

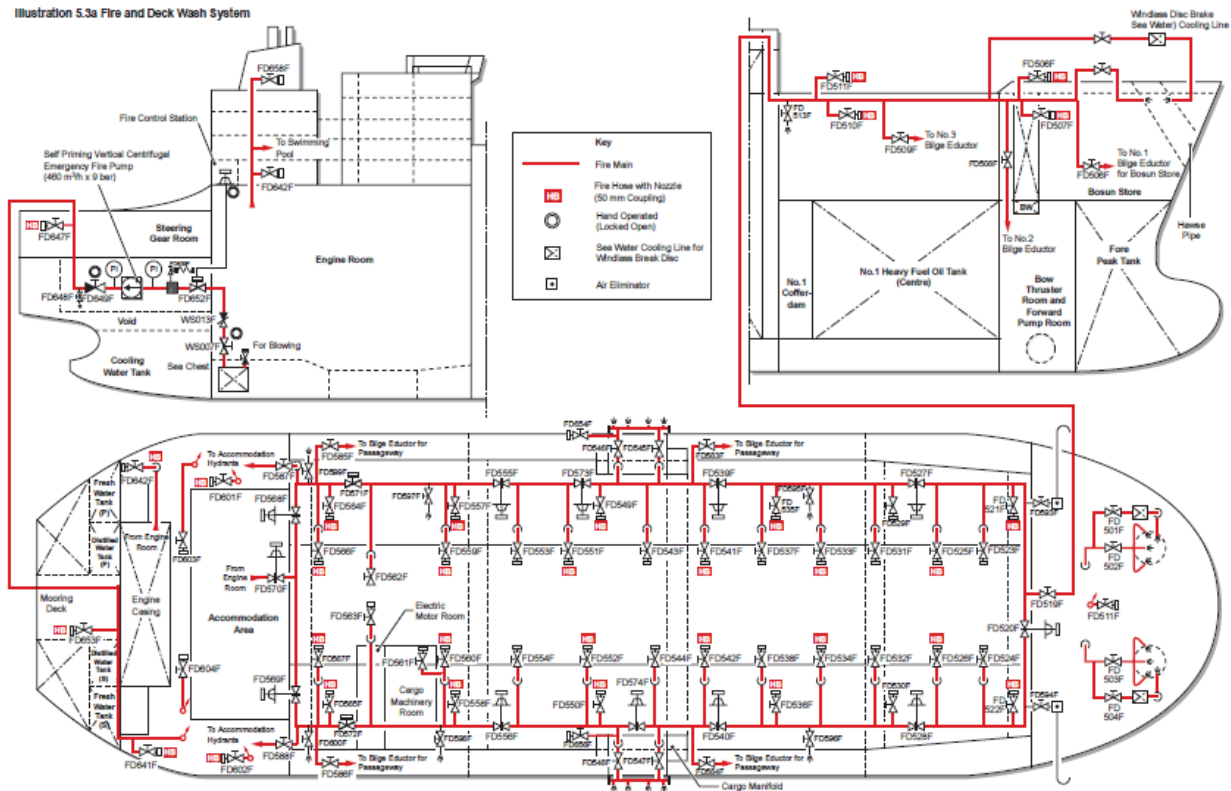
ΑΚΑΔΗΜΙΑ ΕΜΠΟΡΙΚΟΥ ΝΑΥΤΙΚΟΥ
ΜΑΚΕΔΟΝΙΑΣ

ΣΧΟΛΗ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

ΘΕΜΑ: ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΙ ΣΕ ΔΙΚΤΥΑ ΣΩΛΗΝΩΣΕΩΝ ΠΛΟΙΟΥ

Illustration 5.3a Fire and Deck Wash System



ΣΠΟΥΔΑΣΤΕΣ : ΝΙΚΟΠΟΥΛΟΣ ΜΙΧΑΗΛΗΣ

ΣΚΟΠΕΛΙΩΤΗΣ ΠΑΣΧΑΛΗΣ

ΑΜ :4376,4273

ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ

ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ : ΔΙΒΙΝΗΣ ΝΙΚΟΛΑΟΣ

ΝΕΑ ΜΗΧΑΝΙΩΝΑ

2014

ΑΚΑΔΗΜΙΑ ΕΜΠΟΡΙΚΟΥ ΝΑΥΤΙΚΟΥ

ΜΑΚΕΔΟΝΙΑΣ

ΣΧΟΛΗ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

ΘΕΜΑ : ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΙ ΣΕ ΔΙΚΤΥΑ ΣΩΛΗΝΩΣΕΩΝ

ΠΛΟΙΟΥ

ΣΠΟΥΔΑΣΤΕΣ : ΝΙΚΟΠΟΥΛΟΣ ΜΙΧΑΛΗΣ

ΣΚΟΕΠΕΛΙΩΤΗΣ ΠΑΣΧΑΛΗΣ]

ΑΜ :4376,4273]

ΗΜΕΡΟΜΗΝΙΑ ΠΑΡΑΔΟΣΗΣ :

27 – 06 - 2014

Βεβαιώνεται η ολοκλήρωση της παραπάνω πτυχιακής εργασίας

Ο καθηγητής: **ΔΙΒΙΝΗΣ ΝΙΚΟΛΑΟΣ**

Περίληψη

Η σχεδίαση, κατασκευή, λειτουργία και συντήρηση δικτύων προσαγωγής των ρευστών στα σημεία χρήσεως, αποτελεί βασική προϋπόθεση για τη συνολική λειτουργία του πλοίου. Ανάλογα με το διακινούμενο ρευστό, μπορούμε να διακρίνουμε: Δίκτυα υγρών, δίκτυα αερίων, δίκτυα υγρών και ατμών. Ορισμένα από τα δίκτυα αυτά αποτελούν κλειστά συστήματα, αλλά στην πλειονότητά τους είναι ανοικτά συστήματα ροής. Στις σημαντικότερες περιπτώσεις απαιτούνται δεξαμενές, στις οποίες αποθηκεύονται τα διακινούμενα υγρά, τα οποία παραλαμβάνονται κατά τον ελλιμενισμό (καύσιμα, λιπαντικά, πόσιμο νερό κ.ά.). Κάποια ρευστά παράγονται στο πλοίο είτε για να καλύψουν ανάγκες (γλυκό νερό, ζεστό νερό, ατμός κ.ά.), είτε ως ανεπιθύμητα παραπροϊόντα που πρέπει να διαχειριστούν κατάλληλα (καυσαέρια, απόβλητα κ.ά.). Επίσης, το θαλάσσιο περιβάλλον προσφέρει σε αφθονία εκτός από τον αέρα και το θαλασσινό νερό.

Ο σκοπός τις παρούσας πτυχιακής εργασίας είναι να αναλύσουμε τον υπολογισμό δικτύου σωληνώσεων, δηλαδή την μεθοδολογία που ακολουθείτε για να κατασκευαστεί το δίκτυο ώστε να ανταποκρίνεται στις ανάγκες για τις οποίες είναι προορισμένο.

Abstract

The design, construction, function and conservation of ornament systems of liquids which are used for a certain purpose, constitutes an essential prerequisite for the overall function of the ship. Considering the driving liquid, we can highlight the following categories: pipings diagrams of fluids, piping diagrams of different gases, pipping diagram of steam . Some of these systems form closed systems, but the majority is open system flow. Under certain circumstances tanks are required in order to store the driving liquids, which are taken delivery during the docking (fuel, lubricants, drinking water). Some liquids are produced into the ship either to cater for needs such as sweet water, warm water, steam, or to be properly managed because the happen to be undesired byproducts like exhaust gases and waste. Furthermore, the sea/water environment, besides the air, can offer in abundance sea water.

This present essay aims to elaborate the calculation of piping systems. That means the methodology being followed so as to construct a system which corresponds to the needs it is destined for.

Πρόλογος

Το πλοίο αποτελεί ένα σύστημα με σχετική αυτονομία, σαφώς μμεγαλύτερη από παραγωγικές μονάδες της στεριάς. Παράλληλα με τη λειτουργία του ως το σημαντικότερο μεταφορικό μέσο, διαθέτει τις κατάλληλες υποδομές για μακρά παραμονή των εργαζομένων επί αυτού. Είναι δηλαδή μια μεγάλη παραγωγική μονάδα και ταυτόχρονα ένας ιδιόμορφος οργανωμένος χώρος ενδιαιτήσεως. Για τις λειτουργικές ανάγκες τόσο της παραγωγικής διαδικασίας, όσο και της οργανωμένης διαβίωσης επ' αυτού, απαιτείται η διακίνηση πολλών ρευστών. Η σχεδίαση, κατασκευή, λειτουργία και συντήρηση δικτύων προσαγωγής των ρευστών στα σημεία χρήσεως, αποτελεί βασική προϋπόθεση για τη συνολική λειτουργία του συστήματος. Ανάλογα με το διακινούμενο ρευστό, μπορούμε να διακρίνουμε: Δίκτυα υγρών (γλυκού και θαλασσινού νερού, καυσίμων, λιπαντικών). Δίκτυα αερίων (αερισμού, αέρα εκκινήσεως μηχανών, αδρανών αερίων). Δίκτυα υγρών και ατμών (ατμολέβητας, ψυκτικές εγκαταστάσεις). Τα δίκτυα αυτά αποτελούνται από σωληνώσεις και εξαρτήματα.

Κάθε σωλήνωση μελετάται και διαμορφώνεται ώστε να εξυπηρετείται ένα συγκεκριμένο σκοπό διακινήσεις ρευστού, αυτά είναι για την εξυπηρέτηση αποστολής πλοίου (δίκτυο φορτίου), για την εξυπηρέτηση πρόωσης (δίκτυο καυσίμου), για την εξυπηρέτηση πληρώματος και επιβατών (δίκτυο κλιματισμού) και την ασφάλεια πλοίου (δίκτυο πυρκαγιάς) Μέσα από αυτήν θα γίνει η μεταφορά ή διανομή κάποιου ρευστού από τους χώρους αποθηκείσεως η παραγωγής σε άλλους χώρους χρήσεως η νέας αποθηκείσεως

Τα φυσικά μεγέθη τα οποία επηρεάζουν τη ροή σε σωληνώσεις, δύνονται να ταξινομηθούν σε τέσσερις ομάδες:

- Μεγέθη σωλήνα: διάμετρος (d), μήκος (L), τραχύτητα (ϵ).
- Μεγέθη ρευστού: πυκνότητα (ρ), ειδικό βάρος (γ), κινηματικό ιξώδες (ν).
- Μεγέθη ροής: παροχή (Q), ταχύτητα (v).
- Ενεργειακά μμεγέθη: γεωμετρικό ύψος (y), πίεση (p), ταχύτητα (v), ύψη απωλειών (Σh , h_f , h_k), ύψος αντλίας (h_p) ή στροβίλου (h_t).

Στα κεφάλαια που ακλουθούν αναλύονται:

- 1) Δίκτυα σωληνώσεων πλοίου
- 2) Σωλήνες και εξαρτήματα
- 3) Υπολογισμοί σε δίκτυα σωληνώσεων πλοίου.

Κεφάλαιο 1: ΔΙΚΤΥΑ ΣΩΛΗΝΩΣΕΩΝ ΠΛΟΙΟΥ

Γενικά για τα δίκτυα

Κάθε σωλήνωση μελετάται και διαμορφώνεται ώστε να εξυπηρετείται ένα συγκεκριμένο σκοπό διακινήσεις ρευστού αυτά είναι για την εξυπηρέτηση αποστολής πλοίου (δίκτυο φορτίου) για την εξυπηρέτηση πρόωσης (δίκτυο καυσίμου) για την εξυπηρέτηση πληρώματος και επιβατών (δίκτυο κλιματισμού) και την ασφάλεια πλοίου (δίκτυο πυρκαγιάς) Μέσα από αυτήν θα γίνει η μεταφορά ή διανομή κάποιου ρευστού από τους χώρους αποθηκείσεως η παραγωγής σε άλλους χώρους χρήσεως η νέας αποθηκείσεως.

Οι πολύπλοκες σωληνώσεις διανομής, έχουν, όπως θα δούμε δικτυωτή δομή και για τούτο καλούνται δίκτυα. Η Διάταξη δικτύων σωληνώσεων και οι βασικές αρχές έχουν να κάνουν με την ασφάλεια του πλοίου (safety first), την απλότητα την τάξη στην διάταξη(διευκολύνει κατασκευή, συντήρηση & λειτουργία), τις προσιτές σωληνώσεις (να μην εμποδίζεται συντήρηση άλλων μηχανημάτων ή άνοιγμα θυρών), την πρόβλεψη εξαρτημάτων (επιστόμια) για την απομόνωση κλάδων χωρίς να διακόπτεται η λειτουργία του δικτύου, την αποφυγή θυλάκων αέρα (τοποθέτηση εξαεριστικών), την καλή στερέωση σωληνώσεων (πρόβλεψη θερμικών διαστολών & απαραίτητων ελευθεριών κινήσεων),την προστασία από εξωτερικές φθορές (τοποθέτηση κατάλληλων προστατευτικών ελασμάτων), επίσης δεν επιτρέπεται η διέλευση σωλήνωσης από χώρους ενδαιτήσεως (κίνδυνος διαρροής), όπως δεν επιτρέπεται η διέλευση σωλήνων καυσίμου από δεξαμενές τροφοδοτικού, πόσιμου νερού, λιπαντικού, δεξαμενές έρματος εκτός αν τοποθετηθούν μέσα σε σήραγγα.(από δεξαμενή έρματος επιτρέπεται μόνο αν χρησιμοποιηθούν σωλήνες με μεγαλύτερο πάχος). Το ίδιο ισχύει για σωλήνες έρματος που διέρχονται μέσα από δεξαμενές καυσίμου ή υγρού φορτίου. Σε διάβαση σωλήνων από στεγανές φράκτες πρέπει να διατηρείται η στεγανότητα (συγκόλληση προκατασκευασμένων κομματιών).Σημαντικό είναι η αποφυγή χρησιμοποίησης κρουνών και μουφών (παρουσιάζουν διαρροές και επισκευάζονται δύσκολα).Τα χειριστήρια των επιστομιών να τοποθετούνται πάνω από τα δάπεδα (χρήση άξονα χειρισμού) Τα βαλβιδοκιβώτια να τοποθετούνται πάνω από τα δάπεδα ή τουλάχιστον να είναι ορατά. Σημαντικό είναι η διαμόρφωση δικτύων για εύκολη συντήρηση με περιορισμένο προσωπικό και μη ευνοϊκές συνθήκες, η πρόβλεψη στηριγμάτων και διαστολικών εξαρτημάτων.

Γενικότερα ωμός, ο όρος χρησιμοποιείτε και για ένα ολοκληρωμένο σύστημα σωληνώσεων που εξυπηρετεί συγκεκριμένο σκοπό. Μ αυτήν την γενικότερη έννοια μπορούμε να αναφέρουμε τα σημαντικότερα δίκτυα ρευστών που συναντάμε στην καθημερινή ζωή και στην παραγωγική διαδικασία: δίκτυα σωληνώσεων νερού, δίκτυα πυροπροστασίας, δίκτυα εξυπηρέτησεως κτιριακών εγκαταστάσεων, δίκτυα υγρών και αέριων καύσιμων, δίκτυα φυσικού αερίου, δίκτυα ατμού, δίκτυα υγρών απόβλητων , δίκτυα συμπιεσμένου αέρα, δίκτυα ψυκτικών υγρών. Μερικά από τα παραπάνω

είναι απλά συστήματα σωληνώσεων εφοδιασμένα με εξαρτήματα ρυθμίσεων τις ροής και συσκευές αλλά ιδιαίτερα τα δίκτυα διανομής είναι εξωτερικά σύνθετα. Ιδιαίτερη σημασία έχουν τα δίκτυα πυρόσβεσης τόσο για το σκοπό που εξυπηρετούν, όσο και λόγω των ποικίλων συστημάτων πυροσβέσεων που έχουν αναπτυχτεί. Κοινό χαρακτηριστικό τους είναι το ότι όλα χρησιμοποιούν δίκτυο σωληνώσεων για να διοχετεύσουν το ρευστό πυροσβέσεως στις προς προστασίας περιοχές είναι τα δίκτυα νερού. Τα σημαντικότερα από τα δίκτυα διανομής και τα πλέον πολύπλοκα, είναι τα δίκτυα νερού. Ιδιαίτερα τα δίκτυα διανομής πόσιμου νερού των οικισμών, αλλά και τα δίκτυα διανομής πόσιμου νερού και νερού θερμάνσεως εντός των κάθε είδους εγκαταστάσεων (κατοικιών, βιομηχανιών, συγκροτημάτων, πλοίων κ.λπ.).

Ανάλογα με την πολυπλοκότητά τους, μπορούμε να τα κατατάξουμε στις εξής τρεις κατηγορίες: δίκτυα δενδροειδούς τύπου (tree system), δίκτυα πλέγματος (grid system) και δίκτυα βρόχων (loop system). Σε ένα σύστημα διανομής νερού διακρίνουμε τρεις ομάδες σωληνώσεων: Τις γραμμές μεταφοράς, οι οποίες μεταφέρουν το ρευστό από το χώρο αποθηκείσεως στο χώρο διανομής, τους με κεντρικούς αγωγούς, οι οποίοι μεταφέρουν το νερό στην εξυπηρετούμενη περιοχή, και τις γραμμές παροχής, οι οποίες αποτελούνται από σωλήνες μικρών διαμέτρων που μεταφέρουν το νερό από τους κεντρικούς αγωγούς στο χρήστη. Τα συστήματα διανομής αποτελούνται από τους σωλήνες, τις βαλβίδες και τις αντλίες, μέσω των οποίων το νερό κινείται από την πηγή στους χώρους χρήσεως. Ο πρωταρχικός στόχος ενός τέτοιου δικτύου, είναι να παρασχεθεί μια επαρκής ποσότητα νερού σε όλα τα μέρη του συστήματος, σε πιέσεις και παροχές που ικανοποιούν τις απαιτήσεις των χρηστών. Επομένως, η επιλογή του υλικού, των διαμέτρων και της διαμορφώσεως των σωληνώσεων στα δίκτυα διανομής επηρεάζεται κυρίως από την ανάγκη της. Σε αυτό το σημείο θα αναλύσουμε τα δίκτυα σωληνώσεων σε πλοία.

Το πλοίο αποτελεί ένα σύστημα με σχετική αυτονομία, σαφώς μεγαλύτερη από παραγωγικές μονάδες της στεριάς. Παράλληλα με τη λειτουργία του ως το σημαντικότερο μεταφορικό μέσο, διαθέτει τις κατάλληλες υποδομές για μακρά παραμονή των εργαζομένων επί αυτού. Είναι δηλαδή μια μεγάλη παραγωγική μονάδα και ταυτόχρονα ένας ιδιόμορφος οργανωμένος χώρος ενδιαιτήσεως. Για τις λειτουργικές ανάγκες τόσο της παραγωγικής διαδικασίας, όσο και της οργανωμένης διαβίωσης επ' αυτού, απαιτείται η διακίνηση πολλών ρευστών. Η σχεδίαση, κατασκευή, λειτουργία και συντήρηση δικτύων προσαγωγής των ρευστών στα σημεία χρήσεως, αποτελεί βασική προϋπόθεση για τη συνολική λειτουργία του συστήματος. Ανάλογα με το διακινούμενο ρευστό, μπορούμε να διακρίνουμε: Δίκτυα υγρών (γλυκού και θαλασσινού νερού, καυσίμων, λιπαντικών). Δίκτυα αερίων (αερισμού, αέρα εκκινήσεως μηχανών, αδρανών αερίων). Δίκτυα υγρών και ατμών (ατμολέβητας, ψυκτικές εγκαταστάσεις). Τα ασυμπίεστα ρευστά καλύπτουν την πρώτη περίπτωση. Ασυμπίεστα όμως είναι και τα υγρά που συναντάμε σε τμήματα δικτύων της τρίτης περιπτώσεως. Κατά προσέγγιση συμπεριφορά

ασυμπιέστου ρευστού παρουσιάζει και ο αέρας του δικτύου αερισμού (αφού δεν υπάρχουν αξιόλογες μεταβολές πίεσεως). Ανάλογα με τον εξυπηρετούμενο σκοπό, συναντάμε δίκτυα εξυπηρετήσεως της παραγωγικής διαδικασίας (δίκτυα καυσίμων, καυσαερίων, λιπαντικών, ψύξεως με γλυκό νερό και νερό θάλασσας, ατμού, διαχειρίσεως πετρελαιοειδών αποβλήτων, έρματος, φορτίου κ.ά.), δίκτυα εξυπηρετήσεως των αναγκών ενδιαιτήσεως (δίκτυα πόσιμο νερού, νερού υγιεινής, αποχετεύσεως, ψυκτικών εγκαταστάσεων, αερισμού, θερμάνσεως κ.ά.), καθώς και τα κρίσιμης σημασίας δίκτυα ασφαλείας (δίκτυα πυρασφάλειας, αδρανών αερίων, κυτών κ.ά.). Ορισμένα από τα παραπάνω δίκτυα αποτελούν κλειστά συστήματα, αλλά στην πλειονότητά τους είναι ανοικτά συστήματα ροής. Στις σημαντικότερες περιπτώσεις απαιτούνται δεξαμενές, στις οποίες αποθηκεύονται τα διακινούμενα υγρά, τα οποία παραλαμβάνονται κατά τον ελλιμενισμό (καύσιμα, λιπαντικά, πόσιμο νερό κ.ά.). Κάποια ρευστά παράγονται στο πλοίο είτε για να καλύψουν ανάγκες (γλυκό νερό, ζεστό νερό, ατμός κ.ά.), είτε ως ανεπιθύμητα παραπροϊόντα που πρέπει να διαχειριστούν κατάλληλα (καυσαέρια, απόβλητα κ.ά.). Τέλος, το θαλάσσιο περιβάλλον προσφέρει σε αφθονία εκτός από τον αέρα και το θαλασσινό νερό. Τα σημαντικότερα αυτόνομα δίκτυα που συναντάμε στα πλοία παρουσιάζονται παρακάτω.

Δίκτυα νερού. Και στο πλοίο, τα δίκτυα νερού είναι τα πιο σημαντικά και ταυτόχρονα τα πλέον πολύπλοκα. Υπάρχουν τα ακόλουθα δίκτυα νερού:

α) Δίκτυο πόσιμου νερού: Παρέχει πόσιμο νερό στους χώρους εργασίας και ενδιαιτήσεως για χρήση από το πλήρωμα και τους επιβάτες, στα μαγειρεία και στα πλυντήρια, καθώς και σπουδήποτε αλλού απαιτηθεί από την κατασκευή. Το νερό αναρροφά η αντλία από τις δεξαμενές πόσιμου και το καταθλίβει στο δίκτυο. Πρέπει να εξασφαλίζεται αξιόλογη αυτονομία του πλοίου σε πόσιμο νερό, ανάλογα με τον εξυπηρετούμενο πληθυσμό. Στα σύγχρονα πλοία, υπάρχουν συσκευές παραγωγής πόσιμου νερού από τη θάλασσα. Σε κάθε περίπτωση, απαιτείται δεξαμενή αποθηκείσεως που να καλύπτει τους όρους υγιεινής

β) Δίκτυο γλυκού νερού: Πρόκειται για δίκτυο διανομής γλυκού νερού (ζεστού και κρύου) που δύναται να παραχθεί στο πλοίο με αφαλάτωση του θαλασσινού νερού. Από τη δεξαμενή αφαλατωμένου νερού, καταθλίβεται με αντλίες και, μέσω των σωληνώσεων του δικτύου, οδηγείται στους νιπτήρες και λουτήρες των χώρων ενδιαιτήσεως, στα πλυντήρια και όπου αλλού χρειάζεται. Τα δίκτυα πόσιμου και γλυκού νερού είναι ανεξάρτητα από κάθε άλλο δίκτυο. Υπάρχει η δυνατότητα συνδέσεως των δύο δικτύων σε περίπτωση ανάγκης. Οι δεξαμενές γλυκού νερού έχουν επαρκή χωρητικότητα και δεν πρέπει να συνορεύουν με δεξαμενές καυσίμων, πετρελαιοειδών και λυμάτων. Παρακάτω θα δείξουμε έναν πίνακα με διάφορα σύμβολα που μας βοηθάνε στην κατανόηση των διαγραμμάτων

Mechanical Symbols and Colour Scheme

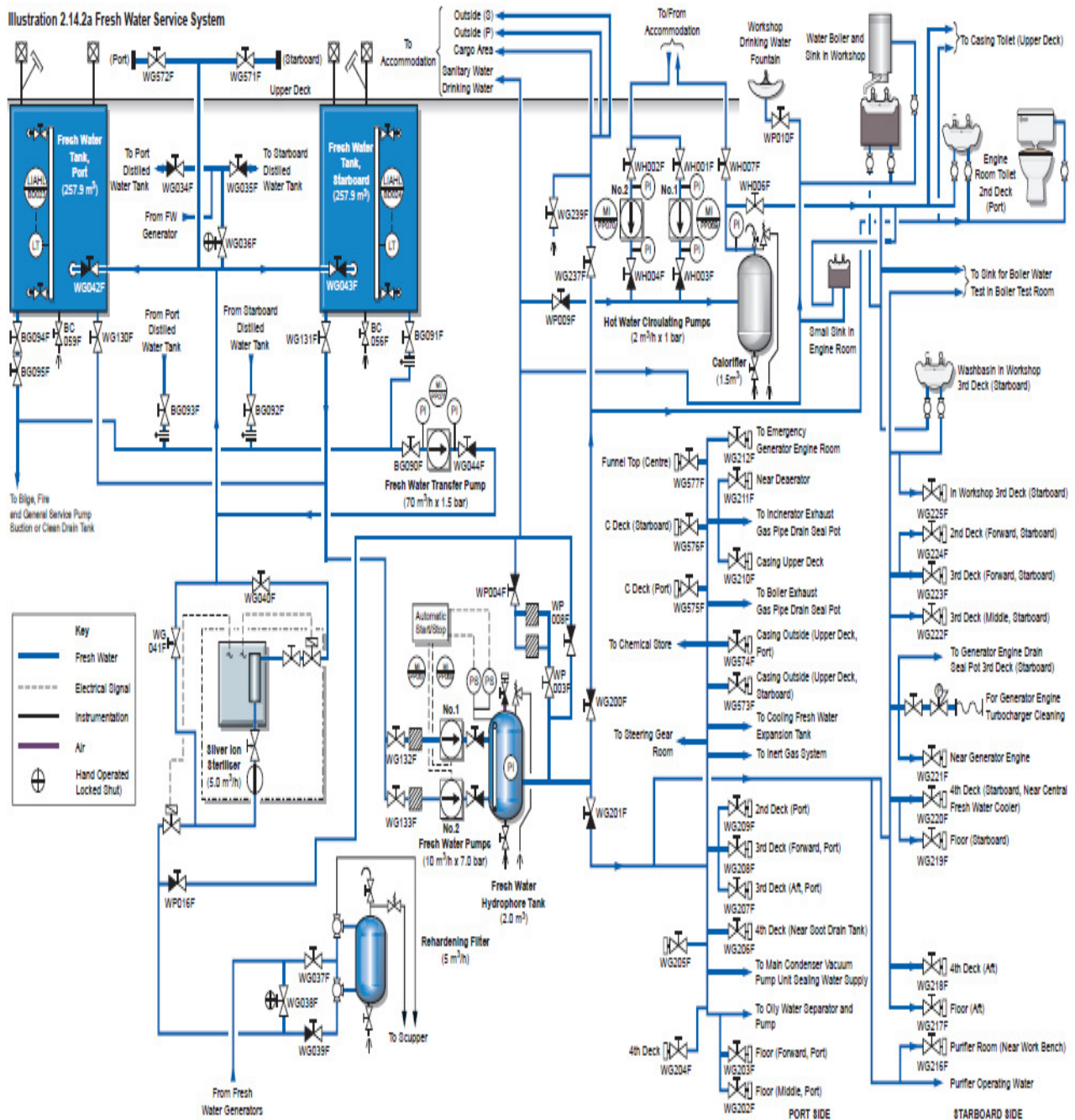
Εικόνα 1 Συμβολισμοί και χρωματισμοί διαγραμμάτων

Electrical and Instrumentation Symbols

				<p>CO₂ CO₂ Meter</p> <p>DP Differential Pressure</p> <p>DPAH Differential Pressure Alarm (High)</p> <p>DPS Differential Pressure Switch</p> <p>DPK Differential Pressure Transmitter</p> <p>DPI Differential Pressure Indicator</p> <p>DTAH Differential Temperature Alarm (High)</p> <p>FAL Flow Alarm (Low/Non)</p> <p>FC Flow Controller</p> <p>FI Flow/Frequency Indication</p> <p>FS Flow Switch</p> <p>FSL Flow Slowdown (Low/Non)</p> <p>LAH Level Alarm (High)</p> <p>LAHH Level Alarm (High High)</p> <p>LAH Level Alarm (High High)</p> <p>LAL Level Alarm (Low)</p> <p>LC Level Controller</p> <p>LCH Level Controller (High Alarm)</p> <p>LCL Level Controller (Low Level)</p> <p>LI Level Indication</p> <p>LIAL Level Alarm/Indicator (Low)</p> <p>LIAH Level Alarm/Indicator (High)</p> <p>LIAHL Level Alarm/Indicator (High/Low)</p> <p>LR Level Recorder</p> <p>LS Level Switch</p> <p>PAH Pressure Alarm (High)</p> <p>PAL Pressure Alarm (Low)</p> <p>PIAL Pressure Alarm/Indicator (Low)</p> <p>PIAH Pressure Alarm/Indicator (High)</p> <p>PIAHL Pressure Alarm High/Low Indicator</p> <p>PIAHL Pressure Alarm High/Low Indicator/Control</p> <p>PK Pressure Transmitter</p> <p>PC Pressure Controller</p> <p>PR Pressure Recorder</p> <p>PI Pressure Indication</p> <p>PS Pressure Switch</p> <p>PSH Pressure Shutdown</p> <p>PSL Pressure Slowdown</p> <p>PH PH Detector/Meter</p> <p>RX Revolution Transmitter</p> <p>RC Revolution Controller</p> <p>SAH Salinity Alarm (High)</p> <p>SI Salinity Indication</p> <p>SX Salinity Transmitter</p> <p>TR Temperature Recorder</p> <p>TC Temperature Control</p> <p>TI Temperature Indication</p> <p>TIAH Temperature Alarm/Indicator (High)</p> <p>TIAL Temperature Alarm/Indicator (Low)</p> <p>TIALH Temperature Alarm High/Low Indicator</p> <p>TS Temperature Switch</p> <p>TT Temperature Transmitter</p> <p>TSH Temperature Shutdown (High)</p> <p>TSL Temperature Shutdown (Low)</p> <p>VI Viscosity Indication</p> <p>VAH Viscosity Alarm (High)</p> <p>VAHL Viscosity Alarm (High/Low)</p> <p>VAL Viscosity Alarm (Low)</p> <p>XA General Failure</p> <p>XSH Other Shutdown</p> <p>XSL Other Slowdown</p> <p>ZI Position Indication</p> <p>ZS Limit Switch</p> <p>Function is Locally Available</p> <p>Function is Remotely Available</p>

Εικόνα 2. Διαφορα επιπλέον σύμβολα διαγραμμάτων

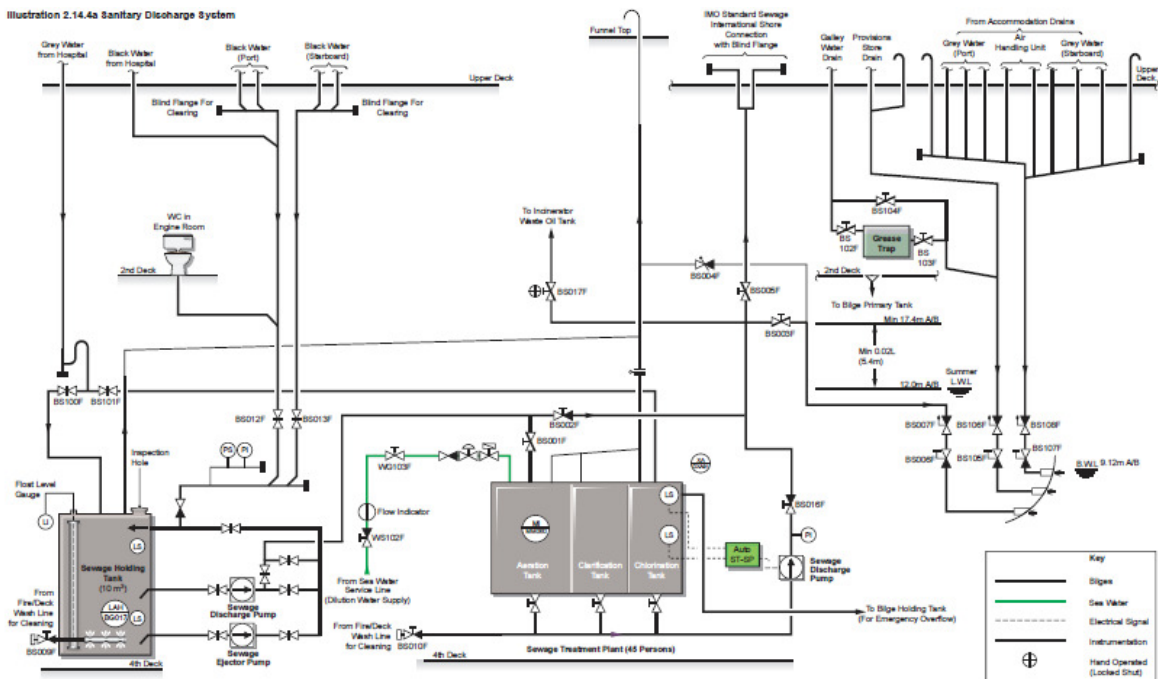
Illustration 2.14.2a Fresh Water Service System



Εικόνα 3. Δίκτυο γλυκού νερού

γ) Δίκτυο νερού θερμάνσεως: Κυκλοφορεί στο σύστημα κεντρικής θερμάνσεως, το οποίο ξεκινώντας από το μηχανοστάσιο, καλύπτει τους χώρους ενδιαίτησης και τους λοιπούς χώρους του πλοίου.

