

**ΑΚΑΔΗΜΙΑ ΕΜΠΟΡΙΚΟΥ ΝΑΥΤΙΚΟΥ ΜΑΚΕΔΟΝΙΑΣ**

**ΣΧΟΛΗ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ**

**ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ**

**ΘΕΜΑ : ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΑΝΤΛΙΩΝ ΔΙΚΤΥΟΥ ΕΡΜΑΤΟΣ ΠΛΟΙΟΥ**

**ΣΠΟΥΔΑΣΤΗΣ : ΛΑΖΟΣ ΗΛΙΑΣ**

**ΕΙΣΗΓΗΤΗΣ : ΔΙΒΙΝΗΣ ΝΙΚΟΛΑΟΣ**



**ΝΕΑ ΜΗΧΑΝΙΩΝΑ 2015**

**ΑΚΑΔΗΜΙΑ ΕΜΠΟΡΙΚΟΥ ΝΑΥΤΙΚΟΥ ΜΑΚΕΔΟΝΙΑΣ**

**ΣΧΟΛΗ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ**

**ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ**

**ΘΕΜΑ : ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΑΝΤΛΙΩΝ ΔΙΚΤΥΟΥ ΕΡΜΑΤΟΣ ΠΛΟΙΟΥ**

**ΣΠΟΥΔΑΣΤΗΣ : ΛΑΖΟΣ ΗΛΙΑΣ**

**ΑΜ:4709**

**ΗΜΕΡΟΜΗΝΙΑ ΠΑΡΑΔΟΣΗΣ:**

Βεβαιώνεται η ολοκλήρωση της παραπάνω πτυχιακής εργασίας

Ο καθηγητής

## ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Το αντικείμενο της παρούσας πτυχιακή εργασίας είναι να γίνει μια βιβλιογραφική αναφορά στα χαρακτηριστικά που χρειάζονται για να γίνει ο υπολογισμός των αντλιών που χρησιμοποιούνται στο έρμα του πλοίου. Οι φυγοκεντρικές αντλίες, οι οποίες χρησιμοποιούνται για αυτόν τον σκοπό, είναι αντλίες υψηλής παρόχης σε ρευστά χαμηλού ιξώδους. Ο σωστός υπολογισμός ενός δικτύου έρματος παίζει καθοριστικό ρόλο για την ευστάθεια του πλοίου γι'αυτό και πρέπει πάντα να γίνεται υπό τις οδηγίες του κατασκευαστή. Η αποτελεσματικότητα των αντλιών κατά την επίτευξη αυτού του στόχου εξαρτάται σε μεγάλο βαθμό από τα ύψη λειτουργίας. Επομένως, ο σωστός υπολογισμός ενός δικτύου προϋποθέτει την επιλογή του κατάλληλου τύπου φυγοκεντρικής αντλίας καθώς και την μελέτη των δικτύων έρματος του συγκεκριμένου πλοίου. Τέλος, είναι σημαντικό να τονιστεί ότι ο υπολογισμός ενός δικτύου καθορίζεται σε μεγάλο βαθμό από το είδος του φορτίου καθώς και από τη κατηγορία του πλοίου.

## ABSTRACT

The aim of the present dissertation is to present the main factors which can determine the selection of the correct pumps to handle the ship's ballast. Centrifugal pumps are mainly used in ballasting. These pumps are capable of delivering fluids with low viscosity at high speed.

The correct calculation and choice of the pump play a vital role in the ship's stability and need to be done under the guidance of the pump's manufacturer.

## ΠΡΟΛΟΓΟΣ

Η παρούσα αποτελεί μια πτυχιακή εργασία η οποία έχει ως σκοπό τον υπολογισμό αντλιών δικτύου έρματος πλοίου. Αρχικά, έγινε αναφορά στα βασικά μέρη του πλοίου και σε κάποιες βασικές έννοιες που αφορούν τα χαρακτηριστικά του πλοίου. Στη συνέχεια, δόθηκε βάση σε κάποιους τύπους αντλιών και περιγράφηκαν τα βασικά χαρακτηριστικά αυτών όπως τα διάφορα ύψη των αντλιών, το έργο των αντλιών καθώς και οι βαθμοί απόδοσης. Είναι σημαντικό να τονιστεί ότι για την λειτουργία ενός δικτύου έρματος χρησιμοποιούνται αντλίες φυγοκεντρικού τύπου λόγω της βασικής ιδιότητας που έχουν να καταθλίβουν μεγάλη ποσότητα ρευστού. Έπειτα, αναφέρθηκε μια εφαρμογή που αφορά τον υπολογισμό ενός δικτύου με την χρήση μιας φυγοκεντρικής αντλίας και εξηγήθηκε αναλυτικά με την χρήση διάφορων διαγραμμάτων η συμπεριφορά της αντλίας στις μεταβολές του ύψους και των στροφών λειτουργίας. Κλείνοντας την εργασία, περιγράφηκε άσκηση που αφορά τον πειραματικό υπολογισμό ενός δικτύου έρματος.

# ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1<sup>ο</sup>

## ΓΕΝΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ

### 1.1 Μέρη του πλοίου

Το κύριο σώμα του πλοίου **σκάφος** (hull) διακρίνεται σε τρία μέρη: Το μπροστινό καλούμενο **πλώρη** (fore), το μεσαίο και μεγαλύτερο καλούμενο **μέσο** (admit) και το πίσω μέρος καλούμενο **πρύμνη** (aft). Η γραμμή περιφερειακά του πλοίου όπου ακριβώς και η επιφάνεια της θάλασσας, όταν αυτό πλέει ασφαλώς, καλείται **ίσαλος γραμμή** ή **ίσαλος** (water line). Όλα τα ορατά μέρη του πλοίου δηλ. από την ίσαλο και πάνω λέγονται **έξαλα** (freeboard) σε αντίθεση με τα υπό την ίσαλο μέρη του πλοίου καλούμενα **ύφαλα** (bottom). Η πλευρική επιφάνεια των εξάλων προς τη πλώρη που καμπυλώνει (εσωκοίλωμα), καλείται **παρειά** ή μάσκα (bow) ενώ η αντίστοιχη στη πρύμνη λέγεται **ισχύο** ή γοφός (quarter).

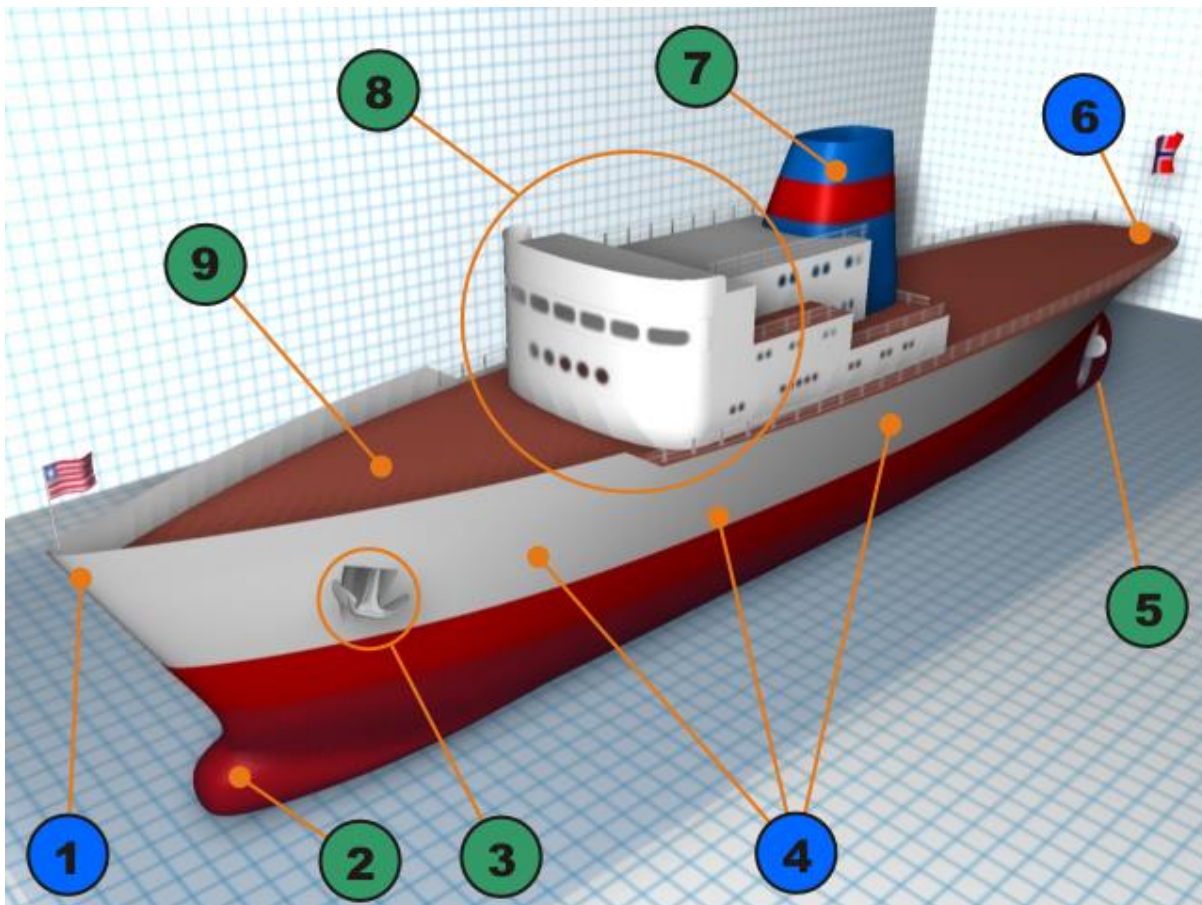
"Διαμήκης γραμμή" (central line) λέγεται η νοητή εκείνη που χωρίζει το πλοίο σε δύο ίσα μέρη από πλώρη μέχρι πρύμνη, το **δεξιό** (starboard) και το **αριστερό** (port) και έτσι νοείται και ο όρος "διαμήκης άξονας". Ναυπηγικά τά δύο αυτά μέρη - πλευρές ενώνονται στο κάτω μέρος την **τρόπιδα** ή καρένα (keel) η οποία στη μεν πλώρη καταλήγει στη "στείρα" ή "κοράκι" εις δε τη πρύμνη στο "ποδόστημα" (stern). Ευκολονόητο ότι η "διαμήκης" ενώνει τα άνω ακραία σημεία της στείρας και του ποδοστήματος. Επ' αυτής της διαμήκουσ οριζόμενη επιφάνεια καλείται **κατάστρωμα** ή κουβέρτα (deck) διακρινόμενο σε κατώτατο (lower deck), μέσο (middle deck), κύριο (main deck), και ανώτατο (upper deck) (όχι απαραίτητα όλα σε ένα πλοίο). Όλες οι κατασκευές από το ανώτατο ή κύριο κατάστρωμα καλούνται "υπερκατασκευές" ή υπερκατασκευάσματα (superstructures). Η υπερκατασκευή στη πλώρη ονομάζεται **πρόστεγο** ή καμπούνη (forecastle). Η υπερκατασκευή στο μέσον ονομάζεται **μεσόστεγο** ή γέφυρα (bridge) και εκείνη της πρύμνης **επίστεγο** ή πούπι (poop). (Σημ.: Σήμερα τα μεγάλα Δ/Ξ φέρουν μια υπερκατασκευή στη πρύμνη, τα αεροπλανοφόρα στο μέσον όπου επιπρόσθετα και ο πύργος ελέγχου).

