



ΧΡΥΣΟΥΝ ΜΕΤΑΛΛΙΟΝ
ΑΚΑΔΗΜΙΑΣ ΑΘΗΝΩΝ

ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ ΚΕΙΜΕΝΟ ΓΙΑ ΤΙΣ
ΑΚΑΔΗΜΙΕΣ ΕΜΠΟΡΙΚΟΥ ΝΑΥΤΙΚΟΥ

ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΝΑΥΠΗΓΙΑΣ

ΕΜΜ. Ν. ΖΩΓΡΑΦΑΚΗ

Επιμέλεια δ' έκδοσης Νικόλαος Γ. Τσίτσος

δ' έκδοση

ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ



ΙΔΡΥΜΑ ΕΥΓΕΝΙΔΟΥ

ΒΙΒΛΙΟΘΗΚΗ ΤΟΥ ΝΑΥΤΙΚΟΥ

ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΝΑΥΠΗΓΙΑΣ

ΕΜΜΑΝΟΥΗΛ Ν. ΖΩΓΡΑΦΑΚΗ

Υποναυάρχου (Τ) Π.Ν. – Ναυπηγού
Μέλους ΤΕΕ, FRINA

Επιμέλεια Νικόλαου Γ. Τσίτσου
Ναυπηγού Μηχανολόγου Μηχανικού ΕΜΠ,
Καθηγητή ΑΕΝ Ασπροπύργου

Δ' ΕΚΔΟΣΗ

ΑΘΗΝΑ
2024

ΠΡΟΛΟΓΟΣ Δ΄ ΕΚΔΟΣΗΣ

Το μάθημα «Στοιχεία Ναυπηγίας» διδάσκεται στο Α΄ και Ε΄ εξάμηνο της Σχολής Μηχανικών των Ακαδημιών Εμπορικού Ναυτικού (ΑΕΝ).

Πρόκειται για ένα μάθημα «βάσης» για τους μηχανικούς, διότι τους εξοικειώνει με το αντικείμενο εργασίας τους, το πλοίο, στο οποίο θα αφιερώσουν το μεγαλύτερο μέρος της επαγγελματικής τους δραστηριότητας.

Στην παρούσα έκδοση η ύλη προσαρμόστηκε στο αναλυτικό πρόγραμμα. Σε λυμένες ασκήσεις και διαγράμματα της Γ΄ έκδοσης έγινε μετατροπή από το Βρετανικό Σύστημα μονάδων στο Διεθνές Σύστημα (SI). Μαθηματικές σχέσεις σημαντικές, με χρήση και στα δύο συστήματα, έχουν παραμείνει. Η ανάπτυξη της ύλης έχει στηριχθεί σε πλούσια τεχνική βιβλιογραφία, η οποία αναφέρεται για βοήθεια του σπουδαστή, στις υποσημειώσεις. Η τεχνική ορολογία εμπλουτίστηκε και έχει αποδοθεί στην αγγλική γλώσσα. Οι ναυπηγικές έννοιες αναλύθηκαν περισσότερο και με τέτοιο τρόπο ώστε οι αξιωματικοί μηχανικοί του Εμπορικού μας Ναυτικού να επικοινωνούν καλύτερα από τεχνικής άποψης με τους Πλοιάρχους, τους επιθεωρητές των Νηογνώμωνων, τους ναυπηγούς και τους τεχνικούς των ναυπηγείων. Προτάσεις- παρατηρήσεις του εκπαιδευτικού προσωπικού στην Γ΄ έκδοση, ελήφθησαν υπόψη στην Δ΄ έκδοση.

Δεν απαιτείται ιδιαίτερη γνώση ανώτερων μαθηματικών για την κατανόηση των εννοιών που αναπτύσσονται. Απαιτούνται όμως γνώσεις μηχανικής των ρευστών, του μηχανολογικού σχεδίου, της αντοχής των υλικών και τεχνικής μηχανικής, οι οποίες θεωρούνται απαραίτητες για την μελέτη και κατανόηση της ευστάθειας του πλοίου, των εγκάρσιων κλίσεων, της διαγωγής, των τάσεων στα στοιχεία της μεταλλικής κατασκευής του σκάφους, τον υπολογισμό του κέντρου πλευστότητας, της πρόωσης, της πηδαλιουχίας κ.ά.

