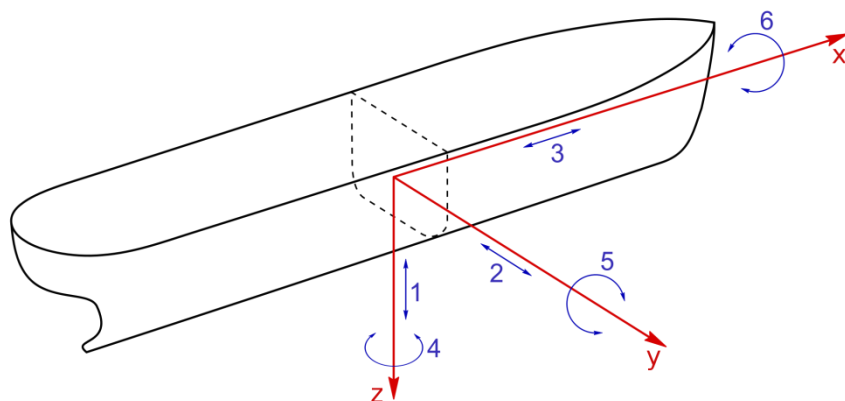
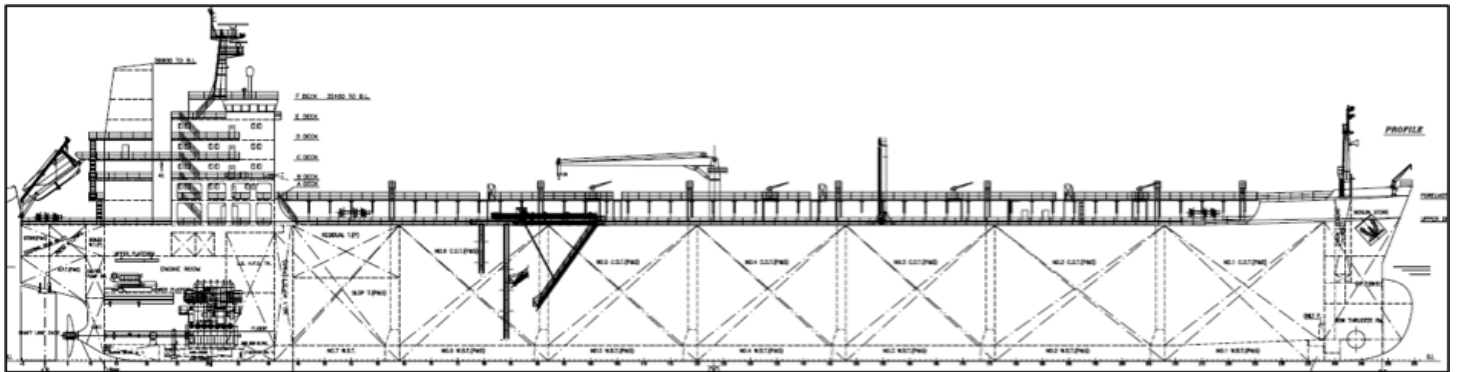


Εφαρμογές της Φυσικής στη Ναυσιπλοΐα

Πτυχιακή Εργασία

Πρέκας Θεόδωρος



ΑΚΑΔΗΜΙΑ ΕΜΠΟΡΙΚΟΥ ΝΑΥΤΙΚΟΥ**Α.Ε.Ν. ΜΑΚΕΔΟΝΙΑΣ****ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ****ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ:** Λάμπουρα Στεφανία**ΘΕΜΑ*****Εφαρμογές της Φυσικής στην Ναυσιπλοΐα*****ΤΟΥ ΣΠΟΥΔΑΣΤΗ:** Πρέκα Θεόδωρου**Α.Γ.Μ. :** 3603**Ημερομηνία Ανάληψης της εργασίας:** 09 Μαΐου 2017**Ημερομηνία Παράδοσης της εργασίας:** 04 Ιουνίου 2018

A/A	Όνοματεπώνυμο	Ειδικότητα	Αξιολόγηση	Υπογραφή
1				
2				
3				
ΤΕΛΙΚΗ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ				

Ο ΔΙΕΥΘΥΝΤΗΣ ΤΗΣ ΣΧΟΛΗΣ: Τσούλης Νικόλαος

Περιεχόμενα:

Περίληψη.....	σελ 4
Κεφάλαιο 1 - Γενικοί Ορισμοί	
1.1 Η έννοια της φυσικής	σελ 5
1.2 Το πλοίο	σελ 6
1.2.1 Το πλοίο σύμφωνα με τους κανονισμούς του Ναυτικού Δικαίου.....	σελ 6
1.2.2 Τα κύρια χαρακτηριστικά που διέπουν ένα πλοίο.....	σελ 6
1.2.3 Κριτήρια που κατατάσσονται οι κατηγορίες πλοίων.....	σελ 7
1.3 Η ναυσιπλοΐα.....	σελ 8
1.3.1 Ως επιστήμη-τεχνική.....	σελ 8
1.3.2 Ως πραγματοποίηση πλόων.....	σελ 8
1.3.3 Ως κατηγορία πλόων.....	σελ 8
Κεφάλαιο 2 – Άνωση	σελ 9
2.1 Αρχή του Αρχιμήδη.....	σελ 10
2.1.2 Παραδείγματα στατικής άνωσης	σελ 10
2.1.3 Περιπτώσεις βύθισης	σελ 10
2.2 Η Άνωση του πλοίου	σελ 12
2.2.1 Όγκος άνωσης	σελ 12
2.2.2 Άνωση πλοίου	σελ 13
2.2.3 Εφεδρική άνωση ενός πλοίου	σελ 13
2.3 Παραμόρφωση πλοίου.....	σελ 14
2.3.1 Κύρτωση πλοίου	σελ 14
2.3.2 Καμπύλωση πλοίου	σελ 15
2.3.3 Στρέβλωση πλώρης	σελ 15
Κεφάλαιο 3 – Αντίσταση πλοίου	σελ 15
3.1 Αντίσταση λόγω σχήματος	σελ 17
3.2 Αντίσταση λόγω κυματισμού	σελ 17
3.3 Αντίσταση λόγω τριβής με το νερό	σελ 18
3.4 Αντίσταση λόγω αέρα	σελ 18
Κεφάλαιο 4 – Κυματισμός	σελ 19
4.1 Ορισμοί Κυμάτων	σελ 19
4.2 Είδη κυμάτων.....	σελ 20
4.3 Η χρήση των ηλεκτρομαγνητικών κυμάτων στα ραντάρ.....	σελ 22
Κεφάλαιο 5 – Ευστάθεια	σελ 25

Περίληψη

Το θέμα με το οποίο καταπιάνεται η πτυχιακή εργασία είναι οι εφαρμογές της φυσικής στη ναυσιπλοΐα. Ως ναυσιπλοΐα δίνεται η μετακίνηση του πλοίου στη θάλασσα με άξονες ασφαλείας την τήρηση της ισορροπίας παρά τους παράγοντες που μπορούν να την επιρρεάσουν. Η φύση της λειτουργίας των πλοίων εξηγείται με τη φυσική για τη διευκόλυνση μας στην αποτροπή από κινδύνους ή για τη διερεύνηση των λόγων καταστροφής στο κατασκευαστικό μέρος τους. Έπειτα από μία γενική αναφορά σε γενικούς ορισμούς σχετικά με τα πλοία και την ναυσιπλοΐα, γίνεται μία πιο συγκεκριμένη και αναλυτική θεώρηση, μέσω φυσικής εξήγησης, διαφόρων σχετικών φαινομένων.

Ξεκινώντας από την Αρχή της άνωσης με την αρχή του Αρχιμήδη αναλύεται ο τρόπος ισορροπίας των πλοίων στην επιφάνεια της θάλασσας μέσω παραδειγμάτων και αποδείξεων ενώ στη συνέχεια γίνεται αναφορά στις στρεβλώσεις που αυτή μπορεί να προξενήσει στην κατασκευή του πλοίου. Έπειτα γίνεται λεπτομερής αναφορά στις τριβές που δημιουργούνται κατά την πρόωση του πλοίου καθώς και τα αίτια δημιουργίας τους. Ένας λόγος τριβής είναι επίσης και η ύπαρξη των κυμάτων τα οποία όμως αποτελούν από μόνα τους ιδιαίτερο κεφάλαιο, εφόσον πέρα από τα κύματα στη θάλασσα, εξίσου μεγάλη επιρροή στη ναυσιπλοΐα έχουν και τα ραδιομαγνητικά κύματα στη χρήση και τη λειτουργία των ραντάρ στα πλοία. Τέλος, μία ασφαλή ναυσιπλοΐα βασίζεται στην καλύτερη ισορροπία του πλοίου στη θάλασσα η οποία επιτυγχάνεται με τον ακριβή και σωστό υπολογισμό ταξιδιού αλλά κυριότερα της ευστάθειας.

Σκοπός της πτυχιακής εργασίας είναι να κατανοήσει ο αναγνώστης την κατασκευή του πλοίου και τις βασικότερες αρχές που επιρρεάζουν τη ναυσιπλοΐα μέσω της φυσικής.

1. Γενικοί Ορισμοί

1.1 Η έννοια της φυσικής

Η Φυσική είναι η επιστήμη που ασχολείται με τη μελέτη της ύλης, της κίνησής της μέσα στον χώρο και στον χρόνο, μαζί με τις σχετικές ποσότητες, όπως η ενέργεια και η δύναμη. Σύμφωνα με έναν ευρύτερο ορισμό, η Φυσική είναι η γενική ανάλυση της φύσης, που συνδέεται με τη προσπάθεια για κατανόηση της συμπεριφοράς του σύμπαντος. Συνεισφέρει σημαντικά στην ανάπτυξη νέων τεχνολογιών που προκύπτουν από θεωρητικές καινοτομίες.

Η Κλασική μηχανική είναι ένα μοντέλο της φυσικής των δυνάμεων που ασκούνται σε κάποια σώματα και μας βοηθά στην εξήγηση των φαινομένων που επιρραάζουν την ναυσιπλοΐα. Συχνά αναφέρεται και ως "Νευτώνεια μηχανική" από τον Νεύτωνα και τους νόμους της κίνησης. Η κλασική μηχανική χωρίζεται στην στατική, όπου τα αντικείμενα είναι σε ηρεμία, στην κινηματική, όπου τα αντικείμενα είναι σε κίνηση, και στη δυναμική, η οποία περιγράφει αντικείμενα που υπόκεινται σε δυνάμεις. Η θεωρία ξεπερνιέται από τη σχετικιστική μηχανική για συστήματα που κινούνται με μεγάλες ταχύτητες, κοντά σε αυτή του φωτός, από την κβαντική μηχανική για συστήματα σε κλίμακα πολύ μικρών αποστάσεων, και από την σχετικιστική κβαντική μηχανική για συστήματα που ισχύουν και οι δύο παραπάνω ιδιότητες.

**Έννοιες με τις οποίες
ασχολείται η Κλασική
Μηχανική**

*Πυκνότητα, Διάσταση,
Βαρύτητα, Χώρος,
Χρόνος, Κίνηση, Μήκος,
Θέση, Ταχύτητα,
Επιτάχυνση, Μάζα, Ορμή,
Δύναμη, Ενέργεια,
Στροφορμή, Ροπή, Νόμος
διατήρησης, Αρμονικός
ταλαντωτής, Κύμα, Έργο,
Ισχύς, Λαγκρανζιανή,
Χαμιλτόνια, Γωνίες Ουίλερ*

Παρ' όλα αυτά, η κλασική μηχανική παραμένει πολύ χρήσιμη, καθώς εφαρμόζεται πολύ πιο εύκολα και απλά από αυτές τις άλλες θεωρίες, και έχει ένα αρκετά μεγάλο εύρος ισχύος. Η κλασική μηχανική μπορεί να χρησιμοποιηθεί για να περιγράψει την κίνηση μακροσκοπικών αντικειμένων, στην κλίμακα του ανθρώπου (όπως είναι και τα πλοία), πολλά αστρονομικά αντικείμενα (που βοηθούν στην ναυσιπλοΐα), και μερικά μικροσκοπικά αντικείμενα (όπως για παράδειγμα τα μόρια του νερού της θάλασσας).