Το εσωτερικό του πλοίου, ανάλογα με το τύπο του, χωρίζεται σε **κύτη** ή αμπάρια (holds) ή σε **δεξαμενές** (tanks) για φορτίο, σε δεξαμενές για εφόδια (πχ καύσιμα, νερό, έρμα κλπ), στο μηχανοστάσιο (engine room), στο λεβητοστάσιο (stokehold), στο αντλιοστάσιο (pumps room) μόνο για δεξαμενόπλοια και στα διαμερίσματα του πληρώματος (crew quarters). Επίσης για λόγους ασφαλείας υπάρχουν οι δεξαμενές "ζυγοστάθμισης" πλώρης (fore-peak tank) και πρύμνης (after-peak

tank). Το κατώτατο μέρος του πλοίου εσωτερικά ονομάζεται πυθμίν (πυθμένας) ή γάστρα (bottom) και για λόγους επίσης ασφαλείας τα περισσότερα

πλοία είναι "διπύθμενα" (double bottoms) δηλ. με δύο πυθμένες. Στην υπερκατασκευή της "γέφυρας" φέρονται σχεδόν το σύνολο των Ναυτιλιακών οργάνων, το διαμέρισμα του Πλοιάρχου και των Αξιωματικών του πλοίου, οι τραπεζαρίες και η κουζίνα του πλοίου.

Τέλος τα πλοία φέρουν διάφορους "μηχανισμούς" όπως πηδαλιουχίας (steering gear), φορτοεκφορτώσεων (cargo winches), αγκυροβολίας (capstan), σωστικούς, ιστιοφορικούς, πτερύγια κ.ά.



Μέρη του πλοίου (γενικό σχέδιο) 1:Πλώρη, 2:Βολβοειδής πλώρη, 3:άγκυρα, 4:Έξαλα πλοίου, 5:Έλικας και Πηδάλιο, 6:Πρύμνη, 7:Καπνοδόχος, 8:Μεσόστεγο ή Γέφυρα πλοίου, και 9:Κατάστρωμα

## **1.2 Βασικές έννοιες**

**Γάστρα.** Το τμήμα του σκάφους, που περικλείεται από το εξωτερικό περίβλημα «Shell» και καλύπτεται από ένα συνεχές υδατοστεγές κατάστρωμα, που βρίσκεται έξω από το νερό στη κανονική οριζόντια θέση ισορροπίας του πλοίου σε ήρεμο νερό, ονομάζεται γάστρα «Hull».

Μερικές φορές χρησιμοποιείται ο όρος γάστρα, για να εκφραστεί ο όγκος του τμήματος του πλοίου, που βρίσκεται μέσα στο νερό.

Εκτός από το συνεχές υδατοστεγές κατάστρωμα, ένα σκάφος μπορεί να έχει και άλλα καταστρώματα «Decks» μη υδατοστεγανά, καθώς επίσης και υπερκατασκευές

«Superstructures».

### **Επιφάνεια αναφοράς «molded surface»**

Η γάστρα του πλοίου εκτός από τη πραγματική της επιφάνεια, θεωρείται ότι έχει και μια ιδεατή επιφάνεια την οποία ονομάζουμε επιφάνεια αναφοράς.

Στα συγκολλητά και καρφωτά μεταλλικά πλοία η επιφάνεια αναφοράς είναι εκείνη που ορίζεται από την εσωτερική επιφάνεια του κελύφους του σκάφους ή της εξωτερική άκρη των νομέων κατασκευής. Στα ξύλινα πλοία η επιφάνεια αναφοράς είναι εκείνη που ορίζεται από την εξωτερική πλευρά της ξύλινης επένδυσης.

Στο σχέδιο, καθώς επίσης και στην ναυπηγική σάλα «χαρακτήριο», η επιφάνεια αναφοράς παριστάνεται με το σχέδιο των ναυπηγικών γραμμών. Επίσης οι διαστάσεις είναι «molded dimensions» δηλαδή ορίζονται πάνω στην επιφάνεια αναφοράς.



## **Τροπίδα «keel»**

Η τροπίδα είναι το κατώτερο μέρος του πλοίου, πάνω στην οποία πραγματοποιείται η ναυπήγηση αυτού.

Στα μεγάλα μεταλλικά πλοία, αποτελείται από μια σειρά ελασμάτων στο κεντρικό πυθμένα με πάχος μεγαλύτερο από αυτό των υπολοίπων ελασμάτων του εξωτερικού περιβλήματος και είναι κατά κανόνα επίπεδη «Flat keel».

Στα μικρά πλοία – ξύλινα, πλαστικά ακόμη και μεταλλικά – αποτελείται από δοκό ξύλινη ή μεταλλική ή πλαστική ιδιοκατασκευή και ονομάζεται όρθια τρόπιδα.

## **Βασικό επίπεδο αναφοράς**

Είναι το οριζόντιο επίπεδο που διέρχεται από την εσωτερική επιφάνεια ή τη πάνω όψη του ελάσματος της επίπεδης τροπίδας.

Βασική γραμμή αναφοράς «molded base line». Είναι η ευθεία γραμμή που προκύπτει από τη προβολή του ίχνους της τομής του βασικού επιπέδου αναφοράς επάνω στο διάμηκες επίπεδο συμμετρίας ή επάνω σε οποιοδήποτε εγκάρσιο επίπεδο. Στα μεγάλα κυρίως πλοία τα οποία σχεδιάζονται χωρίς διαγωγή, η γραμμή της τροπίδας είναι παράλληλη με τη έμφορτη ίσαλο σχεδίασης και σ' αυτή τη περίπτωση ταυτίζεται με τη βασική γραμμή.

Έχουμε όμως και τις περιπτώσεις σχεδίασης σκαφών με διαγωγή (π.χ. ρυμουλκών), όπου σ' αυτές τις περιπτώσεις δεν υπάρχει ταύτιση γραμμής τροπίδας και βασικής γραμμής.

Λόγω της ιδιαίτερης σημασίας για τη κατασκευή του σκάφους που έχει η βασική γραμμή, αυτή ονομάζεται και γραμμή κατασκευής.

### **Ίσαλος (water line)**

Η τομή της επιφάνειας της θάλασσας (ευρισκόμενη σε ηρεμία) με την επιφάνεια αναφοράς του πλοίου μας δίνει την ίσαλο.

### **Ίσαλος γραμμή θέρους ή έμφορτη ίσαλος σχεδίασης (Design water line D. WL)**

Έίναι η ίσαλος στην οποία σύμφωνα με τους υπολογισμούς που γίνονται κατά τη σχεδίαση, θα πλέει το πλοίο στη κατάσταση πλήρους φόρτωσης . Σ' αυτή αντιστοιχεί το μέγιστο επιτρεπόμενο βύθισμα από τους νηογνώμονες κατά το θέρος, όταν το σκάφος είναι ζυγοσταθμισμένο.

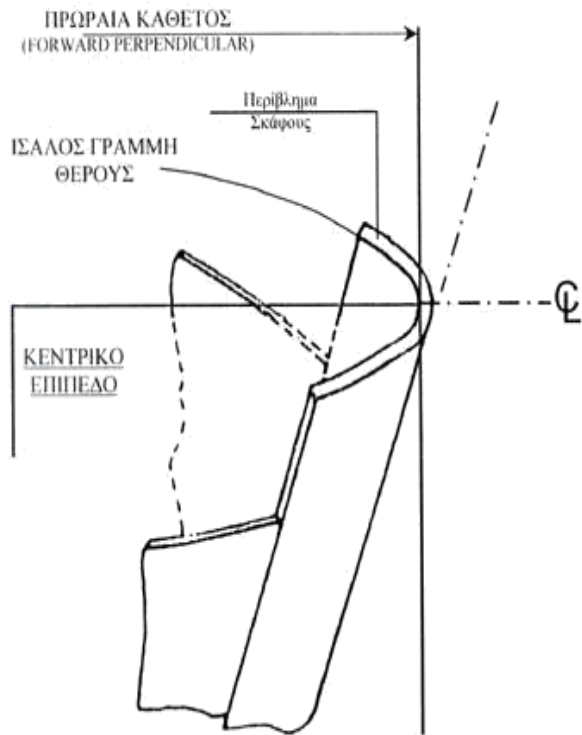
Η ίσαλος γραμμή θέρους θεωρείται ως ίσαλος κατασκευής ή ίσαλος υπολογισμού του πλοίου διότι εκείνη, η οποία λαμβάνεται σαν βάση για τη μελέτη του σκάφους.