Η ύλη του βιβλίου εκτείνεται σε 23 κεφάλαια. Τα πρώτα 9 αναφέρονται στην ορολογία και ονοματολογία του πλοίου και στα θέματα της ευστάθειας. Τα κεφάλαια 10, 12, 13, 14 διαπραγματεύονται την αντίσταση και την πρόωση, την έλικα, το πηδάλιο και τις κινήσεις του σκάφους σε κυματισμό.

Στα κεφάλαια 11, 15, 16, 17, 18, 19 δίνονται στοιχεία κατασκευής του μεταλλικού μέρους, της καταπόνησης και της αντοχής του σκάφους, των εργασιών στο ναυπηγείο, των τύπων των πλοίων και της συντήρησής τους. Τα κεφάλαια 20, 21, 22, 23 αναφέρονται στους Νηογνώμονες, στις Διεθνείς Συμβάσεις SOLAS και Γραμμής Φόρτωσης και στην Καταμέτρηση της Χωρητικότητας των εμπορικών πλοίων.

Ιδιαίτερη αναφορά, για εξοικείωση των σπουδαστών, γίνεται στις υποσημειώσεις στην Σύμβαση SOLAS 2020 και στον Αμερικανικό Νηογνώμονα (ABS). Από τους Κανονισμούς της SOLAS και των Νηογνώμωνων λαμβάνονται οι πληροφορίες για την κατασκευή και ασφάλεια των πλοίων.

Τέλος, στην ιστορική εξέλιξη του πλοίου, φαίνεται η εξέλιξη της τεχνολογίας και της τεχνογνωσίας για το πλοίο από αρχαιστάτων χρόνων μέχρι σήμερα.

Ευχαριστώ την Επιτροπή Εκδόσεων του Ιδρύματος Ευγενίδου που μου ανέθεσε την επικαιροποίηση του βιβλίου. Ευχαριστώ επίσης την Ομάδα Εκδόσεων του Ιδρύματος για την προσπάθεια που κατέβαλε και για την άψογη συνεργασία μας.

Ελπίζω ότι το επικαιροποιημένο εκπαιδευτικό βοήθημα «Στοιχεία Ναυπηγίας» θα φανεί χρήσιμο στις σπουδές και στην εργασία των υποψήφιων μηχανικών του Εμπορικού Ναυτικού.

Νικόλαος Γ. Τσίτσος

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

ΕΙΣΑΓΩΓΗ: Ιστορική εξέλιξη του πλοίου

Από τα πρώτα ίχνη ναυσιπλοΐας μέχρι την Αργώ	1
2η χιλιετία π.Χ. «Η τοιχογραφία του στόλου» στο Ακρωτήριο της Θήρας.	1
Τα πλοία του Τρωϊκού πολέμου (13 ^{ος} αιώνας π.Χ.).	2
Τα πλοία κατά το 600 π.Χ.	2
Πλοία του 6 ^{ου} – 4 ^{ου} αιώνα π.Χ.	3
Η τριήρης	3
Πλοία του 4 ^{ου} και 3 ^{ου} π.Χ. αιώνα (Αλεξανδρινή ή Ελληνιστική εποχή).	3
Η Ρωμαϊκή και η Βυζαντινή εποχή (146 π.Χ. έως 1453 μ.Χ.).	4
Τα πλοία και η ναυτιλία την περίοδο της Τουρκοκρατίας (1453 – 1821).	5
Από το 1821 μέχρι την αρχή της ατμοπλοΐας.	5
Τα ατμοκίνητα και νηξελοκίνητα πλοία (20 ^{ος} και 21 ^{ος} αι.).	5

ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΠΡΩΤΟ: Ορολογία και ονοματολογία πλοίου

1.1 Γενικά	7
1.2 Ορολογία και γεωμετρία πλοίου.	7
1.3 Ονοματολογία και γενική περιγραφή του πλοίου – Ναυπηγικές γραμμές ή απλά γραμμές σκάφους	10
1.4 Ονοματολογία των μερών της κατασκευής του σκάφους – Σχέδιο μέσου νομέα	13

ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΔΕΥΤΕΡΟ: Άντωση – Εκτόπισμα – Βάρος πλοίου