1.2 Το πλοίο

1.2.1 Το πλοίο σύμφωνα με τους κανονισμούς του Ναυτικού Δικαίου

Το Πλοίο είναι μια ειδική κατασκευή, σχεδιασμένη για να κινείται με ασφάλεια στο νερό. Διέπεται από τη νομοθεσία του Ναυτικού Δικαίου, το οποίο και διακρίνεται στο Δημόσιο Ναυτικό Δίκαιο και στο Ιδιωτικό Ναυτικό Δίκαιο, που απαρτίζονται και τα δύο σχετικούς Κώδικες (τον Κώδικα Δημοσίου Ναυτικού Δικαίου Κ.Δ.Ν.Δ. και τον Κώδικα Ιδιωτικού Ναυτικού Δικαίου Κ.Ι.Ν.Δ.) και από το Διεθνές Ναυτικό Δίκαιο.

<p>Κατά τον Κ.Ι.Ν.Δ. Πλοίο είναι κάθε σκάφος καθαρής χωρητικότητας τουλάχιστον 10 κόρων, προορισμένο να κινείται αυτοδύναμα στη Θάλασσα". Σύμφωνα με τον παραπάνω ορισμό απαραίτητες προϋποθέσεις είναι</p> <p>1ον να είναι σκάφος,</p> <p>2ον να έχει καθαρή χωρητικότητα από 10 κόρους και άνω, και</p> <p>3ον να έχει αυτοδύναμη κίνηση.</p>	<p>Κατά τον Κ.Δ.Ν.Δ. Πλοίο είναι κάθε σκάφος προορισμένο να μετακινείται στο νερό για μεταφορά προσώπων, ή πραγμάτων, ρυμούλκηση, επιθαλάσσια αρωγή, αλιεία, αναψυχή, επιστημονικές έρευνες ή άλλο σκοπό. Σύμφωνα με τον παραπάνω ορισμό μοναδική βασική προϋπόθεση είναι:</p> <p>να είναι σκάφος προορισμένο να μετακινείται στο νερό, ανεξάρτητα χωρητικότητας ή αυτοδύναμης κίνησης.</p>
---	---

1.2.2 Τα κύρια χαρακτηριστικά που διέπουν ένα πλοίο είναι:

Η ικανότητά του να πλέει ασφαλώς όταν βρίσκεται σε κατάσταση που πληρεί τις προδιαγραφές.

Η ικανότητα ασφαλούς μεταφοράς φορτίου και επιβατών παράλληλα με την ικανότητά του να πλέει.

Η ικανότητα ασφαλούς κίνησης επάνω στο νερό παράλληλα με την ικανοποίηση των παραπάνω προδιαγραφών.

Στην έννοια "τεχνική θεώρηση" του πλοίου περιλαμβάνεται το σύνολο των ερευνών βελτίωσης όλων εκείνων των συναφών προς αυτό είτε τεχνικών μερών, είτε

εξοπλισμού, είτε ακόμη και συμπεριφοράς του (συμμόρφωση) με άλλους κανονισμούς ή εξελίξεις.

1.2.3 Κριτήρια που κατατάσσονται οι κατηγορίες πλοίων

Α. Με κριτήριο το γενικότερο προορισμό διακρίνονται σε Κρατικά και σε Εμπορικά.

Β. Με κριτήριο τον τομέα δραστηριότητας τα Εμπορικά διακρίνονται σε:

- α) Πλοία μεταφοράς προσώπων ή εμπορευμάτων,
- β) Αλιευτικά,
- γ) Πλοία εξωοικονομικών σκοπών (ερευνητικά, επιστημονικά, εκπαιδευτικά),
- δ) Πλοία ειδικών υπηρεσιών,
- ε) Πλοία βοηθητικής ναυτιλίας και
- στ) Πλοία Αναψυχής.

Γ. Με κριτήριο το τύπο των υδάτων που κινούνται τα Πλοία διακρίνονται σε Πλοία θαλάσσης (sea vessels), Ποταμόπλοια (river ships ή vessels) και σε Λιμνόπλοια (lakers ή lake ships).

Δ. Με κριτήριο το αντικείμενο μεταφοράς, τα πλοία διακρίνονται σε πλοία μεταφοράς προσώπων καλούμενα Επιβατηγά (passenger ships) και μεταφοράς φορτίων καλούμενα Φορτηγά (cargo ships).

Εκτός των παραπάνω διατάξεων περί του ορισμού του πλοίου και κατά τον νόμο "περί συνθέσεως πληρωμάτων "Πλοίο" χαρακτηρίζεται κάθε ελληνικό σκάφος που κατά τις κείμενες διατάξεις είναι υπόχρεο να εφοδιάζεται με ναυτολόγιο.

Το πλοίο στην Αγγλική αναφέρεται ως θηλυκό π.χ. "αδελφό πλοίο" "sister ship".

Η αεροπορία ως μεταγενέστερη της ναυτιλίας χρησιμοποιεί τους ίδιους ακριβώς όρους της δεύτερης με τη πρόθεση "αερο" π.χ. αερολιμένας, αεροναυτιλία, αεροπλοΐα, αεροπλοιο, αεροναυπηγική, αεροσκάφος κλπ.

1.3 Η Ναυσιπλοΐα

Ο όρος Ναυσιπλοΐα (Navigation) χρησιμοποιείται στον ναυτικό και ναυτιλιακό χώρο συνήθως με τρεις έννοιες

1.3.1 Ως Επιστήμη - Τεχνική:

Υπό την έννοια αυτή η Ναυσιπλοΐα είναι η επιστήμη και εκείνη η τεχνική με τις οποίες επιτυγχάνεται η ασφαλής διακυβέρνηση του πλοίου. Περιλαμβάνει ένα σύνολο κανόνων και επαγγελματικών γνώσεων απαραίτητων για το σκοπό αυτής. Αυτή η έννοια συμπίπτει με την πρώτη αντίστοιχη του όρου Ναυτιλία που είναι όμως και επικρατέστερος.

1.3.2 Ως Πραγματοποίηση πλόων:

Υπό την έννοια αυτή η Ναυσιπλοΐα είναι ταυτόσημη με την θαλασσοπλοΐα ή θαλασσοπορεία.

1.3.3 Ως Κατηγορία πλόων:

Υπό την έννοια αυτή η Ναυσιπλοΐα αφορά κάποια κατηγορία πλόων που συνδέονται με κοινά γνωρίσματα κυρίως του θαλάσσιου χώρου που πραγματοποιείται, π.χ. παράκτιος ναυσιπλοΐα (coasting) αντί του όρου ακτοπλοΐα, ή ναυσιπλοΐα εσωτερικών υδάτων (inland navigation). Στη τελευταία αυτή περίπτωση ο όρος λαμβάνει επίσημο χαρακτήρα ιδιαίτερα όταν εκδίδονται ειδικοί Κανονισμοί ναυσιπλοΐας (Regulations of Navigation) που αποτελούν κοινές υποχρεωτικές ρυθμίσεις, όπως για παράδειγμα η κυκλοφορία στα στενά της Μάγχης, στα Στενά του Ορμούζ, του Βοσπόρου αλλά και προ του λιμένα Πειραιώς.

Είναι γεγονός πως η ασφάλεια της ναυσιπλοΐας απαιτεί την «Τήρηση Φυλακής» στα πλοία, για την οποία είναι αναγκαία η καλή γνώση των Διεθνών Κανονισμών Αποφυγής Συγκρούσεων (ΔΚΑΣ) στη θάλασσα.

Γενικοί Κανόνες

1. Ο κανονισμός του ΔΚΑΣ πρέπει να εφαρμόζεται από όλα τα σκάφη, που βρίσκονται στην ανοιχτή θάλασσα και σε νερά που συνδέονται με αυτή.
2. Σε περιοχές ανοικτών αγκυροβολίων, λιμένων, ποταμών και λιμνών οι αρμόδιες αρχές μπορούν να ορίσουν ειδικούς κανόνες

3. Κάθε κράτος μπορεί να ορίσει ειδικούς κανόνες σχετικά με επιπρόσθετα φώτα θέσεως ή σήματα, σχήματα ή σήματα συριγμών για πολεμικά πλοία και σκάφη που πλέουν σε νηοπομπή, ή ακόμη για επιπρόσθετα φώτα θέσεως ή σήματα για σκάφη που ψαρεύουν σε στολίσκους.

4. Υπάρχει η δυνατότητα μία κυβέρνηση να καθορίσει ότι ένα σκάφος ειδικής κατασκευή ή σκοπού, δεν θα συμμορφώνεται απόλυτα με τις απαιτήσεις του κανονισμού, όσον αφορά τον αριθμό, τη θέση, την εμβέλεια των φώτων ή σχημάτων, καθώς και της διάταξης και των χαρακτηριστικών των συσκευών παραγωγής ηχητικών σημάτων.

2. Άνωση

Άνωση ονομάζεται η συνισταμένη δύναμη που δέχεται ένα σώμα από το ρευστό μέσα στο οποίο βρίσκεται. Η άνωση έχει κοινή διεύθυνση με το βάρος του σώματος, και αντίθετη φορά.

Η άνωση αναφέρεται σε συστήματα που βρίσκονται σε ηρεμία και δεν πρέπει να συγγέεται με την άντωση. Η μελέτη του φαινομένου της άνωσης εμπίπτει στον κλάδο της φυσικής που ονομάζεται "στατική των ρευστών".

Η άντωση εμφανίζεται σε σώματα που παρουσιάζουν ασυμμετρία όταν τα εξετάζουμε κατά άξονα παράλληλο με την διεύθυνση της κίνησης. Στην περίπτωση αυτή λόγω διαφοράς ταχυτήτων του ρευστού μεταξύ δύο πλευρών του σώματος δημιουργείται δύναμη που ωθεί το σώμα προς μια συγκεκριμένη κατεύθυνση. Για να συμβεί κάτι τέτοιο το σώμα δεν θα πρέπει να είναι συμμετρικό ή αν είναι συμμετρικό θα πρέπει να περιστρέφεται και να περι-ρέεται ταυτόχρονα από το ρευστό. Μαθηματικά η δυναμική άνωση εκφράζεται ως:

$$L = \frac{1}{2} C_L \rho A U^2$$

όπου:

CL : συντελεστής άνωσης (Lift coefficient)

ρ : πυκνότητα ρευστού

A: επιφάνεια σώματος κάθετη στη ροή

U: ταχύτητα σώματος ως προς το ρευστό

2.1 Η Αρχή του Αρχιμήδη

Η άνωση εκδηλώνεται σε κάθε σώμα που βρίσκεται εντός ρευστού, παρουσία βαρυτικού πεδίου και γίνεται αντιληπτή ως δύναμη που δρα αντίθετα στο βάρος.

