα, όζον, οξειδίο του αζώτου και μεθάνιο), την καταστροφή πολύτιμων φυσικών περιοχών, τη μείωση της βιοποικιλότητας, αρνητικές συνέπειες για την ανθρώπινη υγεία από τον καπνό και τα σωματίδια και την άμεση απώλεια ζωών. Οι μεγάλες πυρκαγιές μπορούν να προκαλέσουν σημαντικές απώλειες

περιουσίας και μείωση της οικονομικής δραστηριότητας. Αν και ο κίνδυνος τέτοιων καταστροφικών δασικών πυρκαγιών δεν μπορεί να εξαλειφθεί, φαίνεται ότι είναι σημαντικό να μειωθεί ο κίνδυνος ζημιών και απωλειών με οικονομικά αποδοτικούς τρόπους. Από την άποψη του συνολικού οικονομικού κόστους των πυρκαγιών, η μείωση της πιθανότητας καταστροφικών πυρκαγιών σε κατοικημένες περιοχές και σε παρακείμενες δασικές εκτάσεις φαίνεται να είναι ιδιαίτερα σημαντική.

Βραχυπρόθεσμα, πολλά μέτρα σχετικά με τον έλεγχο της βλάστησης θα μπορούσαν να χρησιμοποιηθούν για να μειωθεί ο κίνδυνος καταστροφής πυρκαγιών στο αστικό-αγροτικό περιβάλλον. Αυτά είναι τα εξής:

Επαγγελματική διαχείριση ελεγχόμενης καύσης: Όπως σημειώθηκε παραπάνω, η ελεγχόμενη καύση μπορεί να βοηθήσει στη μείωση του κινδύνου μεγάλων πυρκαγιών, αλλά εάν δεν αντιμετωπιστεί επαγγελματικά μπορεί επίσης να αυξήσει αυτόν τον κίνδυνο. Η καύση φυτικής ύλης από ιδιώτες απαγορεύεται (από το 2019) στην Ελλάδα. Μηχανικά μέσα (π.χ. τεμαχισμός) πρέπει να χρησιμοποιούνται στο μέλλον για την αραίωση θάμνων και δασικών εκτάσεων, αλλά χωρίς καύση ή κομποστοποίηση, αυτή η μέθοδος μπορεί να αυξήσει τον κίνδυνο πυρκαγιάς.

Δεδομένης της συχνή εμφάνισης φαινομένων εμπρησμού, η απαγόρευση της καύσης είναι κατανοητή. Ωστόσο, η απαγόρευση είναι πολύ αυστηρή. Η ελεγχόμενη καύση σε ιδιωτική γη (με χρήση αδειών) που εκτελείται επαγγελματικά ή υπό την επίβλεψη της πυροσβεστικής υπηρεσίας θα μπορούσε να συμβάλει στη μείωση του κινδύνου μεγάλων και ανεξέλεγκτη πυρκαγιών εντός των οικισμών. Η ελεγχόμενη καύση σε δημόσια γη θα μπορούσε επίσης να χρησιμοποιηθεί από τους πυροσβέστες για τον περιορισμό της πιθανότητας μελλοντικών πυρκαγιών και της εξάπλωσής τους. Για οικισμούς που βρίσκονται σε λοφώδεις και ορεινές περιοχές η πρόσβαση σε μηχανικό εξοπλισμό αραίωσης θάμνων και δασικών εκτάσεων μπορεί να είναι δύσκολη, αν όχι αδύνατη. Σε τέτοιες περιπτώσεις, η επιλογή είναι μεταξύ της παρατεταμένης συσσώρευσης καύσιμου υλικού ή της διαχείρισής του με ελεγχόμενη καύση. Οι κανονισμοί θα μπορούσαν να χρησιμοποιηθούν για την ενίσχυση της διαχείρισης θάμνων και δασικών εκτάσεων για περιοχές κοντά σε οικισμούς, ιδιαίτερα όπου αυτές οι περιοχές περιλαμβάνουν πολύ εύφλεκτη βλάστηση.

Χρήση αντιπυρικών ζωνών: Στην Ελλάδα σπάνια χρησιμοποιούνται οι αντιπυρικές ζώνες. Για την κατασκευή αντιπυρικών ζωνών, συγκεκριμένες περιοχές καθαρίζονται από τη βλάστηση, ιδιαίτερα τα δέντρα, ώστε να σταματήσει η εξάπλωση της φωτιάς σε περίπτωση πυρκαγιάς (Lekkas et al., 2018), αλλά το συγκεκριμένο ζήτημα θα αναλυθεί εκτενώς στη συνέχεια της εργασίας.

Επιλεκτική αντικατάσταση φυτικής κάλυψης: Όπως αναφέρθηκε προηγουμένως, στην Ελλάδα απαντώνται συνήθως κωνοφόρα, όπως διάφορα είδη πεύκων. Στο Μάτι, τα σπίτια ήταν περιτριγυρισμένα με πεύκα, πολλά από τα οποία είχαν διατηρηθεί ή αυτοπολλαπλασιαζόταν. Τα πεύκα είναι ελκυστικά για τη σκιά που μπορούν να προσφέρουν όλο το χρόνο και για τις αισθητικές τους ιδιότητες (Koukakis, 2018). Η φύτευσή τους τους είναι φθηνή και δεν απαιτούν άρδευση, σε αντίθεση με ορισμένες πλατύφυλλες φυτεύσεις σε αστικό περιβάλλον. Δυστυχώς, τα πεύκα είναι πολύ εύφλεκτα. Αν και δεν θα ήταν πρακτικό (και ανεπιθύμητο, για λόγους άλλους από τη μείωση του κινδύνου πυρκαγιάς) να εξαλειφθούν οι φυτεύσεις κωνοφόρων στην Ελλάδα, θα μπορούσαν να ληφθούν μέτρα για την απομάκρυνση των πεύκων εντός ή κοντά σε οικισμούς όπου η παρουσία τους προσδιορίζεται ότι

ενέχει υψηλό κίνδυνο. Θα μπορούσαν να χρησιμοποιηθούν κανονισμοί για την επίτευξη αυτού του στόχου, καθώς και η παροχή κινήτρων για την αντικατάσταση των υπαρχόντων δέντρων με λιγότερο εύφλεκτα δέντρα. Μια ανεξάρτητη επιτροπή που διορίστηκε από την κυβέρνηση για να επανεξετάσει τα διδάγματα από τις πυρκαγιές του 2018 πρότεινε τροποποίηση νομοθεσίας για να επιτρέψει την παρέμβαση στη διαχείριση της φυσικής βλάστησης σε ιδιωτική ιδιοκτησία στις περιοχές διεπαφής αγριων-αστικών περιοχών (GFMC, 2019). Ωστόσο, η έλλειψη πλήρους κτηματολογίου στην Ελλάδα που να κωδικοποιεί τα δικαιώματα ιδιωτικής ιδιοκτησίας επί της γης αποτελεί επί του παρόντος εμπόδιο στη χρήση αυτής της νομοθεσίας.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3^ο: ΠΡΟΔΙΑΓΡΑΦΕΣ ΔΕΞΑΜΕΝΗΣ

3.1 Εισαγωγή κεφαλαίου.

Οι δεξαμενές αποθήκευσης, καθώς και οι υπερυψωμένες (υπέργειες) δεξαμενές που αποτελούν είδος δεξαμενών αποθήκευσης, χρησιμοποιούνται για την αποθήκευση νερού, υγρού πετρελαίου, προϊόντων πετρελαίου και παρόμοιων υγρών. Η ανάλυση αντοχής και χωρητικότητας των δεξαμενών είναι περίπου η ίδια ανεξάρτητα από τη χημική φύση του προϊόντος. Όλες οι παραπάνω δεξαμενές έχουν σχεδιαστεί ως υδατοστεγείς δομές για την εξάλειψη τυχόν διαρροής. Οι τοίχοι συγκράτησης νερού ή ακατέργαστου πετρελαίου συνήθως είναι από οπλισμένο σκυρόδεμα με ισχυρό οπλισμό. Το νερό και το πετρέλαιο δεν αντιδρούν με σκυρόδεμα και, επομένως, δεν απαιτείται ειδική επεξεργασία στην επιφάνεια των τοίχων. Οι δεξαμενές κάτω από το επίπεδο του εδάφους συνήθως κατασκευάζονται για να αποθηκεύουν μεγάλες ποσότητες νερού, ενώ αυτές των υπερυψωμένων τύπων κατασκευάζονται για άμεση διανομή μέσω βαρυτικής ροής και είναι συνήθως μικρότερης χωρητικότητας. Στην παρούσα εργασία απαιτείται η δεξαμενή να συλλέγει το βρόχινο νερό, και συνεπώς θα εξεταστούν δύο τύποι: αυτός της υπερυψωμένης κατασκευής και ο τύπος δεξαμενής που βρίσκεται στο ίδιο επίπεδο με το έδαφος.

Υπέργεια δεξαμενή σημαίνει δεξαμενή τοποθετημένη πάνω από την επιφάνεια του εδάφους στον περιβάλλοντα χώρο και χωρίς οποιαδήποτε επικάλυψη. Αντίθετα, υπόγεια δεξαμενή σημαίνει δεξαμενή τοποθετημένη κάτω από την επιφάνεια του εδάφους και εντός αυτού (θαμμένη), κατάλληλα καλυμμένη με αδρανές άφλεκτο υλικό (Daerga, & Sagefors, 1996).

Η κατασκευή τους γίνεται με συνήθως από χάλυβα ή σκυρόδεμα ενώ η βάση τους είναι κατασκευασμένη από σκυρόδεμα. Είναι σχεδιασμένες με τέτοιο τρόπο ώστε να αντέχουν εσωτερική πίεση ή υποπίεση της τάξης των 0.07 bar.

Οι δεξαμενές του παραπάνω τύπου μπορούν να ταξινομηθούν σε 6 βασικές κατηγορίες (Βάγιας, Ερμόπουλος, & Ιωαννίδης, 2001):

- Σταθερής οροφής (οριζόντιες ή κάθετες, fixed roof)
- Εξωτερικής πλωτής δεξαμενής (floating roof)
- Πλωτής δεξαμενής καλυμμένης με θόλο (domed external)
- Εσωτερικής πλωτής δεξαμενής (internal floating roof tanks)
- Μεταβαλλόμενου χώρου ατμού (variable vapor space)
- Υψηλής και χαμηλής πίεσης (low and high pressure)

3.2 Σκοπός της μελέτης

Οι κύριοι στόχοι της μελέτης συνοψίζονται παρακάτω:

- Να γίνει μελέτη για την ανάλυση και τον σχεδιασμό δεξαμενών νερού.
- Να γίνει μελέτη σχετικά με τις κατευθυντήριες γραμμές για το σχεδιασμό δομής συγκράτησης υγρών.
- Να δοθούν κατευθύνσεις για τον ασφαλή και οικονομικό σχεδιασμό της δεξαμενής νερού.
- Να υπολογιστεί ο θεωρητικός όγκος αποθηκευμένου νερού (και συνεπώς η παροχή) και να εξεταστεί αν είναι αποδοτική μέθοδος για την κατάσβεση πυρκαγιάς.

3.3 Δεξαμενές σκυροδέματος.

Στη δεξαμενή αποθήκευσης νερού απαιτείται ένα πυκνό αδιαπέραστο σκυρόδεμα, επομένως, η αναλογία αδρανών υλικών προς το τσιμέντο πρέπει να είναι τέτοια που να δίνει υψηλής ποιότητας σκυρόδεμα.

Δεν χρησιμοποιείται μίγμα σκυροδέματος ασθενέστερο από M20. Η ελάχιστη ποσότητα τσιμέντου στο μίγμα σκυροδέματος δεν πρέπει να είναι μικρότερη από 30 kN/m³. Ο σχεδιασμός του μίγματος σκυροδέματος πρέπει να είναι τέτοιος ώστε το σκυρόδεμα που προκύπτει να είναι επαρκώς αδιαπέραστο. Η διαπερατότητα του επιμελώς συμπιεσμένου σκυροδέματος εξαρτάται από την αναλογία του νερού τσιμέντου. Η αύξηση της αναλογίας νερού τσιμέντου αυξάνει τη διαπερατότητα, ενώ το σκυρόδεμα με χαμηλή αναλογία τσιμέντου είναι δύσκολο να συμπιεστεί. Οι πιο συχνές αιτίες διαρροής στο σκυρόδεμα δεν σχετίζονται με τη διαπερατότητα του σκυροδέματος αλλά σε ελαττώματα στους αρμούς. Όλοι οι αρμοί θα πρέπει να είναι στεγανοί καθώς αποτελούν πιθανές πηγές διαρροής.



Εικόνα 25: Δεξαμενή σκυροδέματος αποθήκευσης νερού

Ο σχεδιασμός μιας δεξαμενής συγκράτησης υγρού είναι διαφορετικός από ένα τυπικό ντεπόζιτο, καθώς απαιτεί το σκυρόδεμα να μην ραγίζει και επομένως οι τάσεις εφελκυσμού στο σκυρόδεμα πρέπει να είναι εντός των επιτρεπτών ορίων.

Επιπλέον, θα πρέπει να διασφαλιστεί ότι η τάση εφελκυσμού στην επιφάνεια συγκράτησης υγρού του ισοδύναμου τμήματος σκυροδέματος δεν υπερβαίνει την επιτρεπόμενη αντοχή εφελκυσμού του σκυροδέματος.

Ρωγμές μπορεί να προκληθούν λόγω διαστολής και συστολής του σκυροδέματος λόγω θερμοκρασίας ή συστολής και διαστολής λόγω επιδράσεων υγρασίας. Οι κύριοι λόγοι δημιουργίας ρωγμών είναι οι παρακάτω:

- Η αλληλεπίδραση μεταξύ σπλισμού και σκυροδέματος κατά τη συστολή λόγω ξήρανσης.
- Οι ακραίες αλλαγές στις συνθήκες θερμοκρασίας.
- Οι συνθήκες που επικρατούν εντός του σκυροδέματος (αυτή η αιτία αναφέρεται σε τοιχία μεγάλου πάχους).

Η χρήση ράβδων μικρού μεγέθους που τοποθετούνται σωστά, οδηγεί σε πιο κοντινές ρωγμές αλλά μικρότερου πλάτους. Ο κίνδυνος ρωγμών λόγω της θερμοκρασίας και συστολής μπορεί να ελαχιστοποιηθεί περιορίζοντας τις αλλαγές στην περιεκτικότητα σε υγρασία και τη θερμοκρασία στις οποίες υπόκειται η δομή στο σύνολό της. Ο κίνδυνος ρωγμής μπορεί επίσης να ελαχιστοποιηθεί με τη μείωση του περιορισμού στην ελεύθερη διαστολή της κατασκευής με μακρούς τοίχους ή πλάκες που θεμελιώνονται στο επίπεδο του εδάφους ή κάτω από αυτό. Αυτό μπορεί να επιτευχθεί με τη δημιουργία της κατασκευής σε ένα επίπεδο στρώμα ώστε να διευκολυνθεί η κίνηση της κατασκευής στο σύνολό της.

Σε περίπτωση που το μήκος της κατασκευής είναι μεγάλο, θα πρέπει να υποδιαιρεθεί σε κατάλληλα μήκη που να χωρίζονται με αρμούς, ειδικά όπου αλλάζουν τμήματα, θα πρέπει να προβλέπονται αρμοί που να επιτρέπουν μια σχετική δυνατότητα κίνησης ή αντοχή στις δονήσεις.

Οι δεξαμενές αυτές θα αποθηκεύουν τους καλοκαιρινούς μήνες ζεστό υγρό, και θα πρέπει να λαμβάνονται υπόψη οι τάσεις που προκαλούνται από τη διαφορά θερμοκρασίας μεταξύ του εσωτερικού και του εξωτερικού της δεξαμενής.

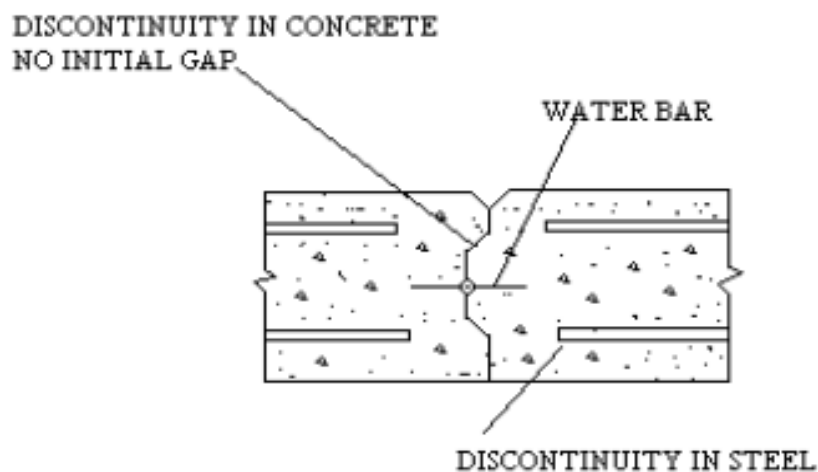
Ο συντελεστής διαστολής λόγω αλλαγής θερμοκρασίας λαμβάνεται ως $11 \times 10^{-6}/^{\circ}\text{C}$ και ο συντελεστής συστολής μπορεί να ληφθεί ως $450 \times 10^{-6}/^{\circ}\text{C}$ για την αρχική συστολή και $200 \times 10^{-6}/^{\circ}\text{C}$ για τη συστολή λόγω ξήρανσης.

3.4 Αρμοί σε κατασκευές αποθήκευσης υγρών.

3.4.1 Αρμοί κίνησης.

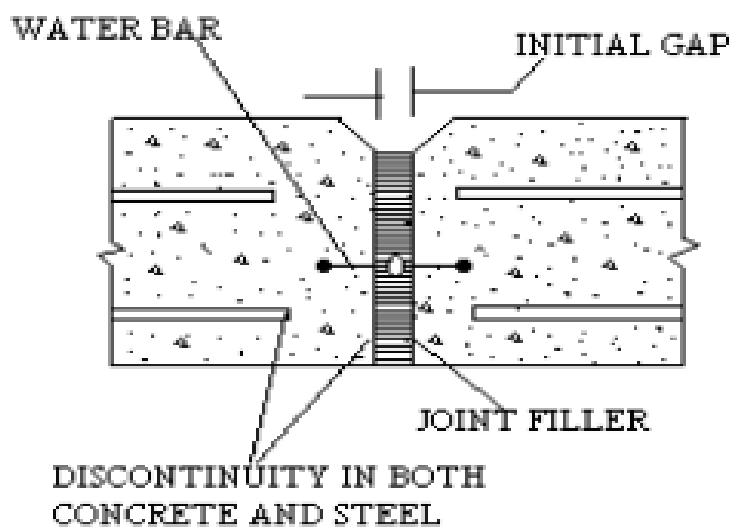
Υπάρχουν τρεις τύποι αρμών κίνησης:

Αρμός συστολής: Είναι ένας αρμός κίνησης με σκόπιμη ασυνέχεια χωρίς αρχικό διάκενο μεταξύ του σκυροδέματος. Ο σκοπός αυτού του αρμού είναι να διευκολύνει τη συστολή του σκυροδέματος.



Εικόνα 26: Αρμός συστολής (Nabil, 2021)

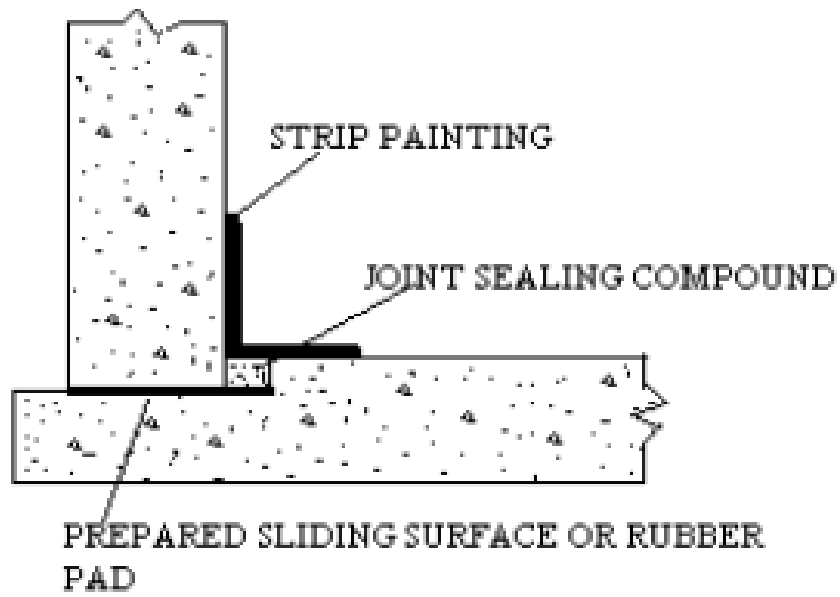
Αρμός διαστολής: Είναι ένας αρμός κίνησης με σκόπιμη ασυνέχεια τόσο σε δεξαμενές από χάλυβα όσο και σε σκυρόδεμα και υπάρχει για να γίνει στην κατασκευή τη δυνατότητα είτε διαστολής είτε συστολής.



Εικόνα 27: Αρμός διαστολής (Nabil, 2021)

Αυτός ο τύπος αρμού απαιτεί την πρόβλεψη ενός αρχικού κενού μεταξύ των παρακείμενων τμημάτων μιας κατασκευής που με το κλείσιμο ή το άνοιγμα διευκολύνει τη διαστολή ή τη συστολή της κατασκευής.

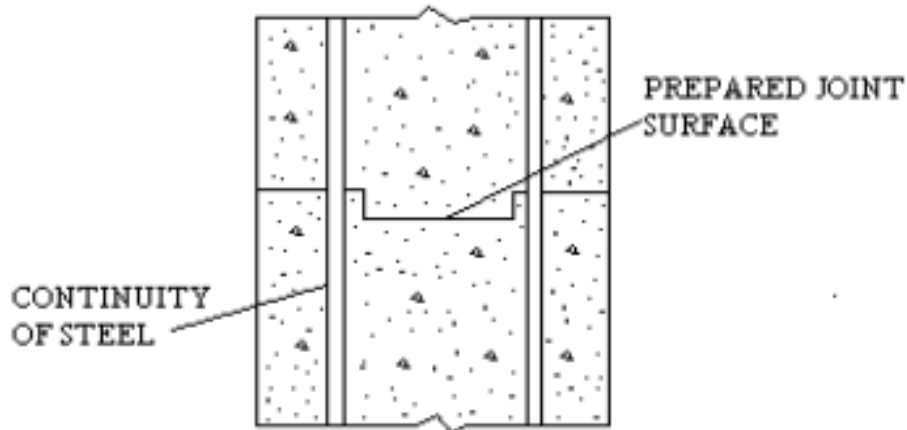
Συρόμενος αρμός: Είναι ένας αρμός κίνησης με σκόπιμη ασυνέχεια τόσο στον οπλισμό όσο και στο σκυρόδεμα και με ειδική πρόβλεψη για τη διευκόλυνση της κίνησης στο επίπεδο του αρμού.



Εικόνα 28: Συρόμενος αρμός (Nabil, 2021)

3.4.2 Πτυσσόμενοι αρμοί.

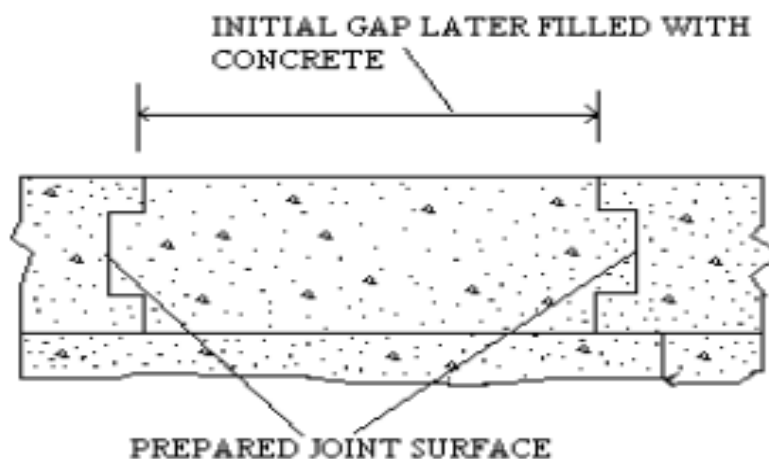
Αυτός ο τύπος αρμού παρέχεται για ευκολία στην κατασκευή. Η εφαρμογή αυτών των αρμών είναι μεταξύ διαδοχικών ανυψώσεων σε ένα τοίχωμα δεξαμενής.



Εικόνα 29: Πτυσσόμενος αρμός (Nabil, 2021)

3.4.3 Προσωρινοί αρμοί

Μερικές φορές αφήνεται προσωρινά ένα κενό μεταξύ του σκυροδέματος των παρακείμενων τμημάτων μιας κατασκευής, το οποίο μετά από ένα κατάλληλο διάστημα και πριν τεθεί σε χρήση η κατασκευή, γεμίζεται με κονίαμα ή σκυρόδεμα με κατάλληλα υλικά.



Εικόνα 30: Προσωρινός αρμός (Nabil, 2021)

3.5 Απόσταση των αρμών

Εκτός εάν ληφθούν εναλλακτικά αποτελεσματικά μέσα για την αποφυγή ρωγμών, επιτρέποντας τις πρόσθετες τάσεις που μπορεί να προκληθούν από αλλαγές

θερμοκρασίας ή συρρίκνωσης ή από άνιση καθίζηση, οι αρμοί κίνησης θα πρέπει να τοποθετούνται στις ακόλουθες αποστάσεις:

Στα δάπεδα από οπλισμένο σκυρόδεμα, οι αρμοί κίνησης δεν πρέπει να απέχουν περισσότερο από 7,5 μέτρα μεταξύ τους σε δύο κατευθύνσεις σε ορθή γωνία. Οι αρμοί τοίχου και δαπέδου πρέπει να είναι ευθυγραμμισμένοι, εκτός από τις περιπτώσεις όπου υπάρχουν συρόμενοι αρμοί στη βάση του τοίχου. Για δάπεδα με μόνο ποσοστό οπλισμού (μικρότερο από το ελάχιστο προδιαγραφόμενο το δάπεδο από σκυρόδεμα πρέπει να χυτεύεται σε πάνελ με πλευρές όχι μεγαλύτερες από 4,5m.

