



**Πανεπιστήμιο Δυτικής Αττικής
Σχολή Μηχανικών
Τμήμα Μηχανολόγων Μηχανικών**

Διπλωματική Εργασία

**ΜΕΛΕΤΗ ΙΔΙΑΙΤΕΡΩΝ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΩΝ ΤΩΝ ΑΝΤΛΙΩΝ ΠΟΥ
ΧΡΗΣΙΜΟΠΟΙΟΥΝΤΑΙ ΣΤΗΝ ΣΥΓΧΡΟΝΗ ΝΑΥΤΙΛΙΑ ΚΑΙ
ΔΙΕΡΕΥΝΗΣΗ ΤΩΝ ΕΦΑΡΜΟΓΩΝ ΤΟΥΣ.**

**STUDY OF SPECIFIC CHARACTERISTICS OF PUMPS USED IN
MODERN SHIPPING AND INVESTIGATION OF THEIR
APPLICATIONS**

Μπούχαλης Κωνσταντίνος Α.Μ.: 47700

Επιβλέπων Καθηγητής Ιωάννης Σαρρής,

Αθήνα 13/10/2023

Η Τριμελής Εξεταστική Επιτροπή

Ο Επιβλέπων Καθηγητής

Ιωάννης Σαρρής

Γεώργιος Σοφιάδης

Ευάγγελος Καρβέλας

ΔΗΛΩΣΗ ΣΥΓΓΡΑΦΕΑ ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ

Ο υπογράφων Μπούχαλης Κωνσταντίνος του Παναγιώτη, με αριθμό μητρώου 47700 φοιτητής του Τμήματος Μηχανολόγων Μηχανικών της Σχολής Μηχανικών του Πανεπιστημίου Δυτικής Αττικής, δηλώνω υπεύθυνα ότι:

«Είμαι συγγραφέας αυτής της διπλωματικής εργασίας και κάθε βοήθεια την οποία είχα για την προετοιμασία της είναι πλήρως αναγνωρισμένη και αναφέρεται στην εργασία. Επίσης, οι όποιες πηγές από τις οποίες έκανα χρήση δεδομένων, ιδεών ή λέξεων, είτε ακριβώς είτε παραφρασμένες, αναφέρονται στο σύνολό τους, με πλήρη αναφορά στους συγγραφείς, τον εκδοτικό οίκο ή το περιοδικό, συμπεριλαμβανομένων και των πηγών που ενδεχομένως χρησιμοποιήθηκαν από το διαδίκτυο. Επίσης, βεβαιώνω ότι αυτή η εργασία έχει συγγραφεί από μένα αποκλειστικά και αποτελεί προϊόν πνευματικής ιδιοκτησίας τόσο δικής μου, όσο και του Ιδρύματος.

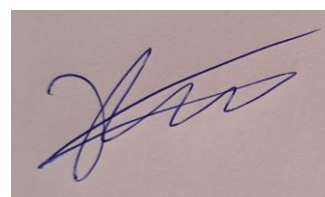
Παράβαση της ανωτέρω ακαδημαϊκής μου ευθύνης αποτελεί ουσιώδη λόγο για την ανάκληση του διπλώματός μου».

Ημερομηνία

13/10/2023

Ο Δηλών

Κ. Μπούχαλης



ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Η παρούσα εργασία εξετάζει τις αντλίες - ρευστοδυναμικές μηχανές που χρησιμοποιούνται στην σύγχρονη ναυτιλία και παραθέτει πραγματικά παραδείγματα – ασκήσεις των εφαρμογών τους. Η επιλογή του θέματος πραγματοποιήθηκε προκειμένου να αναλύσει την διαχρονική εξέλιξη και συνεισφορά που έχουν χαρίσει στην ναυτιλία οι αντλίες με την πλειάδα των εφαρμογών τους.

Η διπλωματική εργασία υλοποιήθηκε μετά από μια μακρά βιβλιογραφική ανασκόπηση που αποτελείτε από μία σειρά επιστημονικών Βιβλίων, επιστημονικών άρθρων καθώς και προηγούμενων μελετών που καταπιάστηκαν με το συγκεκριμένο θέμα και εξελίσσεται με την ακόλουθη διάρθρωση:

Στο **1° Κεφάλαιο** πραγματοποιείτε μια ιστορική αναδρομή τόσο των ρευστοδυναμικών μηχανών όσο και της ναυτιλίας, παρουσιάζοντας την εξέλιξη που σημείωσαν στο πέρασμα των χρόνων.

Στο **2° Κεφάλαιο** η εργασία μας εισαγάγει στην αρχή λειτουργίας των αντλιών στους ορισμούς και τα τεχνικά χαρακτηριστικά του, καθώς αναφέρεται και στην κατηγοριοποίηση των διαφορετικών τύπων.

Στο **3° Κεφάλαιο** η εργασία εμβαθύνει στις χαρακτηριστικές – ιδιαίτερες εφαρμογές που έχουν οι αντλίες στην σύγχρονη ναυτιλία αναλύοντας τις απαιτήσεις και εφαρμογές που πραγματοποιούν.

Στο **4° Κεφάλαιο** η εργασία εμβαθύνει σε ασκήσεις και συγκρίσεις των εφαρμογών των αντλιών στην σύγχρονη ναυτιλία προκειμένου να γίνει βαθύτερα κατανοητή η βαρύτητα της χρήσης τους και με απώτερο σκοπό να διερευνηθούν συμπεράσματα των εφαρμογών τους.

Στο **5° Κεφάλαιο** η διπλωματική εργασία καταλήγει σε συμπεράσματα που πηγάζουν από την σύνοψη όλων των προηγούμενων κεφαλαίων καθώς και αναφέρεται στις μελλοντικές εξελίξεις που απορρέουν από τις σύγχρονες τεχνολογικές εξελίξεις.

Η εργασία ολοκληρώνεται με την διατύπωση της βιβλιογραφικής ανασκόπησης.

This thesis examines the pumps - fluid dynamic machines used in modern shipping and provides real examples - exercises of their applications. The choice of the topic was made in order to analyse the evolution over time and the contribution that pumps have given to shipping with their multitude of applications.

The thesis was implemented after a long literature review consisting of a series of scientific books, scientific articles and previous studies that dealt with this topic and is developed with the following structure:

In **Chapter 1** a historical review of both fluid dynamic machines and shipping is carried out, presenting the evolution they have made over the years.

In **Chapter 2** the paper introduces us to the principle of operation of pumps in its definitions and technical characteristics, as well as refers to the categorization of the different types.

In **Chapter 3** the thesis delves into the characteristic - specific applications that pumps have in modern shipping by analyzing the requirements and applications they perform.

In **Chapter 4** the thesis delves into exercises and comparisons of the applications of pumps in modern shipping in order to gain a deeper understanding of the importance of the pumps and with the ultimate aim of exploring conclusions of their applications.

In **Chapter 5** the thesis concludes with conclusions that stem from the summary of all the previous chapters and refers to future developments resulting from modern technological advances.

The thesis concludes with the formulation of the literature review.

Λέξεις Κλειδιά: Αντλίες, Ναυτιλία, Ρευστοδυναμικές μηχανές, πλοία, παλινδρομικές και φυγοκεντρικές αντλίες, παραδείγματα.

Keywords: Pumps, Shipping, Fluid Dynamic Machines, Ships, Vessels, reciprocating and centrifugal pumps, Examples.

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

Κεφάλαιο	8
1.1. Εισαγωγή	8
1.2. Ιστορική Αναδρομή των αντλιών	9
1.3. Ιστορική Αναδρομή στη ναυτιλία	11
1.4. Στις μέρες μας	13
2. Κεφάλαιο	15
2.1. Κατάταξη – Διαχωρισμός αντλιών	15
2.2. Βασικές έννοιες και ορισμοί	19
2.3. Χαρακτηριστικά στοιχεία των αντλιών	25
2.4. Σύνδεση αντλιών,	34
2.5. Χαρακτηριστικές καμπύλες αντλιών	38
2.6. Αντλίες και Επιλογή Λειτουργίας	43
3. Κεφάλαιο	48
3.1. Αντλίες στην ναυτιλία	48
3.2. ΙΔΙΑΙΤΕΡΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ	56
4. Κεφάλαιο	58
4.1. Εφαρμογές και παραδείγματα	58
5. Κεφάλαιο	80
5.1. Το μέλλον και ενεργειακή απόδοση	80
5.2. Συμπεράσματα	82
6. Βιβλιογραφία	85
7. Παραρτήματα	87

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ ΕΙΚΟΝΩΝ

EIKONA 1: ΔΥΝΑΜΙΚΕΣ Η ΚΙΝΗΤΟΥ ΤΥΠΟΥ ΑΝΤΛΙΕΣ	17
EIKONA 2: Θετικής εκτοπίσεως η στατικού τύπου	18
EIKONA 3 Σύνδεση σε σειρά.....	34
EIKONA 4 σύνδεση αντλιών παράλληλα	36
EIKONA 5 Καμπύλη H-Q	38
EIKONA 6 Καμπύλη ισχύος Εισόδου – Παροχής	39
EIKONA 7: Καμπύλη Απόδοσης – Παροχής.....	40
EIKONA 8: Καμπύλη (NPSHR-Q)	41
EIKONA 9 Σύστημα FiFi	48
EIKONA 10 Παράμετροι συστήματος FiFi	49
EIKONA 11: Σύστημα πυρόσβεσης σε λειτουργία	49
EIKONA 12: Σύστημα Ballast.....	50
EIKONA 13: Αντλία υψηλής πίεσης τύπου SULZER.....	51
EIKONA 14: vessel oil water separator.....	52
EIKONA 15: Bilge water separator	52
EIKONA 16: Τυπική αντλία λυμάτων σκάφους	53
EIKONA 17: Σύστημα λίπανσης και κύρια μηχανή μικρού πλοίου.....	54
EIKONA 18: τυπικό απλουστευμένο σχεδιάγραμμα κυκλοφορίας γλυκού νερού σε σκάφος.....	55

ΠΑΡΕΛΚΟΜΕΝΑ

Table 1 Εκλογή ταχύτητας ροής με βάση την παροχή Q.....	87
Table 2 Πίνακας εκλογής ταχύτητας ροής για διάφορα υγρά.....	87
Table 3 Τυποποίηση χαλυβδοσωλήνων ελληνικού εμπορίου, βαρέως και ελαφρού τύπου.....	88
Table 4 Παράδειγμα Τυποποίησης Χαλυβδοσωλήνων St. 35.....	89
Table 5 Διάγραμμα υπολογισμού της εσωτερικής διαμέτρου σωλήνων.....	90
Table 6 Απώλειες ύψους σε καινούργιους σωλήνες από χυτοσίδηρο για καθαρό νερό 20 °C.....	91
Table 7 Πίνακας συντελεστών απωλειών ζ για βαλβίδες και εξαρτήματα σωληνώσεων.....	92
Table 8 Διάγραμμα υπολογισμού των απωλειών ύψους σε βαλβίδες και εξαρτήματα.....	93

Κεφάλαιο

1.1. Εισαγωγή

Η σύγχρονη ναυτιλία, ως μια από τις σημαντικότερες βιομηχανίες παγκοσμίως, αντιμετωπίζει συνεχώς νέες προκλήσεις και απαιτήσεις στον τομέα της τεχνολογίας και της απόδοσης. Με την αυξημένη πίεση για βελτιστοποίηση της αποδοτικότητας, τη μείωση του αντίκτυπου στο περιβάλλον και την επίτευξη υψηλών επιδόσεων, οι αντλίες και οι ρευστοδυναμικές μηχανές κατέχουν έναν κρίσιμο ρόλο στην καθημερινή λειτουργία των ναυτιλιακών εφαρμογών.

Η παρούσα διπλωματική εργασία παρουσιάζει μια λεπτομερή μελέτη σχετικά με τις αντλίες που χρησιμοποιούνται στη σύγχρονη ναυτιλία και εξερευνά τις διάφορες εφαρμογές τους. Μέσα από μια ιστορική αναδρομή, την ανάλυση της λειτουργίας τους, και την εξέταση των τεχνικών χαρακτηριστικών τους, αυτή η εργασία εστιάζει στη σημαντικότητα και την ποικιλία των αντλιών στη ναυτιλία. Πέραν της ανάλυσης των εφαρμογών τους στον τομέα αυτό, η έρευνα παρουσιάζει επίσης ασκήσεις και συγκρίσεις για να κατανοήσει πώς οι αντλίες επηρεάζουν την σύγχρονη ναυτιλία και ποια είναι η σημασία τους.

Με την επικέντρωση στην εξέλιξη και τις προοπτικές των αντλιών στον ναυτιλιακό τομέα, αυτή η εργασία αναδεικνύει την συνεχώς μεταβαλλόμενη φύση αυτής της τεχνολογίας και προτείνει πιθανές μελλοντικές εξελίξεις που μπορεί να διαμορφώσουν τον τρόπο με τον οποίο λειτουργούν οι ναυτιλιακές εφαρμογές.

Στο πλαίσιο αυτό, ως εξερευνήσουμε περαιτέρω κάθε κεφάλαιο για να δώσουμε ένα βαθύτερο εικονίδιο της έρευνάς σας και των ανακαλύψεών σας σχετικά με τη σημασία των αντλιών στη σύγχρονη ναυτιλία.

1.2. Ιστορική Αναδρομή των αντλιών

Οι αντλίες αποτελούν ένα από τα πρώτα στοιχεία την μηχανικής που ο άνθρωπος αναγκάστηκε να δημιουργήσει προκειμένου να επιβιώσει, από την αρχαιότητα η εξασφάλιση του νερού αποτελούσε ένα από σημαντικότερα κριτήρια στην επιλογή ενός τόπου ως μόνιμη κατοικία διαβίωσης καθώς αποτελούσε αναγκαία προϋπόθεση στην ανάπτυξη των ανθρώπινων δραστηριοτήτων. Η εφεύρεση των αντλιών έπαιξε καθαρυστικό ρόλο στην ανάπτυξη των πολιτισμών αφού με την χρήση τους κατέστη δυνατή δημιουργία των οργανωμένων πόλεων καθώς εξασφαλιζόταν η απαιτούμενη μεταφορά νερού για την κάλυψη των καθημερινών αναγκών για την ανάπτυξη της γεωργίας – ύδρευση αλλά και άλλων δραστηριοτήτων.

Αν και υπάρχουν πληροφορίες για την ύπαρξη και την χρήση αντλιών από το 7ο αιώνα π. Χ. για το πότισμα των Κρεμαστών Κήπων της Βαβυλώνας, η ιστορικά πρώτη καταγεγραμμένη μορφή αντλίας είναι ο ατέρμονος κοχλίας του Αρχιμήδη (287-212 π.Χ.). Ο κοχλίας του Αρχιμήδη αποτελούταν από έναν ξύλινο άξονα που έφερε περιελίξεις από λεπτά και εύκαμπτα κλαδιά ιτιάς η λυγαριάς συνδεδεμένα το ένα με το άλλο, ώστε να δημιουργείται ένας ατέρμονος κοχλίας ο οποίος εφάπτονταν εσωτερικά ενός ξύλινου κυλίνδρου, η μηχανή αυτή τοποθετούταν με κλίση 30 μοίρες και με την περιστροφή του κοχλίας το εγκλωβισμένο νερό στις σπείρες ανυψωνόταν και έρεε από το στόμιο του ξύλινου κυλίνδρου.

Περίπου την ίδια χρονική περίοδο αναπτύχθηκε η εμβολοφόρος αντλία του κτησιβίου (285-222 π.Χ.). Η διάταξη της αντλίας αυτής αποτελείται από δύο όμοιους κυλίνδρους στο εσωτερικό των οποίων υπάρχουν εμβολα που κινούνται παλινδρομικά με τη βοήθεια μοχλού, οι κύλινδροι που είναι βυθισμένοι σε νερό με την κίνηση των εμβόλων και την υπό πίεση που δημιουργείται στο εσωτερικό των κυλίνδρων αναρροφάται νερό το οποίο ωθείται και μέσω σωλήνα μεταφέρεται έξω από τον χώρο στον οποίο είναι βυθισμένη η αντλία.

Τα δύο αυτά διαφορετικά είδη αντλιών αποδείχτηκαν τόσο αποτελεσματικά που αρχή λειτουργίας τους χρησιμοποιείται μέχρι και της μέρες μας, κατά την διάρκεια των αιώνων, αναπτύχθηκαν διάφορα ειδή αντλιών από τους πολιτισμούς που αναδύθηκαν με τα χρόνια, όπως στην Ρωμαϊκή αυτοκρατορία, του Βυζάντιο, της Ευρώπη της Κίνα αλλά και τον Αραβικό χώρο.

Κατά τη διάρκεια του Μεσαίωνα, οι αντλίες εξελίσσονται στο πλαίσιο της αγροτικής και βιομηχανικής επανάστασης. Οι ανεμιστήρες με ανεμόμυλους και ατμοκίνητες αντλίες αρχίζουν να χρησιμοποιούνται για την άντληση νερού από βαθιά πηγάδια και για την απόσταξη του αλκοόλ.

Στην συνέχεια επικρατεί η μηχανικής επανάστασης, η τεχνολογία των αντλιών εξελίσσεται σημαντικά και οι ατμοκίνητες αντλίες αντικαταστούν σε μεγάλο βαθμό τις ανεμιστήρες και τις χειροκίνητες αντλίες, επιτρέποντας τη μεταφορά μεγάλων ποσοτήτων νερού και υγρών.

Οι απαιτήσεις στην διακίνηση των ρευστών αυξήθηκαν κατακόρυφα με τη βιομηχανική επανάσταση και πλέον δεν περιορίζονταν μόνο στο νερό αλλά τα σύνθετα μηχανήματα που δημιουργήθηκαν εμφανίζοντας έτσι την απαίτηση για μεταφορά διάφορων υγρών διαφορετικής πυκνότητας που μέχρι τότε δεν υπήρχε τέτοια ανάγκη. Στης αρχές του 18ου αιώνα κατασκευάστηκε η πρώτη φυγοκεντρική αντλία και η πρώτη αεραντλία (Ντ. Παπεν 1647-1712).

Το 19ο αιώνα κατασκευάστηκε η πρώτη παλινδρομική αντλία με ατμό από τον Η. Worthington (1860) η αντλία με στρόβιλο Osborne Reynolds (1875).

Αυτή η περίοδος ουσιαστικά σηματοδοτεί και την πραγματική ένταξη των ατμοκίνητων και των αντλιών στη ναυτιλία,

Η εξέλιξη των αντλιών στις μέρες μας έχει γνωρίσει σημαντικές τεχνολογικές βελτιώσεις και εφαρμογές σε διάφορους τομείς. Οι σύγχρονες αντλίες έχουν αναπτυχθεί για να καλύπτουν ευρύ φάσμα αναγκών, από τον τομέα της ύδρευσης και αποχέτευσης έως τη βιομηχανία, την ενέργεια, τη γεωργία την τεχνολογία και την ναυτιλία περισσότερα όμως για αυτό θα πούμε στο επόμενο κεφάλαιο

1.3. Ιστορική Αναδρομή στη ναυτιλία

Η ναυτιλία είναι μια από τις παλαιότερες και σημαντικότερες ανθρώπινες δραστηριότητες, η οποία έχει εξελιχθεί στη διάρκεια αιώνων και έχει συνδέσει τον κόσμο μέσω των θαλασσών. Οι ακριβείς χρονολογικές πληροφορίες για τη δημιουργία του πρώτου πλοίου είναι δύσκολο να καθοριστούν με ακρίβεια, καθώς αυτό συνέβη πολλές χιλιετίες πριν. Ωστόσο, γνωρίζουμε ότι τα πρώτα πλοία κατασκευάστηκαν από διάφορες αρχαίες πολιτισμικές κοινότητες για την ανάγκη μετακίνησης, αλιείας, εμπορίας και ακόμη και για στρατηγικούς λόγους,

Με το πέρασμα των χρόνων είδαν την εξέλιξη των πλοίων σε διάφορες πολιτισμικές περιοχές, όπως την αρχαία Ελλάδα, Αρχαία Αίγυπτος το Ρωμαϊκό Κράτος και τις αραβικές πολιτισμικές κοινότητες. Ταυτόχρονα, πολλές αρχαίες πολιτισμικές κοινότητες σε διάφορα μέρη του κόσμου ανέπτυξαν τη δική τους ναυτική τεχνολογία.

Ακολούθως αναφέρονται οι σημαντικότερες χρονικά στιγμές της ιστορίας όπου διαπιστώνονται και οι κυριότερες εξελίξεις στην ναυτιλία

Προϊστορία:

Η ναυτική δραστηριότητα έχει εμφανιστεί από τις πρώτες ανθρώπινες κοινωνίες. Από το 9.000 π.Χ., όπως μαρτυρούν ευρήματα οψιδιανής κεραμικής από τη Μήλο έως την Αργολίδα, είχε ξεκινήσει η διακίνηση εμπορευμάτων στο Αιγαίο από τους κάτοικους των Κυκλάδων με τα πρώτα πλοία να κατασκευάζονται από ξύλο και να έχουν μακρύ σχήμα για να μπορούν να πλέουν σε ρέματα.

Στη συνέχεια, κατά τη Φοινικική περίοδο (3000-2000 π.Χ.), γνωρίζουμε από ιστορικές πηγές την ύπαρξη πλοίων τα οποία εξυπηρετούσαν για την αλιεία, την εμπορία την εξερεύνηση και κατά καιρούς για στρατιωτικούς λόγους.

Αρχαία Ελλάδα:

Οι αρχαίοι Έλληνες ήταν γνωστοί για τη θαλάσσια δεξιότητα και τις ναυτικές τους ικανότητες. Οι πόλεις-κράτη της Αθήνας, Κόρινθος και της Σπάρτης είχαν ισχυρούς ναυτικούς στόλους που τους βοήθησαν να επεκτείνουν την επιρροή τους στη Μεσόγειο και πέρα από αυτή έως και το 100 π.Χ. όπου η Ρώμη κυριαρχεί στη δυτική Μεσόγειο.

Εξερεύνηση και Ανακαλύψεις:

Η εποχή των ανακαλύψεων στον 15ο και 16ο αιώνα επέφερε μια νέα εποχή στη ναυτιλία. Οι ναυτικοί των μεγάλων ευρωπαϊκών δυνάμεων, όπως η Πορτογαλία, Ολλανδία και η Ισπανία, πραγματοποίησαν αναδρομές στους ωκεανούς και ανακάλυψαν νέα εδάφη για τον τότε γνωστό κόσμο και νέες εμπορικές διαδρομές.

Βιομηχανική Επανάσταση:

Η επανάσταση της βιομηχανίας στον 18ο αιώνα επέφερε καινοτομίες στον τομέα της ναυτιλίας. Η ανάπτυξη των ατμοκινητήρων και η χρήση τους στα πλοία αποτέλεσαν σημαντικό ορόσημο καθώς εκτόξευσε την ναυτιλία.

Παγκόσμιος Πόλεμος και Επιστροφή:

Οι παγκόσμιοι πόλεμοι επηρέασαν σε μεγάλο βαθμό τη ναυτιλία, με τα πλοία να χρησιμοποιούνται για τη μεταφορά στρατευμάτων και εφοδιασμού. Μετά τον Β' Παγκόσμιο Πόλεμο, η ναυτιλία επανήλθε με δύναμη, με την ανάπτυξη μεγαλύτερων και πιο αποδοτικών πλοίων.

Σύγχρονη Ναυτιλία:

Σήμερα, η ναυτιλία συνδέει τις ηπείρους και τους λαούς, επιτρέποντας τη μεταφορά αγαθών, ανθρώπων και πληροφοριών μεταξύ των χωρών. Η ανάπτυξη των εμπορικών, επιβατηγών και επιστημονικών πλοίων σε συνδυασμό με την τεχνολογική πρόοδο στη ναυτιλία έχει διαμορφώσει τον τρόπο ζωής και την παγκόσμια οικονομία.

Η ναυτιλία συνεχίζει να αντιμετωπίζει προκλήσεις, όπως η περιβαλλοντική βιωσιμότητα, οι νέες τεχνολογίες και οι απαιτήσεις ασφαλείας. Παρά ταύτα, η εξέλιξη της ναυτιλίας συνεχίζεται και προσφέρει ευκαιρίες για τη σύνδεση του κόσμου και την ανάπτυξη της παγκόσμιας οικονομίας.

1.4. Στις μέρες μας

Εν έτη 2023 και την πάροδο των χρόνων οι αντλίες έχουν αναπτύξει ιδιαίτερα μεγάλο φάσμα εφαρμογών της λειτουργίας σε σχέση με την παλιά εποχή που περιορίζονταν για χρήση γεωργικών σκοπών όπως (πότισμα και ύδρευση).

Η συνεχόμενη εξέλιξη της τεχνολογίας οδήγησε στην ανάπτυξη των αντλιών να είναι σημαντικό κομμάτι έκτος από τους τομείς που αναφέρθηκαν προηγουμένως και σε κλάδους όπως (ηλεκτροπαραγωγή, Χημική βιομηχανία, Πετροχημική βιομηχανία σε εφαρμογές όπως εξόρυξη, διύλιση, μεταφορά υδρογονανθράκων).

Ορισμένες εξελίξεις και τάσεις στον τομέα των αντλιών στις μέρες μας περιλαμβάνουν:

- Υψηλή Απόδοση και Αποδοτικότητα: Οι σύγχρονες αντλίες σχεδιάζονται για να επιτυγχάνουν υψηλή απόδοση και αποδοτικότητα στη μεταφορά ρευστών. Οι βελτιώσεις στα σχεδιαστικά χαρακτηριστικά και οι υλικές και μηχανολογικές καινοτομίες έχουν οδηγήσει σε μεγαλύτερη αποδοτικότητα και μειωμένη κατανάλωση ενέργειας
- Καινοτόμες Υλικά: Η χρήση νέων και καινοτόμων υλικών στην κατασκευή αντλιών, όπως ανθρακονημάτων, κεραμικών και πολυμερών υλικών, έχει βελτιώσει την ανθεκτικότητα, την αντοχή στη φθορά και την απόδοση των αντλιών.
- Συστήματα Έλεγχου και Αυτοματισμού: Η ενσωμάτωση προηγμένων συστημάτων έλεγχου και αυτοματισμού έχει επιτρέψει τον ακριβή έλεγχο της λειτουργίας των αντλιών, τη ρύθμιση της απόδοσης και την αυτόματη προσαρμογή σε διάφορες συνθήκες λειτουργίας.
- Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας: Οι αντλίες μπορούν να τροφοδοτούνται από ανανεώσιμες πηγές ενέργειας όπως η ηλιακή και η αιολική ενέργεια, μειώνοντας έτσι το περιβαλλοντικό αποτύπωμα.
- Τεχνολογία Κατανάλωσης Χαμηλού Αέριου: Αντλίες που χρησιμοποιούν χαμηλή πίεση αέριου για να μετακινούν το ρευστό, αντί για μηχανικά μέρη, έχουν εισαχθεί για τη μείωση του κόστους λειτουργίας και της συντήρησης.

- Έξυπνη Συντήρηση: Οι τεχνολογίες του Διαδικτύου των Πραγμάτων (IoT) επιτρέπουν την παρακολούθηση της κατάστασης και της απόδοσης των αντλιών μέσω αισθητήρων, ενισχύοντας την προληπτική συντήρηση και την αντιμετώπιση προβλημάτων.
- Υποβρύχιες Αντλίες: Οι υποβρύχιες αντλίες χρησιμοποιούνται για τη μεταφορά ρευστών κάτω από την επιφάνεια του νερού, όπως σε υποθαλάσσιες εξορύξεις και υδροηλεκτρικές εγκαταστάσεις.

Ευνοημένος δεν θα μπορούσε να μην ήταν και ο κλάδος της ναυτιλίας καθώς η περιπλοκότητα των σύγχρονων πλοίων, οι κανονισμοί που εφαρμόζονται καθώς και οι απαιτήσεις για συνεχείς λειτουργία υπό δυσμενείς συνθήκες έχουν δημιουργήσει ιδιαίτερες απαιτήσεις τις οποίες καλύπτουν διαφορετικοί τύποι αντλιών, οι σημαντικότεροι σκοποί εξ αυτών συνοψίζονται στο επόμενο κεφάλαιο.

2. Κεφάλαιο

2.1. Κατάταξη – Διαχωρισμός αντλιών

Στην σύγχρονη εποχή συναντάμε πολλές διαφορετικούς τύπους αντλιών εξαιτίας της ευρείας χρήσης τους καθώς κάθε είδος αντλίας έχει καλύτερη εφαρμογή ανάλογα με τις ανάγκες και τις απαιτήσεις του κάθε πεδίου καθώς και ανάλογα με τον τρόπο λειτουργίας, την εφαρμογή και τα υλικά που χειρίζονται, οι αντλίες διαχωρίζονται σε διάφορα είδη:

A. Βάσει Αρχής Λειτουργίας:

- a) Αντλίες Πιστονιού: Λειτουργούν με την κίνηση ενός πιστονιού προς τα μπρος και προς τα πίσω, δημιουργώντας αναρρόφηση και πίεση.
- b) Αντλίες Κενού: Χρησιμοποιούνται για τη δημιουργία κενού ή αναρρόφηση αέρα ή υγρού από ένα χώρο.
- c) Αντλίες φυγοκεντρικές: Χρησιμοποιούν την φυγοκεντρική δύναμη για τη μεταφορά υγρών.
- d) Αντλίες γραμμικής Κίνησης: Εκμεταλλεύονται την γραμμική κίνηση ενός κινούμενου τμήματος για την αναρρόφηση και την πίεση.

B. Βάσει Εφαρμογής:

- a) Αντλίες Νερού: Χρησιμοποιούνται για τη μεταφορά νερού από ένα σημείο σε άλλο.
- b) Αντλίες Καυσίμων: Χρησιμοποιούνται για τη μεταφορά καυσίμων όπως πετρέλαιο, ντίζελ, κ.λπ.
- c) Αντλίες Λυμάτων: Χρησιμοποιούνται για την αναρρόφηση και μεταφορά λυμάτων και αποβλήτων.
- d) Αντλίες Αερίων: Χρησιμοποιούνται για τη μεταφορά αερίων όπως αέρια κλιματισμού ή βαθμίδων.
- e) Αντλίες Χημικών: Σχεδιασμένες για τη μεταφορά χημικών ουσιών με ειδικές αντοχές στη διάβρωση.

C. Βάσει Υλικού:

- a) Αντλίες Ανοξειδωτες: Κατασκευασμένες από ανοξειδωτο χάλυβα για αντοχή σε διαβρωτικά υγρά.
- b) Αντλίες Πλαστικές: Κατασκευασμένες από πλαστικά υλικά, κατάλληλες για εφαρμογές με χημικά.