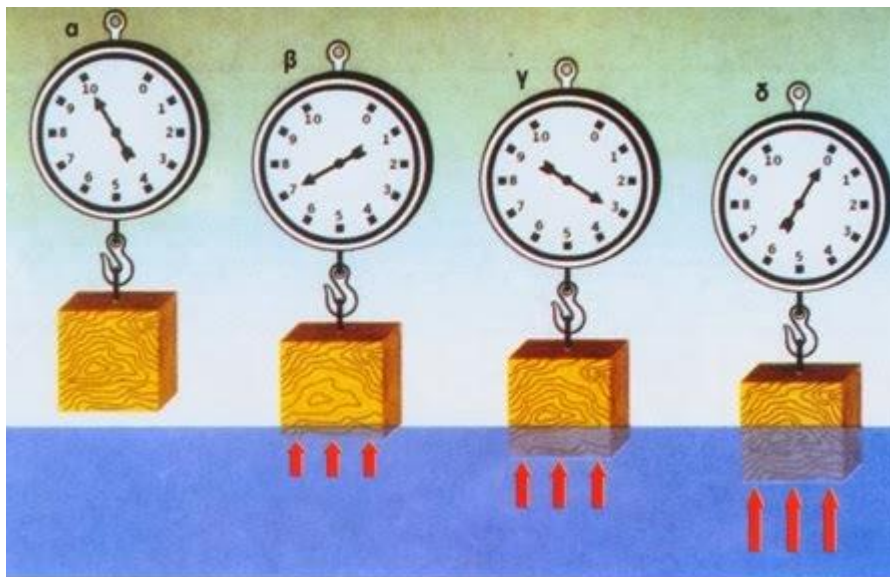
Το μέγεθος της άνωσης προκύπτει από την Αρχή του Αρχιμήδη κατά την οποία: «Κάθε σώμα βυθισμένο σε ρευστό δέχεται δύναμη ίση και αντίθετη με το βάρος του ρευστού που εκτοπίζει». Η αντίστοιχη μαθηματική έκφραση είναι

$$A = \rho g V \quad \text{όπου:}$$

ρ : πυκνότητα ρευστού

g : η επιτάχυνση βαρύτητας

V : όγκος βυθισμένου σώματος



Σχήμα 6. Σχέση βάρους σώματος και δύναμης της άνωσης στο νερό

2.1.2 Παραδείγματα στατικής άνωσης

1. Ένα πλοίο επιπλέει, παρότι η πυκνότητα του υλικού κατασκευής του (χάλυβας) είναι μεγαλύτερη του νερού, εφόσον εκτοπίζει όγκο νερού που έχει βάρος ίσο ή μεγαλύτερο με το δικό του. Το υποβρύχιο έχει τη δυνατότητα να μεταβάλει το εκτόπισμά του με πλήρωση ύδατος ειδικών δεξαμενών που φέρει.

2. Ένα κομμάτι ξύλου επιπλέει στο νερό διότι η άνωση που δέχεται είναι μεγαλύτερη από το βάρος του, λόγω του ότι η πυκνότητα του είναι μικρότερη από αυτήν του νερού. Αντιθέτως ένα κομμάτι χάλυβα δεν επιπλέει μιας και το βάρος είναι μεγαλύτερο από την άνωση κάτι το οποίο οφείλεται στον γεγονός ότι η πυκνότητα του είναι μεγαλύτερη από αυτή του νερού.
3. Ένας άνθρωπος επιπλέει στο νερό μόνον εφόσον βυθίσει και μέρος της κεφαλής του μιας και διαφορετικά δεν εκτοπίζει όγκο νερού, το βάρος του οποίου να είναι ίσο με το δικό του.
4. Το μεγαλύτερο ποσοστό του όγκου ενός παγόβουνου (~90%) είναι βυθισμένο στο νερό, καθώς ο πάγος έχει μικρότερη πυκνότητα από το νερό σε υγρή μορφή.

2.1.3 Περιπτώσεις βύθισης

Σύμφωνα με τα παραπάνω όταν ένα σώμα βρεθεί μέσα σ' ένα υγρό θα παρατηρηθούν δύο κύριες δυνάμεις (συνισταμένες) κάθε φορά. Το βάρος του σώματος και η ασκούμενη σ' αυτό άνωση. Ανάλογα των τιμών που λαμβάνουν αυτές οι συνισταμένες κάθε φορά διακρίνονται περαιτέρω τρεις περιπτώσεις:

- Το βάρος του σώματος να είναι μεγαλύτερο της άνωσης. Στη περίπτωση αυτή το σώμα βυθίζεται.
- Το βάρος του σώματος να είναι ίσο προς την άνωση. Στη περίπτωση αυτή το σώμα αιωρείται μέσα στο υγρό, δηλαδή ακινητεί όπου κι αν βρεθεί μέσα στο υγρό, και
- Το βάρος του σώματος να είναι μικρότερο της ασκούμενης σ' αυτό άνωσης. Στη περίπτωση αυτή το σώμα δεν βυθίζεται, οπότε και επιπλέει.

Είναι προφανές ότι και οι τρεις περιπτώσεις εξαρτώνται από το ειδικό βάρος του σώματος (στερεού ή υγρού) το οποίο μπορεί να είναι αντίστοιχα μεγαλύτερο, ίσο ή μικρότερο από το ειδικό βάρος του υγρού. Για παράδειγμα το ξύλο, ο φελλός, το λάδι επιπλέουν στο νερό, ενώ αντίθετα ο σίδηρος, το αλουμίνιο, ο υδράργυρος βυθίζονται.

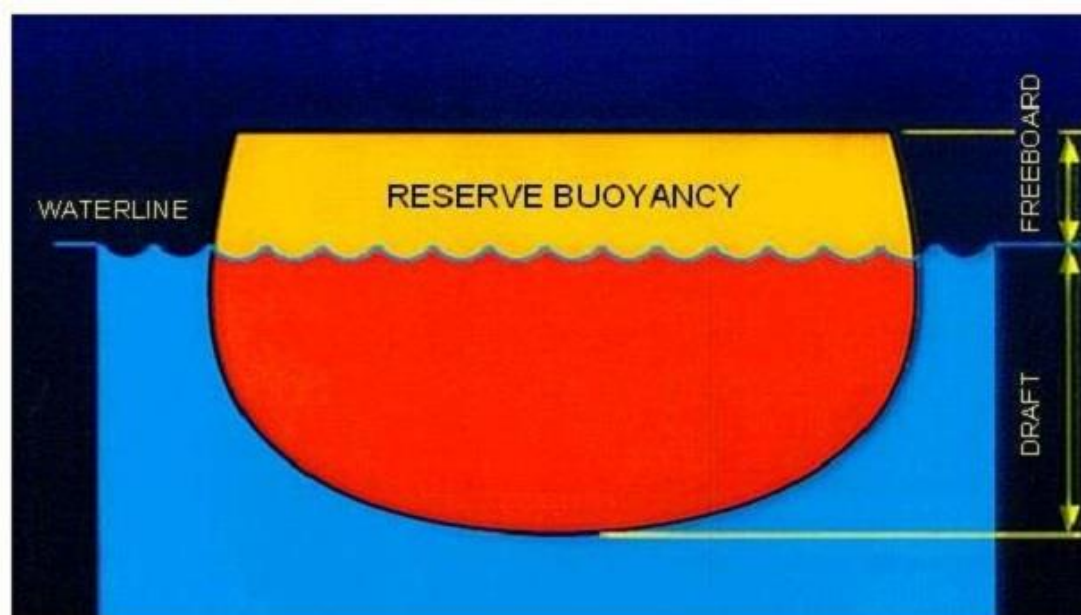
2.2 Η Άνωση του πλοίου

Πιο συγκεκριμένα:

Γενικά η άνωση των πλοίων, που λέγεται και πλευστότητα, αποτελεί αφενός μεν ιδιαίτερης σημασίας κεφάλαιο που εξετάζεται από τη ναυπηγική, αφετέρου στο σύνολό του, απόλυτα απαραίτητες γνώσεις (ασφάλειας) για τους αξιωματικούς των πλοίων, τόσο για τους ίδιους όσο και για τα σκάφη στα οποία επιβαίνουν και δραστηριοποιούνται.

2.2.1 Όγκος άνωσης:

Χαρακτηρίζεται ολόκληρο το υδατοστεγές τμήμα ενός σκάφους. Και σ' αυτό μπορεί να ανήκουν τα τμήματα (όγκοι) του πλοίου που βρίσκονται στα ύφαλα, στα έξαλα και οποιοδήποτε άλλο τμήμα είναι υδατοστεγές (μηχανοστάσιο, λεβητοστάσιο, αντλιοστάσιο κ.λπ.). Η υδροστατική δύναμη που δέχεται όλος αυτός ο όγκος ονομάζεται ολική άνωση (buoyancy over all).



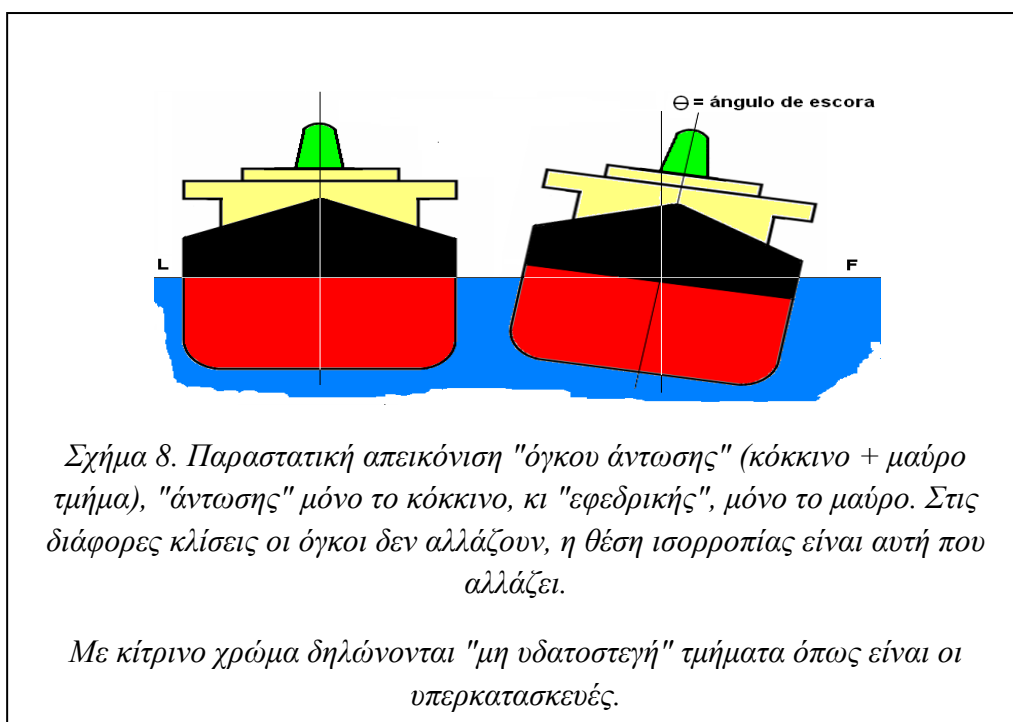
Σχήμα 7. Η Σχέση του όγκου του βυθισμένου μέρους του πλοίου με την άνωση.

2.2.2 Άνωση πλοίου:

Χαρακτηρίζεται το όλο τμήμα του "όγκου άντωσης" που βρίσκεται ανά στιγμή υπό την ίσαλο, δηλαδή κάτω από την επιφάνεια της θάλασσας, συνεπώς ο όγκος των υφάλων (κοινώς των βρεχάμενων) του πλοίου. Η υδροστατική δύναμη που ασκείται σ' αυτόν τον όγκο του πλοίου ονομάζεται σχετική άνωση (relative buoyancy).

2.2.3 Εφεδρική άνωση ενός πλοίου

Χαρακτηρίζεται το υπόλοιπο τμήμα του "όγκου άντωσης" που βρίσκεται κάθε φορά πάνω από την ίσαλο, δηλαδή ο όγκος των εξάλων. Ως υδροστατική δύναμη χαρακτηρίζεται η διαφορά της "ολικής" - "σχετικής". Συνεπώς τα εξάλα ενός πλοίου παίζουν πρωταρχικό ρόλο στην ασφάλεια του πλοίου. Επειδή δε, στα περισσότερα πλοία τα εξωτερικά πλευρικά τους τοιχώματα είναι κάθετα προς την ίσαλο, προς την επιφάνεια της θάλασσας, τα εξάλα (το ύψος τους) μπορούν να δώσουν μια προσεγγίζουσα έννοια καθώς και ένα προσεγγιστικό μέτρο της "εφεδρικής άνωσης"



ΠΩΣ ΣΧΕΔΙΑΖΟΝΤΑΙ ΤΑ ΠΛΟΙΑ

Ένα πλοίο 10.000 τόνων πρέπει να είναι τόσο φαρδύ ώστε να εκτοπίζει 10.000 τόνους νερού, δηλ όσο πιο βαρύ είναι ένα πλοίο τόσο τόσο πιο φαρδύ κ ογκώδες πρέπει να είναι έτσι ώστε να εκτοπίζει μεγαλύτερη ποσότητα νερού και να αυξάνει με αυτό τον τρόπο η Άνωση που το σπρώχνει προς την επιφάνεια.