δ) Δίκτυο νερού υγιεινής και αποχετεύσεως: Σ' αυτό κυκλοφορεί θαλασσίνο νερό, άρα δεν απαιτεί δεξαμενή αποθηκείσεως. Παραλαμβάνεται από τη θάλασσα με την αντλία υγιεινής και χρησιμοποιείται για πλύση αποχωρητηρίων, δαπέδων, καταστρωμάτων κ.ά



Εικόνα 4. Δίκτυο νερού υγιεινής και αποχετεύσεως

ε) **Δίκτυα νερού ψύξεως των μηχανών:** Παλαιότερα η ψύξη των μηχανών γινόταν άμεσα με χρήση θαλασσινού νερού. Υπήρχαν όμως σημαντικά προβλήματα, λόγω των ιδιομορφιών του θαλασσινού νερού. Η υψηλή περιεκτικότητά του σε άλατα σκληρότητας και χλωριούχο νάτριο είχε ως συνέπειες, από τη μία τη δημιουργία επικαθίσεων στις ψυχόμενες επιφάνειες, οι οποίες μειώνουν την ψυκτική ικανότητα και από την άλλη, τη διαμόρφωση διαβρωτικού περιβάλλοντος. Για τούτο, το κυρίως σύστημα ψύξεως είναι κλειστό, εντός του οποίου κυκλοφορεί πόσιμο ή αποσταγμένο νερό. Υπάρχουν υποσυστήματα ψύξεως των χιτωνίων, των εμβόλων και των εγχυτήρων καυσίμου. Η χρήση του θαλασσινού νερού περιορίστηκε στη δευτερεύουσα ψύξη του κυρίως ψυκτικού μέσου. Το θαλασσινό νερό χρησιμοποιείται επίσης για την ψύξη του ελαίου λιπάνσεως, καθώς και για την ψύξη και καθαρισμό των καυσαερίων που αξιοποιούνται στο δίκτυο αδρανούς αερίου.

ζ) **Δίκτυο ψύξης με θάλασσα** Για τις περιπτώσεις που απαιτείται ψύξη στο πλοίο λαμβάνεται ψυκτική ισχύς με χρησιμοποίηση θαλασσινού νερού, το οποίο βρίσκεται σε χαμηλή θερμοκρασία σε σχέση με τις θερμοκρασίες που επικρατούν στα τμήματα των μηχανημάτων του πλοίου που απαιτείται ψύξη. Συνηθέστερη είναι η περίπτωση όπου το θαλασσινό νερό ψύχει σε κεντρικό ψυγείο γλυκό νερό, το οποίο στη συνέχεια χρησιμοποιείται ως ψυκτικό μέσο. Με αυτόν τον τρόπο, απαιτείται η χρήση ανθεκτικών στη διάβρωση από το θαλασσινό νερό υλικών (και επομένως ακριβότερων) μόνο στο κεντρικό ψυγείο.

Σπανιότερα, χρησιμοποιείται ως ψυκτικό μέσο στα διάφορα ψυγεία ρευστών (π.χ. λαδιού, γλυκού νερού χιτωνίων, κλπ.) το θαλασσινό νερό, όμως σε τέτοιες περιπτώσεις απαιτούνται ψυγεία από ανθεκτικά υλικά στη διάβρωση του θαλασσινού νερού και επομένως μεγαλύτερου κόστους.

Στην παρούσα παράγραφο θα περιγραφεί το δίκτυο κυκλοφορίας του θαλασσινού νερού (central cooling sea water system), όπως και το δίκτυο ψύξης με γλυκό νερό.

Όπως έχει αναφερθεί κατά την περιγραφή του δικτύου έρματος, το θαλασσινό νερό αναρροφάται από την κάθετη σωλήνωση αναρρόφησης θάλασσας (sea water cross over pipe), η οποία ενώνει το κιβώτιο αναρρόφησης χαμηλής στάθμης με το κιβώτιο αναρρόφησης υψηλής στάθμης. Συνήθως για λόγους αύξησης της αξιοπιστίας της εγκατάστασης, εγκαθίστανται παράλληλα δύο κεντρικά ψυγεία θάλασσας, το κάθε ένα από αυτά έχει ψυκτική ικανότητα ίση με το 65% της συνολικής ψυκτικής ικανότητας που απαιτείται για το πλοίο. Επίσης, εγκαθίστανται δύο ίδιες αντλίες κυκλοφορίας θάλασσας παράλληλα (η μία λειτουργεί ενώ η άλλη παραμένει σε κατάσταση ετοιμότητας).

Η παροχή όγκου κάθε αντλίας υπολογίζεται έτσι ώστε να καλύπτονται οι ψυκτικές ανάγκες του πλοίου ακόμα και στις χειρότερες συνθήκες από πλευράς θερμοκρασίας θαλασσινού νερού, δηλαδή σε τροπικές συνθήκες. Για την περίπτωση της λειτουργίας του πλοίου στο λιμάνι, όπου δεν λειτουργεί η μηχανή (ή οι μηχανές) πρόωσης του πλοίου, επομένως οι ψυκτικές ανάγκες της μηχανολογικής εγκατάστασης του πλοίου είναι ελαττωμένες, τοποθετείται μία επιπλέον αντλία μικρότερης παροχής.

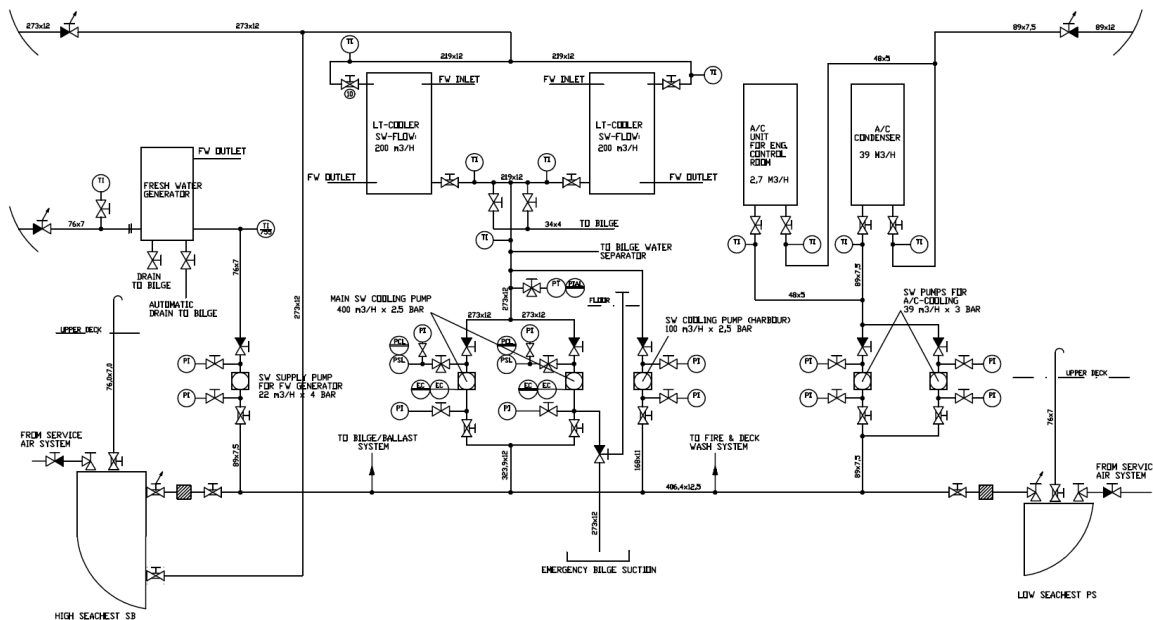
Οι αντλίες κυκλοφορίας θάλασσας είναι συνήθως οι αντλίες με την μεγαλύτερη παροχή στο μηχανοστάσιο του πλοίου. Έτσι, σύμφωνα με τις απαιτήσεις του δικτύου κύτους, στην αναρρόφηση μιας από τις αντλίες κυκλοφορίας θάλασσας πρέπει να εγκατασταθεί η αναρρόφηση έκτακτης ανάγκης του χώρου του μηχανοστασίου.

Το θαλασσινό νερό χρησιμοποιείται στους συμπυκνωτές του συστήματος κλιματισμού των χώρων του πλοίου, για την συμπύκνωση των ατμών του ψυκτικού ρευστού του συστήματος αυτού. Σε τέτοιες περιπτώσεις εγκαθίστανται ξεχωριστές αντλίες (συνήθως δύο παράλληλα από τις οποίες η μία παραμένει σε κατάσταση αναμονής). Οι αντλίες αυτές αναρροφούν θαλασσινό νερό από την κάθετη σωλήνωση αναρρόφησης. Ανάλογα με τον τύπο του πλοίου, μπορεί να χρησιμοποιείται θαλασσινό νερό για άλλες χρήσεις, όπως π.χ. για την έκπλυση των καυσαερίων και παραγωγή αδρανούς αερίου σε δεξαμενόπλοια, στους συμπυκνωτές του συστήματος ψύξης φορτίου σε πλοίο ψυγείο, ή σε συμπυκνωτή ατμού του βοηθητικού λέβητα του πλοίου κλπ. Σε αυτές τις περιπτώσεις εγκαθίστανται επιπλέον αντλίες που αναρροφούν θαλασσινό νερό από την κάθετη σωλήνωση

Από την κάθετη σωλήνωση αναρρόφησης αντλείται με ξεχωριστή αντλία θαλασσινό νερό, το οποίο τροφοδοτεί το σύστημα αφαλάτωσης που είναι εγκατεστημένο στο πλοίο. Στις περιπτώσεις συστημάτων αφαλάτωσης με αποστακτήρες (evaporators), το θαλασσινό νερό αρχικά χρησιμοποιείται για την συμπύκνωση των υδρατμών όπου θερμαίνεται (παραγωγή γλυκού νερού), και ακολούθως τμήμα του χρησιμοποιείται για την πλήρωση με θαλασσινό νερό του αποστακτήρα (ποσότητα του οποίου ξαμιρίζεται) και το υπόλοιπο για την λειτουργία του εγχυτήρα αέρα που

παράγει το κενό στον αποστακτήρα, καθώς και του εγχυτήρα που χρησιμοποιείται για την απομάκρυνση της άλμης από τον αποστακτήρα. Το θαλασσινό νερό που εξέρχεται θερμότερο από τα ψυγεία θαλασσινού νερού ή από οποιοδήποτε άλλη χρήση (π.χ. συμπυκνωτές συστήματος κλιματισμού, σύστημα αφαλάτωσης κλπ.), οδηγείται εκτός πλοίου από κατάλληλα διαμορφωμένα σημεία στην γάστρα του πλοίου (discharge overboard).

Το άνοιγμα/κλείσιμο των σημείων αυτών πραγματοποιείται με επιστόμια, τα οποία ελέγχονται μέσω βάρκρου και τροχού από ανώτερο κατάστρωμα. Στις περιπτώσεις πλοίων με δρομολόγια σε αρκτικά κλίματα (ice class) εγκαθίσταται κλάδος παράκαμψης, οποίος οδηγεί τμήμα του θερμού θαλασσινού νερού που εξέρχεται από τα ψυγεία θαλασσινού νερού, στα κιβώτια αναρρόφησης, έτσι ώστε να αυξηθεί η θερμοκρασία του θαλασσινού νερού που εισέρχεται στο δίκτυο θάλασσας.



Εικόνα 5. Δίκτυο κυκλοφορίας θάλασσινου νερού

στ) Δίκτυο νερού πυροσβέσεως: Από τα σημαντικότερα δίκτυα στο πλοίο το δίκτυο πυρκαγιάς έχει ως σκοπό την παροχή θαλασσινού νερού σε όλους τους χώρους του πλοίου, το οποίο μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την κατάσβεση σε περίπτωση πυρκαγιάς.

Το δίκτυο αυτό χρησιμοποιείται για το πλύσιμο των χώρων του καταστρώματος του πλοίου και για το πλύσιμο των αλυσίδων των αγκυρών του πλοίου, για αυτό και πολλές φορές αναφέρεται ως «fire and washing system». Επιπρόσθετα, το δίκτυο πυρκαγιάς χρησιμοποιείται για την παροχή κινητήριου ρευστού (θαλασσινό νερό) στα τζιφάρια του δικτύου κύτους για την αυτόματη αναρρόφηση των αντλιών κύτους και την άντληση υδάτων από τους χώρους του προωραίου τμήματος του πλοίου, καθώς και στα τζιφάρια του δικτύου έρματος για την αυτόματη αναρρόφηση των αντλιών έρματος και την αποστράγγιση των δεξαμενών έρματος. Το δίκτυο αποτελείται από τις αντλίες πυρκαγιάς, τις σωληνώσεις, τα εξαρτήματα του δικτύου και τα σημεία υδροληψίας που

πρέπει να καλύπτουν όλους τους χώρους του πλοίου. Σε περίπτωση ανάγκης, αντί των αντλιών πυρκαγιάς μπορεί να χρησιμοποιηθούν οι αντλίες έρματος/κύτους ή γενικής χρήσης. Έτσι, πρέπει να υπάρχουν κατάλληλες συνδέσεις του δικτύου πυρκαγιάς με τα δίκτυα κύτους και έρματος. Οι αντλίες πυρκαγιάς τοποθετούνται συνήθως στον χώρο του μηχανοστασίου και αναρροφούν το θαλασσινό νερό από την κάθετη σωλήνωση αναρρόφησης

Η συνολική παροχή των αντλιών του δικτύου πυρκαγιάς δεν πρέπει να είναι μικρότερη από τα 4/3 της παροχής του δικτύου κύτους, αλλά δεν απαιτείται να ξεπερνά τα 180 m³/h. Ο αριθμός των αντλιών πυρκαγιάς που απαιτείται να εγκατασταθούν είναι τουλάχιστον δύο. Οι αντλίες αυτές θα πρέπει να είναι ανεξάρτητα κινούμενες (συνήθως είναι φυγοκεντρικού τύπου και κινούνται από ηλεκτροκινητήρα). Σε πλοία με χωρητικότητα μικρότερη των 1000 tn (gross tonnage), απαιτείται η μία από τις δύο αντλίες πυρκαγιάς να είναι ανεξάρτητα κινούμενη (η άλλη μπορεί να παίρνει κίνηση από τον κινητήρα πρόωσης του πλοίου). Η παροχή κάθε αντλίας πυρκαγιάς πρέπει να έχει τιμή μεγαλύτερη από το 80% του λόγου της συνολικής παροχής που απαιτείται για το δίκτυο πυρκαγιάς προς τον ελάχιστο αριθμό των αντλιών που απαιτείται αν εγκατασταθούν. Σε κάθε περίπτωση απαιτείται η κάθε αντλία πυρκαγιάς να έχει παροχή μεγαλύτερη των 25 m³/h και η αντλία να είναι ικανή να παρέχει θαλασσινό νερό σε δύο τουλάχιστον σημεία υδροληψίας του δικτύου πυρκαγιάς.

Ως αντλίες πυρκαγιάς γίνονται δεκτές από τους νηογνώμονες και οι αντλίες έρματος, κύτους και γενικής χρήσης με την προϋπόθεση ότι δεν χρησιμοποιούνται για την μεταφορά καυσίμων ή λιπαντικών. Η ελάχιστη πίεση του θαλασσινού νερού στα σημεία υδροληψίας εξαρτάται από το μέγεθος του πλοίου και από τον αριθμό των σημείων υδροληψίας που χρησιμοποιούνται (είναι ανοιχτά) ταυτόχρονα. Σε κάθε περίπτωση, όταν και οι δύο αντλίες του δικτύου εργάζονται με την ονομαστική τους παροχή και είναι ανοιχτά δύο οποιαδήποτε γειτονικά σημεία υδροληψίας του δικτύου, στα κλειστά σημεία υδροληψίας η πίεση απαιτείται να έχει ελάχιστη τιμή ως ακολούθως: 2.7 bar για πλοία χωρητικότητας μεγαλύτερης ή ίσης των 6000 tn 2.5 bar για πλοία χωρητικότητας μικρότερης των 6000 tn

Η κύρια σωλήνωση του δικτύου πυρκαγιάς πρέπει να υπολογιστεί για ονομαστική παροχή ίση με την συνολική παροχή του δικτύου πυρκαγιάς, με μέγιστη τιμή τα 140 m³/h. Ο αριθμός των σημείων υδροληψίας πρέπει να είναι τέτοιος ώστε κάθε σημείο του πλοίου να καλύπτεται από δύο σημεία υδροληψίας με χρήση μάνικας σε κάθε ένα από αυτά. Στους χώρους με μεγάλη επικινδυνότητα, ένα σημείο υδροληψίας εγκαθίσταται κοντά στην είσοδο του χώρου. Στους χώρους ενδιαίτησης τοποθετείται ένα σημείο υδροληψίας κοντά στις σκάλες του καταστρώματος και καλύπτουν συνήθως όλο το κατάστρωμα).

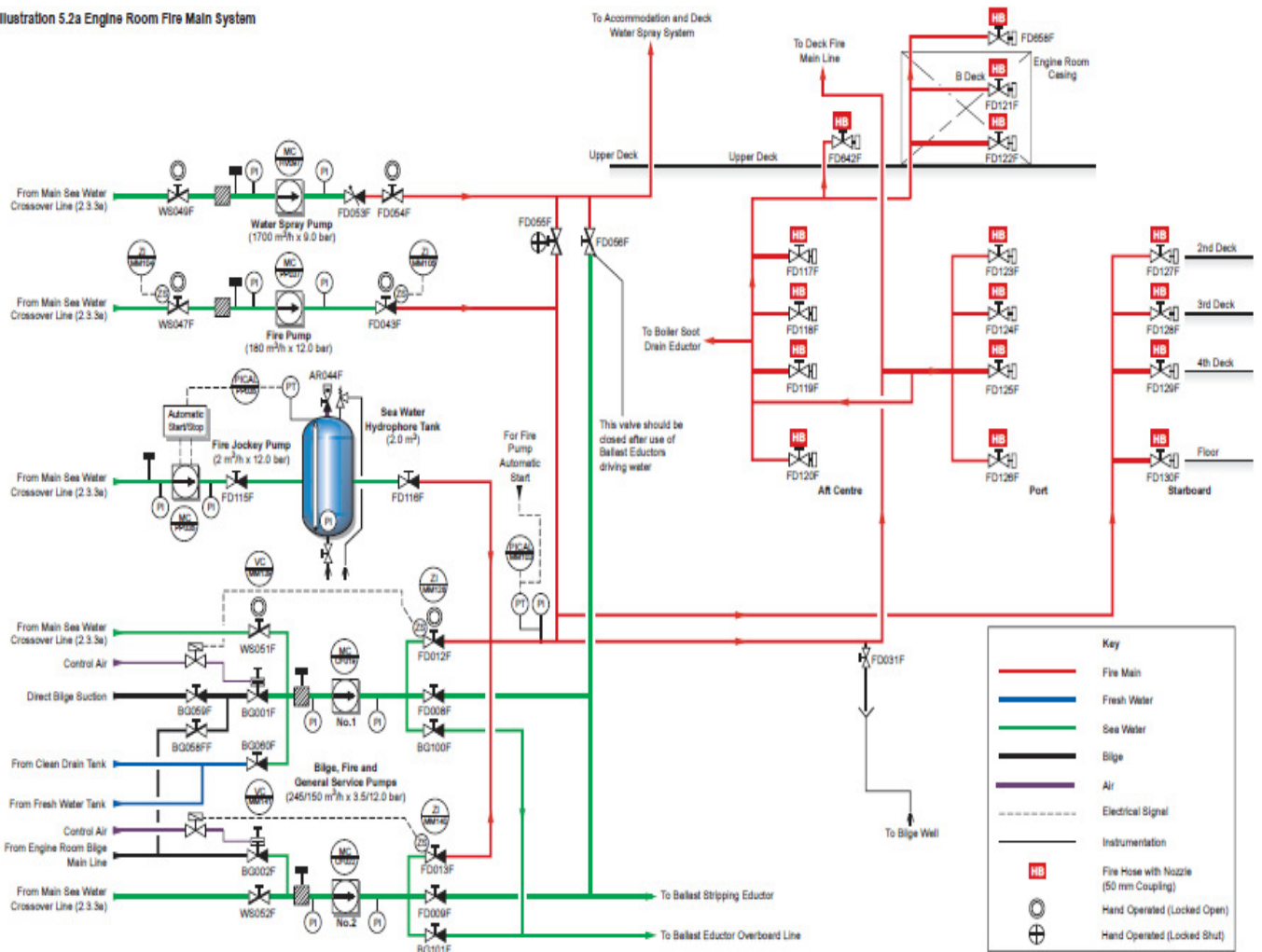
Το μήκος κάθε μάνικας και ο αριθμός τους καθορίζεται στις απαιτήσεις των νηογνώμωνων και είναι ως ακολούθως: 25 m για μάνικες που καλύπτουν ανοιχτά καταστρώματα πλοίων πλάτους

μεγαλύτερου των 30 m 20 m για τους υπόλοιπους χώρους και τα ανοιχτά καταστρώματα του πλοίου 15 m για τους χώρους του μηχανοστασίου του πλοίου. Για εμπορικά πλοία, ο αριθμός των μανίκων που απαιτούνται είναι 1 για κάθε 30 m μήκους πλοίου και επιπλέον και μία επιπλέον, με ελάχιστο αριθμό, τις 5 για πλοία χωρητικότητας τουλάχιστον 1000 tn, και τις 3 για πλοία χωρητικότητας μικρότερης από 1000 tn.

Απαιτείται η εγκατάσταση σε κάποιο σημείο του κυρίου καταστρώματος του πλοίου ενός σημείου σύνδεσης με πυροσβεστικές εγκαταστάσεις u958 ξηράς ή με εγκατάσταση πυρόσβεσης πυροσβεστικού πλοίου (International shore connection). Επιπλέον των δύο αντλιών πυρκαγιάς απαιτείται η εγκατάσταση αντλίας πυρκαγιάς έκτακτης ανάγκης (emergency fire pump). Η αντλία αυτή εγκαθίσταται σε χώρο διαφορετικό από τον χώρο εγκατάστασης των αντλιών πυρκαγιάς (συνήθως εγκαθίσταται στο προωαίο τμήμα του πλοίου), και κινείται από ανεξάρτητο κινητήρα (συνήθως κινητήρα Diesel). Η αντλία πυρκαγιάς έκτακτης ανάγκης απαιτείται να παρέχει θαλασσινό νερό σε τουλάχιστον δύο σημεία υδροληψίας με την ίδια τιμή της πίεσης ανάλογα με το μέγεθος του πλοίου. Η παροχή της αντλίας πυρκαγιάς έκτακτης ανάγκης πρέπει να είναι τουλάχιστον 40% της συνολικής παροχής του δικτύου πυρκαγιάς και πάντως όχι μικρότερης των 25 m³/h σε εμπορικά πλοία με χωρητικότητα μεγαλύτερης των 2000 tn, και μικρότερης των 15 m³/h σε εμπορικά πλοία με χωρητικότητα μικρότερης των 2000 tn.

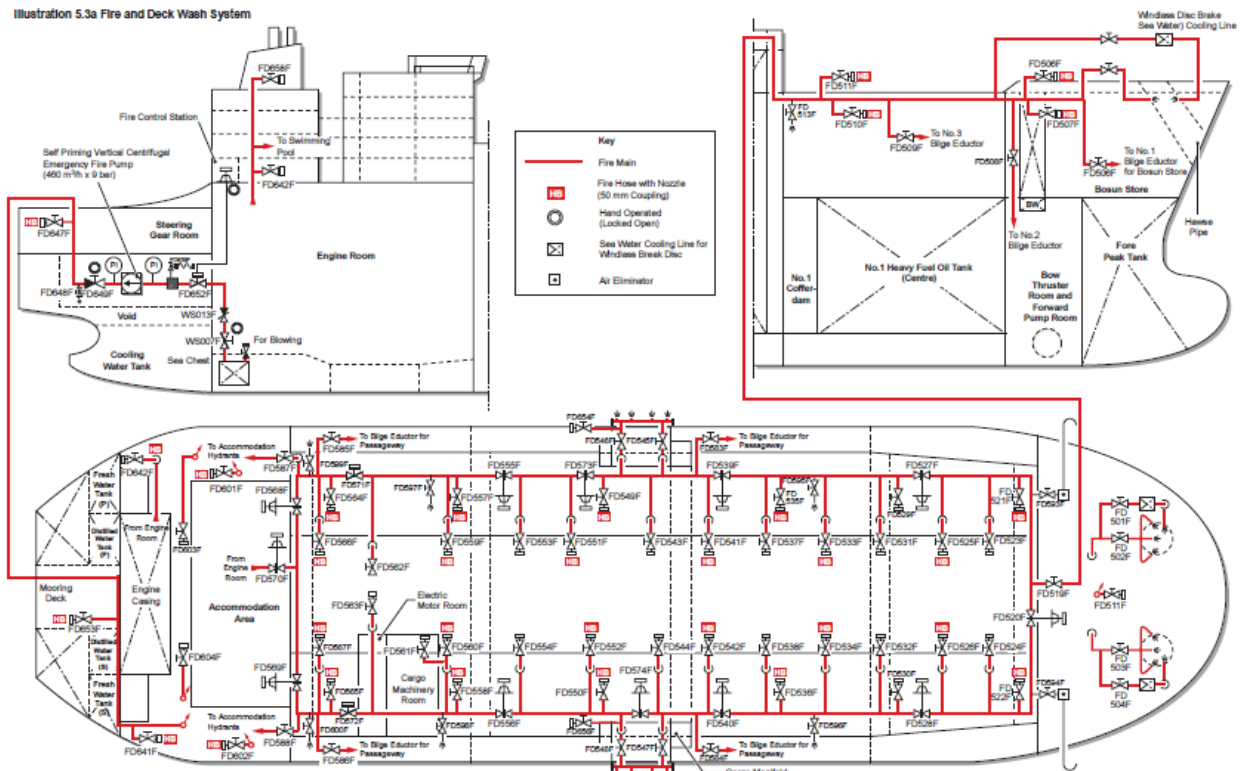
Οι απαιτήσεις που αφορούν την εγκατάσταση του κινητήρα Diesel, την εγκατάσταση της δεξαμενής καυσίμου καθώς και την εκκίνηση του κινητήρα καθορίζονται από τους νηογνώμονες. Στο Σχήμα παρουσιάζεται διαγραμματικό σχέδιο δικτύου πυρκαγιάς εμπορικού πλοίου.

Illustration 5.2a Engine Room Fire Main System



Εικόνα .6. Δίκτυο πυρόσβεσης μηχανοστασίου

Illustration 5.3a Fire and Deck Wash System



Εικόνα 7. Δίκτυο πυρόσβεσης κομοθησείου

η) Δίκτυο έρματος Το δίκτυο έρματος χρησιμοποιείται για τη ρύθμιση της εγκάρσιας και διαμήκους κλίσεως του πλοίου (ζυγοστάθμισης), καθώς και του βυθίσματος του πλοίου.

Επίσης, κατά τις φάσεις φόρτωσης και εκφόρτωσης του πλοίου, το δίκτυο έρματος χρησιμοποιείται για να διατηρηθούν οι τάσεις που καταπονούν την μεταλλική κατασκευή του πλοίου κάτω από το επιτρεπόμενο όριο τους μέσω του γεμίσματος ή αδειάσματος των δεξαμενών έρματος του πλοίου ανάλογα με την στάθμη των δεξαμενών φορτίου.

Το δίκτυο έρματος εξυπηρετείται από δύο αντλίες έρματος που συνήθως είναι δυναμικού τύπου (φυγοκεντρικής ή μικτής ροής), αλλά σε περιπτώσεις βλάβης αυτών μπορεί να χρησιμοποιηθούν αντλίες άλλων δικτύων, όπως οι αντλίες πυρκαγιάς/γενικής χρήσης και πυρκαγιάς/κύτους.

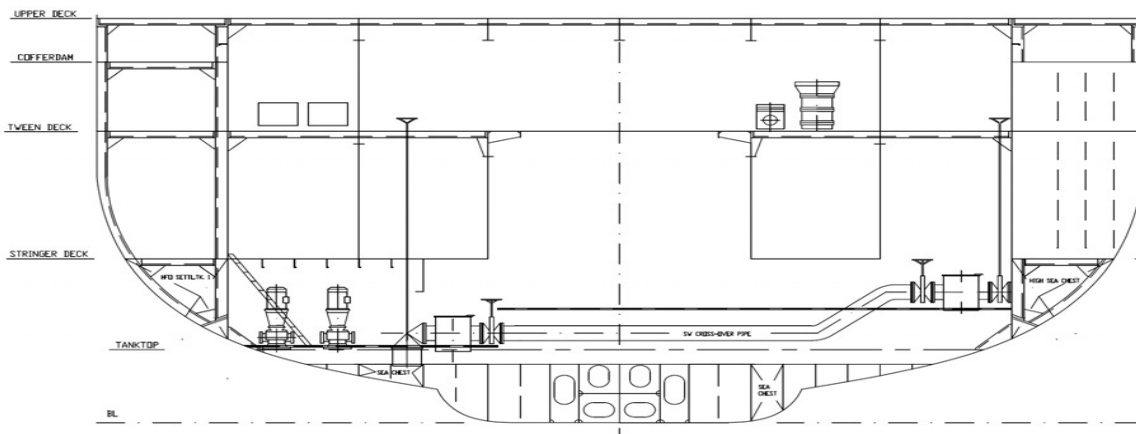
Η έκταση του δικτύου έρματος εξαρτάται από τον τύπο του πλοίου και πρέπει να υπάρχει η δυνατότητα γεμίσματος ή αδειάσματος (ερματισμού/αφερματισμού) των δεξαμενών έρματος, οι οποίες περιλαμβάνουν τις δεξαμενές ζυγοστάθμισης πλώρης και πρύμνης (πρωραία δεξαμενή ζυγοστάθμισης, Fore Peak Tank–FPT και πρυμναία δεξαμενή ζυγοστάθμισης, After Peak Tank–APT), καθώς και τις δεξαμενές έρματος που ανάλογα με το μέρος του πλοίου που καταλαμβάνουν κατηγοριοποιούνται σε δεξαμενές διπυθμένων (deep bottom tanks), άνω πλευρικές δεξαμενές (saddle tanks ή top side tanks). Σε πλοία διπλού τοιχώματος (double hull), οι δεξαμενές έρματος διαμορφώνονται στον χώρο του διπλού τοιχώματος.

Η τιμή της ονομαστικής παροχής των αντλιών του δικτύου έρματος συνήθως καθορίζεται από τον συνολικό όγκο των δεξαμενών έρματος και τον επιθυμητό χρόνο που απαιτείται για το γέμισμα/άδειασμα τους. Οι αντλίες του δικτύου έρματος, καθώς και ο κινητήρας τους (συνήθως ηλεκτρικός κινητήρας), τοποθετούνται συνήθως στον χώρο του μηχανοστασίου (ή στον χώρο του αντλιοστασίου σε δεξαμενόπλοια – ο κινητήρας των αντλιών σε τέτοιες περιπτώσεις τοποθετείται στο χώρο του μηχανοστασίου). Σε κάποιες περιπτώσεις πλοίων μεταφοράς υγροποιημένων αερίων (LNG, LPG carries), χρησιμοποιούνται υποβρύχιες αντλίες τοποθετημένες μέσα στις δεξαμενές έρματος.

Οι αντλίες του δικτύου έρματος (καθώς και οι αντλίες του δικτύου πυρκαγιάς και του δικτύου κυκλοφορίας θάλασσας) αναρροφούν το θαλασσινό νερό από την κάθετη σωλήνωση θαλασσινού u957 νερού (sea water cross over pipe), η οποία είναι εγκατεστημένη στο μπροστινό μέρος του μηχανοστασίου ανάμεσα στα κιβώτια αναρρόφησης θάλασσας (sea chests) χαμηλής και υψηλής στάθμης. Το κιβώτιο αναρρόφησης θάλασσας χαμηλής στάθμης χρησιμοποιείται στις περιπτώσεις που το πλοίο βρίσκεται στην ανοιχτή θάλασσα, ενώ το κιβώτιο αναρρόφησης θάλασσας υψηλής στάθμης χρησιμοποιείται στην περίπτωση που το πλοίο βρίσκεται στο χώρο του

λιμανιού, οπότε ο πυθμένας της θάλασσας βρίσκεται σχετικά κοντά στο κιβώτιο αναρρόφησης χαμηλής στάθμης. Τα κιβώτια αναρρόφησης εξωτερικά (κατά το σχήμα της γάστρας του πλοίου) φέρουν διάτρητη πλάκα, της οποίας η συνολική επιφάνεια των οπών πρέπει να είναι τριπλάσια της διατομής των επιστομιών της κάθετης σωλήνωσης αναρρόφησης. Τα κιβώτια αναρρόφησης θάλασσας πρέπει να είναι εφοδιασμένα με εξαεριστικούς σωλήνες, οι οποίοι καταλήγουν στο κύριο κατάστρωμα του πλοίου, για την απομάκρυνση του αέρα που πιθανόν να εγκλωβιστεί στους χώρους των κιβωτίων αναρρόφησης θάλασσας.

Επίσης πρέπει να υπάρχει εγκατεστημένη παροχή αέρα (ή εναλλακτικά παροχή ατμού), έτσι ώστε να καθαρίζονται οι οπές της διάτρητης πλάκας του κάθε κιβωτίου αναρρόφησης θάλασσας, όταν αυτό απαιτείται. Μετά από κάθε κιβώτιο αναρρόφησης τοποθετείται στην κάθετη σωλήνωση αναρρόφησης συνδυασμός βαλβίδας-φίλτρου-βαλβίδας, όπως φαίνεται στο Σχήμα. Η πρώτη βαλβίδα κάθε κιβωτίου αναρρόφησης θάλασσας πρέπει να ελέγχεται με βάκτρο και τροχό από σημείο εκτός μηχανοστασίου, έτσι ώστε σε περίπτωση έκτακτης ανάγκης να μπορούν να κλείσουν οι βαλβίδες, αυτές.



Εικόνα 8. Δίκτυο έρματος

Σχήμα 8 : Τομή μηχανοστασίου πλοίου όπου φαίνεται η κάθετη σωλήνωση αναρρόφησης θάλασσας (sea water cross over). Το δίκτυο έρματος του πλοίου πρέπει να είναι εγκατεστημένο με τέτοιο τρόπο, ώστε οι δεξαμενές έρματος να γεμίζουν, να αδειάζουν ή να μεταφέρεται θαλασσινό νερό από κάποια δεξαμενή έρματος σε κάποια άλλη. (για την ταχεία ρύθμιση της κλίσης του πλοίου). Σε πολλές περιπτώσεις, για τη ρύθμιση της εγκάρσιας κλίσης του πλοίου εγκαθίσταται ξεχωριστό δίκτυο (heeling system).

Θα πρέπει να λαμβάνονται μέτρα (τοποθέτηση κατάλληλων βαλβίδων και κλάδων παράκαμψης) έτσι ώστε να υπάρχει η δυνατότητα μερικού γεμίσματος ή αδειάσματος των δεξαμενών έρματος με την βαρύτητα. Επίσης θα πρέπει να υπάρχουν συνδέσεις και με άλλα δίκτυα, όπως με το δίκτυο κύτους και το δίκτυο πυρκαγιάς, έτσι ώστε σε περίπτωση βλάβης κάποιας από τις αντλίες αυτών των δικτύων να χρησιμοποιηθεί κάποια από τις αντλίες έρματος, ή σε περίπτωση βλάβης των αντλιών έρματος να είναι δυνατή η χρησιμοποίηση αντλίας άλλου δικτύου. Στην

περίπτωση της αναρρόφησης από το δίκτυο κύτους πρέπει να τοποθετηθούν ανεπίστροφα επιστόμια, έτι ώστε να μην υπάρχει κίνδυνος λόγω εσφαλμένου χειρισμού να εισρεύσει θαλασσινό νερό προς το δίκτυο κύτους. Επειδή το δίκτυο έρματος είναι αρκετά εκτεταμένο (από την πλώρη έως και την πρύμνη του πλοίου), καθώς και με αρκετή περιπλοκότητα στο χώρο του μηχανοστασίου, για να μην αυξηθεί επιπλέον το μήκος των σωλήνων που θα εγκατασταθούν, χρησιμοποιούνται οι ίδιες σωληνώσεις τόσο κατά τον ερματισμό (γέμισμα των δεξαμενών έρματος) όσο κατά τον αφερματισμό (άδειασμα των δεξαμενών έρματος).