Σε τσιμεντένια τοιχώματα, οι αρμοί κίνησης πρέπει κανονικά να τοποθετούνται σε μέγιστη απόσταση 7,5 m σε τοίχους οπλισμένους και 6m σε μη οπλισμένους τοίχους. Το μέγιστο επιθυμητό μήκος μεταξύ των αρμών κάθετης κίνησης θα εξαρτηθεί από την αντοχή εφελκυσμού των τοίχων και μπορεί να αυξηθεί με κατάλληλο οπλισμό. Όταν ένας συρόμενος αρμός τοποθετείται στη βάση ενός τοίχου, το μήκος του τοίχου που μπορεί να διατηρηθεί χωρίς ρωγμές εξαρτάται από την ικανότητα του τμήματος του τοίχου να αντιστέκεται στην τριβή που προκαλείται στο επίπεδο ολίσθησης. Περίπου ο τοίχος πρέπει να αντέξει την επίδραση μιας δύναμης στο σημείο της ολίσθησης ίσης με το βάρος του μισού μήκους του τοίχου πολλαπλασιαζόμενο με τον συντελεστή τριβής.

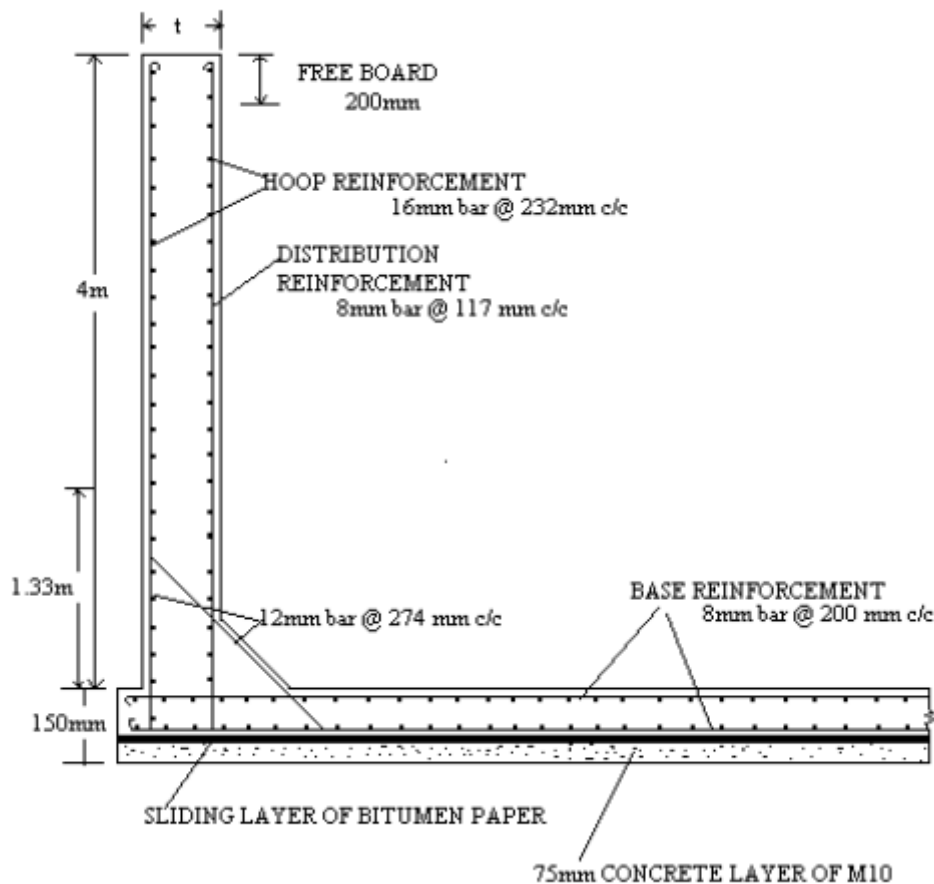
Οι αρμοί κίνησης σε δάπεδα και τοίχους όπως αναφέρονται παραπάνω αρμοί διαστολής πρέπει κανονικά να παρέχονται σε απόσταση όχι μεγαλύτερη από 30m μεταξύ διαδοχικών αρμών διαστολής ή μεταξύ του άκρου της κατασκευής και του επόμενου αρμού διαστολής. Ωστόσο, αν οι αλλαγές θερμοκρασίας είναι ασυνήθιστες ή συμβαίνουν συχνότερα από ό,τι συνήθως, όπως στην περίπτωση αποθήκευσης θερμών υγρών, θα πρέπει να υιοθετηθεί μικρότερη απόσταση από 30 μέτρα, δηλαδή μεγαλύτερη αναλογία απόστασης των αρμών κίνησης.

3.6 Γενικές απαιτήσεις σχεδιασμού της δεξαμενής.

3.6.1 Επιτρεπόμενες τάσεις στο σκυρόδεμα

Για αντοχή στο ράγισμα οι επιτρεπόμενες τάσεις σε εφελκυσμό (άμεσες και λόγω κάμψης) και διάτμησης φαίνονται στις τιμές στον Πίνακα 2.1. Οι επιτρεπόμενες εφελκυστικές τάσεις λόγω κάμψης ισχύουν για την πλευρά που είναι σε επαφή με το υγρό. Για τείχη μικρότερα από 225mm και σε επαφή με υγρό από τη μία πλευρά, αυτές οι επιτρεπόμενες τάσεις ισχύουν και για την πλευρά που δεν βρίσκεται σε επαφή με το υγρό.

Είδος σκυροδέματος	Επιτρεπόμενη τάση KN/m ²	
	Ευθεία	Υπό κλίση (κυρτή στρογγυλή μορφή)
M15	1.1	1.5
M20	1.2	1.7
M25	1.3	1.8
M30	1.5	2.0
M35	1.6	2.2
M40	1.7	2.4



Εικόνα 31: Παράδειγμα δεξαμενής σκυροδέματος (Nabil, 2021)

Για την παραπάνω δεξαμενή της Εικόνας 11, ισχύουν οι παρακάτω προδιαγραφές:

- Χωρητικότητα = 500 000 λίτρα.
- Βάθος δεξαμενής = 4μ
- Θλιπτική αντοχή σκυροδέματος= M20
- Διάμετρος χρησιμοποιημένων ράβδων= 16mm

3.7 Μεταλλικές δεξαμενές

Ο χάλυβας είναι, όπως αναφέρθηκε προηγουμένως, ένα από τα συνηθέστερα υλικά για την κατασκευή δεξαμενών. Στη συνέχεια περιγράφονται τα βασικά χαρακτηριστικά των μεταλλικών δεξαμενών και περιγράφεται συνοπτικά η διαδικασία κατασκευής τους (Γκαρούτσος, 2008).



Εικόνα 32: Μεταλλική δεξαμενή αποθήκευσης νερού

3.7.1 Συγκολλητές δεξαμενές

Σχεδόν για όλες τις συγκολλητές δεξαμενές, τα διάφορα τμήματα κατασκευάζονται στο εργοστάσιο και μεταφέρονται στο εργοτάξιο όπου συναρμολογούνται και συγκολλούνται. Κάποια μέρη της δεξαμενής, όπως η οροφή, μπορεί να συναρμολογηθεί στο εργοστάσιο και να μεταφερθεί στη συνέχεια στο εργοτάξιο, εάν το μέγεθος της είναι τέτοιο που αυτό είναι δυνατό. Ζητούμενο είναι να περιοριστούν οι συγκολλήσεις που θα χρειαστεί να πραγματοποιηθούν στο ύπαιθρο λόγω της ευαισθησίας της διαδικασίας της συγκόλλησης στις καιρικές συνθήκες (Αϋφαντής, 2010).

Η κοπή των μεταλλικών πλακών γίνεται με διάφορες μεθόδους, όπως η θερμική κοπή με φλόγα οξυγόνου ή με τόξο πλάσματος. Σε οποιαδήποτε από τις δύο μεθόδους χρησιμοποιηθεί, το μέταλλο κόβεται στο επιθυμητό μέγεθος και διαμορφώνονται οι άκρες του (εξομαλύνονται και καθαρίζονται από τη σκωρία) ώστε να είναι δυνατή η συγκόλληση του στη συνέχεια. Άλλες μέθοδοι για την κοπή μετάλλων είναι η χρήση μηχανημάτων laser και η υδροκοπή (κοπή μέσω μιας δέσμης νερού μικρής διαμέτρου που εκτοξεύεται με πολύ μεγάλη πίεση στο μέταλλο). Τα ελάσματα (μονής ή διπλής καμπυλότητας) που χρησιμοποιούνται σε συγκολλητές δεξαμενές μορφώνονται με ψυχρή έλαση (Κτενιάδης, 2013).

Οι κύριες μέθοδοι συγκόλλησης είναι οι ακόλουθες (Αϋφαντής, 2010):

- Συγκόλληση ηλεκτρικού τόξου με επενδυμένα ηλεκτρόδια: Το ηλεκτρόδιο αποτελείται από τον πυρήνα και την επένδυση. Κατά τη συγκόλληση ο πυρήνας λιώνει δημιουργώντας τη ραφή, ενώ η επένδυση εξαερώνεται προστατεύοντας το τόξο και το υλικό απόθεσης πάνω στη ραφή.
- Συγκόλληση με αδρανές / ενεργό αέριο: Αντί ηλεκτροδίου που χρησιμοποιείται στην προηγούμενη μέθοδο, σ' αυτή τη μέθοδο χρησιμοποιείται σύρμα το οποίο προωθείται μέσω μηχανής συγκόλλησης. Η διαφορά μεταξύ συγκολλήσεως με αδρανές ή ενεργό αέριο είναι ότι στην πρώτη το προστατευτικό αέριο είναι αργό ή ήλιο ενώ στην τελευταία είναι διοξείδιο του άνθρακα.

- Συγκόλληση βυθιζόμενου τόξου: Όπως και στην συγκόλληση με αέρια το τόξο δημιουργείται μεταξύ ενός σύρματος και του συγκολλούμενου μετάλλου, αλλά αντί αερίου, χρησιμοποιείται κονία για την προστασία από τις ατμοσφαιρικές συνθήκες.
- Συγκόλληση ημιαυτόματα (με τη χρήση πιστολιού που τροφοδοτεί το ηλεκτρόδιο) ή αυτόματα (χωρίς κάποιο χειριστή) (Κτενιάδης, 2013).

3.7.2 Κοχλιωτές δεξαμενές

Ο τρόπος ανέγερσης μιας κοχλιωτής δεξαμενής διαφέρει ανάλογα με τον κατασκευαστή. Όταν χρησιμοποιούνται γρύλοι, συναρμολογείται ένα δακτυλιοειδές τμήμα του κελύφους το οποίο ανυψώνεται ώστε να τοποθετηθεί κάτω από αυτό ένα άλλο τμήμα. Έτσι η συναρμολόγηση γίνεται στο έδαφος και τα διάφορα τμήματα τοποθετούνται διαδοχικά με ανύψωσή τους στη κατάλληλη θέση. Τα χαλύβδινα φύλλα που χρησιμοποιούνται στην κατασκευή έχουν συνήθως μεταβλητές μορφές διάταξης των οπών ώστε να αντιστέκονται στο αυξημένο φορτίο καθώς το ύψος της δεξαμενής αυξάνεται κατά τη διάρκεια της κατασκευής. Για τις κοχλιώσεις χρησιμοποιούνται κοχλίες, δακτύλιοι και περικόχλια διαφόρων μεγεθών. Για να εξασφαλιστεί η στεγανότητα του κελύφους χρησιμοποιούνται παρεμβήσματα και στεγανωτικά (σιλικόνη και ουρεθάνη) στις συνδέσεις (Κτενιάδης, 2013).

3.8. Αντιπυρική ζώνη για την εγκατάσταση δεξαμενής

Έχει αναπτυχθεί μια μεθοδολογία με στόχο την εκτίμηση των αποστάσεων ασφαλείας για την αποφυγή της αστοχίας μιας δεξαμενής που εκτίθεται σε ακτινοβολία από μέτωπο πυρκαγιάς. Η μεθοδολογία βασίζεται σε τέσσερα κύρια βήματα.

- Βήμα 1: χαρακτηρισμός του σεναρίου πυρκαγιάς (ισχύς εκπομπής και σχήμα και διάσταση του μετώπου πυρκαγιάς)
- Βήμα 2: ορισμός του θερμικού φορτίου στη δεξαμενή-στόχο (δηλαδή της προσπίπτουσας ακτινοβολίας στο τοίχωμα της δεξαμενής),
- Βήμα 3: υπολογισμός του χρόνου μέχρι την αστοχία και
- Βήμα 4: υπολογισμός της απόστασης ασφαλείας

Με την χρήση κατάλληλων λογισμικών, τα οποία με βάση την γεωμορφολογία του εκάστοτε εδάφους και τις μέγιστες τιμές που μπορεί να λάβει η φωτιά, δίνουν ως αποτέλεσμα τις αποστάσεις ασφαλείας που πρέπει να υπάρχουν για την εγκατάσταση της δεξαμενής σε δασική περιοχή.

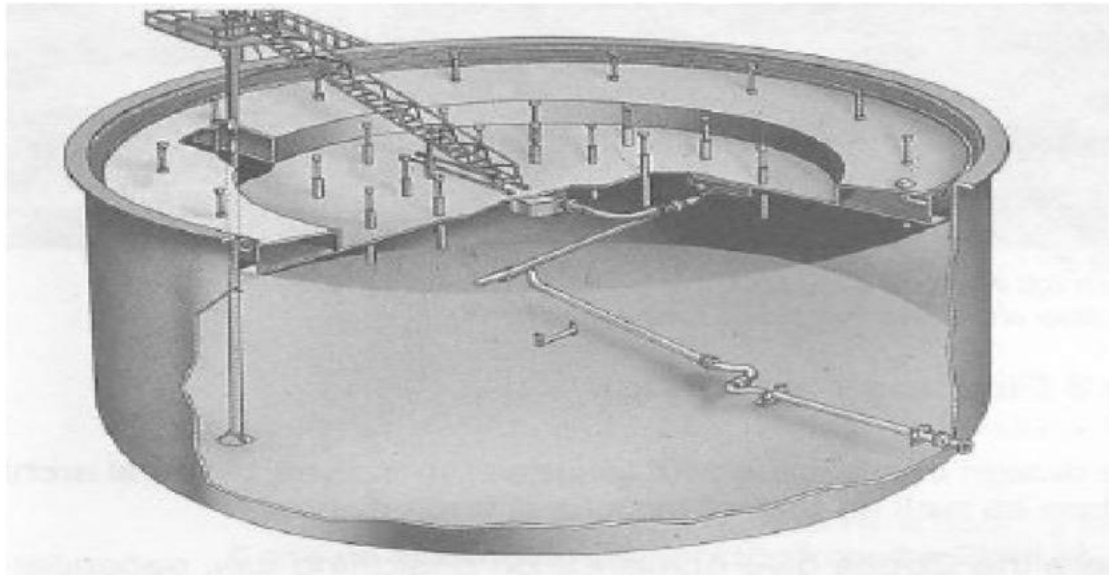
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4^ο: ΔΕΞΑΜΕΝΕΣ ΠΛΩΤΗΣ ΟΡΟΦΗΣ

4.1 Εισαγωγή

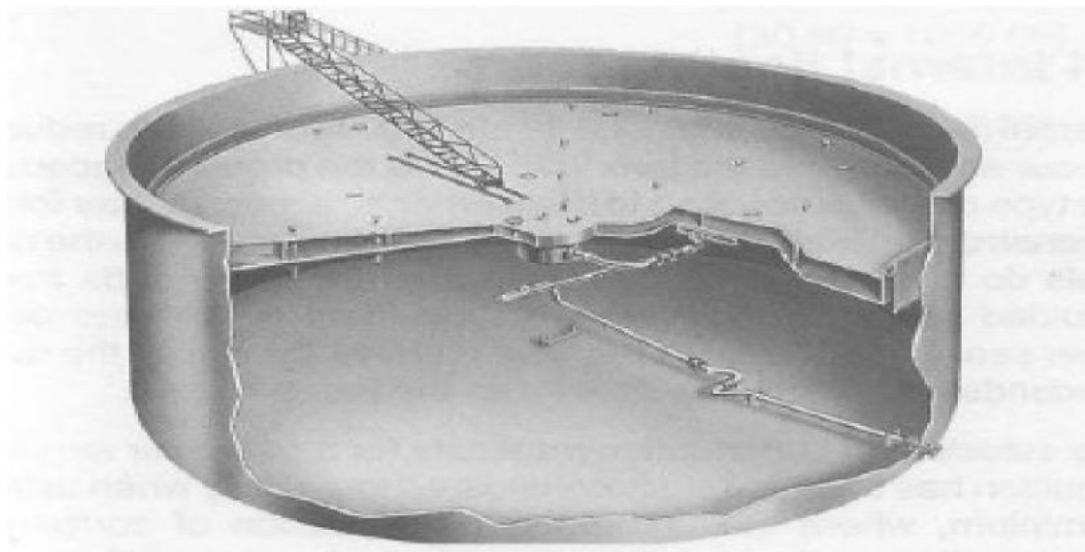
Δεξαμενές πλωτής οροφής είναι οι δεξαμενές στις οποίες η οροφή επιπλέει απευθείας πάνω από το προϊόν.

Υπάρχουν 2 τύποι πλωτής οροφής:

- Η εσωτερική πλωτή οροφή είναι όπου η οροφή επιπλέει στο προϊόν σε μια σταθερή δεξαμενή οροφής.
- Εξωτερική πλωτή οροφή είναι όπου η οροφή επιπλέει στο προϊόν σε μια ανοιχτή δεξαμενή και η οροφή είναι ανοιχτή στην ατμόσφαιρα.
- Οι τύποι εξωτερικής πλωτής οροφής αποτελούνται από:
- Τύπος με μονή οροφή (Εικόνα 12)
- Τύπος με διπλή οροφή (Εικόνα 13)



Εικόνα 33: Πλωτή δεξαμενή μονής οροφής (ΕΕΜΥΑ, 2003)



Εικόνα 34: Πλωτή δεξαμενή διπλής οροφής (ΕΕΜΥΑ, 2003)

4.2 Δεξαμενές πλωτής οροφής

4.2.1 Ιστορία

Η δεξαμενή πλωτής οροφής αναπτύχθηκε λίγο μετά τον Πρώτο Παγκόσμιο Πόλεμο από την εταιρία Chicago Bridge & Iron (CB & I). Η εξάτμιση του προϊόντος στις δεξαμενές σταθερής στέγης προκαλεί μεγάλη απώλεια χρημάτων. Αυτό οδήγησε στην έρευνα για την ανάπτυξη μιας οροφής που μπορεί να επιπλέει απευθείας στην επιφάνεια του προϊόντος, μειώνοντας τις απώλειες εξάτμισης (Mark, 2006).

4.2.2 Αρχές της πλωτής οροφής

Η πλωτή οροφή είναι μια κυκλική χαλύβδινη κατασκευή με ενσωματωμένη άνωση που της επιτρέπει να κάθεται/επιπλέει πάνω από το υγρό προϊόν σε μια κλειστή ή ανοιχτή δεξαμενή κορυφής.

Σύμφωνα με τον Kuan (2009) η συνολική διάμετρος της οροφής είναι συνήθως 400 mm μικρότερη από την εσωτερική διάμετρο της δεξαμενής, η οποία έχει περίπου 200 mm διάκενο σε κάθε πλευρά μεταξύ της οροφής και του εσωτερικού τοιχώματος της δεξαμενής. Αυτό οφείλεται στον περιορισμό στην ακρίβεια της διάστασης κατά την κατασκευή της δεξαμενής μεγάλης διαμέτρου. Τα κενά επιτρέπουν στην πλωτή οροφή να ανεβαίνει και να πέφτει χωρίς να δένεται στον τοίχο της δεξαμενής.

Για την προστασία του προϊόντος μέσα στη δεξαμενή από την εξάτμιση στην ατμόσφαιρα και τη μόλυνση από το νερό της βροχής μέσω των κενών μεταξύ του εξωτερικού χείλους της πλωτής οροφής και του τοιχώματος της δεξαμενής, τα κενά κλείνουν ή σφραγίζονται μέσω ενός εύκαμπτου συστήματος στεγανοποίησης.

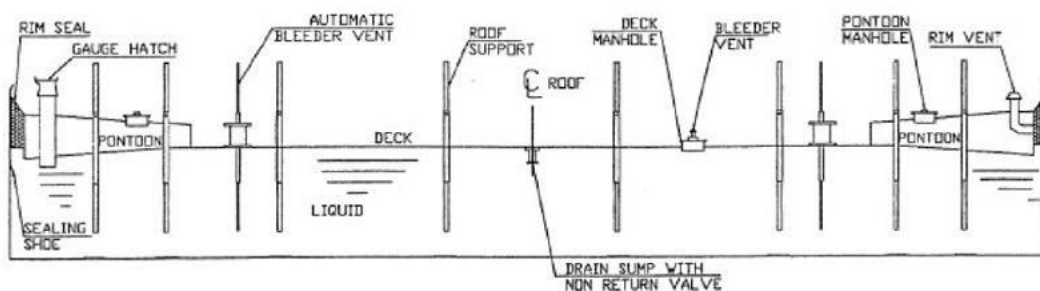
Λόγω περιβαλλοντικού ζητήματος, η επιλογή της στεγανοποίησης οροφής είναι μία από τις κύριες ανησυχίες στον σχεδιασμό της δεξαμενής πλωτής οροφής.

Στην οροφή ενός καταστρώματος, η οποία φαίνεται στην εικόνα 14, η άνωση προκύπτει από τον πλωτήρα, έναν δακτυλιοειδή κυκλικό πλωτήρα ακτινικά χωρισμένο σε υγρά στεγανά διαμερίσματα.

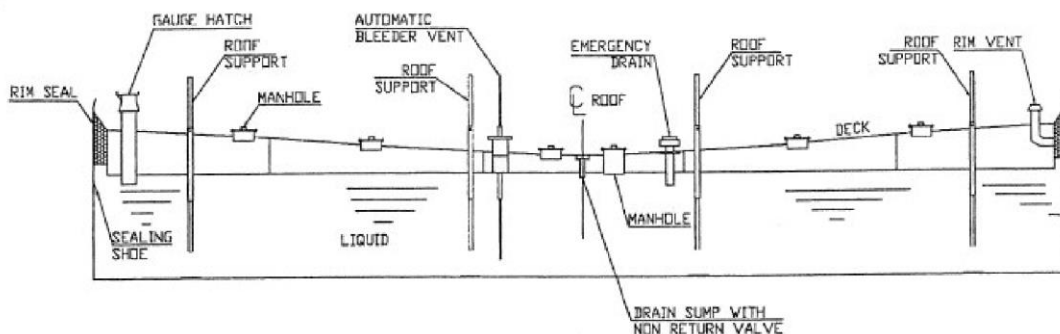
Το κεντρικό κατάστρωμα σχηματίζεται από μεμβράνη από λεπτές χαλύβδινες πλάκες, οι οποίες συγκολλούνται μεταξύ τους και συνδέονται με το εσωτερικό χείλος των πλωτών.

Η διώροφη οροφή στην εικόνα 15 αποτελείται από άνω και κάτω χαλύβδινες μεμβράνες που χωρίζονται από μια σειρά περιφερειακών διαφραγμάτων που υποδιαιρείται από ακτινωτό διάφραγμα. Ο εξωτερικός δακτύλιος των διαμερισμάτων είναι η κύρια στεγανή άνωση για την οροφή.

Η οροφή του διπλού ορόφου είναι πολύ βαρύτερη από αυτή της μονής οροφής, επομένως είναι πιο άκαμπτη. Το διάκενο αέρα μεταξύ των άνω και κάτω πλακών του καταστρώματος έχει μονωτικό αποτέλεσμα που βοηθά στην αποφυγή της ηλιακής θερμότητας που φτάνει στο προϊόν κατά τη διάρκεια του ζεστού κλίματος και αποτρέπει την απώλεια θερμότητας του προϊόντος κατά τη διάρκεια του ψυχρού κλίματος.



Εικόνα 35: Πλωτή δεξαμενή μονής οροφής (EEMUA, 2003)



Εικόνα 36: Πλωτή δεξαμενή διπλής οροφής (EEMUA, 2003)

4.2.3 Πλεονεκτήματα της δεξαμενής πλωτής οροφής

Καθώς η οροφή επιπλέει απευθείας πάνω στο προϊόν, δεν υπάρχει χώρος ατμών και έτσι εξαλείφεται κάθε πιθανότητα εύφλεκτης ατμόσφαιρας. Μειώνει τις απώλειες λόγω εξάτμισης και ως εκ τούτου μειώνει την ατμοσφαιρική ρύπανση. Η εκπομπή ατμών είναι δυνατή μόνο από την περιοχή στεγανοποίησης και αυτό εξαρτάται κυρίως από τον τύπο της στεγανοποίησης που επιλέγεται και χρησιμοποιείται (Nabil, 2021).

Παρά τα πλεονεκτήματα της πλωτής οροφής, η σχεδίαση και η κατασκευή μιας δεξαμενής πλωτής οροφής είναι πολύ πιο περίπλοκη και δαπανηρή από τις σταθερές. Όσον αφορά τη σταθερότητα της δεξαμενής και την ακεραιότητα του σχεδιασμού, η δεξαμενή πλωτής οροφής δεν είναι ποτέ καλύτερη από τη δεξαμενή σταθερής οροφής καθώς εξακολουθούν να υπάρχουν πολλές άγνωστες παράμετροι και παράγοντες στο σχεδιασμό της πλωτής οροφής (Kuan, 2009).