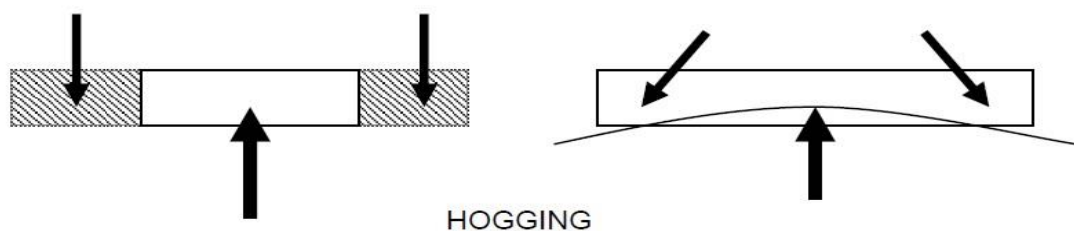
2.3 Παραμόρφωση πλοίου

Ως αποτέλεσμα της άντωσης αλλά και άλλων δυνάμεων που ασκούνται στο πλοίο από τη θάλασσα όπως οι κυματισμοί και οι θερμοκρασίες, δημιουργούνται παραμορφώσεις στη ναυπηγική κατασκευή του.

Τέτοιες παραμορφώσεις είναι: η κύρτωση, η κοίλωση, και η στρέψη πλώρης. Πολλοί συμπεριλαμβάνουν και την μόνιμη κλίση, καθώς και τη μόνιμη διαγωγή επί εξαιρετικών περιπτώσεων τύπων πλοίων.

2.3.1 Κύρτωση πλοίου

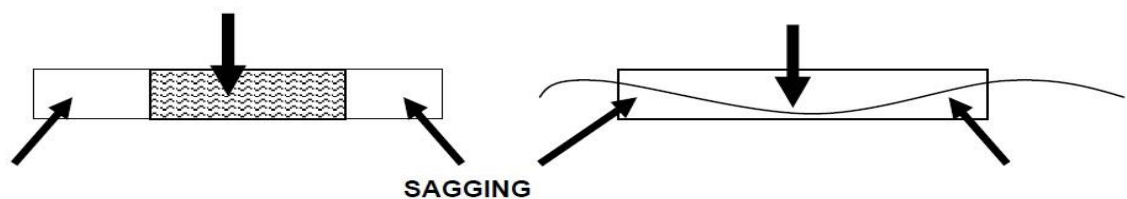
Το λεγόμενο "hogging", χαρακτηρίζεται εκείνη η παραμόρφωση κατά την οποία τα ακραία βυθίσματα (πλώρης και πρύμνης) είναι μεν μεταξύ του ίσα, αλλά μεγαλύτερα του βυθίσματος στο μέσον του πλοίου. Αυτό έχει ως συνέπεια να φαίνεται το πλοίο κυρτωμένο περί τη μέση. Η παραμόρφωση αυτή μπορεί να οφείλεται είτε σε επαναλαμβανόμενη πλευση, υπό υψηλό κυματισμό μικρού μήκους κύματος, που σημαίνει ότι κάποιες στιγμές το πλοίο βρίσκεται επί της κορυφής κύματος με συνέπεια ολόκληρο το βάρος πλοίου και η συνολική άντωση πλοίου ν' ασκούνται στο μέσον αυτού, κατά το εγκάρσιο και όχι κατά το διάμηκες κάθετο επίπεδο, που τούτο προδίδει τους λανθασμένους χειρισμούς πλευσης ως προς την κατεύθυνση, όπως επίσης και σε επαναλαμβανόμενη κακή στοιβασία φορτίου, δηλαδή με περισσότερο μεταφερόμενα βάρη στα ακραία κύτη (αμπάρια) παρά στα κεντρικά, που καταλήγει να είναι και η κύρια αιτία.



Σχήμα 9. Hogging

2.3.2 Καμπύλωση πλοίου

Το λεγόμενο "sagging", χαρακτηρίζεται η ακριβώς αντίθετη παραμόρφωση της κύρτωσης, όπου τα ακραία βυθίσματα παρατηρούνται ίσα μεταξύ τους αλλά μικρότερα του βυθίσματος στο μέσον του πλοίου. Αυτό έχει ως συνέπεια το πλοίο να φαίνεται να κοιλώνει περί το μέσον αυτού. Και σ' αυτή τη περίπτωση οι αιτίες είναι οι ίδιες που αναφέρονται παραπάνω στη περίπτωση της κύρτωσης. Επειδή όμως η επαναλαμβανόμενη κύρτωση λόγω κυματισμού θα είναι ισάριθμη με τη περίπτωση το πλοίο να βρεθεί μόνο κατά τις άκρες πάνω σε δύο κορυφές κυμάτων συνεπάγεται ότι κύρια αιτία τελικά αυτών των παραμορφώσεων είναι η κακή στοιβασία φορτίου.



Σχήμα 10. Sagging

2.3.3 Στρέβλωση πλώρης

Μπορεί να συμβεί συνήθως σε μικρά ή ελαφρά πλοία μετά από συνεχή καταπόνηση της λεγόμενης μάσκας της πλώρης, από δεξιά ή αριστερά, σε υφιστάμενο κυματισμό συνήθως με κάποια σχετική ταχύτητα του σκάφους, που θα πρέπει συνεπώς να μειωθεί.

3. Αντίσταση πλοίου

Κατά την κίνηση ενός σώματος σ' ένα υγρό δημιουργούνται δυνάμεις αντίστασης που απορρέουν από τις υδροδυναμικές πιέσεις ή τάσεις που εξασκούνται επί της βρεχόμενης επιφάνειας του σώματος. Η δύναμη που θα δεχθεί το σχοινί ρυμούλκησης είναι ίση με την αντίσταση R που δέχεται το πλοίο, από νερό και αέρα, κατά την κίνησή του με την παραπάνω ταχύτητα. Η ισχύς που απαιτείται για να κινηθεί το πλοίο, ρυμουλκούμενο χωρίς δική του πρόωση, με ταχύτητα V εξαρτάται από την παραπάνω αντίσταση R .

$$PE = R \times V$$

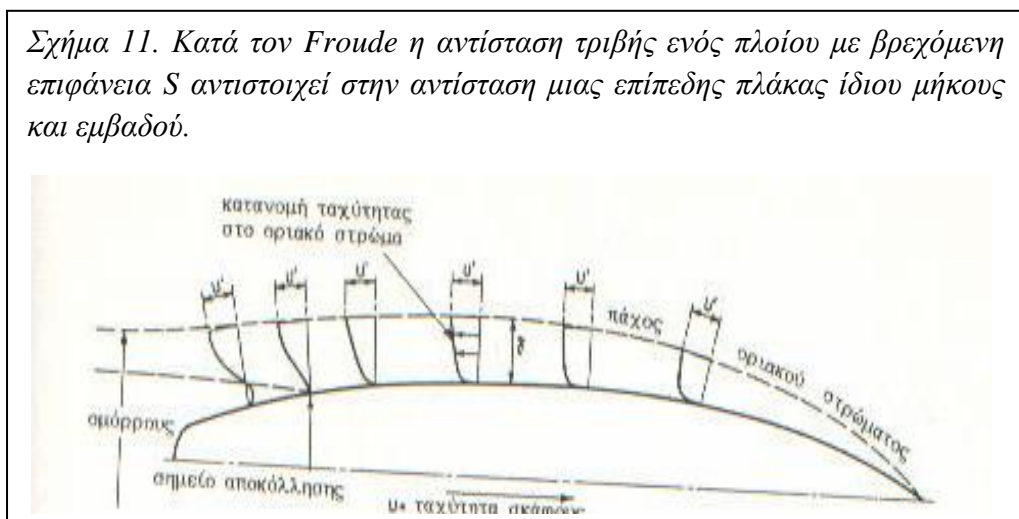
Οι παράγοντες που επηρεάζουν την αντίσταση τριβής είναι οι εξής

- α)Είδος της βρεχόμενης επιφάνειας (λειότητα).
- β)Έκταση της βρεχόμενης επιφάνειας.
- γ)Ταχύτητα πλοίου.
- δ)Πυκνότητα υγρού.
- ε)Ιξώδες υγρού,
- στ)Είδος ροής (νηματική, στροβιλώδης ή μικτή).
- ζ)Μήκος πλοίου ή βρεχόμενης επιφάνειας.

Η αντίσταση του πλοίου εξαρτάται βασικά από την ταχύτητα, το εκτόπισμά του και την μορφή της γάστρας. Η ολική αντίσταση του πλοίου συντίθεται από πολλές επιμέρους αντιστάσεις οι οποίες μπορούν να καταταχθούν σε τρεις κύριες ομάδες.

Κατά την κίνηση ενός σώματος μέσα σε υγρό με συνεκτικότητα παρουσιάζεται η προσκόλληση ενός λεπτού στρώματος του υγρού στην επιφάνεια του σώματος. Το στρώμα αυτό κινείται με την ίδια ταχύτητα, όπως το σώμα, ενώ σε μια απόσταση μακριά από το σώμα το υγρό μένει ανεπηρέαστο. Έτσι προκύπτει μια σημαντική πτώση ταχύτητας του υγρού προχωρώντας από το σώμα προς τα πλάγια, ιδιαίτερα άμεσα κοντά στο σώμα (οριακό στρώμα).

Σχήμα 11. Κατά τον Froude η αντίσταση τριβής ενός πλοίου με βρεχόμενη επιφάνεια S αντιστοιχεί στην αντίσταση μιας επίπεδης πλάκας ίδιου μήκους και εμβαδού.



3.1 Αντίσταση λόγω σχήματος

Οφείλεται στην αλλαγή της κατανομής της πίεσης που εξασκείται στη γάστρα του πλοίου, λόγω της ύπαρξης συνεκτικότητας, σε πραγματικά ρευστά.

Σε πραγματικά ρευστά, όπως το νερό, λόγω κυρίως της αποκόλλησης της ροής στην πρύμνη, διαταράσσεται η ισορροπία των πιέσεων με αποτέλεσμα μία αντίσταση η οποία επαυξάνεται και λόγω της περιδίνησης (αντίσταση δινών)

$$R_{PV} = C_{PV} \cdot S \cdot \rho/2 \cdot V^2$$

όπου C_{PV} : συντελεστής αντίστασης πίεσης λόγω συνεκτικότητας

ρ : η πυκνότητα του νερού και

V : ταχύτητα προχώρησης πλοίου

3.2 Αντίσταση λόγω Κυματισμού

Οφείλεται στη διαταραχή της επιφάνειας του υγρού που προκαλείται από την κατανομή των πιέσεων περί την γάστρα ενός σώματος (πλοίου) που κινείται με σταθερή ταχύτητα επί ή έστω κοντά κάτω από την ελεύθερη επιφάνεια ενός υγρού ακόμα και ιδεατού.

Η διαταραχή αυτή συνίσταται από διάφορα μόνιμα συστήματα κυματισμών που παρακολουθούν το πλοίο με την ίδια ταχύτητα κίνησης.

Η αντίσταση κυματισμού είναι ανάλογη με την ενέργεια που απορροφάται από τα δημιουργούμενα κύματα και επηρεάζεται τόσο από την σχετική ταχύτητα του πλοίου, όσο και από την μορφή της γάστρας.

$$\lambda_w = 2\pi V^2 / g$$

όπου λ_w : μήκος ελεύθερου κύματος επιφάνειας

V : ταχύτητα προχώρησης πλοίου.

3.3 Αντίσταση λόγω τριβής με το νερό

Κατά τον Froude η αντίσταση τριβής ενός πλοίου με βρεχόμενη επιφάνεια S αντιστοιχεί στην αντίσταση μιας επίπεδης πλάκας ίδιου μήκους και εμβαδού. Ο C_f είναι ο συντελεστής αντίστασης τριβής, κοινά αποδεκτός κατά την International Towing Tank Conference (ITTC 1957) και μαζί με τον συντελεστή C_f , έχουμε την εξίσωση:

$$R_f = C_f \times S \times \rho / 2 \times V^2$$

Όπου f συντελεστής εξαρτώμενος από το είδος (λειότητα) της επιφάνειας, την πυκνότητα, το ιξώδες του υγρού και το μήκος του πλοίου.

$f=0,009$ ως $0,010$,

S η βρεχόμενη επιφάνεια σε ft^2

V η ταχύτητα του πλοίου σε κόμβους.

