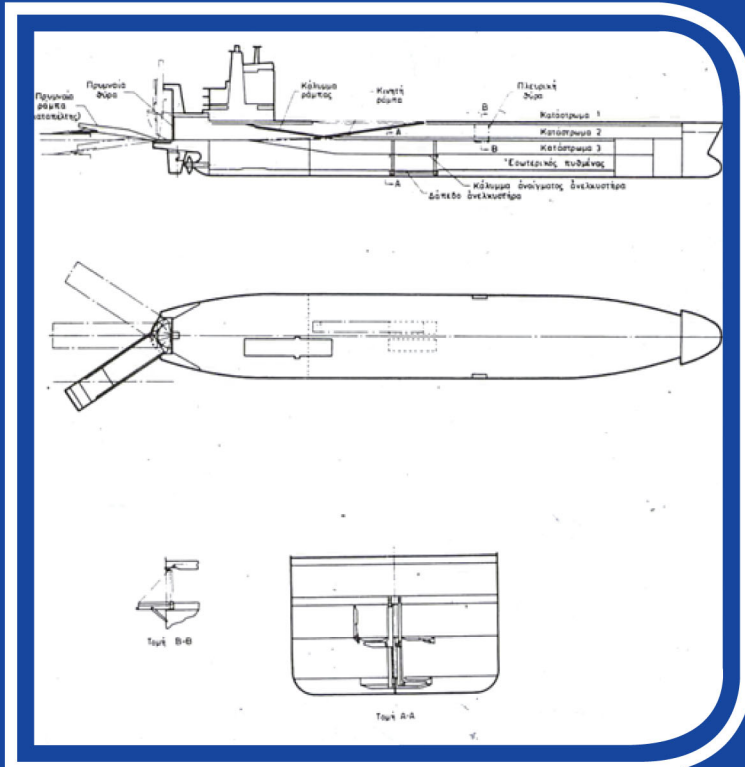


ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΝΑΥΠΗΓΙΑΣ

Εμ. Ν. Ζωγραφάκη

ΥΠΟΝΑΥΑΡΧΟΥ (Τ) Π.Ν. - ΝΑΥΠΗΓΟΥ





1954



ΙΔΡΥΜΑ ΕΥΓΕΝΙΔΟΥ
ΧΡΥΣΟΥΝ ΜΕΤΑΛΛΙΟΝ ΑΚΑΔΗΜΙΑΣ ΑΘΗΝΩΝ

ΠΡΟΛΟΓΟΣ ΙΔΡΥΜΑΤΟΣ ΕΥΓΕΝΙΔΟΥ

Ο Ευγένιος Ευγενίδης, ιδρυτής και χορηγός του «Ιδρύματος Ευγενίδου» προείδε ενωρίτητα και σχημάτισε τη βαθιά πεποίθηση ότι αναγκαίο παράγοντα για την πρόοδο του έθνους θα αποτελούσε η άρτια κατάρτιση των τεχνικών μας σε συνδυασμό προς την ηθική τους αγωγή.

Την πεποίθησή του αυτή τη μετέτρεψε σε γενναία πράξη ευεργεσίας, όταν κληροδότησε σεβαστό ποσό για τη σύσταση Ιδρύματος, που θα είχε ως σκοπό να συμβάλλει στην τεχνική εκπαίδευση των νέων της Ελλάδας.

Έτσι, το Φεβρουάριο του 1956 συστήθηκε το «Ίδρυμα Ευγενίδου», του οποίου τη διοίκηση ανέλαβε η αδελφή του Μαρ. Σίμου, σύμφωνα με την επιθυμία του διαθέτη. Το έργο του Ιδρύματος συνεχίζει από το 1981 ο κ. Νικόλαος Βερνίκος - Ευγενίδης.

Κατά την κλιμάκωση των σκοπών του, το Ίδρυμα πρόταξε την έκδοση τεχνικών βιβλίων τόσο για λόγους θεωρητικούς όσο και πρακτικούς. Διαπιστώθηκε πράγματι ότι αποτελεί πρωταρχική ανάγκη ο εφοδιασμός των μαθητών με σειρές από βιβλία, τα οποία θα έθεταν ορθά θεμέλια στην παιδεία τους και θα αποτελούσαν συγχρόνως πολύτιμη βιβλιοθήκη για κάθε τεχνικό.

Ειδικότερα, όσον αφορά στα εκπαιδευτικά βιβλία των σπουδαστών των Δημοσίων Σχολών Εμπορικού Ναυτικού, το Ίδρυμα ανέλαβε την έκδοσή τους σε πλήρη και στενή συνεργασία με τη Διεύθυνση Ναυτικής Εκπαιδεύσεως του Υπουργείου Εμπορικής Ναυτιλίας, υπό την εποπτεία του οποίου υπάγονται οι Σχολές αυτές.

Η ανάθεση στο Ίδρυμα έγινε με την υπ' αριθ. 61288/5031, της 9ης Αυγούστου 1966, απόφαση του Υπουργείου Εμπορικής Ναυτιλίας, οπότε και συγκροτήθηκε και η Επιτροπή Εκδόσεων.

Κύριος σκοπός των εκδόσεων αυτών, των οποίων το περιεχόμενο είναι σύμφωνο με τα εκάστοτε ισχύοντα αναλυτικά προγράμματα του Υ.Ε.Ν, είναι η παροχή προς τους σπουδαστές των ναυτικών σχολών ΑΔΣΕΝ και Ναυτικών Λυκείων των αναγκαίων εκπαιδευτικών κειμένων, τα οποία αντιστοιχούν προς τα μαθήματα που διδάσκονται στις Σχολές αυτές.

Επίσης ελήφθη πρόνοια, ώστε τα βιβλία αυτά να είναι γενικότερα χρήσιμα για όλους τους αξιωματικούς του Εμπορικού Ναυτικού, που ασκούν ήδη το επάγγελμα και εξελίσσονται στην ιεραρχία του κλάδου τους, χωρίς αυτό να σημαίνει ότι επέρχεται μεταβολή στη στάθμη του περιεχομένου τους.

Οι συγγραφείς και η Επιτροπή Εκδόσεων του Ιδρύματος καταβάλλουν κάθε προσπάθεια, ώστε τα βιβλία να είναι επιστημονικώς άρτια αλλά και προσαρμοσμένα στις ανάγκες και τις δυνατότητες των σπουδαστών. Γι' αυτό και τα βιβλία αυτά έχουν προσεγμένη γλωσσική διατύπωση και η διαπραγμάτευση των θεμάτων είναι ανάλογη προς τη στάθμη της εκπαιδεύσεως για την οποία προορίζεται κάθε σειρά των βιβλίων.

Έτσι προσφέρονται στους καθηγητές, τους σπουδαστές της ναυτικής μας εκπαιδύσεως και όλους τους αξιωματικούς του Ε.Ν. οι εκδόσεις του Ιδρύματος, των οποίων οι συμβολή στην πραγματοποίηση του σκοπού του Ευγενίου Ευγενίδου ελπίζεται να είναι μεγάλη.

ΕΠΙΤΡΟΠΗ ΕΚΔΟΣΕΩΝ ΙΔΡΥΜΑΤΟΣ ΕΥΓΕΝΙΔΟΥ

Μιχαήλ Αγγελόπουλος, ομ. καθηγητής ΕΜΠ, Πρόεδρος.

Αλέξανδρος Σταυρόπουλος, ομ. καθηγητής Πανεπιστημίου Πειραιώς, Αντιπρόεδρος.

Ιωάννης Τεγόπουλος, ομ. καθηγητής ΕΜΠ.

Ιωάννης Ριζομυλιώτης, Γενικός Διευθυντής του ΥΜΕ.

Ηλίας Αργυριάδης, Τμηματάρχης της Δ/σεως Οδικής Ασφάλειας και Περιβάλλοντος του ΥΜΕ.

Αιμίλιος Δεπάστας, Τμηματάρχης της Δ/σεως Οργανώσεως και Πληροφορικής του ΥΜΕ.

Σύμβουλος εκδόσεων του Ιδρύματος **Κων. Α. Μανάφης**, καθηγ. Φιλ. Σχολής Παν/μίου Αθηνών.

Γραμματέας της Επιτροπής **Γεώργιος Ανδρεάκος**.

Ι Δ Ρ Υ Μ Α Ε Υ Γ Ε Ν Ι Δ Ο Υ
Β Ι Β Λ Ι Ο Θ Η Κ Η Τ Ο Υ Ν Α Υ Τ Ι Κ Ο Υ

ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΝΑΥΠΗΓΙΑΣ

ΕΜΜΑΝΟΥΗΛ Ν. ΖΩΓΡΑΦΑΚΗ
ΥΠΟΝΑΥΑΡΧΟΥ (Τ) Π.Ν. – ΝΑΥΠΗΓΟΥ
ΜΕΛΟΥΣ ΤΕΕ, FRINA

ΑΘΗΝΑ
2002



Α' ΕΚΔΟΣΗ 1972



ΠΡΟΛΟΓΟΣ

Τό βιβλίο αυτό μέ τίτλο «Στοιχεῖα Ναυπηγίας» περιέχει τή διδακτέα ὕλη πού προβλέπει γιά τό μάθημα αυτό τό πρόγραμμα τῶν Δημοσίων Σχολῶν Ἐμπορικοῦ Ναυτικοῦ.

Τό πλοῖο, μιά ἀπό τίς μεγαλύτερες καί πιά πολύπλοκες αὐτάρκεις μονάδες, ἀποτελεῖ σήμερα ἀντικείμενο ἰδιαίτερης μελέτης, γιά νά μπορεῖ νά ἀνταποκρίνεται ὅσο γίνεται καλύτερα στίς ἀπαιτήσεις τῆς σύγχρονης τεχνικῆς καί τίς ἄλλες μεταφορικές ἀνάγκες. Τό μάθημα τῆς Ναυπηγίας ἔχει σκοπό νά κατατοπίσει τό σπουδαστή σέ ὅλα τά θέματα πού ἀφοροῦν τίς ἀρχές στίς ὁποῖες στηρίζεται ἡ ναυπήγηση ἐνός πλοίου, τήν ὀνοματολογία καί τήν ἀσφάλειά του.

Καταβλήθηκε ἰδιαίτερη προσπάθεια, ὥστε τά διάφορα κεφάλαια νά γίνονται εὐκόλα κατανοητά καί νά εἶναι δυνατό νά διδαχθοῦν στά χρονικά πλαίσια τῶν ὠρῶν διδασκαλίας πού προβλέπει τό Πρόγραμμα. Ὅπου κρίθηκε σκόπιμο γιά τήν πληρότητα τοῦ βιβλίου, ἀναπτύχθηκαν ὀρισμένες παράγραφοι περισσότερο ἢ προστέθηκαν ἄλλες· ἡ στοιχειοθεσία τῶν παραγράφων αὐτῶν ἔγινε μέ μικρότερα στοιχεῖα γιά νά ξεχωρίζουν καί ἡ διδασκαλία τους δέν εἶναι ὑποχρεωτική.

Ἐλπίζεται ὅτι τό βιβλίο «Στοιχεῖα Ναυπηγίας» θά εἶναι χρήσιμο βοήθημα γιά τοὺς σπουδαστές τῶν σχολῶν, ἐνῶ θά παραμείνει στά χέρια τους ὡς ἐγχειρίδιο καί κατά τή μελλοντική τους σταδιοδρομία ὡς πλοιάρχων. Πιστεύω ὅτι κάθε προσφυγή σέ αὐτό θά γίνεται ἀφορμή γιά παραπέρα εἰδική μελέτη.

Εὐχαριστῶ τήν Ἐπιτροπή Ἐκδόσεων τοῦ Ἰδρύματος Εὐγενίδου γιά τίς προσπάθειες πού κατέβαλε, ὥστε ἡ ἔκδοση νά ἀνταποκρίνεται στό σκοπό τοῦ βιβλίου.

Ὁ συγγραφέας

ΠΙΝΑΚΑΣ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΩΝ

ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΠΡΩΤΟ

Όρολογία και όνοματολογία πλοίου

1.1 Γενικά	1
1.2 Όρολογία	1
1.3 Λοιπή όνοματολογία και γενική περιγραφή του πλοίου. Ναυπηγικές γραμμές ή άπλά γραμμές σκάφους	3
1.4 Όνοματολογία των μελών της κατασκευής του σκάφους, Σχέδιο μέσου νομέα	7

ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΔΕΥΤΕΡΟ

Άντωση - Έκτόπισμα - Βάρος πλοίου

2.1 Άρχη του Άρχιμήδους - Άντωση - Κέντρο άντωσης	10
2.2 Πλευστότητα	11
2.3 Έκτόπισμα	11
2.4 Βάρος πλοίου, Ομάδες βαρών, Κέντρο βάρους	12
2.5 Κέντρο βάρους	13

ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΤΡΙΤΟ

Συντελεστές σχήματος πλοίου

3.1 Συντελεστής έκτοπίσματος ή γάστρας	15
3.2 Πρισματικός συντελεστής	16
3.3 Συντελεστής ισάλου	16
3.4 Συντελεστής μέσης τομής	17
3.5 Τόννοι ανά μονάδα βυθίσσεως	18

ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΤΕΤΑΡΤΟ

Κανόνες του Simson - Έφαρμογές

4.1 Είσαγωγή	20
4.2 Κανόνες του τραπεζοειδούς	20
4.3 1ος Κανόνες του Simson, Υπολογισμός έμβადων	21
4.4 Υπολογισμός δγκων	25
4.5 Υπολογισμός των ύπολοιπων στοιχείων της ισάλου επιφάνειας με τον κανόνα του Simson	26
4.6 Υπολογισμός ροπών και κέντρων δγκων	31

ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΠΕΜΠΤΟ

Έγκάρσια ευστάθεια πλοίου

5.1 Γενικά - Ίσορροπία	35
5.2 Ίσορροπία σώματος που επιπλέει	36
5.3 Μετάκεντρο, Μετακεντρικό ύψος	37

5.4	Μοχλοβραχίονας και ζεύγος αρχικής ευστάθειας	38
5.5	Θέση του μετάκεντρου και μετακεντρική ακτίνα	39
5.6	Μετακίνηση του κέντρου βάρους ενός συστήματος	40
5.7	Έγκάρσια κλίση λόγω μετακίνησης βάρους μέσα στο πλοίο	42
5.8	Τό πείραμα ευστάθειας	43
5.9	Ευστάθεια μεγάλων γωνιών έγκάρσιας κλίσεως	46
5.10	Δυναμική ευστάθεια	47
5.11	Έπιδραση ελευθέρων επιφανειών υγρών στην αρχική ευστάθεια	50
5.12	Κριτήρια ευστάθειας	53

ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΕΚΤΟ

Διαμήκης ευστάθεια πλοίου

6.1	Εισαγωγή	56
6.2	Διαμήκης ευστάθεια	56
6.3	Μεταβολή διαγωγής. Έδρευση βυθισμάτων	59

ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΕΒΔΟΜΟ

Υδροστατικές καμπύλες

62

ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΟΓΔΩΟ

Έπιδραση προσθαιρέσεως βαρών στην ευστάθεια και τα βυθίσματα του πλοίου

8.1	Θέση κέντρου βάρους πλοίου	66
8.2	Διαδοχικά στάδια υπολογισμών	69

ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΕΝΑΤΟ

Έπιδραση της κατακλύσεως διαμερισμάτων πλοίου από τη θάλασσα

73

ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΔΕΚΑΤΟ

Αντίσταση και πρόωση

10.1	Εισαγωγή	77
10.2	Φύση της αντίστασης	77
10.3	Συνιστώσες της αντίστασης πρόωσης	77
10.4	Τρόπος καθορισμού αντίστασης πρόωσης	77
10.5	Μέθοδος προσδιορισμού της πραγματικής ίπποδυνάμεως ή ίπποδυνάμεως ρυμουλκήσεως	86
10.6	Όρισμός ίπποδυνάμεως πρόωσης και συντελεστές	88

ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΕΝΔΕΚΑΤΟ

Συστήματα πρόωσης πλοίων

92

ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΔΩΔΕΚΑΤΟ

Η Έλικα

12.1	Τύποι προωθητήρων	95
12.2	Η Έλικα	96
12.3	Ώση και όλισθηση	98
12.4	Έλικες ρυθμιζόμενου βήματος	102
12.5	Μέτρηση του βήματος της έλικας	107
12.6	Κατασκευαστικά στοιχεία έλικων	109
12.7	Σπληαίωση (Cavitation)	109

ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΔΕΚΑΤΟ ΤΡΙΤΟ

Ἡ πηδαλιούχηση τοῦ πλοίου

13.1 Σχήμα πηδαλίου	111
13.2 Πηδαλιούχηση	113
13.3 Προσδιορισμός διαμέτρου τοῦ ἄξονα πηδαλίου	117
13.4 Πρωραία ἔλικα	123

ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΔΕΚΑΤΟ ΤΕΤΑΡΤΟ

Κινήσεις πλοίου σέ κυματισμό - Διατοιχισμός

14.1 Γενικά	128
14.2 Διατοιχισμός σέ κυματισμό καί ἡ σχέση του πρὸς τὴν ευστάθεια τοῦ πλοίου	129
14.3 Μέσα μειώσεως τοῦ διατοιχισμού τῶν πλοίων	132

ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΔΕΚΑΤΟ ΠΕΜΠΤΟ

Καταπόνηση καί ἀντοχή τῶν πλοίων

15.1 Γενικά	138
15.2 Ναυπηγικά ὕλικά	138
15.3 Ὅρισμοί ἀντοχῆς	140
15.4 Ἀντοχή δοκοῦ καί τάση κάμψεως	143
15.5 Ἀντοχή πλοίου καί θεωρία τῆς καμπτόμενης δοκοῦ	144
15.6 Τάσεις τῆς κατασκευῆς τοῦ σκάφους	144
15.7 Δυναμικές καταπονήσεις	146
15.8 Καμπύλες καμπτικῶν ροπῶν καί ἀντοχῆς πλοίου	147
15.9 Ὑπαρξη συνέχειας στὴν κατασκευή	150

ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΔΕΚΑΤΟ ΕΚΤΟ

Κατασκευή τοῦ πλοίου

16.1 Γενικά	152
16.2 Σχεδίαση Ναυπηγείου	152
16.3 Τὰ βασικά τμήματα ἐνὸς Ναυπηγείου	154
16.4 Σύντομη περιγραφή τῆς διαδικασίας παραγωγῆς	157
16.5 Ὅργάνωση Ναυπηγείου	160
16.6 Εἰσαγωγή νέων μεθόδων Παραγωγῆς	161

ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΔΕΚΑΤΟ ΕΒΔΟΜΟ

Σύγχρονοι τύποι ἐμπορικῶν πλοίων

17.1 Γενικά	163
17.2 Ἐπιβατηγά (κρουαζιερόπλοια)	164
17.3 Πορθμεῖα (Ferry Boats)	165
17.4 Πλοῖα μεταφορᾶς τροχοφόρων ὀχημάτων (Roll On - Roll Off: Ro - Ro)	171
17.5 Πλοῖα μεταφορᾶς ἐμπορευματοκιβωτίων (Container Ships)	171
17.6 Πλοῖα μεταφορᾶς σκόρπου φορτίου (Bulk Carriers)	178
17.7 Πλοῖα μεταφορᾶς μεικτοῦ φορτίου	186
17.8 Πετρελαιοφόρα (Tankers) ἢ Δεξαμενόπλοια	187

ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΔΕΚΑΤΟ ΟΓΔΩΟ

Δοκιμές νεοκατασκευασθέντος πλοίου

18.1 Γενικά	194
18.2 Δοκιμές παρά τό κρηπίδωμα	194
18.3 Δοκιμές έν πλώ	195

ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΔΕΚΑΤΟ ΕΝΑΤΟ

Συντήρηση σκάφους

19.1 Είσαγωγή	199
19.2 Διάβρωση, φαινόμενο και πρόληψη	199
19.3 Ρύπανση, φαινόμενο και Πρόληψη	204
19.4 Συνδυασμός προλήψεως διαβρώσεως και ρυπάνσεως	205
19.5 Κίνητρα για τή χρησιμοποίηση υλικών καλύτερης ποιότητας για τή συντήρηση	209

ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΕΙΚΟΣΤΟ

Νηογνώμονες

20.1 Είσαγωγή	210
20.2 Άσφάλιση Πλοίων - Άσφαλιστές (Underwriters)	211
20.3 Κανονισμοί Νηογνωμόνων	213
20.4 Ταξινόμηση	213
20.5 Έπιθεωρήσεις	214
20.6 Γενικές άπαιτήσεις, Μηχανές	217

ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΕΙΚΟΣΤΟ ΠΡΩΤΟ

Ά ασφάλεια τής ανθρώπινης ζωής στη θάλασσα

21.1 Είσαγωγή	220
21.2 Οί νέοι Κανονισμοί για τήν ύποδιαίρεση και τήν εδoστάθεια τών επιβατηγών πλοίων	234

ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΕΙΚΟΣΤΟ ΔΕΥΤΕΡΟ

Γραμμές φορτώσεως και Δ.Σ.Γ.Φ.

22.1 Γενικά	236
22.2 Έφαρμογή	236
22.3 Παράγοντες πού επηρεάζουν τόν καθορισμό τού Υ.Ε.	237

ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΕΙΚΟΣΤΟ ΤΡΙΤΟ

Καταμέτρηση πλοίων

23.1 Γενικά	242
23.2 Μονάδες και σχέσεις χωρητικότητας	243
23.3 Όλική χωρητικότητα	244
23.4 Καθαρή χωρητικότητα	246
23.5 Γραμμή χωρητικότητας (Tonnage Mark)	248
23.6 Κανονισμοί καταμετρήσεως άλλων χωρών	248
23.7 Νέο Νομοθετικό διάταγμα για τήν καταμέτρηση	249
23.8 Ά Διεθνής Σύμβαση 1969 καταμετρήσεως τής χωρητικότητας τών πλοίων	250

ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΠΡΩΤΟ

ΟΡΟΛΟΓΙΑ ΚΑΙ ΟΝΟΜΑΤΟΛΟΓΙΑ ΠΛΟΙΟΥ

1.1 Γενικά.

Τό μέρος τοῦ πλοίου πού βρίσκεται μέσα στή θάλασσα ἀποτελεῖται ἀπό σύνθετη καμπύλη ἐπιφάνεια, ἡ ὁποία ἐξυπηρετεῖ κατά τόν καλύτερο δυνατό τρόπο τό σκοπό γιά τόν ὁποῖο προορίζεται. Στό μέρος πού βρίσκεται ἐπάνω ἀπό τήν ἐπιφάνεια τῆς θάλασσας δίνεται σχῆμα μέ κριτήριο τήν καλύτερη ἐξυπηρέτηση τῶν ἀναγκῶν τοῦ πλοίου, ἀλλά καί τήν καλή ἐμφάνιση ἀπό αἰσθητική ἀποψη. Στό Ἐμπορικό Ναυτικό καί εἰδικότερα στό ναυπηγικό τομέα ἔχει καθιερωθεῖ ὁρολογία γιά τόν προσδιορισμό τῶν βασικῶν γεωμετρικῶν στοιχείων καί διαστάσεων τοῦ πλοίου.

1.2 Ὅρολογία.

Βασικό ἐπίπεδο κατασκευῆς. Εἶναι τό ἐπίπεδο πού συμπίπτει συνήθως μέ τήν ἐπάνω ἐπιφάνεια τοῦ ἐλάσματος τρόπιδας (παράγρ. 1.4).

Βασική γραμμὴ κατασκευῆς. Εἶναι ἡ τομὴ τοῦ βασικοῦ ἐπιπέδου κατασκευῆς μέ τό κατά τή διεύθυνση τοῦ μήκους ἐπίπεδο συμμετρίας ἢ μέ τό ἐπίπεδο τῆς μέσης τομῆς.

Ἴσαλος. Εἶναι ἡ τομὴ πού σχηματίζεται ἀπό τήν ἐπιφάνεια τῆς θάλασσας μέ τό πλοῖο.

Ἴσαλος κατασκευῆς. Εἶναι ἡ ἴσαλος στήν ὁποία, σύμφωνα μέ τίς ἐκτιμήσεις κατὰ τά στάδια τῆς σχεδίασεως, θά ἐπιπλέει τό πλοῖο.

Ἐμφορτος ἴσαλος. Εἶναι ἡ ἴσαλος, στήν ὁποία πλέει τό πλοῖο, ὅταν βρίσκεται σέ κατάσταση πλήρους φόρτου. Στήν ἴσαλο αὐτή τό πλοῖο ἔχει τό μέγιστο ἐπιτρεπόμενο βύθισμα καί τό ἐλάχιστο ὕψος ἐξάλων.

Παρίσαλοι. Εἶναι οἱ τομές τῆς ἐπιφάνειας τοῦ πλοίου μέ ἐπίπεδα παράλληλα πρὸς τήν ἴσαλο κατασκευῆς.

Πρωραία κάθετος ἢ πρωραία ὀρθία. Εἶναι ἡ κατακόρυφη γραμμὴ, ἡ ὁποία φέρεται στό σημεῖο, ὅπου ἡ ἴσαλος κατασκευῆς τέμνει τή γραμμὴ τῆς πρῶρας.

Πρυμναία κάθετος ἢ πρυμναία ὀρθία. Εἶναι ἡ κατακόρυφη γραμμὴ πού φέρεται στό σημεῖο, ὅπου ἡ ἴσαλος κατασκευῆς τέμνει τή γραμμὴ τῆς πρῦμνης ἢ πού συμπίπτει μέ τήν εὐθεία τοῦ ἄξονα τοῦ πηδαλίου.

Διάμηκες ἐπίπεδο συμμετρίας. Εἶναι τό ἐπίπεδο πού περνᾷ ἀπό τήν πρωραία καί τήν πρυμναία κάθετο.

Υλικό μήκος. Είναι η οριζόντια απόσταση μεταξύ του ακρότατου προς τήν πλώρα καί του ακρότατου προς τήν πρύμνα σημείου του πλοίου.

Μήκος μεταξύ καθέτων. Είναι η οριζόντια απόσταση μεταξύ πρωραίας καί πρυμναίας καθέτου.

Μέγιστο πλάτος. Είναι η μέγιστη απόσταση μεταξύ των εξωτερικῶν ἐπιφανειῶν τῶν πλευρῶν του πλοίου καί μετριέται κάθετα πρὸς τὸ διάμηκες ἐπίπεδο συμμετρίας του πλοίου. Στὴ μέτρηση του πλάτους λαμβάνονται ὑπόψη καί περιζώματα ἢ προεξοχές, ἐφόσον ὑπάρχουν.

Πλάτος κατασκευῆς ἢ πλάτος ἐπὶ τῶν νομέων. Είναι η μέγιστη απόσταση μεταξύ τῶν εξωτερικῶν ὀψεων τῶν νομέων καί μετριέται κάθετα πρὸς τὸ διάμηκες ἐπίπεδο συμμετρίας. Δηλαδή τὸ πλάτος κατασκευῆς εἶναι μικρότερο ἀπὸ τὸ πλάτος του πλοίου (γιὰ πλοῖα χωρὶς πλευρικά περιζώματα) ὅσο δυὸ φορές τὸ πάχος του πλευρικοῦ ἐλάσματος.

Μέση τομή. Είναι η τομή τῆς ἐπιφάνειας του πλοίου μέ ἓνα ἐπίπεδο κάθετο πρὸς τὸ διάμηκες ἐπίπεδο συμμετρίας, τὸ ὁποῖο φέρεται στὸ μέσο τῆς ἀποστάσεως μεταξύ τῶν καθέτων.

Κοῖλο ἢ ὕψος κατασκευῆς. Είναι η κατακόρυφη απόσταση μεταξύ του βασικοῦ ἐπιπέδου κατασκευῆς καί τῆς ἄνω ὀψεως τῶν ζυγῶν (παράγρ. 1.4) του ἀνώτατου συνεχοῦς καταστρώματος του πλοίου, ἢ ὁποία μετριέται ἐπάνω στήν πλευρά τῆς μέσης τομῆς.

Βύθισμα. Είναι γενικά ἡ κατακόρυφη απόσταση μεταξύ τῆς ἰσάλου ἐπιφάνειας καί του κατώτατου σημείου τῆς τροπίδας σ' ὁποιοδήποτε σημεῖο κατὰ μήκος του πλοίου.

Βύθισμα κατασκευῆς. Είναι ἡ κατακόρυφη απόσταση μεταξύ τῆς ἰσάλου κατασκευῆς καί του βασικοῦ ἐπιπέδου κατασκευῆς.

Πρωραῖο βύθισμα. Είναι ἡ κατακόρυφη απόσταση μεταξύ τῆς ἰσάλου του πλοίου καί του ἐπιπέδου τῆς κάτω ἐπιφάνειας τῆς τροπίδας καί μετριέται ἐπάνω στήν πρωραία κάθετο.

Πρυμναῖο βύθισμα. Είναι ἡ κατακόρυφη απόσταση μεταξύ τῆς ἰσάλου του πλοίου καί του ἐπιπέδου τῆς κάτω ἐπιφάνειας τῆς τροπίδας καί μετριέται ἐπάνω στήν πρυμναία κάθετο.

Μέσο βύθισμα. Είναι τὸ βύθισμα, τὸ ὁποῖο μετριέται ἐπάνω στὴ μέση τομή. Εἶναι ἴσο μέ τὸ ἡμιάθροισμα του πρωραίου καί πρυμναίου βυθίσματος, ὅταν τὸ πλοῖο δέν ἔχει ὑποστεῖ παραμόρφωση ἢ κάμψη κατὰ τὴ διεύθυνση του μήκους καί ἡ τροπίδα του παραμένει ἐπίπεδη.

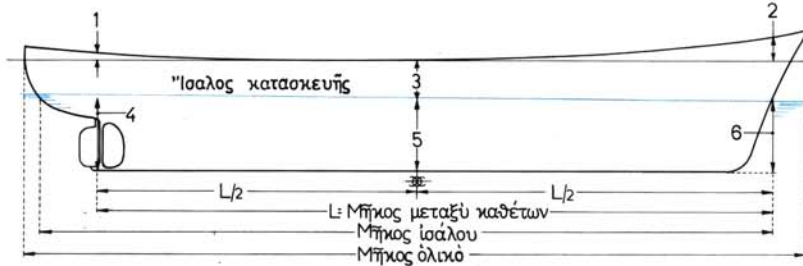
Διαγωγή. Είναι ἡ διαφορὰ μεταξύ πρυμναίου καί πρωραίου βυθίσματος. Ἡ διαγωγή του πλοίου καλεῖται πρυμναία, ὅταν τὸ πρυμναῖο βύθισμα εἶναι μεγαλύτερο ἀπὸ τὸ πρωραῖο, ἐνῶ, ὅταν τὸ πρωραῖο βύθισμα εἶναι μεγαλύτερο ἀπὸ τὸ πρυμναῖο, καλεῖται πρωραία.

Ὑψος ἐξάλων. Είναι ἡ κάθετη απόσταση μεταξύ τῆς ἰσάλου κατασκευῆς καί του ἀνώτατου συνεχοῦς ὕδατοστεγοῦς καταστρώματος καί μετριέται ἐπάνω στήν πλευρά τῆς μέσης τομῆς του πλοίου.

Σιμότητα καταστρώματος. Είναι ἡ διαφορὰ του ὕψους ἐξάλων κατὰ μήκος τῆς πλευρᾶς του καταστρώματος του πλοίου ἀπὸ τὸ ὕψος ἐξάλων στὴ μέση τομή. Ἡ σιμότητα φαίνεται ἀπὸ τὴν ἀνύψωση του καταστρώματος στήν πρύμνη καί πλώρα του πλοίου καί προσφέρει ἐφεδρική ἀντωση.

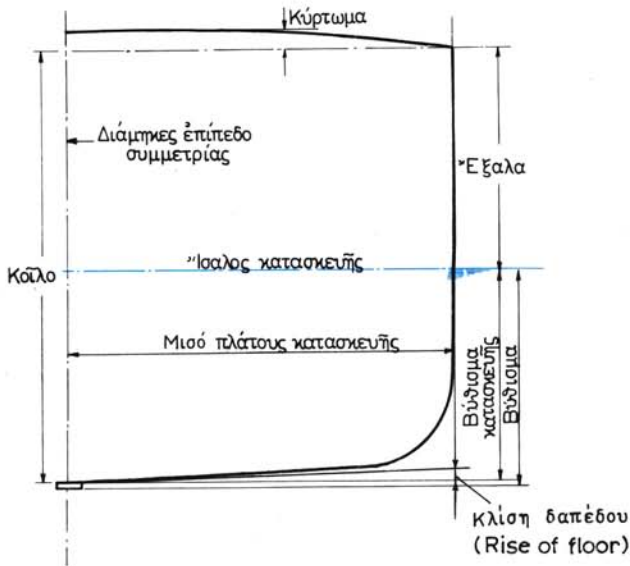
Κύρτωμα καταστρώματος. Είναι η εγκάρσια καμπυλότητα που προσδίδεται στα καταστρώματα των πλοίων για να διευκολύνεται η απομάκρυνση των νερών. Συνήθως το κύρτωμα αυτό είναι τής τάξεως του $1/50$ του πλάτους του πλοίου.

Τά σχήματα 1.2α καί 1.2β δείχνουν τά μέρη του πλοίου που αναφέραμε.



Σχ. 1.2α.

Διαστάσεις πλοίου. 1) Πρυμναία σιμότητα. 2) Πρωραία σιμότητα. 3) Ύψος εξάλων. 4) Πρυμναίο βύθισμα. 5) Μέσο βύθισμα. 6) Πρωραίο βύθισμα.



Σχ. 1.2β.

Διαστάσεις πλοίου.

1.3 Λοιπή ονοματολογία καί γενική περιγραφή του πλοίου. Ναυπηγικές γραμμές ή απλά γραμμές σκάφους.

Η επίπεδη παράσταση του πολύπλοκου σχήματος του πλοίου πετυχαίνεται με προβολή του σχήματος σε τρία επίπεδα: το **οριζόντιο**, το **διάμηκες** καί το **εγκάρσιο**. Προκειμένου όμως να παραστήσουμε πλήρως τό σχήμα του πλοίου, υποθέτομε ότι αυτό τέμνεται από τρία συστήματα επιπέδων παράλληλα προς:

- α) Τό οριζόντιο επίπεδο.
- β) Τό επίπεδο συμμετρίας κατά τή διεύθυνση τοῦ μήκους.
- γ) Τό ἐγκάρσιο επίπεδο (μέσης τομῆς).

Οἱ προβολές τῶν τομῶν αὐτῶν τῶν ἐπιπέδων μέ τό σκάφος ἀποτελοῦν τῆς ναυπηγικές γραμμές τοῦ πλοίου (σχ. 1.3α καί 1.3β). Τά ἐπίπεδα καθενός ἀπό τά τρία συστήματα ὀρίζονται ὥστε νά ἀπέχουν ἐξίσου μεταξύ τους, γιά νά διευκολύνονται οἱ ὑπολογισμοί, γιά τούς ὁποίους θά γίνει λόγος παρακάτω.

Οἱ ναυπηγικές γραμμές ἀναφέρονται στίς κατασκευαστικές διαστάσεις τοῦ πλοίου, στίς ὁποῖες **δέν περιλαμβάνεται** τό πάχος τῶν ἐλασμάτων τοῦ περιβλήματος τοῦ σκάφους.

Τό σχέδιο τῶν ναυπηγικῶν γραμμῶν εἶναι ἀπό τά βασικότερα γιά τόν ὑπολογισμό καί τήν κατασκευή τοῦ πλοίου, ἀφοῦ μέ αὐτό προσδιορίζονται μέ ἀκρίβεια ὅλα τά γεωμετρικά στοιχεῖα καί οἱ διαστάσεις, πού ἀπαιτοῦνται γιά τήν κατασκευή τοῦ πλοίου.

Πῶρα. Καλεῖται τό μπροστινó μέρος τοῦ πλοίου, σύμφωνα μέ τή διεύθυνση τῆς πορείας του πρὸς τά μπρός.

Πρύμνη. Καλεῖται ἀντίστοιχα τό πίσω μέρος.

Παρεῖά ἢ μάσκα. Καλεῖται τό τμήμα τῶν πλευρῶν πού βρίσκεται μεταξύ τῆς μέσης καί τῆς πῶρας τοῦ πλοίου.

Ἰσχίῖο ἢ γοφός. Καλεῖται τό τμήμα τῶν πλευρῶν, πού βρίσκεται μεταξύ τῆς μέσης καί τῆς πρύμνης τοῦ πλοίου.

Γάστρα τοῦ πλοίου καλεῖται ὁ ὄγκος τοῦ μέρους τοῦ κυρίως σκάφους πού βρίσκεται κάτω ἀπό τήν ἴσαλο.

Ἵψαλα. Καλοῦνται γενικότερα ὅλα τά μέρη καί ἐξαρτήματα τοῦ πλοίου πού βρίσκονται κάτω ἀπό τήν ἴσαλο ἐπιφάνεια.

Βρεχόμενη ἐπιφάνεια. Εἶναι ἡ ἐπιφάνεια τῶν ὑφάλων κάτω ἀπό τήν ἴσαλο πού βρίσκεται σέ ἐπαφή μέ τό νερό.

Ἵπερκατασκευή ἢ ὑπερκατασκευάσμα. Εἶναι κάθε κατασκευή ἐπάνω ἀπό τό ἀνώτατο συνεχές κατάστρωμα, πού καταλαμβάνει ὅλο τό πλάτος τοῦ πλοίου, ἀλλά ὄχι καί ὅλο τό μήκος του. Τά ὑπερκατασκευάσματα καλοῦνται εἰδικότερα:

- α) Πρόστεγο (καμποῦνι) στό πρῶραῖο μέρος τοῦ πλοίου.
- β) Μεσόστεγο (γέφυρα) στή μέση.
- γ) Ἵπίστεγο (πούπι) στό πρυμναῖο μέρος τοῦ πλοίου.

Ἵπερστέγασμα. Εἶναι κάθε κατασκευή ἐπάνω ἀπό τό ἀνώτατο συνεχές κατάστρωμα, ἡ ὁποία καταλαμβάνει μέρος τοῦ μήκους καί μέρος τοῦ πλάτους τοῦ πλοίου, ἀφήνοντας, δηλαδή, στίς πλευρές διαδρόμους.

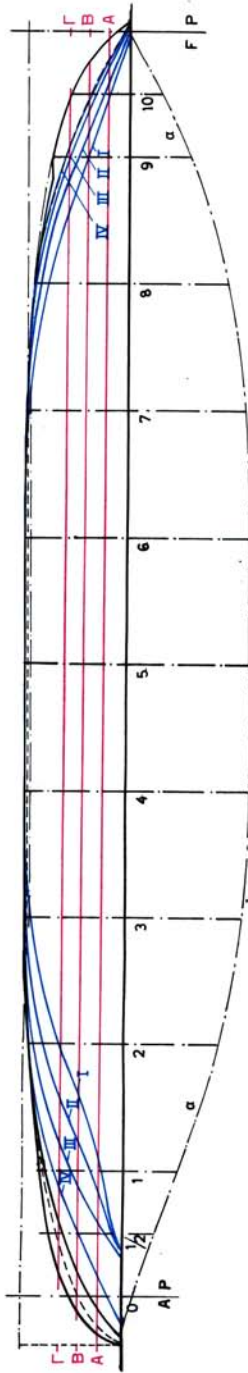
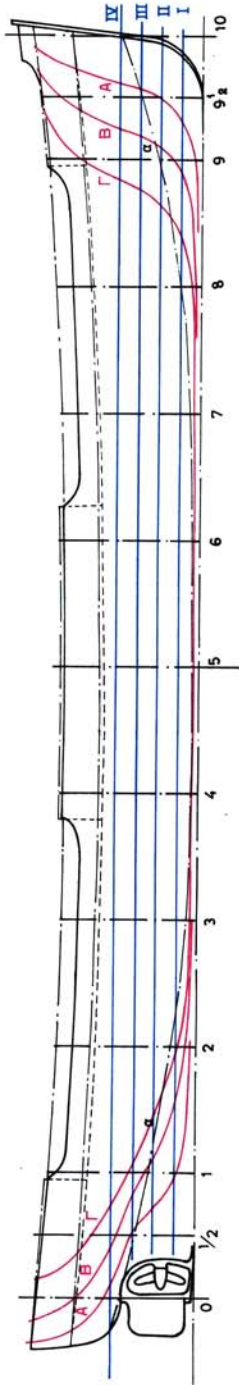
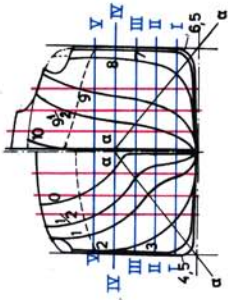
Δεξαμενές. Εἶναι στεγανοῖ χῶροι, στούς ὁποίους ἀποθηκεύονται ὕγρα. Ἀνάλογα μέ τή χρήση τους διακρίνονται:

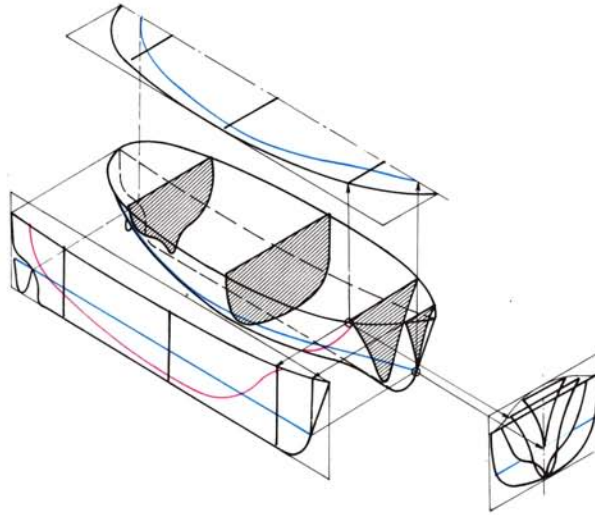
- α) Σέ δεξαμενές διπυθμένων (Double Bottom Tanks ἢ D.B. Tanks).
- β) Σέ δεξαμενές κυτῶν (Deer Tanks), οἱ ὁποῖες ἐκτείνονται σέ ἀρκετό ὕψος ἐπάνω ἀπό τόν ἐσωτερικό πυθμένα.

Δεξαμενές ζυγοσταθμίσεως. Διακρίνομε:

α) Τήν **πρῶραῖα** (Fore Peak), ἡ ὁποία βρίσκεται μέσα στό **στεγανό συγκρούσεως** πού σχηματίζεται ἀπό τή **στεῖρα** (πρῶραῖο ἄκρο τοῦ πλοίου) καί τήν πρώτη πρὸς τήν πρύμνη στεγανή φρακτῆ.

β) Τήν **πρυμναῖα** (Aft Peak), πού βρίσκεται στό τελευταῖο πρὸς τήν πρύμνη στε-





Σχ. 1.3β

·γανό διαμέρισμα, κοντά στον άξονα πηδαλίου. Βασικός σκοπός αυτών των δεξαμενών είναι η ρύθμιση της **διαγωγής** του πλοίου.

Φρεάτιο άλυσίδων (στρίτσο). Είναι χώρος κοντά ή και μέσα στο στεγανό συγκρούσεως, στον οποίο στοιβάζονται οι άλυσίδες των άγκυρών του πλοίου.

Μηχανοστάσιο. Είναι ο χώρος ή οι χώροι, πού περιέχουν τήν κύρια προωστήρια εγκατάσταση του πλοίου.

Λεβητοστάσιο. Είναι ο χώρος ή οι χώροι, πού περιέχουν τούς λέβητες του πλοίου.

Ήλεκτροστάσιο. Είναι ο χώρος ή οι χώροι πού περιέχουν τίσ ήλεκτρογεννήτριες και τούς πίνακες διανομής ηλεκτρικού ρεύματος.

Άντλιοστάσιο. Είναι ο χώρος ή οι χώροι, πού περιέχουν τίσ άντλίες φορτίου των δεξαμενοπλοίων.

Χώροι μηχανημάτων. Είναι οι χώροι πού περιέχουν όποιαδήποτε άλλα βοηθητικά μηχανήματα του πλοίου.

Συνήθως σέ φορτηγά πλοία όλες οι μηχανικές και ήλεκτρικές εγκαταστάσεις του πλοίου βρίσκονται μέσα σέ έναιο χώρο.

Ένδιατήματα. Είναι οι χώροι πού προορίζονται γιά τούς έπιβάτες και τά πληρώματα. Οί χώροι αυτοί περιλαμβάνουν τίσ καμπίνες, τά έστιατόρια, τίσ αίθουσες αναψυχής (σαλόνια, βιβλιοθήκες, καπνιστήρια κλπ.).

Κύτη (άμπάρια). Είναι οι χώροι, όπου στοιβάζεται τό φορτίο. Τά πιά πολλά κύτη των φορτηγών πλοίων χωρίζονται μεταξύ τους μέ ένδιάμεσα καταστρώματα (ύποφράγματα ή κουραδόρους).

Δεξαμενές φορτίου όπου αποθηκεύεται τό υγρό φορτίο των δεξαμενοπλοίων.

Βοηθητικοί χώροι. Είναι διάφοροι χώροι, όπως αποθήκες, μαγειρεία, πλυντήρια, μπάρ, χώροι ύγιεινής κλπ.

Χώροι ναυσιπλοίας. Είναι οι χώροι πού προορίζονται γιά τά μέσα ναυσιπλοίας,

όπως είναι τό γραφείο χαρτών, ή γέφυρα καί ό θάλαμος πηδαλιουχίας, τό γραφείο άσυρμάτου καί ραδιοτηλεφώνου.

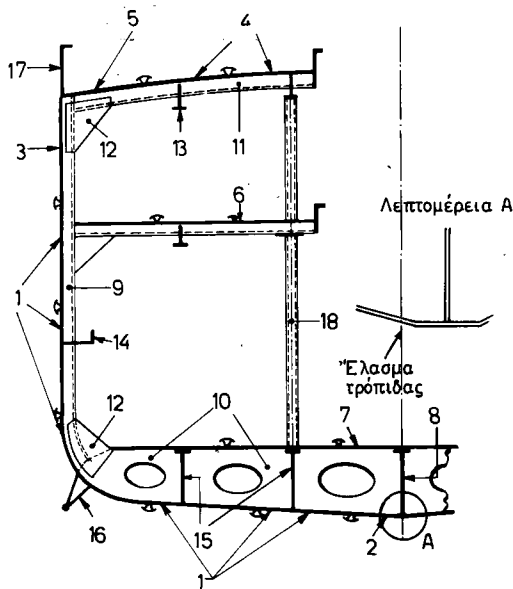
1.4 Όνοματολογία τών μελών τής κατασκευής του σκάφους. Σχέδιο μέσου νομέα.

Στό σχήμα 1.4α φαίνεται ή μέση εγκάρσια τομή, χωρίς λεπτομέρειες, ενός τύπου φορτηγοῦ πλοίου μέ διπύθμενα. Τά διάφορα μέλη τής κατασκευής του πλοίου περιγράφονται παρακάτω καί οί αριθμοί μέσα σέ παρένθεση αναφέρονται στό σχήμα.

Έξωτερικό περίβλημα (1). Είναι τό περίβλημα, πού περικλείνει τό πλοίο στίς πλευρές καί τόν πυθμένα. Σέ χαλύβδινα πλοία τό περίβλημα άποτελείται από διαμήκεις σειρές έλασμάτων σέ κανονική διάταξη. Ίδιαίτερη όνομασία από τίς σειρές αυτές έχουν:

α) Ή σειρά τών **έλασμάτων τής τρόπιδας (2)**, πού είναι ή κεντρική σειρά του πυθμένα.

β) Ή σειρά τών **έλασμάτων του ζωστήρα (3)**, πού είναι ή τελευταία προς τά έπάνω σειρά τών πλευρών.



Σχ. 1.4α.

Μέση τομή πλοίου.

Οί υπόλοιπες σειρές χαρακτηρίζονται μέ τά γράμματα Α, Β, C κλπ., αρχίζοντας από τό πρώτο έλασμα πού βρίσκεται δίπλα στήν τρόπιδα. Τά έλάσματα κάθε σειράς αριθμούνται αρχίζοντας από τήν πρώρα (μερικές φορές καί από τήν πρύμνη) καί έτσι Β₁₀ άριστερό, δηλώνει τό 10ο έλασμα από τής πρώρας τής σειράς έλασμάτων Β στήν άριστερή πλευρά του πλοίου.

Κατάστρωμα (4). Είναι ή όροφή πού περικλείνει από έπάνω, ή έπιστεγάζει τό

πλοίο. Μαζί με τό εξωτερικό περίβλημα σχηματίζει ὀρθογώνιο κοίλης διατομῆς με καμπυλωμένες τίς δύο κάτω γωνίες, οἱ ὁποῖες καλοῦνται **κυρτό τῆς γάστρας**. Τό κατάστρωμα ὅπως καί τό εξωτερικό περίβλημα, ἀποτελεῖται ἀπό διαμήκεις σειρές ἔλασμάτων, οἱ ὁποῖες διακόπτονται στά στόμια τῶν κυτῶν (19). Ἡ σειρά τῶν ἔλασμάτων τοῦ καταστρώματος πρὸς τίς πλευρές τοῦ πλοίου ὀνομάζεται σειρά **ἔλασμάτων ὑδροροῆς** (5). Ἐκτός ἀπό τό κύριο ἀνθεκτικό κατάστρωμα ὑπάρχουν καί τά **ἐνδιάμεσα καταστρώματα** (6) (κουραδόροι).

Ἐσωτερικός πυθμένας (7). Σέ ἀπόσταση ἑνὸς μέτρου περίπου ἀπὸ τὸν πυθμένα τοῦ πλοίου κατασκευάζεται δεύτερος πυθμένας. Οἱ χώροι μεταξύ τῶν δύο πυθμένων εἶναι συνήθως στεγανοί καί καλοῦνται **διπύθμενα**. Αὐτά χρησιμοποιοῦνται ὡς δεξαμενές καυσίμου, ἔρματος ἢ ποσίμου νεροῦ καί ὀνομάζονται δεξαμενές διπυθμένων.

Νομεῖς (9). Εἶναι χαλύβδινοι δοκοί με διατομή συνήθως σέ σχῆμα γωνίας ἢ σέ σχῆμα «Τ», οἱ ὁποῖοι μαζί με τά ζυγά, τίς ἔδρες τῶν νομέων καί τούς ἀγκῶνες σχηματίζουν κλειστό πλαίσιο καί ἐξασφαλίζουν μαζί με τό περίβλημα τήν ἐγκάρσια ἀντοχή τοῦ πλοίου. Οἱ νομεῖς τοῦ πλοίου τοποθετοῦνται κατακόρυφα πάνω στίς πλευρές τοῦ πλοίου καί στά πλοῖα σχετικά μικροῦ μεγέθους ἢ μεταξύ τους ἰσαπόσταση εἶναι γύρω στά 0,50 μέχρι 0,60 m. Σέ ἄλλους τρόπους κατασκευῆς τά ζυγά καί οἱ ἔδρες, ἀκόμα καί οἱ νομεῖς, τοποθετοῦνται κατὰ τό διάμηκες τοῦ πλοίου.

Ἐδρες νομέων (10). Εἶναι κομμάτια ἀπὸ ἔλασμα, πού τοποθετοῦνται ὡς συνέχεια τοῦ νομέα στὸν πυθμένα τοῦ πλοίου. Ἐνισχύουν τὸν πυθμένα καί ἀποτελοῦν τή βάση ἐπιστρώματος τοῦ ἐσωτερικοῦ πυθμένα.

Ζυγά (11). Εἶναι δοκοί ὅμοιοι με τούς νομεῖς, πού τοποθετοῦνται ὅμως κάτω ἀπὸ τά καταστρώματα γιά νά τά ἐνισχύσουν.

Ἀγκῶνες (12). Εἶναι περύγια με τριγωνική μορφή, πού συνδέουν τά ζυγά με τούς νομεῖς καί τούς νομεῖς με τίς ἔδρες τους.

Διαδοκίδες (13), **Λῶροι** (14), **Σταθμίδες** (15). Εἶναι χαλύβδινοι δοκοί πού τοποθετοῦνται διαμήκως γιά νά ἐνισχύσουν τή διαμήκη ἀντοχή τοῦ πλοίου. **Διαδοκίδες** ὀνομάζονται οἱ ἐνισχύσεις τοῦ καταστρώματος, **Λῶροι** οἱ ἐνισχύσεις τῶν πλευρῶν καί **σταθμίδες** οἱ ἐνισχύσεις τοῦ πυθμένα. Οἱ σταθμίδες διακρίνονται στήν κεντρική καί τίς πλευρικές. Ἡ κεντρική σταθμίδα καλεῖται καί κατακόρυφη τρόπιδα (8).

Παρατροπίδια (16). Εἶναι τά περύγια πού τοποθετοῦνται ἐξωτερικά στό κυρτό τῆς γάστρας γιά νά μειώνεται ὁ διαστοιχισμός.

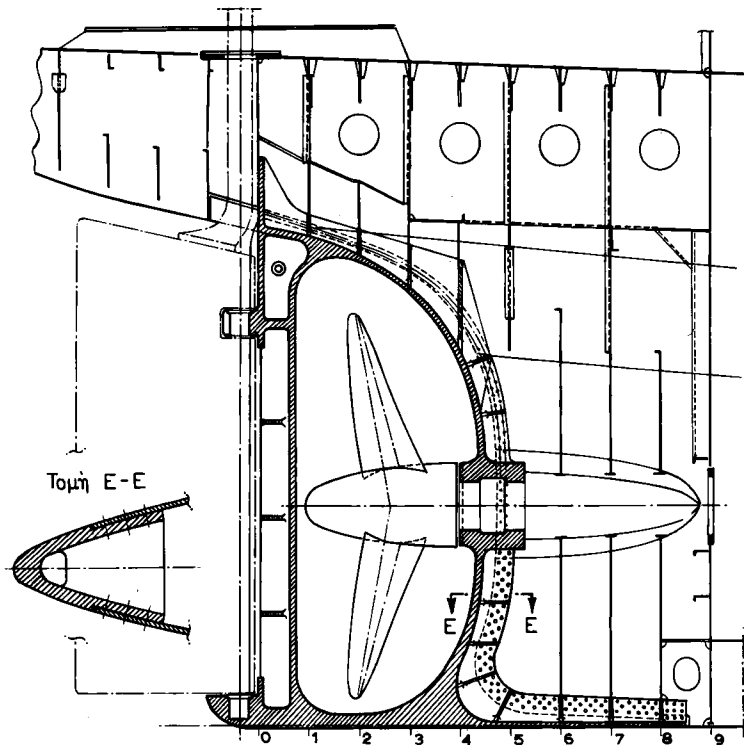
Δρύφακτο (17) (παραπέτο). Εἶναι ἔλασμα στήν πλευρά τοῦ πλοίου, τό ὁποῖο παρέχει προστασία στούς ἐπιβαίνοντες. Ἀντί γι' αὐτό τοποθετοῦνται σέ μερικά σημεῖα τοῦ πλοίου κιγκλιδώματα.

Κολῶνες (κίονες ἢ μπουντέλια) (18). Εἶναι στύλοι ποικίλης διατομῆς, πού τοποθετοῦνται κάτω ἀπὸ τά καταστρώματα γιά νά τά ἀνακουφίζουν, μεταφέροντας τά φορτία τά ὁποῖα φέρουν στά κατώτερα καταστρώματα καί τελικά στὸν ἐσωτερικό πυθμένα τοῦ πλοίου.

Φρακτές ἢ διαφράγματα. Διακρίνονται σέ **στεγανά** καί **μὴ στεγανά, ἐγκάρσια καί διαμήκη**. Χωρίζουν τὸν ἐσωτερικό χώρο τοῦ πλοίου σέ διαμερίσματα. Συνηθέστερη εἶναι ἡ στεγανὴ ὑποδιαίρεση τοῦ πλοίου με ἐγκάρσιους στεγανούς φράχτες, πού ἀποτελοῦνται ἀπὸ σειρές ἔλασμάτων ἐνισχυμένες με ὀρθοστάτες, δηλαδή χαλύβδινους δοκοῦς.

Στείρα. Είναι ή άκροπρωραία κατασκευή του σκάφους. Παλιότερα στα πλοία και τίς λέμβους ή στείρα κατασκευαζόταν από όλόσωμο δοκό όρθογωνικής ή τραπεζοειδούς διατομής. Σήμερα ή στείρα έχει τή μορφή καμπυλωμένου έλάσματος, τό όποιο έχει έσωτερικά κατάλληλες ένισχύσεις.

Ποδόστημα. Αυτό άποτελεί άντίστοιχα μέ τή στείρα τήν άκροπρυμναία κατασκευή του σκάφους. Χαρακτηριστικό ποδόστημα φαίνεται στο σχήμα 1.4β, τό όποιο άποτελείται από χυτοχαλύβδινο ή χαλύβδινο σπιβαρό πλαίσιο σε σχήμα κλωβού τής έλικας, προσαρμοσμένο στην πρύμνη του πλοίου.



Σχ. 1.4β.

Ποδόστημα μέ κλωβό έλικας.

Τό σύστημα αυτό δέν εφαρμόζεται πιά σε νεώτερους τύπους πλοίων και ή **διαμόρφωση** τής πρύμνης είναι διαφορετική, όπως προφανώς και στα διπλέλικα πλοία.

Προεξοχή έλικοφόρων άξόνων. Είναι ή προεξοχή τής γάστρας, πού περιβάλλει τόν έλικοφόρο άξονα, για στήριξη και όμαλότητα ροής. Αυτή έχει σχεδόν κυλινδρική μορφή και προεξέχει από τή γάστρα κατά μήκος του άξονα, στο έξωτερικό του σκάφους. Χρησιμοποιείται σε διπλέλικα πλοία.

Άκροπρυμναία στηρίγματα έλικοφόρου άξονα. Αυτά έχουν συνήθως σχήμα V και βρίσκονται στο έξωτερικό τής γάστρας. Χρησιμοποιούνται σε διπλέλικα πλοία.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΔΕΥΤΕΡΟ

ΑΝΤΩΣΗ – ΕΚΤΟΠΙΣΜΑ – ΒΑΡΟΣ ΠΛΟΙΟΥ

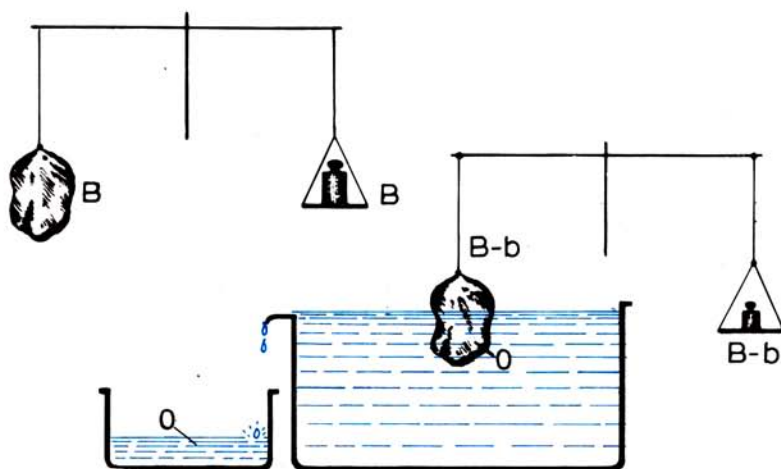
2.1 Άρχη του Άρχιμήδους – Άντωση – Κέντρο άντώσεως.

Σύμφωνα με την άρχη του Άρχιμήδους *κάθε σώμα πού βυθίζεται σέ υγρό χάνει τόσο από τό βάρος του, όσο είναι τό βάρος του υγρού πού έκτοπίζει.* Ό όγκος του υγρού πού έκτοπίζεται είναι ίσος μέ τόν όγκο του σώματος, ό όποιος βρίσκεται κάτω από την ίσαλο επιφάνεια.

Αυτή ή βασική άρχη τής υδροστατικής μπορεί νά άποδειχθεϊ πειραματικά καί θεωρητικά καί νά διατυπωθεϊ καί μέ άλλο τρόπο, ως έξής:

Κάθε σώμα πού βυθίζεται σέ υγρό δέχεται τήν ένέργεια κατακόρυφης δυνάμεως, ή όποία είναι συνισταμένη των υδροστατικών πιέσεων του υγρού, πού είναι ίση καί αντίθετη πρός τό βάρος του υγρού, τό όποιο έκτοπίζεται από τό σώμα. Πράγματι, πρίν από τή βύθιση του σώματος, τόν ίδιο άκριβώς όγκο βυθίσεως O καταλάμβανε τό νερό. Τό βάρος του νερού βρισκόταν σέ ίσορροπία μέ τή συνισταμένη των υδροστατικών πιέσεων πού έξασκούσε τό υπόλοιπο υγρό επάνω στον όγκο O .

Αυτή ή κατακόρυφη δύναμη ονομάζεται *άντωση* καί τό σημείο τής εφαρμογής της βρίσκεται στό κέντρο του όγκου του υγρού πού έκτοπίζεται (σχ. 2.1).



Σχ. 2.1.

Άρχη του Άρχιμήδου.

Σύμφωνα μέ τά παραπάνω γιά τό σχήμα 2.1 Ισχύει ή σχέση:

$$b = 0, \delta$$

όπου: b είναι τό βάρος του υγρού πού έκτοπίζεται,

0 ό όγκος του καί

δ τό είδικό βάρος του.

2.2 Πλευστότητα.

Ό όρος **πλευστότητα** χρησιμοποιείται γιά νά περιγράψομε τήν ιδιότητα πού έχουν τά στερεά σώματα νά πλέουν ή τήν τάση συμπεριφοράς τους όταν βυθίζονται σέ υγρό καί είδικότερα στό νερό.

Σχετικά μέ τήν πλευστότητα διακρίνομε τίσ εξής περιπτώσεις:

α) **Θετική πλευστότητα** έχουν τά σώματα πού πλέουν στήν έπιφάνεια του νερού, όπως π.χ. οί κορμοί των δέντρων, τά πλοία κλπ. Η θετική πλευστότητα διακρίνεται:

1) Σέ **φυσική**, τήν όποία έχουν τά όμοιογενή σώματα, των όποιων τό είδικό βάρος είναι μικρότερο από τό είδικό βάρος του νερού (φελλός, ξυλεία κλπ.).

2) Σέ **έπίκτητη**, τήν όποία αποκτούν όρισμένα σώματα λόγω του σχήματός τους (χαλύβδινα πλοία).

β) **Μηδενική πλευστότητα** έχουν τά σώματα πού αίωρούνται κάτω από τήν έπιφάνεια του νερού.

γ) **Άρνητική πλευστότητα** έχουν τά σώματα πού βυθίζονται μέχρι τόν πυθμένα.

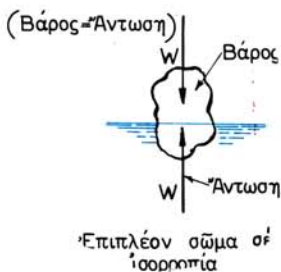
δ) **Έφεδρική άντωση** ή **πλευστότητα** καλοῦμε τό στεγανό όγκο των πλοίων, πού βρίσκεται έπάνω από τήν ίσαλο έπιφάνεια. Τά έξαλα των πλοίων αποτελούν φανερό καί κατά προσέγγιση μέτρο τής έφεδρικής πλευστότητας.

2.3 Έκτόπισμα.

Τό βάρος του υγρού πού έκτοπίζεται από ένα σώμα τό όποιο βυθίζεται μέσα σέ αυτό, λέγεται έκτόπισμα του σώματος καί έπομένως:

$$\text{άντωση} = \text{έκτόπισμα}$$

Έξάλλου, έφόσον τό σώμα Ισορροπεί στήν έπιφάνεια (έπιπλέει) ή καί μέσα στό υγρό (αίωρείται), υπάρχει Ισορροπία δυνάμεων καί έπομένως τό βάρος του είναι ίσο μέ τήν άντωση, όποτε Ισχύει ή γενική σχέση (σχ. 2.3):



Σχ. 2.3.

Αν ο όγκος που εκτοπίζεται από τα ύφαλα του πλοίου είναι V και το ειδικό βάρος του νερού είναι δ , τότε:

$$\text{έκτόπισμα} = V \cdot \delta$$

Στή ναυτιλία ως μονάδες έκτοπισματος και βάρους χρησιμοποιούνται ο μετρικός τόννος των 1000 kg και ο αγγλικός τόννος των 2240 λιμπρών (1016 kg). Όταν δέν υπάρχουν ακριβείς πληροφορίες παίρνομε τό ειδικό βάρος του νερού ως εξής:

Νερό	Σύστημα	
	Μετρικό	Άγγλικό
Θαλάσσιο νερό	1,025 t/m ³	$\frac{1}{35}$ t/ft ³
Γλυκό νερό	1,000 t/m ³	$\frac{1}{36}$ t/ft ³

Είναι φανερό ότι, όταν αυξάνεται τό βύθισμα ενός πλοίου, αυξάνεται ο όγκος των ύφάλων και επομένως τό έκτόπισμα. Διακρίνομε τά παρακάτω χαρακτηριστικά έκτοπίσματα.

Έμφορτο ή έκτόπισμα πλήρους φόρτου. Είμαι αυτό που αντιστοιχεί στό μέγιστο επιτρεπόμενο βύθισμα του πλοίου.

Άφορτο έκτόπισμα. Είμαι τό έκτόπισμα που έχει τό πλοίο, όταν είναι άφορτο· στην κατάσταση αυτή τό πλοίο είναι απόλυτα έτοιμο νά αναλάβει άποστολή, αλλά χωρίς κανένα φορτίο, καυσίμων, έρματος, πόσιμου νερού, έφοδίων, τροφίμων και πληρώματος, χωρίς κανένα, δηλαδή, πρόσθετο φορτίο.

2.4 Βάρος πλοίου. Όμάδες βαρών. Κέντρο βάρους.

Τό βάρος του πλοίου είναι άθροισμα των βαρών των ειδών και των αντικειμένων που φέρει. Διακρίνεται γιά λόγους ύπολογισμού σέ δύο κύριες κατηγορίες και κάθε μία από αυτές σέ διάφορες ομάδες.

α) **Μόνιμο ή ίδιο βάρος του πλοίου.** Είμαι τό άθροισμα βαρών των ειδών που άποτελούν τό έτοιμο πλοίο, χωρίς κανένα πρόσθετο βάρος ή φορτίο. Τό βάρος αυτό αντιστοιχεί μέ τό άφορτο έκτόπισμα και μοιράζεται στις παρακάτω βασικές ομάδες βαρών.

1) **Σκάφος.** Είμαι τό βάρος του μεταλλικού ή από άλλο ύλικό σκελετού, μέ όλες τις έσωτερικές φρακτές και τά χωρίσματα, καθώς και τις ύπερκατασκευές.

2) **Πρωστήριου σκεύους.** Είμαι τό βάρος της μηχανής προώσεως μέ τις συσκευές και τά μηχανήματα που είναι προσαρτημένα σέ αυτήν. Στο βάρος αυτό περιλαμβάνεται τό νερό των λεβήτων μέχρι τή στάθμη λειτουργίας, τά ύγρά των δικτύων της πρωστήριας έγκαταστάσεως και τό λάδι λιπάνσεως στις έλαιολεκάνες των μηχανημάτων.

3) **Βοηθητικών μηχανημάτων και δικτύων,** όπως είναι τά μηχανήματα πηδαλίου, έργατη, άγκυρών, ψυκτικών και δικτύων πλοίου.

- 4) **Έξαρτισμού**, δηλαδή φορτωτήρων, λέμβων, αλυσίδων, άγκυρών κλπ.
- 5) **Ένδειαπήσεως** και **επιπλώσεως**.
- 6) **Όπλισμού (για πολεμικά πλοία)**.
- 7) **Μόνιμου στερεού έρματος**.

β) **Φορτίο πλοίου**. Ό άγγλικός όρος Deadweight πού χρησιμοποιείται, έχει καθιερωθεί διεθνώς. Στην ελληνική βιβλιογραφία συναντιέται ως **πρόσθετα** (ή νεκρά) **βάρη** και είναι τό άθροισμα όλων τών βαρών, πού προσθέτονται στό σύμφωνά μέ τά παραπάνω, έντελώς έτοιμο πλοίο και διακρίνεται στίς παρακάτω βασικές ομάδες βαρών:

- 1) Καυσίμων και λιπαντικών.
- 2) Τροφοδοτικού και πόσιμου νερού.
- 3) Ύλικών και έφοδίων πλοίου.
- 4) Πληρώματος και τών άποσκευών και έφοδίων του.
- 5) Ύγρου έρματος.
- 6) Έπιβατών και τών άποσκευών τους.
- 7) Φορτίου κάθε είδους.

Οί δύο τελευταίες ομάδες είναι τό ωφέλιμο φορτίο (Cargo Deadweight). Τό μέγιστο ωφέλιμο φορτίο ενός πλοίου μπορεί νά αύξηθεί σέ βάρος τών ομάδων καυσίμων και νερού για πλάσ μικρών άποστάσεων. Από τά παραπάνω προκύπτει ότι:

Πλήρες ή έμφορτο έκτόπισμα: Μόνιμο ή ίδιο βάρος + Πρόσθετο βάρος.

Χρήσιμο στοιχείο είναι ό λόγος $\frac{\text{Deadweight}}{\text{πλήρες έκτόπισμα}}$ ό όποιος κυμαίνεται στό έμπορικά πλοία, έκτός από τά έπιβατικά, από 0,65 μέχρι 0,85.

Παρακάτω δίνονται ένδεικτικά μερικές τιμές του λόγου:

Φορτηγά:	0,75
Πλοία μεταφοράς μεταλλεύματος ή μεταλλευματοφόρα:	0,78 - 0,86
Πλοία σκόρπιου φορτίου:	0,80
Πλοία ψυγεία:	0,58
Έπιβατηγά πλοία:	0,35

Παράδειγμα.

Γιά φορτηγό πλοίο πρόσθετου φορτίου (ή βάρος Deadweight) 9000 τόννων και για τιμή 0,67 του παραπάνω λόγου, τό πλήρες (ή έμφορτο) έκτόπισμα προκύπτει ίσο μέ $9000/0,67 = 13.430$ τόννοι. Αυτό δίνει μία προσεγγιστική τιμή του πλήρους έκτοπίσματος, πού άντιστοιχεί στό παραπάνω Deadweight.

2.5 Κέντρο βάρους.

Τό κέντρο βάρους του πλοίου είναι τό σημείο στό όποίο μπορεί νά θεωρηθεί ότι ένεργεί τό βάρος του πλοίου, ή συνισταμένη δηλαδή όλων τών βαρών ή τό άθροισμα όλων τών βαρών.

Τό κέντρο βάρους όποιοιδήποτε σώματος, όπως όρίζεται από τή Μηχανική, είναι τό σημείο (στή Ναυπηγική χαρακτηρίζεται συνήθως μέ τό γράμμα G), του όποίου ή θέση είναι τέτοια, ώστε τό άθροισμα των ροπών όλων τών έπι μέρους βαρών ως πρός όποιοιδήποτε άξονα πού διέρχεται από τό σημείο αυτό, νά είναι μηδέν.

Στά πλοῖα τὸ κέντρο βάρους βρίσκεται συνήθως λόγω συμμετρίας ἐπάνω στοῦ διάμηκες ἐπίπεδο συμμετρίας καί κάπου στή μέση τοῦ μήκους τους. Ἡ ἀπόσταση τοῦ κέντρου βάρους ἀπὸ τὸ βασικό ἐπίπεδο (ὑψος) ἔχει ιδιαίτερη σημασία γιὰ τὰ θέματα εὐστάθειας.

Ἡ θέση τοῦ κέντρου βάρους τοῦ ἴδιου βάρους τοῦ πλοίου παραμένει ἀμετάβλητη ἐφόσον δέν μεταβάλλονται τὰ μόνιμα βάρη του, διαφέρει ὅμως ἀπὸ τή θέση τοῦ κέντρου βάρους τοῦ φορτωμένου πλοίου, τὸ ὁποῖο ἐξαρτᾶται προφανῶς καί ἀπὸ τήν κατανομή τῶν προσθέτων βαρῶν.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΤΡΙΤΟ

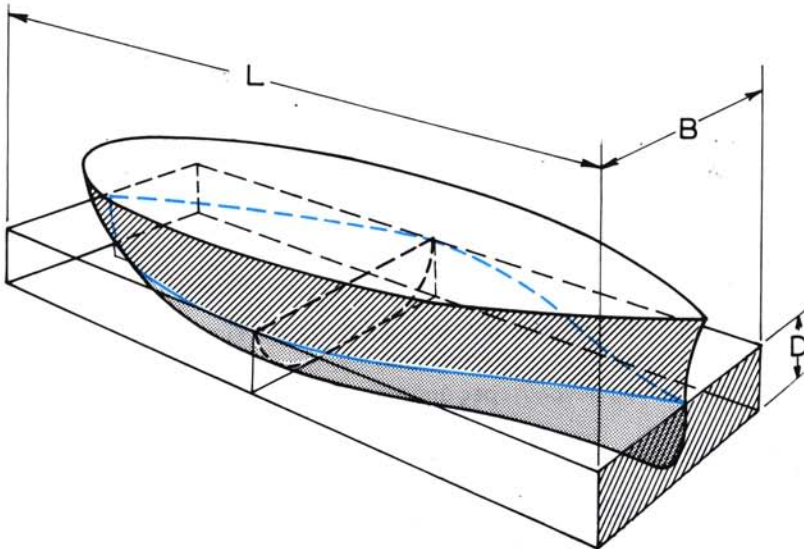
ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΕΣ ΣΧΗΜΑΤΟΣ ΠΛΟΙΟΥ

Γιά τή σύγκριση τοῦ σχήματος κάτω ἀπό τήν ἴσαλο τῶν πλοίων ἔχει καθιερωθεῖ ἀριθμός συντελεστῶν, πού καλοῦνται **συντελεστές σχήματος**. Αὐτοί εἶναι χρήσιμοι γιά τήν ἐκτέλεση ἀπλῶν ὑπολογισμῶν, ὅπως εἶναι ἡ ἐκτίμηση τοῦ ἐκτοπίσματος, ἀλλά κυρίως γιά τή συγκριτική ἐξέταση τῶν διαφόρων χαρακτηριστικῶν ἐνός πλοίου μέ ἄλλους παρόμοιους τύπους πλοίων, ὅπως π.χ. ἡ ἰκανότητα ὠφέλιμου φορτίου, ἡ ἀντίσταση στήν πρόωση κλπ.

3.1 Συντελεστής ἐκτοπίσματος ἢ γάστρας.

Ὁ συντελεστής ἐκτοπίσματος C_B εἶναι ὁ λόγος τοῦ ὄγκου τοῦ ἐκτοπίσματος V τῶν ὑφάλων τοῦ πλοίου πρὸς τόν ὄγκο τοῦ ὀρθογώνιου παραλληλεπίπεδου τό ὁποῖο εἶναι περιγραμμένο στό σχῆμα τῶν ὑφάλων καί ἔχει μήκος ἴσο μέ τό μήκος L τῆς ἰσάλου, πλάτος ἴσο μέ τό πλάτος κατασκευῆς B καί ὕψος ἴσο μέ τό μέσο βύθισμα D , τά ὁποῖα ἀντιστοιχοῦν στό παραπάνω ἐκτόπισμα (σχ. 3.1).

$$C_B = \frac{V}{L \cdot B \cdot D}$$



Σχ. 3.1.

Συντελεστής ἐκτοπίσματος ἢ γάστρας.

Έτσι, ο C_B δίνει τό ποσοστό του ὀρθογώνιου παραλληλεπίπεδου $L \times B \times D$, τό ὁποῖο γεμίζει ἀπό τόν ὄγκο V τῆς γάστρας τοῦ πλοῖου.

Ἐνδεικτικές τιμές τοῦ C_B :

Ταχύπλοα σκάφη (θαλαμηγοί, ἀντιτορπιλικά, καταδρομικά): 0,50 μέχρι 0,65

Συνηθισμένα φορτηγά (General Cargo Liners): 0,65 μέχρι 0,75

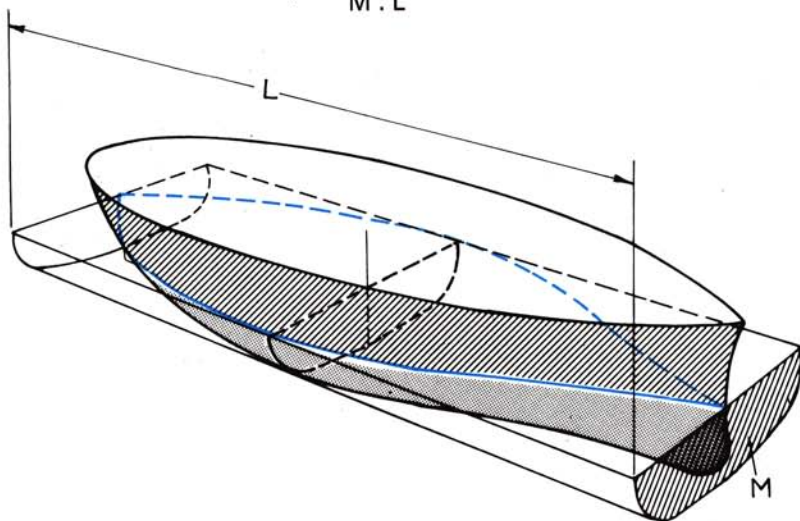
Φορτηγά σχετικά μικρῆς ταχύτητας (σκόρπιου φορτίου, πετρελαιοφόρα): 0,70 μέχρι 0,85

Παρατηροῦμε γενικότερα ὅτι τά πλοῖα μεγάλης ταχύτητας ἔχουν μικρότερο C_B .

3.2 Πρισματικός συντελεστής.

Ὁ πρισματικός συντελεστής C_P εἶναι ὁ λόγος τοῦ ὄγκου ἐκτόπισματος τῶν ὑφάλων τοῦ πλοῖου πρὸς τόν ὄγκο πρίσματος, πού ἔχει βάση τή μέση τομή M καί ὕψος τό μήκος L τῆς ισάλου (σχ. 3.2):

$$C_P = \frac{V}{M \cdot L}$$



Σχ. 3.2.

Πρισματικός συντελεστής.

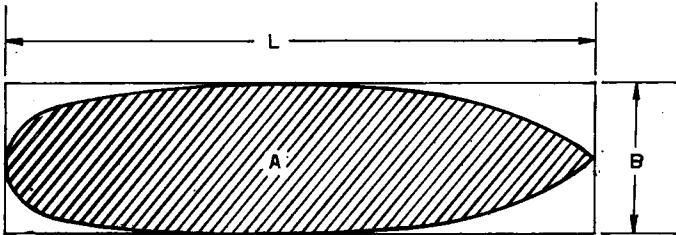
Ἀντίστοιχα μέ τά παραπάνω, ὁ συντελεστής C_P δίνει τό ποσοστό πληρότητας τοῦ πρίσματος πού περιβάλλει τό πλοῖο ἀπό τόν ὄγκο V τῆς γάστρας του. Οἱ τιμές τοῦ C_P εἶναι πάντα λίγο μεγαλύτερες ἀπό τίς ἀντίστοιχες C_B .

3.3 Συντελεστής ισάλου.

Ὁ συντελεστής ισάλου C_W εἶναι ὁ λόγος τοῦ ἐμβαδοῦ τῆς ἐπιφάνειας τῆς ισάλου A πρὸς τό ἐμβαδό τῆς ἐπιφάνειας τοῦ ὀρθογώνιου πού εἶναι περιγραμμένο στό σχῆμα τῆς ισάλου καί ἔχει πλευρές ἴσες μέ τό πλάτος κατασκευῆς B τῆς ισάλου καί μέ τό μήκος L τῆς ισάλου (σχ. 3.3).

$$C_W = \frac{A}{B \cdot L}$$

Οι τυπικές τιμές του συντελεστή C_W κυμαίνονται από 0,85 για πλοία λεπτής μορφής, μέχρι 0,90 για πλοία «γεμάτα» (μεγάλο C_B).

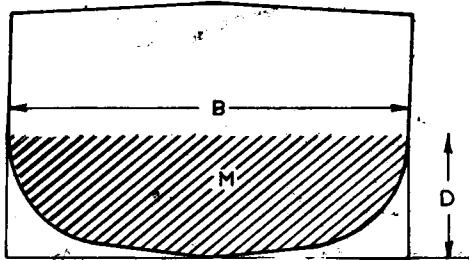


Σχ. 3.3.
Συντελεστής ίσαλου.

3.4 Συντελεστής μέσης τομής.

Ο συντελεστής μέσης τομής C_M είναι ο λόγος του έμβραδου της επιφάνειας της μέσης τομής M, ή όποια βρίσκεται κάτω από την ίσαλο, προς τό έμβραδό της επιφάνειας του όρθογώνιου που είναι περιγραμμένο στό σχήμα της μέσης τομής καί έχει πλευρές ίσες μέ τό πλάτος κατασκευής B καί μέ βύθισμα D (σχ. 3.4):

$$C_M = \frac{M}{B \cdot D}$$



Σχ. 3.4.
Συντελεστής μέσης τομής.

Οι τυπικές τιμές του συντελεστή C_M κυμαίνονται από 0,85 για ταχύπλοα σκάφη, μέχρι 0,99 για σκάφη μέ μικρή ταχύτητα.

Μεταξύ των συντελεστών γάστρας, μέσης τομής καί του πρισματικού ύπάρχει ή σχέση:

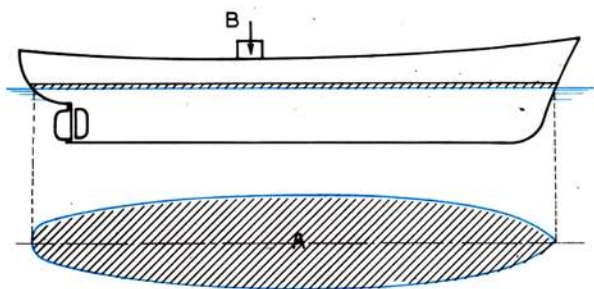
$$C_B = \frac{V}{M \cdot L} \times \frac{M}{B \cdot D} = C_P \cdot C_M$$

Οι παραπάνω συντελεστές αναφέρονται στην ίσαλο κατασκευής.

3.5 Τόννοι ανά μονάδα βυθίσσεως.

Μέ τον όρο αυτό έννοεΐται τό βάρος σέ τόννους, τό όποΐο πρέπει νά προστεθει (ή νά αφαιρεθει) στό πλοΐο γιά νά αύξηθει (ή νά ελαττωθει) τό βύθισμά του κατά μία μονάδα μήκους. Στήν περίπτωση αύτή ως μονάδα τής διαφοράς βυθισμάτων χρησιμοποιεΐται συνήθως τό έκατοστόμετρο καΐ ή ΐντσα άπό όπου προέρχονται οι όροι τόννοι ανά έκατοστόμετρο (t/cm) καΐ τόννοι ανά ΐντσα (t/in) βυθίσσεως.

΄Εστω ότι σέ πλοΐο μέ ΐσαλο έπιφάνεια A (σέ m²) προσθέτομε βάρος B (σέ τόννους) (σχ. 3.5). ΄Εφόσον αύξήθηκε τό βάρος τοΰ πλοΐου, θά πρέπει νά αύξηθει καΐ ή άντωση καΐ έπομένως ό όγκος ύφάλων τοΰ πλοΐου. ΄Αναλόγως θά αύξηθει καΐ τό βύθισμα, έτσι, ώστε τό βάρος πού έχει προστεθει νά εΐναι ΐσο μέ τήν πρόσθετη άντωση.



σχ. 3.5.

΄Η πρόσθετη αύτή άντωση εΐναι ΐση μέ τό βάρος τοΰ νεροΰ πού έκτοπΐζεται έπί πλέον, τό όποΐο έχει όγκο τόν όγκο τής **φέτας** έπιφάνειας A καΐ πάχος ΐσο μέ τήν πρόσθετη βύθιση. Μέ τήν προϋπόθεση, βέβαια, ότι τό πρόσθετο βάρος B τοποθεΐται σέ κατάλληλο σημείο κατά μήκος τοΰ πλοΐου καΐ έπάνω στό διαμήκη άξονα συμμετρίας του ώστε νά μήν αλλάξει ή διαγωγή τοΰ πλοΐου ούτε νά προκληθει κλίση άριστερά-δεξιά (βλέπε πιό κάτω εϋστάθεια πλοΐου).

΄Αν ή βύθιση πού προκαλεΐται εΐναι 1 cm (1/100 m) τότε οι τόννοι ανά cm εΐναι:

$$T = A \cdot \frac{1}{100} \cdot \text{ειδικόν βάρος} = \frac{A}{100} \cdot 1,025$$

Μέ όμοιο τρόπο αποδεικνύεται ότι στό άγγλικό σύστημα μετρήσεως οι τόννοι ανά ΐντσα εΐναι:

$$T = A \cdot \frac{1}{12} \cdot \frac{1}{35} = \frac{A}{420}$$

΄Όπου: A εΐναι ή έπιφάνεια τής Ισάλου σέ τετρ. πόδια (ft²)

$$\frac{1}{12} \text{ (τοΰ ft) ή ΐντσα}$$

$$\frac{1}{35} \text{ t/ft}^3 \text{ τό ειδικό βάρος του θαλάσσιου νερού}$$

Γιά γλυκό νερό ισχύουν οί δύο αντίστοιχοι τύποι:

$$T = \frac{A}{100} \text{ καί } T = \frac{A}{432}$$

Αυτό, προφανώς, λόγω διαφοράς ειδικού βάρους.

Οί τόννοι δηλαδή ανά μονάδα βυθίσεως είναι λιγότεροι στό γλυκό νερό, ή άλλως, τό ίδιο πρόσθετο βάρος προκαλεί μεγαλύτερο πρόσθετο βύθισμα στό γλυκό νερό (όπως είναι φυσικό).

ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΤΕΤΑΡΤΟ

ΚΑΝΟΝΑΣ ΤΟΥ SIMSON – ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ

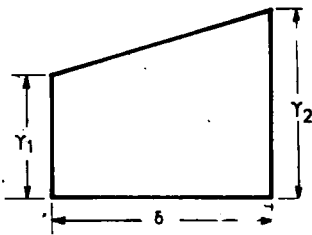
4.1 Εισαγωγή.

Από όσα αναπτύξαμε μέχρι τώρα προκύπτει ότι για τον προσδιορισμό ορισμένων στοιχείων του πλοίου, όπως είναι τό έκτόπισμα και οι τόννοι ανά μονάδα βυθίσσεως, είναι αναγκαίος ο υπολογισμός διαφόρων γεωμετρικών στοιχείων του πλοίου, όπως είναι ο όγκος της γάστρας και η επιφάνεια της Ισάλου. Η γνώση και άλλων γεωμετρικών στοιχείων του πλοίου είναι επίσης αναγκαία όπως θα αναπτυχθεί στη συνέχεια. Λόγω του σχήματος του πλοίου δεν είναι δυνατή η χρησιμοποίηση των τύπων που Ισχύουν για απλά γεωμετρικά σχήματα, γι' αυτό χρησιμοποιούνται άλλες μέθοδοι υπολογισμού των γεωμετρικών στοιχείων του.

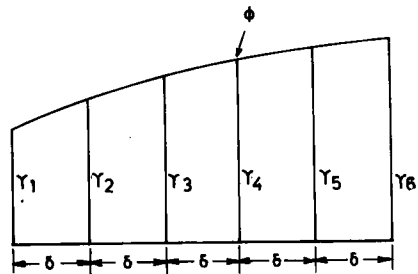
4.2 Κανόνας του τραπεζοειδούς.

Ο κανόνας αυτός βασίζεται στον τύπο εύρεσης έμβαδού τραπεζίου (σχ. 4.2α).

$$E = \delta \cdot \frac{Y_1 + Y_2}{2}$$



Σχ. 4.2α.



Σχ. 4.2β.

Έτσι, με επανάληψη του τύπου αυτού βρίσκουμε τό έμβαδό κάτω από μία καμπύλη, αν τό μήκος της υποδιαιρεθεί σε αριθμό ίσων μερών, που τό καθένα έχει μήκος δ .

Τό έμβαδό της επιφάνειας του σχήματος κάτω από τήν καμπύλη Φ είναι (σχ. 4.2β).

$$E = \delta \left(\frac{Y_1}{2} + Y_2 + Y_3 + Y_4 + Y_5 + \frac{Y_6}{2} \right)$$

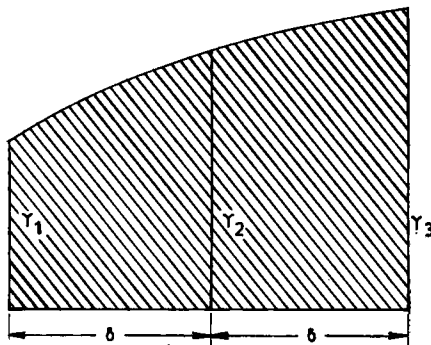
Για την ακρίβεια του παραπάνω υπολογιστικού κανόνα απαιτείται μεγάλος αριθμός ίσων μερών ή πολύ μικρές Ισαποστάσεις δ , γι' αυτό και η χρήση του είναι πολύ περιορισμένη.

4.3 1ος Κανόνας του Simpson. Υπολογισμός έμβαδών.

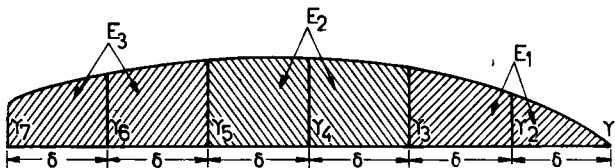
Για τις συνηθισμένες καμπύλες των ναυπηγικών γραμμών του πλοίου μπορεί να χρησιμοποιείται, με πολύ Ικανοποιητική προσέγγιση στην πράξη, ο 1ος κανόνας του Simpson με την προϋπόθεση ότι οι αποστάσεις μεταξύ των πλατών (τεταγμένων) είναι αρκετά μικρές. Ο 1ος κανόνας του Simpson δίνει τό έμβαδό E της σκιασμένης επιφάνειας του σχήματος 4.3α με τον τύπο:

$$E = \frac{\delta}{3} (Y_1 + 4Y_2 + Y_3)$$

όπου: δ ή Ισαπόσταση μεταξύ των τεταγμένων και Y_1, Y_2, Y_3 τό μήκος των τεταγμένων.



Σχ. 4.3α.



Σχ. 4.3β.

Γιά τόν υπολογισμό του έμβαδού του σχήματος 4.3β, τό όποιο παριστάνει τό μισό μιάς Ισάλου επιφάνειας, εφαρμόζεται διαδοχικά ό 1ος κανόνας του Simpson στίς επιφάνειες E_1, E_2 καί E_3 καί γίνεται πρόσθεση για να βρεθεί τό όλικό έμβαδό ως έξής:

$$E_1 = \frac{\delta}{3} (Y_1 + 4Y_2 + Y_3)$$

$$E_2 = \frac{\delta}{3} \dots\dots\dots (Y_3 + 4Y_4 + Y_5)$$

$$E_3 = \frac{\delta}{3} \dots\dots\dots (Y_5 + 4Y_6 + Y_7)$$

$$E = \frac{\delta}{3} (Y_1 + 4Y_2 + 2Y_3 + 4Y_4 + 2Y_5 + 4Y_6 + Y_7)$$

Γιά τήν εφαρμογή τοῦ 1ου κανόνα τοῦ Simson ἀπαιτεῖται ἡ ὑπαρξη ἀρτιου ἀριθμοῦ ἰσοποστάσεων ἢ περιπτοῦ ἀριθμοῦ πλατῶν. Γιά τίς εφαρμογές σέ πλοῖα εἶναι συνηθισμένο νά χρησιμοποιεῖται ἀριθμός τμημάτων 10 ἢ 20, ἀνάλογα μέ τό μέγεθος τοῦ πλοίου. Οἱ ἀριθμοί καί οἱ πράξεις διατάσσονται μέ τή μορφή πίνακα, ὅπως τό παρακάτω παράδειγμα ὑπολογισμοῦ τοῦ ἐμβαδοῦ ἰσάλου ἐπιφάνειας πλοίου τοῦ ἔχει μήκος 60 m (Πίνακας 4.3).

ΠΙΝΑΚΑΣ 4.3.

Ὑπολογισμός ἐμβαδοῦ ἰσάλου ἐπιφάνειας

		ΕΜΒΑΔΟ ΚΑΤΑ SIMSON		ΕΜΒΑΔΟ ΚΑΤΑ ΚΑΝ. ΤΡΑΠΕΖΟΕΙΔ.	
α/α	Πλάτος	Σ.Σ. (Συντ. Simson)	Γινόμενο	Σ.Τ Συντ. Τραπεζ.	Γινόμενο
1	0	1	0	1/2	0
2	5,00	4	20,00	1	5,00
3	7,50	2	15,00	1	7,50
4	9,00	4	36,00	1	9,00
5	8,70	2	17,40	1	8,70
6	7,40	4	29,60	1	7,40
7	4,40	1	4,40	1/2	2,20
		Ἔθροισμα $A_S = 122,40$		Ἔθροισμα $A_T = 39,8$	

Στόν πίνακα αὐτό ἔχει ὑπολογισθεῖ τό ἐμβαδό καί μέ βάση τόν κανόνα τοῦ τραπεζοειδοῦς. Στή συνέχεια, γιά νά γίνει σύγκριση, δίνεται ἡ διαφορά ἐπί τοῖς ἐκπ. μεταξύ τῶν δύο ἀποτελεσμάτων. Ἔτσι, ἔχομε:

$$\text{Ἰσαπόσταση } \delta = \frac{60}{6} = 10 \text{ m}$$

Ἔτσι:

1) Ἐμβαδό κατὰ Simson:

$$E_S = \frac{\delta}{3} \cdot A_S = \frac{10}{3} \times 122,40$$

$$E_S = 408 \text{ m}^2$$

2) Ἐμβαδό κατὰ Κανόνα Τραπεζοειδοῦς:

$$E_T = \delta \times A_T = 10 \times 39,8$$

$$E_T = 398 \text{ m}^2$$

Ποσοστιαία διαφορά τους είναι:

$$\frac{E_S - E_T}{E_S} = \frac{10}{408}$$

$$\text{διαφορά (\%)} = 2,45\%$$

Μερικές φορές, στην πράξη δίνεται τό μισό πλάτος όποτε τό αποτέλεσμα του ύπολογισμού πρέπει νά διπλασιασθεί για νά βρεθεί όλόκληρη ή έπιφάνεια.

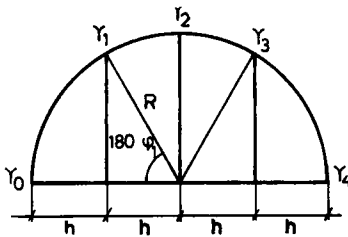
Παράδειγμα.

Γιά νά δοθεί μία ιδέα τής προσεγγίσεως πού πετυχαίνεται όταν βρίσκομε τό έμβαδό μιās έπιφάνειας μέ τή χρήση του 1ου κανόνα του Simson, θά βρεθεί τό έμβαδό ενός ήμικύκλιου, **πού έχει άκτίνα R = 1 m** μέ τόν κανόνα αυτό, όπως καί από τή σχέση:

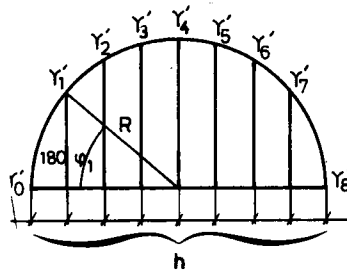
$$E = \frac{\pi R^2}{2}$$

Γιά νά γίνει σαφής ή αύξηση τής ακρίβειας πού πετυχαίνεται άν αύξηθει ό αριθμός των διαστημάτων, θά ύπολογισθεί τό έμβαδό E μέ τόν κανόνα του Simson σέ δύο περιπτώσεις:

- α) Διαστήματα 4 (Σχήμα 4.3γ),
- β) Διαστήματα 8 (Σχήμα 4.3δ)



Σχ. 4.3γ.



Σχ. 4.3δ.

1η Περίπτωση.

$$E_1 = \frac{h}{3} (Y_0 + 4Y_1 + 2Y_2 + 4Y_3 + Y_4)$$

όπου: $h = R/2 = 1/2 \text{ m}$ καί $Y_1 = R \eta \mu \phi_1 = 1 \eta \mu \phi_1 = \eta \mu \phi_1$

Βρίσκομε εύκολα:

$$Y_0 = 1 \times \eta \mu 180^\circ = 0 = Y_A$$

$$Y_2 = 1 \times \eta \mu 90^\circ = 1 \text{ m}$$

$$Y_1 = 1 \times \eta \mu 120^\circ = 0,866 \text{ m}$$

$$Y_4 = 1 \times \eta \mu 60^\circ = 0,866 \text{ m}$$

Από τή σχέση του έμβαδού E_1 κατά Simson βρίσκομε:

$$E_1 = \frac{1}{3 \times 2} (0 + 4 \times 0,866 + 2 \times 1 + 4 \times 0,866 + 0) = 1,4880 \text{ m}^2$$

Από τη σχέση $E = \frac{\pi R^2}{2}$ προκύπτει:

$$E = \frac{3,14 \times 12}{2} = 1,5707$$

Η διαφορά επί τοις εκατό:

$$\left(\frac{E - E_1}{E} \right) 100 = \frac{(1,5707 - 1,4880)}{1,5707} \times 100 = 5,26\%$$

Αυτή είναι η προσέγγιση που πετυχαίνουμε κατά Simson με 4 διαστήματα.

2η Περίπτωση.

$$E_2 = h' / 3 (Y_0' + 4Y_1' + 2Y_2' + 4Y_3' + 2Y_4' + 4Y_5' + 2Y_6' + 4Y_7' + Y_8')$$

όπου και πάλι $Y_i' = R \eta \mu \phi_i' = \eta \mu \phi_i'$, $\eta \mu \phi_i = \sqrt{1 - \sigma \nu \nu^2 \phi_i}$

Συντάσσομε πίνακα ανάλογο με τον 4.3.

Υπολογισμός εμβαδού ημκύκλιου κατά Simson

a/a	συνφί	ημφί = γί	Σ. Σ	Γινόμενο
0	1,00	0,000	1	0
1	0,750	0,666	4	2,664
2	0,500	0,860	2	1,720
3	0,250	0,968	4	3,872
4	0,000	1,000	2	2,000
5	0,250	0,968	4	3,872
6	0,500	0,860	2	1,720
7	0,750	0,666	4	2,664
8	1,000	0,000	1	0
				$A_S = 18,512$

$$\text{Έμβαδόν } E_2 = \frac{h'}{3} \cdot A_S = \frac{1}{4 \times 3} = 18,512 = 1,5426$$

άφου $h' = \frac{R}{4} = \frac{1}{4} \text{ m}$

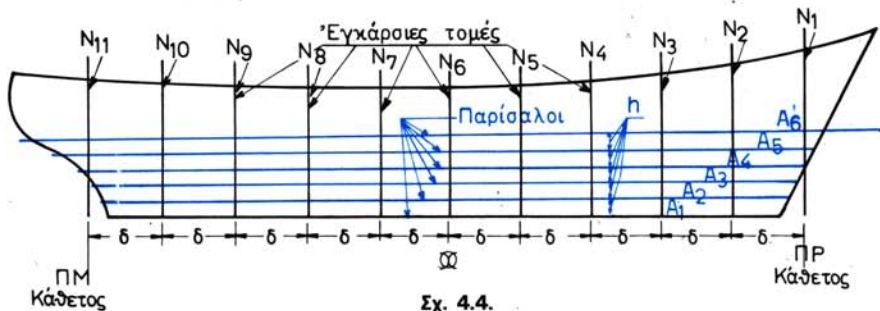
Η ποσοστιαία διαφορά από τό ακριβές έμβαδό είναι τώρα:

$$\frac{E - E_2}{E} \times 100 (\%), \quad \text{δηλαδή} \quad \frac{1,5707 - 1,5426}{1,5707} = 1,79\%$$

Έτσι η παραπάνω διαφορά περιορίσθηκε στο 1/3 τής προηγούμενης μέ τό διπλασιασμό του αριθμού των διαστημάτων.

4.4 Ύπολογισμός δγκων.

Ο ύπολογισμός δγκων μέ τον κανόνα του Simpson γίνεται όπως και ο ύπολογισμός του έμβαδού έπιφανειών. Στην περίπτωση αυτή αντί των πλατών, αναγράφονται ως τεταγμένες τά έμβαδά των έπιφανειών των αντίστοιχων τομών. Οί τομές στην περίπτωση τής γάστρας του πλοίου μπορούν νά είναι ίσαπέχουσες παράλληλοι ή ίσαπέχουσες έγκάρσιες τομές όπως στο σχήμα 4.4.



Σχ. 4.4.

Ήαράδειγμα ύπολογισμού δγκου.

Ένα πλοίο έχει τά παρακάτω έμβαδά έγκαρσίων τομών σε βύθισμα 3 m: 0 - 7,3 - 13,5 - 21 - 26 - 29 - 28 - 26 - 18 - 7,5 - 0 σε τετρ. μέτρα. Οί έγκάρσιες τομές ίσαπέχουν 10 m μεταξύ τους. Νά βρεθεί τό έκτόπισμα σε θαλασσινό ρό είδ. βάρους 1,025 t/m³.

Ο τρόπος μέ τον όποιο βρίσκομε τον δγκο τής γάστρας φαίνεται στον πίνακα 4.

ΠΙΝΑΚΑΣ 4.4.

Ύπολογισμός δγκου πλοίου

a/a	Έμβαδά έγκαρσίων τομών	Σ.Σ. (Συντελεστές) του Simpson	Γινόμενα για τον δγκο
1	0	1	0
2	7,3	4	29,2
3	13,5	2	27
4	21	4	84
5	26	2	52
6	29	4	116
7	28	2	56
8	26	4	104
9	18	2	36
10	7,5	4	30
11	0	1	0
Άθροισμα			534,2

$$\text{Όγκος έκτοπίσματος} = \frac{10}{3} \times 534,2 = 1781 \text{ m}^3$$

$$\text{Έκτόπισμα} = 1781 \text{ m}^3 \times 1,025 \text{ t/m}^3 = 1824,5 \text{ t.}$$

Μέ ανάλογο τρόπο θα μπορούσαμε κάλλιστα να υπολογίσουμε τον όγκο και τό έκτόπισμα του πλοίου, χρησιμοποιώντας τα έμβαδά των ίσαπεχουσών παρισάλων.

4.5 Υπολογισμός τών υπολοίπων στοιχείων τής ισάλου επιφάνειας μέ τόν κανόνα του Simson.

Όπως θά αναπτύξουμε στά έπόμμενα κεφάλαια, εΐναι άπαραίτητο νά υπολογίζονται τά έξής στοιχεΐα τής ισάλου επιφάνειας.

α) Τό **κέντρο τής επιφάνειας**, τό όποΐο όνομάζεται **κέντρο πλευστότητας**.

β) Η **ροπή τής αδράνειας** περί τό διαμήκη άξονα συμμετρίας.

γ) Η **ροπή τής αδράνειας** περί τόν εγκάρσιο άξονα, πού διέρχεται άπό τό κέντρο πλευστότητας.

Γιά νά βρεθεΐ ή θέση του κέντρου τής επιφάνειας τής ισάλου πρέπει νά υπολογίσουμε τή ροπή τής επιφάνειας ώς πρός εγκάρσιο άξονα. Λόγω συμμετρίας τό κέντρο τής επιφάνειας θά βρίσκεται έπάνω στό διαμήκη άξονα συμμετρίας, ένώ άπαιτείται ό υπολογισμός τής διαμήκουσ θέσεώς του.

Η έννοια τής ροπής τής επιφάνειας εΐναι όμοια μέ τήν έννοια τής ροπής δυνάμεως ή βάρους. Έτσι, ή ροπή τής επιφάνειας περί άξονα εΐναι ίση μέ τό γινόμενο του έμβαδου τής επιφάνειας επί τήν άπόσταση του κέντρου τής επιφάνειας άπό τόν παραπάνω άξονα. Μπορούμε νά υπολογίσουμε τή ροπή μιās επιφάνειας περί άξονα ύποδιαιρώντάς τη σέ αριθμό μικρών επιφανειών καΐ άθροΐζοντας τίς ροπές όλων τών επί μέρους επιφανειών περί τόν άξονα (σχ. 4.5α).

Δηλαδή ή ροπή τής επιφάνειας Α περί τόν άξονα ο - ο εΐναι ίση μέ τό άθροισμα τών ροπών τών επί μέρους επιφανειών περί τόν άξονα.

$$\text{Ροπή επιφάνειας} = \Sigma (x \cdot \delta A)$$

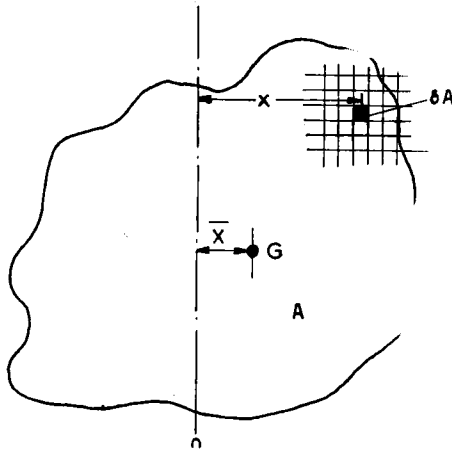
Κανόνας. Η άπόσταση Χ του κέντρου βάρους μιās επιφάνειας άπό τόν άξονα ο - ο εΐναι ίση μέ τό πηλίκο τής ροπής τής επιφάνειας περί τόν άξονα διά του έμβαδου τής επιφάνειας:

$$X = \frac{\Sigma(x \cdot \delta A)}{A}$$

Έπομένως:

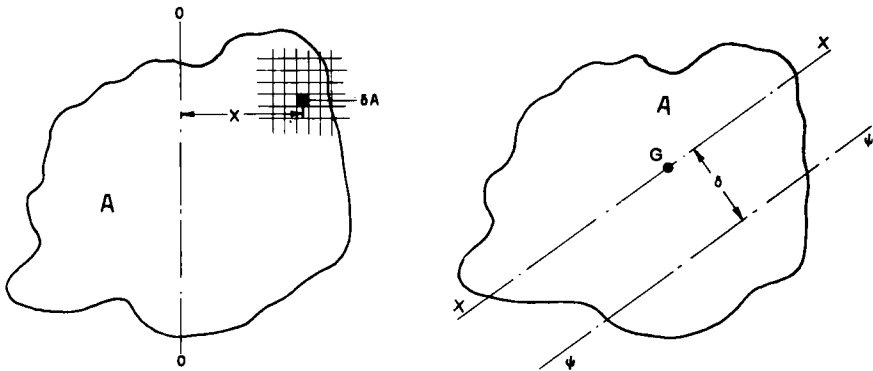
$$\text{Ροπή επιφάνειας} = \Sigma (x \cdot \delta A) = X \cdot A$$

Η ροπή αδράνειας, ή όποΐα μερικές φορές καλεΐται καΐ **δεύτερη ροπή** μιās επιφάνειας περί άξονα, εΐναι τό άθροισμα του γινομένου τών παραπάνω επί μέρους μικρών επιφανειών επί τό τετράγωνο τής άποστάσεώς τους άπό τόν άξονα. Έστω π.χ. επιφάνεια Α καΐ άξονας ο - ο (σχ. 4.5β). Αν ύποθέσουμε ότι ή επιφάνεια αποτελείται άπό αριθμό μικροτέρων επιφανειών καΐ ότι μιá άπό αυτές εΐναι ή δΑ, ή όποΐα απέχει x άπό τόν άξονα ο - ο, τότε τό άθροισμα $x^2 \delta A$ πού παριστάνεται μέ τό $\Sigma x^2 \delta A$ εΐναι ή ροπή αδράνειας τής επιφάνειας περί τόν άξονα ο - ο, δηλ. $I_{oo} = \Sigma x^2 \cdot \delta A$.



Σχ. 4.5α.

για $A = \sum \delta A$, Σημείο $G =$ κέντρο επιφάνειας, Ροπή επιφάνειας A ως προς άξονα $OO' = \bar{x} \cdot A = \sum (x \cdot \delta A)$.



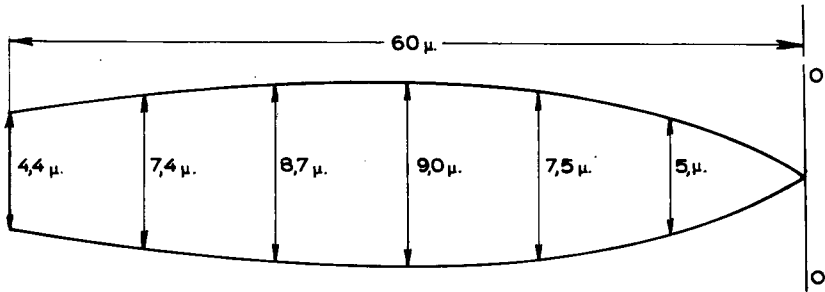
Σύμφωνα με τό θεώρημα του Steiner ή θεώρημα τών παραλλήλων άξόνων έχομε (σχ. 4.5γ):

$$I_{xx} = I_{\psi\psi} - (\delta)^2 \cdot A$$

όπου: I_{xx} ή ροπή αδράνειας περί τόν άξονα xx , ό όποίος διέρχεται από τό κέντρο τής επιφάνειας G ,

$I_{\psi\psi}$ ή ροπή αδράνειας τής επιφάνειας περί τον άξονα $\psi\psi$, πού είναι παράλληλος προς τόν άξονα xx καί απέχει άπόσταση δ καί A τό έμβαδόν τής επιφάνειας.

Ό τρόπος μέ τόν όποίο βρίσκομε τά διάφορα στοιχεία τής ισάλου επιφάνεια ού σχήματος 4.5δ μέ τόν πρώτο κανόνα του Simpson φαίνεται στόν Πίνακα 4.5.1



Σχ. 4.56.

ΠΙΝΑΚΑΣ 4.5.1.

a/a	α Πλάτη	β Σ.Σ.	γ Γινόμε. για έμβαδ.	δ Μ.Β. για ροπή	ε Γινόμε. για ροπή	στ Μ.Β. για ροπή άδρ.	ζ Γινόμε. για ροπή άδράνειας I_{oo}	η (Πλάτη) ³ M ³	θ Γινόμε. για ροπή άδράνειας I
1	0	1	0	0	0	0	0	0	
2	5,00	4	20,00	1	20,00	1	20,00	125	500
3	7,50	2	15,00	2	30,00	2	60,00	422	844
4	9,00	4	36,00	3	108,00	3	324,00	729	2916
5	8,70	2	17,40	4	69,60	4	278,40	658	1316
6	7,40	4	29,60	5	148,00	5	740,00	405	1620
7	4,40	1	4,40	6	26,40	6	158,40	85	85
		$\Sigma_1 = 122,40$		$\Sigma_3 = 402,00$		$\Sigma_4 = 1580,80$		$\Sigma_5 = 7281$	

Σημείωση: Μ.Β. = Μοχλοβραχίονας

Έπεξήγηση του πίνακα 4.5.1.

Οι αριθμοί των διαφόρων στηλών προκύπτουν με πολλαπλασιασμό αριθμών προηγούμενων στηλών ως εξής:

Στήλη γ = α · β

Στήλη ε = γ · δ

Στήλη ζ = ε · στ

Στήλη θ = η · β

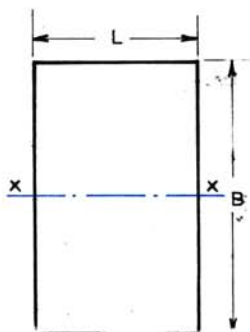
Η στήλη γ δεν χρειάζεται έπεξηγήσεις, γιατί εδώ, για να βρεθεί τό έμβαδό, έφαρμόζεται ο άπλός κανόνας του Simson.

Η στήλη δ παριστάνει τίς αποστάσεις των πλατών από τον άξονα οο πού διέρχεται από τό ύπ' α.α. 1 πλάτος (τό όποίο θεωρείται ως ή άρχή των άξόνων) ή δίνε τά πολλαπλάσια των άντιστοιχων ίσαποστάσεων· στή στήλη αυτή θεωρείται ως οινός παράγοντας ή ίσαπόσταση δ = 10 m = 60/6. Στή στήλη ε δίνονται τά γινόμενα πού προκύπτουν με πολλαπλασιασμό τής στήλης γ επί τή στήλη δ για να βρεθεί ή ροπή.

Μέ όμοιο τρόπο ύπεισέρχεται για δεύτερη φορά με τή μορφή μοχλοβραχίονα r

απόσταση των πλατών από τον άξονα στή στήλη στ και έδω ως κοινός παράγοντα θεωρείται ή ίσαπόσταση $\delta = 10$ m. Ήδη στή στήλη ζ ($= \epsilon \cdot \sigma$) ή μοχλοβραχίονα δ έχει ύπεισέλθει δυό φορές ως παράγοντας δ^2 και ή στήλη αύτή δίνει τή ροπή ά δράνειας. Στή στήλη η δίνονται τά πλάτη ύψωμένα στην τρίτη δύναμη. Αυτό προ κύπτει από τόν τύπο πού δίνει ή ροπή άδράνειας όρθογώνιου παραλληλόγραμμου ύψους B και μήκους L, περί τόν άξονα xk, όπως στο σχήμα 4.5ε:

$$I_{xx} = \frac{L \cdot B^3}{12}$$



Σχ. 4.5ε

Στή στήλη θ ($= \beta \cdot \eta$) τά πλάτη ύψωμένα στον κύβο έχουν πολλαπλασιασθεί με τούς συντελεστές του Simson και ή στήλη αύτή δίνει τή ροπή άδράνειας περί τόν ήριζόντιο άξονα συμμετρίας xk.

Υπολογισμός των διαφόρων στοιχείων.

α) Έμβασή:

$$E = \frac{\delta}{3} \cdot \Sigma_1 = \frac{10}{3} \cdot 122,40 = 408 \text{ m}^2$$

β) Ροπή περί τόν άξονα oo:

$$P_{oo} = \frac{\delta}{3} \cdot \delta \cdot \Sigma_3 = \frac{10}{3} \cdot 10 \cdot 402 = 13400 \text{ m}^3$$

γ) Έύρεση θέσεως κέντρου πλευστότητας (ΚΠ):

Άπόσταση του κέντρου πλευστότητας από τόν άξονα =

$$\frac{P_{oo}}{E} = \frac{\delta/3 \cdot \delta \cdot \Sigma_3}{\delta/3 \cdot \Sigma_1} = \delta \cdot \frac{\Sigma_3}{\Sigma_1} = 10 \cdot \frac{402}{122,4} = 32,84 \text{ m}$$

ή $32,84 - 30 = 2,84$ πρύμνηθεν μέσης τομής.

Τό γεωμετρικό κέντρο τής έπιφάνειας μιάς ισάλου καλείται κέντρο πλευστότητας (βλέπε «ευστάθεια» παρακάτω).

δ) **Ροπή αδράνειας περί τόν άξονα οο:**

$$I_{oo} = \frac{\delta}{3} \cdot \delta^2 \cdot \Sigma_4 = \frac{10}{3} \cdot 100 \cdot 1580,8 = 526930 \text{ m}^4$$

ε) **Ροπή αδράνειας περί έγκάρσιο άξονα πού διέρχεται από τό ΚΠ:**

$$\begin{aligned} P_{\text{ΚΠ}} &= 526930 - (32,84)^2 \times 408 \\ &= 526930 - 440010 \\ &= 86920 \text{ m}^4 \end{aligned}$$

στ) **Ροπή αδράνειας περί τόν διαμήκη άξονα συμμετρίας:**

$$I = \frac{\delta}{3} \cdot \frac{1}{12} \cdot \Sigma_5 = \frac{10}{3} \cdot \frac{1}{12} \cdot 7281 = 2022,5 \text{ m}^4$$

Οι παραπάνω τύποι μέ τούς όποιους βρίσκομε τά διάφορα στοιχεία τής ισάλου ισχύουν μόνο, όταν δίνονται όλόκληρα τά πλάτη καί σέ περίπτωση πού δίνεται τό μισό πλάτος τροποποιούνται όπως παρακάτω:

Έμβαδό:
$$E = 2 \cdot \frac{\delta}{3} \cdot \Sigma_1$$

Ροπή:
$$P_{oo} = 2 \cdot \frac{\delta}{3} \cdot \delta \cdot \Sigma_3$$

Άπόσταση ΚΠ από τόν άξονα οο:
$$= \frac{P_{oo}}{E} = \delta \cdot \frac{\Sigma_3}{\Sigma_1}$$

Ροπή αδράνειας περί τόν άξονα οο:
$$I_{oo} = 2 \cdot \frac{\delta^3}{3} \cdot \Sigma_4$$

Ροπή αδράνειας περί τόν άξονα συμμετρίας:

$$I = \frac{2^3 \delta}{3 \times 12} \cdot \Sigma_5 = \frac{2}{9} \cdot \delta \cdot \Sigma_5$$

Στόν Πίνακα 4.5.2 δίνεται ένα άκόμα παράδειγμα ύπολογισμού τών στοιχείων μιās ισάλου έπιφάνειας. Έχουν ληφθει τά ίδια στοιχεία μέ τό προηγούμενο παράδειγμα μέ τή διαφορά πώς ή άρχή τών άξόνων έχει ληφθει στή μέση του πλοίου.

Έμβαδό:
$$E = \frac{\delta}{3} \cdot \Sigma_1 = \frac{10}{3} \cdot 122,40 = 408 \text{ m}^2$$

Ροπή περί έγκάρσιο άξονα πού διέρχεται από τό μέσο:

$$P = \frac{\delta}{3} \cdot \delta (\Sigma_3 - \Sigma_2) \Rightarrow P = \frac{100}{3} \cdot 34,80 = 1160 \text{ m}^3$$

Άπόσταση κέντρου πλευστότητας από τό μέσο:

ΠΙΝΑΚΑΣ 4.5.2.

α/α	Πλάτη	Σ.Σ.	Γινόμεν. για έμβ.	M.B.	Γινόμενο για ροπή	M.B.	Γινόμεν. για ροπή άδρ. I _M	(Πλάτη) ³	Γινόμεν. για ροπή άδρ. I
1	0	1	0	3	0	3	0	0	0
2	5,00	4	20,0	2	40,0	2	80,0	125	500
3	7,50	2	15,0	1	15,0	1	15,0	422	844
4	9,00	4	36,0	0	0 Σ ₂ =55,0	0	0	729	2916
5	8,70	2	17,4	1	17,4	1	17,4	658	1316
6	7,40	4	29,6	2	59,2	2	118,4	405	1620
7	4,40	1	4,4	3	13,2 Σ ₃ =89,8	3	39,6	85	85
		Σ = 122,4	Σ ₃ - Σ ₂ = 34,8		Σ ₄ = 270,4		Σ ₅ = 7281		

$$= \frac{P}{E} = 10 \cdot \frac{34,80}{122,40} = 2,84$$

Ροπή αδράνειας περί άξονα πού διέρχεται από τό μέσο:

$$I_M = \frac{\delta}{3} \cdot \delta^2 \cdot \Sigma_4 \Rightarrow I_M = \frac{10}{3} \cdot 100 \cdot 270,4 = 90130 \text{ m}^4$$

Ροπή αδράνειας περί άξονα πού διέρχεται από τό κέντρο πλευστότητας:

$$\begin{aligned} &= 90130 - (2,84)^2 \cdot 408 \\ &= 90130 - 3290 \\ &= 86840 \text{ m}^4 \end{aligned}$$

Ροπή αδράνειας περί άξονα συμμετρίας:

$$= \frac{\delta}{3} \times \frac{1}{12} \times 7281 = 2022,5 \text{ m}^4$$

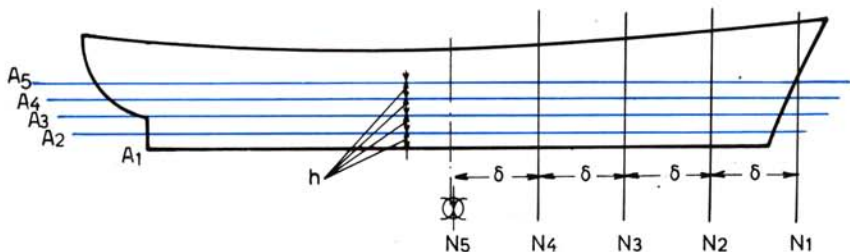
“Όπως είναι φυσικό, τά αποτελέσματα τών δύο ύπολογισμών συμπίπτουν. Σημειώνεται ότι στον ύπολογισμό τής ροπής τής έπιφάνειας πήραμε αντίθετο σημείο για τά τμήματα έκατέρωθεν του άξονα, καί έτσι αφαιρέθηκε από τή ροπή του πρυμναίου τμήματος ή ροπή του πρωραίου.

4.6 Ύπολογισμός ροπών καί κέντρων όγκων.

“Όπως αναπτύχθηκε στην παράγραφο 4.4, ό ύπολογισμός όγκου δέν διαφέρει από τον ύπολογισμό έμβαδών, παρά μόνο στην αντικατάσταση τών πλατών με τά αντίστοιχα έμβαδά τών τομών πού χρησιμοποιούνται. Με όμοιο τρόπο γίνεται καί ό ύπολογισμός τών ροπών του όγκου καί ό ύπολογισμός του κέντρου του όγκου.