D. Με τη θέση του κινητήριου άξονα (οριζόντια ή κάθετη).

E. Με τύπο μονάδας δίσκου (ηλεκτρική μονάδα, μονάδα στροβίλου ή μονάδα μετάδοσης κίνησης)μηχανισμό εμβόλου).

Ο μηχανισμός μετάδοσης κίνησης της αντλίας μπορεί να συνδεθεί απευθείας με τον κινητήριο άξονα ή μέσω κιβωτίου ταχυτήτων. Μπορεί να λειτουργεί αυτόνομα η μη. Οι αυτόνομες αντλίες μπορούν να λειτουργούν ανεξάρτητα από άλλες εγκαταστάσεις και οι μη αυτόνομες (κρεμαστές) αντλίες κινούνται από τον μηχανισμό που λειτουργούν.

F. Με τη δύναμη του δημιουργημένου κεφαλιού (χαμηλής πίεσης, μέσης πίεσης ή υψηλής πίεσης).

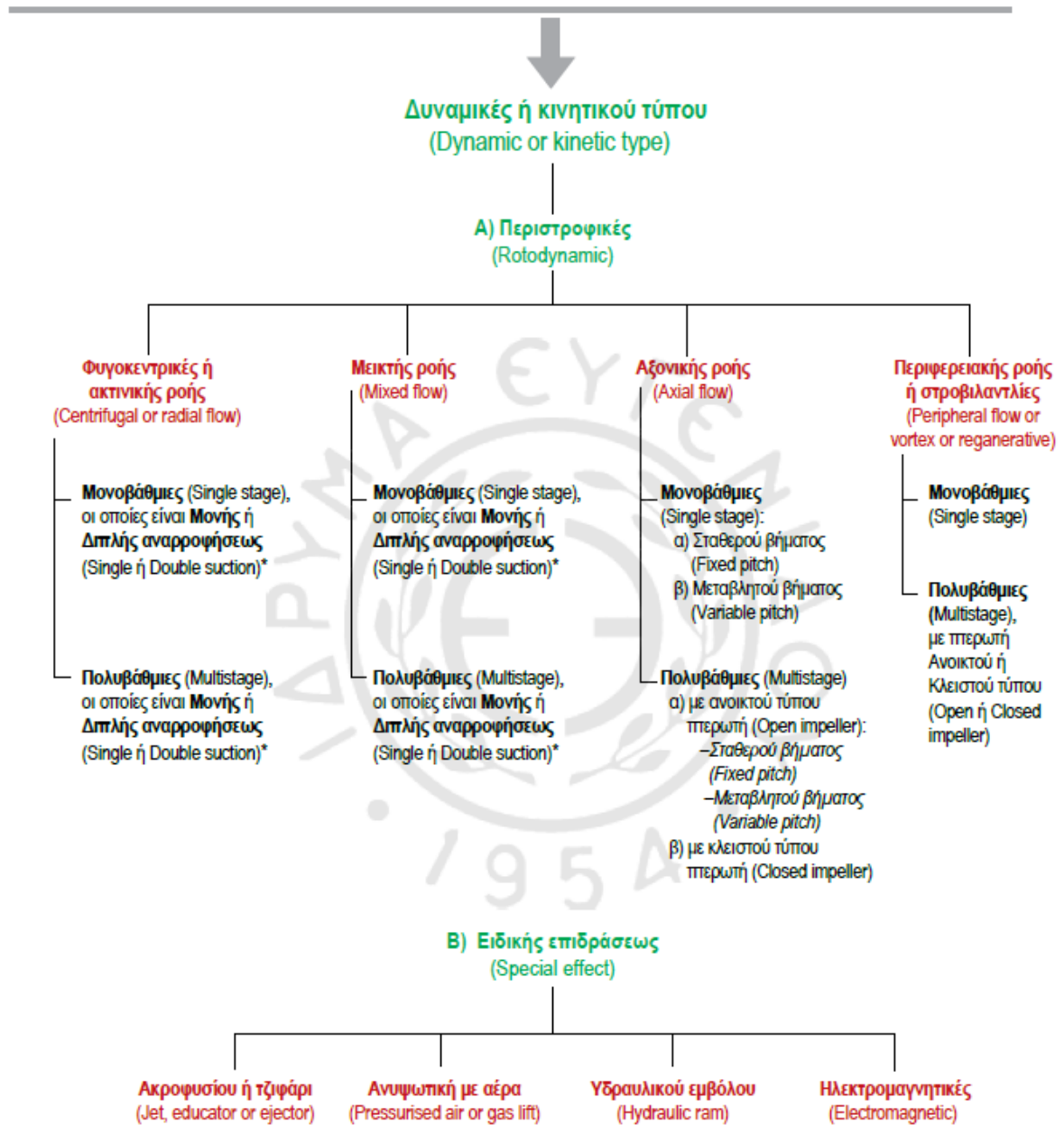
Οι διαφορετικοί τύποι αντλιών σχεδιάστηκαν για να ανταποκρίνονται σε διαφορετικές απαιτήσεις και περιβαλλοντικές συνθήκες, εξασφαλίζοντας ομαλή και αποδοτική μεταφορά υγρών ή αερίων ανάλογα με τις ανάγκες κάθε εφαρμογής

Η πιο ολοκληρωμένη κατηγοριοποίηση είναι βάση την αρχή λειτουργίας τους και διαμορφώνεται σε δύο κύριες κατηγορίες σε **Αντλίες Θετικής εκτοπίσεως η στατικού τύπου** και **Δυναμικές η Κινητού τύπου**,

Δυναμικές αντλίες: Η αρχή λειτουργίας αυτής της κατηγορίας αντλιών βασίζεται στην αλλαγή της κινητικής κατάστασης του υγρού και τη μετατροπή της κινητικής του ενέργειας σε στατική πίεση. Τα χαρακτηριστικά τους είναι τα ακόλουθα:

Καλή απόδοση, μικρός όγκος και βάρος
Εύκολη σύνδεση με διάφορους τύπους κινητήρων
Συνεχή και ομοιόμορφη περιστροφική κίνηση με μικρό αριθμό κινούμενων μερών
Σταθερή πίεση και παροχή στην έξοδο
Ρυθμιζόμενη παροχή
Μικρό κόστος κτήσης και λειτουργίας

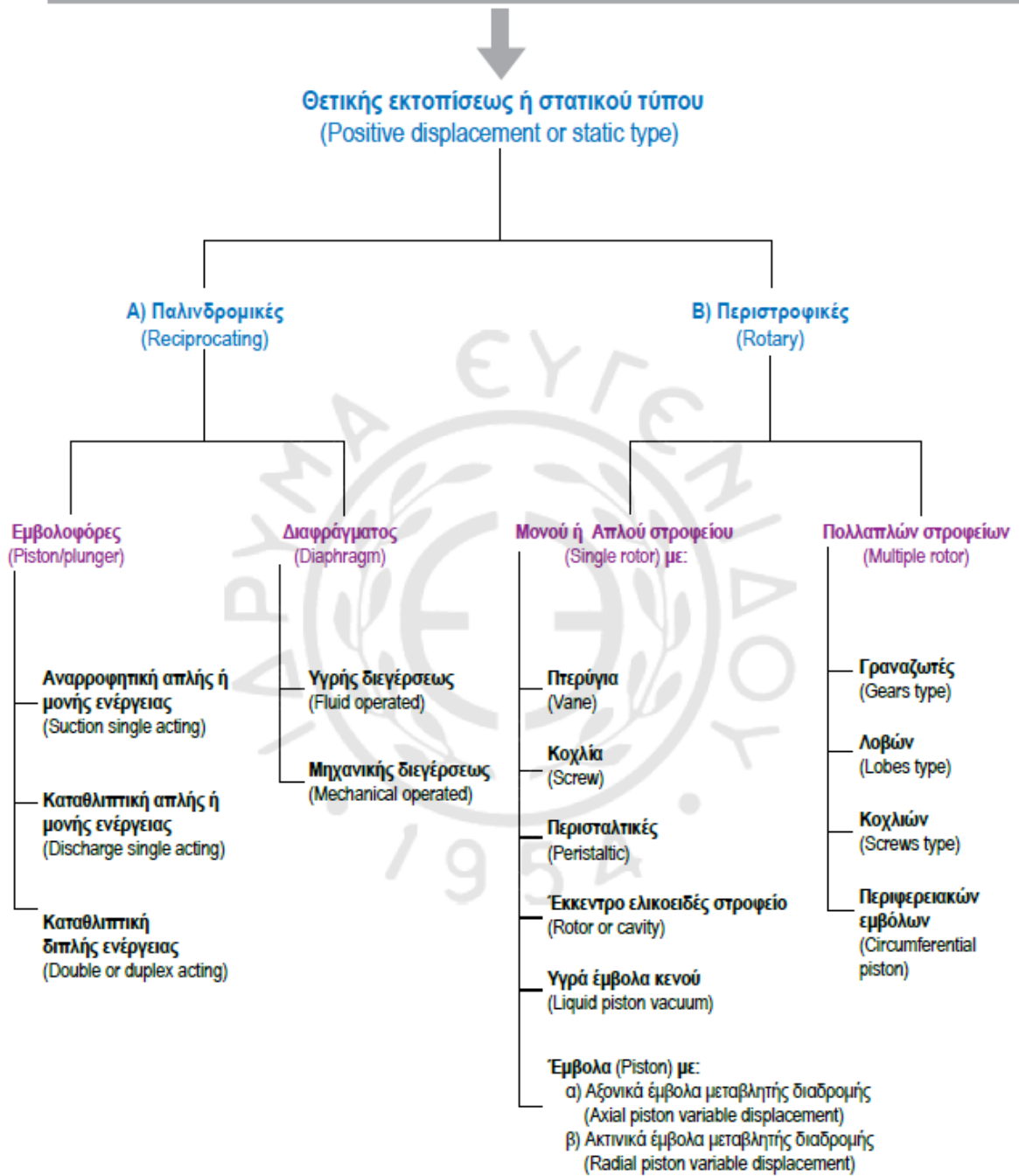
Αντλίες Θετικής μετατόπισης: Η αρχή λειτουργίας αυτής της κατηγορίας αντλιών βασίζεται στην παραλαβή του υγρού από το σωλήνα αναρροφήσεως και τη μετατόπιση του προς το σωλήνα καταθλίψεως με κάποιο είδος κινούμενου εμβόλου ή διαφράγματος ή οδόντωσης που κινείται μέσα σε κύλινδρο ή ειδικό περίβλημα. Η μετατόπιση του υγρού είναι εξαναγκασμένη ανεξάρτητα από την υδραυλική αντίσταση των σωλήνων μεταφοράς του.



* Διακρίνονται σε: Ανοικτού τύπου πτερωτή (Open impeller), ημικλειστού τύπου πτερωτή (Semi-closed/open impeller), κλειστού τύπου πτερωτή (Closed impeller)

EIKONA 1: ΔΥΝΑΜΙΚΕΣ Η ΚΙΝΗΤΟΥ ΤΥΠΟΥ ΑΝΤΛΙΕΣ

Ταξινόμηση των αντλιών με βάση την αρχή λειτουργίας τους



ΕΙΚΟΝΑ 2: Θετικής εκτοπίσεως η στατικού τύπου

2.2. Βασικές έννοιες και ορισμοί

Εμβαθύνοντας στην μελέτη των αντλιών και προκειμένου να τις κατανοήσουμε καλύτερα, οι επόμενες παράγραφοι θα περιλάβουν βασικές έννοιες και ορισμούς μεγεθών που σχετίζονται τόσο με τις αντλίες όσο και με τα ρευστά που χειρίζονται.

Γενικά, μια αντλία αναφέρεται σε ένα μηχάνημα που χρησιμοποιείται για τη μετακίνηση, την ανύψωση και τη συμπίεση ρευστών, κυρίως υγρών αλλά και αερίων, μέσω μηχανικής ενέργειας. Αυτό σημαίνει ότι με την κατανάλωση μηχανικής ενέργειας, αλλάζει η δυναμική ή η κινητική ενέργεια ενός ρευστού. Αυτή η διαδικασία ονομάζεται άντληση.

Για να γίνουμε πιο συγκεκριμένοι, μια αντλία αρχικά αναρροφά υγρό από έναν χώρο (χώρος Χ). Στη συνέχεια, του παρέχει ενέργεια και το μετακινεί μέσω σωληνώσεων σε έναν δεύτερο χώρο (χώρος Ψ), εκτελώντας τη διαδικασία της κατάθλιψης. Για την επίτευξη αυτής της μεταφοράς, απαιτείται η κατάλληλη παροχή ενέργειας, ώστε να ξεπεραστούν διάφορες αντιστάσεις. Αυτές οι αντιστάσεις μπορεί να πηγάζουν από απώλειες λόγω τριβών, ανάγκες μεταφοράς υγρού σε συνθήκες με διαφορετική υψομετρική απόσταση, πίεση ή παροχή.

Σε ένα πλοίο ο χώρος που χρησιμοποιείτε και βρίσκονται οι περισσότερες αντλίες ονομάζετε "**αντλιοστάσιο**" (**Pump room**) και αποτελείτε μια σειρά διαφορετικών αντλιών, σωληνώσεων και συστημάτων αντλήσεως.

Ένα **σύστημα αντλήσεως (pumping system)** αποτελείται από τρία κύρια τμήματα:

- 1. Σωλήνας Αναρροφήσεως:** Αυτός ο σωλήνας μεταφέρει το υγρό προς την είσοδο της αντλίας, διευκολύνοντας την αναρρόφηση του ρευστού.
- 2. Αντλία ή Αντλητικό Συγκρότημα:** Αυτό είναι το σύνολο των αντλιών που συνεργάζονται για να αντλήσουν το υγρό. Εδώ περιλαμβάνονται οι μηχανές ή οι μηχανισμοί που χρησιμοποιούνται για να μεταφέρουν το ρευστό.
- 3. Σωλήνας Καταθλίψεως:** Αφού η αντλία προσδώσει ενέργεια στο ρευστό, αυτό διοχετεύεται μέσω του σωλήνα καταθλίψεως. Αυτός ο σωλήνας συνεχίζει τη ροή του ρευστού προς το επιθυμητό σημείο.

Πολλοί παράγοντες καθορίζουν την επιλογή του τύπου και της ισχύος της αντλίας που θα χρησιμοποιηθεί στο σύστημα αντλήσεως. Αυτοί περιλαμβάνουν το επιθυμητό σημείο ανύψωσης του ρευστού, το μήκος και η διάμετρος του αγωγού, την επιθυμητή παροχή, την πίεση με την οποία θέλουμε να παραδοθεί το υγρό, καθώς και τις φυσικές ιδιότητες του ρευστού, όπως η πυκνότητα και την ιξώδες.

Στην μηχανική των ρευστών, μία από τις θεμελιώδεις παραδοχές είναι ότι τα υγρά είναι ασυμπίεστα. Αυτό σημαίνει ότι απαιτείται σημαντική δύναμη για να επιτευχθεί μικρή μεταβολή στον όγκο τους, και όταν σταματήσει η εξάσκηση πίεσης, τα υγρά επιστρέφουν στον αρχικό τους όγκο.

Τα ρευστά που μεταφέρονται με μια αντλία εκδηλώνουν μεγάλη ποικιλία ως προς τις φυσικές τους ιδιότητες. Μπορεί να πρόκειται για ρευστά με χαμηλό ή υψηλό ιξώδες, μη-νευτώνεια ρευστά ή ρευστά με δύο ή περισσότερες φάσεις, με αποτέλεσμα τα ρευστά να είναι ελαστικά σε όγκο.

Σε παχύρρευστα υγρά, όπως το λάδι, παρατηρείται η αντίσταση στην αλλαγή του σχήματός τους και το φαινόμενο της τάσης να λάβουν σφαιρικό σχήμα. Αυτό συμβαίνει λόγω των δυνάμεων συνοχής και συνάφειας που επηρεάζουν το ρευστό.

Η εν λόγω ιδιότητα των υγρών επηρεάζει το φαινόμενο που αποκαλείται υδραυλικό πλήγμα. Αυτό το πλήγμα προκαλείται από απότομες μεταβολές στην κινητική κατάσταση του ρευστού, που προκύπτουν στο δίκτυο σωληνώσεων.

Πίεση ονομάζεται το αποτέλεσμα της δύναμης που ασκείται κάθετα και ομοιόμορφα σε μια επιφάνεια, διαιρούμενη με το εμβαδό αυτής της επιφάνειας. Συμβολίζεται με το γράμμα "P" και μετριέται σε πασκάλ (P_a). Ατμοσφαιρική πίεση (P_{atm}), επίσης γνωστή ως "Βαρομετρική πίεση", αναφέρεται στην πίεση που ασκείται από το βάρος της ατμόσφαιρας πάνω στην επιφάνεια της Γης.

Η ατμοσφαιρική πίεση σε έναν συγκεκριμένο τόπο εξαρτάται από το υψόμετρο του τόπου και τις καιρικές συνθήκες. Συνήθως υπολογίζεται με το βάρος μιας στήλης ύδατος ύψους 10 μέτρων.

Μανομετρική πίεση αναφέρεται στη διαφορά πίεσης από την ατμοσφαιρική πίεση σε μια συγκεκριμένη θέση. Μπορεί να είναι θετική αν είναι μεγαλύτερη από την ατμοσφαιρική πίεση ή αρνητική αν είναι

μικρότερη. Ο όρος προέρχεται από το μανόμετρο, ένα όργανο μέτρησης πίεσης.

Απόλυτη πίεση αντιπροσωπεύει το συνολικό πίεση που ασκείται σε μια θέση. Περιλαμβάνει τόσο τη μανομετρική πίεση όσο και την ατμοσφαιρική πίεση.

Η υδροστατική πίεση (συμβολίζεται με το "ρ" και μετριέται σε πασκάλ, Pa) αναφέρεται στην πίεση που ασκείται από ένα ρευστό που βρίσκεται σε ηρεμία σε μια επιφάνεια ή ένα αντικείμενο που βρίσκεται εντός αυτού. Η υδροστατική πίεση μπορεί να υπολογιστεί με τον τύπο $p = \rho * g * h$, όπου ρ είναι η πυκνότητα του ρευστού (κιλά ανά κυβικό μέτρο), g είναι η επιτάχυνση της βαρύτητας (μέτρα ανά τετραγωνικό δευτερόλεπτο) και h είναι το βάθος ή η ύψος του ρευστού (μέτρα).

Για να είναι πιο κατανοητό, μπορούμε να φανταστούμε ένα δοχείο με νερό. Όταν ανοίξουμε μια τρύπα στο δοχείο, το νερό θα αρχίσει να εκρέει. Κάθε μόριο του υγρού στο δοχείο ασκεί πίεση προς τα κάτω λόγω του βάρους του. Η πίεση αυξάνεται με την αύξηση του βάρους του νερού. Όταν έχουμε πολλές τρύπες στο δοχείο, από τις πιο κάτω τρύπες εκροής θα βλέπουμε ότι το νερό εκτινάσσεται με μεγαλύτερη δύναμη. Αυτό συμβαίνει επειδή το νερό που βρίσκεται σε χαμηλότερο σημείο έχει μεγαλύτερη αρχική ταχύτητα εξόδου, προκαλώντας έτσι μεγαλύτερη πίεση.

Ένας σημαντικός παράγοντας που επηρεάζει σε μεγάλο βαθμό την μηχανική συμπεριφορά ενός υγρού είναι το ιξώδες του. Το ιξώδες αποτελεί μια μέτρηση της εσωτερικής αντίστασης του υγρού προς την ροή καθώς τα μόριά του κινούνται εντός του. Συνολικά, το ιξώδες αντιπροσωπεύει την αντίσταση στην εσωτερική κίνηση του ρευστού. Με άλλα λόγια, όσο πιο συγκροτημένη είναι η δομή του ρευστού (είτε πρόκειται για παχύρευστα είτε για λεπτόρευστα), τόσο υψηλότερο είναι το ιξώδες του. Είναι σημαντικό να σημειωθεί ότι όσο πιο χαμηλό είναι το ιξώδες, τόσο ευκολότερα ρέει το ρευστό.

Επιπλέον, γνωρίζουμε ότι η θερμοκρασία μπορεί να επηρεάσει τις φυσικές ιδιότητες των ρευστών. Η μεταβολή της θερμοκρασίας μπορεί να προκαλέσει αλλαγές στη συνοχή των μορίων του ρευστού, με αύξηση ή μείωση της. Αυτή η σχέση μεταξύ θερμοκρασίας και συνοχής είναι κρίσιμη για τη μηχανική συμπεριφορά των ρευστών.

Ο φυσικός Isaac Newton διατύπωσε την ακόλουθη εξίσωση για ένα ρευστό που υπόκειται σε διατμητική τάση μεταξύ δύο επιπέδων: $F = \mu * A * h$, όπου μ αναπαριστά το δυναμικό ιξώδες του ρευστού.

Σημειώνεται ότι το ιξώδες μετριέται με τριχοειδή ιξωδόμετρα και εξαρτάται από την πυκνότητα του ρευστού. Ως εκ τούτου, το μέγεθος του κινηματικού ιξώδους ν προκύπτει ως $\nu = \mu * \rho$."

Ροές: Η ροή των υγρών χωρίζεται σε δύο κατηγορίες **στρωτή** (laminar) για χαμηλές ταχύτητες, ενώ όσο αυξάνει η ταχύτητα η ροή γίνεται **τυρβώδης** (turbulent).

Ο διαχωρισμός των 2 αυτών ροών πραγματοποιείται με την εμπειρική σχέση από τον Reynolds, ο οποίος έβγαλε τον αδιάστατο αριθμό Reynolds, ο οποίος υπολογίζεται από τη σχέση: $Re = \rho * d * u \mu = d * u \nu$ όπου και ισχύει πως όταν ο αριθμός Re είναι μικρότερος του 2300, τότε έχουμε στρωτή ροή ενώ όταν ξεπεράσει σε τιμή το 2800 τότε έχουμε ξεκάθαρα τυρβώδη ροή, οι ενδιάμεσες τιμές βρισκόμαστε σε μεταβατική περιοχή.

Σε όλα τα υγρά σε όποια κατάσταση και να βρίσκονται υπάρχει αποθηκευμένη ενέργεια η οποία χωρίζεται σε 3 διαφορετικές κατηγορίες:

1. **Δυναμική Ενέργεια:** Αυτή η ενέργεια αντιπροσωπεύει το έργο που προκύπτει από την αλλαγή ύψους ενός σταθερού όγκου ρευστού. Όταν το ρευστό μετακινείται σε ύψος, η βαρύτητα του το επηρεάζει και δημιουργεί δυναμική ενέργεια. Αυτό το είδος ενέργειας είναι απευθείας ανάλογο με το ύψος και τη μάζα του ρευστού.
2. **Κινητική Ενέργεια:** Αυτή είναι η ενέργεια που σχετίζεται με την κίνηση του ρευστού. Κάθε σωματίδιο του ρευστού που κινείται με ταχύτητα έχει κινητική ενέργεια, η οποία εξαρτάται από τη μάζα του σωματιδίου και το τετράγωνο της ταχύτητάς του.
3. **Πιεζομετρική Ενέργεια:** Αυτή είναι η ενέργεια που σχετίζεται με την πίεση του ρευστού. Όταν το ρευστό ρέει μέσα από έναν σωλήνα ή αγωγό και ανεβαίνει ή κατεβαίνει σε ύψος, η πίεση του αλλάζει, προσθέτοντας πιεζομετρική ενέργεια. Αυτή η ενέργεια σχετίζεται με την απόκλιση της πίεσης από την ατμοσφαιρική πίεση.

Συνολικά, οι τρεις αυτές κατηγορίες ενέργειας συνιστούν τον συνολικό ενεργειακό χαρακτήρα του ρευστού και έχουν ζωτική σημασία για την κατανόηση της συμπεριφοράς του σε διάφορες συνθήκες καθώς με το άθροισμα και των τριών αυτών των ενεργειών προκύπτει η **ολική ενέργεια και αν** οι παραπάνω ενέργεια διαιρεθούν με το βάρος του υγρού μάζας m ($B = m * g$), τότε προκύπτει το ολικό ύψος όπου έχει μονάδες m και υπολογίζεται από τον ακόλουθο τύπο: Αυτό θα είναι: $h = P \rho g + u^2 2g + z$.

Νόμος του Bernoulli : Ο νόμος αυτός αναφέρει ότι το άθροισμα της εξωτερικής, δυναμικής και υδροστατικής πίεσης κατά μήκος μιας φλέβας ή ενός αγωγού που διέρχεται υγρό είναι σταθερό.

Ογκομετρική παροχή (Q) της αντλίας ονομάζεται ο χρήσιμος όγκος / μάζας υγρού που περνάει από το στόμιο κατάθλιψης / εξόδου της αντλίας σε μια συγκεκριμένη μονάδα του χρόνου.

Ονομαστική παροχή (Q_{nom}): είναι η παροχή που έχει μια αντλία η οποία λειτουργεί σε συγκεκριμένες προδιαγραφές όπως (ονομαστική ταχύτητα nom, ονομαστικό ολικό ύψος H_{nom} και για συγκεκριμένο αντλούμενο υγρό), τα δεδομένα αυτά τα ορίζει κατασκευαστής.

Ελάχιστη παροχή (Q_{min}) : είναι η ελάχιστη επιτρεπόμενη παροχή για την οποία η αντλία λειτουργεί συνεχώς χωρίς κίνδυνο αστοχίας.

Μέγιστη παροχή (Q_{max}) : είναι η μέγιστη επιτρεπόμενη παροχή για την οποία η αντλία λειτουργεί συνεχώς χωρίς κίνδυνο αστοχίας.

Βέλτιστη παροχή (Q_{opt}) : είναι η παροχή με την οποία η αντλία μας επιτυγχάνει την μέγιστη απόδοση της.

Παροχή μάζας (m) Είναι η μάζα του υγρού που διέρχεται από την αντλία ανά μονάδα χρόνου. υπολογίζεται από τον τύπο $\dot{m} = \rho * Q$.

Ολικό μανομετρικό ύψος (H) : Είναι η μηχανική ενέργεια που μεταδίδεται από την αντλία στη μονάδα βάρους του υγρού. Περιλαμβάνει τους όρους που αναφέρατε, όπως την εξωτερική πίεση, τη δυναμική πίεση, την ταχύτητα, και το ύψος.

$$H = P_d - P_s + \rho g (z_d - z_s) + \frac{\rho}{2} (v_d^2 - v_s^2)$$

όπου με d συμβολίζονται τα μεγέθη στην κατάθλιψη και με s τα μεγέθη στην αναρρόφηση.

Εισερχόμενη Ισχύς (W_{in}): Είναι η ισχύς που μεταβιβάζεται από τον κινητήρα στον άξονα της αντλίας. Η σχέση που τη συνδέει με τις παραμέτρους είναι: $\dot{W}_{in} = (\rho * g * Q * H) / \eta$

όπου ρ είναι η πυκνότητα του υγρού, g η βαρυτική σταθερά, Q η παροχή ρευστού, H το ολικό μανομετρικό ύψος και η η απόδοση της αντλίας.

Αποδιδόμενη Ισχύς (\dot{W}_{out}): Είναι η ισχύς που μεταβιβάζεται από το στροφείο στο υγρό παροχής Q. Η σχέση που τη συνδέει με το ολικό μανομετρικό ύψος είναι: $\dot{W}_{out} = \rho * g * H * \dot{Q}$,

όπου \dot{Q} είναι η παροχή μάζας υγρού.

Διαφορά Ισχύς (\dot{W}_f): Είναι η διαφορά ανάμεσα στην αποδιδόμενη ισχύ (\dot{W}_{out}) και την εισερχόμενη ισχύ (\dot{W}_{in}). Αυτή η ισχύς απαιτείται για την υπέρβαση πιθανών απωλειών όπως τριβές, διαρροές και θερμική ενέργεια.

Ολικός Βαθμός Απόδοσης (η): Είναι ο λόγος της αποδιδόμενης ισχύος (\dot{W}_{out}) προς την εισερχόμενη ισχύ (\dot{W}_{in}): $\eta = \dot{W}_{out} / \dot{W}_{in}$.

2.3. Χαρακτηριστικά στοιχεία των αντλιών

Κάθε αντλία χαρακτηρίζεται από διαφορετικά στοιχεία τα οποία προσδιορίζουν τις δυνατότητες της αλλά και τον σκοπό λειτουργίας τους:

A. Η Απαιτούμενη ισχύς η ιπποδύναμη,

Η απαιτούμενη ισχύς μιας αντλίας αναφέρεται στην ενέργεια που απαιτείται για να λειτουργήσει η αντλία και να μεταφέρει το ρευστό. Αυτή η ποσότητα αποτελεί σημαντικό παράγοντα για την επιλογή της κατάλληλης αντλίας για μια συγκεκριμένη εφαρμογή.

Ο όρος "**ωφέλιμη ισχύς**" (συμβολίζεται με **N_w**) αντιπροσωπεύει την ισχύ που παράγεται από την αντλία και χρησιμοποιείται για το έργο που πραγματοποιεί, είτε αυτό εκφράζεται σε κιλοβάτ (**kw**) είτε σε ίππους (**Hp**). Η σχέση που συνδέει την ωφέλιμη ισχύ με το ωφέλιμο έργο είναι η εξής: **$N_w = (\text{ωφέλιμο έργο}) / 75$** . Το ωφέλιμο έργο της αντλίας υπολογίζεται ως το γινόμενο της παροχής Q επί του στατικού ύψους H_s , πολλαπλασιασμένο με το ειδικό βάρος του ρευστού (γ). Δηλαδή: **$N_w = \gamma * H_s$** .

Ωστόσο, η πραγματική ισχύς που απαιτείται από την αντλία στον άξονά της είναι μεγαλύτερη, διότι πρέπει να λάβουμε υπόψη τις υδραυλικές και μηχανικές απώλειες που προκύπτουν κατά τη λειτουργία της. Αυτές οι απώλειες μειώνουν την αποτελεσματική ισχύ που μεταβιβάζεται στο ρευστό.

Επομένως, η πραγματική ισχύς που παρέχεται στην αντλία (συμβολίζεται με **N_x**) υπολογίζεται με διαίρεση της ωφέλιμης ισχύος (**N_w**) με τον ολικό βαθμό απόδοσης (**$\eta_{ολ}$**), δηλαδή: **$N_x = N_w / \eta_{ολ}$** .

Με αυτόν τον τρόπο, λαμβάνοντας υπόψη τις απώλειες, μπορούμε να προσεγγίσουμε πιο ακριβώς την πραγματική απαιτούμενη ισχύ της αντλίας για τη συγκεκριμένη της λειτουργία.

B. Η παροχή,

Η παροχή αναφέρεται στον όγκο του ρευστού που μπορεί να μεταφερθεί από την αντλία κατά μία συγκεκριμένη χρονική μονάδα. Η παροχή είναι ένας σημαντικός παράγοντας για τον προσδιορισμό της απόδοσης και των δυνατοτήτων της αντλίας.