Από τον παραπάνω τύπο φαίνεται ότι η αντίσταση τριβής είναι ανάλογη με την

βρεχόμενη επιφάνεια και την ταχύτητα του πλοίου υψωμένη σε δύναμη που πλησιάζει

το τετράγωνο. Η λειότητα της επιφάνειας υπεισέρχεται με το συντελεστή f . Η αντίσταση

τριβής ενός πλοίου αυξάνεται λόγω ρυπάνσεως της γάστρας και της καταστροφής της λειότητας των υφάλων, που αυτή δημιουργεί.

3.4 Αντίσταση λόγω Αέρα

Η αντίσταση αέρα μπορεί να υπολογισθεί με παρόμοιο τύπο όπως οι άλλες αντιστάσεις.

$$R_A = C_A \cdot A_T \cdot \rho_A / 2 \cdot V_A^2$$

Συνήθως η αντίσταση αέρα υπολογίζεται ως το 2% - 4% της R_T

(σε πλοία *Container* με αντίθετο άνεμο μπορεί να ξεπεράσει το 10%)

Όπου VA : Ταχύτητα αέρα ως προς το πλοίο

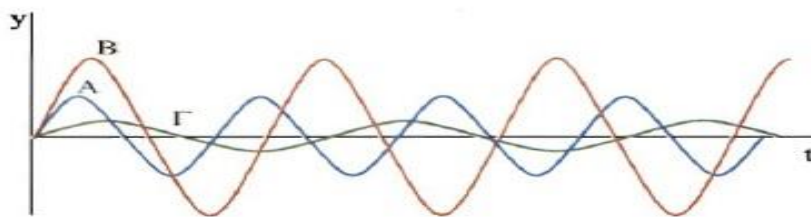
AT : Επιφάνεια αέρα

CA : Συντελεστής αντίστασης αέρα

[0,7 – 0,8 για φορτηγά πλοία, 0,6 – 0,7 για επιβατηγά πλοία]

4. Κυματισμός

Με τον όρο Κυματισμός χαρακτηρίζεται γενικά το σύνολο των φυσικών φαινομένων που παρουσιάζει η επιφάνεια της θάλασσας, που οφείλονται κυρίως στην απορρόφηση της κινητικής ενέργειας του ανέμου ή στις υποθαλάσσιες αναταραχές που μπορούν να συμβούν στον βυθό.

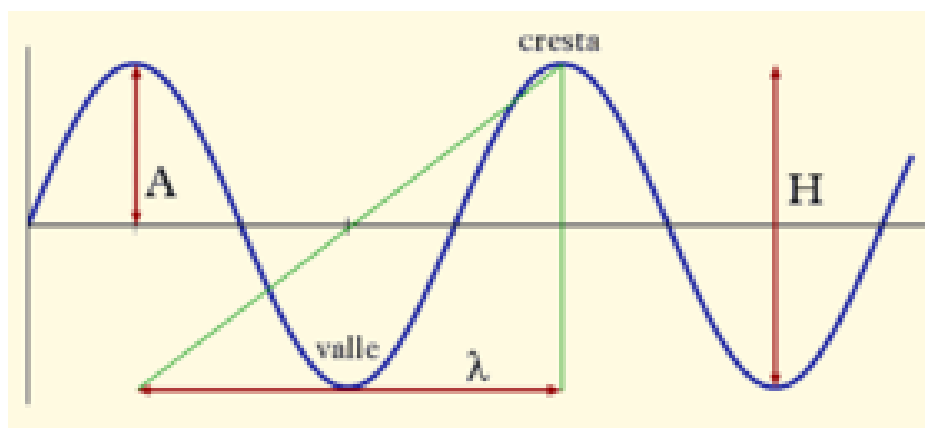


Σχήμα 12. Σχεδιάγραμμα κυμάτων πλάτους και χρόνου

4.1 Ορισμοί Κυμάτων

- Κορυφή κύματος: Ονομάζεται το υψηλότερο σημείο του κύματος
- Κοίλο κύματος: Ονομάζεται το χαμηλότερο σημείο του κύματος
- Μήκος κύματος: Ονομάζεται η απόσταση μεταξύ δύο διαδοχικών σημείων της αυτής φάσης (δηλαδή μεταξύ δύο διαδοχικών κορυφών ή δύο διαδοχικών κοίλων). Συνήθως συμβολίζεται με το γράμμα λ ή L .
- Ύψος κύματος: Ονομάζεται η κάθετος απόσταση μεταξύ της κορυφής και του κοίλου του κύματος, είναι το αντίστοιχο πλάτος στη κυματική.
- Ταχύτητα κύματος: Ονομάζεται ο λόγος της προχώρησης του κύματος στο χρόνο που διέρρευσε, συμβολίζεται κυρίως με το γράμμα v ή V .
- Περίοδος κύματος: Ονομάζεται ο απαιτούμενος χρόνος για να διέλθουν από ένα (σταθερό) σημείο δύο διαδοχικά σημεία ίδιων φάσεων, (δύο κορυφές, ή δύο κοίλα), συμβολίζεται συνήθως με το γράμμα t ή T .
- Συχνότητα κύματος: Ονομάζεται ο αριθμός των μηκών κύματος που διέρχονται από ένα (σταθερό) σημείο, στη μονάδα του χρόνου. Συνήθως συμβολίζεται με το γράμμα ν ή N .

Από τους παραπάνω ορισμούς συνάγονται οι σχέσεις: $V = L / T$ και $N = 1 / T$



Σχήμα 13. Αναγνώριση μήκους και ύψους κυμάτων.

4.2 Είδη κυμάτων

4.2.1 Κατά την κατεύθυνση της διαταραχής

Η κατεύθυνση του διαταρασσόμενου μεγέθους μπορεί να είναι κάθετη ή παράλληλη ως προς την κατεύθυνση διάδοσης των κυμάτων και έχουμε:

- Τα διαμήκη κύματα στα οποία η κατεύθυνση του διαταρασσόμενου μεγέθους είναι παράλληλη στην κατεύθυνση διάδοσης του κύματος. Στα διαμήκη κύματα ορίζονται πυκνώματα και αραιώματα. Παράδειγμα τέτοιου κύματος είναι μια διαταραχή που διαδίδεται στις σπείρες ενός ελατηρίου:

Πύκνωμα είναι το σημείο στο οποίο υπάρχει η μέγιστη τιμή του διαταρασσόμενου μεγέθους. Στο παράδειγμα του ελατηρίου αντιστοιχεί σε πυκνωμα στις σπείρες.

Αραιώμα είναι το σημείο στο οποίο υπάρχει η ελάχιστη τιμή του διαταρασσόμενου μεγέθους. Στο παράδειγμα του ελατηρίου αντιστοιχεί σε αραιώμα στις σπείρες.

- Τα εγκάρσια κύματα στα οποία η κατεύθυνση του διαταρασσόμενου μεγέθους είναι κάθετη στην κατεύθυνση διάδοσης του κύματος. Στα εγκάρσια κύματα χαρακτηρίζονται σε αντιστοιχία με τα πυκνώματα και τα αραιώματα τα όρη και οι κοιλάδες. Παράδειγμα εγκάρσιου κύματος είναι μία λέμβος στη θάλασσα:

Όρος ή Κορυφή είναι το σημείο στο οποίο υπάρχει η μέγιστη τιμή του διαταρασσόμενου μεγέθους. Για παράδειγμα, λέμε *όρος* του κύματος είναι στη λέμβο αν αυτή βρίσκεται στο ανώτερο σημείο που μπορεί να βρεθεί.

Κοιλία είναι το σημείο στο οποίο υπάρχει η ελάχιστη τιμή του διαταρασσόμενου μεγέθους. Για παράδειγμα, λέμε *κοιλία* του κύματος είναι στη λέμβο αν αυτή βρίσκεται στο κατώτερο σημείο που μπορεί να βρεθεί.

Κύματα ίδιας συχνότητας, ίδιου πλάτους, στην ίδια περιοχή του ίδιου μέσου όπου το ένα είναι εγκάρσιο και το άλλο διαμήκες, το διαμήκες έχει μεγαλύτερη ταχύτητα από το εγκάρσιο.

4.2.2 Κατά το σχήμα του κύματος

Τα κύματα έχουν πολλά και διαφορετικά σχήματα (κυματομορφή). Μερικά κύματα είναι πολύ σύντομα, αποτελούνται από δύο, μια ή ακόμη και μη ολοκληρωμένη διαταραχή, τέτοια κύματα ονομάζονται παλμοί. Άλλα κύματα είναι πάρα πολύ εκτενή κι ίσως παράγονται συνέχεια. Ανεξάρτητα από τη μορφή του κύματος αποδεικνύεται ότι όλα τα κύματα αναλύονται σε επαλληλία άπειρων ή πεπερασμένο το πλήθος αρμονικών κυμάτων. Το σχήμα των κυμάτων εξαρτάται από την ταλάντωση του διαταρασσόμενου μεγέθους στην πηγή ή τις πηγές. Στις διάφορες περιοχές που θα διαδοθεί το κύμα, το διαταρασσόμενο μέγεθος ταλαντώνεται όπως οι πηγές. Το πλάτος, όμως θα μειωθεί ή θα αυξηθεί ανάλογα με την ενέργεια που μεταδίδεται στο συγκεκριμένο σημείο. Ακολουθούν μερικές χαρακτηριστικές περιπτώσεις κυμάτων:

- Αρμονικά κύματα Είναι το κύμα το οποίο παράγεται όταν το διαταρασσόμενο μέγεθος στην πηγή εκτελεί απλή αρμονική ταλάντωση.
- Στάσιμα κύματα Αν και κυματικό φαινόμενο δε θεωρείται κύμα[1]. Είναι το αποτέλεσμα της διάδοσης σε γραμμικό μέσο δύο αρμονικών κυμάτων σε αντίθετες κατευθύνσεις.
- Τετραγωνικά κύματα
- Εκρηκτικά κύματα Η διαταραχή είναι βίαιη και στιγμιαία. Από εκρήξεις παράγονται κύματα που μεταφέρουν τέτοια ενέργεια, ώστε να μπορούν να εκσφενδονίσουν αντικείμενα που βρίσκονται στην πορεία τους.

4.2.3 Κατά το μέσο διάδοσης

Τα κύματα διαδίδονται μέσα σε μέσο, ή χωρίς μέσο, στο κενό. Ανεξάρτητα που διαδίδονται, απαραίτητη προϋπόθεση για τη διάδοση ενός κύματος σε κάποια περιοχή είναι να μπορεί να διαταραχθεί το διαταρασσόμενο μέγεθος, που χαρακτηρίζει το συγκεκριμένο κύμα. Τα είδη των κυμάτων με βάση το μέσο διάδοσης στα οποία μπορούν να διαδοθούν είναι:

- Μηχανικό κύμα

Διαδίδονται σε *ελαστικό μέσο*. Το διαταρασσόμενο μέγεθος είναι η θέση των μορίων του μέσου. Τα κύματα αυτά μπορούν να είναι εγκάρσια ή διαμήκη (ή επιφανειακά).

- Ηλεκτρομαγνητικά κύματα

Διαδίδονται στην ύλη και το κενό. Το διαταρασσόμενο μέγεθος είναι η ένταση του ηλεκτρικού πεδίου και η ένταση του μαγνητικού πεδίου. Οι διαταραχές στα δύο πεδία είναι συμφασικές, ώστε να λαμβάνουν ταυτόχρονα τη μέγιστη και την ελάχιστη τιμή τους. Τα κύματα αυτά είναι εγκάρσια.

- Υλικό κύμα

Αυτού του είδους τα κύματα μελετώνται από την κβαντική φυσική.

Τα τελευταία χρόνια μερικοί φυσικοί θεωρούν ότι υπάρχουν και *βαρυτικά κύματα*. Συμπεριφέρονται όπως τα ηλεκτρομαγνητικά, με τη διαφορά ότι το μέσο διάδοσης είναι ο χωροχρόνος.