### **Παρίσαλοι**

Είναι οι ίσαλοι παράλληλοι με την έμφορτη ίσαλο σχεδίασης.

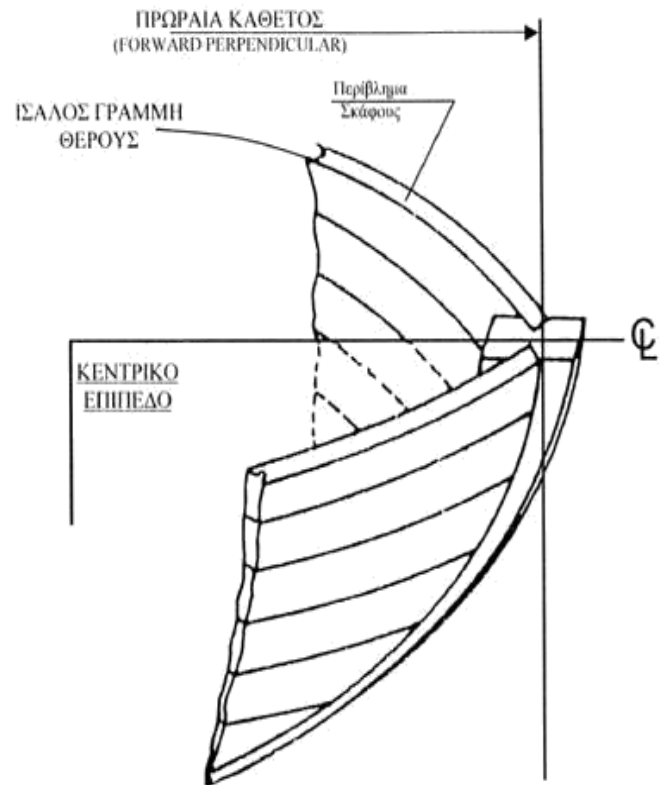
### **Πρωαία κάθετος ή πρωαία όρθια(Forward perpendicular)**

Είναι η κατακόρυφη που διέρχεται από την τομή α) Ισάλου σχεδίασης, β) κεντρικού επιπέδου και γ) εσωτερικής όψης του περιβλήματος της πρόωρας του πλοίου (Σχ. 1 & Σχ. 2).



ΠΡΩΡΑ ΧΑΛΥΒΔΙΝΟΥ ΣΚΑΦΟΥΣ

Σχ. 1



ΠΡΩΡΑ ΞΥΛΙΝΟΥ ΣΚΑΦΟΥΣ

Σχ. 2

## ΣΧΗΜΑ 1 & 2

Πρυμναία κάθετος ή πρυμναία όρθια (After perpendicular)

α) Είναι η γραμμή που διέρχεται συνήθως από τη **CL** του άξονα του πηδαλίου (Σχ. 3).

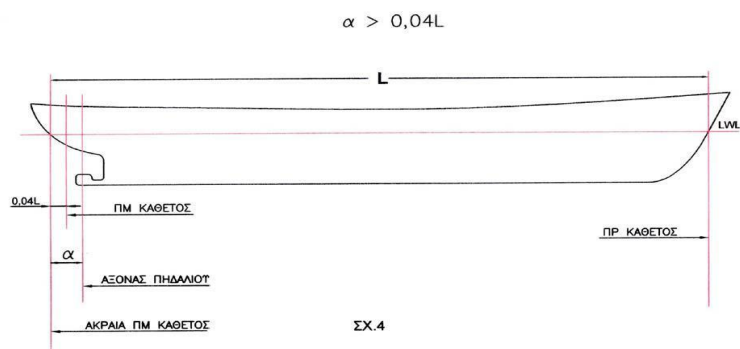
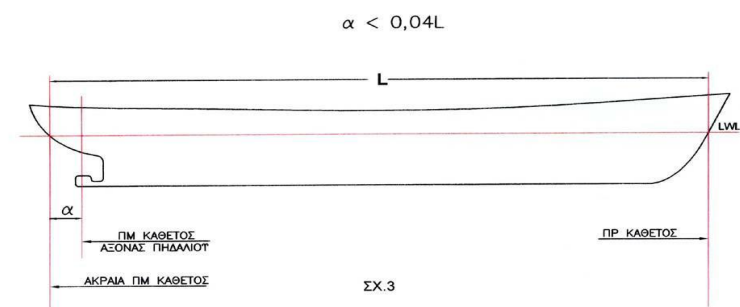
β) Όταν όμως η **CL** του άξονα του πηδαλίου απέχει από την ακραία πρυμναία κάθετο πλέον του 0,04 της αποστάσεως μεταξύ της πρυμναίας καθέτου και της ακραίας πρυμναίας καθέτου, ή όταν ο άξονας του πηδαλίου δεν είναι κατακόρυφος, τότε σαν πρυμναία κάθετο λαμβάνουμε τη κάθετο η οποία απέχει από την ακραία πρυμναία κάθετο 0,04 του μήκους μεταξύ πρυμναίας και ακραίας πρυμναίας καθέτου (Σχ. 4).

## Μεσαία κάθετος

Είναι η κάθετος η οποία βρίσκεται στο μέσο της αποστάσεως μεταξύ της πρυμναίας και της προραίας καθέτου.

## Ακραία πρυμναία κάθετος

Είναι η κατακόρυφη η διερχόμενη από το σημείο το μής της α) Ισάλου γραμμής θέρους, β) κεντρικού επιπέδου και γ ) της εσωτερικής όψης του περιβλήματος της πρύμνης. Σε ειδικές περιπτώσεις όπως για τα πολεμικά πλοία σαν ακραία πρυμναία κάθετος λαμβάνεται και η πρυμναία κάθετος.



ΣΧΗΜΑ 3 & 4

### 1.3 ΕΡΜΑ ΠΛΟΙΟΥ

Με τον όρο **έρμα**, (ballast), κοινώς «σαβούρα», χαρακτηρίζεται το σύνολο των βαρών που τοποθετούνται στα πλοία προκειμένου ν' αυξηθεί η ευστάθεια αυτών. Αλλά και στην αρχαιότητα ο όρος αυτός σήμαινε σωρός από λίθους που σχηματίζει μικρό λόφο. Ο όρος χρησιμοποιείται επίσης με την έννοια του υποστηρίγματος, του βάθρου, καθώς και στη θεμελίωση, ως θεμελιοδομή. Χρησιμοποιείται επίσης και στη σιδηροδρομική.

Ιδιαίτερα όμως στη Ναυτιλία το *έρμα* (ballast), αποτελεί το μέσον που μπορεί να εξασφαλίσει την ικανοποιητική ευστάθεια (striffening ballast) των πλοίων. Υπάρχουν δύο ειδών έρματα: το μόνιμο (permanent ballast) που συνήθως αποτελείται από μεταλλικά βάρη με τσιμέντο και που τοποθετούνται στον πυθμένα συνήθως μικρών σκαφών και το προσωρινό ή κινητό (mobile ballast), που συνήθως αποτελείται από θαλασσίνο νερό (water ballast), με το οποίο γεμίζονται ειδικές προς αυτό δεξαμενές του πλοίου που βρίσκονται στα διπύθμενα (double bottoms) και στις λεγόμενες δεξαμενές ζυγοστάθμισης (το "for peak" στη πλώρη και το "after peak" στη πρύμνη) καλούμενες και οι δύο με τον γενικό όρο δεξαμενές έρματος (ballast tanks).

- Κανονικά το έρμα θα πρέπει να φθάνει σε βάρος περίπου μέχρι το 1/3 περίπου του βάρους της συνολικής μεταφορικής ικανότητας του πλοίου, ιδίως για τα δεξαμενόπλοια.
- Όταν ένα πλοίο ταξιδεύει κενό φορτίου, άφορτο, τότε λέγεται ότι ταξιδεύει «υπό έρμα» («in ballast»).
- Στη Σιδηροδρομική έρμα χαρακτηρίζεται ή έξαρση των σκληρών λίθων (σκύρων) μέσα στους οποίους τοποθετούνται μέχρι τη πάνω επιφάνειά τους οι στρωτήρες (κοινώς τραβέρσες) επί των οποίων και στερεώνονται οι σιδηροτροχιές. Το έρμα αυτό των σκύρων, εν προκειμένω, εξασφαλίζει σχετική ελαστικότητα του υποστρώματος.

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2<sup>ο</sup>

### ΑΝΤΛΙΕΣ

Η αντλία είναι το μηχάνημα που χρησιμοποιούμε για την μεταφορά ενός υγρού ή ενός αερίου από ένα σημείο (χώρο) σ' ένα άλλο. Ακόμα μπορούμε να τη χρησιμοποιήσουμε προκειμένου να επιταχύνουμε την κίνησή των ρευστών ή για να αυξήσουμε την πίεσή τους.

#### 2.1 Τύποι Αντλιών

Δύο είναι οι βασικοί τύποι αντλιών με βάση την αρχή λειτουργίας τους:

**1.- Οι αντλίες θετικής εκτόπισης ή ογκομετρικές (Positive Displacement)**

**2.- Οι φυγοκεντρικές (Centrifugal).**

**1.-** Στις αντλίες **θετικής εκτόπισης ή ογκομετρικές** αξιοποιείται η εσωτερική διαμόρφωση και μεταβολή του χώρου (όγκου) της αντλίας προκειμένου να πετύχουμε την μεταφορά του υγρού ή του αερίου, από την αναρρόφηση στη κατάθλιψη. Ο τύπος αυτός των αντλιών υποδιαιρείται σε δύο κατηγορίες:

α) **Στις παλινδρομικές αντλίες** (Παλινδρομικές Εμβολοφόρες ή Παλινδρομικές με Διάφραγμα) β) **Στις περιστροφικές αντλίες.**

**Οι παλινδρομικές αντλίες** είναι περισσότερο κατάλληλες για μικρές ποσότητες υγρών, έχουν μεγάλο ύψος αναρρόφησης και κατάθλιψης και μπορούν να χρησιμοποιηθούν για παχύρευστα υγρά (υγρά με υψηλό ιξώδες).