4.3 Περιγραφή διαδικασίας και ζητήματα σχεδιασμού

Η δεξαμενή αποθήκευσης έχει σχεδιαστεί για να αποθηκεύει το σταθεροποιημένο συμπύκνωμα που τρέχει από τη στήλη του σταθεροποιητή συμπυκνώματος. Το σταθεροποιημένο συμπύκνωμα που επεξεργάζεται στο σύστημα αντλείται στη σταθεροποιημένη δεξαμενή συμπυκνωμάτων πριν από την εξαγωγή του μέσω υποβρύχιου αγωγού στο Single Buoying Mooring για φόρτωση του πλοίου.

Λόγω της φύσης του συμπυκνώματος, το υγρό θερμαίνεται πάνω από τη θερμοκρασία διάλυσης κεριού (WDT) των 39°C για να αποφευχθεί η καθίζηση και ο σχηματισμός κεριού στον αγωγό.

Το συμπύκνωμα στη δεξαμενή κυκλοφορεί σε ένα εξωτερικό κύκλωμα θέρμανσης για τη διατήρηση της θερμοκρασίας λειτουργίας στους 44°C.

Οι σταθεροποιημένες δεξαμενές αποθήκευσης συμπυκνωμάτων είναι επίσης εξοπλισμένες με μηχανοκίνητους αναδευτήρες πλευρικής εισόδου δεξαμενής για την ανάμειξη του υγρού για την εξασφάλιση ομοιόμορφης κατανομής θερμοκρασίας στις δεξαμενές. Βοηθά στην αποφυγή της τοπικής ψύξης που θα οδηγήσει σε σχηματισμό κεριού στη δεξαμενή.

Το δεδομένα της σταθεροποιημένης δεξαμενής συμπυκνώματος φαίνονται στην εικόνα 16.

Service	Stabilised Tank	Condensate
Tank Type	Floating Roof	
Number Required	Two (2)	
Working Capacity	20000	m ³
Nominal Capacity	24278	m ³
Diameter	39000	mm
Height	20700	mm
Design Pressure	Atmospheric	
Operating Temperature	44	°C
Design Temperature	70 / -17	°C
Specific Gravity at 15°C/ at T	0.7903/ 0.7804	
Normal Filling Flow Rate	338	m ³ /h
Maximum Filling Flow Rate	427	m ³ /h
Normal Draw-Off Flow Rate	660	m ³ /h
Maximum Draw-Off Flow Rate Gauging Hole	792No	m ³ /h
Heater Type Level Indicator/ Alarms	External Heater Yes	
Vent Mixing Propeller	Yes Yes	
Drain Manhole/ Inspection Hatches	Yes (Roof and shell) Yes	
Thermowell Insulation	Yes (Shell and roof) Yes	
Category of Product	Hydrocarbon Condensate	

Εικόνα 37: Δεδομένα σχεδιασμού διεργασιών (EEMUA, 2003)

Διάφορα σημεία που πρέπει να συμπεριληφθούν στις εκτιμήσεις σχεδιασμού:

- Η ποσότητα και το μέγεθος της αποχέτευσης της οροφής πρέπει να σχεδιάζονται και να διαστασιολογούνται ανάλογα με την ένταση της βροχόπτωσης.
- Απαιτείται αυτόματος εξαερισμός, όπου η ποσότητα και το μέγεθος για να σχεδιαστεί, καθορίζεται σύμφωνα με τον μέγιστο ρυθμό πλήρωσης και εκκένωσης (API650, 2007).
- Οι δεξαμενές στερεώνονται με 3 έλικες ανάμειξης και παραμένουν βυθισμένες κάτω από τη χαμηλή στάθμη υγρού κατά τη λειτουργία.
- Οι πύλες καθαρισμού πρέπει να είναι κατάλληλα τοποθετημένες για τη διευκόλυνση της διαδικασίας καθαρισμού ιζημάτων/λάσπης.
- Ο πυθμένας της δεξαμενής να είναι κώνος προς τα πάνω προς το κέντρο.

4.4 Επιλογή υλικών και εκτίμηση διάβρωσης

Η μελέτη επιλογής υλικού διεξάγεται από τον ειδικό υλικών για να επανεξετάσει τη βασική σχεδίαση της εγκατάστασης, ώστε να αξιολογήσει την αναμενόμενη μακροζωία των υλικών στις διάφορες σωληνώσεις και εξοπλισμό και στη συνέχεια προτείνει υλικά κατάλληλα για την απαιτούμενη διάρκεια αντοχής 30 ετών. Η προσέγγιση της επιλογής υλικού είναι ώστε να αξιολογήσει την εσωτερική αντοχή διάβρωσης των ρευστών σε σχέση με τη χρήση ανθρακούχου χάλυβα.

Ο ανθρακούχος χάλυβας θεωρείται ως πρώτη επιλογή, λόγω του χαμηλότερου κόστους, της έτοιμης διαθεσιμότητας και των καλά κατανοητών απαιτήσεων για την κατασκευή και τη δοκιμή. Η επιλογή υλικού για το σύστημα υδρογονανθράκων βασίζεται στη λεπτομερή αξιολόγηση των ιδιοτήτων του υγρού, ιδιαίτερα χρησιμοποιώντας τα μοντέλα διοξειδίου του άνθρακα.

4.4.1 Διάβρωση CO₂

Το διοξείδιο του άνθρακα διαλύεται στο νερό και διασπάται για να σχηματίσει ασθενές ανθρακικό οξύ που προκαλεί διάβρωση στους ανθρακούχους χάλυβες. Υψηλότερες μερικές πιέσεις CO₂ συνεπάγονται περισσότερο διαλυμένο CO₂ και ως εκ τούτου υψηλότερο ρυθμό διάβρωσης. Υψηλότερες θερμοκρασίες και πίεση αυξάνουν τον ρυθμό διάβρωσης, αλλά σε ορισμένες συνθήκες, περίπου 70 έως 80°C, μπορεί να σχηματιστεί μια προστατευτική ανθρακική κλίμακα στην επιφάνεια του χάλυβα που μειώνει τον ρυθμό διάβρωσης, σε σύγκριση με χαμηλότερες θερμοκρασίες όπου η κλίμακα δεν σχηματίζεται (Norsok, 1998).

Τα ανθεκτικά στη διάβρωση κράματα χρησιμοποιούνται για την αποφυγή της διάβρωσης σε υψηλή περιεκτικότητα CO₂ και σε λιγότερο διαβρωτικές συνθήκες και όπου απαιτείται η διάρκεια ζωής είναι περιορισμένη, αλλά θα ήταν πιο οικονομικό να χρησιμοποιηθεί ανθρακούχος χάλυβας με περιθώριο διάβρωσης ή/και επεξεργασία χημικού αναστολέα. Η παρουσία CO₂ συμπεραίνει ότι ο ανθρακούχος χάλυβας θα έχει πεπερασμένη διάρκεια ζωής λόγω της λέπτυνσης του τοιχώματος, ένα επίδομα διάβρωσης είναι πρακτικό για να φιλοξενήσει έως και 6 mm.

Άλλες ανησυχίες για την επιλογή υλικού είναι:

1. Το υλικό σε χαμηλή θερμοκρασία. Σε χαμηλές θερμοκρασίες, οι χάλυβες, χάνουν την ολκιμότητα τους αμέσως καθώς τα υλικά ψύχονται, επιτρέποντας τυχόν ρωγμές και ελαττώματα που μοιάζουν με ρωγμές, που είναι αβλαβή σε κανονικές θερμοκρασίες λειτουργίας. Για να έχουν μεγαλύτερη αντοχή στην ευθραυστότητα χαμηλής θερμοκρασίας, τα υλικά και οι συγκολλήσεις πρέπει να υποβάλλονται σε θερμική επεξεργασία όπου είναι δυνατόν, π.χ. χάλυβας χαμηλού κράματος και άνθρακα κανονικοποιημένος και θερμικά επεξεργασμένος μετά τη συγκόλληση. Για ακόμη χαμηλότερη θερμοκρασία λειτουργίας, απαιτούνται υλικά από λεπτούς κόκκους, πρέπει να χρησιμοποιούνται χάλυβες με υψηλή περιεκτικότητα σε νικέλιο ή ωστενιτικά υλικά. Οι εποχιακές αλλαγές στις θερμοκρασίες περιβάλλοντος απαιτούν την επιλογή των χαμηλών θερμοκρασιακών ιδιοτήτων των υλικών.
2. Ο υδράργυρος (Hg) είναι ένα ιχνοστοιχείο όλων των ορυκτών καυσίμων. Επομένως υπάρχει σε υγρά κοιτάσματα υδρογονανθράκων και φυσικού αερίου και μπορεί να μεταφερθεί στον αέρα, το νερό και το έδαφος.
3. Υλικά ακατάλληλα για ρεύματα υδρογονανθράκων παρουσία υδραργύρου λόγω ευθραυστότητας υγρού μετάλλου, που θα οδηγήσει σε ρωγμή είναι:
 - Αλουμίνιο και κράματα αλουμινίου
 - Τιτάνιο και κράματα τιτανίου

- Χαλκός και κράματα χαλκού
- Ψευδάργυρος και κράματα ψευδαργύρου

Προτεινόμενα υλικά είναι:

- Ανθρακούχα χάλυβες και χάλυβες χαμηλών επιτρεπόμενων
- Ανοξείδωτοι χάλυβες
- Κράματα Νικελίου

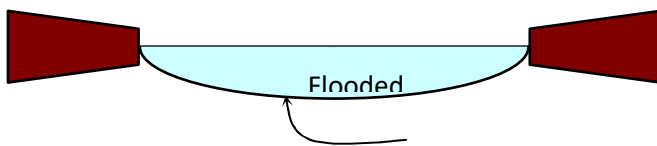
4.5 Μηχανολογική μελέτη

Ο σχεδιασμός και η ανάλυση καταπόνησης της δεξαμενής αποθήκευσης είναι η μεγαλύτερη ανησυχία για τον μηχανικό, καθώς παρέχει τα βασικά για τη σταθερότητα και την ακεραιότητα της δεξαμενής.

Οι βασικές αναλύσεις καταπόνησης που πρέπει να ληφθούν υπόψη στο σχεδιασμό της δεξαμενής είναι οι εξής:

- Τοίχωμα κελύφους δεξαμενής λόγω εσωτερικού και εξωτερικού φορτίου
- Κάτω πλάκα - Δάπεδο δεξαμενής
- Οροφή δεξαμενής

4.6 Σχεδιασμός πλωτής οροφής



Εικόνα 38: Στέγη μονής οροφής πλημμυρισμένη με νερά της βροχής (EEMUA, 2003)

Το API 650 (2007), παρέχει καθοδήγηση και παρέχει ελάχιστες απαιτήσεις για τον σχεδιασμό εξωτερικής πλωτής οροφής. Παρόμοια ελάχιστη απαίτηση προβλέπονταν επίσης στο BS 2654 όπου δηλώνεται ότι ο όγκος του πλωτήρα θα πρέπει να έχει σχεδιαστεί ώστε να έχει επαρκή άνωση ώστε να παραμένει επιπλέει στο υγρό με ειδικό βάρος του χαμηλότερου ειδικού βάρους προϊόντος ή 0,7 με την κύρια αποστράγγιση εκτός λειτουργίας για τις ακόλουθες προϋποθέσεις:

- Όταν η πλάκα του καταστρώματος και τα δύο παρακείμενα διαμερίσματα πλωτήρα είναι τρυπημένα και πλημμυρίζει η οροφή του μονού ή του διπλού ορόφου.
- Όταν υπάρχει βροχόπτωση 250 mm (10 in.) σε περίοδο 24 ωρών σε ολόκληρη την οριζόντια περιοχή στέγης.

Αυτές οι δύο περιπτώσεις παρέχουν επίσης ορισμένες ελάχιστες απαιτήσεις για τα εξαρτήματα της οροφής για τη βελτιστοποίηση του σχεδιασμού της πλωτής οροφής διασφαλίζοντας ότι η οροφή λειτουργεί αποτελεσματικά.

Δεν υπάρχει σωστή διαδικασία ή τυποποιημένοι και σταθεροί κανόνες που αναφέρονται σε κανέναν κώδικα ή εγχειρίδιο μηχανικής για το σχεδιασμό της πλωτής οροφής, όπως η δομική ακεραιότητα και η ευστάθεια άνωσης. Εναπόκειται πάντα στον σχεδιαστή ή τον κατασκευαστή να αναπτύξει τις δικές του προσεγγίσεις για την κάλυψη της ελάχιστης απαίτησης που αναφέρεται στο API 650 (2007) ή στο BS 2654. Η βιομηχανία ή ο αγοραστής θα πρέπει να βασιστεί στον κατασκευαστή της δεξαμενής και της οροφής για τον ασφαλή σχεδιασμό.

Ως εκ τούτου, υπάρχει μεγάλη ποικιλία στην προσέγγιση σχεδίασης πλωτής οροφής, μεγάλη ποικιλία στην ανθεκτικότητα και αξιοπιστία της δεξαμενής, στην οποία υπάρχουν επίσης πολλές αστοχίες δεξαμενής λόγω διαφόρων προβλημάτων σχεδιασμού σε κάθε διαφορετική προσέγγιση.

Εάν οι πλωτές στέγες έχουν σχεδιαστεί ανεπαρκώς ή εφαρμόστηκαν λανθασμένες προσεγγίσεις στο σχέδιο, η οροφή θα αποτύχει, η πλωτή οροφή θα λυγίσει και θα καταστραφεί. Η πιο συνηθισμένη αστοχία στην πλωτή οροφή είναι η βύθιση της πλωτής οροφής. Στη χειρότερη περίπτωση, η δεξαμενή θα πάρει φωτιά λόγω του σπινθήρα που δημιουργείται κατά την ασταθή κίνηση της οροφής.

4.7 Ειδική προσοχή

4.7.1 Εδαφική μελέτη

Το θεμέλιο της δεξαμενής πρέπει να είναι προσεκτικά σχεδιασμένο ώστε να εξασφαλίζει επαρκή στήριξη της δεξαμενής. Απαιτείται έρευνα και μελέτη εδάφους για την παρακολούθηση της εδαφικής καθίζησης. Η καθίζηση του εδάφους είναι ένα κοινό πρόβλημα στο συμπιεστό έδαφος και έχει επακόλουθα προβλήματα στη δεξαμενή της πλωτής οροφής (Mark, 2006).

Το βάρος της δομής της δεξαμενής είναι σχετικά μικρό σε σύγκριση με το φορτίο του περιεχομένου, επομένως σε τοποθεσία όπου υπάρχουν αδύναμα, συμπιέσιμα στρώματα στο υπέδαφος, μπορεί να συμβεί υπερβολική καθίζηση του εδάφους λόγω του βάρους της δεξαμενής και της περιεκτικότητάς της σε υγρό. Η υπερβολική καθίζηση του εδάφους μπορεί να επηρεάσει την ακεραιότητα των κελυφών και του πυθμένα των δεξαμενών και προκαλεί δεκάδες επακόλουθα προβλήματα. Έχοντας παραπομπή από την EEMUA Publication (2003), μερικά από τα επακόλουθα προβλήματα παρατίθενται παρακάτω:

- Μπλοκάρισμα πλωτής κατασκευής στέγης γύρω από τον οδηγό στύλο
- Μπλοκάρισμα στεγανοποιήσεων οροφής λόγω (προοδευτικά αυξανόμενης) μη στρογγυλότητας του κελύφους της δεξαμενής
- Τσιμούχες οροφής που δημιουργούν κενό ως αποτέλεσμα της μη στρογγυλότητας ή/και της κλίσης της οροφής
- Απώλεια άνωσης των πλωτών στεγών λόγω υγρού στο πλωτήρα
- Η αποχέτευση της οροφής παρουσιάζει διαρροή ή φράξιμο
- Εκτροχιασμός κυλιόμενης σκάλας πάνω από πλωτή οροφή
- Λύγισμα των ποδιών στήριξης μιας δεξαμενής πλωτής οροφής λόγω ανεπαρκούς στήριξης ή συνθηκών κενού
- Φθορά και σκίσιμο στο κέλυφος δεξαμενής

4.7.2 Σεισμική Μελέτη Πλωτής Στέγης

Η ελάχιστη σεισμική απαίτηση που προβλέπεται στο API 650 (2007) και στο BS 2654 αφορούσε μόνο το τμήμα που επιπλέει. Η πλωτή οροφή απλοποιήθηκε και θεωρήθηκε ως άκαμπτο σώμα και δεν λήφθηκε υπόψη η δυναμική της πλημμύρας και της ολίσθησης του προϊόντος. Η συμπεριφορά των πλωτών στεγών υπό σεισμικές συνθήκες είναι πολύ απλή και η συμπεριφορά ολίσθησης κατά τη διάρκεια του σεισμού είναι περίπλοκη. Η βιομηχανία και ο ιδιοκτήτης συνήθως εξαρτώνται από τον κατασκευαστή της δεξαμενής και της οροφής για ασφαλή σχεδιασμό, ωστόσο, οι περισσότερες δεξαμενές πλωτής οροφής που κατασκευάστηκαν δεν

λαμβάνουν υπόψη τη σεισμική κατάσταση στο σχεδιασμό της οροφής τους (Praveen, 2006).

Δεξαμενές έχουν υποστεί σημαντικές ζημιές κατά τη διάρκεια προηγούμενων σεισμών, μερικές ιστορικές περιπτώσεις αστοχίας δεξαμενής είναι:

- Χοκάντο, Ιαπωνία το 2003 (John, 2006), όπου υπήρξαν πυρκαγιές δεξαμενών και καταστροφές λόγω κατάρρευσης πλωτής στέγης.
- Ισμίρ, Τουρκία το 1998 (John, 2006), όπου καταστράφηκαν 23 μεγάλες δεξαμενές λόγω φωτιάς και 17 καταστράφηκαν λόγω Sloshing Wave.

4.7.3 Τρόποι αστοχίας λόγω σεισμικών επιπτώσεων σε δεξαμενή πλωτής οροφής

Υπάρχουν τρεις περιπτώσεις αστοχίας στην οροφή:

- Κατάρρευση στέγης ή βύθιση
- Πάνω από την πλωτή οροφή από το υγρό μέσα στη δεξαμενή
- Λύγισμα εξέδρας

Υπάρχει μια ακόμα περίπτωση στο κέλυφος:

- Λύγισμα κελύφους που προκαλείται από συνδυασμό εξωτερικών πιέσεων που δημιουργούνται από την κατακόρυφη κίνηση και θλιπτικών τάσεων που δημιουργούνται από οριζόντια κίνηση (Praveen, 2006).

4.8 Τυπικά εξαρτήματα για πλωτή οροφή

4.8.1 Σύστημα στεγανοποίησης οροφής

Όπως αναφέρθηκε νωρίτερα στην αρχή της πλωτής οροφής, η στεγανοποίηση οροφής χρησιμοποιείται για να αποτρέψει τη διαφυγή ατμών από το διάκενο του χείλους και να ελαχιστοποιήσει την ποσότητα του νερού της βροχής που εισέρχεται στο προϊόν. Το σύστημα στεγανοποίησης πρέπει να είναι αρκετά ευέλικτο ώστε να επιτρέπει τυχόν ανωμαλίες στην κατασκευή της οροφής και του κελύφους όταν η οροφή κινείται πάνω-κάτω και για οποιαδήποτε ακτινική ή πλευρική κίνηση της οροφής λόγω ανέμου και σεισμικότητας.

Υπάρχουν διάφοροι τύποι συστημάτων στεγανοποίησης οροφής που αποτελούνται από πρωτεύον και δευτερεύον σφράγισμα. Τα κύρια στεγανοποιητικά μπορεί να περιλαμβάνουν μεταλλικά αντικείμενα με εύκαμπτες σφραγίσεις με μηχανισμό ώθησης που λειτουργεί με βάρος ή ελατήριο, ή να είναι μη μεταλλική σφράγιση σωλήνα με υφασμάτινη σφράγιση.

Οι πρωτογενείς τρόποι σφράγισης χρησιμοποιήθηκαν μόνο όταν επινοήθηκαν για πρώτη φορά πλωτές στέγες. Οι δευτερεύοντες στεγανοποιήσεις ήταν η πρόσφατη καινοτομία που ταιριάζει στη νέα νομοθεσία στην οποία τέθηκαν τα νέα όρια εκπομπής ατμών. Οι δευτερεύοντες στεγανοποιήσεις τοποθετήθηκαν πάνω από την κύρια τσιμούχα, στην οποία μπορεί να μειώσει περαιτέρω τις απώλειες ατμού και οσμής από τη δεξαμενή της πλωτής οροφής. Η πιο πρόσφατη καινοτομία στην κύρια σφράγιση είναι ο τύπος της πλάκας συμπίεσης και οι περισσότεροι ιδιοκτήτες δεξαμενών κινούνται προς αυτό το νέο σύστημα σφράγισης.

4.8.2 Πόδι στήριξης

Το πόδι στήριξης είναι το στοιχείο στήριξης για την πλωτή οροφή όταν η δεξαμενή είναι άδεια, όπου ότε η οροφή πέφτει στη χαμηλότερη θέση της. Η οροφή πρέπει να στηρίζεται σε ένα ορισμένο ύψος πάνω από το δάπεδο, για να μην έρθει σε επαφή με τυχόν εσωτερικά εξαρτήματα που είναι εγκατεστημένα στο χαμηλότερο κέλυφος, όπως θερμομαντικό στοιχείο, έλικα ανάμειξης. Επίσης, είναι σημαντικό να στηρίζεται σε ένα ύψος για να παρέχει χώρο πρόσβασης για το προσωπικό συντήρησης. Όπως αναφέρεται στο API 650 (2007), τα πόδια στήριξης μπορούν να είναι είτε αφαιρούμενα είτε μη αφαιρούμενα. Η περιοχή του δαπέδου της δεξαμενής στην οποία προσγειώνονται τα πόδια θα ενισχυθεί με μια πλήρως συγκολλημένη διπλή πλάκα που μπορεί να κατανείμει τα φορτία των ποδιών στην επένδυση δαπέδου. Υπάρχει η ελάχιστη απαίτηση που αναφέρεται στο API 650 (2007) όπου τα πόδια και τα εξαρτήματα πρέπει να σχεδιάζονται στην οροφή και ένα ομοιόμορφο ενεργό φορτίο τουλάχιστον 1,2 kPa.

4.8.3 Σύστημα αποστράγγισης οροφής

Η αποστράγγιση της στέγης είναι ένα από τα προβλήματα στο σχεδιασμό της στέγης. Ένα αξιόπιστο σύστημα αποστράγγισης είναι απαραίτητο για τις δεξαμενές πλωτής οροφής. Το ακατάλληλο σύστημα αποστράγγισης οροφής θα μπορούσε να βλάψει τη λειτουργία της δεξαμενής και να απειλήσει την ασφάλεια του αποθηκευμένου προϊόντος.

Όπως αναφέρεται στο API 650, οι αποχετεύσεις οροφής πρέπει να έχουν μέγεθος και να τοποθετούνται έτσι ώστε να προσαρμόζονται στον ρυθμό βροχόπτωσης, αποτρέποντας ταυτόχρονα τη συσσώρευση στάθμης νερού στην οροφή μεγαλύτερη από τη σχεδιαζόμενη, χωρίς να επιτρέπεται η υπερβολική κλίση της οροφής ή να παρεμποδίζεται η λειτουργία της.

Το νερό της βροχής που συσσωρεύεται στην πλωτή οροφή αποστραγγίζεται στο κάρτερ που συνήθως βρίσκεται στο χαμηλό σημείο του καταστρώματος. Στη συνέχεια, το κάρτερ θα αποστραγγιστεί μέσω ενός κλειστού συστήματος εργασίας σωλήνα μέσα στη δεξαμενή και θα αποστραγγιστεί μέσω του ακροφυσίου του κελύφους στην κάτω πλευρά του τοιχώματος του κελύφους. Μια βαλβίδα αντεπιστροφής είναι εγκατεστημένη στην είσοδο της αποχέτευσης.

Το σύστημα σωληνώσεων που λειτουργεί μέσα στη δεξαμενή πρέπει να είναι ευέλικτο για να επιτρέπει την κίνηση της οροφής. Τα δύο πιο κοινά χρησιμοποιούμενα συστήματα είναι το σύστημα αρθρωτών σωληνώσεων και το σύστημα εύκαμπτων σωληνώσεων.

Το σύστημα αρθρωτών σωληνώσεων χρησιμοποιεί σωλήνα από συμπαγή χάλυβα με μια σειρά αρθρωτών αρθρώσεων αρθρώσεων ή εύκαμπτου συνδέσμου αιώρησης.

Το σύστημα εύκαμπτων σωληνών εγκαθίσταται σε ένα συνεχές μήκος χωρίς έρμα ή άλλες συσκευές. Διατηρεί σταθερό το επαναλαμβανόμενο σχέδιο στο πάτωμα της δεξαμενής, διαστέλλεται και συστέλλεται με την άνοδο και την πτώση της οροφής, χωρίς να παρεμβαίνει στον εξοπλισμό των εξαρτημάτων μέσα στη δεξαμενή.

Το σύστημα εύκαμπτων σωληνών αποτελείται από εύκαμπτο ελαστικό σωλήνα ή χαλύβδινο σωλήνα.