4.3 Η χρήση των ηλεκτρομαγνητικών κυμάτων στα ραντάρ

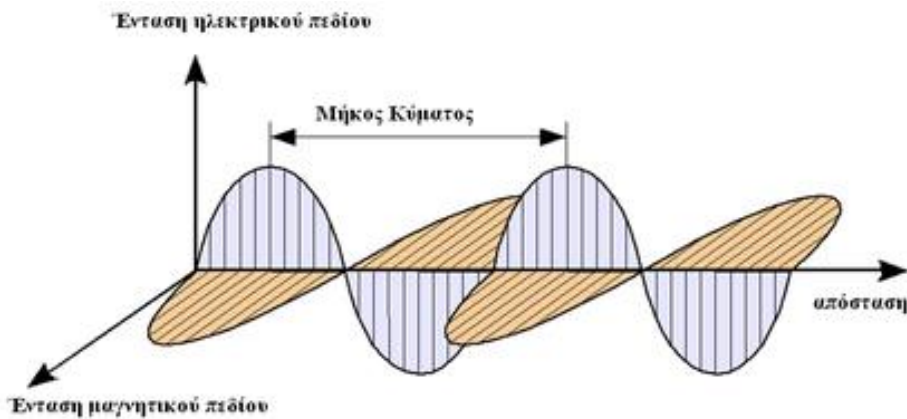
Ο ραδιοεντοπιστής ή γνωστότερο με το διεθνές όνομα ραντάρ προέρχεται από σύντμηση των αγγλικών λέξεων «RADio Detection And Ranging» και σημαίνει «Ανίχνευση με ηλεκτρομαγνητικά κύματα και μέτρηση αποστάσεως». Αποτελεί βασικό ηλεκτρονικό σύστημα ηλεκτρομαγνητικού εντοπισμού, παρακολούθησης ακίνητων και κινητών στόχων, σε αποστάσεις και συνθήκες φωτισμού απαγορευτικές για τον απευθείας οπτικό εντοπισμό, δηλαδή με το ανθρώπινο μάτι ή και οπτικά όργανα. Η μεγάλη αξία του ραντάρ οφείλεται στις σημαντικές δυνατότητες ανίχνευσης και παρακολούθησης στόχων σε μεγάλες αποστάσεις και με μεγάλη ακρίβεια

Τα σύγχρονα radar αποτελούνται από δύο κυρίως μέρη, την κεραία και τον ενδείκτη. Μέσα στη μονάδα της κεραίας βρίσκονται, ο πομπός, το T/R switch (διακόπτης εναλλαγής πομπού-δέκτη) και η κυρίως κεραία. Στη μονάδα ένδειξης (οθόνη) βρίσκονται, ο δέκτης και η κυρίως οθόνη τύπου λυχνίας TV ή υγρού κρυστάλλου (LCD). Ο πομπός παράγει τα ηλεκτρομαγνητικά κύματα. Η κεραία εκπέμπει τα σήματα από τον πομπό και λαμβάνει αυτά, που επιστρέφουν από τις διάφορες ανακλάσεις σε στόχο. Ο δέκτης είναι εκείνος στον οποίο οδηγούνται τα κύματα, που λαμβάνονται από την κεραία, για να ενισχυθούν. Ο ενδείκτης παρέχει τι τελικές πληροφορίες για το στόχο στο χειριστή και τέλος ο διακόπτης εκπομπής -λήψης συνδέει ηλεκτρονικά την κεραία, είτε με τον πομπό, είτε με το δέκτη κατά περίπτωση.

Η μέτρηση της απόστασης ενός στόχου από το radar βασίζεται στην μέτρηση του χρόνου μεταξύ της εκπομπής του παλμού ραδιοκυμάτων και της λήψεως της ηχούς από την ανάκλαση των εν λόγω κυμάτων στο στόχο.

Π.χ. Αν υποθέσουμε ότι η ταχύτητα διαδόσεως των ραδιοκυμάτων στον αέρα είναι $c=300.000 \text{ km/s}$, R η απόσταση ενός στόχου από το radar και t ο χρόνος μεταξύ της εκπομπής ενός παλμού ραδιοκυμάτων και της λήψης της ηχούς.

$$c=2R/t, \quad R=c.t/2$$



Σχήμα 14. Εικόνα ηλεκτρομαγνητικού κύματος

Ο προσδιορισμός της διοπτέυσεως του στόχου βασίζεται στην περιστροφή της κεραίας του radar και στο μικρό εύρος της δέσμης ακτινοβολίας. Η κεραία εκπέμπει μία περιορισμένη οριζόντια δέσμη ακτινοβολίας που προσπίπτει επάνω σε ένα στόχο και λαμβάνει την ηχώ αυτού. Η διόπτευση μπορεί να υπολογιστεί από την κατεύθυνση της δέσμης ακτινοβολίας της κεραίας σε σχέση με την γραμμή πλώρης – πλοίου.

Συχνότητα λειτουργίας του radar είναι η συχνότητα του ηλεκτρομαγνητικού κύματος των παλμών που εκπέμπει το radar. Συνήθως είναι 10 Ghz αλλά απαντώνται και συχνότητες 3 ή 37,5 Ghz.

Συχνότητα επαναλήψεως παλμών (pulse repetition frequency PRF) είναι η συχνότητα των παλμών που εκπέμπονται από την κεραία του radar, δηλαδή το πλήθος των εκπεμπόμενων παλμών στην μονάδα του χρόνου. Συνήθης τιμή τα 1.000 rps.

Περίοδος επαναλήψεως παλμών (pulse repetition time) είναι ο χρόνος ανάμεσα στην εκπομπή δύο διαδοχικών παλμών. Ισούται με το αντίστροφο της συχνότητας επαναλήψεως παλμών και είναι ίση με 1 ms ή 1.000 μs .

Διάρκεια παλμού εκπομπής (Pulse duration PD) είναι ο χρόνος που διαρκεί ένας παλμός εκπομπής. Συνήθως υπάρχουν δύο παλμοί:

Παλμοί μικρής διάρκειας short pulse.

Παλμοί μεγάλης διάρκειας long pulse

Μήκος παλμού (pulse length PL) είναι το γινόμενο της διάρκειας παλμού εκπομπής με την ταχύτητα διαδόσεως των ηλεκτρομαγνητικών κυμάτων.

$$PL=PD.c$$

Χρόνος σιγής (pulse repetition interval PRI) είναι ο χρόνος που παρεμβάλει μεταξύ της στιγμής που σταματά να εκπέμπεται ένας παλμός μέχρι την στιγμή που ξεκινά να εκπέμπεται ο επόμενος. Το άθροισμα της διάρκειας παλμού εκπομπής και του χρόνου σιγής ισούται με την περίοδο επαναλήψεως παλμών.

$$PRT=PD+PRI$$

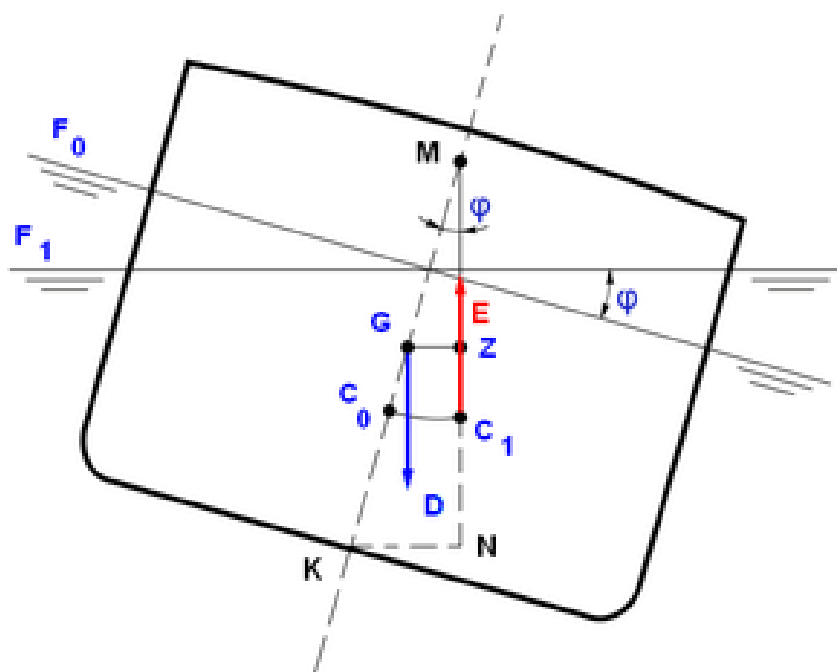
Η λυχνία μάγνητρον παράγει ταλαντώσεις στην περιοχή των μικροκυμάτων με συχνότητα από 100MHz έως 50 GHz ή ισοδύναμα με μήκη κύματος από 30cm έως 6mm και λειτουργεί κατά παλμούς ενώ η παραγόμενη στιγμιαία ισχύ είναι υψηλή και μπορεί να φτάσει από 100 W έως 10MW.

5. Ευστάθεια

Ευστάθεια πλοίου ονομάζεται η τάση που παρουσιάζει ένα πλοίο ν' ανθίσταται σε οποιαδήποτε κλίση εγκάρσια ή διαμήκη, που προκαλείται από διάφορες αιτίες, καθώς επίσης και η τάση επαναφοράς του στην "αρχική θέση ισορροπίας" του (κατακόρυφη θέση).

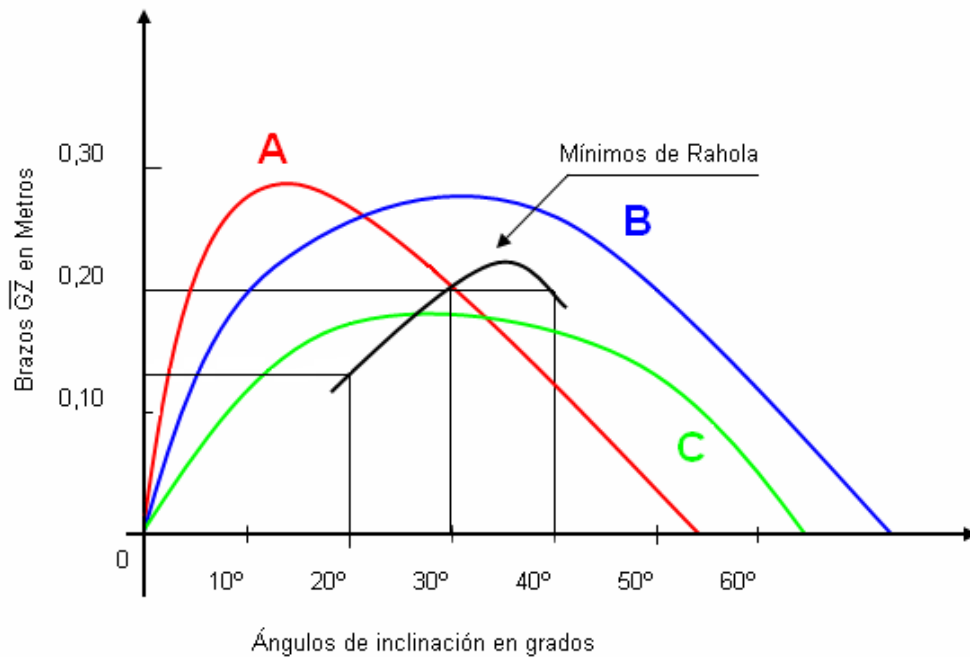
Για τη πληρέστερη κατανόηση της ευστάθειας των πλοίων κρίνεται απαραίτητη η παράθεση στοιχειδών πειραματικών γνώσεων υδροστατικής και ειδικά επί της Αρχής του Αρχιμήδη σε ότι αφορά τα πλοία. Αν σε κάποια μικρή δεξαμενή νερού ριφθεί ένα μεταλλικό συμπαγές αντικείμενο βάρους π.χ. 3 kg, αυτό αμέσως θα βυθισθεί, θα φθάσει στο πυθμένα εκτοπίζοντας όγκο ύδατος ίσο με τον όγκο του αντικειμένου. Αν όμως ριφθεί στο νερό ένα υδατοστεγές (στεγανό) δοχείο ίδιου βάρους με το προηγούμενο αντικείμενο τότε αυτό θα επιπλέει στη επιφάνεια του νερού εκτοπίζοντας τόσο όγκο νερού όσος θα είναι και ο όγκος του βυθισμένου (υπό τη στάθμη) τμήματος του δοχείου. Τότε διαπιστώνεται ότι: το βάρος του εκτοπιζομένου (όγκου) ύδατος είναι ίσο με το βάρος του δοχείου. Αν στη συνέχεια τοποθετηθεί ένα αντικείμενο μέσα στο δοχείο βάρους π.χ. 1 kg, τότε το δοχείο θα βυθισθεί ακόμα περισσότερο έτσι ώστε να εκτοπίσει επιπλέον όγκο ύδατος, ίσο με το επιπλέον όγκο του βυθισμένου τμήματός του, του οποίου το βάρος θα είναι 1 kg. Έτσι υπό τη νέα αυτή συνθήκη ο συνολικός όγκος ύδατος που θα έχει εκτοπιστεί θα είναι 4 κιλά.