Θ) Δίκτυο κύτους Το δίκτυο κύτους εξυπηρετείται από δύο αντλίες (αντλίες κύτους) που σε πολλές περιπτώσεις είναι ταυτόχρονα και αντλίες έρματος ή και αντλίες πυρκαγιάς και γενικής χρήσης. Σε περίπτωση ανάγκης (βλάβη των αντλιών κύτους) μπορούν να χρησιμοποιηθεί κάποια από τις αντλίες γενικής χρήσης ή πυρκαγιάς.

Συνήθως οι αντλίες του δικτύου κύτους είναι φυγοκεντρικού τύπου. Σε αυτήν την περίπτωση πρέπει να υπάρχει εγκατεστημένο και σύστημα αυτόματης αναρρόφησης (συνήθως τζιφάρι κινούμενο με θαλασσινό νερό από το δίκτυο πυρκαγιάς). Εκτός των δύο αντλιών του δικτύου κύτους εγκαθίσταται και μια εμβολοφόρος αντλία (που είναι αυτόματης αναρρόφησης—self priming) με παροχή 2-10 m³/h και μανομετρικό ύψος έως 30 mΣΥ. Ειδικότερα, για το χώρο του μηχανοστασίου, μέσα στο οποίο έχει εγκατασταθεί το μεγαλύτερο μέρος των κυρίων και βοηθητικών μηχανών, μηχανημάτων και δικτύων που εξυπηρετούν το πλοίο, και επομένως παρουσιάζεται αυξημένος βαθμός επικινδυνότητας σε διαρροές, προβλέπονται τα ακόλουθα.

Απαιτείται η τοποθέτηση απευθείας σωλήνωσης αναρρόφησης από την σεντίνα ή τις σεντίνες του χώρου του μηχανοστασίου στην μία από τις δύο αντλίες του δικτύου κύτους. Συνήθως, στο χώρο του μηχανοστασίου τοποθετούνται δύο σεντίνες στο μπροστινό μέρος (στα πλάγια), και μία στο πίσω μέρος του. Η σωλήνωση αυτή δεν πρέπει να έχει διατομή μικρότερη από την διατομή που έχει η κύρια σωλήνωση του δικτύου κύτους. Η σωλήνωση απευθείας αναρρόφησης του μηχανοστασίου ελέγχεται με κατάλληλη ανεπίστροφη βαλβίδα (stop-check valve).

Στην περίπτωση που ο χώρος του μηχανοστασίου είναι χωρισμένος σε στεγανά διαμερίσματα, απαιτείται μία σωλήνωση απευθείας αναρρόφησης για κάθε ένα από αυτά να συνδέεται στην αντλία του δικτύου κύτους. Στην περίπτωση που τοποθετηθεί διαφορετική αντλία κύτους σε κάθε ένα από τα στεγανά διαμερίσματα, απαιτείται εγκατάσταση απευθείας αναρρόφησης από τη σεντίνα του κάθε στεγανού διαμερίσματος στην αντλία κύτους που είναι τοποθετημένη σε αυτό. Εκτός από την απευθείας σωλήνωση αναρρόφησης, πρέπει να εγκατασταθεί στους χώρους του μηχανοστασίου και σωλήνωση αναρρόφησης έκτακτης ανάγκης (σωσίβια αναρρόφηση). Η σωλήνωση αυτή πρέπει να συνδεθεί απευθείας στην αντλία με τη μεγαλύτερη παροχή, εγκατεστημένη στο χώρο του μηχανοστασίου και ανεξάρτητα κινούμενη (μη συνδεδεμένη με την μηχανή πρόωσης του πλοίου). Η αντλία αυτή πρέπει να είναι διαφορετική από τις αντλίες του

δικτύου κύτους. Σε περίπτωση που η αντλία αυτή δεν είναι κατάλληλη, μπορεί να χρησιμοποιηθεί η ανεξάρτητα κινούμενη αντλία με την δεύτερη μεγαλύτερη παροχή, εκτός των αντλιών του δικτύου κύτους.

Σε κάθε μία από τις ανωτέρω περιπτώσεις η παροχή της αντλίας που θα συνδεθεί η σωλήνωση αναρρόφησης μηχανοστασίου έκτακτης ανάγκης πρέπει να είναι μεγαλύτερη από την παροχή της αντλίας του δικτύου κύτους. Στη σωλήνωση αναρρόφησης μηχανοστασίου έκτακτης ανάγκης πρέπει να τοποθετηθεί κατάλληλη ανεπίστροφη βαλβίδα, έτσι ώστε να καθίσταται ικανή η ταχεία λειτουργία της σωλήνωσης με ταυτόχρονη κατάλληλη σύνδεση της κατάθλιψης της αντλίας με την σωλήνωση απόρριψης του νερού εκτός πλοίου.

Στην περίπτωση μηχανοστασίου, πλοίου κινούμενο από κινητήρα εσωτερικής καύσης, η διατομή της σωλήνωσης αναρρόφησης μηχανοστασίου έκτακτης ανάγκης πρέπει να είναι ίση με αυτήν της σωλήνωσης αναρρόφησης της αντλίας που έχει επιλεγεί να την εξυπηρετεί. Στην περίπτωση μηχανοστασίου, πλοίου κινούμενο με εγκατάσταση πρόωσης με ατμό, η κύρια αντλία κυκλοφορίας του θαλασσινού νερού, είναι η αντλία με την μεγαλύτερη παροχή στο πλοίο και επομένως η πρώτη επιλογή για σύνδεση της σωλήνωσης αναρρόφησης μηχανοστασίου έκτακτης ανάγκης. Σε αυτήν την περίπτωση, η διάμετρος της σωλήνωσης αναρρόφησης μηχανοστασίου έκτακτης ανάγκης πρέπει να είναι τουλάχιστον ίση με τα 2/3 της διαμέτρου της σωλήνωσης αναρρόφησης της αντλίας αυτής.

1) Δίκτυο καυσίμων Είναι δίκτυο πρωταρχικής σημασίας, αφού εξυπηρετεί τον κύριο σκοπό του πλοίου, δηλαδή την παραγωγή ενέργειας που του επιτρέπει να κινείται, αλλά παράλληλα καλύπτει και τις υπόλοιπες ενεργειακές ανάγκες του συστήματος. Υπάρχουν δεξαμενές καυσίμου (με κατάλληλες ανθρωποθυρίδες, ενδεικτικά, καταμετρητικά και εξαεριστικά), από τις οποίες το πετρέλαιο οδηγείται στις δεξαμενές ημερήσιας καταναλώσεως και από εκεί στις μηχανές (για το βαρύ πετρέλαιο, μεταξύ της δεξαμενής αποθηκεύσεως και ημερήσιας καταναλώσεως, παρεμβάλλεται δεξαμενή καθιζήσεως). Το δίκτυο πετρελαίου διαθέτει τους κατάλληλους προθερμαντήρες, φίλτρα και υδατοπαγίδες. Στα μηχανοστάσια υπάρχουν οι απαιτούμενοι φυγοκεντρικοί διαχωριστήρες πετρελαίου και ελαίου. Το πλοίο διαθέτει δεξαμενή συγκεντρώσεως πετρελαιοειδών καταλοίπων (sludge tank), στην οποία καταθλίβονται το διαχωρισθέν πετρέλαιο από το διαχωριστήρα πετρελαίου-νερού, καθώς και τα πετρελαιοειδή κατάλοιπα από το φυγοκεντρικό διαχωριστήρα πετρελαίου και τα πάσης φύσεως πετρελαιοειδή κατάλοιπα.

Περιγραφή δικτύου πετρελαίου εγκατάστασης αμοστρόβιλου

Τροφοδοτική αντλία πετρελαίου:

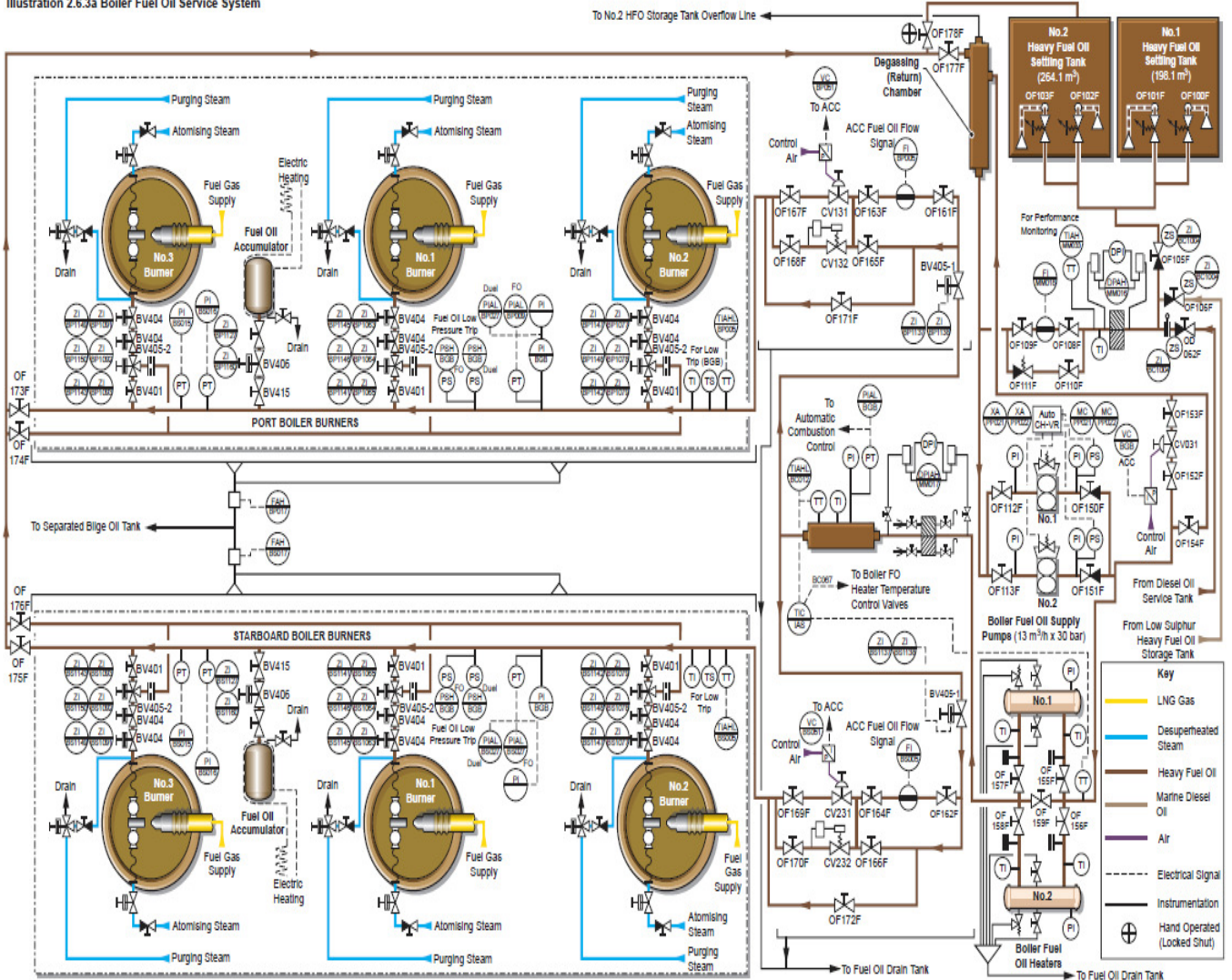
Κατασκευαστής: Taiko Kikai Industries Ltd

Τύπος : Γραναζωτή

Δυναμική ισχύς: 13 m³/h με 30.0 bar

Χαρακτηριστικά: 440 V , 30 kW σε 1800 rpm Στην εγκατάσταση ατμοστρόβιλου υπάρχουν δυο μεγάλα καζάνια (boilers) παράγωγης υπέρθερμου ατμού, όπου ξεχωριστά υπάρχουν 3 καυστήρες (burners). Το πετρέλαιο οδηγείται, ρέει με την βαρύτητα από τις δεξαμενές κατακαθίσεων (settling tanks) στην αναρρόφηση της τροφοδοτικής αντλίας διάμεσου ενός διπλού φίλτρου, και το μετρητή πετρελαίου. Η τροφοδοτική αντλία επίσης αναρροφεί από την δεξαμενή επιστροφών, όπου εκεί επιστέφει το υπερβολικό πετρέλαιο όταν η τροφοδοτική αντλία λειτουργεί υπό σταθερή πίεση, η βαλβίδα σταθερούς πιέσεις (pressure control valve) ελέγχει την πίεση και επανακυκλοφορεί το πετρέλαιο στη δεξαμενή επιστροφών όταν χρειάζεται για να διατηρείτε η πίεση σταθερή. Στην συνέχεια η τροφοδοτική αντλία με πίεση 30b οδηγεί το πετρέλαιο στο προθερμαντήρα για αποκτήσει την επιθυμητή θερμοκρασία γύρο στους 100 βαθμούς κελσίου όπως και την κατάλληλη ρευστότητα, στην πορεία πέρα από διπλά φίλτρα. Στην πορεία του για τα καζάνια πέρα από ένα chamber όπου εξυπηρετεί για την ακριβή μέτρηση της θερμοκρασίας, στην συνέχεια το πετρέλαιο οδηγείται ξεχωριστά στο κάθε καζάνι διάμεσου δυο ρυθμιστικών βαλβίδων πιέσεως και ενός μετρητή. Η πρώτη είναι η κυρία ρυθμιστική βαλβίδα και η βαλβίδα ελαχίστης ροής πετρελαίου. Η κυρία βαλβίδα πιέσεως ελέγχεται από το ηλεκτρικό σύστημα αυτόματης κατανάλωσης. Ο κάθε καυστήρας και των δυο καζανιών έχει βαλβίδες τριών διαδρομών όπου μπορεί να οδήγησει το πετρέλαιο στην δεξαμενή επιστροφών όταν το σύστημα είναι σε αναμονή.

Illustration 2.6.3a Boiler Fuel Oil Service System



Εικόνα 9. Δίκτυο πετρελαίου εγκατάστασης ατμοστροβίλου

κ) Δίκτυο λιπάνσεως Εξασφαλίζει τη λίπανση –και κατά συνέπεια τον περιορισμό των φθορών λόγω υπερθερμάνσεως– της μηχανής, καθώς και τον καθαρισμό της από εξανθρακώματα και ρινίσματα. Παλαιότερα η λίπανση της κύριας μηχανής βασιζόταν σε εμβάπτιση κινουμένων μερών στην ελαιολεκάνη. Σήμερα, εφαρμόζεται η αναγκαστική κυκλοφορία του λαδιού λιπάνσεως με τη χρήση αντλιών. Για τις κύριες και βοηθητικές μηχανές χρησιμοποιούνται διαφορετικά λιπαντικά. Είναι λοιπόν πιο ορθό να μιλάμε για σύστημα λιπάνσεως που αποτελείται από περισσότερα του ενός δίκτυα, καθένα από τα οποία έχει τη δική του δεξαμενή, σωλήνωση,καθαριστές και αντλίες.

Περιγραφή δικτύου λαδιού κύριας τουρμπίνας

Βοηθητική αντλία λαδιού κύριας τουρμπίνας

- Κατασκευαστής: Shinko Industries Ltd

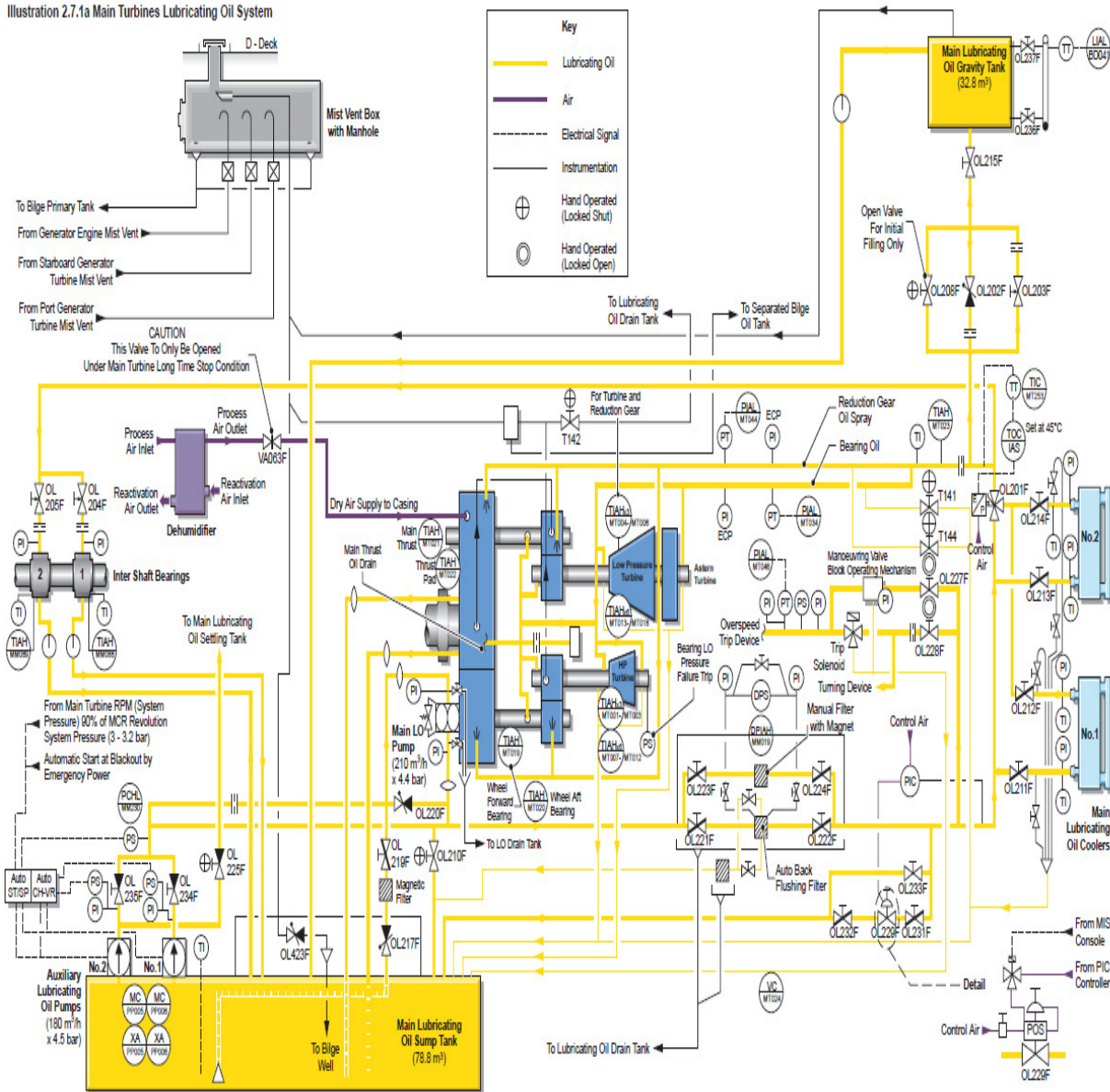
- Δυναμική ισχύς: 180 m³/ h σε 4.5 bar
- Χαρακτηριστικά: 440 V , 45 kW , σε 1800 rpm

Κυρία αντλία λαδιού τουρμπίνας (εξαρτημένη)

- Κατασκευαστής: Taiko Kikai Industries Ltd
- Δυναμική ισχύς: 210 m³/ h σε 4,4 bar

Στις χαμηλές στροφές η κύρια τουρμπίνα τροφοδοτείται με λαδί από την δεξαμενή λαδιού μέσω τις βοηθητικής αντλίας. Η κύρια αντλία λαδιού παίρνει κίνηση από το δεύτερο στάδιο της υψηλής τουρμπίνας από τον άξονα του μειωτήρα, όταν η προπέλα λειτουργεί πάνω από 81 στροφές, η πίεση λαδιού είναι πάνω από 3,8 bar. Όταν ο πρεσοστάτης αντιληφτεί την αύξηση τις πιέσεις αυτόματα κλείνει την πνευματική βαλβίδα αναρροφήσεως της βοηθητικής αντλίας. Μετά από 3 – 4 λεπτά το αυτόματο σύστημα θέτη την λειτουργία της βοηθητικής αντλίας σε κατάσταση αναμονής και η κύρια εξαρτημένη αντλία ανταπεξέρχεται στις απαιτήσεις του δικτύου. Όταν η περιστροφή της προπέλας μειωθεί στις 78 rpm και η πίεση λαδιού στα 2,8 bar τότε αυτόματα η βοηθητική αντλία λαδιού επανέρχεται σε λειτουργία για να τροφοδοτήσει το σύστημα με λάδι. Η αντλία λαδιού λειτουργεί με σκοπό να επανακυκλοφορεί το λάδι γύρο από το γκραναζοκιβώτιο. Το κύριο σύστημα κυκλοφορίας λαδιού λιπαίνει τους ενδιαμέσους τριβής του κύριου άξονα. Το κύριο σύστημα λαδιού εισέρχεται στα ψυγεία λαδιού αφότου έχει περάσει από τα αυτόματα φίλτρα καθαρισμού με σκοπό να διατηρηθεί η ανάλογη θερμοκρασία στους τρίβεις, στην εξαγωγή των ψυγείων υπάρχει μια ισοσταθμική βαλβίδα τριών διαδρομών που ελέγχει την ροη του λαδιού με σκοπό να διατηρείτε η κατάλληλη θερμοκρασία στους τριβείς και στον μειωτήρα. Μια βαλβίδα σταθερής πιέσεις ρυθμίζει την πίεση λαδιού λιπάνσεως και την πίεση λαδιού του ρυθμιστή στοφών, επανακυκλοφορώντας το περίσσιο λάδι πίσω στην δεξαμενή λαδιού (sump tank). Η δεξαμενή βαρύτητας λαδιού (gravity oil tank) βρίσκεται στο υψηλότερο σημείου του μηχανοστασίου , εκεί τροφοδοτείται με την αντλία λαδιού που είναι σε λειτουργία , η υπερχειλίση της δεξαμενής οδηγείται στην κύρια δεξαμενή λαδιού(sump tank). Σκοπός της δεξαμενής αυτής είναι σε τυχόν αποτυχία των αντλιών να τροφοδοτήσουν το σύστημα λαδιού με το νομο της βαρυτητα ώστε να αποφύγει η καταστροφή της τουρμπίνας λόγω ελλείψεις λίπανσης.

Illustration 2.7.1a Main Turbines Lubricating Oil System

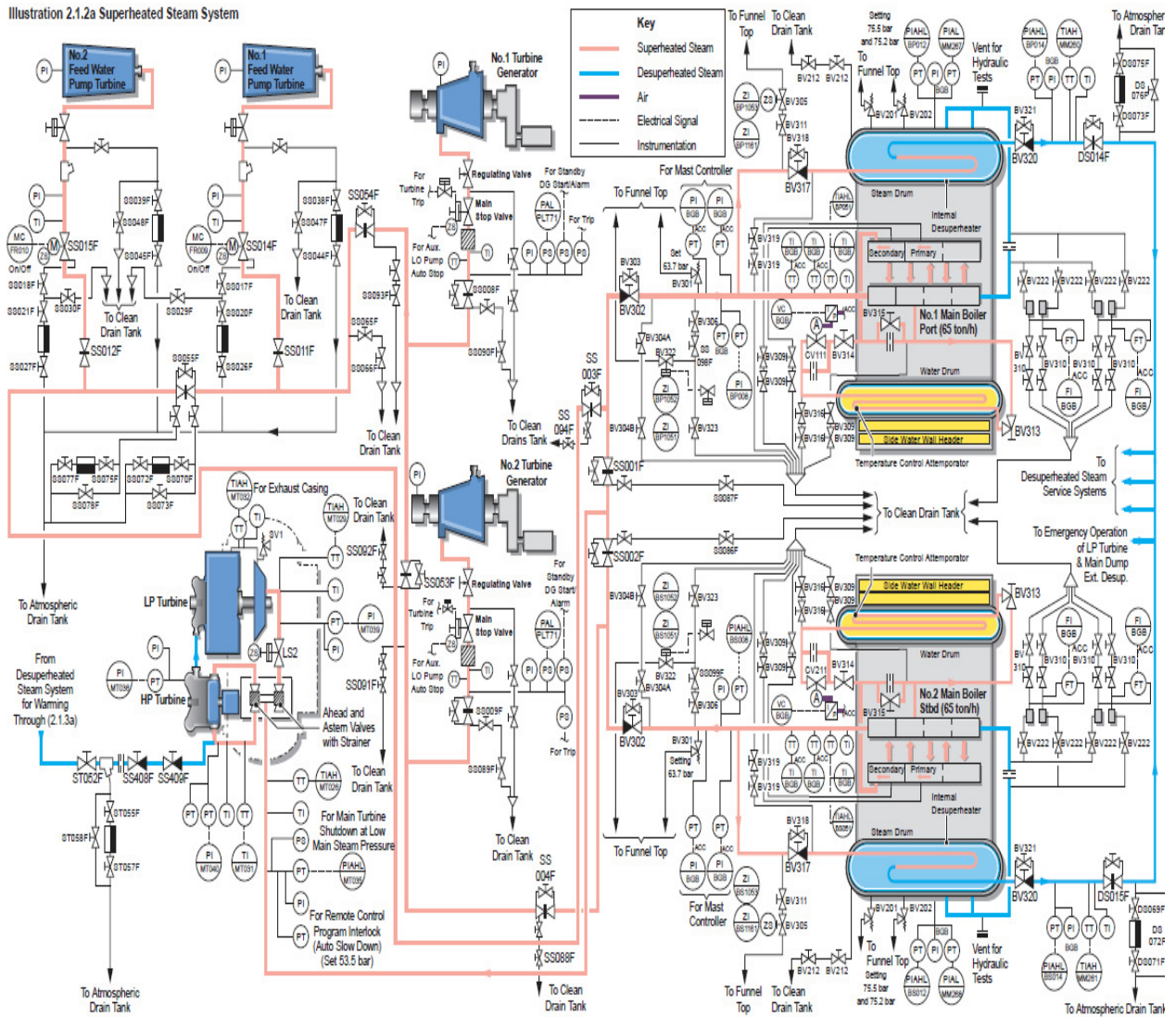


Εικόνα 10. Δίκτυο λιπάνσεως ατμοστροβίλου

Δίκτυο υπέρθερμου ατμού

Ο ατμός από τον λέβητα οδηγείται με τον αμογωγό, ο κεκορεσμένος ατμός στον προθερμαντήρα όπου γίνεται υπέρθερμος και με τον αμογωγό, οδηγείται διαδοχικά στους αμοστροβίλους ΥΠ ΧΠ. Εκεί παράγεται το έργο που παίρνουμε από τον περιστρεφόμενο άξονα και σε χαμηλή πίεση και θερμοκρασία οδηγείτε με τον εξαμιστικό αγωγο στον συμπνηκνωτη όπου ψυχεται με θαλασσινό νερό που καταθλιβει η αντλία κυκλοφορίας. Το συμπύκνωμα του ψυγείου που είναι καθαρό αποσταγμένο νερό αναρροφεί η αντλία συμπυκνώματος και το καταθλιβεί στην εξαερίστηκε δεξαμενή όπου απαλλάσσεται από τυχόν αέρα και αλλά αέρια διαλυμένα στο νερό.

Illustration 2.1.2a Superheated Steam System



Εικόνα 11. Δίκτυο υπέρθερμου ατμού

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2 ΣΩΛΗΝΕΣ ΚΑΙ ΕΞΑΡΤΗΜΑΤΑ

2.1 Σωλήνες:

Όπως αναφέραμε, η μεταφορά των ρευστών γίνεται κυρίως με τους αγωγούς ροής. Υπάρχουν οι ανοικτοί αγωγοί, στους οποίους ρέουν υγρά υπό την επίδραση της βαρύτητας και οι κλειστοί αγωγοί ή αγωγοί πίεσεως, στους οποίους ρέουν υγρά ή αέρια υπό πίεση.

Οι ανοικτοί αγωγοί διακρίνονται σε φυσικούς (χαρακτηριστική περίπτωση αποτελούν τα ποτάμια) και σε τεχνικούς (κανάλια αρδεύσεως, αγωγοί ομβρίων, αποχετευτικοί αγωγοί κ.ά.). Κοινό χαρακτηριστικό των υγρών που ρέουν σ' αυτούς, είναι η ύπαρξη ελεύθερης επιφάνειας.

Στους υδραυλικούς υπολογισμούς υπεισέρχεται επομένως και η ιδιότητα της επιφανειακής τάσεως. Οι ανοικτοί αγωγοί συναντώνται ελάχιστα στις βιομηχανικές εφαρμογές και δεν θα μας απασχολήσουν.

Οι κλειστοί αγωγοί έχουν συνήθως κυκλική διατομή. Αυτό οφείλεται στα σημαντικά πλεονεκτήματα που παρουσιάζουν οι κυλινδρικοί αγωγοί σε σχέση με αγωγούς άλλων διατομών. Αυτά είναι: η μεγαλύτερη μηχανική αντοχή, οι μικρότερες ενεργειακές απώλειες, η ευκολία στη διαμόρφωση και τις επισκευές του αγωγού, το μειωμένο κόστος κ.ά. Ένας αγωγός, αποτελείται από (ευθύγραμμους) σωλήνες και διάφορα εξαρτήματα: Εξαρτήματα συνδέσεως σωλήνων, αλλαγής διατομής (συστολές και διαστολές), αλλαγής διεύθυνσεως (γωνίες), εξαρτήματα διακλαδώσεως της ροής (ταυ, σταυροί), εξαρτήματα ρυθμίσεως παροχής και ταχύτητας (βαλβίδες, δικλείδες, επιστόμια), όργανα μετρήσεως της ροής και πολλά άλλα που εξυπηρετούν λειτουργικές ανάγκες του αγωγού (φίλτρα, αντικραδασμικά συστήματα, ολισθαίνουσες συνδέσεις κ.λπ.). Οι σωλήνες μαζί με τα εξαρτήματα, αποτελούν μία σωληνώση. Ο αγωγός συμπληρώνεται από τα μηχανήματα που προσφέρουν την ενέργεια, η οποία είναι αναγκαία για τη διακίνηση των ρευστών. Στα υγρά, το ρόλο αυτό τον αναλαμβάνουν οι αντλίες. Τέλος, ειδική σημασία έχει η στεγανοποίηση των αγωγών στα σημεία συνδέσεως των σωλήνων, εξαρτημάτων και συσκευών. Προς τούτο χρησιμοποιούνται διάφορα υλικά στεγανοποίησης (ινώδη ή μεταλλικά) και ειδικά συστήματα (στυπιοθλίπτες).

Ο σχεδιασμός και η διαμόρφωση ενός αγωγού, εξαρτάται από το σκοπό, τον οποίο αυτός καλείται να εξυπηρετήσει. Οι αγωγοί μεταφοράς πετρελαίου από τον τόπο αντλήσεως σε λιμάνια φορτώσεως, και άλλοι για τη μεταφορά νερού υδρεύσεως σε αστικά κέντρα. Στις βιομηχανικές εγκαταστάσεις, δεκάδες υγρά και αέρια μεταφέρονται με κατάλληλους αγωγούς. Στο πλοίο, αγωγοί τροφοδοτούν τη μηχανή με καύσιμα, λιπαντικά και νερό ψύξεως. Άλλοι χρησιμοποιούνται για τον ερματισμό των δεξαμενών, τη μεταφορά πόσιμου νερού, λάντζας, για τη διακίνηση ατμού, τη φόρτωση κ.λ.π.

Οι σωλήνες αποτελούν τη βάση κάθε σωληνώσεως. Κατασκευάζονται από διάφορα υλικά, μεταλλικά ή μη, και διατίθενται σε διάφορες διατομές διάφορα πάχη τοιχωμάτων. Η επιλογή των καταλλήλων σωλήνων, καθορίζει σε σημαντικό βαθμό την επιλογή και των λοιπών εξαρτημάτων, δηλαδή τη διαμόρφωση της σωληνογραμμής. :

α) Η παροχή Από την εξίσωση της συνέχειας γνωρίζουμε ότι η παροχή συνδέεται με τη διάμετρο (ανάλογη του τετραγώνου της διαμέτρου). Για μεγάλες παροχές, επιλέγουμε σχετικά μεγάλες διαμέτρους. Μεγάλες παροχές μπορούμε να επιτύχουμε και με μικρότερες διαμέτρους, αλλά σ' αυτήν την περίπτωση αυξάνουν κατά πολύ οι ταχύτητες ροής και οι απώλειες, επομένως οι ενεργειακές απαιτήσεις του συστήματος, καθώς και οι πιέσεις λειτουργίας.

β) Οι απαιτήσεις σε αντοχή Οι κλειστοί αγωγοί λειτουργούν υπό πίεση. Αν και οι πιέσεις στη σωληνογραμμή μεταβάλλονται (πτώση πίεσεως λόγω απωλειών, μεταβολή πίεσεως λόγω αλλαγής διατομής, αύξηση πίεσεως στην έξοδο της αντλίας), διακρίνουμε αγωγούς που λειτουργούν σε υψηλή, μέση ή χαμηλή πίεση. Οι σωλήνες που θα επιλεγθούν θα πρέπει να αντέχουν τις αναπτυσσόμενες πιέσεις. Υπάρχουν και επιπλέον απαιτήσεις αντοχής σε θραύση ή εφελκυσμό, οι οποίες σε ορισμένες περιπτώσεις παίζουν σημαντικό ρόλο. Η αντοχή των σωλήνων σχετίζεται με το υλικό, το πάχος του τοιχώματος και τον τρόπο κατασκευής τους.

γ) Οι απαιτήσεις αντοχής σε θερμοκρασία. Υπάρχουν ρευστά που διακινούνται σε θερμοκρασίες περιβάλλοντος (π.χ. νερό υδρεύσεως), άλλα που διακινούνται σε θερμοκρασίες κάτω του μηδενός και άλλα που βρίσκονται σε πολύ υψηλές θερμοκρασίες (π.χ. νερό λεβήτων). Οι σωλήνες που επιλέγονται θα πρέπει να αντέχουν και να ανταποκρίνονται σωστά στις θερμοκρασιακές απαιτήσεις του συστήματος ροής. Λόγω των μεταβολών της θερμοκρασίας του ρευστού που κυκλοφορεί στους σωλήνες (π.χ. σε δίκτυα ψύξης, ατμού κλπ.) είτε της θερμοκρασίας του περιβάλλοντος (π.χ. σε δίκτυα που βρίσκονται στο κατάστρωμα του πλοίου) προκαλούνται μεταβολές του μήκους των σωλήνων. Αν εμποδιστεί η κίνηση των σωλήνων λόγω θερμικών διαστολών/συστολών μπορεί να αναπτυχθούν τάσεις, οι οποίες τελικά να οδηγήσουν σε καταστροφή μέρους ή και όλου του δικτύου.