Θα πρέπει να τοποθετηθεί αποστράγγιση οροφής έκτακτης ανάγκης, αλλά μόνο σε στέγη διπλού ορόφου. Σκοπός του είναι να επιτρέπει τη φυσική αποστράγγιση των ομβρίων υδάτων σε περίπτωση δυσλειτουργίας της κύριας αποχέτευσης. Οι αποχετεύσεις οροφής έκτακτης ανάγκης απαγορεύονται από το API 650 (2007) στις μονές οροφές καθώς η στάθμη του προϊόντος στη δεξαμενή είναι πάντα υψηλότερη

από τη στάθμη του νερού της βροχής στο κεντρικό κατάστρωμα, κάτι που θα έκανε το προϊόν να εκκενωθεί μέσω της αποχέτευσης στην οροφή. Θα επέτρεπε επίσης στους ατμούς να διαφύγουν από τη δεξαμενή καθώς είναι μια ανοιχτή αποχέτευση. Παρόλο που η αποχέτευση έκτακτης ανάγκης απευθυνόταν στο API 650 (2007) για στέγη διπλού ορόφου, κάποια εταιρεία είχε ήδη απαγορεύσει τη χρήση της αποχέτευσης έκτακτης ανάγκης.

4.8.4 Πυροσβεστικό σύστημα και φράγμα αφρού

Θα πρέπει να εγκαθίσταται ένα σύστημα πυρανίχνευσης όταν απαιτείται, οι πυρκαγιές σε δεξαμενές πλωτής οροφής είναι συνήθως στην περιοχή μεταξύ του κελύφους και του χείλους της πλωτής οροφής. Οι δεξαμενές πλωτής οροφής πρέπει να είναι εξοπλισμένες με το σύστημα πυρόσβεσης, το σύστημα αφρού, το οποίο το σύστημα έχει σχεδιαστεί για να μεταφέρει ένα μείγμα διογκωμένου αφρού που πνίγει τη φλόγα στο χώρο του χείλους της δεξαμενής για να σβήσει τη φωτιά. Ένα αφρώδες φράγμα που αποτελείται από μια κοντή κατακόρυφη πλάκα συγκολλάται στην επάνω πλακόστρωτη πλάκα σε μικρή απόσταση από τη σφράγιση, με ύψος υψηλότερο από το άνω άκρο της σφράγισης, για να επιτρέψει σε ολόκληρη την περιοχή σφράγισης να πλημμυρίσει από τον αφρό και σβήνει αποτελεσματικά τη φωτιά.

4.9 Διάφοροι τύποι πλωτών δεξαμενών

4.9.1 Εξωτερικές δεξαμενές πλωτές οροφής

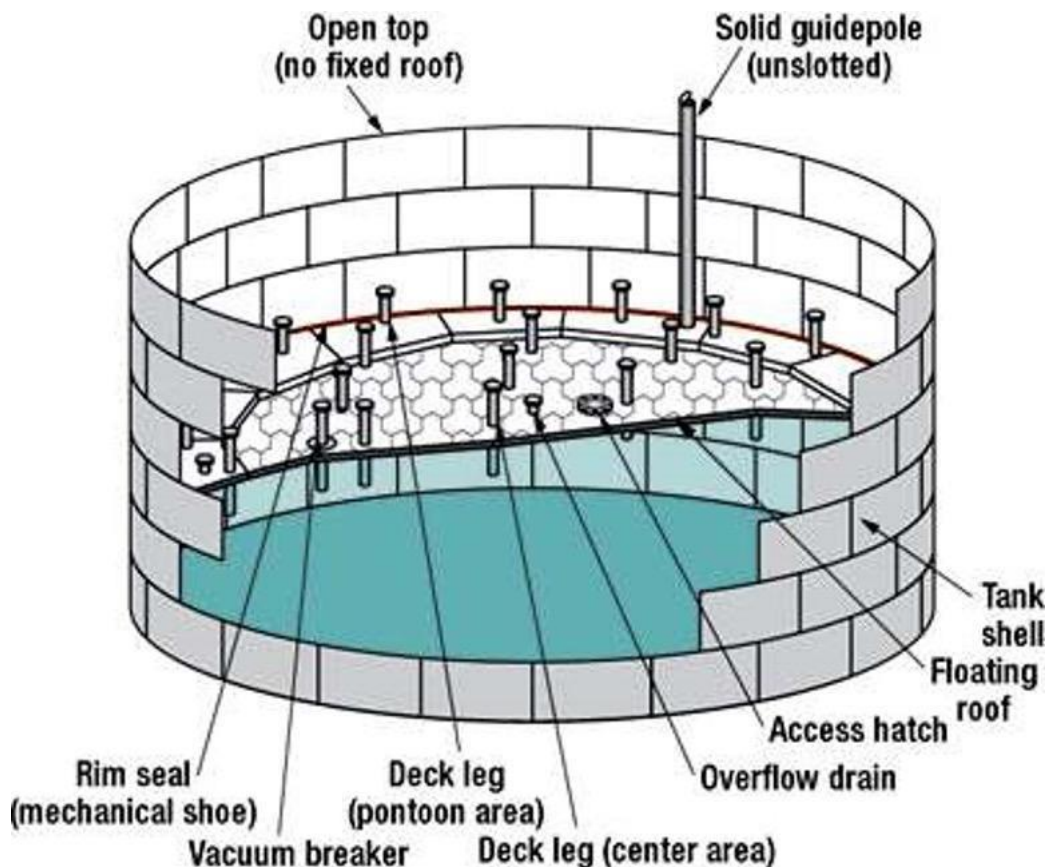
Μια τυπική εξωτερική δεξαμενή πλωτής οροφής αποτελείται από ένα κυλινδρικό κέλυφος από χάλυβα με ανοιχτή κορυφή εξοπλισμένο με μια οροφή που επιπλέει στην επιφάνεια του αποθηκευμένου υγρού, ανεβοκατεβώντας με τη στάθμη του υγρού. Η πλωτή οροφή αποτελείται από ένα κατάστρωμα, εξαρτήματα και σύστημα στεγανοποίησης ζάντας. Τα πλωτά καταστρώματα οροφής είναι κατασκευασμένα από συγκολλημένες χαλύβδινες πλάκες και είναι τριών γενικών τύπων: *pan*, πλωτό και διπλό κατάστρωμα (Praveen, 2006).

Παρόλο που χρησιμοποιούνται επί του παρόντος πολυάριθμα καταστρώματα παντός τύπου, η παρούσα τάση είναι προς πλωτές στέγες τύπου πλωτής και διπλής οροφής. Οι κατασκευαστές παρέχουν διάφορες εκδόσεις αυτών των βασικών τύπων πλωτών καταστρωμάτων, οι οποίες είναι προσαρμοσμένες ώστε να δίνουν έμφαση σε συγκεκριμένα χαρακτηριστικά, όπως η πλήρης επαφή υγρών, η ικανότητα μεταφοράς φορτίου, η ευστάθεια της οροφής ή η διάταξη πλωτήρων. Η υγρή επιφάνεια καλύπτεται από το πλωτό κατάστρωμα, εκτός από το μικρό δακτυλιοειδές διάστημα μεταξύ του καταστρώματος και του κελύφους και το κατάστρωμα μπορεί να έρθει σε επαφή με το υγρό ή να επιπλέει ακριβώς πάνω από την επιφάνεια σε πλωτήρες (Karl & Aprilia, 2012).

Οι εξωτερικές δεξαμενές πλωτής οροφής είναι εξοπλισμένες με σύστημα στεγανοποίησης ζάντας, το οποίο συνδέεται στην περίμετρο της οροφής και έρχεται σε επαφή με το τοίχωμα της δεξαμενής. Το σύστημα στεγανοποίησης χείλους ολισθαίνει στον τοίχο της δεξαμενής καθώς η οροφή ανυψώνεται και κατεβαίνει. Το πλωτό κατάστρωμα είναι επίσης εξοπλισμένο με εξαρτήματα που διεισδύουν στο κατάστρωμα και εξυπηρετούν λειτουργικές λειτουργίες. Ο σχεδιασμός της εξωτερικής πλωτής οροφής είναι τέτοιος ώστε οι απώλειες εξάτμισης από το αποθηκευμένο υγρό

να περιορίζονται στις απώλειες από το σύστημα στεγανοποίησης ζάντας. Όσον αφορά τα εξαρτήματα του καταστρώματος να έχουν απώλεια αποθήκευσης σε όρθια θέση, καθώς και τυχόν εκτεθειμένο υγρό στα τοιχώματα της δεξαμενής (απώλεια απόσυρσης) (Nabil, 2021).

Σε σχέδιο εξωτερικής πλωτής οροφής, η οροφή είναι φτιαγμένη για να στηρίζεται στο αποθηκευμένο υγρό και είναι ελεύθερη να κινείται με τη στάθμη του υγρού. Αυτές οι δεξαμενές μειώνουν τις απώλειες εξάτμισης και ελέγχουν τις απώλειες αναπνοής κατά το γέμισμα. Προτιμώνται για αποθήκευση προϊόντων πετρελαίου με πραγματική τάση ατμών από 10,3 έως 76,5 kPa απόλυτη.



Εικόνα 39: Εξωτερική πλωτή δεξαμενή

4.9.2 Εσωτερικές δεξαμενές πλωτής οροφής

Μια εσωτερική δεξαμενή πλωτής οροφής έχει και μια μόνιμη σταθερή στέγη και μια πλωτή οροφή στο εσωτερικό. Υπάρχουν δύο βασικοί τύποι εσωτερικών δεξαμενών πλωτής οροφής: δεξαμενές στις οποίες η σταθερή οροφή στηρίζεται από κάθετες κολώνες μέσα στη δεξαμενή και δεξαμενές με αυτό-φερόμενη σταθερή οροφή και δεξαμενές χωρίς εσωτερικές κολώνες στήριξης. Η σταθερή οροφή δεν είναι απαραίτητως απαλλαγμένη από ανοίγματα, αλλά καλύπτει ολόκληρη την ανοιχτή περιοχή της δεξαμενής. Οι δεξαμενές σταθερής οροφής που έχουν μετασκευαστεί για να χρησιμοποιούν εσωτερική πλωτή οροφή είναι συνήθως του πρώτου τύπου, ενώ οι εξωτερικές δεξαμενές πλωτής οροφής που έχουν μετατραπεί σε εσωτερική δεξαμενή πλωτής οροφής έχουν συνήθως αυτοφερόμενη οροφή (Nabil, 2021).

Οι δεξαμενές που κατασκευάστηκαν αρχικά τόσο με σταθερή όσο και με εσωτερική πλωτή οροφή μπορούν να είναι οποιοσδήποτε τύπου. Μια εσωτερική δεξαμενή πλωτής οροφής έχει και μια μόνιμα στερεωμένη οροφή και μια οροφή που επιπλέει

μέσα στη δεξαμενή στην επιφάνεια του υγρού (κατάστρωμα επαφής) ή στηρίζεται σε πλωτήρες, αρκετές ίντσες πάνω από την επιφάνεια υγρού (κατάστρωμα χωρίς επαφή). Η εσωτερική πλωτή οροφή ανεβαίνει και κατεβαίνει με τη στάθμη του υγρού (Karl & Aprilia, 2012).

Τα καταστρώματα τύπου επαφής περιλαμβάνουν:

- πάνελ αλουμινίου με πυρήνα αλουμινίου σε σχήμα κυψέλης που επιπλέει σε επαφή με το υγρό
- πολυεστέρα ενισχυμένο με υαλοβάμβακα (FRP), επικαλυμμένο με ρητίνη, πλευστούς πίνακες που επιπλέουν σε επαφή με το υγρό και
- στέγες από χάλυβα τύπου παντός, που επιπλέουν σε επαφή με το υγρό με ή χωρίς τη βοήθεια πλωτήρα. Η πλειονότητα των εσωτερικών πλωτών καταστρωμάτων επαφής που βρίσκονται επί του παρόντος σε υπηρεσία VOL είναι τύπου πάνελ από χάλυβα ή αλουμίνιο. Τα καταστρώματα FRP είναι λιγότερο κοινά.

Υπάρχουν διάφορες παραλλαγές της οροφής από χάλυβα επαφής τύπου pan. Ο σχεδιασμός μπορεί να περιλαμβάνει διαφράγματα ή ανοιχτά διαμερίσματα γύρω από την περίμετρο του καταστρώματος, έτσι ώστε να περιορίζεται οποιοδήποτε υγρό που μπορεί να διαρρεύσει ή να χυθεί στο κατάστρωμα. Εναλλακτικά, τα διαφράγματα μπορούν να καλυφθούν για να σχηματίσουν σφραγισμένα διαμερίσματα (δηλαδή, πλωτήρες), ή ολόκληρο το ταψί μπορεί να καλυφθεί για να σχηματιστεί μια σφραγισμένη, διπλή, πλωτή οροφή από χάλυβα. Γενικά, η κατασκευή είναι από συγκολλημένο χάλυβα.

Τα καταστρώματα χωρίς επαφή είναι ο πιο συνηθισμένος τύπος καταστρώματος που χρησιμοποιείται αυτήν τη στιγμή και συνήθως αποτελούνται από ένα κατάστρωμα αλουμινίου που τοποθετείται σε πλαίσιο πλέγματος αλουμινίου που στηρίζεται πάνω από την επιφάνεια του υγρού από σωληνωτούς πλωτήρες αλουμινίου. Η επιφάνεια του καταστρώματος για τα πλωτά καταστρώματα χωρίς επαφή είναι συνήθως κατασκευασμένο από ελασματοποιημένα φύλλα αλουμινίου (περίπου 1,5 μέτρα, πλάτος και 0,58 χιλιοστά πάχος). Τα επικαλυπτόμενα φύλλα αλουμινίου ενώνονται με βιδωμένες ράβδους σύσφιξης αλουμινίου που εκτείνονται κάθετα στους πλωτήρες για να βελτιώσουν την ακαμψία του πλαισίου (Praveen, 2006).

Οι ραφές της επιφάνειας του καταστρώματος μπορούν να είναι μεταλλικές ή να στεγανοποιούνται με πολυμερές υλικό. Οι πλωτήρες και οι ράβδοι σύσφιξης σχηματίζουν το δομικό πλαίσιο του πλωτού καταστρώματος. Οι ραφές του καταστρώματος στο σχέδιο εσωτερικής πλωτής οροφής χωρίς επαφή είναι πηγή εκπομπών. Οι εσωτερικές πλωτές οροφές επαφής τύπου αλουμινίου μοιράζονται επίσης αυτό το χαρακτηριστικό σχεδιασμού. Τα πάνελ ενώνονται με βιδωτούς μηχανικούς συνδετήρες που είναι παρόμοιοι στην ιδέα με τις ράβδους σύσφιξης του δέρματος του καταστρώματος χωρίς επαφή. Οι εσωτερικές πλωτές οροφές επαφής από χάλυβα είναι κατασκευασμένες από συγκολλημένα χαλύβδινα φύλλα και επομένως δεν έχουν ραφές καταστρώματος. Ομοίως, τα ενισχυμένα πάνελ από υαλοβάμβακα με επίστρωση ρητίνης δεν έχουν εμφανείς ραφές καταστρώματος. Τα πάνελ είναι επενδυμένα και καλυμμένα με λωρίδες από υαλοβάμβακα εμποτισμένες με ρητίνη.

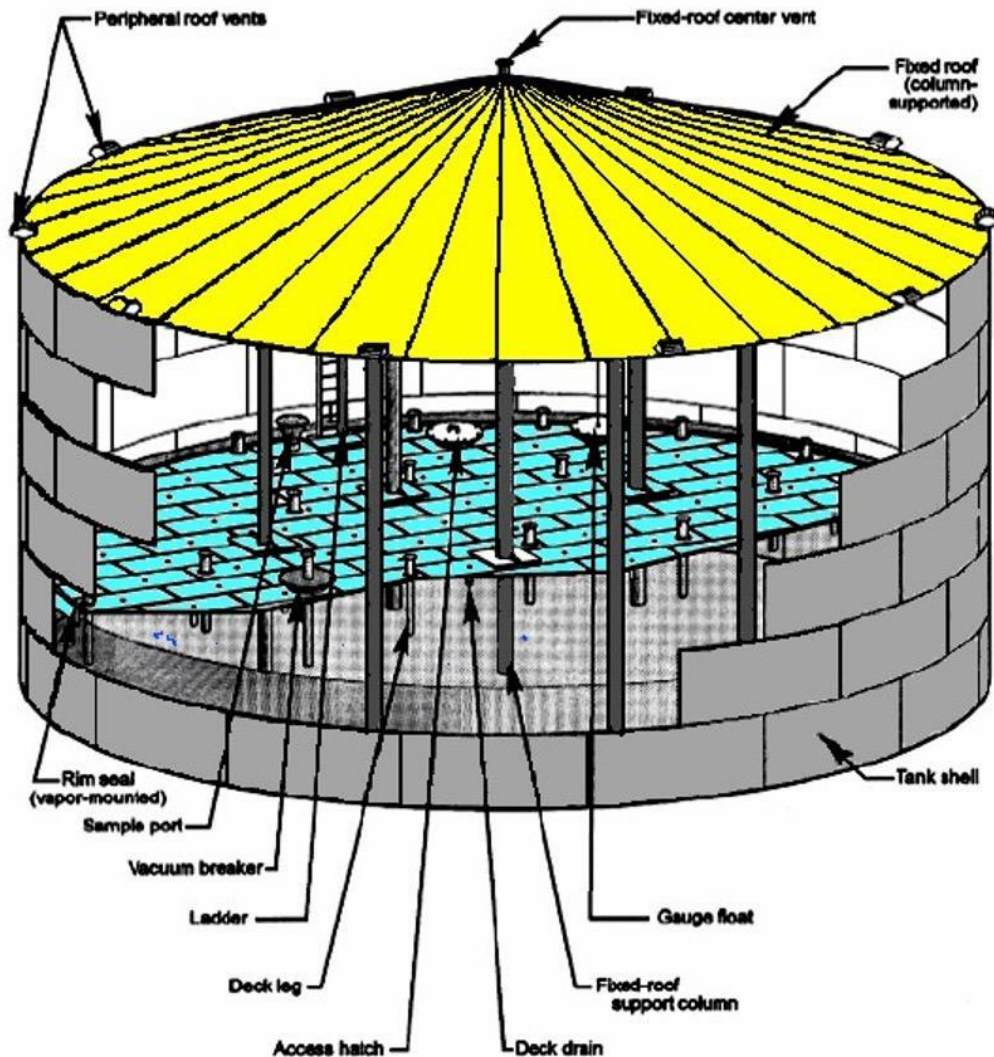
Η εσωτερική πλωτή οροφή καταλαμβάνει φυσικά έναν πεπερασμένο όγκο χώρου που μειώνει τη μέγιστη χωρητικότητα αποθήκευσης υγρών της δεξαμενής. Όταν η δεξαμενή είναι εντελώς γεμάτη, η πλωτή οροφή αγγίζει ή σχεδόν αγγίζει τη σταθερή οροφή. Κατά συνέπεια, το πραγματικό ύψος της δεξαμενής μειώνεται, περιορίζοντας έτσι την ικανότητα αποθήκευσης. Η μείωση στο πραγματικό ύψος κυμαίνεται από

περίπου 0,15 έως 0,6 m, ανάλογα με τον τύπο και το σχέδιο της πλωτής οροφής που χρησιμοποιείται.

Όλοι οι τύποι εσωτερικών πλωτών οροφών, όπως οι εξωτερικές πλωτές στέγες, συνήθως ενσωματώνουν στεγανοποιήσεις στεφάνων που γλιστρούν στον τοίχο της δεξαμενής καθώς η οροφή κινείται πάνω και κάτω. Γενικά παρέχονται αεραγωγοί κυκλοφορίας και υπάρχει ανοιχτός αεραγωγός στην κορυφή της σταθερής οροφής για την ελαχιστοποίηση της συσσώρευσης ατμών υδρογονανθράκων σε συγκεντρώσεις που πλησιάζουν το εύφλεκτο εύρος. Οι απαγωγείς φλόγας είναι μια επιλογή που μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την προστασία της δεξαμενής από φωτιά ή έκρηξη. Όταν χρησιμοποιούνται, δεν παρέχονται αεραγωγοί κυκλοφορίας. Ο εξαερισμός της δεξαμενής πραγματοποιείται μέσω εξαερισμού πίεσης-κενού και απαγωγή φλόγας.

Τα χαρακτηριστικά σχεδιασμού της εσωτερικής πλωτής οροφής μπορούν να συνοψιστούν ως εξής:

- Μια πραγματικά ατμοστεγής δοκός σφιγκτήρα από μέταλλο αναπτύσσει την πλήρη αντοχή του ίδιου του δέρματος του καταστρώματος
- Μια φτιαχτή άρθρωση περιστροφής εξαλείφει την πίεση στα άκρα του πλωτού επιτρέποντας την κάμψη όπου χρειάζεται
- Οι σέλες του πλωτού στηρίζουν τις δοκούς του σφιγκτήρα στο πλωτήρα και κατανέμουν το συγκεντρωμένο φορτίο για να διασφαλιστεί ότι δεν τοπικά λυγίζουν
- Οι βιδωτές συνδέσεις είναι ανθεκτικές στη διάβρωση
- Στερέωση από ανοξείδωτο χάλυβα μειώνει τις εκπομπές από δεξαμενές σταθερής οροφής έως και 97% και πληροί τα πρότυπα ελέγχου VOC και Περιβαλλοντικής Προστασίας.



Εικόνα 40: Δεξαμενή εσωτερική πλωτής οροφής

4.9.3 Δεξαμενές πλωτής εξωτερικής οροφής με θόλο

Οι εξωτερικές δεξαμενές πλωτής οροφής με θόλο έχουν τον βαρύτερο τύπο καταστρώματος που χρησιμοποιείται σε εξωτερικές δεξαμενές πλωτής οροφής καθώς και σταθερή οροφή στην κορυφή του κελύφους όπως εσωτερικές δεξαμενές πλωτής οροφής. Οι εξωτερικές δεξαμενές πλωτής οροφής με θόλο συνήθως προκύπτουν από τη μετασκευή μιας εξωτερικής δεξαμενής πλωτής οροφής με σταθερή οροφή.

Όπως και με τις εσωτερικές δεξαμενές πλωτής οροφής, η λειτουργία της σταθερής οροφής δεν είναι να λειτουργεί ως φράγμα υδρατμών, αλλά να εμποδίζει τον άνεμο. Ο τύπος σταθερής οροφής που χρησιμοποιείται συχνότερα είναι μια αυτοφερόμενη οροφή με θόλο αλουμινίου, η οποία είναι βιδωμένης κατασκευής. Όπως και οι εσωτερικές δεξαμενές πλωτής οροφής, αυτές οι δεξαμενές αερίζονται ελεύθερα από αεραγωγούς κυκλοφορίας στην κορυφή της σταθερής οροφής. Ωστόσο, τα εξαρτήματα καταστρώματος και τα στεγανοποιητικά είναι βασικά πανομοιότυπα με αυτά των εξωτερικών δεξαμενών πλωτής οροφής (Karl & Aprilia, 2012). Η οροφή με θόλο αλουμινίου έχει ορισμένα προηγμένα χαρακτηριστικά:

- Ο σχεδιασμός του θόλου εξαλείφει την ανάγκη για εσωτερικές δομές στήριξης, ενώ τα κράματα αλουμινίου υψηλής αντοχής και τα ανθεκτικά στη διάβρωση υλικά παρέχουν μεγάλη διάρκεια ζωής.
- Οι σωστά σχεδιασμένοι δακτύλιοι που διαθέτει διασφαλίζουν ότι η πλευρική δύναμη που δημιουργείται από τον θόλο δεν μεταφέρεται στο κέλυφος της δεξαμενής, εξαλείφοντας την ανάγκη για πρόσθετη ενίσχυση ή τροποποιήσεις του κελύφους της δεξαμενής.
- Οι δοκοί σχεδιάζονται με μια σχισμή βιδώματος με εξώθηση συνεχούς σπειρώματος. Αυτή η σχισμή βιδώματος παρέχει μεγαλύτερη περιοχή εμπλοκής σπειρώματος και μεγαλύτερη αντίσταση έλξης από ό,τι στα συμβατικά σχέδια.
- Τα επικαλυπτόμενα πάνελ ρίχνουν φυσικά νερό και στερεώνονται στη θέση τους με κατασκευασμένη μπάρα και κρυφό σύστημα φλάντζας. Αυτή η λεπτομέρεια επιτρέπει στα πάνελ της οροφής να λυγίζουν ενώ προστατεύει τα φύλλα από το συρρίκνωση και τα μπουλόνια από τη διαρροή.
- Ο θόλος αλουμινίου μειώνει τις απώλειες ατμών που προκαλούνται από τον άνεμο, βοηθά στη μείωση της οσμής και παρέχει σημαντικές πιστώσεις εκπομπών.
- Η συντήρηση της πλωτής οροφής και της στεγανοποίησης μειώνεται δραστικά λόγω της έλλειψης βρόχινου νερού και έκθεσης στην υπεριώδη ακτινοβολία.