2.1 Αρχή του Αρχιμήδη – Άντωση – Κέντρο άντωσης	17
2.2 Πλευστότητα	17
2.3 Βάρος εκτοπίσματος, εκτόπισμα	18
2.4 Βάρος πλοίου – Ομάδες βαρών	19
2.5 Κέντρο βάρους	20

ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΤΡΙΤΟ: Συντελεστές σχήματος πλοίου

3.1 Συντελεστής εκτοπίσματος ή γάστρας	21
3.2 Πρισματικός συντελεστής.	21
3.3 Συντελεστής ισάλου	22
3.4 Συντελεστής μέσης τομής.	22
3.5 Τόνοι ανά μονάδα βύθισης (TPC, TPI)	23
3.6 Υπολογισμός του TPC στο νερό των δεξαμενών δεξαμενισμού των πλοίων.	24
3.7 Επίδραση της αλλαγής της πυκνότητας του νερού στο βύθισμα όταν το εκτόπισμα είναι σταθερό	24

ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΤΕΤΑΡΤΟ: Κανόνας του Simpson – Εφαρμογές

4.1 Εισαγωγή	25
------------------------	----

4.2	Κανόνας του τραπεζοειδούς . . . . .	.25
4.3	1 ^{ος} Κανόνας του Simpson — Υπολογισμός εμβαδών . . . . .	.26
4.4	Υπολογισμός όγκων . . . . .	.30
4.5	Υπολογισμός των υπόλοιπων στοιχείων της ισάλου επιφάνειας με τον κανόνα του Simpson . . . . .	.32
4.6	Υπολογισμός ροπών και κέντρων όγκων . . . . .	.36

ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΠΕΜΠΤΟ: Εγκάρσια ευστάθεια άθικτου πλοίου

5.1	Γενικά — Ισορροπία . . . . .	.39
5.2	Ισορροπία σώματος που επιπλέει . . . . .	.39
5.3	Μετάκεντρο — Μετακεντρικό ύψος . . . . .	.41
5.4	Μοχλοβραχίονας και ζεύγος αρχικής ευστάθειας . . . . .	.42
5.5	Θέση του μετάκεντρου και μετακεντρική ακτίνα . . . . .	.43
5.6	Μετακίνηση του κέντρου βάρους ενός συστήματος . . . . .	.44
5.7	Εγκάρσια κλίση λόγω μετακίνησης βάρους μέσα στο πλοίο . . . . .	.47
5.8	Το πείραμα ευστάθειας . . . . .	.48
5.9	Ευστάθεια μεγάλων γωνιών εγκάρσιας κλίσης . . . . .	.50
5.10	Δυναμική ευστάθεια . . . . .	.53
5.11	Επίδραση ελεύθερων επιφανειών υγρών στην αρχική ευστάθεια . . . . .	.54
5.12	Ευστάθεια κατά την προσάραξη και τον δεξαμενισμό . . . . .	.59
5.13	Κριτήρια ευστάθειας . . . . .	.60
5.14	Το βιβλίο διαγωγής και ευστάθειας . . . . .	.61

ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΕΚΤΟ: Διαμήκης ευστάθεια πλοίου

6.1	Εισαγωγή . . . . .	.65
6.2	Διαμήκης ευστάθεια . . . . .	.65
6.3	Μεταβολή διαγωγής — Εύρεση βυθισμάτων . . . . .	.68

ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΕΒΔΟΜΟ: Υδροστατικές καμπύλες (υδροστατικό διάγραμμα)

ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΟΓΔΟΟ: Επίδραση προσθαφαίρεσης βαρών στην ευστάθεια και τα βυθίσματα του πλοίου

8.1	Θέση κέντρου βάρους πλοίου . . . . .	.73
8.2	Διαδοχικά στάδια υπολογισμών . . . . .	.77

ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΕΝΑΤΟ: Επίδραση της κατάκλισης διαμερισμάτων πλοίου από την θάλασσα

9.1	Γενικά περί της στεγανής υποδιαίρεσης των πλοίων . . . . .	.81
9.2	SOLAS 2020, Κανονισμοί υποδιαίρεσης μετά από βλάβη . . . . .	.84

ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΔΕΚΑΤΟ: Αντίσταση και πρόωση

10.1	Εισαγωγή . . . . .	.85
10.2	Φύση της αντίστασης . . . . .	.85
10.3	Συνιστώσες της αντίστασης πρόωσης . . . . .	.85