δ) Οι απαιτήσεις αντιστάσεως στη διάβρωση. Τα ρευστά που κυκλοφορούν στους αγωγούς, διαμορφώνουν στο εσωτερικό των σωλήνων διαβρωτικό περιβάλλον, που σε ορισμένες περιπτώσεις (π.χ. διακίνηση οξίνων υγρών) είναι πολύ έντονο. Ανάλογα με το περιβάλλον αυτό, πρέπει να επιλεγεί και σωλήνας κατασκευασμένος από υλικό που παρουσιάζει αντίσταση στη διάβρωση. Διαβρωτικό περιβάλλον υπάρχει και στο εξωτερικό του σωλήνα (ατμόσφαιρα, νερό κ.ά.) και πρέπει επίσης να ληφθεί υπόψη (αν και στις περισσότερες περιπτώσεις μπορεί να αντιμετωπισθεί με επιπλέον εργασίες στην εξωτερική επιφάνεια των σωλήνων, για παράδειγμα) Για μείωση κινδύνου γαλβανικής διάβρωσης Επιλογή μετάλλων πλησιέστερα μεταξύ τους στη γαλβανική σειρά Αποφυγή διμεταλλικών συνδέσεων (με μόνωση, παρεμβύσματα), μεγάλη επιφάνεια ανοδικού μετάλλου σε σχέση με το καθοδικό, σημαντικά στοιχεία της σωλήνωσης (π.χ. έδρες βαλβίδων να είναι κάθοδοι) βαφή ή επικάλυψη μεγάλων καθοδικών επιφανειών, αποφυγή περιοχών με στάσιμο νερό σε ανοξειδωτο χάλυβα (καθοδική προστασία)

ε) Το κόστος (κατασκευής, λειτουργίας και συντηρήσεως). Η οικονομική διάσταση είναι αυτονόητη για οποιαδήποτε παραγωγική διαδικασία. Επιλέγουμε τους σωλήνες, λαμβάνοντας υπόψη όλα τα προηγούμενα, αλλά προσπαθώντας να ελαχιστοποιήσου το κόστος. Έτσι, επιλέγουμε λόγω χάριν όχι κάποιον πολύ ακριβό σωλήνα που παρουσιάζει τη μέγιστη αντίσταση στη διάβρωση, αλλά ένα σωλήνα σχετικά φθηνότερο, ο οποίος θα έχει ίσως λιγότερο χρόνο ζωής και θα αντικατασταθεί γρηγορότερα. Ο σωλήνας που θα επιλέξου πρέπει να έχει μεγάλη ποικιλία

εξαρτημάτων ροής, σχετικά φθηνών και ευκόλων στην τοποθέτηση. Επειδή η τιμή αυξάνει με την αύξηση της διαμέτρου, επιλέγουμε όσο το δυνατόν μικρότερη διάμετρο (ανταποκρινόμενη όμως στις απαιτήσεις παροχής και ενεργειακών απωλειών). Η τιμή αυξάνει επίσης με το πάχος των τοιχωμάτων, για τούτο φροντίζουμε να μην είναι υπερβολικό, ανταποκρινόμενο όμως στις απαιτήσεις αντοχής. Γενικά, το κόστος των σωλήνων εξαρτάται από το υλικό, τον τρόπο κατασκευής και τις συμπληρωματικές επεξεργασίες που απαιτούνται κατά τη διαμόρφωση της σωληνώσεως. Επειδή όμως η επιλογή του σωλήνα καθορίζει τη διαμόρφωση του αγωγού, πρέπει να ληφθούν υπόψη και οι τιμές των εξαρτημάτων ροής που συνδυάζονται με το σωλήνα, καθώς επίσης και η ευκολία στις εργασίες συναρμολογήσεως, τροποποιήσεως, συντηρήσεως και αντικαταστάσεως τμημάτων του αγωγού.

Δ

2.2 Υλικά κατασκευής σωλήνων.

Η πρώτη παράμετρος που σχετίζεται με την επιλογή ενός σωλήνα, είναι το υλικό κατασκευής το κόστος υλικού, η συγκολλησιμότητα, το κόστος εγκατάστασης, το όριο πίεσης η θερμοκρασία, η αντοχή σε διάβρωση η επεξεργασία του. Τα υλικά κατασκευής των σωλήνων είναι κυρίως κράματα του σιδήρου, αλλά χρησιμοποιούνται επίσης και άλλα μέταλλα και μη σιδηρούχα κράματα. Τα παραδοσιακά μη μεταλλικά υλικά σωλήνων (πηλός, κεραμικά) σχεδόν εκτοπίστηκαν από τα μεταλλικά, αλλά και από πιο σύγχρονα μη μεταλλικά υλικά (τσιμέντο, αμίαντος κ.ά.), τα οποία όμως στις βιομηχανικές σωληνώσεις δεν έχουν σημαντική παρουσία. Το δεύτερο μισό του 20ου αιώνα, θεαματική είναι η εισβολή των σωλήνων από πλαστικά υλικά (πολυμερή, ελαστομερή).

Αναφέρουμε συνοπτικά τα πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα, τις βασικές επεξεργασίες, καθώς και τις επιτρεπόμενες χρήσεις για κάθε κατηγορία σωλήνων, ανάλογα με το υλικό και τον τρόπο παραγωγής τους.

α) Σωλήνες από χάλυβα. Ο σίδηρος και ο χάλυβας έχουν εξαιρετικές μηχανικές ιδιότητες και οι σωλήνες που κατασκευάζονται απ' αυτούς (σιδηροσωλήνες ή χαλυβδοσωλήνες) παρουσιάζουν σημαντικά πλεονεκτήματα όπως: Έχουν μεγάλη αντοχή σε τάσεις και αρκετές κατηγορίες τους είναι κατάλληλες για χρήση σε εγκαταστάσεις υψηλής πίεσεως. Παρουσιάζουν πολύ καλή συμπεριφορά στις υψηλές θερμοκρασίες, έχουν αξιόλογη αντοχή στη θραύση και είναι σχετικά μαλακοί, με αποτέλεσμα η επεξεργασία τους(είτε εν ψυχρώ είτε εν θερμώ) να είναι αρκετά εύκολη, η συνδεσιμότητά τους, είτε με σπειρώματα, είτε με συγκολλήσεις, είτε με φλάντζες, είναι εξαιρετική.

Τα μειονεκτήματά τους σχετίζονται με τη μικρή αντίσταση του απλού χάλυβα στη διάβρωση, το σχετικά μεγάλο βάρος και το κόστος.

Όπως γνωρίζουμε από τη Μεταλλογνωσία, υπάρχουν διάφορες ποιότητες ανθρακούχων χαλύβων με διαφοροποιήσεις στην αναλογία του περιεχόμενου άνθρακα. Επομένως, η ποιότητα ενός χαλυβδοσωλήνα, εξαρτάται από την ποιότητα του χάλυβα που αποτέλεσε την πρώτη ύλη. Μια ευρέως αποδεκτή ταξινόμηση των απλών ανθρακοχαλύβων είναι η ακόλουθη:

Χάλυβες χαμηλής περιεκτικότητας σε άνθρακα (0,05–0,3%) είναι μαλακοί και όλκιμοι και επομένως εύκολοι στην επεξεργασία. Χάλυβες μέσης περιεκτικότητας σε άνθρακα (0,3–0,6%): Παρουσιάζουν αυξημένη σκληρότητα (σε σχέση με την πρώτη κατηγορία) και πιο δύσκολη επεξεργασία (π.χ. δυσχερής ηλεκτροσυγκόλληση).

Χάλυβες μεγάλης περιεκτικότητας σε άνθρακα (0,6–2%):είναι οι σκληρότεροι και παρουσιάζουν τις μεγαλύτερες δυσκολίες στην επεξεργασία τους. Πολύ σπουδαίο ρόλο στις ιδιότητες των χαλυβδοσωλήνων παίζει ο τρόπος κατασκευής τους. Ανάλογα με αυτόν, διακρίνουμε δύο μεγάλες κατηγορίες: Τους σωλήνες χωρίς ραφή (Seamless pipe, tubing) και τους σωλήνες με ραφή (welded pipe).

Οι χαλυβδοσωλήνες χωρίς ραφή κατασκευάζονται σε ειδικούς κυλίνδρους, στους οποίους ο χάλυβας (των δύο πρώτων ποιοτήτων) εισάγεται πυρακτωμένος, περνά από πολλές καλύπτρες, καλούπια ράουλα που του δίνουν το επιθυμητό κυλινδρικό σχήμα και διάμετρο. Οι σωλήνες χωρίς ραφή έχουν εξαιρετικά λείες επιφάνειες και παρουσιάζουν υψηλή αντοχή. Χρησιμοποιούνται σε σωληνώσεις πίεσεως, όπως λέβητες, εναλλάκτες (κ.λ.π).

Οι χαλυβδοσωλήνες με ευθεία ραφή κατασκευάζονται από λαμαρίνες κατάλληλου κατασκευής σωλήνων χωρίς ραφή πλάτους, οι οποίες περνούν από ειδικά μηχανήματα μέχρι να πάρουν το σωληνοειδές κυλινδρικό σχήμα). Στη συνέχεια, τα διαμήκη άκρα τους συγκολλώνται (με ηλεκτροσυγκόλληση ή οξυγονοκόλληση). Λόγω αυτού του τρόπου κατασκευής, οι σωλήνες με ραφή έχουν μικρότερη αντοχή στις πιέσεις από τους σωλήνες χωρίς ραφή.

β) Σωλήνες από χυτοσίδηρο. Ο χυτοσίδηρος (μαντέμι) είναι – όπως και ο χάλυβας– κράμα σιδήρου με άνθρακα. Η περιεκτικότητά του όμως σε άνθρακα είναι υψηλότερη απ’ αυτήν του χάλυβα, φτάνοντας ως και το 6%. Ως υλικό έχει χαμηλότερο κόστος, αλλά οι ιδιότητές του είναι ποιοτικά διαφορετικές και σαφώς υποδεέστερες από του χάλυβα. Έχει μικρότερη αντοχή σε πίεση, είναι εύθραυστος και παρουσιάζει μεγάλη σκληρότητα, ιδιότητες που καθιστούν εξαιρετικά δύσκολη την επεξεργασία των χυτοσιδηρών σωλήνων: Δεν δέχονται χτυπήματα, κυρτώσεις, διαμόρφωση σπειρώματος και κατεργασία στη φωτιά. Έχουν όμως καλύτερη αντίσταση στη διάβρωση από οξυγόνο και οξέα σε σχέση με τους απλούς χαλυβδοσωλήνες, επειδή οι ενώσεις που σχηματίζει ο γραφίτης λόγω της διαβρώσεως, διαμορφώνουν ένα συνεκτικό επίστρωμα στην επιφάνεια των χυτοσιδηρών σωλήνων που επιβραδύνει τη διάβρωση. Οι χυτοσιδηροί σωλήνες παρασκευάζονται με χύτευση (και η ποιότητα της χυτεύσεως αποτελεί σημαντική παράμετρο της ποιότητας του σωλήνα). Με βασικό πλεονέκτημα τη χαμηλή τους τιμή, χρησιμοποιούνται σε

αγωγούς με μικρή πίεση λειτουργίας, οι οποίοι δεν δέχονται μεγάλες εξωτερικές τάσεις, χτυπήματα και έντονους κραδασμούς (όπως π.χ. οι υπόγειοι αγωγοί νερού και πετρελαίου) καθώς επίσης, σε σωληνώσεις αποχετεύσεως οξίνων υγρών (όπου όμως στις περισσότερες περιπτώσεις τους εκτοπίζουν οι πλαστικοί σωλήνες).

γ) Σωλήνες από χαλκό. Βασικά πλεονεκτήματα του χαλκού που αξιοποιούνται στη σωληνουργία, είναι η μικρή του σκληρότητα και κατεργασιμότητα, η άριστη θερμική του αγωγιμότητα (ο συντελεστής θερμικής αγωγιμότητας του χαλκού είναι 6,5 φορές μεγαλύτερος του αντίστοιχου συντελεστή του σιδήρου), η αντίσταση στη διάβρωση από οξυγόνο, η λεία επιφάνεια (που μειώνει πολύ τις ενεργειακές απώλειες ροής), η αντοχή του σε υψηλές θερμοκρασίες κ.ά. Στα μειονεκτήματα των σωλήνων από χαλκό, σημειώνουμε την προσβολή τους από τα οξέα και την υγρασία, τις επιβλαβείς ενώσεις που δημιουργούνται κατά την οξείδωση (και που καθιστά απαγορευτική τη χρήση τους σε εγκαταστάσεις επεξεργασίας τροφίμων) και το σχετικά μεγάλο βάρος τους. Παρά την υψηλή κατεργασιμότητα που εμφανίζουν, η επανειλημμένη επεξεργασία στην ίδια περιοχή, οδηγεί σε σκλήρυνση και απώλεια των μηχανικών ιδιοτήτων τους. Για τούτο συνίσταται να υποβάλλονται σε ανόπτηση μετά από κάθε επεξεργασία. Οι χαλκοσωλήνες παράγονται είτε με χύτευση, είτε ηλεκτρολυτικά. Είναι χωρίς ραφή και έχουν σχετικά μικρό πάχος τοιχώματος. Χρησιμοποιούνται σε δίκτυα σωληνώσεων εσωτερικών εγκαταστάσεων (διανομή πόσιμου νερού και νερού κεντρικών θερμάνσεων), σε δίκτυα των πλοίων, σε εναλλάκτες θερμότητας και στη χημική βιομηχανία. Ο ορείχαλκος, κράμα χαλκού (περίπου 80%) με ψευδάργυρο, παρουσιάζει μια σειρά πλεονεκτημάτων για την κατασκευή σωλήνων και εξαρτημάτων.

δ) Σωλήνες από άλλα μέταλλα. Πολύ περιορισμένη είναι η αυτόνομη συμμετοχή των υπολοίπων μετάλλων στη σωληνουργία. Το αλουμίνιο, με βασικό πλεονέκτημα το μικρό βάρος του, χρησιμοποιείται ελάχιστα, λόγω της μικρής αντοχής του. Κράματά του με βελτιωμένη αντοχή χρησιμοποιούνται για την παραγωγή ειδικών σωλήνων. Ο μόλυβδος χρησιμοποιήθηκε επίσης για την κατασκευή σωλήνων αποχετεύσεως, αλλά υποκαταστάθηκε σχεδόν πλήρως από τους πλαστικούς σωλήνες.

ε) Πλαστικοί σωλήνες. Η πετροχημική βιομηχανία προμήθευσε τη σωληνουργία με νέες πρώτες ύλες κατασκευής σωλήνων. Οι πλαστικοί σωλήνες βρήκαν μεγάλη εξάπλωση στο τελευταίο μισό του 20ου αιώνα (από το 1948 και μετά). Ως πρώτες ύλες χρησιμοποιούνται διάφορα πολυμερή (κυρίως θερμοπλαστικά, αλλά και θερμοσκληρυνόμενα υλικά). Τα βασικά πλεονεκτήματα που παρουσιάζουν είναι έχουν χαμηλό (αρχικό) κόστος, έχουν μικρό βάρος (περίπου το 1/7 των χαλυβδοσωλήνων), διατίθενται σε μεγάλα μήκη. Παρουσιάζουν εξαιρετική αντίσταση στη διάβρωση από οξυγόνο και οξέα και δεν κινδυνεύουν από ηλεκτροχημική διάβρωση. Η εσωτερική τους επιφάνεια είναι λεία με αποτέλεσμα τον περιορισμό των ενεργειακών

απωλειών. Η επεξεργασία τους είναι πολύ εύκολη. Τα κύρια μειονεκτήματα, που δεν τους επιτρέπουν να εκτοπίσουν από την πρωτοκαθεδρία τους μεταλλικούς σωλήνες, είναι: Η σχετικά μικρή αντοχή τους (που μειώνεται με τη θερμοκρασία), η αδυναμία τους να ανταποκριθούν σε μέτρια υψηλές θερμοκρασίες, η ανεπαρκής αντίσταση στη φωτιά (σε συνδυασμό με την έκλυση τοξικών ουσιών στην περίπτωση καύσεως ορισμένων τύπων πλαστικών).

2.1.2 Τυποποίηση σωλήνων και εξαρτημάτων

Για την εκλογή των καταλλήλων σωλήνων και την απρόσκοπτη λειτουργία της εγκαταστάσεως, λαμβάνονται υπόψη οι απαιτήσεις διαμέτρου, αντοχής σε πίεση, αντιστάσεως στη διάβρωση, κατεργασίας, εξοπλισμού με εξαρτήματα και όργανα κ.ά.. Ιδιαίτερα σημαντική παράμετρος είναι η συμβατότητα των διαφόρων τμημάτων και εξαρτημάτων της σωληνώσεως, καθώς επίσης και η εύκολη προμήθεια ανταλλακτικών. Λαμβάνοντας υπόψη την πληθώρα των μονάδων παραγωγής σχετικού υλικού και την πληθώρα πρώτων υλών και μεθόδων παραγωγής, οι παράμετροι αυτές θα ήταν δύσκολο να εξασφαλισθούν αν δεν υπήρχε η τυποποίηση των σωλήνων και των εξαρτημάτων

α) Γενικά για την τυποποίηση. Η τυποποίηση (standardization) είναι μία διαδικασία που αναπτύχθηκε τον 20ο αιώνα και βοήθησε τα μέγιστα στη βιομηχανική ανάπτυξη. Το 1901 δημιουργήθηκε στη Μεγάλη Βρετανία το Ινστιτούτο Βρετανικών Προτύπων (British Standards Institute, BSI). Ακολούθησαν οι εθνικοί οργανισμοί τυποποίησης των άλλων βιομηχανικών χωρών της Δύσεως (Γερμανία: DIN, Γαλλία: AFNOR, ΗΠΑ ANSI κ.λπ.). Παράλληλα, στον παγκόσμιο ορίζοντα ιδρύθηκε ο Διεθνής Οργανισμός Τυποποίησης (International Standards Organization, ISO), ο οποίος έχει μέλη τους εθνικούς οργανισμούς τυποποίησης περίπου εκατό χωρών. Ο ISO ασχολείται με την τυποποίηση σε όλους τους τομείς της παραγωγικής διαδικασίας και της παροχής υπηρεσιών, εκτός από τον ηλεκτροτεχνικό τομέα, ο οποίος καλύπτεται από την IEC (International Electrotechnical Commission). Το 1961 ιδρύθηκε η Ευρωπαϊκή Επιτροπή Τυποποίησης (CEN), η οποία επιδιώκει την εναρμόνιση των εθνικών προτύπων των χωρών-μελών της Ευρωπαϊκής Ενώσεως, εκδίδοντας Έγγραφα Εναρμόνισης (HD) και Ευρωπαϊκά Πρότυπα (EN). Αντίστοιχα, για τον ηλεκτροτεχνικό τομέα ιδρύθηκε η CENELEC.

Στην Ελλάδα, ιδρύθηκε, το 1976, ο Ελληνικός Οργανισμός Τυποποίησης (ΕΛΟΤ) με σκοπό την προαγωγή και την εφαρμογή της τυποποίησης στη χώρα μας. Ο ΕΛΟΤ είναι μέλος των ISO, IEC, CEN και CENELEC και αποτελεί τον αποκλειστικό φορέα στην Ελλάδα για τη διάθεση προτύπων όλων των ξένων εθνικών και διεθνών οργανισμών τυποποίησης.

Όλες οι οργανώσεις και οργανισμοί τυποποίησης έχουν ως πρώτη μέριμνα για την τυποποίηση οποιουδήποτε τομέα, την καθιέρωση κοινής ορολογίας. Βασική παγκόσμια επιτροπή για τις Αρχές και Μεθόδους της Ορολογίας είναι η ISO/TC 37, ενώ ειδικές, κατά τομέα, επιτροπές

του ISO έχουν εκδώσει μεγάλο πλήθος Διεθνών Προτύπων Ορολογίας (Πρότυπα ISO, IEC και ISO/IEC). Σε εθνικό επίπεδο, οι οργανισμοί τυποποίησης μεριμνούν για τη λειτουργία αντιστοιχών επιτροπών ή ομάδων και εκδίδουν αντίστοιχα εθνικά πρότυπα ορολογίας, στη γλώσσα της αντίστοιχης χώρας.

Με τον όρο τυποποίηση (standardization) εννοούμε μια δραστηριότητα που δίνει λύσεις για επα-ναλαμβανόμενη εφαρμογή σε προβλήματα επιστημονικά, τεχνολογικά ή οικονομικά και αποσκοπεί στο καλύτερο δυνατό αποτέλεσμα, για κάθε συγκεκριμένη περίπτωση. Γενικά, η τυποποίηση περιδιαβάζει τις διαδικασίες της συντάξεως, της εκδόσεως και της εθνικής μεταφοράς προτύπων.

Η έννοια του προτύπου (standard) ξεκινά από την τεχνική προδιαγραφή (technical specification). Η τεχνική προδιαγραφή είναι έντυπο που αναφέρει τα χαρακτηριστικά ενός προϊόντος ή μιας υπηρεσίας (π.χ. χαρακτηριστικά ποιότητας, επιδόσεις, χαρακτηριστικά ασφάλειας, διαστάσεις). Μπορεί να περιλαμβάνει ή να ασχολείται με ορολογία, σύμβολα, έλεγχο και μεθόδους δοκιμής, συσκευασία ή απαιτήσεις ποιότητας. Τεχνικές προδιαγραφές μπορεί να συντάξει οποιοσδήποτε, πρόσωπο ή οργανισμός, σε ιδιωτικές ή δημόσιες συμφωνίες, στις προμήθειες υλικού στις κατασκευές, στην παραγωγή υλικών ή προϊόντων κ.λπ.. Τα στοιχεία που διαφοροποιούν το πρότυπο από την τεχνική προδιαγραφή, είναι η προσιτότητα στο ευρύ κοινό και –κυρίως– ο τρόπος δημιουργίας του. Το εθνικό πρότυπο (π.χ. πρότυπο ΕΛΟΤ) εκπονείται με συναίνεση όλων των ενδιαφερομένων – σε εθνική κλίμακα – και εγκρίνεται από αναγνωρισμένο εθνικό οργανισμό τυποποίησης (π.χ. ΕΛΟΤ). Το ευρωπαϊκό πρότυπο (EN) εκπονείται με συναίνεση όλων των ενδιαφερομένων – σε ευρωπαϊκή κλίμακα – και εγκρίνεται από τη CEN, με διακρατική ευρωπαϊκή ψήφιση (μέσω των εθνικών οργανισμών τυποποίησης). Το παγκόσμιο πρότυπο (ISO) εκπονείται με συναίνεση όλων των ενδιαφερομένων – σε παγκόσμια κλίμακα – και εγκρίνεται από την παγκόσμια οργάνωση τυποποίησης ISO, με παγκόσμια διακρατική ψήφιση από τις χώρες μέλη μέσω των οργανισμών τυποποίησης.

Τα πρότυπα, λαμβάνοντας υπόψη τα τελευταία επιστημονικά δεδομένα, τις ανάγκες του χρήστη αλλά και του περιβάλλοντος, τις απαιτήσεις της παραγωγικής διαδικασίας, του εμπορίου και της Δημόσιας Διοικήσεως, παρεμβαίνουν δραστικά στις τεχνικές προδιαγραφές, εισάγοντας σ' αυτές εναρμονισμένα κριτήρια και κατευθύνσεις και εξασφαλίζοντας μ' αυτόν τον τρόπο προϊόντα (και υπηρεσίες) που χαρακτηρίζονται από σταθερότητα, ποιότητα και συμβατότητα.

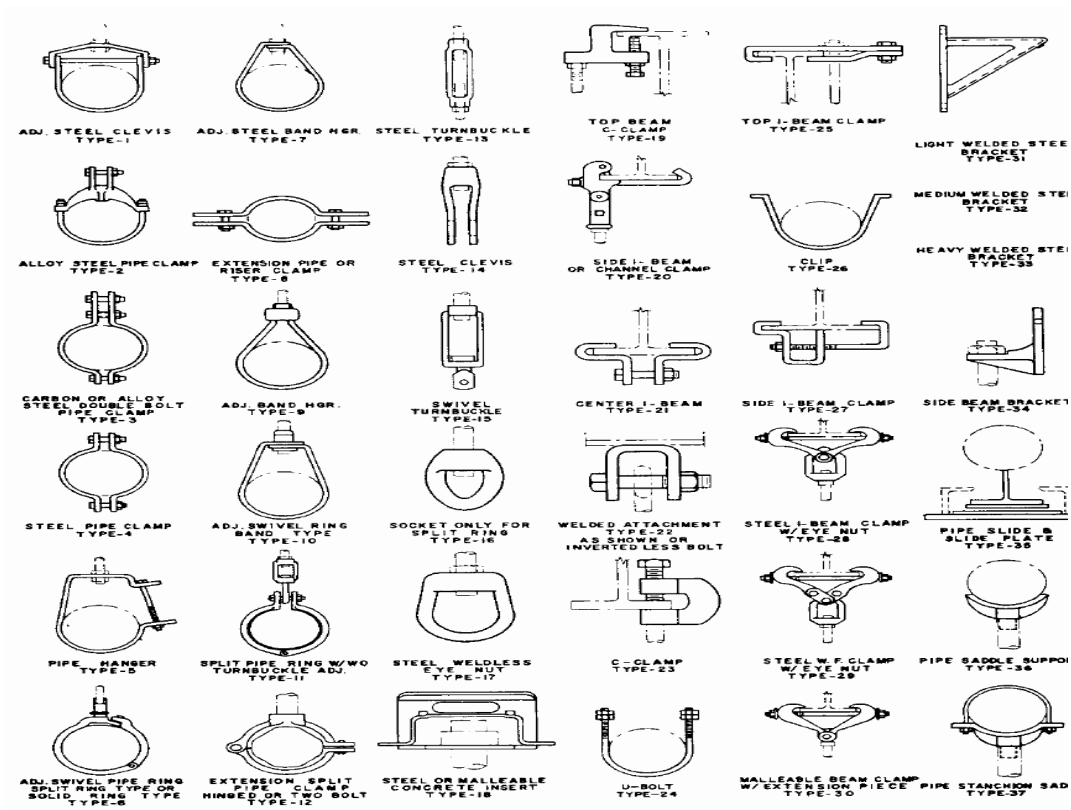
Οι εθνικοί και διεθνείς οργανισμοί τυποποίησης συνεργάζονται με ειδικούς οργανισμούς που καλύπτουν κάποιον ειδικότερο τομέα. Έτσι, η CEN έχει επτά συνεργαζόμενα μέλη. Στην Ελλάδα, ο ΕΛΟΤ συνεργάζεται με τον ΟΤΕ (για τις προδιαγραφές στον τομέα των τηλεπικοινωνιών).

Σημειώνουμε ότι εκτός από τους εθνικούς και διακρατικούς οργανισμούς τυποποίησης, υπάρχουν και ανεξάρτητοι οργανισμοί που διαμορφώνουν πρότυπα και συμβάλλουν στην εξασφάλιση της ποιότητας των παραγομένων προϊόντων. Ιδιαίτερη σημασία για τα πρότυπα μηχανολογικού εξοπλισμού, σωλήνων και εξαρτημάτων έχουν και τα σχετικά πρότυπα της ASTM (American Society for Testing and Materials), η οποία δημιουργήθηκε από ομάδα μηχανικών των Ηνωμένων Πολιτειών το 1898. Στον παρουσιάζονται οι σημαντικότεροι οργανισμοί τυποποίησης. Η τυποποίηση (ως καθιέρωση κοινά αποδεκτών προδιαγεγραμμένων απαιτήσεων) είναι όχι απλώς _

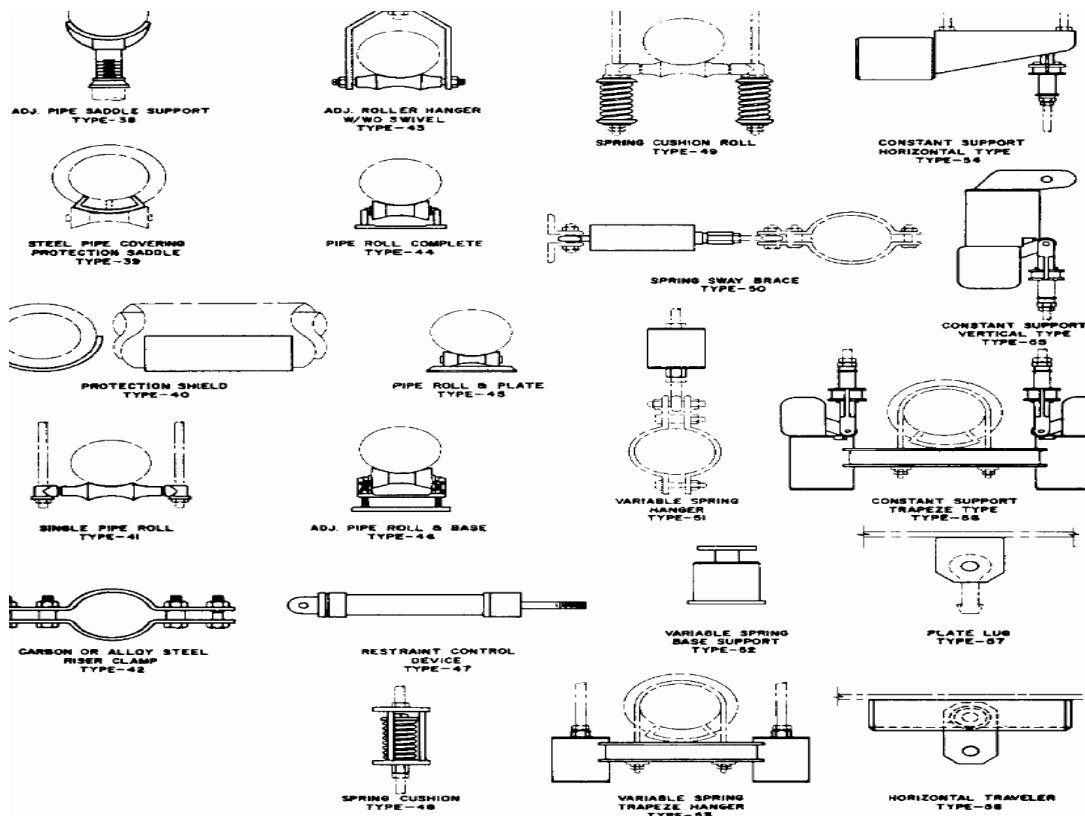
2.1.3 Στήριξη σωληνώσεων

Τα σημεία που θα τοποθετηθούν τα στηρίγματα των σωληνώσεων, ο αριθμός των στηριγμάτων που θα τοποθετηθούν, καθώς και το είδος των στηριγμάτων εξαρτώνται από πολλούς παράγοντες όπως

Το είδος και το σχήμα και το μέγεθος της σωλήνωσης, εξαρτήματα μεγάλου βάρους που πρέπει να τοποθετηθούν, τις απαιτήσεις για ελευθερία κίνησης λόγω μεταβολών του μήκους, καθώς και την κατασκευή που θα παραλάβει τελικά τα φορτία της σωλήνωσης. Δεν υπάρχουν σαφείς κανόνες βάση των οποίων επιλέγονται ο αριθμός των στηριγμάτων και το είδος τους. Η επιλογή αυτή κυρίως βασίζεται στην εμπειρία του μηχανικού. Η μέγιστες αποστάσεις που πρέπει να τοποθετηθούν στηρίγματα στις περιπτώσεις χαλυβδοσωλήνων και χαλκοσωλήνων μέσα στους οποίους κυκλοφορεί νερό ή αέριο (αέρας, ατμός κλπ.) Μέγιστη απόσταση τοποθέτησης στηριγμάτων για χαλυβδοσωλήνες και χαλκοσωλήνες μέσα στους οποίους κυκλοφορεί νερό ή αέριο (ατμός, αέρας κλπ.). Σε περίπτωση συγκεντρωμένων φορτίων απαιτείται τοποθέτηση επιπλέον στηριγμάτων ενδιάμεσα



Εικόνα 11. Στηρίγματα σωληνώσεων πλοίου



Εικόνα 12. Διάφορα αλλά στηρίγματα σωληνώσεων

2.2 Σύνδεσμοι και εξαρτήματα.

Ο σχεδιασμός, η εγκατάσταση, η λειτουργία και η συντήρηση μιας σωληνώσεως, προϋποθέτουν τη δυνατότητα εκτελέσεως σειράς εργασιών και κυρίως την ύπαρξη εξαρτημάτων, τα οποία μπορούν να συνδυασθούν με τους σωλήνες και να δώσουν το επιδιωκόμενο αποτέλεσμα. Στο εμπόριο βρίσκουμε άφθονα εξαρτήματα σωληνώσεων, τυποποιημένα σύμφωνα με τις διαδικασίες τυποποίησης που αναφέραμε στην παραπάνω παράγραφο Εξαρτήματα για την ένωση σωλήνων (συνδέσεις), την αλλαγή διεύθυνσεως (γωνίες), την αλλαγή διατομής ροής (συστολές-διαστολές), τη διακλάδωση της ροής, τον έλεγχο της ροής κ.ά.. Σε ειδικές ή έκτακτες περιπτώσεις, συμπληρώνουμε με ιδιοκατασκευές, οι οποίες φροντίζομενα πληρούν τις προδιαγραφές

2.2.1 Σύνδεσμοι σωλήνων και εξαρτημάτων.

Όπως αναφέρθηκε, οι περισσότεροι τύποι σωλήνων παράγονται σε περιορισμένο μήκος. Η διαμόρφωση μιας σωληνώσεως, απαιτεί το κόψιμο και κυρίως τη σύνδεση των σωλήνων μεταξύ τους. Οι μέθοδοι που χρησιμοποιούνται για τη σύνδεση σωλήνων, εξαρτώνται από το υλικό κατασκευής τους και το πάχος του τοιχώματος. Στους χαλυβδοσωλήνες οι πιο συνηθισμένοι τρόποι συνδέσεως είναι:

Σύνδεση με συγκόλληση (butt-welded), δεν απαιτεί κάποιο εξάρτημα, αλλά προσεκτική εργασία, ώστε να μην επηρεασθεί η εσωτερική διατομή ροής και η κόλληση να είναι αποτελεσματική.

Σύνδεση με κοχλιωτό σύνδεσμο (μούφα με εσωτερικό σπείρωμα, screwed joint), Εφαρμόζεται σε σωλήνες με εξωτερικό σπείρωμα και κατά συνέπεια προϋποθέτει ένα ελάχιστο πάχος τοιχώματος. Οι σωλήνες με σπείρωμα έχουν μικρότερη αντοχή από τους σωλήνες χωρίς σπείρωμα (και αυτό αποτελεί ένα μειονέκτημα σε σχέση με τη συγκόλληση και τη σύνδεση με φλάντζα). Ο σύνδεσμος έχει εσωτερική διάμετρο οριακά μεγαλύτερη από την εξωτερική διάμετρο του σωλήνα και το πάχος του τοιχώματός του είναι μεγαλύτερο από το πάχος του σωλήνα. Για τη στεγανοποίηση χρησιμοποιούνται κατάλληλα υλικά (κανάβι, τεφλόν κ.ά.).