Στό σχέδιο τών ναυπηγικῶν γραμμῶν τοῦ πλοίου καί ἀνάλογα μέ τό μήκος του προβλέπονται συνήθως 11 ἤ 21 ἐγκάρσιες ἰσαπέχουσες τομές, ἐνῶ γιά τίς παρίσάλους ἐπιλέγεται ἀριθμός ἐπαρκής γιά τήν ἀκρίβεια τῶν ὑπολογισμῶν.

Παρακάτω δίνονται παραδείγματα ὑπολογισμοῦ ὄγκου καί κέντρου ὄγκου μέ βάση τά ἐμβαδά τῶν ἰσαπεχουσῶν ἐγκαρσίων τομῶν καθώς καί τά ἐμβαδά ἰσαπεχουσῶν παρίσάλων, πού τά στοιχεῖα τους ἔχουν ἤδη ὑπολογισθεῖ. Γιά λόγους ἀπλότητας βάλουμε ἀντί γιά ἀριθμούς ψηφία. Στό σχῆμα 4.6α φαίνονται οἱ ἐγκάρσιες τομές καί οἱ παρίσαλοι. Στά σχήματα 4.6β καί 4.6γ φαίνονται μία τυπική ἐγκάρσιο τομή καί μία παρίσαλος ἀντίστοιχα.



Σχ. 4.6α.

Υπολογισμός ὄγκων καί κέντρου ὄγκων μέ βάση ἐγκάρσιες τομές.

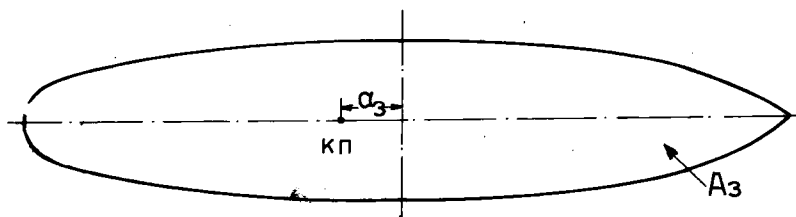
a/a	α Ἐπιφάν. τομῶν	β Σ.Σ.	γ = α × β Γινόμενα γιά ὄγκο	δ Μ.Β. διαμ. θέσ.	ε = γ × δ Γινόμενα γιά διαμή- κη θέση ΚΑ	ζ Κ.Ε. ἀπό τρόπιδα	η = ζ × γ Γινόμενα γιά κατακόρυφη θέση ΚΑ
1	N ₁	1	1 × N ₁	5	5 × N ₁	δ ₁	δ ₁ × (1 × N ₁)
2	N ₂	4	4 × N ₂	4	16 × N ₂	δ ₂	δ ₂ × (4 × N ₂)
3	N ₃	2	2 × N ₃	3	6 × N ₃	δ ₃	δ ₃ × (2 × N ₃)
4	N ₄	4	4 × N ₄	2	8 × N ₄	δ ₄	δ ₄ × (4 × N ₄)
5	N ₅	2	2 × N ₅	1	2 × N ₅	δ ₅	δ ₅ × (2 × N ₅)
6	N ₆	4	4 × N ₆	0		δ ₆	δ ₆ × (4 × N ₆)
7	N ₇	2	2 × N ₇	1	Σ ₂	δ ₇	δ ₇ × (2 × N ₇)
8	N ₈	4	4 × N ₈	2	2 × N ₇	δ ₈	δ ₈ × (4 × N ₈)
9	N ₉	2	2 × N ₉	3	8 × N ₈	δ ₉	δ ₉ × (2 × N ₉)
10	N ₁₀	4	4 × N ₁₀	4	6 × N ₉	δ ₁₀	δ ₁₀ × (4 × N ₁₀)
11	N ₁₁	1	1 × N ₁₁	5	16 × N ₁₀ 5 × N ₁₁	δ ₁₁	δ ₁₁ × (1 × N ₁₁)
			Σ ₁		Σ ₃		
					Σ ₄ = Σ ₃ - Σ ₂		Σ ₅

$$O = \delta\gamma\kappa\omicron\varsigma = \Sigma_1 \times \frac{\delta}{3}$$

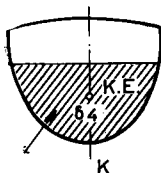
$$LCB = (\Delta\iota\alpha\mu. \theta\acute{\epsilon}\sigma\eta \text{ KA}) = \frac{P_{\Delta}}{O} = \frac{\delta/3 \times \delta \times \Sigma_4}{\delta/3 \times \Sigma_1} = \delta \times \frac{\Sigma_4}{\Sigma_1}$$

$$KB = (\text{Κατακ\omicron\rho\rho\iota\phi\eta \theta\acute{\epsilon}\sigma\eta \text{ KA}}) = \frac{P_K}{O} = \frac{\delta/3 \times \Sigma_5}{\delta/3 \times \Sigma_1} = \frac{\Sigma_5}{\Sigma_1}$$

Σημειώσεις: KA = Κέντρο Ἀντίωσης, KE = Κέντρο ἐπιφάνειας, P_{Δ} = Ροπή διαμήκης, P_K = Ροπή κατακρόρυφος.



Σχ. 4.6β.



Σχ. 4.6γ.

Υπολογισμός δγκων καί κέντρου δγκων μέ βάση παρισάλλους.

α/α	(α) Ἐπιφ. πα- ρισάλλων	(β) Σ.Σ.	$\gamma = \alpha \times \beta$ Γινόμεν. γιά δγκο	(δ) Μ.Β. γιά κατ/φη θέση KA	(ε) = $\gamma \times \delta$ Μ.Β. γιά κατ/φη θέση KA	(ζ) ΚΠ ἀπό κκ	(η) = (ζ) × (γ) Γιν. γιά διαμ. θέση KA
1	A_1	1	$1 \times A_1$	0	0	a_1	$a_1 (1 \times A_1)$
2	A_2	4	$4 \times A_2$	1	$1 \times (4A_2)$	a_2	$a_2 (4 \times A_2)$
3	A_3	2	$2 \times A_3$	2	$2 \times (2A_3)$	a_3	$a_3 (2 \times A_3)$
4	A_4	4	$4 \times A_4$	3	$3 \times (4A_4)$	a_4	$a_4 (4 \times A_4)$
5	A_5	1	$1 \times A_5$	4	$4 \times (1A_5)$	a_5	$a_5 (1 \times A_5)$
			Σ_1		Σ_2		Σ_3

$$O = \Sigma_1 \times \frac{h}{3}$$

$$LCB = (\text{Διαμ. θέση KA}) = \frac{P_{\Delta}}{O} = \frac{h/3 \times \Sigma_3}{h/3 \times \Sigma_1} = \frac{\Sigma_3}{\Sigma_1}$$

$$KB = (\text{Κατακ. θέση KA}) = \frac{P_K}{O} = \frac{h^2/3 \times \Sigma_2}{h/3 \times \Sigma_1} = h \times \frac{\Sigma_2}{\Sigma_1}$$

Σημείωση. Σύμφωνα με αυτά που αναφέρθηκαν στο Κεφάλαιο 2 για την Άντωση, ή συνισταμένη των υδροστατικών πιέσεων που εξασκούνται επάνω στη γάστρα πρέπει να διέρχεται από το γεωμετρικό κέντρο του όγκου της γάστρας, το οποίο καλείται και κέντρο Άντώσεως (Κ.Α.). Διά του συμβόλου \bar{x} χαρακτηρίζεται ή μέση τομή.

4.7 Άσκησης.

1. Η ίσαλος επιφάνεια ενός πλοίου, μήκους 53,34 m, έχει τα παρακάτω μετρηθέντα πλάτη σε 7 σημεία, που ισαπέχουν μεταξύ τους (πλάτη σε m).
0,76 - 2,59 - 3,81 - 4,27 - 4,08 - 2,92 - 0
Νά υπολογισθεί τό έμβαδόν της Ισάλου με τόν 1ο κανόνα του Simson.

Άπάντ. 330 m²

2. Τό μήκος της Ισάλου ενός πλοίου είναι 100,6 m. Τά μισά πλάτη της επιφάνειας της Ισάλου, σε σημεία που ισαπέχουν, είναι από πρύμνα τά εξής: (πλάτη σε m).
0 - 5,27 - 7,16 - 7,62 - 7,40 - 5,51 - 0

Υπολογίστε τό έμβαδόν, τή ροπή αδράνειας ως προς τό διαμήκη άξονα συμμετρίας καί τή θέση του κέντρου πλευστότητας της Ισάλου επιφάνειας, ως προς άξονα που διέρχεται από τήν πρυμναία κάθετο.

Άπάντ. 0,39 m από ΠΡ
17,035 m⁴
1140 m²

3. Τά έμβαδά (σε m²) των έγκαρσίων τομών ενός πλοίου μήκους 137,16 m, που βρίσκονται κάτω από τήν ίσαλο, σε σημεία κατά μήκος του πλοίου που ισαπέχουν, είναι τά εξής (άπό πρύμνης):
21,36 - 79,89 - 103,58 - 111,48 - 112,40 - 112,40 - 110,55 - 86,40 - 48,31 - 0

Νά υπολογισθεί ό όγκος του έκτοπίσματος καί ή διαμήκης θέση (LCB) του κέντρου άντώσεως (ΚΑ), από πρύμνης.

Άπάντ. 12335 m³ 3,67 m

4. Ένα πλοίο έχει τά παρακάτω έμβαδά Ισάλων επιφανειών που Ισαπέχουν μεταξύ τους, άπόσταση 0,914 m.

0 - 76,63 - 9,81 - 113,3 - 123,5 - 130 - 135,6 (m²)

Τό πλοίο πλέει σε βύθισμα που άντιστοιχεί στην ίσαλο κατασκευή. Νά υπολογισθεί τό έκτόπισμα σε θαλασσινό νερό, ειδικού βάρους 1,025 t/m³.

Νά βρεθεί επίσης ή κατακόρυφη θέση (KB) του κέντρου άντώσεως (ΚΑ) από τήν τροπίδα.

Άπάντ. 583,14 τόννοι 3,18 m

ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΠΕΜΠΤΟ

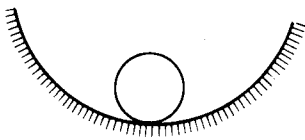
ΕΓΚΑΡΣΙΑ ΕΥΣΤΑΘΕΙΑ ΠΛΟΙΟΥ

5.1 Γενικά. Ίσορροπία.

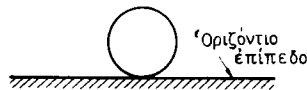
Όταν ένα σώμα δέν κινείται, βρίσκεται σέ ίσορροπία. Στά σχήματα 5.1α, 5.1β καί 5.1γ φαίνεται μία σφαίρα σέ ίσορροπία. Αν μέ τήν επενέργεια έξωτερικής δυνάμεως ή σφαίρα μετακινηθεῖ λίγο από τή θέση ίσορροπίας καί στή συνέχεια ή έξωτερική δύναμη πάψει νά επενεργεῖ, ή σφαίρα θά συμπεριφερθεῖ μέ διαφορετικό τρόπο σέ κάθε περίπτωση, ὡς ἐξῆς:

α) Ἡ σφαίρα θά ἐπανεέλθει στή θέση ἀρχικῆς ίσορροπίας (σχ. 5.1α). Τότε λέμε ὅτι τό σώμα βρίσκεται σέ κατάσταση **εὐσταθοῦς ίσορροπίας**.

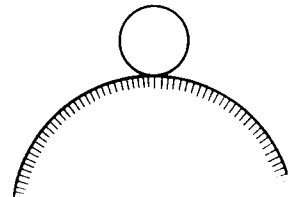
β) Ἡ σφαίρα θά ἠρεμήσει στή νέα της θέση (σχ. 5.1β). Τό σώμα βρίσκεται σέ κατάσταση **ἀδιαφόρου ίσορροπίας**.



Σχ. 5.1α.
Εὐσταθῆς Ίσορροπία.



Σχ. 5.1β.
Ἀδιάφορος Ίσορροπία.



Σχ. 5.1γ.
Ἀσταθῆς Ίσορροπία.

γ) Ἡ σφαίρα θά κυλήσει μακριά από τήν ἀρχική θέση ίσορροπίας (σχ. 5.1γ). Το σώμα βρίσκεται σέ κατάσταση **ἀσταθοῦς ίσορροπίας**.

Ἡ ίσορροπία ἑνός σώματος λέγεται **εὐσταθῆς**, ὅταν τό σώμα μετακινούμενο λίγο ἀπό τή θέση ίσορροπίας του τείνει νά ἐπανεέλθει σέ αὐτή.

Ἡ ίσορροπία ἑνός σώματος λέγεται **ἀδιάφορος**, ὅταν τό σώμα μετακινούμενο λίγο ἀπό τή θέση ίσορροπίας του παραμένει στή νέα του θέση.

Τέλος ή ίσορροπία ἑνός σώματος λέγεται **ἀσταθῆς**, ὅταν τό σώμα μετακινούμενο λίγο ἀπό τή θέση ίσορροπίας του τείνει νά ἀπομακρυνθεῖ ἀπό αὐτή ἀκόμα παραπάνω. Τά πλοῖα ἐπιφάνειας πρέπει προφανῶς νά ἔχουν εὐσταθῆ ἐγκάρσια ίσορροπία, ὥστε ὅταν παίρνουν ἐγκάρσιες κλίσεις κάτω ἀπό τήν ἐπιρροή ἐξωτερικῶν δυνάμεων (κυματισμοί, ἄνεμοι κλπ.), νά ἔχουν τήν τάση νά ἐπανεέλθουν στήν ὀρθια θέση, δηλαδή μέ τόν ἰστό κατακόρυφο.

5.2 Ίσορροπία σώματος πού επιπλέει.

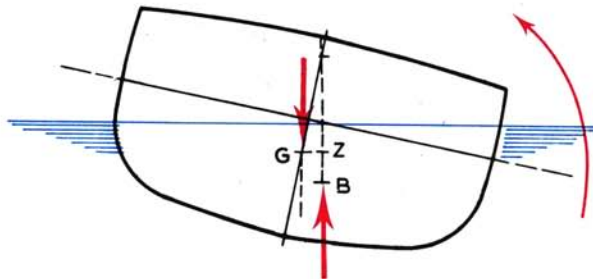
“Ένα σώμα πού επιπλέει στην ήρεμη επιφάνεια υγρού δέχεται τήν επίδραση δύο κατακορύφων δυνάμεων:

- α) **Τοῦ βάρους**, στό κέντρο βάρους.
- β) **Τῆς ἀντώσεως**, στό κέντρο ἀντώσεως.

“Όταν τό πλοῖο ἰσορροπεῖ, οἱ δύο δυνάμεις ἐνεργοῦν ἐπάνω στήν ἴδια κατακόρυφη καί εἶναι ἴσες καί ἀντίθετες.

“Αν δοθεῖ στό πλοῖο ἀπό ἐξωτερική δύναμη ἐγκάρσια κλίση, θά μεταβληθεῖ τό σχῆμα τοῦ ὄγκου τῶν ὑφάλων καί τό κέντρο ἀντώσεως θά ἀλλάξει θέση, ἀπομακρυνόμενο ἀπό τό διάμηκες ἐπίπεδο συμμετρίας πρὸς τήν πλευρά τῆς κλίσεως. Μέ τόν τρόπο αὐτό οἱ κατακόρυφες εὐθειῆς ἐνέργειας τῶν δύο δυνάμεων θά ἀποχωρισθοῦν καί θά δημιουργηθεῖ ζεῦγος δυνάμεων μέ ροπή ἴση πρὸς τό γινόμενο τῆς μιᾶς δυνάμεως ἐπί τήν κάθετη ἀπόσταση μεταξύ τῶν εὐθειῶν ἐνέργειας.

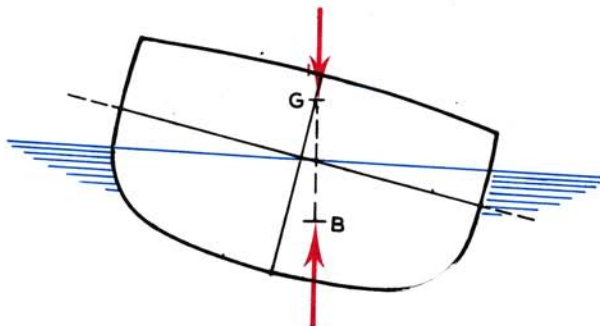
Στό σχῆμα 5.2α τό παραπάνω ζεῦγος δυνάμεων τείνει νά ἐπαναφέρει τό πλοῖο στήν ὀρθια θέση καί ἡ ροπή του καλεῖται **ροπή ἐπαναφορᾶς**. Ἡ κάθετη ἀπόσταση μεταξύ τῶν εὐθειῶν ἐνέργειας τῶν δύο δυνάμεων εἶναι ὁ μοχλοβραχίονας ἐπαναφορᾶς GZ. Στήν περίπτωση αὐτή τό πλοῖο βρίσκεται σέ εὐσταθῆ ἰσορροπία.



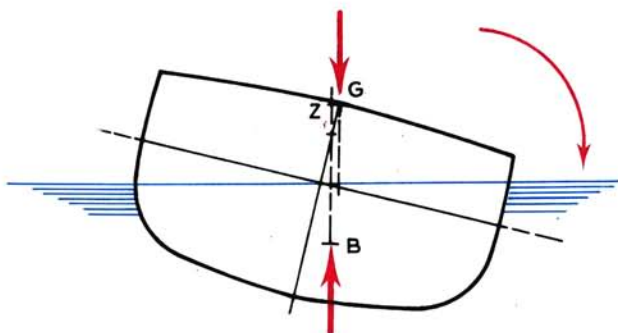
Σχ. 5.2α.

“Εστω ὅτι τό κέντρο βάρους τοῦ πλοῖου G βρισκόταν ψηλότερα, σέ τέτοια θέση, ὥστε, ὅταν τό πλοῖο πάρει μικρή ἐγκάρσια κλίση, ἡ δύναμη ἀντώσεως νά ἐνεργεῖ ἐπάνω σέ εὐθεία πού διέρχεται ἀπό τό κέντρο βάρους (σχ. 5.2β). Στήν κατάσταση αὐτή οἱ δύο δυνάμεις βάρους καί ἀντώσεως ἐνεργοῦν ἐπάνω στήν ἴδια εὐθεία καί ὁ μοχλοβραχίονας καί ἡ ροπή τοῦ ζεύγους εἶναι μηδενική. Στήν περίπτωση αὐτή τό πλοῖο βρίσκεται σέ **ἀδιάφορη** ἰσορροπία, δεδομένου ὅτι δέν ὑπάρχει ζεῦγος πού νά τείνει νά τό ἐπαναφέρει στήν ὀρθια θέση, ἀλλά οὔτε καί νά τείνει νά τόν ἀνατρέψει. Μεγαλύτερη αὔξηση τῆς ἐγκάρσιας κλίσεως θά ἐπιφέρει μεταβολή τῆς καταστάσεως ἰσορροπίας.

“Αν τό κέντρο βάρους βρισκόταν ἀκόμα περισσότερο πρὸς τά ἐπάνω, ὅπως στό σχῆμα 5.2γ, οἱ εὐθειῆς ἐνέργειας τῶν δύο δυνάμεων ἀποχωρίζονται, ὅταν τό πλοῖο πάρει ἐγκάρσια μικρή κλίση καί στήν περίπτωση αὐτή ἡ ροπή τῶν δύο δυνάμεων ὄχι μόνο δέν τείνει νά ἀποκαταστήσει τό πλοῖο στήν ὀρθια θέση, ἀλλά ἀντίθετα προκαλεῖ αὔξηση τῆς ἐγκάρσιας κλίσεως. Στήν περίπτωση αὐτή τό πλοῖο βρίσκεται σέ ἀσταθῆ ἰσορροπία. Ἡ ροπή πού δημιουργεῖται λέγεται **ροπή ἀνατροπῆς**.



Σχ. 5.2β



Σχ. 5.2γ.

καί ὁ μοχλοβραχίονας GZ λέγεται **μοχλοβραχίονας ἀνατροπῆς**. Ἀπό τὰ παραπάνω εἶναι φανερό ὅτι ἡ ἰσορροπία τοῦ πλοίου γίνεται πιο εὐσταθῆς ὅσο τό K . B . βρίσκεται χαμηλότερα.

5.3 Μετάκεντρο. Μετακεντρικό ὕψος.

Σέ μικρές γωνίες ἐγκάρσιας κλίσεως (μέχρι 7° ὡς 10°) τό σημεῖο τῆς τομῆς τῆς κατακορύφου πού περνᾶ ἀπό τό κέντρο ἀντώσεως, μέ τήν ἀρχική κατακόρυφο πού περνοῦσε ἀπό τό κέντρο ἀντώσεως, ὅταν ἡ κλίση τοῦ πλοίου ἦταν μηδενική, καλεῖται **μετάκεντρο**, θεωρεῖται σταθερό σημεῖο, καί χαρακτηρίζεται μέ τό γράμμα M .

Ἡ θέση τοῦ μετάκεντρο ἰσχυρῶς ἐπηρεάζεται ἀπό τήν εὐστάθεια τοῦ πλοίου. Ἔτσι, ὅπως φαίνεται καί ἀπό τὰ σχήματα 5.2α, 5.2β καί 5.2γ, ὅταν τό κέντρο βάρους τοῦ πλοίου εἶναι κάτω ἀπό τό μετάκεντρο, τό πλοῖο εἶναι εὐσταθές, ὅταν τό κέντρο βάρους συμπίπτει μέ τό μετάκεντρο, ἡ ἰσορροπία τοῦ πλοίου εἶναι ἀδιάφορη, ἐνῶ ὅταν τό κέντρο βάρους τοῦ πλοίου εἶναι ἐπάνω ἀπό τό μετάκεντρο τό πλοῖο εἶναι ἀσταθές.

Σχετικά μέ τήν ἐπιρροή πού ἀσκεῖ ἡ θέση τοῦ μετάκεντροι...

πλοίου τονίζεται ιδιαίτερα ότι τό μετάκεντρο θεωρείται ως σταθερό σημείο μόνο για μικρές γωνίες έγκάρσιας κλίσεως μέχρι 7° ως 10° .

Η παραπέρα εξέταση τής έγκάρσιας ευστάθειας βασίζεται σε σταθερό μετάκεντρο και ισχύει μόνο για μικρές γωνίες έγκάρσιας κλίσεως και καλείται συνήθως **άρχιική ευστάθεια** ή **ευστάθεια μικρών γωνιών κλίσεως**.

Η έγκάρσια ευστάθεια σε μεγάλες γωνίες κλίσεως θά εξετασθεϊ σε ιδιαίτερη παράγραφο αυτού του κεφαλαίου.

Η απόσταση GM μεταξύ του κέντρου βάρους G και του μετάκεντρου M καλείται **μετακεντρικό ύψος** και αποτελεί τό μέτρο τής άρχικης ευστάθειας των πλοίων. Συνήθως ή ύπαρξη ικανοποιητικής ευστάθειας αποτελεί ένδειξη ικανοποιητικής συμπεριφοράς του πλοίου και σε μεγάλες γωνίες έγκάρσιας κλίσεως.

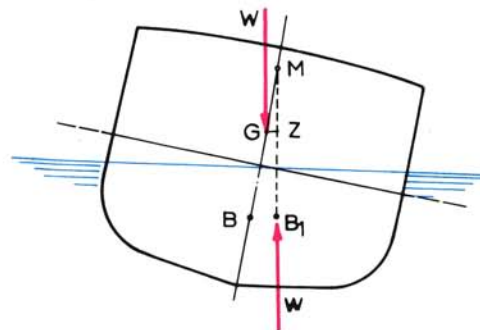
Τό μετακεντρικό ύψος καθορίζεται ως θετικό, όταν τό μετάκεντρο M βρίσκεται επάνω από τό κέντρο βάρους G και τό πλοίο έχει ευσταθή ισορροπία.

Όταν τό μετάκεντρο βρίσκεται κάτω από τό κέντρο βάρους του πλοίου, τό μετακεντρικό ύψος καθορίζεται ως άρνητικό και τό πλοίο έχει άσταθή ισορροπία στίς μικρές γωνίες κλίσεως περί τήν κατακόρυφο. Στήν περίπτωση αυτή τό πλοίο θά πάψει νά πλέει σε κατακόρυφη θέση άμέσως μόλις επιδράσει επάνω του πολύ μικρή έξωτερική δύναμη, και θά πάρει έγκάρσια κλίση, στήν όποία είναι δυνατό νά ισορροπήσει. Όταν τό άπόλυτο μέγεθος του άρνητικού μετακεντρικού ύψους είναι μικρό, ή παραπάνω έγκάρσια κλίση στήν όποία ισορροπεϊ τό πλοίο, μπορεί νά είναι σχετικά μικρή, όποτε άποφεύγεται ή άνατροπή του.

5.4 Μοχλοβραχίονας και ζεύγος άρχικης ευστάθειας.

Στό σχήμα 5.4 εικονίζεται πλοίο σε μικρή γωνία έγκάρσιας κλίσεως.

Τό ζεύγος των δυνάμεων άντώσεως και βάρους είναι ίσο πρός τό γινόμενο τής μιās από τίς δυνάμεις επί τήν άπόσταση των εύθειων ένέργειάς τους.



Σχ. 5.4

Έπομένως: Ζεύγος ευστάθειας = $W \cdot GZ$

όπου: W είναι τό έκτόπισμα και

GZ ό μοχλοβραχίονας ή άπόσταση μεταξύ των εύθειων ένέργειας των δύο δυνάμεων.

Έτσι τό ζεύγος ευστάθειας πού δημιουργεϊται τείνει νά έπαναφέρει τό πλοίο

πή θέση αρχικής ισορροπίας του και ονομάζεται ζευγος αρχικής ευστάθειας. Η κατάσταση ισορροπίας του πλοίου είναι εκείνη της ευστάθειας ισορροπίας, που αντιστοιχεί στο σχήμα 5.1α.

Από το ορθογώνιο τρίγωνο GZM προκύπτει:

$$GZ = GM \cdot \eta\mu\theta$$

Εφόσον το μετακέντρο M μπορεί να θεωρηθεί ως σταθερό σημείο για μικρές γωνίες κλίσεως,

Από τις σχέσεις αυτές προκύπτει:

$$ZE = \text{Ζευγος ευστάθειας} = W \cdot GM \cdot \eta\mu\theta$$

Σημείωση: Για μικρές γωνίες ($7^\circ - 10^\circ$) ισχύει κατά προσέγγιση η σχέση:

$$\eta\mu\theta = \epsilon\phi\theta = \theta^{\text{ακτ}} = \frac{\theta^\circ}{57,3}$$

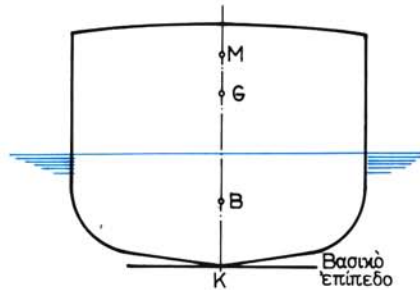
καί η σχέση γίνεται:

$$ZE = W \cdot GM \cdot \frac{\theta^\circ}{57,3}$$

5.5 Θέση του μετακέντρου και μετακεντρική ακτίνα.

Για να καθορισθεί αριθμητικά το μέγεθος του μετακεντρικού ύψους GM πρέπει να είναι γνωστή η θέση του μετακέντρου M και του κέντρου βάρους G του πλοίου σε σχέση προς ένα σταθερό επίπεδο. Ως τέτοιο επίπεδο επιλέγεται το βασικό επίπεδο κατασκευής. Έτσι (σχ. 5.5):

$$GM = KM - KG = KB + BM - KG$$



Σχ. 5.5.

Η απόσταση KB, δηλαδή η θέση του κέντρου άντώσεως, είναι δυνατό να υπολογισθεί όπως αναγράφεται στην παράγραφο 4.6. Η απόσταση BM μπορεί να αποδειχθεί ότι είναι ίση προς το πηλίκο της ροπής αδράνειας της ισάλου I περί τό διαμήκη άξονα διά του όγκου της γάστρας V, δηλαδή:

$$BM = \frac{I}{V}$$

Έτσι, $KM = KB + BM$ και η θέση του M καθορίζεται **μόνο** από τὰ γεωμετρικά στοιχεία (τό σχήμα) τῆς γάστρας τοῦ πλοίου καί τῆς ισάλου (δηλαδή σέ κάθε βύθισμα - ἴσαλο ἀντιστοιχεῖ ἕνα μόνο μετάκεντρο).

Ἡ ἀπόσταση BM καλεῖται **ἐγκάρσια μετακεντρική ἀκτίνα**. Ἡ θέση τοῦ κέντρου βάρους ἐξαρτᾶται **μόνο** ἀπό τή θέση καί τήν κατανομή τῶν διαφορῶν βαρῶν στό πλοῖο καί εἶναι ἀνεξάρτητη ἀπό τό σχήμα τῆς γάστρας καί ἀπό τό βύθισμα, δηλαδή γιά κάθε βύθισμα - ἴσαλο τό κέντρο βάρους μπορεῖ νά μεταβληθεῖ μέ μετακίνηση τῶν ἐπί μέρους βαρῶν τοῦ πλοίου.

Ὁ τρόπος καθορισμοῦ τῆς θέσεως τοῦ κέντρου βάρους τοῦ πλοίου ἀναπτύσσεται σέ ἄλλο κεφάλαιο.

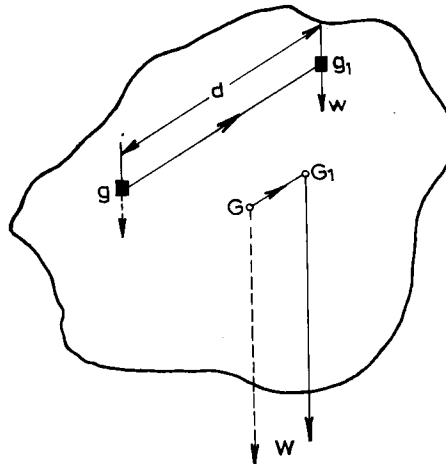
5.6 Μετακίνηση τοῦ κέντρου βάρους ἑνός συστήματος.

Ἄς θεωρήσουμε ἕνα σύστημα τό ὁποῖο ἔχει συνολικό βάρος W καί ἔχει τό κέντρο βάρους του στό σημεῖο G . Ἄν ἕνα μικρό ἀντικείμενο βάρους w πού ἀνήκει στό σύστημα μετατοπισθεῖ ἔτσι, ὥστε τό κέντρο βάρους τοῦ ἀντικειμένου νά μετακινηθεῖ ἀπό τή θέση g στή θέση g_1 , ἡ νέα θέση τοῦ κέντρου βάρους δίνεται ἀπό τή σχέση:

$$W \cdot GG_1 = w \cdot gg_1$$

ὅπου: G_1 εἶναι ἡ νέα θέση τοῦ κέντρου βάρους τοῦ συστήματος.

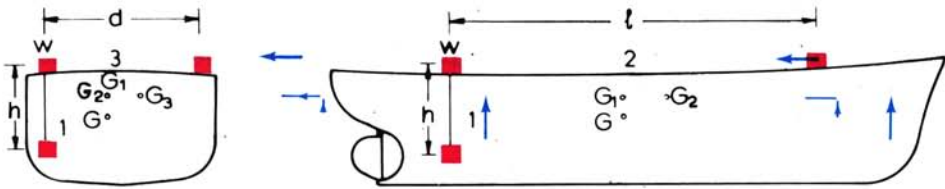
Ἡ παραπάνω σχέση προκύπτει παίρνοντας ροπές περί τήν ἀρχική θέση τοῦ κέντρου βάρους G (σχ. 5.6α).



Σχ. 5.6α.

Σημειώνεται ἰδιαίτερα ὅτι οἱ εὐθεῖες GG_1 καί gg_1 εἶναι παράλληλες καί ἐπομένως τό κέντρο βάρους ἑνός συστήματος μετατοπίζεται πάντα παράλληλα καί κατά τή διεύθυνση μετακινήσεως τοῦ κέντρου βάρους τοῦ μέρους ἢ τμήματος τοῦ συστήματος πού μετατοπίσθηκε.

Γιά να προσδιορίσουμε την επίδραση της μετακινήσεως βάρους w σέ πλοίο, συνηθίζεται για λόγους απλότητας να καθορίζονται οι συνιστώσες τών μετακινήσεων ως προς τά τρία βασικά επίπεδα, δηλαδή ή κατακόρυφη, ή εγκάρσια καί ή διαμήκης συνιστώσα τής μετακινήσεως.



Σχ. 5.6β.

Ἄν σέ πλοίο μετατοπισθεῖ βάρος του w ἀπό τό πρυμνιο κύτος ἀριστερά στο πρωαῖο κατάστρωμα δεξιά, εἶναι δυνατό νά ὑποθέσομε ὅτι ή μετατόπιση ἔγινε στά παρακάτω τρία διαδοχικά στάδια (σχ. 5.6β).

α) Κατακόρυφη μετατόπιση ἀπό τό κύτος κατ' ἀπόσταση h ἐπάνω στο κύριο κατάστρωμα. Τό κέντρο βάρους τοῦ πλοίου G θά μετακινηθεῖ κατακόρυφα πρὸς τά ἐπάνω κατ' ἀπόσταση:

$$GG_1 = \frac{w \cdot h}{W}$$

ὅπου: W εἶναι τό βάρος ἢ τό ἐκτόπισμα τοῦ πλοίου.

β) Διαμήκης μετατόπιση ἀπό τήν πρύμνη πρὸς τήν πῶρα κατ' ἀπόσταση l . Τό κέντρο βάρους τοῦ πλοίου θά μετακινηθεῖ πρὸς τήν πῶρα κατ' ἀπόσταση:

$$G_1G_2 = \frac{w \cdot l}{W}$$

γ) Τέλος ἐγκάρσια μετατόπιση ἀπό ἀριστερά πρὸς τά δεξιά κατ' ἀπόσταση d . Τό κέντρο βάρους τοῦ πλοίου θά μετακινηθεῖ πρὸς τήν ἴδια διεύθυνση κατ' ἀπόσταση:

$$G_2G_3 = \frac{w \cdot d}{W}$$

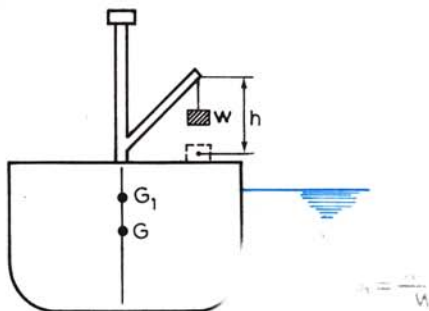
Ἄν προστεθεῖ βάρος w πάνω σέ πλοίο ἐκτοπίσματος W , μπορούμε νά ὑποθέσομε ὅτι ἀρχικά τό βάρος προστέθηκε στο κέντρο βάρους τοῦ πλοίου G καί στή συνέχεια μετακινήθηκε στήν ἐπιθυμητή θέση. Εἶναι προφανές πῶς οἱ παραπάνω τύποι ἐξακολουθοῦν νά ἰσχύουν, πλὴν ὁμως στόν παρονομαστή ἀντὶ τοῦ ἐκτοπίσματος W πρέπει νά βάλομε τό νέο αὐξημένο ἐκτόπισμα $W + w$.

Γιά τήν ἀφαίρεση βάρους w σέ ἀπόσταση g ἀπό τό κέντρο βάρους τοῦ πλοίου ἰσχύουν οἱ ἴδιοι τύποι ὅσον ἀφορᾷ τή μετακίνηση τοῦ νέου κέντρου βάρους, μέ τή διαφορά ὅτι στόν παρονομαστή μπαίνει τό νέο ἐλαττωμένο ἐκτόπισμα $W - w$ καί ἔτσι ή μετατόπιση πού ὑπολογίζεται βρίσκεται πρὸς τήν ἀντίθετη διεύθυνση τοῦ w .

Προκειμένου γιά προσθήκη, ἀφαίρεση, μετατόπιση κλπ., περισσοτέρων βαρῶν

Επάνω στο πλοίο είναι δυνατόν οι παραπάνω πράξεις να εκτελεστούν με μορφή πίνακα. Κατά την ανακρέμαση βαρών π.χ. λέμβων από τις έντοπιδες τους, φορτίων με γεραμούς ή φορτωτήρες, το σημείο εφαρμογής του βάρους θεωρείται ότι εφαρμόζεται στο σημείο ανακρεμάσεως. Το σημείο αυτό δεν είναι το άγκιστρο, αλλά το άκρο ή το σημείο του γερανού από όπου διέρχεται το συρματόσχοινο ανακρεμάσεως του βάρους.

Στό σχήμα 5.6γ φαίνεται ένας φορτωτήρας και η επίδραση στο κέντρο βάρους του πλοίου (G) της άνυψώσεως του βάρους w από το κατάστρωμα.



Σχ. 5.6γ.

5.7 Έγκάρσια κλίση λόγω μετακινήσεως βάρους μέσα στο πλοίο.

Αν μετακινηθεί το βάρος w έγκάρσια σε απόσταση d, το πλοίο με εκτόπισμα W θα πάρει τόση έγκάρσια κλίση, ώστε να ικανοποιούνται οι συνθήκες ισορροπίας, δηλαδή το κέντρο βάρους του πλοίου και το κέντρο άντώσεως να βρίσκονται πάνω στην ίδια κατακόρυφη γραμμή.

Εστω ότι η γωνία της έγκάρσιας κλίσεως, στην οποία θα ισορροπήσει το πλοίο, είναι θ (σχ. 5.7).

Αρχικά το κέντρο βάρους του πλοίου βρισκόταν στο σημείο G επάνω στο διάμηκες επίπεδο συμμετρίας. Λόγω της μετακινήσεως του βάρους w το κέντρο βάρους μετατοπίστηκε παράλληλα στη νέα θέση G_1 ώστε να είναι:

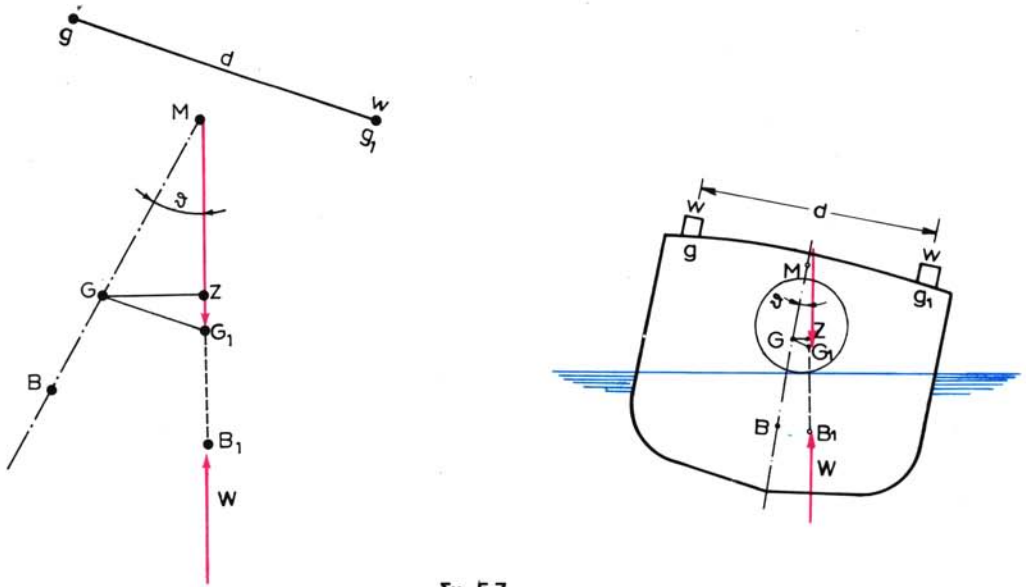
$$GG_1 = \frac{w \cdot gg_1}{W}$$

Επειδή το πλοίο ισορροπεί στη γωνία κλίσεως θ , η κατακόρυφος-πού διέρχεται από το κέντρο άντώσεως B_1 , επάνω στην οποία ενεργεί η άντωση, περνά από τη νέα θέση του κέντρου βάρους G_1 και από το μετάκεντρο M, αφού οι γωνίες κλίσεως υποθέτονται μικρές, ώστε να ισχύει η θεωρία του σταθερού μετάκεντρου.

Από το τρίγωνο G_1GM προκύπτει η σχέση:

$$GG_1 = GM \cdot \epsilon\phi\theta$$

και από τις δύο σχέσεις προκύπτει:



Σχ. 5.7.

$$w \cdot gg_1 = W \cdot GM \cdot \epsilon\phi\theta$$

Αν τοποθετήσουμε $gg_1 = d$, δηλαδή τήν απόσταση μετακινήσεως του βάρους w παραπάνω σχέση μπορεί να γραφεί:

$$GM = \frac{w \cdot d}{W \cdot \epsilon\phi\theta}$$

ή

$$\epsilon\phi\theta = \frac{w \cdot d}{W \cdot GM}$$

Από αυτούς τους δύο τύπους μπορεί να καθορισθεί τό μετακεντρικό ύψος GM ή η γωνία ἐγκάρσιας κλίσεως θ αν είναι γνωστά τά υπόλοιπα στοιχεία.

5.8 Τό πείραμα ευστάθειας.

Σέ προηγούμενα κεφάλαια αναπτύχθηκε ή σημασία τής θέσεως του κέντρου βάρους G σε συσχετισμό μέ τή θέση του μετάκεντρου και του κέντρου άντώσεως.

Ενώ ή θέση του μετάκεντρου και του κέντρου άντώσεως εξαρτώνται από τά γεωμετρικά στοιχεία (σχήματος) των ύφάλων, τό κέντρο βάρους του πλοίου είναι ανεξάρτητο από τό έκτόπισμα ή τό βύθισμα του πλοίου και εξαρτάται από τή θέση και τήν κατανομή των βαρών που βρίσκονται επάνω στο πλοίο. Έτσι για κάθε βύθισμα και έκτόπισμα υπάρχουν άπειρες θέσεις του κέντρου βάρους, ανάλογα μέ τό είδος και τρόπο φορτώσεως και έρματισμού του πλοίου.

Αν είναι γνωστή ή θέση του κέντρου βάρους του πλοίου σε μια καταστατική κατάσταση, είναι δυνατό με άναγωγή (λήψη ροπών) να προσδιορισθεί ή θέση του κέντρου βάρους του πλοίου σε οποιαδήποτε άλλη κατάσταση, εφόσον προσδιορισθούν τά προσθαφαιρούμενα βάρη και οι θέσεις τους.

Η κατακόρυφη θέση του κέντρου βάρους του πλοίου καθορίζεται συνήθως από την απόσταση του KG από τό βασικό επίπεδο, όπως καθορίζεται και ή θέση του κέντρου άντώσεως και του μετάκεντρου.

Γιά να καθορισθεί ή θέση του κέντρου βάρους του πλοίου γίνεται τό πείραμα ευστάθειας. Παίρνοντάς το ως βάση καθορίζεται τό βάρος και ή θέση του κέντρου βάρους του πλοίου γιά τήν κατάσταση πού έγινε τό πείραμα.

Η θέση του κέντρου βάρους του πλοίου είναι δυνατό να καθορισθεί και υπολογιστικά, εφόσον είναι γνωστά τά επί μέρους βάρη και ή θέση τους. Η εργασία αύτή είναι ιδιαίτερα κοπιαστική, γιατί απαιτείται ή λεπτομεριακή καταγραφή τών επί μέρους βαρών πού τοποθετούνται στό πλοίο, μαζί μέ τή διαμήκη, εγκάρσια και κατακόρυφη θέση τους.

Η θεωρία του πειράματος ευστάθειας βασίζεται στη σχέση:

$$GM = \frac{w \cdot d}{W \cdot \epsilon\phi\theta}$$

Τά στοιχεία του δεύτερου μέλους της παραπάνω σχέσεως προσδιορίζονται ως εξής:

α) w είναι τό βάρος πού κινείται εγκάρσια επάνω στό κατάστρωμα του πλοίου, μέ τό οποίο δημιουργείται ή μικρή εγκάρσια κλίση. Αυτό αποτελείται συνήθως από ένα ή περισσότερα βάρη πού έχουν ελεγχθεί μέ ακριβή ζύγιση.

β) d είναι ή απόσταση, κατά τήν οποία μετακινήθηκε τό παραπάνω βάρος, πού μπορεί εύκολα να μετρηθεί.

γ) W είναι τό βάρος ή έκτόπισμα του πλοίου. Αυτό καθορίζεται από τό υδροστατικό διάγραμμα ή από τήν καμπύλη έκτοπίσματος, αφού ελέγξομε και μετρήσομε τά βυθίσματα του πλοίου και τό ειδικό βάρος του νερού.

δ) Η $\epsilon\phi\theta$ (ή ή γωνία θ) προσδιορίζεται μέ τή μέτρηση της οριζόντιας μετακίνησης ενός ή περισσοτέρων έκκρεμών.

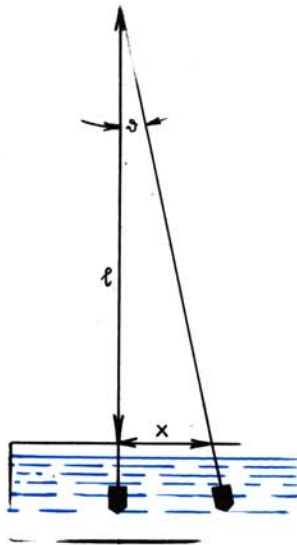
Έτσι:

$$\epsilon\phi\theta = \frac{x}{l}$$

που: x ή οριζόντια μετακίνηση του έκκρεμοῦς και
 l τό αρχικό μήκος του έκκρεμοῦς.

Τό έκκρεμές κρεμιέται σε τέτοια θέση, ώστε να έχει αρκετό μήκος. Στο ελεύθερο άκρο του τοποθετείται μικρό βάρος, πού αίωρείται μέσα σε δοχείο τό οποίο περιέχει νερό, γιά να εξαλειφθούν γρηγορότερα οι αίωρήσεις. Μιά βαθμολογημένη κλίμακα στό επάνω μέρος του δοχείου επιτρέπει τήν εύκολη καταγραφή της οριζόντιας μετακίνησης (σχ. 5.8).

Συνήθως κατά τήν έκτέλεση του πειράματος ευστάθειας μετακινούνται προς κάθε πλευρά δύο περίπου ίσα βάρη ή δύο ομάδες βαρών έτσι, ώστε να πάρομε έσσερα αποτελέσματα, από τά όποια υπολογίζεται ο μέσος όρος. Επίσης γιά με-



Σχ. 5^ο

υλύτερη ακριβεια τοποθετοϋνται 2 η 3 εκκρεμη κατα μηκος του πλοιοϋ.

Κατά τήν εκτέλεση του πειράματος εϋστάθειας λαμβάνονται τά παρακάτω μέρα, γιά νά εξασφαλισθοϋν οι καλύτερες συνθήκες, ὡστε νά βγοϋν ακριβή αποτελέσματα.

- α) Τό πλοίο πρέπει νά επιπλέει ελεύθερα.
 - β) Τά σχοινιά καί συρματόσχοινα μέ τά ὁποία ἔχει προσδεθεῖ τό πλοίο εἶναι χαλαρά.
 - γ) Οἱ δεξαμενές ὑγρῶν καί οἱ λέβητες πρέπει νά εἶναι γεμάτοι ἢ ἄδειοι.
 - δ) Τά κύτη πρέπει νά εἶναι στεγνά.
 - ε) Πρέπει νά επικρατεῖ ἄπνοια καί γαλήνη. Θά εἶναι καλύτερο τό πείραμα εϋστάθειας νά εκτελεῖται μέσα σέ μόνιμη δεξαμενή, γιά νά εξασφαλίζονται ἰδεώδεις ὄσο τό δυνατό συνθήκες.
 - στ) Ὅλα τά βάρη πάνω στό πλοίο πρέπει νά στερεωθοϋν ἔτσι, ὡστε νά μή μποροϋν νά μετακινηθοϋν.
 - ζ) Τό πλήρωμα πρέπει νά βγεῖ στήν ξηρά καί νά παραμείνει ἐπάνω στό πλοίο τό ἐλάχιστο ἀναγκαῖο προσωπικό σέ καθορισμένες θέσεις.
 - θ) Μηχανές, μηχανήματα πρέπει νά μή βρίσκονται σέ λειτουργία.
- Πρῖν ἀπό τήν εκτέλεση του πειράματος εϋστάθειας πρέπει ἐξάλλου νά καταγραφοϋν τά ἀκόλουθα στοιχεῖα:
- Πρωραῖο, πρυμναῖο καί μέσο βϋθισμα.
 - Εἰδικό βάρος του νεροϋ, στό ὁποῖο πλέει τό πλοίο.
 - Θέση τῶν προσθέτων βαρῶν πού ὑπάρχουν ἐπάνω στό πλοίο.
 - Κατάσταση ὄλων τῶν δεξαμενῶν ὑγρῶν.
- Στάθμη νεροϋ στοϋς λέβητες.
- Ἀριθμός καί θέση τῶν μελῶν του πληρώματος, πού παραμένουν στό πλοίο.

και του προσωπικού που απαιτείται για το πείραμα ευστάθειας.

– Βάρος κάθε ομάδας βαρών του πειράματος ευστάθειας.

Κατά τη διάρκεια του πειράματος ευστάθειας προσέχομε ώστε να τηρηθούν οι οδηγίες που αναπτύχθηκαν παραπάνω και να καταγράφονται οι αποκλίσεις των εκκρεμών όπως και οι αποστάσεις, κατά τις οποίες μετακινήθηκαν εγκάρσια τα βάρη του.

Μετά την εκτέλεση του πειράματος ευστάθειας και των σχετικών υπολογισμών θα προκύψει η τιμή του GM ($GM = \frac{w \cdot d}{W \cdot \epsilon\phi\theta}$ για την κατάσταση στην οποία έγινε το πείραμα και η θέση του κέντρου βάρους από τη σχέση:

$$KG = (KB + BM) - GM$$

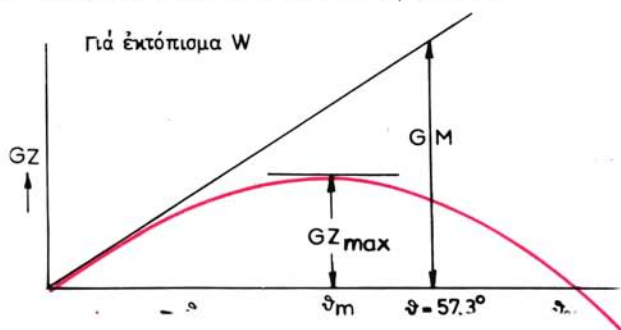
Η αρχική κλίση του πλοίου πρέπει να είναι ελάχιστη και η διαγωγή κατά το δυνατό μικρότερη.

Τό $KM = KB + BM$ καθορίζεται από το υδροστατικό διάγραμμα για το ύψος βύθισμα.

5.9 Ευστάθεια μεγάλων γωνιών εγκάρσιας κλίσεως.

Η γνώση της συμπεριφοράς του πλοίου όσον αφορά την ευστάθεια σε γωνία εγκάρσιων κλίσεων μεγαλύτερη από τις 7° ως 10° είναι απαραίτητη.

Ο πιο ικανοποιητικός τρόπος για να απεικονισθεί η ευστάθεια του πλοίου είναι η χάραξη της καμπύλης του μοχλοβραχίονα ευστάθειας GZ ή του ζεύγους ευστάθειας $W.GZ$ σε συνάρτηση με τη γωνία εγκάρσιας κλίσεως για ένα ορισμένο έκτοισμα και μία ορισμένη θέση του κέντρου βάρους G .



Σχ. 5.9α.

Στό σχημα 5.9α οίνεται, μια τέτοια καμπύλη στατικής ευσταθείας, όπως ονομάζεται, από την οποία μπορούν να προσδιορισθούν τα ακόλουθα στοιχεία:

- Ο μοχλοβραχίονας ευστάθειας GZ για κάθε γωνία εγκάρσιας κλίσεως.
- Τό αρχικό μετακεντρικό ύψος GM , τό όποιο προσδιορίζεται από την τεταγμένη της έφαπτομένης επάνω στην καμπύλη στην αρχή των άξόνων στη γωνία $\phi = 1 \text{ ακτ} = 57,3^\circ$.
- Η γωνία θ_m , στην όποία αντιστοιχεί ή μέγιστή τιμή του μοχλοβραχίονα GZ_{max} .

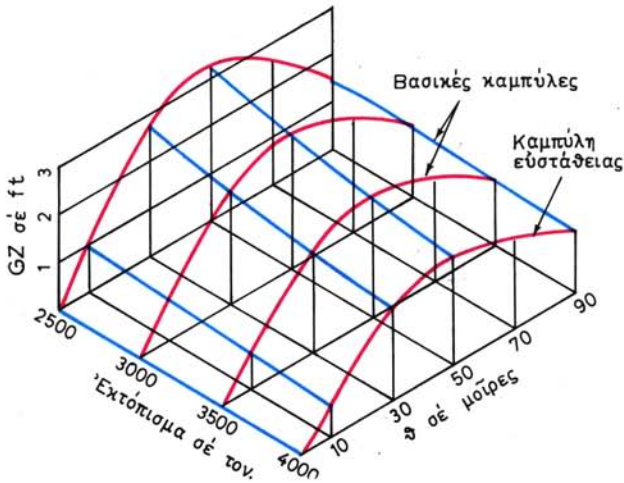
δ) Ἡ γωνία θ_{op} (ὄριακή) στήν ὁποία ὁ μοχλοβραχίονας μηδενίζεται πάλι καί ἡ ὁποία προσδιορίζει τό ὄριο τῆς εὐστάθειας, πέρα ἀπό τό ὁποιοῦ τό πλοῖο ἀνατρέπεται, ἐπειδή ὁ μοχλοβραχίονας γίνεται ἀρνητικός.

ε) Ἡ δυναμική εὐστάθεια, γιά τήν ὁποία θά μιλήσομε παρακάτω.

Μιά μόνο καμπύλη στατικής εὐστάθειας δέν δίνει ἐπαρκεῖς πληροφορίες σέ αὐτούς πού χειρίζονται τά πλοῖα, γι' αὐτό καί τά πλοῖα ἐφοδιάζονται μέ περισσότερες καμπύλες εὐστάθειας σέ διάφορα ἐκτόπισματα. Γιά τά φορτηγά πλοῖα εἶναι πιό συνηθισμένο νά χαράζονται καμπύλες εὐστάθειας γιά πολλές τυπικές καταστάσεις φορτώσεως, ὅποτε κάθε καμπύλη ἀντιστοιχεῖ σέ **ἓνα (1) ἐκτόπισμα καί μία (1) θέση τοῦ κέντρου βάρους τοῦ πλοίου.**

Στά στάδια μελέτης καί σχεδιάσεως τῶν πλοίων χαράζονται οἱ **βασικές καμπύλες στατικής εὐστάθειας** (Cross curves of Stability). Οἱ καμπύλες αὐτές ἀπεικονίζουν τήν εὐστάθεια τοῦ πλοίου σέ διάφορα ἐκτόπισματα γιά **μιά (1) ὑποθετική θέση τοῦ κέντρου βάρους τοῦ πλοίου**, δίνουν δηλαδή τό μοχλοβραχίονα εὐστάθειας γιά διάφορα ἐκτόπισματα σέ διάφορες γωνίες ἐγκάρσιας κλίσεως.

Στό σχῆμα 5.9β ἀπεικονίζονται σέ τριαξονικό σύστημα οἱ καμπύλες εὐστάθειας γιά διάφορα ἐκτόπισματα καί στό σχῆμα 5.9γ ἀπεικονίζονται οἱ βασικές καμπύλες εὐστάθειας ἐπάνω σέ ἐπίπεδο ἀξονικό σύστημα.

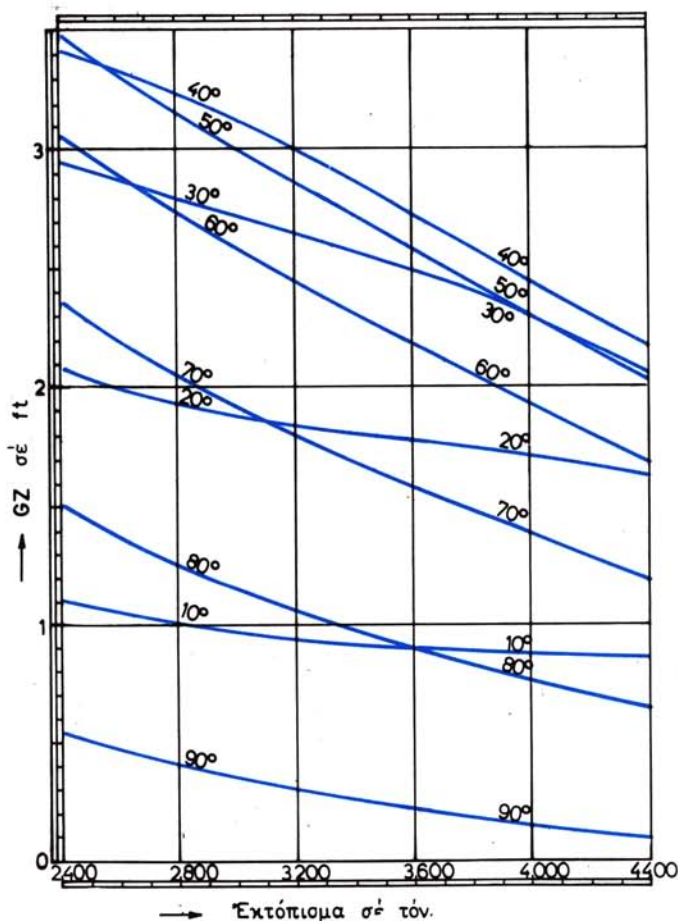


Σχ. 5.9β.

Ὅταν ἔχουν χαραχθεῖ οἱ παραπάνω καμπύλες, εἶναι δυνατή ἡ χάραξη καμπύλης στατικής εὐστάθειας γιά ὁποιοδήποτε ἐκτόπισμα καί γιά ὁποιαδήποτε θέση κέντρου βάρους τοῦ πλοίου.

5.10 Δυναμική εὐστάθεια.

Στό σχῆμα 5.10α ἀπεικονίζεται μία καμπύλη ζευγους εὐστάθειας γιά ἐκτόπισμα καί μία θέση τοῦ κέντρου βάρους τοῦ πλοίου G.



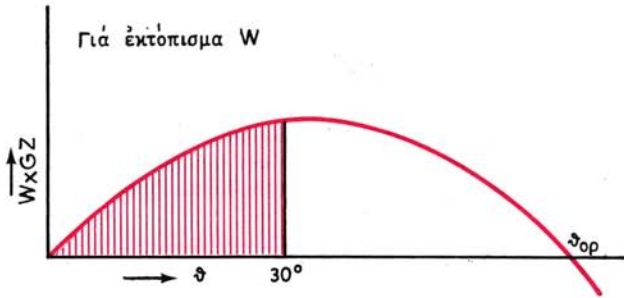
Σχ. 5.9γ.

Τό ἔργο τό ὁποῖο πρέπει νά καταβληθεῖ γιά νά πάρει τό πλοῖο γωνία ἐγκάρσιας κλίσεως, λέγεται **δυναμική εὐστάθεια** καί εἶναι ἴσο μέ τό σκιασμένο ἔμβαδό, τό ὁποῖο περικλείεται ἀπό τήν καμπύλη εὐστάθειας καί τήν τεταγμένη στή γωνία κλίσεως.

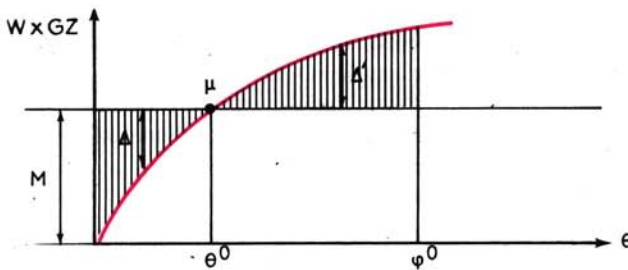
Γιά νά ἀνατραπεῖ τό πλοῖο πρέπει νά καταβληθεῖ ἔργο ἴσο μέ τό ἔμβαδό ὁλόκληρης τῆς ἐπιφάνειας κάτω ἀπό τήν καμπύλη εὐστάθειας μέχρι τή γωνία θ_{op} . Ἐπομένως ἡ δυναμική εὐστάθεια ἔχει ἰδιαίτερη σημασία γιά τήν ἀσφάλεια τοῦ πλοίου, γιατί δίνει τό ἔργο πού πρέπει νά καταβληθεῖ γιά τήν ἀνατροπή τοῦ πλοίου.

Ἀπό τήν καμπύλη ζεύγους εὐστάθειας τοῦ πλοίου μπορούμε νά καθορίσουμε τή γωνία κλίσεως στήν ὁποία θά ἰσορροπήσει τό πλοῖο κάτω ἀπό τήν ἐνέργεια μιᾶς ροπῆς ἀνατροπῆς M , ὅταν ἡ γωνία αὕτη ὑπερβαίνει τίς $7^\circ - 10^\circ$. Ὄποτε ὁ ὑπολογισμός μέ βάση τό GM τῆς παραγράφου 5.7 δέν ἰσχύει.

Ἡ γωνία αὕτη θα ἀντιστοιχεῖ στο σημεῖο μ , ὅπου ἡ παραλληλος πρὸς τόν ὀριζόντιο ἀξονα, πού ἀπέχει ἀπό αὐτόν κατά τό μέγεθος M , τέμνει τήν καμπύλη ζεύγους εὐστάθειας, ὅποτε τό ζεύγους ἀνατροπῆς ἰσορροπεῖται ἀπό ἴσο καί ἀντίθετο ζεύγους εὐστάθειας, πού τείνει νά ἀνορθώσει τό πλοῖο (σχ. 5.10β).



Σχ. 5.10α.



Σχ. 5.10β.

Αυτό προφανώς ισχύει εφόσον η ροπή ανατροπής εφαρμόζεται αϋξάνομενη άργά, ώστε τό πλοίο νά πάρει τήν κλίση σιγά-σιγά καί τελικά νά σταματήσει στή γωνία θ° . Άν όμως η ροπή ανατροπής έπιβληθεί άπότομα, άν π.χ. έναποθέσομε άπότομα ένα πρόσθετο βάρος στήν πλευρά του καταστρώματος, όταν τό πλοίο θά φθάσει τή γωνία κλίσεως θ° , θά έχει αναπτύξει μιά ταχύτητα περιστροφής, ή όποία θά αύξησει τή γωνία έγκάρσιας κλίσεως πέρα από τή γωνία θ° καί θά φθάσει τελικά στή γωνία ϕ° .

Σέ όλη τή διαδρομή από 0° ως θ° ή ροπή ανατροπής M είναι μεγαλύτερη από τή ροπή άνορθώσεως $W \times GZ$ καί έπομένως ή ταχύτητα περιστροφής αύξάνεται συνεχώς από τήν έπιρροή τής διαφοράς Δ αύτων των δύο ροπών. Άπό τή γωνία θ° ως τή ϕ° , ή ροπή άνορθώσεως $W \times GZ$ είναι μεγαλύτερη από τή ροπή ανατροπής M πού εξακολουθεί νά έπενεργεί καί ή διαφορά Δ' αύτων των δύο ροπών τείνει νά άνορθώσει τό πλοίο καί, έπομένως, νά έπιβραδύνει συνεχώς τήν περιστροφή, μέχρις ότου τό πλοίο πάψει νά περιστρέφεται άλλο στήν κλίση ϕ° .

Ή διαφορά Δ των ροπών παράγει ένα έργο περιστροφής από 0° ως ϕ° , τό όποιο πρέπει νά υπερικηθεί (άπορροφηθεί) από τή διαφορά Δ' πού τείνει νά άνορθώσει τό πλοίο καί παράγει έργο άνορθώσεως από θ° ως ϕ° .

Σύμφωνα μέ τά παραπάνω τά δύο αυτά έργα πρέπει νά είναι ίσα μέ τά αντίστοιχα σκιασμένα έμβάδα του σχήματος, τά όποια, έπομένως, πρέπει νά είναι μεταξύ τους ίσα.

Έπομένως ή γωνία ϕ° , όπου θά σταματήσει νά κλίνει τό πλοίο, βρίσκεται μέ τήν εξίσωση των δύο έμβαδών.

Τό πλοίο, βέβαια, άν καί δέν αύξάνει τήν κλίση του πέρα από τή γωνία ϕ° , δέν ίσορροπεί εκεί, ά φου βρίσκεται κάτω από τήν έπιρροή μιάς άνορθωτικής διαφοράς ροπών Δ' , αλλά άρχίζει νά έπανερχεται πρós τά άριστερά, ξεκινώντας έτσι, μιά νέα φάση κινήσεων, πού είναι άκριβώς ή αντίθετη από τήν προηγούμενη, μέχρις ότου φθάσει στή γωνία 0° , κλείνοντας έτσι, μισό κύκλο ταλαντώσεως καί ξεκινώντας τον έπόμενο μισό κύκλο, παρόμοιο αλλά πρós τήν αντίθετη πλευρά. Τό φαινόμενο θά έπαναλαμβανόταν έπ' άπειρο άν οι τριβές του ρευστού πού περιβάλλει τό πλοίο δέν άπορροφούσαν

ένα μέρος από τό έργο περιστροφής κάθε κύκλου, ώστε σιγά-σιγά νά μειώνεται τό εύρος ταλαντεύσεων, μέχρις ότου τελικά τό πλοίο νά ήρεμήσει στή γωνία θ° **στατικής ίσορροπίας**.

Άπότομη έπιβολή ροπής άνατροπής συναντάμε στήν πράξη, σέ περίπτωση π.χ. άπότομης πνοής ίσχυρου άνέμου. Άπό τά παραπάνω βλέπομε ότι σέ μία τέτοια περίπτωση, τό πλοίο μπορεί νά πάρει άπότομα πολύ μεγαλύτερη κλίση Φ° , από εκείνη πού θά πάρει τελικά όταν μετά από τήν πάροδο σχετικού χρόνου ήρεμήσει σέ μία κλίση θ° στατικής ίσορροπίας, κάτω από τήν έπιρροή του άνέμου σταθερής δυνάμεως, πού συνεχίζει νά πνέει (άν βέβαια δέν έχει ήδη άνατραπεί).

Άπό τά παραπάνω είναι φανερό ή μεγάλη σημασία τής δυναμικής ευστάθειας στήν ασφάλεια του πλοίου.

5.11 Έπίδραση έλευθέρων έπιφανειών ύγρων στήν άρχική ευστάθεια.

Όταν αναπτύξαμε τή στατική ευστάθεια των πλοίων θεωρήθηκε ότι τό κέντρο βάρους τους παρέμεινε σταθερό ανεξάρτητα από τίς κινήσεις του πλοίου. Στήν περίπτωση των στερεών αντικειμένων αυτό είναι δυνατό νά πραγματοποιηθεί, άν τά αντικείμενα είναι προσαρτημένα σταθερά πάνω στήν κατασκευή του πλοίου.

Έφόσον όμως πρόκειται γιά ύγρά, τό κέντρο βάρους τους μένει άμετάθετο κατά τίς διάφορες κινήσεις του πλοίου **μόνον** όταν τά ύγρά **γεμίζουν τελείως** τίς δεξαμενές τους. Έφόσον ή δεξαμενή ή τό διαμέρισμα πού περιέχει ύγρά έχει γεμίσει μερικώς, τό ύγρά έχει τάση νά μετακινείται λόγω των κινήσεων του πλοίου γιά νά διατηρήσει τήν έπιφάνειά του οριζόντια. Στήν περίπτωση αυτή ή έπιφάνεια του ύγρου καλείται **έλεύθερη έπιφάνεια**.

Έλεύθερες έπιφάνειες υπάρχουν στήν πράξη πάντοτε στό πλοίο, όπως π.χ.:

Στίς έν χρήσει δεξαμενές νερού καί καυσίμου.

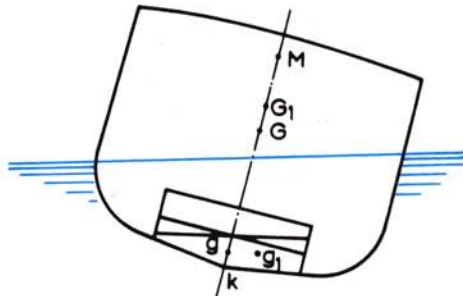
Στίς δεξαμενές πού δέν είναι γεμάτες.

Στά κύτη χώρων μηχανών, όπου συγκεντρώνονται ύγρά από άπώλειες (σεντίνες).

Στό σχήμα 5.11α άπεικονίζεται έγκάρσια τομή πλοίου μέ δεξαμενή πού περιέχει ύγρά μέ έλεύθερη έπιφάνεια.

Στήν περίπτωση μικρής έγκάρσιας κλίσεως φαίνεται από τό σχήμα ότι τό κέντρο βάρους του ύγρου g θά μετακινηθεί στή θέση g_1 , δηλαδή πρós τήν πλευρά τής κλίσεως. Η μετακίνηση αυτή του ύγρου πρós τήν πλευρά τής κλίσεως ύποβοηθεί τήν έγκάρσια κλίση ή μειώνει τό ζεύγος ευστάθειας.

Μπορεί νά άποδειχθεί ότι τό άποτέλεσμα τής επίδράσεως τής έλεύθερης έπι-



Σχ. 5.11α.

φάνειας θαλάσσιου νερού ισοδυναμεί με μείωση του μετακεντρικού ύψους GM κατά ποσό:

$$GG_1 = \frac{i}{V} \quad \text{δηλαδή} \quad G_1M = GM - GG_1$$

όπου: i είναι η ροπή αδράνειας της ελεύθερης επιφάνειας του υγρού, περί διαμήκη άξονα που διέρχεται από το κέντρο επιφάνειας της δεξαμενής και V ο όγκος των υφάλων του πλοίου.

Επομένως, ενώ το αρχικό χωρίς επίδραση ελευθέρων επιφανειών ζεύγος ευστάθειας του πλοίου (ZE) ήταν:

$$ZE = W \cdot GM \cdot \eta\mu\theta$$

τό ζεύγος ευστάθειας με επίδραση ελευθέρων επιφανειών θα γίνει:

$$ZE = W \cdot \left(GM - \frac{i}{V} \right) \cdot \eta\mu\theta.$$

Επομένως η μείωση του μετακεντρικού ύψους και του ζεύγους ευστάθειας λόγω της επίδρασης των ελευθέρων επιφανειών μπορεί να θεωρηθεί ότι οφείλεται σε φαινομενική ανύψωση του κέντρου βάρους του πλοίου από τη θέση G στη θέση G_1 κατά την απόσταση $GG_1 = i/V$.

Όσα αναπτύχθηκαν παραπάνω ισχύουν για την περίπτωση ελεύθερης επιφάνειας δεξαμενής ή χώρου που περιέχει θαλάσσιο νερό, ή γενικά για πλοίο που πλέει σε υγρό ίδιου ειδικού βάρους με αυτό του υγρού που έχει ή δεξαμενή.

Για οποιοδήποτε άλλο υγρό ειδικού βάρους δ ή μείωση του μετακεντρικού ύψους GM είναι ίση προς:

$$GG_1 = \frac{i \cdot \frac{\delta u}{\delta\theta}}{V} = \frac{i \cdot \delta u}{V \cdot \delta\theta} = \frac{i \cdot \delta u}{W}$$

όπου: δu τό ειδικό βάρος του υγρού της δεξαμενής και

$\delta\theta$ τό ειδικό βάρος του υγρού όπου πλέει τό πλοίο.

Σύμφωνα με τά παραπάνω είναι προφανές ότι η επίδραση από την ελεύθερη επιφάνεια υγρών στην αρχική ευστάθεια δέν επηρεάζεται από την ποσότητα του υγρού.

Σε άκραίες περιπτώσεις, δηλαδή δεξαμενών με πολύ λίγο υγρό ή σχεδόν γεμάτων, καθώς και σε περιπτώσεις μεγάλων γωνιών έγκάρσιας κλίσεως (ευστάθεια μεγάλων γωνιών) η επίδραση είναι μικρότερη.

Η επίδραση των ελευθέρων επιφανειών επί της ευστάθειας ενός πλοίου μπορεί να είναι πολύ δυσμενής αν ληφθεί υπόψη η άθροιστική ιδιότητα γι' αυτό πρέπει να λαμβάνεται πρόνοια μειώσεως των ελευθέρων επιφανειών που βρίσκονται μέσα στό πλοίο. Τά παρακάτω δύο μέτρα είναι εύκολα και πρακτικά:

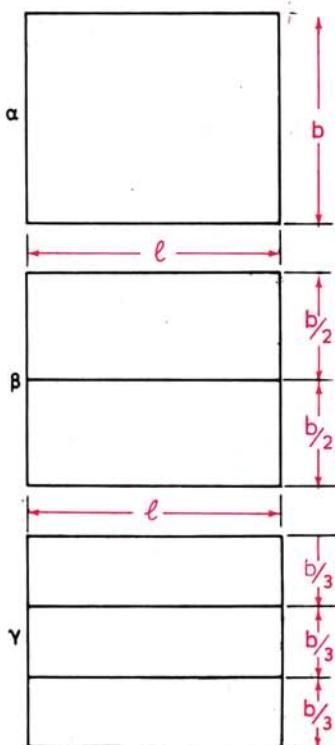
- α) Τά υγρά που βρίσκονται μέσα στά κύτη πρέπει να **άντλοῦνται** συχνά.
- β) Οι δεξαμενές υγρών πρέπει να άπαντλοῦνται συστηματικά έτσι ώστε να ξ

χουν ελεύθερη επιφάνεια μόνο οι δεξαμενές που χρησιμοποιούνται.

Γιά να μειωθεί ή επίδραση των ελευθέρων επιφανειών υγρών που περιέχουν ο δεξαμενές των πλοίων, αυτές υποδιαιρούνται κατά μήκος με στεγανές φρακτές. Ή επίδραση αυτής της υποδιαιρέσεως φαίνεται από τό παρακάτω παράδειγμα, στό ό ποίο μία δεξαμενή πλάτους b , καί μήκους l υποδιαιρέθηκε μέ μία καί δύο ίσαπέχουσες διαμήκεις φρακτές (σχ. 5.11β).

Μέ τήν υποδιείρηση τής δεξαμενής μέ μία φρακτή ή επίδραση τής ελεύθερης επιφάνειας μειώθηκε στό $1/4$, ενώ μέ τήν υποδιείρηση μέ δύο φρακτές ή επίδραση μειώθηκε στό $1/9$ τής αρχικής.

Γί αυτό τό λόγο, όπως αναφέρθηκε στό πείραμα ευστάθειας, οι δεξαμενές πρέπει να είναι άδειες ή γεμάτες (βλέπε Κεφ. 5 Παρ. 8). Επίσης πρέπει να αναφέρεται ή κατάσταση όλων των δεξαμενών ώστε, σε περίπτωση που αυτό δεν είναι δυνατό για μερικές δεξαμενές, να υπολογίζεται ή διόρθωση του κέντρου βάρους για τις ελεύθερες επιφάνειες αυτών των δεξαμενών, σύμφωνα με τους παραπάνω τύπους.



$$i = \frac{lb^3}{12}$$

$$i = 2 \cdot \left[\frac{l(b/2)^3}{12} \right] = \frac{1}{4} \times \frac{lb^3}{12}$$

$$i = 3 \cdot \left[\frac{l(b/3)^3}{12} \right] = \frac{1}{9} \times \frac{lb^3}{12}$$

Σχ. 5.11β.

Παράδειγμα.

Πλοίο έκτοπίσματος $W = 650$ τόννων μέσα στη θάλασσα έχει μετακεντρικό \bar{u}

πος GM = 0,414 m, τό όποιο προέκυψε άπό τά ύδροστατικά στοιχεία καί τη θέση τοϋ κέντρου βάρους (G) πού μās δόθηκε. Νά βρεθεί ή επίδραση τής έλεύθερης έπιφάνειας τών παρακάτω δεξαμενών.

Περιγραφή (είδος) Δεξαμενής	Άριθμός Δεξαμ.	Διαστάσεις (m)		Εϊδικό Βάρος ύγρου ύ (Τόννοι/m ³)
		Πλάτος	Μήκος	
Καυσίμου	1	3,65	1,83	0,920
Έρματος	1	4,57	3,65	1,025
Πόσιμου νερού	2	2,44	1,22	1,000

Γιά νά βρεθεί ή μειωμένη τιμή τοϋ GM θά ύπολογισθεί γιά κάθε έλεύθερη έπιφάνεια ή επίδραση επί τοϋ GM, τό μέγεθος δηλαδή GG₁:

α) Δεξαμενή καυσίμου:

$$(GG_1)_{\text{καυσ.}} = i_k \times \frac{1}{W} \times \delta_{\text{καυσ.}} = \frac{1,83 \times 3,65^3}{12} \times \frac{1}{650} \times 0,920$$

δηλαδή: $(GG_1)_{\text{δεξ. καυσ.}} = 0,010 \text{ m}$

2) Δεξαμενή έρματος:

$$(GG_1)_{\text{έρομ.}} = i_{\text{ερ}} \times \frac{1}{W} = \frac{3,65 \times 4,57^3}{12} \times \frac{1}{650} = 0,045 \text{ m}$$

Δεξαμενή ποσιμου νερού:

$$(GG_1)_{\text{π.νερ.}} = (\text{Άριθ. δεξ.}) \times i_{\text{π.νερ.}} \times \frac{1}{W} \delta_{\text{ποσ.νερ.}} =$$

$$2 \times \frac{1,22 \times 2,43^3}{12} \times \frac{1}{650} \times 1,000 = 0,005 \text{ m}$$

Μέ άθροιση τών επί μερους επιδράσεων προκύπτει ή μειωμένη τιμή τοϋ GM:

$$(G_1M) = 0,414 - (0,010 + 0,045 + 0,005) = 0,355 \text{ m}$$

Έτσι ή άρχική εϋστάθεια τοϋ πλοίου μειώθηκε άπό τήν επίδραση τών έλευθέων έπιφανειών, όπως προκύπτει άπό τή νέα μειωμένη τιμή τοϋ μετακεντρικού ύψους G₁M.

12 Κριτήρια εϋστάθειας.

Γιά λόγους ασφάλειας αλλά καί λόγω έμπειρίας έχουν καθιερωθεί κριτήρια στατικής καί δυναμικής εϋστάθειας. Τά κριτήρια αυτά διατυπώνονται συνήθως μέ τήν παρακάτω μορφή:

α) Έλάχιστης άπαιτήσεως μετακεντρικού ύψους GM στήν εϋστάθεια μικρών σιγών κλίσεως.

β) Έλάχιστης άπαιτήσεως μοχλοβραχίονα εϋστάθειας GZ σέ όρισμένες γωνίες.

γ) Ἐλάχιστης δυναμικῆς εὐστάθειας (βλέπε Κεφάλαιο 5, Παράγρ. 10).

Παρακάτω μνημονεύονται ἔνδεικτικά καί πολύ συνοπτικά μερικά ἀπό τά ἰσχύοντα κριτήρια, τά ὁποῖα ἔχουν καθιερωθεῖ:

- α) Μέ διεθνεῖς κανονισμούς.
- β) Μέ ἐθνικούς κανονισμούς.
- γ) Ἀπό τοὺς Νηογνώμονες.

Ἔτσι, γιά κάθε μιά ἀπό τίς παραπάνω περιπτώσεις, ἰσχύουν συνοπτικά τά παρακάτω.

α) Διεθνῆς Σύμβαση ΠΑΖΕΘ.

Σέ αὐτή προβλέπονται κριτήρια εὐστάθειας γιά τά ἐπιβατηγά πλοῖα σέ κατάσταση βλάβης. Συγκεκριμένα ἀπαιτεῖται ἡ ὑπαρξη ἐπαρκoῦς μετακεντρικοῦ ὕψους GM ἔτσι, ὥστε μετά ἀπό βλάβη τό πλοῖο νά ἔχει θετικό GM τουλάχιστον 0,05 m ἢ σέ περίπτωση ἀσύμμετρης βλάβης ἡ γωνία ἐγκάρσιας κλίσεως νά μὴν ὑπερβαίνει ὁρισμένα ὅρια.

Ἐπίσης προβλέπονται κριτήρια γιά τή φόρτωση σιτηρῶν.

β) Ἐθνικοί Κανονισμοί.

Διάφορα κράτη ἔχουν καθιερώσει μέ ἐθνικούς κανονισμούς κριτήρια εὐστάθειας. Ἡ Ἑλλάδα πέρα ἀπό τήν ἐφαρμογή τῆς ΠΑΖΕΘ (λεπτομέρειες γι' αὐτήν στό Κεφ. 21), ἔχει καθιερώσει εἰδικά κριτήρια γιά τά ἐπιβατηγά πλοῖα, μέ τό ΒΔ 740, τά ὁποῖα προβλέπουν:

- 1) Ἐπαρκές μετακεντρικό ὕψος GM γιά τόν περιορισμό τῆς γωνίας ἐγκάρσιας κλίσεως κατά τή μετακίνηση τῶν ἐπιβατῶν πρὸς τή μιά πλευρά τοῦ πλοῖου.
- 2) Κριτήρια δυναμικῆς εὐστάθειας σέ συνδυασμό μέ τήν ἐπίδραση πλευρικοῦ ἀνέμου καθορισμένης ἐντάσεως.

γ) Κριτήρια Νηογνωμόνων.

Ἀπό τοὺς περισσότερους Νηογνώμονες ἔχει καθιερωθεῖ τά τελευταῖα χρόνια ἡ ἐφαρμογή κριτηρίων εὐστάθειας τοῦ Διακυβερνητικοῦ Ναυτιλιακοῦ Συμβουλευτικοῦ Ὄργανισμοῦ (IMCO) (βλέπε καί Κεφ. 18 περί IMO) τά ὁποῖα (συνοπτικά) εἶναι:

- α) Ἐλάχιστο μετακεντρικό ὕψος GM = 0,15 m.
- β) Ἐλάχιστη δυναμική εὐστάθεια καί μέγεθος μοχλοβραχίονα σέ ὁρισμένες γωνίες.

Ἀσκήσεις

1. Πλοῖο ἐκτοπίσματος 8494 τόννων καί μετακεντρικό ὕψος GM = 0,817 m ἐμφανίζει κλίση 8 1/2°. Ποιά ἡ τιμὴ τοῦ ζεύγους εὐστάθειας ZE: α) κατά προσέγγιση, β) ἀκριβῶς δίνονται ἐπίσης:

$$\text{Γιά } \theta^\circ = 8 \frac{1}{2}^\circ \theta^{\text{ακτ}} = \theta^\circ/\pi = \frac{\theta^\circ}{57,3^\circ} = 0,14835 \text{ καί } \eta\mu\theta = 0,147809$$

Ἀπάντ. α) 1029 τουνόμετρα, β) 1025 τουνόμετρα

2. Πλοῖο ἐκτοπίσματος 3250 τόννων μέσα σέ θαλάσσιο νερό ἔχει τά παρακάτω μισά πλάτη τῆς ἰσάλου πλεύσεως (μῆκη σέ m): 2,62 - 4,70 - 5,46 - 5,90 - 6,06 - 6,11 - 5,92 - 5,19 - 4,15 - 2,40 -

0,11 σέ σημεία πού ισαπέχουν μεταξύ τους 11 m επάνω στόν άξωνα συμμετρίας τής ισάλου. Για τά παραπάνω μεγέθη ύπολογίστε τό έγκάρσιο BM.

Άπάντ. 3,19 m

3. Πλοίο έχει έκτόπισμα 6920 τόννων καί μετακεντρικό ύψος $GM = 0,25$ μέτρα. Ποιό είναι τό μέγιστο βάρος φορτίου τό όποιο μπορεί νά μετακινηθει από τόν πυθμένα τοῦ κύτους καί νά τοποθετηθει στό άνω κατάστρωμα, χωρίς τό πλοίο νά γίνει άσταθές; 'Η κατακόρυφη άπόσταση τοῦ πυθμένα κύτους - καταστρώματος είναι 6,86 μέτρα.

Άπάντ. 256 τόννοι

4. Πλοίο έκτοπίσματος 4064 τόννων έχει τίς παρακάτω τεταγμένες τής καμπύλης, στατικής ευστάθειας.

Γωνία κλίσεως	10°	20°	30°	40°	50°	60°
GZ (m)	0,12	0,305	0,79	1,03	1,07	0,84

Υπολογίστε τή δυναμική ευστάθεια πού άντιστοιχεί σέ γωνία κλίσεως 60°.

Άπάντ. 2703,5 τοννόμετρα

ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΕΚΤΟ

ΔΙΑΜΗΚΗΣ ΕΥΣΤΑΘΕΙΑ ΠΛΟΙΟΥ

6.1 Είσαγωγή.

Όπως η έγκάρσια ευστάθεια αναφέρεται στις μεταβολές των γωνιών έγκάρσιας κλίσεως (Κεφ. 5), κατά τρόπο ανάλογο ή διαμήκης ευστάθεια του πλοίου άφορᾶ τις συνθήκες κάτω από τις όποιες γίνονται οι μεταβολές των γωνιών διαμήκους κλίσεως του πλοίου. Έντούτοις έπειδή οι μεταβολές των γωνιών τῆς διαμήκους κλίσεως του πλοίου είναι μικρές, έχει καθιερωθεί νά προσδιορίζεται αντί γι' αυτές ή **διαγωγή**, δηλαδή ή διαφορά των άκραιων βυθισμάτων καί ή **μεταβολή διαγωγῆς**.

Όσον άφορᾶ τήν επίδραση στήν ασφάλεια του πλοίου, μεταξύ τῆς έγκάρσιας καί τῆς διαμήκους ευστάθειας υπάρχουν σημαντικές διαφορές, άφου ή έγκάρσια ευστάθεια συνδέεται, **όπως μελετήσαμε** στό Κεφάλαιο 5, άμέσως μέ τήν ασφάλεια του πλοίου, ένῶ ή διαμήκης ευστάθεια ένδιαφέρει βασικά μόνο από τήν πλευρά τῆς διαμήκους ζυγίσεως του πλοίου, γιά τήν όποία υπάρχουν μεγάλα περιθώρια ασφάλειας έναντι άνατροπῆς του πλοίου κατά τή διαμήκη έννοια.

6.2 Διαμήκης ευστάθεια.

Ή θέση του διαμήκους μετάκεντρου M_L είναι διαφορετική από τή θέση του έγκάρσιου μετάκεντρου M (σχ. 5.5). Τό διάμηκες μετακεντρικό ύψος GM_L έχει μεγάλη τιμή καί ή διαμήκης ίσορροπία του πλοίου είναι γι' αυτό πάντοτε ευσταθής.

Τό διάμηκες μετακεντρικό ύψος GM_L δίνεται από τήν παρακάτω σχέση, όπως φαίνεται καί από τό σχήμα 6.2α.

$$GM_L = KB + BM_L - KG$$

όπου: KB είναι ή κατακόρυφη άπόσταση του κέντρου άντώσεως B από τήν τρόπιδα, *

KG ή κατακόρυφη άπόσταση του κέντρου βάρους G από τήν τρόπιδα καί BM_L ή διαμήκης μετακεντρική άκτίνα.

Αυτή δίνεται από σχέση παρόμοια πρός τήν αντίστοιχη τῆς έγκάρσιας μετακεντρικής άκτίνας:

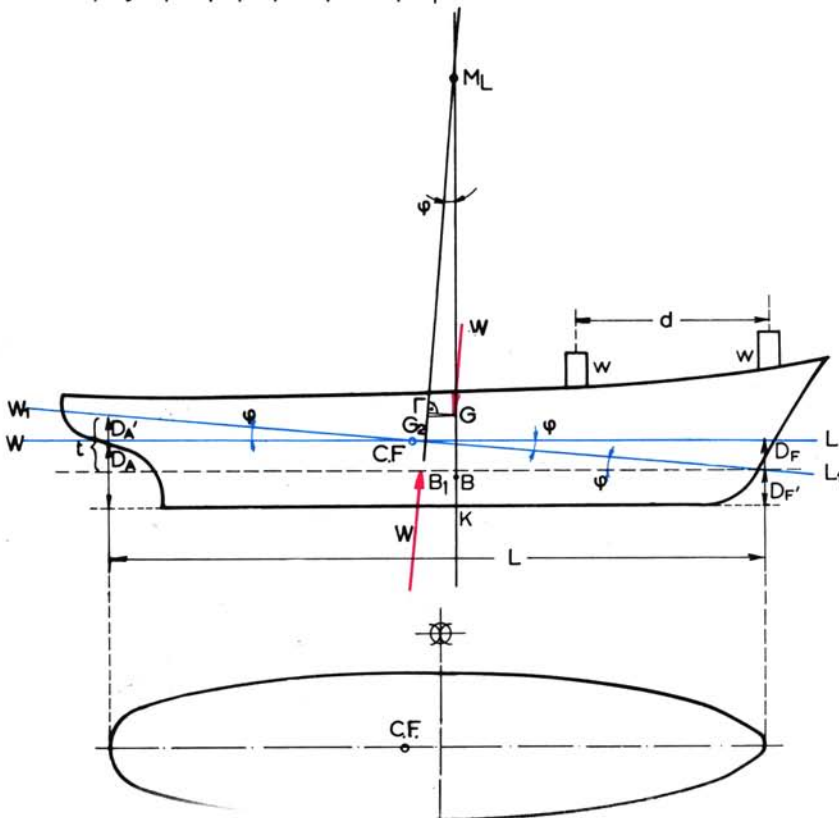
$$BM_L = \frac{I_{CF}}{V}$$

όπου: I_{CF} είναι ή ροπή άδράνειας τῆς Ισάλου έπιφάνειας περί έγκάρσιο άξονα πού

διέρχεται από τό κέντρο πλευστότητας CF καί
 V ὁ ὄγκος ὑφάλων.

Ἡ τιμή τοῦ BM_L , καί ἐπομένως καί τοῦ GM_L , εἶναι πολύ μεγαλύτερη ἀπό τίς ἀντίστοιχες (BM καί GM) τῆς ἐγκάρσιας εὐστάθειας, γιατί ἡ τιμή τοῦ I_{CF} εἶναι πολλαπλάσια τῆς ροπῆς αδράνειας (I) τῆς ἰσάλου ἐπιφάνειας περί τόν διαμήκη ἀξονα.

Στό σχῆμα 6.2α ἀπεικονίζεται πλοῖο, τό ὁποῖο ἰσορροπεῖ στήν ἴσαλο WL . Ἄν τό πλοῖο πάρει, λόγω ἐξωτερικοῦ αἰτίου, διαμήκη κλίση, ἔτσι, ὥστε νά αὐξηθεῖ τό πρυμναῖο βύθισμα καί νά ἐλαττωθεῖ τό πρωραῖο, τό κέντρο ἀντίστασης B θά μετακινηθεῖ πρὸς τήν πρύμνη στή θέση B_1 .



Οἱ δύο δυνάμεις πού ἐνεργοῦν ἐπί τοῦ πλοῖου, δηλαδή τό βάρος W καί ἡ ἀντι-
 ἡ W , δέν ἐνεργοῦν πιά ἐπάνω στήν ἴδια εὐθεία καί σχηματίζουν ζεῦγος δυνά-
 μων μέ ροπή:

$$W \cdot GF$$

που: $G\Gamma$ ὁ μοχλοβραχίονας διαμήκους εὐστάθειας, δηλαδή ἡ ἀπόσταση μεταξύ τῶν εὐθειῶν ἐνέργειας βάρους καί ἀντώσεως.

Ἀπό τὸ τρίγωνο $G\Gamma M_L$ προκύπτει:

$$G\Gamma = GM_L \cdot \eta\mu\phi$$

καί ἐπομένως:

$$W \cdot G\Gamma = W \cdot GM_L \cdot \eta\mu\phi$$

Ἡ διαμήκης κλίση, γωνίας κλίσεως ϕ , θά μπορούσε νά προκληθεῖ καί ἀπὸ τὴ μετατόπιση ἑνὸς βάρους w μέσα στοῦ πλοῖο πρὸς τὴν πρύμνη κατ' ἀπόσταση d .

Σύμφωνα μὲ αὐτὰ πού ἀναπτύχθηκαν στὴν παράγραφο 5.6, λόγω τῆς παραπάνω μετατοπίσεως θά μετακινηθεῖ τὸ κέντρο βάρους τοῦ πλοῖου G στὴ θέση G_2 καί:

$$GG_2 = \frac{w \cdot d}{W}$$

Ἀπὸ τὸ τρίγωνο GG_2M προκύπτει:

$$GG_2 = GM_L \cdot \epsilon\phi\phi$$

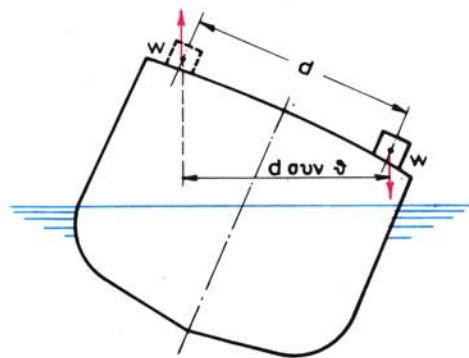
καί

$$\frac{w \cdot d}{W} = GM_L \epsilon\phi\phi \quad \eta \quad w \cdot d = W \cdot GM_L \cdot \epsilon\phi\phi$$

Σημείωση. Μία ἀπλούστερη διατύπωση γιὰ τὰ παραπάνω εἶναι νά υποθέσουμε ὅτι ἡ γωνία κλίσεως (ἐγκάρσιας ἢ διαμήκους) προκαλεῖται ἀπὸ τὴ **ροπή** τοῦ μετατοπιζόμενου βάρους καί ὅτι στὴ νέα θέση ἰσορροπίας τὸ ζεῦγος εὐστάθειας εἶναι ἴσο μὲ τὴ ροπή τοῦ βάρους πού μετατοπίσθηκε. Ἔτσι ἂν ἡ γωνία ἰσορροπίας εἶναι θ :

$$\begin{aligned} \text{Ροπή ζεύγους εὐστάθειας} &= W \cdot GM \cdot \eta\mu\theta \\ \text{Ροπή βάρους} &= w \cdot d \cdot \sigma\upsilon\nu\theta \end{aligned}$$

που: $d \cdot \sigma\upsilon\nu\theta$ εἶναι ἡ σέ ὀριζόντια ἀπόσταση μετακίνηση τοῦ βάρους w (σχ. 6.2β).



σχ. 6.2β

ἐπομένως,

$$W \cdot GM \cdot \eta\mu\theta = w \cdot d \cdot \sigma\upsilon\nu\theta \quad \eta \quad \frac{w \cdot d}{W} = GM \cdot \epsilon\phi\theta$$

Τά παραπάνω ισχύουν για διαμήκεις και μικρές εγκάρσιες κλίσεις.

Ἡ σχέση αὐτή ἐπιτρέπει τὸν ὑπολογισμό τῆς γωνίας κλίσεως, τὴν ὁποία προκαλεῖ ἡ μετακίνηση ἑνὸς βάρους w .

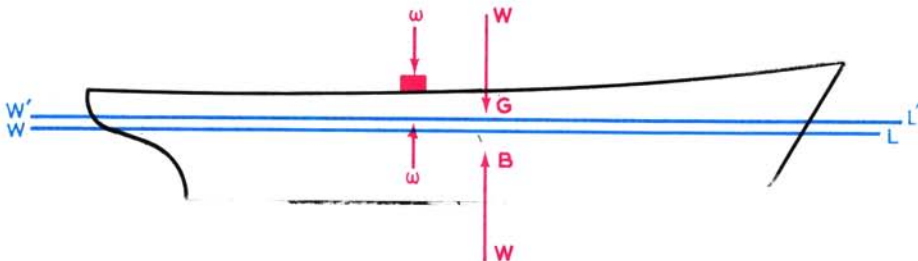
Σέ περίπτωση προσθήκης βάρους w (σχετικά μικροῦ σέ σχέση μέ τό βάρος τοῦ πλοίου W), ἂν δέν ἀλλάξει ἡ διαγωγή, τό πλοῖο θά πάρει μιά παράλληλη (σχετικά μικρή) βύθιση. Ἡ πρόσθετη ἄντωση, ἡ ὁποία λόγω ἰσορροπίας εἶναι ἴση μέ τό πρόσθετο βάρος w , ἐφαρμόζεται στό Κ.Β. τοῦ πρόσθετου ἐκτοπίσματος $WL - WL'$ τό ὁποῖο ἐφόσον ἡ βύθιση εἶναι σχετικά μικρή, ταυτίζεται μέ τό Κ.Β. τῆς ἐπιφάνειας ἰσάλου, δηλαδή μέ τό κέντρο πλευστότητάς της.

Ἐπομένως, γιά νά μή πάρει τό πλοῖο κλίση, τό βάρος w πρέπει νά ἴσταντο στό κέντρο πλευστότητας τῆς ἰσάλου, ὥστε ἡ πρόσθετη ἄντωση καί τό πρόσθετο βάρος νά μή δημιουργήσουν ροπή, πού νά προκαλέσει ἀλλαγὴ τῆς διαγωγῆς.

Σέ περίπτωση, λοιπόν, προσθέσεως βάρους w σέ ἄλλο σημείο, σέ ἀπόσταση d ἀπό τό κέντρο πλευστότητας τῆς ἰσάλου, θεωροῦμε ὅτι αὐτό ἐφαρμόζεται πρῶτα στό κέντρο πλευστότητας καί μετά μετατοπίζεται σέ ἀπόσταση d , ὁπότε ἡ σχέση πού ἐπιτρέπει τὸν ὑπολογισμό τῆς γωνίας διαμήκου κλίσεως (διαγωγῆς) εἶναι:

$$\frac{w \cdot d}{W} = GM_L \cdot \epsilon \phi$$

ἢ πού ὁμως ἡ d εἶναι ἡ ἀπόσταση τοῦ πρόσθετου βάρους w ἀπό τό κέντρο πλευστότητας τῆς ἰσάλου (καί ὄχι ἀπό τό κέντρο βάρους τοῦ πλοίου).



6.3 Μεταβολή διαγωγῆς. Ἑρεση βυθισμάτων.

Οἱ μεταβολές διαγωγῆς, ὅπως ὀνομάζονται οἱ μεταβολές τῶν διαμήκων κλίσεων, γίνονται περί ἐγκάρσιο ἄξονα πού διέρχεται ἀπό τό κέντρο πλευστότητας (κέντρο ἐπιφάνειας) τῆς ἰσάλου ἐπιφάνειας, τό ὁποῖο βρίσκεται συνήθως λίγο πρό τήν πρύμνη, ἀπό τό μέσο τοῦ μήκους της. Μπορεῖ νά ἀποδειχθεῖ ὅτι τό κέντρο πλευστότητας ταυτίζεται μέ τό κέντρο βάρους τῆς ἐπιφάνειας ἰσάλου, ὅπως ἀνοφέρθηκε καί στήν παράγραφο 4.5.

Στό σχῆμα 6.2α:

α) Τά ἀρχικά βυθίσματα τοῦ πλοίου ἦταν D_F τό πρωραῖο, D_A τό πρυμναῖο.

β) Τά τελικά μετά τή μετακίνηση τοῦ βάρους w βυθίσματα εἶναι:

$D_{F'}$ = τό πρωραῖο, $D_{A'}$ τό πρυμναῖο.

Ἡ ἀρχική διαγωγή ἦταν $D_A - D_F$

Ἡ τελική διαγωγή εἶναι $D_{A'} - D_{F'}$

Η μεταβολή της διαγωγιμότητας t είναι η διαφορά της αρχικής διαγωγιμότητας από την τελική, δηλαδή:

$$t = (D_{A'} - D_{F'}) - (D_A - D_F)$$

$$t = (D_{A'} - D_A) + (D_F - D_{F'})$$

Επομένως η μεταβολή διαγωγιμότητας t είναι ίση με το άθροισμα της αύξησης του ενός μέτρου και της μείωσης του άλλου. Αυτό φαίνεται και από το σχήμα 6.2α, όπου η γραμμή με τρεις στιγμές έχει χαραχθεί παράλληλη προς την αρχική ίσαλο WL. Από το σχήμα 6.2α προκύπτει ότι:

$$\epsilon\phi = \frac{t}{L}$$

όπου: L είναι το μήκος μεταξύ των καθέτων, στις οποίες και μετριοῦνται τά βυθίσματα.

Από τη σχέση αυτή υπολογίζεται η μεταβολή διαγωγιμότητας σε συνάρτηση με την οριζόντια διαμήκους κλίση, την οποία προκαλεί μετατόπιση ή προσθήκη ενός βάθους w .

Η σχέση $w \cdot d = W \cdot GM_L \cdot \epsilon\phi$ με αντικατάσταση της $\epsilon\phi$ γίνεται:

$$w \cdot d = W \cdot GM_L \cdot \frac{t}{L}$$

Από τον τύπο αυτό μπορεί να καθορισθεί η διαμήκης ροπή, η οποία προκαλεί μεταβολή διαγωγιμότητας κατά μία (1) μονάδα μήκους. Ός μονάδες μεταβολής χρησιμοποιείται τό cm (1/100 m) ή ή ίντσα (1/12 ft).

Επομένως στο μετρικό σύστημα η ροπή μεταβολής διαγωγιμότητας PMΔ ανά cm είναι:

$$PM\Delta/cm = W \cdot GM_L \cdot \frac{1}{L} \cdot \frac{1}{100} = \frac{W \cdot GM_L}{100 \cdot L}$$

Στό άγγλικό σύστημα:

$$PM\Delta/in = W \cdot GM_L \cdot \frac{1}{L} \cdot \frac{1}{12} = \frac{W \cdot GM_L}{12 \cdot L}$$

Οι διαστάσεις στους παραπάνω τύπους είναι για τό μετρικό σύστημα τόνοι (μετρικοί) και μέτρα, για τό άγγλικό τόνοι (άγγλικοί) και πόδες.

Όταν δίνεται η PMΔ ανά μονάδα και είναι γνωστή ή ροπή ($w \cdot d$) πού προκαλεί ή μεταβολή της διαγωγιμότητας, ή μεταβολή διαγωγιμότητας υπολογίζεται από τον τύπο:

$$= \frac{\text{Ροπή}}{PM\Delta/\text{μονάδα}} = \frac{w \cdot d}{PM\Delta/\text{μονάδα}}$$

Στους τύπους PMΔ/μονάδα αντικαθιστάμε μερικές φορές τό διάμεκες μετακεντρικό ύψος GM_L με την αντίστοιχη μετακεντρική άκτίνα BM_L και οί τύποι γίνονται

$$PM\Delta/cm = \frac{W \cdot BM_L}{100 \cdot L}$$

$$PM\Delta/in = \frac{W \cdot BM_L}{12 \cdot L}$$

Ἡ παραπάνω ἀντικατάσταση δίνει στήν πράξη ἐπαρκή προσέγγιση, γιατί ἡ ἀπόσταση BG εἶναι μικρή σέ σχέση μέ τά μεγέθη BM_L καί GM_L καί ἔχει τό πλεονέκτημα ὅτι μετατρέπει τόν τύπο τῆς $PM\Delta/1$ μονάδα σέ τύπο πού ἐξαρτᾶται μόνο ἀπό τή γεωμετρία τῶν ὑφάλων τοῦ πλοίου. Πρέπει νά σημειωθεῖ ὅτι ἡ διαμήκης μετακεντρική ἀκτίνα BM_L εἶναι τῆς τάξεως τοῦ μήκους τοῦ πλοίου.

Ἡ μεταβολή διαγωγῆς γίνεται γύρω ἀπό τόν ἐγκάρσιο ἀξονα πού διέρχεται ἀπό τό κέντρο πλευστότητας τῆς ἰσάλου ἐπιφάνειας CF. Ἀπό τά ὁμοια τρίγωνα τοῦ σχήματος 6.3, στό ὁποῖο ἀπεικονίσθηκαν γιά λόγους ἀπλότητος μόνο τά βυθίσματα τοῦ σχήματος 6.2α, προκύπτει ἡ σχέση:

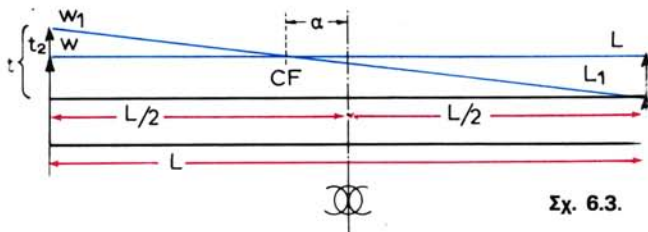
$$\frac{t}{L} = \frac{t_1}{L/2 + a} = \frac{t_2}{L/2 - a}$$

πού: t εἶναι ἡ μεταβολή διαγωγῆς,

t_1 καί t_2 ἡ μεταβολή τοῦ πρωραίου καί πρυμναίου βυθίσματος,

L τό μήκος μεταξύ τῶν βυθισμάτων καί

a ἡ ἀπόσταση κέντρου πλευστότητας CF ἀπό τό μέσο μεταξύ βυθισμάτων.



Ἀπό τήν παραπάνω σχέση προκύπτει:

$$t_1 = t \frac{L/2 + a}{L} \quad \text{καί} \quad t_2 = t \frac{L/2 - a}{L}$$

Πολλές φορές ἡ ἀπόσταση a εἶναι μικρή σέ σχέση πρός τό μήκος L καί ἀρκεῖ, στήν πράξη, νά ληφθεῖ ὅτι ἡ μεταβολή τῶν βυθισμάτων εἶναι ἡ ἴδια στήν πρῶρα καί πύρνην τοῦ πλοίου καί ἴση πρός τό μισό ($1/2$) τῆς ὀλικῆς μεταβολῆς, δηλαδή:

$$t_1 = t_2 = \frac{t}{2}$$

6.4 Ἀσκηση.

Πλοῖο μήκους 54,8 m πλέει στή θάλασσα σέ βυθίσματα 3,66 m ΠΜ καί 2,74 m ΠΡ.

Σέ ἀπόσταση 18,3 πρῦμνηθεν τῆς μέσης τομῆς τοῦ πλοίου προσθέτονται 27,4 τόννοι καί σέ ἀπόσταση 19,8 m πρῶραθεν αὐτῆς προσθέτονται 69 τόννοι.

Τό πλοῖο ἔχει τά παρακάτω ὑδροστατικά στοιχεῖα γιά τήν ἀρχική ἴσαλο πλεύσεως:

1) Τόννοι ἀνά ἑκατοστό βυθίσσεως $T = 4,11$ τόννοι.

2) Ροπή μεταβολῆ διαγωγῆς κατά 1 ἑκατοστό $PM\Delta/cm = 12,74$ τοννόμετρα.

3) Θέση κέντρου πλευστότητας (CF), 1,16 m πρῦμνηθεν μέσης τομῆς. **Ἀπάντ.** 3,38 m Π

Νά βρεθοῦν τά νέα βυθίσματα:

3,51 m Π

ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΕΒΔΟΜΟ

ΥΔΡΟΣΤΑΤΙΚΕΣ ΚΑΜΠΥΛΕΣ

Όρισμένα από τὰ θέματα πού αναπτύξαμε μέχρι τώρα ἀφοροῦσαν τὸ σχῆμα καὶ τὴ γεωμετρία τῶν ὑφάλων τοῦ πλοίου, τὰ ὁποῖα μεταβάλλονται μαζί μέ τὸ βύθισμα.

Ἡ χάραξη καμπυλῶν, οἱ ὁποῖες νά ἀπεικονίζονται τὴ μεταβολή καθενός ἀπὸ τὰ γεωμετρικά στοιχεῖα τῆς γάστρας σέ συνάρτηση μέ τὸ βύθισμα, εἶναι εὐκόλη καὶ πρακτική.

Ἡ χάραξη ὄλων τῶν καμπυλῶν γίνεται σέ ἐνιαῖο σχέδιο πού ὀνομάζεται **διάγραμμα ὑδροστατικῶν καμπυλῶν**, τὸ ὁποῖο ἔχει τεταγμένη τὸ βύθισμα τοῦ πλοίου καὶ τετμημένη μιά κλίμακα μήκους ἢ ἐκτόπισματος. Ἐπάνω σέ κάθε καμπύλη σημειώνεται ἢ ἀντίστοιχη κλίμακα ἀναγνώσεως στήν τετμημένη τοῦ μεγέθους, τὸ ὁποῖο παριστάνει ἢ καμπύλη, γιά νά εἶναι δυνατός ὁ καθορισμός τῆς τιμῆς του γιά κάθε βύθισμα. Συνήθως τὰ ὑδροστατικά στοιχεῖα τοῦ πλοίου βρίσκονται μέ βασικό δεδομένο τὸ βύθισμα.

Μερικές φορές ἐντούτοις χρησιμοποιεῖται ἀντί γιά τὸ βύθισμα π.χ. τὸ ἐκτόπισμα, ὁπότε μέ αὐτό βρίσκεται τὸ ἀντίστοιχο βύθισμα καὶ στή συνέχεια τὰ ὑπόλοιπα στοιχεῖα ὅπως προηγουμένως.

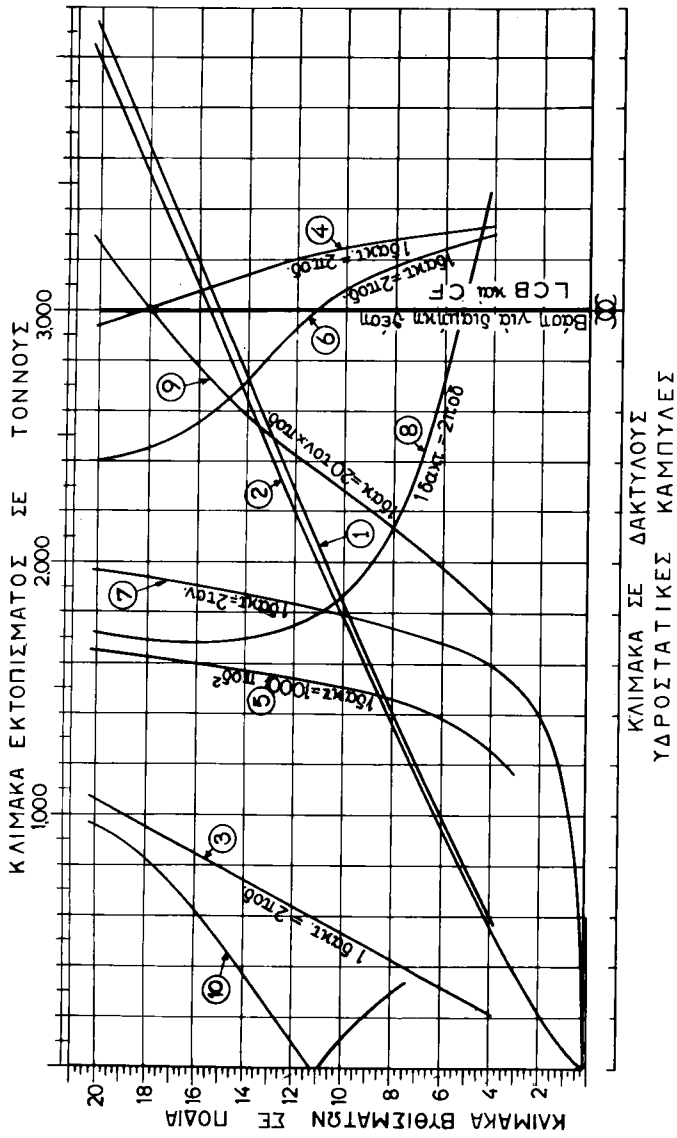
Παρακάτω περιγράφεται κάθε μιά ἀπὸ τίς καμπύλες πού χαράσσονται συνήθως καὶ πού φαίνονται στό σχῆμα 7.1. Στό σχῆμα αὐτό ὡς κλίμακα τετμημένης χρησιμοποιεῖται μιά κλίμακα μήκους. Γιά κάθε στοιχεῖο ἔχει ἀναγραφεῖ ἢ τιμὴ γιά τὸ βύθισμα τῶν 12 ποδιῶν μέσα σέ παρένθεση.

Καμπύλη (1) Ἐκτόπισμα σέ θαλάσσιο νερό ($W = 2240 t$).

Δίνει τὸ ἐκτόπισμα σέ θαλάσσιο νερό γιά κάθε βύθισμα. Συνήθως ἢ κλίμακα τῶν τετμημένων περιλαμβάνει καὶ κλίμακα ἀπευθείας ἀναγνώσεως τοῦ ἐκτόπισματος, ἀφοῦ ἢ καμπύλη αὐτὴ εἶναι αὐτὴ πού χρησιμοποιεῖται συχνότερα. Γιά τὴν ἀνάγνωση τοῦ ἐκτόπισματος εἰσερχόμεστε ἐπάνω στή κλίμακα βυθισμάτων (τεταγμένη) καὶ φέρομε ὀριζόντια γραμμὴ ἀπὸ τὸ ὑπόψη βύθισμα (12') μέχρι τομῆς μέ τὴν καμπύλη ἐκτόπισματος. Στό σημεῖο τῆς τομῆς φέρομε κάθετο καὶ διαβάζομε στήν κλίμακα ἐκτόπισματος τὸ ἀντίστοιχο ἐκτόπισμα. Ἔτσι, σέ βύθισμα 12' ἀντιστοιχεῖ ἐκτόπισμα 2240 t.

Καμπύλη (2) Ἐκτόπισμα σέ γλυκό νερό ($W = 2200 t$).

Γιά τὸ ἴδιο μέσο βύθισμα τὸ ἐκτόπισμα στό γλυκό νερό θά εἶναι μικρότερο ἀπὸ τὸ ἀντίστοιχο στό θαλάσσιο νερό. Ἡ ἀνάγνωση τοῦ ἐκτόπισματος εἶναι σέ ὅλα τὰ σημεία ὁμοία μέ αὐτὴ πού περιγράψαμε παραπάνω.



Σχ. 7.1.

Καμπύλη (3) Κατακόρυφη θέση κέντρου άντωσης (KB = 6,40 ft).

Είσερχομαστε πάντα οριζόντια μέ δεδομένο τό μέσο βύθισμα καί στό σημείο ρμής μέ τήν καμπύλη φέρομε κάθετο διαβάζοντας τήν τετμημένη. 'Η κλίμακα τής αμπύλης τών KB εἶναι 1 in = 2 ft. 'Η μετατροπή γιά νά βρεθεῖ ἡ πραγματική τιμή τοῦ KB εἶναι:

$$\frac{\text{Ἀνάγνωση σέ in}}{1/2} = KB$$

Καμπύλη (4) Διαμήκης θέση κέντρου άντωσης. (LCB = 2 ft πρῶραθεν).

Δίνει τή διαμήκη θέση τοῦ κέντρου άντωσης ὡς ἀπόσταση ἀπό τή μέση τομή τοῦ πλοίου. Είσερχομαστε μέ δεδομένο τό μέσο βύθισμα φέρομε οριζόντια γραμμή καί στό σημείο, πού ἡ οριζόντια τέμνει τήν καμπύλη, φέρομε κάθετο διαβάζοντας ἐπάνω στήν τετμημένη τήν ἀπόστασή της ἀπό τόν ἄξονα μετρήσεως τής θέσεως τοῦ LCB. 'Η κλίμακα τής καμπύλης εἶναι 1 in = 2 ft. 'Η μετατροπή γιά νά βρεθεῖ ἡ πραγματική τιμή τοῦ LCB γίνεται μέ τόν τύπο:

$$\frac{\text{Ἀνάγνωση τετμημένης σέ in}}{1/2} = LCB \text{ ft}$$

Καμπύλη (5) Ἐπιφάνεια παρισάλων (A = 7700 ft²).

Δίνει τήν ἐπιφάνεια A ὁποιασδήποτε ἰσάλου παράλληλης πρὸς τό βασικό ἐπίπεδο γιά δεδομένο μέσο βύθισμα. 'Η κλίμακα εἶναι 1 in = 1000 ft².

Καμπύλη (6) Κέντρο πλευστότητας ἐπιφάνειας παρισάλων (CF = 0,80 ft πρῦμνηθεν) ☒.

Δίνει τό κέντρο τής ἐπιφάνειας τών παρισάλων σέ κάθε βύθισμα ὡς ἀπόσταση ἀπό τή μέση τομή. 'Η κλίμακα τής καμπύλης εἶναι 1 in = 2 ft.

Καμπύλη (7) Τόννοι ἀνά δάκτυλο βυθίσεως (t = 18,20 t).

Δίνει τήν τιμή τών τόννων ἀνά δάκτυλο βυθίσεως στή θάλασσα γιά κάθε βύθισμα. 'Η κλίμακα εἶναι 1 in = 2 t.

Καμπύλη (8) Κατακόρυφη ἀπόσταση ἐγκάρσιου μετάκεντρου ἀπό τήν τρόπιδα (KM = 17,40 ft).

Δίνει τήν ἀντίστοιχη τιμή τοῦ KM = KB + BM γιά κάθε βύθισμα. 'Η κλίμακα εἶναι 1 in = 2 ft.

Καμπύλη (9) Ροπή μεταβολῆς διαγωγῆς ἀνά δάκτυλο (C = 243 t . ft).

Οἱ τιμές εἶναι κατά προσέγγιση, γιατί χρησιμοποιήθηκε ὁ τύπος:

$$\frac{W \cdot BM_L}{12} \quad \text{ἀντί τοῦ ἐπακριβοῦς} \quad \frac{W \cdot GM_L}{12}$$

'Η κλίμακα εἶναι 1 = 20 t . ft (τοννόποδες).

Καμπύλη (10) Προσθήκη ἐκτόπισματος γιά πρυμναία διαγωγή ἐνός ποδιοῦ.

Τό ἐκτόπισμα τοῦ πλοίου, ὅταν αὐτό ἔχει πρυμναία διαγωγή, εἶναι συνήθως με-

γαλύτερο από αυτό που αντιστοιχεί στο ίδιο μέσο βύθισμα αλλά χωρίς διαγωγή.

Αυτό οφείλεται στο ότι οι ναυπηγικές γραμμές κοντά στην πλώρα είναι λεπτότερες από τις αντίστοιχες της πρύμνης. Η καμπύλη δίνει για κάθε βύθισμα την ανά πόδι διαγωγής αύξηση ή ελάττωση έκτοπίσματος. Η ελάττωση έκτοπίσματος ισχύει για την πωραία διαγωγή.

Από το διάγραμμα του σχήματος 7.1 παραλήφθηκαν για λόγους απλότητας οι καμπύλες που χαράσσονται για ειδική χρήση:

- α) Έπιφάνεια μέσης τομής.
 - β) Περίγραμμα μέσης τομής.
 - γ) Βρεχόμενη επιφάνεια περιβλήματος.
 - δ) Καμπύλη επιφανειών έγκαρσίων τομών μέχρι την ίσαλο κατασκευή.
 - ε) Περίγραμμα πλάγιας όψεως πλοίου.
-

ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΟΓΔΩΟ

ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΠΡΟΣΘΑΦΑΙΡΕΣΕΩΣ ΒΑΡΩΝ ΣΤΗΝ ΕΥΣΤΑΘΕΙΑ ΚΑΙ ΤΑ ΒΥΘΙΣΜΑΤΑ ΤΟΥ ΠΛΟΙΟΥ

Τό θέμα αυτό εξετάσθηκε ήδη μερικῶς στά προηγούμενα Κεφάλαια, ἀλλά εἶναι ἀναγκαῖο νά δοθεῖ μία συνοπτική εἰκόνα τῶν ἐπιπτώσεων τῆς προσθαφαιρέσεως βαρῶν στήν εὐστάθεια τοῦ πλοίου.

Τά ἀποτελέσματα, τά ὁποῖα ἐνδιαφέρουν τόν ἀξιωματικό τοῦ πλοίου στήν πράξη, εἶναι:

α) Ἡ ἐπίδραση στήν ἐγκάρσια ἀρχική εὐστάθεια (GM) καί ἡ γωνία ἐγκάρσιας κλίσεως.

β) Τά τελικά βυθίσματα καί ἡ διαγωγή τοῦ πλοίου.

8.1 Θέση κέντρου βάρους πλοίου:

Στήν παράγραφο 5.6 χρησιμοποιήθηκε ὁ τύπος:

$$GG_1 = \frac{w \cdot gg_1}{W}$$

γιά νά βρεθεῖ ἡ μετακίνηση τοῦ κέντρου βάρους ἑνός σώματος, τοῦ ὁποῖου μέρος βάρους μετακινήθηκε κατ' ἀπόσταση gg_1 .

Ὁ τύπος αὐτός ἀποτελεῖ ἀπλή ἐφαρμογή τοῦ θεωρήματος τῶν ροπῶν παραλλήλων δυνάμεων, σύμφωνα μέ τό ὁποῖο ἡ ροπή τῆς συνισταμένης παραλλήλων δυνάμεων εἶναι ἴση μέ τό ἀλγεβρικό ἄθροισμα τῶν ροπῶν τῶν συνιστωσῶν.