Στην Ευρώπη, η παροχή των αντλιών υπολογίζεται συνήθως σε κυβικά μέτρα ανά ώρα. Υπάρχουν τέσσερις διαφορετικοί τρόποι παροχής:

- Θεωρητική παροχή (Q_{θ}): Αυτή είναι η παροχή που θα είχε το ρευστό κάτω από ιδανικές συνθήκες, χωρίς εσωτερικές ή εξωτερικές διαρροές. Συνήθως παρέχεται από τον κατασκευαστή.
- Κανονική παροχή (Q_n): Αυτή είναι η παροχή που επιτυγχάνεται όταν η αντλία λειτουργεί στο μέγιστο επίπεδο απόδοσής της.
- Πραγματική παροχή (Q): Αυτή είναι η παροχή του ρευστού που πραγματικά διοχετεύεται μέσα από τον αγωγό κατά την κατάθλιψη, υπό συγκεκριμένο μανομετρικό ύψος H_m .
- Εσωτερική παροχή (Q_e): Αυτή αναφέρεται στον όγκο του ρευστού που διέρχεται μέσα από την πτερωτή της αντλίας και στη συνέχεια προκαλεί το άθροισμα της πραγματικής παροχής και των αναπόφευκτων εσωτερικών διαρροών (Q_d).

Συνοψίζοντας, η παροχή παίζει κρίσιμο ρόλο στον προσδιορισμό των ικανοτήτων και της απόδοσης της αντλίας. Οι διάφοροι τύποι παροχής παρέχουν διαφορετικές πληροφορίες για τη λειτουργία της αντλίας και την απόδοσή της σε διάφορες συνθήκες.

C. Οι βαθμοί αποδόσεως και το έργο της,

Οι βαθμοί απόδοσης αναφέρονται στο ποσοστό της εισερχόμενης ισχύος που μεταφέρεται ως χρήσιμη ενέργεια από την αντλία. Το έργο αναφέρεται στην ενέργεια που παράγεται από την αντλία ανά μονάδα μάζας του ρευστού.

Όπως συμβαίνει με κάθε μηχάνημα που μετασχηματίζει μια μορφή ενέργειας σε μία άλλη με τη λειτουργία τους, έτσι και οι αντλίες υφίστανται διάφορες απώλειες. Οι διάφοροι βαθμοί απόδοσης σε αντλίες περιλαμβάνουν τα εξής:

- Ο ογκομετρικός βαθμός απόδοσης (η_v) αναδεικνύει το πηλίκο της πραγματικής παροχής προς την θεωρητική παροχή της αντλίας. Αυτός ο βαθμός δείχνει το μέγεθος των απωλειών που προκύπτουν από την ατελείς στεγανότητα των βαλβίδων, του στροφείου του εμβόλου και άλλων στοιχείων της αντλίας. Το φαινόμενο της ολίσθησης του υγρού προς το περιβάλλον είναι αποτέλεσμα αυτών των απωλειών.
- Ο υδραυλικός βαθμός απόδοσης (η_s) αντικατοπτρίζει τις απώλειες λόγω τριβών στους σωλήνες της αναρροφήσεως και της καταθλίψεως. Αυτός ο βαθμός σχετίζεται με τη συνολική εγκατάσταση, συμπεριλαμβανομένου

του μήκους των σωλήνων, τον αριθμό και τη γωνία των καμπυλών, καθώς και τον αριθμό και το είδος των βαλβίδων, διακοπών και άλλων ελεγκτικών μηχανισμών στους σωλήνες.

- Ο ενδεικτικός βαθμός απόδοσης (η_ε) υποδηλώνει το γινόμενο της ογκομετρικής απόδοσης (η_v) και της υδραυλικής απόδοσης (η_δ). Δηλαδή, $\eta_\varepsilon = \eta_v \cdot \eta_\delta$.
- Ο μηχανικός βαθμός απόδοσης (η_μ) αναδεικνύει το μέγεθος των απωλειών που προκαλούνται από τις μηχανικές τριβές του μηχανισμού της αντλίας κατά την κίνηση του. Αυτός ο βαθμός σχετίζεται με το πηλίκο του θεωρητικού έργου προς το έργο που πραγματοποιείται.
- Ο ολικός βαθμός απόδοσης ($\eta_{ολ}$) αναδεικνύει το γινόμενο της ογκομετρικής, της υδραυλικής και της μηχανικής απόδοσης, δηλαδή $\eta_{ολ} = \eta_v \cdot \eta_\delta \cdot \eta_\mu$.

D. Τα διάφορα ύψη της αντλίας.

Στατικό Ύψος Αναρρόφησης (H_α): Ο όρος αυτός αναφέρεται στην κατακόρυφη απόσταση από την επιφάνεια του υγρού που αναρροφείται από την αντλία μέχρι τον θάλαμο αναρρόφησης της. Το στατικό ύψος αναρρόφησης μπορεί να είναι αρνητικός όταν η αντλία τοποθετείται κάτω από την επιφάνεια του υγρού.

Στατικό Ύψος Καταθλίψεως (H_κ): Αναφερόμαστε σε αυτόν τον όρο όταν μιλάμε για την κατακόρυφη απόσταση από τον θάλαμο καταθλίψεως της αντλίας μέχρι την επιφάνεια της δεξαμενής όπου εκβάλλεται το υγρό.

Στατικό Ύψος (H_σ): Είναι η άθροιση του στατικού ύψους αναρρόφησης και του στατικού ύψους καταθλίψεως, δηλαδή η κατακόρυφη απόσταση από την επιφάνεια αναρρόφησης μέχρι την επιφάνεια καταθλίψεως του υγρού:
 $H_\sigma = H_\alpha + H_\kappa$.

Αντίσταση Ροής (Ύψος Αντίστασης, H_r): Αυτός ο όρος αναφέρεται στον συνολικό εμποδισμό που αντιμετωπίζει το υγρό κατά τη διάρκεια της ροής του μέσα στην αντλία. Οι αντιστάσεις προκύπτουν κατά τη διέλευση του υγρού μέσα από την αντλία, προκαλώντας απώλεια ενέργειας του κινούμενου υγρού. Οι δύο κύριες κατηγορίες αντιστάσεων είναι οι αντιστάσεις αδράνειας και οι παθητικές αντιστάσεις.

Οι αντιστάσεις αδράνειας πηγάζουν από την ανάγκη του υγρού να αποκτήσει ταχύτητα κατά τη ροή του μέσα από την αντλία. Αυτές οι αντιστάσεις είναι αποτέλεσμα της αντίδρασης αδράνειας της υδάτινης

στήλης κατά την αναρρόφηση (V_{α}) και την κατάθλιψη (V_{κ}). Επίσης, λαμβάνεται υπόψη η διαφορά στη διάμετρο των σωληνώσεων, καθώς συνήθως η διάμετρος είναι μικρότερη στη σωλήνωση της καταθλίψεως από ό,τι στη σωλήνωση της αναρρόφησης. Αυτή η αντίσταση υπολογίζεται ως ύψος ταχύτητας (h_{δ}) και αντιπροσωπεύει την κατακόρυφη απόσταση που πρέπει να διανύσει το υγρό για να αποκτήσει μια συγκεκριμένη ταχύτητα.

Οι παθητικές αντιστάσεις πηγάζουν από τριβές, στροβιλισμούς της ροής, στενώσεις ή διευρύνσεις της διατομής της ροής, καμπύλες των σωληνώσεων και παρεμβολές των βαλβίδων και διακοπών. Οι αντιστάσεις αυτές μπορεί να είναι είτε εσωτερικές, προκύπτοντας μέσα από την αντλία, είτε εξωτερικές, προκύπτοντας μέσα από τις σωληνώσεις. Οι εξωτερικές αντιστάσεις περιλαμβάνουν αντιστάσεις αναρρόφησης και καταθλίψεως. Οι αντιστάσεις αυτές υπολογίζονται σε υδάτινο ύψος και επηρεάζουν την ικανότητα και τις διαστάσεις της αντλίας. Προσθέτουν επιπλέον υδροστατικό ύψος που πρέπει να υπερβεί κατά τη μετακίνηση του υγρού, επηρεάζοντας την ικανότητα της αντλίας να μεταφέρει το υγρό.

Ολικό ύψος ($H_{ολ}$): Ο συνολικός ύψος, γνωστός ως ολικό ύψος ($H_{ολ}$), αντιπροσωπεύει το άθροισμα του στατικού ύψους της αντλίας με το ύψος των αντιστάσεων. Συγκεκριμένα, μπορούμε να παραθέσουμε ότι $H_{ολ} = H_{\sigma} + H_r$ και επίσης $H_{ολ} = H_{\alpha} + H_{\kappa} + H_r$.

Όσον αφορά το μανομετρικό ύψος αντλίας (H_{μ}), αναφερόμαστε στο ολικό ύψος ($H_{ολ}$) με την αφαίρεση των εξωτερικών αντιστάσεων που προκύπτουν από τις σωληνώσεις αναρρόφησης και καταθλίψεως. Αυτές οι αντιστάσεις δημιουργούνται στις σωληνώσεις μέχρι τα σημεία όπου συνδέονται με την αντλία. Το μανομετρικό ύψος είναι κρίσιμο για τη χαρακτηρισμό της ικανότητας της αντλίας από μόνη της, ανεξάρτητα από τη θέση της και τις λεπτομέρειες των σωληνώσεων. Αξίζει να σημειωθεί ότι οι αντιστάσεις στις σωληνώσεις εξαρτώνται από παράγοντες όπως η θέση τους, οι καμπύλες τους και το μήκος τους. Έτσι, το μανομετρικό ύψος αποτελεί ένα σημαντικό χαρακτηριστικό που παρέχεται από τον κατασκευαστή για να καθορίσει τις ικανότητες της αντλίας.

Η μέτρηση των υψών γίνεται κατά κύριο λόγο σε μέτρα ή πόδια στήλης ύδατος. Παρακάτω παρουσιάζονται οι αντιστοιχίες μεταξύ πιέσεων και υψών για τα δύο συστήματα μέτρησης:

Για το μετρικό σύστημα:

- 1 Ατμόσφαιρα (A_{tm}) = 10,33 μέτρα στήλης ύδατος
- 1 Ατμόσφαιρα τεχνική (A_t) = 10 μέτρα στήλης ύδατος

Για το αγγλικό σύστημα:

- 1 Ατμόσφαιρα (A_{tm}) = 34,5 πόδια στήλης ύδατος
- 1 Ατμόσφαιρα τεχνική (A_t) = 32,8 πόδια στήλης ύδατος

Η αναρρόφηση μιας αντλίας είναι ένα σημαντικό βήμα στη λειτουργία της και επηρεάζεται από πολλούς παράγοντες. Η πίεση αναρρόφησης που δημιουργείται στο εσωτερικό της αντλίας διαφέρει ανάλογα με τις συνθήκες, όμως συνήθως δεν υπερβαίνει την ατμοσφαιρική πίεση. Είναι επίσης σπάνιο να φτάσει την τιμή του τέλειου κενού λόγω πρακτικών περιορισμών.

Αν και το μέγιστο θεωρητικό ύψος αναρρόφησης μπορεί να είναι **10,33** μέτρα (**34,5 πόδια**), το πραγματικό ύψος αναρρόφησης είναι σημαντικά χαμηλότερο. Υπάρχουν πολλοί παράγοντες που επηρεάζουν αυτό το ύψος, όπως:

- Διάμετρος των σωληνώσεων
- Μήκος των σωληνώσεων
- Καμπύλες και στροφές στις σωληνώσεις
- Απώλειες τριβής
- Άλλες αντιστάσεις στη ροή

Υπό αυτές τις πραγματικές συνθήκες, το μανομετρικό ύψος αναρρόφησης της αντλίας είναι πολύ μικρότερο από το θεωρητικό. Ουσιαστικά, αυτή η πραγματική ικανότητα αναρρόφησης καθορίζει την απόδοση της αντλίας κατά τη διαδικασία της αναρρόφησης. Οι παράγοντες αυτοί δημιουργούν αποτυπώματα που καθορίζουν το πραγματικό ύψος αναρρόφησης και επηρεάζουν την ικανότητα της αντλίας να αναρροφήσει υγρό από μια πηγή.

Ακολούθως αναγράφονται όλοι οι παράγοντες αλληλεπιδρούν μεταξύ τους για τον τελικό σχεδιασμό της αντλίας, επηρεάζοντας την ικανότητά της να αναρροφεί ρευστά. Κατά τον σχεδιασμό και την εγκατάσταση μιας αντλίας, είναι σημαντικό να λαμβάνονται υπόψη όλοι αυτοί οι παράγοντες για την επίτευξη της βέλτιστης απόδοσης και αποτελεσματικότητας.

A. Επίδραση Θερμοκρασίας στην Αναρρόφηση

Η θερμοκρασία του υγρού επηρεάζει σημαντικά τη διαδικασία της αναρρόφησης. Καθώς αυξάνεται η θερμοκρασία του υγρού, η αναρρόφηση από την αντλία γίνεται πιο δύσκολη. Κάτω από αρνητικό πείσμα κατά την αναρρόφηση, το υγρό τείνει να εξατμιστεί, δημιουργώντας ατμούς. Αυτοί οι ατμοί αναστέλλουν την αποτελεσματική αναρρόφηση.

Η εξάτμιση είναι έντονη όσο αυξάνεται η θερμοκρασία, καθώς τα υγρά ευαισθητοποιούνται στις αλλαγές της θερμοκρασίας. Αυτό είναι σημαντικό όταν αναρροφούνται υγρά με υψηλή πτητικότητα ή σε χαμηλές θερμοκρασίες. Σε αυτές τις περιπτώσεις, η παραγωγή ατμών μπορεί να δυσκολέψει την αναρρόφηση ή να διακόψει τη ροή στη σωλήνωση.

Όταν η θερμοκρασία του υγρού είναι υψηλή, συνήθως τοποθετούμε την αντλία σε χαμηλό σημείο, ακόμα κάτω από την επιφάνεια του υγρού. Έτσι διασφαλίζεται η αναρρόφηση, αφού το στατικό ύψος αναρρόφησης γίνεται αρνητικό. Σε περιβάλλοντα όπως δεξαμενόπλοια, οι αντλίες τοποθετούνται στο χαμηλότερο σημείο του αντλιοστασίου για αποτελεσματική λειτουργία κατά την αναρρόφηση.

B. Επίδραση Ειδικού Βάρους στην Αναρρόφηση

Το ειδικό βάρος του υγρού είναι ένας σημαντικός παράγοντας που επηρεάζει τη διαδικασία αναρρόφησης από την αντλία. Αυτό επηρεάζει το βάρος της υγρής στήλης που αναρροφείται και, κατ' επέκταση, την ικανότητα αναρρόφησης της αντλίας.

Όταν το υγρό έχει χαμηλό ειδικό βάρος, η βαρύτητα της στήλης είναι μικρότερη. Αυτό επιτρέπει στην αντλία να αναρροφήσει το υγρό με ευκολία και με λιγότερη προσπάθεια. Αντίθετα, όταν το υγρό έχει υψηλό ειδικό βάρος, η στήλη είναι πιο βαριά και η αντλία απαιτεί περισσότερη ενέργεια για αναρρόφηση.

Επομένως, το ειδικό βάρος του υγρού είναι παράγοντας που πρέπει να λαμβάνεται υπόψη κατά την επιλογή αντλιών, καθώς επηρεάζει την αποτελεσματικότητα και τη δυνατότητα αναρρόφησης της αντλίας, λαμβάνοντας υπόψη τα χαρακτηριστικά του υγρού.

C. Επίδραση Ιξώδους στην Αναρρόφηση

Το ιξώδες αναπαριστά σημαντική πτυχή της ρευστότητας ενός υγρού. Ο συντελεστής ιξώδους χρησιμοποιείται για να διακρίνουμε τα υγρά σε δύο

κατηγορίες: παχύρρευστα και λεπτόρρευστα. Συνεπώς, όσο πιο μικρό είναι το ιξώδες, τόσο πιο εύκολα αναρροφάται από την αντλία. Αντίστροφα, τα υγρά με υψηλό ιξώδες απαιτούν περισσότερη ενέργεια για αναρρόφηση.

Ο συντελεστής ιξώδους επηρεάζει τον τρόπο ροής και αναρρόφησης του ρευστού μέσα από τις σωληνώσεις της αντλίας. Χαμηλό ιξώδες ρευστό ρέει ευκολότερα, με λιγότερη αντίσταση. Αντίθετα, τα ρευστά με υψηλό ιξώδες συναντούν μεγαλύτερη αντίσταση κατά την αναρρόφηση.

Επιπλέον, το ιξώδες επηρεάζει τις απώλειες ενέργειας κατά τη ροή μέσα από τις σωληνώσεις, επηρεάζοντας την αποδοτικότητα και την ικανότητα αναρρόφησης της αντλίας.

Ουσιαστικά, το ιξώδες αποτελεί παράγοντα που καθορίζει την απόδοση της αντλίας και πρέπει να λαμβάνεται υπόψη κατά την επιλογή της αντλίας και την σχεδίαση του συστήματος, διαμορφώνοντας την αποτελεσματικότητα της διαδικασίας αναρρόφησης.

D. Επίδραση Αντιστάσεων στην Αναρρόφηση

Οι αντιστάσεις στη σωλήνωση της αναρροφήσεως ασκούν σημαντική επίδραση στη δυνατότητα αναρρόφησης της αντλίας. Όσο λιγότερες είναι αυτές οι αντιστάσεις, τόσο πιο αποτελεσματική είναι η αναρρόφηση. Συνεπώς, η σχεδίαση της σωλήνωσης πρέπει να λαμβάνει υπόψη τις αντιστάσεις που ενδέχεται να προκύψουν και να επιδιώκει την ελαχιστοποίησή τους.

Η μείωση των αντιστάσεων μπορεί να επιτευχθεί με τους εξής τρόπους:

Αύξηση της διαμέτρου του σωλήνα: Όταν η διάμετρος του σωλήνα είναι μεγαλύτερη, η ροή του ρευστού γίνεται πιο εύκολη, μειώνοντας την αντίσταση στην κίνησή του.

Λεία εσωτερική επιφάνεια των σωλήνων: Η χρήση σωλήνων με λεία εσωτερική επιφάνεια μειώνει την τριβή μεταξύ του ρευστού και του σωλήνα, με αποτέλεσμα τη μείωση των αντιστάσεων.

Ελάχιστα όργανα ρυθμίσεως και ελέγχου: Η παρεμβολή λίγων ή καθόλου οργάνων ρυθμίσεως και ελέγχου στη σωλήνωση μειώνει τις αντιστάσεις και διευκολύνει την ροή του ρευστού.

Συνολικά, ο σχεδιασμός της σωλήνωσης πρέπει να είναι έτσι που να ελαχιστοποιεί τις αντιστάσεις, προκειμένου να διασφαλίζεται η αποτελεσματική αναρρόφηση του ρευστού από την αντλία.

E. Επίδραση Βαλβίδων στην Αναρρόφηση

Σε αντλίες που περιλαμβάνουν βαλβίδες, όπως είναι οι εμβολοφόρες αντλίες, ο αριθμός και η λειτουργία των βαλβίδων επηρεάζει σημαντικά τη ροή του ρευστού και, κατ' επέκταση, την αναρρόφηση της αντλίας.

Οι βαλβίδες χρησιμεύουν για τον έλεγχο της ροής του ρευστού μέσα στην αντλία. Όταν ο αριθμός των βαλβίδων είναι πολύ μεγάλος ή όταν οι βαλβίδες δεν λειτουργούν σωστά, μπορεί να δημιουργηθούν αντιστάσεις και ταλαντώσεις στη ροή του ρευστού. Αυτό μπορεί να επηρεάσει αρνητικά την αναρρόφηση της αντλίας, διότι η απρόβλεπτη ροή του ρευστού μπορεί να δυσχεράνει την κατανομή των πιέσεων και την αποτελεσματικότητα της αναρρόφησης.

Επομένως, ο σχεδιασμός και η λειτουργία των βαλβίδων στις αντλίες πρέπει να γίνεται με προσοχή, ώστε να διασφαλίζεται η ομαλή ροή του ρευστού και η αποτελεσματική αναρρόφηση του

F. Από την κατακόρυφη απόσταση ανάμεσα στο σημείο αναρρόφησης και το επίπεδο του υγρού.

Όταν η αντλία αναρροφά υγρό από ένα δοχείο ή μια δεξαμενή, η κατακόρυφη απόσταση μεταξύ του σημείου αναρρόφησης και του επιπέδου του υγρού επηρεάζει την απόδοση της αντλίας. Όσο μεγαλύτερη είναι η απόσταση, τόσο περισσότερη απόσταση του ρευστού απαιτείται για να φτάσει στο σημείο αναρρόφησης, με αποτέλεσμα να αυξάνεται η απαιτούμενη πίεση αναρρόφησης και να μειώνεται η απόδοση της αντλίας. Επίσης, μια μεγάλη απόσταση μπορεί να προκαλέσει κατακρούσεις ή αέρια διασπορά, επηρεάζοντας αρνητικά την αναρρόφηση. Ωστόσο, μια καλά σχεδιασμένη αντλία μπορεί να ανταποκριθεί σε μεγαλύτερες κατακόρυφες αποστάσεις με τη χρήση ενδιάμεσων σταθμών αναρρόφησης ή ειδικών σχεδιασμών.

Οι παράγοντες που αναφέρθηκαν παραπάνω επιδρούν συνολικά στην ικανότητα αναρρόφησης μιας αντλίας και πρέπει να λαμβάνονται υπόψη κατά τον σχεδιασμό, την εγκατάσταση και τη λειτουργία της αντλίας. Η βελτιστοποίηση αυτών των παραγόντων μπορεί να βοηθήσει στη βελτίωση της απόδοσης και της αποτελεσματικότητας της αντλίας.

Μερικά ακόμα χαρακτηριστικά που μπορεί να επηρεάσουν την ικανότητα αναρρόφησης μιας αντλίας, και αυτές εξαρτώνται σε μεγάλο βαθμό από τον τύπο και τον σχεδιασμό της αντλίας είναι:

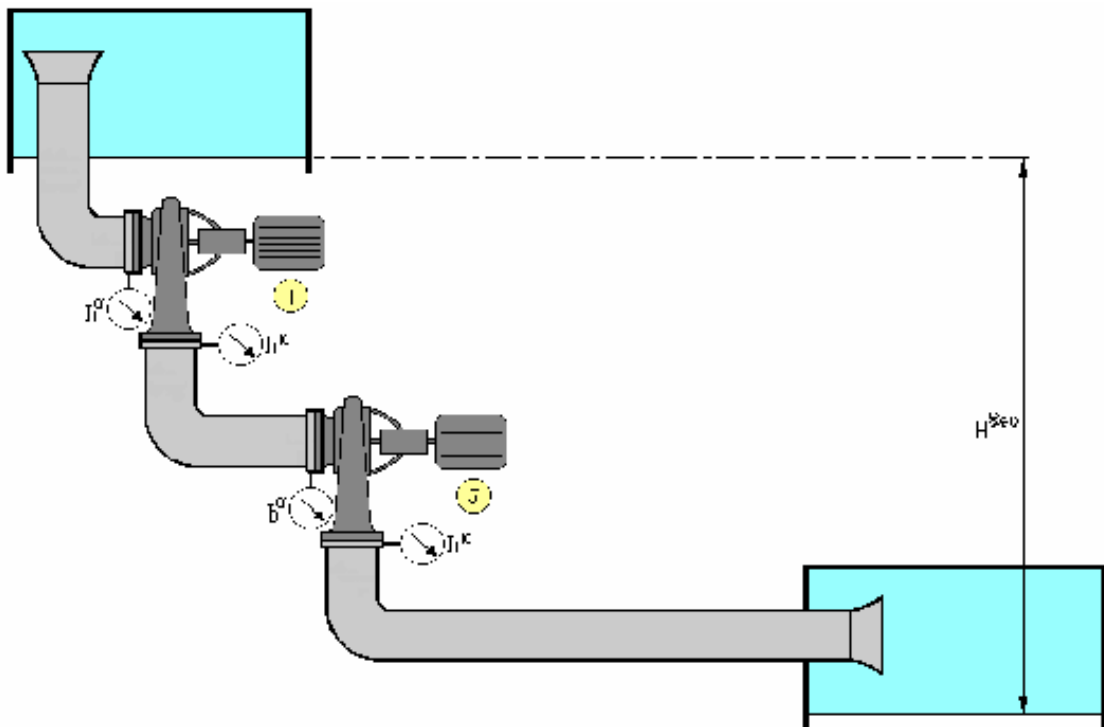
- G.** Το σχήμα και η γεωμετρία των εσωτερικών εξαρτημάτων της αντλίας, όπως εμβόλια, κυλίνδρους, προπέλες κ.λπ. Οι αλλαγές στο σχήμα και στη γεωμετρία μπορεί να επηρεάσουν τη ροή του ρευστού και την απόδοση της αντλίας.
- H.** Οι απώλειες φόρτισης και διαρροές, που μπορεί να προκαλούνται από διαρροές στις βαλβίδες, επιτραπέζιες συνδέσεις, στεγανοποιήσεις κ.λπ. Αυτές οι απώλειες μπορούν να μειώσουν την πίεση και τη ροή του ρευστού στην αντλία.
- I.** Οι κρίσιμες ταχύτητες και συχνότητες λειτουργίας της αντλίας. Ορισμένες αντλίες μπορεί να έχουν κρίσιμες ταχύτητες ή συχνότητες στις οποίες λειτουργούν με βέλτιστη απόδοση. Εκτός από αυτές τις ταχύτητες, η απόδοση της αντλίας μπορεί να μειώνεται.
- J.** Η συντήρηση και η καθαριότητα των εξαρτημάτων. Η αποτελεσματική συντήρηση και η καθαριότητα είναι σημαντικές για την απόδοση της αντλίας. Οποιαδήποτε δυσλειτουργία ή υποβάθμιση των εξαρτημάτων μπορεί να επηρεάσει αρνητικά την ικανότητα αναρρόφησης.

2.4. Σύνδεση αντλιών,

Οι αντλίες μας παρέχουν την δυνατότητα της σύνδεσης δύο οι και παραπάνω αντλιών ίδιων και διαφορετικών τεχνικά χαρακτηριστικών.

Η σύνδεση αυτή μπορεί να γίνει με διάφορους τρόπους ανάλογα με τις απαιτήσεις του συγκεκριμένου υδραυλικού συστήματος. Οι δύο κύριοι τρόποι είναι η σύνδεση σε σειρά σύνδεση και η παράλληλη σύνδεση παρέχοντας μας διαφορετικές δυνατότητες όπως αναλύετε στις επόμενες γραμμές.

Σύνδεση σε σειρά: Στη σειριακή σύνδεση, οι δύο αντλίες συνδέονται σε σειρά, δηλαδή η έξοδος της πρώτης αντλίας συνδέεται στην είσοδο της δεύτερης αντλίας. Αυτός ο τύπος σύνδεσης χρησιμοποιείται συνήθως με στόχο να αυξήσει την πίεση στο υδραυλικό σύστημα, ενώ η παροχή παραμένει σχετικά σταθερή.



ΕΙΚΟΝΑ 3 Σύνδεση σε σειρά

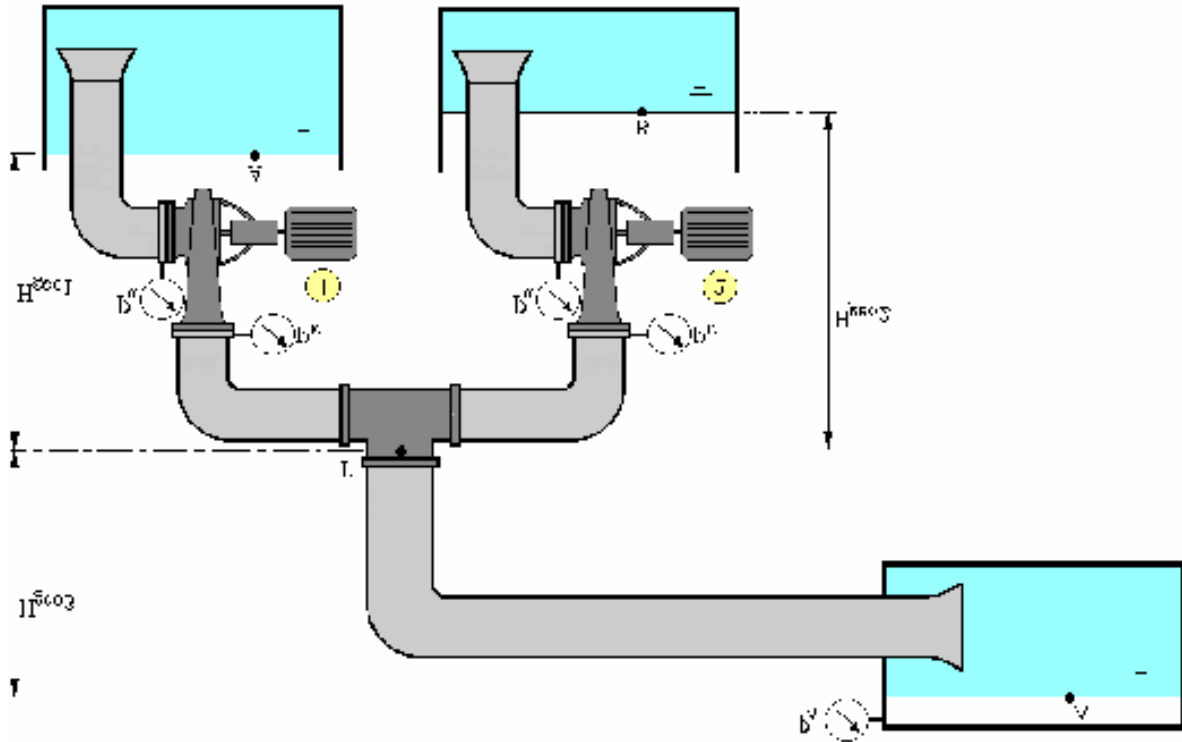
Πλεονεκτήματα

- a. **Αύξηση της Πίεσης:** Σε σειριακή σύνδεση, η πίεση αυξάνεται όταν το νερό διέρχεται από τη δεύτερη αντλία, καθώς προστίθεται η πίεση που παράγει κάθε αντλία.
- b. **Σταθερή Παροχή:** Η παροχή δεν αυξάνεται σημαντικά σε σειριακή σύνδεση. Αυτό σημαίνει ότι, αν και η πίεση αυξάνεται, η παροχή παραμένει σχετικά σταθερή και εξαρτάται από την παροχή της πρώτης αντλίας.
- c. **Προσοχή στην Υπερφόρτωση:** Κατά τη σειριακή σύνδεση, πρέπει να ληφθεί υπόψη η αποφυγή υπερφόρτωσης της πρώτης αντλίας. Είναι δυνατόν να προκύψουν υπερβολικές πιέσεις στην είσοδο της δεύτερης αντλίας αν η πρώτη δεν διαχειρίζεται την πίεση σωστά.
- d. **Προσοχή στην Απόδοση:** Η συνολική απόδοση του συστήματος πρέπει να λαμβάνεται υπόψη. Οι αντλίες πρέπει να είναι σχεδιασμένες για τη σειριακή σύνδεση και να λειτουργούν αποδοτικά σε αυτή την κατάσταση.