Σύνδεση με περαστό σύνδεσμο [μούφα συγκολλήσεως, socket-weld, Ο σύνδεσμος έχει εσωτερική διάμετρο μεγαλύτερη από την εξωτερική του σωλήνα και η συγκόλληση γίνεται περιμετρικά στις δύο πλευρές του συνδέσμου.

Σύνδεση με φλάντζες. Για εγκαταστάσεις υψηλότερων απαιτήσεων, χρησιμοποιούνται φλάντζες. Ο τύπος αυτός συνδέσεως είναι ο πιο σημαντικός και παρουσιάζει πολλά πλεονεκτήματα, για τούτο είναι και ο πιο διαδομένος στις βιομηχανικές εγκαταστάσεις. Πιο συγκεκριμένα, οι φλάντζες πλεονεκτούν της συγκολλήσεως επειδή επιτρέπουν αποσυναρμολόγηση της σωληνώσεως για επιθεώρηση, συντήρηση, τροποποίηση ή αντικατάσταση. Πλεονεκτούν των συνδέσεων με σπείρωμα, επειδή αυτές, για σωλήνες μεγάλης διαμέτρου, αποτελούν ακριβή και μη

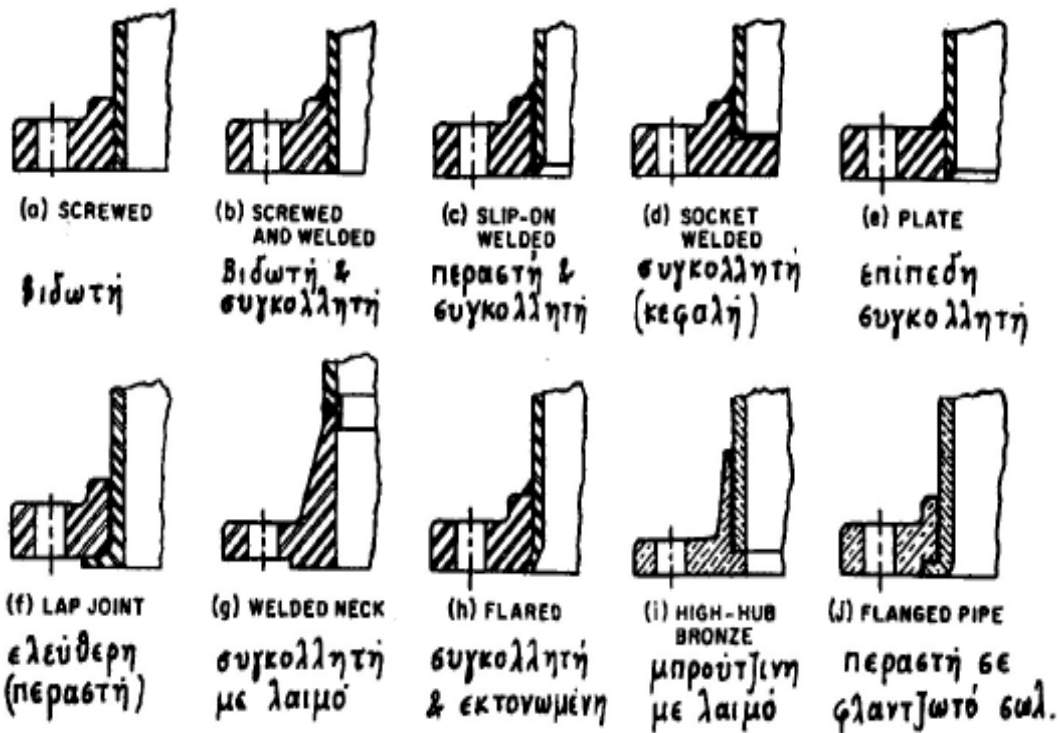
αξιόπιστη λύση. Λόγω αυτών των πλεονεκτημάτων, οι φλάντζες είναι από τα σημαντικότερα εξαρτήματα των σωληνώσεων και χρησιμοποιούνται ευρύτατα, όχι μόνο για τη σύνδεση των σωλήνων, αλλά και για τη σύνδεση των σωλήνων με τα διάφορα εξαρτήματα και συσκευές. Οι πλάκες των φλάντζών φέρουν περιμετρικά άρτιο αριθμό οπών (συνήθως 4, 8, 16, 32, αλλά, για απλούστερες περιπτώσεις, 2 ή και 3 οπές) από τις οποίες διέρχονται οι βίδες ενώσεως. Μεταξύ των δύο πλάκων τοποθετείται παρέμβυσμα στεγανοποίησης (τσιμούχα) από ελαστικό, αμίαντο, μαλακό μέταλλο κ.ά.. Για την τελειότερη στεγανοποίηση μπορούν να διαμορφωθούν αυλάκια στεγανοποίησης, ενώ για πολύ υψηλές πιέσεις προτιμώνται φλάντζες με δαχτυλίδι στεγανοποίησης (flange ring). Οι φλάντζες στερεώνονται στα άκρα των σωλήνων κυρίως με συγκόλληση, αλλά και με σπείρωμα ή εκτόνωση (ιδιαίτερα για τους σωλήνες χωρίς ραφή τούμπα με μικρό πάχος τοιχώματος).

Υπάρχουν και άλλα, ειδικότερα εξαρτήματα συνδέσεως των χαλυβδοσωλήνων. Έτσι, στην περίπτωση που πρέπει να συνδέσουμε δύο σωλήνες μικρής σχετικά διαμέτρου, αλλά μετά την ολοκλήρωση της εγκατάστασής τους πρέπει να έχουμε τη δυνατότητα εύκολης αποσυνδέσεως, χρησιμοποιούμε το ρακόρ (union, raccord). Αυτό αποτελείται από τρία τμήματα. Τα δύο τοποθετούνται στις άκρες των προς σύνδεση σωλήνων (με σπείρωμα ή συγκόλληση). Ένα από αυτά έχει στην άκρη του πατούρα ενώ το άλλο εξωτερικό σπείρωμα. Σ' αυτό, βιδώνει το τρίτο (που έχει αντίστοιχο εσωτερικό σπείρωμα) ενώνοντας τα δύο πρώτα. Για σωλήνες πολύ μικρών διαμέτρων (μικροτέρων της ίντσας), χρησιμοποιείται το ερμέτο (ή ρακοράκι).

Αναφέρουμε επίσης τους ειδικούς ελαστικούς συνδέσμους, οι οποίοι χρησιμοποιούνται στις περιπτώσεις που απαιτείται απορρόφηση κραδασμών ή κάποια ελευθερία κινήσεως. Φλάντζες διαφόρων τύπων.

Στους σωλήνες από γαλβανισμένο σίδηρο, εργαζόμαστε με έτοιμα εξαρτήματα των παραπάνω κατηγοριών. Αφού, όπως είπαμε, δεν υπάρχει η δυνατότητα της εν θερμώ επεξεργασίας, αποκλείεται η συγκόλληση. Υπάρχει όμως δυνατότητα συγκολλησεως εξαρτημάτων πριν από τη διαδικασία του γαλβανισμού.

Σύνδεση σωλήνων από χυτοσίδηρο: Όπως είδαμε, ο χυτοσίδηρος είναι υλικό ακατάλληλο για εν ψυχρώ ή εν θερμώ κατεργασία. Έτσι, στους χυτοσιδηρούς σωλήνες δεν μπορούμε να δημιουργήσουμε σπείρωμα ή να κάνουμε κολλήσεις.



Εικόνα 12. Σταθερές συνδέσεις σωλήνων

2.2.2 Εξαρτήματα σωληνώσεων.

Τα εξαρτήματα σωληνώσεων ομαδοποιούνται ανάλογα με τη λειτουργία που επιτελούν στις ακόλουθες κατηγορίες: Εξαρτήματα συνδέσεως, εξαρτήματα αλλαγής διεύθυνσεως, εξαρτήματα αλλαγής διατομής, εξαρτήματα διακλαδώσεως της ροής, ειδικά εξαρτήματα, εξαρτήματα ρυθμίσεως της ροής.

Δίπλα σ' αυτά πρέπει να προσθέσουμε τα όργανα μετρήσεων τα οποία παρεμβάλλονται στη ροή, καθώς επίσης τις συσκευές (π.χ. αντλίες) και τα δοχεία με τα οποία συνδέεται η σωλήνωση στα πλαίσια της συνολικής εγκαταστάσεως.

Παραπάνω αναφέρατε τις μεθόδους συνδέσεως, είδαμε τα εξαρτήματα που χρησιμοποιούνται ως σύνδεσμοι: φλάντζες, μούφες (με σπείρωμα ή χωρίς σπείρωμα), ολισθαίνουσες ενώσεις (γλίστρες), ρακόρ, ποτήρια κ.ά.. Ας περάσουμε τώρα στη σύντομη παρουσίαση των άλλων εξαρτημάτων. Ιδιαίτερη σημασία δίνουμε στο σκοπό που εξυπηρετούν και στις λειτουργικές επιπτώσεις τους στη σωλήνωση. Το ζήτημα της ενεργειακής επιβαρύνσεως που επιφέρουν και που εκφράζεται με το συντελεστή τοπικών απωλειών K .

2.2.3 Εξαρτήματα αλλαγής διεύθυνσεως (γωνίες).

Η αλλαγή διεύθυνσεως μιας σωληνογραμμής είναι αναγκαιότητα που προκύπτει τόσο από τους περιορισμούς που θέτει ο διαθέσιμος χώρος, όσο και από διάφορες λειτουργικές ανάγκες. Οι σωλήνες είναι ευθύγραμμοι (με εξαίρεση τους εύκαμπτους) και για την αλλαγή διεύθυνσεως

χρησιμοποιούνται ειδικά εξαρτήματα, οι καμπύλες ή γωνίες(elbows). Οι γωνίες είναι από τα πιο συχνά χρησιμοποιούμενα εξαρτήματα σωληνώσεων.

Το πρώτο χαρακτηριστικό μιας καμπύλης είναι το άνοιγμα, δηλαδή η γωνία αλλαγής διεύθυνσεως. Παράγονται τυποποιημένες καμπύλες με άνοιγμα 90ο, 60ο, 45ο και 30ο. Συνδυασμός αυτών των καμπυλών μπορεί να μας δώσει και άλλα ανοίγματα (π.χ. $90+30=120ο$, $90+90=180ο$). Σημειώνουμε πως σε περιορισμένη έκταση και για ειδικές χρήσεις κατασκευάζονται και γωνίες 180ο (διπλοκάμπυλα). Περισσότερο συνηθισμένη είναι η γωνία 90°. Το δεύτερο χαρακτηριστικό, είναι η ακτίνα καμπυλότητας R. Αυτό δηλώνει πόσο απότομα γίνεται η αλλαγή διεύθυνσεως. Όσο πιο μικρή είναι η ακτίνα καμπυλότητας, τόσο πιο απότομη η αλλαγή (άρα μεγαλύτερος συντελεστής τοπικών απωλειών), αλλά και μικρότερο το μήκος της καμπύλης. Οι κανονισμοί τυποποίησης προβλέπουν καμπύλες μικρής ακτίνας ($R = 1 \times D$), μέσης ακτίνας ($R = 1,5 \times D$), μεγάλης ακτίνας ($R = 3 \times D$). Οι καμπύλες μικρής ακτίνας δεν βρίσκουν ευρεία χρήση, λόγω των αυξημένων απωλειών που συνεπάγεται η χρήση τους.

2.2.4 Εξαρτήματα αλλαγής διατομής

Όταν θέλουμε να μειώσουμε τη διατομή μιας σωληνώσεως, έχουμε δύο τρόπους: Να συνδέσουμε με φλάντζα σωλήνα μικρότερης διαμέτρου (απότομη στένωση) ή να χρησιμοποιήσουμε ειδικό εξάρτημα βαθμιαίας στενώσεως (συστολή).

Κύρια χαρακτηριστικά των συστολών είναι ο λόγος διαμέτρων και η κλίση. Διατίθενται σε δύο μορφές: ομόκεντρη και έκκεντρη. Η πρώτη είναι συμμετρική και ο κεντρικός άξονας ροής δεν μεταβάλλεται. Η έκκεντρη διαστολή διατηρεί τη μία πλευρά της κατά τη διεύθυνση της ροής και χρησιμοποιείται σε ειδικές περιπτώσεις. Για την αντίστροφη διαδικασία αυξήσεως της διατομής, μπορούμε να χρησιμοποιήσουμε το ίδιο εξάρτημα ως διαστολή. τα ενεργειακά κέρδη είναι από ανύπαρκτα ως πολύ μικρά. Γι' αυτό, η απότομη διεύρυνση (με φλάντζα) είναι αρκετά συνηθισμένη

2.2.5 Εξαρτήματα διακλαδώσεως.

Το πιο συνηθισμένο εξάρτημα διακλαδώσεως είναι μια τριπλή διακλάδωση σε σχήμα T (από όπου παίρνει και το όνομα). Οι τρεις κλάδοι του ταυ έχουν την ίδια διάμετρο.

Διακλαδώσεις σε κεντρικό αγωγό μπορούν να κατασκευασθούν και χωρίς τη χρήση ταυ, με δημιουργία κατάλληλης οπής και συγκόλληση (stub-in, coupling).

Στην περίπτωση διακλαδώσεως τεσσάρων κλάδων, αντί του ταυ χρησιμοποιείται σταυρός.

2.2.6 Ειδικά εξαρτήματα.

Εκτός από τα παραπάνω, υπάρχουν εξαρτήματα σωληνώσεων που δύσκολα ομαδοποιούνται. Έτσι, όταν θέλουμε να απομακρύνουμε αιωρούμενα στερεά, χρησιμοποιούμε διάφορα φίλτρα. Όταν θέλουμε να σφραγίσουμε μια σωλήνωση, χρησιμοποιούμε τάπες

(συγκολλητές, κοχλιωτές ή τυφλές φλάντζες). Όταν κατά τη ροή ενός υγρού δημιουργούνται αεροθύλακες (λόγω πτώσεως πίεσεως ή αυξήσεως της θερμοκρασίας), χρησιμοποιούμε εξαιρεστικά ροής. Για να μετριάσουμε τις συνέπειες του υδραυλικού χτυπήματος τοποθετούμε ειδικά διαμορφωμένους αεροθύλακες κ.ά

2.2.7. Εξαρτήματα ρυθμίσεως της ροής (βαλβίδες).

Οι βαλβίδες (valves) ή βάνες, αποτελούν τη σημαντικότερη κατηγορία εξαρτημάτων σωληνώσεων. Διαφέρουν από τα άλλα εξαρτήματα που περιγράψαμε, όχι μόνο στο σκοπό, αλλά κυρίως, στο βαθμό πολυπλοκότητας. Ακριβολογώντας, πρόκειται για συσκευές που παρεμβάλλονται στη σωλήνωση.

Δεν νοείται σωλήνωση χωρίς να είναι εξοπλισμένη με αρκετές βαλβίδες. Στην καθημερινή μας ζωή τις συναντάμε συνεχώς (στο σπίτι, στα αυτοκίνητα, στα πρατήρια καυσίμων, στα συστήματα πυροσβέσεως κ.λπ.), αν και συχνά δεν τις αντιλαμβανόμαστε. Ο ρόλος τους στις παραγωγικές διαδικασίες είναι τεράστιος, αφού δεν σχετίζεται μόνο με τη λειτουργία των σωληνώσεων και τη διακίνηση των ρευστών, αλλά και με κρίσιμα προβλήματα ασφάλειας.

Ως βαλβίδα ορίζεται μια συσκευή η οποία ελέγχει τη ροή ενός ρευστού. Οι σημερινές βαλβίδες μπορούν να ελέγχουν όχι μόνο αν ένα ρευστό ρέει σε σωλήνα, αλλά και την παροχή, την πίεση και την κατεύθυνση του ρευστού μέσα στο σωλήνα. Οι βαλβίδες, ανάλογα με τον τύπο τους, μπορούν να ανοίγουν ή να κλείνουν (λειτουργία on-off), να ρυθμίζουν την παροχή (λειτουργία στραγγαλισμού), να διαμορφώνουν την κατεύθυνση της ροής (λειτουργία αντεπιστροφής), να ελέγχουν την πίεση (λειτουργία ασφαλείας), να απομονώνουν τμήματα της σωληνώσεως κ.ά. Μπορούν να ελέγχουν τη ροή όλων των τύπων ρευστών, σε όλη την ποικιλία θερμοκρασιών και πιέσεων που συναντάμε. Κατασκευάζονται σε πολύ μεγάλο εύρος μεγεθών: Υπάρχουν βαλβίδες με διάμετρο μικρότερη των 2 cm και άλλες με διάμετρο μεγαλύτερη των 2m. Συνδέονται στους σωλήνες με φλάντζες, με συγκόλληση ή με σπείρωμα.

Εκτός από τον τύπο της βαλβίδας, δύο μεγέθη είναι χαρακτηριστικά και υπεισέρχονται στην τυποποίηση: Η (ονομαστική) διάμετρος και το μήκος. Σημαντικά μεγέθη είναι επίσης η διάμετρος και το ύψος της χειρολαβής (όταν αυτή είναι εντελώς ανοικτή). Αυτές οι διαστάσεις είναι χρήσιμες για την τοποθέτηση και λειτουργικότητα της βαλβίδας. Στη συνέχεια παρουσιάζομε με την αναγκαία συντομία, τους πιο σημαντικούς τύπους βαλβίδων.

α) Συρταρωτές βάλβιδες (Gate valves).

Οι συρταρωτές βαλβίδες (ή δικλείδες) είναι οι πιο συνηθισμένες. Πρόκειται για βαλβίδες γενικών χρήσεων που όμως χρησιμοποιούνται κυρίως για την on-off λειτουργία. Όταν είναι πλήρως ανοικτές, δημιουργούν ελάχιστη αντίσταση στη ροή. Οι συντελεστές τοπικών απωλειών τους κυμαίνονται από 0,3 ως 0,8 (για βαλβίδες πλήρως ανοικτές).

Η συρταρωτή βάνα ελέγχει τη ροή με μια κάθετη σφήνα ή πύλη, η οποία κινείται επάνω ή κάτω καθώς περιστρέφουμε τη χειρολαβή. Επειδή είναι σχεδιασμένη για λειτουργία on-off, δεν ενδείκνυται να χρησιμοποιείται σε ενδιάμεση θέση. Μια μερικώς ανοικτή συρταρωτή βαλβίδα επιταχύνει τη διάβρωση και καταστρέφει το κάθισμα της πύλης σε μικρή χρονική περίοδο. Επιπλέον, οι στροβιλισμοί αναγκάζουν την πύλη να δονείται, δημιουργώντας ένα συνεχή θόρυβο.

β) Σφαιρικές βαλβίδες (Globe valves).

Οι σφαιρικές βαλβίδες (χρησιμοποιούνται κυρίως στις περιπτώσεις που απαιτείται αυξομείωση της παροχής (στραγγαλισμός). Με απλή περιστροφή της χειρολαβής, η παροχή μέσω της βαλβίδας μπορεί να προσαρμοσθεί σε οποιοδήποτε επιθυμητό επίπεδο (μέχρι τη μέγιστη τιμή που επιτυγχάνεται όταν είναι εντελώς ανοικτή). Ο σχεδιασμός της βαλβίδας είναι τέτοιος, ώστε το ρευστό να έρχεται από χαμηλά. Ο δίσκος (ή επιστόμιο) και το κάθισμα είναι παράλληλα στη διεύθυνση ροής. Αυτός ο σχεδιασμός, από τη μία διευκολύνει τη βαλβίδα να μην κολλάει και από την άλλη ελαχιστοποιεί τη διάβρωση του δίσκου και του καθίσματος, όταν η βαλβίδα είναι μερικώς ανοικτή. Αυτός ο σχεδιασμός όμως, δημιουργεί μεγάλη αντίσταση στη ροή, αφού το ρευστό αναγκάζεται να αλλάξει τουλάχιστον τρεις φορές διεύθυνση εντός της βαλβίδας. Έτσι, οι συντελεστές τοπικών απωλειών των σφαιρικών βαλβίδων παρουσιάζονται πολύ υψηλοί ακόμα και όταν η βαλβίδα είναι εντελώς ανοικτή. Κυμαίνονται από 4 ως 14 (ανάλογα με τον τύπο και τη διάμετρο) και φθάνουν ως 60 όταν είναι μερικώς ανοικτή. Οι σφαιρικές βαλβίδες επομένως δεν συστήνονται όταν πρέπει να αποφευχθεί η αντίσταση στη ροή και η συνακόλουθη πτώση πίεσεως.

γ) Γωνιακές βαλβίδες (Angle valves) . Η γωνιακή βαλβίδα, όπως η σφαιρική, χρησιμοποιείται για έλεγχο της παροχής (στραγγαλισμό). Όπως φαίνεται στο σχήμα καθώς το υγρό διέρχεται από τη βαλβίδα, η διεύθυνσή του αλλάζει κατά γωνία 90°. Σε περίπτωση επομένως που χρειάζεται αλλαγή διεύθυνσεως 90°, χρησιμοποιώντας τη γωνιακή βαλβίδα, καλύπτομε και την ανάγκη αυτή χωρίς πρόσθετες συνδέσεις. Η γωνιακή βαλβίδα τοποθετείται, ώστε το ρευστό να ρέει μέσω του σώματός της, από κάτω προς τα πάνω (όπως και στις σφαιρικές βαλβίδες). Η ανοδική κατεύθυνση της ροής ασκεί πίεση (άρα δύναμη προς τα πάνω) στο δίσκο. Έτσι, η λειτουργία είναι ομαλότερη, οι εμπλοκές αποφεύγονται, ενώ η διαβρωτική δράση στο κάθισμα και στο δίσκο είναι περιορισμένη. Οι ενεργειακές απώλειες είναι μέτριες. Ο συντελεστής τοπικών απωλειών κυμαίνεται από 1 ως 9 (για βαλβίδα εντελώς ανοικτή)

δ) Βαλβίδες αντεπιστροφής (Check valves).

Οι βαλβίδες αντεπιστροφής διαφέρουν σημαντικά από τις παραπάνω βαλβίδες. Σχεδιάζονται για να αποτρέψουν την αντιστροφή της ροής (backflow). Υπάρχουν αρκετοί τύποι βαλβίδων αντεπιστροφής, ο οποίος τοποθετείται σε συνδυασμό με συρταρωτές βαλβίδες. Οι

βαλβίδες αντεπιστροφής δεν έχουν χειρολαβή αλλά ενεργοποιούνται αυτόματα από τις δυνάμεις πίεσεως. Η βαλβίδα αντεπιστροφής του σχήματος, έχει ένα δίσκο-πύλη, ο οποίος είναι αρθρωμένος στην κορυφή της και ανοίγει μόνο κατά τη διεύθυνση της ροής. Όταν υπάρχει ροή, το ρευστό πιέζει το δίσκο και αυτός παραμένει ανοικτός, δημιουργώντας κάποια διαταραχή και μια μικρή πτώση πίεσεως (ο συντελεστής τοπικών απωλειών κυμαίνεται μεταξύ 2 και 3). Όταν η ροή σταματήσει και για κάποια αιτία τείνει να αντιστραφεί, η πίεση του ρευστού θα αναγκάσει το δίσκο να κλείσει εμποδίζοντας την αντίστροφη ροή.

ε) Βαλβίδες με σφαίρα (Ball valves). Η βαλβίδα αυτή (είναι μια μικρού κόστους εναλλακτική λύση σε σχέση με άλλες βαλβίδες. Χρησιμοποιεί μία μεταλλική σφαίρα με μια μεγάλης διαμέτρου οπή στο κέντρο της, η οποία εφαρμόζει καλά μεταξύ δύο κοίλων εδρών. Αντί για περιστροφική χειρολαβή έχει ένα κλειδί, το οποίο αν το περιστρέψουμε κατά 90ο, περιστρέφει τη σφαίρα και έτσι η βαλβίδα περνά από τη θέση on (πλήρως ανοικτή) στη θέση off (πλήρως κλειστή). Βασικά πλεονεκτήματα αυτής της βαλβίδας αποτελούν το ταχύτατο πέρασμα μεταξύ των δύο ακραίων καταστάσεων ροής, καθώς επίσης και το ότι δεν εμπλέκει. Οι απώλειες τριβής όταν η βαλβίδα είναι πλήρως ανοικτή, είναι πρακτικά αμελητέες ($K < 0,2$).

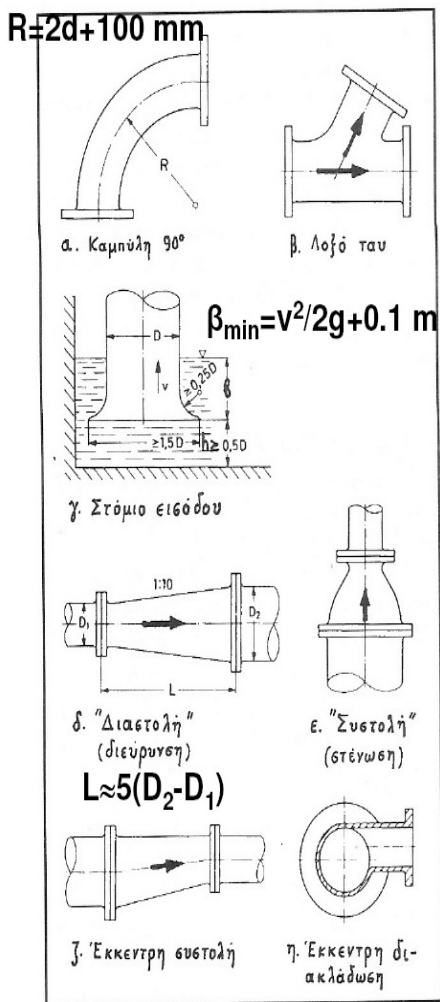
στ) Βαλβίδες πεταλούδας (Butterfly valves). Η βαλβίδα πεταλούδας έχει διαφορετική μορφή. Χρησιμοποιεί έναν κυκλικό δίσκο-πύλη, στερεωμένο σε άξονα διερχόμενο από τον άξονα συμμετρίας του δίσκου. Ο άξονας καταλήγει σε κλειδί περιστροφής (όπως στις βαλβίδες με σφαίρα). Περιστρέφοντας το κλειδί κατά 90° περιστρέφεται και ο δίσκος από πλήρως ανοικτή θέση (επίπεδο δίσκου παράλληλο στη διεύθυνση ροής), σε μια πλήρως Βαλβίδα πεταλούδας κλειστή (επίπεδο δίσκου κάθετο στη ροή). Σε ενδιάμεσες γωνίες, η παροχή είναι περιορισμένη.

Οι βαλβίδες με πεταλούδα δημιουργούν ελάχιστες διαταραχές στη ροή και κατά συνέπεια, πολύ μικρή πτώση πίεσεως. Ο συντελεστής τοπικών απωλειών κυμαίνεται από 0,2 ως 0,3 (βαλβίδα πλήρως ανοικτή). Ενδείκνυνται τόσο για λειτουργία on-off, όσο και για έλεγχο της παροχής στις περιπτώσεις που έχουμε μεγάλες παροχές και χαμηλές πιέσεις. Στις υψηλές όμως πιέσεις, υπάρχουν διαρροές (λόγω της σχετικά χαλαρής στεγανοποίησής).

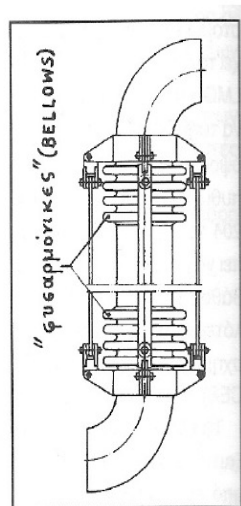
ζ) Ανακουφιστικές βαλβίδες (Relief valves). Ο σκοπός των ανακουφιστικών βαλβίδων (ή βαλβίδων ασφαλείας) είναι διαφορετικός. Στοχεύουν να προστατέψουν τις εγκαταστάσεις και το προσωπικό από τις πιθανά καταστρεπτικές συνέπειες που θα προκαλούσε υπερβολική πίεση, που για κάποια αιτία πιθανόν να αναπτυχθεί σε σωληνώσεις ή συσκευές. Είναι λοιπόν έτσι σχεδιασμένες, ώστε να ανοίγουν αυτόματα και να επιτρέπουν την ελεγχόμενη εκτόνωση του ρευστού (ιδιαίτερα των αερίων και των ατμών), όταν η πίεσή τους υπερβεί ένα επιτρεπτό όριο. Όταν η πίεση στο

εσωτερικό της σωληνώσεως ή της συσκευής επιστρέφει σε μια χαμηλότερη τιμή, η βαλβίδα κλείνει. Εφόσον η βαλβίδα λειτουργεί αυτόματα (με προκαθορισμένες την υψηλή πίεση, στην οποία ανοίγει και τη χαμηλή, στην οποία κλείνει) είναι προφανές πως δεν υπάρχει χειρολαβή.

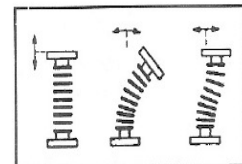
η) Βαλβίδες ελέγχου (Control valves). Οι βαλβίδες ελέγχου είναι αυτοματοποιημένες βαλβίδες με τις οποίες μπορούμε να ρυθμίσουμε και να ελέγξουμε οποιαδήποτε ρέοντα ρευστά σε σύστημα σωληνώσεων. Χρησιμοποιούν σήματα λαμβανόμενα από κατάλληλα όργανα (τοποθετημένα σε όλο το σύστημα σωληνώσεων) και προχωρούν αυτόματα στις αναγκαίες προσαρμογές. Συνήθως ως βαλβίδα ελέγχου χρησιμοποιείται η σφαιρική (με τις κατάλληλες προσαρμογές και ρυθμίσεις αυτοματοποιήσεως). Αν και χρησιμοποιούνται και πολλές άλλες μορφές, αυτή παρέχει τα αποτελεσματικότερα μέσα που ρυθμίζουν και ελέγχουν τη ροή.



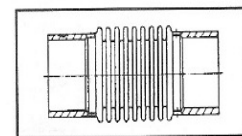
Σχ. 204 Συνήθη εξαρτήματα σωληνώσεων



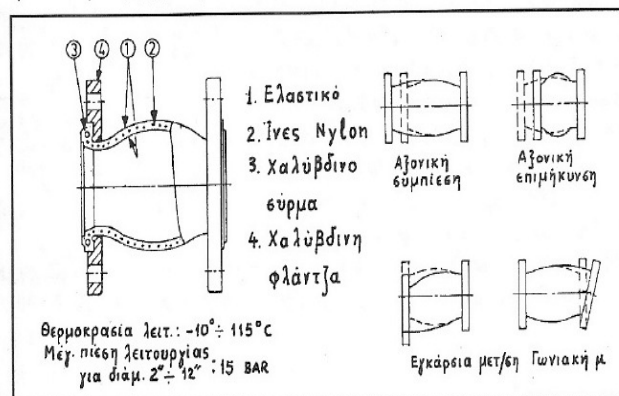
Σχ. 207 Διπλό αρθρωτό (ARTICULATED) διαστολικό



Σχ. 205 Κινήσεις διαστολικών



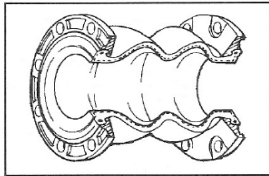
Σχ. 206 Αξονικό διαστολικό



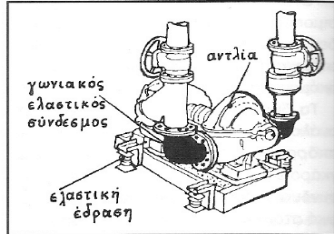
Σχ. 209 Φλαντζωτός ελαστικός σύνδεσμος (C-FLEX)

Εικόνα 13. Στόμιο εισόδου, εξαρτήματα σωληνώσεων, φλαντζωτός ελαστικός σύνδεσμος, διπλό αρθρωτό διαστολικό, αξονικό διαστολικό

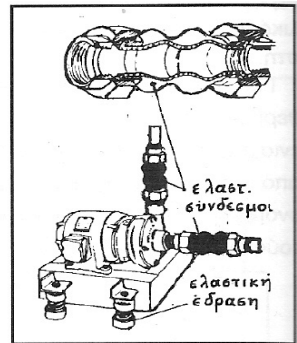
ΕΞΑΡΤΗΜΑΤΑ ΣΩΛΗΝΩΣΕΩΝ



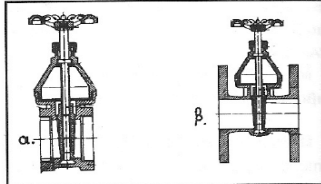
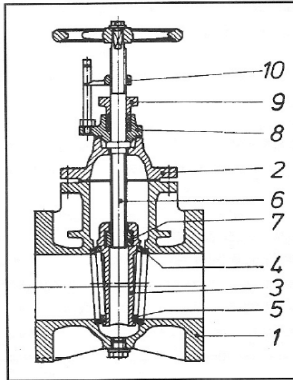
Σχ. 210 Ελαστικός σύνδεσμος 2 πτυχών (TEDDINGTON)



Σχ. 211 Γωνιακός ελαστικός σύνδεσμος σε αντλητικό συγκρότημα με ελαστική έδραση

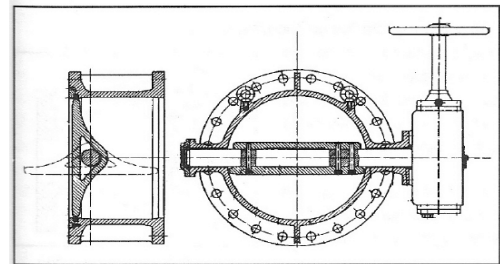


Σχ. 212 Κοχλιωτοί ελαστ. σύνδεσμοι σε αντλητικό συγκρότημα με ελαστική έδραση

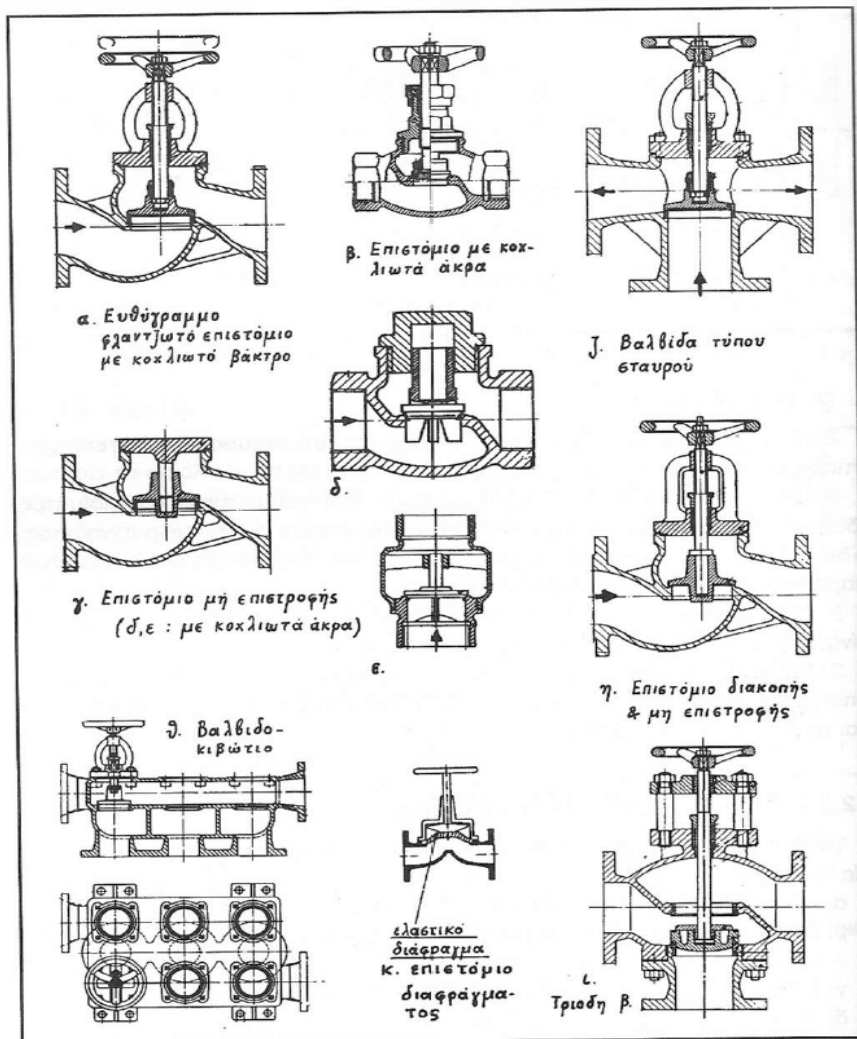


Σχ. 216 Βάνες μερικής διατομής διέλευσης (α: κοχλιωτή, β: φλαντζωτή)

Σχ. 215 Βάνα ολικής διατ. διέλευσης, τύπου σφίγγας
1: σώμα, 2: κεφαλή, 3: σφηνοειδής δίσκος, 4: έδρα, 5: δακτύλιος δίσκου, 6: κοχλιοποιημένο βάκτρο, 7: περικόχλιο, 8+9: στυποθλίπτης, 10: δείκτης θέσης δίσκου



Σχ. 218 Έκκεντρη βαλβίδα τύπου πεταλούδας (DEWERS)



Εικόνα 14. Διάφορα είδη επιστομίων που περιγράψαμε παράπονο

ΣΥΜΒΟΛΑ ΔΙΑΓΡΑΜΜΑΤΙΚΩΝ ΣΧΕΔΙΩΝ

ΣΥΜΒΟΛΟ	ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ	ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑ
	Σωλήνωση (pipe)	
	Σωλήνωση με ένδειξη ροής (pipe with flow indication)	
	Μή διασταυρούμενες σωληνώσεις (crossing pipes)	
	Διασταυρούμενες σωληνώσεις (crossing pipes)	
	Διακλάδωση προς τα πάνω (to upper branch)	
	Ανοικτός εξαεριστικός σωλήνας (open vent pipe)	
	Ανοικτός εξαεριστικός σωλήνας με σφαίρα μη επιστροφής (open vent pipe with inverted ball valve)	
	Μετρητικά (sounding pipe)	
	Ενωση με φλάντζα (flanged connection)	
	Ενωση με μούφα (sleeve connection)	
	Καμπύλη αντισταθμίσεως (expansion U band)	
	Αντισταθμιστής ολισθήσεως (expansion joint e.g. Viking Johnson)	

ΣΥΜΒΟΛΟ	ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ	ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑ
	Επιτόμιο μη επιστροφής κλειόμενο με πλωτήρα	
	Επιτόμιο εναλλαγής (change over valve)	
	Σύρτης (gate valve)	
	Πεταλούδα (σπειρωτή διαλείδα) (butterfly valve)	
	Διακλείδα μη επιστροφής (swing check valve)	
	Κρουινός (cock)	

Εικόνα 15. Σύμβολα διαγραμματικών σχεδίων

ΣΥΜΒΟΛΟ	ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ	ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑ
	Τρίστομος κροσσός Γ (Γ) (three-way, 2 or 3 port cock)	
	Κροσσός κλειόμενος αυτόματα με βάρος (self closing cock)	
	Επιστόμιο με κλειδί ανοικτό (valve locked open)	
	Επιστόμιο με κλειδί κλειστό (valve locked closed)	
	Σύρτης με κλειδί ανοικτός (gate valve locked open)	
	Ασφαλιστικό επιστόμιο (safety valve)	
	Ανασπρούμενο επιστόμιο μη επιστροφής (lift check valve)	
	Επιστόμιο για σύνδεση με ελαστικό σωλήνα (hose valve)	
	Φίλτρο με διάτρητη πλάκα (Πλυσοσυλλέκτης) (mudbox)	

Εικόνα16 Διάφορα σύμβολα διαγραμματικών σχεδίων

2.3 Όργανα μετρήσεως.