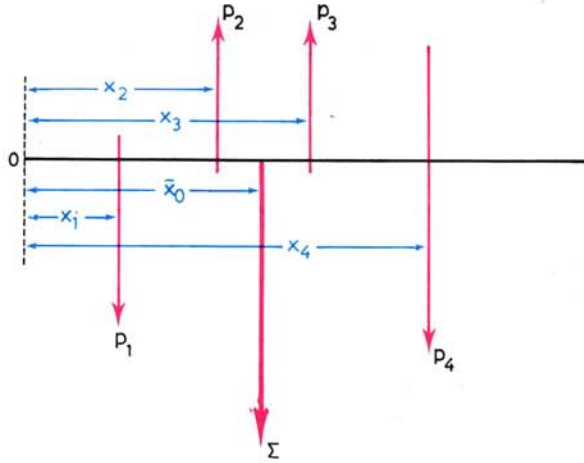
Ἔτσι, ἂν ἔχομε τίς δυνάμεις P_1, P_2, P_3, P_4 τοῦ σχήματος 8.1α οἱ ὁποῖες ἐνεργοῦν σέ ἀποστάσεις x_1, x_2, x_3, x_4 ἀπό τοῦ σημείου O , ἡ συνισταμένη Σ καί ἡ ἀπόστασή της \bar{x}_0 ἀπό τό σημεῖο o θά εἶναι:

$$\begin{aligned} \Sigma &= P_1 + P_2 + P_3 + P_4 \\ \bar{x}_0 \Sigma &= x_1 P_1 + x_2 P_2 + x_3 P_3 + x_4 P_4 \end{aligned}$$

Τά διάφορα βάρη στό πλοῖο εἶναι παράλληλες δυνάμεις καί τό παραπάνω θεώρημα ἐφαρμόζεται γιά νά βρεθεῖ ἡ θέση τοῦ κέντρου βάρους τοῦ πλοίου, ὅταν εἶναι γνωστά τά ἐπί μέρους βάρη καί οἱ θέσεις τους.

Ἔτσι, γιά τήν εὔρεση τῆς θέσεως τοῦ νέου κέντρου βάρους πλοίου σέ περίπτωση προσθέσεως βάρους w , λαμβάνονται ροπές περί τό σημεῖο K . Ἔτσι προκύπτει:

$$W_1 \cdot KG_1 = W \cdot KG + w \cdot Kg \text{ ἀπό ὅπου βρίσκομε:}$$



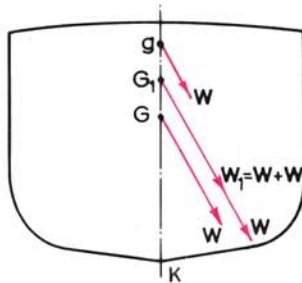
σχ. 8.1α

$$KG_1 = \frac{W \cdot KG + wKg}{W_1} = \frac{W \cdot KG + wKg}{W + w}$$

Σε περίπτωση αφαιρέσεως βάρους w βρίσκουμε:

$$KG_1 = \frac{W \cdot KG - wKg}{W - w}$$

Οι τύποι αυτοί μπορούν να χρησιμοποιηθούν για την κατάρτιση κατάλληλου πίνακα, όπως στο παράδειγμα που παραθέτουμε, στο οποίο υπολογίζονται η νέα καθ' ύψος ή κατακόρυφη και η νέα διαμήκης θέση του κέντρου βάρους του πλοίου (σχ. 8.1β).



σχ. 8.1β.

Παράδειγμα.

Πλοίο έκτοπίσματος 4260 τόννων, έχει μήκος 420 ft και LCG 6 ft πρύμνηθεν

της μέσης τομής. Το κέντρο βάρους KG του πλοίου είναι 12 ft από την τρόπιδα. Τρίν από τον άποπλου του πλοίου προσθέτονται τά παρακάτω βάρη:

Είδος	Βάρος	Μοχλοβραχίονας (άπόσταση)	
		άπό μέση τομή	άπό τρόπιδα
Έφόδια	300 t	5 ft ΠΡ	10 ft
Κάυσιμα	1000 t	10 ft ΠΜ	3 ft
Πόσιμο νερό	200 t	στή μέση τομή	4 ft
Φορτίο	2000 t	3 ft ΠΜ	13 ft

Κατά τόν πλοῦν τοῦ πλοίου ἀναλώθηκαν τά παρακάτω βάρη:

Είδος	Βάρος	Μοχλοβραχίονας (άπόσταση)	
		άπό μέση τομή	άπό τρόπιδα
Έφόδια	50 t	5 ft ΠΡ	10 ft
Κάυσιμα	200 t	10 ft ΠΜ	2 ft
Πόσιμο νερό	50 t	στή μέση τομή	2 ft

Ζητείται κατακόρυφη καί διαμήκη θέση τοῦ κέντρου βάρους:

α) Γιά τήν κατάσταση άπόπλου καί β) γιά τήν κατάσταση τοῦ κατάπλου μετά τήν έκφόρτωση τοῦ φορτίου.

Κατάσταση άπόπλου

Είδος	Βάρος (τόννοι)	Διαμήκης μοχλοβραχίονας (ft)	Διαμήκης ροπή (τοννόποδες)		Κατακόρυφος μοχλοβραχίονας (ft)	Κατακόρυφη ροπή (t.ft)			
			πρωραία	πρυμναία					
Άφορτο	4260	6 ΠΜ	—	25560	12	51120			
Έκτόπισμα				—					
Έφόδια				1500			—	10	3000
Κάυσιμα				—			10000	3	3000
Πόσιμο				—			—	4	800
Φορτίο	2000	3 ΠΜ	—	6000	13	26000			
				41560 -1500					
Σύνολα	7760		1500	40060		83920			

$$LCG = \frac{40060}{7760} = 5,16 \text{ ft πρῦμνηθεν τῆς μέσης τομῆς}$$

$$KG = \frac{83920}{7760} = 10,81 \text{ ft ἔπάνω άπό τήν τρόπιδα}$$

Κατάσταση κατάπλου μετά την εκφόρτωση

Είδος	Βάρος (τόννοι)	Διαμήκης μοχλοβραχίονας από \bar{X} (ft)	Διαμήκης ροπή (τοννόποδες)		Κατακόρυφος μοχλοβραχίονας (ft)	Κατακόρυφη ροπή (t.ft)
			πρωραία	πρυμναία		
Έφοδια Καύσιμα	50	5 ΠΡ	250	—	10	500
Πόσιμο νερό	200	10 ΠΜ	—	2000	2	400
Φορτίο	50	—	—	—	2	100
	2000	3 ΠΜ	—	6000	13	26000
				8000 — 250		
Σύνολα	2300		250	7750		27000

Βάρους (τόννοι)	Πρυμναία ροπή t . ft	Κατακόρυφη ροπή t . ft
Έκτόπισμα απόπλου	7760	83920
Αφαιρούμενα βάρη	2300	27000
Έκτόπισμα κατάπλου	5460	56920

$$LCG = \frac{32310}{5460} = 5,92 \text{ ft πρύμνηθεν τῆς μέσης τομῆς}$$

$$KG = \frac{56920}{5460} = 10,42 \text{ ft ἑπάνω ἀπό τὴν τρόπιδα}$$

8.2 Διαδοχικά στάδια ὑπολογισμῶν.

Οἱ ὑπολογισμοὶ τῶν ἐπιπτώσεων, ποῦ ἔχει στὴν εὐστάθεια τοῦ πλοίου ἢ προσθαφαίρεση βαρῶν, ἐκτελοῦνται κατὰ στάδια. Στὸ πρόβλημα λαμβάνονται ὡς δεδομένα:

- α) Τὸ ἀρχικὸ ἐκτόπισμα W .
- β) Ἡ θέση τοῦ κέντρου βάρους τοῦ πλοίου KG .
- γ) Τὰ βυθίσματα, πρωραῖο D καὶ πρυμναῖο D_A .
- δ) Τὰ βάρη καὶ οἱ θέσεις τους.

Γιὰ λόγους ἀπλότητος θά ἐξετασθοῦν οἱ ἐπιπτώσεις ἀπὸ τὴν προσθήκη βάρους w πρύμνηθεν τοῦ κέντρου πλευστότητας.

- α) Αὐξηση ἐκτοπίσματος καὶ παράλληλη βύθιση.

Ἀπὸ τὴν προσθήκη τοῦ βάρους αὐξήθηκε τὸ ἐκτόπισμα.

Τὸ νέο ἐκτόπισμα εἶναι $W_1 = W + w$.

Ἀπὸ τὸ ὑδροστατικὸ διάγραμμα εἶναι δυνατὸς ὁ καθορισμὸς τοῦ νέου βυθίσμα-

ος. Επίσης είναι εναλλακτικά δυνατό ή εύρεση της παράλληλης βυθίσεως, δηλαδή της αύξησεως του μέσου βυθίσματος με χρήση του τύπου:

$$\delta = \frac{w}{T}$$

όπου: T είναι οι τόνοι ανά μονάδα βυθίσεως.

β) Έγκάρσια ευστάθεια.

Στήν παράγραφο 8.1 αναπτύχθηκε ο τρόπος υπολογισμού της νέας θέσεως του κέντρου βάρους G_1 και της αποστάσεως από την τρόπιδα KG_1 .

Ήδη λόγω μεταβολής του έκτοπισματος και του βυθίσματος, μεταβλήθηκαν ή θέση του κέντρου άντώσεως B_1 και του έγκάρσιου μετάκεντρου M_1 . Οι νέες θέσεις μπορούν να καθορισθούν από τό υδροστατικό διάγραμμα και έτσι τό νέο μετακεντρικό ύψος G_1M_1 δίνεται από τή σχέση:

$$G_1M_1 = KB_1 + B_1M_1 - KG_1$$

Ή έγκάρσια κλίση υπολογίζεται από τόν τύπο:

$$\epsilon\phi\theta = \frac{w \cdot d}{W_1 \cdot G_1M_1}$$

όπου: d είναι ή απόσταση του βάρους w πού προστέθηκε από τό διάμηκες επίπεδο συμμετρίας.

γ) Μεταβολή διαγωγιής.

Ή ροπή, ή όποία προκαλεί τή διαγωγή, είναι: $w \cdot l$

όπου: l ή απόσταση του προστεθέντος βάρους από τό κέντρο πλευστότητας της ισάλου επιφάνειας.

Ή μεταβολή διαγωγιής δίνεται από τή σχέση:

$$t = \frac{w \cdot l}{C}$$

όπου: $C = PM\Delta/1 =$ Ροπή μεταβολής διαγωγιής ανά μονάδα.

δ) Εύρεση νέων βυθισμάτων.

Τά νέα βυθίσματα δίνονται από τίς σχέσεις:

$$D_{F'} = D_F + \frac{w}{T} - \frac{w \cdot l}{C} \cdot \frac{L/2 + \alpha}{L}$$

$$D_{A'} = D_A + \frac{w}{T} + \frac{w \cdot l}{C} \cdot \frac{L/2 - \alpha}{L}$$

όπου: α είναι ή απόσταση του κέντρου πλευστότητας από τή μέση τομή.

Παράδειγμα.

Πλοίο μήκους 300 ft έχει πρωραίο βύθισμα 12 ft 3 in και πρυμναίο 14 ft 6 in. Οι τόνοι ανά δάκτυλο βυθίσεως είναι 20, ή ροπή μεταβολής διαγωγιής (PMΔ) ανά

μονάδα είναι 300 t . ft και τό κέντρο πλευστότητας είναι 12 ft πρύμνηθεν τής μέσης τομής. Νά βρεθοῦν:

α) Τά βυθίσματα, ἂν ἡ πρωραία δεξαμενή ζυγοσταθμίσσεως γεμίσει μέ θαλάσσιο ἔρμα βάρους 50 t. Ἡ διαμήκης θέση τοῦ κέντρου βάρους τοῦ νεροῦ πού ἔχει προστεθεῖ εἶναι 145 ft πύρωραθεν τής μέσης τομής.

β) Τό σημεῖο, στό ὁποῖο πρέπει νά τοποθετηθεῖ βάρος 60 t, γιά νά δημιουργηθεῖ μηδενική διαγωγῆ.

Λύση.

α) Ἄν θεωρηθεῖ ὅτι οἱ 50 t προστέθηκαν στό κέντρο πλευστότητας τότε ἡ παράλληλη βύθιση = $50 \text{ t}/20 = 2\frac{1}{2} \text{ in}$. Ἄν οἱ 50 t μετατοπισθοῦν στήν πρωραία δεξαμενή, τότε ἡ ροπή διαγωγῆς = $50 (12 + 145) = 7850 \text{ t} \cdot \text{ft}$.

$$\text{Ἐπομένως μεταβολή διαγωγῆς} = \frac{7850}{300} = 26,2 \text{ in}$$

$$\text{Αὔξηση πρωραίου βυθίσματος} = 26,2 \cdot \frac{(150 + 12)}{300} = 14,15 \text{ in}$$

$$\text{Μείωση πρυμναίου βυθίσματος} = 26,2 \cdot \frac{(150 - 12)}{300} = 12,05 \text{ in}$$

	<i>Πρυμναῖο</i>	<i>Πρωραῖο</i>
Βύθισμα ἀρχικό	14'6"	12'3"
Παράλληλη βύθιση	+ 2,5"	+ 2,5"
Μεταβολή ἀπό διαγωγῆ	- 12,05"	+ 14,15"
Τελικά βυθίσματα	13' - 8 55"	13' - 7 65"

β) Ἀρχική διαγωγῆ = $14'6'' - 12'3'' = 27 \text{ in}$.

Ἐπομένως ροπή διαγωγῆς πού ἀπαιτεῖται = $27 \times \text{PM}\Delta = 27 \times 300 \text{ t} \cdot \text{ft}$.

Ἄρα τό βάρος πρέπει νά τοποθετηθεῖ σέ $27 \times 300/60 = 135 \text{ ft}$ πύρωραθεν CF ἢ 123 ft πύρωραθεν τής μέσης τομής.

8.3 Ἄσκηση.

Πλοῖο μήκους 137 m ἔχει τήν παρακάτω κατανομή βαρῶν:

Περιγραφή	Βάρος (τόνοι)	Μοχλοβραχίονας (ἀπόσταση) ἀπό τή μέση τομή (m)
Ἄφορτο ἐκτόπισμα	3657	1,98 ΠΜ
Φορτίο	8331	3,81 ΠΡ
Καύσιμα	792	6,10 ΠΜ
Τρόφιμα καί διαφ. ὑλικά	20,3	13,40 ΠΡ
Πόσιμο νερό	20,3	18,28 ΠΜ
Τροφοδοτικό νερό	86,3	11,00 ΠΜ
Πλήρωμα καί ἀποσκευές	10,1	ἐπί τής μέσης τομής

Τό βύθισμα μετρούμενο από τήν τρόπιδα είναι 7,31 m γιά τό όλικό έκτόπισμα καί τά αντίστοιχα υπόλοιπα υδροστατικά στοιχεία είναι ώς εξής:

1) $PM\Delta/cm = 148$ Τοννόμετρα/cm.

2) $T = 19,36$ Τόννοι/cm.

3) Διαμήκης θέση κέντρου άντώσεως $LCB = 1,78$ m πρώραθεν τής μέσης τομής

4) Διαμήκης θέση κέντρου πλευστότητας $CF = 2,04$ m ΠΡ τής μέσης τομής.

Τά παραπάνω μεγέθη δέν μεταβάλλονται γιά μικρές μεταβολές του βάρους του πλοίου.

Βάσει τών παραπάνω:

α) Νά υπολογισθοῦν τά βυθίσματα.

β) Μετά από κατανάλωση 457 τόννων καυσίμου σέ θέση 6,10 m πρύμνηθεν τής μέσης τομής του πλοίου, νά υπολογισθοῦν τά νέα βυθίσματα.

Άπάντ. α) 7,17 ΠΡ 7,47 m ΠΜ

β) 7,05 ΠΡ 7,11 m ΠΜ

ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΕΝΑΤΟ

ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΤΗΣ ΚΑΤΑΚΛΥΣΕΩΣ ΔΙΑΜΕΡΙΣΜΑΤΩΝ ΠΛΟΙΟΥ ΑΠΟ ΤΗ ΘΑΛΑΣΣΑ

Τά πλοία σχεδιάζονται καί κατασκευάζονται έτσι, ώστε νά μπορούν νά υποστούν βλάβες σκάφους σέ περιορισμένη έκταση, χωρίς νά βυθίζονται. Έτσι, τά φορτηγά πλοία προφυλάσσονται από τό πρωραίο στεγανό συγκρούσεως καθώς καί από τό στεγανό έσωτερικό πυθμένα (διπύθμενα), ένω τά έπιβατηγά πλοία επί πλέον υποδιαίρουνται μέ στεγανές έγκάρσιες φρακτές έτσι, ώστε, άν υποστούν βλάβη σέ ένα, δύο ή καί τρία συνεχόμενα διαμερίσματα (ανάλογα μέ τό μέγεθος καί τόν αριθμό τών έπιβατῶν τοῦ πλοίου), νά μή βυθίζονται.

Γιά νά έπαυξηθεῖ γενικά ή ασφάλεια τών πλοίων όσον άφορᾷ τίς βλάβες σκάφους λαμβάνονται τά παρακάτω γενικά μέτρα:

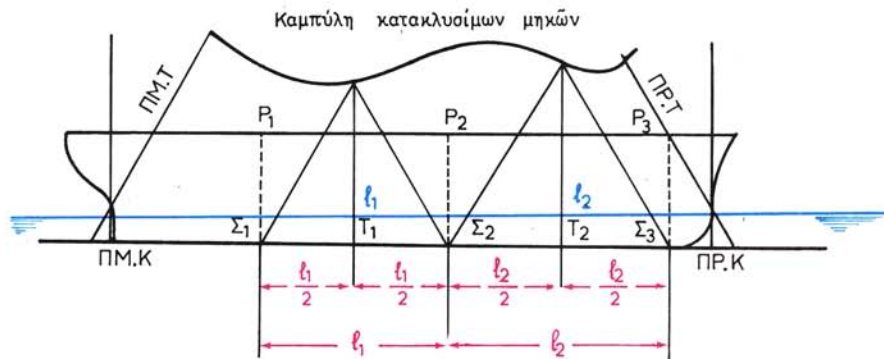
α) Κατασκευή στεγανῆς φρακτῆς κοντά στήν πρῶρα γιά τή δημιουργία πρωραίου στεγανοῦ διαμερίσματος γιά τήν προστασία από βλάβη πού θά όφείλεται σέ συγκρούσεις.

β) Κατασκευή έσωτερικοῦ στεγανοῦ πυθμένα καί δημιουργία τοῦ χώρου στεγανῶν διπυθμένων, γιά προστασία από βλάβη πού όφείλεται σέ προσaráξεις.

γ) Υποδιαίρεση τοῦ πλοίου μέ στεγανές έγκάρσιες φρακτές έτσι, ώστε σέ περίπτωση βλάβης ενός, δύο ή μέχρι καί τριῶν συνεχόμενων στεγανῶν διαμερισμάτων τό πλοίο νά μή βυθίζεται. Αυτό έπιβάλλεται σέ έπιβατηγά πλοία μέ Διεθνή Σύμβαση, ένω έχει εφαρμοσθεῖ σέ μερικούς τύπους φορτηγῶν πλοίων.

Συναφῆς μέ τήν υποδιαίρεση είναι ή έννοια τοῦ **κατακλύσιμου μήκους**. Αυτό όρεται ως τό μέγιστο δυνατό μήκος τό όποιο μπορεί νά έχει ένα διαμέρισμα, ώστε άν κατακλυσθεῖ από τή θάλασσα ή τελική ἴσολος τοῦ πλοίου νά έφάπτεται στήν ριακή γραμμῆ» ή όποία είναι ή γραμμῆ πού χαράσσεται 76 mm κάτω από τήν έπιφάνεια τοῦ καταστρώματος στεγανῶν φρακτῶν, στήν πλευρά τοῦ πλοίου. (Περισσότερες πληροφορίες περιλαμβάνονται στό Κεφάλαιο 21 γιά τήν ασφάλεια τῆς ανθρώπινης ζωῆς στή θάλασσα).

Στό σχῆμα 9α φαίνεται έπιβατηγό πλοίο μέ τήν καμπύλη κατακλυσίμων μηκῶν L . Από τήν καμπύλη αὐτή μπορεί νά προσδιορισθεῖ τό κατακλύσιμο μήκος σέ θε σημείο τοῦ μήκους τοῦ πλοίου. Έτσι, γιά δύο τυχαίες θέσεις T_1 καί T_2 τά αντίστοιχα κατακλύσιμα μήκη είναι l_1 καί l_2 όποτε τά **αντίστοιχα** στεγανά διαμερίσματα στίς θέσεις T_1 καί T_2 , μπορούν νά έχουν μέγιστο μήκος l_1 καί l_2 αντίστοιχα. Στό σχῆμα 9α οἱ **υποθετικές** φρακτές γιά τά μήκη l_1 καί l_2 έμφανίζονται μέ διακεκομμένη γραμμῆ.



ΥΠΟΜΝΗΜΑ

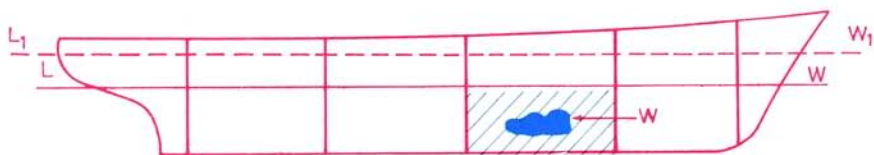
ΠΜ.Τ Πρυμναίο τμήμα καμπύλης

ΠΡ.Τ Πρωαίο τμήμα καμπύλης

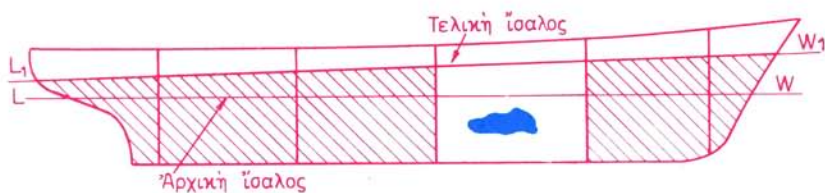
ΠΜ.Κ Πρυμναία κάθετος

ΠΡ.Κ Πρωαία κάθετος

Σχ. 9α



Σχ. 9 β



Σχ. 9γ.

Στήν πράξη τά μήκη τῶν στεγανῶν λαμβάνονται μικρότερα ἀπό τά μέγιστα (δηλ. ἀ κατακλίσιμα) μέ βάση σχετικές διατάξεις τῆς ΠΑΖΕΘ (βλέπε Κεφ. 21).

δ) Πρόβλεψη ἐφεδρικής ἀντίστασης ἢ πλευστότητας πρὸς ἀντιμετώπιση τῆς αὐ- ἡσεως τοῦ βυθίσματος τοῦ πλοίου, ὅταν κάποιον διαμέρισμα γεμίσει μέ θάλασσα ὄγω βλάβης.

ε) Πρόβλεψη ὑπάρξεως ἐπαρκῶν περιθωρίων ἐγκάρσιας εὐστάθειας πρὸς ἀντι- ιετώπιση τῆς μειώσεως τῆς ἐγκάρσιας εὐστάθειας ἂν γεμίσει μέ θάλασσα κάποιον διαμέρισμα λόγω βλάβης.

στ) Ἐπαρκῆς κατασκευαστική ἀντοχή ἰδίως τῶν εὐπαθῶν σέ βλάβες μερῶν τοῦ τκάφους, ὅπως ὁ πυθμένας καί ἡ πρῶρα.

Παραπέρα θά εξετάσουμε ποιοτικά ποιά θά είναι ή επιρροή της κατακλύσεως μέ θάλασσα ενός στεγανού διαμερίσματος πλοίου λόγω βλάβης. Στο σχήμα 9β απεικονίζεται πλοίο, τό όποιο έπαθε βλάβη σέ κύριο στεγανό διαμέρισμα W_1L_1 είναι ή τελική ίσαλος πλεύσεως.

Τό διαμέρισμα πού έπαθε βλάβη, επικοινωνεί πιά έλεύθερα μέ τή θάλασσα, ή όποια θά τό γεμίσει μέχρι νά εξισωθεί ή στάθμη του διαμερίσματος μέ τή θάλασσα.

Είναι δυνατό νά θεωρηθεί ότι τό πλοίο έχασε τήν άντωση του διαμερίσματος πού κατακλύσθηκε καί ότι τό σχήμα των ύφάλων του πλοίου μετά τήν κατάκλυση είναι τό γραμμοσκιασμένο στό σχήμα 9γ. Έναλλακτικά είναι δυνατό νά θεωρηθεί ότι στό πλοίο προστέθηκε θάλασσα μέσα στό διαμέρισμα πού κατακλύσθηκε, δηλαδή ότι ή θάλασσα πού εισχώρησε μέσα σέ αυτό είναι ένα πρόσθετο βάρος. Ανάλογα μέ τόν τρόπο εξετάσεως του θέματος ή μέθοδος αναλύσεως του προβλήματος άποκαλείται **άπωλεσθείσης άντώσεως** ή **πρόσθετου βάρους**.

Στή συνέχεια εξετάζεται μέ τή μέθοδο του πρόσθετου βάρους ή επίδραση πού θά έχει ή κατάκλυση στην πλευστότητα καί τήν ευστάθεια του πλοίου.

α) **Αύξηση έκτοπίσματος.**

Λόγω προσθήκης του βάρους w του νερού, πού κατέκλυσε τό διαμέρισμα, αύξηθηκε τό έκτόπισμα του πλοίου καί έπομένως καί τό μέσο βύθισμα. Άποτέλεσμα είναι νά μειωθεί ή έφεδρική πλευστότητα καί τό ύψος των εξάλων.

β) **Μεταβολή βυθίσματος καί διαγωγής.**

Άπό τήν προσθήκη του βάρους w , τό πλοίο έπαθε παράλληλη βύθιση κατά τά ωστά, καί μεταβολή διαγωγής πού εξαρτάται από τή θέση του διαμερίσματος. Η διαγωγή μπορεί νά είναι **κρίσιμη** όταν πρόκειται γιά κατάκλυση άκραίων διαμερισμάτων.

γ) **Μεταβολή θέσεως κέντρου άντώσεως Β καί μετάκεντρου.**

Τό πλοίο μετά τήν κατάκλυση, πλέει σέ διαφορετικό βύθισμα καί έκτόπισμα από τό αρχικό, γι' αυτό ή θέση του κέντρου άντώσεως Β (κατακόρυφος καί διαμήκης), όπως καί ή καθ' ύψος θέση του έγκάρσιου καί διαμήκους μετάκεντρου, θά μεταβληθούν.

δ) **Μεταβολή θέσεως του κέντρου βάρους G του πλοίου.**

Έφόσον προστέθηκε τό βάρος του θαλάσσιου νερού, πού κατέκλυσε τό διαμέρισμα, ή θέση του κέντρου βάρους G του πλοίου θά μεταβληθεί.

ε) **Έπίδραση έλεύθερης επιφάνειας ενός διαμερίσματος πού έχει κατακλυσθεί.**

Σύμφωνα μέ όσα είπαμε μέχρι τώρα, ή κατάκλυση ενός διαμερίσματος από τή θάλασσα δέν διαφέρει καθόλου από τό νά προστεθεί στό πλοίο ένα βάρος. Έπιπλέον, έκτός από τίς παραπάνω επιδράσεις πρέπει νά ληφθεί υπόψη ή μείωση του μετακεντρικού ύψους λόγω τής έλεύθερης επιφάνειας του διαμερίσματος, ή όποια, όπως αναφέρεται στην παράγραφο 5.11, είναι:

$$GG_1 = \frac{i}{V}$$

στ) Σέ περίπτωση κατά τήν όποια ένα διαμέρισμα πού έχει κατακλυσθεί δέν είνεται από πλευρά σέ πλευρά του πλοίου λόγω ύάρξεως κεντρικής διαμήκους τεγανής φρακτής (όπως π.χ. συμβαίνει στά δεξαμενόπλοια), τότε τό πρόσθετο

αμος δημιουργεί ροπή ανατροπής η οποία θα προκαλέσει καί έγκαρσια κλιση του πλοίου, έπιπλέον των άλλων πέντε επιδράσεων, πού αναφέραμε προηγουμένως.

Η συνηθισμένη επίδραση από την κατάκλυση ενός κύριου διαμερίσματος είναι υνοπτικά:

- α) Μείωση έφεδρικής πλευστότητας.
- β) Μείωση άρχικου μετακεντρικού ύψους GM.
- γ) Κλίση καί αλλαγή διαγωγιής του πλοίου.

Τά μέτρα πού λαμβάνομε είναι:

α) **Πρίν από τή βλάβη.**

Ύπαρξη έπαρκοϋς έφεδρικής πλευστότητας καί έγκάρσιας εϋστάθειας. (βλέπε Κεφ. 21 - 'Ασφάλεια 'Ανθρώπινης ζωής - Ύποδιαίρεση - Εϋστάθεια).

β) **Μετά τή βλάβη.**

1) Προσπάθεια νά σταματήσει ή διαρροή καί εξάντληση των νερών του διαμερίσματος πού έχει κατακλυσθεί.

2) Προσπάθεια νά αύξηθει ή έφεδρική πλευστότητα μέ άπόρριψη φορτίων καί ύγρων.

3) Προσπάθεια νά βελτιωθεί ή εϋστάθεια μέ άπόρριψη φορτίων πού βρίσκονται ψηλά καθώς καί έρματισμοϋ.

4) Προσπάθεια νά μειωθούν οι υπόλοιπες ελεύθερες επιφάνειες μέ τήν άπάντηση των κυτών καί τό γέμισμα ή άδειασμα των μισογεμάτων δεξαμενών.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΔΕΚΑΤΟ

ΑΝΤΙΣΤΑΣΗ ΚΑΙ ΠΡΩΣΗ

10.1 Εισαγωγή.

Ἡ κατανόηση τῶν σχέσεων μεταξύ ἀντιστάσεως προώσεως, τῆς ἰσχύος προώσεως τοῦ πλοίου καί τῆς ταχύτητος εἶναι σημαντική γιά ὅσους ἀσχολοῦνται μέ τὰ πλοῖα.

Εἰδικά οἱ ἀξιωματικοί τῶν πλοίων ἀντιλαμβάνονται ὅτι ἡ αὔξησις τῆς ἰσχύος προώσεως δέν ἐπιφέρει ἀνάλογη αὔξησις τῆς ταχύτητος τοῦ πλοίου. Ἔτσι π.χ. διπλασιασμός τῆς ἰσχύος προώσεως ἐνός πλοίου ἐπιφέρει αὔξησις τῆς ταχύτητος μόνο κατά 20 ὡς 25%. Στόν τομέα αὐτό γίνονται μερικές φορές οὐσιώδη σφάλματα ἐκτιμήσεως ἀκόμη καί ἀπό ἔμπειρους ναυτικούς.

Οἱ στοιχειώδεις καί βασικές γνώσεις τῆς θεωρίας ἀντιστάσεως καί προώσεως πού θά ἀναπτύξομε παρακάτω θά βοηθήσουν στήν κατανόηση τῶν σχετικῶν προβλημάτων ἀντιστάσεως προώσεως, ἰσχύος προώσεως καί ταχύτητος.

10.2 Φύση τῆς ἀντιστάσεως.

Σέ πλοῖο πού κινεῖται μέ σταθερή εὐθύγραμμη ταχύτητα ἡ ἐνέργεια πού παράγεται ἀπό τήν προωστήριο ἐγκατάστασις ξοδεύεται στήν ὑπερνίκηση τῶν ἀντιστάσεων προώσεως.

Στήν κατάστασις αὐτή ὑπάρχει ἰσορροπία τῆς προωστήριας δυνάμεως, δηλαδή τῆς ὥσεως καί τῆς ἀντιστάσεως. Ἄν κρατηθεῖ ἡ μηχανή προώσεως, δηλαδή μηδενισθεῖ ἡ προωστήρια δύναμη, ἡ κίνησις τοῦ πλοίου θά ἐπιβραδυνθεῖ μέχρι νά μηδενισθεῖ. Ἄν βάλομε πάλι σέ λειτουργία τή μηχανή προώσεως, ἡ κίνησις τοῦ πλοίου θά ἐπιταχυνθεῖ, μέχρις ὅτου ἐπιτευχθεῖ σταθερή ταχύτητα, ὁπότε καί πάλι ὑπάρχει ἰσορροπία δυνάμεων.

Ἔτσι ἡ προωστήρια δύναμη πού δημιουργεῖται ἀπό τήν ἔλικα εἶναι ἀντίθετη καί, ταν ἰσορροποῦν οἱ δυνάμεις, ἴση πρὸς τήν ἀντίστασις προώσεως.

10.3 Συνιστώσες τῆς ἀντιστάσεως προώσεως.

Ὅταν ἓνα σῶμα κινεῖται ἐντελῶς κάτω ἀπό τήν ἐπιφάνεια ὑγροῦ καί σέ ἀρκετό ἄθος, οἱ συναντώμενες ἀντιστάσεις εἶναι κατά μεγάλο μέρος ἀντιστάσεις τριβῆς καί δυνῶν. Ὅταν ἐντούτοις ἓνα σῶμα κινεῖται στή διαχωριστική ἐπιφάνεια δύο ὑγρῶν, ὅπως στήν περίπτωσις πλοίων πού κινοῦνται στή διαχωριστική ἐπιφάνεια τῆς θάλασσης καί τοῦ ἀέρα, παρατηρεῖται δημιουργία καί διάδοσις συστημάτων

κυματισμοῦ, τὰ ὁποῖα ἀπορροφοῦν ἐνέργεια. Παρὰ τὰ ἀναπτύσσονται τὰ εἶδη ἢ ἢ συνιστώσες τῆς ἀντίστασης πρόωσης.

1) Ἀντίσταση τριβῆς.

Τό νερό καί τὰ ἄλλα ὑγρά παρουσιάζουν τό φαινόμενο τῆς ἐσωτερικῆς τριβῆς πού παρουσιάζεται ὅταν μόρια τοῦ ὑγροῦ πού γειτονεύουν κινούνται μέ διαφορετική ταχύτητα ὁπότε μεταξύ τους δημιουργοῦνται ἀντιστάσεις τριβῆς.

Ἔστω ἓνα πλοῖο πού κινεῖται ἐντελῶς βυθισμένο μέσα στό νερό (σχ. 10.3α)· οἱ ἐπιφάνειες παρασύρουν μόρια νεροῦ λόγω τῆς τριβῆς μέ αὐτές χωρίς ὀλίσθηση, δηλαδή τὰ μόρια τοῦ νεροῦ, πού βρίσκονται ἀμέσως σέ ἐπαφή μέ τήν ἐπιφάνεια τοῦ πλοῖου, κινούνται μαζί μέ αὐτή καί ἔχουν τήν ἴδια ταχύτητα μέ τήν ἐπιφάνεια τοῦ πλοῖου ἢ σέ σχέση πρός αὐτήν ἔχουν ταχύτητα μηδενική. Σέ μικρή ἐντούτοις ἀπόσταση ἀπό τήν ἐπιφάνεια τοῦ πλοῖου ἔχει παρατηρηθεῖ ὅτι ἡ ταχύτητα τῶν μορίων τοῦ ὑγροῦ εἶναι πολύ μικρή. Τό μικροῦ πάχους στρώμα τῶν μορίων τοῦ νεροῦ, τὰ ὁποῖα κινούνται μαζί μέ τό πλοῖο, δηλαδή τό μεταξύ τῆς ἐπιφάνειας τοῦ πλοῖου καί τοῦ νεροῦ πού δέν ἐπηρεάσθηκε καί πού ἔχει μηδενική ταχύτητα, ὀνομάζεται ὀριακό στρώμα (Boundary Layer) ἢ ἀλλιῶς **ὁμόρρους τριβῆς**. Στό στρώμα αὐτό παρατηρεῖται γρήγορη πτώση τῆς ταχύτητας τῶν παρασυρομένων μορίων, ἀπό τήν ταχύτητα τοῦ πλοῖου στή μηδενική τοῦ περιβάλλοντος νεροῦ. Ἡ ὀλική ἀντίσταση τριβῆς εἶναι ἄθροισμα τῶν ἀντιστάσεων τριβῆς μεταξύ γειτνιαζόντων μορίων, πού ἔχουν διαφορετική μεταξύ τους ταχύτητα μέσα στό περιφερειακό στρώμα.



σχ. 10.3

Ἡ κίνηση τῶν μορίων τοῦ νεροῦ πρός τό μπρός λόγω τῆς ἐνέργειας τῶν δυνάμεων τριβῆς εἶναι μία ἀπό τίς συνιστώσες τοῦ πρυμναίου ὁμόρρου (Stern Wake), ὁποῖος ἐπηρεάζει σημαντικά τήν πρόωση μέσω τῆς ἕλικας.

Οἱ παράγοντες πού ἐπηρεάζουν τήν ἀντίσταση τριβῆς εἶναι οἱ ἐξῆς:

α) Εἶδος τῆς βρεχόμενης ἐπιφάνειας (λειότητα). β) Ἐκταση τῆς βρεχόμενης ἐπιφάνειας. γ) Ταχύτητα πλοῖου. δ) Πυκνότητα ὑγροῦ. ε) Ἰξῶδες ὑγροῦ. στ) Εἶδος ροῆς (νηματική, στροβιλώδης ἢ μικρή). ζ) Μήκος πλοῖου ἢ βρεχόμενης ἐπιφάνειας.

Δεχόμεστε συνήθως ὅτι τό σχῆμα τῆς ἐπιφάνειας ἐκτός ἀπό τό μήκος της, δέν πιδραῖ στήν ἀντίσταση τριβῆς. Δηλαδή ἡ ἀντίσταση τριβῆς θεωρεῖται ἐκείνη πού

ιοία θά είχε ή βρεχόμενη επιφάνεια του σκάφους αν είχε μέν τήν ίδια εκτασί-
λλά ήταν τελείως επίπεδη.

Είναι προφανές ότι ή κύρτωση τής επιφάνειας αυτής προκαλεί πιέσεις στό νερό
ατά τήν κίνηση του πλοίου. Έξάλλου τό νερό από αντίδραση προκαλεί ίσες και
αντίθετες πιέσεις σέ κάθε σημείο τής γάστρας. Η συνισταμένη του συνόλου των
αντιδράσεων αυτών του νερού στη γάστρα δημιουργεί τήν αντίσταση κυματισμού
ή τήν όποία θά μιλήσουμε παρακάτω.

Ενας από τους τύπους που χρησιμοποιούνται συνηθέστερα για τόν υπολογισμό
ισ αντίστασεως τριβής του W. Froude, είναι:

$$R_f = f S V^{1,825} \quad \text{σέ } l b$$

που: f συντελεστής εξαρτώμενος από τό είδος (λειότητα) τής επιφάνειας, τήν πυ-
κνότητα, τό ιξώδες του υγρού και τό μήκος του πλοίου ($f = 0,009$ ως $0,010$),
S ή βρεχόμενη επιφάνεια σέ ft^2 ,
V ή ταχύτητα του πλοίου σέ κόμβους.

Από τόν παραπάνω τύπο φαίνεται ότι ή αντίσταση τριβής είναι ανάλογη με τή
βρεχόμενη επιφάνεια και τήν ταχύτητα του πλοίου ύψωμένη σέ δύναμη που πλη-
σιάζει τό τετράγωνο ($1,825 \approx 2$). Η λειότητα τής επιφάνειας υπεισέρχεται μέ τό
συντελεστή f. Η αντίσταση τριβής ενός πλοίου αυξάνεται λόγω ρυπάνσεως τής
γάστρας και τής καταστροφής τής λειότητας των υφάλων, που αυτή δημιουργεί.

Η αύξηση τής αντίστασεως τριβής μπορεί νά ανέλθει σέ 0,3 ως 0,5% για κάθε
μέρα από τό δεξαμενισμό του πλοίου, δηλαδή για 100 ήμέρες από τό δεξαμενι-
σμό ή **αντίσταση τριβής** μπορεί νά αυξηθεί κατά 30 ως 50%.

Βέβαια ή ρύπανση τής γάστρας και έπομένως και ή αύξηση αντίστασεως τριβής
που προέρχεται από αυτή εξαρτάται από τήν έποχή του έτους, τήν περιοχή τής θά-
λασσας, τήν κίνηση ή όχι του πλοίου, τό είδος των χρωμάτων κλπ.

Η διάρκεια μεταξύ δεξαμενισμών καθώς και τό είδος τής επιστρώσεως των υ-
φάλων καθορίζεται από τή συνεκτίμηση των παρακάτω βασικότερων παραγόν-
των:

α) Τήν αύξηση τής καταναλώσεως καυσίμων και τή μείωση τής ταχύτητας και
των ζημιών που προέρχονται από αυτά.

β) Τό κόστος δεξαμενισμού και τίς εργασίες συντηρήσεως τής επιφάνειας των
υφάλων.

γ) Τό χρόνο που απαιτείται για τό δεξαμενισμό και τά κέρδη που διαφεύγουν έ-
ξαιτίας του.

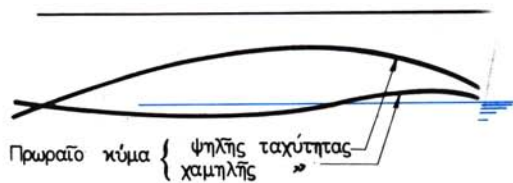
β) Αντίσταση κυματισμού.

Από τήν άπλή παρατήρηση πλοίων που κινούνται γίνονται άντιληπτά τά συστή-
ατα κυματισμού που προκαλούν. Έτσι π.χ:

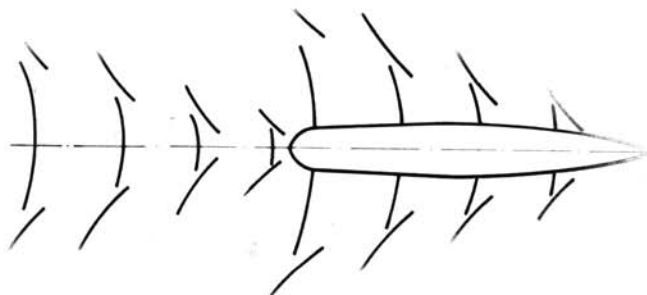
α) Είναι όρατό τό κύμα (μουστάκια) που σχηματίζεται στήν πλώρα του πλοίου ί-
ως σέ πλοία που κινούνται γρήγορα (σχ. 10.3β).

β) Σέ ήρεμη θάλασσα γίνονται φανερά τά συστήματα κυμάτων από άεροπλάνο.

γ) Σέ ήρεμη θάλασσα γίνεται άντιληπτό τό πέραςμα πλοίου και από τήν πρόσ-
πτωση των κυμάτων που προκαλεί έπάνω στήν άκτή.



Σχ. 10.3β



Σχ. 10.3γ.

του και πρυμναίου συστήματος κυμάτων. Οι γραμμές παριστάνουν κορυφές κυμάτων.

Τά παραπάνω κύματα φαίνονται στα σχήματα 10.3γ καί 10.3δ, όπου παρατηρούμε τά ακόλουθα:

α) Άνά ένα σύστημα κυμάτων πού άποκλίνει στην πώρα καί τήν πρύμνη του πλοίου, τών οποίων οι κορυφές έχουν όξεία γωνία πρός τή διεύθυνση κινήσεως του πλοίου.

β) Άνά ένα έγκάρσιο σύστημα κυμάτων στην πώρα καί τήν πρύμνη του πλοίου, τά όποια έχουν διεύθυνση κάθετη πρός τή διεύθυνση κινήσεως του πλοίου. Τά κύματα τών συστημάτων αυτών έχουν όμοιόμορφο εύρος καί μήκος, έφόσον ή ταχύτητα του πλοίου διατηρείται σταθερή.

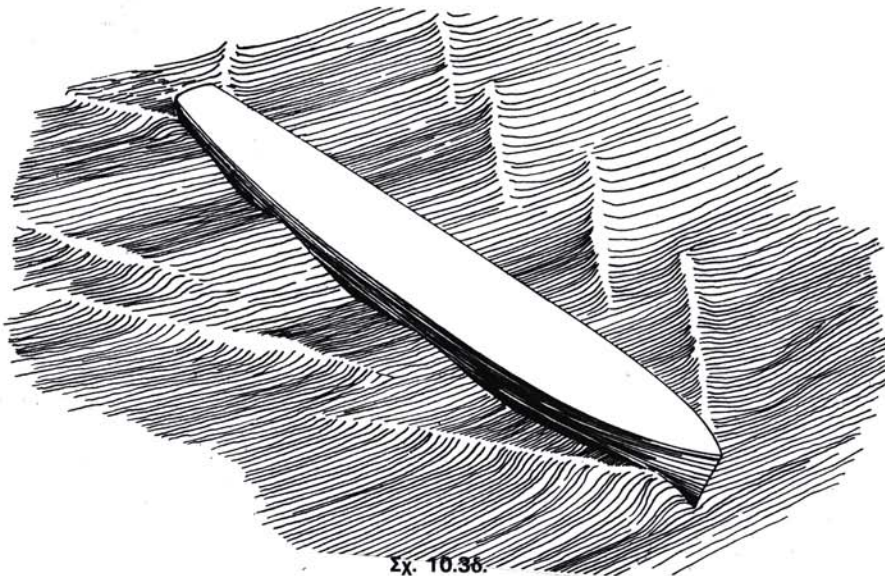
Ή δημιουργία αυτών των κυμάτων άπαιτεί κατανάλωση ενέργειας, ή όποια προέρχεται από τήν προωστήρια έγκατάσταση του πλοίου.

Τό μέρος τής ώσεως, τό όποιο καταναλίσκεται στή δημιουργία καί τή διάδοση των κυμάτων, καλείται **άντίσταση κυματισμού**.

Τά κύματα πού παράγονται από τήν κίνηση του πλοίου δέν πρέπει νά συγχέονται μέ τό φυσικό κυματισμό τής θάλασσας, ό όποιος δημιουργείται από τούς άνέμους.

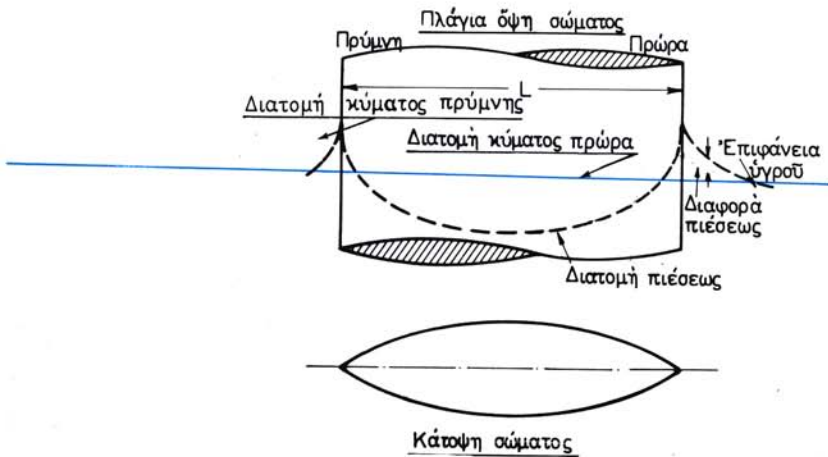
Ή δημιουργία των κυμάτων λόγω τής κινήσεως του πλοίου είναι πολύπλοκο φαινόμενο, έδω δέ θά περιγραφούν τά κύρια χαρακτηριστικά τής φύσεως των κυμάτων.

Στό σχήμα 10.3ε φαίνεται σώμα σταθερης διατομής πού έκτείνεται από τήν έπιφάνεια ενος υγρού σε άρκετό βάθος καί κινείται μέ σταθερή εύθύγραμμη ταχύτητα. Στό μπροστινό μέρος του σώμα



Σχ. 10.36.

Σχηματική παράσταση κυματισμού.



Θά παρατηρηθεί αύξηση τής πιέσεως, ή όποια γίνεται μέγιστη στην άκμή (στείρα) τής πρώρας του σώματος. Αυτό όφείλεται στή συμπύκνωση και τή σχετική επιβράδυνση τών μορίων του ύγρου, τά όποια συμπιέζονται άπό τό σώμα (πλοίο) πού προσεγγίζει. Λόγω τής αύξήσεως τής πιέσεως στήν περιοχή αύτή άνεβαίνει άντίστοιχα ή στάθμη του ύγρου.

Στό σχήμα ή γραμμή μέ τίς στιγμές δείχνει τήν πίεση του ύγρου στήν ίσαλο, ή δέ πλήρης γραμμή τή στάθμη του ύγρου, δηλαδή τό σχηματισμό του κύματος.

Ή κορυφή του κύματος στήν περιοχή τής πρώρας δέν συμπίπτει μέ τό σημείο, όπου παρουσιάζεται ή μέγιστη αύξηση τής πιέσεως και λόγω τής διαφοράς πού ύπάρχει προκαλούνται έπιταχύνσεις

των μαζών του ύγρου προς τα επάνω. Το αποτέλεσμα της διαφοράς αυτής είναι ότι η κορυφή του κύματος παρουσιάζεται λίγο πρὺμνηθεν τῆς πρωραίας ἀκμῆς. Στὴν περιοχή αὐτή ὄμως ἡ πίεση μειώνεται γρήγορα καὶ ἔχοντας ὑπόψη ὅτι οἱ μάζες τοῦ ὑγροῦ ἔχουν φθάσει ἤδη σὲ ψηλότερη στάθμη ἀπὸ αὐτή πού ἀντιστοιχεῖ στὴν πίεση, λόγω τῆς ἐπιταχύνσεως καὶ τῆς ἀδράνειας, θὰ ἔχομε τώρα ἐφαρμογή ἐπιταχύνσεων πρὸς τὰ κάτω καὶ ἡ στάθμη τοῦ ὑγροῦ θὰ κατέβει. Μὲ τὸν τρόπο αὐτό ἡ ἐπιφάνεια τοῦ ὑγροῦ ἀρχίζει νὰ ταλαντώνεται καὶ νὰ δημιουργεῖται τὸ σύστημα τῶν ἐγκαρσίων κυμάτων.

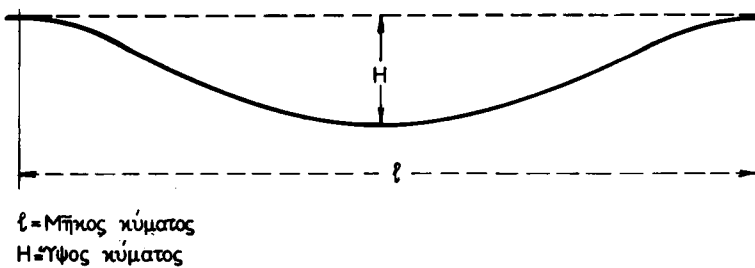
Ἐτσι, στὴν πρῶρα παρατηρεῖται ὅτι δημιουργεῖται κορυφὴ κύματος στὴν περιοχή ἀπότομης πτώσεως τῆς πιέσεως μετὰ τῆ στείρα. Μὲ ὅμοιο τρόπο μπορούμε νὰ δοῦμε ὅτι στὴν περιοχή ἀπότομης αὐξήσεως τῆς πιέσεως μπιστὰ ἀπὸ τὴν πρὺμνη δημιουργεῖται ἀντιθέτως κοῖλο κύματος.

Τὰ κύματα πού παράγονται ἔτσι, στὴν πρῶρα καὶ τὴν πρὺμνη κινοῦνται συνεχῶς μαζί μὲ τὸ πλοῖο (στάσιμο) μὲ τὴν ἴδια ταχύτητα καὶ ἔτσι, δημιουργοῦν τὸ ἐγκάρσιο σύστημα κυμάτων μὲ ἀπόλυτη ταχύτητα ἴση μὲ τὴν ταχύτητα τοῦ πλοίου.

Τὸ μήκος l τῶν κυμάτων (σχ. 10.3στ) εἶναι συνάρτηση τῆς ταχύτητας διαδόσεώς του καὶ μπορεῖ νὰ ἐκφρασθεῖ μὲ τὸν τύπο:

$$l = 0,557 V^2$$

ὅπου: l σέ ft, V σέ κόμβους.



Σχ. 10.3στ.

Ἐπομένως ὄσο αὐξάνει ἡ ταχύτητα τοῦ πλοίου, τόσο αὐξάνει τὸ μήκος τῶν κυμάτων τοῦ ἐγκάρσιου συστήματος κυματισμοῦ.

Ἀπὸ τὴ θεωρία τῶν κυμάτων εἶναι γνωστὸ ὅτι ἡ ἐνέργεια πού ὑπάρχει σὲ ἓνα σύστημα κυματισμοῦ, εἶναι ἀνάλογη μὲ τὸ τετράγωνο τοῦ ὕψους τῶν κυμάτων πού ὑπάρχουν σὲ αὐτό.

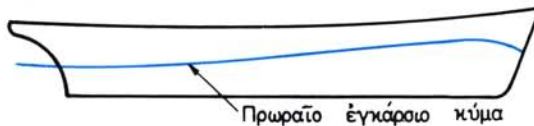
Ἡ αὐξηση τῆς ταχύτητας τοῦ πλοίου ἔχει ὡς συνέπεια καὶ τὴν αὐξηση τοῦ ὕψους τῶν κυμάτων πού παράγονται ἀπὸ τὴν κίνηση τοῦ πλοίου καὶ ἐπομένως τὴν αὐξηση τῆς ἐνέργειας πού καταναλώνεται γιὰ τὴ δημιουργία τοῦ κυματισμοῦ, δηλαδή αὐξηση τῆς ἀντίστασης κυματισμοῦ.

Ἄν πλοῖο μετὰ τὴν ἐκκίνησή του αὐξάνει προοδευτικὰ τὴν ταχύτητά του, τὸ μήκος τῶν κυμάτων τοῦ πρωραίου συστήματος θὰ αὐξάνει, καὶ σὲ κάποια ταχύτητα τὸ μήκος τῶν κυμάτων θὰ εἶναι ἴσο μὲ τὸ μήκος τοῦ πλοίου, τὸ ὁποῖο στὴν κατάσταση αὐτὴ θὰ φαίνεται σὰν νὰ ὑποστηρίζεται στὰ δύο ἄκρα ἀπὸ τὶς κορυφές δύο διαδοχικῶν κυμάτων (σχ. 10.3ζ).

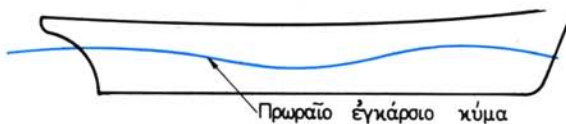
Ἄν ἡ ταχύτητα τοῦ πλοίου αὐξηθεῖ ἀκόμη περισσότερο, τὸ πλοῖο θὰ φαίνεται ὅτι κινούμενο ἀνεβαίνει ἐπάνω στὸ ἐγκάρσιο κύμα πρῶρας πού δημιουργεῖται ἀπὸ αὐτό. Στὴν κατάσταση αὐτὴ ἡ ἀντίσταση κυματισμοῦ εἶναι πολὺ ψηλὴ καὶ τὸ πλοῖο ἔχει τόση ταχύτητα, ὥστε μέρος τοῦ βάρους του στηρίζεται ἀπὸ τὶς ὑδροδυναμικὲς δυνάμεις τοῦ ὑγροῦ πού διέρχεται κάτω ἀπὸ τὸν πυθμένα τοῦ πλοίου.

Μεταξύ ταχύτητας V καὶ μήκους πλοίου L ὑπάρχει μία σημαντικὴ σχέση, ἡ ὁποία ἐπηρεάζει τὸ σχηματισμὸ κυμάτων στὰ πλοῖα διαφόρων μεγεθῶν καὶ ἐπομένως τὴν ἀντίσταση κυματισμοῦ. Ἡ σχέση αὐτὴ εἶναι ὁ λόγος V/\sqrt{L} καὶ ὀνομάζεται σχέση ταχύτητας - μήκους.

Ὅταν ἡ ταχύτητα καὶ τὸ μήκος τοῦ πλοίου εἶναι τέτοια, ὥστε τὸ μήκος κύματος νὰ εἶναι ἴσο πρὸς



Σχ. 10.3ζ.



Σχ. 10.3η.

το μήκος του πλοίου, ή παραπέρα αύξηση τής ταχύτητας γίνεται με κατανάλωση δυσανάλογης δυνάμεως. Στην περίπτωση αυτή ο λόγος V/\sqrt{L} παίρνει τιμή:

$$\frac{V}{\sqrt{L}} = 1,34$$

όπου: τό V μετριέται σε κόμβους και τό L σε ft.

Σε έμπορικά πλοία ο λόγος V/\sqrt{L} διατηρείται μικρότερος από τήν παραπάνω τιμή.

Έτσι π.χ.:

$$\text{Στά πλοία S.D. 14 και Freedom} \quad \frac{V}{\sqrt{L}} = \frac{15}{\sqrt{450}} = 0,715$$

$$\text{Στά πλοία έμπορευματοκιβωτίων} \quad \frac{V}{\sqrt{L}} = \frac{22}{\sqrt{450}} = 1,05$$

$$\text{Σε μερικά πολεμικά πλοία ο λόγος} \quad \frac{V}{\sqrt{L}} \text{ είναι ψηλός.}$$

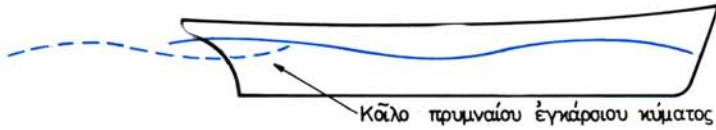
$$\text{Έτσι στά άντιτορπιλλικά είναι:} \quad \frac{V}{\sqrt{L}} = \frac{36}{\sqrt{324}} = 2,00.$$

Όταν ή σχέση V/\sqrt{L} φθάσει τά 1,7 ως 1,8 οι υδροδυναμικές δυνάμεις άντώσεως αρχίζουν νά γίνονται σημαντικές.

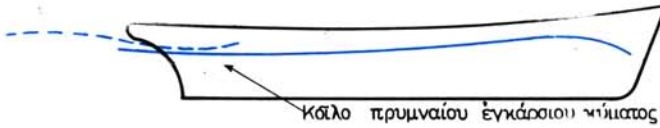
Κοντά στην πρωρα του πλοίου που κινείται δημιουργείται τό κύριο έγκάρσιο σύστημα κυματισμού με κορυφή κύματος, τό οποίο έπεκτείνεται στη συνέχεια κατά μήκος του πλοίου. Με όμοιο τρόπο δημιουργείται άλλο άνεξάρτητο σύστημα έγκαρσίων κυμάτων κοντά στην πρύμνη του πλοίου, του οποίου τό πρώτο κύμα αρχίζει με κοίλο (σχ. 10.3n).

Λόγω τής μεταβολής τής ταχύτητας του πλοίου, μεταβάλλεται τό μήκος των κυμάτων του πρωραίου συστήματος και έπομένως στην πρύμνη του πλοίου, όπου σχηματίζεται τό κοίλο του πρώτου κύματος του πρυμναίου συστήματος, είναι δυνατό νά φθάσει κορυφή ή κοίλο του πρωραίου έγκαρσιου συστήματος κυμάτων.

Η συνισταμένη των δύο κυμάτων στην πρώτη περίπτωση θά είναι μειωμένου εύρους (σχ. 10.3θ) γιατί ο ένας κυματισμός θά έξουδετερώσει μερικώς τόν άλλο (άφαίρεση), ενώ στη δεύτερη θά είναι



Σχ. 10.3θ.

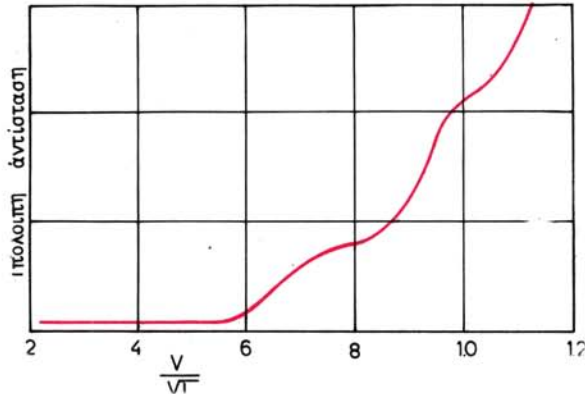


Σχ. 10.3ι.

αύξημένου εύρους (σχ. 10.3ι) γιατί ὁ ἕνας κυματισμός θά ἐνισχύσει καί θά ἐντείνει τόν ἄλλο καί ἐπομένως θά δημιουργηθεῖ κυματισμός αὐξημένου εύρους (πρόσθεση). Ἐπομένως ἡ ἀντίσταση κυματισμοῦ ἐξαρτᾶται ἀπό τή σχετική φάση τῶν δύο κυμάτων.

Χρήση τῶν παραπάνω παρατηρήσεων γίνεται στή σχεδίαση τοῦ ὑπό ναυπήγηση πλοίου ἢ κατὰ τίς μετασκευές πλοίων, ὅποτε μερικές φορές κατάλληλη ἐπιμήκυνση τοῦ πλοίου, παρά τήν αὐξηση τοῦ βεβητοπίσματος, μπορεῖ νά ἐπιφέρει ἀκόμη καί αὐξηση τῆς ταχύτητας, χωρίς νά μεταβληθεῖ ἡ δύναμη τρωώσεως.

Κατά τή χάραξη τῆς καμπύλης ἀντιστάσεως κυματισμοῦ (ὑπόλοιπη ἀντίσταση) αὐτό γίνεται φανερό ἀπό τίς κυματώσεις πού παρατηροῦνται (σχ. 10.3ια).

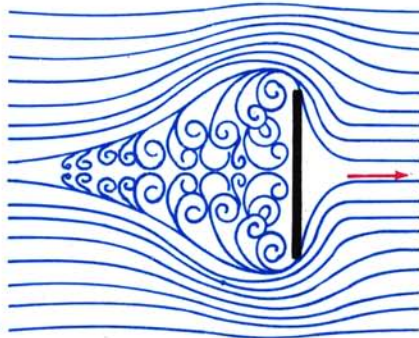


Σχ. 10.3ια

γ) Ἀντίσταση δινῶν ἢ στροβιλισμῶν.

Μία ἐπίπεδη πλάκα κινούμενη καθέτως πρὸς τό ἐπίπεδό της μέσα σέ ὑγρό ἀφήνει κατὰ τό πέρασμά της μία μάζα ἀναταραγμένου καί στροβιλιζόμενου ὑγροῦ, ὅπως φαίνεται ἀπλοποιημένα στό σχῆμα 10.3ιβ.

Ὅμοιες συνθήκες μποροῦν νά γίνουν ἀντιληπτές κοντά στήν πρύμνη τῶν πλοίων. Οἱ ἀντιστάσεις δινῶν εἶναι ἀποτέλεσμα ἀδυναμίας τῶν ρευματικῶν γραμμῶν νά ἀκολουθήσουν τό σχῆμα τοῦ πλοίου, οἱ ὁποῖες ἔτσι, ἀφήνουν χώρους καί



Σχ. 10.3ιβ.

μηλής πίεσεως στην περιοχή της πρύμνης σε σχέση προς τους χώρους μεγάλης πίεσεως στην πλώρα (σχ. 10.3α). Η ενέργεια καταναλώνεται μέσα στο στροβιλιζόμενο νερό και προστίθεται στην ενέργεια κυματισμού. Εκτός από αυτό η έλαττωση της πίεσεως στην πρύμνη προσαυξάνει την αντίσταση προώσεως (βλέπε και παρακάτω «Λειτουργία έλικας»).

Προσεκτική σχεδίαση του σχήματος του σκάφους και των εξαρτημάτων του είναι δυνατό να μειώσει την τάση αποχωρισμού των ρευματικών γραμμών από το σκάφος και να ελαττώσει την αντίσταση δινών.

Οι προς τα μέσα και μπρός κινήσεις των μορίων του νερού για την αναπλήρωση των κενών στην πρύμνη είναι ένα μέρος του όμορρου πρύμνης (σχ. 10.3α).

Όπως αναπτύσσεται παρακάτω οι αντιστάσεις δινών περιλαμβάνονται μαζί με την αντίσταση κυματισμού στη λεγόμενη **υπόλοιπη αντίσταση πλοίου**.

δ) Αντίσταση αέρα.

Οι συνιστώσες της αντιστάσεως που αναπτύχθηκαν προηγουμένως μπορεί να συνοψισθούν ως **υδραυλική αντίσταση**. Εκτός από αυτές υπάρχει και η αντίσταση, την οποία παρουσιάζει ο ατμοσφαιρικός αέρας στην κίνηση του πλοίου. Η αντίσταση αυτή μπορεί επίσης να υποδιαιρεθεί στις τρεις συνιστώσες που περιγράψαμε προηγουμένως, γιατί και ο αέρας μπορεί να θεωρηθεί ως υγρό μικρής πυκνότητας (σχέση πυκνοτήτων νερού/αέρα περίπου 800/1).

Έντοτους, επειδή τό μέγεθος της αντιστάσεως του αέρα σε άπνοια είναι μικρό σε σύγκριση με τις υδραυλικές αντιστάσεις, δέν κρίνεται γενικά σκόπιμη ή λεπτομερής ανάλυση κάθε μιās από τις συνιστώσες.

Η αντίσταση του αέρα σε άπνοια αντιπροσωπεύει ποσοστό της τάξεως του 2 ως 3% της ολικής αντιστάσεως προώσεως. Σημειώνεται ότι οι αντιστάσεις του αέρα γίνονται σημαντικές με αντίθετο δυνατό άνεμο, γιατί είναι ανάλογες με τό τετράγωνο της σχετικής ταχύτητας ανέμου και πλοίου.

Έτσι, αν σε πλοίο που κινείται με ταχύτητα 10 κόμβων σε άπνοια η αντίσταση του αέρα είναι 2%, με αντίθετο άνεμο ταχύτητας 10 ν.μ. ανά ώρα η αντίσταση του αέρα θά γίνει περίπου 8% ($2\% \times 2^2$), ενώ με αντίθετο άνεμο ταχύτητας 20 ν.μ. ανά ώρα, η αντίσταση του αέρα θά γίνει περίπου 18% ($2\% \times 3^2$) της ολικής αντιστάσεως.

10.4 Τρόπος καθορισμού αντίστασης προώσεως.

Στήν πράξη γίνεται δεκτό ότι η όλικη αντίσταση προώσεως μπορεί να υποδιαιρεθεί στην **άντίσταση τριβής** και στην **υπόλοιπη αντίσταση**, στην οποία περιλαμβάνεται η αντίσταση κυματισμού, η αντίσταση δινών και η αντίσταση του αέρα. Πρέπει να σημειωθεί ότι από την υπόλοιπη αντίσταση η αντίσταση κυματισμού αποτελεί τον κύριο και βαρύνοντα παράγοντα.

Η διαίρεση αυτή έχει αποδειχθεί ως όρθη και θεωρητικά είναι δικαιολογημένη, αν ληφθεί υπόψη ότι η αντίσταση κυματισμού, η αντίσταση δινών και το μεγαλύτερο μέρος της αντίστασης του αέρα οφείλονται στα ίδια αίτια, δηλαδή σε διαφορές πιέσεων και ότι οι αντιστάσεις δινών και αέρα είναι σχετικά μικρό ποσοστό της όλικης αντίστασης. Πάρα πολλά πειράματα έχουν αποδείξει την ορθότητα της παραπάνω παραδοχής.

Γενικά η αντίσταση τριβής αποτελεί συνήθως τα 70 ως 80% της όλικης αντίστασης για μεγάλα και μέτριας ταχύτητας πλοία, ενώ μπορεί να είναι και μικρότερη από το 50% για μικρότερα πλοία με γρήγορη κίνηση (π.χ. αντιτορπιλλικά).

10.5 Μέθοδος προσδιορισμού της πραγματικής ιπποδυνάμεως ή ιπποδυνάμεως ρυμουλκήσεως.

Με βάση τα παραπάνω για όλα τα πλοία, ανεξάρτητα από το μέγεθος, ισχύει η σχέση:

$$R_t = R_f + R_r$$

όπου: R_t είναι η όλικη αντίσταση προώσεως,
 R_f η αντίσταση τριβής και
 R_r η υπόλοιπη αντίσταση.

Η εύρεση της παραπάνω σχέσεως οφείλεται στον William Froude. Αύτος επίσης έρευνήσε το σχηματισμό των συστημάτων κυματισμού σε γεωμετρικώς όμοια πλοία και συμπέρανε ότι:

Γεωμετρικώς όμοια πλοία έχουν υπόλοιπη αντίσταση ανάλογη προς τον κύβο της σχέσεως των γραμμικών διαστάσεών τους, εφόσον ο λόγος:

$$\frac{\text{ταχύτητα πλοίου}}{\sqrt{\text{μήκος πλοίου}}} \left(\frac{V}{\sqrt{L}} \right)$$

είναι ο ίδιος. Αύτός ονομάζεται «Νόμος Συγκρίσεως» (Law of Comparison).

Δύο πλοία είναι γεωμετρικώς όμοια όταν οι αντίστοιχες διαστάσεις τους έχουν τον ίδιο λόγο αναλογίας.

Έτσι αν L, B, d είναι τό μήκος, τό πλάτος και τό κοίλο ενός πλοίου και L', B', d' τό αντίστοιχα ενός γεωμετρικώς όμοιού του, τότε αν :

$$\frac{L}{L'} = K \text{ θά είναι και } \frac{B}{B'} = K = \frac{d}{d'} \text{ κ.ο.κ.}$$

δηλαδή ο λόγος (πηλίκο) των αντίστοιχων διαστάσεων είναι ο ίδιος.

Ο λόγος των αντίστοιχων επιφανειών είναι ο ίδιος για όλα τα ζεύγη των επιφα-

νειών και ἴσος πρὸς τὸ τετράγωνο τοῦ λόγου τῶν γραμμικῶν διαστάσεων. Ἐν π.χ. S_{WL} καὶ S'_{WL} εἶναι τὰ ἐμβαδὰ τῶν ἀντιστοίχων ἰσάλων πλεύσεως τῶν δύο πλοίων, τότε:

$$\text{ἐφόσον} \quad \frac{L}{L'} = K, \text{ θὰ εἶναι} \quad \frac{S_{WL}}{S'_{WL}} = K^2$$

Ὅμοιως ἂν S, S' τὰ ἐμβαδὰ τῶν βρεχομένων ἐπιφανειῶν:

$$\frac{S}{S'} = K^2 = \left(\frac{L}{L'}\right)^2$$

$$\text{Ἀντίστοιχα γιὰ τοὺς ὄγκους} \quad \frac{O}{O'} = \left(\frac{L}{L'}\right)^3 = K^3$$

Ἄν τώρα ἓνα ἀπὸ τὰ δύο ὁμοία πλοῖα εἶναι τὸ μῶδελο τοῦ ἄλλου καὶ ἔχει μῆκος l , τότε μεταξὺ πλοίου καὶ μῶδελου ἰσχύουν οἱ παρακάτω σχέσεις ὁμοιότητος:

$$\text{Γιὰ} \quad \frac{L}{l} = \lambda, \text{ θὰ εἶναι} \quad \frac{E_S}{E_m} = \left(\frac{L}{l}\right)^2 = \lambda^2 = \text{λόγος ἐπιφανειῶν}$$

$$\text{καὶ} \quad \frac{O_S}{O_m} = \left(\frac{L}{l}\right)^3 = \lambda^3 = \text{λόγος ὄγκων}$$

Στὸ παραπάνω μὲ δείκτη S χαρακτηρίζονται τὰ μεγέθη τοῦ πλοίου καὶ μὲ τὸ m τὰ ἀντίστοιχα τοῦ μῶδελου.

Ἡ σχέση V/\sqrt{L} ἢ ὀρθότερα ἡ σχέση V/\sqrt{gL} ὀνομάζεται καὶ ἀριθμὸς Froude.

Ἀπὸ τὶς παρατηρήσεις ὅτι σὲ γεωμετρικῶς ὁμοία πλοῖα πού κινοῦνται μὲ ταχύτητα τὴν v , ὥστε ὁ λόγος V/\sqrt{L} νὰ τηρεῖται σταθερὸς, διαπιστώθηκε ἡ ἐμφάνιση ὁμοίου σχηματισμοῦ συστημάτων κυματισμοῦ. Ἀπὸ τὶς πειραματικὰς μετρήσεις πού ἐγιναν ἐπιβεβαιώθηκαν οἱ γενόμενες παραδοχές.

Ὁ τρόπος, μὲ τὸν ὁποῖο καθορίζεται ἡ ἀντίσταση πρῶσεως καὶ ἡ ἰσχύς, εἶναι ἡ ρυμούλκηση προτύπων μῆκους 5 ὡς 7 m περίπου μέσα σὲ δεξαμενὴς προτύπων.

Τὰ πρότυπα (μῶδελα) κατασκευάζονται γεωμετρικῶς ὁμοία μὲ τὸ ὑπὸ ἐξέταση ἢ σχεδίαση πλοῖο καὶ ρυμουλκοῦνται σὲ διάφορες ταχύτητες στὴ δεξαμενὴ προτύπων, ὅπου μετρεῖται ἡ ἀντίστασή τους. Ἡ ταχύτητα v , πού ἐπιλέγεται, ὀνομάζεται **ἀντίστοιχη ταχύτητα**, καὶ εἶναι αὐτὴ πού ἱκανοποιεῖ τὴν σχέση:

$$\frac{v}{\sqrt{l}} = \frac{V}{\sqrt{L}}$$

ὅπου: v καὶ V ἡ ταχύτητα προτύπου καὶ πλοίου,
 l καὶ L τὸ μῆκος προτύπου καὶ πλοίου.

Αν υποθέσουμε ότι η ρυμούλκηση γίνεται μέσα σε θαλάσσιο νερό στο οποίο κινείται και το πλοίο θα έχουμε τις παρακάτω σχέσεις:

$$R_{ts} = R_{rs} + R_{fs} \quad \text{καί} \quad R_{tm} = R_{rm} + R_{fm}$$

όπου: με τό δείκτη s χαρακτηρίζονται οι αντιστάσεις του πλοίου και με τό δείκτη m οι αντιστάσεις του προτύπου (μοδέλου).

Μέ βάση τό θεώρημα Froude, αν τό πρότυπο ρυμουλκηθεί σε ταχύτητα τόση, ώστε:

$$\frac{v}{\sqrt{l}} = \frac{V}{\sqrt{L}}$$

οι υπόλοιπες αντιστάσεις θα συνδέονται μέ τή σχέση:

$$\frac{R_{rs}}{R_{rm}} = \left(\frac{L}{l} \right)^3 = \lambda^3 = \frac{W_s}{W_m}$$

όπου: W είναι τό έκτόπισμα του πλοίου, γιατί:

$$\frac{W_s}{W_m} = \frac{O_s}{O_m} = \left(\frac{L}{l} \right)^3 = \lambda^3$$

όπου: $\lambda = L/l$ και O ό όγκος των υφάλων του πλοίου.

Επειδή οι αντιστάσεις τριβής (R_f) υπολογίζονται μέ χρήση μαθηματικού τύπου (παράγρ. 10.3), ή αντίσταση του πλοίου στην ταχύτητα V θα είναι:

$$R_{ts} = R_{fs} + R_{rs}$$

άλλά

$$R_{rs} = R_{rm} \cdot \lambda^3$$

καί

$$R_{rm} = R_{tm} - R_{fm}$$

Κατά τις δοκιμές προτύπου μετριέται ή όλική αντίσταση του προτύπου (R_{tm}) ενώ ή αντίσταση τριβής (R_{fm}) υπολογίζεται μέ βάση τήν ταχύτητα v , επομένως:

$$R_{ts} = R_{fs} + (R_{tm} - R_{fm}) \cdot \lambda^3$$

Σέ συνηθισμένους τύπους πλοίων ή όλική αντίσταση είναι δυνατό νά καθορισθεί κατά προσέγγιση από ταξινομημένα μεθοδικά στοιχεία, τά όποια προέκυψαν από ρυμούλκηση προτύπων, πού επιλέχτηκαν μέ συστηματικό τρόπο.

10.6 Όρισμός ιπποδύναμης προώσεως και συντελεστές.

Η όλική αντίσταση πού προσδιορίσαμε παραπάνω υπερνικείται από μία προωστική δύναμη. Τό προωστήριο σύστημα παράγει ενέργεια, ή όποια μεταβάλλεται σε προωστική ενέργεια και ώση στην έλικα.

Η ιπποδύναμη υπολογίζεται γενικά μέ πολλαπλασιασμό τής ταχύτητας επί τήν

ένεργουσα δύναμη, ή οποία στην περίπτωση του πλοίου, είναι ίση με την ολική αντίσταση. Έτσι, ως **πραγματική ίπποδύναμη ή ίπποδύναμη ρυμουλκήσεως EHP** (Effective Horse Power) ορίζεται αυτή που προκύπτει με βάση την ολική αντίσταση (R_t) που υπολογίσθηκε στην ταχύτητα V και είναι:

$$EHP = \frac{R_t \times V \times 6080}{550 \times 3600}$$

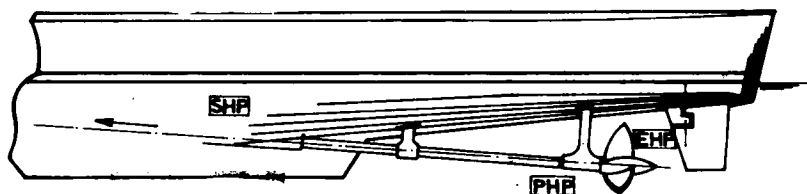
όπου: R_t σε λίμπρες, V σε κόμβους.

ή

$$EHP = \frac{R_t \times V \times 1852}{75 \times 3600}$$

όπου: R_t σε kg, V σε κόμβους.

Οι παρακάτω ορισμοί είναι απαραίτητοι για την κατανόηση προβλημάτων ίπποδυνάμεις, αποδόσεως κλπ. (σχ. 10.6).



Σχ. 10.6.

Ίπποδύναμη Ξελικας PHP (Propeller Horse Power).

Είναι ή ίπποδύναμη που δίνεται στην ξελικα και είναι ίση με την πραγματική ίπποδύναμη προσαυξημένη με την ίπποδύναμη άπωλειών ενέργειας στην ξελικα και τις άπωλειες ενέργειας από την άλληλοεπίδραση ξελικας και σκάφους.

Ίπποδύναμη άξονα SHP (Shaft Horse Power).

Η ίπποδύναμη που μετρείται με στρεψίμετρο κοντά στην ξελικα επάνω στον έλικόφορο άξονα. Αυτή είναι ίση με την ίπποδύναμη ξελικας προσαυξημένη κατά την ίπποδύναμη άπωλειών από τριβές μεταξύ ξελικας και θέσεως στρεψίμετρου.

Συντελεστής προώσεως.

Είναι ο λόγος EHP/SHP και έχομε:

$$\frac{EHP}{SHP} = \frac{EHP}{PHP} \times \frac{PHP}{SHP}$$

Ο λόγος $\eta_D = EHP/PHP$ καλείται **συντελεστής αποδόσεως προώσεως** και περιλαμβάνει κατά κύριο λόγο τό συντελεστή αποδόσεως της ξελικας.

Ο λόγος $\eta_S = PHP/SHP$ καλείται **συντελεστής μεταδόσεως κινήσεως.**

Ο συντελεστής προώσεως είναι της τάξεως του 0,55 ως 0,60 δηλαδή ή ίπποδύναμη μηχανής είναι σχεδόν διπλάσια από την άντιστοιχούσα στην αντίσταση ρυμουλκήσεως του πλοίου. Ο παράγων που επιδρά κυρίως στή μείωση του συντελεστή προώσεως είναι ή χαμηλή απόδοση της ξελικας (0,65 ως 0,70).

Τύπος του αγγλικού Ναυαρχείου.

Γιά τήν έκτίμηση τής Ιπποδυνάμεως προώσεως πλοίου μπορεί νά χρησιμοποιηθεῖ κατά προσέγγιση ὁ τύπος τοῦ αγγλικοῦ Ναυαρχείου:

$$\text{SHP} = \frac{W^{2/3} V^3}{C}$$

ὅπου: W εἶναι τό ἐκτόπισμα,

V ἡ ταχύτητα καί

C συντελεστής πού ἐξαρτᾶται ἀπό τίς ἐν χρήσει μονάδες καί τή μορφή τῶν ὑφάλων.

Ὁ τύπος αὐτός ἐφαρμόζεται γιά ὁμοια πλοῖα καί γιά πλοῖα σχετικά μικρῆς ταχύτητας. Ὁ συντελεστής C δίνεται γιά διαφόρους τύπους πλοίων ἢ ὑπολογίζεται ἀπό ἓνα ὁμοιο πλοῖο.

Χρησιμότεος εἶναι ὁ τύπος αὐτός γιά τήν έκτίμηση τής ἐπιδράσεως πού ἔχει ἡ μεταβολή μιᾶς ἢ καί δύο ἀπό τίς μεταβλητές ἐπάνω στήν ἄλλη. Ἔτσι προκύπτει ὅτι οἱ ἰπποδυνάμεις καί ἐπομένως καί οἱ καταναλώσεις εἶναι ἀνάλογες μέ τόν κύβο τῆς ταχύτητας, ἐπίσης ὅτι οἱ ἰπποδυνάμεις εἶναι ἀνάλογες μέ τό ἐκτόπισμα W , ὑψωμένο στή δύναμη τῶν $2/3$.

Μέ ἀπλή ἐφαρμογή τοῦ τύπου προκύπτει ὅτι σέ ἓνα πλοῖο γιά αὔξηση ταχύτητας κατά 10% ἀπαιτεῖται αὔξηση ἰπποδυνάμεως κατά 33%, ἐνῶ γιά αὔξηση ταχύτητας κατά 20% ἀπαιτεῖται αὔξηση ἰπποδυνάμεως κατά 73%.

Γιά τόν ὑπολογισμό μέ ἱκανή προσέγγιση τῆς ἰπποδυνάμεως ρυμουλκήσεως EHP, χρησιμοποιεῖται στήν πράξη ἡ μέθοδος «Προτύπων Σειρῶν Δοκιμῶν Ἀντιστάσεως Προώσεως» (Standard Series of Resistance Tests).

Αὕτη βασίζεται στό «Νόμο Συγκρίσεως», πού ἀναφέραμε προηγουμένως, σύμφωνα μέ τόν ὁποῖο μία καμπύλη πού χαράσσεται μέ βάση τά ἀποτελέσματα δοκιμῶν ἑνός προτύπου καί ἡ ὁποία δίνει τή μεταβολή τοῦ λόγου τῆς «ὑπόλοιπης ἀντιστάσεως» πρὸς τό ἐκτόπισμα R_r/W τοῦ προτύπου σέ συνάρτηση τοῦ λόγου V/\sqrt{L} , ἰσχύει γιά κάθε πλοῖο γεωμετρικῶς ὁμοιο πρὸς τό πρότυπο, ἀνεξάρτητα ἀπό τίς διαστάσεις τοῦ πλοίου.

Χαράσσοντας ἄρκετό ἀριθμό καμπυλῶν γιά σειρά προτύπων διαφορετικῆς μορφῆς γάστρας, μπορούμε νά τίς χρησιμοποιήσουμε γιά τόν ὑπολογισμό τῆς ὑπόλοιπης ἀντιστάσεως ἑνός πλοίου μέ δεδομένες διαστάσεις γεωμετρικῶς ὁμοιο (ἢ περίπου ὁμοιο - μέ βάση διορθωτικούς συντελεστές) μέ ἓνα ἀπό τά πρότυπα αὐτά.

Ἡ ἀντίσταση τριβῆς ὑπολογιζόμενη μέ βάση ἄλλα πειραματικά δεδομένα δίνεται μέ μορφή ἄλλων καμπυλῶν.

Μέ τήν ἄθροιση τῶν δύο ἀντιστάσεων προκύπτει ἡ συνολική ἀντίσταση καί ἀπό αὕτη ἡ ἰπποδύναμη ρυμουλκήσεως EHP.

10.7 Ἀσκήσεις.

1. Πλοῖο ἔχει μήκος 137 μέτρα καί ταχύτητα 16 κόμβων. Ποιά εἶναι ἡ ἀντίστοιχη ταχύτητα τοῦ μοντέλου του, ἂν αὐτό ἔχει μήκος $l = 5,5$ m;

Ἀπάντ. 3,2 κόμβοι

2. Ἡ ὑπόλοιπη ἀντίσταση ἑνός μοντέλου μήκους $l = 4,57$ m εἶναι 2,94 kg μέσα σέ δεξαμενή γλυκοῦ

νεροῦ. Ποιά εἶναι ἡ ὑπόλοιπη αντίσταση σέ γλυκό νερό, πλοίου γεωμετρικῶς ὁμοίου καί μήκους $l = 115.8 \text{ m}$;

Ἀπάντ. 46,73 kg

3. Πλοῖο ἔχει ὀλική αντίσταση 24642 kg γιά ταχύτητα 14 κόμβων. Νά ἐκτιμηθεῖ ἡ ἵπποδύναμη ρυμουλκήσεώς του.

Ἀπάντ. 2.366 kg

4. Πλοῖο ἔχει ταχύτητα 16 κόμβων σέ ἐκτόπισμα 18.694 τόννων, ἐνῶ ὁ συντελεστής τοῦ Ἀγγλικοῦ Ναυαρχείου γιά τό πλοῖο αὐτό εἶναι $C = 419$. Ποιά εἶναι ἡ ἐκτιμώμενη ἵπποδύναμη ἄξονα;

Ἀπάντ. 6.887 ἵπποι

ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΕΝΔΕΚΑΤΟ

ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΠΡΩΣΕΩΣ ΠΛΟΙΩΝ

Κατά τήν κίνηση του πλοίου δημιουργούνται άντιστάσεις από τό νερό καί τόν άέρα που τό περιβάλλουν. Αύτες υπερνικούνται από ίση καί αντίθετη δύναμη ώσεως, ή όποία δημιουργείται από ένα μηχανισμό. Ό μηχανισμός αυτός αρχικά ήταν τά κουπιά, άργότερα τά πανιά. Κατά τούς νεώτερους χρόνους ή ώση δημιουργόταν από τροχούς, συσκευές προβολής καί έλικες διαφόρων σχημάτων. Σήμερα αναμφισβήτητος βασιλιάς τών συσκευών προώσεως είναι τό σύστημα τής έλικας, τό όποίο άποδείχθηκε πολύ προσαρμόσιμο στίς συνεχείς αύξήσεις τής ίπποδυνάμεως κάτω από συνεχώς δυσμενέστερες συνθήκες.

Κατά τήν έπιλογή τής προωστήριας έγκαταστάσεως, ή όποία θα κινήσει τήν έλικα, πρέπει νά λαμβάνονται ύπόψη πολλοί παράγοντες, από τούς όποιους οί σπουδαιότεροι είναι οί παρακάτω:

- α) Όλικό βάρος καί άπαιτούμενος χώρος τής προωστήριας έγκαταστάσεως.
- β) Αρχικό κόστος.
- γ) Άξιοπιστία λειτουργίας.
- δ) Διάρκεια ζωής.
- ε) Εύκαμψία λειτουργίας.
- στ) Κόστος συντηρήσεως καί έπισκευής.
- ζ) Κόστος λειτουργίας καί καυσίμων.
- η) Έπίπεδο θορύβου (Ιδίως για έπιβατηγά πλοία).
- θ) Συνδυασμός προς τόν τύπο τής έλικας.

Άν λάβομε ύπόψη τό πλήθος καί τό εύρος τών παραπάνω παραγόντων δέν είναι περίεργο ότι έχουν αναπτυχθεί καί χρησιμοποιούνται διάφοροι τύποι προωστηρίων έγκαταστάσεων. Όλες οί έγκαταστάσεις σχεδιάζονται μέ βάση προσπάθειες ίκανοποιήσεως τών περισσοτέρων από τούς παράγοντες στό μεγαλύτερο δυνατό βαθμό. Παρακάτω θα αναπτυχθούν τά σπουδαιότερα από τά έν χρήσει συστήματα προωστηρίων έγκαταστάσεων, αναφέροντας τά σπουδαιότερα από τά μειονεκτήματα καί τά πλεονεκτήματά τους.

Ό παλινδρομική άτμομηχανή κυριάρχησε στό ναυτικό τομέα μέχρι τό έτος 1910 περίπου, από τότε άρχισε νά έκτοπίζεται από τόν άτμοστρόβιλο στίς ψηλές καί μέσες ίπποδυνάμεις καί από τή Diesel στίς μέσες καί χαμηλές ίπποδυνάμεις.

Ό παλινδρομική μηχανή έχει εξαίρετες ιδιότητες έλέγχου σέ όλα τά φορτία, άναποδίξει εύκολα καί έχει μικρό αριθμό στροφών ανά λεπτό σέ περιοχές μεγάλης άποδόσεως τών έλικων, πλην όμως ή έγκατάσταση είναι βαριά, καταλαμβάνει πολύ χώρο καί ή ανά κύλινδρο ίπποδύναμη είναι περιορισμένη. Ό συνολική άπόδοσή της είναι χαμηλή λόγω άδυναμίας έκτονώσεως του άτμου σέ πολύ χαμηλές πιέ-

σεις· έτσι, η κατανάλωση καυσίμου ανά ίππο και ώρα είναι γύρω στα 500 ως 520 g.

Ο άτμοστρόβιλος υπερέχει στα σημεία, στα όποια ύστερεϊ ή παλινδρομική άτμομηχανή. Τό ζευγος στρέψεως είναι ομοιόμορφο, είναι κατάλληλος για μονάδες μεγάλων ιπποδυνάμεων, μπορεί νά χρησιμοποιήσσει άτμό πολύ μεγάλης πίεσεως αλλά καί χαμηλής καί έκτονώνει τόν άτμό σέ πολύ χαμηλές πίεσεις. Η άπόδοση γενικά είναι μεγάλη, ή δέ ανά ίππο καί ώρα κατανάλωση άνέρχεται περίπου στα 225 g. Ο άτμοστρόβιλος μειονεκτεϊ γιατί δέν είναι αναστρέψιμος καί ή ταχύτητα περιστροφής του είναι πολύ μεγαλύτερη άπό τίς έπιθυμητές, για μεγάλη άπόδοση, χαμηλές στροφές ανά λεπτό τών έλικων. Τά μειονεκτήματα αυτά όδηγοϋν στήν έγκατάσταση ιδιαίτερου στροβίλου άναποδίσεως καθώς καί σέ συστήματα όδοντωτών τροχών (μειωτήρας στροφών) μεταξύ τοϋ στροβίλου καί τοϋ έλικοφόρου άξονα, πρós μείωση τής ταχύτητας περιστροφής. Οί άπώλειες στό μειωτήρα στροφών είναι τής τάξεως τοϋ 2 ως 4% τής ιπποδυνάμεως πού μεταβιβάζεται.

Η παραπάνω μείωση στροφών μεταξύ στροβίλου καί έλικοφόρου άξονα μπορεί νά έπιτευχθεϊ μέ ηλεκτρικά μέσα (στροβιλοηλεκτρική πρόωση), πλήν όμως τό σύστημα αυτό δέν έχει εύρείας έφαρμογής λόγω μεγάλου άρχικου κόστους καί μεγαλύτερων άπωλειών μεταδόσεως, παρόλο ότι έχει μεγάλη εύκαμψία, ταχύτητα χειρισμών καί δέν άπαιτεϊ ιδιαίτερο στρόβιλο άναποδίσεως.

Μηχανές έσωτερικής καύσεως πού χρησιμοποιοϋνται σέ προωστήριες έγκαταστάσεις είναι γενικά μηχανές Diesel. Κατασκευάζονται σέ όλα τά μεγέθη πού καλύπτουν άνάγκες προώσεως μικρών πλοιαρίων άναφυχής μέχρι καί σύγχρονων υπερωκεανείων καί δεξαμενοπλοίων - μαμούθ.

Οί μηχανές τών μεγάλων συγχρόνων πλοίων άναπτύσσουν πάνω άπό 2000 ίππους ανά κύλινδρο καί σέ 12 κύλινδρες μηχανές συνολικά πάνω άπό 25.000 ίππους, είναι άπευθεϊας αναστρέψιμες καί καταλαμβάνουν μικρό χώρο καί έχουν χαμηλές καταναλώσεις (150 ως 160 g ανά ίππο, ανά ώρα). Σέ σχέση μέ αυτά τά πλεονεκτήματα οί έγκαταστάσεις μηχανών Diesel είναι συνήθως βαρύτερες καί κοστίζουν περισσότερο άπό πλευράς άρχικου κόστους άπό αντίστοιχες έγκαταστάσεις άτμοστρόβιλων, τό δέ κόστος συντηρήσεως καί έπισκευής είναι μεγαλύτερο άπό ότι στίς έγκαταστάσεις άτμοϋ.

Πρόσφατα άναπτύχθηκαν καί έφαρμόσθηκαν στό ναυτικό τομέα οί άεριοστρόβιλοι. Αυτοί έχουν τό πλεονέκτημα τοϋ μικροϋ βάρους καί τής άποφυγής έγκαταστάσεως άτμολέβητα, πλήν όμως έχουν άκόμη μεγάλη κατανάλωση καυσίμων ανά ίππο καί ώρα.

Άλλο πλεονέκτημά τους είναι ή δυνατότητα γρήγορης έκκινήσεως άπό τήν έν ψυχρῷ κατάσταση (15') καί ή δυνατότητα άμεσης έπιταχύνσεως (άπό 0 σέ 25 κόμβους έντός 3 λεπτών). Άεριοστρόβιλοι έχουν έγκατασταθεϊ σέ μικρά ταχύπλοα πολεμικά πλοία. Επίσης, άεριοστρόβιλοι σέ συνδυασμό μέ έγκατάσταση Diesel έχουν έγκατασταθεϊ σέ πλοία πολεμικά, για δυνατότητα γρήγορης άναπτύξεως μεγάλης ταχύτητας.

Άντιδραστήρες πυρηνικής ένέργειας έχουν χρησιμοποιηθεϊ σέ άντικατάσταση τοϋ άτμολέβητα σέ περιορισμένο άριθμό πλοίων για είδικούς λόγους καί κυρίως

πρός απόκτηση έμπειρίας. Ή εγκατάσταση αντιδραστήρα πυρηνικής ενέργειας έχει ως αποτέλεσμα τήν εξάλειψη, κατά μεγάλο ποσοστό, τής ανάγκης διαθέσεως χώρου καί βάρους γιά τά καύσιμα, πλήν όμως στό παρόν στάδιο τά βάρη καί χώροι πού εξοικονομούνται διατίθενται γιά τό βάρος του αντιδραστήρα καί τής απαιτούμενης προστασίας του. Τό πλοίο μπορεί νά πλέει συνεχώς γιά πολύ χρόνο μέ τή μέγιστη ταχύτητά του χωρίς ανεφοδιασμό, πλήν όμως τό αρχικό κόστος τής εγκαταστάσεως είναι πολύ μεγάλο.

Οί διάφοροι τύποι τών προωσθηρίων εγκαταστάσεων έχουν διάφορα χαρακτηριστικά σέ υπερφόρτιση. Ή παλινδρομική μηχανή καί ή Diesel είναι βασικά μηχανές σταθερού ζεύγους, πράγμα τό όποιο σημαίνει ότι τό ζεύγος πού αναπτύσσεται παραμένει σταθερό ανεξάρτητα από τήν ταχύτητα περιστροφής, έφόσον δέν μεταβληθεί ή ποσότητα του άτμου ή πετρελαίου πού παρέχεται ανά στροφή του άξονα τής μηχανής. Ό στρόβιλος καί ό ηλεκτρικός κινητήρας είναι βασικά μηχανή σταθερής ίπποδυνάμεως, δηλαδή άν ό άτμός καί τό ρεύμα παραμένουν σταθερά, τό ζεύγος στόν έλικοφόρο άξονα αύξάνει, όταν μειωθούν οι στροφές από έξωτερικά αίτια.

Τά παραπάνω έχουν ως αποτέλεσμα ότι, όταν υπερφορτωθεί ή έλικα ενός πλοίου, π.χ. λόγω αύξήσεως του βυθίσματος, λόγω ρυπάνσεως γάστρας ή λόγω αντίθετου άνέμου κλπ., ή άπώλεια ταχύτητας σέ στροβιλοκίνητα ή ηλεκτροκίνητα πλοία θά είναι περίπου κατά τό 1/3 μικρότερη από αντίστοιχα πλοία πού κινούνται μέ Diesel ή μέ παλινδρομικές μηχανές, γιατί σέ αύτά ή μείωση στροφών θά έχει ως αποτέλεσμα τήν αναλογική μείωση τής ίπποδυνάμεως. Συγχρόνως όμως οι τάσεις στόν έλικοφόρο άξονα καί έλικα σέ στροβιλοκίνητα ή ηλεκτροκίνητα πλοία αύξάνονται λόγω αύξήσεως του ζεύγους στρέψεως καί γι' αυτό οι Νηογνώμονες ζητούν μεγαλύτερες διαστάσεις άξόνων καί έλικών γιά τά πλοία αύτά.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΔΩΔΕΚΑΤΟ

Η ΕΛΙΚΑ

12.1 Τύποι προωθητήρων.

Από τότε που επιτεύχθηκε η μηχανική πρόωση τῶν πλοίων, αναπτύχθηκαν διάφορα συστήματα μετατροπῆς τῆς μηχανικῆς ἐνέργειας σέ ὤση πρὸς κίνηση τῶν πλοίων. Οἱ πρῶτες ἐφαρμογές τῆς μηχανικῆς προώσεως ἀνάγονται στὶς ἀρχές τοῦ 19ου αἰώνα. Γύρω στὸ 1801 ἐμφανίστηκε τὸ πρῶτο πλοῖο, στὸ ὁποῖο δινόταν κίνηση μέ τροχοῦς, ἐνῶ τὸ 1804 ἐγινε στὴ Νέα Ὑόρκη πειραματικὴ ἐφαρμογὴ κινήσεως μέ ἔλικα. Ἡ ἔλικα βρῆκε ἐμπορικὴ ἐφαρμογὴ ἀπὸ τὸ 1836.

Απὸ τὰ διάφορα συστήματα ἄλλα ἐγκαταλείφθηκαν, ἐνῶ ἄλλα ἐξελίχθηκαν καὶ χρησιμοποιοῦνται καὶ σήμερα. Τὰ συστήματα προώσεως διακρίνονται στὶς παρακάτω κατηγορίες:

1) Ἐλικες.

Τὰ διάφορα εἶδη τῶν ἐλίκων εἶναι:

α) Ἐλικες σταθεροῦ βήματος.

β) Ἐλικες ρυθμιζόμενου βήματος.

γ) Ἐλικες πού λειτουργοῦν μέσα σέ σήραγγα ἢ δακτύλιους.

2) **Τροχοὶ μέ σταθερά ἢ μή πτερύγια**, ἐγκαταστημένοι κοντὰ στὴν πρύμνη ἢ κοντὰ στὸ μέσο καὶ ἐκατέρωθεν τοῦ πλοίου.

3) Προωστήρες προβολῆς.

Αὐτοὶ βασικά εἶναι δύο εἰδῶν:

α) Προβολῆς νεροῦ μέ ἀκροφύσιο κάτω ἢ ἐπάνω ἀπὸ τὴν ἐπιφάνεια τῆς θάλασσας καὶ

β) Προβολῆς ἀερίων ἀπὸ ἀεριοστρόβιλο (Turbojet).

4) **Προωστήρες κατακόρυφου ἄξονα** ὅπως ὁ προωστήρας Voith - Schneider καὶ ὁ Kirsten - Boeing, πού ἀποκαλοῦνται μερικές φορές καὶ ἔλικες **κατακόρυφου ἄξονα**.

Σέ γενικές γραμμές τὰ παραπάνω συστήματα προώσεως πλοίων ἔχουν ὡς βάση τοὺς νόμους τῆς μηχανικῆς τοῦ Νεύτωνα. Ἔτσι, γιὰ τὴ μεταβολὴ τῆς κινητικῆς καταστάσεως ἐνὸς σώματος ἀπαιτεῖται ἡ δράση μιᾶς δυνάμεως, ἐνῶ σέ κάθε δύναμη πού δρᾷ ἀντιστοιχεῖ μία ἴση καὶ ἀντίθετη δύναμη ὡς ἀντίδραση.

Ἐφαρμογὴ θερμικῆς μηχανῆς ἀλλὰ καὶ τῶν θεωρημάτων τοῦ Νεύτωνα ἀποτελεῖ ἡ σφαῖρα τοῦ Ἡρωνα (120 π.Χ.) ἡ ὁποία περιστρέφεται λόγω ἐκροῆς τοῦ ἀτμοῦ πού παράγεται ἀπὸ τὴ θέρμανση, ἀπὸ τὰ στόμια (σχ. 12.1).

Στὰ συστήματα προώσεως τῶν πλοίων δημιουργεῖται ὡση (δύναμη προώσεως)



Σχ. 12.1.

μέ τήν επιτάχυνση του υγρού, μέσα στο οποίο λειτουργεί ο μηχανισμός προώσεως, κατά διεύθυνση αντίθετη της ώσεως που δημιουργείται. Αυτό είναι ιδιαίτερα φανερό στις περιπτώσεις προώσεως με προβολή νερού. Στην πρόωση με έλικα, μέρος μόνο της ώσεως προέρχεται από επιτάχυνση του υγρού προς τα πίσω ενώ το υπόλοιπο προέρχεται από πίεση του υγρού επάνω στις πτέρυγες της έλικας που κινείται μέσα στο υγρό.

12.2 'Η έλικα.

Τό πιό συνηθισμένο καί πετυχημένο σύστημα προώσεως είναι ή έλικα ή όποία θά περιγραφεί λεπτομερώς παρακάτω. 'Η έλικα έχει δύο ώς έπτά πτερύγια, τά όποια προεξέχουν από κολουροκωνικό σώμα, πού καλείται **πλήμνη**. 'Η πλήμνη συνδέεται μέ έφαρμογή καί σφήνωση προς τό κωνικό του έλικοφόρου άξονα.

Τά πτερύγια των έλικων σταθερού βήματος μπορούν νά αποτελούν συνεχές καί ένιαίο σώμα μέ τήν πλήμνη, ή μπορεί νά συνδέονται μέ αυτή μέ περιαυχένιο καί κοχλίες, ώστε νά μπορούν νά αφαιρούνται καί νά αντικαθίστανται σέ περίπτωση μερικής βλάβης. Οι **έλικες ρυθμιζόμενου βήματος** είναι έφοδιασμένες μέ μηχανισμό μεταβολής της κλίσεως, πού έπιτρέπει στροφή των πτερυγίων επάνω στην πλήμνη της έλικας.

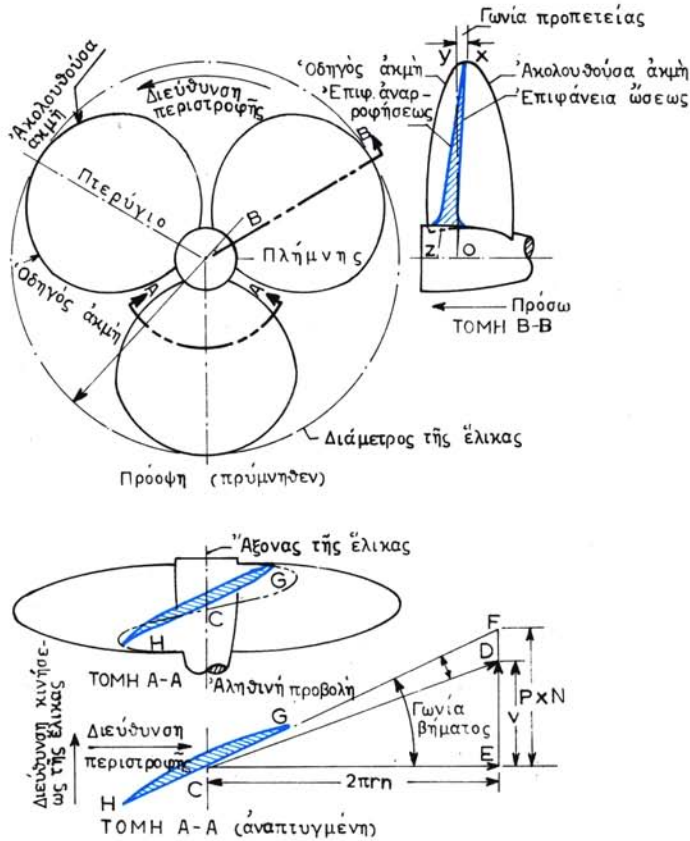
Οί παρακάτω όρισμοί αναφέρονται στην έλικα τριών πτερυγίων, πού φαίνεται στο σχήμα 12.2α.

Δεξιόστροφη είναι ή έλικα, ή όποία όταν κινεί τό πλοίο προς τά μπρός στρέφεται κατά τή φορά των δεικτών του ρολογιού για παρατηρητή πού παρακολουθεί τήν περιστροφή πρύμνηθεν της έλικας.

Άριστερόστροφη είναι ή έλικα, ή όποία όταν κινεί τό πλοίο προς τά μπρός στρέφεται αντίθετα προς τή φορά των δεικτών του ρολογιού για παρατηρητή πού παρακολουθεί τήν περιστροφή πρύμνηθεν της έλικας.

Έπιφάνεια ώσεως (Pressure Face) είναι ή πρυμναία έπιφάνεια των πτερυγίων, ή όποία δέχεται καί δημιουργεί τίς δυνάμεις ώσεως, όταν τό πλοίο κινείται προς τά μπρός.

Όδηγός άκμή (Leading Edge) είναι ή άκμή του πτερυγίου, ή όποία τέμνει πρώτη το νερό, όταν ή έλικα κινεί τό πλοίο προς τά μπρός.



Σχ. 12.2α.
Γεωμετρία της έλικας.

Ακολουθούσα άκμή (Following Edge) είναι ή άλλη από τίς δύο άκμές του πτερυγίου.

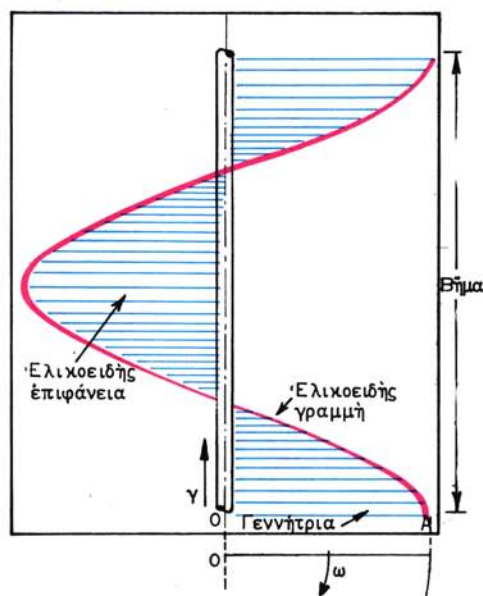
Διάμετρος έλικας είναι ή διάμετρος του κύκλου, τόν όποίο διαγράφει τό πίο απομακρυσμένο από τόν άξονα περιστροφής σημείο των άκρων του πτερυγίου.

Ρίζα είναι τό ίχνος συνδέσεως του πτερυγίου μέ τήν πλήμνη σε έλικα ενιαίου σώματος.

Έλικοειδής επιφάνεια είναι ή επιφάνεια πού παράγεται από εύθύγραμμο τμήμα (γεννήτρια), του όποίου τό ένα άκρο κινείται ισοταχώς κατά μήκος άξονα, ή δέ γεννήτρια σχηματίζουσα σταθερή γωνία μέ τόν άξονα περιστρέφεται ισοταχώς. Η εικόνα απλοποιείται, αν ή γεννήτρια είναι κάθετη προς τόν άξονα (σχ. 12.2β).

Τό **βήμα** ενός όποιουδήποτε σημείου του πτερυγίου είναι ή κατά τή διεύθυνση του άξονα συνιστώσα της μετακινήσεως αυτού για περιστροφή της γεννήτριας στην όποία βρίσκεται κατά 360° (πλήρης περιστροφή).

Όταν ή επιφάνεια ώσεως ενός πτερυγίου είναι πραγματική έλικοειδής επιφάνεια, όλα τά σημεία της έχουν τό ίδιο βήμα καί ή έλικα ονομάζεται έλικα **όμοιόμορ-**



Σχ. 12.2β.

φου βήματος. Στο σχήμα 12.2α όλα τα σημεία της τομής του πτερυγίου που αναπτύχθηκε έχουν τό ίδιο βήμα όπως τό σημείο C, επίσης τό ίδιο βήμα έχουν καί όλα τά σημεία της επιφάνειας ενός πτερυγίου έλικας ομοιόμορφου βήματος.

Συνήθως οι έλικες σχεδιάζονται καί κατασκευάζονται μέ **μεταβλητό βήμα**. Στην περίπτωση αυτή ή επιφάνεια ωσεως δέν είναι πραγματική έλικοειδής επιφάνεια καί τό βήμα μεταβάλλεται ομαλά από τή ρίζα πρós τά άκρα των πτερυγίων καί από τήν όδηγό πρós τήν άκολουθούσα άκμή.

12.3 Ώση καί όλισθηση.

Παράδειγμα προχωρήσεως μέ περιστροφή αποτελεί ό κοινός κοχλίας πού κινείται μέσα σέ σταθερό περικόχλιο. Έντούτοις στην περίπτωση της έλικας (καί τού πλοίου) ή άξονική προχώρησή της σέ μία περιστροφή δέν μπορεί σέ καμία περίπτωση νά είναι ίση μέ τό βήμα της· έπομένως ή ταχύτητα τού πλοίου είναι πάντοτε μικρότερη από τή θεωρητική ταχύτητα της έλικας, δηλαδή εκείνης, ή όποία θά πετυχαινόταν, αν ή έλικά προχωρούσε σέ κάθε στροφή απόσταση ίση μέ τό βήμα της. Η παραπάνω διαφορά ταχύτητας πού περιγράψαμε ονομάζεται **όλισθηση** καί όρίζεται ως **φαινομένη όλισθηση** σέ αντίθεση μέ τήν **πραγματική όλισθηση**, γιά τήν όποία θά γίνει λόγος παρακάτω.

Συντελεστής φαινομένης όλισθήσεως S_0 ονομάζεται ό λόγος:

$$S_0 = \frac{(P \cdot N) - V}{P \cdot N}$$

Ἡ ἰσχύς πού ἔχει ἀπορροφηθεῖ ἀπό τήν ἔλικα εἶναι:

$$D.H.P = \frac{2\pi NQ}{33,000} \quad (\text{Delivered Horse Power})$$

όπου N οἱ στροφές ἀνά λεπτό τῆς ἔλικας. Αὕτῃ συμπίπτει μέ τήν ἰσχύος τῆς ἔλικας $P.H.P.$ (βλέπε κεφ. 10).

Σύμφωνα μέ τά παραπάνω, ἐπομένως, ὁ πραγματικός συντελεστής ἀποδόσεως τῆς ἔλικας εἶναι:

$$\eta_{prop} = \frac{T.H.P.}{D.H.P.}$$

Ὁ συντελεστής πρῶσεως δόθηκε στό κεφάλαιο 10:

$$\eta = \frac{EHP}{SHP} = \frac{EHP}{DHP} \times \frac{DHP}{SHP}$$

Εἰσάγοντας τώρα τήν ἰσχύος τῆς ἔλικας $T.H.P.$:

$$\eta = \frac{EHP}{SHP} = \frac{EHP}{THP} \times \frac{THP}{DHP} \times \frac{DHP}{SHP} = \frac{EHP}{THP} \times \eta_{prop} \times \frac{DHP}{SHP}$$

Ὁ λόγος DHP/SHP εἶναι ὁ συντελεστής μεταδόσεως τῆς κινήσεως (βλέπε κεφ. 10), ὁ δέ λόγος EHP/THP καλεῖται «Ἀπόδοση Σκάφους» (Hull Efficiency) καί ἐμφανίζεται γιατί τόσο ἡ ὥση τῆς ἔλικας T διαφέρει ἀπό τήν ἀντίσταση πρῶσεως ὅσο καί ἡ ταχύτητα V_e πρῶσεως τῆς ἔλικας μέσα στό νερό πού τήν περιβάλλει διαφέρει ἀπό τήν ταχύτητα πρῶσεως V τοῦ πλοίου (ὁπως ἀναφέρθηκε προηγουμένως).

Ἔτσι, συγκρίνοντας τούς τύπους πού ἀναφέραμε προηγουμένως προκύπτει:

$$\frac{EHP}{THP} = \frac{R_e \cdot V}{T - V_e}$$

Ἡ V_e δίνεται ὡς ποσοστό τῆς V :

$$V_e = (1 - w) V$$

Ἐξάλλου ἡ ἔλικα ἀναρροφώντας τό νερό πού βρίσκεται μπροστά της δημιουργεῖ ροή νεροῦ πρὸς τά πίσω, ἡ ὁποία προκαλεῖ μία ὑποπίεση τοῦ νεροῦ στή γάστρα, στήν περιοχή τῆς πρύμνης, ἡ ὁποία ἔχει ὡς ἀποτέλεσμα τήν ἐπαύξηση τῆς ἀντιστάσεως R_t . Ἡ ὥση T τῆς ἔλικας ἐπομένως, ἐπειδή πρέπει νά καλύπτει καί τήν ἐπαύξηση αὕτη, εἶναι προφανῶς μεγαλύτερη ἀπό τήν R_t καί δίνεται ὡς κλάσμα τῆς R_t (μεγαλύτερο τῆς μονάδας).

$$T = \frac{R_t}{1 - t}$$

Ἡ ἀπόδοση τῆς γάστρας εἶναι ἐπομένως:

$$\frac{EHP}{THP} = \frac{1 - t}{1 - w}$$

καί εἶναι συνήθως κατὰ τι μεγαλύτερη ἀπό τή μονάδα.

Ὡστε τελικά:

$$= \frac{EHP}{THP} = \frac{1 - t}{1 - w} \times \eta_{prop} \times \frac{DHP}{SHP}$$

όπου: P είναι τό βήμα τής έλικας,

N οί στροφές ανά λεπτό καί

V ή απόλυτη ταχύτητα του πλοίου (σέ σχέση μέ τήν ξηρά).

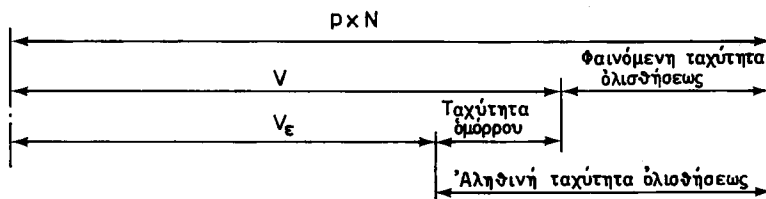
Ή πραγματική όλισθήση τής έλικας είναι διαφορετική, γιατί τό ύγρό (νερό) στήν περιοχή τής έλικας, λόγω του όμόρρου στήν περιοχή τής πρύμνης δέν βρίσκεται σέ άκνησία, αλλά κινείται συνήθως μέ διεύθυνση τή διεύθυνση τής κινήσεως του πλοίου.

Ήν V_{ϵ} είναι ή ταχύτητα τής έλικας σέ σχέση μέ τό νερό πού τήν περιβάλλει, ό συντελεστής πραγματικής όλισθήσεως S_T δίνεται από τό λόγο:

$$S_T = \frac{(P \cdot N) - V_{\epsilon}}{P \cdot N}$$

Ή ταχύτητα V_{ϵ} είναι μικρότερη από τή V καί έπομένως ό συντελεστής πραγματικής όλισθήσεως είναι μεγαλύτερος από τό συντελεστή τής φαινομένης.

Ή σχέση των παραπάνω μεγεθών φαίνεται στό σχήμα 12.3.



Σχ. 12.3.

Σχέση ταχυτήτων στήν περιοχή έλικας.

Ή δύναμη πού παράγεται από τήν έλικα, ή όποία ύπερνικά τίς άντιστάσεις προώσεως, ονομάζεται **ώση έλικας**. Μέρος τής ώσεως είναι άποτέλεσμα τής μεταβολής τής ποσότητας κινήσεως του νερού κατά τό πέρασμά του από τό δίσκο τής έλικας ή πίο άπλά ή προωστήρια δύναμη παράγεται από τό νερό πού προβάλλει ή έλικα πρós τήν πρύμνα. Μέ όμοιο τρόπο προκαλείται ώση από τό νερό πού έκτοξεύεται μέ πίεση από τό άκροφύσιο όθονίνου σωλήνα, από τούς άεριοπροωθητήρες (Jet) κλπ.

Λειτουργία καί ύπολογισμός έλικας.

Χαρακτηριστικά στοιχεία τής λειτουργίας μιάς έλικας είναι ή ώση T τήν όποία έξασκεί στό νερό καί άφού τή δεχτεί έξ άντιδράσεως από τό νερό, τή μεταβιβάζει στό σκάφος μέσω του άξονα καί του ωστικού τριβέα, καί ή ροπή στρέψεως Q, τήν όποία δέχεται ενώ στρέφεται από τήν προωστήρια μηχανή μέσω του άξονα.

Ή ίπποδύναμη ώσεως έπομένως θά είναι:

$$T.H.P = \frac{T \cdot V_{\epsilon} \cdot 6080}{550 \cdot 3600} = \frac{T \cdot V_{\epsilon} \cdot 101 \cdot 33}{33,000} \text{ (Thrust Horse Power)}$$

όπου V_{ϵ} ή προαναφερθείσα ταχύτητα μέ τήν όποία προωθείται ή έλικα μέσα στό νερό πού τήν περιβάλλει, ή όποία είναι μικρότερη από τήν ταχύτητα του πλοίου λόγω του όμόρρου.

Γνωρίζοντας την τιμή του συντελεστή προώσεως η μπορούμε να υπολογίσουμε την αναγκαία Ιπποδύναμη του άξονα της προωστήριας μηχανής, με βάση την υπολογισθείσα Ιπποδύναμη ρυμουλκήσεως (Κεφάλ. 10).

Τά t , w δίνονται συνήθως από πίνακες, καθώς και ο συντελεστής μεταδόσεως κινήσεων DHP/SHP.

Γιά την εύρεση του η_{prop} καθώς και τόν υπολογισμό τών στοιχείων της έλικας, διάμετρο, βήμα κλπ., έκτός από άλλες μεθόδους μεγαλύτερης ή μικρότερης ακρίβειας, χρησιμοποιούνται επίσης μέθοδοι «Προτύπων Σειρών Δοκιμών Έλικων» (Standard Propeller Series Tests), όπως και γιά τόν υπολογισμό της Ιπποδυνάμεως ρυμουλκήσεως.

Έκτός από αυτές χρησιμοποιείται και μέθοδος πού βασίζεται στην αρχή της κυκλοφορίας (Circulation), η οποία αρχικά αναπτύχθηκε από τη θεωρία της πτέρυγας (Wing Theory), βρήκε δε χρήσιμη εφαρμογή στις έλικες. Αντίθετα με τις προηγούμενες μεθόδους, αυτή βασίζεται στις θεμελιώδεις αρχές της μηχανικής και επιτρέπει βαθύτερη διερεύνηση του θέματος της προώσεως με έλικα.

Παράδειγμα.

Έλικα διαμέτρου $D = 5,33$ m έχει λόγο:

$$\frac{\text{Βήμα}}{\text{Διάμετρος}} = \frac{P}{D} = 1,15$$

Γιά στροφές της έλικας $N = 95$ στρ/λεπτό, η ταχύτητα του πλοίου είναι 17,5 κόμβοι.

1) Νά βρεθεί ο συντελεστής φαινόμενης όλισθήσεως S_0 και ο συντελεστής πραγματικής όλισθήσεως S_T γιά ταχύτητα όμόρρου 4,82 κόμβων.

Λύση.

$$1) \text{ Γιά } D = 5,33 \text{ m και λόγο } \frac{\text{Βήματος}}{\text{Διάμετρο}} = \frac{P}{D} = 1,15 \text{ προκύπτει τό βήμα της έλικας}$$

$$P = D \times 1,15 = 5,33 \times 1,15 = 6,13 \text{ m}$$

$$\text{Στή σχέση} \quad S_0 = \frac{P \times N - V}{P \times N}$$

αντικαθιστούμε τά μεγέθη ώστε P (m), N (στρ/δευτ.), V (m/δευτερ.)

$$N = 95 \text{ στρ/λεπτό} = \frac{95}{60} = 1,58 \text{ στρ/δευτερόλεπτο}$$

$$V = 17,5 \text{ κόμβοι} = 17,5 \times 0,5144 = 9,0 \text{ m/δευτερόλεπτο}$$

$$P = 6,13 \text{ m}$$

$$\text{Έτσι: } S_0 = \frac{6,13 \times 1,58 - 9}{6,13 \times 1,58} = 0,07 = 7\%$$

2) Γιά ταχύτητα όμόρρου $V_{\text{ομορ}} = 4,82$ κόμβοι, προκύπτει:

$$V_{\epsilon} = V - V_{\text{ομορ}} = 17,5 - 4,82 = 12,68 \text{ κόμβοι} = 12,68 \times 0,5144 = 6,52 \text{ m/sec.}$$

$$\text{Έτσι: } S_T = \frac{P.N - V_\epsilon}{P.N} = \frac{6,13 \times 1,58 - 6,52}{6,13 \times 1,58} = 0,326 = 32,6\%$$

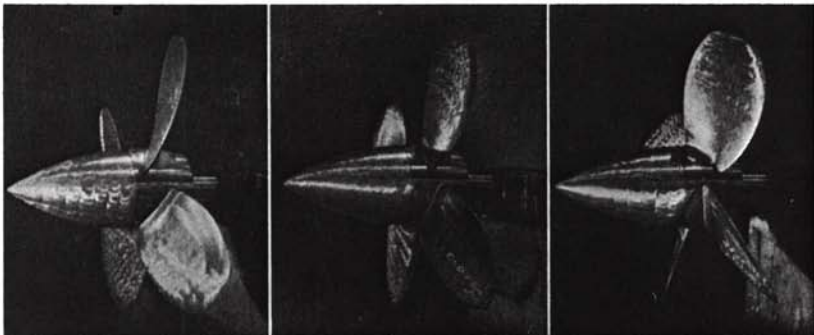
Δηλαδή, ενώ $S_0 = 7\%$, $S_T = 32,6\%$.