Μειονεκτήματα

- a. **Σταθερή Παροχή:** Σε αντίθεση με την πίεση που αυξάνεται, η παροχή παραμένει σχετικά σταθερή στη σειριακή σύνδεση. Αυτό σημαίνει ότι αν η παροχή είναι ήδη ανεπαρκής για τις ανάγκες του συστήματος, αυτό το πρόβλημα δεν θα λυθεί με την σύνδεση περισσότερων αντλιών σε σειρά.
- b. **Υπερφόρτωση της Πρώτης Αντλίας:** Σε ορισμένες περιπτώσεις, η πρώτη αντλία μπορεί να υποστεί υπερφόρτωση λόγω της αυξημένης πίεσης στην είσοδο της δεύτερης αντλίας. Αυτό απαιτεί καλή σχεδίαση και προσεκτική ρύθμιση των αντλιών.
- c. **Ενδεχόμενο Υψηλότερου Κόστους:** Η εγκατάσταση και συντήρηση δύο αντλιών αντί για μία, απαιτεί επιπλέον κόστος. Αυτό πρέπει να ληφθεί υπόψη κατά τον σχεδιασμό.
- d. **Απώλειες Ενέργειας:** Καθώς η πίεση αυξάνεται με τη σειριακή σύνδεση, μπορεί να υπάρξουν απώλειες ενέργειας λόγω τριβής και αντίστασης. Αυτό μπορεί να οδηγήσει σε μεγαλύτερη κατανάλωση ενέργειας.

Παράλληλη Σύνδεση: Στην παράλληλη σύνδεση, οι δύο αντλίες λειτουργούν παράλληλα, με κάθε αντλία να συνδέεται σε διαφορετική αγωγή ή εξόδου. Αυτός ο τύπος σύνδεσης χρησιμοποιείται συνήθως όταν απαιτείται αυξημένη παροχή.



ΕΙΚΟΝΑ 4 σύνδεση αντλιών παράλληλα

Πλεονεκτήματα

- 1. Αύξηση της Παροχής:** Στην παράλληλη σύνδεση, η παροχή αυξάνεται δραματικά, καθώς και οι δύο αντλίες λειτουργούν ταυτόχρονα για να αντλήσουν νερό.
- 2. Σταθερή Πίεση:** Η πίεση παραμένει σχετικά σταθερή στην παράλληλη σύνδεση, αλλά εξαρτάται από την πίεση και την παροχή κάθε αντλίας. Αυτό σημαίνει ότι είναι δυνατόν να επιτευχθεί μεγαλύτερη πίεση από ό,τι με μία αντλία, αλλά διατηρώντας την αυξημένη παροχή.
- 3. Σχετικά Απλή Εγκατάσταση:** Η παράλληλη σύνδεση είναι συνήθως πιο εύκολη στην εγκατάσταση και τη συντήρηση από τη σειριακή σύνδεση.
- 4. Αντιστάθμιση Αποτυχίας:** Σε περίπτωση αποτυχίας μιας αντλίας, η άλλη αντλία μπορεί να συνεχίσει να λειτουργεί, παρέχοντας αξιοπιστία και αντοχή στο σύστημα.

5. Αποτελεσματική Χρήση Ενέργειας: Οι αντλίες μπορούν να λειτουργήσουν σε χαμηλότερες ταχύτητες ή να απενεργοποιούνται με βάση τις ανάγκες, βελτιώνοντας την αποδοτικότητα και εξοικονομώντας ενέργεια.

Μειονεκτήματα

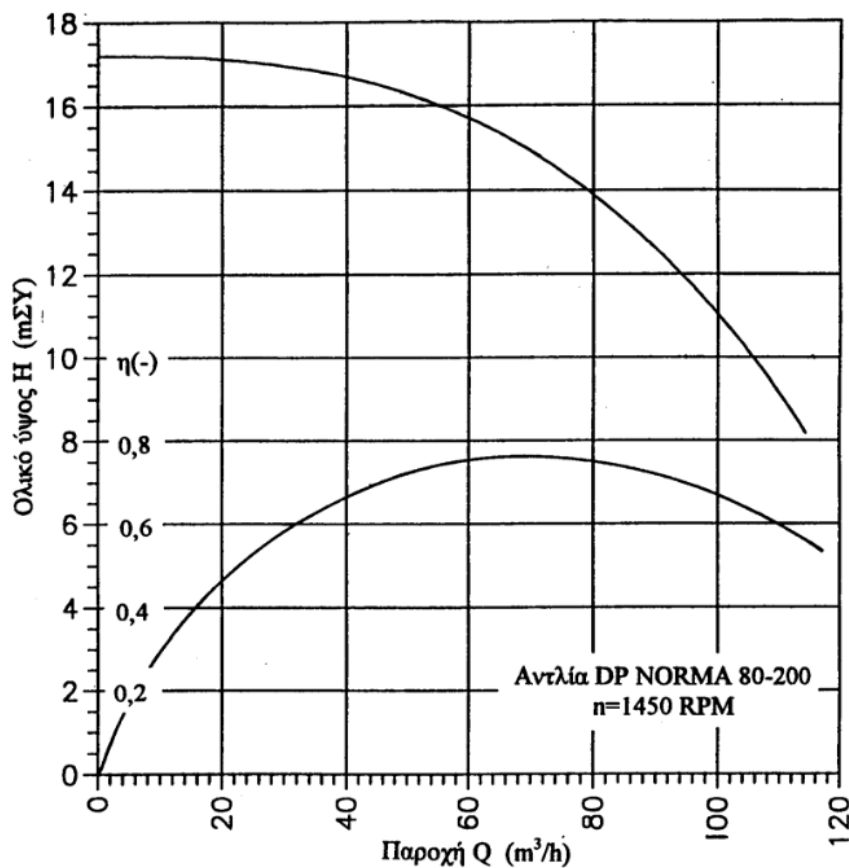
- 1. Υπερβολική Παροχή:** Ένα από τα βασικά μειονεκτήματα της παράλληλης σύνδεσης είναι ότι αυξάνει δραματικά την παροχή στο υδραυλικό σύστημα. Αυτό μπορεί να οδηγήσει σε υπερβολική ροή νερού, που ενδέχεται να υπερφορτώσει το σύστημα ή να προκαλέσει προβλήματα σε άλλα στοιχεία του συστήματος.
- 2. Απαιτούνται Κατάλληλες Ρυθμίσεις:** Για να εξασφαλιστεί η σωστή λειτουργία των αντλιών σε παράλληλη σύνδεση, πρέπει να γίνουν κατάλληλες ρυθμίσεις για να εξισορροπηθεί η ροή και η πίεση μεταξύ τους. Αυτό απαιτεί τεχνική εμπειρία.
- 3. Ανάγκη για Συνεχή Συντήρηση:** Οι αντλίες πρέπει να συντηρούνται σε καλή κατάσταση για να λειτουργούν σωστά. Σε περίπτωση αποτυχίας ενός από τα αντλικά συστήματα, αυτό μπορεί να έχει επιπτώσεις στο σύνολο της παροχής.
- 4. Ενδεχόμενη Υψηλή Κατανάλωση Ενέργειας:** Σε περίπτωση που δεν γίνει καλή ρύθμιση των αντλιών στην παράλληλη σύνδεση, οι αντλίες μπορεί να λειτουργούν με υψηλή κατανάλωση ενέργειας.

2.5. Χαρακτηριστικές καμπύλες αντλιών

Γενικά, κάθε αντλία διακρίνεται από τις καμπύλες λειτουργίας της. Αυτές οι καμπύλες παρέχονται από τον κατασκευαστή της συσκευής και περιλαμβάνουν:

- **Καμπύλη Υψομέτρου-Παροχής (H-Q):** Αυτή η καμπύλη αναπαριστά τη σχέση μεταξύ του ολικού ύψους (H) και της παροχής (Q).

Η καμπύλη H-Q είναι μια γραφική αναπαράσταση που δείχνει πώς το υψόμετρο του νερού (H) αλλάζει ως αποτέλεσμα της ποσότητας του ύδατος που διέρχεται από έναν συγκεκριμένο σημείο,



ΕΙΚΟΝΑ 5 Καμπύλη H-Q

Σε αυτήν την καμπύλη συνήθως υπάρχει μια σημείωση όπου η παροχή είναι μέγιστη και το ύψος του νερού είναι επίσης μέγιστο. Αυτό το σημείο ονομάζεται "σημείο κορυφής" ή "κορυφή ροής."

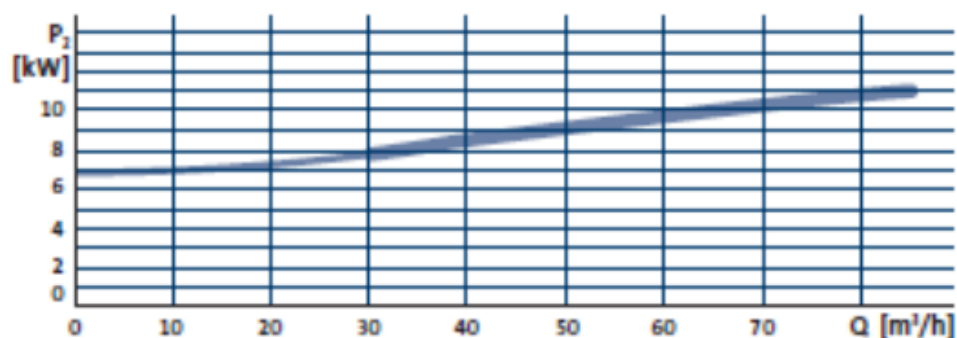
Η καμπύλη H-Q είναι χρήσιμη για τον σχεδιασμό και τον έλεγχο διαφόρων υδραυλικών συστημάτων, όπως φράγματα, αγωγοί, και υδροηλεκτρικά

εργοστάσια. Επίσης, βοηθά στον καθορισμό του ύψους του νερού σε ένα ποτάμι ή άλλο ύδρευσης για διάφορες συνθήκες ροής και μετρήσεις παροχής.

Σε γενικές γραμμές, η καμπύλη H-Q εξαρτάται από τη γεωμετρία του υδραυλικού συστήματος και τις υδρολογικές συνθήκες του περιβάλλοντος.

➤ Καμπύλη Ισχύος Εισόδου-Παροχής (P-Q):

Η καμπύλη ισχύος εισόδου-παροχής (N-Q) ή (P-Q) είναι ένα σημαντικό γραφικό διάγραμμα που χρησιμοποιείται για να παρουσιάσει τη σχέση μεταξύ της ισχύος εισόδου σε μια αντλία και της παροχής νερού που αντλείται από αυτήν την αντλία. Αυτή η καμπύλη παρέχει σημαντικές πληροφορίες για την απόδοση και τη λειτουργία της αντλίας.



ΕΙΚΟΝΑ 6 Καμπύλη ισχύος Εισόδου – Παροχής

Παροχή (Q): Η παροχή αναπαριστά τον όγκο του υγρού που αντλείται από την αντλία σε μονάδα χρόνου, συνήθως σε λίτρα ανά δευτερόλεπτο (L/s) ή κυβικά μέτρα ανά ώρα (m^3/h).

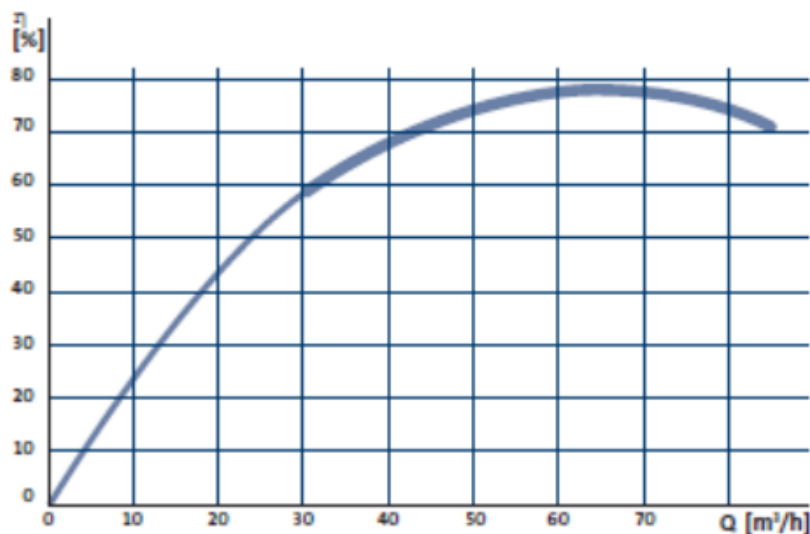
Ισχύς (N) ή (P) : Η ισχύς αναπαριστά την ενέργεια που αναλώνεται από την αντλία για να αντλήσει το υγρό. Συνήθως μετρείται σε ίππους (HP) ή (kw).

Σημείο Καλής Λειτουργίας (BEP - Best Efficiency Point): Αυτό είναι το σημείο στην καμπύλη N-Q όπου η αντλία λειτουργεί με την υψηλότερη απόδοση και αποδίδει τη μέγιστη παροχή για τη δεδομένη ισχύ εισόδου. Το BEP είναι συνήθως ο στόχος κατά την επιλογή και τον σχεδιασμό της αντλίας για μια συγκεκριμένη εφαρμογή στην εικόνα 6 το σημείο αυτό δεν παρουσιάζετε σαν μια τελεία όμως είναι εμφανές από το πάχος της καμπύλης.

- Καμπύλη Απόδοσης-Παροχής (η - Q): Αυτή η καμπύλη αποτυπώνει τον ολικό βαθμό απόδοσης (η) σε σχέση με την παροχή (Q).

Ο βαθμός απόδοσης είναι η σχέση μεταξύ της ενέργειας η οποία προσδίδεται στο ρευστό μέσω της αντλίας και της ενέργειας η οποία απορροφά η αντλία από τον κινητήρα. Ο βαθμός απόδοσης της αντλίας δεν είναι σταθερός αλλά εξαρτάται από το σημείο όπου λειτουργεί η αντλία.

Ορίζεται ως κανονικό σημείο λειτουργίας ή **BEP (Best efficiency point)** το σημείο εκείνο όπου ο βαθμός απόδοσης παίρνει την μέγιστη τιμή. Πρέπει να δίνεται προσοχή στην επιλογή της αντλίας, προκειμένου αυτή να λειτουργεί όσο το δυνατόν πιο κοντά στο κανονικό σημείο λειτουργίας, αφού αυτό εξασφαλίζει τον μέγιστο βαθμό απόδοσης και επιπλέον οι δυνάμεις οι οποίες ασκούνται στην αντλία είναι οι μικρότερες δυνατές. Κάτι τέτοιο έχει ως αποτέλεσμα και 16 την πιο οικονομική λειτουργία της αντλίας αφού το μεγαλύτερο μέρος της ενέργειας η οποία απορροφάται από την αντλία προσδίδεται στο ρευστό αλλά και λόγω του γεγονότος ότι όταν η αντλία λειτουργεί κοντά στο κανονικό σημείο λειτουργίας το κόστος συντήρησης είναι μικρότερο.



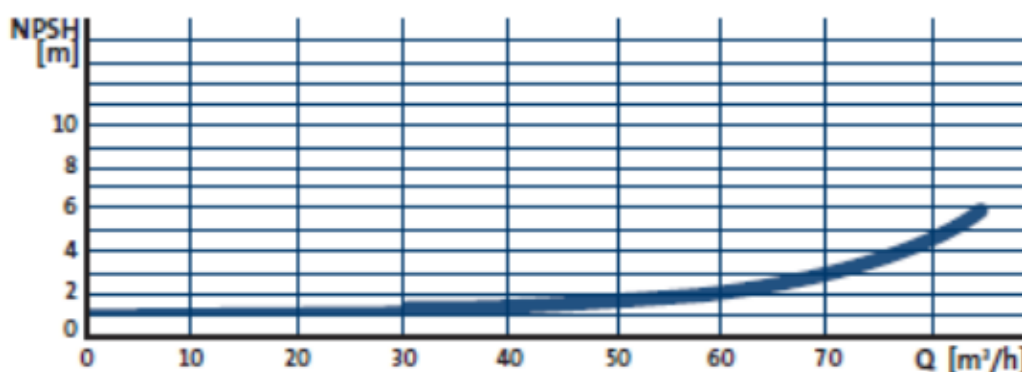
ΕΙΚΟΝΑ 7: Καμπύλη Απόδοσης – Παροχής

Σε πρακτικό επίπεδο είναι σχεδόν απίθανο μια αντλία να δουλεύει συνεχώς στο κανονικό σημείο λειτουργίας της γιατί συνήθως υπάρχουν μεταβλητές ανάγκες σε παροχή και ύψος του συστήματος. Ωστόσο όμως πρέπει να επιλέγεται αντλία της οποίας το κανονικό σημείο λειτουργίας είναι κοντά στις τιμές παροχής και ύψους που υπάρχουν συνήθως στο σύστημα.

Κάποιες από τις ενδείξεις ότι η αντλία δεν λειτουργεί κοντά στο κανονικό σημείο λειτουργίας είναι οι εξής:

- Θόρυβος,
- Δονήσεις,
- Συχνές ανάγκες συντήρησης,
- Μεγάλες καταναλώσεις ηλεκτρικής ενέργειας,
- Σπηλαιώση (θα αναλυθεί σε επόμενο κεφάλαιο),
- Υψηλές θερμοκρασίες λειτουργίας,

➤ Καμπύλη NPSHR-Παροχής (**NPSHR-Q**): Αυτή η καμπύλη αναδεικνύει το NPSHR (Net Positive Suction Head Required) σε σχέση με την παροχή (Q).



ΕΙΚΟΝΑ 8: Καμπύλη (NPSHR-Q)

Το διάγραμμα αυτό εκφράζει τη διαφορά της ολικής πίεσης στη διατομή εισόδου της αντλίας από την πίεση ατμοποίησης του υγρού που πρέπει να έχει αντλία ώστε η λειτουργία της να είναι στο όριο εμφάνισης σπηλαιώσης.

Το NPSH έχει ως μονάδα μέτρησης το m και η τιμή του αυξάνεται όταν αυξάνεται και η παροχή της αντλίας. Είναι προφανές ότι είναι επιθυμητό η αντλία να έχει όσο το δυνατόν χαμηλότερο **NPSHr** ώστε να είναι πιο εύκολη τη ικανοποίηση της συνθήκης λειτουργίας δίχως σπηλαιώση.

Το **NPSHa (Net Positive Suction Head available)** εκφράζει την διαθέσιμη πίεση η οποία υπάρχει από τον αγωγό αναρρόφησης υπό τις εκάστοτε συνθήκες που επικρατούν στο σύστημα. Είναι απαραίτητο, προκειμένου να αποφευχθούν φαινόμενα **σπηλαιώσης**, το $NPSHa \geq NPSHr + \text{συντελεστής ασφαλείας}$. Το μέγεθος του συντελεστή ασφαλείας καθορίζεται από τις εκάστοτε συνθήκες και τον σχεδιασμό του κάθε συστήματος και συνήθως η τιμή του κυμαίνεται μεταξύ 1m και 2,5m.

Δυναμικές Αντλίες: Οι αντλίες αυτού του είδους κατασκευάζονται για συγκεκριμένη παροχή και πίεση. Η καμπύλη H-Q παρουσιάζει παραβολική σχέση, με την πίεση να εξαρτάται από την παροχή. Σε σταθερή ταχύτητα περιστροφής, με την αύξηση της παροχής Q, το ύψος H μειώνεται και αντίστροφα. Αυτή η αυτορρύθμιση της παροχής είναι χαρακτηριστική.

Αντλίες Θετικής Μετατόπισης: Στις αντλίες αυτού του είδους, οι καμπύλες H-Q θεωρητικά είναι ευθείες, αλλά στην πράξη είναι κυρτές λόγω των διαρροών. Κάθε ευθεία αντιστοιχεί σε συγκεκριμένο αριθμό στροφών.

Εμβολοφόρες Αντλίες: Οι εμβολοφόρες αντλίες έχουν καμπύλη H-Q που είναι κατακόρυφη ευθεία. Η παροχή είναι ανεξάρτητη από το ύψος πίεσης, καθώς ο όγκος παροχής ανά εμβολισμό είναι πάντοτε σταθερός.

Τέλος, η χαρακτηριστική καμπύλη ενός αντλητικού συστήματος (HA-Q) απεικονίζει τη μεταβολή του συνολικού ύψους (HA) του αντλητικού συστήματος, συμπεριλαμβανομένων των σωληνώσεων και άλλων συστατικών, σε σχέση με την παροχή (Q). Είναι σημαντικό να κατανοήσουμε τις καμπύλες αυτές για να επιτύχουμε αποδοτικότητα και αξιοπιστία στα αντλητικά συστήματα.

2.6. Αντλίες και Επιλογή Λειτουργίας

Κατά την εξέταση της λειτουργίας αντλιών, αποδίδουμε την επίδραση σε δύο βασικά μέρη: το στατικό μέρος και το δυναμικό μέρος.

Στατικό Μέρος: Το στατικό μέρος είναι το άθροισμα του στατικού ύψους Δ_z , το οποίο είναι ανεξάρτητο από την παροχή και το ύψος πίεσης. Επίσης, το υψομετρικό διάφορα του ύψους πίεσης $(P_d - P_s)/\rho g$, το οποίο είναι μηδέν για ανοιχτά συστήματα.

Δυναμικό Μέρος: Το δυναμικό μέρος είναι το άθροισμα των υψομετρικών απωλειών Δ_{hf} , τις οποίες αυξάνει το τετράγωνο της ταχύτητας (παροχής) ή το ύψος της διαφοράς της ταχύτητας $(V_d^2 - V_s^2)/2g$.

Η επιλογή της λειτουργίας της αντλίας συνήθως γίνεται στο σημείο όπου συναντώνται οι καμπύλες λειτουργίας του αντλητικού συστήματος και της αντλίας, γνωστό ως σημείο λειτουργίας. Το παρακάτω διάγραμμα απεικονίζει ένα τέτοιο παράδειγμα.

Διάγραμμα Σημείου Λειτουργίας

Η επιλογή της βέλτιστης λειτουργίας για μια εμβολοφόρα αντλία δεν είναι πάντα απλή. Πολλές μεταβλητές πρέπει να εκτιμηθούν προσεκτικά. Για να γίνει η κατάλληλη επιλογή ανάμεσα σε διάφορες αντλίες, είναι σημαντικό να κατανοήσουμε τη συμπεριφορά των διαφορετικών τύπων αντλιών. Γενικά, οι παλινδρομικές αντλίες χρησιμοποιούνται σε περιπτώσεις όπως:

Υδραυλικές Απαιτήσεις: Σε περιπτώσεις όπου οι υδραυλικές απαιτήσεις καθιστούν τις κινητικές ή περιστροφικές αντλίες ακατάλληλες για τη δουλειά, οι παλινδρομικές αντλίες είναι προτιμητές. Αυτό συμβαίνει όταν απαιτούνται μικρές παροχές και μεγάλες πιέσεις.

Παροχές Χαμηλής Έντασης: Οι παλινδρομικές αντλίες είναι κατάλληλες για εφαρμογές με χαμηλές παροχές. Συγκεκριμένοι συνδυασμοί παροχής και πίεσης καθιστούν τις φυγοκεντρικές αντλίες λιγότερο αποδοτικές.

Χαμηλή Ταχύτητα: Οι παλινδρομικές αντλίες θετικής μετατόπισης έχουν μικρό NPSHR σε σχέση με τη ροή, το οποίο καθορίζεται από την ταχύτητα. Επομένως, όσο πιο μικρή είναι η ταχύτητα, τόσο μικρότερο είναι το NPSHR.

Εναλλακτική Λύση: Οι παλινδρομικές αντλίες μπορούν να αντικαταστήσουν φυγοκεντρικές αντλίες που λειτουργούν μακριά από το

βέλτιστο σημείο λειτουργίας (**BEP**). Αυτό ισχύει ιδιαίτερα για χαμηλές παροχές και μεσαίες πιέσεις, ή όταν υπάρχουν υψηλές τιμές ιξώδους στο ρευστό.

Κατανοώντας αυτές τις πτυχές, μπορούμε να προβούμε σε πιο ενημερωμένες επιλογές για την επιλογή και τον σχεδιασμό αντλιών, επιτυγχάνοντας την αποδοτική και αξιόπιστη λειτουργία των αντλητικών συστημάτων.

- Τι πίεση απαιτείται στην έξοδο της αντλίας; Αυτό επηρεάζει τον τρόπο σχεδιασμού της αντλίας και την επιλογή του μεγέθους της.
- Ποια είναι η ροή που απαιτείται για την εφαρμογή; Εάν υπάρχει συγκεκριμένη απαίτηση για την ροή του ρευστού, αυτό επηρεάζει την επιλογή του τύπου της αντλίας.
- Εάν απαιτείται αναρρόφηση, ποια είναι η αρχική ροή και πίεση του ρευστού στην πηγή; Αυτό είναι κρίσιμο για τη δυνατότητα αναρρόφησης της αντλίας.
- Ποια είναι η απόσταση και η υψομετρική διαφορά ανάμεσα στην αντλία και το σημείο παράδοσης του ρευστού; Αυτό επηρεάζει τον υπολογισμό των απωλειών πίεσης και την απόδοση της αντλίας.
- Είναι απαραίτητη η παρουσία αναγκαίων πιστοποιητικών ή πιστοποιητικών ασφάλειας για την αντλία;

Όλα αυτά τα στοιχεία είναι κρίσιμα για την κατανόηση των απαιτήσεων της εφαρμογής και την επιλογή της κατάλληλης παλινδρομικής αντλίας. Είναι σημαντικό να συνεργαστείτε με εξειδικευμένο πάροχο αντλιών που μπορεί να σας καθοδηγήσει στη σωστή επιλογή βάσει των απαιτήσεων σας.

Η πίεση στην αναρρόφηση είναι ένα κρίσιμο στοιχείο για τον σχεδιασμό και τη λειτουργία μιας αντλίας. Αυτή η παράμετρος δείχνει κατά πόσο μια τυπική σχεδίαση αντλίας μπορεί να αντιμετωπίσει αποτελεσματικά τις απαιτήσεις αναρρόφησης, ή εάν απαιτούνται τροποποιήσεις στο μέγεθος της αντλίας για να αντιμετωπιστεί μια αυξημένη αναρροφητική πίεση (η οποία είναι ίση ή αυξημένη κατά περισσότερο από 5% της πίεσης κατάθλιψης). Παράλληλα, ορίζει την κατηγορία πίεσης στην αναρρόφηση προς την οποία ο προμηθευτής αντλιών θα πρέπει να επικεντρωθεί για να βρει την ιδανική λύση.

Η πίεση στην κατάθλιψη, από την άλλη πλευρά, είναι ένας καθοριστικός παράγοντας για το σχεδιασμό. Χρησιμοποιείται για τον καθορισμό του βέλτιστου μεγέθους του εμβόλου και άλλων κρίσιμων σχεδιαστικών παραμέτρων, οι οποίες επηρεάζουν τη μηχανική αποτελεσματικότητα της αντλίας. Επιπλέον, βοηθά στον καθορισμό της τελικής πίεσης λειτουργίας που απαιτείται για την επιθυμητή απόδοση.

Το καθαρό ύψος αναρρόφησης (**NPSHA**) αναδεικνύει τη διαθέσιμη αναρροφητική ενέργεια. Είναι αυτή που καθοδηγεί την επιλογή του μεγέθους εμβόλου, της ταχύτητας της αντλίας, του τύπου και του μεγέθους της βαλβίδας αναρρόφησης. Επιπλέον, παρέχει κατευθυντήριες οδηγίες για τυχόν αλλαγές που απαιτούνται για τη μείωση της ελάχιστης απαιτούμενης αναρροφητικής πίεσης (NPSHR).

Οι θερμοκρασίες του ρευστού που αντλείται - τόσο η κανονική, η ελάχιστη όσο και η μέγιστη - αποτελούν κρίσιμες πληροφορίες. Αυτές προσφέρουν εισηγήσεις για τον σχεδιασμό της αντλίας, τα υλικά κατασκευής που θα αντέξουν τις συνθήκες και το κέλυφος της αντλίας. Εάν οι θερμοκρασίες είναι εντός του εύρους 177°C έως 455°C, η ταχύτητα λειτουργίας της αντλίας θα πρέπει να ρυθμιστεί, και ο σχεδιασμός της αντλίας πρέπει να εξασφαλίζει αποτελεσματική μεταφορά θερμότητας προκειμένου να διατηρηθεί η ασφάλεια του ρευστού και των εξαρτημάτων.

Οποιοδήποτε περιορισμός στην ταχύτητα που επιβάλλεται από την εφαρμογή πρέπει να ληφθεί υπόψη. Αυτός ο περιορισμός καθοδηγεί το μέγεθος του εμβόλου και την πραγματική ταχύτητα λειτουργίας της αντλίας, έτσι ώστε να προσαρμοστούν στις απαιτήσεις της συγκεκριμένης χρήσης.

Το ειδικό βάρος του ρευστού αποτελεί σημαντικό παράγοντα για τον σχεδιασμό. Επηρεάζει την επιλογή του μεγέθους εμβόλου και την ταχύτητα λειτουργίας της αντλίας, ενώ μπορεί να απαιτήσει τροποποιήσεις για να διασφαλιστεί χαμηλό NPSHR.

Η πίεση των υδρατμών στις θερμοκρασίες άντλησης είναι απαραίτητη για τον σχεδιασμό της αντλίας, προκειμένου να επιτευχθεί αρκετά χαμηλό NPSHR και να διατηρηθεί η ομαλή λειτουργία.

Το ιξώδες του ρευστού στις θερμοκρασίες άντλησης επηρεάζει την επιλογή του μεγέθους εμβόλου και την ταχύτητα λειτουργίας.

Επίσης, είναι σημαντικό να ληφθεί υπόψη η πιθανότητα περιέχοντος υλικών ή χημικών εντός του ρευστού που μπορεί να προκαλέσουν διάβρωση ή

οξειδωση στην αντλία. Αυτός ο παράγοντας συντελεί στον κατάλληλο σχεδιασμό της αντλίας και εξασφαλίζει την προστασία των εργαζομένων και του περιβάλλοντος.

Συνολικά, η συλλογή όλων αυτών των καίριων πληροφοριών προσφέρει ένα ευρύ πλαίσιο για τον σχεδιασμό και την επιλογή της βέλτιστης αντλίας για μια συγκεκριμένη εφαρμογή

Η απόδοση των εμβολοφόρων αντλιών είναι ένα σημαντικό θέμα, και η αξιολόγηση της απόδοσής τους διαφέρει από αυτήν των φυγοκεντρικών αντλιών. Ενώ στις φυγοκεντρικές αντλίες η αποδοτικότητα μπορεί να αναλυθεί με βάση τις διαρροές και τις απώλειες, στις εμβολοφόρες αντλίες η απόδοση καθορίζεται διαφορετικά.