**Οι περιστροφικές αντλίες ογκομετρικού τύπου**, που καλύπτουν ένα μεγάλο φάσμα διαφόρων τύπων (γρاناζωτές, με λοβούς, ακτινικών περυγίων, κοχλιωτές κ.α.) είναι κατάλληλες για μεσαίου μεγέθους ποσότητες υγρών και αερίων, για υγρά όχι πολύ παχύρευστα και για υγρά που δεν έχουν μεγάλο ύψος αναρρόφησης.

**2.-Οι φυγοκεντρικές αντλίες** χρησιμοποιούνται κυρίως για την μεταφορά μεγάλων ποσοτήτων υγρών που έχουν μεγάλη ρευστότητα (χαμηλό ιξώδες) και μικρό ύψος αναρρόφησης.

Διακρίνονται σε οριζόντιες και κάθετες, ανάλογα του σκοπού για τον οποίο προορίζονται. Ακόμα μπορεί να είναι μονοσταδιακές, δηλαδή με ένα στροφέιο, ή πολυσταδιακές με δύο ή και περισσότερα στροφέια. Σε αντίθεση με τις ογκομετρικές αντλίες που δεν χρειάζονται υποβοήθηση μετά την εκκίνησή τους προκειμένου να αναρροφήσουν το υγρό που θέλουμε να μεταγγίσουμε, οι φυγοκεντρικές αντλίες απαιτούν υποβοήθηση για την αρχική τους αναρρόφηση, που κατά κύριο λόγο επιτυγχάνεται με την ενσωμάτωση εξαρτημένων παλινδρομικών αντλιών στις σωληνώσεις της αναρρόφησης (Priming pumps).

Θα πρέπει ακόμα να αναφέρουμε εδώ σαν είδος αντλιών τους **εκχυτήρες κενού**

(Ejectors, Τζιφάρια) που κατά κύριο λόγο χρησιμοποιούνται για την δημιουργία κενού στα ψυγεία (συμπυκνωτές ατμού) σε εγκαταστάσεις αμοστροβίλων ή στους χώρους βρασμού των αποστακτήρων (βραστήρες) και αλλού.

Χρησιμοποιούνται ακόμα και για την απάντληση μικρών ποσοτήτων νερού έρματος ή φορτίου από τις δεξαμενές έρματος ή τις δεξαμενές φορτίου, ιδίως για μικρές ποσότητες που δεν μπορούν να αντληθούν από τις κύριες αντλίες έρματος ή τις αντλίες φορτίου. (Stripping). Οι φυγοκεντρικές αντλίες προσδίδουν στο υγρό κινητική ενέργεια δηλ. μεγάλη ταχύτητα

ροής, που τη μετατρέπουν στη συνέχεια σε πίεση, δηλ. αναπτύσσουν δυναμική δράση.

Διακρίνονται σε ακτινικής (στροφέιο) και αξονικής ροής (ελικοφόρες) ή και μικτού τύπου. Χρησιμοποιούνται για την διακίνηση όλων των μη παχύρευστων ρευστών.

### **Πλεονεκτήματα:**

Απλότητα κατασκευής, δεν έχουν βαλβίδες, έμβολα, μηχανισμούς, βάρικτα, διωστήρες

Συμπαγής κατασκευή, κατασκευάζονται αντλία και μοτέρ μαζί σε κοινή βάση

Ταχύστροφες, προσαρμόζονται εύκολα σε υψηλές ταχύτητες, εξηρημένες κ ανεξάρτητες

Οικονομία όγκου, βάρους και χαμηλό κόστος, σε μικρό χώρο έχουμε το ίδιο έργο

Υψηλή και συνεχής παροχή .

Ομαλή λειτουργία χωρίς κραδασμούς.

## Μειονεκτήματα - Αντιμετώπιση

Κακή αναρρόφηση : α) ποδοβαλβίδες, β) απαιτείται αντλία κενού ή πλήρωση αγωγού αναρρόφησης εκτός και αν είναι αυτοπληρούμενες

Μικρά ύψη καταθλίψεως, για τον λόγο αυτό κατασκευάζονται πολυβάθμιες

Χαρκτηριστικά Στοιχεία των Αντλιών

Ελικόφρακτη αντλία απλής-διπλής αναρροφήσεως:

Εσωτερικά έχει το ελικόφραγμα > σχετός κυκλικής διατομής που αυξάνει προοδευτικά.

Η ροή στην αντλία αυτή οφείλεται στη φυγόκεντρη δύναμη. Αποτελείται απο το κινητό

(περιστρεφόμενο) μέρος (στροφείο ή πτερωτή) και το σταθερό μέρος (κέλυφος).

Αναροφά το υγρό απο το κέντρο της και το καταθλίβει προς τη περιφέρεια. Το υγρό, λόγω του

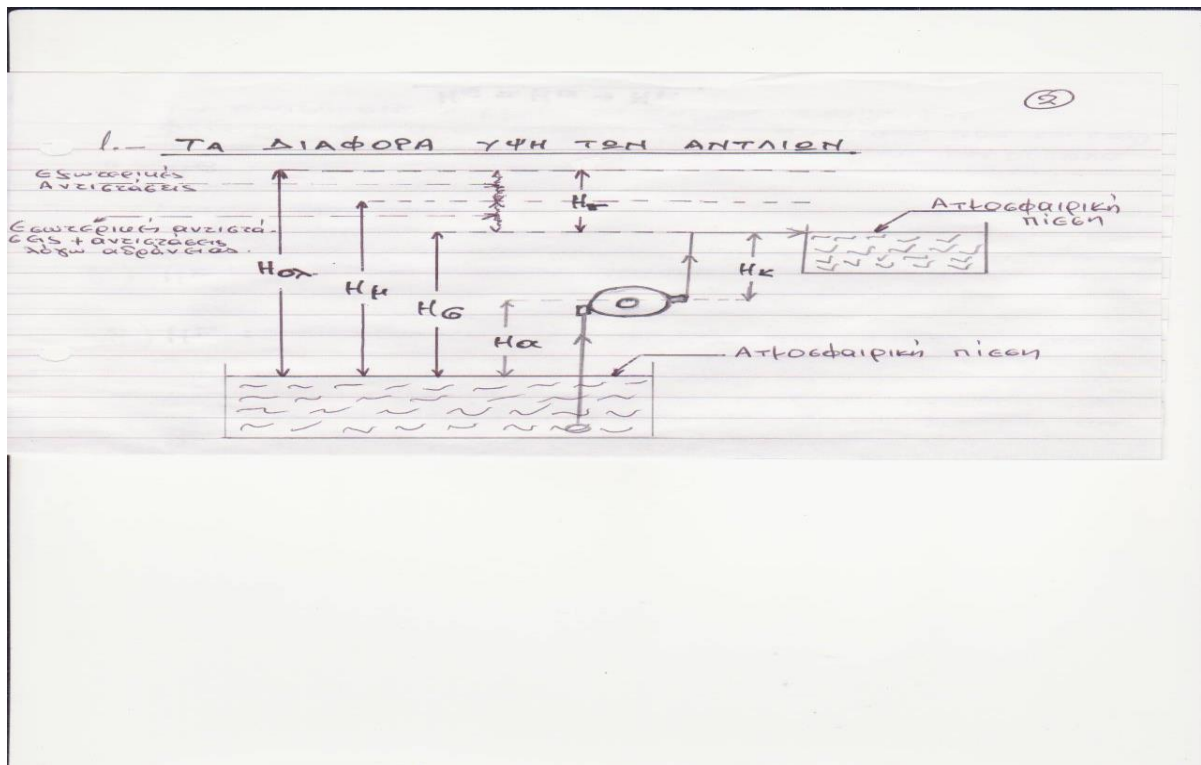
δημιουργούμενου κενού, εισέρχεται καταλαμβάνοντας το κεντρικό της χώρο μεταξύ των

πτερυγίων του στροφείου.Καθώς το στροφείο περιστρέφεται με μεγάλη ταχύτητα εκτινάσσει

το υγρό προς τη περιφέρεια λόγω της φυγόκεντρης δύναμης.

Κάθε αντλία χαρακτηρίζεται από ορισμένα βασικά στοιχεία, που προσδιορίζουν τις ικανότητές της. Τα στοιχεία αυτά είναι: (1) Τα διάφορα ύψη της αντλίας, (2) Η παροχή της, (3) Το έργο της, (4) Οι διάφοροι βαθμοί απόδοσής της, (5) Η ισχύς (η ιπποδύναμη) που απαιτείται για την λειτουργία της.





α) **H<sub>α</sub> : Στατικό ύψος αναρρόφησης:** Είναι η κατακόρυφη απόσταση μεταξύ της στάθμης του υγρού που αναρροφά η αντλία μέχρι το κέντρο του θαλάμου αναρρόφησης της αντλίας.

Το ύψος αυτό μπορεί να έχει αρνητική τιμή εφόσον η αντλία βρίσκεται χαμηλότερα από τη στάθμη του υγρού που αναρροφά.

β) **H<sub>κ</sub> : Στατικό ύψος κατάθλιψης:** Ονομάζεται η κατακόρυφη απόσταση από το θάλαμο κατάθλιψης της αντλίας μέχρι τη στάθμη της δεξαμενής που καταθλίβει.