Εικόνα 41: Δεξαμενή πλωτής οροφής με θόλο

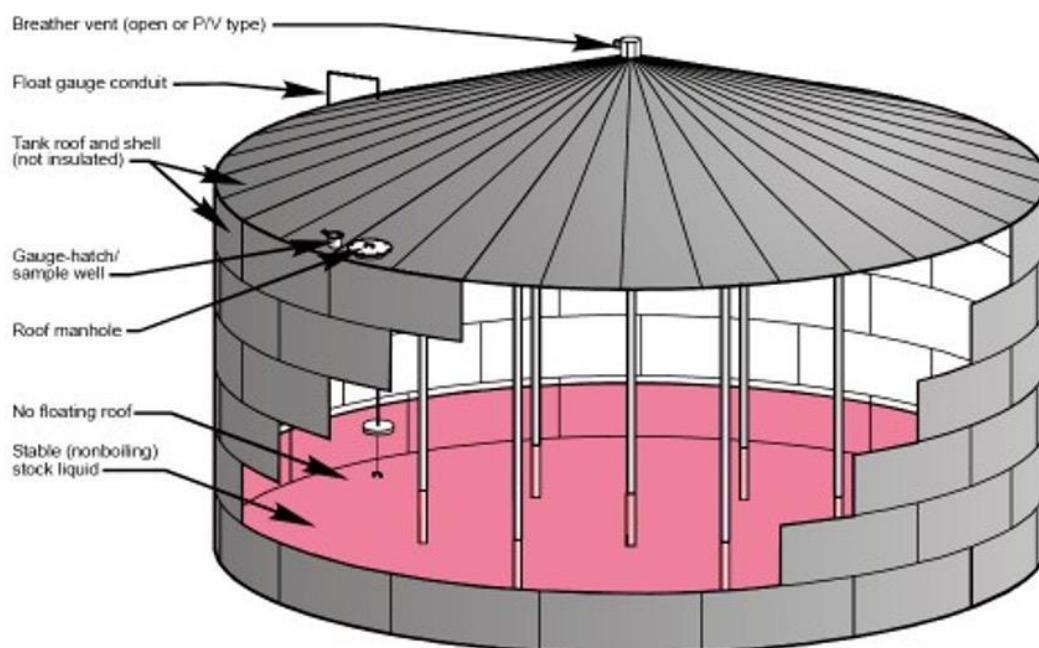
4.10 Άλλοι τύποι δεξαμενών

4.10.1 Δεξαμενές σταθερής οροφής

Από τα επί του παρόντος χρησιμοποιούμενα σχέδια δεξαμενών, η δεξαμενή σταθερής οροφής είναι η λιγότερο δαπανηρή στην κατασκευή και γενικά θεωρείται ο ελάχιστος αποδεκτός εξοπλισμός για την αποθήκευση των πτητικών οργανικών υγρών. Μια τυπική δεξαμενή σταθερής οροφής, αποτελείται από ένα κυλινδρικό χαλύβδινο κέλυφος με οροφή σε σχήμα κώνου ή θόλου που είναι μόνιμα στερεωμένη στο κέλυφος της δεξαμενής. Οι πιο πρόσφατες δεξαμενές είναι πλήρως συγκολλημένης κατασκευής και έχουν σχεδιαστεί για να είναι στεγανές τόσο σε υγρά όσο και σε αμούς. Ωστόσο, οι παλιότερες δεξαμενές μπορεί να είναι κατασκευασμένες με πριτσίνια ή βίδες και μπορεί να μην είναι στεγανές (Nabil, 2021). Μια βαλβίδα πίεσης-κενού, η οποία εγκαθίσταται συνήθως σε πολλές δεξαμενές σταθερής οροφής, επιτρέπει στη δεξαμενή να λειτουργεί με ελαφρά εσωτερική πίεση ή κενό. Τα ανοίγματα εξαερισμού ρυθμίζονται συνήθως στα 0,19 kPa σε δεξαμενές σταθερής οροφής ατμοσφαιρικής πίεσης. Επειδή αυτή η βαλβίδα αποτρέπει την απελευθέρωση ατμών μόνο κατά τις πολύ μικρές αλλαγές στη θερμοκρασία, τη βαρομετρική πίεση ή τη στάθμη του υγρού, οι εκπομπές από μια δεξαμενή σταθερής οροφής μπορεί να είναι αισθητές.

Για τις δεξαμενές σταθερής οροφής, η ονομαστική χωρητικότητα είναι ο γεωμετρικός όγκος από το κάτω μέρος της δεξαμενής μέχρι τη γωνία κράσπεδου, η οποία είναι μια μεταλλική γωνία που συγκολλάται κατά μήκος της περιφέρειας στο πάνω μέρος του κυλινδρικού τμήματος της δεξαμενής (Karl & Aprilia, 2012).

Επιπλέον, οι μετρητές πλωτήρα και τα φρεάτια οροφής παρέχουν πρόσβαση σε αυτές τις δεξαμενές και επίσης χρησιμεύουν ως πιθανές πηγές πτητικών εκπομπών. Οι αεραγωγοί εξαερισμού μπορούν να ονομάζονται αεραγωγοί διατήρησης, αν και σχεδόν δεν υπάρχει καμία διατήρηση των ατμών σε τέτοιες ρυθμίσεις χαμηλής πίεσης. Γενικά, ο όρος εξαερισμός διατήρησης χρησιμοποιείται για να περιγράψει μια ρύθμιση πίεσης 17 kPa ή λιγότερο. Οι αεραγωγοί με ρυθμίσεις μεγαλύτερες από 17 kPa ονομάζονται συνήθως αεραγωγοί «πίεσης».



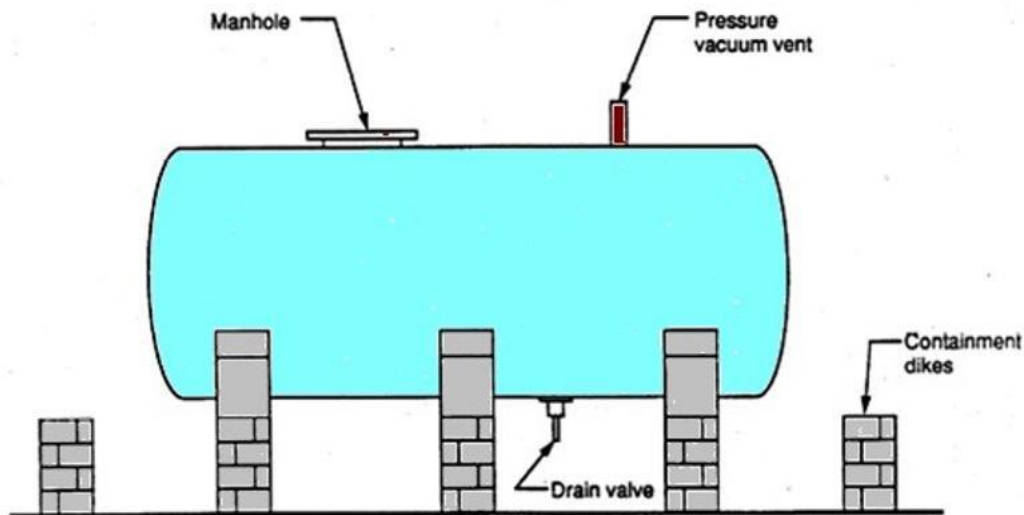
Εικόνα 42: Δεξαμενή σταθερής οροφής

4.10.2 Οριζόντιες δεξαμενές

Οι οριζόντιες δεξαμενές κατασκευάζονται τόσο για υπέργεια όσο και για υπόγεια υπηρεσία. Οι οριζόντιες δεξαμενές κατασκευάζονται συνήθως από χάλυβα, χάλυβα με επικάλυψη από υαλοβάμβακα ή πολυεστέρα ενισχυμένο με υαλοβάμβακα. Οι οριζόντιες δεξαμενές είναι γενικά μικρές δεξαμενές αποθήκευσης με χωρητικότητα μικρότερη από 75.710 λίτρα.

Οι οριζόντιες δεξαμενές κατασκευάζονται έτσι ώστε το μήκος της δεξαμενής να μην είναι μεγαλύτερο από έξι φορές τη διάμετρο της, για να διασφαλίζεται η δομική τους ακεραιότητα. Οι οριζόντιες δεξαμενές είναι συνήθως εξοπλισμένες με αεραγωγούς πίεσης-κενού, καταπακτές μετρητή και φρεάτια δειγματοληψίας και φρεάτια για να παρέχει πρόσβαση σε αυτές τις δεξαμενές. Επιπλέον, οι υπόγειες δεξαμενές μπορούν να προστατεύονται καθοδικά για να αποφευχθεί η διάβρωση του κελύφους της δεξαμενής. Η καθοδική προστασία επιτυγχάνεται με την τοποθέτηση θυσιαστικών ανοδίων στη δεξαμενή που είναι συνδεδεμένες σε ένα σύστημα εντυπωμένου ρεύματος ή με τη χρήση γαλβανικών ανοδίων στη δεξαμενή. Ωστόσο, η εσωτερική καθοδική προστασία δεν χρησιμοποιείται πλέον ευρέως στη βιομηχανία πετρελαίου, λόγω των αναστολέων διάβρωσης που βρίσκονται τώρα στα περισσότερα προϊόντα εξευγενισμού πετρελαίου (Nabil, 2021).

Οι πιθανές πηγές εκπομπών για τις υπέργειες οριζόντιες δεξαμενές είναι οι ίδιες με εκείνες για τις δεξαμενές σταθερής οροφής. Οι εκπομπές από υπόγειες δεξαμενές αποθήκευσης συνδέονται κυρίως με αλλαγές στη στάθμη του υγρού στη δεξαμενή. Οι απώλειες λόγω αλλαγών στη θερμοκρασία ή τη βαρομετρική πίεση είναι ελάχιστες για τις υπόγειες δεξαμενές, επειδή η γύρω γη περιορίζει την ημερήσια αλλαγή θερμοκρασίας και οι αλλαγές στη βαρομετρική πίεση θα οδηγούσαν σε μικρές μόνο απώλειες.



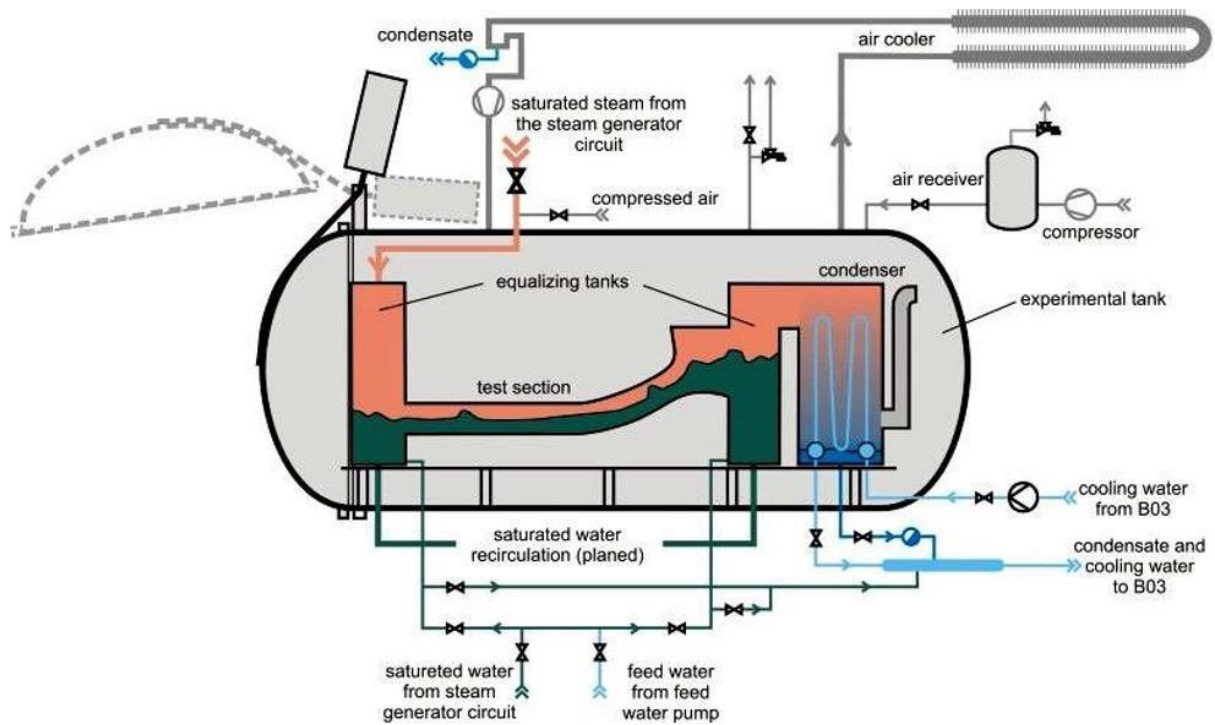
Εικόνα 43: Τυπική υπέργεια οριζόντια δεξαμενή

4.10.3 Δεξαμενές πίεσης

Δύο κατηγορίες δεξαμενών πίεσης χρησιμοποιούνται γενικά: χαμηλής πίεσης και υψηλής πίεσης. Οι δεξαμενές πίεσης χρησιμοποιούνται γενικά για την αποθήκευση οργανικών υγρών και αερίων με υψηλές πιέσεις ατμών και βρίσκονται σε πολλά

μεγέθη και σχήματα, ανάλογα με την πίεση λειτουργίας της δεξαμενής. Οι δεξαμενές πίεσης είναι εξοπλισμένες με αεραγωγό πίεσης-κενού που έχει ρυθμιστεί για να αποτρέπει την απώλεια εξαερισμού από βρασμό και την απώλεια αναπνοής από ημερήσιες αλλαγές θερμοκρασίας ή βαρομετρικής πίεσης.

Το δοχείο πίεσης επιτρέπει στην αντλία να λειτουργεί περιστασιακά αντί κάθε φορά που ανοίγει μια βρύση. Το βασικό σύστημα συχνά βελτιώνεται, είτε από ανάγκη είτε για βελτιωμένη απόδοση, με ένα σύστημα παροχής σταθερής πίεσης (Karl & Aprilia, 2012).



Εικόνα 44: Δεξαμενή πίεσης

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5^ο: Δεξαμενή νερού σε δασική έκταση

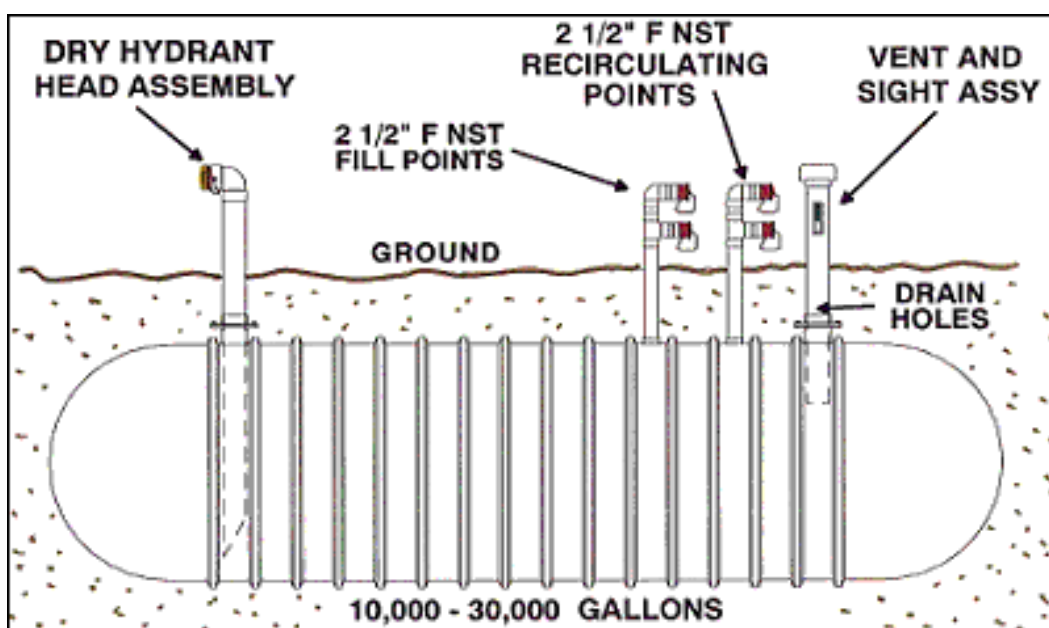
5.1 Επιλογή υπέργειας ή υπόγειας δεξαμενής

Οι υπέργειες δεξαμενές παρέχουν συνεχή παροχή νερού για μόνιμες τοποθεσίες νερού. Αυτές οι δεξαμενές αποθήκευσης ποικίλλουν σε μέγεθος από 400 έως 19.000 λίτρα. Μπορεί να χρησιμοποιούν ηλιακές αντλίες ή συστήματα τροφοδοσίας με βαρύτητα για την πλήρωση της δεξαμενής. Οι δεξαμενές πρέπει να τοποθετούνται εκτός παρόχθιων περιοχών για να μειωθούν οι επιπτώσεις στο περιβάλλον των ρεμάτων. Για την επιλογή τοποθεσίας της εγκατάστασης της δεξαμενής νερού πρέπει να ληφθεί υπόψιν το γεγονός ότι πρέπει να είναι μακριά από παρόχθιες περιοχές ή παραποτάμια ζώνη.

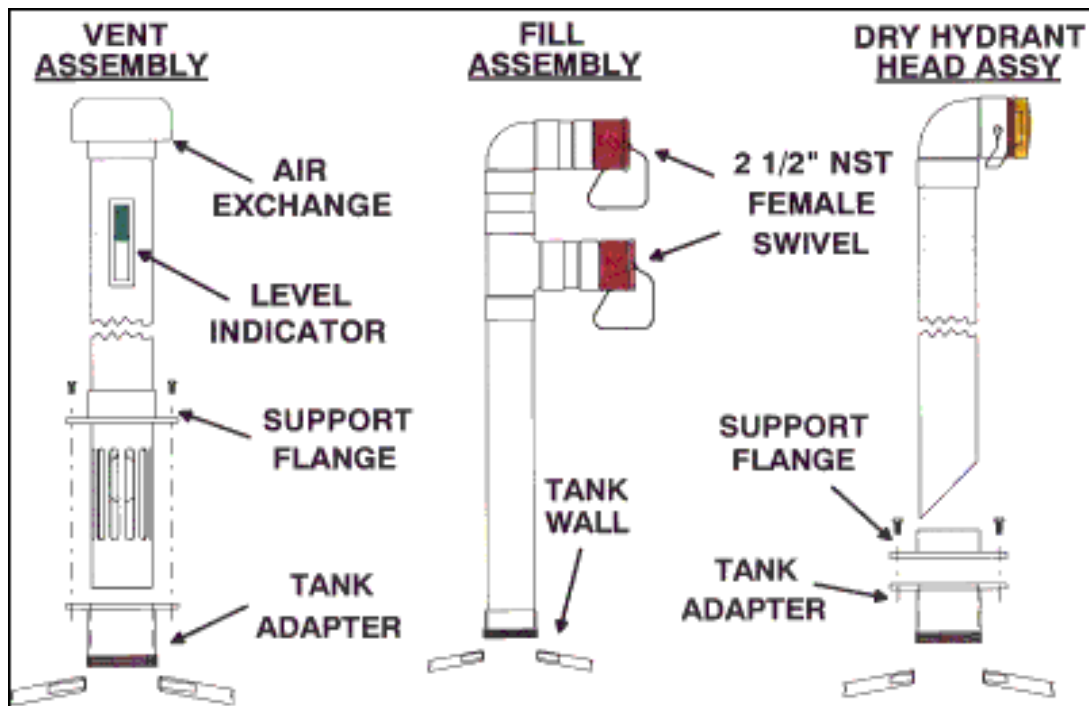
Οι υπέργειες δεξαμενές είναι επιρρεπείς σε βανδαλισμούς. Οι ηλιακές αντλίες και οι συνδέσεις μπορεί να απαιτούν συντήρηση. Εάν μια υπέργεια δεξαμενή ενέχει κινδύνους από βανδαλισμούς, μια υπόγεια δεξαμενή μπορεί να εξυπηρετεί καλύτερα τις ανάγκες.

Οι υπόγειες δεξαμενές είναι παρόμοιες με τις υπέργειες δεξαμενές, καθώς παρέχουν συνεχή παροχή νερού. Οι δεξαμενές κυμαίνονται από 38.000 έως 114.000 λίτρα. Οι υπόγειες δεξαμενές χρησιμοποιούνται σε περιοχές όπου απαιτείται μια μόνιμη θέση πηγής νερού. Οι δεξαμενές μπορούν να γεμίσουν από διάφορες πηγές, συμπεριλαμβανομένης μιας γραμμής νερού που τροφοδοτείται από ένα ρέμα ή μια πηγή. Η διοχέτευση νερού στη δεξαμενή επιτρέπει στο σχεδιαστή να εντοπίσει τη δεξαμενή εκτός της παρόχθιας περιοχής. Η δεξαμενή και η περιοχή πλήρωσης μοιράζονται επίσης την ίδια θέση, οπότε μπορεί να σχεδιαστεί μια πολύ μικρότερη εγκατάσταση. Η καθορισμένη περιοχή πλήρωσης συχνά συνδέεται με έναν υφιστάμενο δρόμο.

Οι υπόγειες δεξαμενές απαιτούν συντήρηση για να λειτουργούν αξιόπιστα. Χρειάζεται επιθεώρηση των γραμμών νερού της δεξαμενής ετησίως. Ανάλογα με τη μέθοδο άντλησης (ξηρά-υδραγωγός-οπές αναρρόφησης) το μέγεθος και ο τύπος του σωλήνα μπορεί να αλλάξει (Napper, 2006).



Εικόνα 45: Υπόγεια δεξαμενή



Εικόνα 46: Εξαρτήματα σωλήνων για υπόγειες δεξαμενές

Κατά τη χρήση πυροσβεστικών εγκαταστάσεων θα πρέπει να δίδεται προσοχή στα παρακάτω κύρια σημεία (Napper, 2006):

- Για τη δημιουργία εγκαταστάσεων προτιμούνται σωλήνες μικρής διαμέτρου διότι διευκολύνουν τόσο την εγκατάσταση όσο και την πιθανή μεταφορά της.
- Να γίνεται υπολογισμός των υψομετρικών διαφορών για την αύξηση ή ελάττωση της πίεσης. Κατά ένα πρακτικό κανόνα έχουμε αύξηση ή μείωση της πίεσης κατά μια ατμόσφαιρα ανά 9 m περίπου υψομετρικής διαφοράς.
- Ανά 100 - 200 μέτρα περίπου της εγκατάστασης να χρησιμοποιείται δίκρουνο ή άλλη διάταξη που να επιτρέπει τη διακοπή της ροής του νερού για αντικατάσταση ή προσθήκη σωλήνας.
- Πάντοτε να διατηρείται εντός της δεξαμενής το 10% έως 20% περίπου του νερού για αυτοπροστασία.

5.2 Απαιτήσεις οπής για τη δεξαμενή

Συνήθως ο προσαρμογέας με σπείρωμα NPT ή ο προσαρμογέας επίπεδης φλάντζας είναι τα δύο προτιμώμενα πρότυπα.

Γενικά, μπορεί να χρειαστούν πέντε οπές ή ανοίγματα στην οροφή των δεξαμενών:

- Ανθρώπινη πρόσβαση στο εσωτερικό της δεξαμενής.
- Οπές εξαερισμού δεξαμενής για εισαγωγή και απόρριψη αέρα.
- Οπές αναρρόφησης ξηρού κρουνού για την άντληση της παροχής.
- Οπές πλήρωσης για επαναπλήρωση και κυκλοφορία του νερού.
- Μετρητής βάθους - οπές ανιχνευτή.

5.2.1. Ανθρώπινη πρόσβαση

Γενικά, αυτό θα είναι ένα τετράγωνο ή στρογγυλό άνοιγμα 2 ft² στη δεξαμενή. Αν και δεν διαθέτουν όλες οι δεξαμενές, παρέχουν ένα μέσο εισόδου στη δεξαμενή σε

περίπτωση που απαιτούνται επισκευές ή καθαρισμός. Ο κατασκευαστής της δεξαμενής έχει συνήθως τυποποιημένες διαμορφώσεις αυτών των ανοιγμάτων. Οι σκάλες μπορούν επίσης να είναι προεγκατεστημένες στο εσωτερικό της δεξαμενής. Τα ανοίγματα πρέπει να τοποθετούνται αρκετά ψηλά πάνω από το επίπεδο του εδάφους ώστε να αποτρέπεται η είσοδος επιφανειακών υδάτων στη δεξαμενή κατά τη διάρκεια ισχυρών βροχοπτώσεων. Συνιστάται ιδιαίτερα, εάν εγκατασταθεί διάδρομος πρόσβασης, η πρόσβαση να γίνεται με μηχανισμό κλειδώματος επαρκή για την αποφυγή βανδαλισμών και ατυχημάτων (Napper, 2006).

5.2.2. Τρύπες εξαερισμού

Η ταχεία εισροή και εκροή νερού απαιτεί ελεύθερη ανταλλαγή αέρα. Ο εξαεριστήρας δεξαμενής παρέχει διάφορες λειτουργίες που είναι απαραίτητες για την προστασία και τη χρήση θαμμένων δεξαμενών για πυροπροστασία (Nabil, 2021).

- Επιτρέπει την ελεύθερη διαφυγή του αέρα κατά την πλήρωση, αποτρέποντας την καταπόνηση και τη ρήξη της δεξαμενής.
- Επιτρέπει την ελεύθερη εισροή αέρα κατά τη διάρκεια του τραβήγματος, αποτρέποντας την κατάρρευση της δεξαμενής.
- Παρέχει ένα παράθυρο από γυαλί θέασης, το οποίο επιτρέπει την προβολή ενός κόκκινου/πράσινου δείκτη από αρκετή απόσταση. Το «πράσινο» υποδεικνύει ότι η δεξαμενή είναι γεμάτη με νερό, έτοιμη για χρήση, ενώ το «κόκκινο» υποδεικνύει ότι η δεξαμενή έχει διαρροή ή ότι δεν ξαναγεμίστηκε μετά την τελευταία χρήση. Ανεξάρτητα από το «κόκκινο» συνήθως υποδεικνύει κάποιο πρόβλημα.
- Τέσσερις οπές στο κάτω άκρο του αεραγωγού λειτουργούν ως αποστράγγιση σε περίπτωση υπερπλήρωσης του συστήματος. Καθώς το νερό αναζητά τη δική του στάθμη, αυτή η διάταξη αποστράγγισης αποτρέπει το πάγωμα όλων των σωλήνων που εκτείνονται στην επιφάνεια.
- Ο ίδιος ο εξαερισμός κατασκευάζεται με σωλήνα PVC 8" Schedule 40 με εξωτερική διάμετρο 8,73 ίντσες. Το άκρο της δεξαμενής του αεραγωγού έχει σχεδιαστεί με ένα κάτω κλουβί μήκους 2 ποδιών και φιλοξενεί τη σφαίρα πλωτήρα. Αυτό το άκρο του εξαερισμού πρέπει να περάσει μέσα από το τοίχωμα της δεξαμενής και να επεκταθεί προς τα κάτω στο νερό, προκειμένου να λειτουργεί σωστά ο δείκτης ορατότητας. Το τμήμα αυτό διαθέτει αρκετές επιμήκεις σχισμές που παρέχουν ελεύθερη κίνηση του αέρα και του νερού προς τη σφαίρα πλωτήρα και το ανώτερο τμήμα του σωλήνα.