Οι βασικοί συντελεστές της απόδοσης μιας εμβολοφόρας αντλίας είναι η ογκομετρική απόδοση και η μηχανική απόδοση:

Ογκομετρική απόδοση: Αυτή η απόδοση αναφέρεται στο ποσοστό του πραγματικού όγκου που αντλείται σε σχέση με τον θεωρητικό όγκο που θα αντλούσε η αντλία στην ίδια περίοδο. Η ογκομετρική απόδοση μπορεί να υπολογιστεί ως:

$$VE = 1 - [(PA * \beta * \rho) + VL]$$

όπου:

PA = η διαφορική πίεση (η διαφορά μεταξύ της πίεσης εξαγωγής και αναρρόφησης)

β = ο συντελεστής συμπιεστότητας του ρευστού,

ρ = ο λόγος C/D της αντλίας (συνολικός όγκος θαλάμου προς τη μετατόπιση)

VL = οι απώλειες λόγω ολίσθησης της βαλβίδας

Μηχανική απόδοση: Αυτή αναφέρεται στο ποσοστό της παρεχόμενης μηχανικής ισχύος στον άξονα της αντλίας προς την εισερχόμενη ισχύ (ηλεκτρική ισχύ). Υψηλή μηχανική απόδοση σημαίνει ότι η αντλία μεταφέρει το μεγαλύτερο μέρος της ηλεκτρικής ισχύος στο ρευστό.

Η μηχανική απόδοση συνδέεται άμεσα με το φορτίο πλαισίου της αντλίας. Συνήθως, μεγαλύτερες φορτίσεις πλαισίου προσφέρουν μεγαλύτερη

μηχανική απόδοση. Ο σχεδιασμός του εμβόλου πρέπει να στοχεύει στην επίτευξη υψηλής μηχανικής απόδοσης εντός του εύρους αξιολογημένων φορτίων της αντλίας.

Είναι σημαντικό να σημειώσουμε ότι η συνολική απόδοση της εμβολοφόρας αντλίας είναι το γινόμενο της ογκομετρικής απόδοσης και της μηχανικής απόδοσης.

Οι αντλίες ισχύος μπορούν να έχουν μηχανικές αποδόσεις που φτάνουν μέχρι και 87%, και σε ειδικές κατηγορίες αντλιών αυτό το ποσοστό μπορεί να φτάσει ακόμα και το 90%. Στις απώλειες των αντλιών συντελούν τα έδρανα, οι βαλβίδες και το κέλυφος της αντλίας. Επιπρόσθετες απώλειες προκύπτουν από τα κινούμενα μέρη, όπως οδηγία, ιμάντες, γρανάζια, συζεύξεις κ.λπ., και αυτές πρέπει να λαμβάνονται υπόψη κατά τον υπολογισμό της συνολικής απόδοσης της αντλητικής μονάδας.

Όσον αφορά τις αντλίες άμεσης δράσης, η μηχανική απόδοση υπολογίζεται ως ο λόγος της εφαρμοζόμενης δύναμης στο ρευστό από το έμβολο προς τη δύναμη που μεταφέρεται από το πιστόνι προς το εργαζόμενο μέσο (ατμός, αέριο ή αέρας), λαμβάνοντας υπόψη τις απώλειες λόγω τριβής από την αντίσταση του πιστονιού και των βαλβίδων. Ο λόγος αυτός βασίζεται στις διαφορικές πιέσεις τόσο στην αντλία όσο και στο ρευστό, και μπορεί να υπολογιστεί με την ακόλουθη εξίσωση:

$$ME = (A_L * \Delta_{pL}) / (ADR * \Delta_{pDR})$$

όπου:

A_L = η επιφάνεια του εμβόλου

Δ_{pL} = η διαφορική πίεση στο ρευστό

A_{DR} = η επιφάνεια του εμβόλου

Δ_{pDR} = η διαφορική πίεση στην αντλία

Αυτές οι παράμετροι παίζουν σημαντικό ρόλο στον υπολογισμό της μηχανικής απόδοσης και της συνολικής απόδοσης των αντλιών άμεσης δράσης.

3. Κεφάλαιο

3.1. Αντλίες στην ναυτιλία

Έχοντας εκτενώς μιλήσει στα προηγούμενα κεφάλαια για τις αντλίες τους ορισμούς και τα χαρακτηριστικά τους πλέον ήρθε η ώρα να εμβαθύνουμε στην χρησιμότητα των ρευστοδυναμικών αυτών μηχανημάτων στην σύγχρονη ναυτιλία.

Οι αντλίες αποτελούν βασικό και αναπόσπαστο μέρος της σύγχρονης ναυτιλίας και χρησιμοποιούνται για διάφορους σκοπούς. Ανάλογα με τον τύπο του πλοίου, την εφαρμογή και τις ανάγκες του, Συνολικά συνεισφέρουν σημαντικά στην ασφάλεια, την αποτελεσματικότητα και τη λειτουργικότητα των σύγχρονων πλοίων, καλύπτοντας μια ευρεία γκάμα αναγκών στον ναυτιλιακό τομέα.

Ακολούθως είναι οι κυριότερες εφαρμογές αυτών των αντλιών:

A. Αντλίες πυρόσβεσης (fire fighting pumps)



ΕΙΚΟΝΑ 9 Σύστημα FiFi

Για λόγους πυρασφάλειας κάθε πλοίο - σκάφος διαθέτει ένα πυροσβεστικό σύστημα. Ένα από τα γνωστότερα συστήματα αντλιών που εφαρμόζεται για την δουλεία αυτή στα πλοία ονομάζεται FiFi, το σύστημα αυτό χαρακτηρίζεται από την μεγάλη παροχή και ύψος πίεσης που διαθέτει, ενδεικτικά τις απόδοσης λειτουργίας του είναι ο πίνακας δεδομένων που παραθέτει μία εκ των κατασκευαστριών εταιριών αυτού του συστήματος όπως φαίνετε και στην εικόνα (9):

Class	None Class	FiFi 1/2		FiFi I	FiFi II			FiFi III	
		1	2	2	2	3	4	3	4
No. Monitors	2	1	2	2	2	3	4	3	4
Monitor Capacity(m ³ /hr)	600	1200	600	1200	3600	2400	1800	3200	2400/2500
No. Pumps	1-2	1-2		1-2	2	2-4		2	2-4
Total Pump Capacity(m ³ /hr)	600	1200		2400	7200	7200		9600	9600/10000
Throw Length(m)	85	120		120	180	150		180	150
Throw Height(m)	45	45		45	110m@70m	70		110m@70m	70

ΕΙΚΟΝΑ 10 Παράμετροι συστήματος FiFi

Για να ανταποκριθεί αποτελεσματικά σε πυρκαγιά και για να ξεκινήσει γρήγορα παροχή προς την θερμή εστία, η αντλία πρέπει να ξεκινήσει γρήγορα. Σε αυτή την περίπτωση, η πυροσβεστική αντλία πρέπει να παρέχει την απαραίτητη κεφαλή και ροή για να εξασφαλίσει ισχυρό πίδακα νερού.



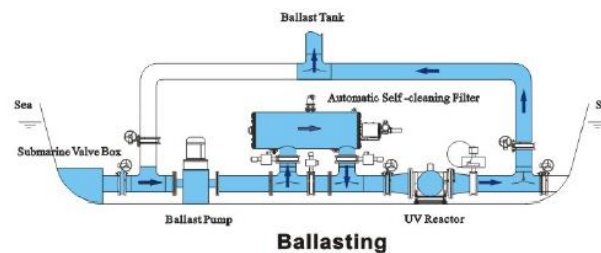
ΕΙΚΟΝΑ 11: Σύστημα πυρόσβεσης σε λειτουργία

B. Αντλία έρματος (Ballast water pump):

Οι αντλίες ballast είναι συσκευές που χρησιμοποιούνται στα πλοία για να διαχειριστούν το βάρος του νερού στα δεξαμενές έρματος. Οι δεξαμενές αυτές χρησιμοποιούνται για να εξισορροπήσουν το πλοίο και να διατηρήσουν τη σταθερότητά του κατά τη διάρκεια των διαφόρων φάσεων του ταξιδιού, όπως το φορτοεκφόρτωμα και η ναύλωση.

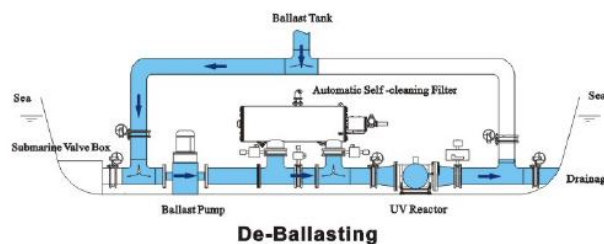
Οι αντλίες ballast χρησιμοποιούνται για να αφαιρέσουν το νερό από τις δεξαμενές έρματος κατά το φορτοεκφόρτωμα του πλοίου, και να το επιστρέψουν όταν απαιτείται εξισορρόπηση του βάρους. Αυτό διασφαλίζει ότι το πλοίο θα διατηρήσει τη σωστή θέση και σταθερότητα κατά τη διάρκεια του ταξιδιού του.

Τα τελευταία χρόνια έχει δοθεί μεγάλη βαρύτητα σε αυτό το σύστημα καθώς έχουν μπει περιβαλλοντικοί περιορισμοί που θέτουν συγκεκριμένες προδιαγραφές για τις ρευστοδυναμικές αυτές μηχανές κάνοντας τις ιδιαίτερα περίπλοκες,



De-ballasting

De-ballasting, the ballast water is directly pumped through the ballast pump into the MPUV reactor, bypassing the filter, for secondary disinfection treatment before discharge

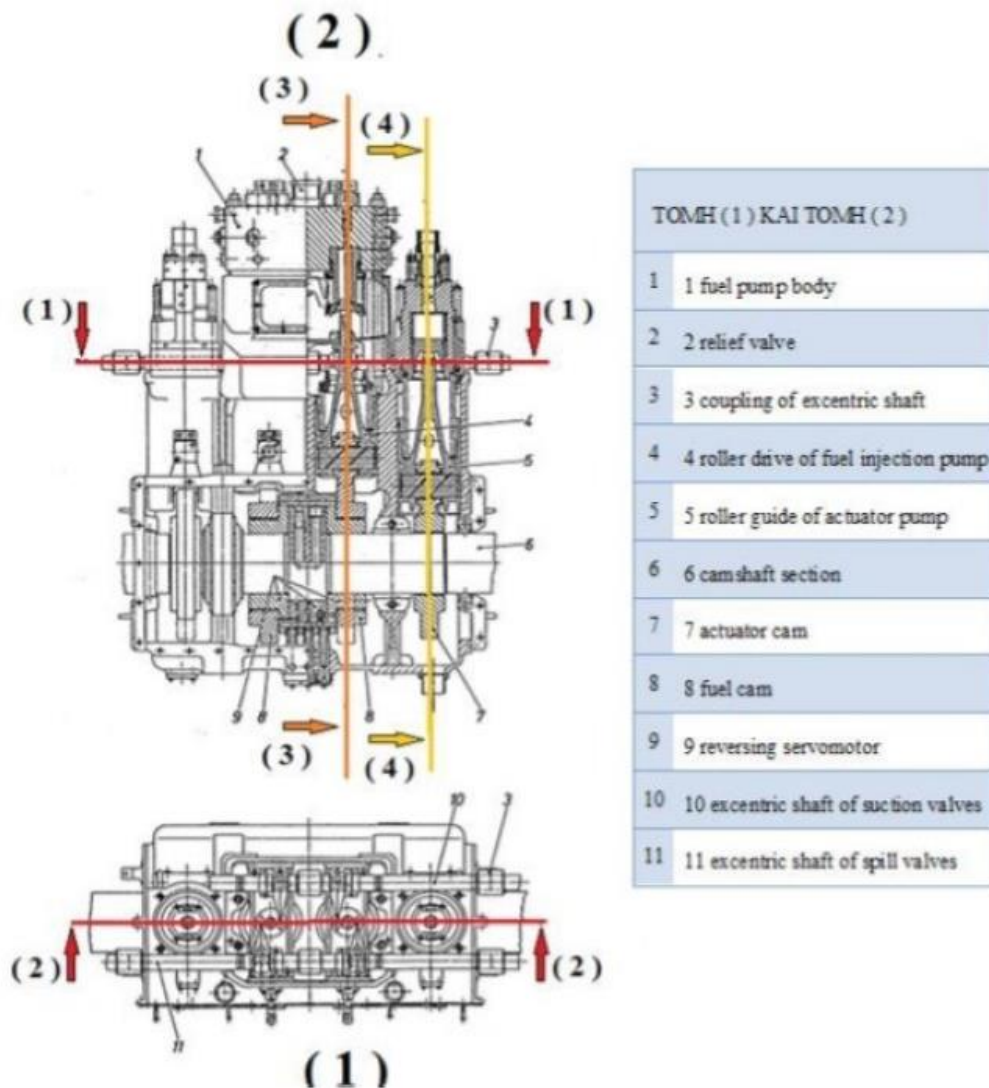


ΕΙΚΟΝΑ 12: Σύστημα Ballast

Οι αντλίες δεν έχουν την απαίτηση για άμεση εκκίνηση και μεγάλη παροχή όπως οι αντλίες πυρόσβεσης, αλλά είναι σημαντικό να χαρακτηρίζονται από Αξιοπιστία, Σταθερή παροχή υπό όλες τις συνθήκες (Οριζόντια ή κάθετη θέση λόγω κακοκαιρίας) και δύναμη που υπερνικάει τις αντιστάσεις που δημιουργούν οι σωληνώσεις και τα λοιπά εξαρτήματα που δρουν στις σωληνωγράμμες τους.

C. Αντλία καυσίμου (Diesel oil pump)

Οι αντλίες καυσίμου στα πλοία είναι μέγιστης σημασίας μηχανήματα που χρησιμοποιούνται για τη μεταφορά και την διανομή των καυσίμων όπως πετρέλαιο, ντίζελ και βενζίνη κάτω από οποιαδήποτε συνθήκη απαιτηθεί μέσα στο πλοίο. Διασφαλίζουν την ομαλή λειτουργία των μηχανών του πλοίου και την επαρκή παροχή καύσιμου, ώστε να μπορούν να φτάσουν σε όλα τα σημεία που απαιτούνται.



ΕΙΚΟΝΑ 13: Αντλία υψηλής πίεσης τύπου SULZER

Εκτός από την αξιοπιστία την απόδοση λειτουργίας και τα υλικά κατασκευής τις αντλίες καυσίμου έρχεται η παράμετρος της ασφάλειας να ορίσει αυστηρές προδιαγραφές καθώς η μεταφορά εύφλεκτων και εκρηκτικών ρευστών όπως είναι κάθε είδους καύσιμο είναι βαρύτατης σημασίας για την αποφυγή ατυχήματος.

D. Αντλία διαχωρισμού νερού λαδιού (Oil water separator pump)

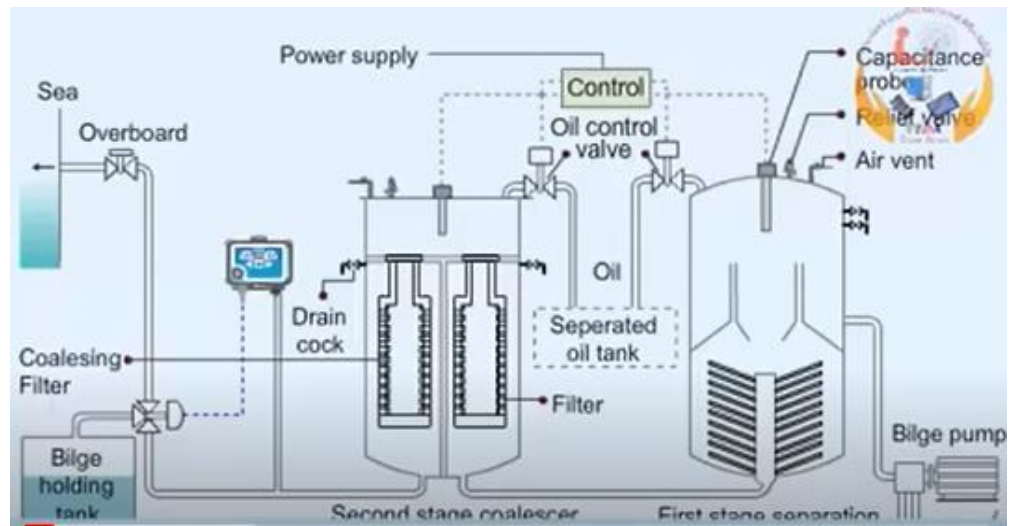
Οι αντλίες διαχωρισμού νερού-λαδιού, γνωστές και ως "oil-water separators" στα αγγλικά, είναι εξειδικευμένα συστήματα που χρησιμοποιούνται για να διαχωρίσουν το νερό από το λάδι σε διάφορες βιομηχανικές εφαρμογές, κυρίως στον τομέα της επεξεργασίας και της ανακύκλωσης, σημαντική είναι η εφαρμογή τους και στην ναυτιλία όπου βρίσκουν εφαρμογή στον διαχωρισμό νερού και ελαίων που αναμιγνύονται στις ρύσεις των μηχανοστασίων από διάφορες μικρό διαρροές που πιθανός να υφίστανται.

Το κύριο σκοπό των αντλιών διαχωρισμού νερού-λαδιού είναι να αφαιρέσουν τον ρύπο που περιέχεται στο νερό, όπως ελαφρά πετρελαιοειδή, λάδια, γράσα και άλλα ρυπογόνα υλικά, προτού το νερό απορριφθεί στο περιβάλλον ή ανακυκλωθεί. Τελικός απορριπτόμενο υγρό περιέχει ποσότητα μικρότερη από 15 ppt (parts per million) οργανικού υγρού. Αυτό βοηθά στη διατήρηση του περιβάλλοντος και στην συμμόρφωση με τις περιβαλλοντικές νομοθεσίες.

Η αρχή λειτουργία τους βασίζεται στο γεγονός πως το μείγμα νερού και λαδιού εισέρχεται σε έναν διαχωριστή όπου το νερό είναι πυκνότερο από το λάδι και συνεπώς με την χρώση μιας φυγοκεντρικής αντλίας το νερό και το λάδι χωρίζονται βάσει της διαφοράς στην πυκνότητά τους, με το νερό να πηγαίνει προς τα κάτω και το λάδι προς τα πάνω.



EIKONA 14: vessel oil water separator



EIKONA 15: Bilge water separator

E. Αντλία λυμάτων (Sewage pump):

Οι αντλίες λυμάτων στα πλοία είναι εξειδικευμένες αντλίες που χρησιμοποιούνται για τη μεταφορά και εκκένωση λυμάτων από το πλοίο. Αυτά τα λύματα περιλαμβάνουν ανθρώπινα απόβλητα, υγρά από τα επιβατηγά καμπίνες, τουαλέτες, ντους και άλλες πηγές, και είναι απαραίτητο να διαχειρίζονται με προσοχή για την προστασία του περιβάλλοντος και της υγείας των επιβατών και του πληρώματος.



ΕΙΚΟΝΑ 16: Τυπική αντλία λυμάτων σκάφους

Υπάρχουν διάφοροι τύποι αντλιών λυμάτων, όπως αντλίες επιφανείας και αντλίες καταδυτικές. Οι αντλίες επιφανείας τοποθετούνται πάνω από το επίπεδο των λυμάτων, ενώ οι αντλίες καταδυτικές βρίσκονται μέσα στο υγρό.

Κατασκευάζονται συνήθως από ανθεκτικά υλικά που αντέχουν στη διάβρωση και την συνεχή μακροχρόνια χρήση, όπως ανοξείδωτο ατσάλι ή ειδικά πλαστικά.

Οι αντλίες λυμάτων μπορούν να διαχειριστούν διάφορες ροές και πίεση, ανάλογα με τον τύπο της εφαρμογής. Ορισμένες αντλίες έχουν επίσης ενσωματωμένα μηχανισμούς κοπής για να αποφεύγουν τυχόν προβλήματα με στερεά υλικά που μπορεί να βρίσκονται στα λύματα.

Απαιτούν τακτική συντήρηση, συμπεριλαμβανομένου του καθαρισμού και του έλεγχου για τυχόν βλάβες ή φθορές. Η συντήρηση είναι σημαντική για τη διατήρηση της αποτελεσματικής λειτουργίας τους.

F. Αντλία ψύξης (Lubricate pump)



ΕΙΚΟΝΑ 17: Σύστημα λίπανσης και κύρια μηχανή μικρού πλοίου

Η "αντλία ψύξης" είναι μια σημαντική συσκευή που χρησιμοποιείται σε μηχανικές εφαρμογές για τον λιπαντικό και ψύξη των μηχανικών συστημάτων, όπως κινητήρες και μηχανήματα. Οι βασικές λειτουργίες μιας αντλίας ψύξης περιλαμβάνουν την **λίπανση** όπου αντλεί λιπαντικό υγρό από την δεξαμενή και το κατανέμει στα κινούμενα μέρη του μηχανικού συστήματος, όπως βίδες, ρουλεμάν, ενώσεις και άλλα. Αυτό βοηθά στην μείωση της τριβής και της φθοράς των εξαρτημάτων.

Ψύχει: Σε πολλές εφαρμογές, η αντλία ψύξης χρησιμοποιείται για να μεταφέρει ψυκτικό υγρό, όπως νερό, αντιψυκτικό ή λάδι, προκειμένου να διατηρήσει την θερμοκρασία των μηχανικών συστημάτων σε αποδεκτά επίπεδα λειτουργίας.

Κυκλοφορεί το υγρό: Η αντλία ψύξης διασφαλίζει ότι το λιπαντικό ή το ψυκτικό υγρό κυκλοφορεί σε όλο το μηχανικό σύστημα με την επιθυμητή πίεση και ροή.

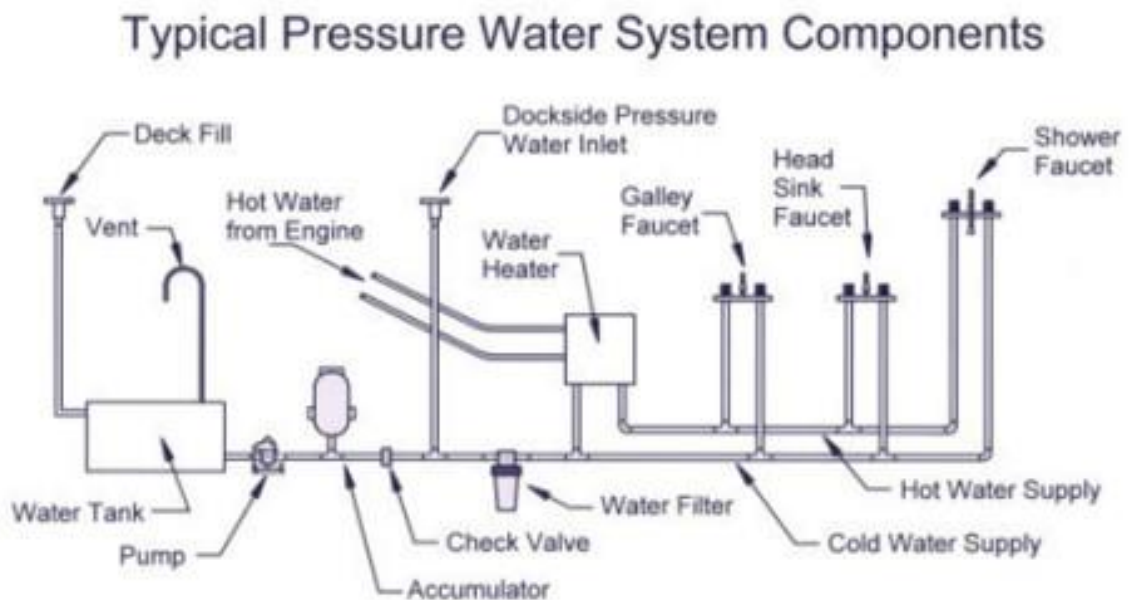
Αφαιρεί τη θερμότητα: Στην λειτουργία της ψύξης, η αντλία αφαιρεί τη θερμότητα από τα κινούμενα μέρη του μηχανικού συστήματος και τη διαχέει μέσω ενός ψύκτη προκειμένου να ψύξει το υγρό και να διατηρήσει τη θερμοκρασία σε ασφαλή επίπεδα.

Οι αντλίες ψύξης είναι σημαντικό μέρος της συντήρησης και της αποτελεσματικής λειτουργίας μηχανικών συστημάτων, όπως αυτοκίνητα, βιομηχανικά μηχανήματα και άλλα μηχανικά εξοπλισμένα. Η καλή συντήρηση της αντλίας ψύξης είναι ουσιώδης για την πρόληψη της υπερθέρμανσης και της φθοράς των μηχανικών μερών.

G. Αντλία γλυκού νερού Fresh water pump,

Η αντλία για γλυκό νερό σε πλοία είναι σημαντική για την εξασφάλιση της παροχής ασφαλούς και αποτελεσματικής χρήσης γλυκού νερού για τις καθημερινές ανάγκες του πληρώματος και των επιβατών κατά τη διάρκεια του ταξιδιού.

Για να εξασφαλιστεί μια άνετη διαμονή του πληρώματος το υγειονομικό σύστημα του πλοίου είναι απαραίτητο. Η λειτουργία ενός τέτοιου συστήματος παρέχεται από αντλίες υγιεινής. Με τη βοήθειά τους, υπάρχει παροχή πόσιμου νερού, νερού βρύσης στα μπάνια και γλυκό (αφαλοκομμένο νερό) για την κουζίνα.



ΕΙΚΟΝΑ 18: τυπικό απλουστευμένο σχεδιάγραμμα κυκλοφορίας γλυκού νερού σε σκάφος.

3.2. ΙΔΙΑΙΤΕΡΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ

Για την μέγιστη ασφάλεια του πληρώματος, του πλοίου και του περιβάλλοντος όλες οι αντλίες που είναι τοποθετημένες και εργάζονται πάνω στο πλοίο όπως και κάθε άλλο εξάρτημα πρέπει να συμμορφώνονται με τους κανονισμούς και τα πρότυπα που έχουν θεσπισθεί από:

1. IMO (Διεθνούς Ναυτιλιακού Οργανισμού) ο οποίος καθορίζει διεθνείς κανονισμούς για τη ναυτιλία, όπως οι SOLAS (Σύμβαση για την Ασφάλεια της Ζωής στη Θάλασσα), MARPOL (Σύμβαση για τη Μείωση της Ρύπανσης από το Πλοίο) και άλλοι. Η συμμόρφωση με αυτούς τους κανονισμούς είναι υποχρεωτική για τα πλοία που πλέουν σε διεθνείς ύδατα.
2. Πρότυπα κατασκευής και εξοπλισμού: Οι αντλίες και άλλος εξοπλισμός στα πλοία πρέπει να συμμορφώνονται με συγκεκριμένα πρότυπα ποιότητας και ασφάλειας. Οι πιο γνωστές οργανώσεις προτύπων είναι η Διεθνής Οργάνωση Προτύπων (ISO) 9001 και άλλοι.



3. Η συμμόρφωση με τους κανονισμούς και τα πρότυπα που έχουν εκδοθεί από τα έθνη, η σημαία του εκάστοτε πλοίου, τα πρότυπα αυτά δίνετε να διαφέρουν από κράτος σε κράτος, είναι ουσιώδης για την ασφάλεια της ναυτιλίας και την προστασία του περιβάλλοντος. Οποιαδήποτε παράβαση μπορεί να έχει σοβαρές συνέπειες για το πλοίο και το πλήρωμα, συμπεριλαμβανομένων προστίμων και απαγόρευσης λειτουργίας.

4. Καταγραφή και πιστοποίηση: Τα πλοία υποβάλλονται σε επιθεωρήσεις και πιστοποιήσεις για να επιβεβαιωθεί η συμμόρφωσή τους με τους κανονισμούς. Αυτές οι διαδικασίες εκτελούνται από τις αρμόδιες ναυτιλιακές αρχές και τους ταξινομικούς φορείς.
5. Πρότυπα κατά DIN 24255 όπου είναι ένα γερμανικό πρότυπο για αντλίες και αφορά τις κατασκευαστικές προδιαγραφές τους, οι αντλίες που χρησιμοποιούνται στη ναυτιλία πρέπει να συμμορφώνονται με κατάλληλα πρότυπα και προδιαγραφές για να εξασφαλίσουν την ασφάλεια και την αποτελεσματικότητα της λειτουργίας τους αλλά βασικά τις διαστάσεις στην συνδεσμολογία τους..

4. Κεφάλαιο

4.1. Εφαρμογές και παραδείγματα

Για την καλύτερη κατανόηση των στοιχείων που αναλύθηκαν στα προηγούμενα κεφάλαια και προκειμένου να μπορέσει να επιτευχθεί μια σύγκριση αντλιών θα λύσουμε μερικές εφαρμογές - παραδείγματα όπου χρησιμοποιούνται αντλίες στην σύγχρονη ναυτιλία,

Υπενθυμίζεται πως εν έτη 2023 οι ακόλουθες εφαρμογές είναι ενδεικτικές του έργου που προσδίδει μια αντλία σε ένα πλοίο.

- A. Αντλίες πυρόσβεσης (fire fighting pumps)
- B. Αντλία ψύξης (Lubricate pump)
- C. Αντλία έρματος (Ballast water pump):
- D. Αντλία λυμάτων (Sewage pump):
- E. Αντλία καυσίμου (Diesel oil pump)
- F. Αντλία διαχωρισμού νερού λαδιού (Oil water separator pump)
- G. Fresh water pump,

1. Εφαρμογή

Ένα μελετητικό γραφείο σχεδιάζει το αντλητικό σύστημα ενός καινούριου πλοίου, για τις ανάγκες κυκλοφορίας γλυκού νερού του πλοίου χρειάζεται η ρευστοδυναμική μηχανή που θα χρησιμοποιηθεί να αντλεί νερό από την δεξαμενή φρέσκου νερού και να το προσδίδει στο δίκτυο με παροχή 40 m³/h. Αρχικός λόγο συγκεκριμένου αξιοποιήσιμου χώρου έχει επιλεγεί φυγοκεντρική αντλία αυτόματης αναρρόφησης. Για την γεωμετρία του πλοίου το συνολικό μήκος του σωλήνα αναρρόφησης είναι 8 m και βρίσκεται 3 m κάτω από το επίπεδο της αντλίας και της κατάθλιψης 22 m και σε ύψος 13 m πάνω από το επίπεδο της αντλίας, πρέπει να υπολογιστούν:

1. Επιλογή των κατάλληλων διαμέτρων σωλήνων αναρρόφησης D_s και κατάθλιψης D_d από χαλυβδοσωλήνα.
2. Υπολογισμός του ολικού μανομετρικού ύψους της αντλίας προκειμένου να γίνει σωστή επιλογή της.
3. Εάν ο βαθμός απόδοσης της αντλίας είναι $\eta = 0.5$ να υπολογισθεί η ονομαστική ισχύς του ηλεκτροκινητήρα ώστε να καλύπτει το φορτίο ρεύματος των ηλεκτρογεννητριών.