10.4 Τρόπος καθορισμού αντίστασης πρόωσης	.92
10.5 Μέθοδος προσδιορισμού της πραγματικής ισχύος ή ισχύος ρυμούλκησης.	.93
10.6 Τύπος του αγγλικού Ναυαρχείου	.95

ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΕΝΔΕΚΑΤΟ: Στοιχεία της μεταλλικής κατασκευής του πλοίου

11.1 Γενικά	.97
11.2 Η τρόπιδα	.97
11.3 Οι νομείς	.98
11.4 Τα διπύθμενα	.99
11.5 Οι φρακτές	100
11.6 Υδατοστεγείς θύρες	101
11.7 Η περιοχή της πλώρας	102
11.8 Η περιοχή της πρύμνης	103
11.9 Στεγανές σήραγγες	104
11.10 Εδράσεις μηχανών και μηχανημάτων	104
11.11 Το κατάστρωμα	104
11.12 Αγκώνες	105
11.13 Η συγκόλληση ελασμάτων	105

ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΔΩΔΕΚΑΤΟ: Η έλικα

12.1 Τύποι προωθητήρων	107
12.2 Η έλικα	108
12.3 Ωση και ολίσθηση	109
12.4 Έλικες ρυθμιζόμενου βήματος	113
12.5 Έλικες κατακόρυφου άξονα	113
12.6 Σύνθετα συστήματα πρόωσης-πηδαλιούχησης	115
12.7 Το σύστημα Kort	116
12.8 Πρόωση τύπου Jet	117
12.9 Μέτρηση του βήματος της έλικας	117
12.10 Κατασκευαστικά στοιχεία ελίκων	118
12.11 Σπηλαίωση	119

ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΔΕΚΑΤΟ ΤΡΙΤΟ: Η πηδαλιούχηση του πλοίου

13.1 Πηδαλιούχηση ή σχήμα πηδαλίου	121
13.2 Πηδαλιούχηση	122
13.3 Προσδιορισμός διαμέτρου του άξονα πηδαλίου	125
13.4 Πρωραία έλικα	130

ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΔΕΚΑΤΟ ΤΕΤΑΡΤΟ: Κινήσεις πλοίου σε κυματισμό – Διατοιχισμός

14.1 Γενικά	133
14.2 Διατοιχισμός σε κυματισμό και η σχέση του προς την ευστάθεια του πλοίου	133
14.3 Μέσα μείωσης του διατοιχισμού των πλοίων – Γενικά	137
14.4 Χρονική περίοδος του pitching (T_p) και heaving (T_H)	140
14.5 Αύξηση της απαιτούμενης ισχύος πρόωσης κατά την κίνηση του πλοίου σε κυματισμό	140

ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΔΕΚΑΤΟ ΠΕΜΠΤΟ: Καταπόνηση και αντοχή των πλοίων

15.1 Γενικά	141
15.2 Ναυπηγικά υλικά	141
15.3 Έννοιες από την αντοχή των υλικών	143
15.4 Στοιχεία από την στατική θεωρία της δοκού – Τάση κάμψης	145
15.5 Αντοχή πλοίου και θεωρία της καμπτόμενης δοκού	146
15.6 Τάσεις της κατασκευής του σκάφους	147
15.7 Δυναμικές καταπονήσεις	149
15.8 Καμπύλες καμπτικών ροπών και αντοχής πλοίου	150
15.9 Ύπαρξη συνέχειας στην κατασκευή	152

ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΔΕΚΑΤΟ ΕΚΤΟ: Κατασκευή του πλοίου

16.1 Γενικά	153
16.2 Σχεδίαση Ναυπηγείου	153
16.3 Τα βασικά τμήματα ενός Ναυπηγείου	154
16.4 Σύνομη περιγραφή της διαδικασίας παραγωγής	158
16.5 Οργάνωση Ναυπηγείου	160
16.6 Εισαγωγή νέων μεθόδων παραγωγής	161
16.7 Η εξεύρεση ειδικευμένου προσωπικού	162

ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΔΕΚΑΤΟ ΕΒΔΟΜΟ: Σύγχρονοι τύποι εμπορικών πλοίων