γ) **H<sub>σ</sub> : Στατικό ύψος:** Είναι το αλγεβρικό άθροισμα των δύο στατικών υψών που προαναφέραμε, δηλαδή,

η κατακόρυφη απόσταση από τη στάθμη της δεξαμενής αναρρόφησης μέχρι τη στάθμη της δεξαμενής κατάθλιψης. **H<sub>σ</sub>=H<sub>α</sub>+H<sub>κ</sub>.**

δ) **H<sub>η</sub> : Υψος αντιστάσεων:** Είναι το σύνολο των αντιστάσεων που αποτελούν εμπόδιο στην κίνηση του υγρού. Διακρίνονται σε εξωτερικές αντιστάσεις **H<sub>εξ</sub>** που αφορούν τα εμπόδια που παρεμβάλλονται κατά τη ροή του υγρού μέσα από τις σωληνώσεις λόγω της κατάστασης και της κατασκευής του δικτύου και τις εσωτερικές αντιστάσεις και τις

αντιστάσεις λόγω αδράνειας των υγρών **Heσ** που αναγκάζονται να κινηθούν τόσο κατά την αναρρόφησή τους όσο και κατά τη κατάθλιψή τους.

Το ύψος των αντιστάσεων σημαίνει ότι για να μετακινήσουμε ένα υγρό δεν αρκεί μόνο να υπερνικήσουμε το ύψος αναρρόφησης και κατάθλιψης αλλά θα πρέπει να υπερνικήσουμε και όλες τις αντιστάσεις που προκαλούνται κατά τη ροή του υγρού.

ε) **Hoλ. : Ολικό Ύψος:** Ονομάζεται το άθροισμα του Στατικού ύψους (Hσ) και του ύψους αντιστάσεων (Hr).

Δηλαδή έχουμε: **Hoλ. = Hσ+Hr** ή **Hoλ. = Ha+Hκ+Hr**

στ) **Hμ: Μανομετρικό Ύψος:** Το μανομετρικό ύψος είναι η διαφορά του Ολικού ύψους αντιστάσεων Hoλ. μείον τις εξωτερικές αντιστάσεις Heξ, δηλαδή, τις αντιστάσεις στη ροή του ρευστού που δημιουργούνται κατά την κίνησή του μέσα από τις σωληνώσεις. Το μανομετρικό ύψος αφορά επομένως την ίδια την αντλία και παρέχεται κάθε φορά από τον κατασκευαστή της σαν μέγεθος των ικανοτήτων της

## **2.2 ΠΑΡΟΧΗ (Q) ΤΩΝ ΑΝΤΛΙΩΝ**

Με τον όρο «παροχή» των αντλιών εννοούμε τη ποσότητα (τον όγκο) του υγρού που η αντλία καταθλίβει στη μονάδα του χρόνου.

Η παροχή των αντλιών διακρίνεται σε **Θεωρητική (Qθ)** και σε **Πραγματική (Qπ)**

Μονάδα μέτρησης της παροχής είναι τα **m<sup>3</sup>/ώρα** ή **liters/λεπτό**.

### **Θεωρητική Παροχή της Αντλίας (Qθ)**

Είναι η παροχή της αντλίας που έχει υπολογίσει ο κατασκευαστής της με βάση τα κατασκευαστικά της χαρακτηριστικά και ο υπολογισμός της γίνεται με βάση τα χαρακτηριστικά αυτά και είναι διαφορετικός για κάθε τύπο αντλίας. Συνήθως δίνεται από τον κατασκευαστή της.

Για μια Εμβολοφόρο παλινδρομική αντλία απλής ενέργειας η Θεωρητική παροχή μπορεί να υπολογιστεί εύκολα εάν γνωρίζουμε τη διάμετρο και τη διαδρομή του εμβόλου

και τον αριθμό των στροφών/λεπτό (RPM), δίνεται δε από τον τύπο:  $Q_{\theta} = F \cdot s \cdot n \cdot 60$   
 $m^3/\acute{\omega}ρα$

Όπου  $F = \text{επιφάνεια του Εμβόλου} = \frac{\pi d^2}{4} (m^2)$

$S = \text{διαδρομή εμβόλου (m)}$

$n = \text{rpm (στροφές/λεπτό)}$

Εάν πρόκειται για εμβολοφόρο παλινδρομική αντλία διπλής ενέργειας ισχύει ο πιο πάνω τύπος

επί (x) 2 , αφού αφαιρεθεί ο όγκος του βάρους του εμβόλου από έναν εμβολισμό.

Όπως προαναφέραμε ο υπολογισμός της θεωρητικής παροχής των αντλιών διαφέρει ανάλογα με τον τύπο της αντλίας και τα κατασκευαστικά της χαρακτηριστικά.

Μπορεί όμως ακόμη να υπολογιστεί εάν γνωρίζουμε τη διατομή της σωλήνας αναρρόφησής της ( $F_a$ ) και την ταχύτητα του υγρού ( $U_a$ ) τη στιγμή της εισαγωγής του στην αντλία.

Η σχέση που ισχύει για τον υπολογισμό αυτό προκύπτει από την εξίσωση της συνέχειας της ροής, δηλαδή,  $Q_{\theta} = F_a \cdot U_a$

### **Πραγματική Παροχή της Αντλίας ( $Q_{\pi}$ )**

Η πραγματική παροχή της αντλίας είναι ένα από τα βασικότερα χαρακτηριστικά της αντλίας που προσδιορίζουν την λειτουργική της κατάσταση. Ο περισσότερο ασφαλής τρόπος καταμέτρησης της πραγματικής παροχής μιας αντλίας είναι να μετρήσουμε την ποσότητα που καταθλίβει η αντλία σε μία δεξαμενή σε συγκεκριμένο χρονικό διάστημα. Μπορεί όμως να υπολογιστεί επίσης αν γνωρίζουμε την διατομή του αγωγού κατάθλιψης της αντλίας και την ταχύτητα του υγρού στη συγκεκριμένη διατομή. Δηλαδή θα ισχύει πάλι η εξίσωση της συνέχειας της ροής του υγρού σε οχετό  $Q = F \cdot U$ , Οπότε θα έχουμε:  
 $Q_{\pi} = F_k \cdot U_k$

Την ταχύτητα του υγρού μέσα στις σωληνώσεις την μετράμε σε μέτρα/δευτερόλεπτο (m/sec) και για τη μέτρησή της χρησιμοποιούμε κατάλληλους μετρητές της ταχύτητας ροής του υγρού.

Εφόσον η παροχή της αντλίας δίνεται συνήθως σε  $m^3/ώρα$  , θα πρέπει να γίνει και η αντίστοιχη αναγωγή της ταχύτητας σε μονάδες μέτρησης που έχει ο μετρητής της ταχύτητας του ρευστού ή αντίστροφα.

### **2.3 ΕΡΓΟ ΤΩΝ ΑΝΤΛΙΩΝ**

Με τον όρο **έργο** που παράγει μια δύναμη όταν εφαρμόζεται πάνω σ' ένα υλικό σημείο ή σώμα, εννοούμε το γινόμενο του μεγέθους της δύναμης επί την απόσταση της μετατόπισης του σημείου ή του σώματος πάνω στο οποίο εφαρμόζεται.

Με βάση τα παραπάνω και σε ότι αφορά τις αντλίες, το έργο που παράγεται απ' αυτές είναι η δύναμη που ασκούν πάνω σ' ένα ρευστό προκειμένου να το μετακινήσουν από μία θέση σε κάποια άλλη θέση.

Επειδή όμως , όπως έχουμε πεί και προηγούμενα, τη μετακίνηση των ρευστών επηρεάζουν πολλοί παράγοντες όπως για παράδειγμα τα διάφορα ύψη , που στην ουσία είναι οι αντιστάσεις που παρουσιάζονται κατά τη μετακίνηση των ρευστών και που οφείλονται σε διαφορετικούς παράγοντες, π.χ. αντιστάσεις αδράνειας, αντιστάσεις που οφείλονται στα κατασκευαστικά χαρακτηριστικά των αντλιών και λόγω φθοράς τους , ή σε αντιστάσεις εξ αιτίας των εμποδίων που παρουσιάζουν οι αγωγοί (σωληνώσεις) μέσα από τους οποίους πρέπει να περάσουν τα ρευστά, κ.λ.π., γίνεται αντιληπτό ότι όσο μεγαλύτερες είναι οι αντιστάσεις αυτές , τόσο μικρότερο είναι το Ωφέλιμο έργο που μας παρέχουν οι αντλίες αλλά και τόσο μεγαλύτερη είναι η απόκλιση μεταξύ του Θεωρητικού Έργου (Θ.Ε.) και του Ωφέλιμου Έργου (Ω.Ε.)

**Ωφέλιμο Έργο (Ω.Ε.)** μιάς αντλίας είναι το γινόμενο της

πραγματικής παροχής ( $Qπ$ ) x το ειδικό βάρος του υγρού ( $γ$ ) x το Στατικό ύψος ( $Hσ$ )

$$\mathbf{\Omega.Ε. = Qπ \cdot \gamma \cdot H\sigma}$$

**Θεωρητικό Έργο (Θ.Ε.)** μιάς αντλίας είναι το γινόμενο της

θεωρητικής παροχής ( $Q\theta$ ) x το ειδικό βάρος του υγρού ( $\gamma$ ) x το ολικό ύψος αντιστάσεων (Hολ.)

$$\Theta.E. = Q\theta \cdot \gamma \cdot Hολ.$$

Όπως γίνεται αντιληπτό, η διαφορά μεταξύ  $\Theta E$  και  $\Omega E$  σε μία αντλία οφείλεται κατά κύριο λόγο στις αντιστάσεις (Εσωτερικές, Εξωτερικές και αδράνειας) που παρουσιάζονται κατά τη ροή του ρευστού.