Για την διεκπεραίωση της μελέτης δύνονται αριθμημένοι πίνακες και σχήματα στην ενότητα με τα παραρτήματα στις τελευταίες σελίδες.

Υπολογισμός:

$$Q = 40 \text{ m}^3/\text{h}$$

$$L_s = 8 \text{ m}$$

$$H_s = 3 \text{ m}$$

$$L_d = 22 \text{ m}$$

$$H_d = 8$$

- a)** Σύμφωνα με τον **Πίνακα 1** για $Q = 40 \text{ m}^3/\text{h}$ λαμβάνουμε $v_d = 2 \text{ m/s}$ και η πλησιέστερη $DN = 80 \text{ mm}$ για την κατάθλιψη. $v_s = 0,8 \cdot 2 = \mathbf{1,6 \text{ m/s}}$ για την αναρρόφηση.

Από τον **Πίνακα 2** για κρύο γλυκό νερό $v_d = 5 \cdot f^*(\sqrt{d})$ για την κατάθλιψη και με $d=80$ προκύπτει: $\mathbf{V_{d\kappa\alpha\nu} = 5 * 0.06 * (\sqrt{80}) = 2.68 \text{ m/s}}$.

Για την αναρρόφηση θα χρησιμοποιηθεί η αμέσως μεγαλύτερη τυποποιημένη διάμετρος λόγω μικρότερης ταχύτητας ροής. Από τον

πίνακα Α ή Β του **Πίνακα 3** ή Γ του **Πίνακα 4** βλέπουμε ότι η αμέσως μεγαλύτερη διάμετρος είναι η **DN = 100 mm**.

Τελικά επιλέγουμε: **$D_d = 80 \text{ mm}$** και **$D_s = 100 \text{ mm}$** , οπότε οι πραγματικές ταχύτητες ροής από το διάγραμμα του **Πίνακα 5** είναι: **$V_d = 2,2 \text{ m/s}$** και **$V_s = 1,4 \text{ m/s}$** .

b) Το ολικό ύψος της αντλίας Η θα είναι ίσο με το ολικό ύψος της σωλήνωσης H_A , όπου $H_A \approx H_{geo} + \Sigma H_v$.

$$H_{geo} = H_{sgeo} + H_{dgeo} = 3 + 13 \text{ m} \Rightarrow H_{geo} = \mathbf{16 \text{ m}}$$

ΣH_v είναι το άθροισμα απωλειών ύψους στους σωλήνες και εξαρτήματα. Οπότε:

Από τον **Πίνακα 6**, για χαλυβδοσωλήνες εξέλασης:

1. Ην για σωλήνα αναρρόφησης = $8 * (2,3/100) * 0,8 = \mathbf{0,15 \text{ m}}$.
2. Ην για σωλήνα κατάθλιψης = $22 * (7/100) * 0,8 = \mathbf{1,23 \text{ m}}$.

Επειδή η αντλία είναι αυτόματης αναρρόφησης, στο στόμιο αναρρόφησης αρκεί απλό φίλτρο χωρίς ποδοβαλίδα. Οπότε από το **Πίνακα 7**:

$\zeta_{\text{φίλτρου}} \approx 2,0$

$\zeta_{\text{καμπύλης } 90^\circ} \approx 0,5$

$\zeta_{\text{βαλβίδας}} \approx 2,5$

Από το **Πίνακα 8**:

3. H_v φίλτρου = 0,2 m (για $V_s = 1,4 \text{ m/s}$)
4. H_v καμπύλης 90° = 0,05 m (για $V_s = 1,4 \text{ m/s}$)
5. H_v βαλβίδας = 0,6 m (για $V_d = 2,2 \text{ m/s}$)
6. H_v καμπύλης 90° = 0,12 m (για $V_d = 2,2 \text{ m/s}$)

$$\text{Άρα } \Sigma H_v (1-6) = 2,35 \text{ m και } H_A = 16 + 2,35 = \mathbf{18,35 \text{ m} \approx 19 \text{ m}}$$

c) Η εισερχόμενη ισχύς της αντλίας είναι: $N = (\rho \cdot Q \cdot H) / (367 \cdot \eta)$ σε Kw.

με $\rho = 1 \text{ kg/dm}^3$, $Q = 40 \text{ m}^3/\text{h}$, $H = 19 \text{ m}$, $\eta = 0,50$.

Οπότε προκύπτει $N = (1 \cdot 40 \cdot 19) / 367 \cdot 0,5 = N = 4,14 \text{ Kw} \Rightarrow 5,63 \text{ PS}$

Λαμβάνοντας υπόψη ότι η αντλία μας θα έχει άμεση ζεύξη με το κομπλερ τελικά η ισχύς του κινητήρα διαμορφώνετε από τον τύπο:

$$N_{\text{κιν}} = (m \cdot N) / (\eta_{\text{μετ}}) \Rightarrow (1,25 \cdot 5,63) / 1 \Rightarrow \mathbf{N_{\text{κιν}} = 7,038 \text{ PS}}$$

Όπου $\eta_{\text{μετ}} = 1$ για άμεση ζεύξη με το κόπλερ, και $m = 1,25$

2. Εφαρμογή

Ένα εμπορικό πλοίο σχεδιάζει να χρησιμοποιήσει αντλία για την μεταφορά θαλασσινού νερού (Ballast water) στις δεξαμενές του, ο μηχανικός της εταιρίας ολοκληρώνοντας την σχετική μελέτη πρέπει να υπολογίσει το μέγεθος της αντλίας χρησιμοποιηθεί, λόγο αρχικά δοκιμάζει μια φυγοκεντρική αντλία η οποία θα πρέπει να είναι ικανή να γεμίσει τις δεξαμενές του πλοίου σε διάστημα 5 ώρες, Αρχικά δοκιμάζεται η αντλία με τα ακόλουθα τεχνικά χαρακτηριστικά:

- Απόδοση: 80 (m³/ h)
- Ισχύς Κινητήρα: 250 kW
- Πίεση Κεφαλής: 60 μέτρα

Το υπό εξέταση πλοίο συνολικά έχει όγκος δεξαμενών 500 κυβικά μέτρα (m³) και σωληνώσεις που έχουν ύψος ανύψωσης 10 μέτρα (λόγω διαφοράς ύψους). Αν το επίπεδο νερού στις Δεξαμενές είναι 10% του ολικού όγκου πόσο χρόνο θα χιαστεί για να γεμίσουν οι δεξαμενές με Νερού στο 90%

Υπολογισμός Χρόνου:

Προκειμένου να υπολογίσουμε το συνολικό χρόνο πρέπει να λάβουμε υπόψη την απώλεια πίεσης λόγω της ανύψωσης του νερού. Η απώλεια πίεσης λόγω ανύψωσης υπολογίζεται με τον τύπο:

$$\text{Επιθυμητή ποσότητα νερού μεταφοράς} = 90\% * 500 \text{ (m}^3\text{)} - 10\% * 500 \text{ (m}^3\text{)} \\ \Rightarrow 450 - 50 = \mathbf{400 \text{ (m}^3\text{)}}$$

$$\mathbf{\text{Απώλεια Πίεσης (\Delta P)} = \text{Υψος Ανύψωσης} \times \text{Πυκνότητα Νερού} \times \text{Βαρύτητα}}$$

η πυκνότητα γλυκού νερού είναι περίπου 1000 kg/m³ και η βαρύτητα είναι περίπου 9.81 m/s². Έτσι:

$$\Delta P = 10 \text{ m} \times 1000 \text{ kg/m}^3 \times 9.81 \text{ m/s}^2 = \mathbf{98,100 \text{ Pa (N/m}^2\text{)}}$$

Προσθέτοντας την απώλεια πίεσης λόγω ανύψωσης στην πίεση κεφαλής της αντλίας:

$$\text{Συνολική Πίεση Κεφαλής} = \text{Πίεση Κεφαλής} + \Delta P = 60 \text{ m} + 10 \text{ m} = 70 \text{ m}$$

$$\text{Υπολογισμό Απώλειας} = \text{Απόδοση} \times \text{Πίεση Κεφαλής} / (\text{Πυκνότητα} \times \text{Βαρύτητα}) = 1000 \text{ m}^3/\text{h} \times 70 \text{ m} / (1000 \text{ kg/m}^3 \times 9.81 \text{ m/s}^2) = \mathbf{7.136 \text{ m}^3/\text{h}}$$

Η τελική απόδοση της αντλίας είναι η θεωρητική απόδοση – τις απώλειες
 $\Rightarrow 80 \text{ (m}^3/\text{h)} - 7,136 \text{ (m}^3/\text{h)} = \mathbf{72,86 \text{ (m}^3/\text{h)}}$

Ρυθμός πληρότητας = $400 \text{ m}^3 / 72,86 \text{ m}^3/\text{h} \approx \mathbf{5,48} \Rightarrow \mathbf{5 \text{ ώρες και } 60 \cdot 0,48 = 29 \text{ λεπτά}}$,

Η υπολογιζόμενος χρόνος είναι εκτός ορίων οπότε θα επιλέξουμε αντλία με μεγαλύτερη παροχή.

2^η αντλία:

- Απόδοση: $90 \text{ (m}^3/\text{h)}$
- Ισχύς Κινητήρα: 250 kW
- Πίεση Κεφαλής: 60 μέτρα

Η τελική απόδοση της αντλίας είναι η θεωρητική απόδοση – τις απώλειες
 $\Rightarrow 90 \text{ (m}^3/\text{h)} - 7,136 \text{ (m}^3/\text{h)} = \mathbf{82,86 \text{ (m}^3/\text{h)}}$

Ρυθμός πληρότητας = $400 \text{ m}^3 / 82,86 \text{ m}^3/\text{h} \approx \mathbf{4,83} \Rightarrow \mathbf{4 \text{ ώρες και } 60 \cdot 0,83 = 50 \text{ λεπτά}}$,

Η αντλία που θα επιλεγεί θα έχει τα ακόλουθα τεχνικά χαρακτηριστικά.

- **Απόδοση: $90 \text{ (m}^3/\text{h)}$**
- **Ισχύς Κινητήρα: 250 kw**
- **Πίεση Κεφαλής: 60 μέτρα**

3. Εφαρμογή

Ο μηχανικός μια εταιρίας πραγματοποιεί μελέτη για να επιλέξει την κατάλληλη αντλία για τις ανάγκες ενός δεξαμενόπλοιου, Η αντλία που μελετά τροφοδοτεί με καύσιμο την κύρια μηχανή του πλοίου με απαίτηση για παροχή λειτουργίας $0.02 \text{ m}^3/\text{s}$ και επιθυμητό ποσοστό ολίσθησης κοντά στο 5 – 10 %. Αρχικά εξετάζεται το σενάριο να εφαρμοστεί μία αντλία παλινδρομική απλής δράσης λειτουργεί στις 100 RPM, η διάμετρος του εμβόλου είναι $D = 400 \text{ mm}$ και το μήκος της διαδρομής 800 mm .

Ζητείται

- Η θεωρητική παροχή (εκροή) της αντλίας,
- Ο συντελεστής παροχής,
- Η Ολίσθηση και η ποσοστιαία ολίσθηση της αντλίας.
- Η αξιολόγηση της αντλίας, Την αποδεχόμαστε η την απορρίπτουμε.
- Η τελική επιλογή της αντλίας.

$$N = 100 \text{ rpm}$$

$$Q_{\text{act}} = 0.02 \text{ m}^3 / \text{s}$$

$$D = 400 \text{ mm} = 0.4 \text{ m}$$

$$A = (\pi \times D^2) / 4 = 0.1256 \text{ m}^2$$

$$L = 800 \text{ mm} = 0.8 \text{ m}$$

$$a) \quad Q_{\text{th}} = (A \times L \times N) / 60 = (0.01256 \times 0.8 \times 100) / 60 = \mathbf{0.167467 \text{ m}^3 / \text{s}}$$

$$b) \quad C_d = Q_{\text{act}} / Q_{\text{th}} = 0.02 / 0.0167467 = \mathbf{0.119427}$$

$$c) \quad S_{\text{lip}} = Q_{\text{th}} - Q_{\text{act}} = 0.0167467 - 0.02 = \mathbf{0.01397 \text{ m}^3/\text{s}}$$

$$\text{ποσοστιαία ολίσθηση} = [(Q_{\text{th}} - Q_{\text{act}}) / Q_{\text{th}}] \times 100 = [(0.0167467 - 0.02) / 0.0167467] \times 100 = \mathbf{88.06 \%}$$

- Το ποσοστό ολίσθησης της αρχικής αντλίας είναι απαγορευτικά πολύ μεγάλο και κατά συνέπεια η αντλία απορρίπτετε,
- Αναλύοντας τον τύπο ποσοστιαία ολίσθηση προκύπτει ότι Q_{th} είναι πολύ μεγάλο για την παροχή που επιθυμούμε οπότε θα επιλέξουμε μια αντλία η οποία λειτουργεί με την ίδια παροχή όμως με λιγότερες στροφές και μικρότερες διαστάσεις προκειμένου να έχουμε την βέλτιστη απόδοση.

2^η) Δοκιμή ελέγχετε αντλία με τα ακόλουθα τεχνικά χαρακτηριστικά:

$$N = 50 \text{ rpm}$$

$$Q_{\text{act}} = 0.02 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$D = 300 \text{ mm} = 0.3 \text{ m}$$

$$A = (\pi \times D^2) / 4 = 0.07065 \text{ m}^2$$

$$L = 400 \text{ mm} = 0.4 \text{ m}$$

$$Q_{\text{th}} = (A \times L \times N) / 60 = (0.07065 \times 0.4 \times 50) / 60 = \mathbf{0.02355 \text{ m}^3/\text{s}}$$

$$C_d = Q_{\text{act}} / Q_{\text{th}} = 0.02 / 0.02355 = \mathbf{0.849257}$$

$$S_{\text{lip}} = Q_{\text{th}} - Q_{\text{act}} = 0.02355 - 0.02 = \mathbf{0.01397 \text{ m}^3/\text{s}}$$

$$\text{ποσοστιαία ολίσθηση} = [(Q_{\text{th}} - Q_{\text{act}}) / Q_{\text{th}}] \times 50 = [(0.02355 - 0.02) / 0.02355] \times 100 = \mathbf{15.074 \%}$$

Προσεγγίσαμε αρκετά την επιθυμητή κατάσταση μειώνοντας το μέγεθος αντλίας,

3^η) Δοκιμή ελέγχετε αντλία με τα ακόλουθα τεχνικά χαρακτηριστικά (ελαφρώς μικρότερη διάμετρο εμβόλου:

$$N = 50 \text{ rpm}$$

$$Q_{\text{act}} = 0.02 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$D = 290 \text{ mm} = 0.29 \text{ m}$$

$$A = (\pi \times D^2) / 4 = 0.066019 \text{ m}^2$$

$$L = 400 \text{ mm} = 0.4 \text{ m}$$

$$Q_{\text{th}} = (A \times L \times N) / 60 = (0.066019 \times 0.4 \times 50) / 60 = \mathbf{0.022006 \text{ m}^3/\text{s}}$$

$$C_d = Q_{\text{act}} / Q_{\text{th}} = 0.02 / 0.022006 = \mathbf{0.908836}$$

$$S_{\text{lip}} = Q_{\text{th}} - Q_{\text{act}} = 0.022006 - 0.02 = \mathbf{0.002006 \text{ m}^3/\text{s}}$$

$$\text{ποσοστιαία ολίσθηση} = [(Q_{\text{th}} - Q_{\text{act}}) / Q_{\text{th}}] \times 50 = [(0.022006 - 0.02) / 0.022006] \times 100 = \mathbf{9.11 \%}$$

Η 3^η αντλία καλύπτει ικανοποιητικά τις προδιαγραφές μας οπότε και επιλέγεται.

4. Εφαρμογή

Μια αντλία καθαρού νερού Fresh Water, είναι συνδεδεμένη με την αντίστοιχη δεξαμενή από την οποία αντλεί νερό με οριζόντιο σωλήνα διατομής 2cm^2 . Αν η παροχή είναι ίση με **0,4L/s**, να υπολογιστεί η ισχύς της αντλίας:

Για την επίλυση της εφαρμογής θεωρούμε το νερό ιδανικό ρευστό, πυκνότητας $\rho = 1000 \text{ kg/m}^3$ και τις ροές μόνιμες και στρωτές, η ατμοσφαιρική πίεσή είναι $p_{\text{atm}} = 10^5 \text{ N/m}^2$ και η επιτάχυνση της βαρύτητας $g = 10 \text{ m/s}^2$.

Υπολογισμός

Κατανοώντας της εφαρμογή 2 η αντλίας λειτουργεί με σκοπό είναι να μεταφέρει το νερό από την δεξαμενή σε μια νέα θέση προσδίδοντάς και κάποια ταχύτητα έχοντας σταθερή διατομή η σωλήνα. Συνεπώς άσχετα με το μηχανισμό μεταφοράς του νερού, δίνει σε μια ποσότητα νερού μάζας dm , κατά τη μεταφορά, κινητική ενέργεια **$dk = \frac{1}{2} dm * u^2$**

Οπότε ο ρυθμός με τον οποίο παρέχει ενέργεια στο νερό, η ισχύς της αντλίας είναι ίσος:

$$dW / dt = Pa = dK / dt = ((1/2) dm * u^2) / dt \Rightarrow ((1/2) \rho dV * u^2) / dt \Rightarrow$$

$$(1/2) * \rho * u^2 * dV / dt = (1/2 \rho * u^2) * \Pi$$

Όπου Π είναι η παροχή της αντλίας

Όμως αν η ταχύτητα εκροής του νερού είναι u , τότε η παροχή είναι ίση με $\Pi = Au$, οπότε

$$u = \Pi / A \Rightarrow (0,4 * 10^{-3}) / (2 * 10^{-4}) \text{ m/s και}$$

$$Pa = \Pi * ((1/2) * \rho * u^2) = 0,4 * 10^{-3} * \frac{1}{2} * 1000 * 2^2 \text{ W} = 0,8 \text{ W}$$

5. Εφαρμογή

Ένα φορτηγό πλοίο χρησιμοποιεί μια παλινδρομική αντλία διπλής δράσης για την κάλυψη των καθημερινών αναγκών του πληρώματος για φρέσκο νερό πυκνότητας 1000 kg/m^3 η συγκεκριμένη αντλία λειτουργεί στις 80 R.P.M. με διάμετρος του εμβόλου να είναι 250 mm και το μήκος της διαδρομής 450 mm ακόμα είναι γνωστό πως η κεφαλή παροχής και αναρρόφησης είναι 18 m και 7 m αντίστοιχα και ο συντελεστής παροχής της αντλίας είναι $n = 85\%$. Το πλοίο προγραμματίζει να κάνει μετασκευή και ο 1^{ος} μηχανικός θέλει να διασφαλίσει ότι η αντλία θα καλύψει την απαίτηση για πραγματική παροχή νερού **$85 \text{ m}^3/\text{h}$** και πως η ισχύς δεν θα ξεπεράσει **15 kw**

Ζητείται να υπολογιστεί:

- i Η θεωρητική παροχή (εκροή) της αντλίας,
- ii Η πραγματική παροχή της αντλίας,
- iii Την ολίσθηση της αντλίας,
- iv Την απαιτούμενη ισχύ για τη κίνηση της αντλία.

$$N = 80 \text{ RPM}$$

$$D = 250 \text{ mm} = 0.25 \text{ m}$$

$$A = (\pi \times D^2) / 4 = 0.04906 \text{ m}^2$$

$$L = 450 \text{ mm} = 0.45 \text{ m}$$

$$h_s = 7 \text{ m}$$

$$h_d = 18 \text{ m}$$

$$n = 85 \%$$

$$\text{A. } Q_{\text{θεωρ.}} = (A \times L \times N) / 60 = (0.04906 \times 0.45 \times 80) / 60 = 0,02944 \text{ m}^3/\text{s} \times 3600 = \mathbf{105.9 \text{ m}^3/\text{h}}$$

$$\text{B. } Q_{\text{πραγματ.}} = Q_{\text{θεωρ.}} \times n = > 105,9 \times 0.85 = \mathbf{90 \text{ m}^3/\text{h}} = \mathbf{0,025 \text{ m}^3/\text{s}}$$

$$\text{C. } \text{Slip} = (Q_{\text{th}} - Q_{\text{act}}) = 0.02944 - 0.025 = \mathbf{0.004 \text{ m}^3/\text{s}}$$

$$\text{D. } P = [2 \times \rho \times g \times A \times L \times N \times (h_s + h_d)] / 60000 = [2 \times 1000 \times 9.81 \times 0.04906 \times 0.45 \times 80 \times (7 + 18)] / 60000 = \mathbf{14.4384 \text{ KW}}$$

6. Εφαρμογή

Μια φυγοκεντρική αντλία που χρησιμοποιείτε ως τροφοδοτική αντλία λέβητα έχει διάμετρο πτερωτής 0,024 m και φέρει τα ακόλουθα τεχνικά χαρακτηριστικά όταν λειτουργεί στην βέλτιστη απόδοση.

Στροφές πτέρωσης **N = 61,2 Rev/Sec**

Ογκομετρική παροχή **Q = 0,016 m³ / sec**

Ολικό αναπτυσσόμενο ύψος **H 74 μ**

Καθ. Θετ. Αναπτ/ενο Ύψος Αναρρόφησης, **NPSH 20 m**

Ισχύς της αντλίας **P = 12500 w**

Εξαιτίας μια βλάβης που παρουσίασε η αντλία κρίθηκε αναγκαία από το πλήρωμα του πλοίου η αντικατάσταση της, το υπό εξέταση πλοίο βρίσκεται σε απόσταση 28 ημερών από την κοντινότερη στεριά όπου και θα μπορούσε να προμηθευτεί παρόμοια αντλία, για τον λόγο αυτό ο μηχανικός του πλοίου αποφάσισε να σύνδεση μια ομόλογης φυγοκεντρικής αντλίας με διπλάσια διάμετρο πτερυγίων που λειτουργεί με το μισό το αριθμό στροφών, προκειμένου να διασφαλιστεί ότι δεν θα υπάρξει πρόβλημα στα υπόλοιπα συστήματα του πλοίου να υπολογιστούν τα τεχνικά χαρακτηριστικά της νέας αντλίας.

Υπολογισμοί

Ο λόγος των στροφών των πτερωτών (N_1/N_2) = 2 οπότε **$N_2 = N_1 / 2 = 30.6$ Rev/Sec** και ο λόγος των διαμέτρων των πτερωτών $D_1/D_2 = 1/2$ οπότε **$D_2 = D_1 * 2 = 0.048$.**

Προχωρώντας στον υπολογισμό της ογκομετρικής παροχής προκύπτει η ακόλουθη σχέση,

$$Q_1/Q_2 = (N_1/N_2) * (D_1/D_2)^3 \Rightarrow Q_1/Q_2 = 2 * (1/2)^3 \Rightarrow Q_1/Q_2 = 1/4$$

Οπότε η ογκομετρική παροχή της δεύτερης αντλίας είναι $Q_2 = 4 Q_1 \Rightarrow Q_2 = 4 * 0.016 \Rightarrow$ **$Q_2 = 0.064$ m³/sec**

Ο λόγος των ολικών αναπτυσσόμενων υψών είναι,

$$H_1/H_2 = (N_1/N_2)^2 * (D_1/D_2)^2 \Rightarrow H_1/H_2 = 4*(1/2) \Rightarrow H_1/H_2 = 1$$

Το ολικό ύψος της δεύτερης αντλίας είναι = $H_2 = H_1 =$ **$H_1 = 74$ m**

Ο λόγος των ισχύων είναι:

$$S_1/S_2 = (N_1/N_2)^3 * (D_1/D_2)^5 \Rightarrow S_1/S_2 = 8 * (1/32) \Rightarrow S_1/S_2 = 1/4$$

Αν υποθέσουμε ότι οι δύο ομόλογες αντλίες λειτουργούν με την ίδια απόδοση η ισχύς της δεύτερης αντλίας είναι

$$S_2 = 4 S_1 \Rightarrow S_2 = 4 * 12500 \Rightarrow S_2 = 50000 \text{ W} = \textbf{50 KW}$$

7. Εφαρμογή

Ένα πετρελαιοφόρο πλοίο χρησιμοποιεί μια αντλία για να μεταφέρει πετρέλαιο πυκνότητας περίπου 0.850 kg/m^3 από μια υποθαλάσσια πηγή προς το πλοίο σε βάθος 200 μέτρων. Το ρευστό μεταφέρεται από ένα σύστημα σωληνώσεων που έχουν διάμετρο 5 m. Προκειμένου να διασφαλίσει ο υπεύθυνος μηχανικός πως δεν θα υπάρξει καμία αστοχία υλικού έχει θέσει τα ακόλουθα ερωτήματα:

Ερώτημα 1: Η αντλία εφαρμόζει μια πίεση 5000 kPa στην είσοδο της αντλίας για να αντλήσει το πετρέλαιο. Πόση δύναμη (Newton) ασκεί η αντλία για να αντλήσει το πετρέλαιο αυτό από την υποθαλάσσια πηγή;

Ερώτημα 2: Η αντλία έχει μια απόδοση 85%. Πόση ενέργεια (σε Joules) καταναλώνει η αντλία για να μεταφέρει 1 λίτρο πετρελαίου από τον υποθαλάσσιο αναχωρητή στο πλοίο;

Υπολογισμοί

Ερώτημα 1:

Για να υπολογίσουμε τη δύναμη που ασκεί η αντλία, μπορούμε να χρησιμοποιήσουμε την πίεση και την επιφάνεια της εισόδου της αντλίας. Η πίεση είναι 5000 kPa και η επιφάνεια της εισόδου εξαρτάται από τη διάμετρο της.:

$$\text{Επιφάνεια (A)} = \pi * (\text{διάμετρος}/2)^2 \quad A = \pi * (5 \text{ m} / 2)^2 = \pi * 6.25 \text{ m}^2 = 19.63 \text{ m}^2$$

Τώρα μπορούμε να υπολογίσουμε τη δύναμη (F) με τη χρήση της πίεσης και της επιφάνειας:

$$F = \text{Πίεση} * \text{Επιφάνεια} \quad F = 5000 \text{ kPa} * 19.63 \text{ m}^2 = 98150 \text{ kN}$$

Ερώτημα 2: Για να υπολογίσουμε την ενέργεια που καταναλώνει η αντλία για να μεταφέρει 1 λίτρο πετρελαίου, μπορούμε να χρησιμοποιήσουμε την απόδοση της αντλίας (85%) και την πυκνότητα του πετρελαίου (850 kg/m^3). Η ενέργεια (E) υπολογίζεται ως:

$$E = \text{Ποσότητα} * \text{Πίεση} / \text{Απόδοση} \quad E = (1 \text{ λίτρο} * 0.850 \text{ kg/m}^3) * (5000 \text{ kPa}) / 0.85 = 4,705,882.35 \text{ J}$$

Έτσι, η αντλία καταναλώνει περίπου 4,705,882.35 J το οποίο είναι $E \text{ (kW/h)} = 4,705,882.35 \text{ J} * (2.77778 \times 10^{-7}) \approx 1.307 \text{ kW/h}$

Άρα, η ενέργεια που καταναλώνει η αντλία για να μεταφέρει 1 λίτρο πετρελαίου αντιστοιχεί περίπου σε 1.307 κιλοβατώρες (kW/h).

8. Εφαρμογή

Ένα επιβατηγό κρουαζιερόπλοιο χρησιμοποιεί ένα σύστημα αντλιών για τη ψύξη των μηχανών και τους χώρους διαβίωσης, προκειμένου να διατηρηθεί η θερμοκρασία των μηχανών στα επιθυμητά επίπεδα, 200 λίτρα νερού μεταφέρονται ανά λεπτό μέσω ενός σωλήνα διαμέτρου 200 mm και η πίεση στο σύστημα αντλιών είναι 50 kPa. Προκειμένου το σύστημα να συμμορφώνεται με την ενεργειακή απόδοση του πιστοποιητικού του, ζητούνται τα ακόλουθα:

Ερώτημα 1: Οι αντλίες έχουν απόδοση 90%. Πόση ενέργεια (kW/h) καταναλώνουν αυτές οι αντλίες κατά τη διάρκεια 1 ώρας,

Ερώτημα 2: Πόση δύναμη (kg) ασκείται στο νερό κατά τη διάρκεια της μεταφοράς από το σύστημα αντλιών;

Ερώτημα 3: Αν οι αντλίες λειτουργούν συνεχώς για 24 ώρες την ημέρα, πόσα λίτρα νερού θα μεταφερθούν από το σύστημα αντλιών στη διάρκεια μιας εβδομάδας;

Υπολογισμοί

Ερώτημα 1: Πρέπει να υπολογίσουμε την ενέργεια που καταναλώνουν οι αντλίες κατά τη διάρκεια 1 ώρας. Έχουμε:

Ροή νερού v : 200 L/min = 12,000 L/h

Απόδοση αντλιών n : 90% = 0.90

Για να υπολογίσουμε την ενέργεια (kW/h) που καταναλώνουν οι αντλίες:

Ενέργεια (kW/h) = Ισχύς P (kW) * Χρόνος t ,

P (kW) = v (L/h) * p (kPa) / n

$12,000 * 50 / 0.90 = 666,666.667 \text{ W} = 666.67 \text{ kW}$

Ενέργεια (kW/h) = (666,67 kW) * (1 ώρα) = 666,67 kW/h

Έτσι, οι αντλίες καταναλώνουν περίπου 666,67 (kW/h) κατά τη διάρκεια 1 ώρας.

Ερώτημα 2: Για να υπολογίσουμε τη δύναμη (kg) που ασκείται στο νερό, χρησιμοποιούμε την πίεση και την επιφάνεια της εισόδου της αντλίας.

Επιφάνεια (A) = $\Pi * (D/2)^2 \Rightarrow A = 3.14 * (0.2 \text{ m} / 2)^2 = 0.0314 \text{ m}^2$

Δύναμη (F) = Πίεση * Επιφάνεια $F = (50 \text{ kPa}) * (0.0314 \text{ m}^2) = 1.57 \text{ kN}$

Άρα, η δύναμη που ασκείται στο νερό είναι περίπου 1.57 κιλά (kg).

Ερώτημα 3: Για να υπολογίσουμε την ποσότητα νερού που μεταφέρεται από τις αντλίες σε διάστημα μιας εβδομάδας, πρέπει να λάβουμε υπόψη τη ροή των αντλιών και το χρόνο λειτουργίας.