Το κάτω συγκρότημα κλωβού είναι σημαντικό για διάφορους λόγους:

- Βοηθά στην αποφυγή ζημιών κατά τη μεταφορά στο συγκρότημα σφαιρών και ράβδων πλωτήρα.
- Βοηθά στην αποφυγή ζημιών από το χειρισμό κατά την εγκατάσταση.
- Βοηθά στην αποφυγή ζημιών από τις αναταράξεις του νερού στο εσωτερικό της δεξαμενής κατά τη διάρκεια των εργασιών πλήρωσης και τραβήγματος.
- Παρέχει έναν χαμηλότερο οδηγό για το συγκρότημα σφαιρών και ράβδων πλωτήρα.
- Ενώ ο εξαεριστήρας στέρνας μπορεί να κατασκευαστεί και χωρίς κλωβό, η μονάδα μπορεί να λάβει εγγύηση μόνο εάν έχει κατασκευαστεί με κλωβό

Για την εγκατάσταση του εξαεριστήρα στέρνας σε μια δεξαμενή πρέπει να δοθούν ορισμένες προδιαγραφές στον κατασκευαστή της δεξαμενής, ώστε να διασφαλιστεί ότι θα υπάρχουν τα κατάλληλα μεγέθη οπών κατά την κατασκευή της δεξαμενής.

Υπάρχει απαίτηση:

- Υπάρχει απαίτηση 8 ιντσών Schedule 40 PVC με εξωτερική διάμετρο 8,73 ίντσες. Αυτός ο σωλήνας εκτείνεται κάτω από το τοίχωμα της δεξαμενής μέσα στο νερό, προκειμένου να λειτουργήσει η σφαίρα πλωτήρα. Ως εκ τούτου, το τοίχωμα της δεξαμενής πρέπει να έχει οπή διαμέτρου 8,75 ιντσών.

Το εξάρτημα στο τοίχωμα της δεξαμενής μπορεί να σχεδιαστεί με έναν από τους τρεις τρόπους:

1. Εγκατάσταση ενός σύνδεσμο NPT 10" στο τοίχωμα της δεξαμενής. Ένας «ειδικός» προσαρμογέας 10" NPT x 8" Flat Face Adapter μπορεί στη συνέχεια να χρησιμοποιηθεί για να συνδυαστεί με τον εξαερισμό της δεξαμενής.
2. Εγκατάσταση μιας «τυπικής» φλάντζα 10 Flat Face - 12 οπών βιδών. Ένας «ειδικός» προσαρμογέας 10 "x 8" Flat Face Adapter, με εξωτερικό σχέδιο οπών για 10" και εσωτερικό σχέδιο οπών για 8" μπορεί στη συνέχεια να χρησιμοποιηθεί για να ταιριάζει με τον εξαερισμό της δεξαμενής.
3. Εγκατάσταση μιας «ειδικής» φλάντζας 8" Flat Face, 8 οπών, με το I.D. επεξεργασμένο σε διάμετρο 8.75. Εάν η δεξαμενή κατασκευαστεί με αυτή τη φλάντζα, ο εξαερισμός του ντεπόζιτου θα μπει χωρίς να απαιτείται προσαρμογέας.

5.2.3. Τρύπες σωλήνων κρουνού

Ξηρός κρουνός είναι ο όρος που χρησιμοποιείται για μια συσκευή αναρρόφησης που επιτρέπει σε ένα πυροσβεστικό όχημα να αντλεί νερό από μια μη υπό πίεση πηγή. Στην προκειμένη περίπτωση, είναι μια θαμμένη δεξαμενή. Λειτουργεί σαν ένα τεράστιο καλαμάκι πόσης. Σε μια εφαρμογή δεξαμενής, ο κατακόρυφος σωλήνας για τον ξηρό κρουνό μπορεί να εγκατασταθεί με έναν από τους δύο τρόπους. Τα πλεονεκτήματα και τα μειονεκτήματα κάθε σχεδιασμού πρέπει να εξεταστούν πριν από τον καθορισμό αυτής της οπής στο τοίχωμα της δεξαμενής (Narper, 2006).

1. Ένας μονοκόμματος κατακόρυφος σωλήνας. Αυτός ο σχεδιασμός χρησιμοποιεί έναν ενιαίο σωλήνα, ο οποίος διέρχεται από το τοίχωμα της δεξαμενής και εκτείνεται μέχρι τον πυθμένα της δεξαμενής. Συνήθως κατασκευάζεται με σωλήνα PVC. Όπως σημειώθηκε προηγουμένως με τον εξαερισμό της δεξαμενής, αυτή η μέθοδος απαιτεί μεγαλύτερο άνοιγμα που θα επέτρεπε σε έναν σωλήνα 6 ιντσών, με εξωτερική διάσταση 6,73 ίντσες, να περάσει μέσα από το τοίχωμα της δεξαμενής. Πρέπει να δοθούν προδιαγραφές στον κατασκευαστή της δεξαμενής για να διασφαλιστεί ότι κατά τη διάρκεια της κατασκευής της δεξαμενής παρέχονται τα κατάλληλα μεγέθη οπών για αυτόν τον σχεδιασμό.

Απαίτηση:

Ο μονοκόμματος σωλήνας PVC χρησιμοποιεί 6" Schedule 40 ή 80 PVC με εξωτερική διάμετρο 6,73 ίντσες. Αυτός ο σωλήνας εκτείνεται κάτω από το τοίχωμα της δεξαμενής μέσα στο νερό μέχρι τον πυθμένα της δεξαμενής για μέγιστη χρήση της αποθηκευμένης παροχής. Ως εκ τούτου, το τοίχωμα της δεξαμενής πρέπει να έχει οπή διαμέτρου 6,75 ιντσών.

Λύση: Εγκατάσταση είτε ενός εξαρτήματος με σπείρωμα 8" F NPT στο τοίχωμα της δεξαμενής είτε μια τυπική φλάντζα 8" με επίπεδη επιφάνεια 8 βιδών. Μπορεί επίσης να εγκατασταθεί μια ειδική φλάντζα επίπεδης όψης. Ο μονοκόμματος σωλήνας είναι η προτιμώμενη μέθοδος, καθώς δεν υπάρχει κίνδυνος διαρροής αέρα και ο σωλήνας PVC κόβεται στο επίπεδο του εδάφους, εάν χτυπηθεί από αυτοκίνητο. Η πρόβλεψη ενός σημείου διάτμησης

μειώνει τον κίνδυνο βλάβης της δεξαμενής, που συνήθως παρατηρείται όταν χρησιμοποιείται χαλύβδινος σωλήνας. Η μόνη διαφορά είναι ότι χρησιμοποιείται προσαρμογέας 8 "x 6" αντί για προσαρμογέα 10 "x 8". Αυτός ο προσαρμογέας είναι επίσης διαθέσιμος. Για τη στήριξη του βάρους του σωλήνα PVC, διατίθεται μια μονοκόμματη φλάντζα 6" Schedule 80, με I.D. ομαλής ολίσθησης (για συγκόλληση). Η φλάντζα επικολλάται στον κατακόρυφο σωλήνα όπως έχει τοποθετηθεί και αναρτά τον σωλήνα πάνω από το κάτω εσωτερικό τοίχωμα της δεξαμενής. Το PVC είναι επίσης εξαιρετικό για την εφαρμογή μιας ποικιλίας φίλτρων που αποτρέπουν τη δημιουργία σπηλαίωσης καθώς η στάθμη του νερού πέφτει κοντά στον πυθμένα κατά τη διάρκεια του τραβήγματος. Μπορεί να χρησιμοποιηθεί σωλήνας PVC Schedule 80 ή τυπικός σωλήνας Schedule 40, καθώς και οι δύο έχουν την ίδια εξωτερική διάμετρο.

2. Κατακόρυφος σωλήνας δύο τεμαχίων με σπειρώματα. Το κατώτερο τμήμα του σωλήνα, το οποίο εγκαθίσταται εργοστασιακά στο εσωτερικό της δεξαμενής, θα βιδώνει σε ένα σύνδεσμο 6" Female NPT που είναι κατασκευασμένος στο άνω τοίχωμα της δεξαμενής. Ένα ανώτερο τμήμα σωλήνα θα εισχωρούσε στη συνέχεια στον ίδιο σύνδεσμο από την επάνω πλευρά της δεξαμενής. Στο άνω άκρο αυτού του σωλήνα θα συνδεθεί η κεφαλή του ξηρού κρουνού. Αυτή η μέθοδος επιλέγεται συνήθως όταν χρησιμοποιείται χαλύβδινος σωλήνας. Η μέθοδος των δύο σωλήνων, χρησιμοποιώντας χαλύβδινος σωλήνα έχει δύο κινδύνους: Καθώς πρόκειται για σύστημα αναρρόφησης, ο σχεδιασμός αυτός έχει έναν σύνδεσμο ή μια σύνδεση, η οποία μπορεί ενδεχομένως να παρουσιάσει διαρροή. Ο χαλύβδινος σωλήνας δεν θα διατμηθεί στο επίπεδο του εδάφους όταν χτυπηθεί από αυτοκίνητο. Αυτό συνήθως προκαλεί μεγάλες ζημιές στη δεξαμενή, που συχνά οδηγούν σε πλήρη αντικατάσταση της δεξαμενής.

Απαιτήση: Ένα τυπικό εξάρτημα 6" FNPT που τοποθετείται στο τοίχωμα της δεξαμενής.

5.2.4 Γέμισμα των οπών γραμμής

Ενώ είναι δυνατόν να χρησιμοποιηθεί οποιοδήποτε μέγεθος, τα δύο πιο συνηθισμένα εξαρτήματα πλήρωσης μεγέθους είναι τα 4" Storz και τα 2 ½" F NST. Και τα δύο συνήθως συνδέονται σε μια κάθετη γραμμή πλήρωσης 4". Ορισμένες δεξαμενές χρησιμοποιούν δύο ξεχωριστούς κατακόρυφους σωλήνες. Οι δύο σωλήνες, επιτρέπουν την ανακυκλοφορία του νερού με τον έναν και την επαναπλήρωση της δεξαμενής με τον άλλο.

Ο αριθμός των συνδέσεων σε έναν σωλήνα πλήρωσης μπορεί επίσης να ποικίλλει. Ενώ χρησιμοποιείται ένα μόνο εξάρτημα Storz 4" σε σωλήνα 4", συνήθως χρησιμοποιούνται δύο εξαρτήματα NST 2 ½" F. Ορισμένες δεξαμενές μπορεί να χρησιμοποιούν δύο σωλήνες πλήρωσης 4" με συνολικά τέσσερα θηλυκά σημεία σύνδεσης 2 ½". Τρία μπορούν να χρησιμοποιηθούν για πλήρωση και ένα για ανακυκλοφορία.

Απαιτήση: Οι τυποποιημένες λειτουργικές διαδικασίες (SOP) της πυροσβεστικής υπηρεσίας ή οι τοπικοί πυροσβεστικοί κώδικες που βρίσκονται στο γραφείο του πυροσβέστη συνήθως καθορίζουν τον αριθμό και τον τύπο των συνδέσεων πλήρωσης που απαιτούνται.

Οι κίνδυνοι των χαλύβδινων σωλήνων έναντι του PVC, όσον αφορά τη διάτμηση, ισχύουν και για τη γραμμή πλήρωσης.

5.3 Μετρητής βάθους - οπές ανιχνευτή

Ορισμένες υπηρεσίες ενδέχεται να απαιτούν ένα μέσο μέτρησης του πλήρους βάθους του νερού στη δεξαμενή. Καθώς ο εξαεριστήρας στέρνας μετρά μόνο τα πάνω δύο πόδια περίπου του νερού, πρέπει να χρησιμοποιηθούν άλλα μέσα εάν απαιτείται πλήρης μέτρηση. Δύο μέθοδοι έρχονται στο μυαλό.

1. Επιπλέουσα ράβδος ή ραβδί. Αυτή είναι μια απλή μέθοδος και μπορεί να γίνει εύκολα. Απλά τοποθετήστε μια μακριά ράβδο ή σωλήνα με σφραγισμένα τα άκρα και δείτε πού επιπλέει. Πρέπει να ληφθεί υπόψη το βάθος του νερού που απαιτείται για να επιπλεύσει η ράβδος κατά τη χρήση αυτού του τύπου μέτρησης. Η ράβδος μπορεί να έχει βυθιστεί στη δεξαμενή με 18" νερό που απομένει. Η σήμανση της ράβδου πρέπει να το λαμβάνει υπόψη.
2. Μετρητής ρολογιού. Αρκετοί κατασκευαστές κατασκευάζουν αυτόν τον τύπο μετρητή. Πρόκειται για μια μηχανική συσκευή που μετρά το βάθος του νερού χρησιμοποιώντας μια σταθμισμένη μπάλα που επιπλέει. Μοιάζει με ρολόι, με δείκτες που πηγαίνουν από το 1 έως το 12, εξ ου και η ονομασία «μετρητής ρολογιού».

Υπάρχει ωστόσο απαίτηση για σωλήνα 2" έως 3" προς την επιφάνεια. Το μόνο που απαιτείται είναι ένας θηλυκός σύνδεσμος NPT στο τοίχωμα της δεξαμενής.

5.4 Συναρμολόγηση εξαερισμού και οπτικού πεδίου του ντεπόζιτου

Το συγκρότημα εξαερισμού και οπτικού πεδίου του καζανιού είναι ένα πατενταρισμένο σχέδιο που επιτελεί τέσσερις σημαντικές λειτουργίες (Nabil, 2021):

- Παρέχετε μια είσοδο για τον αέρα, καθώς το νερό αντλείται.
- Προβλέψτε μια έξοδο για τον αέρα, καθώς γεμίζει η δεξαμενή.
- Παρέχει οπτική ένδειξη ετοιμότητας.
- Παρέχετε προστασία από το πάγωμα.

5.4.1 Χαρακτηριστικά σχεδιασμού

1. Σχέδιο: Καθώς το νερό απομακρύνεται από τη δεξαμενή, πρέπει να αντικατασταθεί με αέρα. Η μη παροχή επαρκούς εισαγωγής αέρα, περιορίζει τη σωστή ροή του νερού και/ή μπορεί να προκαλέσει την κατάρρευση της δεξαμενής λόγω αρνητικού κενού. Οι οπές εισαγωγής αέρα κάτω από το καπό, παρέχουν την απαραίτητη ροή αέρα, επιτρέποντας έτσι τη μέγιστη ροή νερού, ενώ παράλληλα αποτρέπουν τη ζημιά στα τοιχώματα της δεξαμενής.
2. Γέμισμα: Μετά τη χρήση, η δεξαμενή πρέπει να ξαναγεμίσει. Ο αέρας στη δεξαμενή εκτοπίζεται από το νερό. Η ίδια περιοχή εξαερισμού, που χρησιμοποιείται για την «αναρρόφηση», χρησιμοποιείται τώρα αντίστροφα για την «πλήρωση». Οι οπές εξαερισμού αποτρέπουν τη δημιουργία πίεσης, η οποία θα μπορούσε να προκύψει λόγω των γρήγορων ρυθμών πλήρωσης. Ο συνολικός σχεδιασμός του συστήματος υπόγειων δεξαμενών, επιτρέπει επίσης την ταυτόχρονη εκτέλεση των εργασιών αναρρόφησης και πλήρωσης.
3. Παράθυρα όρασης: Δύο διαφανή παράθυρα μήκους περίπου 12 ιντσών που βρίσκονται το ένα απέναντι από το άλλο κοντά στην κορυφή της μονάδας. Τα παράθυρα αυτά παρέχουν οπτικό έλεγχο της ετοιμότητας της παροχής νερού.

Στο παράθυρο είναι ορατός ένας έγχρωμος κύλινδρος που συνδέεται με μια σφαίρα πλωτήρα στο κάτω άκρο μιας ράβδου. Όταν είναι ορατό ένα «όλο πράσινο», η δεξαμενή είναι «γεμάτη» και έτοιμη για χρήση. Εάν στο παράθυρο της δεξαμενής είναι ορατό ένα «όλα κόκκινα», τότε η δεξαμενή είτε δεν ξαναγεμίστηκε μετά τη χρήση είτε η δεξαμενή έχει διαρροή και η στάθμη του νερού έχει υποχωρήσει κάτω από τα όρια. Ένας οπτικός συνδυασμός «κόκκινο & πράσινο» στη χρωματιστή φιάλη, θα υποδείκνυε μια στάθμη νερού μεταξύ των δύο προηγούμενων σημείων. Η ποσότητα νερού που απαιτείται για να "γεμίσει" η δεξαμενή, μπορεί να εκτιμηθεί από την απόσταση που εμφανίζεται στο παράθυρο. Ανάλογα με το σχεδιασμό του λαιμού της δεξαμενής και το βάθος στο οποίο είναι εγκατεστημένη η σφαίρα πλωτήρα, το παράθυρο αυτό μετρά μόνο το ανώτερο 1 έως 2 πόδια νερού στη δεξαμενή. Δεν έχει σχεδιαστεί ως μετρητής βάθους πλήρους νερού, αλλά ως ένδειξη ότι η δεξαμενή είναι γεμάτη και έτοιμη για χρήση.

4. Προστασία από το πάγωμα: Είναι απαραίτητο οι υδραυλικές εγκαταστάσεις που συνδέονται με υπόγειες δεξαμενές να διαθέτουν κάποιο μηχανισμό για την αποτροπή του παγώματος. Είναι πολύ εύκολο να γεμίσει υπερβολικά η δεξαμενή, καθώς το νερό αναπληρώνεται μετά τη χρήση. Η υπερπλήρωση, θα προκαλούσε άνοδο του νερού στην κορυφή της χαμηλότερης προέκτασης και κατά τη διάρκεια συνθηκών παγετού, θα μπορούσε ενδεχομένως να εμποδίσει τη χρήση της παροχής νερού ή να προκαλέσει ρήξη των υδραυλικών εγκαταστάσεων.

Καθώς τόσο ο σωλήνας «πλήρωσης» όσο και ο σωλήνας «αναρρόφησης» πρέπει να είναι στεγανοποιημένοι στη δεξαμενή, δεν μπορεί να δημιουργηθεί οδός αποστράγγισης σε αυτές τις θέσεις. Ωστόσο, ο εξαεριστήρας έχει σχεδιαστεί για να παρέχει αποστράγγιση για ολόκληρη τη δεξαμενή. Τέσσερις οπές διαμέτρου 1/4" που βρίσκονται γύρω από το κάτω μέρος του εξαερισμού, παρέχουν αποστράγγιση εάν το σύστημα το απαιτεί. Οι οδηγίες εγκατάστασης προβλέπουν την τοποθέτηση ενός στρώματος χαλικιού γύρω από αυτές τις οπές. Αυτό το χαλίκι παρέχει μια δεξαμενή «αποστράγγισης» για την υπερχειλίση. Καθώς το νερό αναζητά τη δική του στάθμη, αυτή η δεξαμενή «αποστράγγισης» επιτρέπει στο νερό, το οποίο μπορεί να παραμείνει στους σωλήνες πάνω από τη δεξαμενή, να αποστραγγιστεί στο έδαφος, αποτρέποντας το πάγωμα (Nabil, 2021).

5.5 Επιπτώσεις ροής

Ο αεραγωγός 8" έχει σχεδιαστεί για να λειτουργεί με μεγάλες κεφαλές αναρρόφησης (4 1/2", 5" ή 6") που έχουν ανοιχτό διάδρομο νερού έως 6". Το μεγαλύτερο από αυτά είναι ένα αρσενικό 6", με άνοιγμα διατομής 28,27 τετραγωνικών ιντσών.

Καθώς το νερό αναρροφάται από τη δεξαμενή, πρέπει να αντικαθίσταται από αέρα. Οι οπές εισαγωγής αέρα βρίσκονται κάτω από το καπό στο πάνω μέρος του εξαερισμού. Η περιοχή αυτή περιέχει 396 οπές, κάθε μία από τις οποίες έχει διάμετρο 0,44" και συνδυασμένη διατομή 60,2 τετραγωνικών ιντσών. Έτσι, η αναλογία αέρα εισαγωγής του εξαεριστήρα σε σύγκριση με την εκκένωση μιας αρσενικής κεφαλής 6" θα ήταν 2,13:1. Με άλλα λόγια, η «περιοχή εισαγωγής αέρα» είναι υπερδιπλάσια από το μέγεθος του σημείου «αναρρόφησης».

Μια λέξη προσοχής για τις περιοχές όπου μπορεί να σημειωθεί έντονη χιονόπτωση. Ενδέχεται να απαιτείται πρόσθετο ύψος για να διασφαλιστεί ότι η περιοχή εξαερισμού

παραμένει πάνω από το χιόνι. Πριν από τη χρήση, θα πρέπει να γίνει μια γρήγορη οπτική επιθεώρηση για να βεβαιωθείτε ότι δεν υπάρχουν περιορισμοί στην επιφάνεια του εξαερισμού. Οι κίνδυνοι που πρέπει να προσέξετε είναι: χιόνι, αμπέλια, σκουπίδια, βανδαλισμός, ζημιές και φωλιές εντόμων (Nabil, 2021).

5.5.1 Εκτιμήσεις αναρρόφησης

Πληροφορίες σχετικά με τη χρήση των θηλυκών κεφαλών ξηρών κρουνών. Ένας «θηλυκός» στεγανός κρουνός δεν έχει την ίδια διάμετρο υδροροής με έναν «αρσενικό» στεγανό κρουνό. Λόγω του σχεδιασμένου πάχους τοιχώματος που απαιτείται για τον θηλυκό περιστρεφόμενο κρουνό, η δίοδος νερού μειώνεται. Για έναν θηλυκό στεγανό κρουνό 6" η πραγματική διαδρομή νερού μετράει μόνο 5" I.D. Για να έχετε πλήρη διαδρομή νερού 6", θα πρέπει να χρησιμοποιήσετε έναν "αρσενικό" στεγανό κρουνό.

Ενώ η μικρότερη δίοδος νερού στη θηλυκή κεφαλή θα μείωνε τη ροή, εφόσον χρησιμοποιήθηκε σωλήνας αναρρόφησης 6" και σωλήνας αναρρόφησης 6" ή μεγαλύτερος, η συνολική απώλεια ροής θα είναι ελάχιστη.

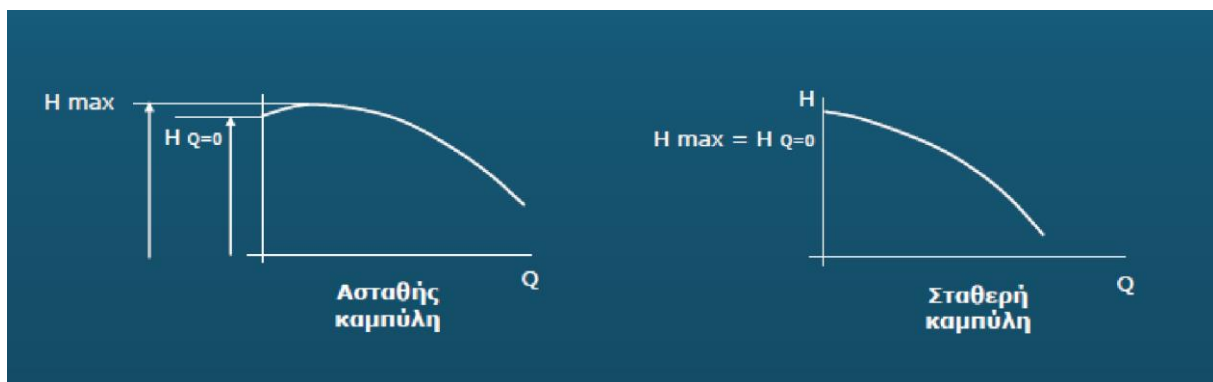
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6^ο: Σχεδιασμός συστημάτων πυρόσβεσης

6.1 Πρότυπο EN12845

Σύμφωνα με την Πυροσβεστική Διάταξη 15/2014(ΦΕΚ Β' 3149/24-11-2014), η μελέτη, η σχεδίαση και η εγκατάσταση συστημάτων πυρόσβεσης με νερό καθορίζεται από το πρότυπο ΕΛΟΤ EN 12845, όπως κάθε φορά ισχύει. Το πρότυπο αυτό καθορίζει μόνο τον τρόπο μελέτης-σχεδίασης-εγκατάστασης του συστήματος και όχι τον τόπο και τον χρόνο. Αυτοί καθορίζονται από την νομοθεσία πυρασφάλειας. Καλύπτει τις διαβαθμίσεις κινδύνων, την πρόβλεψη διαθέσιμου νερού, τα υλικά που θα χρησιμοποιηθούν, τις δοκιμές του συστήματος, τη συντήρηση και τις κατασκευαστικές λεπτομέρειες των εγκαταστάσεων

6.2 Αντλίες νερού και κανονισμοί για πυροπροστασία

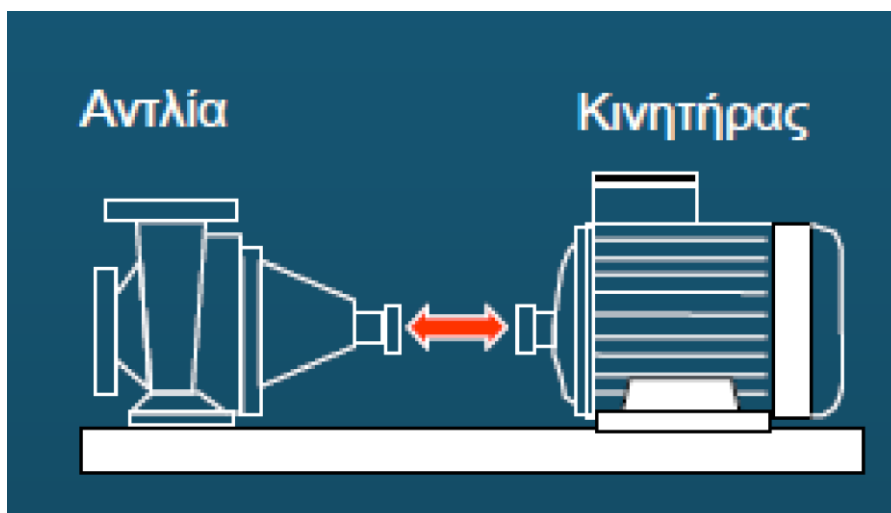
Ο τρόπος μεταφοράς του νερού από την δεξαμενή που βρίσκεται αποθηκευμένο μέχρι τα σημεία συλλογής του από τα πυροσβεστικά οχήματα γίνεται με την κατάλληλη αντλία νερού. Το πρότυπο ΕΛΟΤ EN 12845 ορίζει ότι η αντλία που θα επιλέξουμε πρέπει να έχει σταθερή καμπύλη Q/H , δηλαδή να παρουσιάζει μέγιστο μανομετρικό όταν έχουμε μηδενική παροχή, και το μανομετρικό να μειώνεται διαρκώς με την αύξηση της παροχής.