Επειδή η αντλία δεν είναι ένα μηχάνημα που μπορεί να κινηθεί αυτοτελώς αλλά χρειάζεται κάποιο άλλο μηχάνημα ή μηχανισμό για να την κινήσει, δηλαδή, κινείται (λειτουργεί) με

**Χορηγούμενο Έργο (X.E.)**, το έργο αυτό μπορεί να παρέχεται ηλεκτρικά (ηλεκτροκινητήρας), μηχανικά (εξαρτημένες αντλίες) ή ηλεκτροϋδραυλικά (υδραυλικά συστήματα). Σε κάθε περίπτωση όμως έχουμε απώλειες ανάλογα με τον τρόπο μετάδοσης της κίνησης και φυσικά την κατάσταση της εγκατάστασης. (Τριβείς, διάφορες απώλειες, φθορές κ.α..)

Άρα απ' όλα τα παραπάνω, προκύπτει ότι το **Χορηγούμενο Έργο (X.E.)** είναι μεγαλύτερο του **Θεωρητικού Έργου (Θ.E.)** το οποίο είναι μεγαλύτερο του **Ωφέλιμου Έργου (Ω.E.)**

Η σχέση που συνδέει τα τρία αυτά έργα έχει να κάνει με τα κατασκευαστικά στοιχεία του κάθε δικτύου, με τη λειτουργική του κατάσταση και με τις συνθήκες λειτουργίας του και αποτελούν τον καθοριστικό παράγοντα προσδιορισμού των **Βαθμών Απόδοσης** της κάθε αντλίας

## **2.4 ΒΑΘΜΟΙ ΑΠΟΔΟΣΗΣ ΤΩΝ ΑΝΤΛΙΩΝ**

Κατά τη λειτουργία των αντλιών προκύπτουν διάφορες απώλειες που σαν αποτέλεσμα έχουν, το αποδιδόμενο πραγματικό έργο από την αντλία ( $\Omega.E.$ ) να είναι μικρότερο από το έργο που της παρέχεται στον κινητήριο άξονά της ( $X.E.$ ).

Οι απώλειες αυτές διαφέρουν μεταξύ τους ως προς τις αιτίες που τις προκαλούν, και προσδιορίζονται αντίστοιχα από τους διάφορους **βαθμούς απόδοσης της αντλίας**.

Έτσι λοιπόν οι βαθμοί απόδοσης της αντλίας διακρίνονται ως εξής:

### **α) Ο Ογκομετρικός Βαθμός Απόδοσης ( $n_v$ )**

Εκφράζει τις εσωτερικές απώλειες της αντλίας που κυρίως οφείλονται σε κατασκευαστικές απαιτήσεις ή σε φθορά των σταθερών και των κινουμένων εξαρτημάτων της αντλίας με συνέπεια την αύξηση των διακένων μεταξύ των κινουμένων μερών ή μεταξύ των κινουμένων μερών και των σταθερών μερών (κέλυφος) της αντλίας. Με συνέπεια, αντί το υγρό που αναρροφάται να οδηγείται στον θάλαμο της κατάθλιψης της αντλίας, μέρος απ' αυτό επιστρέφει.

### **β) Ο Υδραυλικός βαθμός Απόδοσης ( $n_h$ )**

Εκφράζει τις υδραυλικές απώλειες λόγω της ροής (οριακά στρώματα, δευτερεύουσα ροή, απώλεια στήριξης, κλπ)

### **γ) Ο Μηχανικός Βαθμός Απόδοσης ( $n_m$ )**

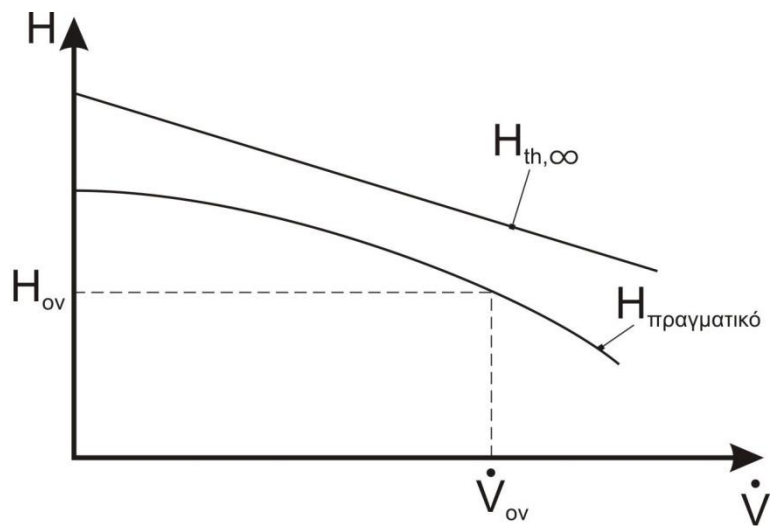
Εκφράζει τις μηχανικές απώλειες λόγω της μετάδοσης της κίνησης (π.χ τριβές στα έδρανα ολίσθησης).

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3<sup>ο</sup>

### ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΔΙΚΤΥΟΥ ΠΛΟΙΟΥ

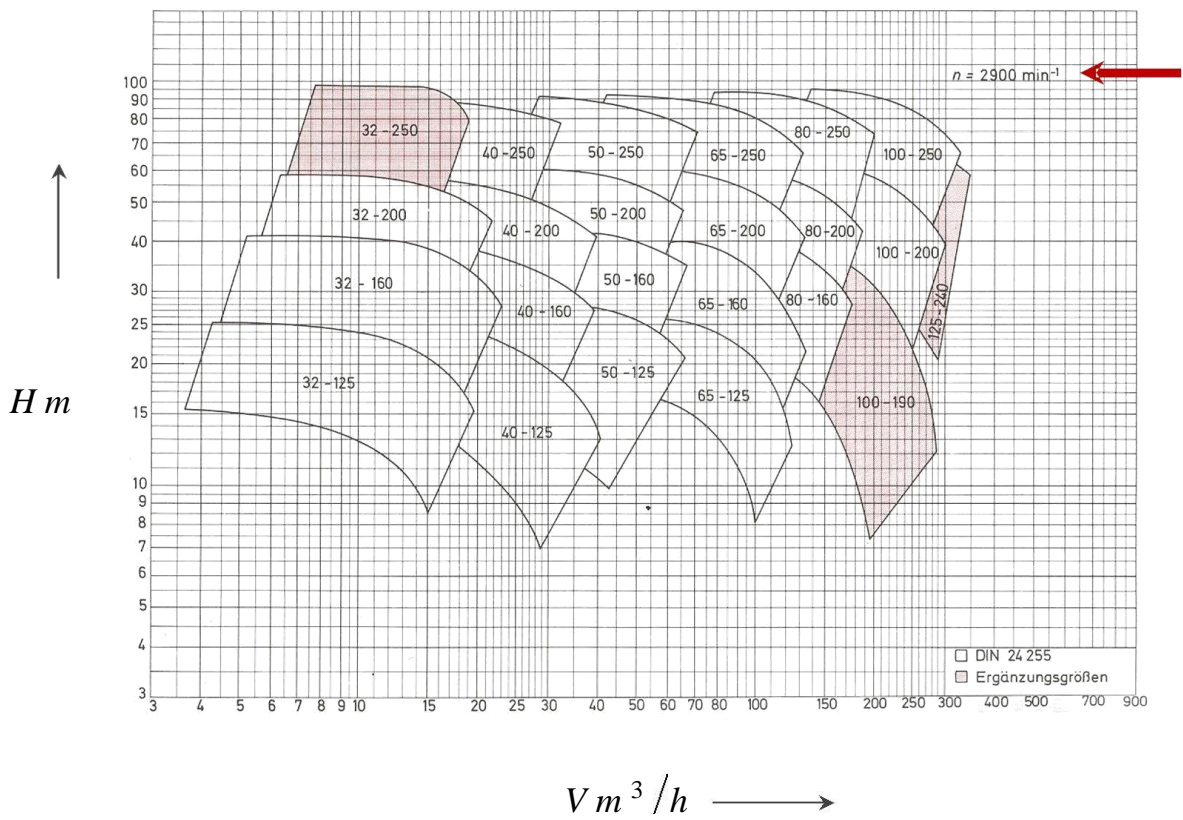
#### 3.1 ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΥ ΑΝΤΛΙΑΣ

Η *χαρακτηριστική* μίας αντλίας είναι η σχέση ανάμεσα στην *ογκομετρική παροχή* και το *μανομετρικό* της, για δεδομένη περιστροφική ταχύτητα. Το *μανομετρικό* μπορεί να εκφραστεί σε μονάδες πίεσης, ύψους στήλης υγρού ή ειδικού έργου, είναι δε αύξουσα συνάρτηση της περιστροφικής ταχύτητας. Η αντλία αποδίδει στο δίκτυο ωφέλιμη υδραυλική ισχύ ίση με το γινόμενο της ογκομετρικής παροχής επί το *μανομετρικό* (σε μονάδες πίεσης). Η θεωρητική μορφή της χαρακτηριστικής προκύπτει από την ανάλυση Euler, η οποία προϋποθέτει άπειρο αριθμό απείρως λεπτών πτερυγίων, καθώς και μηδενικές απώλειες ενέργειας. Η προκύπτουσα μορφή της θεωρητικής χαρακτηριστικής είναι ευθεία γραμμή με φθίνουσα κλίση (Σχήμα 1). Σε σύγκριση προς τη θεωρητική χαρακτηριστική, η απόκλιση της πραγματικής χαρακτηριστικής οφείλεται: (α) στην παρουσία πεπερασμένου αριθμού πτερυγίων στην πτερωτή, (β) στην ύπαρξη επιμέρους απωλειών (υδραυλικές, μηχανικές και ογκομετρικές), οι οποίες συντίθενται στον συνολικό βαθμό απόδοσης της αντλίας. Ο σχεδιασμός μιας αντλίας βελτιστοποιείται για μέγιστο βαθμό απόδοσης στο *ονομαστικό σημείο λειτουργίας*. Στο Σχήμα 1 παρουσιάζεται η μορφή μίας τυπικής χαρακτηριστικής φυγοκεντρικής αντλίας. Για την επιλογή της αντλίας που θα εξυπηρετήσει ένα δίκτυο χρησιμοποιούνται τα διαγράμματα επιλογής των κατασκευαστών, στα οποία, για συγκεκριμένη περιστροφική ταχύτητα, παρατίθενται τμήματα της χαρακτηριστικής περί το ονομαστικό σημείο λειτουργίας, δηλαδή στην περιοχή του μέγιστου βαθμού απόδοσης (Σχήμα 2).