Ροή νερού: 200 λίτρα/λεπτό = 12.000 L/h Χρόνος λειτουργίας ανά εβδομάδα: 24 h/days * 7 ημέρες = 168 ώρες

Τώρα, μπορούμε να υπολογίσουμε την ποσότητα νερού:

Ποσότητα νερού (λίτρα) = Ροή νερού * Χρόνος λειτουργίας
Ποσότητα νερού (λίτρα) = 12,000 λίτρα/ώρα * 168 ώρες = 2,016,000 λίτρα

Επομένως, το σύστημα αντλιών θα μεταφέρει περίπου 2,016,000 λίτρα ψυκτικού υγρού διάρκεια μιας εβδομάδας.

9. Εφαρμογή

Για την λίπανση της κύριας μηχανής από μεγάλο πλοίο χρησιμοποιείτε μια παλινδρομική αντλία διπλής δράσης που λειτουργεί στις 65 RPM, παρέχει 0,85 m³/min. Η αντλία έχει διαδρομή 390 mm. Η διάμετρος του εμβόλου είναι 170 mm. Η κεφαλή παροχής και αναρρόφησης είναι 18 m και 7 m αντίστοιχα. Βρείτε την ολίσθηση της αντλίας και την απαιτούμενη ισχύ για τη κίνηση της αντλίας.

$$N = 65 \text{ RPM}$$

$$Q_{\text{act}} = 0.85 \text{ m}^3 / \text{min} = 0.85 / 60 \text{ m}^3/\text{s} = 0.0141667 \text{ m}^3 / \text{s}$$

$$L = 390 \text{ mm} = 0.39 \text{ m}$$

$$D = 170 \text{ mm} = 0.17 \text{ m}$$

$$A = (\pi \times D^2) / 4 = 0.022686 \text{ m}^2$$

$$h_s = 7 \text{ m}$$

$$h_d = 18 \text{ m}$$

$$Q_{\text{th}} = (2 \times A \times L \times N) / 60 = (2 \times 0.022686 \times 0.39 \times 65) / 60 = 0.0191697 \text{ m}^3 / \text{s}$$

$$\text{Slip} = (Q_{\text{th}} - Q_{\text{act}}) = 0.0191697 - 0.0141667 = 0.005003 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$P = [2 \times \rho \times g \times A \times L \times N \times (h_s + h_d)] / 60000 = [2 \times 1000 \times 9.81 \times 0.022686 \times 0.39 \times 65 \times (7+18)] / 60000 = 4.70136 \text{ KW}$$

10. Εφαρμογή

Σε μια μικρή δεξαμενή καθαρού νερού ενός σκάφους εργάζεται μια αντλία μονής δράσης η οποία έχει διάμετρο κυλίνδρου 200 mm και η διαδρομή της είναι 280 mm. Η αντλία λειτουργεί στις 70 RPM και ανυψώνει νερό σε συνολικό ύψος 30 m. Ο σωλήνας παροχής έχει μήκος 19 m και διάμετρο 90 mm.

Να υπολογιστεί

1. Η θεωρητική παροχή και τη θεωρητική ισχύ που απαιτείται για τη λειτουργία της αντλίας. Εάν η πραγματική παροχή είναι 3,9 lt / s
2. Το ποσοστό ολίσθησης.
3. Την πίεση κεφαλής επιτάχυνσης στην αρχή και στη μέση στη διαδρομή της παροχής.

$$D = 200 \text{ mm} = 0.20 \text{ m}$$

$$A = (\pi \times D^2) / 4 = 0,0314 \text{ m}^2$$

$$L = 280 \text{ mm} = 0.28 \text{ m}$$

$$N = 70 \text{ rpm}$$

$$H = 30 \text{ m}$$

$$l_d = 19 \text{ m}$$

$$d_d = 90 \text{ mm} = 0.09 \text{ m}$$

$$Q_{act} = 3,9 \text{ lt/s} = 3,9 / 1000 \text{ m}^3/\text{s} = 0.0039 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$1. \quad Q_{th} = (A \times L \times N) / 60 = (0.0314 \times 0.28 \times 70) / 60 = \mathbf{0,010257 \text{ m}^3/\text{s}}$$

$$P_t = (\rho \times g \times Q_{th} \times H) / 1000 = (1000 \times 9.81 \times 0,010257 \times 30) / 1000 = \mathbf{3,0186 \text{ KW}}$$

$$2. \quad Slip = [(Q_{th} - Q_{act}) / Q_{th}] \times 100 = [(0.010257 - 0.0039) / 0.010257] \times 100 = \mathbf{61,98 \%}$$

Πολύ μεγάλο ποσοστό ολίσθησης η αντλία μας δεν αποδίδει το βέλτιστο

$$3. \quad h_{ad} = (l_d/g) \times (A/a_d) \times (\omega^2 r) \times (\cos \theta)$$

$$a_d = (\pi \times d_d^2) / 4 = (\pi \times 0.09) / 4 = 0.0063585 \text{ m}^2$$

$$\omega = (2\pi \times N) / 60 = (2\pi \times 70) / 60 = 7,327 \text{ rad/s}$$

$$r = L / 2 = 0.28 / 2 = 0.14 \text{ m}$$

Οπότε

$$h_{ad} = (19 / 9.81) \times (0.0314 / 0.0063585) \times (7.327 \times 0.20) \times (\cos \theta) = 17,02 \times \cos \theta$$

Στην αρχή της διαδρομής της παροχής $\theta = 0^\circ$, $\cos \theta = 1$
 $h_{ad} = 17,02 \times \cos \theta = 17,02 \times 1 = \mathbf{17,02 \text{ m}}$

Στη μέση της διαδρομής της παροχής $\theta = 90^\circ$, $\cos \theta = 0$
 $h_{ad} = 17,02 \times \cos \theta = 17,02 \times 0 = \mathbf{0 \text{ m}}$

11. Εφαρμογή

Ένα μεγάλο φορτηγό πλοίο χρησιμοποιεί ένα σύστημα αντλιών για την διατήρηση της ευστάθειας κατά την φόρτωση και την εκφόρτωση του. Το φορτηγό πλοίο έχει μάζα 50,000 τόνων καθώς και δεξαμενές έρματος χωρητικότητας 10000 m³ όπου είναι άδειες, το βάρος της φόρτωσης είναι 10,000 τόνοι, η απόσταση που διανύει το νερό είναι 5 m και η διάμετρος των αγωγών των αντλιών είναι 20 cm και η παροχή είναι 10000 L/min ζητούνται να υπολογιστούν:

Ερώτημα 1: Ο όγκος των δεξαμενών που θα πρέπει να γεμίσει με θαλασσινό νερό πυκνότητας 1,200 kg/m³ προκειμένου να μην επηρεαστεί το βύθισμα και κατά συνέπεια η ευστάθεια του πλοίου:

Ερώτημα 2: Οι αντλίες πρέπει να μεταφέρουν το νερό από μια πλευρά του πλοίου στην άλλη για να διατηρηθεί η ισορροπία. Ποια είναι η ενέργεια που καταναλώνουν οι αντλίες (σε MJ) για να μεταφέρουν το νερό από τη μία πλευρά στην άλλη;

Ερώτημα 3: Η ταχύτητα του πλοίου επηρεάζει τη δυναμική των αντλιών. Αν το πλοίο κινείται με ταχύτητα 20 κόμβους (1 κόμβος = 1 ναυτικό μίλι ανά ώρα), πόση πίεση (σε kPa) πρέπει να ασκούν οι αντλίες για να αντισταθούν στην επίδραση του κυματισμού;

Ερώτημα 4: Η απόδοση των αντλιών μπορεί να επηρεαστεί από την θερμοκρασία του νερού. Αν η θερμοκρασία του νερού είναι 10°C, οι αντλίες έχουν απόδοση 95%. Αν η θερμοκρασία αυξηθεί σε 30°C, η απόδοση των αντλιών μειώνεται σε 85%. Ποια θα είναι η ενέργεια (σε GJ) που καταναλώνουν οι αντλίες για να διατηρήσουν τη σταθερότητα του πλοίου κατά την εκφόρτωση στη θερμοκρασία των 30°C;

Υπολογισμοί

Ερώτημα 1: το βάρος που θα αφαιρεθεί από το πλοίο είναι 10,000 τόνοι εμπορεύματος,

Λόγο του αλατιού το θαλασσινό νερό έχει πυκνότητα 1,200 kg/m³
Οι 10000 τόνοι /1,200 = 8333,33 m³

Οπότε το υπό εξετάσει πλοίο θα πρέπει να συμπληρώσει 8333,33 m³ τις δεξαμενές του, όπου ισοδύναμη με 8.333.333,33 L λίτρα θαλασσινού νερού, Η ποσοστιαία πρέπει να καλύψει το 83,33 % της χωρητικότητας των δεξαμενών του.

Ερώτημα 2: Για να υπολογίσουμε την ενέργεια που καταναλώνουν οι αντλίες για να μεταφέρουν το νερό από τη μία πλευρά στην άλλη, χρησιμοποιούμε την εξίσωση εργασίας:

Εργασία (W) = Δύναμη (F) * Απόσταση (d)

Δύναμη (F) = Πίεση (P) * Επιφάνεια (A)

Δύναμη (F) = Πίεση (P) * $\pi * (\text{διάμετρος}/2)^2$

Δύναμη (F) = ($\pi * 20 \text{ cm} / 2$)² * $\pi * 800 \text{ kPa}$ = 0.314 kN

Ανάρροφηση ενέργειας (W) = 0.314 kN * 5 m = 1.57 kJ

Τώρα, μετατρέπουμε το kJ σε MJ:

1 kJ = 0.001 MJ 1.57 kJ = 0.00157 MJ

Άρα, οι αντλίες καταναλώνουν 0.00157 MJ ενέργειας για να μεταφέρουν το νερό.

Ερώτημα 2: Για να υπολογίσουμε την πίεση που πρέπει να ασκούν οι αντλίες για να αντισταθούν στην επίδραση του κυματισμού, χρησιμοποιούμε την εξίσωση:

Πίεση (P) = Παροχή (Q) * Επιφάνεια (A) * Ταχύτητα (V)

Παροχή (Q) = 10000 L/min = 600,000 L/h

Μετατρέπουμε τα λίτρα σε κυβικά μέτρα:

1 λίτρο = 0.001 κυβικά μέτρα 600,000 λίτρα/ώρα = 600 κυβικά μέτρα/ώρα

Τώρα, μετατρέπουμε την ταχύτητα από κόμβους σε μέτρα ανά δευτερόλεπτο:

1 κόμβος = 0.5144 m/sec 20 κόμβοι = 20 * 0.5144 m/sec = 10.288 m/sec

Άρα, η πίεση (P) είναι:

Πίεση (P) = (600 m³/h) * (0.02 m) * (10.288 m/sec) Πίεση (P) = 123,457 kPa

Ερώτημα 3: Για να υπολογίσουμε την ενέργεια που καταναλώνουν οι αντλίες για να διατηρήσουν τη σταθερότητα του πλοίου κατά την εκφόρτωση στη θερμοκρασία των 30°C, πρέπει να λάβουμε υπόψη την απόδοση των αντλιών.

Αρχικά, υπολογίζουμε την ενέργεια που θα καταναλωθεί στη θερμοκρασία των 10°C:

$$\text{Ενέργεια (W)} = \text{Δύναμη (F)} * \text{Απόσταση (d)} = 1.57 \text{ kJ (από το ερώτημα 2)}$$

Στη συνέχεια, λαμβάνουμε υπόψη την απόδοση των αντλιών:

$$\text{Απόδοση στους } 10^{\circ}\text{C: } 95\% = 0.95 \quad \text{Απόδοση στους } 30^{\circ}\text{C: } 85\% = 0.85$$

Άρα, η συνολική ενέργεια που θα καταναλωθεί στη θερμοκρασία των 30°C είναι:

$$\text{Συνολική ενέργεια (W)} = \text{Ενέργεια (W)} * (\text{Απόδοση στους } 30^{\circ}\text{C} / \text{Απόδοση στους } 10^{\circ}\text{C})$$
$$\text{Συνολική ενέργεια (W)} = 1.57 \text{ kJ} * (0.85 / 0.95) = 1.402 \text{ kJ}$$

Τώρα, μετατρέπουμε τα kJ σε GJ:

$$1 \text{ kJ} = 0.000001 \text{ GJ} \quad 1.402 \text{ kJ} = 0.000001402 \text{ GJ}$$

Άρα, οι αντλίες καταναλώνουν περίπου 0.000001402 GJ ενέργειας για να διατηρήσουν τη σταθερότητα του πλοίου κατά την εκφόρτωση στη θερμοκρασία των 30°C.

$$\text{Συνολική ενέργεια (MJ)} = 1.402 \text{ MJ}$$

Μετατρέπουμε την ενέργεια αυτή σε kWh:

$$1.402 \text{ MJ} * 0.277778 \text{ kWh/MJ} = 0.3896 \text{ kWh}$$

Άρα, οι αντλίες καταναλώνουν περίπου **0.3896 kWh** ενέργειας για να διατηρήσουν τη σταθερότητα του πλοίου κατά την εκφόρτωση στη θερμοκρασία των 30°C.

12. Εφαρμογή

Ένας σταθμός ανεφοδιασμού ενέργειας προμηθεύει μια πόλη ακτοπλοΐας με αέριο από έναν υποθαλάσσιο φυσικό αέριο αγωγό. Η απόσταση από τον σταθμό ανεφοδιασμού έως την πόλη ακτοπλοΐας είναι 300,000 μέτρα.

Ο αγωγός διαθέτει τα εξής χαρακτηριστικά:

D είναι η διάμετρος του αγωγού = 0,4 m

Πυκνότητα αερίου (ρ): 0.8 kg/m³

Ροή αερίου (Q): 1200 λίτρα/δευτερόλεπτο

Οι απώλειες πίεσης ανά μέτρο αγωγού είναι 100 Pa/m για την αρχική αντλία.

Ερωτήσεις:

- Υπολογίστε την υδροστατική πίεση (P) στον αγωγό στο βάθος των 80 μέτρων.
- Ποια είναι η συνολική απώλεια πίεσης σε όλο το μήκος του αγωγού;
- Ποιος είναι ο συνολικός όγκος του αερίου που μεταφέρεται από τον σταθμό ανεφοδιασμού ενέργειας στην πόλη ακτοπλοΐας και ποίο το βάρος του αερίου που βρίσκετε μέσα στον αγωγό;

a) Υδροστατική Πίεση (P) στον αγωγό στο βάθος των 80 μέτρων:

Χρησιμοποιούμε τον τύπο για την υδροστατική πίεση: $P = \rho gh$
όπου:

ρ = πυκνότητα αερίου = 0.8 kg/m³

g = βαρύτητα = 9.81 m/s²

h = βάθος = 80 μέτρα

Υπολογισμός:

$$P = 0.8 \times 9.81 \times 80 = \mathbf{627.84Pa}$$

b) Συνολική Απώλεια Πίεσης σε όλο το μήκος του αγωγού:

Η απώλεια πίεσης ανά μέτρο αγωγού είναι 100 Pa/m. Το συνολικό μήκος του αγωγού είναι 300,000 μέτρα.

Υπολογισμός:

$$\Sigma = (100) \times (300,000) = 30,000,000 = 30,000$$

$$= (100Pa/m) \times (300,000m) = 30,000,000 Pa = 30,000 kPa$$

c) Συνολικός Όγκος του Αερίου με την Αρχική Αντλία:

Ο συνολικός όγκος του αερίου που μεταφέρεται από τον σταθμό ανεφοδιασμού ενέργειας στην πόλη ακτοπλοΐας με της αντλίας είναι συνάρτηση του μήκους που έχει ο αγωγός $L = 300000$ m και της επιφάνειας του.

$$A = \pi * (D/2)^2 = 3.14 * (0.4/2)^2 = 0.1256 \text{ m}^2$$

$$L * A = 300000 * 0.1256 = 37,680 \text{ m}^3$$

Συνεπώς, ο συνολικός όγκος του αερίου είναι $37,680 \text{ m}^3$.

Το συνολικό βάρος που έχει το αέριο που ταξιδεύει είναι ο όγκος επί την πυκνότητα του αερίου =>

$$37,680 \text{ m}^3 * 0.8 \text{ kg/m}^3 = \mathbf{30,144 \text{ kg}}$$

5. Κεφάλαιο

5.1. Το μέλλον και ενεργειακή απόδοση

Στη σύγχρονη ναυτιλία, η ενεργειακή απόδοση των αντλιών αποτελεί έναν σημαντικό παράγοντα για τη βιωσιμότητα και την αποδοτικότητα των λειτουργιών μεταφοράς υγρών φορτίων. Οι καινούριοι κανόνες και κανονισμοί που θεσπίζονται από διεθνείς οργανισμούς όπως ο IMO (International Maritime Organization) βάσει του οποίου οι ναυτιλιακές επιχειρήσεις υπόκεινται σε αυστηρούς περιβαλλοντικούς κανονισμούς και προδιαγραφές αφού θέτουν τα όρια του ενεργειακού αποτυπώματος του εκάστοτε πλοίου, τα όρια αυτά είναι άρρηκτα συνδεδεμένα και με την ενεργειακή απόδοση των αντλιών που φέρει το πλοίο καθώς η ενεργειακής καταναλώσεις αυτών των συστημάτων προστίθεται στην ενεργειακή απόδοση ολόκληρου του πλοίου και στο Energy Efficiency Design Index όπου είναι η νέα τάση στην ναυτιλία.

Η αποδοτική λειτουργία των αντλιών συντελεί στη μείωση της κατανάλωσης καυσίμων και, ως εκ τούτου, στη μείωση των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου και του αντίκτυπου στο περιβάλλον.

Οι σύγχρονες αντλίες σχεδιάζονται με γνώμονα τη βέλτιστη ενεργειακή απόδοση. Οι βελτιώσεις στη σχεδίαση, την τεχνολογία των υλικών και την αυτοματοποίηση έχουν οδηγήσει σε αντλίες με υψηλή αποτελεσματικότητα και χαμηλή κατανάλωση ενέργειας. Επίσης, η εφαρμογή μοντέρνων ελέγχων και κατανεμημένων συστημάτων ελέγχου μπορεί να βελτιώσει τη δυνατότητα προσαρμογής της απόδοσης των αντλιών ανάλογα με τις συνθήκες λειτουργίας.

Οι ναυτιλιακές επιχειρήσεις αναζητούν αντλίες που προσφέρουν υψηλή ενεργειακή απόδοση προκειμένου να μειώσουν το λειτουργικό κόστος και τις επιπτώσεις στο περιβάλλον. Επιπλέον, η συμμόρφωση με διεθνείς περιβαλλοντικές προδιαγραφές, όπως οι κανονισμοί MARPOL, υπογραμμίζει την ανάγκη για αποδοτικές αντλίες που μπορούν να διαχειρίζονται αποτελεσματικά τη μεταφορά και τη διάθεση υγρών αποβλήτων.

Σε κάθε περίπτωση, η συνεχής έρευνα και ανάπτυξη στον τομέα των αντλιών επιτρέπει την προοδευτική βελτίωση της ενεργειακής απόδοσης και της βιωσιμότητας των ναυτιλιακών λειτουργιών, ενισχύοντας την προσπάθεια για περιβαλλοντική διατήρηση και αειφόρο ανάπτυξη.

Η ενεργειακή απόδοση των αντλιών στη σύγχρονη ναυτιλία είναι ένα ζωτικό ζήτημα λόγω των πολλαπλών προκλήσεων που αντιμετωπίζουν οι ναυτιλιακές επιχειρήσεις. Ορισμένα ακόμα σημαντικά στοιχεία που σχετίζονται με την ενεργειακή απόδοση των αντλιών στη σύγχρονη ναυτιλία περιλαμβάνουν:

Την μείωση λειτουργικού κόστους, η αποδοτικότητα των αντλιών συντελεί στη μείωση της κατανάλωσης καυσίμων, μειώνοντας έτσι το λειτουργικό κόστος των ναυτιλιακών επιχειρήσεων. Αυτό έχει άμεση επίδραση στην ανταγωνιστικότητα των επιχειρήσεων στον τομέα.

Την περιβαλλοντική βιωσιμότητα, Η βελτιστοποίηση της ενεργειακής απόδοσης των αντλιών συμβάλλει στη μείωση των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου και του αντίκτυπου στο περιβάλλον. Οι περιβαλλοντικές προκλήσεις απαιτούν την υιοθέτηση πρακτικών που συμβάλλουν στην προστασία του περιβάλλοντος.

5.2. Συμπεράσματα

Φτάνοντας στην ολοκλήρωση την παρούσα διπλωματική εργασία και έχοντας στο μυαλό τα κεφάλαια που προηγήθηκαν μπορούμε να διεξάγουμε πολύ χρήσιμα συμπεράσματα όπως διατυπώνετε και στις επόμενες γραμμές.

Η σημασία των ρευστοδυναμικών μηχανών στη σύγχρονη κοινωνία είναι αδιαμφισβήτητη καθώς αυτοί οι μηχανισμοί αποτελούν αναπόσπαστο κομμάτι της σύγχρονης τεχνολογικής προόδου. Οι ρευστοδυναμικές μηχανές συμβάλλουν καθοριστικά στη λειτουργία μιας ευρείας γκάμας δραστηριοτήτων και την ίδια στιγμή προσφέρουν σενάρια προόδου που πριν από έναν αιώνα ήταν αδιανόητα.

Βάσει των παραδειγμάτων και των υπολογισμών που εξετάσαμε, μπορούμε να συναγάγουμε το συμπέρασμα πως κάθε κατηγορία αντλίας έχει τα δικά της πλεονεκτήματα και περιορισμούς, καθιστώντας την κατάλληλη για συγκεκριμένες εφαρμογές. Για παράδειγμα, οι αντλίες φορτίων λήψης και εκκένωσης είναι κατάλληλες για γρήγορη μεταφορά υγρών φορτίων, ενώ οι αντλίες συνεχούς ροής είναι πιο αποδοτικές για σταθερή μεταφορά ροών. Η διαχείριση υγρών αποβλήτων απαιτεί ειδικές αντλίες που να ανταποκρίνονται σε υψηλές απαιτήσεις.

Η επιλογή της κατάλληλης αντλίας εξαρτάται από παράγοντες όπως η ποσότητα του φορτίου, η απόσταση μεταφοράς, οι πιέσεις, οι απώλειες και οι ροές. Οι υπολογιστικοί υποδείξεις μας βοηθούν να επιλέξουμε την καταλληλότερη αντλία για κάθε περίπτωση προκειμένου να έχουμε την επιθυμητή απόδοση στην εφαρμογή μας καθώς οι χρόνοι που απαιτούνται για τη μεταφορά υγρών φορτίων μπορεί να διαφέρουν αισθητά ανάλογα με την επιλεγμένη αντλία. Η ανάλυση αυτών των χρόνων μας βοηθά να προγραμματίσουμε τις διαδικασίες μεταφοράς προκειμένου να μπορούμε να ορίσουμε ένα χρονοδιάγραμμα για κάθε επιθυμητή ενέργεια που θέλουμε να καλύψουμε.

Οι παράμετροι όπως η διάμετρος του σωλήνα, το ύψος αναρρόφησης και παροχής, καθώς και οι αποστάσεις μεταφοράς, επηρεάζουν τις απαιτούμενες πιέσεις, ροές και χρόνους μεταφοράς. Η επιλογή της κατάλληλης αντλίας πρέπει να γίνει με βάση τις ανάγκες και τις απαιτήσεις κάθε εφαρμογής. Οι υπολογιστικοί υποδείξεις μας επιτρέπουν να προσαρμόσουμε τις λύσεις στις συγκεκριμένες απαιτήσεις.

Αυτά τα συμπεράσματα μας βοηθούν να κατανοήσουμε πώς μπορούμε να επιλέξουμε με ακρίβεια ποία αντλία θα χρησιμοποιήσουμε στον τομέα της ναυτιλίας, αυτή η δυνατότητα επιλογής στηρίζεται στην πλειάδα διαφορετικών τύπων αντλιών που έχουν κατασκευαστεί προκειμένου να καλύψουν τις όλο ένα και ποιο σύνθετες απαιτήσεις που δημιουργούνται από τις παγκόσμιες τεχνολογικές εξελίξεις.

Πέρα από τα βασικά συμπεράσματα που αναφέρθηκαν παραπάνω, υπάρχουν και άλλες σημαντικές παρατηρήσεις που μπορούμε να κάνουμε από τα παραδείγματα αντλιών στον τομέα της ναυτιλίας, όπως για παράδειγμα για την βαρύτητα της Αποδοτικότητα και Οικονομία. Εκτός από την κατάλληλη αντλία για κάθε εφαρμογή, η αποδοτικότητα και η οικονομία είναι κρίσιμοι παράγοντες. Οι σωστά επιλεγμένες αντλίες μπορούν να βελτιώσουν την απόδοση του συστήματος μειώνοντας την κατανάλωση ενέργειας και το κόστος λειτουργίας.

Η αντοχή των αντλιών σε διάφορες συνθήκες εργασίας και περιβάλλοντα είναι σημαντική για αυτό και οι επιλογές αντλιών ιδιαίτερα στην ναυτιλία πρέπει να λαμβάνουν υπόψη τη συντήρηση, την αντοχή σε διάβρωση και τη μακροζωία της κάθε κατασκευής καθώς μια πιθανή αστοχία υλικού σε ένα πλοίο μπορεί να εξελιχθεί σε μοιραία.

Σε αρκετές περιπτώσεις, οι αντλίες πρέπει να συμμορφώνονται με περιβαλλοντικές προδιαγραφές και να είναι φιλικές προς το περιβάλλον καθώς οι συνεχόμενη τεχνολογική εξέλιξη δημιουργεί περιορισμούς οι οποίοι δημιουργούν απαιτήσεις και προδιαγραφές που εφαρμόζονται για το κοινό κάλο με τελικά τεράστια αλυσιδωτή αντίδραση για ολόκληρο τον πλανήτη.

Οι αντλίες είναι κρίσιμα μέρη του συστήματος μεταφοράς υγρών φορτίων και πρέπει να λαμβάνονται υπόψη οι πτυχές ασφάλειας, όπως οι πρόληψη κινδύνων και η διαχείριση κινδύνων καθώς σε πολλές περιπτώσεις μεταφέρουν ρευστά που είναι τοξικά – βλαβερά για την ανθρώπινη υγεία και το περιβάλλον και δίνετε να δημιουργήσουν ρύπανση και άλλες βλαβερές συνέπειες.

Συνολικά, η επιλογή και χρήση των κατάλληλων αντλιών στη ναυτιλία είναι πολύπλοκη διαδικασία που εξαρτάται από πολλούς παράγοντες. Η ορθή επιλογή μπορεί να βελτιώσει την αποτελεσματικότητα, την ασφάλεια και την οικονομία των λειτουργιών μεταφοράς και διαχείρισης υγρών φορτίων στον ναυτικό τομέα.

Όσο αναφορά στις επιλογές των αντλιών και τον μέσων κίνησης τους συμπεραίνουμε πώς όταν υπάρχει ηλεκτρικό ρεύμα συνήθως επιλέγεται η ηλεκτροκίνηση λόγω των πλεονεκτημάτων που έχουν οι ηλεκτροκινητήρες.

Σε μερικές περιπτώσεις μάλιστα η ηλεκτροκίνηση είναι η μόνη εφικτή λύση (π.χ. κλειστός χώρος με πολύ σκόνη ή διαβρωτικούς ατμούς). Επίσης στις βυθιζόμενες αντλίες η μόνη λύση είναι ο υποβρύχιος ηλεκτροκινητήρας όταν δε διατίθεται αέρας ή υδραυλικό λάδι υπό πίεση για χρήση αεροκινητήρα ή υδραυλικού κινητήρα. Μεταξύ των πλεονεκτημάτων των ηλεκτροκινητήρων ως προς τους άλλους κινητήρες είναι: ο πολύ καλός βαθμός απόδοσης, το μικρότερο σχετικά κόστος, η σταθερή ροπή για όλο το εύρος των στροφών, η δυνατότητα ρύθμισης και αυτοματισμών, κ.ά.

Όταν δεν υπάρχει ηλεκτρικό ρεύμα ή ατμός, ή πιεσμένος αέρας, κλπ., η χρησιμοποίηση των μηχανών εσωτερικής καύσης αποτελεί τη μόνη λύση. Παράδειγμα τέτοιων εφαρμογών είναι οι μεταφερόμενες αντλίες. Οι μηχανές Diesel γενικά έχουν μεγαλύτερη και σταθερότερη ροπή στρέψης από τους βενζινοκινητήρες και καλύτερο βαθμό απόδοσης, αλλά είναι ακριβότεροι. Οι βενζινοκινητήρες χρησιμοποιούνται μόνο για μικρές ισχύεις.

Πρέπει να δίνεται ιδιαίτερη προσοχή στις ιδιαίτερες συνθήκες κάθε άντλησης. Π.χ. όταν υπάρχει εκρηκτικό περιβάλλον Πρέπει να δοθούν ειδικές λύσεις όπως: Χρησιμοποίηση ηλεκτροκινητήρα αντιαεκρηκτικού τύπου, ή τοποθέτηση του ηλεκτροκινητήρα σε διπλανό ακίνδυνο χώρο με στεγανή διέλευση του κινητήριου άξονα, η χρήση αεροκίνησης κ.ά.