17.1 Γενικά	163
17.2 Επιβατηγά (κρουαζιερόπλοια)	164
17.3 Πορθμεία	166
17.4 Πλοία μεταφοράς τροχοφόρων οχημάτων	166
17.5 Πλοία μεταφοράς εμπορευματοκιβωτίων	167
17.6 Πλοία μεταφοράς χύδην φορτίου	169
17.7 Πλοία μεταφοράς μεικτού φορτίου	170
17.8 Πετρελαιοφόρα ή δεξαμενόπλοια	171
17.9 Επιβατηγά πλοία	174
17.10 Επιβατηγά – Οχηματαγωγά	174
17.11 Πλοία-ψυγεία	174
17.12 Αλιευτικά πλοία	175
17.13 Ρυμουλκά	175
17.14 Αερόστρωμνα	176
17.15 Υδροπτέρυγα	176

ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΔΕΚΑΤΟ ΟΓΔΩΟ: Δοκιμές νεοκατασκευασθέντος πλοίου

18.1 Γενικά	177
18.2 Δοκιμές στο κρηπίδωμα	177
18.3 Δοκιμές εν πλω	178

ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΔΕΚΑΤΟ ΕΝΑΤΟ: Συντήρηση σκάφους

19.1 Εισαγωγή	181
---------------	-----

19.2 Διάβρωση — Φαινόμενο και πρόληψη	181
19.3 Ρύπανση — Φαινόμενο και πρόληψη	187
19.4 Συνδυασμός πρόληψης διάβρωσης και ρύπανσης	187
19.5 Κίνητρα για τη χρησιμοποίηση υλικών καλύτερης ποιότητας για τη συντήρηση	190

ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΕΙΚΟΣΤΟ: Νηογνώμονες

20.1 Εισαγωγή	191
20.2 Ασφάλιση Πλοίων — Ασφαλιστές	192
20.3 Κανονισμοί Νηογνώμωνων	193
20.4 Ταξινόμηση	194
20.5 Επιθεωρήσεις	194
20.6 Γενικές απαιτήσεις — Μηχανές	197

ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΕΙΚΟΣΤΟ ΠΡΩΤΟ: Η ασφάλεια της ανθρώπινης ζωής στη θάλασσα

21.1 Εισαγωγή	199
21.2 Οι νέοι Κανονισμοί για την υποδιαίρεση και την ευστάθεια των επιβατηγών πλοίων	213

ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΕΙΚΟΣΤΟ ΔΕΥΤΕΡΟ: Γραμμές φόρτωσης και Δ.Σ. Γραμμών Φόρτωσης

22.1 Γενικά	215
22.2 Εφαρμογή	215
22.3 Παράγοντες που επηρεάζουν τον καθορισμό του ύψους εξάλων	216

ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΕΙΚΟΣΤΟ ΤΡΙΤΟ: Καταμέτρηση πλοίων

23.1 Γενικά	221
23.2 Μονάδες και σχέσεις χωρητικότητας	221
23.3 Ολική χωρητικότητα	222
23.4 Καθαρή χωρητικότητα	224
23.5 Γραμμή χωρητικότητας	225
23.6 Κανονισμοί καταμέτρησης άλλων χωρών	226
23.7 Ελληνική νομοθεσία για την καταμέτρηση	226
23.8 Η Διεθνής Σύμβαση 1969 Καταμέτρησης της Χωρητικότητας των Πλοίων	227
Παράρτημα Πινάκων Μετρατροπής Μονάδων Μέτρησης	229
Ευρετήριο	232
Βιβλιογραφία	239