Εικόνα 47: Παράδειγμα ασταθούς και σταθερής καμπύλης Q/H

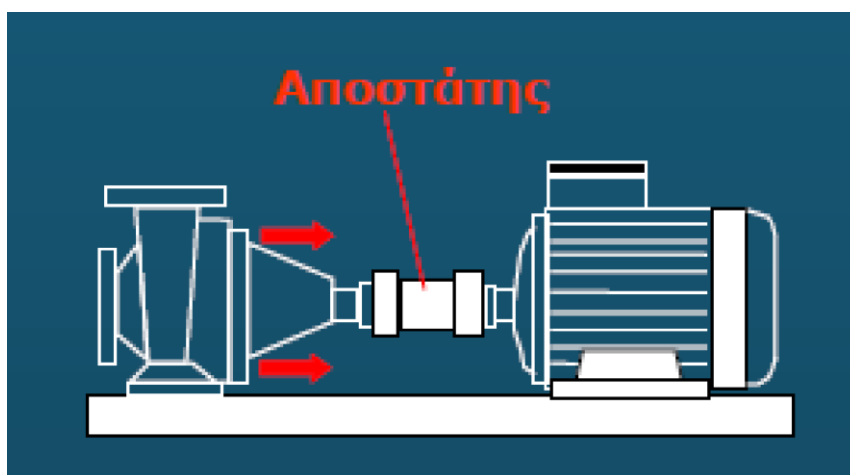
Ο λόγος που είναι σημαντικό να ακολουθήσουμε αυτή την οδηγία είναι ότι μια ασταθής καμπύλη παρουσιάζει μέγιστο μανομετρικό λίγο πριν τη μηδενική παροχή. Έτσι, όπως θα κλείνει η κεντρική βάνα του συστήματος, θα υπάρξει ένα σημείο της παροχής όπου το μανομετρικό μετά τη βαλβίδα αντεπιστροφής θα είναι μεγαλύτερο από αυτό πριν. Αντίστοιχα, κατά την εκκίνηση της αντλίας, η βαλβίδα δεν θα μπορεί να ανοίξει.

Άλλη μια οδηγία από το πρότυπο ΕΛΟΤ EN 12845 είναι η δυνατότητα της αντλίας οριζόντιων συγκροτημάτων να αποσυνδέεται ανεξάρτητα από τον κινητήρα και το αντίστροφο. Έτσι θα μπορούμε να ελέγχουμε το εσωτερικό της αντλίας χωρίς να επηρεάζονται οι υδραυλικές συνδέσεις αναρρόφησης και κατάθλιψης.



Εικόνα 48: Υπόδειξη τρόπου σύνδεσης αντλίας και κινητήρα

Για τις αντλίες αξονικής αναρρόφησης η οδηγία λέει να μπορούν να διαιρούνται από τη μεριά του κινητήρα, για να υποστηρίζονται οι σωλήνες ανεξάρτητα από το σώμα της αντλίας.

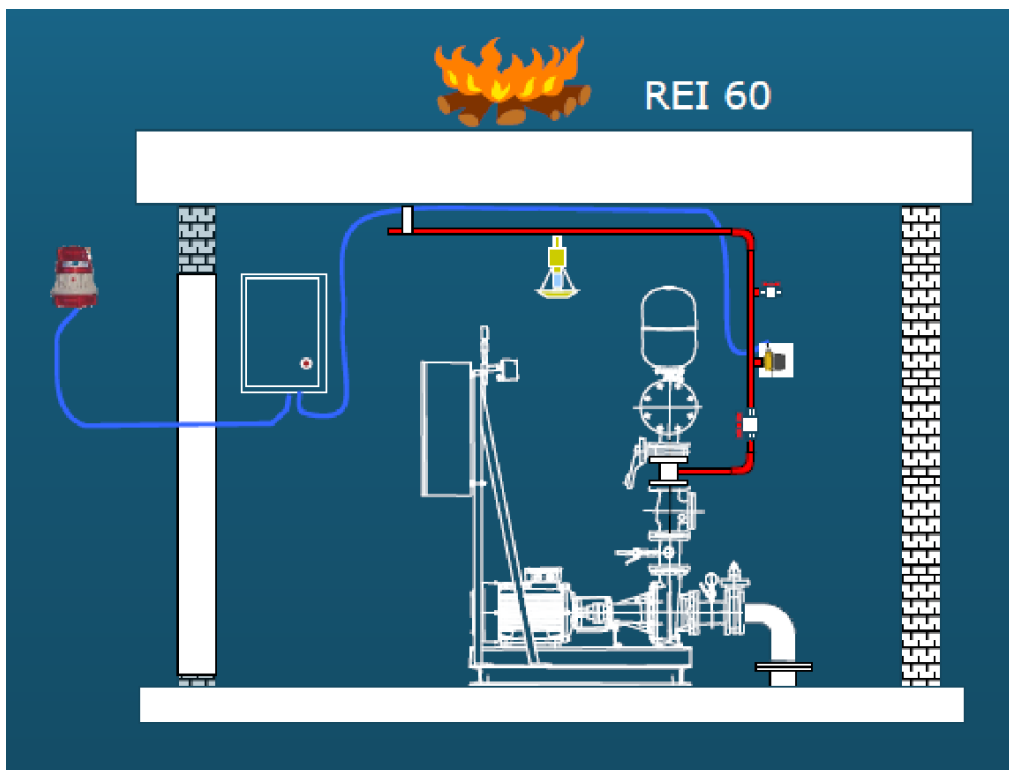


Εικόνα 49: σχεδιασμός back pull out

Οι σωληνώσεις κατάθλιψης και τα εξαρτήματα είναι υποχρεωτικό να μην εκτεθούν σε θερμοκρασία κάτω από 4 βαθμούς κελσίου. Επίσης η μέγιστη επιτρεπόμενη πίεση

του νερού των σωληνώσεων σε μηδενική παροχή δεν πρέπει να ξεπερνούν τα 12 bar. Εξαιρούνται διατάξεις όπου το μέγιστο ύψος που θέλουμε να στείλουμε νερό ξεπερνά τα 45 μέτρα. Υποχρεωτικό είναι ακόμα, να υπάρχουν μόνιμα εξαρτήματα μέτρησης πίεσης και παροχής στην εγκατάσταση.

Το αντλιοστάσιο θα πρέπει να αποτελείται από ξεχωριστό κτίριο, το οποίο θα έχει ανοχή στη φωτιά για τουλάχιστον μια ώρα και δεν θα έχει καμία άλλη χρήση πέραν της πυρασφάλειας. Επίσης, θα πρέπει να προστατεύεται από sprinkler και να διαθέτει σύστημα συναγερμού σε τοποθεσία υπό ευθύνη, όπως ένα φυλάκιο ή κέντρο ελέγχου. Τέλος, η ηλεκτρική παροχή του θα πρέπει να γίνεται με πυράντοχα καλώδια για να διατηρείται το κύκλωμα σε περίπτωση πυρκαγιάς.



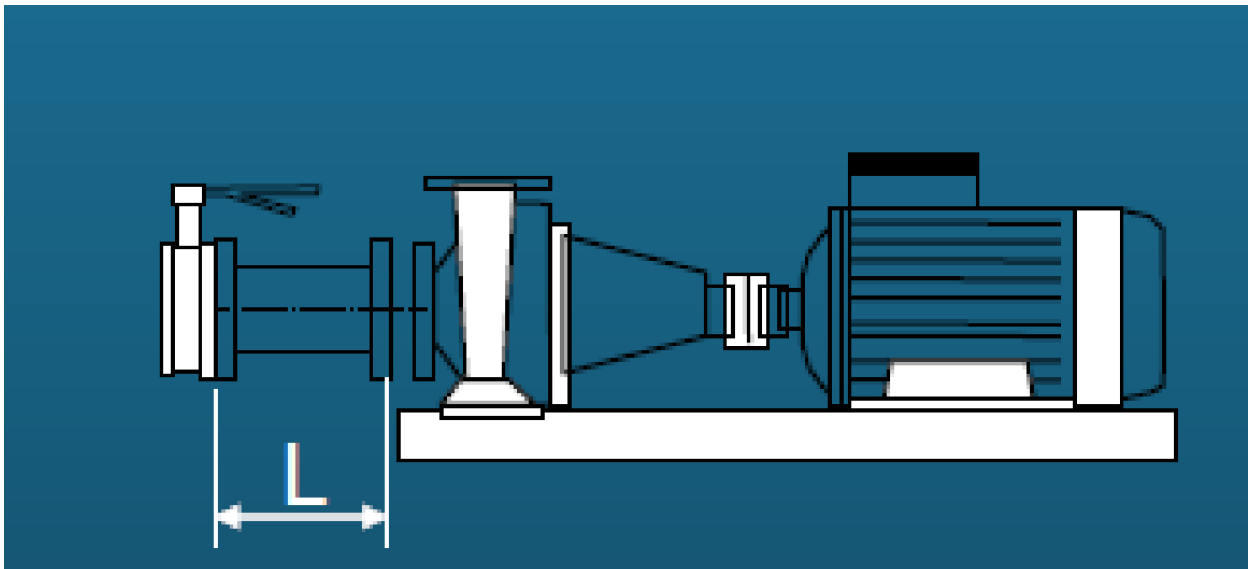
Εικόνα 50: Σύστημα πυροπροστασίας αντλιοστασίου

Με βάση και το επίπεδο κινδύνου που θα κατατάξουμε την εγκατάσταση ορίζεται και το ελάχιστο απόθεμα παροχής σε λεπτά της ώρας, το οποίο πρέπει να εξασφαλίζει η δεξαμενή. Για την περίπτωση εγκατάστασης για δασοπροστασία συνήθως έχουμε το επίπεδο υψηλού κινδύνου, οπότε απαιτείται να παρέχεται νερό για τουλάχιστον 90 λεπτά της ώρας.

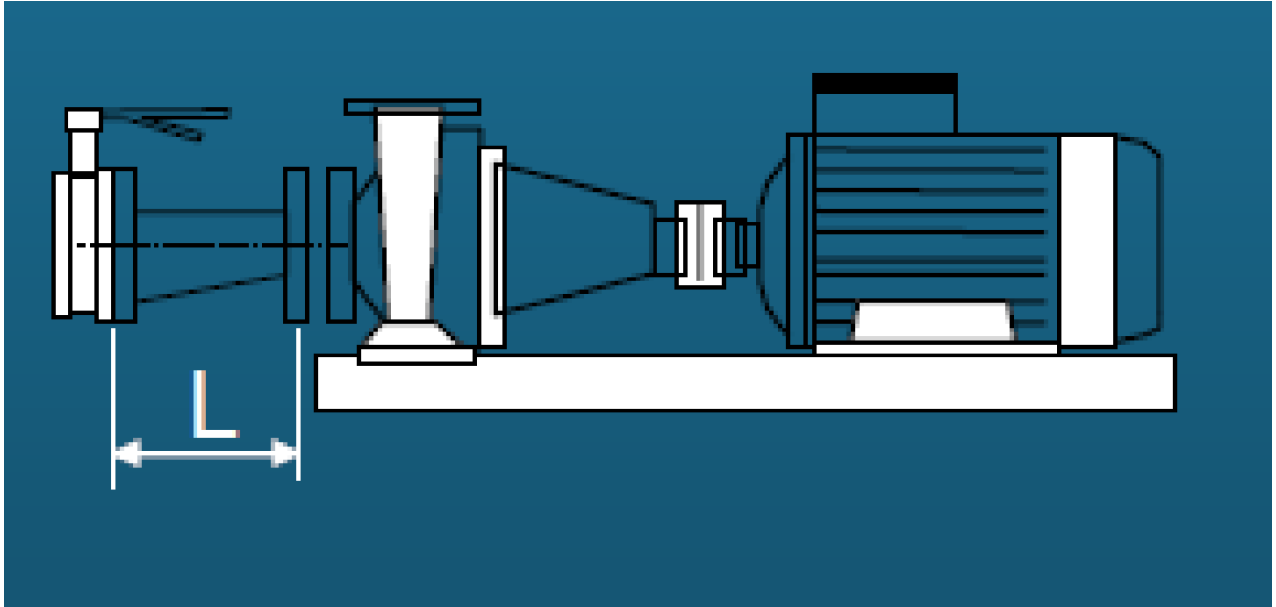
Σε περίπτωση αντλιών με πετρελαιοκινητήρα, θα πρέπει να υπάρχει κατάλληλο σύστημα εξαερισμού όπως ορίζει ο προμηθευτής, και η ελάχιστη επιτρεπόμενη θερμοκρασία του συγκροτήματος να είναι 10 βαθμοί κελσίου. Στην περίπτωση ηλεκτροκίνητων αντλιών, η ελάχιστη επιτρεπόμενη θερμοκρασία είναι 4 βαθμοί κελσίου.

6.3 Σύνδεση αντλίας

Όπως αναφέρθηκε και παραπάνω, είναι πολύ σημαντικό η αντλία να μπορεί να αποσυνδέεται ανεξάρτητα από τον κινητήρα και αντίστροφα, ώστε να μπορεί να ελεγχθεί ξεχωριστά. Στο κομμάτι της αναρρόφησης, θα πρέπει να τη συνδέσουμε με εξαρτήματα μήκους τουλάχιστον διπλάσιο της διαμέτρου του αγωγού. Σε περίπτωση που η σύνδεση πραγματοποιηθεί με κωνικά εξαρτήματα, αυτά θα πρέπει να είναι παράκεντρα για την αποφυγή εγκλωβισμού αέρα.



Εικόνα 51: Σύνδεση αναρρόφησης με ευθύγραμμο εξάρτημα

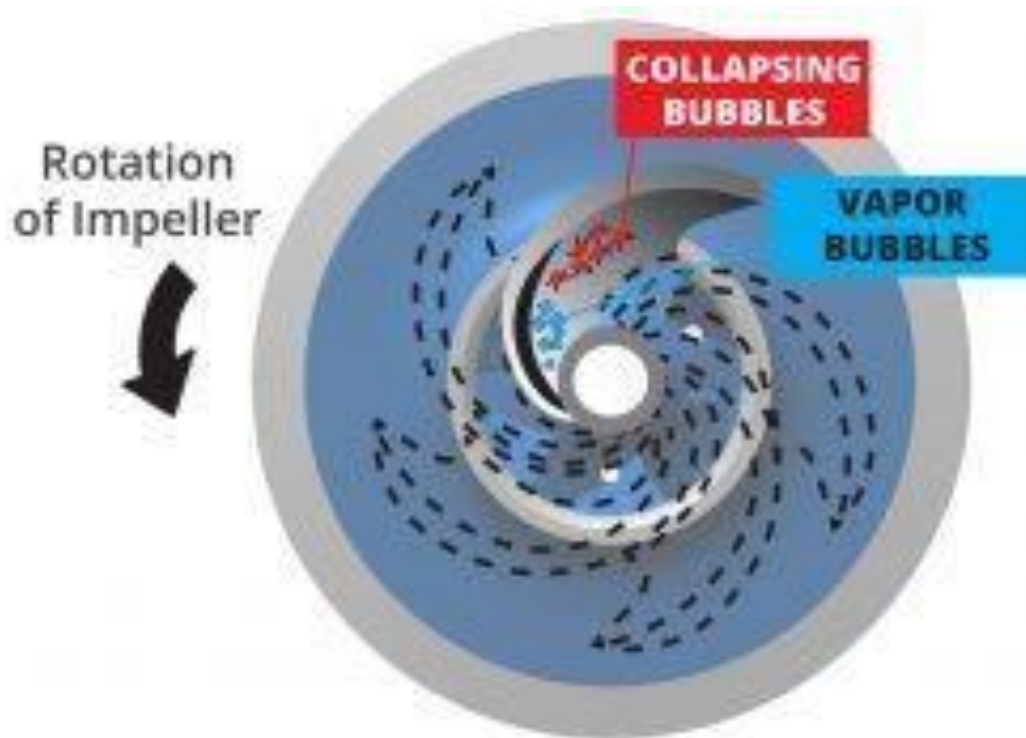


Εικόνα 52: Σύνδεση αναρρόφησης με κωνικό παράκεντρο εξάρτημα

Ένα κοινό πρόβλημα που εμφανίζεται στις αντλίες νερού από κακή μελέτη της εγκατάστασης είναι το φαινόμενο της σπηλαιώσης. Σπηλαιώση έχουμε όταν σε ένα υγρό, στην προκειμένη περίπτωση το νερό, έχουμε χαμηλή πίεση γύρω από τη φτερωτή της αντλίας, με αποτέλεσμα να δημιουργούνται φυσαλίδες οι οποίες κατά την κατάρρευσή τους προκαλούν ζημιά στην φτερωτή ή το κέλυφος της αντλίας και σταδιακή, μικρή αποκόλληση υλικού. Αυτό το φαινόμενο σε βάθος χρόνου οδηγεί στην ολοένα και χειρότερη απόδοση της αντλίας(χαμηλότερη ροή και πίεση, υψηλότερη κατανάλωση, δονήσεις), και εν τέλει σε ολική βλάβη της.



Εικόνα 53: Αποκόλληση υλικού λόγω του φαινομένου της σπηλαιώσης

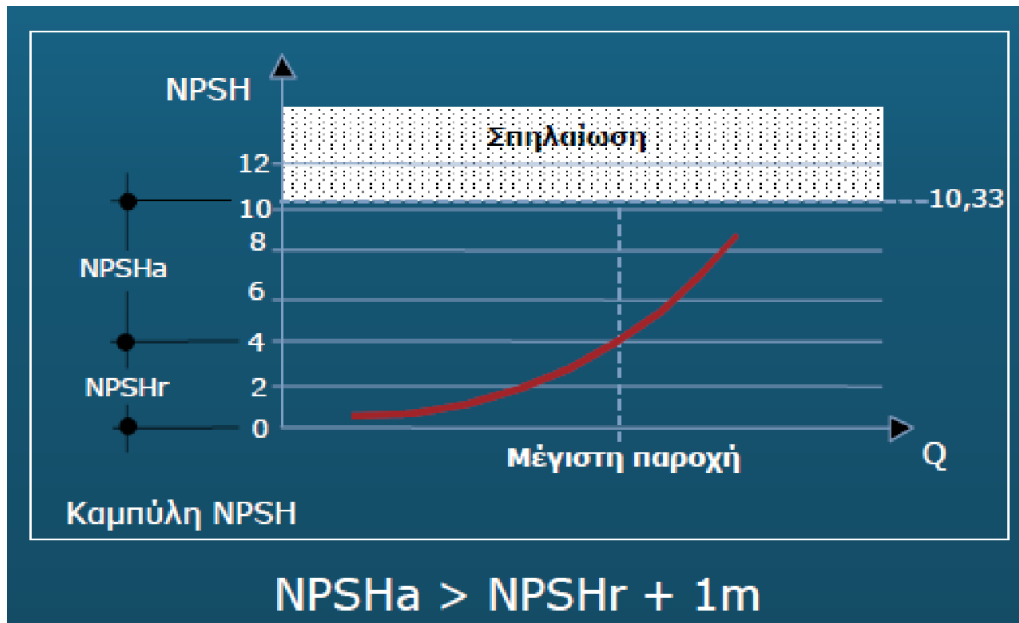


Εικόνα 54: Το φαινόμενο της σπηλαιώσης



Εικόνα 55: Τα αποτελέσματα του φαινομένου της σπηλαιώσης στην φτερωτή μιας αντλίας νερού

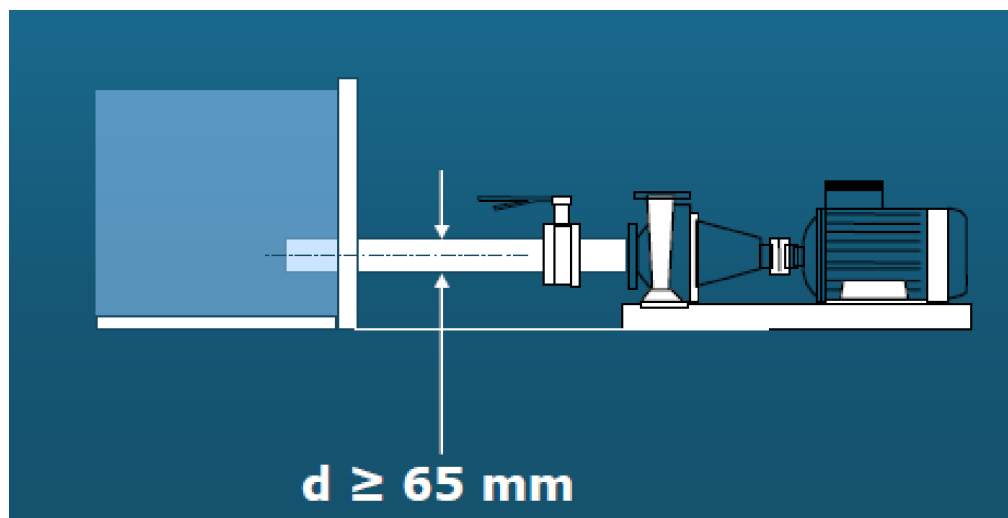
Σύμφωνα με το πρότυπο EN12845 στην περίπτωση εφαρμογής για πυροπροστασία, η διάταξη της αναρρόφησης θα πρέπει να εξασφαλίζει ότι το NPSH θα είναι τουλάχιστον 1 μέτρο μεγαλύτερο από το απαιτούμενο NPSH στην ονομαστική παροχή και μέγιστη θερμοκρασία. Με αυτό τον τρόπο εξασφαλίζουμε την αποφυγή σπηλαιώσης.



Εικόνα 56: Απαιτούμενο NPSH από το πρότυπο EN12845 για την αποφυγή σπηλαιώσης

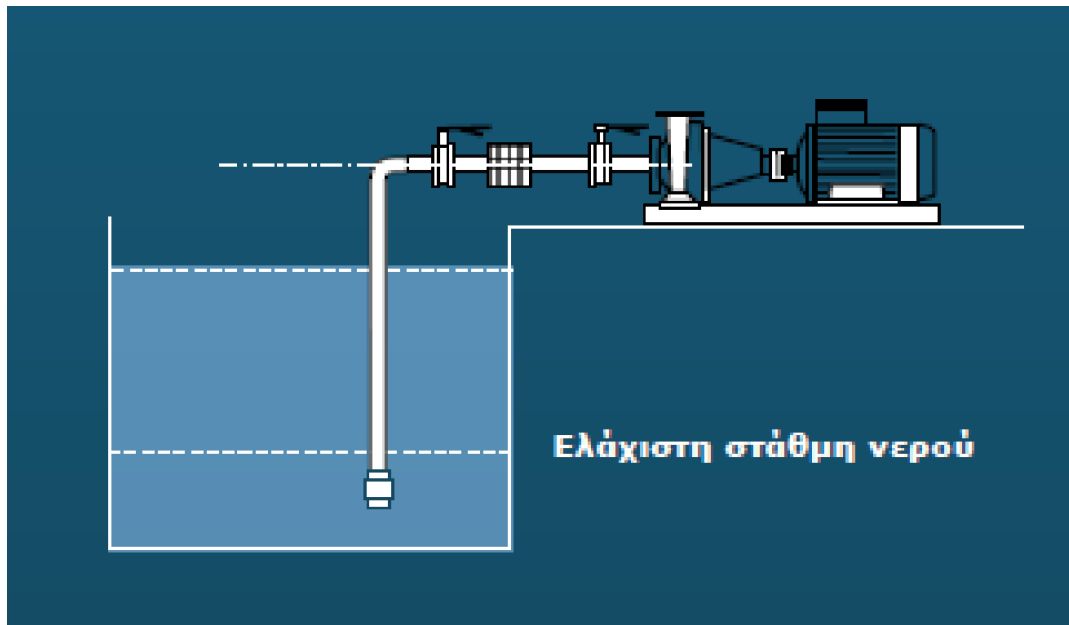
Οι διατάξεις αναρρόφησης που μπορούμε να χρησιμοποιήσουμε είναι οι εξής:

- Θετική αναρρόφηση, με προϋποθέσεις η διάμετρος της σωλήνας να είναι τουλάχιστον 65 mm και η μέγιστη ταχύτητα ροής να είναι 1.8 m/s

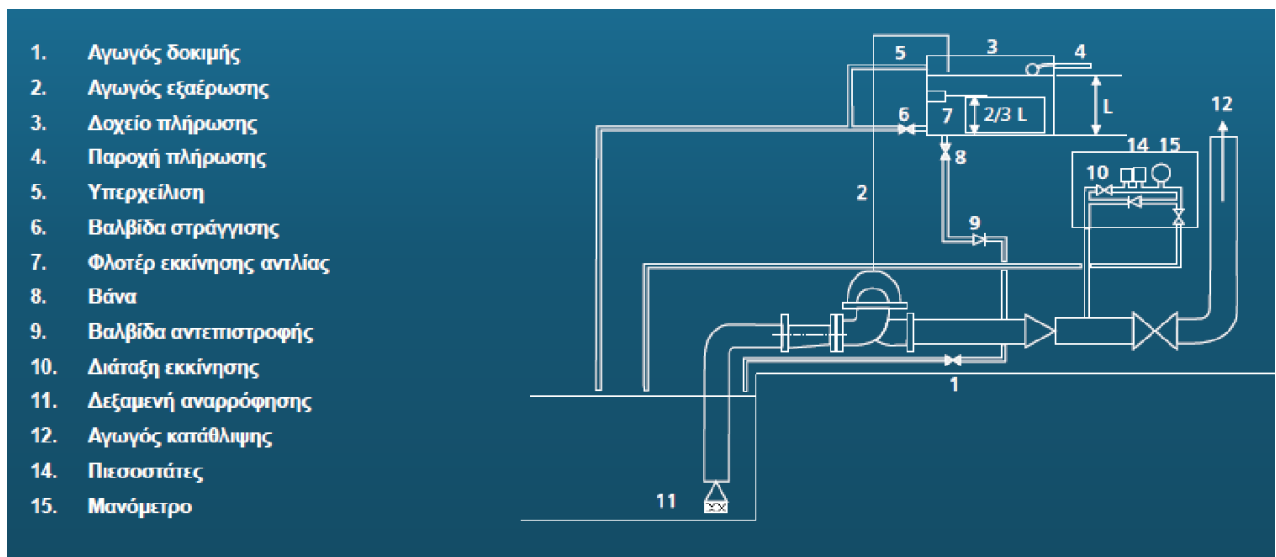


Εικόνα 57: Διάταξη θετικής αναρρόφησης

- Αρνητική αναρρόφηση, με προϋποθέσεις η διάμετρος της σωλήνας να είναι τουλάχιστον 80 mm, η μέγιστη ταχύτητα ροής να είναι 1.5 m/s και το μέγιστο ύψος ανύψωσης έως 3.2 m. Η ιδιαιτερότητα της αρνητικής αναρρόφησης είναι ότι απαιτεί η αντλία να έχει διάταξη αυτόματης πλήρωσης.