**Σχήμα 1.** Σχηματική απεικόνιση θεωρητικής και πραγματικής χαρακτηριστικής φυγοκεντρικής αντλίας, για δεδομένη περιστροφική ταχύτητα.

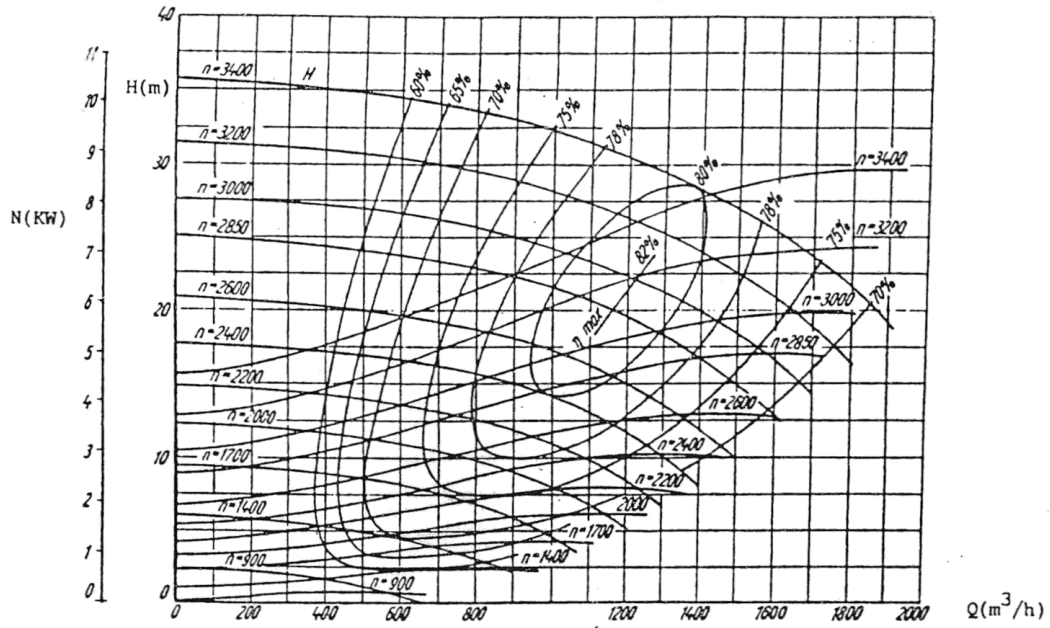




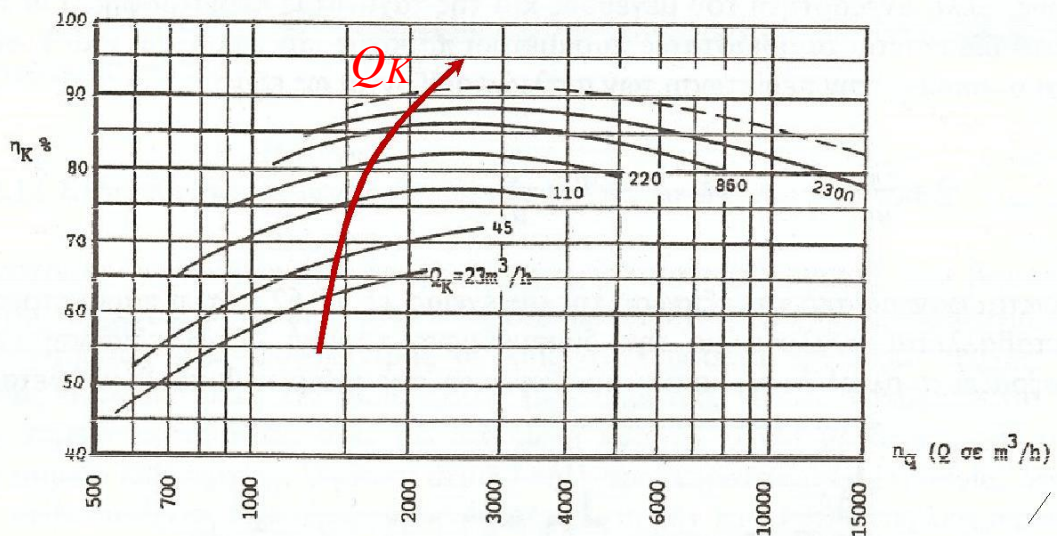
**Σχήμα 2.** Τυπικό διάγραμμα επιλογής φυγοκεντρικών αντλιών, για περιστροφική ταχύτητα  $n=2900$  RPM [1].

Με μεταβολή του αριθμού στροφών, μεταβάλλεται η χαρακτηριστική της αντλίας, και συνεπώς καί η καμπύλη της ωφέλιμης υδραυλικής ισχύος (Σχήμα 3). Επιπλέον, ως απόρροια της απομάκρυνσης από το ονομαστικό σημείο λειτουργίας, ελαττώνεται ο βαθμός απόδοσης. Έτσι, θεωρώντας ως ανεξάρτητες μεταβλητές την ογκομετρική παροχή και το μανομετρικό, η συνάρτηση του βαθμού απόδοσης αποτυπώνεται στο επίπεδο των μεταβλητών από ισοϋψείς καμπύλες (βρόγχους), βλ. Σχήμα 3.

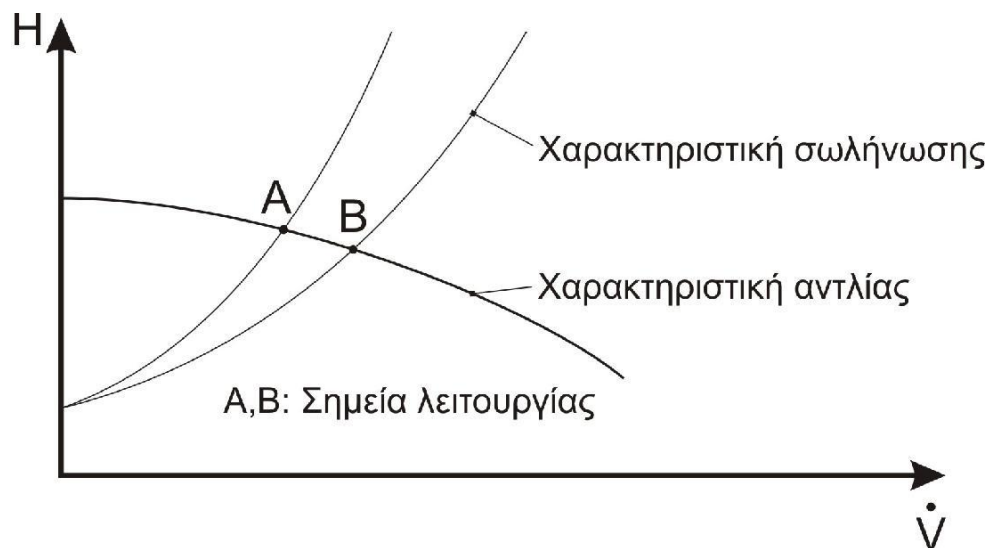
Στο ονομαστικό σημείο λειτουργίας, ο βαθμός απόδοσης καλοσχεδιασμένων φυγοκεντρικών αντλιών είναι αύξουσα συνάρτηση της ογκομετρικής παροχής, ενώ παρουσιάζει σημαντική εξάρτηση και από τον τύπο της περωτής. Η βασική αδιάστατη παράμετρος που καθορίζει τον τύπο της περωτής είναι ο ειδικός αριθμός στροφών. Στο Σχήμα 4 αποτυπώνεται η εξάρτηση του βαθμού απόδοσης από τον ειδικό αριθμό στροφών με παράμετρο την ογκομετρική παροχή, όπως αυτή προκύπτει από τη στατιστική ανάλυση ενός μεγάλου αριθμού φυγοκεντρικών αντλιών. Στο Σχήμα 4 καταδεικνύεται η υπεροχή των αντλιών μικτής ροής σε σύγκριση με τις αξονικές και τις ακτινικές αντλίες, αναφορικά με τον βαθμό απόδοσης.



Σχήμα 3. Τυπικές καμπύλες μανομετρικού και ωφέλιμης υδραυλικής ισχύος για διαφορετικές ταχύτητες περιστροφής, και βρόγχοι σταθερού βαθμού απόδοσης [2].



Η επιλογή της αντλίας που θα εξυπηρετήσει ένα δίκτυο προϋποθέτει τον υπολογισμό της απαίτησης του δικτύου σε μανομετρικό. Η απαίτηση του δικτύου σε μανομετρικό συναρτῆσει της παροχής συνιστά τη *χαρακτηριστική του δικτύου*. Η εν λόγω απαίτηση αυξάνεται με το τετράγωνο της παροχής, αύξηση η οποία οφείλεται σχεδόν αποκλειστικά στην αντίστοιχη αύξηση των υδραυλικών απωλειών (τοπικών και μήκους) με την παροχή. Το σημείο λειτουργίας προκύπτει ως η τομή των χαρακτηριστικών της αντλίας και του δικτύου, βλ. Σχήμα 5. Σε ένα δίκτυο, η πραγματική παροχή μπορεί να ρυθμιστεί με χρήση στραγγαλισμού, η οποία ισοδυναμεί με μετατόπιση προς τα αριστερά της χαρακτηριστικής του δικτύου, κατά συνέπεια καί του σημείου λειτουργίας (Σχήμα 5).