Ένα πλοίο λοιπόν όταν είναι σε κατακόρυφη θέση ως προς τη στάθμη της θάλασσας εκτοπίζει ένα ορισμένο όγκο ύδατος. Αν αυτό κλίνει προς τη μια πλευρά τότε αλλάζει το σχήμα μόνο του βυθισμένου τμήματός του, των υφάλων του, ενώ ο όγκος του εκτοπιζομένου ύδατος και βεβαίως το βάρος αυτού παραμένει το ίδιο. Συνεπώς η ευστάθεια είναι εκείνη που θα διατηρήσει το πλοίο σε ασφαλή πλευση.



Σχήμα15. Ζεύγος Ευστάθειας - ροπή ευστάθειας. Σε κλίση πλοίου, ως προς γωνία φ .

Κύρια στοιχεία της ευστάθειας των πλοίων είναι το κέντρο βάρους πλοίου, το κέντρο άντωσης πλοίου, που και τα δύο επενεργούν ως ζεύγος ευστάθειας, η ροπή ευστάθειας (μοχλοβραχίονας ευστάθειας), το μετακέντρο, το μετακεντρικό ύψος, ο βαθμός ευστάθειας και τέλος οι συνθήκες ευστάθειας στις διάφορες κλίσεις πλοίου.



Σχήμα 16. Καμπύλες ευστάθειας πλοίου με πλήρες φορτίο

Καμπύλη Α:Καμπύλη ευστάθειας βαρύ φορτίου

Καμπύλη Β:Καμπύλη ευστάθειας φορτίου μέσου βάρους

Καμπύλη Γ:Καμπύλη ευστάθειας ελαφρύ φορτίου.

Από τις κορυφές των καμπυλών και εκτός αυτών (δεξιότερα) οι γωνίες έχουν μηδενική ευστάθεια.

Από της ναυπήγησής τους όλα τα πλοία και ιδιαίτερα τα φορτηγά πλοία εφοδιάζονται και με ειδικά σχεδιαγράμματα που αφορούν την ευστάθειά τους, τις λεγόμενες καμπύλες ευσταθείας, που ανταποκρίνονται σε διάφορες χαρακτηριστικές συνθήκες φόρτωσης αυτών. Τα σχεδιαγράμματα αυτά, που είναι ιδιαίτερα χρήσιμα στην απεικόνιση των ορίων της ευστάθειας του πλοίου, χαράσσονται εξ υπολογισμού επί συστήματος αξόνων, εκ των οποίων ο κάθετος παριστά τιμές του μοχλοβραχίονα ανόρθωσης GZ , ο δε άλλος τις τιμές θ των διαφόρων γωνιών κλίσης. Έτσι εκ της καμπύλης αυτής βρίσκονται οι αντίστοιχες τιμές του GZ σε διάφορες γωνίες κλίσης, ενώ το γινόμενο του εκτοπίσματος επί GZ εκφράζει σε ποδοτόνους τη καλούμενη στατική ευστάθεια (statical stability).

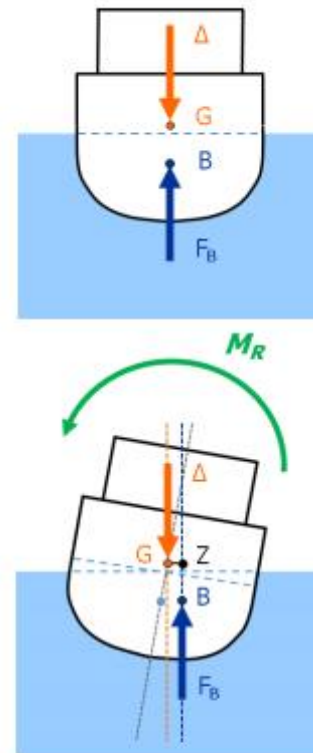
Στις μικρές γωνίες κλίσης όπου και αντιστοιχεί η καλούμενη αρχική ευστάθεια ο GZ (μοχλοβραχίονας), αυξάνεται πολύ αργά και εξαρτάται κυρίως από το GH ή GM (μετακεντρικό ύψος), του οποίου και είναι υποπολλαπλάσιο, λόγω της μικρής τιμής και της αργής μεταβολής του $\eta\mu\iota.\theta$. Περαιτέρω όμως ο GZ αυξάνει ταχύτερα και λαμβάνει τη μέγιστη τιμή σε γωνία κλίσης που ονομάζεται γωνία μεγίστης ευστάθειας. Αντίθετα η γωνία κλίσης στην οποία ο GZ μηδενίζεται, ονομάζεται

γωνία μηδενικής ευστάθειας. Με μια τέτοια γωνία κλίσης θα μηδενισθεί προφανώς και το GM λόγω της σχετικής θέσης των κέντρων βάρους - άντωσης.

Έτσι η καμπύλη ευστάθειας καταδεικνύει σαφώς ότι η τιμή του GM παραμένει αξιόλογος για μεγάλες γωνίες κλίσης του πλοίου.

5.1 Ροπή και μοχλοβραχίονας επαναφοράς

Έστω ένα πλοίο που ισορροπεί σε ήρεμη θάλασσα, του οποίου η εγκάρσια τομή φαίνεται στο διπλανό σχήμα. Για να εξεταστεί η εγκάρσια ευστάθειά του πρέπει το πλοίο να εκτραπεί από τη θέση ισορροπίας του κατά εγκάρσια γωνία φ και να μελετηθεί η συμπεριφορά του, δηλαδή αν θα επιστρέψει στη θέση ισορροπίας του (θετική ευστάθεια) ή αν θα απομακρυνθεί από αυτή (αρνητική ευστάθεια). Η μεταβολή του βυθισμένου όγκου του πλοίου –λόγω της εγκάρσιας κλίσης που έλαβε– έχει ως συνέπεια την μετακίνηση του κέντρου άντωσης του. Η δύναμη του βάρους και της άντωσης δεν βρίσκονται πλέον στην ίδια ευθεία με αποτέλεσμα να δημιουργούν ένα ζεύγος δυνάμεων, το οποίο προκαλεί στο πλοίο ροπή με φορά αντίθετη από την εγκάρσια κλίση που έλαβε το πλοίο (ροπή επαναφοράς - MR). Η ροπή επαναφοράς ισούται με το γινόμενο του βάρους του πλοίου με την απόσταση των φορέων των δύο δυνάμεων, η οποία ονομάζεται μοχλοβραχίονας επαναφοράς - GZ :

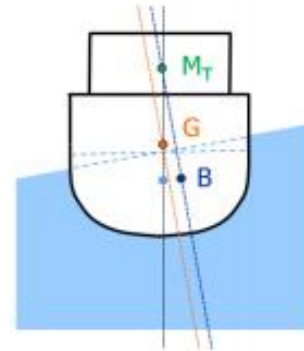


Σχήμα 1. Αν ένα πλοίο λάβει εγκάρσια κλίση, οι δυνάμεις του βάρους και της άντωσης δημιουργούν μία ροπή, η οποία είναι επιθυμητό να επαναφέρει το πλοίο στη θέση ισορροπίας του.

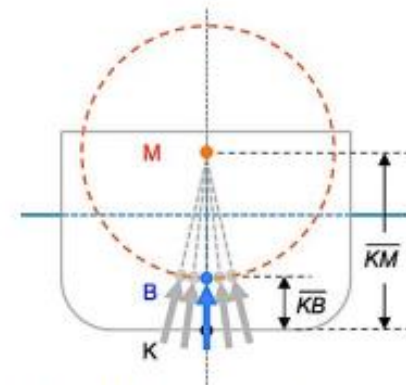
$$MR = \Delta \cdot \bar{Gz}$$

5.2 Μετάκεντρο

Πριν συνεχίσουμε χρήσιμος αποδεικνύεται ο ορισμός ενός τέταρ- του σημείου επί της εγκάρσιας τομής του πλοίου, το οποίο πρακτικά είναι το σημείο τομής του φορέα της άντωσης σε εγκάρσια και του φορέα της σε εγκάρσια κλίση φ . Το σημείο αυτό κλίση θ ονομάζεται εγκάρσιο μετάκεντρο – M_T (βλ. σχήμα 2). Το μετάκεντρο είναι ένα θεωρητικό σημείο, το οποίο ορίστηκε από τον Γάλλο Pierre Bouguer (1698-1758 μ.Χ.) στην προσπάθειά του να προβλέπει την ευστάθεια των πλοίων από την αρχική φάση της σχεδιάσής τους. Το εγκάρσιο μετάκεντρο ενός πλοίου για μία θέση ισορροπίας του ορίζεται ως το κέντρο καμπυλότητας του γεωμετρικού τόπου των B (κέντρων άντωσης) του πλοίου, καθώς αυτό λαμβάνει μικρές εγκάρσιες κλίσεις γύρω από τη θέση αυτή. Η κατακόρυφη θέση του μετάκεντρου (ΚΜΤ) εξαρτάται από τη θέση του κέντρου άντωσης. Πιο συγκεκριμένα ισχύει η σχέση: $K\bar{M}T = K\bar{B} + B\bar{M}T$ όπου ΚΜΤ η κατακόρυφη απόσταση του εγκάρσιου μετάκεντρου από την τρόπιδα του πλοίου ή εγκάρσιο ύψος μετάκεντρου. KB η κατακόρυφη απόσταση του κέντρου άντωσης από την τρόπιδα του πλοίου. BMT η απόσταση του εγκάρσιου μετάκεντρου από το κέντρο άντωσης (εγκάρσια μετακεντρική ακτίνα). Αποδεικνύεται ότι η εγκάρσια μετακεντρική ακτίνα ενός πλοίου ι- σούται με το λόγο της ροπής αδρανείας¹ της ισάλου επιφάνειας του πλοίου ως προς τον διαμήκη άξονα συμμετρίας της, προς το βυθισμένο όγκο του πλοίου. Δηλαδή, είναι: $B\bar{M}T = I_{xx} \nabla$ Σημείωση Το μετάκεντρο είναι ένα σημείο στο επίπεδο (και όχι στο χώρο όπως τα G και B). Δηλαδή, στο διάμηκες επίπεδο του πλοίου ορίζεται αντίστοιχα το διάμηκες ύψος μετάκεντρου (ΚΜΛ) και η διαμήκης μετακεντρική ακτίνα (ΒΜΛ). Τα δύο αυτά μήκη δεν ταυτίζονται με τα αντίστοιχα στο εγκάρσιο επίπεδο, αλλά ορίζονται με όμοιο τρόπο. ¹ Η ροπή αδρανείας μιας επιφάνειας ως προς έναν άξονα δείχνει την «ευκολία» που περιστρέφεται η επιφάνεια γύρω από τον άξονα αυτό. Παρόλο που ο υπολογισμός ροπών επιφανειών ξεφεύγει του αντικειμενικού στόχου του μαθήματος, γενικά ισχύει ότι όσο πιο απομακρυσμένη είναι η επιφάνεια από τον άξονα περιστροφής τόσο δυσκολότερο είναι να περιστραφεί γύρω από αυτόν και τόσο μεγαλύτερη είναι η ροπή αδρανείας της.



Σχήμα 2. Πρακτικά το εγκάρσιο μετάκεντρο στις 0° ορίζεται ως το σημείο τομής των φορέων της άντωσης προ και μετά της εγκάρσιας κλίσης φ .