Πρέπει να τονισθεί ότι το μέγεθος S_0 δεν έχει καμιά πρακτική σημασία σε αντίθεση με το S_T , γιατί πάντοτε η ταχύτητα ομόρρου είναι διαφορετική από το μηδέν.

12.4 Έλικες ρυθμιζόμενου βήματος.

Σε μερικές προωσθήριες έγκαταστάσεις, υπάρχει δυσχέρεια αναστροφής του έλικοφόρου άξονα (όπως π.χ. σε έγκαταστάσεις άεριοστροβίλων) και οι μηχανισμοί αναστροφής είναι δαπανηροί και άργης αντίδράσεως. Επίσης η έλικα σταθερού βήματος έχει μέγιστη απόδοση σε όρισμένο αριθμό στροφών, ενώ είναι μερικές φορές επιθυμητό η έλικα να αποδίδει σε μεγαλύτερο εύρος στροφών, όπως π.χ. στα ρυμουλκά, τα άλιευτικά κλπ. Στίς περιπτώσεις αυτές χρησιμοποιείται έλικα ρυθμιζόμενου βήματος. Αυτή είναι έφοδιασμένη συνήθως με τρία ή τέσσερα πτερύγια, τα όποια μπορούν να περιστρέφονται συγχρόνως έτσι, ώστε να μεταβάλλεται το βήμα. Το εύρος μεταβολής του βήματος περιλαμβάνει δυνατότητα κινήσεως του πλοίου από πρόσω όλοταχώς ως ανάποδα όλοταχώς, ενώ ο έλικοφόρος άξονας έξακολουθεί να στρέφεται πάντοτε κατά την ίδια φορά.

Ο μηχανισμός μεταβολής βήματος μεταδίδει τή σχετική κίνηση υδραυλικά από τή γέφυρα ή μέσω άρθρωτων συνδέσεων μέσα στο κοίλο του έλικοφόρου άξονα και με σύστημα όδοντωτων τροχών μέσα στην πλήμνη στα πτερύγια. Στο σχήμα 12.4α φαίνεται έλικα ρυθμιζόμενου βήματος στίς τρείς βασικές λειτουργίες.



α

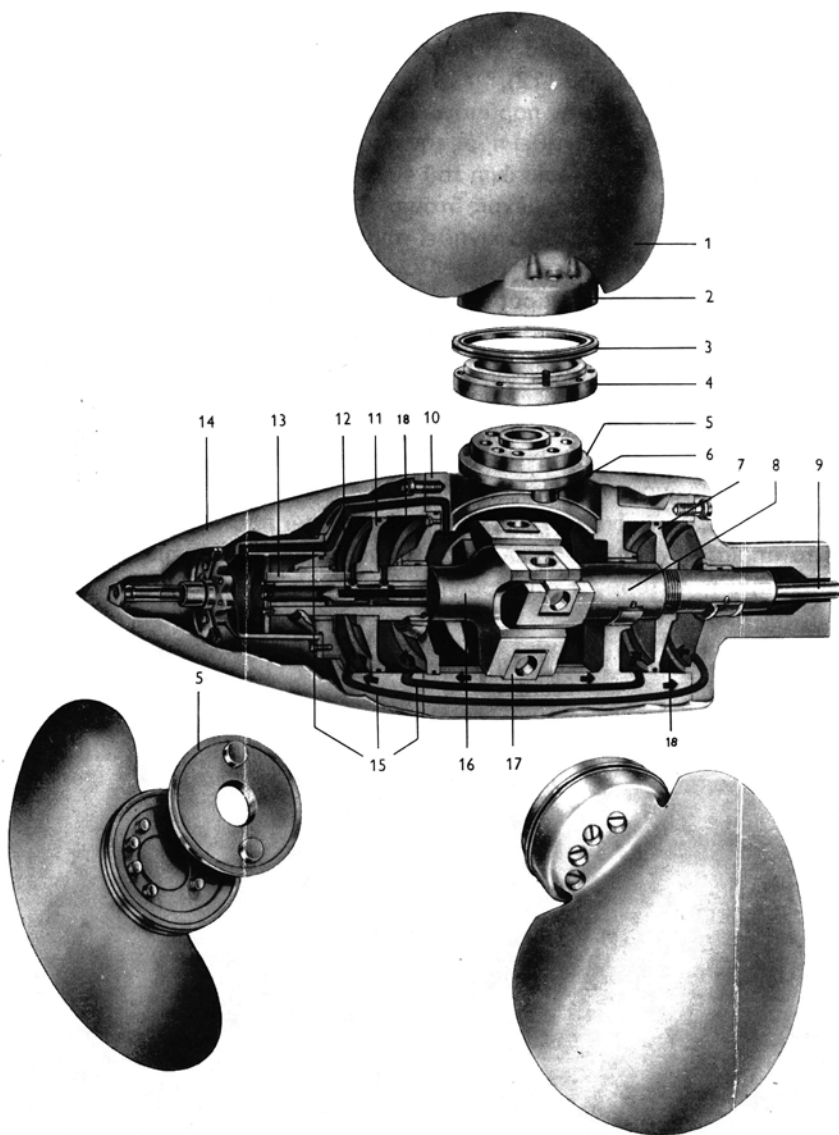
β

γ

Σχ. 12.4α.

Φωτογραφία τριών θέσεων έλικας Kamewa. α) Θέση πρόσω όλοταχώς. β) Ουδέτερη θέση. γ) Θέση ανάποδα όλοταχώς.

Στό σχήμα 12.4β εικόνιζεται ο μηχανισμός μεταβολής βήματος έλικας του οίκου Kamewa. Ο μηχανισμός αυτός λειτουργεί ως εξής:



Σχ. 12.4β.

"Ελικά Καμενα.

- 1) Πτερύγιο. 2) Περιαυχένιο περυγίου. 3) Δακτύλιος στεγανότητας. 4) Δακτύλιος τριβής. 5) Δακτύλιος με δύο πείρους. 6) Πείρος. 7) Πρωραίο έμβολο. 8) Πρωραίο βάκτρο. 9) Βάκτρο βαλβίδας. 10) Κυρίως πλήμνη. 11) Πρυμναίο έμβολο. 12) Ρυθμιστική βαλβίδα. 13) Έμβολο αντίσταθμιστικού κυλίνδρου. 14) Κώνος πλήμνης. 15) Άγωγοί έπικοινωνίας. 16) Πρυμναίο βάκτρο με σταυρό. 17) Όλισθαίνον πέδιλο με υποδοχή πείρου. 18) Κύλινδροι.

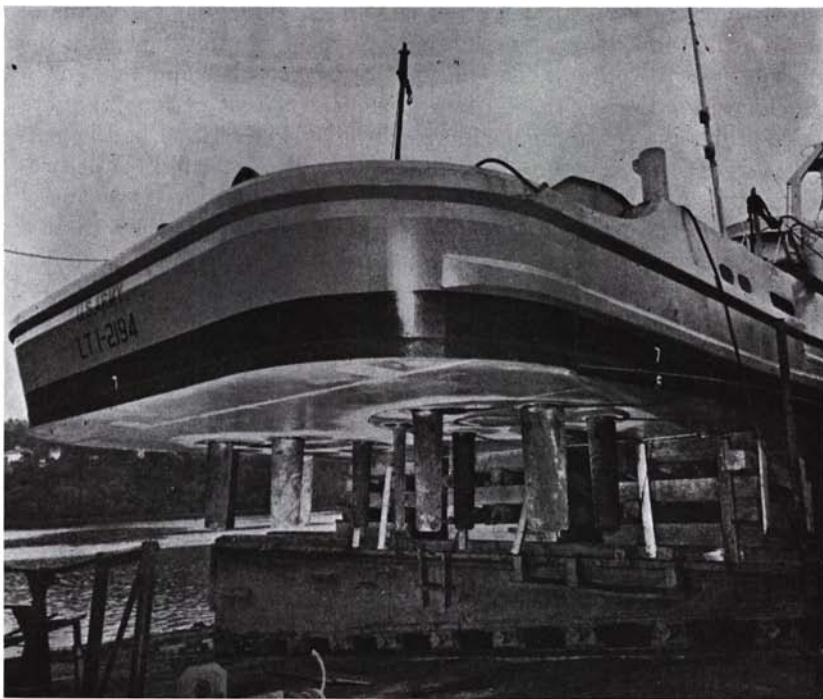
ινεσα στην πλήμνη υπάρχουν ένας ή δύο κύλινδροι (18) με έμβολο (7 και 11) και βάκτρο (8 και 16). Τό έμβολο κινείται από τήν έπενέργεια τής διαφοράς πίεσεως λαδιού στις δύο θψεις του. Ή ροή του λαδιού πρός τόν κύλινδρο έλέγχεται από μία ρυθμιστική βαλβίδα (12).

Τό σχήμα 12.4β δείχνει τήν παραπάνω βαλβίδα σε ουδέτερη θέση σε σχέση με τίς θυρίδες. Ή βαλβίδα κινηθεί πρός τήν πρύμνη, οί θυρίδες έπιτρέπουν στό λάδι νά έπενεργήσει στην πρωραία θψη του έμβόλου και νά προκαλέσει έτσι, κίνηση του έμβόλου πρός τήν πρύμνη, μέχρις ότου οί θυρίδες νά βρεθούν πάλι σε ουδέτερη θέση. Ή αντίθετα, αν ή βαλβίδα κινηθεί πρός τήν πώρα, τό έμβολο θά κινηθεί με όμοιο τρόπο.

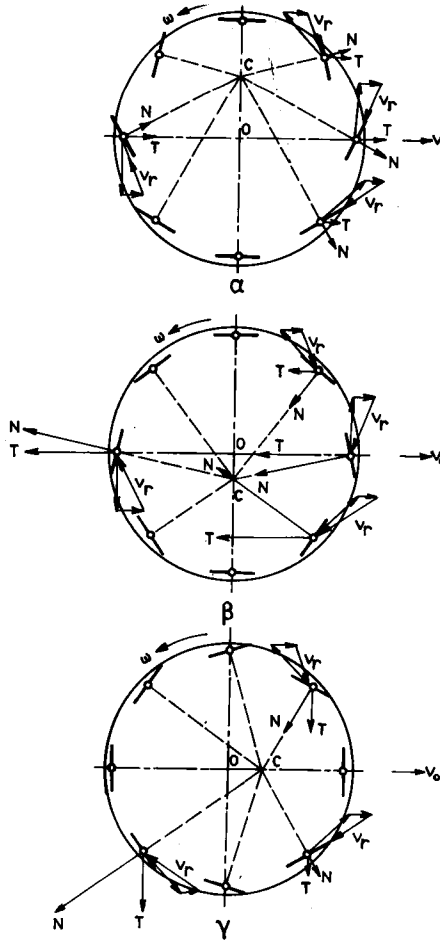
Όταν κινείται τό έμβολο, παρασύρεται τό βάκτρο του έμβόλου μαζί με τό όλισθαίνον πέδιλο (17) στόν σταυρό (κεφαλή). Μέσα σε κατάλληλη υποδοχή, σε κάθε πέδιλο (17) εφαρμόζει πείρος (6), πού συνδέεται με τό δακτύλιο (5), ό όποϊος παρασύρει τό περύγιο σε περιστροφή.

Ή από τά υπόλοιπα προωστήρια συστήματα αξίζει νά αναφερθεί ό προωστήρας κατακόρυφου άξονα. Τά δύο εν χρήση συστήματα Voith - Schneider, Kirsten - Boeing διαφέρουν μόνον ως πρός τίς λεπτομέρειες.

Στό σχήμα 12.4γ φαίνεται έλικα Voith - Schneider πού αποτελείται από 5 περύγια, τά όποια έξέχουν από κυκλικό όριζόντιο δίσκο. Στό σχήμα 12.4δ φαίνεται σε σκαρίφημα ή λειτουργία του προωθητήρα Voith - Schneider.



Σχ. 12.4γ.
Ήλικας Voith - Schneider.



Σχ. 12.46.
Λειτουργία έλικας Voith - Schneider

Ο δίσκος περιστρέφεται κατά τή φορά πού δείχνεται μέ γωνιακή ταχύτητα ω . Τά περύγια περιστρέφονται περί τόν κατακόρυφο άξονά τους κατά μία περιστροφή γιά κάθε στροφή του δίσκου. Τό C είναι σημείο, πρós τό όποίο συνδέονται τά περύγια μέ άρθρωτά μέλη καί τό όποίο μπορεί νά κινηθεί σε διάφορες θέσεις μέ μηχανισμό.

Η διάταξη τών περυγίων στό σχήμα 12.4δ (α) έχει ως άποτέλεσμα τή δημιουργία συνισταμένης ώστικης δυνάμεως κατά τή διεύθυνση κινήσεως του πλοίου V_0 . Σε μερικά περύγια έχουν χαραχθεί τά τρίγωνα ταχυτήτων καί φαίνονται οι κάθετες στά περύγια δυνάμεις N καθώς καί οι συνιστώσες τής ώσεως T.

Στό σχήμα 12.4δ (β) ή ταχύτητα του πλοίου V_0 καί ή ταχύτητα περιστροφής του δίσκου παρέμειναν άμετάβλητες, πλύν όμως έχει μεταβληθεί ή θέση του σημείου

C και ή σχετική διάταξη των περυγίων. 'Αποτέλεσμα είναι ότι ή συνισταμένη των ώσεων ένεργεί αντίθετα προς τή διεύθυνση κινήσεως του πλοίου.

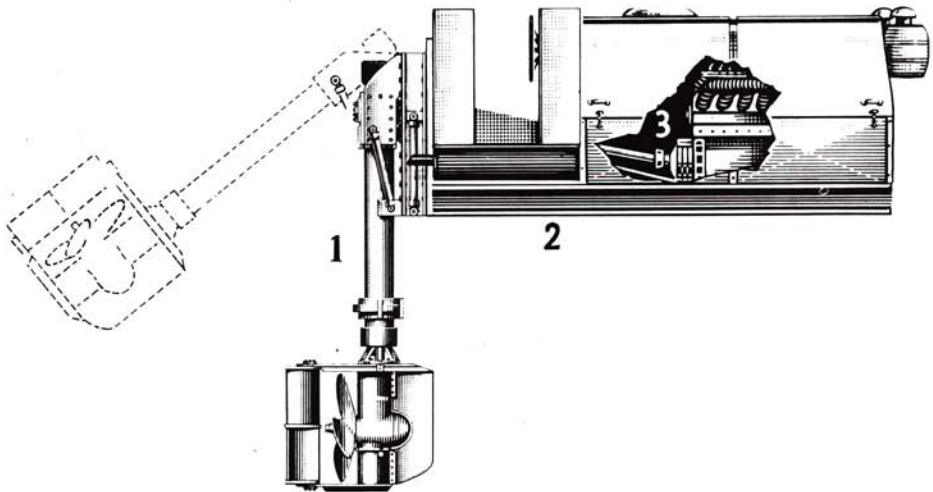
Στό σχήμα 12.4δ (γ) έχει μεταβληθεί πάλι ή θέση του C. 'Η συνισταμένη των ώσεων ένεργεί κάθετα προς τή διεύθυνση κινήσεως του πλοίου. 'Ο προωθητήρας αυτός έξουδετερώνει τήν ανάγκη έγκαταστάσεως πηδαλιού και συστήματος άναστροφής τής κύριας μηχανής.

'Η απόδοση είναι μικρότερη από τήν απόδοση τής έλικας, έντούτοις όμως λόγω των πλεονεκτημάτων τής εύκινήσιας του πλοίου οί προωστήρες κατακόρυφου άξονα (Voith - Schneider) χρησιμοποιούνται όπου υπάρχει περιορισμένος χώρος και άπαιτείται ιδιαίτερη εύελιξία του πλοίου (πλοίαρια λιμανιών, ρυμουλκά λιμανιών κλπ.).

Σύνθετα συστήματα προώσεως - πηδαλιουχίσεως (Rudder - Propeller).

Τά τελευταία χρόνια έφαρμόστηκε σύνθετο σύστημα προώσεως - πηδαλιουχίσεως, πού φαίνεται στό σχήμα 12.4ε και άποτελείται από τά έξής βασικά μέρη:

1) Προωστήρια μηχανή, συνήθως Diesel, πού τοποθετείται άκόμα και έπάνω στό κατάστρωμα.



Σχ. 12.4ε.

2) 'Ελαστικό και εύκαμπτο σύνδεσμο (Flexible Coupling and Universal Joint).

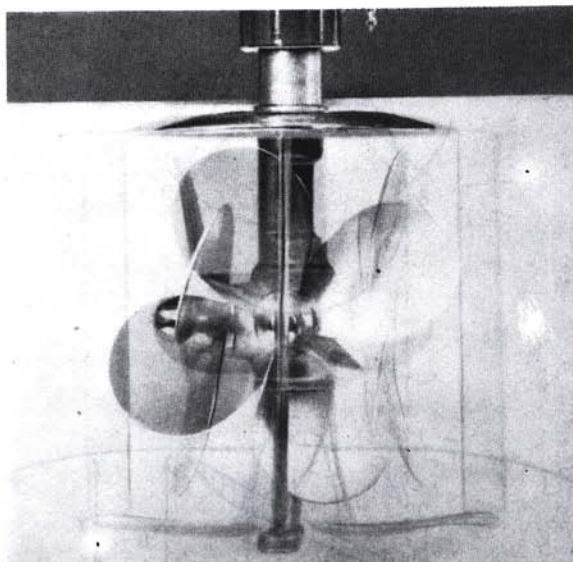
3) Μειωτήρα με έλικα, πού μπορεί νά περιστραφεί περί κατακόρυφο άξονα και με δυνατότητα όχι μόνο πηδαλιουχίσεως του πλοίου αλλά και άναποδίσεώς του.

Χαρακτηριστικά του παραπάνω συστήματος, τό όποιο χρησιμοποιείται σε είδικές περιπτώσεις και σε μικρά πλοία, είναι τά έξής:

- α) 'Απαιτείται λίγος χώρος γιά τήν έγκατάστασή του.
- β) 'Εγκαθίσταται εύκολα έπάνω στό σκάφος.

γ) Συνήθως οί χειρισμοί έκτελοῦνται ἀπό τή γέφυρα καί τό σύστημα μεταδόσεως εἶναι ἀπλό (Remote Control).

δ) Τό βάθος λειτουργίας τῆς ἕλικας εἶναι ρυθμιζόμενο (σχ. 12.4στ) καί κατά συνέπεια ἡ ἕλικα μπορεῖ νά λειτουργεῖ στήν περιοχή βέλτιστης ἀποδόσεως, γιά ὁποιοδήποτε βῆθισμα τοῦ σκάφους.



Σχ. 12.4στ.

ε) Τό σύστημα τῆς ἕλικας εἶναι δυνατό νά ἀνυψώνεται ἀπό τή θάλασσα (σχ 12.4ε). Αυτό ἔχει ὡς συνέπεια τήν εὐκολή συντήρηση καί ἐπισκευή τῆς ἕλικας χωρίς δεξαμενισμό τοῦ πλοίου. Ὅμοίως μπορεῖ νά ἀφαιρεθεῖ εὐκόλα ἡ ἕλικα.

στ) Ἡ ἕλικα μπορεῖ νά χρησιμοποιηθεῖ γιά τήν ἀναπόδιση, μέ στροφή της (σχ 12.4στ) κατά 180° , περί τόν κατακόρυφο ἄξονα καί αὐτό μέσα σέ ἐλάχιστο χρονικό διάστημα. Προφανῶς λοιπόν γιά τό ἀνάποδα δέν ἀπαιτεῖται ἀναστροφέας κινήσεως.

Ὡς συμπέρασμα μποροῦμε νά ποῦμε ὅτι ὁ συνδυασμός ρυθμίσεως τοῦ βάθους λειτουργίας καί τῆς στροφῆς τῆς ἕλικας κατά 360° δίνει σέ αὐτή τή δυνατότητα νά ἀναπτύξει τή **μέγιστη ὤση** σέ κάθε θέση καί αὐτό ἔχει ὡς ἀποτέλεσμα τήν ἐκτέλεση χειρισμῶν γρήγορα καί εὐκόλα.

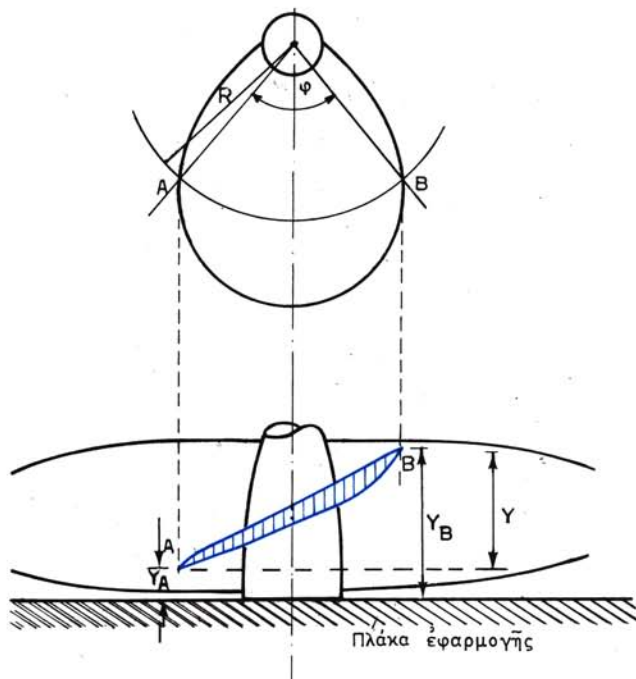
12.5 Μέτρηση τοῦ βήματος τῆς ἕλικας.

Ἡ ἀκριβῆς μέτρηση τοῦ βήματος τῆς ἕλικας σέ ὁποιαδήποτε ἀκτίνα τοῦ περυνίου εἶναι δυνατή μέ βηματομέτρο ἢ ἐπάνω σέ πλάκα ἐφαρμογῆς. Ὑπάρχουν καί ἄλλες μέθοδοι γιά τόν κατά προσέγγιση ὑπολογισμό τοῦ βήματος τῆς ἕλικας, πού

βασίζονται στις ίδιες αρχές με τον υπολογισμό επάνω σε πλάκα εφαρμογής, πού αναπτύσσεται παρακάτω (σχ. 12.5).

Σέ μία τυχαία ακτίνα R μετριέται τό ύψος Y_B καί Y_A τών σημείων A καί B τών άκρων του πτερυγίου πού βρίσκονται επάνω στην περιφέρεια ακτίνας R .

Η διαφορά $Y = Y_B - Y_A$ είναι τό **μερικό βήμα**, τό όποιο αντιστοιχεί στή γωνία ϕ ή στό τόξο AB .



Σχ. 12.5.
Μέτρηση βήματος.

Έφόσον τό βήμα κατά μήκος τής ακτίνας είναι σταθερό, ισχύουν οι παρακάτω σχέσεις:

$$\frac{P}{360^\circ} = \frac{Y}{\phi^\circ} \quad \eta \quad \frac{P}{2\pi R} = \frac{Y}{\widehat{AB}}$$

όπου: P είναι τό βήμα στην ακτίνα R · από τίς παραπάνω σχέσεις προκύπτει:

$$P = Y \cdot \frac{360^\circ}{\phi^\circ} \quad \eta \quad P = Y \cdot \frac{2\pi R}{\widehat{AB}}$$

Η μέτρηση τών μεγεθών Y_A , Y_B , ϕ , R καί \widehat{AB} είναι άπλή. Συνήθως επάνω στην πλάκα εφαρμογής τοποθετείται ένα κομμάτι χαρτιού σχεδιάσεως με χαραγμένους όμόκεντρους κύκλους. Η έλικα τοποθετείται όμόκεντρα πρós τούς παραπάνω κύκλους καί σέ έπιλεγόμενες ακτίνες προβάλλονται επάνω στό χαρτί χρησι-

μποιώντας δύο ὀρθογώνια τρίγωνα (ἢ μέ ἄλλο τρόπο) τὰ σημεῖα A καί B καί μετριοῦνται τὰ ὕψη Y_A καί Y_B . Μετά τήν ἀφαίρεση τοῦ χαρτιοῦ ἀπό τήν πλάκα τῆς ἔλικας εἶναι εὐκόλη ἡ μέτρηση τῶν γωνιῶν ϕ ἢ καί τῶν τόξων AB.

Ὄταν ἡ ἔλικα εἶναι σταθεροῦ βήματος, τό βῆμα πού προκύπτει σέ ὅλα τὰ περύγια καί σέ ὅλες τίς ἀκτίνες πού ἐπιλέχτηκαν εἶναι τό ἴδιο μέ μικρή διακύμανση ἀνάλογη μέ τήν ἀκρίβεια κατασκευῆς. Ὄταν τό βῆμα εἶναι μεταβλητό, μέ τόν παραπάνω τρόπο μετρίεται τό μέσο κατά περιφέρεια βῆμα στίς ἀκτίνες πού ἐπιλέχτηκαν γιά μέτρηση.

12.6 Κατασκευαστικά στοιχεῖα ἐλίκων.

Οἱ ἔλικες ἔχουν συνήθως τρία ἢ τέσσερα περύγια, τὰ ὁποῖα χυτεύονται σέ ἕνα σῶμα μέ τήν πλήμνη ἢ συνδέονται μέ αὐτήν μέ περιαυχένια καί κοχλίες, ὅπως ἀναφέρθηκε στήν παράγραφο 12.2. Οἱ ἔλικες μέ συνδεδεμένα περύγια ἐπισκευάζονται εὐκολότερα ἀντικαθιστώντας τὰ περύγια πού ἔπαθαν βλάβη, ἔχουν ὅμως μεγαλύτερο ἀρχικό κόστος, μεγαλύτερο βάρος καί μικρότερη ἀπόδοση ἀπό τίς ὁλόσωμες ἔλικες.

Ὡς ὑλικό κατασκευῆς τῶν ἐλίκων χρησιμοποιεῖται κυρίως ὁ μαγγανιοῦχος ὀρείχαλκος, ὁ χυτοχάλυβας καί ὁ νικελοχάλυβας. Ἀπό τὰ ὑλικά αὐτά, παρά τό αὐξημένο κόστος ὑπερέχει ὁ μαγγανιοῦχος μπρούντζος, ὁ ὁποῖος ἔχει καλές μηχανικές ἰδιότητες, ἄριστη ἀντοχή στίς διαβρώσεις, ἐπιδέχεται καλή λείανση ἐπιφάνειας καί χρησιμοποιεῖται γιά ἄριστη ἀπόδοση.

Ἄν D εἶναι ἡ διάμετρος τῆς ἔλικας, ἡ διάμετρος τῆς πλήμνης εἶναι περίπου $0,15 D$ ὡς $0,23 D$, ἐνῶ ὁ λόγος:

$$\frac{\text{Βῆμα}}{\text{Διάμετρος}} = \frac{P}{D}$$

παίρνει τιμές ἀπό 0,6 ὡς 2,0. Συνηθισμένες τιμές τοῦ λόγου P/D γιά ἐμπορικά πλοῖα εἶναι 0,8 ὡς 1,2.

12.7 Σπηλαιώση (Cavitation).

Οἱ μηχανικοὶ παρατήρησαν τό φαινόμενο τῆς **σπηλαιώσεως** γιά πρώτη φορά τό 1894 κατά τίς δοκιμές ταχύτητας μιᾶς ἀγγλικῆς τορπιλλακάτου. Συνήθως στίς περιπτώσεις σπηλαιώσεως διαπιστώνεται κατά τίς δοκιμές ὅτι δέν δημιουργεῖται ἀνάλογη αὐξηση ὤσεως σέ σημαντική αὐξηση τοῦ ἀνά λεπτό ἀριθμοῦ στροφῶν τῆς ἔλικας καί συγχρόνως παρατηρεῖται μείωση στήν ἀπόδοση.

Ἡ ἐρμηνεία πού δόθηκε ἀρχικά γιά τό φαινόμενο αὐτό, τό ἀπόδωσε στή μείωση τῆς πίεσεως ἐπάνω στήν ὄψη ἀναρροφήσεως τοῦ περυγίου καί στήν ἐξαιτίας τῆς ἀδυναμίας τοῦ νεροῦ νά ἀναπληρώσει τό κενό, μέ ἀποτέλεσμα νά δημιουργοῦνται ἀπό τό κενό φυσαλίδες ἀτμοῦ (Cavities). Ἡ θραύση τῶν φυσαλίδων ἐπάνω στήν ἐπιφάνεια τῶν περυγίων προκαλεῖ μηχανική φθορά, ἡ ὁποία σέ ταχύστροφες ἔλικες μπορεῖ νά εἶναι τόσο σοβαρή, ὥστε νά ἀπαιτεῖται ἀντικατάστασή τους μετά ἀπό λίγες ὥρες λειτουργίας.

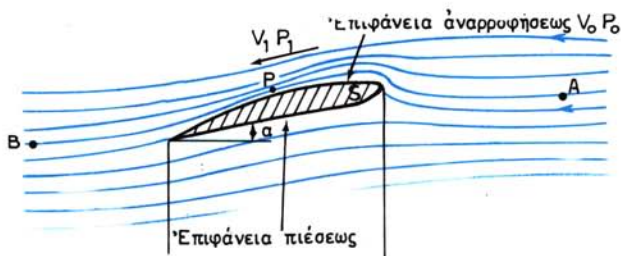
Στό σχήμα 12.7 παριστάνεται διατομή πτερυγίου πού κινείται μέσα σέ νερό. Ἄν ἡ πίεση καί ἡ ταχύτητα τοῦ ὑγροῦ μακριά ἀπό τή διατομή εἶναι ἀντίστοιχα V_0 καί P_0 στό σημεῖο P θά εἶναι V_1 καί P_1 . Σύμφωνα μέ τό θεώρημα Bernoulli:

$$\frac{P_0}{\delta} + \frac{V_0^2}{2g} = \text{σταθ.}$$

ὅπου δ τό εἰδικό βάρος τοῦ ὑγροῦ.

Ὅταν αὐξάνει ἡ ταχύτητα, ὅπως συμβαίνει λόγω τοῦ σχήματος στήν ὄψη τῆς ἀναρροφήσεως, μειώνεται ἀντίστοιχα ἡ πίεση. Ἐπομένως στό σημεῖο P τῆς διατομῆς τοῦ πτερυγίου ἔχομε λόγω αὐξημένης ταχύτητας ($V_1 > V_0$) μικρότερη πίεση.

Ἀνάλογα μέ τίς συνθῆκες λειτουργίας εἶναι δυνατόν ἡ πίεση νά μειωθεῖ σέ τέτοιο βαθμό ὥστε νά ἐπέλθει «ἀτμοποίηση» τοῦ νεροῦ καί νά διακοπεῖ ἡ συνέχεια τῆς ροῆς του, ὅποτε σχηματίζονται φυσαλίδες μέσα στό ὑγρό καί κοντά στή ράχη (ὄψη ἀναρροφήσεως) τοῦ πτερυγίου.



Σχ. 12.7.

Διατομή πτερυγίου ἔλικας.

Ἀποτέλεσμα αὐτῆς τῆς καταστάσεως εἶναι ἡ μείωση ἀποδόσεως τῆς ἔλικας, ἢ κατά τήν αὐξηση τῶν στροφῶν μῆ ἀντίστοιχη αὐξηση τῆς ὤσεως καί ἡ ἐμφάνιση μερικές φορές συριγμῶν ἢ κραδασμῶν. Ἡ σπηλαίωση ἐπηρεάζεται ἀπό τούς παρακάτω παράγοντες:

α) **Σχήμα διατομῆς πτερυγίου**, τό ὁποῖο ἐπηρεάζει τήν κατανομή ταχύτητας καί πίεσεως γύρω ἀπό αὐτό.

β) **Βάθος λειτουργίας τῆς ἔλικας**. Ἡ αὐξηση τοῦ βάθους, στό ὁποῖο λειτουργεῖ ἡ ἔλικα, ἐπιφέρει αὐξηση τῆς πίεσεως τοῦ περιβάλλοντος (ὑπερκείμενη στήλη)· ἐπομένως μειώνει τίς συνθῆκες ἐμφάνισως σπηλαιώσεως.

γ) **Ταχύτητα πτερυγίου**. Ἡ ὑψηλή ταχύτητα, ἡ ὁποία προκαλεῖται ἀπό τό μεγάλο ἀριθμό στροφῶν σέ συνδυασμό μέ τήν ἀκτίνα περιφορᾶς εὐνοεῖ τή σπηλαίωση.

δ) **Ἡ αὐξηση τῆς ἀναπτυγμένης ἐπιφάνειας** δημιουργεῖ δυσμενεῖς συνθῆκες σπηλαιώσεως.

Συνήθως ἡ σπηλαίωση ἐμφανίζεται στά ἄκρα τῶν πτερυγίων, κοντά στήν ὀδηγὸ ἀκμή καί στήν ὄψη ἀναρροφήσεως. Μερικές φορές ἔχομε σπηλαίωση κοντά στή ρίζα τῶν πτερυγίων.

Μερικές φορές τό φαινόμενο πού περιγράψαμε παραπάνω καλεῖται **ἀποχωρισμός**.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΔΕΚΑΤΟ ΤΡΙΤΟ

Η ΠΗΔΑΛΙΟΥΧΗΣΗ ΤΟΥ ΠΛΟΙΟΥ

13.1 Σχήμα πηδαλίου.

Ἡ ἐπιθυμητή εὐελιξία στὴν πηδαλιούχηση κάθε τύπου πλοίου, καθορίζει καὶ τὴν ἐπιφάνεια τοῦ πηδαλίου. Στὴν πράξη αὐτὴ προσδιορίζεται ἐμπειρικά ἀπὸ τὸ λόγιο τῆς πρὸς τὴν ἐπιφάνεια τῆς διαμήκους τομῆς τοῦ πλοίου κάτω ἀπὸ τὴν ἴσαλο ἢ πρὸς τὸ γινόμενο τοῦ μήκους τῆς ἰσάλου ἐπὶ τὸ μέσο βύθισμα.

Γενικά χρησιμοποιοῦμε πηδάλια μεγάλης ἐπιφάνειας σὲ πλοῖα, στὰ ὁποῖα εἶναι ἀπαραίτητη ἡ εὐελιξία πηδαλιούχησης.

Ἐνδεικτικὰ μνημονεύονται παρακάτω λόγοι τῆς ἐπιφάνειας τοῦ πηδαλίου πρὸς τὸ γινόμενο τοῦ μήκους τῆς ἰσάλου ἐπὶ τὸ βύθισμα τοῦ πλοίου:

- α) Γιά Φ/Γ πλοῖα περίπου 1/60.
- β) Γιά Ε/Γ πλοῖα περίπου 1/50.
- γ) Γιά ἀντιτορπιλλικά περίπου 1/40.

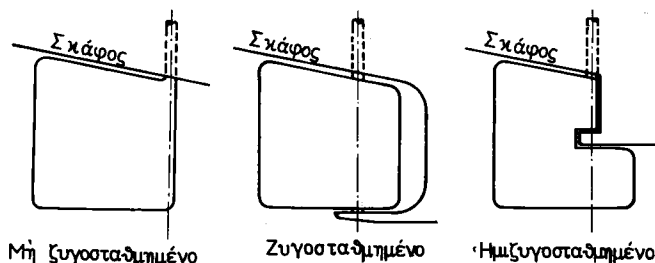
Τὸ σχῆμα τοῦ πηδαλίου, ἐκτός ἀπὸ τὸ λόγο ὕψος/μήκος πηδαλίου, δὲν ἐπηρεάζει οὐσιαστικά τὴν ὑδροδυναμικὴ δύναμη ποῦ ἀναπτύσσεται ἀπὸ τὸ πηδάλιο. Ὁ λόγος ὕψος/μήκος τοῦ πηδαλίου γιὰ τίς συνηθισμένες κατασκευές παίρνει τιμές 0,5 ὡς 2.

Τὸ πηδάλιο ἀποτελεῖται βασικά ἀπὸ δύο μέρη, τὸ **περύγιο** καὶ τὸν **ἄξονα**, ὁ ὁποῖος μεταδίδει τὴν κίνηση στὸ περύγιο ἀπὸ τὸ μηχανισμό τοῦ πηδαλίου.

Οἱ βασικοὶ τύποι τῶν πηδαλίων παριστάνονται στὸ σχῆμα 13.1α (α), (β) καὶ (γ).

Στὸ σχῆμα 13.1α (α) παριστάνεται μὴ ζυγοσταθμημένο πηδάλιο στὸ ὁποῖο ὅλη ἡ ἐπιφάνεια τοῦ περυγίου βρίσκεται πρὸ μνηθεν τοῦ ἄξονα.

Στὸ σχῆμα 13.1α (β) παριστάνεται ζυγοσταθμημένο πηδάλιο, στὸ ὁποῖο τμήμα

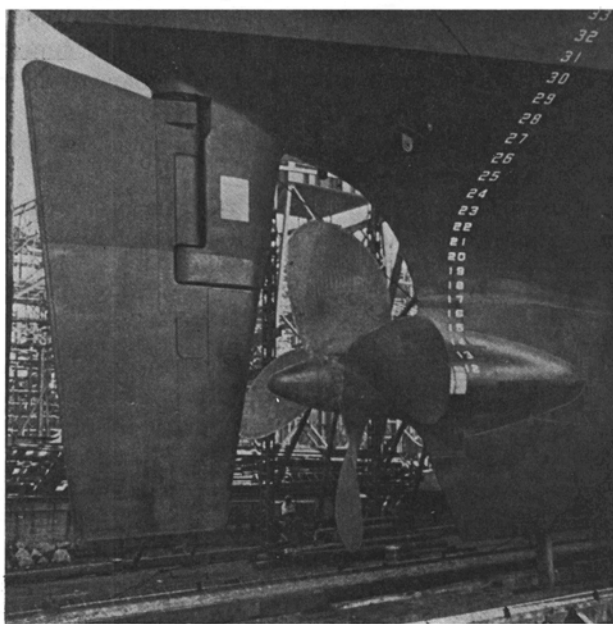


Σχ. 13.1α.

του περυγίου σέ όλο τό ύψος του βρίσκειται πρώραθεν του άξονα. Τό ποσοστό τής ζυγοσταθμήσεως είναι περίπου 25 ως 30%.

Στά σχήματα 13.1α (γ) καί 13.1β εικονίζεται ήμιζυγοσταθμημένο πηδάλιο, στό όποιο ή έπιφάνεια πρώραθεν του άξονα δέν έπεκτείνεται σέ όλο τό ύψος του πηδαλίου.

Τό ζεύγος πού άπαιτείται για τή στρέψη του πηδαλίου είναι ίσο μέ τό γινόμενο τής κάθετης στό πηδάλιο δυνάμεως πού έξασκεΐται από τό νερό επί τήν άπόστασή της από τόν άξονα. Στά ζυγοσταθμημένα καί ήμιζυγοσταθμημένα πηδάλια τό σημείο έπενέργειας αυτής τής κάθετης δυνάμεως είναι κοντά στόν άξονα σέ αντίθεση μέ τά μή ζυγοσταθμημένα καί έπομένως τό άπαιτούμενο ζεύγος του πηδαλίου μειώνεται σημαντικά μέ άποτέλεσμα τή μείωση τής ήπποδυνάμεως του μηχανήματος πηδαλίου, του κόστους του, τής δυνάμεως πού καταναλώνεται από αυτό καί του χώρου πού διατίθεται για τήν έγκατάστασή του.



Σχ. 13.1ρ.
Ημιζυγοσταθμημένο πηδάλιο



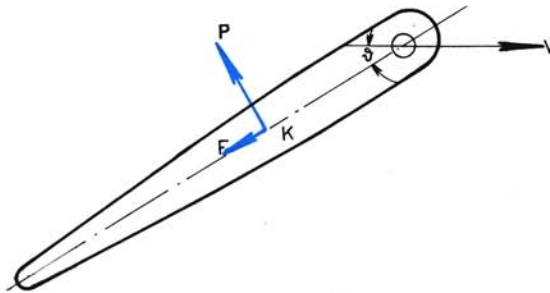
Σχ. 13.1γ.
Τομή πηδαλίου.

Τα πηδαλια που κατασκευάζονται σήμερα έχουν τομή υδροδυναμικού σχήματος (σχ. 13.1γ) για μείωση τής αντίστάσεως προώσεως καί αύξηση τής άποδόσεως του πηδαλίου.

13.2 Πηδαλιούχηση.

Γενικά.

Όταν ένα πλοίο κινείται σε εύθεια πορεία και τό πηδάλιο βρίσκεται στο μέσο, δέν έπενεργεί λόγω συμμετρίας κάθετη δύναμη στο διάμηκες επίπεδο του πλοίου. Όταν τό πηδάλιο μετακινηθεί προς τήν πλευρά, ή συμμετρική κατανομή τών δυνάμεων καταστρέφεται από δύναμη πού ένεργεί στο **κέντρο πίεσεως** του πηδαλίου και κάθετα προς αυτό. Κέντρο πίεσεως του πηδαλίου ονομάζομε τό σημείο **K**, στο όποιο έπενεργεί ή δύναμη (ή συνισταμένη τών επί μέρους πίεσεων) και αυτό δέν συμπίπτει μέ τό κέντρο τής έπιφάνειας, έπειδή ή κατανομή τών πίεσεων κατά μήκος τών έπιφανειών του πηδαλίου δέν είναι όμοιόμορφη. Η θέση του κέντρου πίεσεως **K** μπορεί νά ύπολογισθεί και βρίσκεται πρώραθεν του γεωμετρικού κέντρου τής έπιφάνειας του πηδαλίου (σν. 13.2α).



Σχ. 13.2α.

Δυνάμεις στο πηδάλιο.

V = ταχύτητα πηδαλίου (πλοίου), P = δύναμη κάθετη προς τό διαμήκη άξονα, K = Κέντρο πίεσεως, F = Δύναμη τριβής, θ = γωνία πηδαίου.

Το αποτέλεσμα στροφής του πηδαλίου είναι ή κίνηση του πλοίου πάνω σε πορεία πού φαίνεται στο σχήμα 13.1β και έγκάρσια κλίση του πλοίου.

Η κίνηση του κέντρου βάρους του πλοίου άμέσως μετά τή στροφή του πηδαλίου είναι καμπύλη σχήματος λατινικού κεφαλαίου **S**, ενώ σταδιακά και μετά μεταβολή πορείας 90° περίπου ή τροχιά του κέντρου βάρους του πλοίου σταθεροποιείται σε κυκλική τροχιά (σχ. 13.2β), περί σταθερό κέντρο **O**.

Σέ ένα τυχόν σημείο τής πρώτης διαδρομής σχήματος **S** τό πλοίο κινείται γύρω από στιγμιαίο κέντρο περιστροφής **A** τό όποιο μεταβάλλεται από στιγμή σε στιγμή. Έπομένως ή στιγμιαία ταχύτητα V_e ενός σημείου **E** του πλοίου είναι κάθετη επί τήν **EA** και έχει δύο συνιστώσες, μία κατά τόν άξονα του πλοίου και μία κάθετη σε αυτόν. Έτσι τό σημείο **P** όπου ή κάθετη από τό **A** επί τόν άξονα του πλοίου συναντά τόν άξονα αυτό, έχει ταχύτητα κατευθυνόμενη μόνο κατά τόν άξονα του πλοίου, ενώ όλα τό άλλα σημεία έχουν και συνιστώσα ταχύτητας κάθετη επάνω σε αυτόν. Όστε ένας παρατηρητής ποι βρίσκεται επάνω στο σκάφος απέχοντας $L/5$ ως $L/3$ (L = μήκος πλοίου) από τήν πώρα έχει τήν εντύπωση ότι τό σκάφος στρέφεται γύρω από αυτόν.

Η άπόσταση, ή όποια διανύεται από τό κέντρο βάρους του πλοίου, από τό σημείο στο όποιο τό πηδάλιο μπήκε ύπό γωνία, μέχρι τό σημείο τής άλλαγής τής πο

Γωνία πηδαλίου ονομάζουμε τή γωνία θ (σχ. 13.2γ), πού σχηματίζεται μεταξύ του πηδαλίου καί του κεντρικού διαμήκη άξονα του πλοίου.

Δυνάμεις από τήν επενέργεια του πηδαλίου.

Όταν τό πηδάλιο στραφεῖ σέ μία γωνία θ , αναπτύσσεται δύναμη στό κέντρο πίεσέως του. Ἡ δύναμη αὐτή ἔχει δύο συνιστώσες, μία κάθετη P πρὸς τό πηδάλιο καί μία παράλληλη, ἡ ὁποία ἔχει άμελητέα επίδραση στή στροφή του πλοίου (σχ. 13.2α).

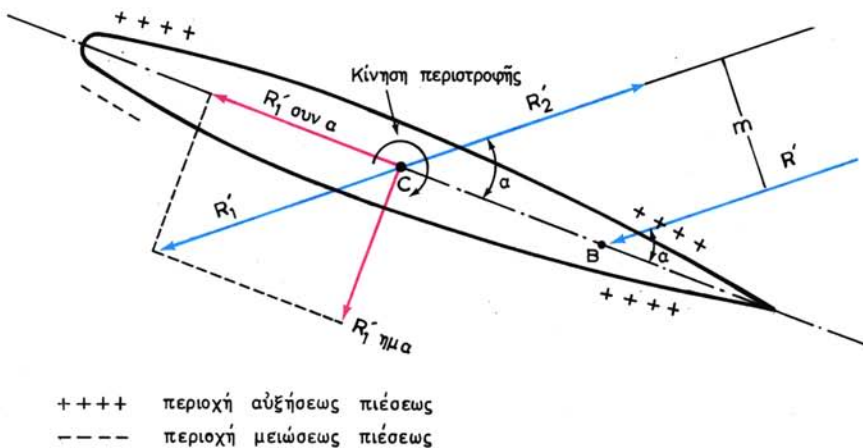
Ἄς θεωρήσουμε τήν κάθετη ἐπί τό πηδάλιο δύναμη P . Θεωροῦμε δύο δυνάμεις P_1 καί P_2 (σχ. 13.2γ) παράλληλες, αντίθετες καί ἴσες πρὸς τήν P , οἱ ὁποῖες ἐφαρμόζονται στό σημεῖο C . Τό σημεῖο C εἶναι τό σημεῖο, ὅπου τό ὀριζόντιο ἐπίπεδο, πού διέρχεται ἀπό τό κέντρο πίεσεως του πηδαλίου τέμνει τήν κατακόρυφο, ἡ ὁποία διέρχεται ἀπό τό κέντρο βάρους του πλοίου. Τότε θά ἔχομε:

α) Τήν επενέργεια του ζεύγους ($P - P_1$) ροπῆς ἴσης πρὸς $P \cdot D$, τό ὁποῖο προκαλεῖ στροφή του πλοίου.

β) Τή δύναμη P_2 , ἡ ὁποία ἀναλύεται σέ δύο συνιστώσες: μία παράλληλη καί μία κάθετη πρὸς τό διαμήκη άξονα του πλοίου. Ἡ κάθετη συνιστώσα προκαλεῖ ἔκπιωση του πλοίου μακριά ἀπό τό κέντρο στροφῆς, ἔνῳ ἡ παράλληλη ἀντιστέκεται στήν κίνηση πρὸσω του πλοίου.

Όταν τό πλοῖο ἀρχίζει νά στρέφεται, δηλαδή νά κινεῖται ἐπί καμπύλης τροχιᾶς, ἡ διανομή τῶν ὑδροδυναμικῶν πιέσεων καί τῶν δυνάμεων ἀντιστάσεως γύρω ἀπό τό πλοῖο παύει νά εἶναι συμμετρική.

Ἔτσι ἡ κίνηση στροφῆς προκαλεῖ αὔξηση τῆς πίεσεως στό μέσα τμήμα τῆς πρῶρας καί μείωση τῆς πίεσεως στό μέσα τμήμα τῆς πρύμνης, ἔνῳ ἡ κίνηση τῆς ἔκπιώσεως προκαλεῖ αὔξηση τῆς πίεσεως σέ ὀλόκληρη τήν ἔξω πλευρά καί μείωση σέ ὀλόκληρη τή μέσα. Τό συνδυασμένο ἀποτέλεσμα τῶν παραπάνω δυνάμεων εἶναι ὅτι ἡ συνισταμένη ἀντίσταση του πλοίου, πού ἐνεργεῖ ἀρχικά λόγω συμμετρίας στό διάμηκες ἐπίπεδο συμμετρίας του πλοίου, μεταβάλλει μέγεθος (R') καί κατ'ά τή στροφή ἐνεργεῖ στό σημεῖο B ὑπό γωνία α (σχ. 13.2δ).

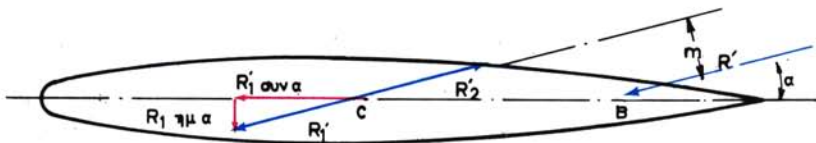


Σχ. 13.2δ.

“Αν θεωρήσουμε (σχ. 13.2ε) δύο ίσες και αντίθετες δυνάμεις (τίς R_1' και R_2') εφαρμοσμένες στο σημείο C παράλληλες και ίσες σέ μέγεθος πρὸς τὴν R' , θά παρατηρήσουμε ὅτι:

α) Ἐπὶ τοῦ πλοίου ἐνεργεῖ τὸ ζεύγος (R_1', R_2') ροπῆς $R' \cdot m$, τὸ ὁποῖο ὑποβοηθεῖ καὶ ἐπιταχύνει τὴ στροφή (σχ. 13.2ε).

β) Ἐπὶ τοῦ πλοίου ἐνεργεῖ ἐπίσης καὶ ἡ ἄλλη δύναμη R_1' , πού ἐφαρμόζεται ἐπὶ τοῦ σημείου C, γιὰ τὴν ὁποία γίνεται λόγος παρακάτω.



Σχ. 13.2ε.

Λόγω τῆς ἐπενέργειας τοῦ ζεύγους $R' \cdot m$ αὐξάνει ἡ γωνία ἐκπτώσεως καὶ τὸ σημείο ἐφαρμογῆς τῆς ἀντιστάσεως B κινεῖται πρὸς τὴν πρύμνη. Τελικὰ τὸ σημείο B κινεῖται λίγο πίσω ἀπὸ τὸ κέντρο βάρους τοῦ πλοίου καὶ πετυχαίνεται ἰσορροπία μεταξύ τοῦ ζεύγους τοῦ πηδαλίου καὶ τοῦ ζεύγους ἀντιστάσεως, ὁπότε τὸ πλοῖο σταθεροποιεῖται κινούμενο πιά σέ κυκλικὴ τροχιά.

Ἡ θέση τοῦ σημείου B, στὸ ὁποῖο ἐπενεργεῖ ἡ συνισταμένη τῶν ἀντιστάσεων R' , ἔχει ἰδιαίτερη σημασία γιὰ τὸν τρόπο πηδαλιουχίσεως τοῦ πλοίου.

Ὅταν τὸ σημείο B βρίσκεται πρῶραθεν τοῦ κέντρου βάρους C τοῦ πλοίου, τὸ ζεύγος $R' \cdot m$ πού δημιουργεῖται ὑποβοηθεῖ τὴ στροφή. Στὴν περίπτωση αὐτὴ τὸ πλοῖο εἶναι εὐέλικτο, πλὴν ὅμως ἀπαιτεῖται συχνὴ ἐπέμβαση στὸ πηδάλιο, γιὰ νὰ διατηρηθεῖ σταθερὴ εὐθεῖα πορεία τοῦ πλοίου. Ὅταν τὸ σημείο B βρίσκεται πρῦμνηθεν τοῦ κέντρου βάρους C τοῦ πλοίου, τὸ ζεύγος $R' \cdot m$ ἀντιτίθεται στὴ στροφή καὶ τὸ πλοῖο διατηρεῖται εὐκόλα στὴν πορεία του.

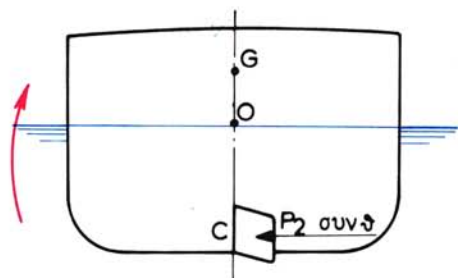
Ἡ θέση ἐφαρμογῆς τῆς R' (τὸ σημείο B) ἐξαρτᾶται ἀπὸ τὸ σχῆμα τῶν ὑφάλων καὶ μπορεῖ νὰ ἐπηρασθεῖ ἀπὸ μεταβολὴ τους ἰδίως κοντὰ στὴν πρύμνη.

Ἡ ἄλλη δύναμη, ἡ R_1' , μπορεῖ νὰ ἀναλυθεῖ σέ δύο συνιστώσες ἀπὸ τίς ὁποῖες ἡ μία εἶναι ἡ ἀντίσταση κινήσεως πρῶσω τοῦ πλοίου ($R_1' \cdot \sigma \nu \alpha$) κατὰ τὸ διάμηκες ἐπίπεδο, ἐνῶ ἡ ἄλλη ($R_1' \cdot \eta \mu \alpha$), ἐπενεργεῖ πρὸς τὰ μέσα ἀντιτιθέμενη στὴ δύναμη $P_2 \cdot \sigma \nu \theta$ τοῦ σχήματος 13.2γ. Ἡ συνιστώσα τῆς ἀντιστάσεως $R_1' \cdot \eta \mu \alpha$, θεωρεῖται ὅτι ἐνεργεῖ στὸ κέντρο τῆς κάτω ἀπὸ τὴν ἴσαλο διαμήκου τομῆς τοῦ πλοίου.

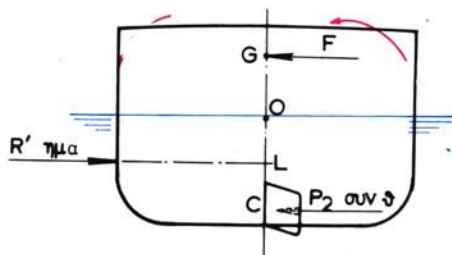
Ἀπὸ τὴν πλευρὰ τῆς ἐγκάρσιας κλίσεως τοῦ πλοίου, διακρίνομε τίς ἐξῆς περιπτώσεις:

α) **Ἀρχικὴ φάση στροφῆς** (σχ. 13.2στ), δηλαδὴ μόλις τὸ πηδάλιο μπεῖ ὑπὸ γωνία. Ἡ κάθετη συνιστώσα $P_2 \cdot \sigma \nu \theta$ ἐπὶ τὸ διάμηκες ἐπίπεδο, προκαλεῖ μέ μοχλοβραχίονα OC, ροπή $P_2 \cdot \sigma \nu \theta \cdot (OC)$, ἡ ὁποία δημιουργεῖ ἐγκάρσια κλίση τοῦ πλοίου πρὸς τὰ μέσα τῆς στροφῆς.

β) **Τελικὴ φάση**, μετὰ τὴ σταθεροποίηση τοῦ κύκλου στροφῆς. Οἱ δυνάμεις πού ἐνεργοῦν φαίνονται στὸ σχῆμα 13.2ζ. Ἀπὸ αὐτές οἱ δύο εἶναι ἤδη γνωστές, ἐνῶ ἡ τρίτη ἐνεργεῖ στὸ κέντρο βάρους G καὶ εἶναι ἡ φυγόκεντρο δύναμη F, ἡ ὁποία προ-



Σχ. 13.2στ.



Σχ. 13.2ζ.

καλείται λόγω της κινήσεως του πλοίου σέ κυκλική τροχιά. Αύτες οι δυνάμεις προκαλοῦν μέ μοχλοβραχίονες OC, OL, καί OG ἀντίστοιχα ροπές $P_2 \cdot \text{συν} \theta$, OC , $R_1 \cdot \eta\mu\alpha$. OL καί F. OG, οι ὁποῖες στό σύνολό τους δημιουργοῦν ἐγκάρσια κλίση τοῦ πλοίου πρός τά ἔξω τοῦ κύκλου στροφῆς.

13.3 Προσδιορισμός διαμέτρου τοῦ ἄξονα πηδαλίου.

Γιά τήν κατασκευή τοῦ συστήματος πηδαλιουχίας πού περιλαμβάνει σέ γενικές γραμμές:

- τό πηδάλιο,
- τόν ἄξονα τοῦ πηδαλίου,
- τό μηχανισμό πηδαλίου καί συστήματος πηδαλιουχίσεως, ἀπαραίτητα στοιχεῖα εἶναι ὁ ὑπολογισμός τῶν δυνάμεων καί ροπῶν πού ἐπιδρουν στό πηδάλιο κατά τή λειτουργία του.

Αύτες μποροῦν νά ὑπολογισθοῦν μέ θεωρητικές σχέσεις ἀπό τήν ὑδροδυναμική, ἀλλά καί μέ μερικούς ἀπλούς ἐμπειρικούς τύπους.

Στούς τύπους αὐτούς λαμβάνεται ὑπόψη τό γεγονός ὅτι ἡ κάθετη δύναμη P ἐπί τοῦ πηδαλίου ἐξαρτᾶται ἀπό παράγοντες ὅπως:

- Ἡ ἐπιφάνεια A τοῦ πτερύγιου τοῦ πηδαλίου.
 - Τό σχῆμα τοῦ πηδαλίου.
 - Ἡ ταχύτητα V τοῦ πλοίου.
 - Ἡ γωνία στροφῆς θ τοῦ πηδαλίου.
 - Ὁ ἀριθμός τῶν πηδαλίων.
 - Ὁ ἀριθμός τῶν ἐλίκων.
 - Ἡ φορά κινήσεως (πρόσω ἢ ἀνάποδα).
- Ἀντίστοιχα ἡ ροπή T ἐπί τοῦ πηδαλίου ἐξαρτᾶται ἀπό:
- Τή δύναμη P.

β) Τήν ἀπόσταση α τοῦ σημείου K ἐφαρμογῆς τῆς δυνάμεως (κέντρο πίεσεως) ἀπό τόν ἄξονα τοῦ πηδαλίου. Σημειώνεται ὅτι τό σημείο K δέν συμπίπτει μέ τό γεωμετρικό κέντρο τοῦ πηδαλίου.

Παρακάτω δίνονται μερικοί ἐν χρήσει **ἐμπειρικοί τύποι** γιά τόν ὑπολογισμό τῶν ἀνωτέρω μεγεθῶν καθώς καί παραδείγματα ὑπολογισμῶν σέ ἀπλές περιπτώσεις.

Προσδιορισμός της κάθετης δύναμης P επί του πηδαλίου.

α) Πλοία με ένα πηδάλιο: $P = 18,0 \cdot A \cdot V^2 \cdot \vartheta$ (Τύπος των Baker και Bottom ley).

β) Πλοία με δύο έλικες και κεντρικό πηδάλιο (Τύπος Gawh):

$$P = 15,5 \cdot A \cdot V^2 \cdot \vartheta \text{ (κίνηση πρόσω και ανάποδα)}$$

γ) Πλοία με 2 πηδάλια και πίσω από πλευρικές έλικες (Τύπος Gawh):

$$P = 21,1 \cdot A \cdot V^2 \cdot \vartheta \text{ (κίνηση πρόσω)}$$

$$P = 19,1 \cdot A \cdot V^2 \cdot \vartheta \text{ (κίνηση ανάποδα)}$$

όπου: A : 'Η επιφάνεια του περυγίου του πηδαλίου σε m^2 .

V : 'Η πραγματική ταχύτητα V του σκάφους σε m/sec .

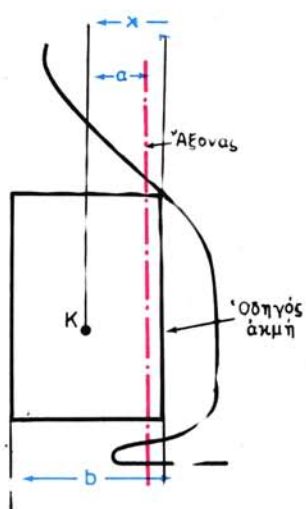
ϑ : 'Η γωνία του πηδαλίου σε μοίρες.

P : 'Η δύναμη σε Newton (Διεθνές σύστημα Μονάδων: S.I).

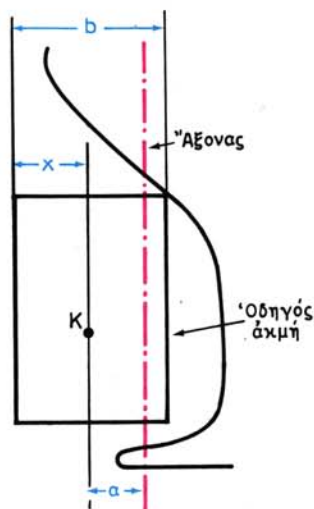
Σημείωση: 1 Newton = 1/9,81 kg

Εύρεση (καθορισμός) θέσεως κέντρου πίεσεως K του πηδαλίου.**Έμπειρικοί τύποι.**

1) Για επίπεδο περυγίο πηδαλίου, μήκους b (σχ. 13.3α), ή απόσταση x του K από



Πρόσω κίνηση



Άνάποδα

(β)

β) Για κίνηση

τήν οδηγό άκμή του περυγίου, δίνεται από τή σχέση

$$x = b (0,195 + 0,305 \eta\mu\theta) \quad (\text{τύπος του Joessel})$$

όπου θ ή γωνία στροφής του πηδαλίου.

α) Για πηδάλια όπως στο σχήμα 13.3β (α) (Άνοικτου τύπου):

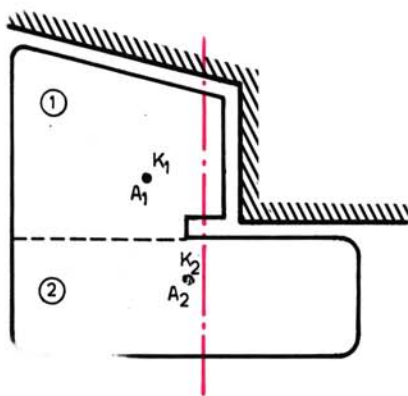
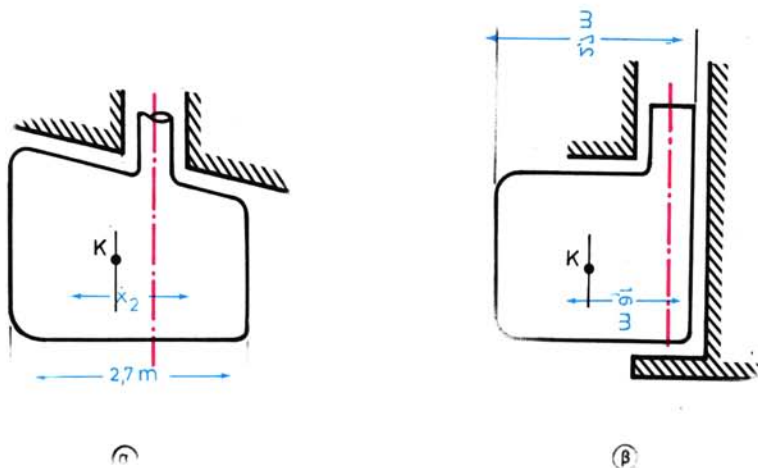
$$x = 0,31 b \quad (\text{Τύπος του Gawn})$$

β) Για πηδάλια όπως στο σχήμα 13.3β (β) (Κλειστού τύπου):

$$x = 0,35 b \quad (\text{Τύπος του Gawn})$$

γ) Για κίνηση ανάποδα και για τίς δύο περιπτώσεις:

$$x = 0,31 b \quad (\text{Τύπος του Gawn})$$



Για ήμιζυγοσταθμημένα πηδάλια (σχ. 13.3γ) ή κάθετη δύναμη P θεωρείται ότι είναι τό άθροισμα:

$$P = P_1 + P_2$$

στά κέντρα πίεσεως K_1 και K_2 τῶν δύο τμημάτων (1) και (2) τοῦ πηδαλίου, ἐπιφανειῶν A_1 και A_2 ὅπου ἡ συνολικὴ ἐπιφάνεια εἶναι A :

$$A = A_1 + A_2$$

- α) Γιά τό K_1 χρησιμοποιεῖται ὁ κανόνας τοῦ $x = 0,35 b$ (κλειστοῦ τύπου)
 β) Γιά τό K_2 χρησιμοποιεῖται ὁ κανόνας τοῦ $x = 0,31 b$ (ἀνοικτοῦ τύπου)

Καθορισμός Ροπῆς στρέψεως.

Ἡ μέγιστη ροπή T , ἡ ἀπαιτούμενη γιά τή στροφή τοῦ πηδαλίου, εἶναι τό γινόμενο τῆς μέγιστης κάθετης δυνάμεως P ἐπί τήν ἀπόσταση a ἀπό τό K μέχρι τόν ἀξονα στροφῆς:

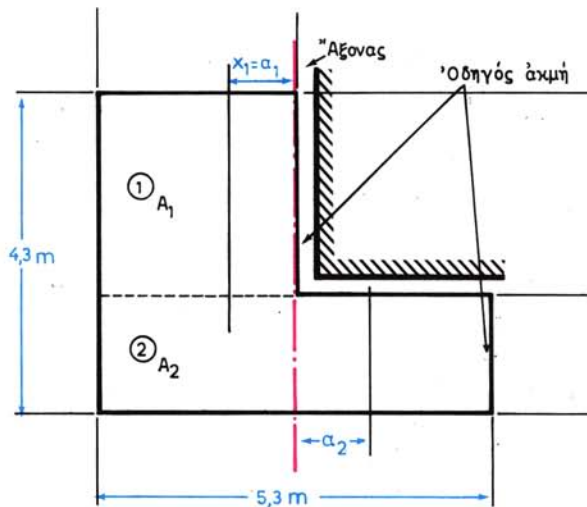
$$T = P \cdot a$$

Γιά καλύτερη κατανόηση τῆς χρήσεως ὄλων τῶν παραπάνω τύπων δίνεται τό ἐξῆς ἀριθμητικό παράδειγμα:

Παράδειγμα.

Γιά τό πηδάλιο τοῦ σχήματος 13.36 πού τοποθετεῖται σέ διπλέλικο πλοῖο, νά υπολογισθοῦν γιά ταχύτητα $V = 19,5$ κόμβων:

- 1) Ἡ κάθετη δύναμη P ἐπί τό πηδάλιο (ἡ μέγιστη).
 - 2) Ἡ μέγιστη ροπή γιά τή στροφή τοῦ πηδαλίου.
- Ἡ μέγιστη γωνία στροφῆς πηδαλίου εἶναι $\vartheta_{\max} = 35^\circ$.



Σχ. 13.36

Λύση.

Τμήμα (1) του πηδαλίου:

1) Για τή P_{\max} χρησιμοποιείται ο τύπος του Gawn για πλοία διπλέλικά, για κίνηση πρόσω ή ανάποδα:

$$P_{1\max} = 15,5 \cdot A_1 \cdot V^2 \cdot \vartheta_{\max}$$

$$\text{Γιά } A_1 = 2,7 \times 2,7 = 7,29 \text{ m}^2$$

$$V = 19,5 \text{ κόμβοι} = 19,5 \times 0,5144 = 10,03 \text{ m/sec}$$

$$\vartheta = 35^\circ$$

$$P_{1\max} = 15,5 \times 9,29 \times (10,03)^2 \times 35^\circ = 507.011 \text{ Newton}$$

2) Θέση κέντρου πιέσεως K_1 : Χρησιμοποιείται ο κανόνας του 0,35 b (κλειστού τύπου):

$$a_1 \cdot x_1 = 0,35 \cdot b = 0,35 \times 2,7 = 0,945 \text{ m}$$

3) Ροπή για τή στροφή $T_{1\max} = P_{1\max} \cdot a_1 = 397.700 \times 0,945 = 375.827 \text{ N.m}$
(Πρύμνηθεν του άξονα)

Τμήμα (2) του πηδαλίου:

Προκύπτουν αντίστοιχα:

1) $P_{2\max} = 15,5 \cdot A_2 \cdot V^2 \cdot \vartheta_{\max} = 15,5 \times (5,3 \times 1,6) \times (19,5 \cdot 0,5144)^2 \times 35^\circ = 462878 \text{ Newton}$

$$T_{2\max} = P_{2\max} \cdot a_2 = 462.878 \times 0,96 = 444.363 \text{ N.m.}$$

2) Για τό a_2 θά χρησιμοποιηθεί ο κανόνας του 0,31 b (άνοικτου τύπου). Από τέ σχήμα 13.3δ προκύπτει:

$$a_2 = -x_2 + 2,6 = -0,35 \times 5,3 + 2,6 = 0,75 \text{ m (πρώραθεν του άξονα).}$$

3) Ροπή $T_{2\max}$:

$$T_{2\max} = P_{2\max} \cdot a_2 = 462.878 \times 0,96 = 444.363 \text{ N.m (πρώραθεν του άξονα).}$$

Πάνω σέ όλόκληρο τό πηδάλιο:

1) Δύναμη $P_{\max} = P_1 + P_2 = 507.011 + 462.878 = 969.889 \text{ Newton}$

2) Ροπή $T_{\max} = T_1 \text{ πρύμνηθεν} + T_2 \text{ πρώραθεν} = 375.827 + 444.363 = 820.190 \text{ Nm}$

$$T_{\max} = 68.300 \text{ N (πρώραθεν του άξονα).}$$

Καθορισμός διαμέτρου του άξονα πηδαλίου.

Ο άξονας του πηδαλίου καταπονείται κατά τή στροφή, στή γενική περίπτωση όποιασδήποτε μορφής πηδαλίου:

α) Σέ στρέψη μέ ροπή στρέψεως T ίση πρός τήν άπαιτούμενη για τή στροφή του πηδαλίου.

β) Σέ κάμψη, για ροπή κάμψεως M λόγω τής δυνάμεως P .

Τό συνολικό αποτέλεσμα στρέψεως καί κάμψεως μπορεί νά εξετασθεῖ ἄν θεωρήσουμε ὅτι ἐπενεργεῖ ἐπὶ τοῦ πηδαλίου μιά **ισοδύναμη ροπή στρέψεως**, πού δίνονται ἀπὸ τή σχέση:

$$T_{\text{ισοδ}} = M + \sqrt{M^2 + T^2}$$

ὅπου M καί T ὅπως πρὶ ἄνω.

Γιά τόν ὑπολογισμό τῆς ἰσοδύναμης ροπῆς στρέψεως ($T_{\text{ισοδ}}$) δίνονται ἐπίσης ἀπὸ τοὺς Νηογνώμονες τύποι στοὺς ἀντίστοιχους κανονισμούς.

Ἡ διάμετρος d τοῦ ἄξονα γιά ροπή στρέψεως $T_{\text{ισοδ}}$ βρίσκεται ἀπὸ τή σχέση:

$$T_{\text{ισοδ}} = I_p \cdot \sigma_{\text{επ}} \cdot \frac{1}{\frac{d}{2}}$$

ὅπου: I_p ἡ πολικὴ ροπή αδράνειας τῆς διατομῆς τοῦ ἄξονα $= \frac{\pi d^4}{32}$ καί $\sigma_{\text{επ}}$ ἡ ἐπιτρεπόμενη τάση στρέψεως τοῦ ὑλικοῦ τοῦ ἄξονα.

Ἀπὸ τὰ παραπάνω:

$$T_{\text{ισοδ}} = \frac{\pi d^4}{32} \cdot \frac{2}{d} \cdot \sigma_{\text{επ}} = \frac{\pi d^3}{16} \cdot \sigma_{\text{επ}}$$

Ἡ ἀπαιτούμενη διάμετρος τοῦ ἄξονα δίνεται ἀπὸ τή σχέση:

$$d = \sqrt[3]{\frac{T_{\text{ισοδ}} \cdot 16}{\pi \cdot \sigma_{\text{επ}}}}$$

$d = 0,0835 \sqrt[3]{A \cdot \alpha \text{m} \cdot V^{1,25}} \cdot C$ (Τύπος τοῦ Denny).

d = Διάμετρος τοῦ ἄξονα σέ m .

A = Ἐπιφάνεια πηδαλίου σέ m^2 .

αm = Ἀπόσταση τοῦ κέντρου πίεσεως K ἀπὸ τὸ ἔδρανο στηρίξεως σέ m .

C = Σταθερά, λαμβανόμενη ἴση πρὸς 0,2.

Ἐπαράδειγμα.

Ζυγοσταθμιμένο πηδάλιο ὅπως στὸ σχῆμα 13.3γ ἔχει:

Ἐπιφάνεια $A = 7,5 \text{ m}^2$.

Ἀπόσταση Κέντρου πίεσεως K ἀπὸ τὸν ἄξονα: $\alpha = 0,18 \text{ m}$.

Ἀπόσταση Κέντρου πίεσεως K κάτω ἀπὸ τή στήριξη: $\alpha' = 1,3 \text{ m}$.

Ἐπιτρεπόμενη τάση σύνθετης καταπονήσεως σέ στρέψη καί κάμψη:

$$\sigma_{\text{επ}} = 77,22 \times 10^8 \text{ N/m}^2$$

Γωνία πηδαλίου $\vartheta = 35^\circ$

Ταχύτητα πλοίου $V = 15$ κόμβοι $= 15 \times 0,5144 = 7,72$ m/sec

Λύση.

Από τούς έμπειρικούς τύπους πού έχουν δοθεί:

α) Κάθετη δύναμη P:

$$P = 15,5 \cdot A \cdot V^2 \cdot \delta = 15,5 \times 7,5 \times 7,72^2 \times 35$$

$$P = 242.500 \text{ N.}$$

β) Ροπή στρέψεως T:

$$T = P \cdot \alpha = 242.500 \times 0,18$$

$$T = 43.650 \text{ N/m}$$

γ) Ροπή κάμψεως M:

$$M = P \cdot \alpha' = 242.500 \times 1,3$$

$$M = 315.200 \text{ N/m}$$

$$\delta) \text{ Διάμετρος άξονα: } d = \sqrt[3]{\frac{T_{\text{ισοδ}} \times 16}{\pi \cdot \sigma_{\text{επ}}}}$$

$$\delta\text{που: } T_{\text{ισοδ}} = M + \sqrt{M^2 + T^2} = 315.200 + \sqrt{315.200^2 + 43.650^2}$$

$$T_{\text{ισοδ}} = 633.300 \text{ N} \cdot \text{m}$$

Μέ άντικατάσταση προκύπτει:

$$d = \sqrt[3]{\frac{633.300 \times 16}{3,14 \times 77,22 \times 10^6}}$$

$$d = 0,347 \text{ m}$$

Από τόν έμπειρικό τύπο του Denny προκύπτει:

$$d = 0,0835 \sqrt[3]{A \cdot \alpha' \cdot V^{1,25} \cdot C}$$

$$C = 0,0835 \sqrt[3]{7,5 \times 1,3 \times 15^{1,25} \times 0,2}$$

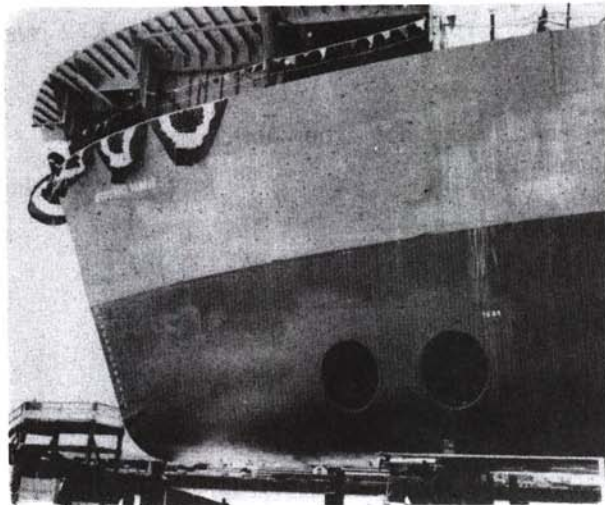
$$d = 0,322 \text{ m}$$

$$\text{Διαφορά επί τοίς εκατό: } \frac{\delta_d}{d} = \frac{0,347 - 0,322}{0,347} = 7,2\%$$

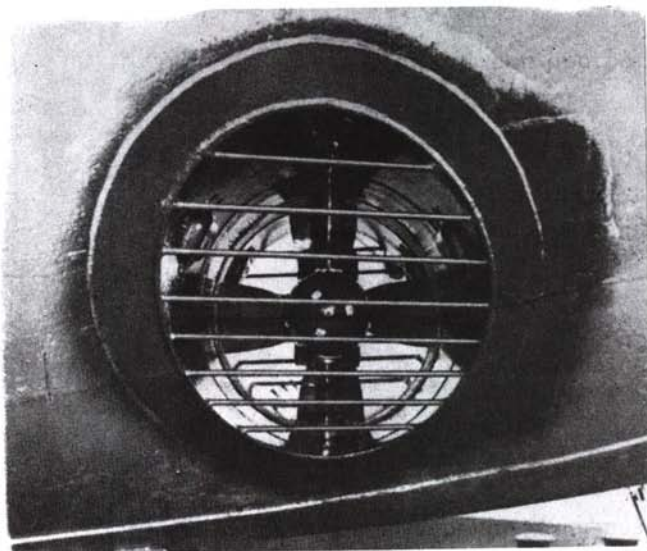
Δηλαδή ό έμπειρικός τόπος δίνει Ικανοποιητική άκρίβεια.

13.4 Πρωραία έλικα.

Γιά νά ύποβοηθηθούν οι γρήγορες κινήσεις στά λιμάνια (μανούβρες) μερικώ. τύπων πλοίων, όπως τά όχηματαγωγά, χρησιμοποιείται πρωραία έλικα πού φαίνεται στά σχήματα 13.4α καί 13.4β, ή όποία προσδίδει αύξημένη Ικανότητα χειρισμών. δηλαδή μεγαλύτερη εύελιξία.

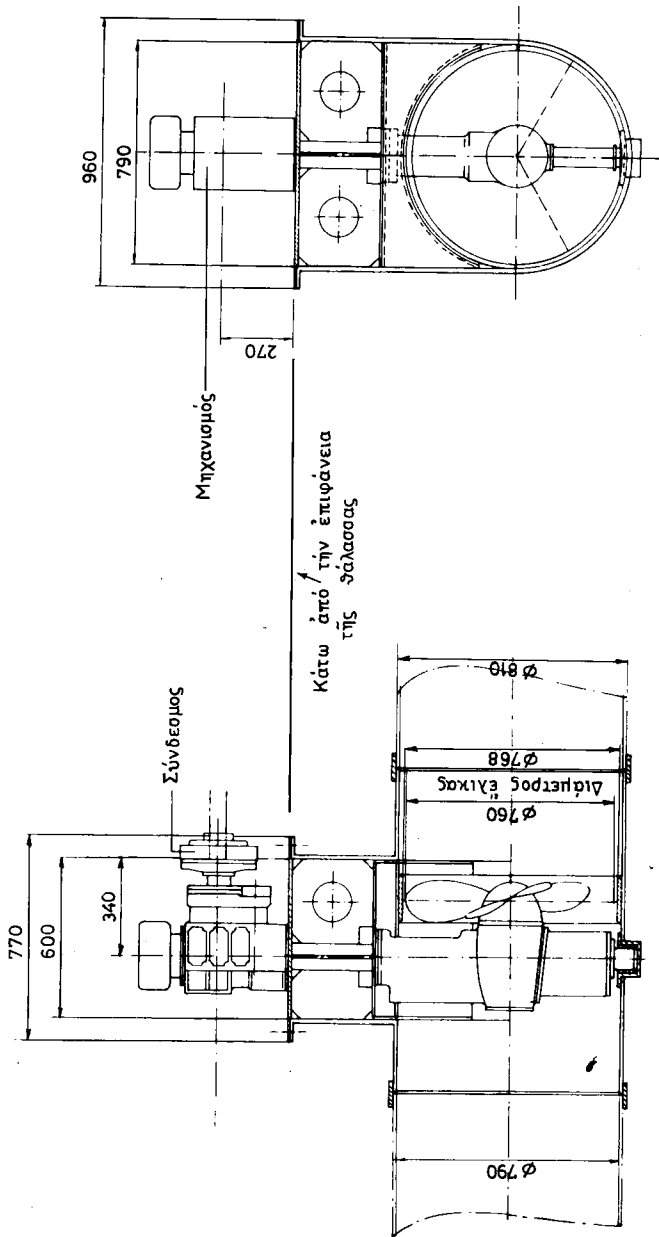


Σχ. 13.4α.
Δύο πρωραίοι έλικες.



Σχ. 13.4β.
Πρωραία έλικη

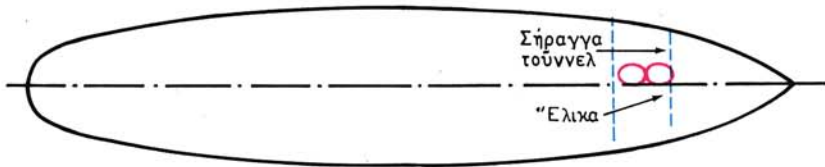
- Τά κύρια μέρη του συστήματος τής πρωραίας έλικας είναι (σχ. 13.4γ):
- 1) Κινητήρας, συνήθως ηλεκτρικός.
 - 2) Τό σύστημα μεταδόσεως κινήσεως.
 - 3) Ή έλικα, συνήθως σταθερού βήματος, για μικρά μεγέθη έλικας, καί μεταβαλόμενου για μεγάλα.



Σχ. 13.4γ.
Γενική διάταξη πρωραίας έλικας.

Ἡ θέση τῆς πρωραίας ἕλικας εἶναι στήν περιοχή πρῶρας πάνω στό διαμήκη ἄξονα τοῦ πλοίου (σχ. 13.4δ).

Μέ αὐτήν πετυχαίνομε ἐγκάρσιες πλευρικές δυνάμεις AP ἢ ΔΕ, μέ ἀποτέλεσμα τήν ὠθηση καί γρήγορη μετατόπιση τῆς πρῶρας τοῦ πλοίου. Αὐτό ὑποβοηθᾶται μέ κατάλληλους χειρισμούς τοῦ πηδαλίου καί τῆς (ἢ τῶν) ἕλικας (ἑλίκων) τοῦ πλοίου. Ἔτσι τό πλοῖο μπορεῖ νά παίρνει εὐκόλα καί γρήγορα ὁποιαδήποτε θέση χωρίς νά χρησιμοποιοῦνται ρυμουλκά, **δταν ἡ ταχύτητά του εἶναι μικρή ἢ ἀκόμη καί μέ κρατημένες τίς μηχανές.** Αὐτό εἶναι ἰδιαίτερα χρήσιμο σέ μεγάλα λιμάνια μέ μεγάλη κίνηση.



ζωραρο μειονέκτημα τῆς πρωραίας ἕλικας χειρισμῶν εἶναι ἡ μεγάλη ἰπποδυναμική, πού ἀπαιτεῖται σέ σχέση μέ αὐτή πού εἶναι συνήθως ἐγκαταστημένη ἐπάνω στό πλοῖο.

Παρακάτω περιγράφονται σύντομα δύο ἀπό τούς τύπους πού χρησιμοποιοῦνται:

α) Πρωραία ἕλικα μέσα σέ σήραγγα (Tunnel Type) (σχ. 13.4α καί 13.4γ).

Ἡ ἕλικα τοποθετεῖται καί στερεώνεται μέσα σέ ἐγκάρσια σήραγγα. Στίς πλευρικές ὀπές τῆς σήραγγας τοποθετοῦνται συνήθως προστατευτικοί ράβδοι κατά τή φορά τῆς ροῆς (σχ. 13.4β).

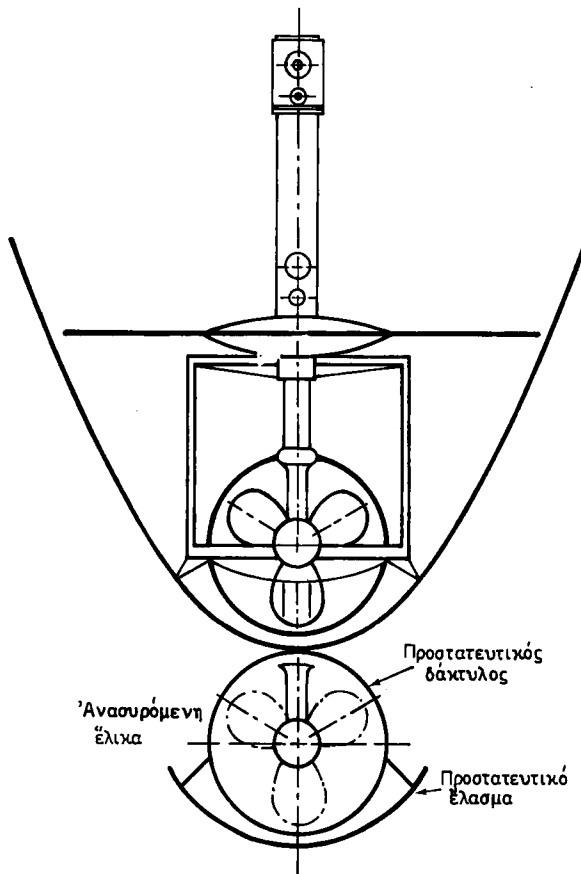
Ἡ ἀναστροφή τῆς κινήσεως τῆς ἕλικας (ὁπότε ἡ ἀριστερή π.χ. ὠση γίνεται δεξιά καί ἀντιστρόφως), πετυχαίνεται μέ δύο τρόπους:

- 1) Ἡλεκτροκινητήρας σταθερῆς φορᾶς περιστροφῆς καί ἕλικα μεταβαλλόμενου καί **ἀναστρέψιμου** βήματος.
- 2) Ἡλεκτροκινητήρας **ἀναστρέψιμης φορᾶς περιστροφῆς** καί ἕλικα σταθεροῦ βήματος.

Ἡ πρώτη περίπτωση εἶναι αὐτή πού χρησιμοποιεῖται συνήθως γιά μεσαῖες καί μεγάλες ἰπποδυνάμεις.

β) Ἑλικά ἀνασυρόμενη (σχ. 13.4ε).

Ἡ ἕλικα κατεβαίνει κάτω ἀπό τόν πυθμένα τοῦ πλοίου ἕνα ἕως δύο μέτρα καί μπορεῖ νά περιστραφεῖ κατά 360° γύρω ἀπό τόν κατακόρυφο ἄξονα. Μπορεῖ συνεπῶς νά ἀναπτύξει ὠση πρὸς κάθε κατεύθυνση καί γι' αὐτό εἶναι πιό προσαρμόσιμη στούς ἐκάστοτε ἀναγκαίους χειρισμούς. Ἔχει τό μειονέκτημα ὅτι δέν μπορεῖ νά χρησιμοποιεῖται ἀσφαλῶς κοντά σέ προβλήτες μέ περιορισμένο βάθος νεροῦ.



Σχ. 13.4ε.

Ἀνασυρόμενη πρωραία ἔλικα χειρισμῶν με δυνατότητα περιστροφῆς 360°.

Ὁ μηχανισμὸς κινήσεως κατεβαίνει μαζί με τὴν ἔλικα, ἡ ὁποία περιβάλλεται ἀπὸ προστατευτικὸ δακτύλιο. Κάτω ἀπὸ αὐτὴν τοποθετεῖται προστατευτικὸ ἔλασμα, πού κατεβαίνει καί αὐτὸ μαζί με τὴν ἔλικα.

Γιὰ μιά σχετικὰ μικρὴ ὥση 1000 kg ἡ ὁποία πετυχαίνεται με πρωραία ἔλικα ἰπποδυνάμειως περίπου 500 ἵππων ἀπαιτεῖται ἰσχύς τῆς τάξεως τῶν 500 kW ἡ ὁποία ἐπιβαρύνει τὶς ἠλεκτρογεννήτριες τοῦ πλοίου καί αὐτὸ θά ἐπηρεάσει σημαντικὰ τὰ κατὰ τὴ σχεδίαση τοῦ πλοίου μεγέθη ἢ τὸν ἀριθμὸ τῶν ἠλεκτρογεννητριῶν.

Ὅταν ἡ ἐγκατάσταση τῆς πρωραίας ἔλικας ἐπιβαρύνει ὑπέρμετρα (μεγάλῃ ποσότητῃ) τὴν ἠλεκτροπαραγωγή μπορεῖ νὰ ἐπιλεγεῖ ἡ ἐγκατάσταση χωριστοῦ κινητήρα Diesel γιὰ τὴν κίνηση τῆς πρωραίας ἔλικας.

Οἱ πρωραίες ἔλικες χειρισμῶν γιὰ μεγάλα πλοῖα πού κατασκευάζονται σήμερα μποροῦν νὰ ἀναπτύσσουν ὤσεις πάνω ἀπὸ 20.000 kg με ἀντίστοιχη ἰπποδύναμη πάνω ἀπὸ 1800 ἵππους.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΔΕΚΑΤΟ ΤΕΤΑΡΤΟ

ΚΙΝΗΣΕΙΣ ΠΛΟΙΟΥ ΣΕ ΚΥΜΑΤΙΣΜΟ – ΔΙΑΤΟΙΧΙΣΜΟΣ

14.1 Γενικά.

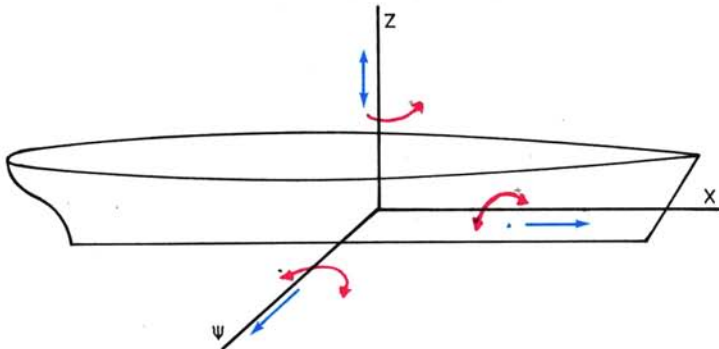
Μέχρι τώρα εξετάσθηκαν καταστάσεις πλοίου που βασίζονταν σε στατικές συνθήκες, σε ήρεμία ή σε κίνηση με σταθερή ταχύτητα, δηλαδή με ισορροπία δυνάμεων.

Στό κεφάλαιο αυτό θα εξετασθεί η συμπεριφορά πλοίου που κινείται μέσα σε κύματα και ιδιαίτερα ο **διατοιχισμός**. Το πλοίο σε κυματισμό δεν βρίσκεται σε στατική κατάσταση ούτε σε κατάσταση ισορροπίας και οι κινήσεις του είναι πολύπλοκες.

Γιά την εξέταση του θέματος, η πολύπλοκη κίνηση του πλοίου μπορεί να αναλυθεί σε ανεξάρτητες κινήσεις κατά τους τρεις ορθογώνιους άξονες X , Ψ , Z .

Οι δυνατές κινήσεις του πλοίου κατά τους τρεις άξονες είναι οι παρακάτω (σχ. 14.1):

α) Γραμμική κίνηση κατά τον άξονα X . Είναι η κίνηση πρόσω ή ανάποδα του πλοίου.



Σχ. 14.1.

β) Γραμμική κίνηση κατά τον άξονα Ψ . Είναι η πλευρική έκπτωση του πλοίου.

γ) Γραμμική κίνηση κατά τον άξονα Z (κατακόρυφο). Είναι η κατακόρυφη βύθιση ή ανάδυση του πλοίου και μπορεί να είναι περιοδική.

δ) Στροφή περί τον άξονα X . Είναι η εγκάρσια κλίση του πλοίου ή η περιοδική κίνηση διατοιχισμού.

ε) Στροφή περί τον άξονα Ψ . Είναι η κλίση κατά τό διάμηκες ή η περιοδική κίνηση προνευστασμού.

στ) Στροφή περί τόν άξονα Ζ. Είναι ή στροφή του πλοίου άριστερά ή δεξιά.

Άπό τίς παραπάνω κινήσεις οι (γ), (δ), (ε) και (στ) μπορούν νά είναι περιοδικές. Ίδιαίτερα ενδιαφέρον είναι ό διατοιχισμός, γιατί είναι ή πιό επικίνδυνη κίνηση γιά τά πλοία και έχει καταβληθεί σοβαρή προσπάθεια γιά τήν αντιμετώπισή του.

14.2 Διατοιχισμός σέ κυματισμό και ή σχέση του πρός τήν ευστάθεια του πλοίου.

α) Φυσική περίοδος διατοιχισμού.

Είναι συνηθισμένο νά χρησιμοποιούνται γιά τήν περιγραφή του τρόπου διατοιχισμού οι όροι σκληρό (Stiff) και μαλακό ή άπαλά λικνιζόμενο (Tender) πλοίο. Ό πρώτος σημαίνει γρήγορο και βίαιο διατοιχισμό, ενώ ό δεύτερος βραδυ και άργό διατοιχισμό.

Πλοία μέ σχετικά μεγάλο μετακεντρικό ύψος (GM) έχουν μικρή περίοδο διατοιχισμού, δηλαδή διατοιχίζονται βίαια και έπομένως είναι ένοχλητικά γιά τούς έπιβαίνοντες, ενώ πλοία μέ σχετικά μικρό μετακεντρικό ύψος έχουν μεγαλύτερη περίοδο διατοιχισμού, δηλαδή διατοιχίζονται βραδέως και είναι πιό άνετα γιά τούς έπιβαίνοντες.

Σέ ήρεμο νερό ένα ευσταθές πλοίο (μέ θετικό GM), μπορεί νά τεθεί σέ διατοιχισμό, αν εφαρμοσθεί σέ αυτό και στή συνέχεια αφαιρεθεί έξωτερικό ζεύγος έγκάρσιας κλίσεως. Στήν κεκλιμένη θέση ένεργεί στό πλοίο ζεύγος άνορθώσεως ίσο και αντίθετο πρός τό ζεύγος έγκάρσιας κλίσεως πού εφαρμόσθηκε. Όταν πάψει νά ένεργεί τό έξωτερικό ζεύγος, τό ζεύγος άνορθώσεως προκαλεί στροφή του πλοίου, τό όποιο κινείται πρός τήν όρθια θέση του (μέ τόν ίστό κατακόρυφο πρός τά έπάνω). Η δυναμική ένέργεια θέσεως, ή όποία υπήρχε στήν κεκλιμένη κατάσταση, μετατρέπεται προοδευτικά σύμφωνα μέ τά παραπάνω σέ κινητική ένέργεια και όταν τό πλοίο βρεθεί στήν όρθια θέση, ή δυναμική ένέργεια έχει μετατραπεί έντελώς σέ κινητική ένέργεια, αν τριβές και άντιστάσεις θεωρηθούν άμελητές. Τό πλοίο έπομένως θά συνεχίσει τή στροφή του πρός τήν αντίθετη τής άρχικής πλευράς κλίσεως, μέχρις ότου ή κινητική ένέργεια μετατραπεί πάλι σέ δυναμική ένέργεια θέσεως, όποτε τό πλοίο θά πάρει όριακή έγκάρσια κλίση και θά άρχίσει νά επανέρχεται πρός τήν όρθια θέση.

Αν ύποτεθεί ότι δέν υπάρχουν άπώλειες ένέργειας (άπό τριβές και κυματισμό), τό πλοίο θά ταλαντώνεται (διατοιχίζεται) περιοδικά έπ' άπειρον από πλευράς σέ πλευρά μέ σταθερό εύρος ταλαντώσεως (όριακή γωνία κλίσεως).

Στήν πράξη οι τριβές μεταξύ του σκάφους και του νερού πού τό περιβάλλει (και άέρα) και ό κυματισμός, ό όποιος δημιουργείται από τό κινούμενο πλοίο, θά αποσβέσουν τίς ταλαντώσεις, μέχρις ότου άπορροφηθεί έντελώς ή άρχική ένέργεια.

Είναι δυνατό νά ύποτεθεί μέ έπαρκή προσέγγιση ότι ό άξονας διατοιχισμού είναι ό διαμήκης πού διέρχεται από τό κέντρο βάρους του πλοίου G. Μέ τήν ύπόθεση αυτή ή φυσική περίοδος του διατοιχισμού ενός πλοίου σέ ήρεμο νερό καθορίζεται μέ βάση τίς σχέσεις τής άπλής άρμονικής κινήσεως:

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{k_{xx}^2}{g \times GM}}$$

όπου: T είναι η περίοδος ενός πλήρους διατοιχισμού σε δευτερόλεπτα (δηλαδή από τη θέση εκκινήσεως μέχρι την επάνοδο σε αυτήν για να αρχίσει νέος κύκλος κινήσεως),

g ή επιτάχυνση της βαρύτητας και

k_{xx} ή άκτινα αδράνειας της μάζας του πλοίου.

(Από τη σχέση $I_{xx} = k_{xx}^2 \cdot M$ όπου I_{xx} είναι η ροπή αδράνειας της μάζας ως προς τον άξονα xx και M η μάζα του πλοίου).

Η παραπάνω σχέση ισχύει για γωνίες μικρής κλίσεως όπου:

$$GZ = GM \cdot \eta\mu\theta$$

Από την παραπάνω σχέση προκύπτει ότι η φυσική, όπως αποκαλείται, περίοδος διατοιχισμού T είναι ανεξάρτητη από το εύρος του διατοιχισμού. Με μονάδες του αγγλικού συστήματος ο παραπάνω τύπος γίνεται:

$$T = \frac{0,44B}{\sqrt{GM}}$$

Τό πλοίο μπορεί εύκολα να τεθεί σε διατοιχισμό με περιοδική κίνηση του πληρώματός του εγκάρσια από τη μία προς την άλλη πλευρά και τανάπαλι μέχρι διατοιχισμό με έπαρκη γωνία κλίσεως. Όταν επιτευχθεί έπαρκές εύρος διατοιχισμού, τό πλήρωμα μένει ακίνητο κάπου στό μέσο του σκάφους και μπορεί να μετρηθεί ή μέση περίοδος του ελεύθερου διατοιχισμού του πλοίου.

Η παραπάνω μέθοδος αποτελεί άπλό τρόπο εύρέσεως του μετακεντρικού ύψους GM κατά προσέγγιση από τόν τύπο:

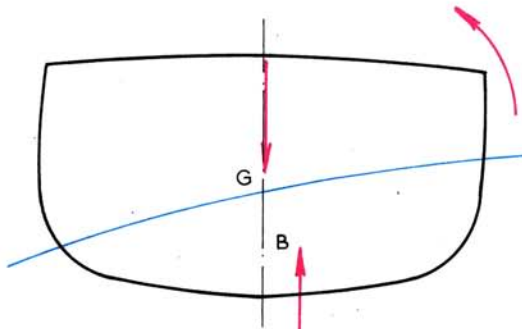
$$T = \frac{0,44 B}{\sqrt{GM}} \text{ από τό όποίο } GM = \left(\frac{0,44 B}{T} \right)^2$$

β) Διατοιχισμός σε κυματισμό.

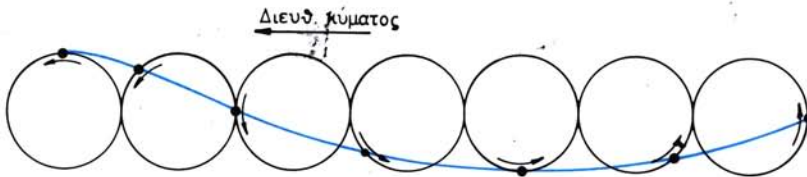
Ο κυριότερος λόγος διατοιχισμού του πλοίου σε κυματισμό είναι οι ροπές, πού δημιουργούνται από τή μετακίνηση του κέντρου άντώσεως.

Η επιφάνεια της θάλασσας σε κυματισμό βρίσκεται σε συνεχή κίνηση. Όταν ένα κύμα πλησιάζει και συναντά τό πλοίο, τότε αυτό βρίσκεται πάνω σε μία κεκλιμένη επιφάνεια. Όταν υπάρχει κυματισμός αυτό επαναλαμβάνεται περιοδικά κατά τρόπο πού εξαρτάται από τό είδος του κυματισμού, δηλαδή ανάλογα με τή συχνότητα, τό μήκος και τό ύψος των κυμάτων πού επικρατούν.

Όταν τό πλοίο βρεθεί πάνω σε κεκλιμένη επιφάνεια κύματος (σχ. 14.2α), τό κέντρο άντώσεως θά μετακινηθεί και θά βρεθεί έξω από τήν κατακόρυφο πού διέρχεται από τό κέντρο βάρους. Με τόν τρόπο αυτό δημιουργείται ζευγος, τό όποίο τείνει να προσδώσει εγκάρσια κλίση στό πλοίο έτσι, ώστε ο κατακόρυφος άξονας (ιστός) να βρεθεί κάθετος προς τήν επιφάνεια του κύματος. Η ενέργεια αυτή



Σχ. 14.2α.



Σχ. 14.2β.

τροποποιείται έν μέρει λόγω τής σχετικής κινήσεως του πλοίου καί του θαλάσσιου νερού.

Άπό τή θεωρία του κυματισμού, δηλαδή τή δημιουργία καί τή μορφή των κυμάτων, προκύπτει ότι τά μόρια που βρίσκονται κοντά στην έπιφάνεια, σε κυματισμό τής θάλασσας κινούνται πάνω σε κυκλική τροχιά. Ό τρόπος κινήσεως των μορίων καί οι τροχιές τους φαίνονται στο σχήμα 14.2β.

Πλοίο, τό οποίο πλέει σε μεγάλα κύματα, τείνει κατά προσέγγιση νά κινείται μέ όμοιο τρόπο όπως τά μόρια τής θαλάσσιας έπιφάνειας, δηλαδή πάνω σε κυκλική τροχιά. Έτσι, εκτός από τήν επενέργεια των δυνάμεων βάρους καί άντώσεως επενεργεί καί η φυγόκεντρη δύναμη από τήν κυκλική κίνηση, στην οποία αντίτιθενται οι υδροδυναμικές αντίστασεις του περιβάλλοντος νερού. Έπομένως πάνω στο πλοίο επενεργούν σε κυματισμό δύο διάφορα ζεύγη δυνάμεων:

α) Τό γνωστό ζεύγος βάρους - άντώσεως.

β) Τό ζεύγος τής φυγόκεντρης δύναμης λόγω τής κυκλικής κινήσεως του πλοίου καί η υδροδυναμική αντίσταση τής θάλασσας που αντίτιθεται σε αυτό.

Η ενέργεια του πρώτου ζεύγους έπιφέρει διατοιχισμό του πλοίου μέ τή φυσική περίοδο διατοιχισμού T , που αναφέραμε προηγουμένως, η οποία δίνεται από τον τύπο:

$$T = 1,108 \frac{k_{xx}}{\sqrt{GM}}$$

Τό δεύτερο ζεύγος δημιουργείται από δυνάμεις, οι οποίες εξαρτώνται από τά κύματα.

Στό κέντρο βάρους του πλοίου, τό οποίο κινείται πάνω σε κυκλική τροχιά, όπως

τά μόρια τής θάλασσας, ενεργεί ή φυγόκεντρη δύναμη, ένω οι ύδροδυναμικές δυνάμεις πού αντίτιθενται ενεργοϋν στό κέντρο άντώσεως, έπομένως τό ζευγος τών δυνάμεων αυτών έχει ως περίοδο τήν περίοδο τών κυμάτων, πού συναντοϋν τό πλοίο.

Ή περίοδος του διατοιχισμού του πλοίου είναι έπομένως συνάρτηση τής φυσικής περιόδου διατοιχισμού του πλοίου και τής περιόδου τών κυμάτων. Τό πλοίο όταν διατοιχίζεται σε κυματισμό ύφίσταται κανονικές και περιοδικές ώσεις από τή δράση τών κυμάτων. Ή σύνθετη κίνηση πού προκύπτει καλείται **βεβιασμένη ταλάντωση ή βεβιασμένος διατοιχισμός**.

Όποιοδήποτε άντικείμενο πού ήρεμεί ή ταλαντώνεται ελεύθερα, όπως π.χ. ένα έκκρεμές ή ένα πλοίο σε ήρεμα νερά, αν δεχθεί μία παροδική ώση θά ταλαντώνεται μετά, μέ τή φυσική περίοδο ταλαντώσεως (ίδιοσυχνότητα). Αν όμως έξαναγκασθεί νά ταλαντωθεί από ένα περιοδικό αίτιο (ώση πού έπαναλαμβάνεται περιοδικά), ή ταλάντωσή του θά τείνει νά έχει τήν περίοδο του αίτιου αυτού.

Έτσι, τό πλοίο όταν ύφίσταται τήν επενέργεια όμοιομόρφων και σταθερής περιόδου κυμάτων θά διατοιχίζεται μέ τήν περίοδο τών κυμάτων. Πλήν όμως ή θάλασσα σε κυματισμό έχει κύματα διαφόρου μήκους, εύρους και περιόδου και έπομένως οι ώσεις πού έξασκοϋνται πάνω στό πλοίο από τά κύματα δέν είναι όμοιομορφες σε περίοδο και μέγεθος. Έτσι, ύπάρχει πάντοτε μία τάση επανόδου του πλοίου σε διατοιχισμό μέ περίοδο ίση προς τή φυσική περίοδο του διατοιχισμού του.

Έπομένως, ή περίοδος διατοιχισμού του πλοίου είναι συνδυασμός τής φυσικής περιόδου διατοιχισμού και τής περιόδου τών κυμάτων, μέ τή διαφορά ότι ή τελευταία έχει μεγαλύτερη επίδραση.

γ) **Συντονισμός ή σύγχρονος διατοιχισμός.**

Όπου ή φαινομένη περίοδος τών κυμάτων, δηλαδή ό χρόνος μεταξύ δύο διαδοχικών ώσεων από τό κύμα πάνω στό πλοίο, ταυτίζεται μέ τή φυσική περίοδο διατοιχισμού του πλοίου, οι ένέργειες τών δύο ζευγών πού επενεργοϋν προσθέτονται, μέ αποτέλεσμα νά προκληθοϋν μεγάλες γωνίες διατοιχισμού του πλοίου. Στην περίπτωση αυτή μιλοϋμε γιά **συντονισμό ή σύγχρονο διατοιχισμό** ό όποιος άναγνωρίζεται από τό μεγάλο εύρος τών κινήσεων του πλοίου πού προκαλοϋνται.

Ό συντονισμός μπορεί νά συμβεί στην πράξη, αλλά συνήθως δέν διαρκεί, γιατί σπάνια συναντιέται άλληλουχία κυμάτων σταθεροϋ μήκους και περιόδου. Αλλά και αν άκόμη συναντιόταν ή περίπτωση αυτή, ή άντιμετώπιση του κινδύνου είναι εύκολη μέ άλλαγή τής πορείας ή και τής ταχύτητας του πλοίου, όποτε μεταβάλλεται ή φαινομένη περίοδος προσπτώσεως τών κυμάτων έπάνω στό πλοίο.

14.3 Μέσα μειώσεως του διατοιχισμού τών πλοίων.

Γενικά.

Ή πρόληψη ή ή μείωση τών διατοιχισμών τών πλοίων και ιδίως τών έπιβατηγών ύπήρξε άντικείμενο έκτενοϋς έρευνας και ιδιομόρφων έφευρέσεων.

Κατά τήν τελευταία έκατονταετία άναπτύχθηκαν έπιτυχή μέσα μειώσεως και άποσβέσεως του διατοιχισμού τών πλοίων σε άξιοσημείωτο βαθμό. Τά μέσα ή συ-

στήματα αυτά διακρίνονται σε δύο κατηγορίες:

- α) Τά παθητικά συστήματα.
- β) Τά ενεργητικά συστήματα.

Έτσι έχουμε κατά κατηγορία:

α) Παθητικά.

- 1) Άντιδιατοιχιστικές δεξαμενές.
- 2) Κινούμενα βάρη.
- 3) Παρατροπίδια.
- 4) Σταθερά πτερύγια.

β) Ένεργητικά.

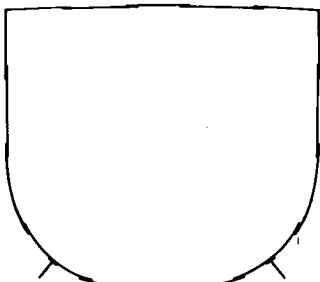
- 1) Άντιδιατοιχιστικά πτερύγια.
- 2) Άντιδιατοιχιστικές δεξαμενές.
- 3) Γυροσκοπική σταθεροποίηση.
- 4) Κινούμενα βάρη.

Άπό αυτά περιγράφονται παρακάτω τά συστήματα:

- α) Τών παρατροπίδιων.
- β) Τών άντιδιατοιχιστικῶν πτερυγιῶν.
- γ) Τών άντιδιατοιχιστικῶν δεξαμενῶν πού έχουν έπιτυχή έφαρμογή καί
- δ) τό σύστημα τῆς γυροσκοπικῆς σταθεροποιήσεως, πού εἶχε έφαρμοσθεῖ άνεπιτυχῶς.

α) Παρατροπίδια.

Τά παρατροπίδια εἶναι πτερύγια, τά όποια έξέχουν από τίς έγκάρσιες τομές τοῦ πλοίου καί άπό τά δύο μέρη κοντά στό κυρτό τῆς γάστρας καί καταλαμβάνουν έκταση ἴση μέ τό 1/2 ὡς τά 2/3 τοῦ μήκους τοῦ πλοίου. Στά σχήματα 14.3α καί 14.3β παριστάνονται σε έγκάρσια τομή παρατροπίδια μικροῦ καί μεγάλου πλοίου άντίστοιχα.



Σχ. 14.3α.



Τά παρατροπίδια αύξάνουν τή μάζα τοῦ νεροῦ πού κινεῖται (παράσύρεται) μέ τό πλοίο καί έπομένως αύξάνουν τήν άκτίνα άδράνειας k_{xx} καί τή φυσική περίοδο διατοιχισμού T . Έπί πλέον δημιουργοῦν άντιστάσεις στην περιστροφή τοῦ πλοίου περί τό διαμήκη άξονα. Τό όλικό άποτέλεσμα εἶναι μείωση τοῦ εὔρους καί τῆς περιόδου τοῦ διατοιχισμού.

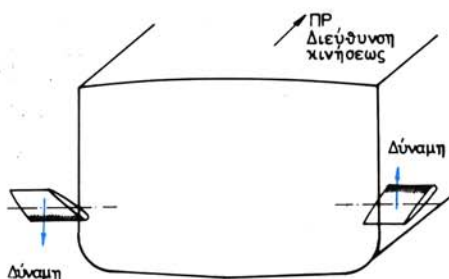
Τά παρατροπίδια λόγω τῆς άπλότητας, τῆς οίκονομικότητας καί τῆς άποδοτικό-

τητάς τους έχουν εύρεία εφαρμογή στα πλοία. Μειονεκτούν, γιατί τό πλοίο πρέπει νά διατοιχίζεται καί νά κινείται γιά νά γίνουν αποτελεσματικότερα. Ἡ μικρή αύξηση τῆς ἀντιστάσεως προώσεως, τήν ὁποία ἐπιφέρουν, δέν μπορεῖ νά θεωρηθεῖ ὡς μειονέκτημα, ἀφοῦ καί στά ὑπόλοιπα συστήματα ἀπαιτεῖται κατανάλωση ἐνέργειας ἢ αύξηση τῆς ἀντιστάσεως προώσεως.

β) Ἀντιδιατοιχιστικά πτερύγια.

Τά ἀντιδιατοιχιστικά πτερύγια ἐφευρέθησαν τό 1890 ἀπό τόν Ἄγγλο Thornycroft, ἀλλά ἐφαρμόσθησαν μετὰ ἀπό 25 χρόνια περίπου. Μετὰ ἀπό τό δεύτερο παγκόσμιο πόλεμο τοποθετήθηκαν σέ ἱκανό ἀριθμό πλοίων μετὰ τίς τελειοποιήσεις πού ἔκαναν διάφοροι κατασκευαστές.

Τό σύστημα (σχ. 14.3γ) ἀποτελεῖται κατὰ βάση ἀπό ἕνα ζεύγος πτερυγίων, τά ὁποία τοποθετοῦνται στήν πλευρά περίπου στό μέσο τοῦ πλοίου καί κοντά στό



Σχ. 14.3γ.

κυρτό τῆς γάστρας. Τά πτερύγια μοιάζουν στό σχῆμα μέ ζυγοσταθμημένο πηδάλιο καί μποροῦν νά:

- α) Ἐξέχουν μόνιμα ἀπό τή γάστρα.
- β) Νά ἀναδιπλώνονται (σχ. 14.3δ).
- γ) Νά εἶναι συρταρωτά, νά μποροῦν δηλαδή νά μποῦν μέ ὑδραυλικά ἔμβολα μέσα στό πλοῖο, ὅπως εἶναι τά τύπου Denny - Brown.

Ὅταν ἐξέχουν ἀπό τό πλοῖο μποροῦν νά περιστραφοῦν μέ τή βοήθεια ἄξονα, ὅπως τά πηδάλια.

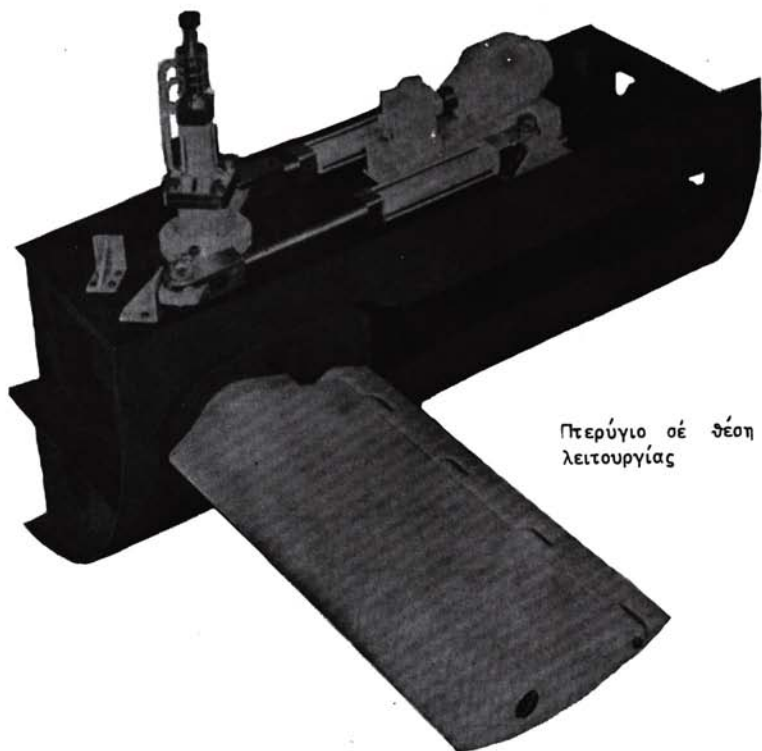
Τό ἀριστερό καί τό δεξιό πτερύγιο στρέφονται συγχρόνως, ἀλλά καί ἀντίθετα ἔτσι, ὥστε νά δημιουργεῖται ζεύγος ἀντίθετο πρὸς αὐτό πού προκαλεῖ τήν ἐγκάρσια κλίση.

Στό σχῆμα 14.3ε φαίνεται ἡ τομὴ ἑνός πλοίου μέ ἀντιδιατοιχιστικά πτερύγια καθὼς καί οἱ δυνάμεις πού ἐνεργοῦν.

Οἱ ἐντολές πρὸς κίνηση τῶν πτερυγίων καί δημιουργία τοῦ ζεύγους πού ἀντιτίθενται στήν κίνηση δίνονται μέσω μηχανισμοῦ πού ἔχει βάση τό γυροσκόπιο.

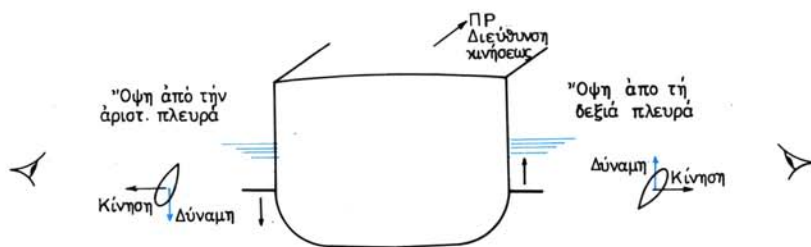
Ἡ κίνηση τῆς στροφῆς τῶν πτερυγίων πετυχαίνεται ὑδραυλικά.

Τά ἀντιδιατοιχιστικά πτερύγια εἶναι πολύ αποτελεσματικά, γιατί μειώνουν τό εὔρος τοῦ διατοιχισμοῦ κατὰ 80% περίπου, ἀλλά γιά νά λειτουργήσουν ἀποδοτικά ἀπαιτεῖται κίνηση τοῦ πλοίου γιά νά δημιουργηθεῖ τό ἀπαιτούμενο ζεύγος ἀνορθώσεως, τό ὁποῖο εἶναι ἀνάλογο μέ τό τετράγωνο τῆς ταχύτητας τοῦ πλοίου.



Πτερύγιο σέ θέση λειτουργίας

Σχ. 14.36.



Σχ. 14.3ε.

Προτιμάται γενικά ή εφαρμογή αντιδιατοιχιστικών πτερυγίων, τά όποια έχουν μικρότερο βάρος, καταλαμβάνουν μικρότερο χώρο καί είναι άποδοτικότερα στή μείωση του εύρους διατοιχισμού.

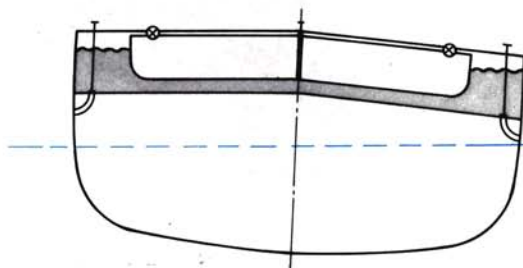
γ) Άντιδιατοιχιστικές δεξαμενές.

Στό σχήμα 14.3στ φαίνεται χαρακτηριστική διάταξη ενός ζεύγους άντιδιατοιχιστικών δεξαμενών. Τό μέγεθος των δεξαμενών καί των όχετών επικοινωνίας των

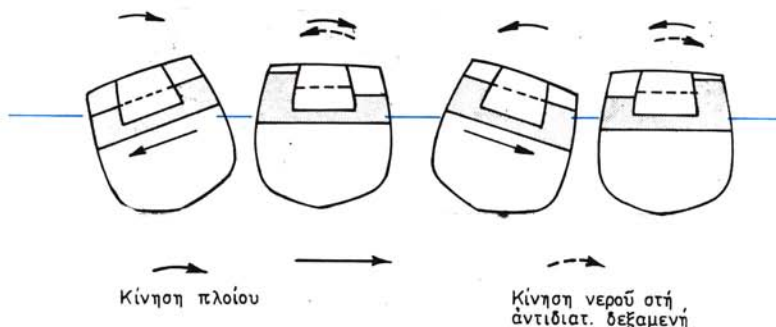
έχει υπολογισθεί έτσι, ώστε όταν οι δεξαμενές είναι μισογεμάτες, ή φυσική περίοδος της εγκάρσιας ταλαντώσεως του νερού μέσα στις δεξαμενές να είναι περίπου ίση με τη φυσική περίοδο διατοιχισμού του πλοίου.

Ο επάνω όχετός επικοινωνίας επιτρέπει αντίστοιχα τη ροή του αέρα μέσα στις δεξαμενές κατά τις μετακινήσεις του νερού. Μέ τα έπιστόμια που βρίσκονται πάνω του μπορεί να επηρεασθεί ή φάση και ή περίοδος ταλαντώσεως του νερού που υπάρχει μέσα στο σύστημα.

Η φάση ροής του νερού μέσα στις δεξαμενές είναι ρυθμισμένη έτσι, ως



Σχ. 14.3στ.



Σχ. 14.3ζ.

ύστερεί από την κίνηση ταλαντώσεως κατά 90° περίπου και τό νερό νά ρέει πάντοτε προς την πλευρά της κλίσεως με καθυστέρηση, προκαλώντας έτσι ζεύγος αντίθετο προς τό έκάστοτε ζεύγος διατοιχισμού (σχ. 14.3ζ).

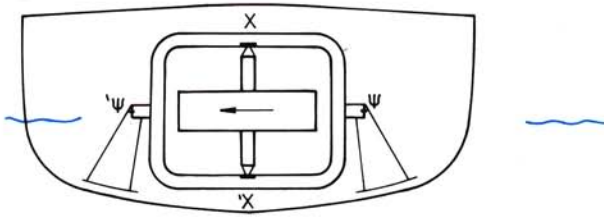
δ) Γυροσκοπική σταθεροποίηση.

Η ενέργεια του γυροσκοπικού - σταθεροποιητού βασίζεται στην θεωρία του γυροσκοπίου.

Στό σχήμα 14.3η παριστάνεται γυροσκόπιο μέσα σε πλαίσιο που περιστρέφεται περί τόν κατακόρυφο άξονα XX' .

Αν τό πλοίο στραφεί περί τό διαμήκη άξονα, δηλαδή διατοιχισθεί θά δημιουργηθεί από την αντίδραση του γυροσκοπίου ζεύγος που εφαρμόζεται επάνω στους τριβείς Ψ και Ψ' και αντίστέκεται στό διατοιχισμό.

Η μείωση διατοιχισμών με γυροσκόπιο δέν βρήκε εύρεία εφαρμογή.