**Σχήμα 5.** Σχηματική απεικόνιση χαρακτηριστικών αντλίας και δικτύου. Το σημείο λειτουργίας προκύπτει ως η τομή των δύο χαρακτηριστικών.

## 3.2 Παραδείγματα Υπολογισμού

### *Παράδειγμα (2) βιβλίου μηχανικής ρευστών (σελίδα 441)*

Να υπολογισθεί το ολικό ύψος και η αποδιδόμενη στο νερό ισχύς της αντλίας του σχήματος 11.1δ αν η παροχή είναι  $220\text{m}^3/\text{h}$ , η διάμετρος του σωλήνα αναρροφήσεως  $140\text{mm}$  και του σωλήνα καταθλίψεως  $120\text{mm}$ . Οι σωλήνες είναι από γαλβανισμένο σίδηρο. Η αναρρόφηση περιλαμβάνει βαλβίδα ανεπίστροφης και η κατάθλιψη, εκτός από την καμπύλη γωνία  $90^\circ$ , βαλβίδα ανεπίστροφης και συρταρωτή βαλβίδα.

#### *Λύση :*

**Διερεύνηση:** Το σύστημα αντλήσεως ξεκινά από το σημείο 1 (ελεύθερη επιφάνεια της δεξαμενής αναρροφήσεως) και συνεχίζεται ως το σημείο 2 (έξοδος του σωλήνα καταθλίψεως). Σημειώνουμε ότι η δεξαμενή κάτω από το σωλήνα καταθλίψεως, δεν επηρεάζει ενεργειακά την αντλία. (Για σχήμα βλέπε σελ. 441-Σχ. 11.1δ.)

Από το σχήμα θα προκύψει το στατικό ύψος καθώς και τα μήκη των σωληνών αναρροφήσεως και καταθλίψεως. Σύμφωνα με την εκφώνηση και το σχήμα υπάρχουν τοπικές απώλειες, τους συντελεστές των οποίων υπολογίζουμε με την βοήθεια των πινάκων 5.5.1 και 5.5.4 του Πέμπτου Κεφαλαίου:

Στην αναρρόφηση υπάρχει έξοδος από δεξαμενή και βαλβίδα ανεπίστροφης.

Στην κατάθλιψη υπάρχει καμπύλη γωνία, συρταρωτή βαλβίδα και βαλβίδα ανεπίστροφης.

Το υγρό είναι νερό σε θερμοκρασία περιβάλλοντος και οι δύο σωλήνες έχουν  $\varepsilon=0,00015$  (Πίνακας 5.4.2). Άρα το πρόβλημα διαμορφώνεται ως εξής:

(Βλέπε δεδομένα προβλήματος σελίδα 442)

**Βήμα 1<sup>ο</sup> :** Θα υπολογίστουν τα ύψη των απωλειών στην αναρρόφηση και στην κατάθλιψη. Καθώς και το ολικό ύψος.

**Βήμα 2<sup>ο</sup> :** Θα υπολογιστεί το αποδιδόμενο ύψος

**Βήμα 3<sup>ο</sup> :** Θα γίνει υπολογισμός της αποδιδόμενης ισχύος.

### **Παρατηρήσεις :**

- 1 . Οι απώλειες στην αναρρόφηση είναι αξιόλογες (το 18% των ολικών απωλειών) επειδή η αντλία απέχει αρκετά από τη δεξαμενή αναρροφήσεως και ο σωλήνας καταθλίψεως δεν έχει μεγάλο μήκος.
- 2 . Παρά τη σχετικά μεγάλη ταχύτητα εξόδου, μόνο το 5.5% του αποδιδόμενου ύψους της αντλίας μετατρέπεται σε ύψος κινητικής ενέργειας. Το 41% μετατρέπεται σε ύψος δυναμικής ενέργειας (στατικό ύψος) και το υπόλοιπο 53.5% αντιμετωπίζει το ύψος απωλειών.
3. Αν θεωρούσαμε τις τοπικές απώλειες αμελητέες, θα προέκυπταν τα ακόλουθα αποτελέσματα :  $H_0=20.2\text{m}$  ,  $P_0=12.1\text{m}$  . Παρατηρούμε ότι υπάρχει σημαντική απόκλιση. Γενικά, όσο πιο μικρό είναι το μήκος των σωληνώσεων και πιο μεγάλες οι διάμετροι, τόσο αυξάνει ο ρόλος των τοπικών απωλειών. Αυτές μπορούν να θεωρηθούν αμελητέες για σωλήνες μεγάλου μήκους και μικρής διαμέτρου (και φυσικά για μικρούς συντελεστές  $K$ )
- 4 . Είναι προφανές ότι η διερεύνηση του προβλήματος γίνεται λόγους κατανοήσεως και κατά συνέπεια, δεν αποτελεί αναγκαίο τμήμα επιλύσεως.

### ***Παράδειγμα (4) βιβλίου μηχανικής ρευστών (σελίδα 541)***

Αντλία με χαρακτηριστικές καμπύλες του σχήματος 13.4ε , μεταφέρει νερό σε απόσταση 150 m και σε υψομετρική διαφορά 6 m. Η αντλία λειτουργεί στις 1600 rpm. Η κατάθλιψη είναι από ασφατωμένο χυτοσίδηρο διαμέτρου 15 cm. Να υπολογισθούν η παροχή, η αξονική και η αποδιδόμενη ισχύς και ο βαθμός απόδοσης της αντλίας. Οι απώλειες στην αναρρόφηση και οι δευτερεύουσες απώλειες να θεωρηθούν αμελητέες.

### ***Λύση***

Δεδομένα και ζητούμενα καθώς και τα σχήματα τις άσκησης σελίδες (541-542-543)

- A) Επιλέγουμε την καμπύλη Q-H που αντιστοιχεί στις 1600rpm : καμπύλη (1)  
B) Κατασκευάζουμε τη χαρακτηριστική καμπύλη του συστήματος : Δίνουμε τις τιμές στο Q και από την εξίσωση Bernoulli παίρνουμε αντίστοιχες τιμές του H.  
Κατά τον ίδιο τρόπο εργαζόμαστε και για άλλες τιμές του Q συντάσσοντας τον

παρακάτω πίνακα. (Βλέπε σελίδα 543).

Παιρνάμε τα στοιχεία στο διάγραμμα Q-H και ενώνοντας το, σχεδιάζουμε την χαρακτηριστική του συστήματος. (σχ 13.4. στ)

Γ) Η τομή των καμπυλών της αντλίας (1) και του συστήματος αποτελεί το σημείο λειτουργίας του συστήματος αντλήσεως.

Δ) Από το διάγραμμα υπολογίζουμε τα ζητούμενα.

## ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Πολλαπλά είναι τα οφέλη και τα χρήσιμα συμπεράσματα που προκύπτουν από την διεξαγωγή της εν λόγω εργασίας.

Συμπερασματικά θα μπορούσαμε να πούμε πως ο υπολογισμός έρματος πλοίου αποτελεί μία σημαντική και άκρως απαιτητική εργασία καθοριστική για την ευστάθεια του πλοίου καθώς και για την ασφάλεια του πληρώματος, με ιδιαίτερες απαιτήσεις οι οποίες βέβαια καθορίζονται σε μεγάλο βαθμό από το είδος του φορτίου καθώς και από τη κατηγορία του πλοίου. Οι αντλίες που χρησιμοποιήθηκαν είναι καθαρά φυγοκεντρικές για την τοποθέτηση και ισορρόπηση του έρματος στην εν λόγω περίπτωση. Ο σωστός υπολογισμός των αντλιών είναι καθοριστικός διότι με αυτό τον τρόπο ελέγχεται σωστά η τοποθέτηση του έρματος άρα η σωστή ναυπηγική συμπεριφορά του πλοίου γεγονός που βοηθά σημαντικά και σε άλλες παραμέτρους ναυπηγικής ασφάλειας.



## Βιβλιογραφία

1. <https://el.wikipedia.org/wiki/%>
2. <https://eclass.teiath.gr/modules/video/file.php?course=NAFP100&id=168>
3. <http://nefeli.lib.teicrete.gr/browse/stef/mhx/2014/PanerasAnastasios/attached-document-1410623917-854807-22022/PanerasAnastasios2014.pdf>
4. <https://diktyothalassa.files.wordpress.com/2013/02/ploia-thalasiarypansi.pdf>
5. Βιβλίο Μηχανικής Ρευστών (Ίδρυμα Ευγενίδου)

## **Περιεχόμενα**

Περίληψη... .. 3

ABSTRACT.. .. 4

Πρόλογος ... .. 5

### **Κεφάλαιο 1<sup>ο</sup> (Γενικά χαρακτηριστικά)**

1.1 Μέρη του πλοίου ... .. 6

1.2 Βασικές έννοιες ... .. 8

1.3 Έρμα πλοίου ... ..13

### **Κεφάλαιο 2<sup>ο</sup> (Αντλίες)**

2.1 Τύποι αντλιών ... .. 14

2.2 Παροχή (Q) των αντλιών ... .. 18

2.3 Έργο των αντλιών ... ..20

2.4 Βαθμοί απόδοσης των αντλιών ... .. 22

### **Κεφάλαιο 3<sup>ο</sup> (Υπολογισμός δικτύου πλοίου)**

3.1 Εφαρμογή Υπολογισμού Αντλίας ... .. 23

3.2 Παραδείγματα Υπολογισμού... .. 29

Συμπεράσματα... .. 32

Βιβλιογραφία ... ..33