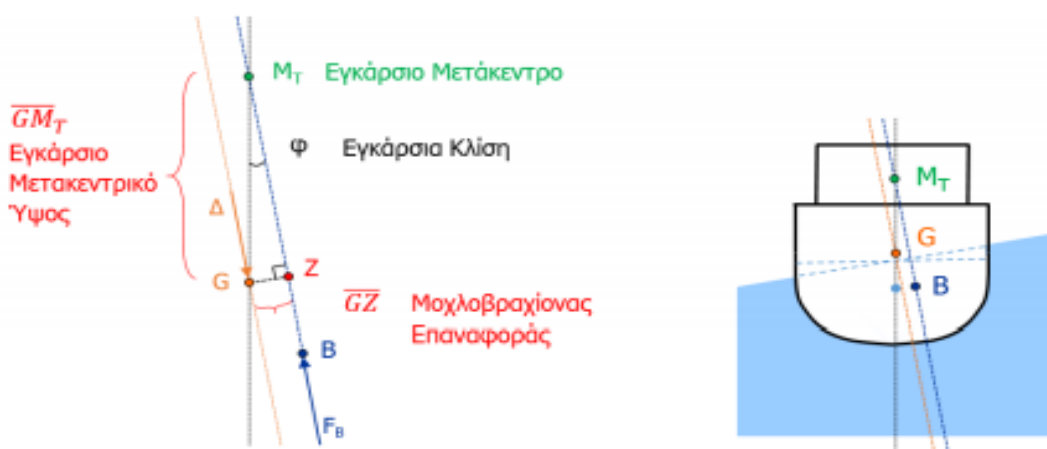


Σχήμα 3. Ο επίσημος ορισμός του μετάκεντρου σχετίζεται με τη θέση του κέντρου άντωσης και τη γεωμετρία της ισάλου επιφάνειας.

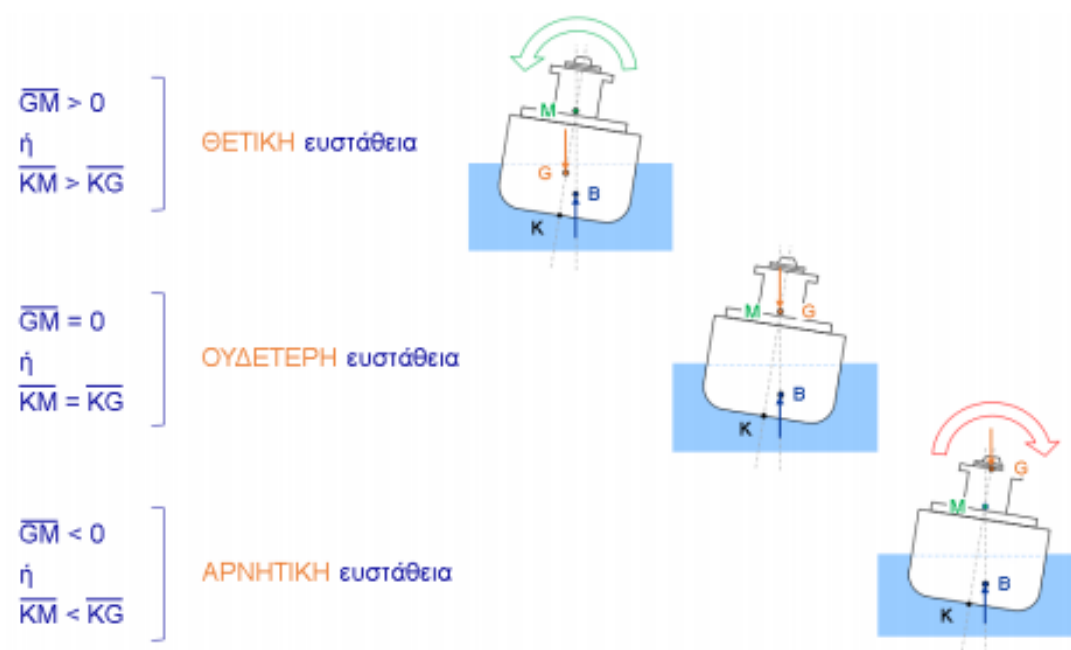
γεωμετρία της ισάλου επιφάνειας. Υποπλοίαρχος (Μ) Ι. Δήμου ΠΙΝ 3 Δηλαδή είναι: $KML = KB + BML$ όπου: $BML = I_{yy} \nabla$ Γενικά ισχύει: $\overline{BM}L \gg \overline{BM}T$ και $KM L \gg KM T$ Η διαφορά των δύο σημείων (MT και ML) οφείλεται στην διαφορά των ροπών αδρανείας της επιφάνειας της ισάλου ως προς τον δια- μήκη άξονα (I_{xx}) και ως προς τον εγκάρσιο άξονα (I_{yy}) του πλοίου.

5.3 Τρίγωνο ευστάθειας και εγκάρσιο μετακεντρικό ύψος.

Για ένα πλοίο που έχει λάβει μικρή εγκάρσια κλίση φ , τα σημεία MT, G και Z σχηματίζουν ένα ορθογώνιο τρίγωνο (ορθή γωνία στο Z), το οποίο καλείται τρίγωνο ευστάθειας (βλ. σχήμα που ακολουθεί). Με βάση τις σχέσεις της τριγωνομετρίας και για μικρές γωνίες φ εγκάρσιας κλίσης έχουμε: $\sin\varphi = \frac{\overline{GZ}}{\overline{GM}T} \Rightarrow \overline{GZ} = \overline{GM}T \cdot \sin\varphi$ Αντικαθιστώντας την παραπάνω σχέση στον τύπο της ροπής επαναφοράς έχουμε: $MR = \Delta \cdot \overline{GM}T \cdot \sin\varphi$. Εγκάρσια αρχική ευστάθεια πλοίου Εφόσον το εκτόπισμα του πλοίου είναι συγκεκριμένο, συμπεραίνεται ότι η αρχική ευστάθεια του πλοίου είναι ανάλογη του μήκους GMT, το οποίο καλείται εγκάρσιο μετακεντρικό ύψος. Για το λόγο αυτό το μετακεντρικό ύψος αποτελεί το μέτρο της αρχικής ευστάθειας των πλοίων. Πιο συγκεκριμένα, από την παραπάνω σχέση προκύπτει ότι η σχετική θέση του G με το M προσδιορίζει την αρχική ευστάθεια του πλοίου: Όσο το G βρίσκεται χαμηλότερα του MT ($GMT \clubsuit > 0$ ή $KMT > KG$) το πλοίο έχει θετική αρχική ευστάθεια. Αν για κάποιο λόγο το κέντρο βάρους του πλοίου μετακινηθεί \clubsuit προς τα πάνω, τότε με βάση το τρίγωνο ευστάθειας, μειώνεται το μετακεντρικό ύψος του πλοίου και άρα και η ευστάθειά του. Αν το G ταυτιστεί με το MT ($GMT = 0$ ή $KMT = KG$), τότε αν το πλοίο πάρει κλίση θα παραμείνει σε αυτή τη θέση, δηλαδή θα έχει ουδέτερη αρχική ευστάθεια. Αν τέλος το G βρεθεί πιο ψηλά από το MT ($GMT \clubsuit < 0$ ή $KMT < KG$), τότε με την παραμικρή εγκάρσια κλίση το πλοίο θα ανατραπεί (αρνητική αρχική ευστάθεια). Από τα παραπάνω συμπεραίνεται ότι όσο πιο χαμηλά τοποθετούνται τα βαριά αντικείμενα στο πλοίο τόσο πιο πολύ αυξάνεται η εγκάρσια ευστάθειά του.



Σχήμα 4. Στο τρίγωνο αρχικής ευστάθειας ενός πλοίου φαίνεται η σχέση του μοχλοβραχίονα επαναφοράς και του μετακεντρικού ύψους σε μικρές γωνίες κλίσης.



Σχήμα 5. Η σχετική θέση του κέντρου βάρους και του μετάκεντρου καθορίζει την αρχική ευστάθεια των πλοίων. Όσο πιο χαμηλά είναι το κέντρο βάρους, τόσο πιο ευσταθές είναι το πλοίο.

Πίνακας Σχημάτων:

Σχήμα 1, 2, 3, 4, 5

(https://eclass.snd.edu.gr/modules/document/file.php/TOM2110/%CE%94%CE%B9%CE%B1%CE%BB%CE%AD%CE%BE%CE%B5%CE%B9%CF%82/2015.12_L.09.pdf)

Σχήμα 6 (http://physiclessons.blogspot.gr/2012/02/blog-post_97.html)

Σχήμα 7 (<http://www.e-nautilia.gr/giati-epipleei-ena-ploio-kai-poia-h-sxsh-tou-ypsous-exalwn-me-thn-efedrikh-pleustothta/>)

Σχήμα 8

(https://el.wikipedia.org/wiki/%CE%86%CE%BD%CF%89%CF%83%CE%B7_%CF%80%CE%BB%CE%BF%CE%AF%CE%BF%CF%85)

Σχήμα 9,10

(https://el.wikipedia.org/wiki/%CE%A0%CE%B1%CF%81%CE%B1%CE%BC%CF%8C%CF%81%CF%86%CF%89%CF%83%CE%B7_%CF%80%CE%BB%CE%BF%CE%AF%CE%BF%CF%85)

Σχήμα 11 (<http://slideplayer.gr/slide/5642528/>)

Σχήμα 12, 13, 14

(<https://el.wikipedia.org/wiki/%CE%9A%CF%8D%CE%BC%CE%B1>)

Σχήμα 15, 16

(https://el.wikipedia.org/wiki/%CE%9A%CE%B1%CE%BC%CF%80%CF%8D%CE%BB%CE%B7_%CE%B5%CF%85%CF%83%CF%84%CE%AC%CE%B8%CE%B5%CE%B9%CE%B1%CF%82)

Βιβλιογραφία:

<https://el.wikipedia.org/wiki/%CE%A6%CF%85%CF%83%CE%B9%CE%BA%CE%AE>

<https://el.wikipedia.org/wiki/%CE%9D%CE%B1%CF%85%CF%83%CE%B9%CF%80%CE%BB%CE%BF%CE%90%CE%B1>

<https://el.wikipedia.org/wiki/%CE%86%CE%BD%CF%89%CF%83%CE%B7>

<http://oloigiaolous.gr/site/%CE%B3%CE%B9%CE%B1%CF%84%CE%AF-%CE%B4%CE%B5%CE%BD-%CE%B2%CF%85%CE%B8%CE%AF%CE%B6%CE%BF%CE%BD%CF%84%CE%B1%CE%B9-%CF%84%CE%B1-%CF%80%CE%BB%CE%BF%CE%AF%CE%B1-%CE%BFloigiaolous-gr/>
https://eclass.snd.edu.gr/modules/document/file.php/TOM2110/%CE%94%CE%B9%CE%B1%CE%BB%CE%AD%CE%BE%CE%B5%CE%B9%CF%82/2015.12_L.09.pdf

http://physiclessons.blogspot.gr/2012/02/blog-post_97.html

<http://www.e-nautilia.gr/giati-epipleei-ena-ploio-kai-poia-h-sxsh-tou-ypsous-exalwn-methn-efed>

https://el.wikipedia.org/wiki/%CE%86%CE%BD%CF%89%CF%83%CE%B7_%CF%80%CE%B

<http://slideplayer.gr/slide/5642528/>

https://el.wikipedia.org/wiki/%CE%A0%CE%B1%CF%81%CE%B1%CE%BC%CF%8C%CF%81%CF%86%CF%89%CF%83%CE%B7_%CF%80%CE%BB%CE%BF%CE%AF%CE%BF%CF%85

https://eclass.snd.edu.gr/modules/document/file.php/TOM2110/%CE%94%CE%B9%CE%B1%CE%BB%CE%AD%CE%BE%CE%B5%CE%B9%CF%82/2015.12_L.09.pdf

https://el.wikipedia.org/wiki/%CE%9A%CE%AD%CE%BD%CF%84%CF%81%CE%BF_%CE%AC%CE%BD%CF%84%CF%89%CF%83%CE%B7%CF%82_%CF%80%CE%BB%CE%BF%CE%AF%CE%BF%CF%85