Σχ. 14.3η.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΔΕΚΑΤΟ ΠΕΜΠΤΟ

ΚΑΤΑΠΟΝΗΣΗ ΚΑΙ ΑΝΤΟΧΗ ΤΩΝ ΠΛΟΙΩΝ

15.1 Γενικά.

Οι πολλαπλές δυνάμεις, πού καταπονούν την κατασκευή του πλοίου και δημιουργούν τάσεις και καταπονήσεις, συνθέτουν πολύπλοκο πρόβλημα άντοχης. Σκοπός αυτού του κεφαλαίου είναι η κατανόηση των δυνάμεων πού επενεργούν, της αντίστασης του σκάφους σε αυτές και των όριων της άντοχης του πλοίου.

15.2 Ναυπηγικά υλικά.

α) Χάλυβας.

Από τότε πού αναπτύχθηκαν η μέθοδος Bessemer και η μέθοδος της ανοικτής καμίνου για τη βιομηχανική παραγωγή χάλυβα τό κύριο υλικό κατασκευής του σκάφους είναι ο χάλυβας, ο οποίος είναι ομοιογενές υλικό με εξαιρετική άντοχή και μπορεί εύκολα να χυτευθεί και να διαμορφωθεί σε ελάσματα και δοκούς. Συγκολλιέται εύκολα και οι συγκολλητές ενώσεις είναι ομοιόμορφες και ψηλής άντοχης. Έχει τό μειονέκτημα της μικρής αντίστασης στη θαλάσσια διάβρωση, γι' αυτό απαιτείται ιδιαίτερη προσοχή στην εφαρμογή προστατευτικού συστήματος χρωματισμού και στη συνεχή μέριμνα συντηρήσεως.

Ο ναυπηγικός ελατός χάλυβας (Mild Steel) έχει όριο θραύσεως σε έφελκυσμό 41 ως 50 kg/mm² και χρησιμοποιείται για τά περισσότερα υπό κατασκευή πλοία. Κατά τά τελευταία χρόνια άρχισαν να χρησιμοποιούνται στη ναυπηγική χάλυβες μεγάλης άντοχης (όριο θραύσεως σε έφελκυσμό 50 ως 63 kg/mm²), για να μειωθούν οι διαστάσεις των κατασκευαστικών μελών του σκάφους και του βάρους του.

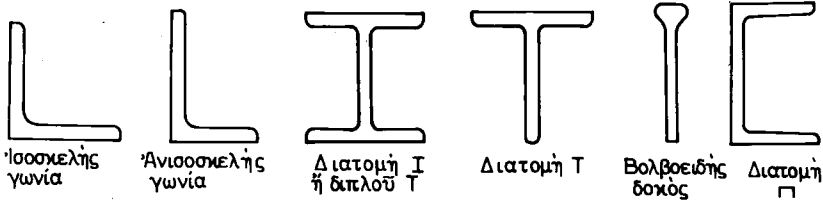
Τά ελάσματα πού χρησιμοποιούνται στα πλοία και οι μορφοδοκοί, φέρουν άγνωριστικά σημεία (σφραγίδα) και συνοδεύονται από πιστοποιητικό του Νηογνώμονα, ο οποίος έποπτεύει την κατασκευή του πλοίου.

Η μορφή του χάλυβα πού χρησιμοποιείται για την κατασκευή πλοίων είναι: **Έλάσματα.** Είναι φύλλα πάχους 6 ως 50 mm, πλάτους 1,50 ως 2,50 m και μήκους 6 ως 10 m.

Μορφοδοκοί. Έχουν διάφορες διατομές και διαστάσεις. Οι συνηθέστερες διατομές εικονίζονται στο σχήμα 15.2.

β) Μη σιδηρούχα υλικά.

Η χρήση των υλικών αυτών στην κατασκευή σκάφους είναι περιορισμένη. Από



Σχ. 15.2.
Διατομές μορφοδοκῶν.

μή σιδηροῦχα ὑλικά κατασκευάζονται τμήματα σκάφους, πλοῖα εἰδικοῦ προορισμοῦ, ὅπως τὰ ναρκάλιευτικά, καί μικρά πλοία, ὅπως ἰστιοφόρα, ἀλιευτικά, πλοία ἀναψυχῆς κλπ.

Τὰ ὑλικά αὐτά περιγράφονται μέ συντομία παρακάτω:

α) **Ξυλεία.** Διάφορα εἶδη ξυλείας χρησιμοποιοῦνται ἀπό τοὺς ἀρχαιότατους χρόνους καί σήμερα ἀκόμα γιά τήν κατασκευή τοῦ σκάφους τῶν πλοίων. Ἡ ξυλεία ἔχει μικρή ἀντοχή καί ἀπαιτεῖ χρησιμοποίηση κατασκευαστικῶν μελῶν μεγάλων διαστάσεων. Λόγω τῶν μειονεκτημάτων τῆς ἡ ξυλεία χρησιμοποιεῖται σήμερα μόνον γιά τήν κατασκευή πλοιαρίων, λέμβων καί θαλαμηγῶν πολυτελείας.

Στόν Πίνακα 15.2 ἔχουν περιληφθεῖ μερικά εἶδη ξυλείας τοῦ χρησιμοποιοῦνται γιά τήν κατασκευή τοῦ σκάφους πλοιαρίων.

β) **Πλαστικά ὑλικά.** Ἄρχισαν νά χρησιμοποιοῦνται ἐδῶ καί περισσότερο ἀπό μιά δεκαετία, ἀντικαθιστώντας βαθμιαία τήν ξυλεία. Τά ὑλικά αὐτά ἀποτελοῦνται ἀπό συνθετικές ρητίνες μέ στρώματα ὑαλοβάμβακα καί χρησιμοποιοῦνται ἤδη εὐρέως γιά τήν κατασκευή ταχυπλῶν πλοιαρίων, σωσιβίων λέμβων καθῶς καί μικρῶν θαλαμηγῶν μήκους 20 ὡς 25 m.

Ἦδη στήν Ἀγγλία ἔχουν κατασκευασθεῖ ναρκάλιευτικά μήκους πάνω ἀπό 50 m καί ἀποφασίσθηκε ἡ ναυπήγηση καί μεγαλύτερων πλοίων (ὡς 80 m) ἀφοῦ μέ πειραματικές ἔρευνες δημιουργήθηκαν πλαστικά ὑλικά ἀκόμη μεγαλύτερης ἀντοχῆς σέ κάμψη.

γ) **Ἄλουμνιο.** Χρησιμοποιεῖται ὑπό μορφή κραμάτων ἀνθεκτικῶν στό θαλάσσιο περιβάλλον, γιά τήν κατασκευή εἰδικῶν πλοίων, ὅπως εἶναι τὰ Ναρκάλιευτικά, λόγω τῶν ἀντιμαγνητικῶν ἰδιοτήτων του. Ἐπίσης χρησιμοποιεῖται γιά τίς ὑπερκατασκευές τῶν ἐπιβατηγῶν πλοίων, ὅπου γιά λόγους εὐστάθειας ἐπιβάλλεται ἡ μείωση τῶν βαρῶν στά ἀνώτερα καταστρώματα. Τό κύριο πλεονέκτημά του εἶναι τό μικρότερο εἰδικό βάρος ἔναντι τοῦ χάλυβα· ἔχει ὅμως πάρα πολλά μειονεκτήματα, ὅπως εἶναι ἡ μικρότερη ἀντοχή στή διάβρωση, δυσχέρειες συνδέσεως μέ ἠλεκτροσυγκόλληση, μεγάλο κόστος καί περιορισμένη δυνατότητα ἐπιλογῆς ἐλασμάτων καί μορφοδοκῶν. Σέ σύγκριση μέ τό χάλυβα ἔχει μικρότερη ἐλαττότητα, σκληρότητα, καί ἀντοχή.

Ἐντούτοις ὁ λόγος βάρους/ἀντοχῆ εἶναι μικρότερος ἀπό τόν ἀντίστοιχο τοῦ χάλυβα. Ἐπίσης ἡ πρόσφατη ἐξέλιξη τῆς τεχνικῆς ἐπιτρέπει πιά τήν εὐκολή ἠλεκτροσυγκόλλησή του.

ΠΙΝΑΚΑΣ 15.2.
Ξυλείες κατασκευής σκαφών

Όνομασία	Χρώμα	Ιδιότητες	Χρήση
Μαόνι	Ύπερυθρο προς κανελλόχρωμο	Έκλεκτό είδος, μετρίου βάρους. Σκληρό	Σέ πολυτελή σκάφη για περιβλήματα και καταστρώματα
Τίκ	Σκοτεινόχρωμο	Έκλεκτό είδος. Βαρύ. Σκληρό. Άντοχής στη θάλασσα	Σέ καταστρώματα
Πίτς - Πάιν	Έρυθρό και σέ αποχρώσεις έρυθρού	Έκλεκτό είδος. Βαρύ, σκληρό, μεγάλης διάρκειας	Περίβλημα και κατάστρωμα. Γενική χρήση
Όρεγκον - Πάιν	Σομφός: υπόλευκο Καρδιά: άνοικτό έρυθρό	Έλαφρό, μέτριας σκληρότητας	Σέ καταστρώματα
Λάρτζινο	Σομφός: υπόλευκο Καρδιά: άποχρώσεις έρυθρού	Έλαφρό, μέτριας σκληρότητας. Ξυλεία δεύτερης ποιότητας	Περίβλημα, καταστρώματα και γενική χρήση
Βελανιδιά	Ύποκίτρινο ως υπέρυθρο ή και φαιό σκοτεινό	Βαρύ, σκληρό, άνθεκτικό και μεγάλης διάρκειας	Τμήματα άνθεκτικού σκελετού. Εύρεια χρήση
Δεσποτάκι	Σομφός: υποκίτρινο Καρδιά: μέχρι σκοτεινόχρωμο	Βαρύ, σκληρό, άντοχής	Σέ τμήματα σκελετού και σέ κουπιά
Πεύκη	Ύποκίτρινο ως έρυθρό	Μαλακό Ιδιότητες αναλόγως προελεύσεως και ποιότητας	Περίβλημα και κατάστρωμα. Γενική χρήση. Σέ έγχώρια σκάφη χρησιμοποιείται συχνά τό πεύκο Σάμου
Καραγάτσι	Σομφός: Άνοικτό κίτρινο Καρδιά: φαιόχρωμο ως καστανόχρωμο	Βαρύ, σκληρό, μεγάλης διάρκειας	Γιά τμήματα σκελετού. Βραστοί νομείς. Άκατάλληλο για περίβλημα
Έλατο	Ύπόλευκο ή υποκίτρινο ως υπέρυθρο	Έλαφρό, μαλακό	Ίστοί

15.3 Όρισμοί άντοχής.

Παρακάτω δίνονται προς υπενθύμιση μερικοί χρήσιμοι όρισμοί τής Άντοχής των Ύλικών, όπου υπάρχει συσχετισμός μέ τό πλοίο.

Τάση είναι ή δύναμη ανά μονάδα επιφάνειας πού εφαρμόζεται στο ύλικό καί εκφράζεται σέ kg/mm^2 ή l/sq. in ή t/cm^2 ή t/sq. in .

Οι σχέσεις μεταξύ αὐτῶν τῶν μονάδων εἶναι ὡς ἑξῆς:

$$1 \text{ kg/mm}^2 = 1424,5 \text{ l/sq. in}$$

$$1 \text{ l/sq. in} = 0,000702 \text{ kg/mm}^2$$

$$1 \text{ t/cm}^2 = 6,35 \text{ Ἀγγλ. Τόννοι/sq. in.}$$

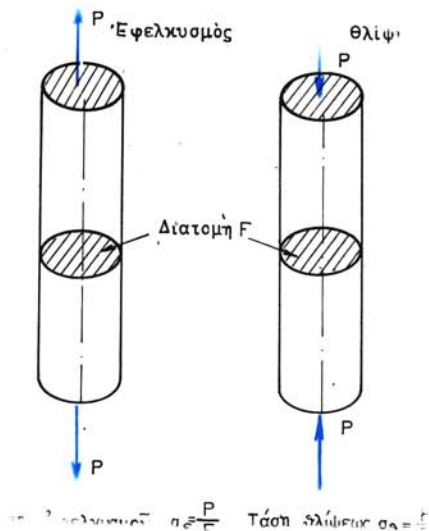
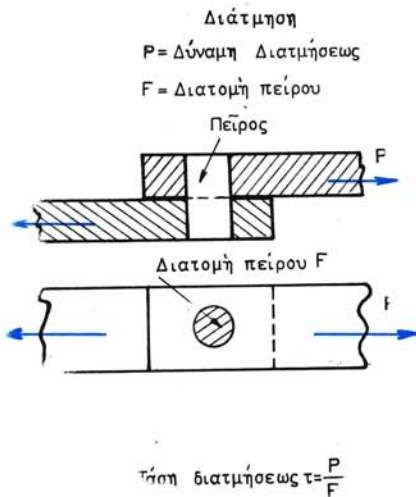
$$1 \text{ Ἀγγλ. Τόν./sq. in} = 0,157 \text{ t/cm}^2$$

Ἡ τάση διακρίνεται (σχ. 15.3α) σέ:

α) **Τάση ἐφελκυσμοῦ**, ή όποία προκαλεῖται, όταν δύο ἴσες δυνάμεις ἐνεργοῦν στήν ἴδια εὐθεία κατ' ἀντίθετη διεύθυνση καί τείνουν νά ἀπομακρυνθοῦν.

β) **Τάση θλίψεως**, ή όποία προκαλεῖται, όταν δύο ἴσες δυνάμεις ἐνεργοῦν στήν ἴδια εὐθεία καί τείνουν νά πλησιάσουν ή μία τήν ἄλλη.

γ) **Τάση διατμήσεως**, ή όποία προκαλεῖται, όταν δύο ἴσες δυνάμεις ἐνεργοῦν ἄν ἴθετα σέ παράλληλες εὐθεῖες (βλέπε σχήμα 15.3α).



Παραμόρφωση. Είναι γενικά ή μεταβολή διαστάσεων (παραμόρφωση) πού προκύπτει από τίς τάσεις καί μετριέται σέ cm ή in (δακτύλους). Ἐτσι, παραμόρφωση στήν περίπτωση ἐφελκυσμοῦ εἶναι ή ἐπιμήκυνση τῆς ράβδου στό σχήμα 15.3α ἐνῶ σέ καμπτόμενη δοκό παραμόρφωση εἶναι ή κύρτωση της πού μετριέται μέ τό βέλος κάμψεως.

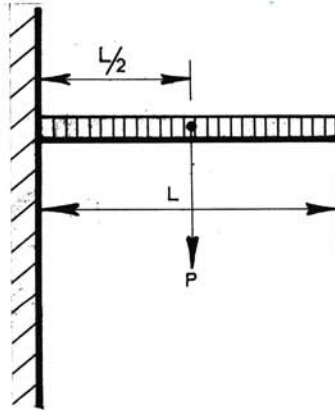
Φορτίο. Εἶναι τό ἄθροισμα ὄλων τῶν δυνάμεων, οι όποῖες ἐνεργοῦν σέ ἕνα μέλος τῆς κατασκευῆς (ή τό ἄθροισμα τῶν δυνάμεων γιά μία μονάδα μήκους).

Μέτρο ἐλαστικότητας. Ἀναφέρεται στό μέτρο ἀκαμψίας ή στερεότητας ἐνός ὑλικοῦ καί ὀρίζεται ὡς ή θεωρητική τάση γιά τό διπλασιασμό τοῦ μήκους κατὰ τόν ἐφελκυσμό.

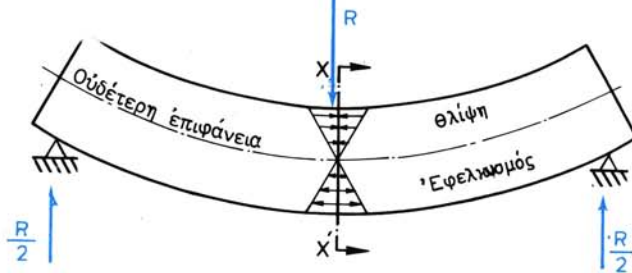
Ροπή καμψίως. Δύναμη που ενεργεί σε απόσταση από ένα σημείο προκαλεί ροπή περί τό σημείο αυτό. Έτσι, όταν μία δύναμη ενεργεί κάθετα προς τον άξονα δοκού, λέγεται ότι η δοκός υπόκειται σε καμπτική ροπή. Δοκός πακτωμένη στο ένα άκρο (σχ. 15.3β) δέχεται καμπτική ροπή κοντά στην πάκτωση από την επενέργεια του ίδιου βάρους, ίση με:

$$M = P \cdot \frac{L}{2}$$

όπου P είναι το βάρος ομοιόμορφης δοκού και L το μήκος της δοκού.



Σχ. 15.3β.



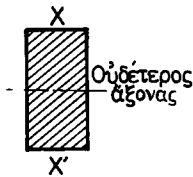
Σχ. 15.3γ.

Στό σχήμα 15.3γ φαίνεται μία δοκός ορθογωνικής διατομής η οποία φορτίζεται από μέσο και στηρίζεται στα άκρα. Υπό την επίδραση του φορτίου και των δυνάμεων στηρίξεως η δοκός δέχεται καμπτικές ροπές και κάμπτεται.

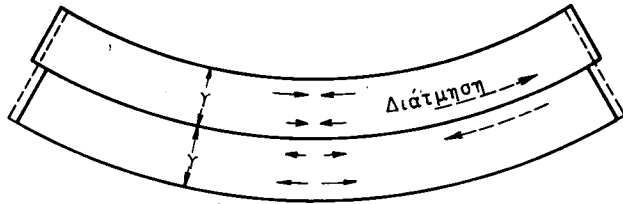
Η δοκός παραμορφώνεται με την κάμψη και μέσα στη δοκό υπάρχει μία διαχωριστική επιφάνεια, από τη μία πλευρά της οποίας οι ίνες έφελκούνται και επιμηκύνονται, ενώ από την άλλη πλευρά (οι ίνες) θλίβονται και βραχύνονται. Η παραπάνω διαχωριστική επιφάνεια καλείται ουδέτερη επιφάνεια. Σε οποιαδήποτε έγκαρ-

για τομή, όπως αυτή που εικονίζεται στο σχήμα 15.3δ ή τομή της παραπάνω διαχωριστικής επιφάνειας εμφανίζεται ως γραμμή, ή οποία καλείται ουδέτερος άξονας. Στην περίπτωση του σχήματος 15.3δ ο ουδέτερος άξονας βρίσκεται λόγω συμμετρίας στο μέσο της απόστασης μεταξύ της πάνω και της κάτω επιφάνειας της δοκού.

Οι τάσεις θλίψεως και έφελκυσμού αυξάνουν, όσο αυξάνει ή απόστασή τους από τον ουδέτερο άξονα.



Σχ. 15.3δ.



Σχ. 15.3ε.

Οι τάσεις θλίψεως τείνουν να βραχύνουν τη δοκό στο έπάνω μέρος, ενώ οι τάσεις έφελκυσμού τείνουν να επιμηκύνουν τη δοκό στο κάτω μέρος. Οι αντίθετες παράλληλες δυνάμεις πάνω και κάτω από την ουδέτερη επιφάνεια και τον άξονα έχουν ως αποτέλεσμα τη δημιουργία τάσεων διατμήσεως (σχ. 15.3ε).

Ροπή αντίστασεως διατομής δοκού. Η άκαμψια ή η αντίσταση στην κάμψη μιās δοκού εξαρτάται όχι μόνο από την επιφάνεια της διατομής αλλά και από την απόσταση της επιφάνειας της διατομής από τον ουδέτερο άξονα. Έτσι, δοκός σχήματος I έχει πολύ μεγαλύτερη αντίσταση σε κάμψη από δοκό με ίση επιφάνεια διατομής αλλά σχήματος πλήρους τετραγώνου.

Το μέτρο της αντίστασεως σε κάμψη δίνεται από τό λόγο $\frac{I}{Y}$

όπου: I είναι ή ροπή αδράνειας της διατομής περί τόν ουδέτερο άξονα και Y ή απόσταση της πύ άπομακρυσμένης από τόν ουδέτερο άξονα ίνας της διατομής.

Ο λόγος $Z = I/Y$ καλείται ροπή αντίστασεως της διατομής της δοκού.

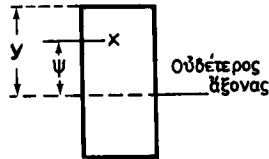
5.4 Άντοχή δοκού και τάση κάμψεως.

Όταν ένα σύστημα δυνάμεων ενεργεί σε δοκό και δημιουργεί καμπικές ροπές, ή δοκός θα ύποστει καμπική παραμόρφωση που εξαρτάται από τό μέγεθος τών καμπικών ροπών.

Λόγω τών καμπικών ροπών αναπτύσσονται τάσεις οι οποίες είναι τισουν μικρότερες όσο ή ροπή αντίστασεως είναι μεγαλύτερη. Έτσι, οι μέγιστες τάσεις θλίψεως ή έφελκυσμού είναι στην έπάνω ή κάτω επιφάνεια της δοκού και δίνονται υπό του τύπου $\sigma = M/Z$ ενώ οι τάσεις θλίψεως ή έφελκυσμού σε τυχαίο σημείο μιās διατομής δίνονται από τόν τύπο (σχ. 15.4):

$$\sigma = \frac{M \cdot \psi}{I}$$

όπου: σ είναι ή τάση θλίψεως ή έφελκυσμού,
 M ή ροπή κάμψεως στην έξεταζόμενη διατομή,
 Z ή ροπή αντίστασεως τής διατομής τής δοκού,
 ψ ή απόσταση του σημείου, πού δέχεται τή τάση σ , από τόν ούδέτερο άξονα
 και
 I ή ροπή αδράνειας τής έξεταζόμενης διατομής περί τόν ούδέτερο άξονα.



Σχ. 15.4.

15.5 Άντοχή πλοίου και θεωρία τής καμπτόμενης δοκού.

Τό πλοίο μπορεί από πλευράς άντοχής νά θεωρηθεί ως καμπτόμενη δοκός ορθογώνιας δακτυλιοειδούς διατομής. Η σύγκριση αυτή είναι κατά βάση σωστή, και έφόσον ύποτεθεί ως γνωστή ή κατανομή τών δυνάμεων, μπορεί νά ύπολογισθεί ή άντοχή μιās δοκού γνωστής διατομής.

Έντούτοις ή θεωρία αυτή μιās άπλης δοκού δέν άποτελεί άκριβές κριτήριο άντοχής, αλλά μόνο βάση συγκρίσεως. Και αυτό γιατί:

- α) Η κατασκευή του σκάφους είναι πολύπλοκη.
- β) Δέν ύπάρχει πάντοτε συνέχεια κατασκευής στα διάφορα μέλη.
- γ) Οι τρόποι συνδέσεως είναι ποικίλλοι (καρφώσεις και συγκολλήσεις).
- δ) Στο σκάφος ύπάρχουν ανοίγματα (στόμια π.χ.).
- ε) Ύπάρχουν δυναμικά φορτία και

στ) τά στατικά φορτία είναι σύνθετα και μερικές φορές προκαλούνται τοπικές καταπονήσεις πολύ σημαντικότερες από τή γενική καταπόνηση του όλου σκάφους, πού θεωρείται ως καμπτόμενη δοκός.

Πάντως ή αξία τής έφαρμογής τής θεωρίας είναι σημαντική, και χρησιμοποιείται ως τό κύριο μέσο στη σχεδίαση τής κατασκευής του πλοίου καθώς και στην άνάλυση τής άντοχής τής κατασκευής.

Η μέθοδος χρησιμοποιείται διεθνώς και άποτελεί τή βάση άνάλυσεως και συγκρίσεως τής άντοχής του σκάφους.

15.6 Τάσεις τής κατασκευής του σκάφους.

Στην προηγούμενη παράγραφο αναφέρθηκε ή όμοιότητα τής συμπεριφοράς του σκάφους από άπόψεως άντοχής προς καμπτόμενη δοκό. Για τόν έλεγχο τής έπίαρκειας τής άντοχής πρέπει νά λαμβάνονται ύπόψη οι δυνάμεις πού έπιδρούν και οι τάσεις πού αναπτύσσονται. Γι' αυτό τό σκοπό διακρίνονται:

- α) Οι τάσεις του κυρίως σκάφους.
- β) Οι τοπικές τάσεις.

1) **Τάσεις κυρίως σκάφους.** Πλοίο πού επιπλέει στην επιφάνεια υποστηρίζεται από δυνάμεις αντήσεως, οι οποίες μεταβάλλονται κατά τό μήκος και τό πλάτος του. Τό σύνολο τών δυνάμεων αντήσεως αποτελείται από τίς κατακόρυφες δυνάμεις, οι οποίες ένεργούν πρós τά πάνω, ένώ οι δυνάμεις πού ένεργούν στό πλοίο πρós τά κάτω αποτελούνται από τό σύνολο τών διαφόρων βαρών του πλοίου, στά όποια συμπεριλαμβάνεται έκτός από τό φορτίο και τό βάρος του σκάφους. Ένώ ή συνισταμένη τών δυνάμεων αντήσεως (ή αντωση) είναι ίση και αντίθετη πρós τή συνισταμένη τών βαρών (βάρος πλοίου) και οι δύο ένεργούν στην ίδια κατακόρυφο, οι κατακόρυφες δυνάμεις πού ένεργούν κατά μήκος του πλοίου μεταβάλλονται και είναι άνισες. Η διαφορά μεταξύ τών κατακορύφων πρós τά πάνω και πρós τά κάτω δυνάμεων αποτελεί τό φορτίο στή δοκό - πλοίο, τό όποίο όταν μεταβάλλεται κατά μήκος του πλοίου δημιουργεί καμπικές ροπές και διαμητικές τάσεις.

Σημειώνεται, ότι οι τάσεις πού δημιουργούνται από τήν κάμψη του έγκάρσιου πλαισίου του πλοίου, είναι γενικά μικρότερες και λιγότερο σημαντικές από τίς αντίστοιχες τής διαμήκου κάμψεως. Γενικά οι διαστάσεις τών άνθεκτικών μελών, οι όποίες προσδιορίζονται από τίς άπαιτήσεις πρós έξασφάλιση έπαρκους διαμήκου και τοπικής άντοχής, είναι έπαρκείς ώστε νά διατηρήσουν και τίς καμπικές τάσεις του έγκάρσιου πλαισίου σέ παραδεκτά όρια.

Ός βάση τών ύπολογισμών χρησιμοποιείται ή θεωρία τής άπλής δοκού και μέ βάση αύτήν οι τάσεις σέ οποιαδήποτε διατομή κατά μήκος του πλοίου δίνονται από τή σχέση:

$$\sigma = \frac{M_x \cdot Y}{I_x} = \frac{M_x}{I_x / Y} = \frac{M_x}{Z_x}$$

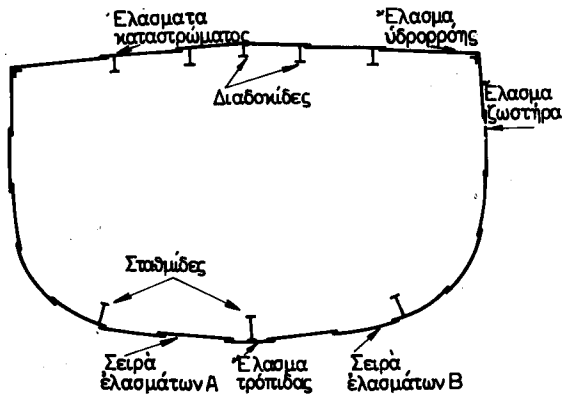
όπου: M_x είναι ή καμπική ροπή στή διατομή x ,

I_x ή ροπή αδράνειας στή διατομή x ,

Y ή άπόσταση τής πιό άπομακρυσμένης ίνας από τόν ούδέτερο άξονα και

Z_x ή ροπή άντιστάσεως στή διατομή x .

Τά μέλη πού περιλαμβάνονται στόν ύπολογισμό τής ροπής αδράνειας (I_x) πρέπει νά είναι συνεχή κατά τή διαμήκη έννοια. Στό σχήμα 15.6 φαίνονται μόνο τά



Σχ. 15.6.

μέλη, τά όποία λάβαμε ύπόψη στόν παραπάνω ύπολογισμό.

Σέ μία έγκάρσια διατομή οι μεγαλύτερες τάσεις παρουσιάζονται στά πιό άπομακρυσμένα από τόν ουδέτερο άξονα σημεία, δηλαδή στήν περιοχή του καταστρώματος καί του πυθμένα.

Η ροπή κάμψως M_x καί η ροπή άδράνειας I_x μεταβάλλονται από διατομή σε διατομή κατά μήκος του πλοίου. Έπομένως οι τάσεις στά έλάσματα του καταστρώματος ή του πυθμένα γίνονται μέγιστες στή διατομή, στήν όποία ό λόγος M_x/Z_x είναι μέγιστος. Συνήθως ό λόγος M_x/Z_x είναι μέγιστος κάπου στό μέσο του πλοίου.

Οι διαμητικές τάσεις γίνονται μέγιστες στήν ουδέτερη έπιφάνεια. Άνάλογα μέ τήν κατανομή των κατακορύφων δυνάμεων (φόρτιση) θά άναπτυχθούν διαμητικές δυνάμεις κατά μήκος του πλοίου. Οι διαμητικές δυνάμεις καί τάσεις γίνονται μέγιστες λόγω γενικής όμοιότητας πλοίων, στίς περιοχές που βρίσκονται σε άπόσταση $L/4$ από τήν πλώρα καί τήν πρύμνη. Αυτό φαίνεται καί στίς καμπύλες τεμνουσών δυνάμεων των σχημάτων 15.8γ καί 15.8δ, οι όποιες περί τά σημεία αυτά ($L/4$) γίνονται μέγιστες.

2) Τοπικές τάσεις. Οι τάσεις αυτές όφείλονται σε ύδροστατικές πιέσεις, συγκεντρωμένα φορτία καί δυναμικές φορτίσεις.

Οι έπιφάνειες των ύφάλων δέχονται τήν έπίδραση των ύδροστατικών πιέσεων οι όποιες είναι άνάλογες τής ύπερκείμενης στήλης νερού, δηλαδή του βυθίσματος. Οι δυνάμεις που έπενεργούν κάθετα, στίς επί μέρους έπιφάνειες των ύφάλων από ύδροστατικές πιέσεις, μεταβιβάζονται στά έλάσματα του περιβλήματος καί τίς έσωτερικές ένισχύσεις, οι όποιες άντιστέκονται στήν τάση παραμορφώσεως. Έκτός από αυτό, άν λόγω κατακλύσεως γεμίσει μέ θάλασσα ένα διαμέρισμα του πλοίου, οι στεγανές φρακτές θά ύποστούν τήν έπίδραση τής ύδροστατικής πιέσεως. Όμοιες έπιδράσεις ύφίστανται οι περιφερειακές φρακτές δεξαμενών ύγρων από τήν ύδροστατική πίεση των ύγρων που ύπάρχουν μέσα σε αυτές.

Τά διάφορα βάρη ύποστηρίζονται από διάφορα σημεία τής κατασκευής του πλοίου. Τά φορτία αυτά μεταβιβάζονται προς τήν έσωτερική κατασκευή του πλοίου (νομείς, σταθμίδες κλπ.), καθώς καί στά έλάσματα, όπου ένεργούν άντίθετα οι άπ' έξω ύδροστατικές πιέσεις. Πρός άποφυγή ύψηλών τάσεων από μεγάλα συγκεντρωμένα φορτία, όπως είναι π.χ. οι λέβητες, οι μηχανές, τά βαρέα φορτία κλπ., λαμβάνονται μέτρα ώστε οι παραπάνω περιοχές νά ένισχύονται κατά τρόπο, ώστε τά συγκεντρωμένα φορτία νά κατανέμονται σε μεγάλη έπιφάνεια τής κατασκευής του πλοίου.

Έκτός από τίς παραπάνω τοπικές φορτίσεις από στατικά φορτία, τό σκάφος δέχεται τήν ένέργεια δυναμικών φορτίων, όπως είναι η έπενέργεια του κυματισμού, του άνέμου, οι άντιδράσεις από βολή πυροβόλων, από έπιταχύνσεις λόγω των περιοδικών κινήσεων του πλοίου, (διατοιχισμοί κλπ.), από έκρήξεις βλημάτων κλπ.

15.7 Δυναμικές καταπονήσεις.

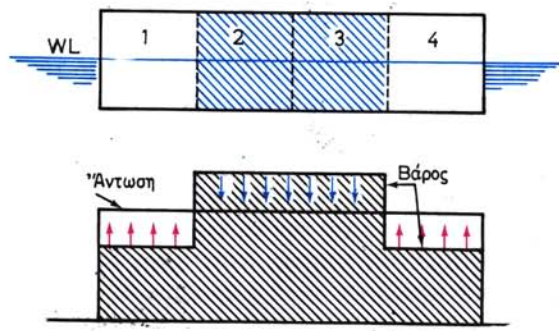
Μερικές από τίς συνήθεις δυναμικές καταπονήσεις περιγράφονται παρακάτω:

α) Καταπόνηση έλασμάτων πλευρών πλώρης (Panting).

Άπό τήν κατακόρυφη παλινδρομική κίνηση τής πλώρης τά έλάσματα τής πλευράς κάμπτονται προς τά μέσα καί έξω μέ ίδιαίτερη ένταση.



Σχ. 15.8α.



Σχ. 15.8β.

η βάρους είναι ίση προς τό ολικό βάρος του σώματος και προς τήν ολική αντωση, άφου τό ποντόνιο έπιπλέει σέ Ισορροπία.

Αν τά δύο έσωτερικά διαμερίσματα (2 και 3) γεμίσουν μέ όμοιογενές φορτίο, π.χ. ένα ύγρό, τό ποντόνιο θά βυθισθεϊ σέ μεγαλύτερο βύθισμα έτσι, ώστε ή αντωση νά είναι ίση προς τό νέο ολικό βάρος.

Τό βάρος πού προστέθηκε είναι συγκεντρωμένο στά ύπ' αριθ. 2 και 3 διαμερίσματα (σχ. 15.8β); ένω κατά μήκος τών διαμερισμάτων ύπ' αριθ. 1 και 4 τό ανά μονάδα μήκους βάρος παραμένει ως είχε πριν από τή φόρτωση του ποντονίου.

Στό σχήμα 15.8β έχουν χαραχθεϊ οι καμπύλες αντώσεως και βάρους ανά μονάδα μήκους. Η ολική επιφάνεια κάτω από τήν καμπύλη αντώσεως (δηλαδή ή αντωση) είναι ίση προς τήν ολική επιφάνεια κάτω από τήν καμπύλη βάρους (δηλαδή τό ολικό βάρος του ποντονίου). Από τό σχήμα φαίνεται ότι τό βάρος είναι μεγαλύτερο από τήν αντωση στό μέσον, ένω ή αντωση είναι μεγαλύτερη από τό βάρος στά άκρα του ποντονίου.

Η διαφορά τών δύο παραπάνω καμπυλών αποτελεί τήν καμπύλη φορτίσεως λόγω τής διαφορας στην κατανομή του βάρους και τής αντώσεως τό ποντόνιο υπόκειται σέ καμπικές ροπές.

Στό σχήμα 15.8β έχουν σημειωθεϊ μέ κόκκινα βέλη οι δυνάμεις φορτίσεως ανά μονάδα μήκους προς τά πάνω (περίσσεια αντώσεως) και μέ πράσινα βέλη οι προς τά κάτω δυνάμεις φορτίσεως (περίσσεια βάρους).

Η καμπύλη φορτίσεως μπορεί νά χρησιμοποιηθεϊ για νά βρεθούν οι τέμνουσες

Πρός αντιμετώπιση τής ιδιαίτερης αὐτῆς καταπόνησεως προβλέπονται ἀπό τούς κανονισμούς ιδιαίτερες ἐνισχύσεις, δηλαδή μικρότερη ἀπόσταση μεταξύ νομέων ἢ πρόσθετες ἐνισχύσεις.

β) Καταπόνηση ἐλασμάτων πυθμένα πλώρης (Slamming).

Προκαλεῖται ἀπό αἰφνίδια ἔξοδο τῆς πλώρης τοῦ σκάφους ἐπάνω ἀπό τὴν ἐπιφάνεια τῆς θάλασσης καὶ ἐπανεισοδὸν τῆς μέ πάταγο (σκάσιμο) μέσα στὰ κύματα. Αὐτὸ τὸ κτύπημα στὰ ἐλάσματα τοῦ πυθμένα στὴν περιοχὴ τῆς πλώρης προκαλεῖ ἰδιαίτερη δόνηση σὲ ὁλόκληρο τὸ πλοῖο καὶ μάλιστα ἐντονότερη ὅταν τὸ πλοῖο βρῖσκεται σὲ ἀφορτῆ κατάσταση. Γιά νὰ αὐξηθεῖ ἡ ἀντοχὴ, τὸ πρῶτο μέρος τοῦ πυθμένα ἐνισχύεται ἀναλόγως.

γ) Κόπωση (Fatigue).

Ἡ κατὰ τὴ διάρκεια κυματισμοῦ περιοδικὴ ἐναλλαγὴ ἀπὸ τὴν κατάσταση Hogging στὴν κατάσταση Sagging λόγω τῆς συναντήσεως τῶν κυμάτων, προκαλεῖ τὸ φαινόμενο τῆς κοπώσεως, δηλαδή τῆς ἐναλλακτικῆς φορτίσεως σὲ ἐφελκυσμὸ καὶ σὲ θλίψη, ἰδιαίτερα τῶν ἐλασμάτων τοῦ καταστρώματος καὶ τοῦ πυθμένα (μιὰ τέτοια ἐναλλαγὴ ἐφελκυσμοῦ θλίψεως καλεῖται **κύκλος φορτίσεως**).

Ὁ χάλυβας πού χρησιμοποιεῖται γιά τὴν κατασκευὴ τῶν πλοίων σὲ συνδυασμὸ μέ τὸ ἐπίπεδο τῶν συνηθισμένων τάσεων στὴν ἀρχὴ δέν δημιουργεῖ κινδύνους θραύσεων τοῦ ὕλικου ἀπὸ κοπώσεις, γιατί ὁ ἀριθμὸς τῶν κύκλων στοὺς ὁποίους ἀντέχει τὸ ὕλικό εἶναι πολὺ ψηλότερος ἀπὸ τούς κύκλους φορτίσεως στοὺς ὁποίους ὑποβάλλεται κατὰ τὴ διάρκεια τῆς ζωῆς τὸ πλοῖο. Ἐν τούτοις τὸ φαινόμενο τῆς κοπώσεως εἶναι δυνατὸ νὰ παρουσιασθεῖ σὲ μερικά σημεῖα τῆς κατασκευῆς, ὅπου ὑφίσταται συγκέντρωση τάσεων (βλέπε παράγρ. 15.9).

15.8 Καμπύλες καμπικῶν ροπῶν καὶ ἀντοχῆς πλοίου.

Ἄν ἓνα σῶμα σταθερῆς διατομῆς ἀπὸ ὁμοιογενές ὕλικό (π.χ. κομμάτι ὁμοιογενοῦς ξυλείας μέ σχῆμα ὀρθογώνιας δοκοῦ) ἐπιπλέει σὲ ἠρεμο νερό τότε βρίσκεται σὲ στατικὴ ἰσορροπία. Σὲ κάθε τμήμα κατὰ μῆκος τοῦ σώματος οἱ δυνάμεις βάρους καὶ ἀντώσεως πού ἐπενεργοῦν εἶναι ἴσες καὶ ἀντίθετες, γι' αὐτὸ δέν ἐπενεργοῦν καμπικὲς ροπές, καὶ ἐπομένως τὸ σῶμα δέν κάμπτεται.

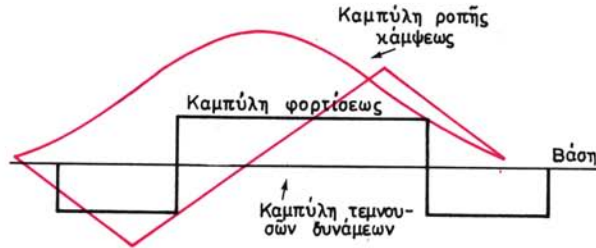
Ἄν στὸ σῶμα αὐτὸ προστεθεῖ βᾶρος σὲ τμήμα τοῦ μήκους του καὶ τὸ σῶμα ἐξακολουθεῖ νὰ ἐπιπλέει, ἡ τοπικὴ ἰσορροπία μεταξύ κατανομῆς βάρους καὶ ἀντώσεως θά διαταραχθεῖ καὶ θά δημιουργηθοῦν καμπικὲς ροπές. Στὸ τμήμα τοῦ σώματος στὸ ὁποῖο ἐπενεργεῖ τὸ βᾶρος πού προστέθηκε, οἱ δυνάμεις βάρους θά εἶναι μεγαλύτερες ἀπὸ τὴν ἀντῶση, ἐνῶ στὸ ὑπόλοιπο σῶμα οἱ δυνάμεις ἀντώσεως θά εἶναι μεγαλύτερες ἀπὸ τὸ βᾶρος, ὥστε ἡ ὀλικὴ δύναμη ἀντώσεως νὰ εἶναι ἴση καὶ ἀντίθετη πρὸς τὸ ὀλικό βᾶρος τοῦ σώματος.

Στὸ σχῆμα 15.8α παριστάνεται ποντόνιο ὀρθογωνικοῦ σχήματος μήκους L , σταθεροῦ βάρους ἀνά μονάδα μήκους καὶ ὑποδιαιρεμένο μέ τρεῖς στεγανές φρακτές τέτσερα ἴσου μήκους διαμερίσματα.

Λόγω τῆς ὁμοιόμορφης κατανομῆς τους, τὸ βᾶρος καὶ ἡ ἀντῶση εἶναι ἴσα ἀνά ἄδα μήκους.

Ἐν τῷ σχῆμα 15.8α οἱ καμπύλες βάρους ἀνά μονάδα μήκους καὶ οἱ καμπύλες ἀντώσεως ἀνά μονάδα μήκους συμπίπτουν. Ἡ ὀλικὴ ἐπιφάνεια κάτω ἀπὸ τὴν καμπύ-

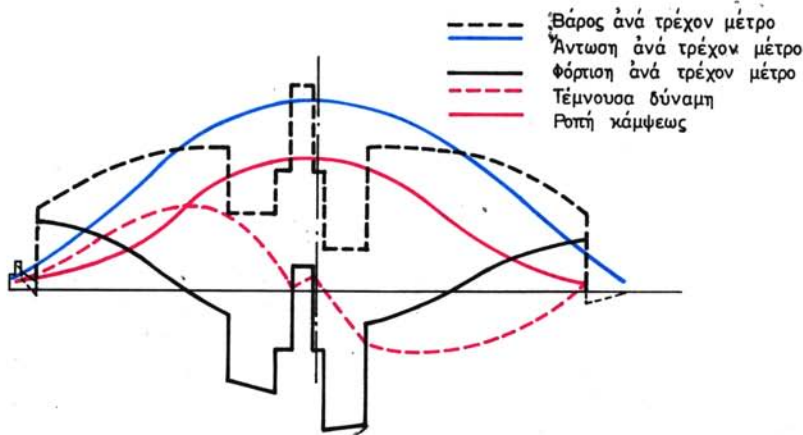
δυνάμεις κατά μήκος του ποντονίου. Έξ ορισμού ή τέμνουσα δύναμη σε οποιαδήποτε διατομή είναι ίση **πρός τό άλγεβρικό άθροισμα των κατακορύφων δυνάμεων στο προς τά άριστερά τής διατομής μέρος τής δοκού**. Έπομένως για νά βρεθεί ή τέμνουσα δύναμη σε οποιοδήποτε σημείο του μήκους τής δοκού, πρέπει νά υπολογισθεί ή επιφάνεια κάτω από τήν καμπύλη φορτίσεως. Η καμπύλη ή τό διάγραμμα των τεμνουσών δυνάμεων παριστάνεται στο σχήμα 15.8γ. Μέ όμοιο τρόπο είναι δυνατός ο υπολογισμός καί ή χάραξη τής ροπής κάμψεως, ή καμπύλη τής οποίας έχει επίσης χαραχθεί στο σχήμα 15.8γ.



Σχ. 15.8γ.

Στήν πράξη κατά τή μελέτη άντοχής των πλοίων, ή κατανομή των βαρών υπολογίζεται άκριβώς καί χαρασσεται ή καμπύλη κατανομής τους. Έναλλακτικά μπορεί νά χρησιμοποιηθοϋν προσεγγίζοντες τύποι κατανομής του βάρους του σκάφους, ενώ υπολογίζονται άκριβώς τά συγκεντρωμένα φορτία (μηχανές, λέβητες κλπ.) καί τά βάρη των μεταφερομένων φορτίων. Η καμπύλη κατανομής τής άντώσεως υπολογίζεται εύκολα από τίς καμπύλες «Βοηjean», οι όποιες δίνουν τήν επιφάνεια των έγκαρσίων διατομών του πλοίου. Από τίς δύο αυτές καμπύλες προκύπτουν οι καμπύλες φορτίσεως, τεμνουσών δυνάμεων καί καμπυλικών ροπών (σχ. 15.8δ).

Ίδιαίτερο ένδιαφέρον παρουσιάζει ή καταπόνηση των πλοίων σε κυματισμό.

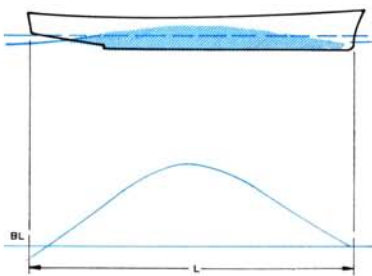


Σχ. 15.8δ.

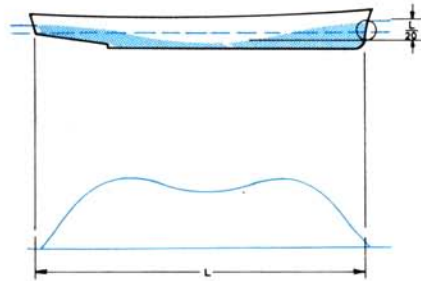
Στά σχήματα 15.8ε και 15.8στ εικονίζονται δύο τυπικές οριακές περιπτώσεις, κατά τις οποίες τό πλοίο υπόκειται στην επίδραση κύματος ίσου πρὸς τό μήκος του. Ἡ κατανομή τῆς ἀντώσεως εἶναι διαφορετική ἀπό ἐκείνη σέ ἤρεμο νερό.

Ἐτσι στό σχῆμα 15.8ε ἡ ἀντωση αὐξάνει κοντά στό κέντρο καί μειώνεται κοντά στά ἄκρα (κατάσταση Hogging) ἐνῶ στό σχῆμα 15.8στ ἡ ἀντωση αὐξάνει κοντά στά ἄκρα τοῦ πλοίου καί μειώνεται κοντά στό κέντρο (κατάσταση Sagging).

Κατάσταση Hogging ἢ Sagging μπορεῖ ἐπίσης νά δημιουργηθεῖ μέ ἀνομοιόμορφη φόρτωση τοῦ πλοίου. Ἐτσι, φορτώνοντας μόνο τά ἀκράια ἀμπάρια θά ἔχομε κατάσταση Hogging, ἐνῶ φορτόνοντας μόνο τά κεντρικά θά ἔχομε κατάσταση Sagging.



Σχ. 15.8ε.



Σχ. 15.8στ.

Σέ αὐτή τήν περίπτωση ἡ διαπίστωση καταστάσεως Hogging ἢ Sagging μπορεῖ νά γίνει μέ ἀπλή ἀνάγνωση τῶν βυθισμάτων. Συγκεκριμένα ὅταν τό βύθισμα στό μέσον τοῦ πλοίου εἶναι μικρότερο ἀπό τό ἡμίθροισμα τῶν βυθισμάτων πρῶρας καί πρύμνης ἔχομε κατάσταση Hogging, ἐνῶ ὅταν τό βύθισμα στό μέσον εἶναι μεγαλύτερο ἀπό τό ἡμίθροισμα τῶν ἀκράιων βυθισμάτων ἔχομε κατάσταση Sagging. Ἀποτέλεσμα εἶναι ἡ φανερή κάμψη τοῦ πλοίου.

Πραγματικά ἡ καταπόνηση εἶναι μεγαλύτερη. Καί οἱ δύο περιπτώσεις χρησιμοποιοῦνται γιά τόν ὑπολογισμό τῆς ἀντοχῆς τοῦ σκάφους.

Στήν ἐξέταση τοῦ θέματος λαμβάνεται συνήθως ὕψος κύματος ἴσο πρὸς τό $1/20$ τοῦ μήκους του καί ὑπολογίζονται οἱ καμπτικές ροπές καί οἱ τάσεις γιά διάφορα ἐκτοπίσματα καί τρόπους φορτώσεως, γιά νά καθορισθοῦν οἱ δυσμενέστερες συνθήκες. Ἡ τάση πού προκύπτει ἀπό τούς ὑπολογισμούς ἔχει βασικά ἐνδεικτικό καί συγκριτικό χαρακτήρα.

15.9 Ὑπαρξη συνέχειας στήν κατασκευή.

Ἡ ἀποτελεσματικότητα τοῦ σκάφους τοῦ πλοίου ὡς δοκοῦ καί ἡ ἐφαρμογή τῆς θεωρίας τῆς κάμψεως ἐξαρτᾶται βασικά ἀπό τή συνέχεια τῶν κατά μήκος μελῶν ἀντοχῆς τῆς κατασκευῆς. Ἀπό τή φύση τοῦ πλοίου εἶναι ἀδύνατη ἡ αὐτηρή τήρηση τῆς συνέχειας ὄλων τῶν ἀνθεκτικῶν μελῶν, γιατί εἶναι ἀναγκαία ἡ διακοπή τῆς συνέχειας ὀρισμένων μελῶν λόγω ἀνοιγμάτων, ὅπως εἶναι π.χ. τά στόμια τῶν κυτῶν.

Σέ μερικά σημεῖα ἀπαγορεύεται ἡ διακοπή τῆς συνέχειας, ὅπως π.χ. δέν ἐπιτρέ-

πονται ανοίγματα καί όπές στά έλάσματα ύδρορρόης καί τρόπιδας. Σέ άλλα σημεία, όπου από τά ανοίγματα μειώνεται ή διατομή τοϋ σκάφους καί κατά συνέπεια ή άντοχή, προβλέπεται ή τοποθέτηση ένισχύσεων ύπό μορφή αύξημένων παχών καί διπλών έλασμάτων (Doublers Plates), επί πλέον άποφεύγονται αιχμηρές γωνίες, άπότομες μεταβολές διατομών κλπ. Όλα τά ανοίγματα έχουν στρογγυλεμένες τής γωνίες μέ μεγάλες άκτίνες καμπυλότητας.

Έτσι, μειώνεται τό φαινόμενο τής συγκεντρώσεως τάσεως στά σημεία άσυνέχειας, στά όποια, άν δέν ληφθοϋν τά παραπάνω μέτρα, παρουσιάζονται πολύ ηύξημένες τάσεις (τριπλάσιες ή τετραπλάσιες από τής συνηθισμένες).

ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΔΕΚΑΤΟ ΕΚΤΟ

ΚΑΤΑΣΚΕΥΗ ΤΟΥ ΠΛΟΙΟΥ

16.1 Γενικά.

Η κατασκευή του πλοίου γίνεται σέ ειδικό Έργοστάσιο - Έργοτάξιο Ναυπηγείου, τό όποιο είναι σήμερα, μία από τίς πιά σύνθετες βιομηχανικές μονάδες. Σέ αύτο συγκεντρώνονται όλα τά άπαραίτητα ύλικά, μηχανήματα καί ανθρώπινο δυναμικό γιά τήν κατασκευή τών επί μέρους έξαρτημάτων καί τήν τελική συναρμολόγησή τους σέ πλοίο. Έξέλιξη τών Ναυπηγείων καί ό τρόπος κατασκευής του πλοίου είναι παράλληλος μέ τήν εξέλιξη τών τύπων τών πλοίων.

Σέ αυτό τό κεφάλαιο θά δοθοϋν στοιχεία γιά τά Ναυπηγεία τά όποια κατασκευάζουν τούς σύγχρονους τύπους πλοίων, καθώς καί περιγραφή τής διαδικασίας παραγωγής. Τέλος θά δοθοϋν στοιχεία γιά τήν καλή όργάνωση τών Ναυπηγείων καί τής παραγωγής σέ αυτά.

16.2 Σχεδίαση Ναυπηγείου.

α) Απόφαση κατασκευής του Ναυπηγείου.

Έξ απόφαση κατασκευής ενός Ναυπηγείου έξαρτάται βασικά από τή ζήτηση πλοίων ή όρισμένων τύπων πλοίων στην παγκόσμια άγορά. Τό κύκλωμα τής Ναυτιλίας είναι κατεχοχήν παγκόσμιο καί είναι δυνατό νά ίδρυθει Ναυπηγείο π.χ. στην Έλλάδα γιά νά κατασκευάζει σκάφη τά όποια θά έξυπηρετοϋν τή Γραμμή Ίαπωνίας - Αϋστραλίας. Μέ αύτή τήν έννοια πριν από κάθε απόφαση γίνεται ή πρέπει νά γίνεται μία λεπτομερής έρευνα τής άγοράς τών πλοίων ή τών συγκεκριμένων τύπων πλοίων γιά τά όποια προορίζεται.

Είναι όμως δυνατό ένα Ναυπηγείο νά κατασκευασθει στην άρχή γιά νά έπισκευάζει μόνο πλοία, καί στή συνέχεια αν οι οικονομικές συνθήκες τό έπιτρέψουν, νά έξελιχθει καί σέ κατασκευαστική μονάδα. Αυτό δέ γίνεται συνήθως.

β) Έ επιλογή τής θέσεως.

Μετά τή λήψη τής άποφάσεως, τό έπόμενο βήμα είναι ή επιλογή τής θέσεως στή δεδομένη χώρα, γιά τήν κατασκευή του Ναυπηγείου. Κατά τήν επιλογή βασικοί παράγοντες, πού λαμβάνονται ύπόψη είναι:

- 1) Ἡ ὑπάρχουσα ὑποδομή τῆς περιοχῆς.
- 2) Ἡ φύση τοῦ ἐδάφους, τὸ κλίμα καὶ τὸ θαλάσσιο περιβάλλον τῆς περιοχῆς.
- 3) Ἡ δυνατότητα ἐπεκτάσεως τοῦ Ναυπηγείου.

Τὰ παραπάνω θὰ ἐπεξηγηθοῦν σύντομα.

1) **Ἡ ὑπάρχουσα ὑποδομή τῆς περιοχῆς.**

Τὸ Ναυπηγεῖο ἀπαιτεῖ συνήθως πολυάριθμο ἀνθρώπινο δυναμικό, τόσο ἐργατοτεχνικό ὅσο καὶ ἐπιστημονικό. Εἶναι λοιπὸν ἀπαραίτητο νὰ βρίσκεται σέ μικρὴ ἀπόσταση ἀπὸ ἓνα ἀστικό κέντρο ἢ νὰ δημιουργηθεῖ κατάλληλος οἰκισμὸς κοντὰ στό Ναυπηγεῖο.

Λόγω τῆς φύσεως τῶν ἐργασιῶν τοῦ Ναυπηγείου ἀπαιτεῖται ἐπίσης ἡ δυνατότητα ὁδικῆς καὶ ἂν εἶναι δυνατό σιδηροδρομικῆς συνδέσεώς του μέ τὸ ἐθνικό δίκτυο, ἡ δυνατότητα παροχῆς τῆς ἀναγκαίας ἠλεκτρικῆς ἐνέργειας καὶ γλυκοῦ νεροῦ. Τέλος ἀπαιτεῖται ἡ δυνατότητα εὐκόλης ἐξευρέσεως ὑλικῶν καὶ εἰδικότερα βοηθητικοῦ ὑλικοῦ, ἐξαρτημάτων καὶ μηχανικοῦ ἐξοπλισμοῦ τοῦ πλοίου (προναυπηγική βιομηχανία).

2) **Ἡ ἔδαφος - Θάλασσα - Κλίμα.**

Ἡ περιοχή τοῦ Ναυπηγείου πρέπει νὰ εἶναι ἐπίπεδη καὶ γι' αὐτό ἂν δέν εἶναι, ἀπαιτοῦνται ἐκσκαφές καὶ ἐκβραχισμοί γιὰ τὴ διαμόρφωση τῆς περιοχῆς, οἱ ὁποῖοι πρέπει νὰ μὴν εἶναι δαπανηροί.

Ἡ ἡρεμία τῆς θάλασσας εἶναι βασικό πλεονέκτημα γιὰ ἓνα Ναυπηγεῖο καὶ συνεπῶς ἢ θὰ πρέπει ἡ περιοχή νὰ εἶναι φυσικό λιμάνι ἢ τὰ ἔργα προστασίας πού ἀπαιτοῦνται νὰ μὴν εἶναι δαπανηρά.

Τὸ καλὸ κλίμα πρέπει νὰ ἐξασφαλίζει ἀνεκτές συνθηκῆς ἐργασίας τὸ μεγαλύτερο διάστημα τοῦ ἔτους καὶ βέβαια αὐξάνει τὴν ἀπόδοση, ἀφοῦ ἓνα μεγάλο μέρος τῆς ἐργασίας γίνεται στό ὑπαιθρο, στὴ ναυπηγική κλίνη. Σέ περιοχές ὅπου τὸ κλίμα δέν εἶναι καλὸ μεγάλο μέρος τῶν ἐργασιῶν γίνεται σέ στεγασμένους χώρους, τελευταῖα δέ λειτουργοῦν καὶ ἐντελῶς στεγασμένα Ναυπηγεῖα (Ἀγγλία - Σουηδία).

3) **Ἡ δυνατότητα ἐπεκτάσεως.**

Γιὰ κάθε μελλοντικὴ ἐπέκταση πρέπει νὰ ὑπάρχει ὁ ἀπαιτούμενος χώρος καὶ ἡ ἀπαλλοτριώσή του νὰ εἶναι δυνατὴ, χωρὶς νὰ εἶναι ὑπερβολικά δαπανηρὴ. Συνήθως ἓνα Ναυπηγεῖο ἐπεκτείνεται προοδευτικά, ἐπομένως πρέπει νὰ λαμβάνεται ἀπὸ τὴν ἀρχὴ μέριμνα γιὰ μελλοντικὲς ἐπεκτάσεις.

γ) **Ἡ μελέτη κατασκευῆς τοῦ Ναυπηγείου.**

Ἡ ἀπόφαση τῆς κατασκευῆς, ἡ ὁποία συνοδεύεται καὶ ἀπὸ **προσδιορισμὸ τῆς ἐπισκευαστικῆς** ἢ καὶ **κατασκευαστικῆς ἱκανότητος** τοῦ Ναυπηγείου, καὶ ἡ ἐπιλογή τῆς θέσεώς του, δίνουν τὰ βασικά δεδομένα στὰ ὁποῖα θὰ στηριχθεῖ ἡ μελέτη τοῦ Ναυπηγείου.

Ἡ μελέτη γίνεται σέ διαδοχικά στάδια. Σέ κάθε στάδιο οἱ μελετητές καταλήγουν σέ μία σχεδίαση τοῦ Ναυπηγείου λεπτομερέστερη ἀπὸ τὴν προηγούμενη καὶ φροντίζουν, ὥστε νὰ λαμβάνουν ὑπόψη ὁλοένα καὶ περισσότερους παράγοντες. Στὰ διαδοχικά στάδια ἀντιμετωπίζονται καὶ ἐπιλύονται ἐνδεχόμενα προβλήματα καὶ δυσχέρειες.

Τὰ συνηθισμένα στάδια εἶναι τὰ παρακάτω:

- 1) **Προκαταρκτικὴ μελέτη.** Περιλαμβάνει τούς βασικούς σκοπούς καὶ τὴ δυναμι-

κότητα του υπό ίδρυση ναυπηγείου.

2) **Μελέτη σκοπιμότητας.** Μέ βάση τά παραπάνω στοιχεΐα γίνεται ένα προσχέδιο τής διατάξεως τών βασικών χώρων κλπ., καί ό κατά προσέγγιση προϋπολογισμός από τόν όποιο προκύπτει κατά πόσο τό υπό μελέτη Ναυπηγείο θά εύσταθεΐ οικονομικά, δηλαδή άν μπορεί νά άποφέρει κέρδος καί πόσο περίπου.

3) **Μελέτη Έργου.** Γίνεται λεπτομερής μελέτη του όλου έργου.

4) **Ύνάθεση καί εκτέλεση Έργου.** Ύπογράφονται συμβόλαια καί σύμβαση μέ τά όποια ανατίθεται ή κατασκευή του έργου σέ εργολήπτριες εταιρίες.

16.3 Τά βασικά τμήματα ενός Ναυπηγείου.

Ή δημιουργία Ναυπηγείου σύμφωνα μέ τόν παραπάνω τρόπο άποτελεΐ προνόμιο τών νέων μόνο Ναυπηγείων, πού κατασκευάστηκαν μεταπολεμικά καί μάλιστα τήν τελευταία 10ετία (κυρίως στήν Ύαπωνία). Τά παλιότερα καί περισσότερα Ναυπηγεία, ήταν στήν άρχή μικρές επισκευαστικές μονάδες, οι όποιες μέ συνεχείς επέκτάσεις εξελίχθηκαν σέ κατασκευαστικά. Αυτό είχε ως άποτέλεσμα νά μή γίνεται πάντα σωστή κατανομή τών άπαραιτήτων τμημάτων έντός του χώρου του Ναυπηγείου καί γι' αυτό νά ύπάρχει μικρότερη άποδοτικότητα.

Πάντως τά βασικά τμήματα ύπάρχουν σέ όλα τά μεγάλα Ναυπηγεία, είτε αυτά κατασκευάστηκαν έξαρχής ύστερα από συνολική μελέτη, είτε στήν πράξη μέ τόν τρόπο τής συνεχούς επέκτασης. Οι κύριες λειτουργίες πού έπιτελοΐνται στό Ναυπηγείο είναι:

- α) Μελέτη καί σχεδίαση του πλοΐου.
- β) Προπαρασκευή τής παραγωγής.
- γ) Έκτέλεση - κατασκευή.

Τά βασικά τμήματα του Ναυπηγείου είναι τά εξής:

— **Τμήμα μελέτης καί σχεδιάσεως πλοΐου.** Σέ αυτό εκπονούνται τά σχέδια για πλοίο τήν κατασκευή του όποιου άνάλαβε τό Ναυπηγείο. Μπορεί όμως τό Ναυπηγείο νά άγοράζει τά κατασκευαστικά σχέδια από Γραφείο Μελετών ή άλλο Ναυπηγείο. Αυτό άποδεικνύεται πολλές φορές συμφερότερο για νέα Ναυπηγεία τά όποια στεροΐνται έπαρκούς πείρας ή προσωπικού.

— **Τμήμα προϋπολογισμού Κόστους.** Σέ αυτό εκτελοΐνται οι προϋπολογισμοΐ για τήν ύποβολή προσφορών βάσει στοιχείων πού συνάγονται από τή λογιστική ύπηρεσία καί διαβιβάζονται στό Τμήμα.

— **Τμήμα παραγγελιών.** Ύπό αυτό δίνονται οι παραγγελίες τών βασικών ύλικών για τήν κατασκευή του πλοΐου, δηλαδή του χάλυβα, του μηχανολογικού, ηλεκτρολογικού καί ύπόλοιπου εξοπλισμού.

— **Λογιστήριο.** Ύποτελεΐ τό οικονομικό κέντρο έλέγχου τών δραστηριοτήτων του Ναυπηγείου. Σέ αυτό ύπάγεται καί τό βασικό για τήν παραγωγή τμήμα Ύποθήκης Ύλικού.

— **Ύποθήκη ύλικού.** Σέ αυτήν διατηρεΐται τό άπαραίτητο άπόθεμα (Stock) από όλα τά ύλικά, γιατί τή συνέχιση τής παραγωγής, έστω καί άν οι προμηθευτές του Ναυπηγείου καθυστερήσουν τήν παράδοση του ύλικού. Ή άποτελεσματική λειτουργία τών τμημάτων Παραγγελιών καί Ύποθήκης είναι από τούς βασικούς συντελεστές καλής όργανώσεως του Ναυπηγείου.

— **Τμήμα προγραμματισμού.** Καταρτίζει τό γενικό πρόγραμμα κατασκευής τών επί μέρους κομματιών καί τμημάτων (τομέων) τοῦ σκάφους, καθώς καί τό πρόγραμμα ἐξοπλισμοῦ τοῦ σκάφους. Ἀντίστοιχα ἐκδίδει τίς ἐντολές κατασκευής πρός τά τμήματα παραγωγῆς, τά ὁποῖα εἶναι:

α) **Τμήμα προετοιμασίας χαλυβδελασμάτων.** Γιά τό χημικό καθαρισμό καί τή βαφή τών ἐλασμάτων, τά ὁποῖα παραμένουν συνήθως στό ὑπαιθρο, μέχρι νά κατασκευαστεῖ τό σκάφος.

β) **Τμήμα χαράξεως.** Περιλαμβάνει τόν πύργο χαράξεως ὅπου ἡ χάραξη εἶναι ὀπτική καί γίνεται μέ προβολή σέ φυσικό μέγεθος πάνω στό ἐπίπεδο χαράξεως τών σχεδίων ὑπό κλίμακα 1:10, ἢ ἀκόμη σέ πιό σύγχρονες ἐγκαταστάσεις ἀπό Micro-film.

γ) **Τμήμα διαμορφώσεως ἐλασμάτων** (βαρύ ἐλασματουργεῖο). Σέ αὐτό μέ τή βοήθεια ὀξυγονοκοπῶν (αὐτομάτων καί μή), μεγάλων πρεσσῶν, στραντζῶν, γίνεται ἡ κοπή τών ἐλασμάτων καί ἡ διαμόρφωση τών καμπύλων τμημάτων κλπ., ὅπως περιγράφεται καί στή συνέχεια.

δ) **Τμήμα προκατασκευῆς.** Ἔχει ἀποδειχθεῖ ὅτι συμφέρεῖ ἡ συναρμολόγηση τών ἐπί μέρους ἐλασμάτων σέ μεγάλους τομεῖς (Blocks) κυρίως γιά τήν κατασκευή τοῦ χαλύβδινου σκάφους. Στήν προκατασκευή συγκολλοῦνται οἱ τομεῖς εἴτε αὐτόματα εἴτε ἀπό συγκολλητές, ἢ μέ συνδυασμό, ὁ ὁποῖος καί συνηθίζεται. Ἡ ἐργασία μπορεῖ ἔτσι, νά γίνει σέ χώρους καταλληλότερους ἀπό τή ναυπηγική κλίνη, πολλές φορές στεγασμένους (βλέπε παραπάνω) μέ ἀποτέλεσμα τήν καλύτερη ποιότητα ἐργασίας καί τή μείωση τοῦ κόστους.

ε) **Τμήμα συναρμολογήσεως** (ἐλαφρῦ ἐλασματουργεῖο). Γιά τά μικρά τμήματα καί ἐξαρτήματα, γίνεται ἐκεῖ ἡ συγκόλληση τών ἐλασμάτων μέ βάση τά ἐπί μέρους κατασκευαστικά σχέδια (βλέπε καί στή συνέχεια).

στ) **Τμήμα ἀνεγέρσεως.** Εἶναι ἡ ναυπηγική κλίνη ἢ μόνιμη δεξαμενή, σπανιότερα δέ πλωτή.

1) **Ναυπηγική κλίνη.** Εἶναι ἐπίμηκης, ἐλαφρά κατηφορικός χώρος, πού καταλήγει στή θάλασσα (βλέπε σχ. 16.4α) κατά μήκος τοῦ ὁποῖου τοποθετοῦνται ὑπόβαθρα καί ἐπάνω σέ αὐτά τοποθετοῦνται οἱ τομεῖς τοῦ πυθμένα τοῦ σκάφους. Πάνω σέ αὐτούς συνεχίζεται ἡ συναρμολόγηση καί ἡ συγκόλληση τών τομέων προκατασκευῆς, ἀπό τούς ὁποῖους ἀποτελεῖται τό χαλύβδινο σκάφος. Τό πλοῖο ὅταν εἶναι ἕτοιμο καθελκύεται μέ ὀλίσηση πάνω στά ὑπόβαθρα, πού ἔχουν κατάλληλα λιπανθεῖ. Ἡ καθέλκυση ἀποτελεῖ θέμα λεπτομεροῦς ναυπηγικῆς μελέτης, ἡ ὁποία ἐξασφαλίζει τή μή καταπόνηση τόσο τοῦ σκάφους ὅσο καί τών ὑποβάθρων πέρα ἀπό τά ἐπιτρεπτά ὄρια, τήν εὐστάθεια τοῦ σκάφους κλπ., κατά τά διάφορα στάδια τῆς καθελκύσεως, καί μάλιστα σέ ὀρισμένες κρίσιμες φάσεις τῆς. Ὅπως π.χ. τή στιγμή, λίγο πρὶν ἀπό τό τέλος τῆς καθελκύσεως, κατά τήν ὁποῖα ἡ πρῶμη πού ἐπιπλέει τεῖνει νά ἀνέλθει λόγω τῆς αὐξημένης ἀντώσεως, ἐγκαταλείποντας τά ὑπόβαθρα καί προκαλώντας ἔτσι ἰσχυρές πιέσεις στό μικρό τμήμα τοῦ ἄκρου τῆς πρῶρας πού ἀπομένει πάνω στά ὑπόβαθρα.

2) **Μόνιμη δεξαμενή.** Εἶναι ἡ ἐναλλακτική καί ἀκριβότερη λύση ὡς πρός τήν κλίνη γιά τήν κατασκευή τοῦ πλοῖου. Τό δάπεδο τῆς δεξαμενῆς εἶναι ὀριζόντιο καί κάτω ἀπό τήν ἐπιφάνεια τῆς θάλασσας, ἐνῶ ἡ εἴσοδος τοῦ νεροῦ ἐμποδίζεται μέ κατάλληλα τοποθετούμενο θυρόπλοιο, τό ὁποῖο κλείνει τήν εἴσοδο τῆς δεξαμενῆς.

Γιά καθέλκυση αφαιρείται τό θυρόπλοιο (τό όποιο είναι πλωτό) άφου προηγουμένως κατακλυσθεϊ από θάλασσα ή δεξαμενή και πλεύσει τό πλοίο, τό όποιο έλκεται έξω από τή δεξαμενή μέ ρυμουλκά. Μετά τήν άπομάκρυνση του πλοίου έπανατοποθετείται τό θυρόπλοιο και άντλούνται τά νερά από τή δεξαμενή μέ τή χρήση άντλιών και τό πλοίο κάθεται έπάνω στα ύπόβαθρα.

3) **Πλωτή δεξαμενή.** Έχει τό σχήμα τής μόνιμης δεξαμενής, αλλά κατασκευάζεται από χάλυβα όπως τά πλοία. Μέ έρματισμό, βυθίζεται και τό δάπεδό της κατεβαίνει κάτω από τήν έπιφάνεια τής θάλασσας και τό σκάφος πού τοποθετείται πάνω στα ύπόβαθρα άνυψώνεται μαζί μέ τή δεξαμενή. Συνήθως ή πλωτή δεξαμενή χρησιμοποιείται για τό δεξαμενισμό πλοίων, στο όποιο έκτελούνται έργασίες συντήρησης και έπισκευών.

Άπαραίτητο στοιχείο κατά μήκος τών κλινών ή τών Δεξαμενών είναι οι Γερανοί για τήν άνύψωση και τοποθέτηση όλων τών έξαρτημάτων και τομέων. «Οί Γερανοί είναι τά *χέρια* του Ναυπηγείου».

Οί παρακάτω χώροι ή τμήματα προορίζονται κυρίως για τήν έπισκευή ή τόν έξοπλισμό τών πλοίων.

Προβλήτες έξοπλισμού και έπισκευών.

Κατά μήκος τους κινούνται έπάνω σε σιδεροτροχιές γερανοί για τήν τοποθέτηση τών έξαρτημάτων έξοπλισμού του σκάφους, για τό όποιο θα μιλήσουμε παρακάτω.

— **Μηχανουργείο.** Έφοδιασμένο μέ τόνους, πλάνες και έργαλειομηχανές, προορίζεται για τήν κατεργασία τών διαφόρων έξαρτημάτων του υπό ναυπήγηση πλοίου (πηδάλιο, χοάνη, ποδόστημα κλπ.), αλλά και για έπισκευές τών μηχανών τών υπό έπισκευή πλοίων. Σε μερικά μεγάλα Ναυπηγεία, στο Μηχανουργείο κατασκευάζονται οι μηχανές προώσεως και τά μηχανήματα τών ναυπηγουμένων πλοίων, συνήθως κατόπιν ειδικής συμφωνίας (άδειας - Licence), μέ τά μεγάλα έργαστάσια κατασκευής ναυτικών μηχανών.

Η έγκατάσταση όλου του μηχανικού έξοπλισμού του πλοίου γίνεται επίσης από τό Μηχανουργείο του Ναυπηγείου. Τά ίδια ισχύουν και για τό Λεβητοποιείο.

— **Σωληνουργείο.** Έκεϊ γίνεται ή προκατασκευή και διαμόρφωση τών τμημάτων τών δικτύων σωληνώσεων του πλοίου (πού ναυπηγείται ή έπισκευάζεται). Η έγκατάσταση τών δικτύων και του όλου υδραυλικού έξοπλισμού του πλοίου γίνεται επίσης από τό Σωληνουργείο.

— **Έφαρμογείο.** Κάνει όλες τές εξαρμόσεις, έφαρμογές και συναρμολογήσεις τών μηχανημάτων πού έπισκευάζονται ή κατασκευάζονται.

— **Χυτήριο.** Κατασκευάζει τά καλούπια και μετά τά χυτά έξαρτήματα τών πλοίων (όσα κατασκευάζει τό Ναυπηγείο).

— **Ξυλουργείο.** Έφοδιασμένο μέ τόνους, πλάνες, ξεχονδριστήρες, πριονιστήριο κλπ., κατασκευάζει τόν ξύλινο έξοπλισμό του πλοίου, ξύλινα καταστρώματα, χώρους διαμονής, έπίπλωση κλπ. Μέ τόν καιρό, ή ξυλεία τείνει νά άντικατασταθεί από συνθετικά και πλαστικά ύλικά, τά όποια, έκτός τών άλλων, είναι συνήθως λιγότερο εύφλεκτα από αυτή.

— **Ηλεκτρολογείο.** Διαθέτει τόν άπαραίτητο έξοπλισμό για τήν έγκατάσταση στο πλοίο ηλεκτρικών μηχανών, δικτύων, πινάκων και γενικά όλου του ηλεκτρικού

καί ηλεκτρονικού εξοπλισμού του πλοίου ό όποίος τά τελευταία χρόνια έχει πάρει μεγάλη έκταση.

— **Τμήμα Δοκιμών.** Προγραμματίζει καί κάνει τίς δοκιμές του νεοκατασκευασμένου ή έκτεταμένα έπισκευασμένου πλοίου.

Βοηθητικές Ύπηρεσίες Ναυπηγείου.

α) **Μεταφορές.** Διαθέτει τά άπαραίτητα μεταφορικά μέσα, όπως αυτοκίνητα, περνοφόρα όχήματα, γερανοί καί γερανογέφυρες.

β) **Τμήμα συντηρήσεως.** Διαθέτει υλικά καί μέσα γιά τόν καθαρισμό καί χρωματισμό των μεταλλικών έπιφανειών του πλοίου (βλέπε Κεφ. 19).

16.4 Σύντομη περιγραφή τής διαδικασίας παραγωγής.

Ή διαδοχή φάσεων τής σχεδιάσεως καί κατασκευής ενός υπό παραγγελία πλοίου φαίνεται στόν πίνακα 16.4.1.

ΠΙΝΑΚΑΣ 16.4.1.

1. Σχεδίαση του πλοίου.
2. Ύποβολή βασικών κατασκευαστικών σχεδίων στό Νηογνώμονα.
3. Παραγγελία πρώτων υλών (βασικά του χάλυβα).
4. Έγκριση σχεδίων από τό Νηογνώμονα.
5. Τέλος τής σχεδιάσεως υπό κλίμακα 1:10. Παράδοση σχεδίων στό χαρκτήριο.
6. Παραλαβή υλικών καί άποθήκευση στά Ναυπηγεία.
7. Παράδοση του χάλυβα στά συνεργεία. Έναρξη παραγωγής μελών τής χαλύβδινης κατασκευής του σκάφους.
8. Έναρξη συναρμολογήσεως σε μεγάλους τομείς προκατασκευής (Blocks).
9. Τέλος τής κατασκευής των τομών καί παράδοσή τους στό χώρο άνεγέρσεως του σκάφους (Ναυπηγική κλίνη ή δεξαμενή).
10. Τέλος τής τοποθετήσεως καί συγκολλήσεως τομών πάνω στό πλοίο.
11. Έξοπλισμός του σκάφους στην κλίνη (προεξοπλισμός).
12. Καθέλκυση του σκάφους.
13. Έξοπλισμός μετά την καθέλκυση.
14. Δοκιμές του πλοίου.
15. Παράδοση του σκάφους.

Ή παραπάνω διαδοχή δίνει μιά άπλουστευμένη εικόνα τής παραγωγικής διαδικασίας, άφου έφεύγει από τά όρια αυτού του βιβλίου ή λεπτομερής περιγραφή.

Ή εργασία που γίνεται σε κάθε φάση δίνεται στόν παρακάτω πίνακα 16.4.2.

Όσον άφορα τή λειτουργία των επί μέρους τμημάτων των Ναυπηγείων ένδιαφέρουσες είναι οι παρακάτω παρατηρήσεις:

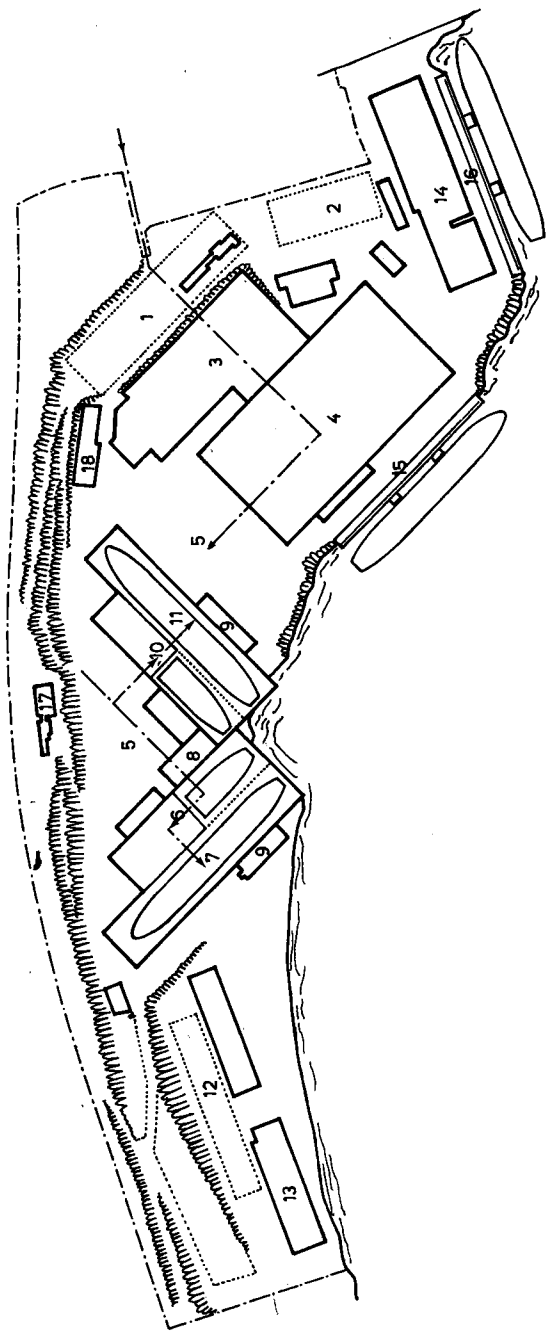
α) **Προκατασκευή.** Μέ βάση τό γενικό διάγραμμα Ναυπηγήσεως (χρονικό καί ποσοτικό) είναι δυνατή ή όμοιόμορφη φόρτιση όλων των συνεργείων τής προκατασκευής, ώστε να είναι έτοιμοι οι τομείς γιά την άνέγερση καί τόν προεξοπλισμό μέσα στόν προβλεπόμενο χρόνο. Γιά την έξομόλυνση των αιχμών εφαρμόζεται σήμερα σε πολλά μεγάλα Ναυπηγεία ό διαχωρισμός των τομών σε κύριες όμάδες

ΠΙΝΑΚΑΣ 16.4.2.

Φάση	Τμήμα του Ναυπηγείου	Έκτελούμενη εργασία
1	Σχεδιαστήριο	Κατασκευαστικά σχέδια σκάφους. Έκπόνηση των υπολοίπων σχεδίων του σκάφους (μηχανολογικά, ηλεκτρολογικά, σωληνουργικά).
2 - 4	Σχεδιαστήριο	Έγκριση από τό Νηογνώμονα καί τόν Πλοιοκτήτη.
3		Ένδεχόμενες τροποποιήσεις.
3 - 6	Τμήμα Παραγγελιών	Κατόπιν έντολής του τμήματος μελετών τοποθέτηση παραγγελίας των υλικών που απαιτούνται.
3 - 6	Χαλυβουργείο (έκτός Ναυπηγείου)	Έκτέλεση παραγγελίας του χάλυβα. Επιθεώρηση από τό Νηογνώμονα του χάλυβα. Παράδοση στο ναυπηγείο χάλυβα.
6 - 7	Προπαρασκευή χάλυβα	Χημικός καί μηχανικός καθαρισμός χαλυβδοελασμάτων.
5 - 7	Χαρακτήριο	Προστατευτικός χρωματισμός χαλυβδοελασμάτων (Primers).
7 - 8	Χαρακτήριο	Χάραξη των χαλυβδοελασμάτων. Προετοιμασία κοπής χάλυβα.
7 - 8	Τμήμα διαμορφώσεως έλασμάτων.	Κοπή των έλασμάτων καί δοκών. Διαμόρφωση των καμπύλων τμημάτων.
8 - 9	Τμήμα Προκατασκευής	Άποστολή κομματιών για συγκόλληση.
7 - 9	Τμήμα Συναρμολογήσεως Έξαρτημάτων. (Έλαφρό Έλασματοουργείο).	Συναρμολόγηση καί συγκόλληση των κομματιών σε μεγάλους τομείς (Blocks).
9 - 10 - 11	Τμήμα Άνεγέρσεως	Κατασκευή μικρών εξαρτημάτων εξοπλισμού του σκάφους (π.χ. βάσεις μηχανημάτων, πόρτες, σκάλες κλπ). Κοπή, διαμόρφωση καί συγκόλληση έλασμάτων.
7 - 11	Τμήμα Άνεγέρσεως	Κατασκευή του πλοίου, με τή συναρμολόγηση των μεγάλων συγκροτημάτων (Blocks).
12	Προεξοπλισμός	Τοποθέτηση (συγκόλληση ή σύνδεση) πάνω στο πλοίο των εξαρτημάτων εξοπλισμού του (μέχρι τήν καθέλκυση).
13	Καθέλκυση	Προετοιμασία καθελκύσεως, ύπολογισμός καθελκύσεως, άπαραίτητες έργασίες στη ναυπηγική κλίνη καί τή δεξαμενή, καθέλκυση του σκάφους.
14	Έξοπλισμός	<ul style="list-style-type: none"> — Μηχανολογικός — Σωληνουργικός — Ηλεκτρολογικός — Επιπλώσεως — Έξαρτισμού
15	Δοκιμές	Γίνονται σύμφωνα με αυτά που αναφέρονται στο Κεφάλαιο 18.
15	Παράδοση	Μετά τή συμπλήρωση όλων των δοκιμών.

οι όποιες εμφανίζουν όμοιομορφία κατασκευής (ταυτόχρονα κατασκευή τομέων παράλληλου τμήματος καί κυρτών τομέων, όπως πρύμνη καί πλώρα, από διαφορετικά ύστεργεία).

Σχεδιάγραμμα τής διατάξεως ενός Ναυπηγείου μέσης δυναμικότητας που έκσυγχρονίστηκε τελευταία για τή ναυπήγηση μέσης χωρητικότητας Πλοίων Γενικού Φορτίου καί Σκόρπιου Φορτίου δίνεται στο σχήμα 16.4α.



Σχ. 16.4α.

Διάταξη ναυπηγείου μεσαίου μεγέθους. 1) Αποθήκη χαλυβόελασμάτων. 2) Αποθήκη διατομών χάλυβα. 3,4) Συνεργείο προετοιμασίας και συναρμολόγησης χαλυβόελασμάτων και διατομών. 5) Χώρος έναποθέσεως τομέων. 6,10) Συνεργείο συναρμολόγησης τομέων βάρους μέχρι 150 t. 7,11) Συνεργείο κατασκευής του κύριου τιμήματος του σκάφους (ναυπηγικές κλίνες). 8) Συνεργείο μοντέλων κατασκευής (Model Shop). 9) Κέντρο έλεγχου του εξοπλισμού. 12) Γενική αποθήκη. 13) Σωληνοουργείο. 14) Συνεργείο εξοπλισμού. 15,16) Προβλητές εξοπλισμού. 17) Γραφεία εξυπηρέτησεως προσωπικού. 18) Κεντρικά γραφεία ναυπηγείου.

β) **Άνέγερση.** Στή ναυπηγική κλίνη ή τή δεξαμενή, καί μέ τόν προεξοπλισμό πού εφαρμόζεται σήμερα τό μεγαλύτερο μέρος τών εργασιών ναυπηγήσεως γίνεται στήν άνέγερση.

Άρα ό χρόνος άνεγέρσεως είναι άποφασιστικός γιά τό συνολικό χρόνο:

γ) **Προεξοπλισμός - Έξοπλισμός.** Άπαιτείται καλός συντονισμός τών επί μέρους συνεργειών γιά τή γρήγορη καί χωρίς σφάλματα έκτέλεση τών εργασιών.

16.5 Όργάνωση Ναυπηγείου.

Ό βασικός σκοπός του Ναυπηγείου είναι νά κατασκευάζει τά πλοία πού του παραγγέλλονται μέσα στά προσυμφωνηθέντα χρονικά περιθώρια καί μέ τό μικρότερο δυνατό κόστος, τηρώντας βέβαια τούς κανόνες ασφαλούς καί καλής κατασκευής. Αυτό είναι άναγκαίο γιά νά εξασφαλισθεί ή συναγωνιστικότητα του Ναυπηγείου.

Τόσο ό μικρός χρόνος όσο καί τό μικρό κόστος κατασκευής εξασφαλίζονται μέ τή σωστή όργάνωση του Ναυπηγείου, τό θέμα δέ αυτό αποτέλεσε άντικείμενο μεγάλης έρευνας σέ όλες τίς Ναυπηγικές χώρες, τόσο από τά Ναυπηγεία όσο καί από τίς Πανεπιστημιακές Ναυπηγικές σχολές ή τά κέντρα έρευνών (Άγγλία, Ιαπωνία).

Είναι ιδιαίτερα δύσκολη ή σωστή όργάνωση λόγω του άντικειμένου τής παραγωγής. Η βασική δυσκολία είναι ότι ή παραγωγή δέν γίνεται μαζικά αλλά κατά μονάδες καί συνήθως διαφορετικού κάθε φορά τύπου. Έτσι, έμποδίζεται ή εφαρμογή τής τυποποίησης σέ μεγάλη κλίμακα καί ή παραγωγή τών τμημάτων καί έξαρτημάτων τών πλοίων σέ σειρά, όπως π.χ. συμβαίνει σέ μία βιομηχανία κατασκευής αυτοκινήτων. Τελευταία όρισμένα ναυπηγεία κατασκευάζουν κατόπιν παραγγελίας τυποποιημένα σκάφη σέ σειρά (π.χ. SD 14, Fortune), γιά νά άντιμετωπιστεί αυτή ή δυσκολία.

Άνεξάρτητα από αυτό ό περιορισμός του χρόνου καί του κόστους κατασκευής είναι δυνατός άν προσεκτικά μελετηθούν οι φάσεις τής παραγωγής. Αυτό σέ πολλά Ναυπηγεία έχει γίνει (κυρίως Ιαπωνικά) καί οι μελετητές έχουν καταλήξει στά εξής γενικά συμπεράσματα:

α) Η καλή όργάνωση άφορά τόσο τό εργατικό δυναμικό όσο καί τό μηχανολογικό έξοπλισμό του Ναυπηγείου.

β) Δέν είναι δυνατή ή άποτελεσματική όργάνωση μεμονωμένων τμημάτων του Ναυπηγείου αλλά όλόκληρου.

γ) Ό έκσυγχρονισμός του Μηχανολογικού έξοπλισμού είναι συνήθως άπαραίτητος ως μέρος τής νέας σωστής όργανώσεως ύπάρχοντος Ναυπηγείου.

δ) Υπάρχουν όρισμένοι τομείς τών οποίων ή προσεκτική όργάνωση καί ό έξοπλισμός είναι άποφασιστικής σημασίας. Τέτοιοι νευραλγικοί τομείς είναι κατά κάρδια:

1) Τά άνυψωτικά καί μεταφορικά συστήματα του Ναυπηγείου.

2) Τό σύστημα παραγγελιών καί άποθηκείσεως τών παραγγελομένων ύλικών, όπως καί τό σύστημα άποθηκείσεως τών κατασκευαζομένων έξαρτημάτων καί κομματιών του πλοίου, καθώς καί ή ποσότητά τους.

Ό στόχος μιάς καλής όργανώσεως είναι ή άποτελεσματική χρησιμοποίηση του

έξοπλισμοῦ τοῦ Ναυπηγείου μέ μιά ἰσόρροπη διάταξή του καί ἀντίστοιχα μιά προσαρμοσμένη διαδικασία παραγωγῆς.

16.6 Εἰσαγωγή νέων μεθόδων Παραγωγῆς.

Κατά τήν τελευταία δεκαετία ἡ μελέτη τῶν μειονεκτημάτων τῶν παλιότερων μεθόδων παραγωγῆς καί ἡ ἐξέλιξη τῆς τεχνολογίας, ἰδιαίτερα τῶν Ἡλεκτρονικῶν ὑπολογιστῶν, ὀδήγησαν στήν υἱοθέτηση νέων συγχρόνων μεθόδων παραγωγῆς, κυρίως ἀπό τά μεγάλα Ναυπηγεῖα.

Δύο εἶναι τά βασικά σκέλη τοῦ ἐκσυγχρονισμοῦ.

α) Αὐτοματοποίηση τῆς παραγωγῆς μέ τήν εἰσαγωγή τοῦ Η/Υ (Ἡλεκτρονικοῦ Ὑπολογιστῆ).

β) Χωρισμός τῆς ναυπηγήσεως τοῦ σκάφους σέ δύο ἢ περισσότερα τμήματα (Πρυμναῖο - Μεσαῖο - Πρωραῖο) καί συγκόλλησή τους λίγο πρὶν ἢ μετά τήν κατέλευση.

Αὐτοματοποίηση.

Οἱ ἠλεκτρονικοί ὑπολογιστές χρησιμοποιοῦνται εὐρύτατα στή Ναυπηγική βιομηχανία στούς παρακάτω τομεῖς:

α) Μελέτη Πλοίου (Ὑπολογισμός ὑδροστατικοῦ διαγράμματος, ὀγκομετρήσεως, εὐστάθειας, ἀντοχῆς κλπ).

β) Σχεδίαση Πλοίου (Καθοδήγηση σχεδιαστικῶν μηχανῶν).

γ) Κατασκευή σκάφους (Αὐτόματη κοπή ἐλασμάτων, συγκόλληση ἐνισχυτικῶν, συγκόλληση σέ τομεῖς μέ δυνατή περιστροφή τῶν τομέων, κατασκευή σωλήνων κλπ).

δ) Ἐλεγχος τῆς παραγωγῆς (Planning and Control).

ε) Παρακολούθηση ἀποθήκης (ἔλεγχος ὕψους ἀποθεμάτων).

στ) Κοστολόγηση σκάφους.

Εἶναι ἰδιαίτερα σημαντικό ὅτι ὅλες οἱ παραπάνω ἐφαρμογές εἶναι δυνατό νά ἐνσωματωθοῦν σέ ἓνα γενικότερο σύστημα καθοδηγήσεως (Monitoring) τῆς παραγωγῆς.

Σήμερα τά μεγαλύτερα Ναυπηγεῖα προσπαθοῦν νά ἐπιτύχουν τήν ἐνσωμάτωση αὐτή, ἀλλά κάθε Ναυπηγεῖο καταλήγει στό δικό του σύστημα ἀφοῦ ἀποδείχτηκε ὅτι ἡ μεταφορά ἐνός συστήματος ἀπό ἓνα ναυπηγεῖο σέ ἄλλο δέν εἶναι εὐκολή καί ἀπαιτεῖ ὀργανικές καί λειτουργικές μεταβολές.

Τά βασικά πλεονεκτήματα τῶν συστημάτων αὐτῶν εἶναι:

1) Συντόμευση τοῦ χρόνου σχεδιάσεως, χαράξεως καί προετοιμασίας κοπῆς.

2) Κατάργηση χωριστοῦ σχεδιαστηρίου καί ἐνσωμάτωσή του στό τμήμα μελετῶν μέ ταυτόχρονη αὐξηση τῆς ἐπιστημονικῆς στάθμης τοῦ προσωπικοῦ του, γιά νά κάνει χρήση τοῦ ὑπολογιστῆ.

3) Κοπή τῶν ἐλασμάτων μέ μεθόδους ἀριθμητικές (Numerical Control Method) οἱ ὁποῖες εἶναι ταχύτερες καί ἀκριβέστερες.

4) Αὐξηση ἀκριβείας τῆς κατασκευῆς στό τριπλάσιο.

5) Ἐξομάλυνση αἰχμῶν σπῆς διαδοχικές φάσεις τῆς παραγωγῆς (Διευκόλυνση ροῆς: Stream Lining).

Τά αυτοματοποιημένα συστήματα είναι τόσο αποδοτικότερα όσο μεγαλύτερο είναι τό Ναυπηγείο καί πιό προηγμένη ή τεχνολογία τών μέσων παραγωγής.

Κατασκευή σκάφους σέ 2 ή 3 τμήματα.

Ή ανάγκη τής εφαρμογής αὐτῆς τῆς μεθόδου προέκυψε ἀπό τρεῖς βασικούς λόγους):

1) Ἐλλειψη χώρου γιά κλίνη μεγάλου μήκους (Ναυπήγηση ὑπερδεξαμενοπλοίων), ὁπότε τό σκάφος κατασκευάζεται καί καθελκύεται σέ 2 τμήματα, τά ὁποῖα στή συνέχεια συγκολλιοῦνται.

2) Ἀπαίτηση μακροῦ χρόνου γιά τόν ἐξοπλισμό τοῦ Μηχανοστασίου (πάνω ἀπό τά 25% τοῦ συνολικοῦ χρόνου ἐργασίας γιά τό σκάφος). Γι' αὐτό τό πρυμναῖο τμήμα τοῦ σκάφους ἀρχίζει νά κατασκευάζεται πρῖν ἀπό τό ὑπόλοιπο (μεσαῖο καί πρωραῖο) ἐνῶ δηλαδή ἀναγείρεται τό προηγούμενο σκάφος. Δηλαδή ταυτοχρόνα κατασκευάζεται ἕνα καί μισό σκάφος. Αὐτό ἐφαρμόζεται καί γιά μεγάλα ἀλλά καί γιά μικρά σκάφη (10 - 50.000 Dwt) γιατί αὐξάνεται ἔτσι ἡ ἀπόδοση καί ἡ ταχύτητα κατασκευῆς.

Ἀπό ὅλα τά παραπάνω προκύπτει ὅτι ἡ ἀνανέωση τοῦ ἐξοπλισμοῦ καί τών μεθόδων παραγωγῆς συμβαδίζει στίς σύγχρονες Ναυπηγικές μονάδες μέ αὐξηση τῆς στάθμης ὀργανώσεως. Ὁ συνδυασμός αὐτός εἶναι ἀπαραίτητος γιά τήν περιστολή τοῦ κόστους κατασκευῆς πού ἀνέρχεται συνεχῶς καί τήν αὐξηση τῆς τεχνολογικῆς στάθμης καί ἀποδόσεως (Performance) τών νέων πλοίων, δηλαδή στή διατήρηση ἢ καί αὐξηση τῆς συναγωνιστικότητας τοῦ Ναυπηγείου.

3) Ἐλάττωση τοῦ συνολικοῦ χρόνου ναυπηγήσεως, ἐφόσον τά τμήματα κατασκευάζονται συγχρόνως σέ διαφορετικά ναυπηγεῖα.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΔΕΚΑΤΟ ΕΒΔΟΜΟ
ΣΥΓΧΡΟΝΟΙ ΤΥΠΟΙ ΕΜΠΟΡΙΚΩΝ ΠΛΟΙΩΝ

17.1 Γενικά.

Ἡ εξέλιξη τῶν μεταφορῶν σέ συνδυασμό μέ τήν πρόοδο τῆς ναυπηγικῆς καί τῶν ἐφαρμοσμένων ἐπιστημῶν γενικότερα μεταβάλλει συνεχῶς τοὺς τύπους τῶν ἐμπορικῶν πλοίων γιά νά ἐξυπηρετοῦν καλύτερα καί οἰκονομικότερα τό σκοπό, γιά τόν ὁποῖο κατασκευάστηκαν.

Μερικά χαρακτηριστικά παραδείγματα τῶν ἐξελίξεων εἶναι:

α) Ὁ περιορισμός τῶν ὑπερκεανίων καί γενικά τῶν τακτικῶν ἐπιβατικῶν γραμμῶν λόγω τοῦ συναγωνισμοῦ τῶν ἀερομεταφορῶν. Ἀντίθετα διατηροῦνται τά ἐπιβατηγά πλοῖα συνήθως μέ μορφή πορθμείων (Ferry Boats) γιά τήν ἐξυπηρέτηση συμπλεγμάτων Νησιῶν (π.χ. Νησιά Αἰγαίου) ἢ μικρῶν ἀποστάσεων (Μάγχη).

β) Ἡ χρησιμοποίηση πολυτελῶν ἐπιβατηγῶν πλοίων (κρουαζιερόπλοια) χωρητικότητας 500 - 1000 ἐπιβατῶν, μέ μορφή ἐκδρομικῶν τουριστικῶν πλοίων γιά ταξίδια ἀναψυχῆς (κρουαζιέρες) διάρκειας ὡς 15 ἡμερῶν, ἢ καί περισσότερο.

γ) Στήν προσπάθεια καλύτερης ἐκμεταλλεύσεως τοῦ πλοίου προέκυψε ἐπιτακτική ἡ ἀνάγκη τῆς αὐξήσεως τῆς ταχύτητας φορτοεκφορτώσεως, προκαλῶντας ἔτσι, ἐπαναστατική εξέλιξη τῶν συγχρόνων μέσων φορτοεκφορτώσεως, εἰσήγαγε δέ τά πλοῖα μεταφορᾶς ἐμπορευματοκιβωτίων (Container Ships) καί μεταφορᾶς τροχοφόρων ὀχημάτων Roll on - Roll off Ro - Ro ἢ καί τά πλοῖα μεταφορᾶς φορτηγίδων (Lash).

δ) Ἡ χρησιμοποίηση πλοίων γιά μεταφορά ὑγραερίων LNG (Liquified Natural Gas) καί LPG (Liquified Petroleum Gas).

Στόν πίνακα 17 φαίνονται ταξινομημένοι οἱ τύποι τῶν ἐμπορικῶν πλοίων πού χρησιμοποιοῦνται σήμερα. Ἀπό αὐτούς στίς ἐπόμενες παραγράφους περιγράφονται σύντομα οἱ ἐξῆς τύποι:

α) Ἐπιβατηγά (κρουαζιερόπλοια).

β) Πορθμεῖα (Ferry Boats).

γ) Μεταφορᾶς τροχοφόρων ὀχημάτων (Ro - Ro).

δ) Μεταφορᾶς Ἐμπορευματοκιβωτίων (Container Ships).

ε) Μεταφορᾶς σκόρπιου φορτίου (Bulk Carriers).

στ) Μεταφορᾶς μικτοῦ φορτίου.

ζ) Πετρελαιοφόρα (Tankers).

Τό μεγάλο κόστος τῶν πλοίων ὡς μονάδων καί ἡ διάρκεια τῆς ὠφέλιμης ζωῆς τῶν ἢ ὁποῖα εἶναι γύρω στά 20 χρόνια, συνθέτουν ἓνα σοβαρό πρόβλημα ἐπιλογῆς

γιά τόν πλοιοκτήτη - επιχειρηματία. Μερικοί από τούς παράγοντες οί όποιοί έπη-
ρεάζουν τήν έπιλογή αύτή μνημονεύονται παρακάτω:

- α) Εύελιξία στή χρησιμοποίηση [π.χ. πλοίο γενικού φορτίου καί σκόρπιου (χύ-
δη) φορτίου ταυτοχρόνως].
- β) Χαμηλό κόστος κατασκευής.
- γ) Όροι χρηματοδότησεως - πληρωμής γιά τήν άγορά ή κατασκευή.
- δ) Χαμηλό κόστος λειτουργίας καί συντηρήσεως.
- ε) Οικονομικό κόστος μεταφορής γιά τή συγκεκριμένη γραμμή ή περίπτωση.
- στ) Όριακές διαστάσεις, όπως π.χ. γιά τή διέλευση από τίς διώρυγες του Σουέζ
καί του Παναμά· π.χ. γιά τήν τελευταία οι όριακές διαστάσεις είναι:

Μήκος 305 m, πλάτος 31 m, βάθος 11,25 m.

Στά σχετικά μέ τήν κατασκευή του πλοίου δίνονται καί άλλα βασικά δεδομένα,
τά όποια πρέπει νά είναι γνωστά γιά τή σχεδίαση ενός πλοίου από τήν άρχή.

ΠΙΝΑΚΑΣ 17.1.
Θαλάσσιες μεταφορές
Τύποι πλοίων

Ποντοπόρα παρακτίων περιοχών	Περιορισμένων πλόων	Είδικών ύπηρεσιών
<ul style="list-style-type: none"> Έπιβατηγά Φορτηγά — Γεν. Φορτίου — Δεξαμενόπλοια — Σκόρπιου φορτίου — Μικτού φορτίου — Έμπορευματοκιβωτίων (Container Ships) — Μεταφορής όχημάτων (Ro - Ro) — Μεταφορής φορτηγίδων (Lash) — Έγγραφοποιημένων Έαερίων (LNG καί LPG) — Χημικών προϊόντων — Πλοία ψυγεία 	<ul style="list-style-type: none"> Πορθμεία Έπιβατηγά Φορτηγά — Πλοία μέ ύδροπτέρυγες (Hydrofoils) — Πλοία σέ στρώμα άέρα (Hovercrafts) 	<ul style="list-style-type: none"> — Τοποθετήσεως καλωδίων — Έκσκαφείς — Ρυμουλκά — Έλιευτικά — Παγοθραυστικά — Φαρόπλοια — Πλωτές έξέδρες άντλήσεως πετρελαίου — Βοηθητικά πλοία πλωτών έξεδρών άντλήσεως πετρελαίου

17.2 Έπιβατηγά (Κρουαζιερόπλοια).

Λόγω τής μεγάλης άναπτύξεως τών άεροπορικών συγκοινωνιών τά έπιβατηγά χρησιμοποιούνται σήμερα κυρίως ως πλοία ταξιδιών άναψυχής (κρουαζιέρες) σέ προγραμματισμένα ταξίδια κυρίως κατά τούς θερινούς μήνες. Δημοφιλείς περιοχές είναι Εύρώπη, Ρωσία, Μεσόγειος, Καραϊβική, Μεξικό, Καλλιφόρνια, Είρηνικός. Τά κρουαζιερόπλοια κατασκευάζονται σήμερα σέ μεσαίες σχετικά διαστάσεις έκμεταλλευσιμότητας. Συνήθως όμως είναι δυναμικότητας πάνω από 300 έπιβάτες περίπου, πού θεωρείται ένα κατώτατο όριο. Σέ αύτά δίνεται ιδιαίτερη προσοχή στή διαρρύθμιση τών έσωτερικών χώρων, όπως είναι φυσικό. Οί χώροι παραμονής τών έπιβατών είναι πάρα πολύ άνετοι καί πολυτελείς καί διαθέτουν έγκατάσταση κλιματισμού (σχ. 17.2).

Οι καμπίνες τών έπιβατών, συνήθως μέ δυό κρεβάτια, έχουν διαστάσεις άνετου βωματίου καί καθεμιά ιδιαίτερο χώρο ύγιεινής.

Γιά τήν ψυχαγωγία τών έπιβατών υπάρχουν άνετα έστιατόρια, αίθουσα παραμονής, κινηματογράφοι, κολυμβητήρια, αίθουσα χοροϋ καί τυχερών παιχνιδιών.

Στά καταστρώματα υπάρχουν μεγάλοι χώροι περιπάτου καί παραμονής τών έπιβατών. Τό κρουαζιερόπλοιο πού φαίνεται έχει σχεδιασθεί καί κατασκευασθεί στήν Έλλάδα καί άνήκει στήν έταιρία ΕΛΜΕΣ.

Όρισμένα από τά κύρια μεγέθη γιά τά συνηθισμένα κρουαζιερόπλοια δίνονται ένδεικτικά παρακάτω:

Μήκος	130 - 150 m
Έκτόπισμα	9000 - 15.000 τόννοι
Έπιβάτες	500 - 1000
Πλήρωμα	100 - 300
Ίσχύς μηχανών	15.000 - 20.000 kW
Ταχύτητα	20 - 22 κόμβοι

Ή μεγάλη ταχύτητα δέν θεωρείται σημαντικός παράγοντας έκμεταλλεύσεως τών κρουαζιεροπλοίων, δεδομένου ότι οι έπιβάτες δέν βιάζονται νά φθάσουν σέ ένα προορισμό, όπως στα έπιβατηγά πλοία, όποτε καί 20 κόμβοι θεωρείται ίκανοποιητική ταχύτητα.

17.3 Πορθμεία (Ferry Boats).

Τά πλοία αυτά προορίζονται γιά τή μεταφορά έπιβατών καί όχημάτων σέ μικρές σχετικά αποστάσεις (π.χ. Εϋρώπη - Άγγλία, Νησιά Αιγαίου - Πειραιάς κ.ο.κ.).

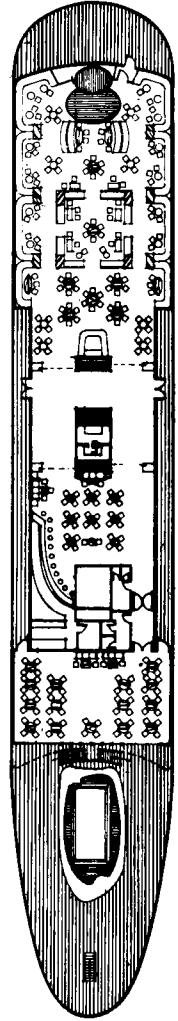
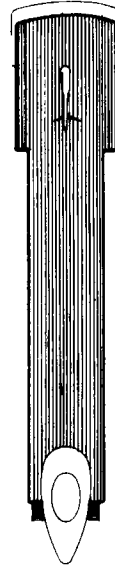
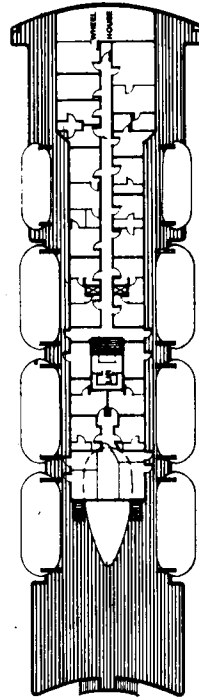
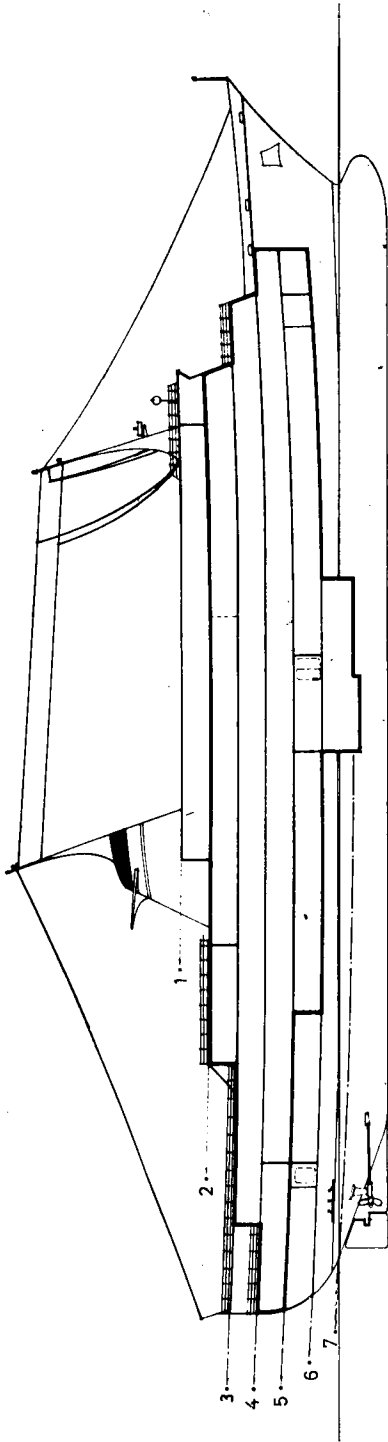
Στό σχήμα 17.3 φαίνεται ένα πλοίο του τύπου αυτού πού έχει σχεδιασθεί καί κατασκευασθεί στήν Έλλάδα.

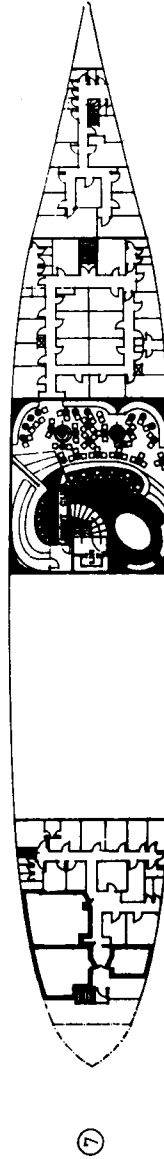
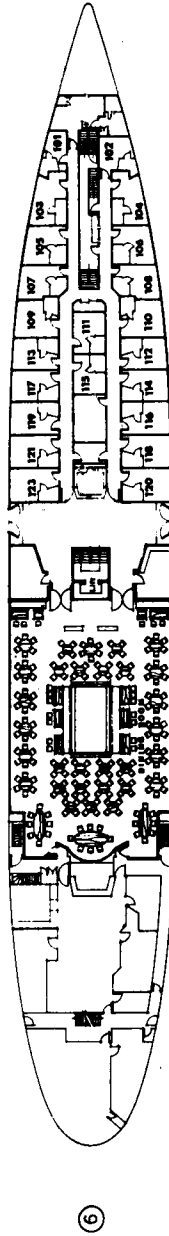
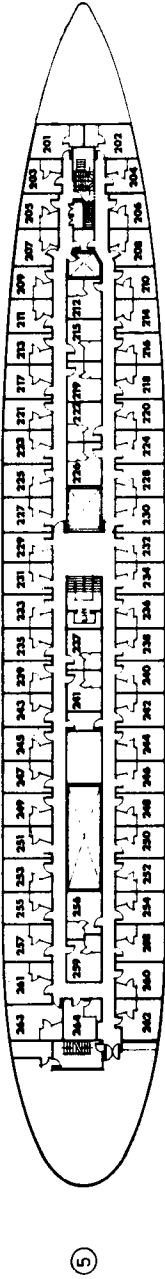
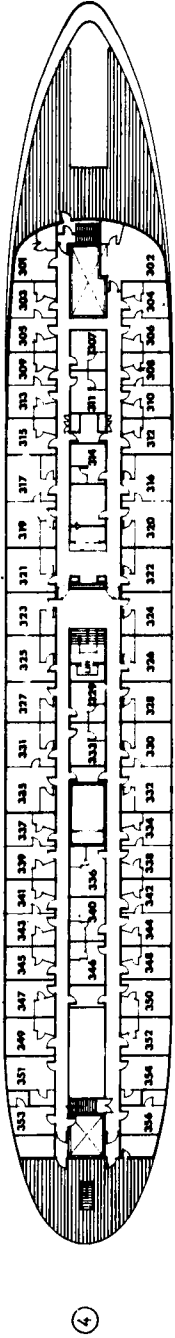
Στά πλοία αυτά διακρίνονται τά παρακάτω χαρακτηριστικά:

— Λίγο πάνω από τήν ίσαλο πλεύση υπάρχουν ένα ή δύο καταστρώματα γιά τήν τοποθέτηση τών όχημάτων, σχεδόν σέ όλο τό μήκος του πλοίου. Ή είσοδος καί ή έξοδος τών όχημάτων γίνεται μέ καταπέλτες - πόρτες στήν πρύμνη του σκάφους ή στις πλευρές ή καί σπανιότερα στήν πλώρη. Στήν τελευταία περίπτωση ή διάταξη προβλέπει τήν άνύψωση του πρωραίου τμήματος καί έσωτερικά αυτού καταπέλτη - θύρα. Οι χώροι έπιβατών είναι πάνω από τά καταστρώματα όχημάτων. Τό μηχανοστάσιο καί οι άλλοι βοηθητικοί χώροι (δεξαμενές κλπ.), βρίσκονται κάτω από τό κατάστρωμα όχημάτων. Έγκαθίσταται συνήθως πρωραία έλικά γιά τή μεγαλύτερη εύελιξία του σκάφους.

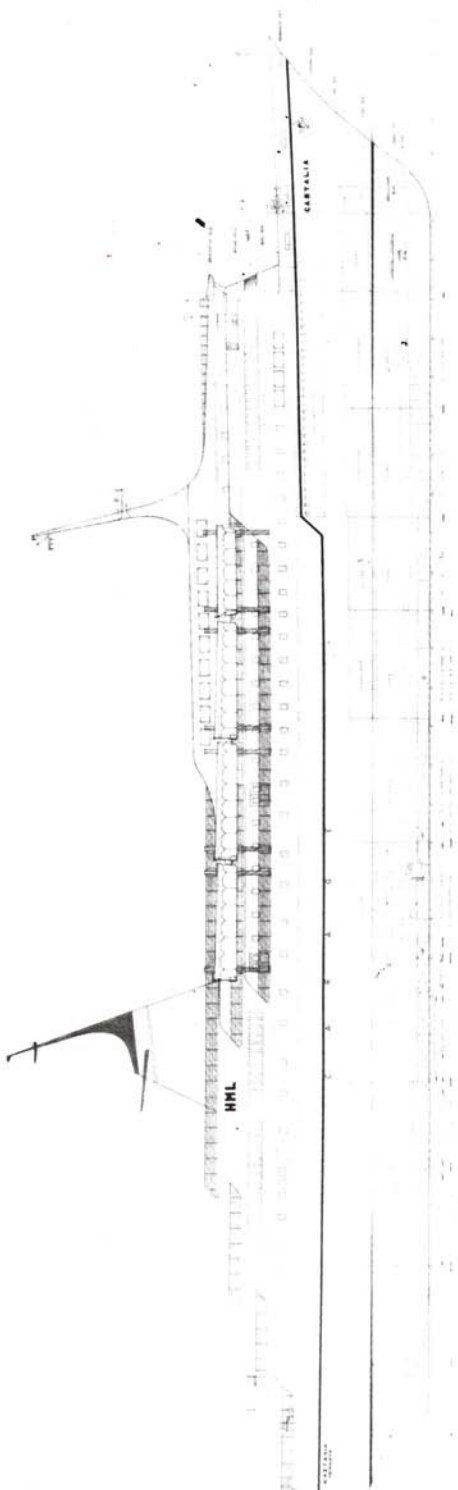
Τυπικές διαστάσεις γιά τά Πορθμεία είναι:

Μήκος	100 - 140 m
Έπιβάτες	600 - 1200
Αύτοκίνητα	150 - 400
Ίσχύς	8000 - 18.000 kW
Ταχύτητα	17 - 21 κόμβοι

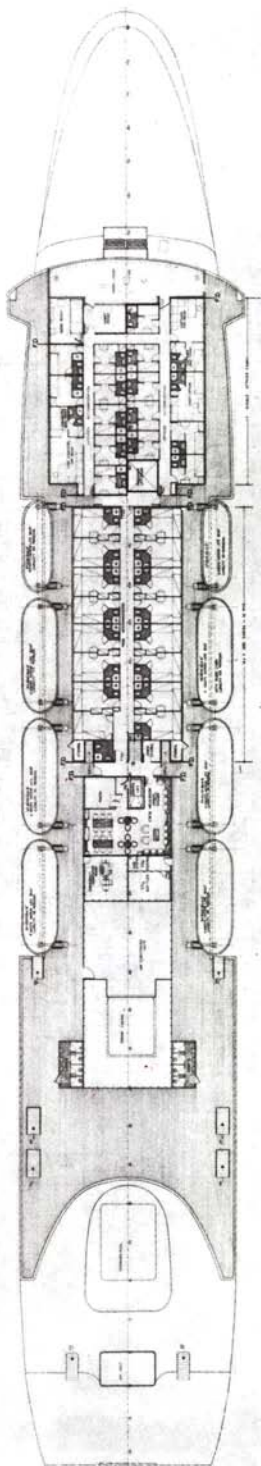




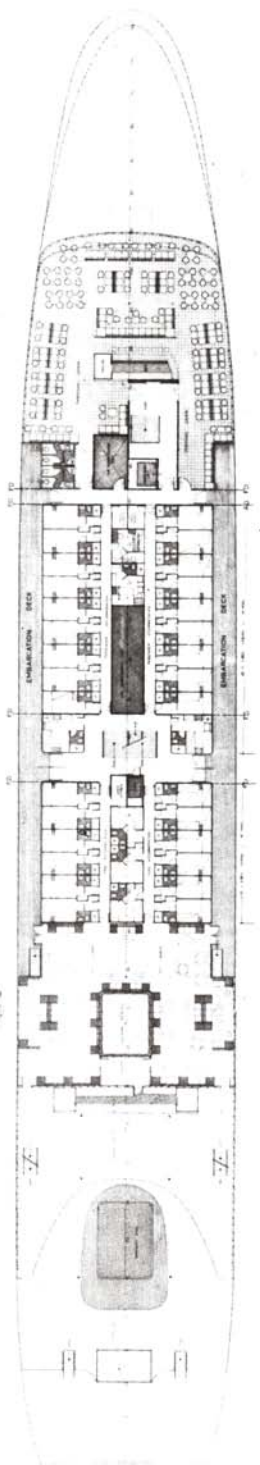
1) Κατάστρωμα γέφυρας, 2) Κατάστρωμα ήλιου.



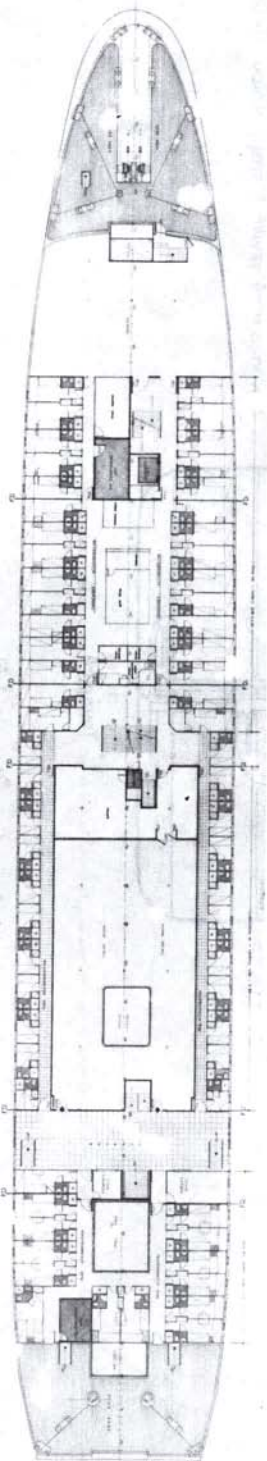
Πλάγια όψη.



Κατάστρωμα γέφυρας.



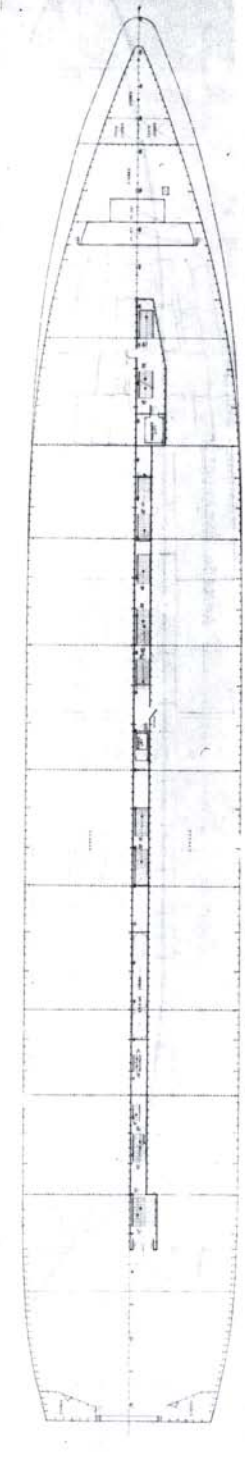
Κατάστρωμα λέμβων.