Γενικά

Κατά τη λειτουργία των εγκαταστάσεων διακινήσεως ρευστών η μέτρηση των σημαντικών παραμέτρων είναι πρωταρχικής σημασίας. Είναι αναγκαία τα όργανα μετρήσεων αυτών των παραμέτρων. Από τις θερμοδυναμικές ιδιότητες του διακινούμενου ρευστού μας ενδιαφέρει κυρίως η θερμοκρασία και η πίεση, τις οποίες και παρακολουθούμε συνεχώς με τα αντίστοιχα όργανα, τοποθετημένα στα κατάλληλα σημεία των σωληνώσεων και των συσκευών. Εξαιρετικής σημασίας είναι επίσης η μέτρηση της παροχής, αλλά και των τοπικών ταχυτήτων. Λαμβάνοντας υπόψη ό,τι αναφέραμε σε προηγούμενα κεφάλαια για τη μέτρηση της θερμοκρασίας και της πίεσεως, θα ασχοληθούμε εδώ κυρίως με τα όργανα μετρήσεως της παροχής και της ταχύτητας.

Η μέτρηση της θερμοκρασίας γίνεται, με τα θερμόμετρα. Υπενθυμίζουμε ότι υπάρχουν διάφοροι τύποι (υδραργυρικά θερμόμετρα, μεταλλικά, πυρόμετρα κ.λπ.), οι οποίοι καλύπτουν όλο το εύρος των συνθηκών λειτουργίας. Ανάλογα με τις συνθήκες, επιλέγουμε τα κατάλληλα.

Η μέτρηση της πίεσεως γίνεται με τα μανόμετρα. Υπενθυμίζουμε ότι τα μανόμετρα, δεν μετρούν απευθείας την πίεση, αλλά τη διαφορά πίεσεως μεταξύ δύο σημείων. Αν το ένα σημείο

έχει ατμοσφαιρική πίεση, η διαφορά αυτή είναι η σχετική πίεση (gauge). Όπως θα έχουμε διαπιστώσει μέχρι τώρα, στις περισσότερες εφαρμογές, μας ενδιαφέρει η σχετική και όχι η απόλυτη πίεση.

Όπως είδαμε, υπάρχουν δύο βασικές κατηγορίες μανομέτρων: Τα μανόμετρα με υγρό (κυρίως τα υδραργυρικά) και τα μεταλλικά μανόμετρα. Τα πρώτα πλεονεκτούν σε ακρίβεια και σταθερότητα. Είναι όμως δύσχρηστα και δεν μπορούν να ανταποκριθούν σε μεγάλες διαφορές πιέσεων (αφού θα απαιτούσαν σωλήνες μεγάλου ύψους). Είναι λοιπόν φυσικό, στην πράξη να επικρατούν τα μεταλλικά. Μία απλή αλλά σημαντική παραλλαγή των μανομέτρων είναι ο πιεζομετρικός σωλήνας. Ο πιεζομετρικός σωλήνας είναι ένας κατακόρυφος ανοικτός σωλήνας μικρής διαμέτρου (σε σχέση με τη διάμετρο του αγωγού ροής), ο οποίος προσαρμόζεται στο τοίχωμα του αγωγού. Το ύψος της στήλης του υγρού στο σωλήνα, h , ισούται με το ύψος της ενέργειας πίεσεως του υγρού: $h = p/\gamma$ $p = \gamma \times h$

2.3.1 Όργανα μετρήσεως της παροχής.

Τα όργανα μετρήσεως της παροχής μπορούν να ταξινομηθούν σε δύο κατηγορίες, ανάλογα με την αρχή λειτουργίας τους: α) σ' εκείνα που βασίζονται στην πτώση πίεσεως (στα οποία και θα επικεντρώσομε) και β) σ' εκείνα που βασίζουν τη λειτουργία τους στη μεταβολή κάποιας άλλης ιδιότητας, η οποία μεταβάλλεται με τη μεταβολή της παροχής.

Οι μετρητές πτώσεως πίεσεως (pressure differential devices) είναι γνωστοί από τον 18ο αιώνα. Ο σωλήνας Pitot (1732) και ο σωλήνας Venturi (1797) είναι οι παλαιότεροι. Το ακροφύσιο ροής (flow nozzle) χρησιμοποιήθηκε προς το τέλος του 1800 και ο μετρητής με στόμιο (orifice) εμφανίστηκε στις αρχές του 20ου αιώνα. Εξελιγμένα και τυποποιημένα τα όργανα αυτά μετρήσεως της παροχής, κυριαρχούν και σήμερα, λόγω των σημαντικών πλεονεκτημάτων τους. Είναι απλά, χωρίς κινητά μέρη, φθηνά, με σχετικά εύκολη συντήρηση, δεν απαιτούν ισχύ, διατίθενται σε πολλά μεγέθη, προκαλούν σχετικά μικρές απώλειες ύψους κ.ά..

Βασίζονται σε ενιαία αρχή λειτουργίας: Ένα εμπόδιο παρεμβάλλεται εσκεμμένα στο ρέον ρευστό, με σκοπό να προκαλέσει μεταβολή της πίεσεως (με εξαίρεση το σωλήνα Pitot, πτώση πίεσεως λόγω μειώσεως διατομής και συνακόλουθης αυξήσεως της ταχύτητας). Μετρώντας τη μεταβολή της πίεσεως με μανόμετρο (ή πιεζομετρικούς σωλήνες), εφαρμόζομε την εξίσωση Bernoulli και έτσι προκύπτει τύπος υπολογισμού της μέσης ταχύτητας και της παροχής.

α) Ο σωλήνας Pitot είναι ένας σωλήνας που προσαρμόζεται στον αγωγό, όπως και ο πιεζομετρικός σωλήνας. Διαφέρει όμως απ' αυτόν στην απόληξη εντός του σωλήνα: Προσαρμόζεται έτσι, ώστε το κάτω του άκρο, το οποίο σχηματίζει γωνία, να βρίσκεται βυθισμένο στο ρευστό και η διατομή του να είναι κάθετη στη διεύθυνση της ροής

β) Σωλήνας Venturi. ο σωλήνας Venturi πρόκειται για έναν σωλήνα μικρού μήκους με

στένωμα, ο οποίος συνδυάζεται με δύο πιεζομετρικούς σωλήνες ή μανόμετρο (ώστε να μετράμε τη διαφορά πίεσεως) και παρεμβάλλεται στον αγωγό ροής. Η υψομετρική διαφορά h των πιεζομετρικών σωλήνων ισούται με την πτώση του ύψους πίεσεως από το σημείο 1 ως το σημείο 2 (λόγω αυξήσεως της ταχύτητας στο σημείο 2). Εφαρμόζοντας την εξίσωση Bernoulli (θεωρώντας τις απώλειες αμελητέες) λαμβάνουμε:

γ) Μετρητής τύπου orifice. Οι μετρητές με διάφραγμα (orifice) μοιάζουν στη λειτουργία τους με τους μετρητές Venturi. Η σημαντική διαφορά βρίσκεται στην αντικατάσταση της ομαλής συστολής και (ακόμα ομαλότερης) διαστολής που συναντήσαμε στο σωλήνα Venturi, από ένα απότομο στένωμα που δημιουργεί ένας δίσκος με κυκλική οπή στο κέντρο του. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα, σημαντικά μεγαλύτερες απώλειες, αλλά και την εμφάνιση του φαινομένου vena contracta που παρουσιάζεται κατά την απότομη συστολή

δ) Μετρητής τύπου ακροφυσίου (nozzle). Οι μετρητές τύπου ακροφυσίου μπορούν να ταξινομηθούν (σχεδιαστικά και λειτουργικά) ανάμεσα στους μετρητές Venturi και orifice. Ισχύουν και σ' αυτήν

Οι απώλειες ύψους που προκαλεί το ακροφύσιο είναι μεγαλύτερες απ' αυτές του σωλήνα Venturi, αλλά μικρότερες του orifice. Το κόστος των τριών μετρητών ακολουθεί αντίστροφη σειρά.

Ως πλεονέκτημα του μετρητή με ακροφύσιο αναφέρουμε τη δυνατότητα χρήσεώς του σε μεγάλες ταχύτητες. Αντίθετα, δεν είναι κατάλληλος για μικρές. Όπως όμως και ο σωλήνας Venturi, έχει σχετικά δύσκολη εγκατάσταση και συντήρηση.

Για τους βασικούς τύπους μετρητών που λειτουργούν με πτώση πίεσεως, υπάρχουν πρότυπα που καθορίζουν με ακρίβεια τις προδιαγραφές τους. Το σημαντικότερο είναι το ISO 5167 (2003: Measurement of fluid flow by means of pressure differential devices inserted in circular cross-section conduits running full) με τέσσερα μέρη, ένα γενικό και από ένα για τους τρεις μετρητές (Part 1: General principles and requirements, Part 2: Orifice plates, Part 3: Nozzles and Venturi nozzles, Part 4: Venturi tubes).

2.3.2 Σχεδιαστικός συμβολισμός.

Μία σωλήνωση ή ένα δίκτυο, καθώς και η γενικότερη εγκατάσταση στην οποία εντάσσονται, μπορούν να σχεδιασθούν με διάφορους τρόπους. Πιο σημαντικό είναι το γενικό σχέδιο συνδεσμολογίας (ή προσχέδιο), σκοπός του οποίου είναι να παρουσιάσει τη ροή των ρευστών διά μέσου των σωλήνων, εξαρτημάτων και συσκευών, καθώς επίσης την αλληλουχία και τη συνδεσμολογία τους, χωρίς να δίνει ιδιαίτερη σημασία στις ακριβείς διαδρομές και διαστάσεις. Η παράσταση των διαφόρων εξαρτημάτων και συσκευών γίνεται με σύμβολα. Πολύ σημαντικό, όσον αφορά στις λεπτομέρειες, είναι το μηχανολογικό σχέδιο. Το μηχανολογικό σχέδιο, σε αντίθεση με το ισομετρικό, απεικονίζει δισδιάστατες όψεις (πρόσοψη, κάτοψη, πλάγια όψη

2.3.3 Συσκευές:

Εισαγωγή στις αντλίες (Μηχανήματα διακινήσεως ρευστών.) Για τη ροή ενός ρευστού πρέπει να ικανοποιούνται αυστηρά οι ενεργειακές απαιτήσεις. Για παράδειγμα, το νερό που βρίσκεται σε (φυσική ή τεχνητή) δεξαμενή σε κάποιο υψόμετρο, ρέει προς χαμηλότερα υψόμετρα, λόγω της διαφοράς δυναμικής ενέργειας (ροή λόγω βαρύτητας). Μάλιστα, σύμφωνα με τους νόμους της φυσικής, η κίνησή του είναι επιταχυνόμενη, μέχρι η δύναμη αντιστάσεως να γίνει ίση με την κινούσα δύναμη (που είναι συνιστώσα της βαρύτητας). Η αντίστροφη όμως πορεία (από χαμηλότερο επίπεδο προς υψηλότερο) δύναται να επιτευχθεί μόνο αν προσδώσουμε στο νερό την αναγκαία προς τούτο (δυναμική) ενέργεια. Το ίδιο συμβαίνει με την ενέργεια πίεσεως. Από ένα δοχείο που επικρατεί υψηλή πίεση, ρέει νερό ή αέριο προς το χώρο που επικρατεί ατμοσφαιρική (ή γενικότερα χαμηλότερη) πίεση. Αλλά για να έχουμε την αντίστροφη ροή (από χώρο χαμηλής προς χώρο υψηλής πίεσεως), πρέπει να δώσουμε στο ρευστό την αναγκαία προς τούτο ενέργεια. Πέρα όμως από τη διαφορά ενέργειας μεταξύ των δύο χώρων διακινήσεως του ρευστού, υπάρχουν και πρέπει να αντιμετωπισθούν και οι απώλειες ενέργειας λόγω τριβών που, όπως είδαμε, παρουσιάζουν τα πραγματικά ρευστά κατά τη ροή τους. Αν στα προηγούμενα προσθέσουμε τις απαιτήσεις ικανοποιητικών παροχών (άρα και αντιστοίχων ταχυτήτων) των διαφόρων συστημάτων ροής, καθίσταται φανερό η ανάγκη μεταβιβάσεως στα ρέοντα ρευστά της αναγκαίας ενέργειας για τη διακίνησή τους.

Οι μηχανές που χρησιμοποιούνται για την παροχή αυτής της ενέργειας, εξαρτώνται καταρχήν από τη φύση του ρευστού. Σε αντιστοιχία με τη φυσική κατάσταση των ρευστών, ταξινομούνται σε δύο μεγάλες κατηγορίες: α) Τα μηχανήματα διακινήσεως των υγρών (τα οποία είναι ασυμπίεστα) καλούνται γενικά και αντλίες. β) Τα μηχανήματα διακινήσεως των αερίων (ανεμιστήρες, φυσητήρες και συμπιεστές), τα οποία καλούνται γενικώς μηχανές συμπίεσεως (αν και πραγματική συμπίεση γίνεται μόνο με τους συμπιεστές).

Ο διαχωρισμός δεν πρέπει να θεωρηθεί απόλυτος, αφού υπάρχουν ορισμένοι τύποι αντλιών (εκχυτήρες ή τζιφάρια), οι οποίοι μπορούν να λειτουργήσουν όχι μόνο με υγρά αλλά και με αέρια, όπως και αναλύσαμε στο παραπάνω κεφάλαιο. Από την άλλη, στις συσκευές των αερίων, συναντάμε τις αντλίες κενού ή αεραντλίες, οι οποίες αναρροφούν τον αέρα από ένα χώρο, με σκοπό την επίτευξη πολύ χαμηλής πίεσεως (κενού). Οι μηχανές διακινήσεως των ρευστών μεταβιβάζουν ενέργεια στο ρευστό (μηχανικό έργο), η οποία έχει ως τελικό αποτέλεσμα, είτε την αύξηση της παροχής, άρα και της ταχύτητας (κινητική ενέργεια), είτε την αύξηση της πίεσεως (ενέργεια πίεσεως), είτε –στην περίπτωση των υγρών– την ανύψωση της στάθμης του ρευστού (δυναμική ενέργεια). Σε όλες τις περιπτώσεις, ένα μέρος της παρεχόμενης ενέργειας διατίθεται για την αναπλήρωση των ενεργειακών απωλειών λόγω τριβών.

Πρέπει να σημειώσουμε ότι το μηχανικό έργο που μεταβιβάζουν οι μηχανές αυτές στο ρευστό, δεν το παράγουν οι ίδιες. Πρόκειται δηλαδή για «ενεργειακούς διαμεσολαβητές»: Παραλαμβάνουν ενέργεια (καταναλώνουν μηχανικό έργο) είτε από θερμική μηχανή είτε από ηλεκτροκινητήρα, την οποία διαβιβάζουν σε κατάλληλη μορφή στο ρευστό (σε πιο απλές περιπτώσεις, η αναγκαία ενέργεια παρέχεται μυϊκά, π.χ. χειροκίνητες αντλίες ή συμπιεστές). Όπως συμβαίνει σε όλες τις μηχανές, μέρος της ενέργειας που παραλαμβάνουν, δεν δύναται να περάσει στο ρευστό, επειδή υπάρχουν ενεργειακές απώλειες. Η ποιότητα του μηχανήματος από ενεργειακής πλευράς καθορίζεται από το βαθμό αποδόσεως, δηλαδή το ωφέλιμο ποσοστό της παρεχόμενης ενέργειας, στην προκειμένη περίπτωση, της ενέργειας που φθάνει στο διακινούμενο ρευστό.

Δύο είναι οι γενικές μέθοδοι μεταβίβασης ενέργειας στο ρευστό: Η μέθοδος της θετικής εκτοπίσεως (ωθήσεως) και η μέθοδος της φυγοκεντρικής δράσεως (ή γενικότερα, της αυξήσεως της κινητικής ενέργειας του ρευστού). Αντίστοιχα διακρίνουμε δύο κύριες κατηγορίες μηχανημάτων διακινήσεως των ρευστών:

α) Διατάξεις θετικής εκτοπίσεως. Σ' αυτές ασκείται άμεση πίεση στο ρευστό. Η πίεση ασκείται είτε με παλινδρομικές μηχανές (παλινδρομικές αντλίες και συμπιεστές), είτε με χαμηλόστροφες περιστροφικές μηχανές θετικής εκτοπίσεως (αντλίες με λοβό, με ατέρμονα κοχλία, ανεμιστήρες κ.ά.).

β) Διατάξεις αυξήσεως της κινητικής ενέργειας, κατά κύριο λόγο, φυγοκεντρικές διατάξεις(φυγόκεντρες αντλίες, περιστροφικοί συμπιεστές, φουσητήρες κ.ά.). Οι μηχανές φυγοκεντρικής δράσεως είναι περιστροφικές (με ελάχιστες εξαιρέσεις) και χαρακτηρίζονται από μεγάλες ταχύτητες περιστροφής. Από τη σκοπιά της Μηχανικής των Ρευστών, τα φαινόμενα που λαμβάνουν χώρα στις παραπάνω διατάξεις, κατατάσσονται στις κατηγορίες ροής ασυμπίεστων και συμπιεστών ρευστών. Στις αντλίες, αλλά και στους ανεμιστήρες η πυκνότητα των ρευστών πρακτικά δεν μεταβάλλεται και κατά τη μελέτη τους αρκεί η θεωρία των ασυμπίεστων ρευστών. Αντίθετα, στους φουσητήρες και στους συμπιεστές, στους οποίους παρατηρείται σημαντική μεταβολή της πυκνότητας, η μελέτη γίνεται στη βάση των αρχών της αεροδυναμικής

Στην εποχή μας τα μηχανήματα διακινήσεως των ρευστών είναι πολύ διαδεδομένα, τόσο στην καθημερινή ζωή, όσο και στην παραγωγική διαδικασία. Τα συναντάμε στα δίκτυα υδρεύσεως των οικισμών, στα δίκτυα αρδεύσεως, στα δίκτυα πυροσβέσεως, στα συστήματα κεντρικής θερμάνσεως (κυκλοφορητές, αντλίες καυσίμου), στις κλιματιστικές συσκευές, στις ψυκτικές εγκαταστάσεις, στα συστήματα εξαερισμού, στα αυτοκίνητα, στα πρατήρια υγρών καυσίμων κ.λπ.. Πολύ κρίσιμος είναι ο ρόλος τους στη βιομηχανία. Στα πλοία υπάρχουν και λειτουργούν εκατοντάδες μηχανήματα διακινήσεως ρευστών και ο ρόλος τους είναι καθοριστικός για τη λειτουργία των διαφόρων συστημάτων, για την ασφάλεια, την άνεση, τη φόρτωση κ.ά.. Όλα τα δίκτυα που αναφέραμε στο προηγούμενο κεφάλαιο, έχουν ως συστατικό τους στοιχείο την

αντίστοιχη μηχανή που μεταδίδει την αναγκαία ενέργεια στο ρευστό για την κυκλοφορία του. Χωρίς αυτήν, το δίκτυο δεν λειτουργεί. Στη συνέχεια, θα μας απασχολήσουν τα μηχανήματα διακινήσεως των υγρών, δηλαδή οι αντλίες.

2.3.4 Βασικές έννοιες και ορισμοί.

Αντλίες καλούμε τα μηχανήματα, τα οποία παρέχουν την αναγκαία ενέργεια για τη ροή των υγρών. Πιο συγκεκριμένα, μια αντλία αναρροφά το υγρό από ένα χώρο και, προσδίδοντάς του ενέργεια (μηχανικό έργο), το οδηγεί, μέσω αγωγών, σε έναν άλλο χώρο υψηλότερης ενεργειακής στάθμης (π.χ. μεγαλύτερου υψομέτρου είτε μεγαλύτερης πίεσεως). Χωρίς την ύπαρξη της αντλίας, η ροή του υγρού είναι αδύνατη, ακόμα και όταν οι δύο χώροι έχουν ίδιο υψόμετρο και πίεση (ίση ενεργειακή στάθμη). πρέπει να τοποθετηθεί αντλία, η οποία θα αναρροφά υγρό από τη δεξαμενή Α και θα το καταθλίβει στη δεξαμενή Β, παρέχοντάς του την αναγκαία ενέργεια για την αντιμετώπιση των απωλειών λόγω τριβών, αλλά και για την αύξηση της δυναμικής του ενέργειας, καθώς η στάθμη της δεξαμενής Β θα ανέρχεται. Όπως είναι λογικό, η αναγκαιότητα της αντλίας, αλλά και η παρεχόμενη απ' αυτήν ποσότητα ενέργειας στο ρευστό, είναι μεγαλύτερη στην περίπτωση κατά την οποία η ελεύθερη επιφάνεια της δεξαμενής Β βρίσκεται υψηλότερα από την επιφάνεια της Α, είτε έχει μεγαλύτερη πίεση απ' αυτήν. Αν η επιφάνεια της Β βρίσκεται χαμηλότερα από την επιφάνεια της Α (είτε έχει μικρότερη πίεση), το υγρό θα ρέει από τη δεξαμενή Α προς την Β, ακόμα και αν δεν υπάρχει αντλία, λόγω διαφοράς ενεργειακού ύψους. Αλλά και σ' αυτήν την περίπτωση, πιθανόν η παροχή να είναι μικρότερη από αυτήν που χρειαζόμαστε, οπότε η χρήση μιας αντλίας θα αυξήσει την παροχή στα επιθυμητά επίπεδα. Γενικά, η ροή ρευστού από χώρο υψηλής προς χώρο χαμηλής ενεργειακής στάθμης γίνεται αυθόρμητα. Αλλά αν η ενεργειακή διαφορά είναι μικρή και οι απώλειες μεγάλες (λόγω μικρής διαμέτρου είτε μεγάλου μήκους του αγωγού ροής), η παροχή που εξασφαλίζεται με τη φυσική ροή είναι μικρή και απαιτείται συνήθως η χρήση αντλιών.

Ανακεφαλαιώνοντας, η χρήση αντλίας είναι αναγκαία όταν επιδιώκουμε: Πρώτον να υπάρξει ροή υγρού από χαμηλότερη προς υψηλότερη (ή ίση) ενεργειακή στάθμη και δεύτερον να αυξήσουμε την παροχή υφιστάμενης ροής. Η αντλία παρεμβάλλεται στη σωλήνωση και αναρροφά ρευστό από τη μια πλευρά, καταθλίβοντάς το στην άλλη. Η διαδικασία καλείται άντληση του υγρού. Το σύστημα που διαμορφώνεται καλείται σύστημα αντλήσεως. Το σύστημα αντλήσεως συνήθως είναι ανοικτό, δηλαδή το ρευστό οδηγείται από ένα χώρο σε άλλον.

Υπάρχουν όμως και συστήματα αντλήσεως, στα οποία το υγρό κυκλοφορεί σε ένα κλειστό κύκλωμα, όπως για παράδειγμα σε ένα κύκλωμα ψύξεως. Σ' αυτά τα συστήματα, η αντλία καλείται να αντιμετωπίσει τις ενεργειακές απώλειες λόγω τριβών.

Κλειστό σύστημα αντλήσεως είναι και το κυκλοφορικό του ανθρώπου, το οποίο το μελετά η θερμοδυναμική. Η καρδιά είναι η αντλία αυτού του συστήματος. Γενικεύοντας, μπορούμε να

πούμε πως η αντλία είναι η καρδιά ενός συστήματος αντλήσεως. Ένα σύστημα αντλήσεως αποτελείται επομένως από τρία τμήματα: α) Το σωλήνα αναρροφήσεως, ο οποίος μεταφέρει το υγρό στην εισαγωγή της αντλίας (αναρρόφηση της αντλίας) β) Την αντλία (ή το αντλητικό συγκρότημα, δηλ. σύνολο αντλιών που συνεργάζονται για την άντληση του υγρού). γ) Το σωλήνα καταθλίψεως, στον οποίο διοχετεύει η αντλία το υγρό (αφού του προσέδωσε ενέργεια) και μέσω του οποίου το υγρό συνεχίζει τη ροή του. Το υγρό προσάγεται στην αντλία μέσω του σωλήνα αναρροφήσεως, συνήθως από κάποιο χώρο (ποτάμι, λίμνη, θάλασσα, δεξαμενή, συμπυκνωτή κ.λπ.), ο οποίος καλείται δεξαμενή αναρροφήσεως. Αν το υγρό μετά την κατάθλιψη οδηγείται σε νέο χώρο αποθηκεύσεως, ο χώρος αυτός καλείται δεξαμενή καταθλίψεως. Στα κλειστά συστήματα αντλήσεως, οι σωλήνες αναρροφήσεως και καταθλίψεως ενώνονται (ή οι δεξαμενές αναρροφήσεως και καταθλίψεως ταυτίζονται).

2.3.5 Κατάταξη των αντλιών. Υπάρχουν διάφορα κριτήρια, τα οποία θα μπορούσαμε να χρησιμοποιήσουμε για την κατάταξη των πολλών και φαινομενικά εντελώς διαφορετικών αντλιών, τις οποίες συναντάμε στις εκατοντάδες εφαρμογές που απαιτούν διακίνηση υγρών. Με κριτήριο για παράδειγμα το διακινούμενο ρευστό, θα μπορούσαμε να διακρίνουμε αντλίες για παχύρρευστα υγρά, για υγρά μέσου και χαμηλού ιξώδους, για διαβρωτικά υγρά, για νερό, για λύματα κ.λπ.. Με κριτήριο τον προσανατολισμό στο χώρο, θα μιλούσαμε για αντλίες οριζόντιες και κατακόρυφες.

Με κριτήριο τον τρόπο λειτουργίας, θα διαχωρίζαμε τις αντλίες σε παλινδρομικές και περιστροφικές. Υπάρχουν φυσικά και άλλα κριτήρια, όπως οι χρήσεις, τα υλικά κατασκευής, η ισχύς την οποία αποδίδουν κ.λπ.. Το σημαντικότερο όμως κριτήριο που επιτρέπει τη συστηματική ταξινόμηση και μελέτη των αντλιών, είναι η μέθοδος με την οποία εκτελούν την αποστολή τους, με την οποία δηλαδή μεταβιβάζουν ενέργεια (υπό μορφή μηχανικού έργου) στο υγρό. Η μέθοδος μεταβίβασης του μηχανικού έργου στο υγρό, αποτελεί και την αρχή λειτουργίας της αντλίας. Επιμένοντας στην ενεργειακή αντιμετώπιση των αντλιών, η παραπέρα ταξινόμηση βασίζεται στον ιδιαίτερο τρόπο που επιτυγχάνεται αυτή η μεταβίβαση ενέργειας στο υγρό καθώς και στη γεωμετρία του συστήματος. Με βάση αυτό το κριτήριο, δηλαδή την αρχή λειτουργίας τους οι αντλίες ταξινομούνται σε δύο μεγάλες κατηγορίες: Τις αντλίες θετικής εκτοπίσεως (ή αντλίες στατικού τύπου) και τις δυναμικές αντλίες (ή αντλίες κινητικού τύπου).

α) Αντλίες θετικής εκτοπίσεως ή αντλίες στατικού τύπου.

Σ' αυτές, η μεταβίβαση μηχανικού έργου από την αντλία στο υγρό γίνεται με άσκηση δυνάμεως επί του ρευστού, η οποία το αναγκάζει να μετακινηθεί. Αν σε στοιχειώδη όγκο του ρευστού ασκηθεί δύναμη dF και υπό την επίδρασή της αυτός μετακινηθεί κατά ds , έχουμε: $dW = dF \times ds$ Το έργο αυτό μετατρέπεται σε ενέργεια πίεσεως, αφού η δύναμη, ασκούμενη στη στοιχειώδη επιφάνεια dA του υγρού, αυξάνει την πίεσή του κατά: $\Delta p = dF / dA$ β) Αντλίες δυναμικές ή αντλίες κινητικού τύπου. Στις συνηθισμένες αντλίες κινητικού τύπου, ένα ή περισσότερα στροφέα με

τοποθετημένα πτερύγια, εδράζονται σε έναν άξονα που περιστρέφεται με μεγάλη ταχύτητα περιστροφής μέσα σε ένα περίβλημα (κέλυφος της αντλίας). Το στροφείο μαζί με τα τοποθετημένα σ' αυτό πτερύγια ονομάζεται πτερωτή (impeller). Το υγρό εισέρχεται συνήθως στο κέντρο της πτερωτής και, ωθούμενο από τα πτερύγια, αποκτά κινητική ενέργεια. Στους φυγοκεντρικούς τύπους αυτών των αντλιών, που είναι και οι περισσότερο χρησιμοποιούμενοι, τα πτερύγια είναι έτσι σχεδιασμένα, ώστε το υγρό αναγκάζεται να εκτελέσει περιστροφική κίνηση και, λόγω της φυγόκεντρης δυνάμεως, κάθε στοιχειώδης μάζα του ολισθαίνει στα πτερύγια.



Εικόνα 6 . Κατάταξη αντλιών

Εγκυτήρες: Είναι μια αναλυτική συσκευή που χρησιμοποιεί την γρήγορη ροή ενός ρευστού (θάλασσα, ατμό, αέρα) για την αναρρόφηση και διακίνηση ενός άλλου ρευστού καλούνται και τζιφάρια.

Διαφέρουν από τις αντλίες ως προς το ότι δεν διαθέτουν κινούμενα μέρη. Πραγματοποιείται η άντληση χρησιμοποιώντας την ενεργεια που παρέχει το ρευστό με το οποίο λειτουργούν. Κατάταξη Ανυψωτικοί ή μη ανυψωτικοί (ή πάροικοι), (ανάλογα αν αναπτύσσουν κενό στη σωλήνωση της αναρροφήσεως κατά την εκκίνηση ή όχι) (οι μη ανυψωτικοί τοποθετούνται πάντα κάτω από την στάθμη του προς άντληση υγρού) εξαγωγικούς (εγκυτήρες), ejector, eductor

Εισαγωγικούς (εγχυτήρες), injector Εγχυτήρες νερού, εγχυτήρες ατμού, μονοφασικοί, Πολυφασικοί, Εξαντλήσεως κυτών. (στοπαρίσματος αμπαριών) ακαθάρτων (στοπαρίσματος σεντινων) ερματος. (στοπαρίσματος μπάλαστ) κενού. προπληρώσεις. (για τη δημιουργία κενού στη σωλήνωση αναρροφήσεως αντλιών κατά την αρχική εκκίνηση και προπληρώσει τους.) Εναλλακτήρες θερμότητας ονομάζεται συσκευή με την οποία επιτυγχάνεται η μεταβίβαση πόσου θερμότητας από ένα ρευστό σε άλλο με χαμηλότερη θερμοκρασία .η θερμότητα πορεύεται από τις υψηλότερες προς τις χαμηλότερες θερμοκρασίες ψυγεία, ψυκτικές, συμπυκνωτές,βραστήρες, προθερμαντήρας, οικονομετρίες, υπερθερμάνθηκες, αφυπερθερμαντήρες, αναθερμαντήρες, λέβητα, θερμοδοχείο.