6. Βιβλιογραφία

1. Αντώνιος, Μ., 2016. [Ηλεκτρονικό]
Available at: file:///C:/Users/User-1/Desktop/Mandrabazakis_Antonios_Dip_2016.pdf
2. ΓΕΩΡΓΙΟΣ, Κ., 2017. ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ. Αντλίες Framo - Δίκτυο Εκφόρτωσης Δεξαμενοπλοίου. [Ηλεκτρονικό]
Available at: <https://docplayer.gr/151213121-Ptyhiaki-ergasia-antlies-framo-diktyo-ekfortosis-dexamenoploioy.html>
[Πρόσβαση ΣΕΠΤΕΜΒΡΙΟΣ 2023].
3. Γιαβάς, Σ.-Μ., n.d. polyno uniwa. [Ηλεκτρονικό]
Available at: <https://polyno.lib.uniwa.gr/xmlui/handle/11400/301>
[Πρόσβαση 2023].
4. ΔΗΜΗΤΡΗ, Δ., 2016. ΤΥΠΟΙ ΚΑΙ ΜΕΛΕΤΗ ΑΝΤΛΙΩΝ ΦΟΡΤΙΟΥ ΔΕΞΑΜΕΝΟΠΛΟΙΩΝ. [Ηλεκτρονικό]
Available at:
<https://maredu.hcg.gr/modules/document/file.php/ΜΑΚ264/%CE%9D%CE%B1%CF%85%CF%80%CE%B7%CE%B3%CE%AF%CE%B1/%CE%A4%CF%8D%CF%80%CE%BF%CE%B9%20%CE%B1%CE%BD%CF%84%CE%BB%CE%B9%CF%8E%CE%BD%20%CF%86%CE%BF%CF%81%CF%84%CE%AF%CE%BF%CF%85%20%CE%94%CE%B5%CE%BE%CE%B1%CE%>
[Πρόσβαση 2023].
5. ΖΩΓΡΑΦΑΚΗ, Ε. Ν., 2022. ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΝΑΥΠΗΓΙΑΣ. ΑΘΗΝΑ: ΙΔΡΥΜΑ ΕΥΓΕΝΙΔΟΥ.
6. ΙΩΑΝ. Κ. ΔΑΓΚΙΝΗ, Α. Ι. Γ., 2017. ΒΟΗΘΗΤΙΚΑ ΜΗΧΑΝΗΜΑΤΑ ΠΛΟΙΩΝ. ΑΘΗΝΑ: ΙΔΡΥΜΑ ΕΥΓΕΝΙΔΟΥ.
7. ΙΩΑΝΝΗ Κ. ΔΑΓΚΙΝΗ, Α. Ι. Γ., 2018. ΑΝΤΛΙΕΣ. s.l.:ΙΔΕΥΜΑ ΕΥΓΕΝΙΔΟΥ.
8. ΙΩΑΝΝΙΔΗ, Ι. Π., 2002. ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΚΑΙ ΒΟΗΘΗΤΙΚΑ ΜΗΧΑΝΗΜΑΤΑ ΠΛΟΙΟΥ. ΑΘΗΝΑ: ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ.
9. ΙΩΑΝΝΙΔΗ, Ι. Π., 2005. ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΚΑΙ ΒΟΗΘΗΤΙΚΑ ΜΗΧΑΝΗΜΑΤΑ ΠΛΟΙΟΥ. ΑΘΗΝΑ: ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ.
10. Κουλλιάς, Α.-Ν. Ι., 2020. [Ηλεκτρονικό]
Available at: <https://ir.lib.uth.gr/xmlui/handle/11615/52037?locale-attribute=de>
[Πρόσβαση 2023].
11. ΚΥΡΤΑΤΟΣ, Ν. Π., 1996. ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΚΑΙ ΒΟΗΘΗΤΙΚΑ ΜΗΧΑΝΗΜΑΤΑ ΠΛΟΙΟΥ. ΑΘΗΝΑ: ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ.
12. Μάριος, Κ., n.d. Αντλίες , σωληνώσεις ,. s.l.:ΑΚΑΔΗΜΙΑ ΕΜΠΟΡΙΚΟΥ ΝΑΥΤΙΚΟΥ ΜΑΚΕΔΟΝΙΑΣ.
13. ΜΗΧΑΝΙΚΟΣ, Κ. Β. -. Χ., n.d. ΥΔΡΟΔΥΝΑΜΙΚΗ ΘΕΩΡΙΑ - ΑΣΚΗΣΕΙΣ ΑΠΟΛΥΤΗ ΠΙΕΣΗ - ΣΧΕΤΙΚΗ ΠΙΕΣΗ. s.l.:Κ. ΒΑΣΙΛΕΙΑΔΗΣ.
14. ΡΑΠΤΗΣ ΚΩΝΣΤΑΝΤΙΝΟΣ, 2015. ΣΥΝΟΠΤΙΚΗ ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΑΝΤΛΙΩΝ. ΑΘΗΝΑ: Β.Μ.Π. ΕΥΓΕΝΙΔΟΥ ΙΔΡΥΜΑΤΟΣ.

15. Φλέσσας, Γ., 2022. POLYNOE. [Ηλεκτρονικό]
Available at: <https://polynoe.lib.uniwa.gr/xmlui/handle/11400/3346>
[Πρόσβαση 2023].

(Μάριος), (Κουλλιάς, 2020), (ΔΗΜΗΤΡΗ, 2016), (ΓΕΩΡΓΙΟΣ, 2017), (ΖΩΓΡΑΦΑΚΗ, 2022), (ΙΩΑΝ. Κ. ΔΑΓΚΙΝΗ, 2017), (ΙΩΑΝΝΗ Κ. ΔΑΓΚΙΝΗ, 2018), (Γιαβάς), (Φλέσσας, 2022), (ΡΑΠΤΗΣ ΚΩΝΣΤΑΝΤΙΝΟΣ, 2015), (ΜΗΧΑΝΙΚΟΣ), (ΚΥΡΤΑΤΟΣ, 1996), (ΙΩΑΝΝΙΔΗ, 2002), (ΙΩΑΝΝΙΔΗ, ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΚΑΙ ΒΟΗΘΗΤΙΚΑ ΜΗΧΑΝΗΜΑΤΑ ΠΛΟΙΟΥ, 2005), (Σταυρος, 2010)

7. Παραρτήματα

Ονομαστική Διάμετρος	DN	in	1	1 1/4	1 1/2	2	2 1/2	3	4	6	8	12	20
		mm	25	32	40	50	65	80	100	150	200	300	500
Ταχύτητα	v	m/s	1,4	1,5	1,6	1,7	1,8	1,9	2,0	2,2	2,4	2,6	2,9
Παροχή	Q	m ³ /h	2,5	5	7,5	12	21	34	56	140	270	660	2050

Table 1 Εκλογή ταχύτητας ροής με βάση την παροχή Q.

ΣΩΛΗΝΑΣ	ΥΓΡΟ	ΚΑΝΟΝΙΚΗ ΤΑΧΥ- ΤΗΤΑ (V)	ΟΡΙΟ ΤΑΧΥΤΗΤΑΣ (Vmax) m/s
αναρρόφηση	συμπυκνώματος	$f\sqrt{d}$	0,9
κατάθλιψη	"	$3f\sqrt{d}$	2,4
αποστράγγιση	συμπυκνωμάτων	$0,3f\sqrt{d}$	0,3
αναρρόφηση	ζεστού νερού	$f\sqrt{d}$	0,9
κατάθλιψη	" "	$3f\sqrt{d}$	2,4
αναρρόφηση	τροφοδοτικού νερού	$1,3f\sqrt{d}$	1,2
κατάθλιψη	" "	$4f\sqrt{d}$	3,0
αναρρόφηση	κρύου γλυκού νερού	$3f\sqrt{d}$	4,6
κατάθλιψη	" " "	$5f\sqrt{d}$	6,1
αναρρόφηση	λιπαντελαίου	$f\sqrt{d}$	1,2
κατάθλιψη	"	$2f\sqrt{d}$	1,8
αναρρόφηση	βαρέος καυσίμου F.O.	$f\sqrt{d}$	1,2
κατάθλιψη	" " "	$2f\sqrt{d}$	4,6
αναρρόφηση	πετρελαίου DIESEL	$2f\sqrt{d}$	2,1
κατάθλιψη	" "	$5f\sqrt{d}$	3,6
αναρρόφηση	υδραυλικού λαδιού	$1,5f\sqrt{d}$	2,4
κατάθλιψη	" "	$8f\sqrt{d}$	6,1
αναρρόφηση	θαλασσινού νερού	$3f\sqrt{d}$	4,6*
κατάθλιψη	" "	$5f\sqrt{d}$	4,6*

d = εσωτερική διάμετρος σωλήνα
 f = (συντελεστής μονάδων) $f=1$ όταν d σε ίντσες και V σε fps (πόδια/sec)
 $f = 0,06$ όταν d σε mm και V σε m/s
* $V_{max} = 2,7$ m/s για γαλβανισμένο χαλυβδοσωλήνα

Table 2 Πίνακας εκλογής ταχύτητας ροής για διάφορα υγρά.

ΠΙΝ. Α' Χαλυβδοσωλήνες βαρέως τύπου	Όνομαστική διάμετρος DN		Διάμετρος εξωτερική Αντίστοιχες τιμές				Πάχος τοιχώματος Τιμές αντίστοιχες		Συμβατικά βάρη			
			Μέγ.	Ελάχ.	Μέγ.	Ελάχ.			Σωλήνες χωρίς σπειρώματα		Σωλήνες με σπειρώματα και σύνδεσμο	
	mm	in	mm	in	in	in	mm	in	kg/m	lb/ft	kg/m	lb/ft
	6	1/8	10,6	9,8	0,417	0,386	2,0	0,080	0,407	0,273	0,410	0,275
	8	1/4	14,0	13,2	0,551	0,520	2,35	0,92	0,650	0,437	0,654	0,440
	10	3/8	17,5	16,7	0,689	0,657	2,35	0,092	0,852	0,573	0,858	0,577
	15	1/2	21,8	21,0	0,858	0,827	2,65	0,104	1,22	0,822	1,23	0,828
	20	3/4	27,3	26,5	1,075	1,043	2,65	0,104	1,58	1,06	1,59	1,07
	25	1	34,2	33,3	1,346	1,311	3,25	0,128	2,44	1,64	2,46	1,65
	32	1 1/4	42,9	42,0	1,689	1,654	3,25	0,128	3,14	2,11	3,17	2,13
	40	1 1/2	48,8	47,9	1,921	1,886	3,25	0,128	3,61	2,43	3,65	2,46
	50	2	60,8	59,7	2,394	2,350	3,65	0,144	5,10	3,42	5,17	3,47
	65	2 1/2	76,6	75,3	3,016	2,965	3,65	0,144	6,51	4,38	6,63	4,46
	80	3	89,5	88,0	3,524	3,465	4,05	0,160	8,47	5,69	8,64	5,80
	100	4	115,0	113,1	4,528	4,453	4,5	0,176	12,1	8,14	12,4	8,34
	125	5	140,8	138,5	5,543	5,453	4,85	0,192	16,2	10,9	16,7	11,2
	150	6	166,5	163,9	6,555	6,453	4,85	0,192	19,2	12,9	19,8	13,3

ΠΙΝ. Β' Χαλυβδοσωλήνες ελαφρού τύπου	Όνομαστική διάμετρος DN		Διάμετρος εξωτερική Αντίστοιχες τιμές				Πάχος τοιχώματος Τιμές αντίστοιχες		Συμβατικά βάρη			
			Μέγ.	Ελάχ.	Μέγ.	Ελάχ.			Σωλήνες χωρίς σπειρώματα		Σωλήνες με σπειρώματα και σύνδεσμο	
	mm	in	mm	mm	in	in	mm	in	kg/m	lb/ft	kg/m	lb/ft
	6	1/8	10,4	9,7	0,409	0,383	1,8	0,072	0,369	0,248	0,372	0,250
	8	1/4	13,9	13,2	0,547	0,518	2,0	0,80	0,573	0,365	0,577	0,368
	10	3/8	17,4	16,7	0,685	0,656	2,0	0,080	0,747	0,502	0,753	0,506
	15	1/2	21,7	21,0	0,854	0,825	2,35	0,092	1,10	0,737	1,11	0,743
	20	3/4	27,1	26,4	1,067	1,041	2,35	0,092	1,41	0,948	1,42	0,953
	25	1	34,0	33,2	1,339	1,309	2,9	0,116	2,21	1,49	2,23	1,50
	32	1 1/4	42,7	41,9	1,681	1,650	2,9	0,116	2,84	1,91	2,87	1,93
	40	1 1/2	48,6	47,8	1,913	1,882	2,9	0,116	3,26	2,19	3,30	2,22
	50	2	60,7	59,7	2,390	2,347	3,25	0,128	4,56	3,06	4,63	3,11
	65	2 1/2	76,3	75,2	3,004	2,960	3,25	0,128	5,81	3,90	5,93	3,93
	80	3	89,4	87,9	3,520	3,460	3,65	0,144	7,65	5,14	7,82	5,25
	100	4	114,9	113,0	4,524	4,450	4,05	0,160	11,0	7,39	11,3	7,59

Table 3 Τυποποίηση χαλυβδοσωλήνων ελληνικού εμπορίου, βαρέως και ελαφρού τύπου.

ΠΙΝΑΚΑΣ Γ΄ ΔΙΑΣΤΑΣΕΙΣ ΚΑΙ ΠΕΔΙΟ ΕΦΑΡΜΟΓΗΣ ΧΑΛΥΒΔΟΣΩΛΗΝΩΝ ΧΩΡΙΣ ΡΑΦΗ ΑΠΟ ΥΛΙΚΟ St. 35

ΓΕΝΙΚΑ

Το πρότυπο αυτό βρίσκεται σε συμφωνία με το DIN 2450 και περιέχει μια επιλογή χαλυβδωσολίων χωρίς ραφή σύμφωνα με το DIN 2448, για χρήση σε γραμμές σωληνώσεων, δεξαμενών κλπ.

ΠΕΔΙΟ ΕΦΑΡΜΟΓΗΣ

Σωλήνες με πάχη τοιχωμάτων που αναφέρονται στον πίνακα μπορούν να χρησιμοποιηθούν για τις αναφερόμενες πιέσεις λειτουργίας και για θερμοκρασίες λειτουργίας μέχρι 120° C. Για θερμοκρασίες υψηλότερες από 120° C και μέχρι 300° C η πτώση του όριου διαρροής του υλικού (η μείωση της αντοχής του) πρέπει να λαμβάνεται υπ' όψη (βλέπε επίσης DIN 1629, part 1 - πίνακα 1 και DIN2401.

Το πάχη των τοιχωμάτων αφορούν μόνο τους σωλήνες για εφαρμογές που περιλαμβάνουν κάμψεις, σωληνών, εξαιρετικές καταπονήσεις κατά την διάρκεια της εγκατάστασης, θερμικές καταπονήσεις κλπ. πρέπει να γίνεται έλεγχος αν τα πάχη των τοιχωμάτων είναι επαρκή.

διαστάσεις σε mm

ΟΝΟΜ. ΔΙΑΜ. ΣΩΛΗΝΑ	ΕΞΩΤ. ΔΙΑΜ. ΣΩΛΗΝΑ	ΜΕΓΙΣΤΕΣ ΕΠΙΤΡΕΠΟΜΕΝΕΣ ΠΙΕΣΕΙΣ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ ΣΕ kg/cm ²							
		40		64		80		100	
		ΠΑΧΟΣ ΤΟΙΧΩΜ.	ΒΑΡΟΣ kg/m	ΠΑΧΟΣ ΤΟΙΧΩΜ.	ΒΑΡΟΣ kg/m	ΠΑΧΟΣ ΤΟΙΧΩΜ.	ΒΑΡΟΣ kg/m	ΠΑΧΟΣ ΤΟΙΧΩΜ.	ΒΑΡΟΣ kg/m
10	14*			1,8	0,542			1,8	0,542
	16			1,8	0,632			1,8	0,632
	17,2			1,8	0,688			1,8	0,688
15/16	20			2	0,890			2	0,890
	21,3			2	0,962			2	0,962
20	25			2	1,13			2	1,13
	26,9			2,3	1,41			2,3	1,41
25	30			2,6	1,77			2,6	1,77
	33,7			2,6	2,01			2,6	2,01
	38			2,6	2,29			2,6	2,29
32	42,4			2,6	2,57			2,6	2,57
	44,5			2,6	2,70			2,6	2,70
	48,3			2,6	2,95			2,6	2,95
50	57			2,9	3,90			2,9	3,90
	60,3			2,9	4,14			2,9	4,14
65	76,1			2,9	5,28	2,9	5,28	3,6	6,49
80	88,9			3,2	6,81	3,6	7,63	4	8,43
100	108	3,6	9,33	3,6	9,33	4	10,3	5	12,7
	114,3	3,6	9,90	4	11	4	11	5	13,5
125	133	4	12,8	4,5	14,2	5	15,8	6,3	19,8
	139,7	4	13,5	5	16,6	5	16,6	6,3	20,8
150	159	4	17,1	5,6	21,1	5,6	21,1	7,1	26,6
	168,3	4,5	18,1	5,6	22,4	6,3	25,3	7,1	28,3
(175)	(191)	5,4	24,7	6,3	26,7	7,1	32,2	8,8	39,5
	193,7	5,4	25,0	6,3	29,2	7,1	32,8	8,8	40,0
200	216	6	31,1	7,1	36,6	8	41,0	10	50,8
	219,1	5,9	31,0	7,1	37,2	8	41,5	10	51,6
250	267	6,3	40,6	8,8	55,8	10	63,4	11	69,7
	273	6,3	41,6	8,8	57	10	64,9	12,5	80,9
300	318	7,5	57,4	11	83,3	11	83,3	14,2	106
	323,9	7,1	55,6	11	85,3	11	85,3	14,2	109
350	355,6	8	68,3	12,5	107	12,5	107	16	133
	368	8	70,8	12,5	110	12,5	110	16	138
400	406,4	8,8	85,9	14,2	138	14,2	138	17,5	168
	419	10	101	14,2	142	14,2	142	17,5	173
500	508	11	135	16	193	17,5	211	22,2	266
	521	11,5	144	17,5	217	17,5	217	22,2	273

*Όπου δεν δίνονται πάχη τοιχωμάτων και βάρη, οι τιμές εκείνες για τις επόμενες υψηλότερες ονομαστικές πιέσεις να χρησιμοποιούνται.

Table 4 Παράδειγμα Τυποποίησης Χαλυβδωσολίων St. 35.

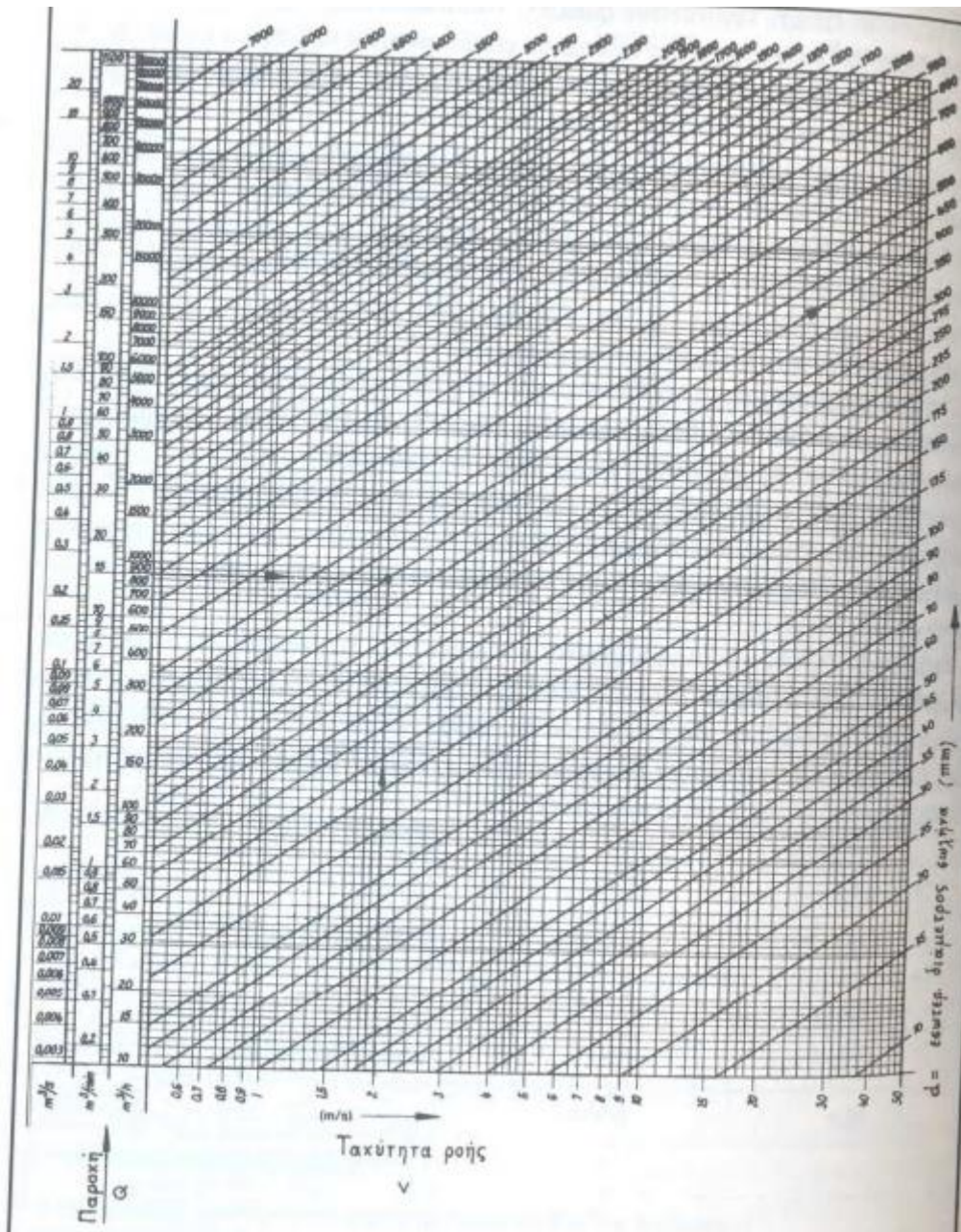


Table 5 Διάγραμμα υπολογισμού της εσωτερικής διαμέτρου σωλήνων.

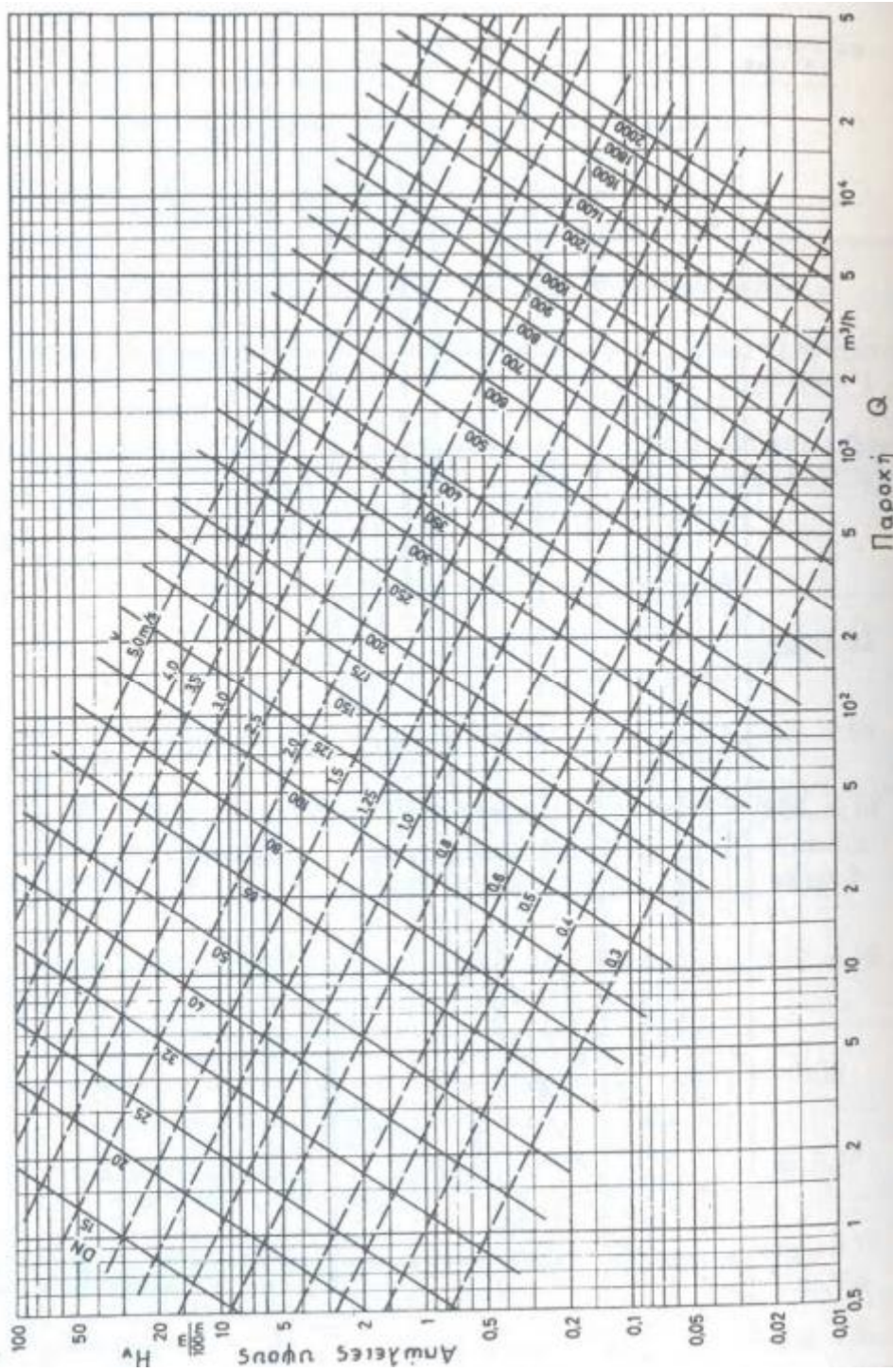


Table 6 Απώλειες ζεύγους σε καινούργιους σωλήνες από χυτοσίδηρο για καθαρό νερό 20 °C.




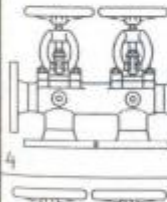
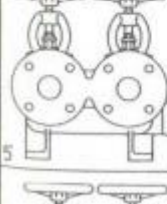
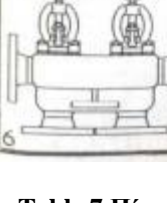
1.		Βαλβίδα τύπου πεταλούδας π.χ. Σ.κ. 218	NW DN mm	80	100	125	150	175	200	250	300	350	400	450	500	550	600	700	800
			ζ	≈0,3-0,5 Σ.κ. 229 α															
2.		Επιστόμιο με κοκλιωτό βακτρο π.χ. Σ.κ. 214,α	NW DN mm	20	25	32	40	50	65	80	100	125	150	175	200	250	300	350	400
			ζ	2,0	2,1	2,2	2,3	2,3	2,4	2,5	2,4	2,3	2,1	2,1	2,0	2,4	2,6	2,7	2,8
3.		Επιστ. με κοκλιωτ. βακτρο χωνιακό	NW DN mm	20	25	32	40	50	65	80	100	125	150	175	200	250	300	350	400
			ζ	1,8	1,6	1,6	1,7	1,9	2,0	2,0	1,9	1,7	1,5	1,4	1,3	1,6	1,6	1,7	1,7
4.		Βαλβίδοκιβώτιο με 2 επιστ.	NW DN mm	20	25	32	40	50	65	80	100	125	150	175	200	250	300	350	400
			ζ	2,7	2,8	3,0	3,3	3,5	3,7	3,9	3,8	3,3	2,7	2,3	2,4	2,3			
5.		Βαλβίδοκιβώτιο με 2 επιστόμια χωνιακό	NW DN mm	20	25	32	40	50	65	80	100	125	150	175	200	250	300	350	400
			ζ	3,9	4,0	4,2	4,4	4,5	4,7	4,8	4,8	4,5	4,1	3,8	3,6	3,5			
6.		Βαλβίδοκιβώτιο με 4 επιστόμια π.χ. Σ.κ. 214,β	NW DN mm	20	25	32	40	50	65	80	100	125	150	175	200	250	300	350	400
			ζ	4,1	4,3	4,5	4,7	4,8	5,1	5,1	5,1	4,7	4,4	4,1	4,0	4,0			

Table 7 Πίνακας συντελεστών απωλειών ζ για βαλβίδες και εξαρτήματα σωληνώσεων.

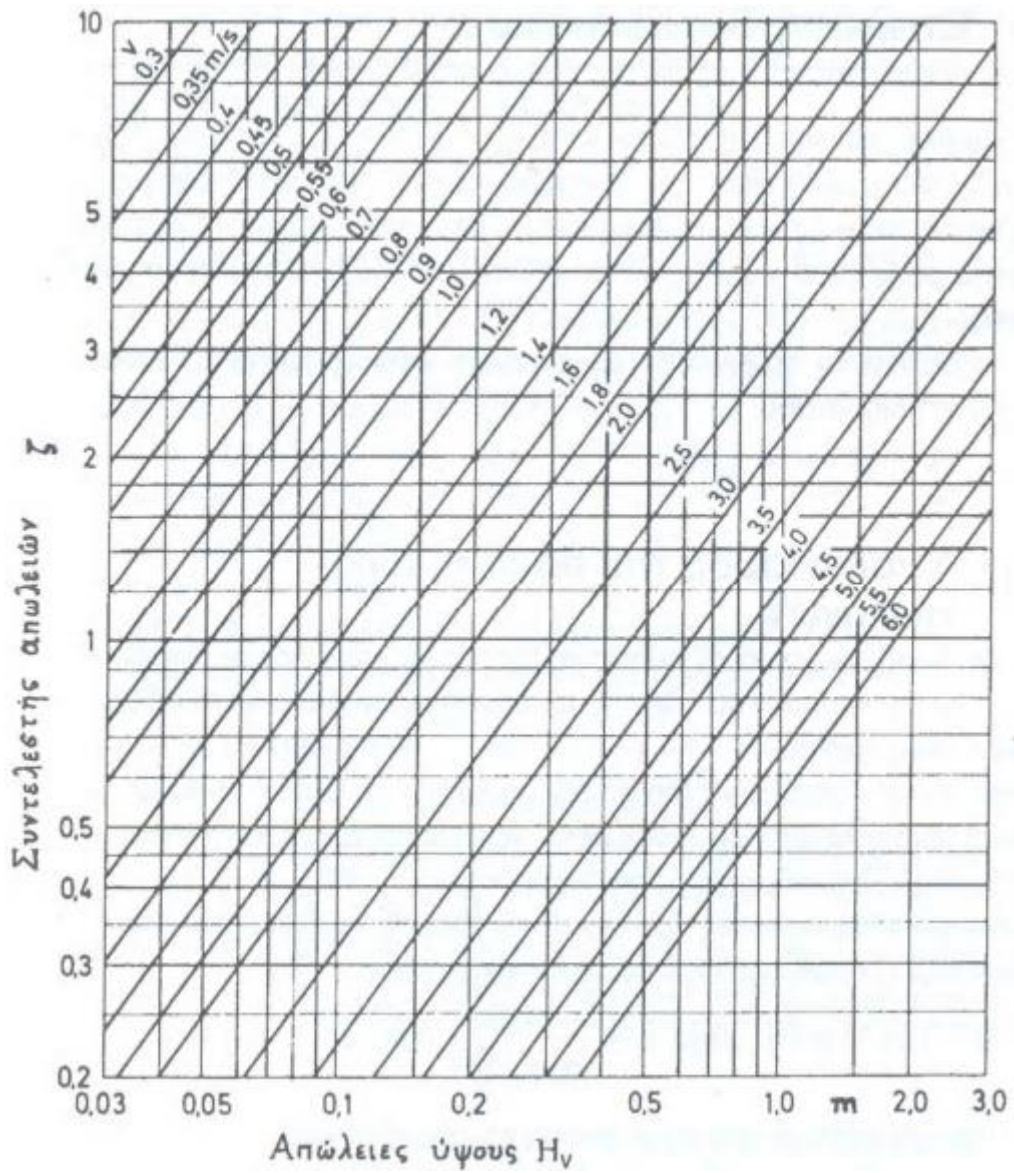


Table 8 Διάγραμμα υπολογισμού των απωλειών ύψους σε βαλβίδες και εξαρτήματα.