Κατάστρωμα περιπάτου.



Ενδιάμεσο κατάστρωμα.

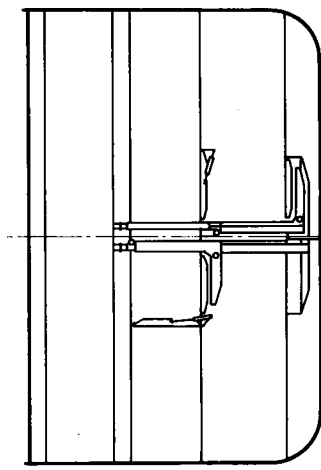
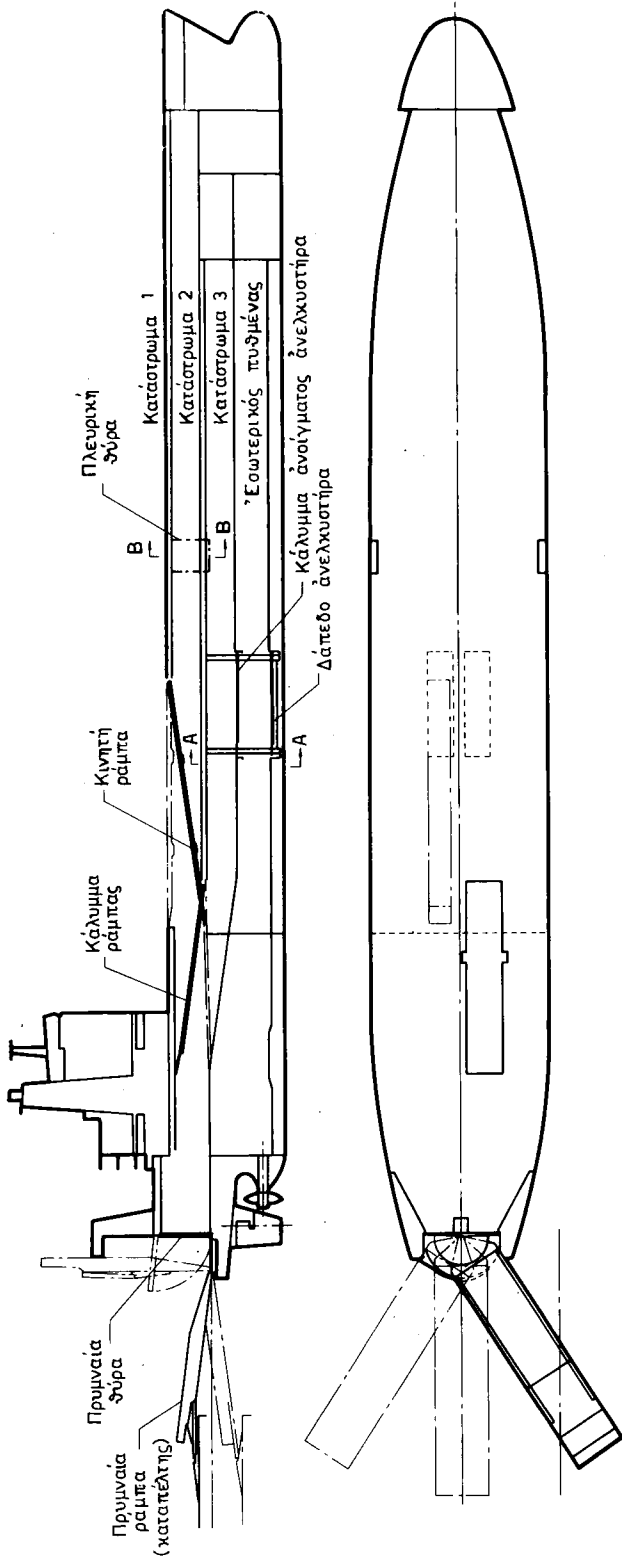


Κατάστρωμα όχημάτων.

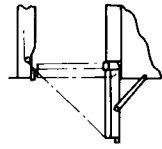


Πρώτο υπόστρωμα.

Σχ. 17.3. Γενική διάταξη πορθμείου (Ferry boat).



Τομή A-A



Τομή B-B

Σχ. 17.4α.

Για να συμπληρωθεί η γενική διάταξη πλοίου Ro-Ro.

Καί εδώ ή μεγάλη ταχύτητα δέν παίξει πρωτεύοντα ρόλο, δεδομένου ότι οι απόστασεις είναι σχετικά μικρές. Χαρακτηριστικό τών πορθμείων είναι ότι τό κατάστρωμα στεγανών φρακτών από τό όποιο μετριέται τό Υ.Ε. (ύψος έξάλων), είναι τό κατάστρωμα όχημάτων, δηλαδή βρίσκειται πολύ χαμηλότερα από τό άνωτερο κατάστρωμα· τό τμήμα τοῦ σκάφους μεταξύ τών δύο αὐτῶν καταστρωμάτων θεωρεῖται ως υπερκατασκευή. Ἐκτός από τά όχηματαγωγά αὐτά κατασκευάζονται επίσης πορθμεία ειδικά γιά τή μεταφορά όλοκλήρων άμαξοστοιχιῶν μέ τούς έπιβάτες τους ή φορτία. Ἡ βασική διαφορά μεταξύ τών δύο τύπων έντοπίζεται στους χώρους σταθμεύσεως.

17.4 Πλοία μεταφοράς τροχοφόρων όχημάτων (Roll on - Roll off: Ro-Ro).

Εἶναι πλοία πού μεταφέρουν μεγάλα φορτηγά όχήματα αλλά όχι έπιβάτες καί έπιβατικά αὐτοκίνητα. Λόγω τών απαιτήσεων ταχείας είσοδου καί έξόδου τών όχημάτων υπάρχουν στά πλοία αὐτά πολλές είσοδοι (βλέπε σχ. 17.4α, 17.4β).

Ἡ καταπέλτης στό κέντρο τῆς πρύμνης είναι μεγάλου πλάτους έπαρκούς γιά τήν ταυτόχρονη διακίνηση διπλῆς σειρᾶς όχημάτων. Πρόσφατα έχουν κατασκευασθεῖ πλοία μέ καταπέλτη υπό γωνία πρὸς τή μία πλευρά ως πρὸς τόν κατά μήκος άξονα.

Συχνά ή πλώρα διαμορφώνεται σάν είσοδος καί άνυψώνεται, ένῶ ύφίσταται καί διάταξη καταπέλτη.

Ἡ φόρτωση γίνεται σέ περισσότερα καθαστρώματα, ή δέ έπικοινωνία μεταξύ τών καταστρωμάτων πετυχαίνεται μέ κεκλιμένο επίπεδο (ράμπα).

Ἐπίσης γιά τή μείωση τών καθυστερήσεων στήν κίνηση τών όχημάτων χρησιμοποιούνται καί άνελκυστήρες ή κεκλιμένοι διάδρομοι μεταξύ τών καταστρωμάτων.

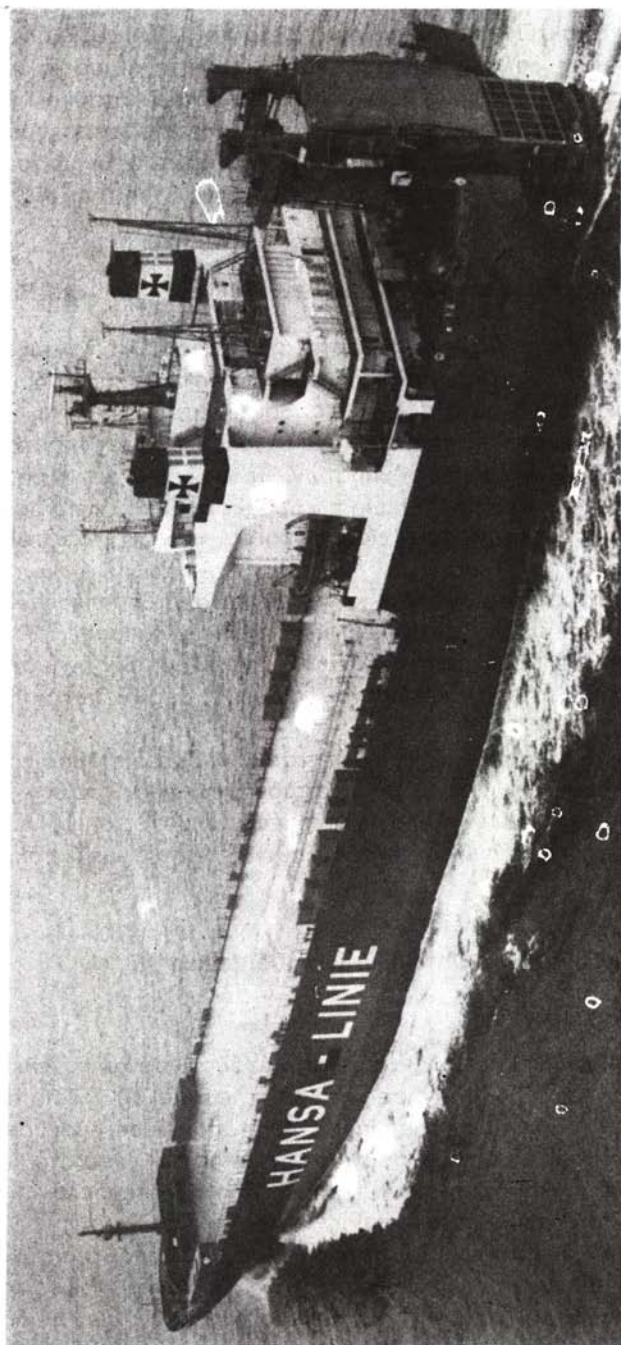
Τελευταία τά Ro-Ro κατασκευάζονται μέ έντατικό ρυθμό, γιατί βασικό πλεονέκτημα είναι ότι δέν απαιτοῦν λιμάνια μέ έγκαταστάσεις φορτώσεως - έκφορτώσεως. Ἐτσι, χρησιμοποιούνται έντατικά σέ όρισμένες περιοχές, όπως Μ. Ἐνατολή, Νιγηρία, όπου ο ρυθμός είσαγωγῶν έχει αύξηθεῖ τελευταία κατά πολύ.

17.5 Πλοία μεταφοράς έμπορευματοκιβωτίων (Container Ships).

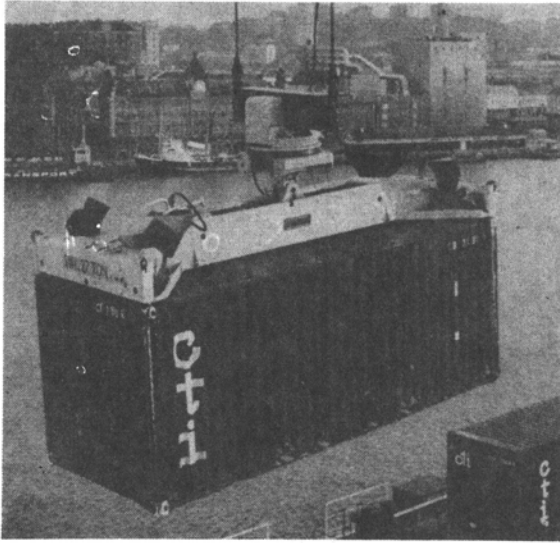
α) Τά έμπορευματοκιβώτια.

Ἡ ανάγκη γιά γρήγορη καί άσφαλή φόρτωση - έκφόρτωση καί ταχεία διά ξηρᾶς μεταφορά τών έμπορευμάτων, οδήγησε κατά τά τελευταία 20 χρόνια στήν ανάπτυξη τοῦ έμπορευματοκιβωτίου (Container). Αυτό αποτέλεσε επανάσταση στίς μεταφορές άφού τά έμπορεύματα μποροῦν νά μεταφέρονται μέσα στό κιβώτιο μέ άσφαλή τρόπο καί μέ όποιοδήποτε μέσο (Τραῖνο, Πλοίο ή Ἄεροπλάνο) χωρίς νά δημιουργεῖται ανάγκη άλλαγῆς συσκευασίας.

Λόγω τῆς τεράστιας άναπτύξεως τοῦ τρόπου αὐτοῦ, τά έμπορευματοκιβώτια έχουν **τυποποιηθεῖ σέ διαστάσεις**, γιά νά είναι δυνατή ή άλλαγή μεταφορικοῦ μέσου γιά τό έμπορευματοκιβώτιο. Ἐτσι, αὐτά κατασκευάζονται συνήθως σέ διαστάσεις διατομῆς τετραγωνικῆς 2435 mm x 2435 mm καί μήκους 6035 mm (20) καί 12.190 mm (40). Τά υλικά κατασκευῆς τοῦ σκελετοῦ - πλαισίου είναι κυρίως χάλυ-



Σχ. 17.4β. Φωτογραφία του πλοίου Ro-Ro του σχήματος 17.4α.



Σχ. 17.5α.

Φωτογραφία έμπορευματοκιβωτίου (Container).

λυβας κοινός ή αντίδιαβρωτικός, ή κράματα αλουμινίου. Για τά τοιχώματα χρησιμοποιούνται είδικά κατεργασμένες μοριοσανίδες καί πλαστικά ύλικά, ή ένας συνδυασμός τών παραπάνω.

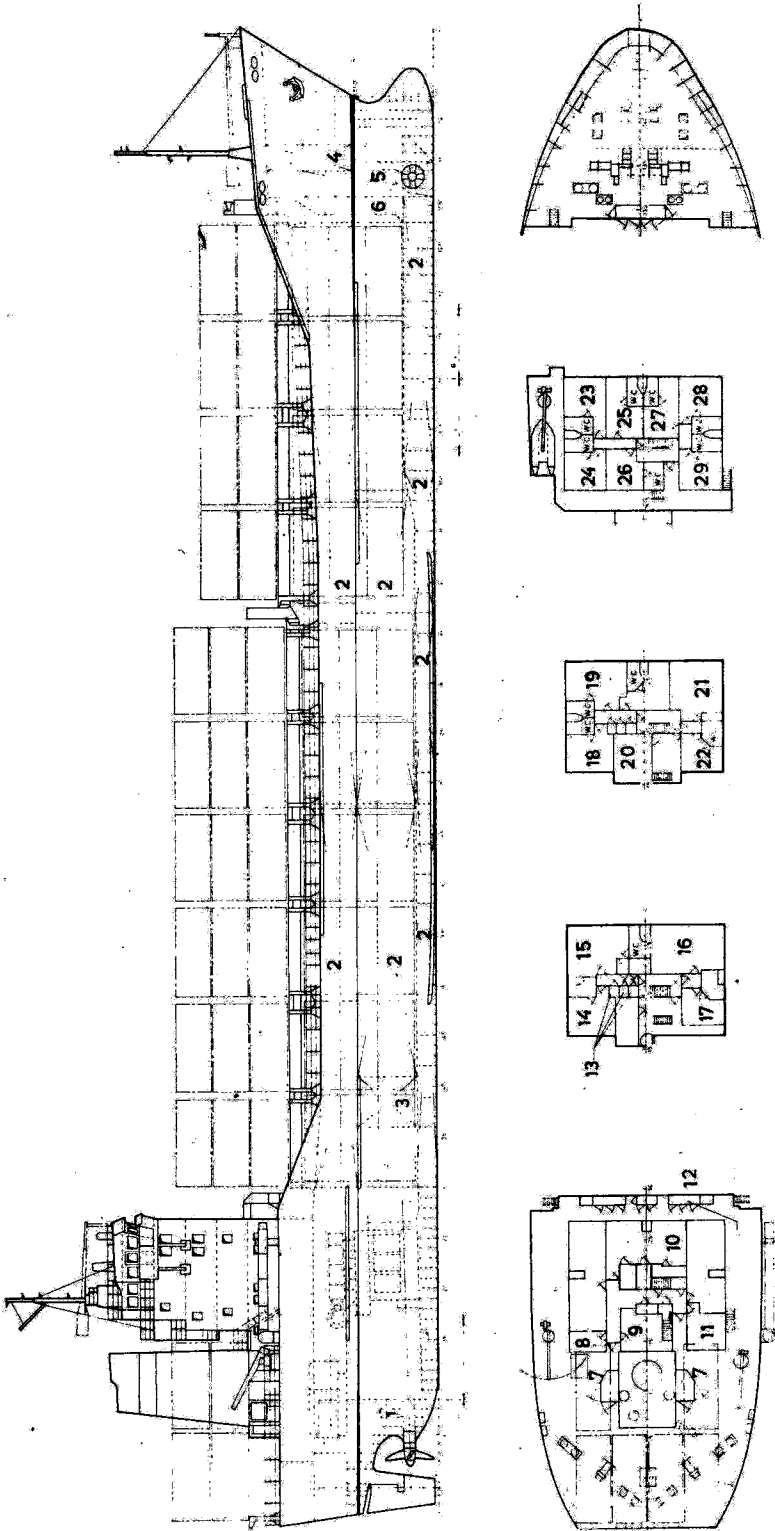
Εικόνα ενός έμπορευματοκιβωτίου δίνεται στό σχήμα 17.5α.

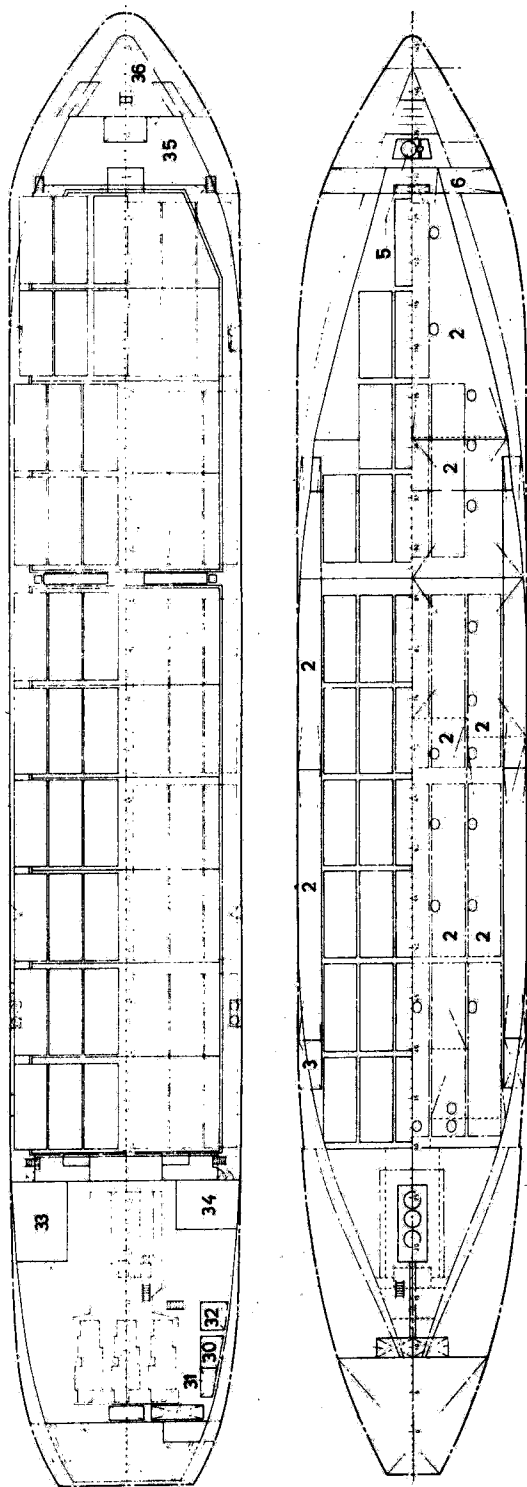
Ή άντοχή του είναι ιδιαίτερα αύξημένη γιατί ύφίσταται κατά τή φόρτωση, τό ταξίδι καί τίς έκφορτώσεις σημαντικές καταπονήσεις (στρέψη, κάμψη, θλίψη, διάβρωση από θαλάσσιο περιβάλλον, δυναμικές καταπονήσεις κατά τήν επίταχυνση ή επιβράδυνση του τραίνου καί τούς διατοιχισμούς καί προνευστασμούς του πλοίου).

β) Τά πλοία.

1) Τά πλοία μεταφοράς έμπορευματοκιβωτίων για νά άνταποκριθοϋν στή γρήγορη φόρτωση - έκφόρτωση καί άσφαλή μεταφορά τών έμπορευματοκιβωτίων έχουν μία είδική σχεδίαση καί κατασκευή. Έτσι, έχουν μεγάλα όρθογώνια ανοίγματα (σχ. 17.5β) τά όποια είναι προσαρμοσμένα στίς διαστάσεις τών έμπορευματοκιβωτίων. Τό πλάτος τών στομιών καταλαμβάνει σχεδόν τό 80% του πλάτους του πλοίου, τό δέ έλεύθερο πλάτος καί τό μήκος τών κυτών είναι πολλαπλάσια τών αντίστοιχων διαστάσεων τών έμπορευματοκιβωτίων, καί αυτό για τήν καλύτερη έκμετάλλευση του χώρου.

2) Τά κύτη τών πλοίων αυτών είναι έφοδιασμένα μέ χαλύβδινους όδηγούς διατομής Γ (γωνιακής), έτσι ώστε τά Containers νά στοιβάζονται τό ένα επάνω στό άλλο σε καθορισμένη θέση. Άντίστοιχα στό δάπεδο του κύτους υπάρχουν είδικά

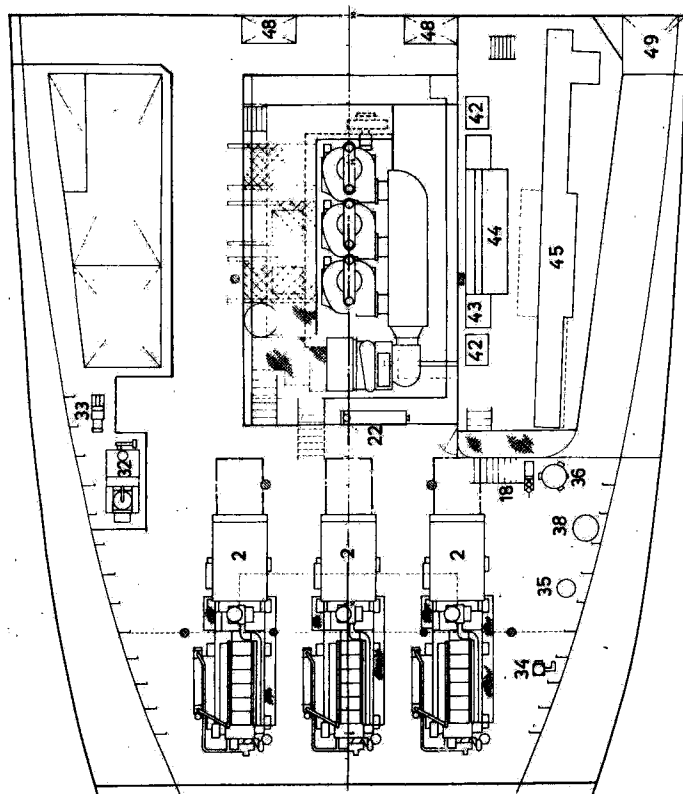
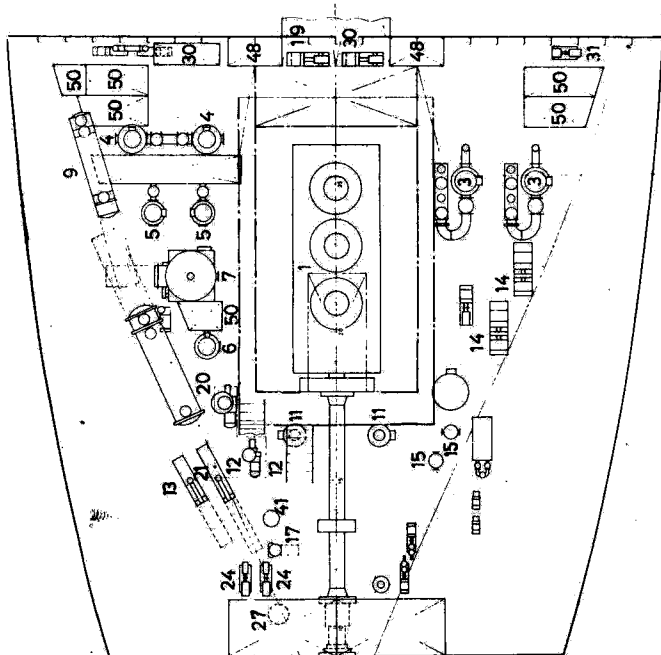


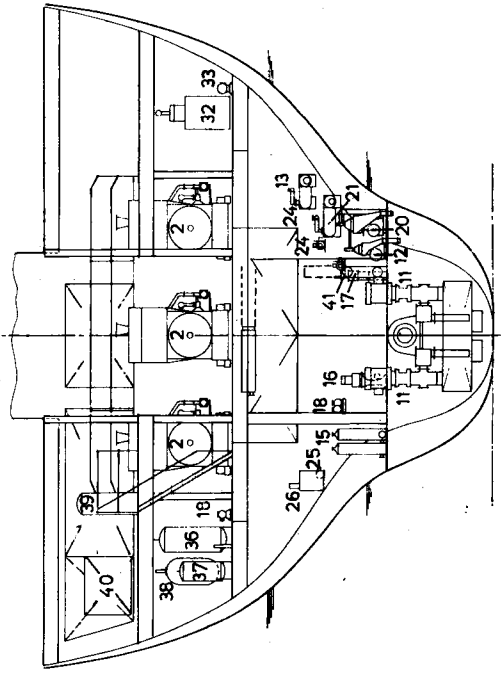


Σχ. 17.58.

Α) Γενική διάταξη πλοίου Container.

- 1) Πρυμναία δεξαμενή ζυγοσταθμήςσεως. 2) Πλευρικές δεξαμενές γιά θαλάσσερμα. 3) Δεξαμενή ποσμήου. 4) Φρεάτιο άλυσιών (στρίτσιο). 5) Χώρος πρωραίας έλικας χειρισμών. 6) Δεξαμενή κύτους. 7) Χώροι άνεμιστήρων. 8) Έοπιστόριο. 9) Κλιματισμός. 10) Μαγειρέα. 11) Πλυτήριο. 12) Άγωγοί έξαρτισμού. 13) Ντουλάπα. 14, 15) Ένδιατήρματα άξωμιστικών. 16, 17) Διαμέρματα άξωμιστικών. 18, 19) Ένδιατήρματα άξωμιστικών μηχανής. 20) Διαμερίσματα γεννήτριας άνάγκης. 21, 22) Διαμέρματα πώπου μηχανικού. 23, 24, 25, 26, 27, 28, 29) Καμπίνες πληρώματος. 30) Δεξαμενή έλαίου λιπάνσεως κυλίνδρων. 31) Βοηθητική δεξαμενή έλαίου λιπάνσεως. 32) Δεξαμενή τροφοδοσίας λεβήτων. 33) Συνεργείο. 34) Διαμέρματα CO₂. 35) Πρωραίο μηχανιστήριο. 36) Άποθήκη ναυκλήρου.

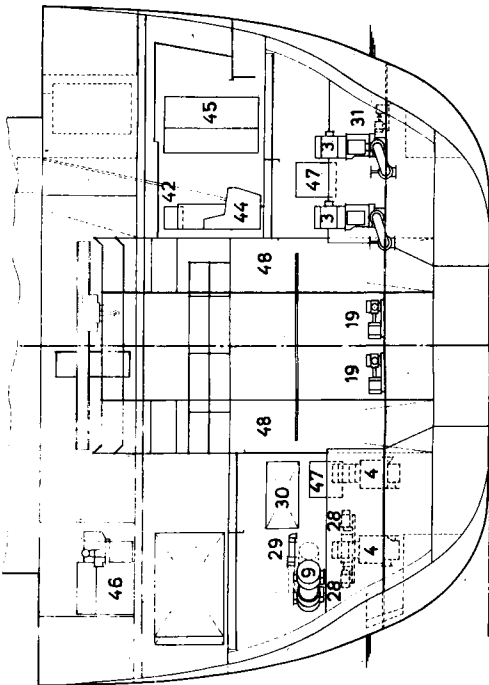




Σχ. 17.5β.

Β) Διάταξη μηχανοστασίου.

- 1) Κύρια μηχανή. 2) Βοηθητικές μηχανές. 3) Άντλίες πυρκαϊάς - γενικής χρήσεως. 4) Άντλία κυκλοφορίας θάλασσας κύριας μηχανής. 5) Άντλία ψύξεως έμβόλων και χιτωνίων. 6) Άντλία θάλασσας άποστακτήρα. 7) Άποστακτήρας. 8) Έγχυτράς άποστακτήρα. 9) Ψυγείο νερού έμβόλων και χιτωνίων. 10) Ψυγείο έλαιου λιπάνσεως. 11) Άντλίες έλαιου λιπάνσεως. 12) Έλαιοκαθαριστήρας. 13) Προθερμαντήρας έλαιοκαθαριστήρα. 14) Άεροσυμπιεστής. 15) Άποχωριστής νερού - λαδιού. 16) Άντλία άκαθάρτων κυτών. 17) Άντλία καταλόπων. 18) Άντλία πιστικού συγκροτήματος νερού. 19) Άντλίες μεταγίνσεως καυσίμου. 20) Καθαριστήρας καυσίμων. 21) Προθερμαντήρας καθαριστήρας καυσίμων. 22) Προβερμαντήρας καυσίμου. 23) Άντλία μεταγίνσεως Diesel. 24) Άντλία ύψηλής πιέσεως καυσίμου. 25) Άντλίες τροφοδοσίας λεβήτων. 26) Δεξαμενή παρακολουθήσεως λεβήτων. 27) Δεξαμενή καθαρού λιπαντέλαιου. 28) Άντλία ψύξεως καυστήρων. 29) Ψυγείο νερού ψύξεως καυστήρων. 30) Δεξαμενή νερού ψύξεως καυστήρων. 31) Άντλία κυκλοφορίας θάλασσας έγκαταστάσεως κλιματισμού. 32) Άναμικτής. 33) Άντλία άναμικτη. 34) Ψυγείο ύγρων. 35) Άντλία πιστικού συστήματος νερού οικιακής χρήσεως. 36) Πιστικό δοχείο νερού οικιακής χρήσεως. 37) Δοχείο πιέσεως καυσίμου. 38) Βοηθ. άεροφίλη έκκινήσεως. 39) Θερμαντήρας. 40) Μετασχηματιστής. 41) Φίλτρου λιπαντέλαια. 42) Κοσάλλα χειρισμών. 43) Πίνακας διανομής. 44) Τράπεζα δοκιμών. 45) Πίνακας ένδειξεως στάθμης θάλασσας. 46) Άγωγός έξαιρετισμού. 47) Άγωγός σωληνώσεων. 48) Κιβώτιο εισαγωγής θάλασσας.



έξαρτήματα, στα όποια εφαρμόζουν αντίστοιχες ύποδοχές τών Containers.

Πάνω στο κατάστρωμα καί στα καλύμματα τών κυτῶν ὑπάρχει ἐπίσης κατάλληλος ἐξοπλισμός γιά τήν ἀσφαλή αἶχμαση (δέσιμο καί ἀσφάλιση κατά μετακινήσεων) τών ε/κ, πού στοιβάζονται καθ' ὕψος σέ δύο ἢ τρεῖς σειρές. Λόγω τών μεγάλων στομίων τών κυτῶν, τό κατάστρωμα εἶναι πολύ περιορισμένο καί δέν συμβάλλει σημαντικά στήν ἀντοχή τοῦ σκάφους. Γι' αὐτό ἀπαιτεῖται ἐνίσχυση τοῦ πυθμένα καί τοῦ ἐσωτερικοῦ πυθμένα (διπύθμενα), καθώς καί τών πλευρῶν τοῦ ἴδιου, τοῦ πολύ περιορισμένου σέ εὔρος, καταστρώματος.

Τά πλοῖα τοῦ τύπου αὐτοῦ σχεδιάζονται μέ μεγαλύτερες ἀπό τίς συνηθισμένες σέ ἐμπορικά πλοῖα ταχύτητες (μέχρι 30 κόμβους), γιατί τό ἐπιβάλλουν οἱ ἀντίστοιχες οἰκονομικές μελέτες σέ συνδυασμό μέ τή φύση τοῦ διακινούμενου ἐμπορεύματος («ἀπό θύρας εἰς θύραν» Door To Door). Ἡ μεγάλη ταχύτητα σέ συνδυασμό μέ τήν ὑψηλή τεχνολογική στάθμη κάνει τό κόστος τών πλοίων αὐτῶν πολύ ψηλό.

Πολλές φορές ἀπαιτεῖται ἡ μεταφορά **κιβωτίων ψυγείων**. Τά ἀντίστοιχα πλοῖα ἔχουν στά κύτη τους κατάλληλους ρευματοδότες γιά τήν παροχή τοῦ ρεύματος πού ἀπαιτεῖται.

Ἀπό τά παραπάνω συνάγεται ὅτι τά πλοῖα ἐμπορευματοκιβωτίων, ἀπλῶν ἢ ψυγείων, εἶναι τεχνολογικά ψηλῆς στάθμης, ἀφοῦ ἀπαιτεῖται προσεκτική σχεδίαση (γιά ἐκμετάλλευση χώρου καί ἀντοχή) καί ἀκριβέστατη κατασκευή (κυρίως τών κυτῶν) γιά νά τηροῦνται οἱ διαστάσεις πού καθορίζονται ἀπό τά τυποποιημένα ἐμπορευματοκιβώτια.

Συνηθισμένα χαρακτηριστικά τέτοιων πλοίων εἶναι:

Μήκος	200 m
Ἐκτόπισμα	30.000 τόννοι
Πλήρωμα	30
Ἰσχύς	20.000 kW
Ταχύτητα	27 - 28 κόμβοι

- Κιβώτια: 1) Μέσα στά κύτη 200 τῶν 6,1 m καί 200 τῶν 12,2 m (6 σειρές).
2) Σέ κατάστρωμα 500 τῶν 6,1 m ἢ 250 τῶν 12,2 m (3 σειρές).

17.6 Πλοῖα μεταφορᾶς σκόρπιου φορτίου (Bulk Carriers).

Ὅπως καί τά Containers Ships, τά πλοῖα μεταφορᾶς σκόρπιου φορτίου εἶναι δημιούργημα τών τελευταίων 20 ἐτῶν καί εἶναι ἀποτέλεσμα τῆς ἀνάγκης μεταφορᾶς μεγάλων ποσοτήτων σκόρπιου φορτίου μέ χαμηλό-κόστος. Τά μεταφερόμενα φορτία εἶναι συνήθως:

- 1) Ἄνθρακας,
- 2) Μεταλλεύματα,
- 3) Σιτηρά,
- 4) Ξυλεία,
- 5) Ζάχαρη,
- 6) Φωσφάτον.

Πλεονεκτοῦν ἐναντί τῶν πλοίων γενικοῦ φορτίου, τά ὁποῖα ἔχουν συνήθως δύο καταστρώματα, στήν ἀπλούστερη στοιβασία τοῦ σκόρπιου φορτίου, χωρίς νά χρειάζονται πρόσθετα διαχωριστικά διαφράγματα, τροφοδοτικά στόμια κλπ., (βλέπε ΠΑΖΕΘ - Μεταφορά Σιτηρῶν).

Τό Bulk Carrier μπορεί να περιγραφεί σύντομα ως πλοϊον ενός καταστρώματος, ικανό να μεταφέρει ασφαλώς και οικονομικά διάφορα είδη σκόρπιου φορτίου ξηροῦ. Ὁ βαθμός στοιβασίας γιὰ τέτοιου είδους φορτία εἶναι ἀπὸ 0,4 ὡς 1,5 m³ ἀνά τόννο.

Ἐπάρχουν δύο εἰδῶν πλοῖα μεταφορᾶς σκόρπιου φορτίου:

- 1) Πλοῖα μεταφορᾶς ξηροῦ σκόρπιου φορτίου.
- 2) Πλοῖα μεταφορᾶς μόνο μεταλλευμάτων.

Ἀπὸ τὰ παραπάνω φαίνεται ἡ δυνατότητα τῶν πλοίων αὐτῶν νὰ ἀντικαταστήσουν τὰ πλοῖα γενικοῦ φορτίου, σὲ συνδυασμὸ καὶ μὲ τὰ Containers. Αὐτὸ γίνεται βαθμιαία. Οἱ δυνατότητες τῶν δυὸ παραπάνω τύπων εἶναι σὲ γενικὲς γραμμὲς οἱ ἑξῆς:

1) Πλοῖα μεταφορᾶς ξηροῦ σκόρπιου φορτίου μὲ δυνατότητα μεταφορᾶς ὡς 100.000 Dwt.

2) Πλοῖα μεταφορᾶς μεταλλεύματος μὲ ἀντίστοιχες δυνατότητες.

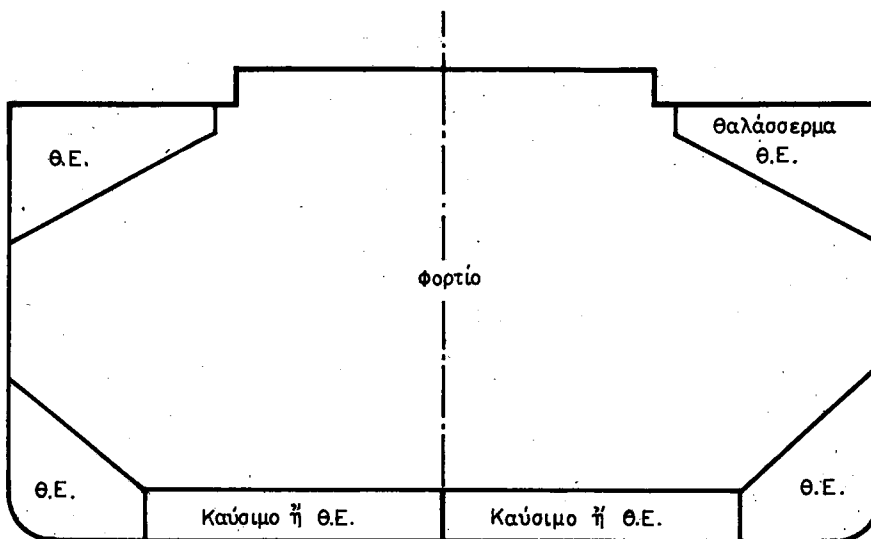
Ταχύτητα ὄλων τῶν τύπων: 15 - 16 κόμβοι.

Παρακάτω δίνεται σύντομη περιγραφή τῶν δύο τύπων τῶν Bulk Carriers.

α) Γενικοῦ σκόρπιου φορτίου.

Σκοπὸς ἡ μεταφορὰ ὁποιοῦδήποτε ξηροῦ φορτίου (σχ. 17.6α).

Κύριο χαρακτηριστικὸ τους εἶναι τὰ μεγάλα ἀνοίγματα τῶν κυτῶν, γιὰ τὴ γρήγορη ἐκφόρτωσή τους μὲ ἀρπάγες (βλέπε σχ. 17.6γ). Βασικὰ προορίζονται γιὰ σκόρπιο φορτίο μικροῦ σχετικὰ βάρους (Ἄνθρακας, σιτηρὰ ἢ ζάχαρη).



Σχ. 17.6α.

Μέση τομή πλοίου μεταφορᾶς γενικοῦ σκόρπιου φορτίου.

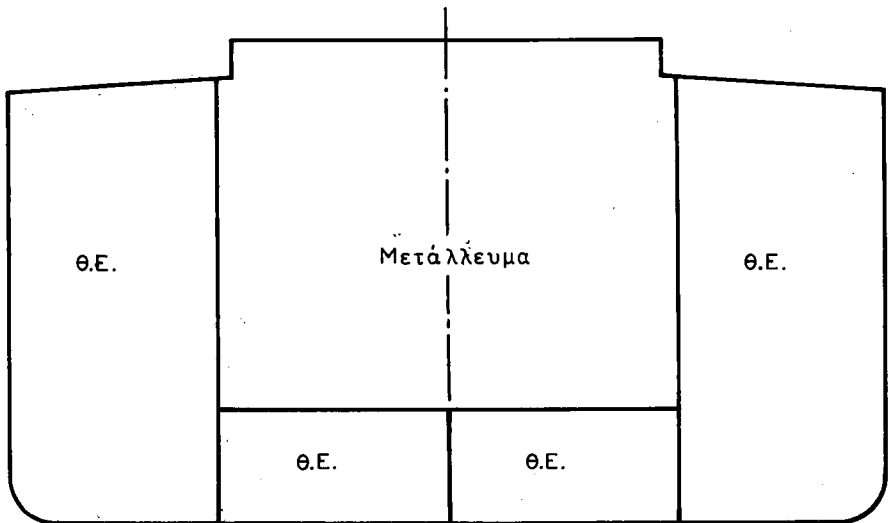
β) Μεταλλευμάτων.

Σκοπός ή μεταφορά μεταλλευμάτων μεγάλου ειδικού βάρους (π.χ. σιδηρομεταλλεύματος) (σχ. 17.6β).

Τά διπύθμενα άποσκοπούν:

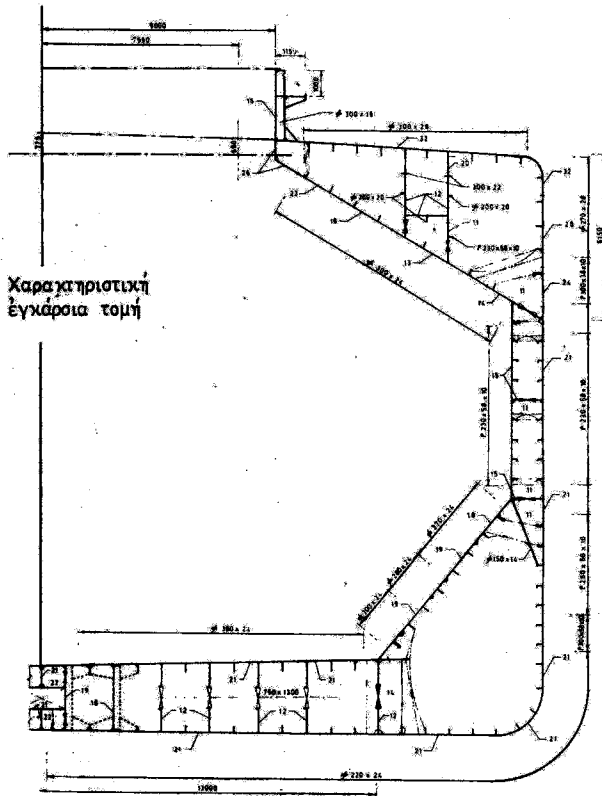
- 1) Στην αύξηση τής άντοχής του πυθμένα.
- 2) Στην άνύψωση τής θέσεως του Κ.Β., τό όποιο τείνει νά κατέλθει λόγω μεγάλου ειδικού βάρους του μεταλλεύματος.

Άκριβώς λόγω του μεγάλου βάρους του μεταλλεύματος ό χώρος φορτίου είναι σχετικά μικρός καί γι' αυτό είναι άντιοικονομική ή μεταφορά μέ τέτοια πλοία άλλων ξηρών φορτίων, έλαφροτέρων καί σέ αυτά τά πλοία κατασκευάζονται μεγάλα άνοιγματα κυτών.

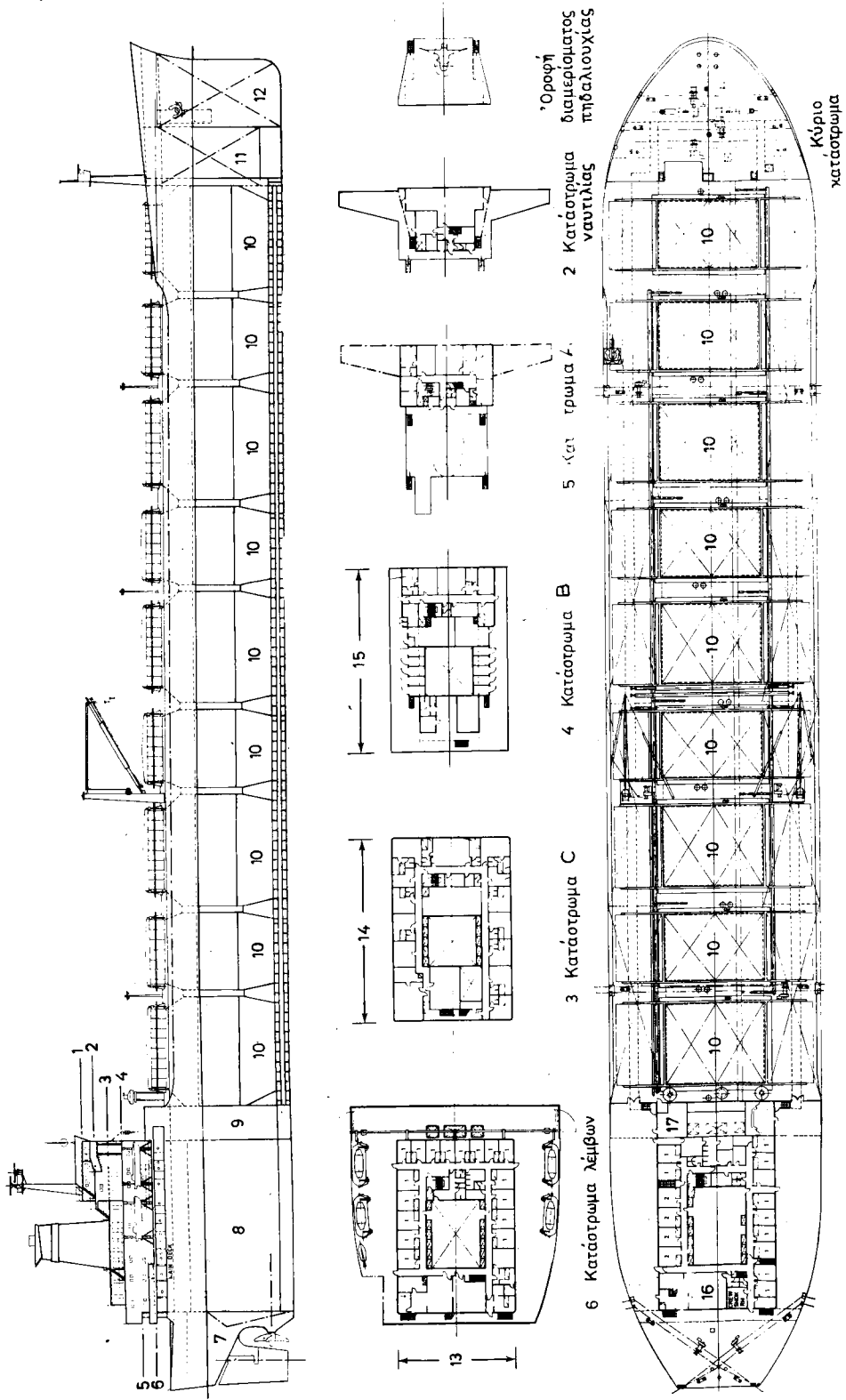


Σχ. 17.6β.

Μέση τομή πλοίου μεταφοράς άποκλειστικώς μεταλλεύματος.



Σχ. 17.6γ(α)



1 Όροφή
διαμερίσματα
πρωαλιούχιας

2 Κατάστρωμα
ναυτιλίας

3 Κατάστρωμα Β

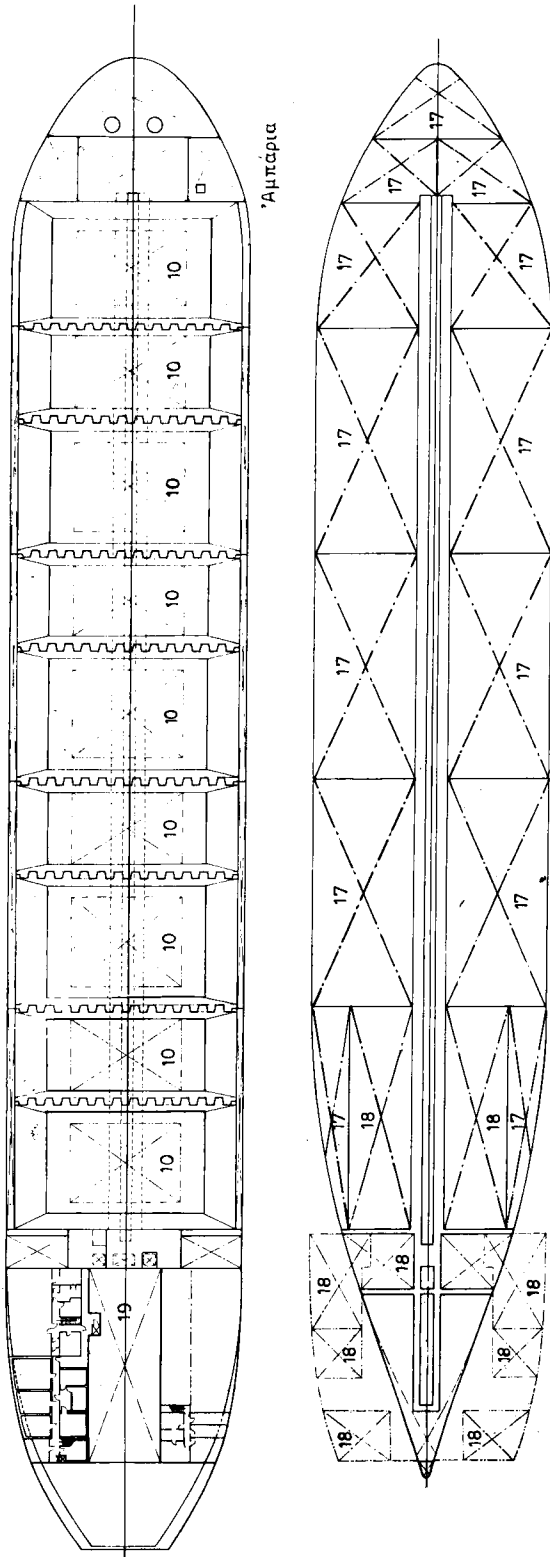
4 Κατάστρωμα Α

5 Κατάστρωμα Γ

6 Κατάστρωμα
λεμβών

Κύριο
κατάστρωμα

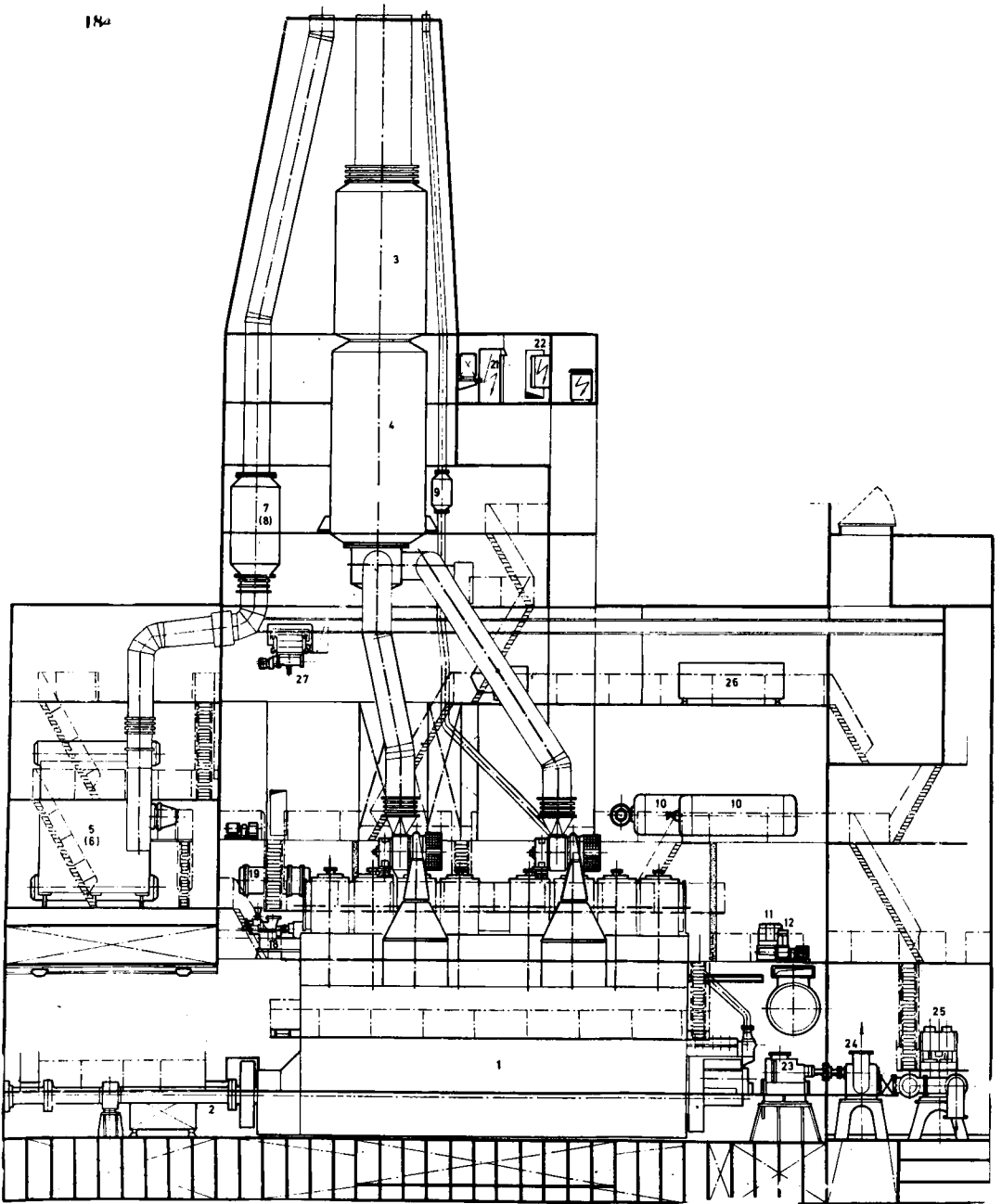
Σχ. 17.6γ(β).



Γενική διάταξη πλοίου σκόρπιου φορτίου 105.000 τόννων (dead weight)

Σχ. 17.6γ(γ).

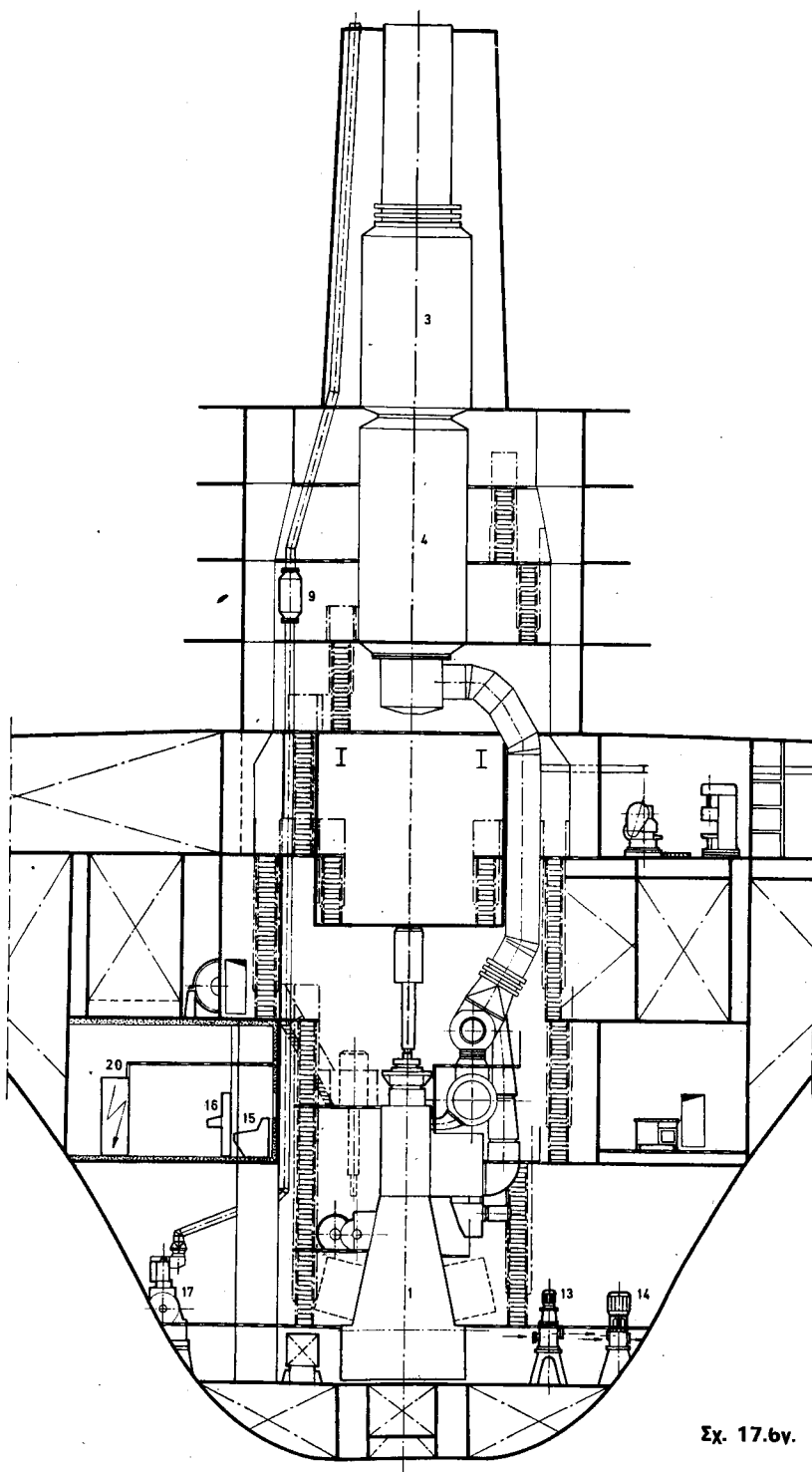
- 1) Διαμέρισμα ηθάλουχίας, 2) Κατάστρωμα Ναυτίλιας, 3) Κατάστρωμα C, 4) Κατάστρωμα Β, 5) Κατάστρωμα Α, 6) Κατάστρωμα λέμβων, 7) Πρυμναία δεξιμένη θαλασσέρματος, 8) Χώρος μηχανών, 9) Αντλιοστάσιο, 10) Άμπάρια - Δεξιμένης, 11) Δεξιμένη φορτίου, 12) Πρωραία δεξιμένη θαλασσέρματος, 13) Ένδιαίτηματα πληρώματος, 14) Ένδιαίτηματα αξιωματικών, 15) Ένδιαίτηματα αξιωματικών μηχανικών, 16) Μπαρμπετό, 17) Δεξιμένης θαλασσέρματος, 18) Δεξιμένης καυσίμου, 19) Αεραγωγός μηχανοστασίου, Γενική διάταξη πλοίου σκόρπιου φορτίου 105.000 τόννων (dead weight), Χα-ρακτηριστική έγκορσα τομή.



Σχ. 17.6γ(β).

Υπόμνημα μηχανοστασίου.

- 1) Κύρια μηχανή. 2) Έλικοφόρος άξονας. 3) Σπινθηροσυλλέκτης κύριας μηχανής. 4) Λέβητας καυσαερίων. 5) Λέβητας. 6) Λέβητας. 7) Σπινθηροσυλλέκτης λέβητα. 8) Σπινθηροσυλλέκτης λέβητα. 9) Σιγαστήρας μηχανής Diesel. 10) Αεροφυλάκιο άερα έκκινήσεως κύριας μηχανής. 11) Αεροσυμπιεστής έκκινήσεως κύριας μηχανής. 12) Βοηθητικό αεροφυλάκιο πεπιεσμένου άερα. 13) Άντλία λιπαντελαίου κυριας μηχανής. 14) Άντλία ψύξεως έμβόλων κύριας μηχανής. 15) Πίνακας χειρισμού κύριας μηχανής. 16) Πίνακας χειρισμού βοηθητικών μηχανημάτων καί κυριας μηχανής. 17) Δηζελομηχανή. 18) Στροβιλογεννήτρια. 19) Ψυνείο στροβιλογεννήτριας. 20) Κύριος πίνακας διανομής. 21) Πίνακας διανομής ανάγκης. 22) Πίνακας διανομής λιμανιού. 23, 24) Στροβιλοαντλία φορτίου. 25) Άντλια. 23) Μηχανήματα κλιματισμού. 27) Γεραναφέρα.



Εχ. 17.βγ.

17.7 Πλοία Μεταφοράς Μεικτού Φορτίου.

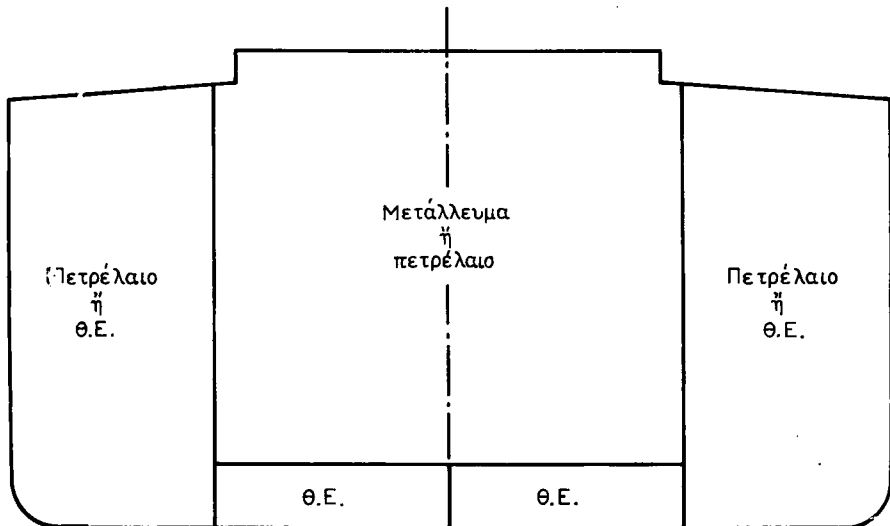
Τά πλοία αυτά έχουν τίς παρακάτω δυνατότητες:

- 1) Μεταφορά Πετρελαίου - Μεταλλεύματος (ώς και πάνω από 280.000 Dwt).
- 2) Μεταφορά Μεταλλεύματος - Ξηροῦ Φορτίου - Πετρελαίου (ORE BULK - OIL: OBO) (ἀπό 80 ὡς 160.000 Dwt).

1) Μεταλλευμάτων ἢ Πετρελαίου.

Σκοπός: Ἡ μεταφορά τῶν 2 φορτίων **ὄχι ταυτόχρονα** γιά λόγους ἀσφάλειας ἀλλά **στίς ἴδιες δεξαμενές** (σχ. 17.7α).

2) Μεταλλευμάτων - Ξηροῦ Σκόρπιου Φορτίου - Πετρελαίου (ORE BULK - OIL: OBO).



Σχ. 17.7α.

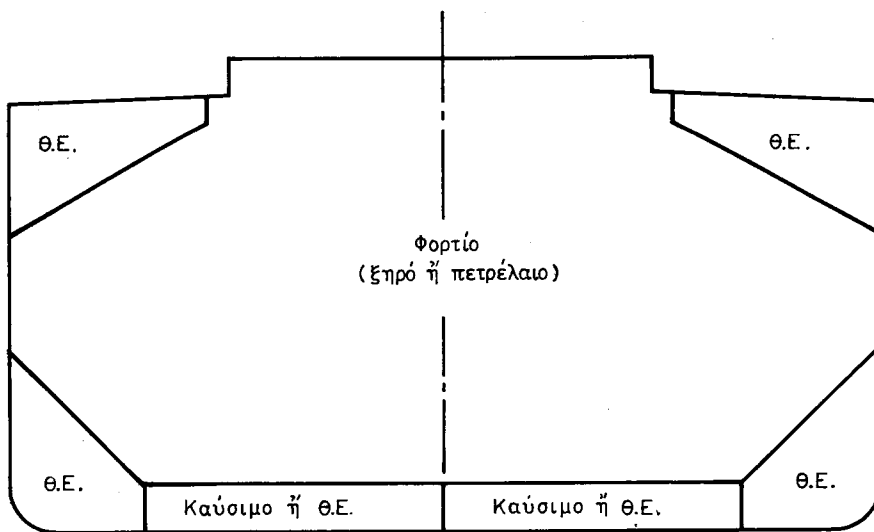
Μέση τομή πλοίου μεταφοράς μεταλλεύματος ἢ πετρελαίου.

Σκοπός εἶναι, γιά λόγους μεγαλύτερης εὐελιξίας στίς ναυλώσεις, ἡ μεταφορά στά ἴδια κύτη (ἀλλά ὄχι βέβαια ταυτόχρονα) τῶν παραπάνω 3 εἰδῶν φορτίου.

Κύριο χαρακτηριστικό τῶν OBO εἶναι ἡ ἐπαρκής ἀντοχή τους σέ αὐξημένες καταπονήσεις λόγω τῆς φύσεως τῶν μεταφερομένων φορτίων. Γί' αὐτό τό σκοπό τά τοιχώματα τῶν κυτῶν - δεξαμενῶν κατασκευάζονται σέ μεγάλα OBO, διπλά (σχ. 17.7β).

Στό σχῆμα 17.6γ δίνεται ἡ γενική διάταξη ἑνός τυπικοῦ Bulk Carrier μεταφοράς ξηροῦ φορτίου, τά βασικά του μεγέθη καθώς καί ἡ ὀνοματολογία τῶν σημαντικότερων μερῶν του.

Τέλος θά πρέπει νά τονισθεῖ ὅτι ἀνάλογα μέ τά λιμάνια ἐκφορτώσεως πού πρόκειται νά προσεγγίζει τό Bulk Carrier, αὐτό φέρει ἢ ὄχι γερανοῦς ἐκφορτώσεως. Ἄν ὑπάρχουν συστήματα γρήγορης ἐκφορτώσεως σκόρπιου φορτίου στό λιμάνι ὁ Γερανοί εἶναι περιττοί.



Σχ. 17.7β.
Μέση τομή πλοίου Ο.Β.Ο.

17.8 Πετρελαιοφόρα (Tankers) ή Δεξαμενόπλοια.

Τά πλοία μεταφοράς πετρελαίου έχουν εξελιχθεί τά τελευταία χρόνια σέ γιγαντιαία πλωτά κατασκευάσματα (ώς καί πάνω από 500.000 τόννους), καί αυτό γιά νά Ικανοποιηθεί ή τεράστια ζήτηση πετρελαίου διεθνώς μέ χαμηλό κόστος μεταφοράς, γιατί, όπως είναι γνωστό, όσον μεγαλύτερης χωρητικότητας είναι τό μεταφορικό μέσο τόσο χαμηλότερο είναι τό **κόστος μεταφοράς ανά τόννο καί ναυτικό μίλι.**

Τά πετρελαιοφόρα αποτελούν σήμερα πάνω από τό 50% τοῦ συνόλου τῶν ἐμπορικών πλοίων παγκοσμίως σέ Deadweight.

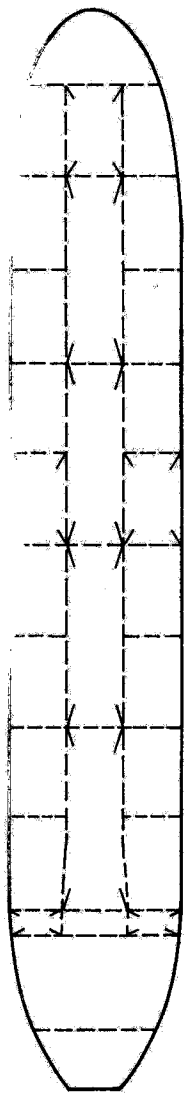
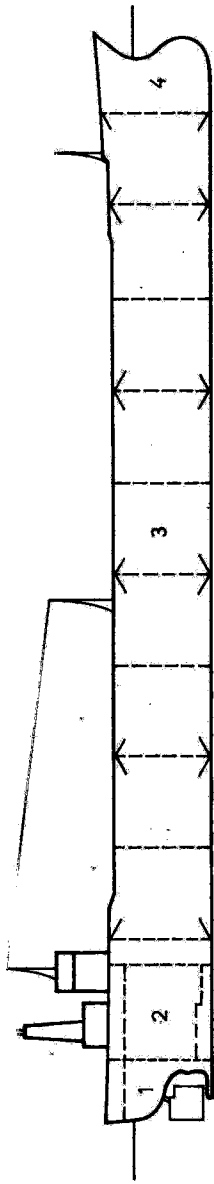
Διακρίνονται στίς ἑξῆς κατηγορίες:

- 1) Μεταφοράς ἀργοῦ πετρελαίου (Crude Oil).
- 2) Μεταφοράς ὑγροποιημένων ἀερίων (L.P.G. καί L.N.G).
- 3) Μεταφοράς προϊόντων τοῦ πετρελαίου καί χημικών (Product Carriers and Chemical).

1) Πετρελαιοφόρα μεταφοράς ἀργοῦ πετρελαίου.

Πλοία αὐτοῦ τοῦ τύπου εἶναι τά μεγαλύτερα ἐμπορικά πλοία, πού χρησιμοποιούνται σήμερα (540.000 Dwt τό 1976). Γιά τήν κατασκευή τους χρησιμοποιεῖται ἐκτεταμένως χάλυβας ὑψηλῆς ἀντοχῆς, καί σέ αὐτά ἔχει ἔνσωματωθεῖ τεχνολογία ὑψηλῆς στάθμης.

Τό ἀργό πετρέλαιο τοποθετεῖται στίς δεξαμενές, στίς ὁποῖες χωρίζεται τό κύτος τοῦ σκάφους μέ ἐγκάρσιες καί διαμήκειες φρακτές (σχ. 17.8α).



Σχ. 17.8α.
 Γενική διάταξη δεξαμενοπλοίου (Tanker). 1) Πρυμναία δεξαμενή. 2) Χώρος μηχανών (μηχανοστάσιο).
 3) Θαλάσσερμα. 4) Πρωραία δεξαμενή.

Έτσι οι δεξαμενές διακρίνονται σε κεντρικές και πλευρικές και σε καθεμία καταλήγουν σωλήνες του δικτύου αναρροφήσεως - πληρώσεως του άργου πετρελαίου του οποίου η διακίνηση πετυχαίνεται με μεγάλες αντλίες έρματος παροχής της τάξεως των 3000 - 4000 m³/h (σπανιότερα η παροχή των αντλιών αυτών μπορεί να υπερβεί τα 10.000 m³/h).

Στα πλοία αυτά εμφανίζονται κίνδυνοι από καταστρεπτικές εκρήξεις λόγω δημιουργίας έκρηκτικού μίγματος από την έκλυση πτητικών συστατικών (αερίων) του πετρελαίου.

Τό μίγμα γίνεται έκρηκτικό όταν η αναλογία των πτητικών συστατικών στον αέρα είναι 1 - 4,28%. Ο κίνδυνος είναι βέβαια μεγαλύτερος για τις κενές δεξαμενές, γιατί αυτές περιέχουν μεγαλύτερο συνολικό όγκο έκρηκτικών αερίων.

Μία μέθοδος για τον περιορισμό των κινδύνων εκρήξεων είναι η πλήρωση των κενών δεξαμενών με άδρανές αέριο (Inert Gas System). Δεδομένου ότι απαιτείται μεγάλη ποσότητα αερίου, αυτό προέρχεται από τα καυσαέρια των λεβήτων ή των προωστηρίων μηχανών Ντίζελ ή ακόμη και από ειδικές συσκευές παραγωγής αδρανών αερίων (Inert gas Generators), τα οποία βασικά περιέχουν άζωτο 77%, διοξείδιο του άνθρακα 13% και άλλα αδρανή αέρια. Η περιεκτικότητά τους σε οξυγόνο είναι πολύ χαμηλή (3%). Πρέπει να σημειωθεί ότι η έλλειψη οξυγόνου συντελεί και στο σημαντικό περιορισμό της διαβρώσεως της σιδερένιας κατασκευής των δεξαμενών έσωτερικά. Στους τύπους των πλοίων αυτών προβλέπεται κοντά στο κέντρο του πλοίου κεντρική δεξαμενή έρματος και για λόγους διαχωρισμού του έρματος από τό φορτίο και για κατάλληλο έρματισμό του πλοίου όταν αυτό είναι άφορτο. Άλλες κατασκευαστικές λεπτομέρειες ενός πετρελαιοφόρου δίνονται στο διάγραμμα γενικής διατάξεως ενός από αυτά (σχ. 17.8β).

2) Δεξαμενόπλοια μεταφοράς ύγροποιημένων αερίων (LPG and LNG).

Διακρίνονται σε δύο βασικές κατηγορίες:

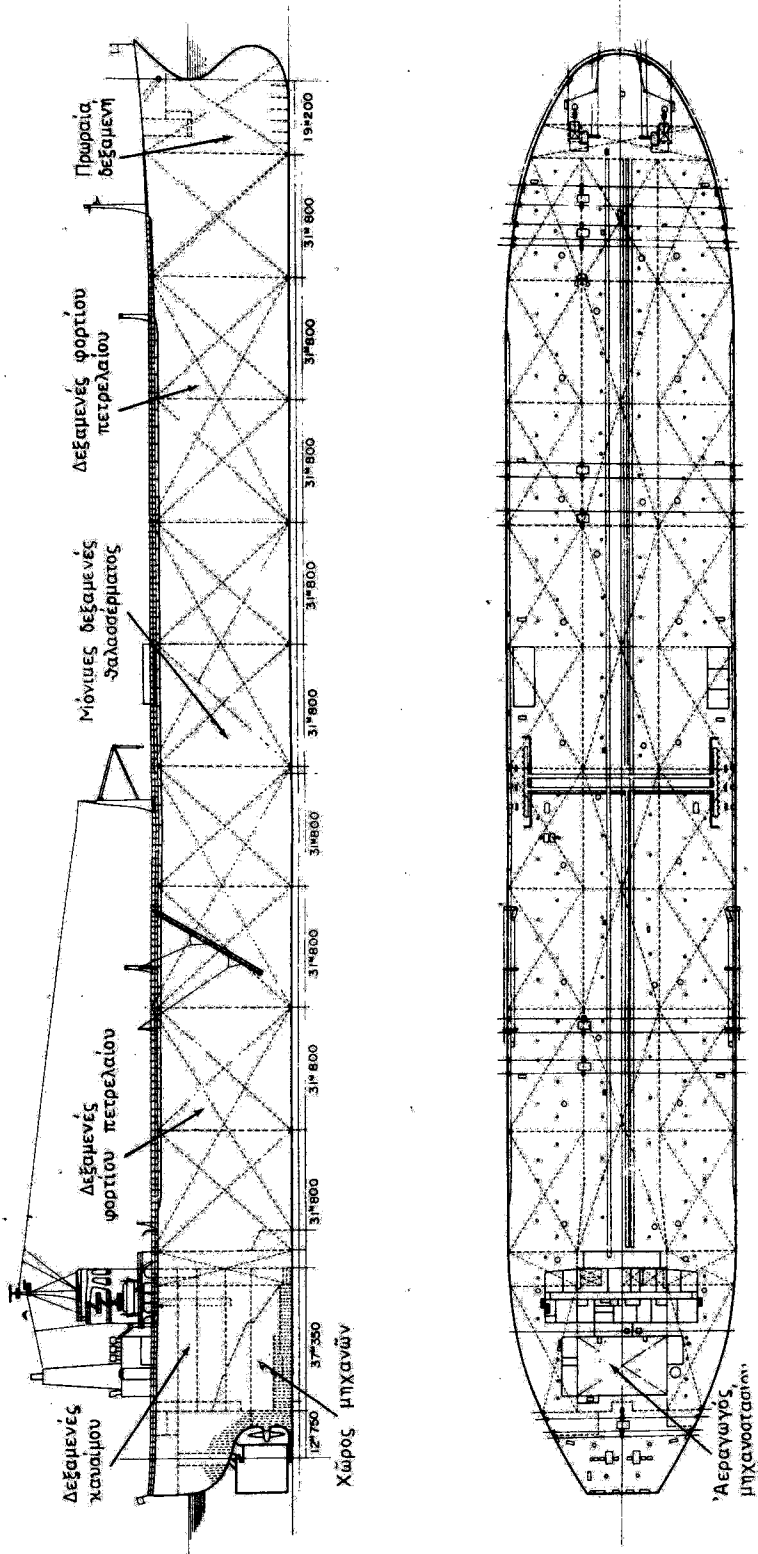
α) Μεταφοράς ύγροποιημένων αερίων προϊόντων του πετρελαίου (Liquified Petroleum Gas - L.P.G.). Τό αέριο διατηρείται ύγρό μέσα σε δεξαμενές κυλινδρικού ή σφαιρικού συνήθως σχήματος σε συνθήκες χαμηλής θερμοκρασίας και πίεσεως (— 50° C και 0,3 κρ/cm²). Τό ύλικό κατασκευής των δεξαμενών είναι άνθρακούχος χάλυβας θερμικά κατεργασμένος ή χάλυβας χαμηλής περιεκτικότητας σε Νικέλιο. Η θερμική μόνωση πετυχαίνεται συνήθως με άφρωδες πολυουρεθάνιο και με άλλο διπλό τοίχωμα, μέσα στο οποίο κυκλοφορεί άδρανές αέριο.

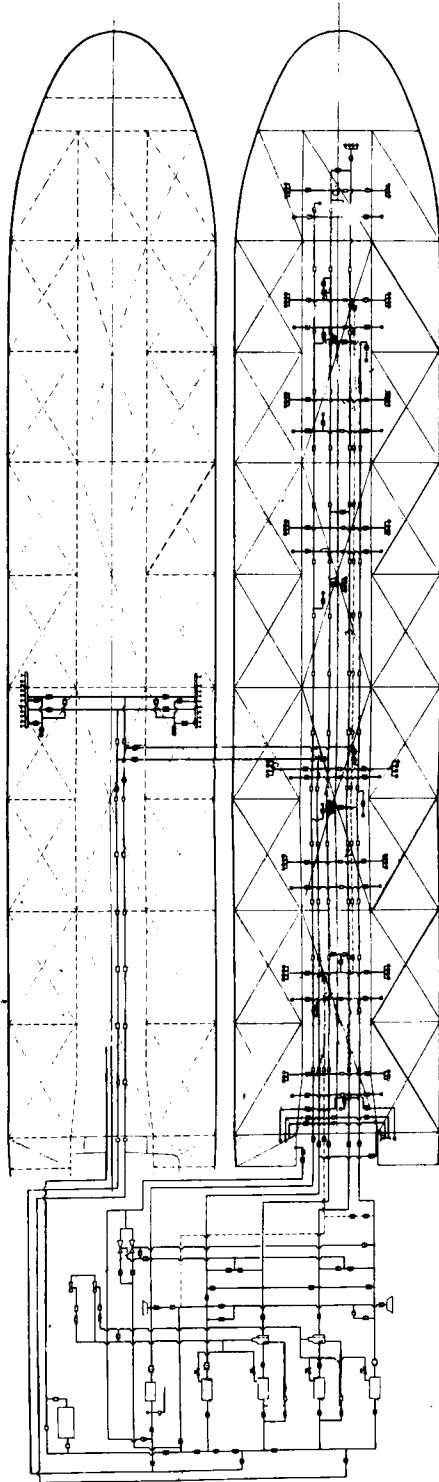
Τυπικά βασικά μεγέθη ενός μεγάλου L.P.G. είναι:

Μήκος: 235 m. Deadweight 63.000 τόννους.

Χωρητικότητα Δεξαμενών: 100.000 m³.

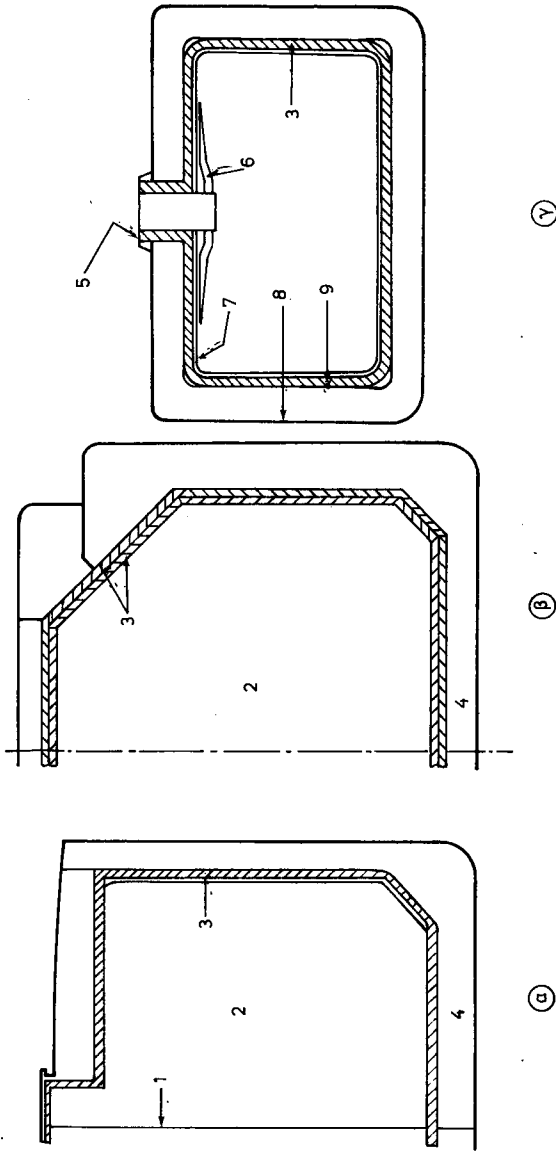
β) L.N.G. (Φυσικών Ύγροποιημένων Αερίων: Liquified Natural Gas). Τά φυσικά αέρια συλλέγονται κατά την άντληση του πετρελαίου ως παραπροϊόν αυτού, (κυρίως **Μεθάνιο**, τό οποίο χρησιμοποιείται για καύσιμο). Σε κανονικές θερμοκρασίες τό φυσικό αέριο δέν ύγροποιείται υπό πίεση και γι' αυτό μεταφέρεται ύγροποιημένο υπό κανονική πίεση αλλά σε χαμηλότερες θερμοκρασίες (— 164° C). Αυτό δη-





Σχ. 17.8β.

Γενική διάταξη δεξμενοπλοίου 484.000 τόννων (dead weight).



Σχ. 17.8γ.
 Τομές δεξαμενών υδροπληθμένων δερικών. 1) Στεγανή κεντρική διαμήκης φρακτή. 2) Δεξαμενή φορτίου. 3) Μόνωση. 4) Θαλάσσεραμα. 5) Θόλος. 6) Όροφη δεξαμενής. 7) Μερμβράνη. 8) Περιβλήμα. 9) Έσωτερικό σκάφος.

μιουργεί κατασκευαστικά προβλήματα για τις δεξαμενές και τη μόνωσή τους. Μετά από πολυετή έρευνα οι δεξαμενές των L.N.G. κατασκευάζονται σήμερα από αλουμίνιο ή νικελιοῦχο χάλυβα. Χαρακτηριστικοί τύποι δεξαμενῶν δίνονται στο σχήμα 17.8γ.

Ἡ μόνωση μεταξύ ἀερίου καί μεταλλικοῦ τοιχώματος τῆς δεξαμενῆς πρέπει νά εἶναι ἀπόλυτη γιατί κάθε ἐπαφή ἀερίου - μετάλλου θά προκαλοῦσε ρωγμές τοῦ μετάλλου.

Τό φυσικό ἀέριο δέν ἀναφλέγεται ἐφόσον δέν ὑπάρχει ὀξυγόνο. Σήμερα κατασκευάζονται πλοῖα L.N.G. χωρητικότητας πάνω ἀπό 125.000 m³.

3) Δεξαμενόπλοια μεταφορᾶς προϊόντων τοῦ πετρελαίου καί χημικῶν.

Εἶναι βασικά μικροῦ ὡς μεσαίου μεγέθους (30.000 - 40.000 τόννοι), τῶν ὁποίων τό κύριο χαρακτηριστικό εἶναι ἡ εἰδική κατασκευή τῶν δεξαμενῶν. Εἰδικοί κανονισμοί τῆς IMCO δίνουν τίς προδιαγραφές γιά δεξαμενές πού προορίζονται γιά χημικά (Μονώσεις, διαστάσεις, ἀντοχή σέ χημική διάβρωση καί χαμηλές θερμοκρασίες, ἐλάχιστες ἀποστάσεις ἀπό τά ἐξωτερικά τοιχώματα κλπ.). Βασικός σκοπός ἡ πρόληψη μολύνσεως τοῦ περιβάλλοντος σέ περίπτωση συγκρούσεως ἢ προσάρξεως. Σήμερα κατασκευάζονται δεξαμενόπλοια πού μποροῦν νά μεταφέρουν πολλῶν εἰδῶν (πάνω ἀπό 40!) χημικά καί προϊόντα τοῦ πετρελαίου σέ χωριστές δεξαμενές. Μέ πολλαπλά δέ δίκτυα ἐξασφαλίζεται ταυτόχρονη φόρτωση - ἐκφόρτωση πολλῶν ἀπό αὐτά πάνω ἀπό 10 χωρίς νά ὑπάρχει κίνδυνος ἀναμίξεως.

Ἀπό τά παραπάνω ἐμφαίνεται ὅτι πρόκειται γιά πλοῖα εἰδικῶν προδιαγραφῶν καί κατασκευῆς.

Τυπικά βασικά χαρακτηριστικά τους:

Μῆκος	170 m
Ἐκτόπισμα	32.000 τόννοι
Χωρητικότητα δεξαμενῶν	32.000 m ³
Ἴσχύς	9.000 kW
Ταχύτητα	15 κόμβοι

ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΔΕΚΑΤΟ ΟΓΔΩΟ

ΔΟΚΙΜΕΣ ΝΕΟΚΑΤΑΣΚΕΥΑΣΘΕΝΤΟΣ ΠΛΟΙΟΥ

18.1 Γενικά.

Μετά τό τέλος τής ναυπηγήσεως καί πρίν από τήν όριστική παραλαβή ένός πλοίου γίνονται δοκιμές, οί όποίες έχουν σκοπό τόν έλεγχο τής καλής καί άποδοτικής λειτουργίας όλων τών συστημάτων του πλοίου.

Συνήθως τό ναυπηγείο είναι ύποχρεωμένο από τή σύμβαση ναυπηγήσεως νά έγγυηθεϊ μιά έλάχιστη ταχύτητα σέ όρισμένο έκτόπισμα μέ δεδομένη ίπποδύναμη καί κατανάλωση καυσίμου.

Οί τυποποιημένες δοκιμές ταχύτητας, όπως άποκαλοΰνται συνήθως, γίνονται γιά νά καθορισθεϊ ή σχέση μεταξύ τής ταχύτητας, τής ίπποδυνάμεως καί τών στροφών τής έλικας ανά λεπτό, σέ καθορισμένες καταστάσεις έκτοπίσματος καί διαγωγής, καί γιά νά ίκανοποιηθοΰν ένας ή περισσότεροι από τούς παρακάτω είδικούς σκοπούς:

α) Γιά νά άποδειχθεϊ ή πραγματοποίηση τών συμβατικών ύποχρεώσεων του ναυπηγείου, όσον άφορᾷ τήν ταχύτητα, τήν ίπποδύναμη καί μερικές φορές τήν κατανάλωση.

β) Γιά νά καθορισθοΰν οί σχέσεις ταχύτητας καί αριθμοΰ στροφών τής έλικας ανά λεπτό γιά ναυτιλιακή χρήση τών αξιωματικών του πλοίου.

γ) Γιά νά άποκτηθοΰν στοιχεία άποδόσεως του πλοίου, γιά χρήση σέ μελλοντικές μελέτες πλοίων.

δ) Γιά νά συσχετισθοΰν τά άποτελέσματα τών δοκιμών προτύπου μέ τά άποτελέσματα του πλοίου καί νά βγοΰν συμπεράσματα γιά τίς μελλοντικές μελέτες πλοίων.

Τά στοιχεία τών δύο τελευταίων παραγράφων (γ καί δ) ενδιαφέρουν τό ναυπηγείο καί τούς μελετητές του πλοίου.

18.2 Δοκιμές παρά τό κρηπίδωμα.

Κατά τήν πρόοδο του έξοπλισμοΰ του πλοίου μετά τήν καθέλκυσή του καί άμέσως μόλις τελειώσει ή έγκατάσταση μιᾶς συσκευής ή ένός μηχανήματος, αυτό δοκιμάζεται προκαταρκτικά γιά τήν καλή λειτουργία του.

Συσκευές ή μηχανήματα ήλεκτροκίνητα δοκιμάζονται μετά τό τέλος τής έγκαταστάσεως του κύριου πίνακα διανομής μέ παροχή ρεύματος από τήν ξηρά.

Μετά τό τέλος τής έγκαταστάσεως του συγκροτήματος προώσεως τό πλοίο προσδένεται κατά τόν ασφαλέςτερο δυνατό τρόπο στά κρηπιδώματα καί γίνονται δοκιμές τής κύριας μηχανής προώσεως καί τών βοηθητικών μηχανημάτων. 'Η έλι

κα ή έλικες στρέφονται πρόσω και άνάποδα σέ ποσοστό του άντίστοιχου μέγιστου άριθμού στροφών.

Τό ποσοστό αυτό μπορεί νά ανέλθει στό 50% περίπου του μέγιστου άριθμού στροφών, άνάλογα μέ τήν ίπποδύναμη τών κυρίων μηχανών.

Παράλληλα γίνεται έλεγχος τής λειτουργίας του μηχανήματος πηδαλίου, του βαρούλκου τών άγκυρών και έπιθεωρούνται τά μέσα ασφάλειας προκειμένου τό πλοίο νά άποπλεύσει γιά δοκιμές. Έτσι έπιθεωρούνται και δοκιμάζονται τά σωστικά μέσα, τά μέσα ένδοσυνεννοήσεως, τά κουδούνια συναγερμού, οί θυρίδες φορτοεκφορτώσεως, οί ύδραυλικές πόρτες, τά καλύμματα στομιών κλπ.

18.3 Δοκιμές έν πλώ.

Ό σκοπός τών έν πλώ δοκιμών είναι νά καθορισθοϋν τά στοιχεΐα του πλοίου σέ συνθηκες λειτουργίας. Είναι προτιμότερο τό πλοίο νά είναι φορτωμένο μέχρι τό μέγιστο βύθισμα. Αυτό είναι εύκολο γιά τά δεξαμενόπλοια, τά όποια μπορούν νά φορτώσουν θαλάσσερμα άντί πετρελαίου, αλλά στά φορτηγά γενικοϋ φορτίου ή φορτίου σκόρπιου, αυτό δέν είναι δυνατό στην πράξη. Γιά νά άντιμετωπισθεΐ ή δυσκολία αυτή προβλέπονται στό συμβόλαιο δοκιμές ταχύτητας σέ άφορτη κατάσταση ή σέ ένδιάμεσες καταστάσεις φορτώσεως γιά τά πλοία (όπως π.χ. σέ κατάσταση έρματισμού), στά όποια δέν είναι δυνατή ή εκτέλεση δοκιμών στόν πλήρη φόρτο.

Στή συνέχεια αναφέρεται σειρά ένδεικτικής διενέργειας δοκιμών έν πλώ, οί όποϊες άφορούν τόσο τά δηζελοκίνητα όσο και τά στροβιλοκίνητα πλοία. Έξαιρούνται οί δοκιμές ύπ' άριθ. 7 και 8, οί όποϊες αναφέρονται μόνο σέ άτμοστροβιλοκίνητα και ή δοκιμή ύπ' άριθ. 13 ή όποία αναφέρεται μόνο σέ δηζελοκίνητα.

- 1) Άπόπλους από λιμάνι.
- 2) Έρματισμός μέ θάλασσα σέ βύθισμα δοκιμών.
- 3) Ρύθμιση μαγνητικών πυξίδων.
- 4) Ρύθμιση ραδιογωνιόμετρου.
- 5) Τυποποιημένες δοκιμές ταχύτητας.
- 6) Τετράωρη δοκιμή στην ύπηρεσιακή ταχύτητα, γιά νά μετρηθεΐ ή κατανάλωση καυσίμου.
- 7) Άρριαία δοκιμή άτμοπαραγωγής.
- 8) Άρριαία δοκιμή ύπερφορτώσεως του λέβητα.
- 9) Δίωρη δοκιμή σέ ταχύτητα μέγιστης ίπποδυνάμεως πρόσω, κατά τήν όποία γίνονται και τά παρακάτω:
 - Έκτέλεση κύκλων στροφής πηδαλίου.
 - Έκτέλεση έλιγμών Zig - Zag.
 - Δοκιμή πηδαλίου.
 - Άπότομη κράτηση μέ κίνηση άνάποδα όλοταχώς, μέτρηση διάρματος.
- 10) Άρριαία δοκιμή πλήρους Ισχύος άναποδίσεως, στην όποία περιλαμβάνονται:
 - Έκτέλεση δοκιμής πηδαλίου.
 - Άπότομη κράτηση μέ κίνηση πρόσω όλοταχώς, μέτρηση διάρματος.
- 11) Δίωρη δοκιμή σέ έλαττωμένη ίπποδύναμη και έλάχιστο άριθμό στροφών πρόσω.

- 12) Δοκιμή άγκυρών.
- 13) Για προωστήριους ΜΕΚ (Μηχανές Έσωτερικής Καύσεως) δοκιμές άριθμού χειρισμών με τις ύπάρχουσες φιάλες πεπιεσμένου άερα.
- 14) Έξάντληση έρματος.
- 15) Έπιστροφή στό λιμάνι.

Η παραπάνω σειρά τών δοκιμών μεταβάλλεται στην πράξη λόγω καθυστερήσεων, καιρικών συνθηκών, φωτός ήμέρας κλπ.

Μετά τό τέλος τών δοκιμών, άριθμός έξαρτημάτων τών κυρίων μηχανών, βοηθητικών μηχανημάτων, συσκευών, έξαρτημάτων κλπ. πού καθορίζονται από τή σύμβαση έξαρμίζονται για νά έπιθεωρηθοϋν καί νά έξακριβωθει ή καλή κατάστασή τους μετά τις δοκιμές.

Οί τυποποιημένες δοκιμές ταχύτητας γίνονται με τις ιδεωδέστερες δυνατές συνθήκες καί αυτό για νά καθορισθει ή σχέση ισχύς - ταχύτητα του πλοίου. Τό πλοίο πρέπει νά έχει καθαρή καί λεία γάστρα, δηλαδή νά έχει ύποστει πρόσφατα δεξαμενισμό καί, χρωματισμό ύφάλων. Η δοκιμή είναι έπιθυμητό νά γίνεται με καλές καιρικές συνθήκες.

Τό πλοίο έκτελει σε σταθερή πορεία περισσότερες διαδρομές αντίθετης κατεύθυνσεως. Είναι συνηθισμένο νά έκτελοϋνται τουλάχιστο 3 διαδρομές σε κάθε ταχύτητα. Με τις αντίθετες διαδρομές επιδιώκεται ή έξουδετέρωση σφαλμάτων λόγω άνέμου καί ρεύματος. Με τήν πορεία πού καθορίζεται όπως παραπάνω τό πλοίο διανύει όρισμένη άπόσταση, ή όποία συνήθως είναι 1 ν μίλι, τό όποιο έλέγχεται άκριβώς καί σημειώνεται με χαρακτηριστικά σημεία στην ξηρά, τά όποία καί παραλλάσσει τό πλοίο. Τό βάθος τής θάλασσας πρέπει νά άνέρχεται τουλάχιστον στό 20πλάσιο του βυθίσματος για νά άποφεύγεται έπίδραση του βάθους στην ταχύτητα του πλοίου. Μερικές φορές αντί τής μετρήσεως τής ταχύτητας σε μετρημένο μίλι γίνεται ή μέτρηση με ραδιοπεύσεις. Κατά τή διάρκεια τής διαδρομής στην έλεγμένη άπόσταση τηρείται σταθερός ό άριθμός στρ/μίν τής έλικας καί γίνονται παρατηρήσεις ταχύτητας καί άριθμού στρ/μίν. Ειδικότερα κατά τή διάρκεια τής έκτελέσεως τής δοκιμής ταχύτητας πρέπει νά καταχωροϋνται οι παρακάτω παρατηρήσεις:

- α) Χρόνος πού χρειάζεται για νά διανυθει ή έλεγμένη άπόσταση.
- β) Ό άριθμός στρ/μίν καί ό όλικός άριθμός περιστροφών έλικας κατά τή διάρκεια τής διαδρομής.
- γ) Ώση τής έλικας.
- δ) Ίπποδύναμη τής έλικας. Ό καλύτερος τρόπος είναι ή μέτρηση τής ίπποδύναμews με προσαρμογή στρεψίμετρου πάνω στον άξονα. Η ίπποδύναμη μπορεί επίσης νά καθορισθει σε ήλεκτροκίνητα πλοία με μέτρηση τής ισχύος, ενώ σε Diesel καί παλινδρομικές μηχανές με δυναμοδείκτες, πλήν όμως ή τελευταία μέτρηση δέν είναι άρκετά άκριβής.
- ε) Σημειώνεται ή ώρα έναρξεως κάθε διαδρομής καθώς καί ή πορεία.
- στ) Έπαρκή στοιχειά για τόν καθορισμό του έκτοπίσματος, δηλαδή βυθίσματα καί πυκνότητα νεροϋ.
- ζ) Συνθήκες περιβάλλοντος σε κάθε διαδρομή, όπως θερμοκρασία νεροϋ καί άερα, ταχύτητα καί διεύθυνση άνέμου, βάθη τής θάλασσας, κατάσταση τής θάλασσας.

Τελικά από τὰ παραπάνω στοιχεῖα προκύπτουν καμπύλες ταχύτητας ἰποδυνάμειας, ταχύτητας - στρ/μῖν καί ἀπό τὶς δοκιμές καμπύλες ταχύτητας - καταναλώσεως πολὺ χρήσιμες γι' αὐτοὺς πού χειρίζονται τὰ πλοῖα.

Ἡ πλήρης καί λεπτομερὴς ἀνάλυση τῶν δοκιμῶν ταχύτητας δίνει χρήσιμες πληροφορίες γιὰ τὴ γενικὴ μελέτη τῶν θεμάτων προώσεως.

Ρύθμιση πυξίδας. Ἐκτελεῖται κοντὰ καί λίγο ἔξω ἀπὸ τὸ λιμάνι μὲ ἀργὴ περιστροφή τοῦ πλοίου καί λήψη διοπτεύσεων σταθερῶν σημείων. Συνήθως ἐκτελεῖται συγχρόνως καί ἔλεγχος τῶν ἀναγνώσεων τῆς γυροπυξίδας.

Δοκιμές πηδαλίου. Ἐκτελοῦνται μετὰ τὸ τέλος τῶν δοκιμῶν μέγιστης ταχύτητας καί περιλαμβάνουν:

α) Μέτρηση στοιχείων τοῦ κύκλου στροφῆς. Κύκλοι στροφῆς ἐκτελοῦνται ΑΡΙΣΤΕΡΑ καί ΔΕΞΙΑ σὲ διάφορες γωνίες πηδαλίου καί διάφορες ταχύτητες.

β) Δοκιμὴ πηδαλίου, στρέφοντάς το ἀπὸ τὴν ἀκραία θέση ΑΡΙΣΤΕΡΑ εἰς τὴν ἀκραία θέση ΔΕΞΙΑ καί ἀντιθέτως. Κατὰ τὶς δοκιμὲς μετρίεται ὁ χρόνος μετακινήσεως τοῦ πηδαλίου ἀπὸ 35° ΑΡ σὲ 30° ΔΞ καί ἀπὸ 35° ΔΞ σὲ 30° ΑΡ, ὅπως προβλέπουν οἱ κανονισμοί.

γ) Κινήσεις πλοίου Zig - Zag. Τὸ πλοῖο παίρνει μία πορεία. Τὸ πηδάλιο στρέφεται ΔΞ 20°. Μετὰ τὴν ἀλλαγὴ πορείας κατὰ 20° τὸ πηδάλιο στρέφεται ΑΡ 20° καί κρατεῖται μέχρι ὅτου τὸ πλοῖο ἀλλάξει πορεία παίρνοντας πορεία 20° ἀριστερότερα ἀπὸ τὴν ἀρχικὴ. Τὸ πηδάλιο ἀντιστρέφεται κ.ο.κ. Μετρίεται ὁ χρόνος τοῦ χειρισμοῦ καί συνάγονται συμπεράσματα γιὰ τὴν εὐελιξία τοῦ πλοίου.

Δοκιμὴ ἄγκυρῶν. Ἐκτελεῖται σὲ βαθιὰ νερά. Κάθε ἄγκυρα ποντίζεται μέχρι βάθους 60 ὀργυιῶν. Κατὰ τὴ διάρκεια τῶν ποντίσεων δοκιμάζεται καί ἡ καλὴ λειτουργία τοῦ φρένου τοῦ βαρούλκου μὲ ἀπότομη πέδηση. Ἐπίσης μετρίεται καί ὁ χρόνος, πού ἀπαιτεῖται γιὰ τὴν ἀνέλκυση τῆς ἄγκυρας.

Τὸ βαρούλκο πρέπει νὰ εἶναι ἱκανὸ νὰ ἀνελκύει συγχρόνως τὶς δύο ἄγκυρες ἀπὸ βάθος 30 ὀργυιῶν μὲ μέση ταχύτητα 30 ft/min.

Διάρμα κρατήσεως. Μετρίεται ὁ χρόνος καί ἡ ἀπόσταση κρατήσεως τοῦ πλοίου, ὅταν γίνεται κίνηση μηχανῆς γιὰ ἀπότομη κράτησή του.

Ἄν δηλαδὴ τὸ πλοῖο κινεῖται μὲ τὴν ταχύτητα μέγιστης ἰσχύος πρόσω καί οἱ μηχανές τεθοῦν σὲ ἀναπόδιση μὲ ὅλη τὴ δύναμη (πάση δυνάμει), τότε ἡ ἀπόσταση, τὴν ὁποία διανύει τὸ πλοῖο μέχρι τὸν πλήρη μηδενισμό τῆς ταχύτητας πρόσω, καλεῖται **διάρμα κρατήσεως πρόσω**.

Ὅμοια μέτρηση γίνεται, ὅταν τὸ πλοῖο κινεῖται ἀνάποδα μὲ πλήρη ἰσχύ, καί ἡ ἀπόσταση, τὴν ὁποία διανύει μέχρι τὸ μηδενισμό τῆς ταχύτητας ἀνάποδα μετὰ τὴν ἐκτέλεση μὲ ὅλη τὴ δύναμη πρόσω, καλεῖται **διάρμα κρατήσεως ἀνάποδα**.

Κραδασμοί, Θόρυβοι, συμπεριφορὰ πλοίου σὲ θαλασσοταραχὴ.

Κατὰ τὴ διάρκεια τῶν δοκιμῶν παρακολουθοῦνται οἱ κραδασμοὶ οἱ ὁποῖοι ἐνδεχομένως ἐμφανίζονται σὲ διάφορα σημεία τοῦ σκάφους, τὴν προωστήρια μηχανὴ καί τὸν ἄξονα, καθὼς καί ὁ θόρυβος, ὁ ὁποῖος προέρχεται ἀπὸ τὰ μηχανήματα καί εἰς τὴν ἀνάγκη μετρίεται ἡ συχνότητά καί ἡ ἔνταση τοῦ θορύβου κυρίως στὸ μηχανοστάσιο, ἀλλὰ καί στοὺς χώρους ἐπιβατῶν (γιὰ ἐπιβατηγά) καί τὰ διαμερίσματα τοῦ πληρώματος. Σὲ περίπτωσι πού ἡ ἔνταση κραδασμῶν καί θορύβου ὑπερβαί-

νει καθορισμένα συμβατικά όρια, τό ναυπηγεῖο προβαίνει στίς ἀναγκαῖες τροποποιήσεις (ένισχύσεις, ήχητικές μονώσεις) γιά νά περιορισθοῦν.

Ἐπίσης, μερικές φορές κατά τίς δοκιμές μπορεῖ νά ἐπιδιωχθεῖ ἱκανοποιητική συμπεριφορά τοῦ πλοίου σέ θαλασσοταραχή. Ἡ δοκιμή χαρακτηρίζεται ἀπό μία δύναμη ἀνέμου κάτω ἀπό τήν ὁποία τό ἐκτεθειμένο κατάστρωμα πρέπει νά παραμένει στεγνό (δέν κατακλύζεται ἀπό νερά), ἡ πώρα δέν ὑποφέρει ἀπό κρούσεις τῆς θάλασσας (Slamming), κ.ο.κ.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΔΕΚΑΤΟ ΕΝΑΤΟ

ΣΥΝΤΗΡΗΣΗ ΣΚΑΦΟΥΣ

19.1 Εισαγωγή.

Τό θαλάσσιο περιβάλλον προκαλεί φθορά τής χαλύβδινης κατασκευής του πλοίου κατά τή διάρκεια τής ζωής του. Για νά αντιμετωπισθεί ή φθορά απαιτείται ή συντήρηση του σκάφους καί ή διατήρησή του σέ καλή κατάσταση για τούς παρακάτω λόγους:

α) Για νά ανταποκρίνεται στους κανόνες ασφάλειας από πλευράς φθορών.

β) Για νά είναι οικονομικά συμφέρουσα ή χρήση του.

γ) Για νά έχει καλή εμφάνιση, ώστε νά δίνει τό αίσθημα ασφάλειας καί ικανοποίησεως.

Τά βασικά στοιχεία ενός προγράμματος διατηρήσεως καί συντηρήσεως του σκάφους είναι:

α) **Ή κατανόηση τών αιτίων** τής φθοράς στό θαλάσσιο περιβάλλον.

β) **Ή όρθή σχεδίαση** μέ σκοπό τήν έπαρκή συντήρηση στίς νέες κατασκευές.

γ) **Ή έπιλογή τών καταλλήλων ύλικών καί μέτρων συντηρήσεως** καί ή δημιουργία κινήτρων για τή χρησιμοποίηση νέων βελτιομένων ύλικών καί διαδικασιών συντηρήσεως.

Ή συντήρηση διακρίνεται σέ **ύποχρεωτική** καί **προληπτική**. Ή ύποχρεωτική είναι συνυφασμένη μέ τήν έπισκευή του σκάφους. Ή προληπτική συντήρηση μπορεί νά όρισθεϊ ως ή έγκαιρη δαπάνη χρήματος μέ σκοπό τόν περιορισμό τών δαπανών μελλοντικής ύποχρεωτικής συντηρήσεως καί έπισκευής.

Ή διαδικασία προληπτικής συντηρήσεως μπορεί νά διαφέρει ανάλογα μέ τόν τύπο του πλοίου καί τά δρομολόγια του.

Δύο είναι τά κυριότερα φαινόμενα (έπιδράσεις) του θαλάσσιου περιβάλλοντος στό σκάφος μέ τήν πάροδο του χρόνου.

α) Ή διάβρωση καί

β) ή ρύπανση.

Παρακάτω θά έξετασθοϋν χωριστά καί στή συνέχεια μαζί, τόσο τά φαινόμενα όσο καί οι διαδικασίες προλήψεώς τους.

19.2 Διάβρωση, φαινόμενο καί πρόληψη.

Διάβρωση (Corrosion) είναι ή φθορά ή ή άποσύνθεση του μετάλλου συνεπεία χημικών ή ηλεκτροχημικών αντιδράσεων από τό περιβάλλον. Ή έναρξη του φαινομένου γίνεται στήν έπιφάνεια του μετάλλου.

Στήν έννοια αυτή δέν περιλαμβάνεται ή φθορά λόγω μηχανικών αίτιων (Erosion) ή ή σπηλαιώση (Cavitation) τής επίφάνειας του μετάλλου.

Συνέπειες τής διαβρώσεως για τά πλοία είναι βασικώς:

α) Μείωση του πάχους και τής άντοχής του μετάλλου και αύξηση τών τάσεων.

β) Αύξηση τής τραχύτητας τής επίφάνειας και συνεπώς αύξηση τής άντιστάσεως τριβών του σκάφους, δηλαδή μεγαλύτερη δαπάνη ενέργειας για τήν πρόωση.

Αίτια και περιγραφή του φαινομένου.

Τά μέταλλα τείνουν νά επανέλθουν στην κατάσταση από τήν όποίαν προήλθαν (δηλ. όρυκτά). Ή διάβρωση άποτελεί ένα τμήμα αυτού του κύκλου. Ή διάκριση δέ σέ χημική και ήλεκτροχημική διάβρωση άποτελεί βασικά παραδοχή γιατί:

Ήλεκτροχημική καλείται ή διάβρωση ή όποία γίνεται παρουσία ήλεκτρολύτη (συνήθως ύγρου) και είναι ουσιαστικά χημική αντίδραση πού συνοδεύεται από δίοδο ρεύματος.

Χημική είναι ή διάβρωση ή όποία γίνεται χωρίς τήν παρουσία ήλεκτρολύτη όπως π.χ. ή όξειδωση χάλυβα στην άτμόσφαιρα.

Και οι δύο μορφές διαβρώσεων έχουν κοινό άποτέλεσμα τήν όξειδωση του μετάλλου.

Στά πλοία ή διάβρωση πού έμφανίζεται είναι κυρίως ήλεκτροχημική και για νά συντελεσθεί άπαιτούνται:

α) Δύο σημεία τής μεταλλικής επίφάνειας μέ διαφορά δυναμικού, δηλαδή μία **άνοδος** και μία **κάθοδος**.

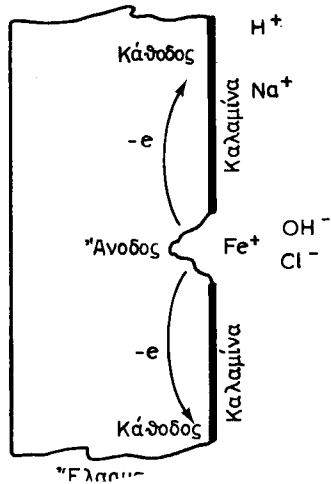
β) "Ενας καλός ήλεκτρολύτης (όπως είναι ή θάλασσα).

Τά ήλεκτρικώς ούδέτερα άτομα στην επίφάνεια του μετάλλου διασπώνται από τον ήλεκτρολύτη σέ θετικά ίόντα υπό μορφή μετάλλου έν διαλύσει στον ήλεκτρολύτη, και σέ έλεύθερα ήλεκτρόνια τά όποια, ως άρνητικώς φορτισμένα, κινούνται διά του σώματος του μετάλλου προς ήλεκτροθετικότερα σημεία τής επίφάνειας του μετάλλου.

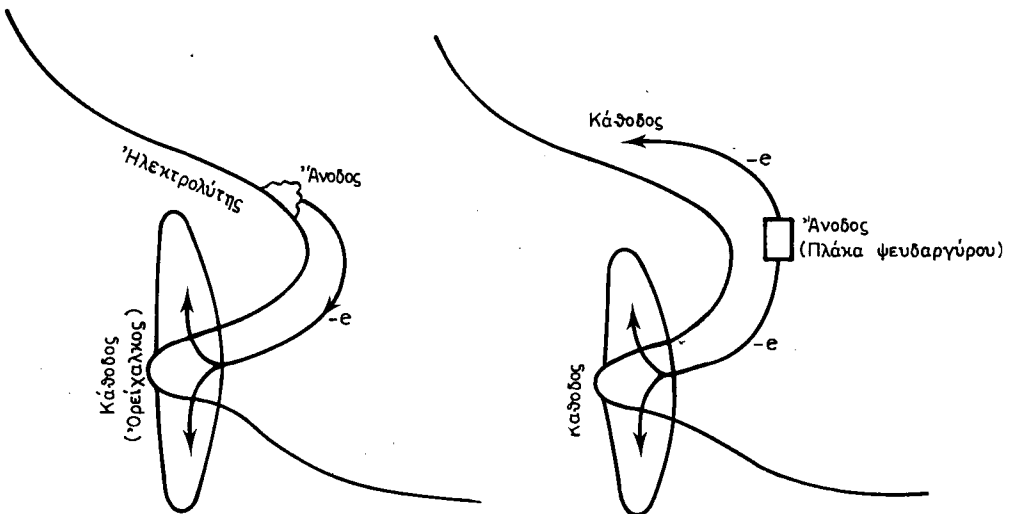
Τή διαφορά αυτή του δυναμικού μεταξύ τών σημείων τής επίφάνειας του μετάλλου δημιουργούν διάφορες αίτιες (όπως παρακάτω) όπως π.χ. ή μερική κάλυψη τής επίφάνειας μέ καλαμίνες, όποτε ή διάλυση θετικών ίόντων μετάλλου και ή παραγωγή έλευθέρων ήλεκτρονίων γίνεται σέ σημεία πού δέν καλύπτονται από καλαμίνα (βλέπε σχ. 19.2α). Μπορεί όμως, νά δημιουργηθεί και αυτόματα μεταξύ δύο διαφορετικών μετάλλων πού έχουν συνδεθεί ήλεκτρικώς (βλέπε σχ. 19.2β - όρεί-ζαλκος ήλεκτροθετικότερος από τό χάλυβα).

Τά ήλεκτρόνια, έπομένως, κινούνται διά του σώματος του μετάλλου από περιοχή χαμηλότερου δυναμικού, «Άνοδος», προς περιοχή ύψηλότερου δυναμικού, «Κάθοδος».

Έξάλλου τά μόρια του ήλεκτρολύτη πού διασπώνται σέ θετικά και άρνητικά ίόντα, κινούνται μέσα στον ήλεκτρολύτη και έλκονται, τά μέν άρνητικά ίόντα (OH^- , CL^-) προς τά θετικά ίόντα μετάλλου στην άνοδο (γι' αυτό και άποκαλούνται άνιόντα), δημιουργώντας ύδροξείδια, όξειδια και χλωριούχα του μετάλλου, τά δέ θετικά ίόντα (H^+ , Na^+) προς τά άρνητικά ίόντα τής καθόδου (γι' αυτό και άποκαλούνται κτιόντα), δεσμεύοντας ήλεκτρόνια και έκλυόμενα σέ έλεύθερο ύδρογόνο κλπ.



Σχ. 19.2α.



Έτσι τό κλειστό ήλεκτρικό κύκλωμα μεταξύ περιοχής άνόδου καί καθόδου αποτελείται από:

- α) Ήλεκτρόνια μέσα στό μέταλλο καί
- β) Ίόντα ήλεκτρολύτη σέ διάλυση, μέσα στον ήλεκτρολύτη.

Έπομένως πάντοτε ή άνοδος φθείρεται.

Έτσι, όταν στην πρύμνη του πλοίου τοποθετηθεί άλλο μέταλλο ήλεκτροαρνητικότερο από τό χάλυβα (π.χ. ψευδάργυρος πού έχει συνδεθεί ήλεκτρικώς μέ τό σκάφος) αυτό πιά θά αποτελέσει τήν άνοδο καί θά φθαρεί.

- η ταχύτητα και ο ρυθμός διαβρώσεως καθορίζεται:
- α) Από τη σχέση επιφανειών καθόδου προς άνοδο, π.χ. για μεγάλη επιφάνεια (χαλκού (κάθοδος) με μικρή χάλυβα (άνοδος) εμφανίζεται γρήγορη διάβρωση του χάλυβα.
 - β) Από την πλούσια παροχή ηλεκτρολύτη.
 - γ) Από την αυξημένη παρουσία οξυγόνου για να νά μη πολώνεται ή κάθοδος από τό έκλυόμενο ύδρογόνο.

Είδη διαβρώσεως σέ θαλάσσιο περιβάλλον.

Ανάλογα μέ τόν τρόπο κατά τόν όποιο προχωρεί, ή διάβρωση διακρίνεται στίς παρακάτω κατηγορίες:

α) **Όμοιόμορφη.** Προσβάλλεται όλόκληρη ή επιφάνεια του μετάλλου και προχωρεί σέ σχεδόν **όμοιόμορφο βάθος** διαβρώσεως.

Αντιμετωπίζεται μέ αυξημένο πάχος έλάσματος ανάλογα μέ τό προβλεπόμενο όριο ήλικίας του σκάφους, όπως αναφέρθηκε προηγουμένως.

β) **Κατά σημεία (στίγματα) ή εύλογίαση (Pitting).** Αρχίζει σέ όρισμένα εύπαθή σημεία και προχωρεί μέ μεγάλη ταχύτητα τοπικά προς τό βάθος. Συμβαίνει όταν μικρή άνοδική περιοχή περιβάλλεται από μεγάλη καθοδική επιφάνεια, όποτε, όπως αναφέρθηκε προηγουμένως ή ταχύτητα είναι μεγάλη (π.χ. όταν ή προστατευτική έπίστρωση του χρώματος άφαιρεθεί τοπικά, όποτε, τό μέταλλο κάτω από αυτή γίνεται άνοδος μικρής επιφάνειας). Γενικά εύνοϊκές διαβρώσεις κατά στίγματα έμφανίζονται όπου υπάρχει έτερογένεια ή άνομοιομορφία στίς συνθήκες του περιβάλλοντος.

γ) **Σέ κοιλότητες.** Μπορεί νά έμφανισθεί σέ κοιλότητες στίς όριζόντιες επιφάνειες μελών της σιδηροκατασκευής δεξαμενών, μέσα στίς όποιες έχει παγιδευθεί διαβρωτικό ύγρο. Είναι μία τοπική διάβρωση και προχωρεί γρήγορα, αρχίζοντας σέ γωνίες, κάτω από καρφιά, βίδες κλπ. Ιδιαίτερα προσβάλλονται οί νικελιοϋχοι και ώστενιτικοί χάλυβες σέ αντίθεση μέ τά κράμματα άλουμινίου και χαλκού.

δ) **Διάβρωση από ψηλές ταχύτητες.** Η άπομάκρυνση των ύπολειμμάτων διαβρώσεως από τη διαβρωμένη επιφάνεια **έπιταχύνεται** από ψηλές ταχύτητες ροής, ενώ ταυτόχρονα αυξάνεται ή παροχή του οξυγόνου. Τό άποτέλεσμα είναι ή έπιτάχυνση της διαβρώσεως.

ε) **Από μηχανική δράση.** Η φθορά της επιφάνειας από τη ροή του νερού είναι πιο έντονη εκεί όπου μέσα στο νερό περιέχονται φυσαλίδες ή σωματίδια. Αυτά πέφτουν πάνω στην επιφάνεια του μετάλλου και άφαιρούν την προστατευτική βαφή, όποτε αρχίζει ηλεκτροχημική διάβρωση. Τό φαινόμενο είναι έντονότερο:

- 1) Όταν ή ροή είναι στροβιλώδης.
- 2) Όταν υπάρχει στένωση στη ροή, π.χ. σέ σωλήνωση.

Η άποφυγή των δύο αυτών παραγόντων βοηθά τη μείωση της διαβρώσεως από μηχανικά αίτια.

στ) **Από συγκέντρωση τάσεων και ρηγματώσεων.** Αρχίζει από μηχανικά αίτια, δηλαδή από τοπική συγκέντρωση τάσεων, όταν αυτές έναλλάσσονται ή υπερβαίνουν ένα όρισμένο όριο. Η έναλλαγή των τάσεων συντελεί στην άποφλοΐωση του στρώματος σκουριάς που δημιουργείται και τό όποιο προστατεύει μέχρι ένα όρισμένο σημείο τό μέταλλο, περιορίζοντας τό ρυθμό της παραπέρα όξειδώσεως, έτσι, ώστε γυμνό μέταλλο νά βρísκεται συνεχώς έκτεθειμένο στην επίδραση του ό-

ξειδωτικού περιβάλλοντος με αποτέλεσμα να πολλαπλασιάζεται ο ρυθμός της όξειδωσης και της φθοράς που προκαλείται από αυτήν (Fatigue Corrosion). Είναι δυνατό να άρχισει και σε περιβάλλον όπου υπό κανονικές συνθήκες δεν ευννοείται η διάβρωση, άκριβώς λόγω της ύπαρξης τάσεων. Πολλές φορές όμως η ύπαρξη κρατήρα διαβρώσεως είναι η άρχική αίτια, προχωρεί δέ τό φαινόμενο σε βάθος λόγω τών ψηλών τάσεων.

Πρόληψη διαβρώσεως.

Γιά πρόληψη και προστασία από τή διάβρωση, είναι δυνατό να ληφθεί ένα από τά μέτρα που αναφέρονται συνοπτικά παρακάτω:

α) Έκλογή κατάλληλου υλικού ή συνδυασμού καταλλήλων υλικών για τήν πρόκληση τής μικρότερης δυνατής διαβρώσεως κάτω από αυτές τες συνθήκες. Βέβαια αυτό πολλές φορές είναι αδύνατο ή άντιοικονομικό, π.χ. χρησιμοποίηση έξ ολοκλήρου άνοξειδώντων χαλύβων για τό σκάφος.

β) Βελτίωση του περιβάλλοντος, δηλαδή μείωση τών διαβρωτικών ιδιοτήτων με άπομάκρυνση τών έντόνων διαβρωτικών στοιχείων και προσθήκης άνασταλτικών διαβρώσεως, όπου αυτό είναι δυνατό. Π.χ. τροφοδοτικού νερού λεβήτων.

γ) Έφαρμογή διαχωριστικής επιφάνειας, ή όποία θά δρώ χημικά και φυσικά μεταξύ του μετάλλου και του διαβρωτικού υλικού (προστατευτικά χρώματα).

δ) Καθοδική προστασία.

Άπό τά παραπάνω προληπτικά μέτρα πρακτικά εφαρμόζονται για τό σκάφος ή διαχωριστική επιφάνεια και ή καθοδική προστασία. Στά μέτρα αυτά αναφερόμαστε λεπτομερέστερα παρακάτω:

Διαχωριστικές επιφάνειες.

Διακρίνονται σε:

- 1) Χρώματα.
- 2) Μεταλλικές διαχωριστικές επιφάνειες που εξετάζονται στή συνέχεια.