Αεροσυμπιεστες Οι αεροσυμπιεστές είναι μηχανήματα με τα οποία επιτυγχάνουμε την παραγωγή πεπιεσμένου αέρα.Αναρροφούν τον αέρα από το περιβάλλον, τον συμπιέζουν σε πιέσεις μεγαλύτερες από την ατμοσφαιρική και τον καταθλίβουν συμπιεσμένο για αποθήκευση σε αεριοφυλάκια η αεροφόρες.Υπάρχουν τρεις τύποι αεροσυμπιεστών, ανάλογα με τον τρόπο που συμπιέζουν τον αέρα: Εμβολοφόροι αεροσυμπιεστές περιστροφικοί αεροσυμπιεστές εκτοπίσεως περιστροφικοί αεροσυμπιεστές ροής.

Ανεμιστήρες Οι ανεμιστήρες είναι μηχανήματα, με τα οποία επιτυγχάνομαι την κυκλοφορία του αέρα (η και αέριων) και τις επιθυμητές κάθε φορά μεταβολές της εντάσεως του ρεύματος αυτής. Τους χρησιμοποιούμε στις μηχανολογικές εγκαταστάσεις στα πλοία ως: Α) ανεμιστήρες τεχνητού ελκυσμού των λεβήτων. Β) ανεμιστήρες η και εξαεριστήρες χώρων και διαμερισμάτων.

Οι ανεμιστήρες χαρακτηρίζονται ως: Κλειστοί η στεγασμένοι και ανοικτοί η μη στεγασμένοι. Ανάλογα με το κινητήριο μηχανήμα τους διακρίνονται σε ατμοκίνητους με παλινδρομική μηχανή η στρόβιλο και ηλεκτροκίνητους

Φυγοκεντρικοί διαχωριστές πετρελαίου. Οι φυγοκεντρικοί διαχωριστές, (καθαριστές η διαυγέστερες), είναι περιστροφικά μηχανήματα με τα όποια, με την βοήθεια της φυγόκεντρης δυνάμεως επιτυγχάνουμε την κάθαρση του πετρελαίου και του λαδιού από το νερό και τις ξένες ύλες που περιέχουν.

Υπάρχουν δυο τύποι φυγοκεντρικών καθαριστών στα πλοία: Ο δισκοειδής. (disk type separator)_Ο σωληνοειδής. (tubular type separator)

Αποστακτήρες - βραστήρες. Αποστακτήρας η βραστήρας ονομάζεται η εγκατάσταση ή το συγκρότημα συσκευών και μηχανημάτων, με τα όποια επιτυγχάνεται η μετατροπή του θαλασσινού νερού σε αποσταγμένο με τη βοήθεια της θερμότητας.

Υπάρχουν τέσσερις τύποι αποστακτάρων βραστήρων Αποστακτήρες με βυθιζόμενα στο νερό στοιχεία (submerged element evaporators)Αποστακτήρες Αποστακτήρες μέσης η αστραπιαίας εξατμίσεως (flash type evaporators) Αποστακτήρες τύπου καλάθου (basket type evaporators) Αποστακτήρες με συμπιεστή ατμού (vapor compressors evaporators)

Αποτεφρωτής Ο αποτεφρωτής είναι ένα σύνολο εξαρτημάτων στον οποίον συνεργάζονται για να κάψουν ή καταστρέψουν ανεπιθύμητα απόβλητα ,όπως βρώμικα πετρελαιοειδή - λάδια και διαφόρους τύπους σκουπιδιών, έτσι ώστε να μην πεταχτούν στη θάλασσα, ως κύριο κριτήριο να μειωθεί η ρύπανση της θάλασσας

Η απόρριψη έξω από το πλοίο σκουπιδιών και πετρελαιοειδές ουσίες απαγορεύεται και διώκεται με μεγάλα χρηματικά ποσά η και προσωποκράτησης στους υπευθύνους για την ρίψη.Με οδηγίες από την marpol επιτρέπεται η απόρριψη κάποια σκουπίδια ανάλογα με τις περιοχές, την απόσταση από τις ακτές και το είδος των σκουπιδιών

Συσκευές επεξεργασίας λυμάτων.Τα ακάθαρτα νερά και οι αποχετεύσεις εισέρχονται στην σηπτική δεξαμενή όπου τα στερεά διαλύονται σε υγρή μορφή.Τα υγρά εισέρχονται στην δεξαμενή επεξεργασίας όπου ισχυρή χλωρίωση καταστρέφει όλα τα μικρόβια.Μετά μέσω αντλίας καταθλίβονται έξω από το πλοίο καθαρά και αβλαβές.

Η απόρριψη έξω από το πλοίο ακαθάρτων νερών και κατάλοιπα σε παράκτιος θαλασσιές περιοχές, σε λιμάνια και ποτάμια έχει απαγορευθεί διεθνώς με νομούς. Με βαρύτερες ποινές, χρηματικές και προσωποκράτησης, σε όσους παραβιάζουν τους νομούς.Με επιθεωρήσεις από αρχές όσο παραμένει το πλοίο στο λιμάνι μέχρι και σφράγισμα των επιστομίων για να ελέγχουν και να αποκλείουν πιθανή εξαγωγή των νερών μέσα στο λιμάνι.

Έτσι δημιουργήθηκε η ανάγκη κατασκευής συσκευών στις οποίες επεξεργάζονται τα απόβλητα του πλοίου πριν την εξαγωγή τους από το πλοίο.Οι συσκευές που εμφανιστήκαν στα πλοία έχουν συστήματα που ήδη υπήρχαν και εφαρμόζονται σε μεγάλες εγκαταστάσεις που επεξεργάζονται τα απόβλητα στις μεγάλες πόλεις._Οι συσκευές αυτές λειτουργούν με το σύστημα της βιολογικής επεξεργασίας.

Πηδάλια και μηχανήματα πηδαλίου Το πηδάλιο είναι το μέσο με το οποίο το πλοίο αλλάζει κατεύθυνση και ακολουθεί την επιθυμητή κάθε φορά πορεία. Όταν το πηδάλιο βρίσκεται στη μέση, τότε το πλοίο ακόλουθοι ευθύγραμμη τροχιά. Τοποθετείται είτε στο μηχανοστάσιο, είτε στο πρυμναίο μέρος του πλοίου κοντά στον άξονα του πηδαλίου σε χώρο που ονομάζεται διαμέρισμα πηδαλίου.

Βαρούλκο εργάτης Τα μηχανήματα που εξυπηρετούν την αγκυροβόλια και την πρόσδεση του πλοίου._Για την Άγκυρα χρησιμοποιείται ο εργάτης της αγκύρας (capstan) η το βαρούλκο άγκυρας (anchor windlass)._Για την πρόσδεση του πλοίου χρησιμοποιείται το βαρούλκο προσδέσεως (mooring winch).Ο εργάτης ονομάζεται το μηχάνημα που έχει κατακόρυφο τον άξονα του τύμπανου του. Το βαρούλκο ονομάζεται το μηχάνημα που έχει οριζόντιο τον άξονα του.Στην πράξη όμως και τα δυο ονομάζονται εργάτες

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3: Υπολογισμός σωληνώσεων

3.1 Ροή ασυμπίεστων ρευστών σε σωλήνες

Στο κεφάλαιο αυτό θα ασχοληθούμε συγκεκριμένα με ένα από τα σημαντικότερα προβλήματα που αντιμετωπίζει κάθε μηχανικός: τη ροή των ρευστών σε κυλινδρικούς αγωγούς (κυλινδρικούς σωλήνες ή απλά σωλήνες). Οι αγωγοί αυτοί είναι οι πλέον διαδεδομένοι στη διακίνηση των ρευστών. Το πρότυπο του σωλήνα ως κυλινδρικού κοίλου αγωγού, διά μέσω του οποίου ρέουν υγρά ή αέρια, το προσφέρει η ίδια η φύση: Ξεκινάμε λοιπόν το κεφάλαιο με τις ακόλουθες παραμέτρους: α) Εξετάζουμε τη ροή σε κλειστούς κυλινδρικούς αγωγούς. β) Η ροή είναι μόνιμη, άρα η παροχή σταθερή: $Q = \text{σταθ.}$ γ) Το ρευστό είναι ασυμπίεστο, άρα η πυκνότητα σταθερή: $\rho = \text{σταθ.}$ Σημειώνουμε ακόμα ότι για τις ανάγκες αντιμετώπισης των προβλημάτων ροής σε σωλήνες, στις περισσότερες περιπτώσεις είναι επαρκής η μονοδιάστατη θεώρηση (κατά μήκος του αγωγού). Τα φυσικά μεγέθη τα οποία επηρεάζουν τη ροή σε κυλινδρικούς αγωγούς, δύνανται να ταξινομηθούν σε τέσσερις ομάδες:

- Μεγέθη σωλήνα: διάμετρος (d), μήκος (L), τραχύτητα (ϵ).
- Μεγέθη ρευστού: πυκνότητα (ρ), ειδικό βάρος (γ), κινηματικό ιξώδες (ν).
- Μεγέθη ροής: παροχή (Q), ταχύτητα (v).
- Ενεργειακά μεγέθη: γεωμετρικό ύψος (y), πίεση (p), ταχύτητα (v), ύψη απωλειών (Σh , h_f , h_k), ύψος αντλίας (h_p) ή στροβίλου (h_t).

3.1.1 Στρωτή και τυρβώδης ροή σε σωλήνες

Βασικό χαρακτηριστικό που διαχωρίζει τα δύο αυτά είδη, είναι η ύπαρξη ή μη στροβιλισμών. Στη στρωτή ροή δεν υπάρχουν, ενώ αποτελούν το χαρακτηριστικό γνώρισμα της τυρβώδους. Το αν η ροή ενός υγρού σε κλειστό κυλινδρικό αγωγό είναι στρωτή ή τυρβώδης, καθορίζεται, όπως είδαμε, από τον αδιάστατο αριθμό Reynolds: $v \cdot d = Re$ όπου: v η ταχύτητα του υγρού, d η διάμετρος του σωλήνα και ν το κινηματικό ιξώδες. Για τιμές του αριθμού Reynolds μικρότερες του 2100 ($Re < 2100$), η ροή είναι στρωτή. Ακολουθεί μια κρίσιμη περιοχή στην οποία η ροή μετατρέπεται σταδιακά σε τυρβώδη ($2100 < Re < 4000$ περίπου). Για μεγαλύτερες τιμές του Re ($Re > 4000$) η ροή είναι τυρβώδης.

α) Περιοχή εισόδου.

Το μήκος L_e εξαρτάται από τη διάμετρο του σωλήνα, την ταχύτητα ροής, την πυκνότητα και το ιξώδες του ρευστού: $L_e = F(d, v, \rho, \nu)$. Η σημαντικότερη συνέπεια της υπάρξεως αυτής της περιοχής εισόδου, είναι οι αυξημένες απώλειες λόγω τριβών. Βλέπουμε πως αφού μακριά από την περιοχή εισόδου η πτώση πίεσεως (έκφραση των ενεργειακών απωλειών λόγω τριβών) είναι γραμμική, στην περιοχή εισόδου υπάρχει επιπλέον πτώση πίεσεως.

β) Πτώση πίεσεως κατά μήκος οριζόντιου αγωγού

Έστω κυλινδρικός αγωγός σταθερής διαμέτρου d , στον οποίο ρέει ασυμπίεστο ρευστό ειδικού βάρους γ , με σταθερή ταχύτητα v (μόνιμη ροή). Αν τοποθετήσουμε πιεζομετρικούς σωλήνες μακριά από την είσοδο (εκτός της μεταβατικής περιοχής εισόδου), διαπιστώνουμε γραμμική μείωση της πίεσεως κατά μήκος του αγωγού). Αυτή η πτώση πίεσεως οφείλεται στις τριβές (μεταξύ των μορίων του ρευστού και μεταξύ ρευστού και τοιχώματος) και αποτελεί αναγκαία προϋπόθεση για τη διατήρηση της μόνιμης ροής

3.2 Οι βασικές εξισώσεις ροής σε σωλήνες

Η μελέτη της σταθερής ροής ασυμπίεστων ρευστών σε αγωγούς, βασίζεται στους δύο νόμους διατηρήσεως: Το νόμο διατηρήσεως της μάζας (που εκφράζεται με την εξίσωση συνέχειας) και νόμο διατηρήσεως της ενέργειας (που εκφράζεται με τη γενικευμένη εξίσωση Bernoulli).

Ανακεφαλαιώνουμε τα συμπεράσματα για την περίπτωση της μόνιμης ροής ασυμπίεστου ρευστού σε κυλινδρικούς αγωγούς.

3.2.1 Εξίσωση συνέχειας

Σε μόνιμη ροή ασυμπίεστου ρευστού σε αγωγό, η παροχή όγκου Q είναι σταθερή σε οποιαδήποτε διατομή του αγωγού: $Q = A_i \cdot v_i = \text{σταθ}$ όπου: Q η παροχή όγκου, v_i η ταχύτητα του ρευστού και A_i το εμβαδόν διατομής στο σημείο i του αγωγού. Για κυλινδρικούς αγωγούς (σωλήνες) είναι:

$$A = \pi \times d^2 / 4 \text{ οπότε: } Q = \pi \times d^2 / 4 \times v_i = \text{σταθ}$$

3.3 Γραμμικές απώλειες

Το σημαντικότερο πρόβλημα, το οποίο εισάγει η ενεργειακή μελέτη της ροής (εξίσωση της ενέργειας), είναι ο υπολογισμός του ύψους απωλειών. Οι απώλειες ενέργειας σε έναν αγωγό ροής διακρίνονται σε κύριες ή γραμμικές h_f και δευτερεύουσες ή τοπικές h_k .

Οι γραμμικές απώλειες οφείλονται στην εσωτερική τριβή του ρευστού και αναπτύσσονται σε όλο το μήκος του αγωγού. Οι τοπικές απώλειες οφείλονται σε εμπόδια (συνήθως εξαρτήματα της σωληνογραμμής) που συναντά το ρευστό στην πορεία του και διαταράσσουν τη ροή (είσοδος

στο σωλήνα, συστολές, διαστολές, γωνίες, δικλείδες κ.λπ.).

3.3.1 Εξίσωση γραμμικών απωλειών Καθώς το ρευστό κινείται μέσα στο σωλήνα, συναντά αντίσταση λόγω της επαφής με τα τοιχώματα και της εσωτερικής τριβής, η οποία οφείλεται στο ιξώδες του ρευστού και, όταν η ροή είναι τυρβώδης, στη δημιουργία στροβίλων (δινοϊξώδες).

Γενικά, οι γραμμικές απώλειες εξαρτώνται από τους ακόλουθους παράγοντες: τη διάμετρο d , το μήκος L και την τραχύτητα ε του αγωγού, την ταχύτητα ροής, την πυκνότητα ρ και το κινηματικό ιξώδες ν του ρευστού, καθώς και από την επιτάχυνση του πεδίου βαρύτητας g :

3.3.2 Συντελεστής τριβής f – Διάγραμμα Moody

Η πρακτική αξιοποίηση της εξίσωσης Darcy–Weisbach) $h = f \times L/D \times v^2/2g$ για τον υπολογισμό των γραμμικών απωλειών, προϋποθέτει τη γνώση του συντελεστή τριβής f . Ο υπολογισμός του, ιδιαίτερα στην περίπτωση της τυρβώδους ροής, αποδείχθηκε εξαιρετικά δύσκολο εγχείρημα αιώνα. Αξιοποιήθηκαν η διαστατική ανάλυση, η θεωρία της ομοιότητας, αλλά και η αναλυτική διαφορική προσέγγιση. Τα συμπεράσματα που προέκυψαν και που εκτίθενται στη συνέχεια, απλοποιούν σημαντικά τα προβλήματα της ροής. α) Στρωτή ροή δείχνει πως οι γραμμικές απώλειες στη στρωτή ροή είναι ανάλογες της ταχύτητας ροής v .

β) Τυρβώδη ροή

Η πρακτική αξιοποίηση της εξίσωσης Darcy–Weisbach για τον υπολογισμό των γραμμικών απωλειών, προϋποθέτει τη γνώση του συντελεστή τριβής f . Ο υπολογισμός του, ιδιαίτερα στην περίπτωση της τυρβώδους ροής, αποδείχθηκε εξαιρετικά δύσκολο εγχείρημα

γ) Τραχύτητες τοιχωμάτων

. Τραχύτητα ε ενός τοιχώματος, καλείται το μέσο ύψος των ανωμαλιών, τις οποίες παρουσιάζει ένα ευθύγραμμο τμήμα του. Έχει επομένως διαστάσεις μήκους. Η τραχύτητα εξαρτάται από το υλικό

κατασκευής του αγωγού και την επεξεργασία που αυτό έχει υποστεί. Αποτελεί επομένως χαρακτηριστική ιδιότητα του αγωγού ροής. Ο προσδιορισμός της δεν είναι εύκολος, επειδή στην επιφάνεια των αγωγών εμπορίου συναντάμε περιοχές με μεγαλύτερες ή μικρότερες ανωμαλίες), η κατανομή των ανωμαλιών, αλλά και το σχήμα τους, επηρεάζουν την τιμή της τραχύτητας.

Η τραχύτητα των τοιχωμάτων των αγωγών, είναι μία παράμετρος η οποία αυξάνει την αντίσταση στη ροή. Και αν στη στρωτή ροή η επίδρασή της είναι αμελητέα, δεν συμβαίνει το ίδιο και στην τυρβώδη. Αυτό εξηγείται από τη σημαντική διαφορά πάχους του ιξώδους στρώματος της στρωτής ροής από το ιξώδες υπόστρωμα της τυρβώδους). Στη στρωτή ροή το ιξώδες στρώμα καλύπτει τις ανωμαλίες του τοιχώματος, ενώ αυτό δεν συμβαίνει με το πολύ λεπτό ιξώδες υπόστρωμα της τυρβώδους ροής. Εκείνο που επηρεάζει το συντελεστή τριβής, δεν είναι η απόλυτη τιμή της

τραχύτητας, αλλά η σχέση της με τη διάμετρο. Αυτή εκφράζεται από το λόγο της τραχύτητας προς τη διάμετρο (ϵ/d).

δ) Διάγραμμα Moody. Οι πειραματικές μετρήσεις του Nikuradse έγιναν σε σωλήνες με τεχνητά διαμορφωμένη τραχύτητα. Ο Moody, αξιοποιώντας τις εμπειρικές σχέσεις και τις πειραματικές μετρήσεις σε σωλήνες που χρησιμοποιούνται στην πράξη, κατέληξε το 1944 στη διαμόρφωση του ομώνυμου διαγράμματος

3.4 Τοπικές απώλειες

Όπως είπαμε, εκτός από τις γραμμικές (ή κύριες) ενεργειακές απώλειες, σε μία σωλήνωση συναντάμε και τις τοπικές (ή δευτερεύουσες). Αυτές οφείλονται σε διαταραχές της ροής που συνήθως προκαλούνται από τα αναγκαία εξαρτήματα της σωληνώσεως. Ήδη συναντήσαμε τη διαταραχή της ροής στην περιοχή εισόδου από δεξαμενή σε σωλήνα και τις επιπλέον απώλειες που συνεπάγεται. Αντίστοιχες διαταραχές της ροής και ενεργειακές απώλειες παρατηρούνται στην έξοδο από σωλήνα σε δεξαμενή, στις περιοχές μεταβολής διεύθυνσεως της ροής (γωνίες), στα εξαρτήματα μεταβολής της διαμέτρου (συστολές και διαστολές), συναρμογής των σωληνώσεων (σύνδεσμοι), στις βαλβίδες και άλλα παρεμβαλλόμενα εξαρτήματα.

Συνήθως οι τοπικές απώλειες είναι μικρότερες από τις γραμμικές (και γι' αυτό καλούνται και δευτερεύουσες). Σε ορισμένες όμως περιπτώσεις μπορεί να είναι πολύ σημαντικές. Για παράδειγμα, οι απώλειες ύψους που προκαλεί μια μερικώς ανοιχτή βαλβίδα, είναι συνήθως μεγαλύτερες από τις αντίστοιχες γραμμικές απώλειες. $h_l = K \times v^2 / 2 \times g$ Το K ονομάζεται συντελεστής τοπικών απωλειών και είναι αδιάστατο μέγεθος. Η τιμή του εξαρτάται από το είδος της αντιστάσεως (της διαταραχής της ροής), αλλά και από άλλες δευτερεύουσες παραμέτρους. Στις περισσότερες περιπτώσεις υπολογίζεται πειραματικά, με αξιοποίηση της εξισώσεως

Είσοδος από δεξαμενή σε σωλήνα., αλλαγή διεύθυνσεως, γωνίες, το ύψος απωλειών εξαρτάται από τη γωνία (όσο πιο μεγάλη, τόσο μεγαλύτερες και οι απώλειες) και από το πόσο ομαλά αλλάζει η διεύθυνση (όσο πιο απότομα, τόσο μεγαλύτερες οι απώλειες). Διακρίνουμε δύο περιπτώσεις:

α) Απότομη αλλαγή διεύθυνσεως: Γωνία 45ο K= 0,4, Γωνία 60ο K= 0,6. Γωνία 90ο K= 1,2.

β) Αλλαγή διεύθυνσεως με καμπύλες γωνίες:

Στην περίπτωση αυτή οι απώλειες είναι μικρότερες. Όσο πιο μεγάλη είναι η ακτίνα καμπυλότητας, τόσο μικρότερο προκύπτει το K. Για στρογγυλεμένη γωνία 90ο, το K κυμαίνεται συνήθως μεταξύ 0,2 και 0,7. Αλλαγή διαμέτρου, συστολές και διαστολές,

3.4.1 Βαλβίδα και λοιπά εξαρτήματα

Εκτός από την είσοδο σε σωλήνα, την έξοδο σε δεξαμενή, τις αλλαγές διεύθυνσεως (γωνίες) και διατομής (συστολές – διαστολές), μία σωλήνωση περιέχει και πολλά άλλα εξαρτήματα, τα οποία θα δούμε αναλυτικά σε επόμενο κεφάλαιο. Οι συντελεστές τοπικών απωλειών (και τα

ισοδύναμα μήκη απωλειών), υπολογίζονται πειραματικά. Συνήθως, εκτός από τη φύση του εμποδίου, τα εξαρτώνται και από τη διάμετρο, την τραχύτητα και τον αριθμό Reynolds.

Οι βαλβίδες ή δικλείδες (valves) τοποθετούνται σε όλες σχεδόν τις σωληνογραμμές. Διακρίνονται σε συρταρωτές, σφαιρικές, γωνιακές, μονόδρομες (ή αντεπιστροφής) (σχ. 5.5ιβ), βαλβίδες με διάφραγμα, με πεταλούδα κ.ά.. Οι βαλβίδες, ακόμα και όταν είναι πλήρως ανοικτές, δημιουργούν αξιοσημείωτες τοπικές απώλειες. Ο συντελεστής τοπικών απωλειών τους εξαρτάται από τον τύπο της βαλβίδας, αλλά και από τη διάμετρο (μεγαλύτερος K για μικρότερες διαμέτρους), την τραχύτητα και τον αριθμό Reynolds.

3.4.2 Ολικές απώλειες

Οι συνολικές απώλειες λόγω τριβών Σh που συναντήσαμε στην εξίσωση ενέργειας) ισούνται, όπως είδαμε, με το άθροισμα των γραμμικών (ή κυρίων) και των τοπικών (ή δευτερευουσών) απωλειών:

$$\Sigma h = hf + \Sigma h_i$$

3.4.3 Υπολογισμός ροής σε σωλήνα

Εξίσωση συνέχειας: $Q = \pi \kappa d_i^2 / 4 \times v_i = \text{σταθ.}$

:Εξίσωση ενέργειας (Bernoulli) $p_1 - p_2 / \gamma + v_1^2 + v_2^2 / 2 \times g + (\gamma_1 + \gamma_2) = \Sigma h$

3.4.4. Υπολόγισμος της παροχής

Για τον υπολογισμό της παροχής Q, πρέπει να γνωρίζουμε τα μεγέθη του σωλήνα (διάμετρος, μήκος, τραχύτητα), τις ιδιότητες του ρευστού (κινηματικό ιξώδες, ειδικό βάρος), τους συντελεστές τοπικών απωλειών K_i και τις ολικές απώλειες Σh.

Σημειώνουμε ότι οι ολικές απώλειες πιθανόν να μην δίνονται, αλλά να υπάρχουν επαρκή ενεργειακά δεδομένα (υψομετρική διαφορά, πτώση πίεσεως), ώστε να μπορούμε να τις υπολογίσουμε από την εξίσωση Bernoulli.

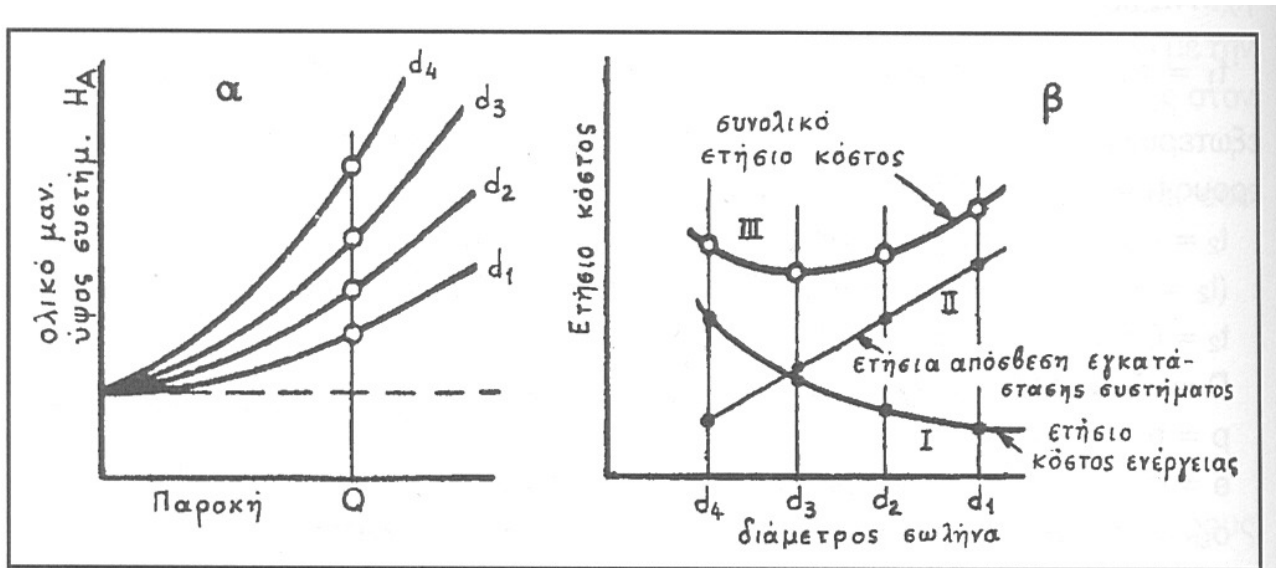
Αξιοποιούμε τις ίδιες σχέσεις που χρησιμοποιήσαμε και στο βασικό πρόβλημα: την εξίσωση απωλειών, την εξίσωση συνέχειας και το διάγραμμα Moody. Συγκρίνοντας το πρόβλημα υπολογισμού παροχής με το βασικό πρόβλημα, φαίνεται να έχουμε μια απλή αντιστροφή: Το ζητούμενο Σh είναι τώρα δεδομένο, αφού η παροχή που στο πρώτο πρόβλημα ήταν δεδομένο, τώρα είναι ζητούμενο. Αυτή όμως η αλλαγή διαφοροποιεί ριζικά τη μεθοδολογία υπολογισμού

3.4.5 Υπολογισμός σωληνώσεων

Χρειαζόμαστε το τυποποιημένο υλικό την τυποποιημένη διάμετρος το τυποποιημένο πάχος σωλήνα ,από τον τύπο του δικτύου και το ρευστό επίσης πρέπει να προσδιοριστεί η παροχής όγκου (m³/h) και μάζας (kg/h), όπως και ο προσδιορισμός πίεσης και θερμοκρασίας επιλογή υλικού ,επιλογή καταλληλης ταχύτητας, υπολογισμός σωστής εσωτερικής διαμέτρου τυποποίηση διαμέτρου, υπολογισμός πάχους τοιχώματος, υπολογισμός και έλεγχος τελικής ταχύτητας ρευστού

3.4.6 Προσδιορισμός παροχής όγκου μάζας

Η παροχή κάθε κλάδου του δικτύου προκύπτει από τις ανάγκες των καταναλωτών που εξυπηρετεί Από απαιτήσεις κανονισμών (π.χ. δίκτυο κύτους, πυρκαγιάς), από αναλυτικό υπολογισμό του καταναλωτή (π.χ. εναλλάκτης θερμότητας), από τεχνικά φυλλάδια κατασκευαστή (π.χ. νερό ψύξης κινητήρων Diesel) Προσδιορισμός θερμοκρασίας και πίεσης, από τις μέγιστες τιμές που μπορεί να παρουσιαστούν στο δίκτυο (συνήθως σε μηδενική παροχή) .Επιλογή υλικού σωλήνα, οικονομοτεχνικά κριτήρια



Σχ. 232 Υπολογισμός της οικονομικής διαμέτρου

Εικόνα 7 Υπολογισμός της οικονομικής διαμέτρου

Αντοχή στην πίεση και θερμοκρασία λειτουργίας, αντοχή σε ηλεκτροχημική και μηχανική διάβρωση, αντοχή σε καταπονήσεις, ευκολία εγκατάστασης και συντήρησης, διάρκεια ζωής Επιλογή κατάλληλου υλικού από πίνακες ανάλογα με το δίκτυο και τις απαιτήσεις μας, επιλογή κατάλληλης ταχύτητας μέσο οικονομοτεχνικά κριτήρια. Μεγάλες ταχύτητες πρέπει να λαμβάνονται υπόψη λόγω φθοράς λόγω μηχανικής διάβρωσης. Σημαντικο για τις σωληνώσεις είναι το υδραυλικό πλήγμα όπως και ο θόρυβος, η σπηλαιώση και οι μεγάλες απώλειες πίεσης

3.4.7. Υπολογισμός εσωτερικής διαμέτρου

$d_{εσ}$: εσωτερική διάμετρος σωλήνα (m) A : διατομή σωλήνα (m^2) w :ταχύτητα ρευστού (m/s)
 ρ :πυκνότητα ρευστού (kg/m^3) V :παροχή όγκου (m^3/s) m :παροχή μάζας (kg/s) Οι τυποί $V = A \times w$, $m = A \times w \times \rho$, $A = \pi/4 \times d^2$

3.4.8 Υπολογισμός δικτύων σωληνώσεων

Τα απλά δίκτυα μεταφοράς, υπολογίζονται συνήθως με τα όσα είπαμε μέχρι τώρα για τους υπολογισμούς στους σωλήνες, τις συνδέσεις σωλήνων (σε σειρά και παράλληλα), και σε διακλάδωση. Δεν συμβαίνει όμως το ίδιο με τα δίκτυα διανομής και ιδιαίτερα τα συστήματα πλέγματος και βρόχου. Ακόμα και ένας βρόχος με μία είσοδο και δύο εξόδους είναι αδύνατο να υπολογισθεί.

Καθώς οι βρόχοι αυξάνονται, αυξάνονται κατακόρυφα και οι δυσκολίες υπολογισμού, καθώς και ο απαιτούμενος χρόνος. Μεγάλα δίκτυα με δεκάδες ή και εκατοντάδες βρόχους, παρουσιάζουν εξαιρετικές δυσκολίες.

Με την επέκταση της χρήσεως ηλεκτρονικών υπολογιστών, αναπτύχθηκαν προγράμματα υπολογισμού αυτών των δικτύων. Αλλά και με χρήση των προγραμμάτων υπολογιστικών φύλλων που ήδη αναφέραμε, ο υπολογισμός είναι ευχερής, με την προϋπόθεση φυσικά να γνωρίζουμε και να κατανοούμε τις βασικές αρχές και σχέσεις που καθορίζουν τον υπολογισμό.

Πριν περάσουμε στην ανάπτυξη της μεθοδολογίας υπολογισμού των δικτύων, ας δούμε αυτές τις βασικές σχέσεις. Λαμβάνοντας υπόψη ότι ένα δίκτυο αποτελείται από σωλήνες (κλάδους) που διακλαδίζονται σε κόμβους και σχηματίζουν κλειστά κυκλώματα ή βρόχους, θα εξετάσουμε χωριστά τις σχέσεις των κόμβων και των βρόχων. Καθώς οι βρόχοι αυξάνονται, αυξάνονται κατακόρυφα και οι δυσκολίες υπολογισμού, καθώς και ο απαιτούμενος χρόνος.

Μεγάλα δίκτυα με δεκάδες ή και εκατοντάδες βρόχους, παρουσιάζουν εξαιρετικές δυσκολίες. βλέποντας το δίκτυο μακροσκοπικά και εφαρμόζοντας το ισοζύγιο μάζας (εξίσωση συνέχειας) όλου του δικτύου Για ασυμπιεστα ρευστά ισχύει και το ισοζύγιο παροχών: $\Sigma Q_{\text{εισόδου}} = \Sigma Q_{\text{εξόδου}}$ Αντίστοιχη σχέση, όπως είδαμε στο προηγούμενο κεφάλαιο, ισχύει και για κάθε κόμβο του δικτύου. Αν προσημάνουμε συμβατικά τις παροχές (+ για είσοδο στον κόμβο, - για έξοδο), έχουμε: $\Sigma Q_{\text{κόμβο}} = 0$

Εκτός από τα σημεία διακλαδώσεως ή κόμβους, ένα δίκτυο χαρακτηρίζεται και από τα κλειστά κυκλώματα ή βρόχους. Βρόχος καλείται ένα κλειστό σύνολο διαδοχικών σωλήνων, δηλαδή σωλήνων που αν τους ακολουθήσουμε, εκκινώντας από κάποιο σημείο και ακολουθώντας μια πορεία, επανερχόμαστε στο σημείο εκκινήσεως.

Για τη διαμόρφωση ενός βρόχου απαιτούνται τουλάχιστον δύο κλάδοι. Σ' αυτήν όμως την περίπτωση, πρόκειται απλά για δύο παράλληλα συνδεδεμένους σωλήνες

Μέθοδος διαδοχικών προσεγγίσεων Hardy Cross. Ένα δίκτυο αποτελείται από κόμβους (διακλαδώσεις), κλάδους (σωλήνες με εξαρτήματα) και βρόχους. Ρευστό εισέρχεται στο δίκτυο (συνήθως με ένα ή δύο σημεία εισροής) και εξέρχεται απ' αυτό (τα σημεία εκροής σε ένα σύστημα διανομής είναι αρκετά).