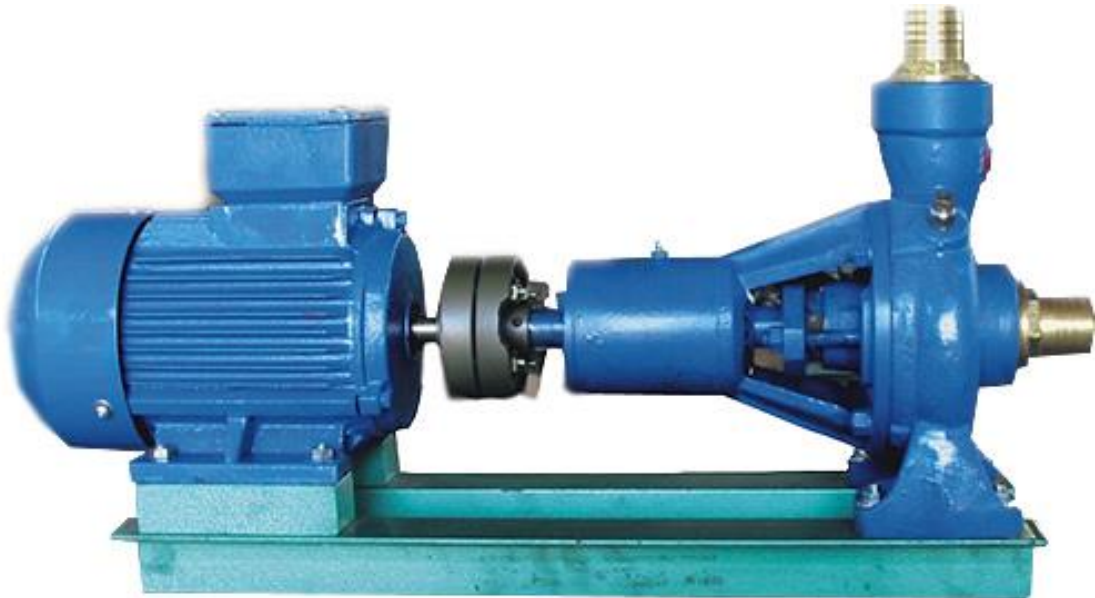


Εικόνα 58: Διάταξη αρνητικής αναρρόφησης

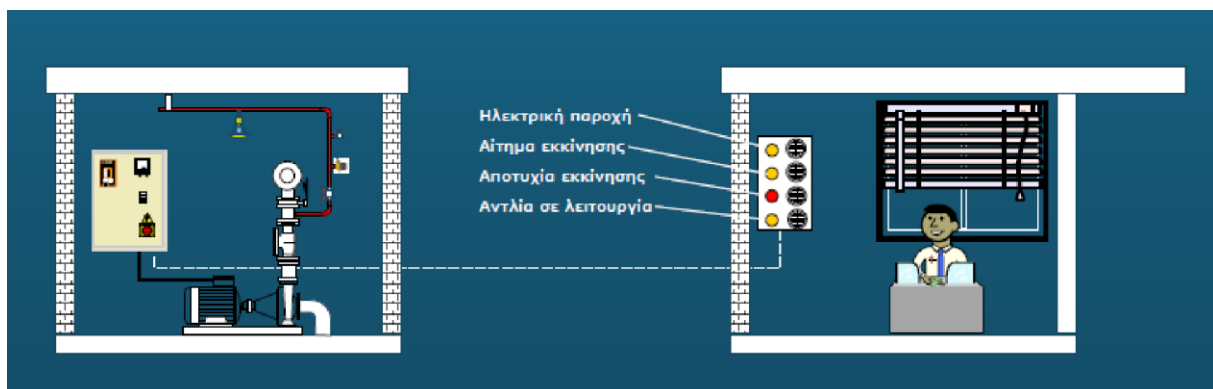


Εικόνα 59: Διάταξη αυτόματης πλήρωσης

Στην περίπτωση που έχουμε ηλεκτροκίνητη αντλία, θα πρέπει να υπάρχει μόνιμη και εφεδρική παροχή ηλεκτρικού ρεύματος. Επιπλέον, θα πρέπει να υπάρχουν ενδείξεις για την επιτυχημένη ηλεκτρική παροχή, το αίτημα εκκίνησης της αντλίας, το ότι η αντλία λειτουργεί σωστά και όταν έχουμε αποτυχία εκκίνησής της. Οι ενδείξεις αυτές θα πρέπει να υπάρχουν τόσο σε τοπικό σημείο στο αντλιοστάσιο, όσο και απομακρυσμένα σε μέρος που υπάρχει μόνιμο προσωπικό όλο το εικοσιτετράωρο και τον χρόνο.



Εικόνα 60: Αντλία νερού με ηλεκτροκινητήρα



Εικόνα 61: Ενδείξεις λειτουργίας τοπικά και σε απομακρυσμένο σημείο με μόνιμο προσωπικό

Αν τώρα επιλέξουμε την λύση της πετρελαιοκίνητης αντλίας νερού, όπως ορίζει το ISO 3046 θα πρέπει να έχει την δυνατότητα να αποδίδει αδιάκοπα πλήρη ισχύ, και να παρέχουν πλήρη απόδοση παροχής και πίεσης μέσα σε 15 δευτερόλεπτα από την στιγμή που δίνουμε την εντολή εκκίνησης. Επίσης, ο κινητήρας να μπορεί να εκκινήσει από 5 βαθμούς κελσίου και αν χρειάζεται, να υπάρχει διάταξη προθέρμανσης του κινητήρα.



Εικόνα 62: Αντλία νερού με πετρελαιοκινητήρα

Το δοχείο πετρελαίου της αντλίας θα πρέπει να έχει καύσιμο αρκετό για λειτουργία της αντλίας υπό πλήρες φορτίο για ορισμένο χρόνο. Ο χρόνος αυτός καθορίζεται από το επίπεδο κινδύνου που καλύπτει η εγκατάσταση. Στην περίπτωση της δασοπροστασίας, δεχόμαστε την κάλυψη του υψηλού κινδύνου, οπότε θα πρέπει να υπάρχει αρκετό καύσιμο για λειτουργία της αντλίας για 6 ώρες. Εάν η εγκατάσταση έχει παραπάνω από μια αντλία με πετρελαιοκινητήρα, θα πρέπει υποχρεωτικά ο κάθε κινητήρας να τροφοδοτείται από διαφορετικό δοχείο καυσίμου.

6.4 Τακτικοί έλεγχοι και συντήρηση της εγκατάστασης

Είναι προφανές ότι η φιλοσοφία λειτουργίας μιας τέτοιας εγκατάστασης, καθώς και το πόσο σημαντικό είναι για την ασφάλεια της περιοχής το να δουλεύει σωστά ανά πάσα στιγμή, απαιτεί τακτικούς ελέγχους της ομαλής λειτουργίας της και συντηρήσεις σε όλα τα μηχανολογικά της μέρη. Θα πρέπει να τηρείται βιβλίο καταγραφής των αποτελεσμάτων κάθε ελέγχου και των εργασιών συντήρησης και ο υπεύθυνος της εγκατάστασης έχει την υποχρέωση να οργανώνει τις παραπάνω διαδικασίες.

Τα βασικότερα στοιχεία της εγκατάστασης που πρέπει να ελέγχονται τακτικά για να βεβαιώνεται ότι λειτουργούν καλά είναι:

- Η στάθμη της δεξαμενής του νερού
- Η κατάσταση των αντλιών
- Η κατάσταση της ηλεκτρικής παροχής
- Η ύπαρξη ροής σε όλα τα σημεία της εγκατάστασης
- Η θερμοκρασία του αντλιοστασίου
- Η πίεση κατά τη λειτουργία

Μερικές από τις εργασίες που απαιτεί η συντήρηση ενός τέτοιου αντλιοστασίου είναι οι παρακάτω:

- Χημικός καθαρισμός δικτύου
- Συντήρηση ηλεκτρικών πινάκων
- Ευθυγράμμιση κινητήρων-αντλιών
- Έλεγχος και ρύθμιση συστημάτων ασφαλείας και απομακρυσμένου ελέγχου
- Αντικατάσταση σετ στεγανότητας αντλιών

6.5 Τουρμπίνες αποδοτικότερου ψεκασμού του νερού

Πέρα από την συλλογή του νερού και την μεταφορά του στους κρουνοί σε κατάλληλη πίεση και με αρκετή παροχή, πολύ σημαντικό είναι να έχουμε και την βέλτιστη αξιοποίησή του κατά τη διάρκεια μας πυρκαγιάς, καθώς η αποφυγή της σπατάλης του μπορεί να παίξει καταλυτικό ρόλο στη διάσωση της χλωρίδας και πανίδας μιας περιοχής.

Η χρήση πυροσβεστικών τουρμπινών αντί για την κλασική πυροσβεστική μάνικα μπορεί να μας εξοικονομήσει μεγάλες ποσότητες νερού για την κατάσβεση της ίδιας επιφάνειας φωτιάς. Ο τρόπος με τον οποίο το πετυχαίνουν είναι επειδή ψεκάζουν το νερό με τέτοιο τρόπο, που δημιουργείται νέφος, το οποίο καλύπτει μεγαλύτερη περιοχή χρησιμοποιώντας αρκετά λιγότερο νερό. Χαρακτηριστικά, έχει μελετηθεί ότι 1 λίτρο νερού μπορεί να καλύψει 6 τετραγωνικά μέτρα επιφάνειας αν ψεκαστεί σε σταγόνες διαμέτρου 1 mm, 60 τετραγωνικά αν οι σταγόνες είναι 0.1 mm και 600 τετραγωνικά σε διάμετρο 0.01 mm.

Μια τέτοια τουρμπίνα μας δίνει επίσης τη δυνατότητα να την τοποθετούμε πάνω σε 4Χ4 πυροσβεστικά οχήματα ώστε να μπορούν να χρησιμοποιηθούν και σε δύσβατα σημεία του δάσους, μειώνοντας το ρίσκο της ζωής των πυροσβεστών που με τις

κλασικές μάνικες έπρεπε να πλησιάσουν οι ίδιοι τις δύσβατες εστίες. Επιπλέον, οι γωνίες κλίσης που μπορεί να έχει μας βοηθούν να στοχεύσουμε καλύτερα και σε μεγαλύτερες αποστάσεις.



Εικόνα 63: Τρόπος ψεκασμού του νερού με χρήση πυροσβεστικής τουρμπίνας



Εικόνα 64: Δοκιμαστική χρήση πυροσβεστικής τουρμπίνας



Εικόνα 65: Δοκιμαστική χρήση πυροσβεστικής τουρμπίνας ξεχωριστά από το όχημα

Η φιλοσοφία λειτουργίας του μας δίνει ακόμα ένα πλεονέκτημα. Μπορεί να διανέμει μεγάλες ποσότητες νερού, σε μεγάλες περιοχές και με αρκετή ακρίβεια, και όλα αυτά χωρίς να απαιτείται υψηλή πίεση στο νερό. Αυτό είναι κάτι που μας εξυπηρετεί πολύ στις δασικές περιοχές, καθώς τα μεγάλα ύψη κάνουν δύσκολο το να έχουμε υψηλή πίεση σε κάθε σημείο του δάσους. Οι τουρμπίνες συνδέονται με κοντινούς κρουνοί που παραλαμβάνουν νερό από την δεξαμενή με τη βοήθεια των αντλιών που περιγράψαμε παραπάνω και με τη σειρά τους το διανέμουν σαν νέφος στην εστία της πυρκαγιάς.



Εικόνα 66: Κατάσβεση εστίας φωτιάς με τη χρήση της τουρμπίνας

BIBΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- Agee, J., Skinner, C. (2005). Basic principles of forest fuel reduction treatments. *Forest Ecology and Management* 211(1-2), 83-96.
- API 650. (2007). Welded steel tanks for oil storage.
- BS 2654. (1989). Manufacture of Vertical Steel Welded Non-Refrigerated Storage Tanks with Butt-welded Shells for the Petroleum Industry. British Standards Institution.
- Camia, A., Durrant, T., San-Miguel-Ayanz, J. (2013). In: Harmonized Classification Scheme of Fire Causes in the EU Adopted for the European Fire Database of EFFIS Executive Report. Ispra, Italy: JRC, European Commission.
- Carolyn Napper. (2006). Water-source Toolkit. USDA Forest Service.
- Daerga P.A., & Sagefors I. (1996). An excavation method for large vertical cylindrical caverns, *Tunneling and Underground Space Technology*, Volume 11, Issue 3.
- Dayaratnam P. (2000). Design of Reinforced Concrete Structures. New Delhi. Oxford & IBH publication.
- De Rigo, D., Liberta, G., Houston Durrant, T., Artes Vivancos, T. and San-Miguel-Ayanz, J. (2007). Forest fire danger extremes in Europe under climate change: variability and uncertainty. EUR 28926 EN (Luxembourg: Publications Office of the European Union, 2017).
- Deeming, J.E., Burgan, R.E., Cohen, J.D. (1977). The National Fire-Danger Rating System -1978. USDA, Forest Service, General Technical Report INT-39, Intermountain Forest and Range Experiment Station, Ogden Utah, 63 p.
- EEMUA Publication. (2003). Users' Guide to the Inspection, Maintenance and Repair Of Aboveground Vertical Cylindrical Steel Storage Tanks. Volume 1, 3rd Edition, The Engineering Equipment and Materials Users' Association.
- Ekathimerini. (2018). "Arson blamed for Zakynthos fires'. (www.ekathimerini.com: November 6,2018).
- FAO. (2006). Fire management: voluntary guidelines. Principles and strategic actions. Fire Management Working Paper 17. Rome. Available at www.fao.org/forestry/site/35853/en.
- FAO. (2010). Global Forest Resources Assessment 2010 - Country Report - Greece. (Rome: Forestry Department of the FAO, 2010).
- Fernandes, P. M., Botelho, H.S. (2003). A review of prescribed burning effectiveness in fire hazard reduction. *International Journal of Wildland Fire* 12, 117-128. doi:10.1071/WF02042.
- Finney, M.A. (2005). The challenge of quantitative risk analysis for wildland fire. *Forest Ecology and Management* 211, 97-108.
- GFMC. (2019). Report of the Committee Tasked to Analyze the Underlying Causes and Explore the Perspectives for the Future Management of Landscape Fires in Greece. (Athens: The Global Fire Management Center, January 2019). In Greek with summary and conclusions in English.
- John M. Lieb., (2006). Update API 650 Appendix E – Seismic Design of Liquid Storage Tank. Proceedings of API's annual storage tank conference, American Petroleum Institute, Houston Texas.
- Karl K., and Aprilia J. (2012). Storage tank selection, sizing and troubleshooting.

- Koukakis, N. (2018). "As Greek wildfires continue to rage, residents blame rising death toll on authorities' lack of a disaster plan." (CNBC.com, 25 July 2018).
- Kuan, Siew Yeng. (2009). Design, construction and operation of the floating roof tank.
- Lalenis, K. (n.d.) Illegal Construction in Greece: historical phases, legislation, policies and implementation. (Volos: University of Thessaly, n.d.).
- Lekkas, E., Carydis, P., Lagouvardos, K., Mavroulis, S., Diakakis, M., Andreadakis, E., Gogou, M.E., Spyrou, N.I., Athanassiou, M., Kapourani, E., Arianoutsou, M., Vassilakis, M., Parcharidis, P., Kotsi, E, Speis, P.D., Delakouridis, J., Milios, D., Kotroni, V., Giannaros, T., Dafis, S., Kargiannidis, A., Papagiannaki, K. (2018). The July 2018 Attica (Central Greece) Wildfires - Scientific Report (Version 1.0). (Athens: National and Kapodistrian University, 2018).
- Leone, V., Lovreglio, R., Martin, M.P., Martinez, J., Vilar, L. (2009). Human factors of fire occurrence in the Mediterranean. In: Chuvieco, E. (Ed.), Earth Observation of Wildland Fires in Mediterranean Ecosystems, pp. 149-170. Berlin Heidelberg: Springer-Verlag.
- Lyrintzis, G., Baloutsos, G., Karetsos, G., Daskalaku, E.N., Xanthopoulos, G., Tsagari, C., Mantakas, G., Bourletsikas, A. (2010). Olympic Rebirth. *Wildfire* 19(1), 12-20.
- Marino, E., Hernando, C., Planelles, R., Madrigal, J., Guijarro, M., Sebastian, A. (2014). Forest fuel management for wildfire prevention in Spain: a quantitative SWOT analysis. *International Journal of Wildland Fire*, 23, 373-384. <http://dx.doi.org/10.1071/WF12203>.
- Mark.B. (2006). Floating Roof Working safety. Proceeding of 2006 storage tank conference and safety workshop.
- Myers, J. "Accuweather predicts 2018 wildfires will cost California total economic losses of \$400 billion." *Accuweather.com*. 24 November 2018.
- Nabil, Ahmed. (2021). Analysis & Design of R.C. Water Tanks.
- Nabil, Ahmed. (2021). Analysis & Design of R.C. Water Tanks.
- Norsok Standard. (1998). CO2 Corrosion Rate Calculation Model.
- Pauchant, T C and Mitroff, I (1992) Transforming the Crisis-Prone Organization. San Francisco, CA: Jossey-Bass Publishers.
- Praveen K. Malhotra. (2006). Seismic Design of Liquid Storage Tanks. American Society of Civil Engineers.
- Pyne, S.J. (2007). Problems, paradoxes, paradigms: triangulating fire research. *Int. J. Wildland Fire* 16, 271-276.
- Quarantelli, E L (1986) Disaster crisis management. Paper presented at the International Conference on Industrial Crisis Management in New York City, September 6, 1986. New York.
- Sawalha, I H S, Jraisat, L E and Al-Qudah, K A (2013) Crisis and disaster management in Jordanian hotels: Practices and cultural considerations. *Disaster Prevention & Management*, 22(3), 210-228.
- Sayal & Goel. (2004). Reinforced Concrete Structures. New Delhi. S.Chand publication.
- Shaluf, I M, Ahmadun, F and Said, A M (2003) A review of disaster and crisis. *Disaster Prevention & Management*, 12(1), 24-32.

- Simmons I.G., (1996) *Changing the Face of the Earth: Culture, Environment, History*, 2nd ed. (Oxford: Blackwell, 1996), p. 27. xxviiiBurke, "The Big Story," p. 35.
- Smith, H. (2007). "Illegal building 'played central role' in folds that killed 20 in Athens." (London: The Guardian, 21 November 2017).
- Tedim, F., Xanthopoulos, G., Leonne, V. (2015). Forest fires in Europe: Facts and Challenges. In: Paton, D., Mccaffrey, S., Tedim, F., Buergelt, P. (Eds.), *Wildfire Hazards, Risks, and Disasters*, pp. 77-93. Elsevier
- Toynbee, A. (1976) *Mankind and Mother Earth* Oxford University Press, Oxford.
- Vazirani & Ratwani. (1990). *Concrete Structures*. New Delhi. Khanna Publishers.
- Xanthopoulos, G. (2008). People and the Mass Media during the fire disaster days of 2007 in Greece. Proceedings of the International Bushfire Research Conference on "Fire, Environment and Society" of the Bushfire Cooperative Research Centre and the Australasian Fire Emergency Service Authorities Council (AFAC), September 1-3, 2008, Adelaide, Australia, pp. 494-506.
- Xanthopoulos, G. (2010). Examining the causes of large forest fires in mediterranean countries. Proceedings of the international workshop on "Assessment of Forest Fire Risks and Innovative Strategies for Fire Prevention", 4-6 May 2010, Rhodes, Greece, pp 22-23. Ministerial Conference on the Protection of Forests in Europe.
- Xanthopoulos, G., Athanasiou, M. (2013). The evolution and the suppression of the NorthEast Attiki wildfire of August 21 to 24, 2009: Lessons for the future. Proceedings of the 16th Hellenic Forestry Conference, October 6-9, 2013, Thessaloniki, Greece, pp. 73-83. Hellenic Forestry Society (in Greek with English abstract).
- Xanthopoulos, G., Caballero, D., Galante, M., Alexandrian, D., Rigolot, E., Marzano, R. (2006). Forest Fuels Management in Europe. In: Andrews, P. L, Butler, B. W. (Eds.), Proceedings of the International Conference on "Fuels Management - How to Measure Success", March 28-30, 2006, Portland, Oregon, USA, pp. 29-46. Fort Collins, CO: USDA Forest Service, Rocky Mountain Research Station. RMRS-P- 41.
- Xanthopoulos, G., Fernandes, P., Calfapietra, C. (2012). Fire hazard and flammability of European forest types In: Moreira, F., Arianoutsou, M., Corona, P., De las Heras, J., (Eds.). *Post-Fire Management and Restoration of Southern European Forests*, pp. 79-92. Heidelberg: Springer.
- Zagas, T, Tsitsoni, T. and Hatzistathis, A. (2001) "The mixed forests of Greece." *Zagas* 66.
- Αυφαντής Η. (2010). Εισαγωγή στην αντοχή των υλικών και στη μηχανική του συνεχούς. Εκδόσεις: Γιαπούλης Σ. & Α. - Κάιζερ Χ. Ο.Ε.
- Βάγιας Ι., Ερμόπουλος Ι., Ιωαννίδης Γ. (2001). Σχεδιασμός Δομικών Έργων από Χάλυβα. Εκδόσεις «Κλειδάριθμος».
- Γκαρούτσος Γ.Β. (2008). Μηχανική παραμορφώσιμου στερεού II: Αντοχή υλικών. Εκδόσεις: Spin. Αθήνα.
- Κτενιάδης Ι.Κ. (2013). Εφαρμογές μετάδοσης θερμότητας, Εκδόσεις: Ζήτη. Κρήτη.
- Στάρρας Ν. (2014). Αντιμετώπιση φυσικών καταστροφών - Μεταβολή χρήσεων γης με τη βοήθεια της Τηλεπισκόπησης. Η περίπτωση της

πυρκαγιάς του 2007, στην περιοχή της Ζαχάρως του Νομού Ηλείας. Γεωπονικό Πανεπιστήμιο Αθηνών.

- <https://www.emicontrols.com/en/fire-fighting/application-areas/forest-fires>
- <https://www.emicontrols.com/en/fire-fighting/function/>
- <https://www.slideshare.net/cmoidsidis/en-128452015>
- <https://www.o-m.gr/el-gr/ipiresies/sintirisi/suntirisi-antliostasion>
- <https://moterkampitis.gr/%CF%85%CF%80%CE%B7%CF%81%CE%B5%CF%83%CE%AF%CE%B5%CF%82/>
- <http://m.gr.yonjoupumps.com/diesel-water-pump/diesel-engine-irrigation-water-pump.html>
- <https://www.tanea.gr/2018/07/29/greece/periergo-paixnidi-to-gkazaki-twn-empristwn-stin-penteli-itan-apo-tin-kineta/>
- <https://www.sofokleousin.gr/oi-5-aities-tis-tragodias-sto-mati-ta-symperasmata-epistimonikis->
- <https://monosimacn.blogspot.com/2017/08/steganopoihsh-steganosi-dexamenis-posimou-nerou-mpeton.html>
- <https://kea.gr/egkatastathikan-nees-deksamenes-nerou-ston-atzeriti-kai-ston-otzia/>
- <https://www.tovima.gr/2020/11/13/society/fotia-sto-mati-epanafora-tou-aitimatos-gia-anavathmisi-tis-kategorias/>
- <https://arpedon.com/el/blog/ti-einai-i-spilaisi-antlias-kai-pos-na-tin-apofygete/>
- <https://el.wikipedia.org/wiki/%CE%A3%CF%80%CE%B7%CE%BB%CE%B1%CE%AF%CF%89%CF%83%CE%B7>