1) Χρώματα.

Τά βασικά συστατικά τών χρωμάτων είναι:

α) Άδιάλυτη χρωστική ούσία ως αιώρημα (Pigment).

β) Τό συνδετικό υγρό (Binder), συνήθως όργανικής προελεύσεως, από τό όποιο εξαρτώνται οι χημικές ιδιότητες του χρώματος.

γ) Στεγνοποιητικές προσθήκες (Driers).

δ) Διαλυτικά (Thinners) για τόν έλεγχο του ιξώδους.

Ό ρόλος τών χρωμάτων είναι να έλέγχουν και να περιορίζουν τό ρυθμό τής διαβρώσεως. Αυτό πετυχαίνεται με τή λειτουργία του χρώματος:

α) Ός φυσικού φράγματος μεταξύ μετάλλου και ηλεκτρολύτη.

β) Ός ύψηλης άνθεκτικότητας μονωτικό υλικό (ώμική αντίσταση) τό όποιο μειώνει τήν ένταση του ρεύματος του ηλεκτρολυτικού κυκλώματος.

γ) Ός άνασχετικό τής παραπέρα διαβρωτικής δράσεως. Αυτό πετυχαίνεται με τά προϊόντα που προέρχονται από τήν άδιάλυτη χρωστική ούσία (Pigment).

δ) Ός καθοδική προστασία έφόσον υπάρχει ως συστατικό ό ψευδάργυρος (Zinc Silicate Primers).

Τά χρώματα για τά σκάφη διακρίνονται σε έλαιοχρώματα (Conventional Paints)

καί πλαστικά (Plastic Types). Τά τελευταία είναι μεγαλύτερης άντοχῆς καί διάρκειας.

2) Μεταλλικές διαχωριστικές επιφάνειες.

Πέρα από τά αντιδιαβρωτικά κράματα γιά τίς σωλήνεις τῶν πλοίων καί ὀρισμένα ἄλλα ἐξαρτήματα ἔντονα ἐκτεθειμένα σέ κίνδυνο διαβρώσεως, ἐφαρμόζεται σέ χαλύβδινες σωληνώσεις ἕνα μεταλλικό προστατευτικό στρώμα (γαλβάνισμα) ἀπό ψευδάργυρο.

Καθοδική προστασία (τοῦ χαλύβδινου σκάφους). Εἶναι ἡ ἐξουδετέρωση τῶν γαλβανικῶν ρευμάτων τῆς διαβρώσεως, μεταξύ ἀνόδου καί καθόδου. Αὐτό πετυχαίνεται μέ τήν ἀνάπτυξη ἀντιθέτων ρευμάτων ἴσης ἐντάσεως, ἐφαρμόζοντας μιά ἀπό τίς ἀκόλουθες μεθόδους:

α) Ἐπιβολή ἐξωτερικοῦ συνεχοῦς ρεύματος. Ἔτσι, ἐξουδετερώνονται ὅλες οἱ τοπικές ἄνοδοι καί τό προφυλασσόμενο σκάφος γίνεται μιά κάθοδος, ὁπότε ὅπως ἀναφέραμε δέν παθαίνει φθορά.

Τό σύστημα περιλαμβάνει πηγή συνεχοῦς ρεύματος, ὁ θετικός πόλος τῆς ὁποίας συνδέεται μέ ἕνα ἀριθμό ἀνόδων οἱ ὁποῖες εἶναι τοποθετημένες κατά ὀρισμένα διαστήματα κατά μήκος τοῦ σκάφους στά ὑφαλα καί ἐξέχουν ἀπό αὐτό. Ὁ ἀρνητικός πόλος συνδέεται μέ τό σκάφος, τό ὁποῖο ἔτσι γίνεται κάθοδος.

Ἡ διαφορά δυναμικοῦ πού ἐπιβάλλεται ἀπό τήν ἠλεκτρική πηγή ἐξασφαλίζει τήν ἐξουδετέρωση ὄλων τῶν ἀνόδων στό σκάφος καί ἔτσι πετυχαίνεται ἡ προστασία του.

β) Προσθήκη στά ὑφαλα τοῦ σκάφους **ἀνόδων ἀπό ἄλουμίνιο, ψευδάργυρο ἢ μαγνήσιο**, τά ὁποῖα εἶναι ἠλεκτραρνητικότερα τοῦ χάλυβα, ὁπότε ἡ χαλύβδινη κατασκευή μετατρέπεται σέ **κάθοδο**. Δηλαδή, οἱ ἄνοδοι πού προσθέτονται «θυσιάζονται» ἀντί τοῦ σκάφους. Ὁ ἀριθμός καί οἱ θέσεις τῶν ἀνόδων εἶναι τέτοιες ὥστε νά ἐξασφαλισθεῖ ἡ μέγιστη προστασία τοῦ χαλύβδινου περιβλήματος κάτω ἀπό τή θάλασσα. Ἐπίσης πρέπει ὁ χρησιμοποιούμενος ψευδάργυρος ἢ ἄλουμίνιο ἢ μαγνήσιο νά εἶναι μεγάλης καθαρότητος ἢ μέ προσμίξεις ἄλλων μετάλλων οἱ ὁποῖες καταπολεμοῦν τίς ἀκαθαρσίες (π.χ.: Κράμα μαγνησίου πού περιέχει 6% ἄλουμίνιο, 3% ψευδάργυρο καί 0,2% μαγγάνις).

19.3 Ρύπανση, Φαινόμενο καί Πρόληψη.

Ἡ ἐμφάνιση τῆς ρυπάνσεως.

Ἡ ρύπανση τῆς γάστρας εἶναι τό σύνολο τῆς ὕλης, ὀργανικῆς καί ἀνόργανης, ἡ ὁποία μέ τήν πάροδο τοῦ χρόνου προσκολλᾶται στά ὑφαλα τοῦ σκάφους, εἴτε αὐτό κινεῖται εἴτε ὄχι.

Διακρίνεται βασικά σέ δύο κατηγορίες:

Ζελατινοειδές στρώμα καί μαλακή λάσπη, τά ὁποῖα δέν περιέχουν ὀρατά στερεά αντικείμενα. Δημιουργοῦν μιά λεπτή κάλυψη τῆς γάστρας, ὁμοιόμορφου πάχους.

Στρώματα ἡμιστερεά ἢ στερεά πού δίνουν τραχιά ἐπιφάνεια πού ἀποτελεῖται ἀπό ζωϊκοῦς ἢ φυτικοῦς μικροοργανισμούς, ἀπό αὐτούς πού ἀναπτύσσονται μέσο τῆς θάλασσα.

α) **Φυτά.** Αναπτύσσονται κυρίως στις πλευρές του σκάφους, γιατί χρειάζονται ο **ήλιακό φώς.** Κοντά στην Ίσαλο έχουν πράσινο χρώμα, ενώ σε μεγαλύτερο βάθος είναι καφέ.

β) **Ζωικοί οργανισμοί (Όστρακα).** Προσκολλώνται κυρίως στον πυθμένα της γάστρας, λόγω πληθώρας των φυτών στις πλευρές.

Τό αποτέλεσμα της ρυπάνσεως είναι η δημιουργία τραχιᾶς επιφάνειας της γάστρας. Αύξημένη ρύπανση μπορεί να προκαλέσει γι' αυτό μεγάλη αύξηση της αντίστασης τριβής και αντίστοιχα της καταναλώσεως καυσίμου, πολύ μεγαλύτερης από τήν αντίστοιχη αύξηση λόγω τραχύτητας της επιφάνειας από διάβρωση.

Πέρα από αυτό η ανάπτυξη των οστράκων μπορεί να καταστρέψει τήν προστατευτική βαφή της γάστρας.

Η τραχύτητα μιας επιφάνειας μετριέται από τό μέγιστο βάθος οιαβρώσεως, σε μικρά (μM), σε μία περιοχή μήκους 50 mm. Έτσι, γιά συνολική διάβρωση πού δέν υπερβαίνει τά 450 μM/50 mm, μία αύξηση βάθους διαβρώσεως κατά 10 μM/50 mm προκαλεί αύξηση τής Ιπποδυνάμεως προώσεως κατά 1%. Μέσος όρος έτήσιας φθοράς είναι περίπου 25 μM/50 mm γιά καλώς συντηρούμενα ύφαλα.

Από τούς παραπάνω συντελεστές μπορούμε να σχηματίσουμε μία εικόνα τής αύξήσεως τής Ιπποδυνάμεως προώσεως, λόγω διαβρώσεως, όσο προχωρεί ή ήλικία ενός πλοίου, πού μπορεί να αποβεί πολύ σημαντική. Έξάλλου, ή αύξηση λόγω ρυπάνσεως τής Ιπποδυνάμεως προώσεως γιά επίτευξη μιᾶς όρισμένης ταχύτητας, μέσα σε ένα έτος, είναι τής τάξεως τών 24% (πού Ισοδυναμεί μέ έλάττωση τής ταχύτητας κατά 8% περίπου γιά σταθερή Ιπποδύναμη).

Πρόληψη τής ρυπάνσεως.

Η έν χρήση μέθοδος γιά τήν πρόληψη καί καταπολέμηση τής ρυπάνσεως είναι ή βαφή τών ύφάλων του πλοίου μέ χρώματα πού περιέχουν κατάλληλα **δηλητήρια.** Αύτά είναι γενικά μείγματα όργανο - μεταλλικών καί άνοργάνων ενώσεων. Κάθε δηλητήριο καταπολεμά περιορισμένο αριθμό μικροοργανισμών καί γιά να έπιτευχθεί ή έξόντωση μεγάλου φάσματος από αυτούς άπαιτείται συνδυασμός δηλητηρίων.

Άλλες έν χρήσει μέθοδοι γιά τήν πρόληψη τής ρυπάνσεως, μέ διάφορα άποτελέσματα, είναι ή εκτόξευση δηλητηρίων από εύκαμπτους σωλήνες (Manifolds = μάνικες) οί όποιοι είναι άναρτημένοι στό ύψος τών παρατροπιδίων (Bilge Keel). Αντί δηλητηρίων έχει έξετασθεί καί ή χρησιμοποίηση χλωρίνης σε ύγρή ή άεριώδη κατάσταση.

19.4 Συνδυασμός πρόληψεως διαβρώσεως καί ρυπάνσεως.

Η πλήρης πρόληψη διαβρώσεως καί ρυπάνσεως δέν είναι γιά τήν ώρα κατορθωτή. Έχουν όμως άναπτυχθεί συστήματα έλέγχου καί περιορισμού τής φθοράς τής γάστρας στό έλάχιστο, τά όποια έντάσσονται σε ένα γενικότερο πρόγραμμα συντηρήσεως του σκάφους.

Σημαντικά προβλήματα τά όποια αντιμετώπίζονται είναι:

Διάρκεια μεταξύ δεξαμενισμών.

Μέ τήν αύξηση του μενέθους τών πλοίων ή διάρκεια μεταξύ διαδοχικών δεξα-

μενισμών έγινε σημαντικότερος οικονομικός παράγοντας. Συμφέρει δέ στόν πλοιοκτήτη οί διαδοχικοί δεξαμενισμοί νά απέχουν όσο περισσότερο εἶναι δυνατό μεταξύ τους. Ὁ δεξαμενισμός πέρα ἀπό τούς ἄλλους λόγους συντηρήσεως ἀπαιτεῖται γιά τόν καθαρισμό καί τή βαφή τῆς ἐπιφάνειας τῶν ὑφάλων τοῦ σκάφους. Ὅσο καλύτερης ποιότητος εἶναι ἡ ἀντιδιαβρωτική καί ἀντιρρυπαντική προστασία τόσο μπορεῖ νά ἀυξηθεῖ ὁ χρόνος μεταξύ διαδοχικῶν δεξαμενισμῶν.

Προετοιμασία τῆς ἐπιφάνειας γιά βαφή.

Ἡ βάση τῆς ἀποτελεσματικῆς προστασίας τῆς ἐπιφάνειας εἶναι ἀρχικά ἡ καλή προετοιμασία, δηλαδή ὁ ἀποτελεσματικός καθαρισμός της, πρῖν ἀπό τήν πρώτη βαφή κατὰ τή ναυπήγηση, γιατί μέ αὐτόν πετυχαίνονται:

- α) Ἀπομάκρυνση κάθε ὑλικοῦ, πού ἐμποδίζει τήν καλή πρόσφυση τῆς βαφῆς πάνω στό ἔλασμα.
- β) Ἀπομάκρυνση κάθε χημικά δραστικῆς οὐσίας, ἡ ὁποία μπορεῖ νά προκαλέσει ἔναρξη διαβρώσεως.
- γ) Ἀπομάκρυνση λεπτῶν στρωμάτων σκουριᾶς (καλαμίνας - Millscale) καί ἄλλων μολυντικῶν στοιχείων, τά ὁποῖα μποροῦν νά προκαλέσουν ἔναρξη ἠλεκτρολυτικῆς διαβρώσεως.

Μέθοδοι καθαρισμοῦ τῆς ἐπιφάνειας.

Ἐξαρτῶνται ἀπό τή φύση καί τήν ἡλικία τῆς ἐπιφάνειας. Ἀναφέρονται σύντομα οἱ κυριότερες:

α) **Καθαρισμός μέ τό χέρι.** Μέ χρήση χαλύβδινης λεπίδας μήκους 150 mm. πάνω σέ ράβδο ἀπομακρύνονται οἱ ὀργανισμοί καί τά προϊόντα διαβρώσεως. Πολύ χαμηλός ρυθμός καθαρισμοῦ καί κακή ποιότητα προετοιμασίας ἐπιφάνειας.

β) **Καθαρισμός μέ τό χέρι** μέ χρήση **συρμάτινης βούρτσας** ἀπό ἀνοξειδῶτο χάλυβα. Ρυθμός χαμηλότερος ἀπό τόν προηγούμενο. Χρησιμοποιεῖται γιά τήν ἀπομάκρυνση ξηρῶν ὀργανισμῶν.

Προσφέρει τόν καλύτερο δυνατό ἔλεγχο τοῦ καθαρισμοῦ μέ τό χέρι. Μετά ἀπαιτεῖται ἀπομάκρυνση τῆς σκόνης μέ νερό ἢ ἀέρα.

γ) **Μηχανική ἀπόξεση.** Χρησιμοποιοῦνται, περιστρεφόμενοι δίσκοι - λεπίδες πού κινοῦνται ἠλεκτρικά ἀπό πλαστικό ἢ ἀπό χάρτινο περίβλημα λεπίδων. Γιά ἀρχική ἀπόξεση δίνει τό χαμηλότερο ρυθμό (λόγω χειροκίνητης περιφορᾶς πάνω στήν ἐπιφάνεια). Γιά τελική προετοιμασία δίνει καλά ἀποτελέσματα. Χρησιμοποιεῖται γιά μικρές ἐπιφάνειες.

δ) **Μηχανική ἀπόξεση μέ βούρτσα.** Ἡ βούρτσα εἶναι κυκλική ἀπό χαλύβδινο ἀνοξειδῶτο σύρμα. Πάνω στήν ἐπιφάνεια περιφέρεται μέ τό χέρι.

Ἀπομακρύνει βασικά σκουριές. Ἀπαραίτητη ἡ ἀπομάκρυνση τῆς σκόνης μετά τήν ἀπόξεση.

ε) **Ἀερόσφυρο.** Παλινδρομεῖ μέ ἀέρα ὑπό πίεση. Δίνει χαμηλές ταχύτητες, καί χρησιμοποιεῖται γιά σκωρίαση ἢ ὑπόλοιπα συγκολλήσεως. Εἶναι πολύ θορυβώδες.

ζ) **Δέσμη νεροῦ ψηλῆς πῆσεως.** Ἐχει διαδοθεῖ σήμερα διεθνῶς. **Δίνει ἄριστα ἀποτελέσματα καί πολύ γρήγορα.** Πίεση νεροῦ 150 - 300 ἀτμόσφαιρες, (τό μέγιστο 500').

Ρυθμός καθαρισμού 150 M²/ώρα, ο μεγαλύτερος από όλες τις μεθόδους. Χρησιμοποιείται κυρίως για απομάκρυνση Slime (λεπτής λάσπης) και φυτικών οργανισμών, άνεπιθυμητών χρωμάτων (ρυπάνσεων και διαβρώσεων).

Γιά τον καθαρισμό μέχρι γυμνής επιφάνειας, συνιστάται ή χρήση γλυκού νερού, για την πρόληψη της διαβρώσεως του έκτεθειμένου χάλυβα.

η) **Άμμοβολή ή βολή ρινισμάτων.** Έκτόξευση άμμου ή μεταλλικών ρινισμάτων υπό πίεση με τη βοήθεια αέρα πίεσεως 5 - 7 ατμοσφαιρών. Δίνει Ιδεώδη επιφάνεια για βαφή, αλλά κατά τη διάρκειά της λόγω δημιουργίας σκόνης είναι αδύνατη εκεί κοντά οιαδήποτε εργασία. Έφόσον υπάρχει χώρος τοποθετείται αεροστεγής σάκος επαφής με την επιφάνεια που καθαρίζεται, μέσα στον οποίο συλλέγεται ή σκόνη (Σάκος άμμοβολής).

Η ποιότητα προετοιμασίας καθορίζεται συννηθέστερα με τα ΣΟΥΗΔΙΚΑ ΠΡΟΤΥΠΑ, τα οποία δίνουν δυνατότητα συγκρίσεως, ο δέ χαρακτηρισμός SA2, SA2¹/₂, SA3, δίνει προοδευτικά βελτιωμένη ποιότητα προετοιμασίας της μεταλλικής επιφάνειας, ανάλογα με τό μέγεθος και την ποιότητα των ρινισμάτων.

θ) **Άμμοβολή και ταυτόχρονα έκτόξευση νερού υπό πίεση.** Η ταυτόχρονη εφαρμογή των δύο τρόπων εξασφαλίζει την καλή ποιότητα της επιφάνειας και την απομάκρυνση των σωματιδίων του καθαρισμού. Επί πλέον εξασφαλίζονται και τά εξής πλεονεκτήματα:

1) Αύξηση σημαντική της ταχύτητας καθαρισμού, σέ σχέση με τον καθαρισμό με δέσμη νερού υπό πίεση.

2) Καθίζηση της έκλυόμενης σκόνης χάρη στή δέσμη του νερού.

Οι δέσμες του νερού και της άμμου μπορούν νά χρησιμοποιούνται χωριστά ή νά ανακατεύονται πριν φθάσουν πάνω στήν επιφάνεια.

Διαδοχή προστατευτικών στρωμάτων χρωματισμού.

Τά διαδοχικά στρώματα τά οποια χρησιμοποιούνται κατά τη βαφή του σκάφους είναι κατά σειρά τά εξής:

α) 1ο στρώμα (Primer). Τοποθετείται για την προστασία των χαλυβδοελασμάτων από την οξειδωση κατά τη διάρκεια της κατασκευής του σκάφους ή κατά την έκτεταμένη αντικατάσταση ελασμάτων από νέα σέ περίπτωση επισκευής.

β) Κύρια αντιδιαβρωτικά συστήματα. Αποτελούνται από τά υλικά που αναφέραμε προηγουμένως: 1) Δηλαδή την αδιάλυτη χρωστική ουσία, 2) τό συνδετικό υγρό, 3) τίς στεγνοποιητικές προσθήκες και 4) τά διαλυτικά.

Αν ή αδιάλυτη χρωστική ουσία (Pigment) είναι πλούσια σέ ψευδάργυρο, δίνει εξοχη προστασία της χαλυβδοκατασκευής. Αν είναι πλούσια σέ χρώμιο δίνει καλή μέν προστασία στον ατμοσφαιρικό αέρα, αλλά στό υποθαλάσσιο περιβάλλον μπορεί νά οδηγήσει σέ αποφλοιώσεις λόγω ώσμώσεως (φούσκες, φυσαλίδες).

Τέλος, γίνεται εύρεια χρήση έποξικών χρωμάτων σέ ειδικές περιπτώσεις, τόσο για έσωτερικούς χώρους (δεξαμενές) όσο και για τά έξωτερικά έλάσματα, σέ περισσότερα του ενός στρώματα σχετικώς μεγάλου πάχους.

γ) Αντιρρυπαντικά χρώματα. Όπως αναφέρθηκε (παράγρ. 3) έκλύουν δηλητήριο στό περιβάλλον, και είναι δύο βασικών τύπων.

Και τά δύο συνιστανται από τό φέρον στρώμα στό οποιο είναι αναπτυγμένες οι

τοξίνες (δηλητήρια), αλλά ενώ στο ένα εκλύονται μόνο τα δηλητήρια, στο άλλο εκλύονται τόσο το φέρον στρώμα όσο και τα δηλητήρια.

Ειδικά για το πρώτο χρώμα (Primer) ή επιλογή του πρέπει να είναι τέτοια ώστε:

- 1) Να μην επηρεάζει την ποιότητα των ηλεκτροσυγκολήσεων.
- 2) Να στεγνώνει γρήγορα.
- 3) Να προλαβαίνει τη διάβρωση σε θαλάσσιο περιβάλλον.
- 4) Να μην αναδίνει τοξικά αέρια κατά τις εργασίες φλογοκής ή ηλεκτροσυγκολήσεως.
- 5) Να έχει επαρκή άντοχή και συνεκτικότητα.
- 6) Να μπορεί να αφαιρεθεί εύκολα πριν από την επόμενη στρώση χρωμάτων.
- 7) Να δέχεται εφαρμογή για εύρεως φάσματος αντιδιαβρωτικά χρώματα.
- 8) Να μην επηρεάζεται από την καθοδική προστασία.
- 9) Να είναι φτηνό.

Μέθοδοι βαφής.

Οι κυριότερες μέθοδοι βαφής είναι:

- α) Ψεκασμός χωρίς ανάμιξη αέρα.
- β) Ψεκασμός με ανάμιξη αέρα (συμβατικός ψεκασμός).
- γ) Μέ χρήση περιστρεφόμενου κυλίνδρου.
- δ) Μέ χρήση βούρτσας (πινέλλου).

Οι μέθοδοι **ψεκασμού** είναι κατάλληλες για μεγάλες επιφάνειες καλά προετοιμασμένες. **Η πρώτη** είναι η πιο καθαρή και ταχύτερη μέθοδος ($45 - 70 \text{ m}^2/\text{ώρα}$) και εξασφαλίζει ελάχιστες απώλειες χρώματος. **Η δεύτερη** έχει περισσότερες απώλειες και χαμηλότερους ρυθμούς ($+ 30 \text{ m}^2/\text{ώρα}$), γι' αυτό τείνει να εγκαταλειφθεί.

Μέ χρήση περιστρεφόμενου **κυλίνδρου** βάνονται μικρές επίπεδες αλλά τραχιές επιφάνειες γιατί εξασφαλίζεται έτσι, οικονομία χρώματος και καλή πρόσφυση στην επιφάνεια, αλλά όχι σταθερό πάχος χρώματος. Ρυθμός $20 \text{ m}^2/\text{h}$.

Μέ χρήση **βούρτσας** βάνονται μόνο μικρές επιφάνειες με μεγάλη ταχύτητα, λόγω του πολύ χαμηλού ρυθμού βαφής: $10 \text{ m}^2/\text{h}$.

Συνθήκες βαφής.

Οι ιδεώδεις συνθήκες είναι $0^\circ = 10 - 32^\circ\text{C}$ και υγρασία κάτω από 90%. Πέρα από το όριο αυτό υγρασίας ή ατμόσφαιρα έχει πολλούς υδρατμούς, με αποτέλεσμα μη στιλπνή επιφάνεια βαφής, κακή πρόσφυση πάνω στην υγρή επιφάνεια και χαμηλή άντοχή του στρώματος βαφής.

Μειωμ ασφάλειας κατά τη βαφή.

α) Η λειτουργία μηχανήματος τό οποίο δίνει ή χρησιμοποιεί ρευστό ψηλής πίεσης πρέπει να γίνεται με μεγάλη προσοχή στην περιοχή και κατά τη διάρκεια της βαφής.

β) Τοξικές ουσίες που έχουν σχέση με τη βαφή, πρέπει να χρησιμοποιούνται με προσοχή, για να αποφεύγονται δηλητηριάσεις.

γ) Εύφλεκτα και έκρηκτικά υλικά. Κατά την εφαρμογή των χρωμάτων εκλύονται εύφλεκτοι ατμοί. Γι' αυτό **φλόγες** και **σπινθήρες** στην περιοχή της βαφής ή μετά από βαφή ή σε χώρους αποθηκείσεως χρωμάτων απαγορεύονται αν ο χώρος είναι κλειστός.

19.5 Κίνητρα για τή χρησιμοποίηση υλικών καλύτερης ποιότητας για τή συντήρηση.

Οι Νηογνώμονες καί οι κρατικές αρχές αναγνωρίζουν τήν αποδοτικότητα τών βελτιωμένων συστημάτων χρωματισμοῦ στή μείωση τῆς **διαβρώσεως** καί ἔχουν μειώσει τά πάχη καί τίς ἐνισχύσεις τών ἐλασμάτων στά Δ/π καί Φ/Γ, μέ ἀποτέλεσμα οἰκονομία στήν ποσότητα χάλυβα καί ἀντίστοιχα αὔξηση τοῦ μεταφερόμενου ὠφέλιμου φορτίου. Ταυτόχρονα ἡ βελτίωση τών **ἀντιρρυπαντικῶν** ἔχει ἤδη ἐπιτρέψει διετή ἀντί ἐτήσιας διάρκειας μεταξύ τών δεξαμενισμῶν. Σέ αὐτό ἔχει συντελέσει καί ὁ ὑποβρύχιος καθαρισμός τῆς γάστρας πού ἐφαρμόζεται πιά εὐρέως, χρησιμοποιώντας δύτες ἐφοδιασμένους μέ εἰδικό ἐξοπλισμό.

Τά παραπάνω κίνητρα μαζί μέ τό κόστος τοῦ ἀναμένοντος πλοίου, τών μικρότερων πληρωμάτων στά αὐτοματοποιημένα πλοῖα καί τῆς αὐξημένης καταναλώσεως καυσίμου στίς ψηλές ταχύτητες λόγω ρυπάνσεως, ἔχουν κάνει ζωηρή τή ζήτηση βελτιωμένων τύπων υλικῶν στά συστήματα συντηρήσεως.

Ἡ σχεδίαση σωστής συντηρήσεως ἔχει τίς ρίζες της στή σωστή σχεδίαση καί κατασκευή τοῦ πλοίου. Ἄριστη τέλος προετοιμασία τών μεταλλικῶν ἐπιφανειῶν κατά τήν κατασκευή τοῦ σκάφους σέ συνδυασμό πρὸς τή χρησιμοποίηση υλικῶν μεγάλης διάρκειας ζωῆς γιά τήν προστασία ἐπιφανειῶν δυσπροσίτων κατά τήν ὑπηρεσία ἀποτελοῦν μία καλή ἀρχή γιά μία ἱκανοποιητική καί οἰκονομικά συμφέρουσα συντήρηση.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΕΙΚΟΣΤΟ

ΝΗΟΓΝΩΜΟΝΕΣ

20.1 Εισαγωγή.

Οι Νηογνώμονες καί η ταξινόμηση πλοίων σέ αὐτούς εἶναι ἀρρηκτα συνδεδεμένοι μέ τή διεθνή Ναυτιλία, γιατί, αὐτοί ἀποτελοῦν βασικό συνδετικό κρίκο στίς σχέσεις μεταξύ ἐφοπλιστῶν καί ἀσφαλιστῶν, ἐφοπλιστῶν καί ναυπηγείων, ἀγοραστῶν καί πωλητῶν πλοίων.

Ὁ παλιότερος Νηογνώμονας εἶναι ὁ Lloyd's Register of Shipping. Αὐτός δημιουργήθηκε στίς ἀρχές τοῦ 18ου αἰώνα, ὅταν ὁ ἰδιοκτῆτης ἐνός καφενεῖου στό Λονδίνο παρακινούμενος ἀπό τό ζωηρό ἐνδιαφέρον γιά τίς πληροφορίες ναυτικοῦ περιεχομένου ἐξέδωσε τό 1734 τήν ἐφημερίδα Lloyd's List, ἡ ὁποία ἐκδίδεται μέχρι σήμερα.

Ἀπό τούς ἀσφαλιστές τοῦ Λονδίνου σχηματίσθηκε στή συνέχεια τό 1760 ἐπιτροπή, ἡ ὁποία ἐξέδωσε τό πρῶτο βιβλίο ταξινομήσεως, στό ὁποῖο περιελήφθηκαν στοιχεῖα τῶν πλοίων καί τῆς καταστάσεώς τους. Τό 1834 ἀναδιοργανώθηκε αὐτή ἡ ἐταιρία μέ τή σημερινή της ἐπωνυμία Lloyd's Register of Shipping. Ὡς σκοπός τῆς ὀργανώσεως ἀναφέρεται ἡ ἀκριβῆς ταξινόμηση τῶν πλοίων γιά χρήση τῶν ἐμπόρων, τῶν πλοιοκτητῶν, τῶν ἀσφαλιστῶν καί τῆς Κυβερνήσεως.

Τό 1828 ἰδρύθηκε ὁ Νηογνώμονας Bureau Veritas στήν Ὑλλανδία, ὁ ὁποῖος μεταφέρθηκε τό 1831 στό Παρίσι.

Κατά τή δεκαετία 1860 – 1870 ἰδρύθηκαν ἀκόμα οἱ παρακάτω τέσσερις Νηογνώμονες:

α) R.I.N.A. (Registro Italiano Navale). Ὁ ἰταλικός Νηογνώμονας, ὁ ὁποῖος ἰδρύθηκε τό 1861, καί σήμερα εἶναι ἡμικρατικός αὐτόνομος ὀργανισμός.

β) A.B.S. (American Bureau of Shipping), ἰδρύθηκε τό 1862 καί μέ τήν παρούσα ὀνομασία του ἐπανιδρύθηκε τό 1889, ἐδρεύει στίς Ἑνωμένες Πολιτεῖες τῆς Ἀμερικῆς καί εἶναι ἀναγνωρισμένος ἀπό αὐτές.

γ) N.V. (Norske Veritas). Ὁ νορβηγικός Νηογνώμονας, ὁ ὁποῖος ἰδρύθηκε τό 1864.

δ) G.L. (Germanischer Lloyd). Ὁ γερμανικός Νηογνώμονας.

Τέλος ἀπό τούς Νηογνώμονες μνημονεύεται ἀκόμη ὁ ἰαπωνικός N.K.K. (Nippon Kaiji Kuokai), πού ἰδρύθηκε τό 1899, καί ὁ Νηογνώμονας τῆς Σοβιετικῆς Ἑνώσεως.

Ἀπό τήν Ἑλλάδα ἔχουν ἀναγνωρισθεῖ ὄλοι οἱ παραπάνω Νηογνώμονες, καθώς καί ὁ ἑλληνικός Νηογνώμονας, πλὴν τοῦ Νηογνώμονα τῆς Σοβιετικῆς Ἑνώσεως καί ἔχουν ἐξουσιοδοτηθεῖ μέ Διατάγματα ἀπό τήν Κυβέρνηση νά ἐκδίδουν ἀντ' αὐ-

τῆς διάφορα πιστοποιητικά, ὅπως εἶναι τὰ πιστοποιητικά ἀσφάλειας φορτηγῶν πλοίων καί τὰ πιστοποιητικά γραμμῆς φορτώσεως.

Ἄπό τοὺς Νηογνώμονες πού μνημονεύθηκαν ὁ ἰταλικὸς καί ὁ ρωσικὸς ἔχουν Κρατικές ἀρμοδιότητες, ἐνῶ οἱ ὑπόλοιποι Νηογνώμονες εἶναι ἀνεξάρτητοι ὀργανισμοί, πού ἔχουν ὡς ἐπὶ τὸ πλεῖστον στενοὺς δεσμούς καί συνεργασία μὲ τὶς ἀντίστοιχες Κρατικές Ἀρχές.

Κράτη πού ἔχουν ἐμπορικά πλοῖα καί στεροῦνται ἀρμοδίων ἀρχῶν ἐξουσιοδοτοῦν Νηογνώμονες γιὰ τὴν ἐκτέλεση τῶν ἀντιστοίχων καθηκόντων ἐπιθεωρήσεως πλοίων καί ἐκδόσεων πιστοποιητικῶν καί τοὺς χρησιμοποιοῦν ὡς τεχνικοὺς καί εἰδικούς συμβούλους γιὰ τὰ Ναυτιλιακά.

Οἱ Νηογνώμονες συγκεντρῶνουν στοιχεῖα συμπεριφορᾶς τοῦ ὑλικοῦ τῶν πλοίων, τὰ ὁποῖα συλλέγονται ἀπὸ τὶς λεπτομερεῖς ἐκθέσεις τῶν ἐπιθεωρητῶν.

Ἡ συγκέντρωση τῶν στοιχείων αὐτῶν ἀποτελεῖ μεγάλη ἐμπειρία ἐνῶ μὲ τὴν παραπέρα κριτικὴ ἀνάλυση καί τὴν ἔρευνα σέ συνδυασμὸ μὲ τὶς τεχνικὲς ἐξειδίξεις ἐπιτρέπει πρῶτα τὴν ἐξαγωγή συμπερασμάτων καί τελικὰ τὴ διατύπωση νέων κανονισμῶν.

Ἡ ὀρθὴ καί εὐσυνείδητη λειτουργία τῶν Νηογνώμωνων προσφέρει πολύτιμη συμβολὴ στὰ ἀποθέματα γνώσεων ἀπὸ τὰ ὁποῖα ἐξαρτᾶται ἡ παραπέρα ἀνάπτυξη. Ὡς ἐμπειροὶ καί ὑπεράνω ὑποψίας σύμβουλοι ἐξετάζουν μὲ προσοχὴ νέες προτάσεις καί ἰδέες καί χωρὶς παρεμβολὴ ἐμποδίων στὴν τεχνικὴ πρόοδο καί ἰδιωτικὴ πρωτοβουλία τὶς ἐφαρμόζουν ἀφοῦ βεβαιωθοῦν ὅτι εἶναι πλήρεις καί ἀξιες ἐγκρίσεως.

Οἱ Νηογνώμονες ὅταν βρίσκονται μεταξὺ ἀντιτιθεμένων συμφερόντων ὅπως εἶναι:

- α) Πλοιοκτῆτες καί ἀσφαλιστές.
- β) Πλοιοκτῆτες καί Ναυπηγεῖα.
- γ) Πωλητές καί ἀγοραστὲς.

Θεωρεῖται ὅτι ἐνεργοῦν κατὰ τρόπο πού δέν ἀδικεῖ καμιὰ πλευρὰ, ἐξασφαλίζοντας ἔτσι, τὸ κύρος τοῦ ἀντικειμενικοῦ κριτοῦ.

Τελευταῖα ἡ ἐπιστημονικὴ ἔρευνα στὰ πλαίσια τῶν Νηογνώμωνων ἔχει ἀποδώσει πολλὰ ὠφέλιμα ἀποτελέσματα καί νέα κριτήρια γιὰ τὴν ἀσφάλεια τῆς κατασκευῆς τοῦ πλοίου πού τὴν κάνουν οἰκονομικότερη ἀλλὰ ἐξίσου ἢ καί περισσότερο ἀσφαλὴ.

Ἡ παρακολούθηση τῆς συμπεριφορᾶς τῶν πλοίων καί ἡ ἐμπειρία πού ἔχουν ἀποκτήσει σχετικά οἱ Νηογνώμονες συμβάλλουν πολὺτῖμα στὴ δημιουργικὴ τεχνικὴ πρόοδο καί στὴν αὐξηση τῆς ἀσφάλειας τῶν πλοίων, τῶν ἐπιβατῶν καθὼς καί τῶν φορτίων.

20.2 Ἀσφάλιση Πλοίων – Ἀσφαλιστές (Underwriters).

Γιὰ καλύτερη ἐνημέρωση δίνονται σύντομες πληροφορίες γιὰ τὴν ἀσφάλιση τῶν πλοίων καί τονίζεται ὅτι ὁ Νηογνώμονας Lloyd's δέν ἔχει καμιὰ σχέση μὲ τὸν ὀργανισμό τῶν ἀσφαλιστῶν Lloyd's.

Κατὰ τὸν 17ον αἰῶνα δέν ὑπῆρχαν ἀσφαλιστικὲς ἐταιρίες μὲ τὴ σημερινή τους μορφή. Μερικὰ ἄτομα τὰ ὁποῖα ὀνομάζονταν Underwriters ἔβαζαν τὸ ὄνομά τους

κάτω από τή συμφωνηθείσα έγγυηση γιά τήν πραγματοποίηση μιὰς έμπορικῆς πράξεως, πάντοτε επί προσωπικῆς βάσεως καί ὄχι συλλογικά. Τό καφενεῖο τοῦ Lloyd ἀποδείχθηκε κατάλληλος τόπος συναντήσεως γιά τέτοιου εἴδους συμφωνίες. Μέ τόν καιρό ἀναγνωρίσθηκε ὡς κατάλληλος χώρος γιά ἀνεύρεση προσώπων πού ἦταν διατεθημένα νά έγγυηθοῦν έμπόρους, οἱ ὁποῖοι ζητοῦσαν ἀσφαλιστική κάλυψη τῶν έμπορευμάτων τους.

Ὁ Ἐδουάρδος Λούδ ἐνεθάρυνε αὐτές τῖς συναλλαγές καί ἄρχισε νά συγκεντρώνει καί κατάλληλες ναυτιλιακές πληροφορίες. Τό 1696 δημοσίευσε τό 1ο φύλλο τῶν Νέων τοῦ Λούδ (Lloyd's News), ἀλλά ἡ έκδοση δέν πέτυχε· ἀπέτελεσε ὀμως τόν πρόδρομο τῆς ἀρχαιότερης έφημερίδας τοῦ Λονδίνου τῆς Lloyd's List, ἡ ὁποία ὅπως εἶπαμε, ἐμφανίστηκε τό 1734, 21 χρόνια μετά τό θάνατο τοῦ Lloyd. Ταυτόχρονα οἱ συναλλαγές στό καφενεῖο αὐτό αὐξάνονταν συνεχῶς μέ ἀποτέλεσμα τή δημιουργία τοῦ ὁμόνυμου ὀργανισμοῦ.

Σήμερα ἡ ἀσφάλιση ἐκτελεῖται ἀπό ἀσφαλιστές μέλη τοῦ ὀργανισμοῦ τῶν Lloyd's. Τά μέλη αὐτά, ἄνδρες ἢ γυναῖκες, ἔχουν ἐλεγχθεῖ καί ὁ ὀργανισμός ἐγγυᾶται γι' αὐτούς. Συγκεντρώνουν τά παρακάτω βασικά προσόντα:

- 1) Ἔχουν συσταθεῖ ἀπό ἄλλα μέλη τῶν Lloyds.
- 2) Συναλλάσσονται μέ τήν ἴδια τήν εὐθύνη τους.
- 3) Ἰκανοποιοῦν τόν Ὀργανισμό ἀπό ἄποψη ἀκεραιότητας ἡθους καί οἰκονομικῆς ἐπιφάνειας.

- 4) Ἀσφαλίζουν μέ τρόπο πού ἔχει ἐγκριθεῖ ἀπό τόν Ὀργανισμό καί γιά ποσά πού ἐξαρτῶνται ἀπό τήν περιουσία τους.

- 5) Καταβάλλουν ὅλα τά ἀσφάλιστρα στό Ταμεῖο Ἀσφαλιστρῶν (Premium Trust Fund) σύμφωνα μέ τούς κανονισμούς τοῦ Ὀργανισμοῦ καί τοῦ βρετανικοῦ Ὑπουργείου Ἐμπορίου.

- 6) Ἔχουν μιὰ Ἀσφαλιστική πολιτική γιά κάθε ἔτος μέ βάση τό εἰσόδημά τους ἀπό τά ἀσφάλιστρα. Ἡ πολιτική αὐτή πρέπει νά υἰοθετηθεῖ καί ἀπό ἄλλα μέλη τοῦ Ὀργανισμοῦ, σύμφωνα μέ κανονισμούς πού ἐκδόθηκαν ἀπό τήν ἐπιτροπή τοῦ Lloyd's.

- 7) Συνεισφέρουν μέ ἓνα ποσό τῶν ἐσόδων τους ἀπό τά ἀσφάλιστρα σέ ἓνα Κεντρικό Ταμεῖο, μέ σκοπό τήν κάλυψη Ἀσφαλιστῶν πού δέν μποροῦν ἐνδεχομένως νά ἀνταποκριθοῦν στίς ὑποχρεώσεις τους. Τό ταμεῖο, μέ καταθέσεις πολλῶν ἑκατομμυρίων λιρῶν στερλινῶν, ἔχει σκοπό τήν προστασία τοῦ ἀσφαλιζόμενου καί ὄχι τοῦ Ἀσφαλιστοῦ, ὁ ὁποῖος ἐξακολουθεῖ νά ὀφείλει στό ταμεῖο ὅλες τῖς ὑποχρεώσεις του, τῖς ὁποῖες πρέπει νά καλύψει χρησιμοποιώντας ἐν ἀνάγκη τό σύνολο τῆς περιουσίας του.

Οἱ ἀσφαλιστές ἔναντι τῶν καταβαλλομένων ἀσφαλιστρῶν (Commission ἢ Premium) ἀναλαμβάνουν τήν ὑποχρέωση καταβολῆς ἀποζημιώσεως ἔναντι τοῦ κινδύνου γιά τό πλοῖο ἢ τό έμπόρευμα. Συνηθέστερα στήν ἀσφάλιση συμμετέχουν περισσότεροι τοῦ ἑνός ἀσφαλιστές, ὅλοι βέβαια τῆς Ὀργανώσεως Lloyd ἢ ἀντίστοιχης ὀργανώσεως τῶν Η.Π.Α. ἢ ἄλλου κράτους, γιατί ἡ μεγάλη ἀξία τοῦ ἀντικειμένου πού ἀσφαλίζεται δέν ἐπιτρέπει τήν ἀσφάλιση ὅλου τοῦ πλοίου ἢ τοῦ έμπορευματος ἀπό ἓνα ἀσφαλιστή. Τέλος οἱ ἀσφαλιστές δέν συναλλάσσονται ἀπευθείας μέ τούς ἀσφαλιζόμενους, ἀλλά μέσω τῶν μεσιτῶν (Brokers).

20.3 Κανονισμοί Νηογνώμωνων.

Ἄπαραίτητη προϋπόθεση γιὰ νὰ καταχωριθεῖ πλοῖο στό βιβλίο ταξινομήσεως ἢ γιὰ νὰ ταξινομηθεῖ σέ κλάση εἶναι ἡ συμμόρφωσή του πρὸς τοὺς ἐν ἰσχύει κανονισμοὺς τοῦ Νηογνώμονα. Γιὰ νὰ διατηρήσει τὴν κλάση του πρέπει κατὰ τίς ἐπιθεωρήσεις, οἱ ὁποῖες γίνονται κατὰ τίς χρονικὲς περιόδους πού προβλέπονται ἀπὸ τὸν κανονισμό νὰ διαπιστωθεῖ ὅτι αὐτὸ βρίσκεται ἢ ἐπανερχεται (ἐπισκευαζόμενο) σέ καλὴ κατάσταση σύμφωνα μέ τίς ἀπαιτήσεις τῶν κανονισμῶν.

Οἱ γνωστοὶ μεγάλοι Νηογνώμονες ἐπανεκδίδουν κάθε χρόνο τοὺς κανονισμοὺς, ὥστε νὰ εἶναι ἐνημερωμένοι σέ ἐπίπεδο ἀντίστοιχο μέ τὴν ἐπιστημονικὴ πρόοδο.

Οἱ λεπτομέρειες πού ἀναπτύσσονται στὴ συνέχεια βασίζονται πρῶτα στοὺς κανονισμοὺς τοῦ Lloyd's Register of Shipping, πλὴν ὅμως ἰσχύουν μέ μικρὲς παραλλαγές γιὰ ὅλους τοὺς Νηογνώμονες.

Ὁ πλήρης τίτλος τῶν παραπάνω κανονισμῶν εἶναι:

Κανόνες καὶ κανονισμοὶ γιὰ τὴν κατασκευὴ καὶ ταξινόμηση χαλυβδίνων πλοίων.

Ἡ ἔκδοση αὐτὴ τοῦ L.R. περιέχει:

- α) Τοὺς γενικοὺς κανονισμοὺς ταξινομήσεως.
- β) Τοὺς κανονισμοὺς τῶν περιοδικῶν ἐπιθεωρήσεων.
- γ) Τοὺς κανόνες κατασκευῆς πλοίων.

Παρόμοιοι κανονισμοὶ πού δὲν ἐκδίδονται κάθε χρόνο ἀλλὰ ἀνάλογα μέ τίς ἀνάγκες, ἐκδίδονται γιὰ εἰδικὰ πλοῖα, ὅπως π.χ. τὰ ξύλινα πλοῖα, τίς φορτηγίδες, τὰ πλοῖα ἀπὸ πλαστικὸ ὕλικό κλπ.

20.4 Ταξινόμηση.

Ὁ χαρακτήρας τῆς κλάσεως σημειώνεται στὸν L.R. (Lloyd's Register of Shipping) μέ τὰ στοιχεῖα 100 A 1. Τὸ ψηφίο 1 μετὰ τὸ 100 A τίθεται, ὅταν ὁ ἔξαρτισμός τῶν πλοίων (ἄγκυρες, ἄλυσίδες καὶ σχοινιά) βρίσκεται σέ καλὴ κατάσταση καὶ εἶναι σύμφωνος πρὸς τοὺς κανονισμοὺς.

Ἡ κλάση 100 A 1 δίνεται γιὰ ὀρισμένο βύθισμα σέ ὅλα τὰ ὠκεανοπόρα πλοῖα. Σέ εἰδικούς τύπους πλοίων, γιὰ τοὺς ὁποίους ἰσχύουν εἰδικοί κανόνες κατασκευῆς, δίνεται ἀντίστοιχη κλάση. Ἔτσι:

α) Στὰ πετρελαιοφόρα δίνεται ἡ κλάση 100 A 1 (Oil Tanker).

β) Στὰ πλοῖα μεταφορᾶς ὑγροποιημένων ἀερίων δίνεται ἡ κλάση 100 A 1 (Liquefied Gas Carrier).

γ) Στὰ πλοῖα μεταφορᾶς μεταλλευμάτων δίνεται ἡ κλάση 100 A 1 (Ore Carrier).

Ἔτσι καὶ γιὰ ἄλλους εἰδικούς τύπους πλοίων τίθεται μετὰ τὸ χαρακτηριστικὸ 100 A 1 ἡ εἰδικὴ περιγραφή τοῦ πλοίου. Μερικὲς φορές, ἀναγράφονται μετὰ τὸ χαρακτηριστικὸ 100 A 1 εἰδικοί περιορισμοί, ὅπως π.χ. ἡ κλάση 100 A 1 γιὰ λιμάνια, ποταμούς ἢ τὴν Ἀνατολικὴ Μεσόγειο.

Πλοῖα τὰ ὁποῖα ἐπιθεωροῦνται κατὰ τὴ διάρκεια τῆς κατασκευῆς τους λαμβάνουν εἰδικὴ ὑποσημείωση στὴν ταξινόμηση, τοποθετώντας ἐμπρὸς ἓνα ἀστερίσκο (* 100 A1). Στὴν περίπτωσή αὐτή, ὅλα τὰ κατασκευαστικὰ σχέδια ὅπως καὶ οἱ λεπτομέρειες σκάφους, ἔξαρτισμοῦ, σωληνώσεων, μηχανῶν κλπ., πρέπει νὰ ὑπο-

βάλλονται καί νά ἐγκρίνονται ἀπό τό Νηογνώμονα, γιά ὅτι ἀφορᾶ τήν τήρηση τῆ ἐν ἰσχύει κανόνων κατασκευῆς.

Ἄλλά καί σέ περίπτωση ἀλλαγῆς Νηογνώμονα, ἡ ἐγγραφή τοῦ πλοίου στό νέ Νηογνώμονα γίνεται μόνον ἀφοῦ αὐτός διαπιστώσει ὅτι ἡ κατασκευή τοῦ πλοίου ἔγινε σύμφωνα μέ τούς κανονισμούς του (ὑποβολή κατασκευαστικῶν σχεδίων, ἐπιθεωρήσεις κλπ).

20.5 Ἐπιθεωρήσεις.

1) Ἐτήσια ἐπιθεώρηση.

Ἡ ἐτήσια ἐπιθεώρηση γίνεται ἀνά 12μνηο περίπου καί ἐκτελεῖται συγχρόνως μέ τήν ἐτήσια ἐπιθεώρηση πρὸς θεώρηση τοῦ πιστοποιητικοῦ γραμμῆς φορτώσεως, ἐφόσον τό ἐκδίδει ὁ Νηογνώμονας.

Κατά τήν ἐπιθεώρηση αὐτή ἐπιθεωροῦνται:

- Τά στόμια κυτῶν.
- Τά τμήματα σωλήνων ἀερισμοῦ, ἐξαεριστικῶν καί καταμετρικῶν, πού προεξέχουν ἀπό τά καταστρώματα.
- Οἱ παραφωτίδες.
- Οἱ στεγανές πόρτες καί οἱ φορτοθυρίδες περιβλήματος.

Γενικά τά μέσα πού ἐξασφαλίζουν στεγανότητα τῶν ἀνοιγμάτων πάνω στό κύριο (ἐκτεθειμένο) κατάστρωμα κλπ.

- Τά κιγκλιδῶματα καί δρύφακτα προστασίας προσωπικοῦ.
- Οἱ γραμμές φορτώσεως.
- Τό βοηθητικό σύστημα πηδαλιουχίσεως.

Ἀνάλογα μέ τήν ἡλικία τοῦ πλοίου ἀνά ἓνα πρῶραϊο καί πρυμναῖο κύτος ἢ δεξομενῆ.

2) Ἐπιθεώρηση στή δεξαμενῆ.

Συνιστᾶται ὁ δεξαμενισμός τῶν πλοίων ἀνά 12μνηο ἐνῶ ὑπάρχει ὑποχρέωση ἰ διάρκεια μεταξύ δεξαμενισμῶν νά μή ὑπερβαίνει τή διετία. Μέ φροντίδα τοῦ πλοιοκτήτη πρέπει νά εἰδοποιεῖται ὁ Νηογνώμονας γιά ἐπιθεώρηση τῶν ὑφάλων τῶν ἐξαρτημάτων γάστρας, τῆς ἑλικας, τοῦ πηδαλίου, γιά μέτρηση ἐλευθεριῶν τελικοῦ ὄξονα καί πηδαλίου κ.ο.κ.

3) Εἰδική ἐπιθεώρηση (Special Survey).

Ἀνά τετραετία ἐκτελοῦνται λεπτομερεῖς ἐπιθεωρήσεις σκάφους, ἐξαρτισμοῦ, μηχανῶν, μηχανημάτων καί λοιπῶν ἐγκαταστάσεων ὅπως περιγράφεται λεπτομερῶς στή συνέχεια.

4) Συνεχῆς ἐπιθεώρηση (Continuous Survey).

Κατόπιν αἰτήσεως τῶν πλοιοκτητῶν ἀντί τῶν εἰδικῶν ἐπιθεωρήσεων εἶναι δυνατό νά ἐκτελεῖται συνεχῆς ἐπιθεώρηση σκάφους καί μηχανῶν. Στήν περίπτωση αὐτή ὅλα τά διαμερίσματα καί μηχανήματα τοῦ πλοίου ἐπιθεωροῦνται προοδευτικά ἐντός πενταετίας. Ἡ ἐρνασία προγραμματίζεται κατά τρόπον. ὥστε μετὰ τῆς

διαδοχικών επιθεωρήσεων ενός διαμερίσματος ή μηχανήματος, ή διάρκεια να μην υπερβαίνει τήν πενταετία. Γενικά πρέπει να επιθεωρείται κάθε χρόνο τό 1/5 περίπου του σκάφους καί τών υπολοίπων εγκαταστάσεων.

5) 'Επιθεώρηση λεβήτων, άτμαγωγών καί έλικοφόρων άξόνων.

Στήν παράγραφο 20.6 (5,6,7) περιγράφονται σύντομα οί έν λόγω επιθεωρήσεις.

6) 'Επισκευές καί μετασκευές.

'Επισκευές καί μετασκευές πού έκτελοῦνται γιά τή διατήρηση κλάσεως ή έπιηρέαζουν αὐτή πρέπει να έποπτεύονται από τό Νηογνώμονα.

Ζημιές πού επιβάλλουν τή ρυμούλκηση του πλοίου πρέπει να αναφέρονται στο Νηογνώμονα σέ πρώτη ευκαιρία.

7) Εϊδική επιθεώρηση σκάφους.

Οί ειδικές επιθεωρήσεις σκάφους έκτελοῦνται γιά να διαπιστωθεϊ ή κατάσταση του καί να γίνουν τυχόν άπαιτούμενες έπισκευές πρós άποκατάσταση τής άντοχής καί τής ασφάλειας του πλοίου. Οί επιθεωρήσεις κλιμακώνονται ανάλογα μέ τήν ηλικία του πλοίου καί γίνονται λεπτομερέστερες καί διεξοδικότερες γιά πλοία μεγαλύτερης ηλικίας.

8) 'Επιθεώρηση γιά πλοία ηλικίας κάτω τών 5 έτών.

'Εκτελοῦνται κατά τήν επιθεώρηση αὐτή τά παρακάτω:

α) Δεξαμενισμός καί έργασίες έτήσιας επιθεωρήσεως.
β) 'Ανύψωση πηδαλιου πρós επιθεώρηση πείρων κατά τήν κρίση αὐτου πού έπιθεωρεϊ.

γ) Καθαρισμός καί επιθεώρηση κυτῶν, ένδιαμέσων καταστρωμάτων (κουραδόνων), δεξαμενών κύτους, δεξαμενών ζυγοσταθμήσεως, χώρων μηχανών καί λεβήτων. Τά κύτη χώρων μηχανών στραγγίζονται καί καθαρίζονται πρós επιθεώρηση τών βάσεων καί ένισχύσεων τών μηχανών καί λεβήτων.

δ) 'Αφαιροῦνται δειγματοληπτικά έπενδύσεις πλευρῶν καί πυθμένα πρós επιθεώρηση τής κατασκευής πού βρίσκεται κάτω από αυτές.

ε) Σέ περιοχές πού υπόκεινται σέ ιδιαίτερη φθορά ή διάβρωση καί όπου υπάρχουν ένδείξεις μειώσεως του πάχους τών κατασκευαστικών μελῶν (έλασμάτων δοκῶν) μπορεί ο έπιθεωρητής να άπαιτήσει τήν έκτέλεση μετρήσεως πάχους.

στ) Δεξαμενές διπυθμένων, ζυγοσταθμήσεως καί άλλες δεξαμενές, δοκιμάζονται μέ υδραυλική στήλη (σέ πίεση ίσοδύναμη πρós τή μεγαλύτερη έν λειτουργία καθεμιās από τίς δεξαμενές).

ζ) Δεξαμενές πετρελαίου καί γλυκού νερου δέν είναι αναγκαίο να επιθεωροῦνται έσωτερικά, έφόσον ή υδραυλική δοκιμή καί ή έξωτερική επιθεώρηση ίκανοποιεί τόν έπιθεωρητή.

η) 'Επιθεωροῦνται καταστρώματα, φωταγωγοί μηχανῶν καί υπερκατασκευές. 'Ιδιαίτερη προσοχή δίνεται στίς γωνίες τών άνοιγμάτων καί τίς άσυνέχειες τής κατασκευής.

θ) Ξύλινες επιστρώσεις καταστρωμάτων αφαιρούνται μερικώς για να εξακριβωθεί ή φθορά των ελασμάτων κάτω από αυτές.

ι) Ίστοί, ξερατισμοί αυτών καθώς και άγκυρες επιθεωρούνται, ενώ εξακριβώνεται αν υπάρχουν πάνω στα πλοία οι κάβοι προσδέσεως και ρυμουλκήσεως, πού προβλέπονται από τους κανόνες.

ια) Επιθεωρούνται τό σύστημα πηδαλιουχίσεως, οι συνδέσεις, τά συστήματα ελέγχου καθώς και τό βοηθητικό σύστημα.

ιβ) Επιθεωρούνται τό βαροϋλκο άγκυρών, οι χειραντλίες, οι άναρροφήσεις, οι στεγανές πόρτες, οι έξαεριστικοί και καταμετρητικοί σωληνες.

ιγ) Σέ κύτη κατεψυγμένου φορτίου γίνεται δειγματοληπτική επιθεώρηση τής ύποκειμένης χαλύβδινης κατασκευής μέ μερική άφαίρεση τής μονώσεως.

ιδ) Επιθεωρούνται τά μέσα και οι δίοδοι διαφυγής πληρώματος και έπιβατών από χώρους ένδαιτήσεως από τό μηχανοστάσιο, και από χώρους όπου συνήθως άπασχολείται τό πλήρωμα.

Έπίσης επιθεωρούνται τά μέσα συνεννοήσεως γέφυρας - μηχανοστασίου, γέφυρας - βοηθητικής θέσεως πηδαλιουχίσεως καθώς, και ό ένδείκτης στροφής πηδαλίου και οι διατάξεις προστασίας του μηχανισμού πηδαλιουχίσεως.

9) Έπιθεώρηση για πλοία ηλικίας 5 ως 10 ετών.

Έκτελούνται όλες οι επιθεωρήσεις τής προηγούμενης παραγράφου και έπιπροσθέτως οι έξής:

α) Αφαιρείται έπαρκής έπιφάνεια έπενδύσεων στα κύτη για να εξακριβωθεί ή κατάσταση τής μεταλλικής κατασκευής στα κύτη, στα έλάσματα του έσωτερικού πυθμένα, και στις βάσεις των φρακτών.

β) Στα πλοία χωρίς έσωτερικό πυθμένα αφαιρούνται έπενδύσεις (πανιόλα) για επιθεώρηση τουλάχιστον τριών σειρών ελασμάτων από τις όποιες ή μία στα κύτη.

γ) Οι άλυσίδες και οι άγκυρες επιθεωρούνται και γίνονται μετρήσεις φθοράς των κρίκων των άλυσίδων.

δ) Δεξαμενές πετρελαίου, θαλασσέρματος και γλυκού νερού δέν άπαιτείται να επιθεωρούνται έσωτερικά, έφόσον έχουν ύποστει έξωτερική επιθεώρηση, ύδραυλική δοκιμή και από δειγματοληπτική έσωτερική επιθεώρηση ενός αριθμού από αυτές, διαπιστώθηκε ίκανοποιητική κατάσταση.

10) Έπιθεώρηση για πλοία ηλικίας άνω των 10 ετών.

Έκτελούνται όλες οι επιθεωρήσεις των προηγούμενων παραγράφων 20.5 (8) και 20.5 (9) και έπιπροσθέτως οι παρακάτω:

α) Η μεταλλική κατασκευή καθαρίζεται και αφαιρούνται οι σκουριές.

β) Έπενδύσεις στην περιοχή παραφωτίδων αφαιρούνται για να επιθεωρηθεί μεταλλική κατασκευή πού βρίσκεται από κάτω.

γ) Δεξαμενές διπυθμένων και υπόλοιπες δεξαμενές καθαρίζονται για έσωτερική επιθεώρηση.

Γιά πλοία ηλικίας 10 ως 15 ετών δέν άπαιτείται να επιθεωρούνται οι δεξαμενές καυσίμου και πόσιμου νερού μέ τήν προϋπόθεση ότι έγινε ίκανοποιητική έξωτερική επιθεώρηση και ύδραυλική δοκιμή και διαπιστώθηκε μέ έσωτερική επιθεώρηση

ση ή καλή κατάσταση ανά μιὰ δεξαμενής διπυθμένων στό πρωραίο καί στό πρυμναίο τμήμα του πλοίου καί μιὰ δεξαμενής κύτους.

Γιά πλοία ηλικίας 15 ως 20 ετών ισχύουν τά ίδια όπως πιά πάνω πλὴν όμως πρέπει νά ἐπιθεωρεῖται ἐσωτερικά μία ἀκόμη δεξαμενὴ διπυθμένων κοντά στό μέσο του πλοίου.

Σέ πλοία ηλικίας ἄνω τῶν 20 ετών ἐπιθεωροῦνται ἐσωτερικά ὅλες οἱ δεξαμενές, ἐκτός ἂν αὐτές ἐπιθεωρήθηκαν προοδευτικά κατά τὴ διάρκεια τῆς συνεχοῦς ἐπιθεωρήσεως.

δ) Ἐπενδύσεις, ἐπιστρώσεις τσιμέντου, μονώσεις ψυκτικῶν χώρων, ἀφαιροῦνται δειγματοληπτικά, ὥστε ὁ ἐπιθεωρητὴς νά πεισθεῖ γιὰ τὴν κατάσταση ἐλασμάτων καί ἐνισχύσεων.

ε) Σέ πλοία ηλικίας 15 ως 20 ετών γίνονται μετρήσεις πάχους στά ἐλάσματα περιβλήματος μεταξύ τῶν ἰσάλων πλήρους φόρτου καί ἀφόρτου ἐκτοπίσματος καθὼς καί στά ἐλάσματα του ἀνθεκτικοῦ καταστρώματος. Γίνονται τουλάχιστον δύο μετρήσεις σέ κάθε σειρά ἐλασμάτων σέ κάθε πλευρά καί στό κεντρικό μισό του πλοίου.

Ἐπίσης μετριοῦνται τά πάχη τῶν ἐλασμάτων σέ τρεῖς πλήρεις περιφερειακές ζώνες (ἐγκάρσιες τομές) πού περιλαμβάνουν τὶς πλευρές τῶν καταστρωμάτων καί τὸν πυθμένα.

11) Ἐπιθεώρηση πλοίων ηλικίας ἄνω τῶν 20 ετών.

Σέ κάθε εἰδικὴ ἐπιθεώρηση πλοίων ηλικίας ἄνω τῶν 20 ετών ἐκτελοῦνται σὶς παραγράφους 20.5 (8,9,10) ἐπιθεωρήσεις καί ἐπιπροσθέτως τά ἑξῆς:

Ἐκτελοῦνται μετρήσεις πάχους περιβλήματος καί καταστρώματος. Λαμβάνονται τουλάχιστον δύο μετρήσεις σέ κάθε σειρά ἐλασμάτων στό κεντρικό μισό του πλοίου.

Ἐφόσον ἀντικαθίστανται λόγω φθορᾶς ἐλάσματα, ἐκεῖνα πού βρίσκονται κοντὸ σέ αὐτὰ ὑπόκεινται σέ μέτρηση πάχους.

12) Εἰδικές πρόσθετες διατάξεις.

Προβλέπονται εἰδικές πρόσθετες διατάξεις γιὰ δεξαμενόπλοια καθὼς καί γιὰ πλοία μεταφορᾶς ὑγροποιημένων ἀερίων.

20.6 Γενικές ἀπαιτήσεις. Μηχανές.

1) Ἐπιθεώρηση στῆ δεξαμενῆ.

Σέ κάθε ἐπιθεώρηση στῆ δεξαμενῆ ἐξετάζονται οἱ ἕλικες, ὁ ἀκροπρυμναῖος τριβέας (στυπιοθλίπτῆς) τελικοῦ ἐλικοφόρου ἄξονα, οἱ συνδέσεις πρὸς τὸ σκάφος καί τά δικτυωτὰ τῶν εἰσαγωγῶν θάλασσας.

Πρέπει νά μετριοῦνται οἱ ἐλευθερίες του ἀκροπρυμναίου τριβέα καί ἡ ἱκανοποιητικὴ λειτουργία του συστήματος στεγανότητας του λαδιοῦ.

2) Πλήρης ἐπιθεώρηση (Complete survey).

Κατὰ τὶς ἀνά τετραετία εἰδικές ἐπιθεωρήσεις. οἱ ὁποῖες προκειμένου γιὰ μηχανή

νες καλοῦνται πλήρεις ἐπιθεωρήσεις, ἐξετάζονται τὰ ἑξῆς:

- α) Οἱ εἰσαγωγές καί ἐξαγωγές τῆς θάλασσας μέσα σέ δεξαμενή (μόνιμη ἢ πλωτή).
- β) Ἐνδιάμεσοι ἑλικοφόροι ἄξονες, τριβεῖς τούτων καί ὠστικοί τριβεῖς.
- γ) Μειωτήρες, δηλαδή ὀδοντωτοί τροχοί καί ὀδόντες τούτων, ἄξονες καί τριβεῖς.
- δ) Βοηθητικά μηχανήματα, βοηθητικοί ἀεροσυμπιεστές μέ τὰ ψυγεῖα τους, φίλτρα καί ἀποχωριστήρες λαδιοῦ, διατάξεις ἀσφάλειας, ὅλες οἱ ἀντλίες βασικῶν ὑπηρεσιῶν (Essential services).
- ε) Μηχανήματα πηδαλίου.
- στ) Ἐργάτης ἀγκυρῶν.
- ζ) Βραστήρες παραγωγῆς ἀπεσταγμένου νεροῦ.
- η) Κοχλίες βάσεως κυρίων μηχανῶν, μειωτήρων, ὠστικῶν καί ὑπολοίπων τριβέων.
- θ) Ἀεροφυλάκια βασικῶν ὑπηρεσιῶν μέ τὰ ἐξαρτήματα καθαρίζονται καί ἐπιθεωροῦνται ἐσωτερικά καί ἐξωτερικά. Ἄν ἡ ἐσωτερική ἐπιθεώρηση τῶν ἀεροφυλακίων δέν εἶναι δυνατή, αὐτά δοκιμάζονται ὑδραυλικά σέ πίεση διπλάσια τῆς πίεσεως λειτουργίας.
- ι) Ἐπιστόμια καί φίλτρα καθῶς καί σωλῆνες τοῦ δικτύου κυτῶν ἐξαρμόζονται γιά ἐπιθεώρηση. Ὅμοίως ἐπιθεωροῦνται τὰ δίκτυα καυσίμου, τροφοδοτήσεως, λαδιοῦ λιπάνσεως καί ἔρματος μαζί μέ τὰ φίλτρα καί οἱ ἐναλλακτῆρες θερμότητας βασικῶν ὑπηρεσιῶν.
- ια) Αὐτόματοι ἔλεγχοι καί ἐξ ἀποστάσεως χειριστήρια ἐξετάζονται γιά νά ἀποδειχθεῖ ἡ καλή λειτουργία τους.

3) Μηχανές προώσεως. Λεπτομερεῖς ἀπαιτήσεις.

Ἐκτός ἀπό τίς ἀπαιτήσεις τῆς προηγούμενης παραγράφου, τὰ ἐργαζόμενα μέλη κυρίων μηχανῶν προώσεως, προσαρτημένων ἀντλιῶν, βοηθητικῶν μηχανημάτων βασικῶν ὑπηρεσιῶν καθῶς καί ἀτμοφράκτες πάνω σέ φρακτές, ἀτμοχειριστήρια, ἐξαρτήματα παλινδρομικῶν μηχανῶν (κύλινδροι, βάρκτρα, διωστήρες, σταυροί, ζυγώματα κλπ.), στροφεῖα καί κελύφη στροβίλων, ἐξαρμόζονται καί ἐπιθεωροῦνται. Ψυγεῖα, ἀναθερμαντήρες ἀτμοῦ, οἰκονομητήρες πού δέν εἶναι ἐνσωματωμένοι στούς λέβητες καί ἄλλες συσκευές βασικῶν ὑπηρεσιῶν ἐπιθεωροῦνται κατά τήν κρίση αὐτοῦ πού ἐπιθεωρεῖ. Μηχανές ἐσωτερικῆς καύσεως ἐπιθεωροῦνται μέ ἐξάρμοση τῶν πωμάτων, ἐμβόλων, διωστήρων καί τῶν ὑπολοίπων κινουμένων μερῶν, ἐδράνων, ψυγείων, στροβιλοφυσητήρων κλπ.

Οἱ ἀεριοστρόβιλοι ἐξαρμόζονται καί ἐπιθεωροῦνται ἐπίσης μέ ἀνάλογο τρόπο.

4) Ἡλεκτρικές ἐγκαταστάσεις.

Κατά τίς ἀνά τετραετία πλήρεις ἐπιθεωρήσεις, οἱ ἠλεκτρικές ἐγκαταστάσεις ἐξετάζονται καί δοκιμάζονται ὡς ἑξῆς:

- α) Ἐλεγχος μονώσεων σέ καλώδια, διακόπτες, γεννήτριες, κινητήρες, ἐξαρτήματα φωτισμοῦ κλπ. Ἡ ἀντίσταση μονώσεως πρέπει νά εἶναι τουλάχιστο 100.000 Ω.

β) Τά εξαρτήματα κυρίων πινάκων και πινάκων ανάγκης (Emergency), πινάκων διανομής και κιβωτίων ασφάλειας επιθεωρούνται. Συστήματα προστασίας έναντι υπερεντάσεως και ασφάλειες επιθεωρούνται για να εξακριβωθεί αν παρέχουν έπαρκή προστασία στα αντίστοιχα κυκλώματα.

γ) Διακόπτες κυκλωμάτων γεννητριών (Generator Circuit Breakers) ελέγχονται για Ικανοποιητική λειτουργία.

δ) Οι κινητήρες Μ.Ε.Κ. των γεννητριών επιθεωρούνται με εξάρμωση όπως και οι κύριες μηχανές.

ε) Λαμβάνονται για έλεγχο δείγματα από τους μετασχηματιστές λαδιού.

στ) Σέ ηλεκτρομαγνητικούς συνδέσμους μετρείται τό διάκενο και ή εκκεντρικότητα, οι σύνδεσμοι και οι διακόπτες τους ελέγχονται και δοκιμάζονται.

ζ) Φώτα ναυσιπλοΐας και οι ένδεικτες τους ελέγχονται και δοκιμάζονται.

η) Η πηγή ηλεκτρικής ενέργειας ανάγκης και τά συναφή κυκλώματα ελέγχονται και δοκιμάζονται.

5) Επιθεωρήσεις λεβήτων.

Υδραυλωτοί λέβητες εγκαταστάσεων προώσεως και εγκαταστάσεις παραγωγής ατμού πρέπει να επιθεωρούνται ανά διετία. Οι υπόλοιποι λέβητες, περιλαμβανομένων και των οικιακής (Domestic) χρήσεως πρέπει να επιθεωρούνται ανά διετία μέχρις ηλικίας 8 ετών και στή συνέχεια κάθε χρόνο.

Κατά τίς επιθεωρήσεις αυτές εξετάζονται έσωτερικά και έξωτερικά οι λέβητες, οι υπερθερμαντήρες, οι οίκονομητήρες και γίνονται έφόσον απαιτείται, μετρήσεις πάχους και υδραυλική δοκιμή. Οι βάσεις, τά πέδιλα και τά ασφαλιστικά του λέβητα επιθεωρούνται και ελέγχονται.

Τό σύστημα καυσίμου εξετάζεται έν λειτουργία και ελέγχονται τά έπιστόμια, οι σωλήνες και οι διατάξεις χειρισμού έπιστομίων από τό κατάστρωμα του δικτύου καυσίμου.

6) Άτμαγωγοί.

Γενικά σέ κάθε ειδική ή πλήρη επιθεώρηση επιθεωρούνται οι άτμαγωγοί σωλήνες. Έπιλέγεται δειγματοληπτικά άριθμός τεμαχίων σωλήνων, τά όποια εξετάζονται έσωτερικά και έξωτερικά και υπόκεινται σέ υδραυλική δοκιμή σέ πίεση διπλάσια από τήν πίεση λειτουργίας.

7) Έλικοφόροι άξονες.

Οι τελικοί έλικοφόροι άξονες επιθεωρούνται με εξάρμωση ανά τριετία σέ έπιβατηγά πλοία με περισσότερους από ένα άξονες (ανά διετία σέ μονέλικα) και ανά τετραετία σέ φορτηγά (Ζετία σέ ειδικές περιπτώσεις).

Πρόσφατα συζητείται ή αύξηση του χρόνου μεταξύ των επιθεωρήσεων σέ έξαιτία όταν πρόκειται για χοάνη με λευκό μέταλλο με έγκεκριμένο σύστημα στεγανότητας, έφόσον ή κατάσταση πού διαπιστώνεται κάθε χρόνο είναι Ικανοποιητική.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΕΙΚΟΣΤΟ ΠΡΩΤΟ

Η ΑΣΦΑΛΕΙΑ ΤΗΣ ΑΝΘΡΩΠΙΝΗΣ ΖΩΗΣ ΣΤΗ ΘΑΛΑΣΣΑ

21.1 Είσαγωγή.

Οι Κανονισμοί για την ασφάλεια των πλοίων βασίζονται κυρίως στην έμπειρία που έχει αποκτηθεί κατά τό παρελθόν από ναυαγία ή ναυτικά ατυχήματα.

Οι Κανονισμοί που ισχύουν κάθε φορά δέν αποσκοπούν στη σχεδίαση και δημιουργία πλοίων που δέ μπορεί νά βυθισθοούν, τό όποιο θά κατέληγε στην κατασκευή ασύμφορων πλοίων, άλλα στην αύξηση τής πιθανότητας διασώσεως του πλοίου καί έπιβιώσεως των έπιβατών.

Τό συγκλονιστικό ναυάγιο του Α/Π «ΤΙΤΑΝΙΚΟΣ» τό 1912, προκάλεσε τή σύγκληση διεθνούς διασκέψεως τό 1913 - 1914, ή όποία καί διατύπωσε όρισμένους κανόνες ασφάλειας για τά πλοία καί κυρίως για τά Ε/Γ, τά όποια μεταφέρουν μεγάλο αριθμό προσώπων.

Τά αποτελέσματα τής διασκέψεως τέθηκαν σέ εφαρμογή από μερικά Κράτη, πλήν όμως λόγω του Α΄ Παγκοσμίου πολέμου αυτά που διατυπώθηκαν κατά διάσκεψη δέν έτυχαν γενικής εφαρμογής σέ Διεθνή κλίμακα.

Ή πρώτη αποτελεσματική Διεθνής διάσκεψη για την ασφάλεια στη θάλασσα έγινε τό 1929.

Ή σύμβαση που διατυπώθηκε, κυρώθηκε από πολλά Κράτη καί ίσχυσε από τό 1932.

Μετά τό Β΄ Παγκόσμιο πόλεμο, τό έτος 1948, συνήλθε ή σπουδαιότερη διάσκεψη καί διατύπωσε τή δεύτερη κατά σειρά Διεθνή σύμβαση για την Άσφάλεια τής Ζωής στη θάλασσα (ΠΑΖΕΘ ή SOLAS = Safety of live at sea).

Ή σύμβαση αυτή, αυστηρότερη κατά την εφαρμογή των Κανονισμών ασφάλειας, χρησιμοποίησε την έμπειρία από ναυτικά ατυχήματα σέ καιρό ειρήνης καί πολέμου (όπως καί ή Διάσκεψη του 1929, μέ τή διαφορά ότι έν τώ μεταξύ είχαν συγκεντρωθεί περισσότερα καί συστηματικότερα τά απαιτούμενα στοιχεία).

Τέλος μετά την άπώλεια τό 1956 του «Andrea Doria» συνεκλήθη πάλι τό 1960 διεθνής διάσκεψη υπό την αιγίδα του Διακυβερνητικού Ναυτιλιακού Συμβουλευτικού Όργανισμού (IMCO = Inter - Governmental Maritime Consultative Organization) καί έτέθη έν ισχύει από τό 1962 ή Δ.Σ. ΠΑΖΕΘ 1960, ή όποία περιέχει βελτιώσεις καί συμπληρώσεις των διατάξεων τής προηγούμενης συμβάσεως.

Σκοπός αυτού του κεφαλαίου δέν είναι ή λεπτομερής ανάλυση τής συμβάσεως, άλλα μόνον ή γενική παρουσίαση των θεμάτων που θίγονται από αυτή καί ή ενημέρωση των Άξιωματικών των πλοίων στα κυριότερα σημεία, που τούς άφορούν άμεσα.

Ελπίζεται ότι τό κεφάλαιο αυτό θά δημιουργήσει αρκετές άνησυχίες, ώστε αυτοί πού ένημερώνονται γιά πρώτη φορά πάνω σέ αυτό τό θέμα νά ενδιαφερθούν νά μελετήσουν λεπτομερέστερα τή σύμβαση, πράγμα πού άποτελεϊ ύποχρέωση δ- τοιου άσχολεϊται ύπεύθυνα μέ τήν κατασκευή καί τή λειτουργία τών πλοίων.

Τό μεγαλύτερο μέρος τής συμβάσεως άφορά τά Ε/Γ πλοία, πολλές όμως διατάξεις καί άρθρα είναι κοινά, ένώ μερικές διατάξεις (όπως π.χ. τό Κεφάλαιο VI) άφορούν μόνο τά Φ/Γ πλοία. Κατά τήν άνάπτυξη στή συνέχεια τών Κεφαλαίων η Κανονισμών θά σημειώνεται άν αυτά άφορούν μόνο Ε/Γ ή μόνον Φ/Γ πλοία.

Κεφάλαια τής συμβάσεως.

Τά Κεφάλαια τής συμβάσεως είναι:

- | | | |
|-----|---------------|-------------------------------------|
| α) | Κεφάλαιο I | Γενικές Διατάξεις. |
| β) | Κεφάλαιο II | Κατασκευή. |
| γ) | Κεφάλαιο III | Σωσίβια μέσα. |
| δ) | Κεφάλαιο IV | Ραδιοτηλεγραφία καί Ραδιοτηλεφωνία. |
| ε) | Κεφάλαιο V | Άσφάλεια Ναυσιπλοΐας. |
| στ) | Κεφάλαιο VI | Μεταφορά σιτηρών. |
| ζ) | Κεφάλαιο VII | Μεταφορά επικινδύνων έμπορευμάτων. |
| η) | Κεφάλαιο VIII | Πυρηνοκίνητα πλοία. |

Κάθε κεφάλαιο ύποδιαιρείται σέ μικρό άριθμό μερών καί σέ κανονισμούς, οί ό- ποίοι άριθμούνται σέ κάθε κεφάλαιο.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ I. Γενικές διατάξεις.

ΜΕΡΟΣ Α΄

Περιέχει γενικές διατάξεις καί όρισμούς τής συμβάσεως. Καθορίζονται μεταξύ άλλων καί τά έξής:

α) Ή σύμβαση έφαρμόζεται σέ πλοία πού έκτελοϋν διεθνείς πλόας, οί όποίοι έκτελοϋνται άπό λιμάνι χώρας, στήν όποία έφαρμόζεται σύμβαση, πρός λιμάνι έκτός τής χώρας αυτής η καί άντίστροφα.

β) Ή επιβατηγό πλοίο είναι τό πλοίο πού μεταφέρει πάνω άπό 12 επιβάτες.

γ) Ή σύμβαση δέν έφαρμόζεται σέ πολεμικά, άλιευτικά, φορτηγά πλοία κάτω τών 500 Κ.Ο.Χ. καί πλοία ψυχαγωγίας.

ΜΕΡΟΣ Β΄

Στό μέρος αυτό ρυθμίζονται τά περί έπιθεωρήσεως καί έκδόσεως πιστοποιητι- κών τών επιβατηγών καί φορτηγών πλοίων.

Τά πιστοποιητικά πού έκδίδονται ύστερα άπό έπιθεώρηση άπό τήν Άρχή η έ- ζουσιοδοτημένο άπό αυτή Νηογνώμονα η άλλο Όργανισμό είναι:

1) Γιά επιβατηγά πλοία, τό πιστοποιητικό Άσφαλείας επιβατηγοϋ πλοίου ισχύος 12 μηνών.

2) Γιά φορτηγά πλοία, προβλέπονται τά παρακάτω τέσσερα πιστοποιητικά πού καλύπτουν διάφορους τομείς:

α) Πιστοποιητικό ασφάλειας κατασκευής Φ/Γ πλοίου, τό όποιο καλύπτει βασικά τήν κατασκευή σκάφους καί μηχανών του πλοίου. Ή διάρκεια Ισχύος του δέν καθορίζεται στή σύμβαση, συνηθίζεται όμως νά Ισχύει γιά μιά τετραετία ή πενταετία.

β) Πιστοποιητικό ασφάλειας έξαρτισμού Φ/Γ πλοίου, τό όποιο καλύπτει βασικά τά μέσα καταπολεμήσεως πυρκαϊάς καί τά σωστικά μέσα. Ή διάρκεια τής Ισχύος του είναι μέχρι 24 μήνες.

γ) Πιστοποιητικό ασφάλειας ραδιοτηλεγραφίας διάρκειας Ισχύος 12 μηνών.

δ) Πιστοποιητικό ασφάλειας ραδιοτηλεφωνίας διάρκειας Ισχύος 12 μηνών γιά μικρότερα πλοία πού δέν διαθέτουν ασύρματο.

ΜΕΡΟΣ Γ΄.

Ή ΄Αρχή έχει τήν υποχρέωση νά κάνει ανακρίσεις γιά σοβαρά ναυτικά άτυχήματα, όταν κρίνει ότι αυτές μπορούν νά συμβάλλουν στήν καλύτερη τροποποίηση τών Κανονισμών τής συμβάσεως.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΙΙ. Κατασκευή.

ΜΕΡΟΣ Α΄.

Γενικά.

Καθορίζεται ή εφαρμογή τών διατάξεων καί δίνονται βασικοί όρισμοί πού άφορούν κυρίως τό θέμα τής στεγανής υποδιαιρέσεως του πλοίου.

ΜΕΡΟΣ Β΄.

΄Υποδιάρηση καί ευστάθεια (μόνο γιά Ε/Γ πλοία).

Τά Ε/Γ πλοία υποδιαιρούνται σέ στεγανά διαμερίσματα μέ στεγανές έγκάρσιες φρακτές πού έκτείνονται μέχρι τό κατάστρωμα στεγανών φρακτών.

Γιά λόγους άπλόττητας θεωρείται έδώ ότι τό πλοίο βυθίζεται, άν υποστεί βλάβη τέτοιας έκτάσεως, ώστε λόγω κατακλύσεως όρισμένου αριθμού (1,2 ή 3) συνεχόμενων στεγανών διαμερισμάτων, τό κατάστρωμα στεγανών φρακτών (γιά τήν άκρίβεια, όταν βυθίζεται γραμμή πού χαράζεται 76 mm κάτω από τήν άνω έπιφάνεια του καταστρώματος στεγανών φρακτών στήν πλευρά του πλοίου) βυθίζεται κάτω από τήν έπιφάνεια τής θάλασσας, ή τό πλοίο άνατρέπεται λόγω άνεπαρκούς έγκάρσιας ευστάθειας.

Σκοπός τών υπολογισμών πού γίνονται μέ βάση τούς κανονισμούς είναι νά εξασφαλισθεί ότι τό πλοίο μετά από βλάβη καί κατάκλυση όρισμένου αριθμού διαμερισμάτων θά έχει:

α) ΄Επαρκή περιθώρια πλευστότητας.

3) ΄Επαρκή περιθώρια ευστάθειας.

Ό αριθμός τών συνεχόμενων διαμερισμάτων, τά όποια έπιτρέπονται νά κατακλύζονται από νερά λόγω βλάβης, χωρίς νά «βυθίζεται» ή νά άνατρέπεται τό πλοίο, καθορίζει τό βαθμό υποδιαιρέσεως καί τή στάθμη ασφάλειας.

Έτσι γίνεται λόγος γιά πλοίο, στεγανής υποδιαιρέσεως ενός διαμερίσματος, δύο

ή τριών, όταν αυτό δέν «βυθίζεται» ούτε ανατρέπεται σέ περίπτωση κατακλύσεως από τή θάλασσα αντίστοιχα ενός δύο ή τριών συνεχόμενων διαμερισμάτων.

Ο βαθμός υποδιαιρέσεως ενός Ε/Γ πλοίου εξαρτάται από τό συντελεστή υποδιαιρέσεως F.

Ο συντελεστής υποδιαιρέσεως F παίρνει τιμές μικρότερες από τή μονάδα καί εξαρτάται βασικά από τό μήκος του πλοίου καί από τόν αριθμό των έπιβατών, επειδή είναι εύκολότερη ή υποδιάρρηση των μεγαλυτέρων πλοίων καί αναγκαία ή ψηλότερη στάθμη ασφάλειας σέ πλοία που μεταφέρουν μεγαλύτερο αριθμό έπιβατών. Έτσι ο συντελεστής υποδιαιρέσεως F γίνεται μικρότερος όταν τό πλοίο έχει μεγαλύτερο μήκος καί μεγαλύτερο αριθμό έπιβατών.

Γενικά, όταν ο F παίρνει τιμή από 0,5 ως 1, τό πλοίο πρέπει νά έχει υποδιάρρηση ενός διαμερίσματος, όταν ο F παίρνει τιμή από 0,25 ως 0,33, τό πλοίο πρέπει νά έχει υποδιάρρηση δύο διαμερισμάτων καί όταν ο F παίρνει τιμή μικρότερη από 0,33, τό πλοίο πρέπει νά έχει υποδιάρρηση τριών διαμερισμάτων.

Μέ τούς σχετικούς υπολογισμούς κατακλύσεως καθορίζεται τό έπιτρεπόμενο καί κατακλύσιμο μήκος των διαμερισμάτων καί χαράζονται καμπύλες κατακλύσιμου μήκους σέ όλόκληρο τό μήκος του πλοίου (Floodable and Permissible Length Curves).

Μέ τίς καμπύλες αυτές καθορίζεται τό μέγιστο έπιτρεπόμενο μήκος κάθε διαμερίσματος ή καί κάθε ομάδας συνεχόμενων διαμερισμάτων.

Μέ αντίστοιχους υπολογισμούς έλέγχεται ή ευστάθεια σέ περίπτωση βλάβης στήν όποία περιλαμβάνονται κριτήρια γιά τήν περίπτωση σύμμετρης καί ασύμμετρης κατακλύσεως, όπως συμβαίνει στήν περίπτωση βλάβης πλευρικών δεξαμενών.

Γιά νά εξασφαλισθούν τά αποτελέσματα των υπολογισμών άπαιτείται:

α) Νά μή υπερβαίνεται τό μέγιστο έπιτρεπόμενο βύθισμα, τό όποιο σημειώνεται μέ τή γραμμή φορτώσεως τής υποδιαιρέσεως.

β) Νά τηρούνται οι όδηγίες ευστάθειας καί έρματισμού του πλοίου.

Η στεγανή υποδιάρρηση των πλοίων συμπληρώνεται μέ τήν κατασκευή στεγανών διπυθμένων, τά όποια προφυλάσσουν τά πλοία από ρήγματα λόγω προσάρξεως. Τά διπύθμενα κατασκευάζονται σέ όλο τό μήκος του πλοίου, όταν τό μήκος του είναι πάνω από 76 m, ένώ γιά πλοία μέ μικρότερο μήκος άπαιτείται ή κατασκευή διπυθμένων σέ τμήματα του μήκους του πλοίου.

Είναι άπαραίτητο νά εξασφαλίζεται ή στεγανότητα των στεγανών φρακτών σέ όλη τήν έκτασή τους.

Από τίς λεπτομερείς όδηγίες των κανονισμών μνημονεύονται σύντομα τά σημαντικότερα από τά μέτρα στεγανότητας:

α) Τά σημεία διελεύσεως σωλήνων καί ηλεκτρικών καλωδίων στεγανοποιούνται κατά περίπτωση. Έτσι π.χ. προβλέπονται στυπιοθάλαμοι καί στυπιοθλίπτες γιά τά διερχόμενα καλώδια.

β) Σέ άνοίγματα έπικοινωνίας πάνω σέ στεγανές φρακτές πρέπει νά προβλέπονται ίκανοποιητικά μέσα στεγανού κλεισίματος. Οι στεγανές πόρτες έπικοινωνίας είναι τριών κλάσεων:

Κλάση 1. Γιγγλυμωτές πόρτες (πόρτες που κλείνουν όπως τά φινιστρίνια).

Κλάση 2. Όλισθαίνουσες πόρτες χειροκίνητες.

Κλάση 3. Όλισθαίνουσες πόρτες μηχανοκίνητες καί χειροκίνητες.

Γενικά οι πόρτες τῶν Ε/Γ πλοίων πρέπει νά εἶναι:

Κλάσεως 1. Ἐφόσον βρίσκονται πάνω ἀπό κατάστρωμα πού ἀπέχει 2,13 m πάνω ἀπό τή γραμμή φορτώσεως ὑποδιαίρεσεως.

Κλάσεως 2. Ἐφόσον τά κατώφλια τους βρίσκονται μεταξύ τῶν πῶ πάνω δύο ὀριακῶν γραμμῶν, δηλαδή τῆς γραμμῆς φορτώσεως ὑποδιαίρεσεως καί τῆς γραμμῆς σέ ἀπόσταση 2,13 m πάνω ἀπό αὐτή.

Κλάσεως 3. Ἐφόσον τά κατώφλιά τους βρίσκονται κάτω ἀπό τήν ἴσαλο τῆς ὑποδιαίρεσεως (γραμμή φορτώσεως). Οἱ πόρτες αὐτές συνήθως προβλέπεται νά χειρίζονται ἀπό κεντρικό σταθμό στή γέφυρα.

γ) Ὅχετοί ἢ σήραγγες πού διέρχονται ἀπό στεγανές φρακτές πρέπει νά εἶναι στεγανοί.

Οἱ κανονισμοί ὑποδιαίρεσεως συμπληρώνονται μέ λεπτομερεῖς διατάξεις σχετικές πρὸς τά ἀνοίγματα τοῦ ἐξωτερικοῦ περιβλήματος τῶν πλοίων.

Ἔτσι, παραφωτίδες κοντά στήν ἴσαλο γραμμή φορτώσεως ὑποδιαίρεσεως προβλέπεται νά εἶναι τοῦ μονίμως κλειστοῦ τύπου, ἐνῶ γενικά σέ ὅλες τίς παραφωτίδες θά πρέπει νά τοποθετοῦνται ἰσχυρά ἐσωτερικά ὑδατοστεγή γιγλυμωτά καλύμματα.

Λήψεις θαλάσσιου νεροῦ καί ἐξαγωγές στό ἐξωτερικό περίβλημα πρέπει νά εἶναι ἐφοδιασμένες μέ ἀποτελεσματικά καί προσιτά μέσα γιά νά ἀποτρέπεται τυχαία εἰσροή θάλασσας στό πλοῖο.

Λήψεις καί ἐξαγωγές θάλασσας πρέπει γενικά νά ἐφοδιάζονται μέ ἐπιστόμιο κοντά στό περίβλημα, ἐνῶ ἐξαγωγές ἀπό χώρους κάτω ἀπό τή γραμμή τοῦ ὀρίου βυθίσεως πρέπει νά ἐφοδιάζονται μέ αὐτόματη ἀνεπίστροφη βαλβίδα, ἐφοδιασμένη καί μέ προσιτό χειριστήριο κλεισίματός της.

Τά Ε/Γ πλοῖα πρέπει νά εἶναι ἐφοδιασμένα μέ δίκτυο καί ἀντλίες γιά νά ἀντλοῦνται τά κύτη καί ὅλα τά στεγανά διαμερίσματα. Σέ κάθε διαμέρισμα πρέπει νά ὑπάρχουν τουλάχιστο δύο ἀναρροφήσεις ἀπό κάθε μεριά στίς πλευρές, ὥστε νά εἶναι δυνατή ἡ ἀντληση ἀπό τή μιά τουλάχιστο πλευρά, ὅταν τό πλοῖο πάρει ἐγκάρσια κλίση.

Τά Ε/Γ πλοῖα ἐφοδιάζονται τουλάχιστο μέ 3 ἀντλίες πού συνδέονται μέ τό δίκτυο ἀντλήσεως κύτους.

Ὅλα τά πλοῖα φορτηγά καί ἐπιβατηγά πρέπει νά εἶναι ἐφοδιασμένα μέ στοιχεῖα εὐστάθειας σέ διάφορες καταστάσεις φορτώσεως, τά ὁποῖα προκύπτουν ἀπό τό διενεργούμενο πείραμα εὐστάθειας. Εἰδικά τά Ε/Γ πλοῖα ὑποχρεώνονται νά εἶναι ἐφοδιασμένα μέ σχεδιαγράμματα καί ὁδηγίες ἐλέγχου βλαβῶν, ἐπιβάλλεται δέ στά Ε/Γ νά κάνουν γυμνάσια στεγανῶν θυρῶν καί ἀνοιγμάτων καί νά τά καταχωροῦν στά ἡμερολόγια.

ΜΕΡΟΣ Γ΄.

Μηχανήματα καί ἠλεκτρικές ἐγκαταστάσεις.

Τό Μέρος Γ τοῦ κεφαλαίου II τῆς συμβάσεως ἐφαρμόζεται σέ φορτηγά καί ἐπιβατηγά πλοῖα καί ἀφορᾷ μηχανήματα καί ἠλεκτρικές ἐγκαταστάσεις, πού ἔχουν σχέση μέ τήν ἀσφάλεια τοῦ πλοίου καί τῶν ἐπιβατῶν.

Τά επιβατηγά πλοία πρέπει να είναι εφοδιασμένα με δύο τουλάχιστον κύριες ηλεκτρογεννήτριες, με κάθε μία από τις οποίες να είναι δυνατόν να εξασφαλισθεί η λειτουργία των ούσιωδών υπηρεσιών ασφάλειας του πλοίου.

Επιβατηγά και φορτηγά πλοία πρέπει να είναι εφοδιασμένα με μία πηγή ηλεκτρικής ενέργειας κινδύνου. Ένώ οι λεπτομέρειες μεταξύ Ε/Γ και Φ/Γ πλοίων διαφέρουν, οι βασικές αρχές είναι γενικά κοινές και έχουν ως εξής:

α) Η δυνατότητα διαθέσεως επαρκούς ηλεκτρικής ενέργειας για τροφοδότηση σε περίπτωση κινδύνου:

1) Του φωτισμού κινδύνου στους σταθμούς σωσιβίων λέμβων, διαδρόμων, κλιμάκων, χώρων μηχανών και σταθμού ελέγχων.

2) Της άντλίας ραντισμού (Sprinkler).

3) Τών Πλοϊκών φαναριών και τών φαναριών σημάσεως.

4) Τών στεγανών θυρών και ειδικά για τό κλείσιμο και τή λειτουργία τών δεικτών και τών ήχητικών σημάτων τους.

5) Τών κουδουγιών κινδύνου.

β) Η τοποθέτηση τής παραπάνω πηγής γίνεται πάνω από τό κατάστρωμα στεγανών φρακτών και έξω από τούς φωταγωγούς τών κυρίων μηχανών.

γ) Η πηγή ενέργειας μπορεί να είναι είτε νηζελογεννήτρια, είτε συστοιχία συσσωρευτών.

Σέ Ε/Γ και Φ/Γ πλοία λαμβάνονται προφυλάξεις για ηλεκτροπληξία, πυρκαϊά και άλλους κινδύνους ηλεκτρικής προελεύσεως. Από τής διατάξεις προδιαγράφονται ή απαιτούμενη γείωση τών ηλεκτρικών μηχανών και εξαρτημάτων, ό τρόπος διατάξεως και προστασίας τών πινάκων διανομής καθώς και άλλες λεπτομέρειες.

Όλα τά Φ/Γ και Ε/Γ πλοία πρέπει να έχουν επαρκή Ισχύ αναποδίσεως. Όλα τά Φ/Γ και Ε/Γ πλοία πρέπει να είναι εφοδιασμένα με κύριους και βοηθητικούς μηχανισμούς χειρισμού του πηδαλιού καθώς και μέ ένδεικτες λειτουργίας αυτών. Ειδικά για τά Ε/Γ πλοία ό μηχανισμός του πηδαλιού πρέπει να είναι Ικανός να στρέφει τό πηδάλιο, όταν τό πλοίο πλέει μέ τή μέγιστη ταχύτητα, από 35° τής μιάς πλευράς στίς 30° τής άλλης μέσα σε 28 sec.

ΜΕΡΟΣ Δ΄:

Προστασία κατά τής πυρκαϊάς (μόνο για Ε/Γ πλοία).

Τό μεγαλύτερο μέρος αυτού του κεφαλαίου αφορά τά Ε/Γ πλοία και έχει σκοπό τήν επίτευξη του μέγιστου βαθμού προστασίας τών πλοίων από τήν πυρκαϊά μέ ρυθμίσεις τών λεπτομερειών τής διατάξεως και κατασκευής τών πλοίων. Οι βασικές αρχές είναι:

α) Η υποδιαίρεση του πλοίου σε κύριες ζώνες μέ πυρίμαχες φρακτές, δηλαδή μέ φρακτές που έχουν επαρκή θερμική και κατασκευαστική άντοχή.

β) Ο έντοπισμός, ό έλεγχος και τό σβήσιμο οποιασδήποτε πυρκαϊάς στό χώρο όπου έκδηλώθηκε.

γ) Η προστασία τών μέσων διαφυγής.

Τό σκάφος και τά υπερκατασκευάσματα διαιρούνται σε κύριες κατακόρυφες ζώνες μέ διαφράγματα κλάσεως Α. Κάθε κύρια ζώνη έχει μήκος όχι πάνω από τά 40 m και υποδιαιρείται και μέ άλλα πυρίμαχα διαφράγματα, ενώ παράλληλα απαι-

είται ή εγκατάσταση συστημάτων άναγγελίας σβησίματος πυρκαϊάς, καθώς και ή εκτέλεση περιπολιών.

Οί πυρίμαχες φρακτές διακρίνονται σέ διαφράγματα κλάσεως Α και Β, ανάλογα μέ τήν προστασία πού παρέχουν. Καί οί δύο τύποι φρακτών καθορίζονται από τήν άντοχή πού άπαιτείται στήν τυποποιημένη δοκιμή φωτιάς. Εϊδικά οί φρακτές κλάσεως Α πρέπει:

α) Νά εϊναι ίσχυρές και κατασκευασμένες από χάλυβα ή άλλο ίσοδύναμο υλικό, και

β) νά έχουν έπαρκή θερμική μόνωση και νά παρεμποδίζουν τή δίοδο καπνού και φλογών.

Οί φρακτές κλάσεως Β δέν χρειάζεται νά εϊναι κατασκευασμένες από χάλυβα, και παρέχουν μικρότερο βαθμό πυρίμαχης προστασίας.

Γιά τήν προστασία από πυρκαϊά εφαρμόζονται οί παρακάτω τρεις μέθοδοι, έπιπλέον τής ύποδιαιρέσεως του πλοίου σέ κύριες κατακόρυφες ζώνες μέ φρακτές κλάσεως Α.

Μέθοδος I.

Κατά τή μέθοδο I κατασκευάζονται σέ κάθε ζώνη Α έσωτερικά διαχωριστικά διαφράγματα κλάσεως Β, γενικά χωρίς εγκατάσταση συστήματος έλέγχου ή αυτόματου ραντισμού (Sprinkler) στους χώρους παραμονής και τούς ύπηρετικούς χώρους.

Μέθοδος II.

Κατά τή μέθοδο II τοποθετείται αυτόματο σύστημα ραντισμού και αυτόματο σύστημα άναγγελίας πυρκαϊάς για τόν έλεγχο και τό σβήσιμο σέ όλα τά διαμερίσματα, όπου ύπάρχει πιθανότητα έκδηλώσεως πυρκαϊάς. χιιιίς νά τοποθετηθούν έσωτερικά πυρίμαχα διαφράγματα σέ κάθε ζώνη Α.

Μέθοδος III.

Κατά τή μέθοδο III κατασκευάζονται σέ κάθε ζώνη Α έσωτερικά πυρίμαχα διαφράγματα κλάσεως Α και Β ανάλογα μέ τή σπουδαιότητα, τό μέγεθος και τή φύση κάθε χώρου· εκτός από αυτό τοποθετείται αυτόματο σύστημα έλέγχου πυρκαϊάς σέ όλα τά διαμερίσματα, όπου ύπάρχει πιθανότητα έκδηλώσεως πυρκαϊάς και γίνεται περιορισμένη χρήση εύκαύστων και εύφλέκτων υλικών. Δέν τοποθετείται γενικά αυτόματο σύστημα ραντισμού.

Λεπτομέρειες για τόν τρόπο και τή διάταξη τής κατασκευής χωρισμάτων τίς κύριες ζώνες κατά τίς μεθόδους I και III περιλαμβάνονται στους κανονισμούς, ενώ άλλες διατάξεις ρυθμίζουν διάφορα βασικά θέματα κοινά και για τίς τρεις μεθόδους, από τά όποια μερικά μνημονεύονται στή συνέχεια.

Ή συνέχεια τής πυρίμαχης προστασίας των κυρίων διαφραγμάτων κλάσεως Α έξασφαλίζεται και στα διάφορα άνοίγματα όπως εϊναι τά σημεϊα διελεύσεως καλωδίων, σωλήνων, διαδοκίδων, όχετών, ενώ οί πόρτες έπικοινωνίας πάνω σέ αυτό εϊναι πυρίμαχες και αυτόκλειστες. Σέ όχετούς και άεραγωγούς πού διέρχονται από κύριες φρακτές τοποθετούνται διαφράγματα (Dampers) για τή διακοπή τής ροής, άν άπαιτηθεί, πού χειριζόμαστε μέ κατάλληλα μέσα έλέγχου ή και αυτόματα.

Τά διαφράγματα κλάσεως Α περικλείουν ή διαχωρίζουν καί στίς τρείς μεθόδους ούς παρακάτω χώρους:

α) Τούς χώρους παραμονής έπιβατών καί πληρώματος από τούς χώρους τών μηχανών, τούς χώρους φορτίων καί τούς υπηρετικούς χώρους.

β) Τούς σταθμούς έλέγχου, όπως είναι τό διαμέρισμα Άστυρμάτου καί Ραδιοτηλεφώνου, ό χώρος ήλεκτρογεννήτριας κινδύνου, οί σταθμοί έλέγχου πυρκαϊάς.

γ) Τά κλιμακοστάσια διαφυγής καί τούς άνελκυστήρες.

δ) Τά μαγειρεία, άποθήκες άποσκευών, άποθήκες χρωμάτων καί γενικότερα εύφλέκτων ύλικών.

Τό σύστημα ραντισμοϋ, πού άναφέραμε παραπάνω τό όποιο τοποθετείται στή μέθοδο ΙΙ, προστατεύει όλους τούς κλειστούς χώρους χρήσεως καί έξυπηρετήσεως έπιβατών καί πληρώματος. Τό σύστημα τηρείται πάντοτε έτοιμο υπό πίεση, οί δέ ραντιστήρες λειτουργοϋν αυτόματα, όταν ή θερμοκρασία ύπερβεί καθορισμένο όριο, ένω συγχρόνως αυτόματος άναγγελτήρας άναγγέλει σέ ένα ή περισσότερα σημεία τήν ύπαρξη ή ένδειξη πυρκαϊάς.

Γιά τά Φ/Γ πλοία προβλέπονται διατάξεις γενικής μορφής, άρκετά έλαστικές καί μόνο γιά πλοία πάνω από 4000 Κ.Ο.Χ.

ΜΕΡΟΣ Ε΄

Έλεγχος καί σβήσιμο πυρκαϊάς σέ Ε/Γ καί Φ/Γ πλοία.

Οί περισσότερες διατάξεις είναι κοινές γιά τά Ε/Γ καί Φ/Γ πλοία, μέ σκοπό τόν έντοπισμό καί τό σβήσιμο τής πυρκαϊάς. Τά μέσα πού προβλέπονται από τίς διατάξεις περιγράφονται παρακάτω.

Οί διατάξεις καθορίζουν τόν αριθμό τών άντλιών πυρκαϊάς, τήν παροχή καί πίεση καταθλίψεως, τή διάταξη τοϋ δικτύου, τή θέση καί τόν αριθμό τών λήψεων έτσι, ώστε σέ όποιοδήποτε μέρος τοϋ πλοίου νά μπορούν νά φθάσουν δύο τουλάχιστον προβολές νεροϋ, πού δέν παρέχονται από τήν ίδια λήψη.

Πυροσβεστήρες σταθεροί καί φορητοί μοιράζονται στους διάφορους χώρους γιά άμεση χρήση.

Στά Ε/Γ πλοία (όχι όμως στά Φ/Γ) προβλέπεται έγκατάσταση περιπολίας γιά τόν έντοπισμό πυρκαϊάς μέ τήν έγκατάσταση χειροκινήτων άναγγελτήρων, πέρα από τό προβλεπόμενο αυτόματο σύστημα άναγγελίας ή έλέγχου πυρκαϊάς.

Άλλες διατάξεις πού άφοροϋν τά Ε/Γ πλοία είναι:

α) Η ύπαρξη συνδέσμου διεθνούς τύπου, συνδέσεως τοϋ δικτύου πυρκαϊάς μέ τήν ξηρά.

β) Οί χώροι φορτίου πρέπει νά προστατεύονται μέ μόνιμο σταθερό σύστημα σβησίματος πυρκαϊάς μέ άέριο.

γ) Οί χώροι τών μηχανών καί τών καζανιών πρέπει νά προστατεύονται μέ ειδικές διατάξεις πυροσβέσεως, όπως είναι σύστημα ραντίσεως μέ νερό, σύστημα σβησίματος πυρκαϊάς μέ άέριο, σύστημα σβησίματος πυρκαϊάς μέ άφρό, έπιπλέον τών φορητών πυροσβεστήρων, πού προβλέπονται.

δ) Κάθε Ε/Γ πλοίο πρέπει νά είναι έφοδιασμένο μέ δύο τουλάχιστον πλήρεις έξαρτήσεις (ένδυμασία κλπ.) πυροσβέστη.

Οί διατάξεις γιά Φ/Γ πλοία δέν διαφέρουν παρά μόνο σέ λεπτομέρειες από τίς άντίστοιχες διατάξεις Ε/Γ πλοίων· έτσι, στά Φ/Γ πλοία προβλέπεται:

- α) Ἡ ὑπαρξη τουλάχιστον δύο ανεξαρτήτων ἀντλιῶν πυρκαϊᾶς.
- β) Ὅπως καί στά Ε/Γ πλοῖα, προβλέπεται ἡ ὑπαρξη δικτύου πυρκαϊᾶς, εὐκάμπτων σωλήνων καί λήψεων. Ἐπίσης σύνδεσμοι διεθνοῦς τύπου συνδέσεως μέ τήν ξηρά.
- γ) Μέσα στό πλοῖο μοιράζεται ἀριθμός φορητῶν πυροσβεστήρων.
- δ) Οἱ χώροι φορτίου ἐφοδιάζονται μέ μόνιμο σύστημα σβησίματος πυρκαϊᾶς μέ ἀέριο ἢ προκειμένου γιά δεξαμενόπλοιο μέ ἀφρό ἢ καί μέ ἀτμό.
- ε) Στά λεβητοστάσια καί τούς χώρους μηχανῶν πρέπει νά ὑπάρχει μόνιμο σύστημα σβησίματος πυρκαϊᾶς μέ ἀέριο, μέ ἀφρό ἢ μέ ραντισμό, πέρα ἀπό τούς φορητοῦς πυροσβεστήρες πού προβλέπονται.
- στ) Ἡ ὑπαρξη τουλάχιστον μιᾶς ἐξαρτήσεως πυροσβέστη.

ΜΕΡΟΣ ΣΤ'

Γενικές προφυλάξεις ἀπό πυρκαϊά.

Στά Ε/Γ πλοῖα πρέπει νά προβλέπονται γιά κάθε χώρο δύο μέσα διαφυγῆς πρὸς τό κατάστρωμα ἐπιβίβασης στίς σωστικές λέμβους. Στά Φ/Γ πλοῖα πρέπει νά προβλέπεται τουλάχιστον ἓνα μέσο ἄμεσης διαφυγῆς ἀπό κάθε χώρο πρὸς τό κατάστρωμα ἐπιβίβασης στίς σωστικές λέμβους, ἐνῶ στούς χώρους μηχανῶν τουλάχιστον δύο μέσα διαφυγῆς.

Σέ ὄλα τά πλοῖα πρέπει νά προβλέπονται μέσα κρατήσεως τῶν ἀνεμιστήρων τῶν χώρων μηχανῶν καί φορτίου καθῶς καί μέσα κλεισίματος τῶν θυρῶν καί τῶν ἄλλων ἀνοιγμάτων πρὸς τούς χώρους αὐτοῦς.

Τά μηχανήματα πού κινοῦν ἀνεμιστήρες καί ἐξαεριστήρες, οἱ ἀντλίες μεταγίσεως πετρελαίου, οἱ ἀντλίες παροχῆς καυσίμου κυρίων μηχανῶν καί ντηζελογεννητριῶν πρέπει νά ἐφοδιάζονται μέ χειριστήρια ἐξ ἀποστάσεως, ὥστε νά μποροῦν νά κρατιοῦνται σέ περίπτωση πυρκαϊᾶς ἀπό τό ἐλεύθερο κατάστρωμα.

Ὅμοίως οἱ σωληνώσεις παροχῆς καί ἀναρροφήσεως καυσίμου πρέπει νά ἐφοδιάζονται μέ ἐπιστόμιο πού νά μπορεῖ νά κλείνεται ἔξω ἀπό τό χώρο τῶν μηχανῶν γιά τήν περίπτωση ἐκδηλώσεως πυρκαϊᾶς μέσα σέ αὐτούς.

Στά Ε/Γ καί Φ/Γ πλοῖα πρέπει νά ὑπάρχουν σχεδιαγράμματα γενικῆς διατάξεως, πού νά δείχνουν γιά κάθε κατάστρωμα:

- Τούς σταθμούς ἐλέγχου πυρκαϊᾶς.
- Τίς ζῶνες κλάσεως Α καί τά ὑπόλοιπα πυρίμαχα διαφράγματα.
- Τίς λεπτομέρειες ἀναγγελτήρων πυρκαϊᾶς.
- Τό σύστημα ἐλέγχου πυρκαϊᾶς.
- Τό σύστημα ραντισμοῦ.
- Τίς συσκευές σβησίματος πυρκαϊᾶς.
- Τίς διατάξεις προσπελάσεων στούς διάφορους χώρους καί τίς θέσεις στεγανῶν θυρῶν.
- Τό σύστημα ἀερισμοῦ μέ τά κύρια χειριστήρια κλπ.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΙΙΙ. Σωστικά μέσα.

Τό κεφάλαιο αὐτό περιλαμβάνει τρία μέρη:

- Μέρος Α': Γενικές διατάξεις πού αφορούν τά Ε/Γ καί Φ/Γ πλοία.
 Μέρος Β': Διατάξεις Ε/Γ πλοίων.
 Μέρος Γ': Διατάξεις Φ/Γ πλοίων.

ΜΕΡΟΣ Α'.

Τό Μέρος Α' προδιαγράφει τό είδος καί τόν έξοπλισμό τών σωστικών μέσων ἔτσι, ὥστε αὐτά νά μποροῦν νά ἀνταποκριθοῦν στόν προορισμό τους. Στίς σχετικές διατάξεις προβλέπονται:

- α) Ὁ βαθμός ἐτοιμότητας τών σωσιβίων λέμβων, σωσιβίων σχεδιῶν καί πλευστικών συσκευῶν.
- β) Ὁ τρόπος κατασκευῆς, ἡ χωρητικότητα καί ἡ μεταφορική ἰκανότητα τών σωσιβίων λέμβων.
- γ) Ὁ ἀριθμός τών σωσιβίων λέμβων μέ κινητήρα.
- δ) Ἡ προδιαγραφή τών σωσιβίων λέμβων μέ κινητήρες καθώς καί οἱ ἀπαιτήσεις τωσιβίων λέμβων πού προωθοῦνται μηχανικά.
- ε) Τά ἐφόδια τών σωσιβίων λέμβων λεπτομερῶς.
- στ) Ὁ ἀριθμός καί ὁ τύπος τών ραδιοτηλεγραφικῶν συσκευῶν καί προβολέων πού ἀπαιτοῦνται γιά τίς σωσίβιες λέμβους.
- ζ) Ἡ προδιαγραφή τών πνευστῶν καί ἀκάμπτων (Rigid) σχεδιῶν καθώς καί τά ἐφόδιά τους.
- η) Τά μέτρα γιά τήν ἐπιβίβαση τών ἐπιβατῶν.
- θ) Οἱ προδιαγραφές καί ἀπαιτήσεις σέ κυκλικά σωσίβια, ἀτομικές σωσίβιες ζώνες, ὀρμιδιοβόλους συσκευές.
- ι) Τά σήματα κινδύνου, τά γυμνάσια καί οἱ συναγερμοί πού ἀπαιτοῦνται.

ΜΕΡΟΣ Β'.

Τό Μέρος Β' προδιαγράφει τίς ἀπαιτήσεις τών σωσιβίων λέμβων, σωσιβίων σχεδιῶν, πλευστικῶν συσκευῶν καί γενικά ὄλων τών ἄλλων σωστικῶν μέσων τών Ε/Γ πλοίων.

Γενικά τά Ε/Γ πλοία πρέπει νά φέρουν:

- α) Σωσίβιες λέμβους τέτοιας συνολικῆς χωρητικότητας, ὥστε νά παραλαμβάνουν τόν ὀλικό ἀριθμό τών ἐπιβαινόντων.
 - β) Σωσίβιες σχεδίες ἰκανῆς χωρητικότητας, ὥστε νά παραλαμβάνουν τά 25% τοῦ συνόλου τών ἐπιβαινόντων.
 - γ) Πλευστικές συσκευές γιά τά 3% τοῦ συνολικοῦ ἀριθμοῦ τών ἐπιβαινόντων.
- Προβλέπονται παρεκκλίσεις ἀπό τίς παραπάνω βασικές ἀρχές σέ εἰδικές περιπτώσεις, ἔτσι τό 25% τών σωσιβίων λέμβων μπορεῖ νά ἀντικατασταθεῖ ἀπό σωσίβιες σχεδίες καθελκόμενου τύπου.

Ἐπίσης γιά σύντομους διεθνεῖς πλόας (δηλαδή ἀποστάσεως ὄχι μεγαλύτερης ἀπό τά 600 ν.μ., κατά τούς ὁποίους τό πλοῖο δέν ἀπομακρύνεται πάνω ἀπό 200 ν.μ. ἔξω ἀπό τό πλησιέστερο λιμάνι) ἡ πλόα μεταξύ 600 ὡς 1200 ν.μ., ἕνα μέρος τών ἐπιβατῶν, πού καθορίζεται ἀπό τίς διατάξεις, μπορεῖ νά καλύπτεται ἀπό πνευστές σχεδίες, μέ τόν εἰδικό περιορισμό ὅτι ὁ συντελεστής ὑποδιαίρεσεως δέν θά εἶναι μεγαλύτερος ἀπό 0,5, δηλαδή τό πλοῖο θά ἔχει ὑποδιαίρεση δύο διαμερισμάτων τουλάχιστον.

...τούς κανονισμούς προβλέπονται λεπτομέρειες πού αφορούν:

α) Τή στοιβασία καί τό χειρισμό τών σωσιβίων λέμβων, τών σχεδιῶν καί τών λευστικῶν συσκευῶν.

β) Τό φωτισμό προσπελάσεων πρὸς τούς σταθμούς σωσιβίων λέμβων καί πρὸς ἄλλες.

γ) Τήν ἐπάνδρωση τών σωσιβίων λέμβων. Εἰδικά ἀναφέρεται ἡ ἀνάγκη ὑπάρχεις ὀρισμένου ἀριθμοῦ εἰδικευμένων ἀνδρῶν σωσιβίων λέμβων, ἐφοδιασμένων μὲ πτυχίο ἱκανότητος.

δ) Τόν τύπο τών πλευστικῶν συσκευῶν, καί

ε) τόν ἀριθμό τών κυκλικῶν σωσιβίων, ἀνάλογα μὲ τό μῆκος τοῦ πλοίου.

ΜΕΡΟΣ Γ΄:

Γενικά τὰ Φ/Γ πλοῖα πρέπει νά ἔχουν:

α) Σέ κάθε πλευρά σωσίβιες λέμβους τέτοιας χωρητικότητος, ὥστε νά μποροῦν νά παραλαμβάνουν ὅλους τούς ἐπιβαίνοντες.

β) Ἐπί πλέον πρέπει νά φέρουν σωσίβιες σχεδίες καί πνευστές συσκευές ἐπαρκεῖς νά παραλαμβάνουν τούς μισοὺς ἐπιβαίνοντες.

Γιά εἰδικούς τύπους πλοίων καί ἀνάλογα μὲ τό μέγεθος προβλέπεται ἀπὸ τίς διατάξεις μείωση τών παραπάνω ἀπαιτήσεων.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΙV. Ραδιοτηλεγραφία καί Ραδιοτηλεφωνία.

Ἄλλα τὰ ἐπιβατηγά πλοῖα καθὼς καί τὰ φορτηγά πλοῖα ὀλικῆς χωρητικότητος πάνω ἀπὸ 1600 κόρους πρέπει νά εἶναι ἐφοδιασμένα μὲ σταθμὸ ἄσυρμάτου.

Τὰ φορτηγά πλοῖα ὀλικῆς χωρητικότητος ἀπὸ 300 ὠς 1600 κόρους πρέπει νά εἶναι ἐφοδιασμένα μὲ σταθμὸ ραδιοτηλεφώνου, ἐκτὸς ἂν εἶναι ἐφοδιασμένα μὲ σταθμὸ ἄσυρμάτου.

Οἱ διατάξεις ρυθμίζουν βασικά θέματα τοῦ τρόπου μὲ τὸν ὁποῖο γίνονται οἱ βάρδιες στὰ ἐπιβατηγά καί φορτηγά πλοῖα. Ἔτσι, προβλέπεται νά ὑπάρχει στοῦ πλοῖο ἕνας τουλάχιστον Ἀξιωματικὸς ἄσυρματιστῆς καί νά γίνεται τουλάχιστον 8 ὥρες ἀκρόαση συνολικά κάθε μέρα.

Ὁ σταθμὸς ἄσυρμάτου τοποθετεῖται πάντοτε κοντὰ στή γέφυρα τοῦ πλοίου, καί δίπλα σέ αὐτόν βρίσκεται ἡ καμπίνα ἑνὸς τουλάχιστον Ἀξιωματικοῦ ἄσυρματιστῆ. Ὁ σταθμὸς ἄσυρμάτου εἶναι ἐφοδιασμένος μὲ κατάλληλο ρολοῖ καί φωτισμὸ κινδύνου ἀσφαλοῦς λειτουργίας. Προβλέπεται ἐφοδιασμὸς τών πλοίων μὲ ἐπαρκῆ ἀνταλλακτικά, ἐργαλεῖα καί συσκευές ἐλέγχου, ὥστε νά ἐξασφαλιζέται ἡ καλή καί συνεχῆ λειτουργία τών ἐγκαταστάσεων τηλεπικοινωνίας.

Γενικά οἱ ραδιοτηλεγραφικὲς ἐγκαταστάσεις ἀποτελοῦνται:

α) Ἀπὸ μία κύρια ἐγκατάσταση πού περιλαμβάνει πομπὸ καί δέκτη καί τροφοδοτεῖται ἀπὸ κύρια πηγὴ ἐνέργειας.

β) Ἀπὸ μία ἐφεδρική ἐγκατάσταση πού περιλαμβάνει ἐφεδρικό πομπὸ καί ἐφεδρικό δέκτη, πού τροφοδοτοῦνται ἀπὸ ἐφεδρική πηγὴ ἐνέργειας.

Στὰ φορτηγά πλοῖα δέν εἶναι ὑποχρεωτική ἡ ἐγκατάσταση ἐφεδρικοῦ πομποῦ, ἐφόσον ὁ κύριος ἀνταποκρίνεται καί σέ ὅλες τίς ἀπαιτήσεις τοῦ ἐφεδρικοῦ.

Σέ ὅλα τὰ πλοῖα προβλέπεται κύρια καί ἐφεδρική κεραία.

Άλλες τεχνικές απαιτήσεις και λεπτομέρειες για την εγκατάσταση σταθμού ραδιοτηλεγραφίας προβλέπονται στον Κανονισμό 9, ενώ οι απαιτήσεις συσκευών που προορίζονται για σωσίβια λέμβους και σωσίβια μέσα προβλέπονται στους Κανονισμούς 12 και 13 του αυτού Κεφαλαίου.

Στά πλοία μπορεί να τοποθετείται συσκευή αυτόματου σήματος κινδύνου, ή όποια τίθεται σε λειτουργία από ραδιοτηλεγραφικό σήμα κινδύνου παράκτιου σταθμού ή παραπλέοντος πλοίου και παράγει είδοποιητικό σήμα στο θάλαμο Α/Τ, τη γέφυρα και την καμπίνα ΄Αξιωματικού Α/Τ. Η ύπαρξη στά πλοία τέτοιας συσκευής τά απαλλάσσει από την υποχρέωση της συνεχούς ακρόασης στή ραδιοτηλεγραφική συχνότητα κινδύνου.

Οί διατάξεις που ρυθμίζουν τά των ραδιοτηλεφωνικών σταθμών είναι ανάλογες μέ αυτές που αναπαύχθηκαν παραπάνω. Η ραδιοτηλεφωνική εγκατάσταση περιλαμβάνει πομπό, δέκτη και πηγή ενέργειας.

Ό ραδιοτηλεφωνικός πομπός πρέπει να είναι εφοδιασμένος μέ μέσο, που προορισμός του είναι να παράγει και να εκπέμπει αυτόματα τό ραδιοτηλεφωνικό σήμα κινδύνου. Αντίστοιχα ό δέκτης πρέπει να είναι ικανός να λαμβάνει στή ραδιοτηλεφωνική συχνότητα κινδύνου.