Το πιο συνηθισμένο πρόβλημα υπολογισμού ενός δικτύου συνίσταται στον υπολογισμό των παροχών των κλάδων που το απαρτίζουν. Το εξίσου ενδιαφέρον πρόβλημα υπολογισμού της πίεσεως στα σημεία εκροής, ανάγεται σε πρόβλημα υπολογισμού των παροχών: όταν γνωρίζουμε τις παροχές, εύκολα υπολογίζουμε την πτώση πίεσεως μεταξύ δύο σημείων.

Στοιχειώδης θεώρηση ενός δικτύου, αναδεικνύει την αδυναμία επιλεκτικού υπολογισμού της παροχής κάποιου κλάδου. Οι παροχές υπολογίζονται με ενιαία διαδικασία, η οποία ούτε άμεση ούτε απλή θεωρείται. Η μέθοδος των διαδοχικών προσεγγίσεων του Hardy Cross αποτελείται από μία σειρά επαναλαμβανόμενων ενεργειών. Πριν από αυτές, προετοιμάζουμε κατάλληλα το προς επίλυση πρόβλημα:

α) Σχεδιάζουμε ένα σκαρίφημα του δικτύου, τοποθετώντας προσεκτικά στους αντίστοιχους κόμβους όλες τις παροχές εισόδου και εξόδου του δικτύου (στη συνέχεια, το σκαρίφημα θα αποτελεί δεδομένο του προβλήματος). Επιβεβαιώνουμε το ισοζύγιο παροχών εισόδου και εξόδου (ή συμπληρώνουμε κάποια που δεν έχει δοθεί). Εκτός από το σκαρίφημα, βασικά δεδομένα του προβλήματος αποτελούν τα μεγέθη των κλάδων, τα μήκη L_i , οι διάμετροι d_i , οι τραχύτητες ϵ_i και αν υπάρχουν οι συντελεστές τοπικών απωλειών K_i .

β) Σηματοδοτούμε με γράμματα όλους τους κόμβους του δικτύου . γ) Αριθμούμε όλους τους ανεξάρτητους βρόχους του δικτύου . Ανεξάρτητος είναι ένας βρόχος, όταν δεν προκύπτει ως άθροισμα ή διαφορά δύο άλλων των με λιγότερους υπολογισμούς. Συνίσταται επίσης για την αρίθμηση να χρησιμοποιούμε τους λατινικούς αριθμούς. Όταν τελειώσουμε την αρίθμηση των ανεξαρτήτων βρόχων, σημειώνουμε στο εσωτερικό του καθενός τη δεξιόστροφη πορεία (η οποία θα μας χρειαστεί για την προσήμανση των απωλειών σε κάθε κλάδο). Όσον αφορά στη σήμανση των κλάδων, υπάρχει η δυνατότητα αριθμής τους (1, 2, 3, ...i). Μπορούμε όμως να τους αναφέρουμε και με τα γράμματα που τους ορίζουν (π.χ. σωλήνας AB, ΒΓ κ.λπ.). Αυτή τη μάρανση ακολουθούμε στη συνέχεια. Σημειώνουμε ότι υπάρχουν σωλήνες (κλάδοι) που ανήκουν σε ένα μόνο βρόχο (π.χ. ο AB στο βρόχο I, ο ΓΔ στον II κ.λπ.), αλλά υπάρχουν και άλλοι, οι οποίοι συμμετέχουν ταυτόχρονα σε δύο βρόχους (π.χ. ο ΓΚ στον I και στον II, ο ΕΗ στον III και IV). δ) Στο σημείο αυτό έχουμε ολοκληρώσει την προετοιμασία του σκαριφήματος, το οποίο θα αποτελέσει κατά μία έννοια τον καμβά των υπολογισμών μας.

Υπάρχει όμως και μία ακόμη υπολογιστική και μη παναλαμβανόμενη διαδικασία προετοιμασίας. Επειδή κατά την επαναληπτική διαδικασία των δοκιμών, σε κάθε βρόχο θα εφαρμόζουμε την εξίσωση των απωλειών, θα πρέπει να είμαστε σε θέση να υπολογίζουμε γρήγορα τις απώλειες του κάθε σωλήνα. Προς τούτο, υποθέτοντας πλήρως αναπτυγμένη τυρβώδη ροή, υπολογίζουμε τους συντελεστές τριβής των σωλήνων και αντικαθιστώντας στην εξίσωση απωλειών (Darcy–Weisbach), φέρνουμε τις εξισώσεις απωλειών κάθε σωλήνα στη μορφή: όπου i : τα σύμβολα του αντίστοιχου κλάδου (AB, ΒΓ, ΓΔ κ.λπ.). Επειδή συνήθως οι κλάδοι είναι πολλοί,

συνίσταται οι σχετικοί τύποι (όπως και οι υπολογισμοί που θα ακολουθήσουν) να τοποθετούνται σε πίνακες. Το πρόβλημα έχει διαμορφωθεί ως εξής: Το δίκτυο έχει N κόμβους, I κλάδους και J βρόχους. Άγνωστες είναι οι παροχές όλων των κλάδων, επομένως έχουμε αγνώστους [οι απώλειες εκφράζονται συναρτήσει των παροχών με τις εξισώσεις που αναφεραμε]. Στη διάθεσή μας έχουμε τις εξισώσεις συνέχειας των κόμβων () και τις εξισώσεις των βρόχων). Από τους N κόμβους προκύπτουν $N-1$ ανεξάρτητες εξισώσεις (η εξίσωση του τελευταίου κόμβου δεν είναι ανεξάρτητη). Από τους βρόχους προκύπτουν J εξισώσεις. Για να έχει λύση το πρόβλημα, πρέπει ο αριθμός των αγνώστων να ισούται με τον αριθμό των διαθέσιμων εξισώσεων. Πράγματι, αποδεικνύεται ότι: $I = J + N - 1$, 9 σχέσεις κόμβων και 5 σχέσεις βρόχων. Είμαστε πλέον έτοιμοι να περάσουμε στην επαναληπτική διαδικασία των δοκιμών. Η μέθοδος συνοψίζεται στα εξής: Υποθέτουμε κάποιες παροχές και χρησιμοποιούμε τις εξισώσεις των παροχών κάθε κόμβου για να υπολογίσουμε και τις υπόλοιπες.

Στη συνέχεια χρησιμοποιούμε τις εξισώσεις του αθροίσματος απωλειών κάθε βρόχου ώστε να ελέγξουμε και να διορθώσουμε τις υποθέσεις.

Πιο συγκεκριμένα:

1. Υπόθεση παροχών: Υποθέτουμε μια κατανομή των παροχών στους σωλήνες του δικτύου και τοποθετούμε βέλη που δείχνουν την κατεύθυνση ροής σε κάθε σωλήνα (φροντίζοντας η τυχαία αυτή κατανομή να είναι όσο το δυνατό πιο λογική). Προς το παρόν χρησιμοποιούμε μόνο τις σχέσεις των κόμβων. Επομένως, έχουμε $N-1$ σχέσεις και πρέπει να τοποθετήσουμε I παροχές. Άρα θα κάνουμε ($I - N + 1 = J$) αυθαίρετες υποθέσεις

Είναι πιο πρακτικό, τα ισοζύγια των κόμβων να υπολογίζονται πάνω στο σκαρίφημα. Με προσοχή συνεχίζουμε στους επόμενους κόμβους, συμπληρώνοντας με υποθέσεις παροχών όπου χρειάζεται και φροντίζοντας οι κατανομές παροχών να ικανοποιούν τα ισοζύγια παροχών των κόμβων. Σημειώνουμε ότι αν προχωρήσουμε σωστά, ο τελευταίος κόμβος θα προκύψει χωρίς δική μας παρέμβαση και θα ικανοποιεί το ισοζύγιο παροχών. Αν αυτό δεν ισχύει, πρέπει να επανέλθουμε και να εντοπίσουμε το λάθος.

2. Διαμόρφωση σχέσεων βρόχων: Εφαρμόζουμε για κάθε βρόχο την εξίσωση απωλειών χρησιμοποιώντας για τη συμβατική προσήμανση των απωλειών, τις κατευθύνσεις ροής που προέκυψαν από το βήμα

3 Έλεγχος: Χρησιμοποιούμε την υπόθεση των παροχών του βήματος 1 και υπολογίζουμε τις (υποθετικές) απώλειες h_j . Στη συνέχεια υπολογίζουμε τα αθροίσματα Σh_j . Αν οι απώλειες είναι σωστές, τα αθροίσματα αυτά, θα έπρεπε να είναι ίσα με το μηδέν.

4. Διόρθωση παροχών: Η ουσιαστική διαφορά της μεθόδου των διαδοχικών προσεγγίσεων από αντίστοιχες διαδικασίες επιλύσεως με δοκιμές που συναντήσαμε μέχρι τώρα (κατά την αντιμετώπιση πιο απλών προβλημάτων), βρίσκεται στο ότι η διόρθωση δεν γίνεται με λογική

εκτίμηση, αλλά με συγκεκριμένη εξίσωση, η οποία εφαρμόζεται για κάθε βρόχο χωριστά. Πιο συγκεκριμένα, για κάθε βρόχο υπολογίζουμε την ενδεικνυόμενη διόρθωση:

5. Επανάληψη: Με τις νέες τιμές παροχών επανερχόμαστε στο βήμα 2. Αν η φορά της ροής κάποιων κλάδων αντιστράφηκε κατά τη διόρθωση, διορθώνουμε το πρόσημο των κλάδων αυτών στις εξισώσεις. Συνεχίζουμε στα βήματα 3 και 4 (έλεγχος, διόρθωση). Όταν οι προκύπτουσες διορθώσεις του βήματος 4 είναι επαρκώς μικρές για όλους τους βρόχους και κατά συνέπεια μας ικανοποιεί η προσέγγιση των παροχών, το πρόβλημα έχει επιλυθεί.

3.4.9 Γενίκευση του υπολογισμού δικτύων

Στην εισαγωγή αυτού του κεφαλαίου σημειώσαμε ότι πρωταρχικός στόχος ενός δικτύου διανομής είναι να εξασφαλίσει επαρκή παροχή και πίεση στα σημεία εξόδου του ρευστού από το δίκτυο.

Έτσι για παράδειγμα, ένα δίκτυο υδρεύσεως, πρέπει να εξασφαλίζει μια παροχή μεγαλύτερη από 1 L/s ανά χρήστη και μια πίεση της τάξεως των 2 bar. Η παροχή σχετίζεται με την επιλογή σωλήνων καταλλήλων διαμέτρων, αλλά και με τις διαφορές ύψους ενέργειας μεταξύ των κόμβων εξόδου και εισόδου, καθώς και με την ύπαρξη ή μη αντλιών στο δίκτυο. Η εξασφάλιση της απαιτούμενης πίεσεως, σχετίζεται με τα ενεργειακά ύψη: Το ύψος πίεσεως στους κόμβους εισόδου, τα υψόμετρα, καθώς επίσης και το ύψος που αποδίδουν οι αντλίες του δικτύου.

Αντλίες βρόχων. Σε ένα δίκτυο όπως του σχήματος, ο υπολογισμός των πιέσεων στους κόμβους του δικτύου γίνεται με χρήση της εξίσωσης, προσαρμοσμένης κατάλληλα. Η μεθοδολογία υπολογισμού των παροχών στους κλάδους του δικτύου δεν αλλάζει. Αρκεί να γνωρίζουμε την παροχή από τη δεξαμενή προς το δίκτυο και τις παροχές εκροής από το δίκτυο. των παροχών τροποποιείται., υπάρχει αντλία στον κλάδο, η οποία καταθλίβει ρευστό προς ένα κόμβο α. Η ύπαρξη αυτής της αντλίας ενισχύει την παροχή στο α και ταυτόχρονα επηρεάζει τις παροχές σε όλο το δίκτυο. Τώρα στον κλάδο, εκτός από τις απώλειες ύψους ενέργειας, έχουμε και πρόσθεση ύψους ενέργειας hp.]

Η σχέση των Hazen–Williams. Στην ανάπτυξη της μεθοδολογίας επιλύσεως δικτύων, καθώς και στα παραδείγματα, χρησιμοποιήσαμε την εξίσωση απωλειών των Darcy–Weisbach. Κάνοντας την υπόθεση της πλήρως αναπτυγμένης τυρβώδους ροής, υπολογίσαμε τους συντελεστές τριβής και την ανάγαμε στη μορφή: $h_i = a_i \cdot Q_i^2$. Αν ενδιαφερόμαστε για μεγάλη ακρίβεια, θα πρέπει, μετά από κάποιες διαδοχικές προσεγγίσεις των παροχών, να ελέγξουμε την υπόθεση, να διορθώσουμε όπου χρειάζεται τα f_i και τα a_i . (Τα υπολογιστικά προγράμματα που αναφέρθηκαν, διευκολύνουν αυτή τη διαδικασία).

Εναλλακτικά, για τον υπολογισμό των απωλειών των κλάδων σε συνάρτηση με την παροχή, στην περίπτωση των δικτύων νερού, αντί της εξίσωσης απωλειών Darcy–Weisbach, χρησιμοποιείται και η εκθετική εξίσωση των Hazen–Williams. Οι τελευταίοι, πειραματιζόμενοι

στη ροή νερού σε αγωγούς διαφόρων διατομών και τραχυτήτων, κατέληξαν στο συμπέρασμα ότι η μέση ταχύτητα ροής είναι ανάλογη της υδραυλικής ακτίνας, υψωμένης σε κάποια δύναμη και της τετραγωνικής ρίζας των απωλειών ανά μονάδα μήκους. Πιο ακριβείς πειραματικές μετρήσεις τους οδήγησαν στην ακόλουθη εμπειρική σχέση (ανηγμένη σε μονάδες του SI, από θερμική μηχανή είτε από ηλεκτροκινητήρα, την οποία διαβιβάζουν σε κατάλληλη μορφή στο ρευστό (σε πιο απλές περιπτώσεις, η αναγκαία ενέργεια παρέχεται μυϊκά, π.χ. χειροκίνητες αντλίες ή συμπιεστές). Όπως συμβαίνει σε όλες τις μηχανές, μέρος της ενέργειας που παραλαμβάνουν, δεν δύναται να περάσει στο ρευστό, επειδή υπάρχουν ενεργειακές απώλειες. Η ποιότητα του μηχανήματος από ενεργειακής πλευράς καθορίζεται από το βαθμό αποδόσεως, δηλαδή το ωφέλιμο ποσοστό της παρεχόμενης ενέργειας, στην προκειμένη περίπτωση, της ενέργειας που φθάνει στο διακινούμενο ρευστό.

Επίλογος - Συμπεράσματα.

Τα δίκτυα πλοίων αποτελούνται από δεκάδες βρόχους και αυτό έχει ως αποτέλεσμα την αντιμετώπιση αυτών των προβλημάτων με την χρήση υπολογιστών και εξειδικευμένων υπολογισμών για την επίλυση των δικτύων αυτών.

Καταλήξαμε ότι είναι πολύ δύσκολο και πρακτικά αδύνατο η υπολόγιση ενός δικτύου. Αυτό για το λόγο ότι το πιο συνηθισμένο πρόβλημα υπολογισμού ενός δικτύου είναι ο υπολογισμός των παροχών των κλάδων που το απαρτίζουν, εξίσου ενδιαφέρον είναι το πρόβλημα υπολογισμού της πίεσεως στα σημεία εκροής. Μεγάλα δίκτυα με δεκάδες και εκατοντάδες βρόχους παρουσιάζουν εξαιρετικές δυσκολίες., τα συστήματα πλέγματος και βρόχου, καθώς οι βρόχοι αυξάνονται, αυξάνονται κατακόρυφα και οι δυσκολίες υπολογισμού, καθώς και ο απαιτούμενος χρόνος. Το σημαντικότερο πρόβλημα, το οποίο εισάγει η ενεργειακή μελέτη της ροής (εξίσωση της ενέργειας), είναι ο υπολογισμός του ύψους απωλειών

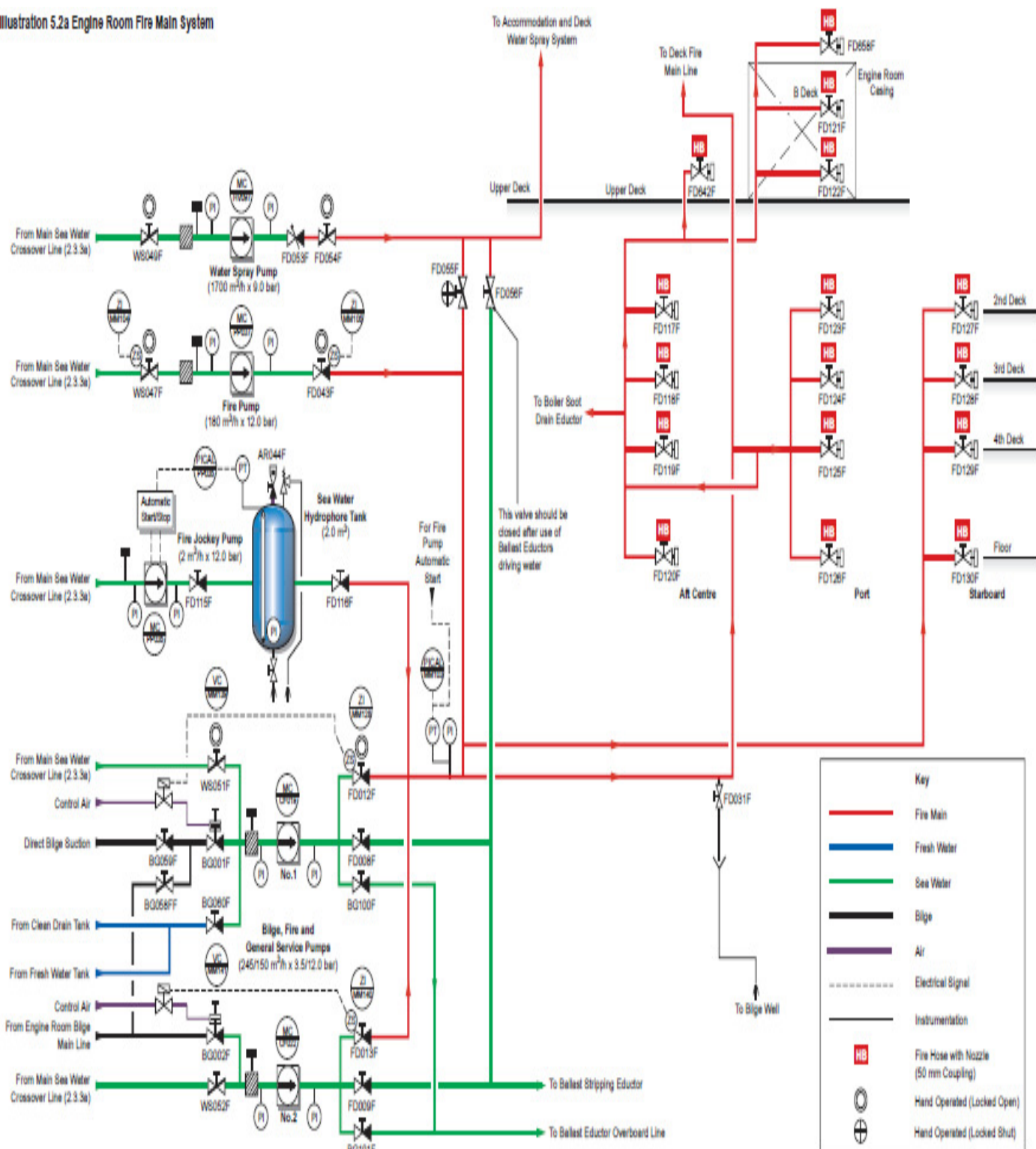
Ως αποτέλεσμα αυτού, ο υπολογισμός ενός ρεαλιστικού δικτύου στο χαρτί είναι αδύνατος.

Βιβλιογραφία

1. <http://www.eugenfound.edu.gr/>
2. <https://education.teiath.gr/>
3. www.minedu.gov.gr
4. www.pi-schools.gr
5. Εκδόσεις Ναυτικών και τεχνικών βιβλίων, Εμμανουήλ Ν. Σταυριδάκη
 - a) Τίτλος: Εισαγωγή στην Ναυτική Μηχανολογία
 - b) Τίτλος: Πλοία και Τεχνική β' τομος Μηχανοστάσιο
6. http://www.engineeringtoolbox.com/natural-gas-pipe-calculator-d_1042.html
7. http://www2.iccsafe.org/states/Seattle/seattle_fuelgas/PDFs_fuelgas/Appendix%20A.pdf
8. http://www.arca53.dsl.pipex.com/index_files/gas5.htm

Παράρτημα

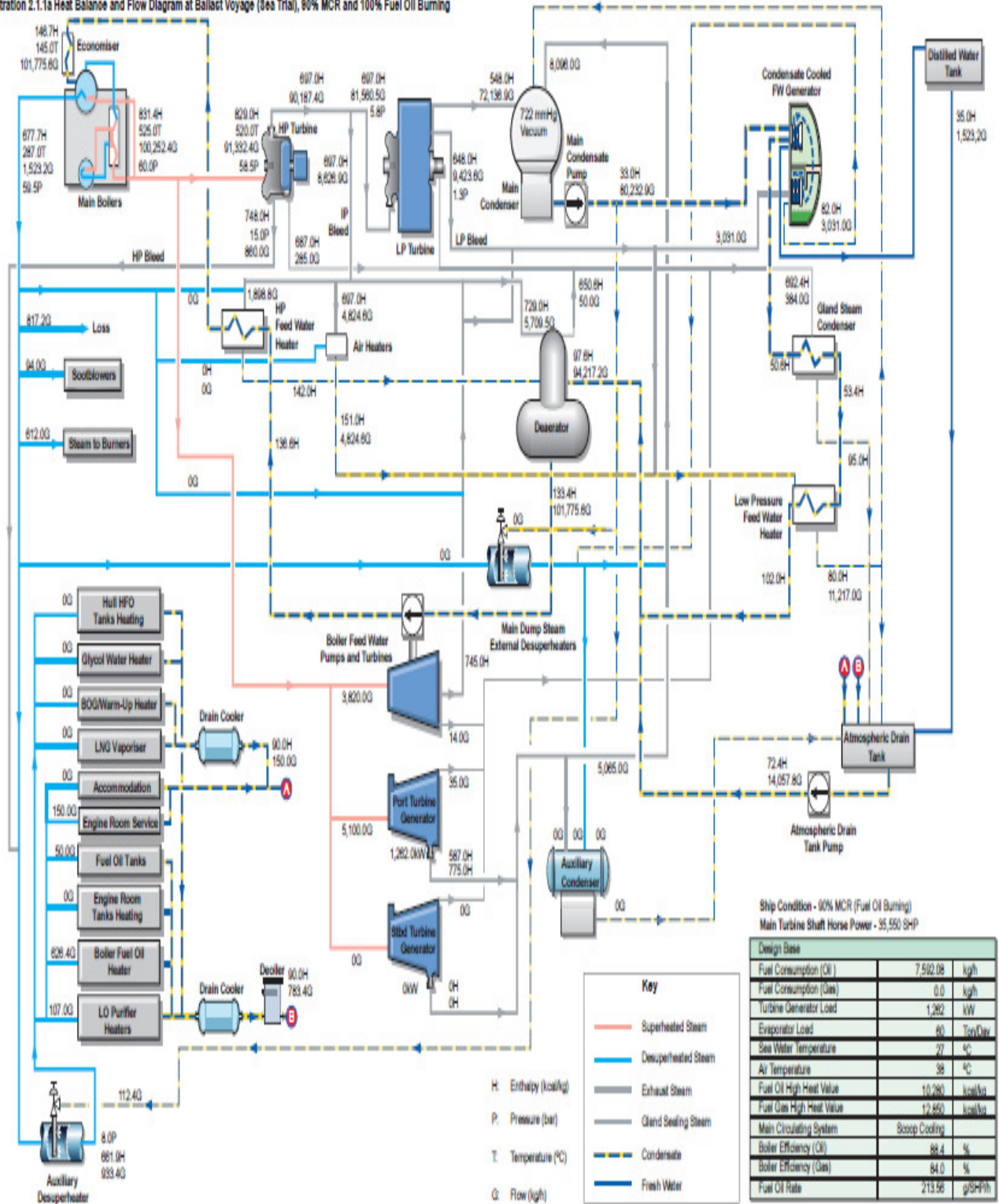
Illustration 5.2a Engine Room Fire Main System



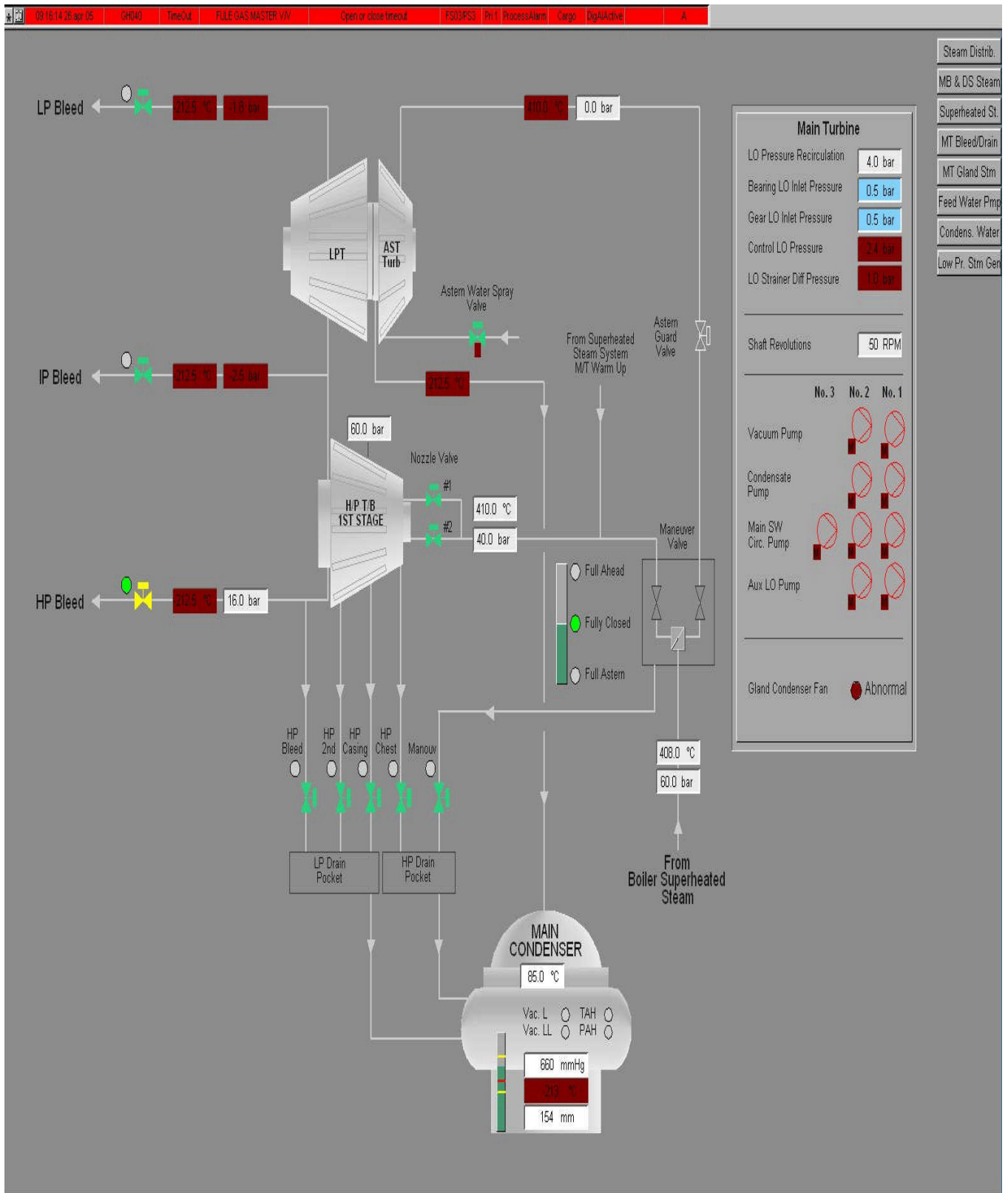
Εικόνα 1. Δίκτυο πυρόσβεσης μηχανοστασίου

Section 2.1.1: Heat Balance and Flow Diagrams

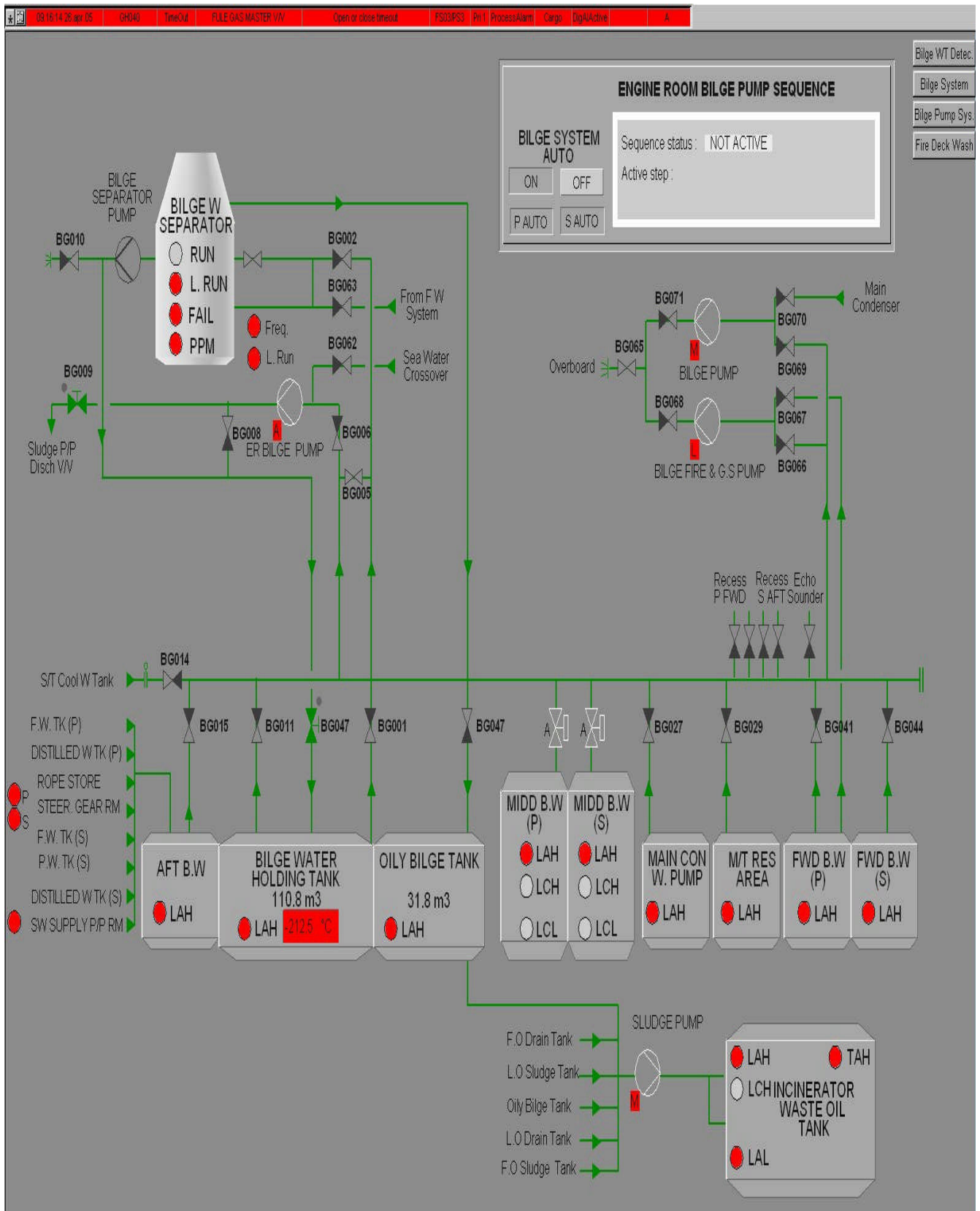
Illustration 2.1.1a Heat Balance and Flow Diagram at Ballast Voyage (Sea Trial), 80% MCR and 100% Fuel Oil Burning



Εικόνα 2. Δίκτυο τροφοδοτικού και υπέρθερμου ατμού.



Εικόνα 3. Δίκτυο απομάστευσης και εξυδάτωσης πλοίων



Εικόνα 4. Δίκτυο σεντινων

Περιεχόμενα

Περίληψη.....	3
Abstract.....	4
Πρόλογος.....	5
Κεφάλαιο 1: Δίκτυα σωληνώσεων	
1.1 Δίκτυα σωληνώσεων.....	6
1.1.1 Γενικά για τα δίκτυα.....	6
1.2 Τα σημαντικότερα δίκτυα.....	8
Κεφάλαιο 2: Σωλήνες και εξαρτήματα	
2.1 Σωλήνες.....	26
2.1.2 Τυποποίηση σωλήνων και εξαρτημάτων.....	31
2.1.3 Στηρίγματα σωληνώσεων.....	33
2.2 Σύνδεσμοι εξαρτήματα.....	35
2.2.1 Σύνδεσμοι σωληνώσεων και εξαρτήματα.....	35
2.2.2 Εξαρτήματα σωληνώσεων.....	37
2.2.3 Εξαρτήματα αλλαγής διεύθυνσης.....	37
2.2.4 Εξαρτήματα αλλαγής διατομής.....	38
2.2.5 Εξαρτήματα διακλαδώσεως.....	38
2.2.6 Ειδικά εξαρτήματα.....	38
2.3 Όργανα μετρήσεως.....	39
2.3.1 Όργανα μετρήσεως παροχής.....	45
2.3.2 Σχεδιαστικός συμβολισμός.....	47
2.3.3 Συσκευές βοηθητικών μηχανημάτων(Εισαγωγή στις αντλίες).....	48
2.3.4. Βασικές εννοιές και ορισμοί.....	50
2.3.5 Κατάταξη αντλιών.....	51
Κεφάλαιο 3: Υπολογισμός Σωληνώσεων	
3.1 Ροή Ασυμπίεστων Ρευστών.....	55
3.1.1 Στρωτή και τυρβώδη ροή.....	55
3.2 Βασικές εξισώσεις ροής σωληνώσεων.....	56
3.2.1 Εξίσωση συνεχείας της ροής.....	56
3.3 Γραμμικές απώλειες.....	56
3.3.1 Εξίσωση γραμμικών απωλειών.....	57

3.3.2 Συντελεστής τριβής f Διάγραμμα Moody	57
3.4 Τοπικές απώλειες.....	58
3.4.1 Βαλβίδες εξαρτημάτων	58
3.4.2 Ολικές απώλειες	59
3.4.3 Υπολογισμός ροής σε σωλήνα	59
3.4.4 Υπολογισμός παροχής	59
3.4.5 Υπολογισμός σωληνώσεων	59
3.4.6 Προσδιορισμός όγκου μάζας.....	60
3.4.7 Υπολογισμός εσωτερικής διαμέτρου	60
3.4.8 Υπολογισμός δικτύων σωληνώσεων	60
3.4.9 Γενίκευση του υπολογισμού δικτύων.....	64
Επίλογος - Συμπεράσματα.....	65
Βιβλιογραφία	65