Στους σταθμούς ραδιοτηλεγραφίας και ραδιοτηλεφωνίας προβλέπεται ή τήρηση λεπτομερούς ήμερολογίου.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ V. ΄Ασφάλεια ναυσιπλοΐας.

Τό Κεφάλαιο V αφορά όλα τά πλοία, έκτός από τά πολεμικά και αυτά που ναυσιπλοούν στην περιοχή των μεγάλων λιμνών της Βορ. ΄Αμερικής και ρυθμίζει θέματα ασφάλειας στή ναυσιπλοΐα.

Ό πλοίαρχος κάθε πλοίου είναι υποχρεωμένος να πληροφοροεί τίς αρχές και τά κοντινά πλοία για:

- α) ΄Επικίνδυνους πάγους.
- β) ΄Επικίνδυνα ναυάγια.
- γ) ΄Επερχόμενες θύελλες ή καταιγίδες.
- δ) Χαμηλές θερμοκρασίες μέ ανέμους που προκαλούν την επίκαθηση πάγων.

Στίς διατάξεις προβλέπεται ό τρόπος μεταδόσεως των παραπάνω σημάτων κινδύνου.

Οί πλοίαρχοι των πλοίων ένθαρρύνονται από τά συμβαλλόμενα κράτη στή συλλογή μετεωρολογικών στοιχείων, για εξέταση, διάδοση και ανταλλαγή, μέ σκοπό την έξυπνηρήτηση της ναυτιλίας.

Προβλέπεται υποχρέωση των συμβαλλομένων κρατών για τή διατήρηση ύπηρεσίας περιπολιών πάγων, μέ σκοπό να πληροφοροούνται τά διερχόμενα πλοία για την κατάσταση των επικινδύνων περιοχών πάγων.

Καθορίζονται λεπτομερώς οι υποχρεώσεις και οι διαδικασίες των πλοίαρχων των πλοίων, τά όποια παίρνουν σήματα κινδύνου και προβλέπεται ή υποχρέωση να παρέχεται συνδρομή σε πλοία ή και πρόσωπα που κινδυνεύουν.

Τά πλοία όλικής χωρητικότητας πάνω από 1600 κόρους γενικά είναι εφοδιασμένα μέ ραδιογωνιόμετρο, τό όποιο να ανταποκρίνεται στίς απαιτήσεις του Κανονισμού 11 (ΠΑΖΕΘ) του Κεφαλαίου IV.

συμφωνα με τις διατάξεις αυτού του κεφαλαίου τά συμβαλλόμενα κράτη αναλαμβάνουν την υποχρέωση:

α) Της έπαρκους ποιοτικής και ποσοτικής επανδρώσεως των πλοίων.

β) Της εγκαταστάσεως βοηθημάτων ναυσιπλοΐας, ραδιοφάρων κλπ., για την ασφάλεια της ναυσιπλοΐας.

γ) Της εξασφαλίσεως των μέσων έπιτηρήσεως των άκτων και διασώσεως προσώπων που κινδυνεύουν στη θάλασσα γύρω από τις άκτές του. Τά μέτρα αυτά περιλαμβάνουν την ίδρυση, λειτουργία και συντήρηση μέσων έντοπισμού και διασώσεως προσώπων που κινδυνεύουν, ανάλογα με την πυκνότητα της κινήσεως και των κινδύνων ναυσιπλοΐας. Έπιπλέον πρέπει να παρέχονται πληροφορίες για τά διαθέσιμα μέσα.

Ειδικά για τή διάσωση χρησιμοποιούνται ειδικά σήματα, τά όποια προβλέπονται από τον Κανονισμό 16 (ΠΑΖΕΘ) του Κεφαλαίου V.

Για την ασφάλεια των πλοηγών που έπιβιβάζονται στα πλοία προβλέπονται ειδικές διατάξεις για τις κλίμακες πλοηγών, που άφορουν την προστασία τους.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ VI. Μεταφορά σιτηρών.

Ό όρος σιτηρά περιλαμβάνει τό σιτάρι, τό καλαμπόκι, τή βρώμη, τή σίκαλη, τό κριθάρι, τό ρύζι, τά ρεβύθια και τούς σπόρους.

Τά σκόρπια σιτηρά έχουν την ιδιότητα να μεταπορίζονται εύκολα κατά τό έγκάρσιο λόγω των διατοιχισμών ή των έγκαρσίων κλίσεων του πλοίου. Η έλεύθερη έπιφάνειά τους συμπεριφέρεται σχεδόν όπως ή έλεύθερη έπιφάνεια ύγρων.

Λόγω της παραπάνω ιδιότητας λαμβάνονται προφυλάξεις κατά τή φόρτωση, για να παρεμποδίζεται ή μετατόπιση των σιτηρών και να εξασφαλίζεται έπαρκής έγκάρσια ευστάθεια.

Άπό τις λεπτομερείς διατάξεις, που διέπουν τή φόρτωση σκόρπιων σιτηρών, αναφέρονται παρακάτω μόνο οι βασικές άρχές, που σκοπός τους είναι ή παρεμπόδιση της μετατοπίσεως των σιτηρών και ή διατήρηση έπαρκους ευστάθειας κατά τούς κανονισμούς IMCO 1960 (οι όποιοι έχουν συμπληρωθει από νεώτερους ισχύοντες).

α) Γεμάτα κύτη ή υποφράγματα πρέπει να τροφοδοτούνται με κατάλληλο τροφοδοτικό στόμιο όρισμένης και έπαρκους περιεκτικότητας.

β) Γεμάτα κύτη ή υποφράγματα πρέπει να υποδιαιρούνται με διάμηκες σιτοστεγανό διάφραγμα που τοποθετείται περί τό διαμήκη άξονα του πλοίου σε όλο τό ύψος των υποφραγμάτων και στο άνω τμήμα του κύτους, σε βάθος τουλάχιστον 8 ft ή 1/3 του βάθους του κύτους, όποιο είναι μεγαλύτερο.

γ) Με όρισμένες προϋποθέσεις έγκάρσιας ευστάθειας (άρχ. μετακεντρικού ύψους) και με άλλους περιορισμούς που καθορίζονται στις διατάξεις, δέν απαιτούνται διαμήκη σιτοστεγανά διαφράγματα (χωρίσματα) στην περιοχή των τροφοδοτικών στομίων.

δ) Μερικώς γεμάτα κύτη ή υποφράγματα υποδιαιρούνται γενικά με διάμηκες διάφραγμα, τό όποιο τοποθετείται περί τό κέντρο του πλοίου και έχει τουλάχιστο 2 ft πάνω από την έπιφάνεια των σκόσπιων σιτηρών. Έπιπλέον ή έπιφάνεια των

σιτηρών ίσοπεδώνεται καί καλύπτεται από σάκκους πού περιέχουν σιτηρά, σέ ύψος 4 ως 5 ft ή μέ άλλο κατάλληλο φορτίο. Όταν υπάρχουν όρισμένες προϋποθέσεις δέν χρειάζεται νά τοποθετηθοῦν διαφράγματα στήν περιοχή τοῦ στομίου.

Τά πλοῖα, τά ὁποῖα μεταφέρουν σιτηρά, πρέπει νά εἶναι ἐφοδιασμένα μέ πλήρη μελέτη (μέ διαγράμματα καί σχέδια) φορτώσεως σιτηρών, πού νά ἔχει ἐγκριθεῖ ἀπό ἀρμόδια Ἄρχή ἢ ἐξουσιοδοτημένο σχετικά Νηογνώμονα. Ἡ μελέτη αὐτή ἐγκρίνεται ἐφόσον ἀνταποκρίνεται στίς ἀπαιτήσεις τοῦ κεφαλαίου αὐτοῦ καί εἰδικότερα διερευνοῦνται μέ ὑπολογισμούς οἱ συνθήκες φορτώσεως καί εὐστάθειας κατά τόν ἀπόπλου, κατά τή διάρκεια τοῦ πλοῦ καί κατά τόν κατάπλου, γιά διάφορες καταστάσεις φορτώσεως.

Τέλος, σύμφωνα μέ τούς νεώτερους ἰσοδύναμους κανονισμούς τοῦ 1966, οἱ ὑποδιαιρέσεις μέ σιτηροστεγανά διαφράγματα καί ἄλλες ἀπαιτήσεις τῶν κανονισμῶν 1960 καταργοῦνται μέ τήν προϋπόθεση ὅτι τό πλοῖο δέν παίρνει κλίση μεγαλύτερη ἀπό 12° καί ἀνταποκρίνεται σέ ἄλλα χαρακτηριστικά κριτήρια εὐστάθειας, στήν ὑποθετική περίπτωση πού ἡ ἐλεύθερη ἐπιφάνεια τῶν σιτηρῶν πάρει κλίση 15° ὡς πρός τήν κάθετο πρός τόν κατακόρυφο ἄξονα συμμετρίας τοῦ πλοίου σέ ὅλα τὰ κύτη καί ὑποφράγματα ὅπου ἔχουν στοιβαχθεῖ τά σιτηρά.

Ἡ μελέτη γιά νά ἀποδειχθοῦν τά παραπάνω ἀπαιτεῖ κοπιώδεις ἀριθμητικές πράξεις, γι' αὐτό καί πολλές φορές χρησιμοποιεῖται ἠλεκτρονικός ὑπολογιστής. Παρόλα αὐτά χρησιμοποιεῖται εὐρύτητα τελευταῖα, ἀφοῦ ἡ κατάργηση τῶν σιτοστεγανῶν διαφραγμάτων ἀποτελεῖ μεγάλη ἀπλοποίηση στήν ἐκμετάλλευση τοῦ πλοίου, ἐπιφέροντας σημαντική οἰκονομία σέ χρῆμα ἀλλά καί σέ χρόνο.

Οἱ νέοι κανονισμοί 1966 δέν ἔχουν ἀκόμα ἀντικαταστήσει πλήρως τούς προηγούμενους τοῦ 1960, ἐπομένως κάθε πλοῖο πού μεταφέρει σιτηρά μπορεῖ πρός τό παρόν νά εἶναι ἐφοδιασμένο μέ τή μία ἢ τήν ἄλλη μελέτη, ἐγκεκριμένη πάντα ἀπό τίς ἀρμόδιες Ἀρχές. Σύντομα ὅμως ἀναμένεται νά καταργηθοῦν οἱ κανονισμοί τοῦ 1960 καί νά παραμείνουν ἐν ἰσχύει μόνο οἱ Κανονισμοί τοῦ 1966

Κ Ε Φ Α Λ Α Ι Ο V II. Μεταφορά ἐπικινδύνων ἐμπορευμάτων.

Μέ τίς διατάξεις τοῦ κεφαλαίου αὐτοῦ ρυθμίζονται τά παρακάτω θέματα πού αφοροῦν τή μεταφορά ἐπικινδύνων φορτίων μέ πλοῖα:

- α) Ἡ κατάταξη τῶν ἐπικινδύνων φορτίων σέ κλάσεις.
- β) Ὁ τρόπος ἀσφαλοῦς συσκευασίας τους.
- γ) Ἡ σήμανση καί ἡ ἐπιγραφή τῶν συσκευασιῶν.
- δ) Ὁ ἐφοδιασμός τοῦ πλοίου πού μεταφέρει τά ἐπικίνδυνα ἐμπορεύματα μέ σχετικά ἔγγραφα καί πιστοποιητικά.
- ε) Οἱ ἀπαιτήσεις στοιβασίας.
- στ) Οἱ εἰδικοί περιορισμοί στή μεταφορά ἐκρηκτικῶν ὑλικῶν ἀπό ἐπιβατηγά πλοῖα.

Κ Ε Φ Α Λ Α Ι Ο V III. Πυρηνοκίνητα πλοῖα.

Λογω τῶν κινδύνων τῆς ραδιενέργειας καθώς καί ἄλλων κινδύνων ἀπό τήν πυρηνική ἐνέργεια ποοβλέπονται τά παρακάτω πρόσθετα μέτρα ἀσφάλειας:

α) Ἀπαιτεῖται ἡ ἔγκριση τῆς Ἀρχῆς γιὰ τὴν ἐγκατάσταση γενικά τῶν πυρηνικῶν ἀντιδραστήρων.

β) Ἡ Ἀρχὴ φροντίζει ὥστε νὰ μὴν ὑπάρχουν ἀδικοιολόγητη ραδιενέργεια ἢ ἄλλοι κίνδυνοι ἀπὸ τὴν πυρηνικὴ ἐνέργεια γιὰ τοὺς ἐπιβάτες, τὸ κοινό, τὶς ἀρτηρίες ναυσιπλοΐας ἢ τὶς προμήθειες τροφίμων καὶ νεροῦ.

γ) Συντάσσεται ἔκθεση ἀσφάλειας καὶ ἐγχειρίδιο λειτουργίας τῆς πυρηνικῆς ἐγκαταστάσεως καὶ ἐγκρίνεται ἀπὸ τὴν Ἀρχή.

δ) Ἐκτελοῦνται οἱ ἐπιθεωρήσεις πού προβλέπονται γιὰ τὰ ὑπόλοιπα πλοῖα καὶ ἐπιπλέον εἰδικές ἐπιθεωρήσεις, σύμφωνα μὲ τὶς ἀπαιτήσεις τῆς ἐκθέσεως ἀσφάλειας.

ε) Ἐκδίδονται εἰδικὰ πιστοποιητικά ἀπὸ τὴν Ἀρχὴ πού ἀποκαλοῦνται ΠΙΣΤΟΠΟΙΗΤΙΚΑ ΑΣΦΑΛΕΙΑΣ ΠΥΡΗΝΟΚΙΝΗΤΟΥ Ε/Γ (ἢ Φ/Γ) πλοίου, τὰ ὁποῖα ἰσχύουν μέχρι 12 μῆνες.

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑΤΑ

Στὸ τέλος τῆς συμβάσεως ἐπισυνάπτονται Παραρτήματα πού δείχνουν τὸν τύπο τῶν διαφόρων, βάσει τῆς συμβάσεως, πιστοποιητικῶν πού ἐκδίδονται.

21.2 Οἱ νέοι Κανονισμοὶ γιὰ τὴν ὑποδιαίρεση καὶ τὴν εὐστάθεια τῶν ἐπιβατηγῶν πλοίων.

Τὸ Νοέμβριο τοῦ 1973 ὁ Διεθνὴς Διακυβερνητικὸς Ναυτιλιακὸς Ὄργανισμὸς (IMCO) υἱοθέτησε νέους διεθνεῖς ἰσοδύναμους κανονισμοὺς γιὰ τὴν ὑποδιαίρεση τῶν ἐπιβατηγῶν πλοίων καὶ τὴν εὐστάθειά τους σὲ κατάσταση βλάβης ὡς ἐναλλακτικὴ λύση στοὺς κανονισμοὺς, τῆς ΠΑΖΕΘ (SOLAS 1960, Κεφ. ΙΙ Μέρος β, βλέπε παραπάνω).

Μέ βάση τοὺς νέους κανονισμοὺς ὑπολογίζονται οἱ παρακάτω πιθανότητες:

α) Νά ὑποστῆ τὸ πλοῖο βλάβη.

β) Νά συμβεῖ ἡ βλάβη σὲ ἓνα συγκεκριμένο διαμέρισμα καὶ νά κατακλυσθεῖ αὐτό καὶ σὲ ποιά ἔκταση.

γ) Νά ἐπιβιώσει τὸ πλοῖο μετὰ τὴν κατάκλυση.

α) Ἡ πιθανότητα (α) σχετίζεται μὲ τὸν ἀπαιτούμενο βαθμὸ ἱκανότητας ἐπιβιώσεως, καὶ ἐξαρτᾶται ἀπὸ παράγοντες ὅπως εἶναι οἱ ἀκόλουθοι:

1) Συνθῆκες ναυσιπλοΐας στὴν περιοχὴ τοῦ πλοῦ.

2) Πυκνότητα κυκλοφορίας τῶν πλοίων, στὴν περιοχὴ αὐτή.

3) Ἰκανότητα χειρισμοῦ σύμφωνα μὲ τὶς συνθῆκες τοῦ πλοῦ.

4) Κατάσταση καὶ ἐμπειρία πληρώματος.

Πρακτικά, ἡ πιθανότητα αὐτὴ καθορίζεται κατὰ προσέγγιση, ἀπὸ τὰ στατιστικὰ στοιχεῖα ναυτικῶν ἀτυχημάτων. Στοὺς νέους κανονισμοὺς ὁ ἀπαιτούμενος βαθμὸς ἀσφάλειας ἐξαρτᾶται κυρίως ἀπὸ τὸν ἀριθμὸ τῶν ἐπιβατῶν καὶ εἶναι αὐξημένος ἀνὰ ἰσοστικὸς λέμβοι δὲν ἐπαρκοῦν γιὰ τὸ σύνολο.

β) Ἡ πιθανότητα (β) ἐξαρτᾶται ἀπὸ τὴν θέση καὶ τὴν ἔκταση τῆς βλάβης τῆς γάστρας καὶ ἀπὸ τὸν ἀριθμὸ τῶν στεγανῶν ὑποδιαίρεσεων μέσα στὸ πλοῖο.

γ) Ἡ πιθανότητα (γ) ἐξαρτᾶται ἀπὸ τὴν πλευστότητα καὶ τὴν εὐστάθεια σὲ κατάσταση βλάβης, αὐτὴ δὲ εἶναι συνάρτηση τῶν κάτωθι:

- 1) Θέση και έκταση τής κατακλύσεως.
- 2) Διαχωρητότητα τών κατακλυσίμων χώρων.
- 3) Βύθισμα και ευστάθεια πρίν από τήν κατάκλυση.

Γιά τή διατύπωση τών νέων κανονισμών έγινε ανάλυση μεγάλου αριθμού συγκρούσεων και προσαράξεων και διερευνήθηκαν σέ κάθε περίπτωση ή θέση τών βλαβών και ή επίδρασή τους στή διάσωση - επιβίωση. Ένδεικτικά παρατηρήθηκε ότι γιά τά πλοία πού προσάραξαν ή περιοχή τής βλάβης δείχνει μιά αύξημένη πιθανότητα νά είναι στήν πλώρα και ή έκταση τής βλάβης μεταξύ 0,05 και 0,11 του μήκους του πλοίου.

Ή παραπάνω ανάλυση οδήγησε στή διατύπωση τών νέων κανονισμών στους οποίους τό κύριο στοιχείο είναι ή **έξέταση** τής πλευστότητας και τής ευστάθειας του πλοίου **μετά από βλάβη** σέ όλα διαδοχικά τά στεγανά κατά μήκος του πλοίου και ό υπολογισμός ενός αριθμητικού μεγέθους, τό όποιο εκφράζει τήν πιθανότητα επιβιώσεως.

Στό υπό σχεδίαση πλοίο τό παραπάνω κριτήριο πρέπει νά είναι μεγαλύτερο από αυτό πού απαιτεί ό κανονισμός και τό όποιο έχει προκύψει από τήν ανάλυση τών δεδομένων τών πλοίων πού έχουν συγκρουσθεϊ καθώς και από τήν εμπειρία τών επιβατηγών πλοίων πού υπάρχουν. Ό υπολογισμός τής ευστάθειας σέ κατάσταση βλάβης γιά ένα υπό σχεδίαση πλοίο, γίνεται μέ τή θεώρηση τής κατακλύσεως όλων διαδοχικά τών διαμερισμάτων και γιά πολλά βυθίσματα και συνθήκες φορτώσεως.

Άποτέλεσμα τής παραπάνω έρευνας είναι και πάλι ή υποδιαίρεση του πλοίου σέ στεγανά διαμερίσματα, όπως γίνεται και σύμφωνα μέ τους ισχύοντες κανονισμούς, πλην όμως ή εξέταση ασφάλειας γίνεται μέ πιό έπιστημονικό και ουσιαστικό τρόπο, χωρίς νά αύξηθεϊ ουσιαστικά τό κόστος κατασκευής, ενώ, όπως έλπίζεται, θά κάνει τά νέα έπιβατηγά πιό ασφαλή.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΕΙΚΟΣΤΟ ΔΕΥΤΕΡΟ

ΓΡΑΜΜΕΣ ΦΟΡΤΩΣΕΩΣ ΚΑΙ Δ.Σ.Γ.Φ.

22.1 Γενικά.

Τό ύψος εξάλων τῶν πλοίων εἶναι, μεταξύ ἄλλων, ἓνα μέτρο τοῦ ἐπιπέδου ἀσφάλειας διότι καθορίζει τήν ἐφεδρική πλευστότητα.

Ἡ μείωση τοῦ ἐπιπέδου ἀσφάλειας πού διαπιστώθηκε ἀπό ἀτυχήματα στίς περιπτώσεις τηρήσεως μικροῦ ὕψους εξάλων ἀπό ὑπερφόρτωση, ὑποχρέωσε τή Ναυτιλία καί τίς κυβερνητικές ἀρχές νά καθορίσουν γιά τά πλοῖα τό ἐλάχιστο ὕψος εξάλων καί ἐπομένως τό μέγιστο βύθισμα.

Παλιότερα τό Υ.Ε. (ὕψος εξάλων) καθοριζόταν ἀπό τήν ἐμπειρία καί τή σύνεση τοῦ πλοιάρχου, ἐνῶ γιά λόγους κερδοσκοπικῆς ἐκμεταλλεύσεως τοῦ πλοίου ἐπιβαλλόταν ἀπό τόν πλοιοκτήτη ἡ ὅσο τό δυνατό μεγαλύτερη φόρτωσή του.

Μετά ἀπό σειρά ναυτικῶν ἀτυχημάτων, τά ὁποῖα ἀποδόθηκαν σέ ὑπερφορτώσεις τῶν πλοίων, ἔγινε ὑποχρεωτική ἡ χάραξη τῶν γραμμῶν φορτώσεως, οἱ ὁποῖες κατά περίπτωση δείχνουν τό ἐλάχιστο Υ.Ε. πού ἐπιτρέπεται καί τό μέγιστο βύθισμα πού ἀντιστοιχεῖ.

Γύρω στίς ἀρχές τοῦ 19ου αἰῶνα οἱ ἀσφαλιστές στήν Ἀγγλία καθιέρωσαν τήν τήρηση ὕψους εξάλων, 2 ὡς 3 δακτύλων γιά κάθε ft βάθους κύτους.

Τό 1835 ὁ Νηογνώμονας Lloyd's Register Of Shipping πρότεινε ὕψος εξάλων 3 δακτύλους ἀνά ft βάθους κύτους.

Τό 1890 ἔγινε στήν Ἀγγλία μέ νόμο ὑποχρεωτική ἡ χάραξη τῶν γραμμῶν φορτώσεως καί ὁ κύκλος γραμμῆς φορτώσεως ὀνομάζεται ἀκόμα σήμερα κύκλος τοῦ Plimsoll, λόγω τῆς δραστηριότητος πού ἔδειξε ὁ Ἀγγλος βουλευτής Plimsoll γιά τό θέμα αὐτό, κατά τήν ἔκδοση τοῦ σχετικοῦ νόμου.

Στή συνέχεια καί ἄλλες ναυτικές χῶρες ἐφάρμοσαν τήν ὑποχρεωτική χάραξη γραμμῶν φορτώσεως γύρω στίς ἀρχές τοῦ 20ου αἰῶνα.

Τό 1930 συνήλθε διεθνῆς σύσκεψη καί ὑπογράφηκε ἡ Δ.Σ.Γ.Φ. (Διεθνῆς Σύμβαση Γραμμῶν Φορτώσεως), ἡ ὁποία ἴσχυσε ἀπό τό 1933.

Τό 1966 ὑπό τήν αἰγίδα τοῦ Διακυβερνητικοῦ Ναυτιλιακοῦ Συμβουλευτικοῦ Ὄργανισμοῦ (IMCO, Intergovernmental Maritime Consultative Organization) ὑπογράφηκε ἡ ἥδη ἐν ἰσχύει Δ.Σ.Γ.Φ. 1966.

22.2 Ἐφαρμογή.

Ἡ Δ.Σ.Γ.Φ. 1966, πού στή συνέχεια ἀναφέρεται ἀπλά ὡς σύμβαση, ἐφαρμόζεται σέ πλοῖα πού ἐκτελοῦν διεθνεῖς πλόας, δηλαδή γιά πλόας ἀπό χῶρες στίς ὁποῖες αὐτή ἐφαρμόζεται. σέ λιμάνια ἐκτός τῆς χώρας ἢ ἀντιστρόφως.

Από τίς χώρες πού έχουν προσυπογράψει τή σύμβαση εφαρμόζονται γενικά οι κανονισμοί τής συμβάσεως καί γιά πλόας μέσα στά χωρικά ύδατα.

Ἡ σύμβαση δέν εφαρμόζεται σέ:

- α) Πολεμικά πλοῖα.
- β) Πλοῖα μήκους μικρότερου ἀπό 24 m.
- γ) Θαλαμηγούς ἀναψυχῆς.
- δ) Ἀλιευτικά.
- ε) Σέ πλοῖα χωρητικότητας μικρότερης ἀπό 150 κόρους.

Γιά κάθε πλοῖο ἐκδίδεται μετά ἀπό ἐπιθεώρηση Διεθνές πιστοποιητικό γραμμῶν φορτώσεως πού ἰσχύει μέχρι πέντε (5) χρόνια, στό ὁποῖο φαίνεται τό κατά περίπτωση Υ.Ε. πού ἀντιστοιχεῖ πρὸς τό Υ.Ε. πού χαράχθηκε πάνω στό πλοῖο.

Κάθε χρόνο γίνεται ἐπιθεώρηση κατά τήν ὁποία:

- α) Ἐξακριβώνεται ὅτι δέν ἔγιναν μετασκευές πού ἐπηρεάζουν τό ὕψος ἐξάλων.
- β) Ἐπιθεωροῦνται τά κιγκλιδώματα, οἱ θυρίδες ἐκροῆς, τά μέσα προσπελάσεως χώρων διαμονῆς, ἡ προστασία γενικά τῶν ἀνοιγμάτων τοῦ σκάφους καί κυρίως ἡ στεγανότητα τῶν μέσων κλεισίματος τῶν ἀνοιγμάτων τοῦ κύριου (ἐκτεθειμένου) καταστρώματος καί ἐλέγχεται ἡ διατήρηση τῆς ἀκριβοῦς θέσεως τῆς γραμμῆς Plimsoll.

2.3 Παράγοντες πού ἐπηρεάζουν τόν καθορισμό τοῦ Υ.Ε.

1) Γεωμετρία πλοίου.

Δέν ὑπάρχουν ἀκριβεῖς ἐπιστημονικές ἀρχές γιά τόν καθορισμό τοῦ ὀρθοῦ Υ.Ε. σέ κάθε πλοῖο. Αὐτό καθορίζεται μέ βάση τήν ἐμπειρία τῆς τελευταίας ἑκατονταετίας. Οἱ πρῶτοι κανονισμοί ἀφοροῦσαν τόν προσδιορισμό Υ.Ε. πλοίων μήκους μέχρι 350 ft καί βασίστηκαν στήν ἐμπειρία πλοίων μήκους μέχρι 300 ft.

Στούς σχετικούς πίνακες προσδιορισμοῦ τοῦ βασικοῦ Υ.Ε. μέ βάση τό μήκος τοῦ πλοίου γίνονταν κατά καιροῦς τροποποιήσεις καί ἐπεκτάσεις γιά νά καλύπτεται τό αὐξανόμενο μήκος τῶν πλοίων. Ἦδη οἱ πίνακες τῆς ἐν ἰσχύει συμβάσεως προβλέπουν βασικό Υ.Ε. γιά πλοῖα μήκους 1200 ft ἢ 365 m.

Οἱ πίνακες βασικοῦ Υ.Ε. δίνουν τό ὕψος ἐξάλων ἑνός προτύπου πλοίου σέ συνάρτηση μέ τό μήκος του.

Τό πρότυπο πλοῖο τῆς συμβάσεως ἔχει:

α) Κανονικό (Standard) συντελεστή ἐκτοπίσματος. Ἡ τιμὴ του καθορίστηκε σέ 0,68 γιά βύθισμα στά 0,85 D, ὅπου $D = \text{κοῖλο}$.

β) Κανονικό (Standard) λόγο μήκους πρὸς κοῖλο (ὁ λόγος αὐτός εἶναι $L/D = 15$).

γ) Κανονική (Standard) σιμότητα, ὅπως καθορίζεται ἀπό τοὺς κανονισμούς.

Τό πρότυπο πλοῖο ἐξασφαλίζει, στό καθοριζόμενο ἀπὸ τοὺς πίνακες βασικό Υ.Ε., τήν ἐπιθυμητή ἐφεδρική πλευστότητα.

Γιά τά πλοῖα, πού ἔχουν διαφορετικά στοιχεῖα ἀπὸ τά παραπάνω προβλέπονται στοὺς κανονισμούς τύποι διορθώσεως, μέ τοὺς ὁποίους αὐξομειώνεται τό βασικό Υ.Ε., γιά νά διατηρεῖται ἡ ἐπιθυμητή ἐφεδρική πλευστότητα.

Μέ βάση τά παραπάνω γιά τόν καθορισμό τοῦ Υ.Ε. ἑνός πλοίου ἀκολουθεῖται ἡ ἐξῆς διαδικασία. ἡ ὁποία βασίζεται μόνο στό σχῆμα καί τή γεωμετρία τοῦ πλοίου:

α) Μέ βάση τό μήκος τοῦ πλοίου λαμβάνεται ἀπό τούς πίνακες τῶν κανονισμῶν τῆς συμβάσεως τό βασικό Υ.Ε. τοῦ πρότυπου πλοίου.

β) Αὐτό τό βασικό Υ.Ε. διορθώνεται γιά τίς ἀποκλίσεις τοῦ πλοίου ἀπό τό πρότυπο.

Οἱ διορθώσεις μνημονεύονται παρακάτω ποιοτικά:

α) Συντελεστής ἐκτοπίσματος. Γιά συντελεστή ἐκτοπίσματος μεγαλύτερο ἀπό 0,68 τό βασικό Υ.Ε. αὐξάνεται.

β) Λόγος L/D. Ὄταν ὁ λόγος αὐτός εἶναι μικρότερος ἀπό 15 τό βασικό Υ.Ε. αὐξάνεται, δηλαδή γιά κοῖλο D μεγαλύτερο ἀπό αὐτό πού ἀντιστοιχεῖ στό μήκος τοῦ πλοίου, τό Υ.Ε. αὐξάνεται.

γ) Σιμότητα. Μεγαλύτερη σιμότητα ἀπό τήν κανονική αὐξάνει τήν ἐφεδρική πλευστότητα καί ἐπομένως ἐπιφέρει μείωση τοῦ βασικοῦ Υ.Ε., ἐνῶ τό ἀντίστροφο συμβαίνει γιά σιμότητα μικρότερη ἀπό τήν κανονική.

δ) Στεγανές ὑπερκατασκευές. Αὐξάνουν τήν ἐφεδρική πλευστότητα καί ἐπομένως ἐλαττώνουν τό βασικό Υ.Ε. Οἱ κανονισμοί προβλέπουν τόν τρόπο ὑπολογισμοῦ τῆς μείωσης τοῦ Υ.Ε., ἐνῶ γιά πλοῖα μήκους 24 ὡς 100 m τά ὁποῖα δέν ἔχουν ὑπερκατασκευές σέ μήκος 0,35 τοῦ ὀλικοῦ, προβλέπεται αὐξηση τοῦ Υ.Ε.

Τό Υ.Ε. πού προκύπτει τελικά θεωρεῖται ὅτι δίνει τήν ἀπαιτούμενη ἐφεδρική πλευστότητα καί ἀσφαλές ὕψος καταστρώματος ἐργασίας ἀπό τήν ἐπιφάνεια τῆς θάλασσας.

Ἡ σιμότητα καί τό κύρτωμα τοῦ ζυγοῦ αὐξάνουν τήν ἐφεδρική πλευστότητα, ἀλλά ἐπί πλέον ὑποβοηθοῦν ὥστε νά φεύγουν γρήγορα τά νερά καί νά στεγνώνουν τά καταστρώματα. Ἐντούτοις, ἐνῶ στή Δ.Σ.Γ.Φ. 1930 προβλεπόταν διόρθωση τοῦ Υ.Ε. καί γιά τό κύρτωμα, στήν νεώτερη σύμβαση τό κύρτωμα τοῦ ζυγοῦ δέν λαμβάνεται ὑπόψη.

Τέλος σημειώνεται ὅτι εἰδικοί κανονισμοί καθορίζουν τό Υ.Ε. δεξαμενοπλοίων καί πλοίων πού μεταφέρουν ξυλεία.

2) Ἄντοχή σκάφους.

Οἱ κανονισμοί ἀπαιτοῦν τό σκάφος νά ἔχει ἱκανοποιητική κατασκευαστική ἀντοχή γιά τό βύθισμα πού ἀντιστοιχεῖ στό καθοριζόμενο Υ.Ε.

Πλοῖα πού κατασκευάζονται καί διατηροῦνται σύμφωνα μέ τίς ἀπαιτήσεις ἐνός ἀναγνωρισμένου Νηογνώμονα, θεωροῦνται ὅτι ἔχουν ἐπαρκή ἀντοχή.

Ἡ ἀντοχή τοῦ σκάφους ἐξαρτᾶται ἀμέσως ἀπό τό βύθισμα, οἱ δέ Νηογνώμονες, ὅταν ἐγκρίνουν κατασκευαστικά σχέδια καί ἐποπτεύουν τήν κατασκευή πλοίων, καθορίζουν καί μέγιστο ἐπιτρεπόμενο βύθισμα τοῦ πλοίου ἀπό πλευρᾶς ἀντοχῆς τό ὁποῖο ἀναγράφεται συνήθως στό σχέδιο τῆς μέσης τομῆς του.

Ἄν γιά ὁποιοδήποτε λόγο ἕνα πλοῖο σχεδιασθεῖ νά λειτουργεῖ, λόγω μικρότερης ἀντοχῆς καί χρήσεως ἀνθεκτικῶν μελῶν (νομεῖς, ἐλάσματα ζυγά κλπ.), μικρότερων διαστάσεων, σέ βύθισμα μικρότερο ἀπό κείνο πού προκύπτει ἀπό τήν ἐφαρμογή τοῦ Δ.Σ.Γ.Φ., τότε ἀναγκαστικά τό Υ.Ε. πού καθορίζεται τελικά θά εἶναι μεγαλύτερο ἀπό αὐτό πού προκύπτει ἀπό τούς κανονισμούς καί ἴσο μέ αὐτό πού ἀντιστοιχεῖ στό βύθισμα κατασκευαστικῆς ἀντοχῆς τοῦ πλοίου.

3) Συνθήκες προσδιορισμοῦ Υ.Ε.

Εἶναι ζωτικῆς σημασίας τό νά ὑπάρχουν ἀποτελεσματικά μέσα προστασίας καί

στεγανότητας τῶν ἀνοιγμάτων τοῦ σκάφους καί τῶν ὑπερκατασκευῶν, προστασίας τοῦ πληρώματος καί γρήγορης ἀπαγωγῆς τῶν νερῶν ἀπό τά ἀκάλυπτα καταστρώματα. Οἱ κανονισμοί τῆς συμβάσεως πού καλύπτουν τό θέμα αὐτό ἔχουν ἐνσωματωθεῖ στό ΚΕΦΑΛΑΙΟ II μέ τήν ἐπωνυμία «Συνθηκῆς Προσδιορισμοῦ Ὑψους Ἐξάλων».

Οἱ συνθηκῆς αὐτές δέν πρέπει νά ἐφαρμόζονται μιά καί μόνη φορά κατά τόν ἀρχικό καθορισμό τοῦ Υ.Ε., ἀλλά νά ὑπάρχει συνεχῆς ἐπαγρύπνηση γιά τή διατήρησή τους σέ ἱκανοποιητική κατάσταση.

Οἱ σχετικοί κανονισμοί προβλέπουν λεπτομέρειες κατασκευῆς καί στεγανότητας γιά τά παρακάτω:

α) Στόμια κυτῶν καί καλύμματα αὐτῶν.

β) Πόρτες καί ἀνοίγματα πρὸς τοὺς χώρους μηχανῶν, ὑπερκατασκευές καί ἀκάλυπτα καταστρώματα.

γ) Ἀεραγωγούς σέ ἐλεύθερα καταστρώματα.

δ) Ἐξαεριστικά σέ ἐλεύθερα καταστρώματα.

ε) Φορτοθυρίδες περιβλήματος καί παραφωτίδες.

στ) Εὐδαιούς (ἢ μπούνια), εἰσαγωγές καί ἐξαγωγές θάλασσας.

ζ) Θυρίδες ἐκροῆς.

η) Μέσα προστασίας πληρώματος, ὅπως εἶναι ἡ ἀντοχή τῶν ὑπερκατασκευῶν, τὰ κιγκλιδώματα καί δρύφακτα, οἱ προσπελάσεις καί τὰ συρματόσχοινα ἀσφάλειας (Life Lines).

Οἱ σχετικοί κανονισμοί προβλέπουν ἐπίσης τόν ἐφοδιασμό τοῦ πλοίου μέ στοιχεῖα εὐστάθειας καί ἄλλα στοιχεῖα, τά ὁποῖα δίνουν στόν πλοίαρχο τήν ἱκανότητα νά ρυθμίζει τή φόρτωση καί τόν ἐρματισμό τοῦ πλοίου κατά τρόπο, ὥστε νά μὴ δημιουργοῦνται ἀπαράδεκτα μεγάλες τάσεις στό σκάφος.

4) Ἐπιβατηγά πλοῖα.

Πλοῖο πού μεταφέρει πάνω ἀπὸ 12 ἐπιβάτες, ὅπως εἶναι γνωστό, θεωρεῖται ὡς ἐπιβατηγὸ, γι' αὐτὸ τό ὕψος ἐξάλων του ἐξαρτᾶται καί ἀπὸ τοὺς ὑπολογισμούς καί τοὺς συναφεῖς κανονισμούς ὑποδιαιρέσεως καί εὐστάθειας, ὅπως ἀναπτύχθηκε στό Κεφάλαιο 18 περί ΠΑΖΕΘ. Σέ κάθε περίπτωση τὰ ἐπιβατηγά πλοῖα ὀφείλουν νά συμμορφώνονται καί πρὸς τίς δύο συμβάσεις καί ἐπομένως ὑπερισχέει τό μεγαλύτερο Υ.Ε. Συνήθως τό Υ.Ε. πού καθορίζεται βάσει τῶν ὑπολογισμῶν ὑποδιαιρέσεως εἶναι ἐπαρκές καί ἀπὸ πλευρᾶς Δ.Σ.Γ.Φ.

5) Δεξαμενοπλοῖα.

Γιά τόν ὑπολογισμό τοῦ Υ.Ε., τὰ πλοῖα χωρίζονται σέ δύο βασικὲς κατηγορίες:

α) Τὰ δεξαμενόπλοια, τὰ ὁποῖα κατασκευάσθηκαν γιά τή μεταφορὰ ὑγρῶν φορτίων (τύπος Α').

β) Τὰ ἄλλα φορτηγά (τύπος Β').

Σέ ἰδιαίτερους πίνακες καθορίζεται τό βασικὸ Υ.Ε. γιά καθένα ἀπὸ τοὺς δύο τύπους, ἀνάλογα μέ τό μήκος τοῦ πλοίου.

Τό βασικὸ Υ.Ε. τῶν δεξαμενοπλοίων εἶναι μικρότερο ἀπὸ τό Υ.Ε. πού ἀντιστοιχεῖ σέ κοινὸ φορτηγὸ πλοῖο τοῦ ἴδιου μήκους Υ.Ε. γιὰτί:

α) Έξασφαλίζεται καλύτερα ή στεγανότητα του άνοικτου καταστρώματος: τὰ άνοιγματα πού προβλέπονται σέ αυτό είναι μικρών διαστάσεων στεγανοί κάθοδοι.

β) Παρέχεται ψηλός βαθμός ασφάλειας όσον άφορᾶ τήν κατάκλυση, λόγω τής ύπάρξεως μεγάλου άριθμού στεγανών διαμερισμάτων καί τής μικρής διαχωρητικότητας του, λαμβάνοντας ύπόψη ότι ή κατάκλυση μέ νερό ενός χώρου πού είναι ήδη γεμάτος π.χ. μέ πετρέλαιο, λίγο αλλάζει τίσ συνθήκες πλευστότητας του πλοίου.

Σημείωση:

Διαχωρητότητα ενός χώρου είναι τό ποσοστό επί τοίς εκατό του χώρου αυτού, πού μπορεί νά γεμίσει μέ νερό.

6) Πλοία πού μεταφέρουν ξυλεία.

Ξυλεία πού στοιβάζεται σέ άνοικτά καταστρώματα θεωρείται ότι προσφέρει πρόσθετη έφεδρική άντωση καί προστασία από δυσμενείς καιρικές συνθήκες.

Γι' αυτό μέ όρισμένες προϋποθέσεις παρέχεται ή δυνατότητα μείωσης του έξ ύπολογισμού Υ.Ε. γιά τὰ πλοία πού μεταφέρουν ξυλεία σέ έκτεθειμένα καταστρώματα.

7) Κύκλος καί γραμμές φορτώσεως.

Μετά τήν έφαρμογή όλων τών διορθώσεων στό βασικό Υ.Ε. τών πινάκων προκύπτει τό έλάχιστο Υ.Ε. θέρους σέ θαλάσσιο νερό.

Άπό τήν έμπειρία πού έχει άποκτηθεί κρίθηκε ότι ή ασφάλεια τών πλοίων επηρεάζεται από τίσ επικρατούσες καιρικές συνθήκες, οι όποίες εξαρτώνται από τή γεωγραφική περιοχή καί τήν έποχή του έτους. Γι' αυτό έχουν καθορισθεί από τή σύμβαση οι άκόλουθες γραμμές φορτώσεως, οι όποίες φαίνονται στό σχήμα 22.3.

α) Γραμμή θέρους (S). Αυτή πού προκύπτει από τούς ύπολογισμούς.

β) Τροπική γραμμή (T). Πάνω από τή γραμμή θέρους καί σέ άπόσταση 1/48 από τό θερινό βύθισμα.

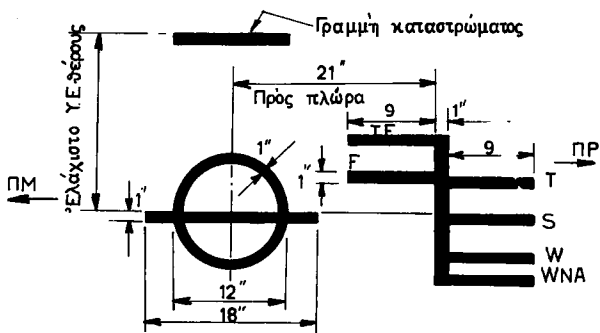
γ) Γραμμή χειμώνα (W). Κάτω από τή γραμμή θέρους καί σέ άπόσταση 1/48 του θερινού βυθίσματος.

δ) Γραμμή χειμώνα Βόρειου Άτλαντικού (WNA). Γιά πλοία μέχρι μήκους 100 m σέ άπόσταση 50 mm κάτω από τή γραμμή χειμώνα. Γιά τὰ ύπόλοιπα πλοία ή γραμμή χειμώνα.

ε) Γραμμή γλυκού νερού (F). Καθορίζεται γιά περιοχές γλυκού νερού μέ μείωση του αντίστοιχου Υ.Ε. του θαλάσσιου νερού κατά Δ/40Τ, όπου Δ είναι τό έκτόπισμα θέρους σέ τόννους καί Τ οι τόννοι ανά cm βυθίσματος.

Τό Υ.Ε. δέν μπορεί νά είναι μικρότερο από 50 mm.

Οι διαστάσεις του κύκλου καί τών γραμμών φορτώσεως πού φαίνονται στό σχήμα 22.3 είναι αυτές πού προβλέπονται από τούς κανονισμούς. Άντίστοιχο σχήμα χαράζεται καί χρωματίζεται έμφανώς καί στίς δύο πλευρές του πλοίου. Οι κανονισμοί έπιβάλλουν νά φροντίζει ό πλοίαρχος ώστε νά μή βυθίζεται στό νερό ή αντίστοιχη γιά τήν περιοχή καί τήν έποχή γραμμή φορτώσεως, οι δέ λιμενικές άρχές μπορούν νά έπιβάλλουν στον πλοίαρχο χρηματικές ποινές σέ περίπτωση βυθίσεως τής γραμμής φορτώσεως.



Σχ. 22.3.
 Γραμμή φθοράς

ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΕΙΚΟΣΤΟ ΤΡΙΤΟ

ΚΑΤΑΜΕΤΡΗΣΗ ΠΛΟΙΩΝ

23.1 Γενικά.

Παλιότερα, αλλά ακόμα και σήμερα, η μεταφορική ικανότητα και τό μέγεθος των πλοίων εκφράζονταν με διάφορους τρόπους. Στην Εύρώπη γύρω στο 13ο αιώνα τὰ λιμενικά τέλη σέ ὀρισμένα λιμάνια χρεώνονταν μέ βάση τή χωρητικότητα τοῦ πλοίου σέ βαρέλια κρασιοῦ. Τό βαρέλι κρασιοῦ ὀνομαζόταν τότε Tun, ἀπό τό ὁποῖο προέκυψε ἡ εἰδική χρήση τῆς λέξεως Ton (τόννος) στήν καταμέτρηση.

Στήν Ἀγγλία ὁ πρῶτος νόμος γιά τήν καταμέτρηση ψηφίσθηκε τό 1654, καί ἀργότερα, τό 1854 ψηφίσθηκε, ὕστερα ἀπό σύσταση εἰδικῆς ἐπιτροπῆς ἐπί τοῦ θέματος, νέος νόμος καταμετρήσεως. Γραμματέας τῆς Ἐπιτροπῆς αὐτῆς ὁ George Moorson, ἀπό τό ὄνομα τοῦ ὁποῖου προῆλθε καί τό σύστημα καταμετρήσεως Moorson, τό ὁποῖο ἀποτελεῖ τή βάση ὄλων τῶν ἐν ἰσχύει συστημάτων καταμετρήσεως πλοίων.

Ἡ βασική ἰδέα τοῦ συστήματος εἶναι ὅτι τὰ τέλη, τὰ ὁποῖα χρεώνονται στά πλοῖα γιά ὑπηρεσίες πού προσφέρονται σέ αὐτά, πρέπει νά εἶναι ἀνάλογα μέ τή δυνατότητα οἰκονομικῆς ἐκμεταλλεύσεώς τους, ἡ ὁποία ὑπολογίσθηκε ἀνάλογη μέ τήν ἐσωτερική χωρητικότητα τῶν χώρων τοῦ πλοίου, πού εἶναι διαθέσιμοι γιά μεταφορές φορτίου ἢ ἐπιβατῶν.

Οἱ ἐν ἰσχύει νόμοι τῶν ναυτιλιακῶν χωρῶν προβλέπουν ὅτι πρὶν ἀπό τή νηολόγηση ἑνός πλοίου αὐτό πρέπει νά καταμετρηθεῖ σύμφωνα μέ τούς κανονισμούς καταμετρήσεως τῆς χώρας.

Σκοπός τῆς καταμετρήσεως εἶναι ὁ καθορισμός, τῆς ἐσωτερικῆς χωρητικότητας τῶν χώρων τοῦ πλοίου πού καταμετροῦνται. Οἱ κανονισμοί καθορίζουν τούς χώρους πού πρέπει νά καταμετρηθοῦν, τὰ ὄριά τους, τόν τρόπο καταμετρήσεως, τίς μονάδες καί ἄλλες λεπτομέρειες.

Ἀπό τήν καταμέτρηση προκύπτουν δύο χωρητικότητες:

α) Ἡ **ὀλική χωρητικότητα** (Gross Register Tonnage), ἡ ὁποία εἶναι ἄθροισμα τοῦ ὄγκου ὄλων τῶν καταμετρούμενων χώρων τοῦ πλοίου.

β) Ἡ **καθαρή χωρητικότητα** (Net Register Tonnage), ἡ ὁποία προκύπτει μέ ἀφαίρεση ἀπό τήν ὀλική χωρητικότητα μερικῶν χώρων, ὅπως εἶναι οἱ χώροι διαμονῆς τοῦ πληρώματος, οἱ χώροι τῶν μηχανῶν κλπ., γιά τούς ὁποίους γίνεται λόγος λεπτομερῶς στή συνέχεια.

Μέ βάση τή χωρητικότητα καί Ιδίως τήν καθαρή ύπολογίζονται τά τέλη, τά δικαιώματα καί οί εισφορές, ὅπως εἶναι τά λιμενικά, φαρικά, δεξαμενισμού, διόδια διωρύγων, φορολογία. Ἐπιπλέον, μέ βάση τή χωρητικότητα ρυθμίζεται ἡ σύνθεση τοῦ πληρώματος, ἡ κλίμακα μισθολογίου κλπ.

Σύμφωνα μέ τά παραπάνω, ἡ οικονομική ἐκμετάλλευση γενικά τοῦ πλοίου ἐπι-
ρεάζεται σοβαρά ἀπό τή χωρητικότητα.

Σύμφωνα μέ τήν καταμέτρηση πού ἐγινε μέ βάση τούς ἐν ἰσχύει κανονισμούς ἐκδίδεται γιά κάθε πλοῖο Πρωτόκολλο Καταμετρήσεως, πού περιέχει βασικά στοι-
χεῖα τοῦ πλοίου καί κυρίως τήν ὀλική καί καθαρή χωρητικότητά του.

23.2 Μονάδες καί σχέσεις χωρητικότητας.

Ἦς μονάδα χωρητικότητας χρησιμοποιεῖται ὁ κόρος (Register Ton).

Ἔνας (1) κόρος = 100 ft³ = 2,83 m³.

Ἡ μονάδα αὐτή εἶναι προφανῶς μονάδα ὄγκου. Ἀπό τήν ἀγγλική ὁρολογία Register Ton καί Ton (τόννος βάρους ἢ ἐκτοπίσματος) γίνεται μερικές φορές σύγχυση στόν καθορισμό τοῦ μεγέθους τῶν πλοίων. Ἔτσι στήν ἀσαφή ἐρώτηση: «Πόσων τόννων εἶναι τό πλοῖο;» δίνεται μερικές φορές ἡ ἀσαφής ἀπάντηση: «Τό πλοῖο εἶναι 1000 π.χ. τόννων» καί παραμένει ἡ ἀπορία ἄν τό πλοῖο:

- α) Εἶναι 1000 τόννων νεκροῦ βάρους (Dead Weight).
- β) Εἶναι 1000 τόννων ἐκτοπίσματος πλήρους φόρτου.
- γ) Εἶναι 1000 κόρων ὀλικῆς ἢ καθαρῆς χωρητικότητας.

Δέν ὑπάρχει ἀριθμητική σχέση μεταξύ τοῦ ἐκτοπίσματος ἢ Dead Weight καί τῆς χωρητικότητας, ἀπό τά ὁποῖα τό πρῶτο ἐκφράζεται μέ μονάδες βάρους (τόννος) καί ἡ τελευταία ἐκφράζεται μέ μονάδες ὄγκου (κόρος).

Ἐπὶ τούτοις στοιχεῖα σχέσεων τῶν παραπάνω μεγεθῶν γιά ὁμοίους τύπους πλοίων, πού χρησιμοποιοῦνται κατά τά προκαταρκτικά στάδια σχεδιάσεως ἢ γιά πρώτη προσέγγιση.

Οἱ σχέσεις καί τά στοιχεῖα πού ἀκολουθοῦν μποροῦν νά χρησιμοποιοῦνται γιά τήν κατά προσέγγιση εὕρεση τῆς χωρητικότητας:

$$\alpha) \text{ Ὀλική χωρητικότητα} = \frac{C_{GT} \cdot L \cdot B \cdot D \cdot C_B}{100}$$

$$\beta) \text{ Καθαρή χωρητικότητα} = C_{NT} \times \text{ὀλική χωρητικότητα.}$$

ὅπου: L τό μήκος μεταξύ κατακορύφων σέ ft,

B τό ὀλικό πλάτος σέ ft,

D τό κοῖλο σέ ft,

C_B ὁ συντελεστής γάστρας,

C_{GT} συντελεστής ἀπό ὁμοια πλοῖα καί

C_{NT} συντελεστής ἀπό ὁμοια πλοῖα.

Δίνονται οἱ ἀκόλουθες τιμές τῶν συντελεστῶν C_{GT} καί C_{NT} γιά διάφορους τύπους πλοίων.

	C_{GT}	C_{NT}
Φορτηγά πλοία	0,95 – 1,35	0,50 – 0,70
Έπιβατηγά πλοία	1,15 – 1,90	0,40 – 0,60
Δεξαμενόπλοια	0,85 – 1,25	0,45 – 0,75
Πλοία σκόρπιου φορτίου (Bulk Carriers)	0,60 – 1,15	0,50 – 0,75

23.3 Όλική χωρητικότητα.

1) Υπολογισμός όλικης χωρητικότητας.

Όλική χωρητικότητα είναι ο έκφρασμένος σέ κόρους δγκος τών χώρων του πλοίου κάτω από τό άνώτερο κατάστρωμα καί τών μονίμωκ κλειστών στεγασμένων χώρων (ύπερκατασκευών) πού βρίσκονται έπάνω από τό κατάστρωμα αυτό, μέ έξαίρεση μερικούς χώρους πού μνημονεύονται στή συνέχεια.

Οί χώροι πού καταμετρούνται είναι αναλυτικότερα οί έξής:

α) Ό χώρος κάτω από τό κατάστρωμα καταμετρήσεως. Κατάστρωμα καταμετρήσεως είναι τό άνώτατο πλήρες στεγανό κατάστρωμα προκειμένου γιά πλοίο πού έχει μέχρι δύο καταστρώματα. Προκειμένου γιά πλοίο μέ τρία ή περισσότερα καταστρώματα, ως κατάστρωμα καταμετρήσεως λαμβάνεται τό δεύτερο από τά κάτω.

β) Ό χώρος ύποφραγμάτων (κουραδόρων) μεταξύ καταστρώματος καταμετρήσεως καί άνώτερου καταστρώματος.

γ) Ό χώρος τών κλειστών καί στεγασμένων ύπερκατασκευών καί ύπερστεγασμάτων, πάνω από τό άνώτερο κατάστρωμα.

δ) Ό καθ' ύπέρβαση χώρος στομίωv κύτους, δηλαδή ο δγκος του χώρου τών στομίωv πού έξέχει από τό άνώτερο κατάστρωμα, αφού αφαιρεθεί από αυτόν τό 0,5% τής όλικής χωρητικότητας.

Ό χώρος κάτω από τό κατάστρωμα καταμετρήσεως άποτελεί συνήθως καί Ι-δίως σέ φορτηγά πλοία τό μεγαλύτερο ποσοστό τής χωρητικότητας του πλοίου. Ό τρόπος μετρήσεως του προβλέπεται λεπτομερώς στους κανονισμούς καί βασίζεται στους κανόνες του Simson, δηλαδή τό πλοίο διαιρείται ανάλογα μέ τό μήκος σέ άριθμό ίσων μερών. Σέ κάθε τομή μετρίεται τό βάθος (ή ύψος), τό όποιο ύποδιαιρείται σέ 4 ή 6 ίσα μέρη καί προκύπτουν αντίστοιχα 5 ή 7 πλάτη. Στή συνέχεια, ύπολογίζεται τό έμβαδό κάθε τομής καί μέ βάση τό έμβαδό, ο δγκος καί ή χωρητικότητα του χώρου κάτω από τό κατάστρωμα καταμετρήσεως. Γενικά τά όρια τών ύψών, πλατών κλπ., είναι τά όρια του έσωτερικού χώρου, δηλαδή τά πλάτη μετριοούνται από τίς μέσα επιφάνειες τών νομέων, τό δέ ύψος έπάνω από τόν έσωτερικό πυθμένα.

Μέ όμοιο τρόπο, εφαρμόζοντας τούς κανόνες του Simson βρίσκεται ο ογκος τών ύποφραγμάτων. Ό δγκος τών ύπερκατασκευών καί ύπερστεγασμάτων βρίσκεται συνήθως μέ άπλό πολλαπλασιασμό τών τριών μέσων διαστάσεων, δηλαδή του μέσου μήκους, μέσου ύψους καί μέσου πλάτους. Άν τό σχήμα τής ύπόψη ύπερκατασκευής δέν είναι κατά προσέγγιση όρθογώνιο παραλληλεπίπεδο γίνεται χρήση τών κανόνων του Simson.

2) Έξαιρούμενοι χώροι.

Οι ακόλουθοι χώροι του πλοίου, αν και μόνιμα κλειστοί και στεγασμένοι, εξαιρούνται από την όλική χωρητικότητα του πλοίου, δηλαδή δέν περιλαμβάνονται σέ αυτήν:

α) Κάτω από τό κατάστρωμα καταμετρήσεως, κατόπιν αίτήσεως του πλοιοκτήτη, ή πρωραία καί πρυμναία δεξαμενή ζυγοσταθμίσεως, μέ τήν προϋπόθεση ότι χρησιμοποιούνται αποκλειστικά γιά έρματισμό. Έπίσης εξαιρούνται οι γωνιακές δεξαμενές έρματος τών Έπιβατηγών - Όχηματαγωγών.

β) Οι έξής χώροι επάνω ή κάτω από τό άνώτερο κατάστρωμα:

1) Οι χώροι βοηθητικών μηχανημάτων, όπως είναι ό εργάτης άγκυρών, ό μηχανισμός πηδαλίου, ψυκτικά μηχανήματα, ήλεκτρογεννήτριες, μηχανήματα κλιματισμού, βοηθητικά καζάνια, άντλιοστάσια, πλυντήρια κλπ.

2) Τό οίακιστήριο (ή χώρος πηδαλιουχίας).

3) Τό μαγειρείο καί τό άρτοποιείο.

4) Τά άποχωρητήρια άξιωματικών, πληρώματος καί έπιβατών. Έπό τά άποχωρητήρια έπιβατών άξαιρούνται μόνον άνά ένα γιά 50 έπιβάτες καί όχι αυτά πού άποτελοϋν τμήμα ιδιαίτερης καμπίνας.

5) Χώροι πού προορίζονται γιά προφύλαξη από τίς καιρικές συνθηκές έπιβατών καταστρώματος, γιά μικρά πλοία καί ταξίδια μικρών άποστάσεων.

6) Φωταγωγοί καί άεραγωγοί μηχανοστασίων καί άλλων χώρων. Ειδικά οι φωταγωγοί καί άεραγωγοί χώρων μηχανών μποροϋν νά καταμετροϋνται γιά αύξηση του όλικού χώρου μηχανών όπως έπεξηγεΐται παρακάτω.

7) Κατόπιν αίτήσεως του πλοιοκτήτη οι χώροι έπιβατών σέ έπιβατηγά ύπερκεάνεια πλοία πού βρίσκονται πάνω από τό πρώτο κατάστρωμα πού βρίσκεται πάνω από τό άνώτερο κατάστρωμα.

3) Άνοικτοί χώροι.

Χώροι ύπεράνω ή επάνω στο άνώτερο κατάστρωμα, οι όποιοι είναι τελείως άνοικτοί τουλάχιστο πρós μία κατεύθυνση, δηλαδή εκείνοι οι όποιοι δέν φέρουν έγκάρσια (πρός πύρα ή πρύμνα) ή πλευρική φρακτή χαρακτηρίζονται ως άνοικτοί καί δέν περιλαμβάνονται στην όλική χωρητικότητα.

Έπιπλέον αυτών πού αναπτύχθηκαν μέχρι τώρα, ύπερκατασκευές ή ακόμα όλόκληρο ύπόφραγμα (κουραδόρος) σέ όλο τό μήκος του πλοίου, μποροϋν μέ όρισμένες προϋποθέσεις νά χαρακτηρισθοϋν ως άνοικτοί χώροι, δηλαδή νά μήν περιληφθοϋν στη χωρητικότητα, αν καί στην οϋσία είναι κλειστοί καί στεγασμένοι. Βασική προϋπόθεση είναι ή ύπαρξη όρισμένων άνοιγμάτων, τά όποια δέν φέρουν μόνιμα μέσα κλεισίματος, αλλά κλείνουν μόνο προσωρινά μέ φορητές σανίδες ή έλασμα.

Έτσι, ύπερκατασκευές όπως τό πρόστεγο, τό μεσόστεγο ή τό έπίστεγο μποροϋν νά χαρακτηρίζονται ως άνοικτοί χώροι, έφόσον στη μία τουλάχιστον έκτεθειμένη στίς καιρικές συνθηκές φρακτή ύπάρχουν δύο άνοιγματα τό καθένα πλάτους 3 ft καί ύψους 4 ft τουλάχιστο, μέ κατώφλι ύψους όχι μεγαλύτερου τών 2 ft. Έντί τών δύο άνοιγμάτων μπορεΐ νά ύπάρχει ένα άνοιγμα διαστάσεων τουλάχιστο 4 ft πλάτους καί ύψους 5 ft.

Τά ανοίγματα αυτά δέν πρέπει νά κλείνουν μέ μόνιμα μέσα κλεισίματος, όπως είναι οι στεγανές πόρτες, αλλά επιτρέπεται νά κλείνονται μέ φορητές σανίδες ή έλάσματα πού προσαρμόζονται μέσα σέ οδηγούς σχήματος Π ή συγκρατούνται μέ άγκιστρα.

Πολύ σημαντικός από πλευράς σχεδιάσεως καί διαμορφώσεως του πλοίων είναι ο χαρακτηρισμός, μέ όρισμένες προϋποθέσεις, ως ανοικτού χώρου όλόκληρου υποφράγματος (κουραδόρου). Ο χώρος αυτός πού χαρακτηρίζεται ως χώρος υποφράγματος κάτω από ανοικτό προστατευτικό κατάστρωμα (Open shelter deck), έχει τά παρακάτω χαρακτηριστικά καί ανταποκρίνεται στίς ακόλουθες προϋποθέσεις:

— Βρίσκεται πάνω από τό κύριο κατάστρωμα του πλοίου, καλύπτεται από πλήρες προστατευτικό κατάστρωμα καί φέρει τά συνηθισμένα ανοίγματα, όπως είναι τά στόμια κυτών, οι αναφωτίδες μηχανοστασίου κλπ.

— Φέρει, συνήθως στό πρυμναίο κατάστρωμα, στόμιο πού άποκαλείται στόμιο καταμετρήσεως, μήκους τουλάχιστο 4 ft, πλάτους τουλάχιστον ίσο πρós τό πλάτος του γειτονικού κανονικού στομίου κύτους καί ύψος τοιχωμάτων στομίων όχι μεγαλύτερο από ένα ft. Τό στόμιο καταμετρήσεως επιτρέπεται νά καλύπτεται μόνο μέ άπλές φορητές ξύλινες σανίδες πού στερεώνονται μέ καννάβινα σχοινιά.

— Κάτω από τό στόμιο καταμετρήσεως σχηματίζεται μεταξύ δύο έγκαρσιών φρακτών του υποφράγματος τό καλούμενο φρεάτιο καταμετρήσεως. Ο χώρος αυτός φέρει σέ κάθε πλευρά θυρίδα έκροής καί ευδιάιο (μπούνι). Σέ κάθε μία από τίς δύο έγκαρσιες φρακτές κατασκευάζονται άνά δύο ανοίγματα όπως αυτά πού περιγράφονται στήν παράγραφο 23.3(3) γιά υπερκατασκευές, πού κλείνουν μέ προσωρινά μέσα.

Έφόσον ο χώρος του υποφράγματος ανταποκρίνεται σέ όλες τίς παραπάνω προϋποθέσεις, δέν περιλαμβάνεται στή χωρητικότητα, έπειδή θεωρείται ως ανοικτός.

23.4 Καθαρή χωρητικότητα.

1) Γενικά.

Καθαρή χωρητικότητα είναι ή χωρητικότητα, ή όποία προκύπτει μετά τήν άφαίρεση από τήν όλική όρισμένων χώρων, οι όποιοι θεωρείται ότι δέν είναι οικονομικά έκμεταλλεύσιμοι καί είναι γενικά άπαραίτητοι γι' αυτή τήν ίδια τή λειτουργία του πλοίου καί τή διαμονή του πληρώματός του. Οι χώροι αυτοί όνομάζονται έκπιπόμενοι χώροι καί γιά νά άφαιρεθούν πρέπει νά έχουν άρχικά περιληφθεί στήν καταμέτρηση τής όλικής χωρητικότητας.

2) Έκπιπόμενοι χώροι έκτός από τούς χώρους προώσεως.

Οι έκπιπόμενοι χώροι καταμετρούνται μέ τίς συνηθισμένες μεθόδους καί καθέντας από αυτούς πρέπει νά έχει διαστάσεις άνάλογες πρós τό σκοπό γιά τόν όποιο προορίζεται.

Οι έκπιπόμενοι χώροι είναι οι έξης:

α) Οι χώροι διαμονής πλοιάρχου, αξιωματικών καί πληρωμάτων, όπως είναι οι

καμπίνες, τά έστιατόρια, τά καπνιστήρια, τά διανομεία, τά μαγειρεία, οί χώροι ύγιεινής, τά γραφεία, οί διάδρομοι πού έχουν σχέση μέ τούς χώρους διαμονής κλπ.

β) Οί άποθήκες καί οί ψυκτικοί θάλαμοι έξυπηρετήσεως του πληρώματος.

γ) Τό διαμέρισμα άσυρμάτου ή ραδιοτηλεφώνου.

δ) Τό δωμάτιο χαρτών.

ε) Τό διαμέρισμα γυροπυξίδας.

στ) 'Ο χώρος του έργάτη τής άγκυρας καί τό φρεάτιο τών άλυσίδων.

ζ) 'Ο χώρος μηχανήματος πηδαλίου.

η) Οί άποθήκες ύλικών ναυκλήρου.

θ) 'Ο χώρος βοηθητικού καζανιού, έφόσον δέν συνδέεται μέ τήν προωστήρια έγκατάσταση, τίς κύριες άντλίες καί τόν έργάτη άγκυρών.

ι) 'Ο χώρος τών άντλιών.

ια) Οί δεξαμενές θαλάσσιου έρματος. Σημειώνεται ότι οί δεξαμενές έρματος διπυθμένων δέν μπορούν νά άφαιρεθοϋν άν από τήν άρχή δέν καταμετρηθοϋν στήν όλική χωρητικότητα.

ιβ) 'Ο χώρος πού προβλέπεται γιά τυχόν έγκατάσταση μηχανισμού μειώσεως διατοιχισμών.

3) Έκπτωση χώρων μηχανών προώσεως.

'Η μεγαλύτερη καί σπουδαιότερη έκπτωση είναι αυτή πού προκύπτει από τούς χώρους προώσεως, άφού ό χώρος πού έκπίπτει είναι σημαντικά μεγαλύτερος από τόν πραγματικό χώρο.

Στούς χώρους μηχανών προώσεως περιλαμβάνονται οί χώροι πού καταλαμβάνονται από τίς κύριες μηχανές καί τούς λέβητες καθώς καί αυτοί πού είναι άπόλυτα άναγκαίοι γιά τή λειτουργία τής προωστήριας έγκαταστάσεως. Δηλαδή:

α) 'Ο χώρος του κυρίως μηχανοστασίου καί του λεβητοστασίου.

β) 'Ο χώρος μεταξύ τής άνω όροφής τών χώρων παραγράφου (α) καί του άνω καταστρώματος, έφόσον περικλείει μηχανήματα καί φωταγωγούς.

γ) 'Ο χώρος έπάνω από τό άνωτερο κατάστρωμα, έφοσον χρησιμοποιείται όπως στήν παράγραφο (β).

δ) 'Ο χώρος τής σήραγγας (τουννελ) του έλικοφόρου άξονα καί τής σήραγγας διαφυγής πληρώματος από τούς χώρους μηχανών.

ε) 'Ο χώρος φωταγωγών καί άεραγωγών (Engine Casing) ύστερα από αίτηση του πλοιοκτήτη μέ σκοπό τήν αύξηση του ποσοστού του δγκου πού καταλαμβάνεται από τούς χώρους μηχανών καί έφόσον έχει περιληφθει στήν όλική χωρητικότητα.

'Ως έκπιπόμενη χωρητικότητα του χώρου προωστηρίου έγκαταστάσεως λαμβάνεται δγκος σημαντικά μεγαλύτερος καί ως έξης:

1) "Όταν ή χωρητικότητα τών χώρων μηχανών είναι μικρότερη από τά 13% τής όλικής χωρητικότητας, έκπίπεται τά 32/13 τής πραγματικής χωρητικότητας τών χώρων μηχανών.

2) "Όταν ή χωρητικότητα τών χώρων μηχανών είναι ίση ή μεγαλύτερη από τό 13% καί μικρότερη από τό 20% τής όλικής χωρητικότητας, έκπίπεται τά 32% τής όλικής χωρητικότητας.

3) Όταν η χωρητικότητα των χώρων μηχανών είναι μεγαλύτερη από το 20% της όλικης χωρητικότητας, εκπίπτονται τά 32% της όλικης χωρητικότητας ή ύστερα από αίτηση του πλοιοκτήτη η χωρητικότητα του χώρου μηχανών προσαυξημένη κατά τά 3/4 της.

23.5 Γραμμή χωρητικότητας (Tonnage Mark).

Γιά νά αύξηθεῖ ἡ ἀσφάλεια τῶν πλοίων ἔχει καταβληθεῖ πρόσφατα σέ διεθνή κλίμακα προσπάθεια κάτω ἀπό τήν αἰγίδα τοῦ IMCO (Διακυβερνητικός Ναυτιλιακός Συμβουλευτικός Ὄργανισμός), γιά νά καταργηθοῦν οἱ ἀνοικτοί, ἀλλά προσωρινά κλειστοί χώροι, ἐνῶ ἀπό πλευρᾶς καταμετρήσεως νά μή θίγονται οὐσιαστικά τά συμφέροντα τῶν πλοιοκτητῶν. Ἡδη ἀπό μερικές χώρες (π.χ. Η.Π.Α.) οἱ χώροι πού κλείνονται μέ προσωρινά μέσα καί ὁ χώρος κάτω ἀπό τό προστατευτικό κατάστρωμα μέ ἐφαρμογή τῶν νέων κανονισμῶν ἔγιναν ἀσφαλέστεροι, γιατί κλείστηκαν μέ κανονικά καί συνηθισμένα μέσα.

Ἡ ἐφαρμογή τῆς παραπάνω μεθόδου προβλέπει τή χάραξη τῆς γραμμῆς χωρητικότητας, στήν πλευρά τοῦ πλοίου καί σέ ὀρισμένη ἀπόσταση κάτω ἀπό τό δεύτερο κατάστρωμα, πού δίνεται ἀπό τούς κανονισμούς. Ἡ γραμμή χωρητικότητας δέν μπορεῖ νά χαραχθεῖ πάνω ἀπό τίς γραμμές φορτώσεως.

Οἱ κανονισμοί ἐξαιροῦν (θεωροῦν ὡς ἀνοικτούς) τούς χώρους μεταξύ τοῦ ἀνώτατου συνεχοῦς καταστρώματος καί τοῦ δεύτερου καταστρώματος καθώς καί τυχόν χώρους ὑπερκατασκευῆς, ἐφόσον ἡ γραμμή καταμετρήσεως δέν βυθίζεται στό νερό.

Τά πλοῖα πού καταμετριοῦνται μέ αὐτό τόν τρόπο ἔχουν δύο ζεύγη χωρητικότητας (ὀλικῆς καί καθαρῆς), ἡ δέ ἐπιλογή τῆς χωρητικότητας πού ἰσχύει κάθε φορά γιά τή χρέωση τελῶν καί δικαιωμάτων ἐξαρτᾶται ἀπό τή βύθιση ἢ ὄχι τῆς γραμμῆς καταμετρήσεως, δηλαδή:

α) Ὄταν ἡ γραμμή καταμετρήσεως δέν βυθίζεται στό νερό, ἰσχύει τό μικρότερο ζεῦγος χωρητικότητας (καθαρῆς καί ὀλικῆς).

β) Ὄταν ἡ γραμμή καταμετρήσεως βυθίζεται στό νερό ἰσχύει τό μεγαλύτερο ζεῦγος χωρητικότητας.

Τό ἀποτέλεσμα εἶναι ἡ κατασκευή ἀσφαλεστέρων πλοίων καί ἡ δίκαιη καί ἀνάλογα μέ τή χρήση τοῦ πλοίου χρέωση τελῶν καί δικαιωμάτων.

23.6 Κεινονισμοί καταμετρήσεως ἄλλων χωρῶν.

Σήμερα κάθε χώρα ἔχει δικούς της κανονισμούς καταμετρήσεως, ἐνῶ καταβάλλονται συνεχεῖς προσπάθειες νά διαμορφωθεῖ διεθνῆς σύμβαση γιά ἐνιαία καταμέτρηση τῶν πλοίων. Οἱ κανονισμοί πού ἐφαρμόζονται ἀπό τήν Ἑλλάδα, ΗΠΑ, Ἀγγλία καί ἄλλες χώρες διαφέρουν στίς λεπτομέρειες.

Εἰδιοῖ κανονισμοί ἐφαρμόζονται ἀπό τήν Αἴγυπτο καί τόν Παναμά δταν ἐκδίδεται πρωτόκολλο καταμετρήσεως πού ἰσχύει γιά τή χρέωση τῶν τελῶν διελεύσεως ἀπό τίς ἀντίστοιχες διώρυγες. Τά πλοῖα πού διέρχονται ἀπό τίς διώρυγες τοῦ Σουέζ καί τοῦ Παναμά πρέπει νά εἶναι ἐφοδιασμένα μέ τό ἀντίστοιχο πρωτόκολλο καταμετρήσεως (βλέπε παράγρ. 23.7).

23.7 Νέο Νομοθετικό διάταγμα για την καταμέτρηση.

Στήν Ελλάδα εκδόθηκε πρόσφατα Νομοθετικό διάταγμα, με τό οποίο εφαρμόζονται νέοι κανονισμοί καταμετρήσεως, σύμφωνα πρός τίς συστάσεις του IMCO, καί καθιερώνεται ή χρήση δύο ζευγών χωρητικότητας γιά κάθε πλοίο, καθώς καί ή γραμμή χωρητικότητας.

Ό τρόπος ύπολογισμού τής ολικής χωρητικότητας καί τής καθαρής διαφέρει μόνο σέ λεπτομέρειες από εκείνον πού περιγράφεται στίς προηγούμενες παραγράφους, έκτός από τήν εξαίρεση τών ανοικτών χώρων τής παραγράφου 23.3 (3). Οί νέοι κανονισμοί θεωρούν τούς χώρους αυτούς ώς «κλειστούς», έκτός αν υπάρχουν ανοίγματα πού καταλαμβάνουν σημαντικό ποσοστό του μήκους ή πλάτους μιάς φρακτής μέ τελικό σκοπό τήν επίτευξη ασφαλεστέρων πλοίων.

Σημαντική διαφορά πρός τούς προηγούμενους κανονισμούς σέ συνδυασμό μέ τήν ουσιαστική κατάργηση τών ανοικτών χώρων, αποτελεί ή καθιέρωση μειωμένης καί έναλλακτικής χωρητικότητας καθώς καί τής γραμμής χωρητικότητας (Tonnage Mark).

Αυτά εφαρμόζονται σέ πλοία μέ δύο ή περισσότερα πλήρη καταστρώματα όταν:

α) Τό Υ.Ε. πού καθορίστηκε είναι μεγαλύτερο από τό ελάχιστο επιτρεπόμενο, σύμφωνα μέ τή Δ.Σ.Γ.Φ.

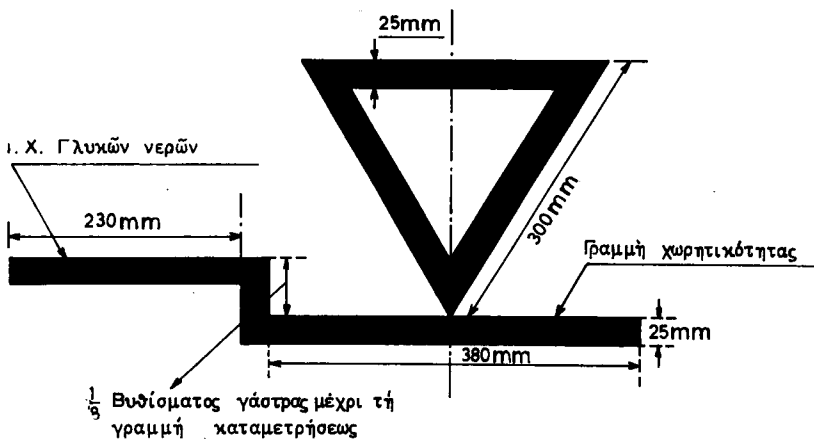
β) Οί θέσεις τών γραμμών φορτώσεως δέν έχουν χαραχθεί ψηλότερα από τίς θέσεις πού αντιστοιχούν στίς θέσεις, οί οποίες θά προέκυπταν, αν τό δεύτερο κατάστρωμα λαμβάνονταν ώς κατάστρωμα έξάλων κατά τούς ύπολογισμούς.

Στήν περίπτωση αυτή μπορεί νά ζητηθεί ό ύπολογισμός μειωμένης ολικής καί καθαρής χωρητικότητας, ή δέ μείωση προκύπτει ώς εξής:

α) Αντί γιά τό άνωτερο κατάστρωμα παίρνομε τό δεύτερο γιά τόν ύπολογισμό τής χωρητικότητας.

β) Ό χώρος μεταξύ άνωτερου καί δεύτερου καταστρώματος δέν καταμετρείται εξαίρουμένος από τήν ολική χωρητικότητα.

Όσες φορές καθορίζεται ή παραπάνω μειωμένη ολική καί καθαρή χωρητικότη-



Σχ. 23.7.

τα, χαράζεται και τις δύο πλευρές, ή γραμμή χωρητικότητας σε θέση πού καθορίζεται από πίνακες σε συνάρτηση με τό μήκος του πλοίου και τό λόγο L/D (μήκος/κοίλο).

Έτσι μέ αίτηση του πλοιοκτήτη τό πλοίο μπορεί νά έχει δύο ζεύγη χωρητικότητων, τό κανονικό και τό μειωμένο. Στην περίπτωση αυτή τό πλοίο θεωρείται ότι έχει τό ζεύγος τής μειωμένης όλικής και καθαρής χωρητικότητας, όταν βρίσκεται σε τέτοια κατάσταση φόρτου, ώστε ή γραμμή χωρητικότητας νά μή βυθίζεται κάτω από τήν έπιφάνεια τής θάλασσας, ενώ θεωρείται ότι έχει τό κανονικό ζεύγος χωρητικότητας, όταν ή Γ.Χ. βυθίζεται στή θάλασσα.

Στό σχήμα 23.7 φαίνεται τό σχήμα και οι διαστάσεις τής γραμμής χωρητικότητας.

23.8 Η Διεθνής Σύμβαση 1969 καταμετρήσεως τής χωρητικότητας τών πλοίων.

Ο Διεθνής Διακυβερνητικός Συμβουλευτικός Όργανισμός (IMCO) ήδη από τό 1959 άποφάσισε τήν καθιέρωση ένιαίου συστήματος καταμετρήσεως. Για τό σκοπό αυτό έγινε 10ετής προετοιμασία και στις 27 Μαΐου 1969 έγινε στό Λονδίνο Διεθνής Διάσκεψη μέ άντικείμενο τήν άπλούστευση, διασαφήνιση και ένοποίηση τών συστημάτων καταμετρήσεων, μέ ταυτόχρονη διατήρηση του άριθμού πού εκφράζει τή χωρητικότητα τών πλοίων πού υπάρχουν, όσο γίνεται πιδ κοντά πρds τά τρέχοντα μεγέθη.

Η Διεθνής Διάσκεψη κατέληξε στή σύμβαση του 1969 για τήν καταμέτρηση τής χωρητικότητας τών πλοίων, ή όποία:

α) **Καθιερώνει** ένιαία καταμέτρηση τών όγκων τών χώρων, άνεξάρτητα από τή χρήση τους (δηλαδή τή χωρητικότητα κάτω από τό κατάστρωμα δεξαμενών και τά καταστρώματα) και μέ αυτό τόν τρόπο άποφεύγεται κάθε πιθανότητα λάθους από τήν έρμηνεία τής χρήσεως τών χώρων.

β) **Διατηρεί** τά άποτελέσματα για τήν όλική χωρητικότητα τών πλοίων κοντά στά άποτελέσματα τών έξαγομένων μέ βάση τής προηγούμενες μεθόδους, ενώ ταυτόχρονα **άπλουστεύει** τούς υπολογισμούς και τήν έρμηνεία τών κανονισμών.

γ) **Μειώνει** τά άποτελέσματα για τήν καθαρή χωρητικότητα σε σύγκριση πρds τά αντίστοιχα μέ βάση τής προηγούμενες μεθόδους. Τό ποσοστό τής μειώσεως έξαρτάται από τόν τύπο του πλοίου (Σημείωση 1).

Στή Σύμβαση του 1969 (Κανονισμός Νο 324) τά μεγέθη **όλική** και **καθαρή χωρητικότητα** έμφανίζονται ως εξής:

α) Όλική χωρητικότητα (GT: Gross Tonnage). Η όλική χωρητικότητα (GT) είναι εύθές ανάλογη του όλικου όγκου V όλων τών κλειστών χώρων του πλοίου, ό δε συντελεστής αναλογίας είναι και αυτός συνάρτηση τούτου.

β) Καθαρή χωρητικότητα (NT: Net Tonnage).

Η καθαρή χωρητικότητα (NT) δίνεται ως μία συνάρτηση τών παρακάτω παραγόντων:

1) Του λόγου d/D, όπου d τό βύθισμα και D τό κοίλο του σκάφους στό μέσο.

2) Του όγκου V_C τών χώρων φορτίου.

3) Του άριθμού N_1 τών έπιβατών τών καμπίνων μέ όχι περισσότερα από 8 κρεβάτια.

4) Τῆς ὀλικῆς χωρητικότητας GT (βλέπε καί σημείωση 2).

Σημείωση (1).

— Ἡ ἀριθμητική σχέση πού δίνει τήν ὀλική χωρητικότητα σέ m^3 εἶναι ἡ:

$$GT = K V$$

ὅπου $K_1 = 0,2 + 0,02 \log_{10} V$

Σημείωση (2).

— Ἡ ἀντίστοιχη σχέση γιά τήν καθαρή χωρητικότητα σέ m^3 εἶναι:

$$NT = K_2 \cdot V_C \cdot \left(\frac{4d}{D}\right)^2 + K_3 \left(N_1 + \frac{N_2}{10}\right)$$

ὅπου: α) Ὁ λόγος $4d/D$ εἶναι μικρότερος ἢ ἴσος μέ μονάδα.

β) Ὁ ὅρος $K_2 V_C (4d/D)^2$ εἶναι ἴσος ἢ μεγαλύτερος πρὸς 0,25 GT.

γ) Ἡ καθαρή χωρητικότητα NT δέν λαμβάνεται μικρότερη ἀπὸ 0,30 τῆς ὀλικῆς GT.

δ) Ὁ παράγοντας $K_2 = 0,2 + 0,02 \log_{10} V_C$.

ε) Ὁ παράγοντας $K_3 = 1,25 \times \frac{GT + 10.000}{10.000}$

στ) Ὁ ὀλικός ἀριθμός τῶν ἐπιβατῶν $N_1 + N_2$ ἐμφανίζεται στά πιστοποιητικά τοῦ πλοίου καί ἀν εἶναι μικρότερος ἀπὸ 13, τότε τὰ N_1 καί N_2 λαμβάνονται ἴσα μέ μηδέν.

Ἡ ἔναρξη ἰσχύος τῆς συμβάσεως ὀρίσθηκε σέ 2 χρόνια μετὰ τήν ἐπικύρωση ἀπὸ 25 κυβερνήσεις οἱ ὁποῖες θά ἀντιπροσωπεύουν τὰ 65% τοῦ παγκόσμιου ἐμπορικοῦ στόλου.

Ἡ σύμβαση τοῦ 1969 ἀφορᾷ ὅλα τὰ πλοῖα τὰ ὁποῖα ἐκτελοῦν διεθνεῖς πλόας καί τῶν ὁποίων ἡ ἔναρξη κατασκευῆς θά ἔχει γίνει μετὰ τήν ἔναρξη τῆς ἰσχύος τῆς συμβάσεως.

Ἀπὸ τὰ παραπάνω προκύπτει ὅτι ἡ Σύμβαση τοῦ 1969 ἔλυσε τό πρόβλημα τῆς ἀπλουστεύσεως τῆς μετρήσεως τῆς χωρητικότητας, ἐνῶ δίνει τὰ **ἴδια περίπου ἀποτελέσματα ὀλικῆς χωρητικότητας** μέ τίς ἰσχύουσες μεθόδους, **ἀλλὰ μικρότερα γιά τήν καθαρή χωρητικότητα**. Ἐπειδὴ πολλὰ τέλη κλπ. τὰ ὁποῖα καταβάλλουν οἱ πλοιοκτῆτες εἶναι συνάρτηση τῆς καθαρῆς χωρητικότητας, ἡ νέα σύμβαση εἶναι πρὸς ὠφέλεια τῶν ἐφοπλιστῶν, ἀλλὰ ζημιώνει τοὺς ὀργανισμοὺς λιμανιῶν καί διωρυγῶν (Suez, Panama). Εἶναι πιθανὸ γιά μὲν τὰ λιμάνια, ὁ ὑπολογισμὸς τῶν τελῶν νά γίνεται μέ βάση τήν ὀλική χωρητικότητα, γιά δέ τίς διώρυγες Suez καί Panama ἡ χρησιμοποίηση τῶν ἀντιστοίχων ὀμωνύμων μεθόδων ὑπολογισμοῦ χωρητικότητας, ὅπως γίνονταν μέχρι τώρα. Ἐνα ἄλλο εὐκόλο μέτρο εἶναι ὁ καθορισμὸς νέων τιμολογίων.

ΕΥΡΕΤΗΡΙΟ

(Οι αριθμοί αναφέρονται σέ σελίδες)

- Αγκónας**, bracket 8
αγκónας ζυγοý, beam bracket 8
αγκυρα, anchor 6
αδράνεια, inertia 26
αεριοπροωθητήρας, jet propulsor 95
αεριοστρόβιλοι, gas turbine 93
αερίων αδρανών, συσκευές παραγωγής, inert gas generators 189
αίθουσα άναψυχής, recreation room 6
άκμή, edge 96
άκμή άκολουθούσα, following edge 97
άκμή οδηγός, leading edge 96
άκροπρυμαία στηρίγματα έλικοφόρου άξονα, V brackets 9
άκροπρυμαίος aftermost 9
άκροπρωραίος, foremost 9
άκροφύσιο, nozzle 95
άλυσίδα, chain 6
ανάδυση, emersion 128
ανάποδα, astern 102
ανάπόδιση, reversing 92
άναρρόφηση, suction 110
άναστροφή, reversing 93
άνατροπή, capsizing 36
άνοδος, anode 200
άντιδιατοχιστική δεξαμενή, stabilizing tank, tank stabilizer 133, 135
άντιδιατοχιστικό πτερύγιο, stabilizing fin 133, 134
άντίδραση, reaction 95
άντιδραστήρας πυρηνικής ένεργειας, nuclear reactor 93
άντίσταση, resistance 77
άντίσταση άερα, air resistance 85
άντίσταση δινών (στροβιλισμών) eddy-making resistance 77, 84
άντίσταση στην πρόωση, propulsion resistance 85
άντίσταση κυματισμοý, wave making resistance 79
άντίσταση τριβής, frictional (skin) resistance 78
άντίσταση ύδραυλική, hydraulic resistance 85
άντίσταση ύπόλοιπη, residuary resistance 86
άντλία, pump 6
άντλία πυρκαϊάς, fire pump 227
άντλία ραντισμοý, sprinkler pump 225
άντλιοστάσιο, pump room 6
άντοχή, strength 8, 138
άντοχή (καταπόνηση πλοίου), ships strength 138
άντοχή έγκάρσια, transverse strength 8
άντωση, buoyancy (B) 10
άξονας, axis, shaft 89
άξονας έλικοφόρος, propeller shaft 89
άπάντληση, rumping out 76
άποθήκη, store 6
άποθήκη διατομών, steel section store 139
άπόκλιση, deflection, variation 44
άπολεσθείσα άντωση, lost buoyancy 75
άπόπλους, departure 68
άπόρριψη (φορτίου), damping 76
άποσκευή, baggage, luggage 13
άποχωρισμός, separation, 110
άριστερόστροφο, left hand drive 96
άσταθές, unstable 35
άσυνέχεια, discontinuity 131
άσύρματος, wireless 230
άσύρματος έφεδρικός, emergency wireless 230
άσφάλεια πλοίου, ships safety 220
άτμομηχανή, steam engine 92
άτμοστρόβιλος, steam turbine 93
άφιξη, arrival 68
- Βάθος**, depth 78
βάκτρο, piston rod 103
βαλβίδα, valve 103
βαλβίδα όλισθαίνουσα, sliding valve 103
βάρος, weight 10, 12
βάρος βοηθητικών μηχανημάτων, auxiliary machinery weight 12
βάρος μόνιμο ή ίδιο, light weight, permanent weight 12
βάρος νεκρό ή πρόσθετο, deadweight 13
βάρος όλικό, total weight 92
βάρος προωπηρίου σκεύους, main machinery weight 12
βάρους κατανομή, weight distribution 43
βάρους κέντρο, centre of gravity 13
βασική γραμμή κατασκευής, base line 1
βέλος κάμψευς, bending deflection, 141
βήμα, pitch 97
βήμα μερικό, partial pitch 108

- βήμα μεταβλητό, variable pitch 97
 βήμα ρυθμιζόμενο, controlable pitch 97
 βήμα σταθερό, constant pitch 97
 βιβλιοθήκη, library 6
 βλάβη, damage 73
 βοηθητικός, auxilliary 6
 βοηθητικός χώρος, auxilliary space 7
 βρεχόμενη επιφάνεια, wetted area, wetted surface 4
 βύθιση, sinkage, submersion 71
 βύθιση παράλληλη, parallel sinkage 71
 βύθισμα, draught, draft (D) 2
 βύθισμα αρχικό, initial draught 59, 71
 βύθισμα έπιτρεπόμενο, permissible draught 12
 βύθισμα έπιτρεπόμενο μέγιστο, maximum permissible draught 12
 βύθισμα κατασκευής, draught moulded (D_{mid}) 2
 βύθισμα μέσο, mean draught (D_{mean}) 2
 βύθισμα πρυμναίο, draught after (D_A) 2
 βύθισμα πρωραίο, draught forward (D_F) 2
 βύθισμα τελικό, final draught 59, 71
- Γάστρα**, underwater portion of hull 4
 γεννήτρια, generator 97
 γραμμή φορτώσεως, load line 236
 γραμμή φορτώσεως γλυκού νερού, fresh (F) water load line 240
 γραμμή φορτώσεως θέρους, summer (S) load line 240
 γραμμή φορτώσεως τροπική, tropical (T) load line 240
 γραμμή φορτώσεως χειμώνα, winter (W) load line 240
 γραμμή φορτώσεως χειμώνα Βορείου Ατλαντικού, winter North Atlantic (WNA) load line 240
 γυροσκοπική σταθεροποίηση, Gyroscopic stabilization 133, 136
 γωνία, angle 36
 γωνία έγκάρσιας κλίσεως, angle of heel 36
 γωνία έκπτώσεως, drift angle 114
 γωνία ηδαλίου, rudder angle 115
- Δακτυλίδι**, ring 103
 δεξαμενή (πλοίων), dock 45
 δεξαμενή (υγρών), tank (liquid) 6
 δεξαμενή διπυθμένου, double bottom tank (DB) 4
 δεξαμενή ξρματος, ballast tank 8
 δεξαμενή ζυγοσταθμής, peak tank, trimming tank 4
 δεξαμενή καυσίμου, fuel tank 8
 δεξαμενή κύτους, deep tank (DT) 4
 δεξαμενή μόνιμη, drydock 156
 δεξαμενή πλωτή, floating dock 156
 δεξαμενή πρυμναία, after peak 4
 δεξαμενή πρωραία, fore peak 4
 δεξαμενή φορτίου, cargo tank 6
 δεξαμενισμός, docking, drydocking 79
 δεξαμενισμός προτύπων, model tank, towing tank 87
 δεξιόστροφος, right hand drive 96
 διάβρωση, corrosion 109, 199
 διάβρωση ηλεκτροχημική, electro-chemical corrosion 200
 διάβρωση χημική, chemical corrosion 200
 διαγωγή, trimm 2, 56
 διαγωγή αρχική, initial trimm 59
 διαγωγή κρίσιμη, critical trimm 75
 διαγωγή πρυμναία, trimm aft, trimm by the stem 2
 διαγωγή πρωραία, trimm forward, trimm by the bow 2
 διαγωγή τελική, final trimm 59
 διαγωγής μεταβολή, change of trimm 56, 59
 διαγωγής ροπή μεταβολής, moment to change trimm (MCT) 60
 διαδοκίδα, deck stringer 8
 διαμέρισμα, compartment 6
 διάμετρος τακτική, tactical diameter 114
 διάμηκες, longitudinal 56
 διαμήκης κλίση, longitudinal inclination trimm 56
 διάρμα, distance 198
 διάρμα κρατήσεως πρόσω, breaking distance in advance 198
 διάρμα κρατήσεως ανάποδα, breaking distance in reverse 198
 διαρροή, leak, leakage 76
 διάσταση γραμμική, linear dimension 87
 διάσταση πλοίου, ships dimensions 1
 διατοιχισμός, rolling 128
 διατοιχισμός βεβιασμένος, forced rolling 132
 διατοιχισμός σύγχρονος, synchronous rolling (resonance) 132
 διατοιχισμού περίοδος, rolling period 130
 διατοιχισμού φυσική περίοδος, natural rolling period 120

- διαφράγματα (μπουλιμέτες), bulkheads 8
- δίκτυο, net, network 13
- δίκτυο σωληνώσεων, piping 13
- διπύθμενο, double bottom 8
- δοκιμή (πλοίου), ships trial 194
- δοκιμή άγκυρών, anchoring trial 196
- δοκιμή άναποδίσεως, astern trial 196
- δοκιμή έλιγμών, z-manoeuvre trial, zig - zag trial, 196
- δοκιμή έλικτικών ιδιοτήτων, turning trial 196
- δοκιμή καταναλώσεως καυσίμου, fuel consumption trial 196
- δοκιμή ηηδαλίου, rudder trial 196
- δοκιμή ταχύτητας, speed trial 196
- δοκός, beam 8
- δοκός όμοιόμορφα φορτιζόμενη, uniformly loaded beam 142
- δοκός πακτωμένη, built in beam 142
- δρύφακτο, bulwark 8
- δυνάμεις ζεύγος, force couple 35
- δύναμη, force 35
- δύναμη τέμνουσα, shearing force 149
- δύναμη φυγόκεντρος, centrifugal force 191
- δύναμη ώσεως, thrust 92
- Έδρα** νομέα, floor 8
- έδρανο στηριξεως ηηδαλίου, rudder bearing
- είδικό βάρος, specific weight 11
- έκκρεμές, pendulum 44
- έκπτωση, drifting 114, 128
- έκτόπισμα, displacement 11
- έκτόπισμα άφορτο, light displacement 12
- έκτόπισμα έμφορτο, loaded displacement 12
- έκτόπισμα πλήρους φόρτου, full load displacement 12
- έκτοπίσματος καμπύλη, displacement curve 44
- έλασμα, plate 7, 138
- έλασμα ζωστήρα, sheer strake 7
- έλασμα πάχος, plate thickness 2
- έλασμα τρόπιδας, keel plate 7.
- έλασμα ύδρορρόης, stringer plate 8
- έλασματουργείο, plating shop 155
- έλαστικότητα, elasticity 141
- έλατότητα, ductility
- έλεύθερη έπιφάνεια, free surface 50
- έλεύθερης έπιφάνειας έπίδραση, free surface effect 50
- έλικας κλωβός, screw aperture, propeller aperture 9
- έλικα propeller, screw 9, 95
- έλικα μεταβλητού βήματος, variable pitch propeller 90
- έλικα πρωραία, bow thruster 129, 124
- έλικα ρυθμιζόμενου βήματος, controllable pitch propeller (C.P.P.) 95
- έλικα σταθερού βήματος, constant pitch propeller 95
- έμβαδό, area 20
- έμβάπτιση, submersion 128
- έμβολο, piston 103
- έμπόρευμα, cargo 233
- ένδιαιτήματα, accommodations 6
- ένδιαιτήματα πληρώματος, crew spaces, crew accommodations 6
- ένισχυση, support, strengthening 9
- έξαλα, dead work, upper works 2
- έξάλων ύψος, freeboard (FB) 2
- έξάνληση, pumping out 76
- έξαρτισμός, equipment, rigging equipment 13
- έξωτερικό περίβλημα, shell, shell plating 7
- έπιβάτης, passenger 15
- έπιβραδύνα, retard, delay, (brake) 77
- έπιθεώρηση, survey, inspection 214
- έπιθεώρηση ειδική, special survey 214
- έπιθεώρηση έτησια, annual survey 214
- έπιθεώρηση λεβήτων, boilers survey 215, 219
- έπιθεώρηση πλήρης, complete survey 217
- έπιθεώρηση συνεχής, continuous survey 214
- έπιπέδο, plane 1
- έπιπέδο βασικό κατασκευής, principal design plane 1
- έπιπέδο διάμηκες, longitudinal plane 4
- έπιπέδο διάμηκες συμμετρίας, longitudinal plane of symmetry 1
- έπιπέδο έγκάρσιο, transverse plane 4
- έπιπέδο κατασκευής, design plane 1
- έπιπέδο μέσης τομής, midship cross-sectional plane 1
- έπιπέδο όριζόντιο, horizontal plane 4
- έπιπέδο συμμετρίας, plane of symmetry 1
- έπίπλωση, furniture 13
- έπίστεγο, poop 4
- έπιφάνεια, area, surface 4
- έπιφάνεια άναρροφήσεως (περυγίου

Έλικας), suction back 96
 επιφάνεια βρεχόμενη, wetted area 4
 επιφάνεια διαχωριστική, separation layer 77
 επιφάνεια έλικοειδής, helical surface 97
 επιφάνεια ώσεως (πτερυγίου έλικας) pressure face 96
 έπιταχύνω, accelerate 77, 96
 έπιωτις, davit
 έρμα, ballast 8
 έρμα στερεό μόνιμο, solid ballast 13
 έρμα υγρό, liquid ballast 13
 έρματισμός, ballasting 43
 έστιατόριο, restaurant, dinning room 6
 έσωτερικός πυθμένας (διπύθμενο) double bottom 9
 εύλογίση, pitting 202
 ευστάθεια, stability 35
 ευστάθεια άρχική, initial stability 38
 ευστάθεια διαμήκης, longitudinal stability 56
 ευστάθεια δυναμική, dynamic stability 47, 48
 ευστάθεια έγκάρσια, transverse stability 37
 ευστάθεια στατική, statical stability 47
 ευστάθειας διαμήκης μοχλοβραχίονας, longitudinal stability lever 58
 ευστάθειας έγκάρσιας, μοχλοβραχίονας, transverse stability lever 37
 ευστάθειας ζεύγος, stability couple 38
 ευστάθειας μοχλοβραχίονας, fighting a: n, stability lever 46
 ευστάθειας όριο, range of stability 47
 ευστάθειας πείραμα, inclining experiment 43
 ευσταθές, stable 35
 έφαρμογειό, fittershop 156
 έφελκυσμός, tension 141
 έφόδιο, store, provision 6

Ζεύγος, couple 36, 93
 ζεύγος πηδαλιού, rudder couple 112
 ζεύγος στρέψεως, turning couple 97
 ζυγό, beam 2, 8

Ήλεκτρική έγκατάσταση, electric power installation 218
 ήλεκτρικός κινητήρας, electric motor 94
 ηλεκτρολύτης, electrolyte 200
 ηλεκτροστάσιο, electric power room 6

Θάλαμος, room 7

θάλαμος άσυρμάτου, wireless room 7
 θάλαμος ραδιοτηλεφώνου, radio room 7
 θάλαμος χαρτών, chart room 7
 θερμική μηχανή, heat engine 95
 θόρυβος, noise 92
 θορύβου έπίπεδο, noise level 92
 θύρα, door 224
 θύρα γιγγλυμωτή, hinged or swing door 224
 θύρα όλισθαίνουσα, sliding door 224
 θύρα στεγανή, watertight door 224
 θυρόπλοιο, caisson, gate vessel 156

Ίδιότητα, property 109
 ιδιότητα μηχανική, mechanical property 109
 ίξώδες, viscosity 78
 ίπποδύναμη, horse power (HP) 89
 ίπποδύναμη άξονα, shaft horse power 89
 ίπποδύναμη άπωλειών, horse power losses 89
 ίπποδύναμη έλικας, propeller horse power 89
 ίπποδύναμη πραγματική, effective (actual) horse power 89
 ίπποδύναμη προώσεως, propulsion horse power 89
 ίπποδύναμη ρυμουλκίσεως, effective (actual) horse power 86
 ίσαλος, water line (WL) 1
 ίσαλος έμφορτη, load water line (LWL) 1
 ίσαλος κατασκευής, design water line (DWL) 1
 ισάλου επιφάνεια, water plane area (WPA) 1,6
 ίσαπέχων, equidistant 27
 ίσοροπία, equilibrium, balance 35
 ίσοροπία άδιάφορος, neutral equilibrium 35
 ίσοροπία άσταθής, unstable equilibrium 35
 ίσοροπία εύσταθής, stable equilibrium 35
 ίσαπόσταση, equidistance 21
 ιστίο, sail 92
 'οχίο (γοφός), ships quarter 4
 ίσχύς προώσεως, propulsion power 77

Καθέλκυση, launching 155, 158
 κάθοδος, cathode 200
 κολομίνα, millscale 200

- καμπίνα, stateroom, cabin 6
 καμπύλη, curve 2, 44, 62
 καμπύλη έγκαρσίων τομών, bonjean curve 65
 καμπύλη έκτοπίσματος, displacement curve 44, 63
 καμπύλη έπιτρεπόμενου καί κατακλύσιμου μήκους, floodable and permissible length curve 73, 223
 καμπύλη καμπτικών ροπών, bending moment diagram 149
 καμπύλη κατανομής άντώσεως, sectional area curve 148
 καμπύλη στατικής ευστάθειας, statical stability curve 46
 καμπύλη φορτίσεως, loading curve 148
 κάμψη, bending 142
 κανόνας, rule 20
 κανόνας του τραπεζοειδοϋς, trapezoid rule 21
 κανόνας του Σίμψωνος, Simson's rule 21
 κατακόρυφος, vertical 34
 κατάκλυση, flooding 73
 κατακόρυφη θέση, vertical position 43
 καταμέτρηση πλοίων, tonnage measurement 242
 καταμέτρηση πιστοποιητικού, tonnage certificate 242
 κατανάλωση, consumption 93
 κατανάλωση καυσίμου, fuel consumption 93
 καταπέλτης, ramp 171
 κατανομή, distribution 44
 καπνιστήριο, smoking room 6
 κατάσταση άναχωρήσεως (άπόπλου), departure condition 68
 κατάσταση άφιξεως (κατάπλου), arrival condition 68
 κατάσταση φορτίσεως, loading condition 48
 κατάστρωμα, deck 2, 7
 κατάστρωμα άνωτατο, uppermost deck 2
 κατάστρωμα άνωτατο συνεχές, uppermost continuous deck 2
 κατάστρωμα συνεχές, continuous deck 2, 8
 καταστρώματα ένδιάμεσα, tweendecks 6, 8
 καταστρώματος κύρτωμα, deck camber 3
 καταστρώματος σιμότητα, deck sheer 2
 καύσιμο, fuel 13
 κέντρο, centre (C) 10, 13
 κέντρο άντώσεως, centre of buoyancy (CB, B) 32, 34
 κέντρο άντώσεως διάμηκες, longitudinal centre of buoyancy 32
 κέντρο άντώσεως έγκάρσιο, transverse centre of buoyancy 32
 κέντρο βάρους, centre of gravity (CG, G) 13
 κέντρο έπιφάνειας, centre of area 15
 κέντρο πλευσισταγίας, centre of flotation (CF, F) 26
 κλίση, inclination 36
 κλίση διαμήκης, longitudinal inclination, trimm 55
 κλίση έγκάρσια, transverse inclination, heel 36
 κιγκλίδωμα, railing 8
 κινητήρας, motor 94
 κίων, bollard, pillar, stanchion 8
 κοίλο, depth moulded (D_{mid}) 2
 κολώνες, pillars 8
 κόπωση, fatigue 147
 κόστος, cost 92
 κόστος άρχικό, initial cost 92
 κόστος έπισκευής, repair costs 92
 κόστος καυσίμων, fuel costs 92
 κόστος λειτουργίας, operation costs 92
 κόστος συντηρήσεως, maintainance costs 92
 κοχλίας, screw 98
 κραδασμός, vibration 110
 κόρος, register ton 143
 κύκλος του Plimsol, Plimsol disc 236
 κυλικείο, pantry 6
 κύλινδρος, cylinder 88
 κύμα, wave 78
 κύμα πρύμνης, stern wave 80
 κύμα πλώρας, bow wave 80
 κύματος άποκλίνον σύστημα, divergent wave system 80
 κύματος έγκάρσιο σύστημα, transverse wave system 80
 κύματος κοιλία (κοίλο) wave trough 85
 κύματος κορυφή, wave crest 78
 κύματος μήκος, wave length 83
 κύματος περίοδος, wave period 132
 κύματος σχηματισμός, wave formation 82
 κύματος σύστημα, wave system 78
 κύματος συχνότητα, wave frequency 132
 κύματος ύψος (εύρος), wave height 83, 85
 κυρτό της γάστρας, round of bilge 8
 κύρτωμα, camber 3

κύτος (άμπάρι) hold, cargo hold 6
κώπη, oar, paddle 92

Λέβητας, boiler 6
λεβητοστάσιο, boiler room 6
λειότητα, smoothness 78
λειτουργία, operation, functioning 92
λειτουργίας αξιοπιστία, operation reliability 92
λειτουργίας εύκαμψία, operation flexibility 92
λέμβος, boat 229
λέμβος σωσίβια, life boat 229
λίμπρα (λίβρα), pound (lb) 13
λιπαντικό, lubricant 13
λιπαντικό λάδι, lubricating oil 13
λωρός, stringer 8

Μαγειρείο, galley 6
μαλακό (πλοίο), tender 129
μάσκα (παρειά), forward quarter 4
μειωτήρας στροφών, reduction gear 93
μέση τομή, midship section 2, 7
μέσης τομής επιφάνεια, midship area 65
μέσης τομής περίγραμμα, midship outline 65
μεσόστεγο, bridge 4
μεταβλητό, variable 91
μετακεντρική άκτινα, metacentric radius 39
μετακεντρική άκτινα διαμήκης, longitudinal metacentric radius 52
μετακεντρική άκτινα εγκάρσια, transverse metacentric radius 40
μετακεντρικό ύψος, metacentric height (GM) 37
μετακεντρικό ύψος αρχικό, initial metacentric height 47
μετακεντρικό ύψος διάμηκες, longitudinal metacentric height 62
μετακεντρικό ύψος εγκάρσιο, transverse metacentric height 38
μετάκεντρο, metacentre (M) 37
μετάκεντρο αρχικό, initial metacentre 38
μετάκεντρο διάμηκες, longitudinal metacentre 52
μετάκεντρο εγκάρσιον, transverse metacentre 40
μετατόπιση, transfer shift, shifting 41
μετατόπιση διαμήκης, transfer (shift) alongside 41

μετατόπιση εγκάρσια, transfer (shift) across 41
μετατόπιση κάθετος, transfer (shift) vertically, 41
μετρικό σύστημα, metric system 12
μετρικός τόννος, metric ton (MT) 12
μήκος, length (L) 2
μήκος μεταξύ καθέτων, length between perpendiculars (LBP) 2
μήκος όλικό, length over all (LOA) 2
μηχανή έσωτερικής καύσεως, internal combustion engine 93
μηχάνημα, machinery, engines 6
μηχάνημα βοηθητικό, auxiliary machinery 6
μηχανημάτων χώροι, machinery space 6
μηχανική, mechanics 16
μηχανοστάσιο, engine room 6
μηχανουργείο, machinestop 156
μόριο, molecule, particle 78
μόρια γειτονίζοντα, neighboring molecules 78
μορφοδοκός, profile beam 138
μοχλοβραχίονας, leverarm, lever 28, 68
μοχλοβραχίονας ανατροπής, capsizing lever 37
μοχλοβραχίονας διαμήκης, longitudinal lever 65
μοχλοβραχίονας έπαναφοράς, righting lever (GZ) 36
μοχλοβραχίονας ευστάθειας, stability lever 46
μοχλοβραχίονας κατακόρυφος, vertical lever 65
μοχλός, lever 28

Ναυπηγικές γραμμές (γραμμαί σκάφους), ships lines 3
ναυπηγική, naval architecture 13
ναυπηγική κλίνη, building bath 152
ναυσιπλοία, navigation 6
ναυσιπλοίας ασφάλεια, navigation safety 231
ναυπλία, shipping 12
νεκρό (πρόσθετο) βάρος, dead weight 13
νερό, water 14
νηογνώμονας, classification society 210
νομέα έδρα, floor 8
νομέας, frame 8
Ξυλεία, timber 13, 139
ξύλουργείο, woodshop 136

Όγκος, volume 10

όλισθήσεως συντελεστής, slip ratio 98

όλισθηση, sliding slip 98

όλισθηση πραγματική, real slip 98

όλισθηση φαινομενική, apparent slip 98

όμορρος, wake 78

όμορρος πρυμναῖος, stern wake 78

όμορρος τριβής, boundary layer, friction wake 78

όρθοστάτης, upright (support) 8

όριακή γραμμή, margin line 73

όριακό στρώμα, boundary layer 78

ουδέτερος άξονας, neutral axis 143

ουδέτερη έπιφάνεια, neutral area 142

όχετός, frunk

ΠΑΞΕΘ, SOLAS 156

παλινδρομική άτμομηχανή, steam reciprocating engine 92

πανιά, sail 92

παραμόρφωση, deflection, deformation 141

παρατροπίδια, side keel 8, 133

παρεία (μάσκα) forward quarter 4

παρίσαλος, water line (WL) 1

πέδιλο, shoe 103

πέδιλο όλισθαίνο, sliding shoe 103

πέϊρος, crank pin 103

περιαυχένιο, flange 96, 103

περίβλημα, shell 7

περίγραμμα, outline 65

περίγραμμα μέσης τομής, midship outline 65

περίγραμμα πλάγιας όψεως, ships profile 65

περίζωμα, fender 2

περιθώριο, margin 74

περίοδος, period 115

πηδάλιο, rudder 2, 111

πηδάλιο ζυγοσταθμημένο, balanced rudder 111

πηδάλιο ήμιζυγοσταθμημένο, semibalanced rudder 111

πηδάλιο μή ζυγοσταθμημένο, unbalanced rudder 111

πηδαλιού άξονας, rudder axis 2, 111

πηδαλιού κέντρο πίεσεως, rudder centre pressure 113

πηδαλιού περύγιο, rudder fin 111

πηδαλιού ροπή στρέψεως, rudder turning moment 112

πηδαλιούχηση, steering 111

πίεση, pressure 10

πιστοποιητικό νηογνώμονα, classification certificate 211

πλαστικό, plastic 139

πλάτος, beam (breadth) (B) 2

πλάτος επί τών νομέων, beam (breadth) moulded 2

πλάτος κατασκευής, beam (breadth) moulded 2

πλάτος μέγιστο, beam (breadth) extreme 2

πλευρά, side 6

πλευστότητα, buoyancy, flotation 11

πλευστότητα άρνητική, negative buoyancy 11

πλευστότητα έπίκτητος, acquired buoyancy 11

πλευστότητα έφεδρική, reserve buoyancy 11

πλευστότητα θετική, positive buoyancy 11

πλευστότητα μηδενική, neutral buoyancy 11

πλευστότητα φυσική, natural buoyancy 11

πλευστότητας κέντρο, centre of flotation (CF) 25

πλήμνη, hub 96, 103

πλοικτήτης, shipowner 13

πλοηγός, pilot 232

πλοίο, ship, vessel, boat 1

πλοίο άλιευτικό, trawler, fishing boat

πλοίο άντιτορπιλικόν, destroyer

πλοίο διπλέλικον, tween screw ship 11

πλοίο έμπορευματοκιβωτίων, containership

πλοίο μεταφοράς μεταλλευμάτων, ore carrier

πλοίο μεταφοράς ξυλείας, timber carrier

πλοίο μεταφοράς τροχοφόρων, Roll - on, Roll - off (Ro - Ro)

πλοίο μεταφοράς ύγροποιημένων αερίων, LNG, liquefied gas carrier 147

πλοίο μεταφοράς φορτηγίδων, lash

πλοίο μεταφοράς ύγροποιημένων αερίων παραγώγων πετρελαίου, LPG, liquefied petroleum gas carriers

πλοίο νεοκατασκευασθέν, newbuilding (ship) 194

πλοίο παγοθραυστικό, icebreaker

πλοίο πετρελαιοφόρο, oil tanker

πλοίο πολεμικό, warship

πλοίο ποντοπόρο, oceangoing ship

πλοίο πορθμείο, ferry

πλοίο πυρηνοκίνητο, nuclear powered vessel

πλοίο ρυμουλκό, tug

πλοίο τουριστικό, cruiser ship

πλοίο υπερωκεάνειο, ocean passenger liner
 πλοίο φορτηγό, cargo ship
 πλοίο ψυγείο, refrigerated cargo vessel
 πλοΰς, voyage 13
 πλυντήριο, laundry 8
 ποδόστημα, stern post, rudder post 8
 ποντόνιο, rontoon 148
 προεξοχή πληροφοριών αξόνων, shaft bossing 9
 προνευσασμός, pitching 128
 προσάραξη, grounding, stranding 73
 πρόστεγο (καμπούνι) forecastle 4
 πρόσω, ahead 102
 πρότυπο, model 87
 πρόωση, propulsion 77
 προώσεως αντίσταση, resistance to propulsion 77
 προώσεως ισχύς, propulsion power 77
 προώσεως - πηδαλιουχέως σύστημα, rudder propeller system 106
 προωστήρας κατακόρυφου άξονα, vertical axis propulsor 95
 προωστήρας προβολής, jet propulsor 95
 προωστήρια έγκατάσταση, propulsion installation (plant) 7, 91
 προχώρηση, advance 114
 πρυμναία κάθετος (όρθία), after perpendicular 1
 πρύμνη, stern, after end 1, 4
 πρύμνηθεν, aft 66
 πλώρα, bow, stem, 1,4
 πλώραθεν, forward
 πρωραία κάθετος (όρθία), forward perpendicular (FP) 1
 πτερύγιο, fin, wing, blade 96, 103
 πυθμένας, bottom, bilge 8
 πυθμένας έσωτερικός, double bottom (DB) 8
 πυκνότητα, density 78
 πυροσβεστήρας, fire extinguisher 227
 πυροσβεστήρας φορητός, portable fire extinguisher 227

Ραδιοηλέφωνο, radio 230
 ραδιοηλέφωνο έφεδρικό, emergency radio 230
 ρευματικές γραμμές, stream lines 86
 ρίζα, root 97
 ροή, flow 78
 ροή είδος, type of flow 78
 ροή μικρή, mixed flow 78
 ροή νηματική, laminar flow 78
 ροή στροβιλώδης, turbulent flow 78
 ροπή, moment 13, 26, 36

ροπή άδράνειας, second moment of area, moment of inertia 26
 ροπή άνατροπής, capsizing moment 37
 ροπή άντιστάσεως διατομής δοκοΰ, section modulus 143
 ροπή βάρους, weight moment 26
 ροπή δυνάμεως, force moment 26
 ροπή έπαναφοράς (άνορθωτική), righting moment 35
 ροπή έπιφάνειας, area moment 26
 ροπή κάμψεως, bending moment 143
 ροπή κατακόρυφος, vertical moment 68
 ροπή μεταβολής διαγωγής, moment to change trimm (MCT) 60
 ρυμούλκηση, towing 87
 ρυμουλκώ, tow 87
 ρύπανση, fouling 78
 ρύπανση γάστρας, bottom fouling 78

Σαλόνι, lounge, reception room, balroom 6
 σίδηρος, iron
 σιμότητα, sheer 2
 σιμότητα καταστρώματος, deck sheer 2
 σιρό, grain 232
 σιρό χύμα, grain in bulk 233
 σιτηρών διάγραμμα φορτώσεως, grain loading diagram 233
 σιτηρών μεταφορά (φόρτωση), grain loading 232
 σκληρό (πλοίο), stiff 129
 σπηλαίωση, cavitation 109
 σταθερός, constant 77
 στάθμη, level 75
 στάθμη νερού, water level 45
 σταθμίδα, girder, keelson 8
 σταθμίδα κεντρική, centre girder (keelson) 8
 σταθμίδα πλευρική, side girder (keelson) 8
 σταθμός έλέγχου πυρκαϊάς, fire control station 227
 σταυρός (κεφαλή), cross head 103
 στεγανό διαμέρισμα, watertight compartment 8
 στεγανό συγκρούσεως, collision bulkhead 4
 στεγανός, watertight (WT) 8
 στεγανού φρακτή, watertight bulkhead 8
 στέιρα, stem, stem post 9
 στερεώνω, secure 45
 στρέψεως ζεύγος, torsion couple 93

στρεψίμετρο, torsionmeter 89
 στρέψη, torsion, turning 93
 στροβιλοηλεκτρική πρόωση, turbo electric propulsion 93
 στροβιλοκίνητη πρόωση, turbine propulsion 93
 στρόβιλος, turbine 93
 στρόβιλος ανάποδίσσεως, reversing turbine 93
 στρώμα, layer 78
 στρώμα όριακό, περιφερειακό, boundary layer 78
 συγκόλληση, welding 138
 σύμβαση, convention 73
 σύμβαση διεθνής, international convention 73
 συμπεριφορά, behaviour 11
 συνάρτηση, function 78
 συνισταμένη, resultant 13
 συντελεστής, coefficient 15
 συντελεστής απόδοσεως προώσεως, propulsive efficiency coefficient 89
 συντελεστής έντοπίσματος ή γάστρας, block coefficient (C_B) 15
 συντελεστής ισάλου, water line coefficient (C_W) 16
 συντελεστής μέσης τομής, midship section coefficient (C_M) 17
 συντελεστής μεταδόσεως κινήσεως, transmission coefficient 89
 συντελεστής πρισματικός, prismatic coefficient (C_p) 16
 συντελεστής σχήματος, coefficient of form 15
 συντήρηση, maintenance 79
 συντονισμός, resonance 132
 συρματόσχοινο, wire rope 44
 συσκευή προβολής (ύδατος), water jet 92
 σύστημα άγγλικό, british (imperial) units system 12
 σύστημα μετρήσεως, units system 12
 σύστημα μετρικό, metric system 12
 σφαίρα, sphere 35
 σχέδια σωσίβιος, liferaft 220
 σχέδια άκαμπτος, rigid liferaft 229
 σχέδια πνευστή, inflatable liferaft 229
 σχεδίαση, design 1
 σχεδίαση σταδίου, design stage 1
 σχοινί, rope 44
 σπληνουργείο, pipeshop 156
 σώμα, body 11
 σώμα στερεό, solid body 11

Τακτική διάμετρος, tactical diameter 114
 ταλάντωση, oscillation, vibration 82
 ταλάντωση βεβιασμένη, forced vibration 132
 τάση συγκέντρωσης, stress concentration 151
 τάση, stress 141
 τάση διατμήσεως, shearing stress 141
 τάση έφελκυσμού, tensile stress 141
 τάση θλίψεως, compressive stress 141
 τάση τοπική, local stress 146
 ταχύτητα, velocity, speed 77
 ταχύτητα, αντίστοιχος, corresponding speed 87
 ταχύτητα εύθύγραμμος, linear velocity 77
 ταχύτητα περιστροφής, speed of revolution 93
 ταχύτητα σταθερά, constant velocity 77
 ταχύτητα σχετική, relative velocity 78
 τεταγμένη, ordinate 21
 τομή, section, crosssection 1
 τομή έγκάρσια, transverse crosssection (section) 25
 τομή έγκάρσιας καμπύλης, section area curve 65
 τομή μέση, midship section 2,7
 τόννος, ton 18
 τόννος ανά μονάδα βυθίσσεως, tons per inch immersion (TPI) or per centimeter (TPC) immersion 18
 τραπέζιο (τραπεζοειδές τετράπλευρον) trapezoid 20
 τριβή, friction 78
 τριβή έσωτερική, internal friction 78
 τρόπιδα, keel 7
 τροχός (πλοίου), paddle wheel 92
 τύπος του άγγλικού Ναυαρχείου, admiralty formula 90
Ύαλοβάμβακας, fiberglass, plastic yarn 13
 ύδροστατικές καμπύλες, hydrostatic curves 62
 ύδροστατική πίεση, hydrostatic pressure 10
 ύδροστατικό, hydrostatic 10
 ύδροστατικό διάγραμμα, hydrostatic diagram, hydrostatic curves 44, 62
 ύδωρ γλυκύ, fresh water (FW) 13
 ύδωρ θαλάσσιο, sea water (SW) 13