ΠΙΝΑΚΑΣ ΣΥΜΒΟΛΩΝ

Σύμβολο	Επεξήγηση	Μονάδα μέτρησης
A	Επιφάνεια	m ²
A _M	Επιφάνεια μέσης τομής	m ²
A _w	Επιφάνεια ισάλου	m ²
BM _L	Διαμήκης μετακεντρική ακτίνα	m
C	Κεντροειδές επιφάνειας	–
C	Σταθερά	–
C _b	Συντελεστής γάστρας	Καθαρός αριθμός
CF	Κέντρο πλευστότητας	–
CL, ξ	Κεντρική γραμμή	–
C _p	Πρισματικός συντελεστής μορφής	Καθαρός αριθμός
C _{POP}	Συντελεστής προπέλας	–
C _w	Συντελεστής ισάλου	Καθαρός αριθμός
d	Απόσταση	m
d	Διαφορικό	–
dE	Απειροστή επιφάνεια	–
D	Ύψος	m
D _{wL}	Ίσαλος σχεδίασης	m
Dwt	Νεκρό βάρος (Deadweight)	Τόννοι δύναμης, N, k _p , k _{gf}
f	Συντελεστής	–
F _n	Αριθμός Froude	–
FP	Πρωραία κάθετος	–
G	Κέντρο βάρους	–
(GG ₁), (gg ₁)	Απόσταση	m
GM	Μετακεντρικό ύψος	m
GM _L	Διάμηκες μετακεντρικό ύψος	m
GT	Ολική χωρητικότητα (Gross tonnage)	m ³
G _v	Κέντρο βάρους μετά την προσάραξη ή τον δεξαμενισμό	–
GZ	Μοχλοβραχίονας επαναφοράς	m
g	Επιτάχυνση της βαρύτητας	–
h	Ύψος	m
K _{xx}	Ακτίνα αδράνειας	m
l	Μήκος, απόσταση	m
L _{BP}	Μήκος μεταξύ καθέτων	m
LCF	Διάμηκες κέντρο πλευστότητας	–
L _{wL}	Μήκος ισάλου γραμμής	m

Σύμβολο	Επεξήγηση	Μονάδα μέτρησης
L _{OA}	Ολικό μήκος	m
M _L	Διάμηκες μετάκεντρο	–
n	Στροφές	s ⁻¹
n _s	Βαθμός απόδοσης	–
NT	Καθαρή χωρητικότητα (Net tonnage)	m ³
P	Βήμα έλικας	m
D	Διάμετρος	m
P	Πίεση	Pa
P _D	Ισχύς προσδιδόμενη	kW, HP
P _E	Ισχύς ενδεικνυόμενη	kW, HP
P _P	Ισχύς προπέλας (έλικας)	kW, HP
P _S	Ισχύς άξονα	kW, HP
P _T	Ισχύς ώσης	kW, HP
(PMΔ/cm)	Ροπή Μεταβολής Διαγωγής ανά cm	(Τόννοι δύναμης) · m
(PMΔ/in)	Ροπή Μεταβολής Διαγωγής ανά ίντσα	»
Q _x	Τέμνουσα δύναμη	Τόννοι δύναμης, N, k _p , k _{gf}
R	Δύναμη	»
R, r	Ακτίνα	m
R _f	Αντίσταση τριβής	Τόννοι δύναμης, N, k _p , k _{gf}
R _r	Υπόλοιπη αντίσταση	»
R _t	Ολική αντίσταση	»
s	Βρεχόμενη επιφάνεια	m ² , ft ²
S _o	Συντελεστής φαινόμενης ολίσθησης	–
S _T	Συντελεστής πραγματικής ολίσθησης	–
T	Βύθισμα	m
T _A	Πρυμναίο βύθισμα	m
T _F	Πρωραίο βύθισμα	m
T _m	Μέσο βύθισμα	m
TPC	Τόννοι ανά cm (βυθίσματος)	(Τόννοι βάρους/cm)
TPI	Τόννοι ανά ίντσα (βυθίσματος)	(Τόννοι βάρους/in)
T _R	Περίοδος διατοιχισμού	sec
v	Ταχύτητα	m/s, κόμβοι

(συνεχίζεται)

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Ιστορική εξέλιξη του πλοίου

Από τα πρώτα ίχνη ναυσιπλοΐας μέχρι την Αργώ

Στοιχεία όπως τα ίχνη οφιδιανού πετρώματος από τη νήσο Μήλο στο σπήλαιο Φράγγχι Κορινθίας αποδεικνύουν ότι υπήρχε ναυσιπλοΐα στο Αιγαίο περίπου από το 10.000 π.Χ.

Μορφές κωπήλατων πλεούμενων ανακαλύφθηκαν σε βραχογραφίες στον οικισμό Στρόφιλα της Άνδρου, οι οποίες ανάγονται στην τελική Νεολιθική εποχή (3200 π.Χ.).

Ακολουθεί μία σύντομη παρουσίαση της εξέλιξης του πλοίου από την 2η χιλιετία π.Χ. μέχρι σήμερα. Στην συνοπτική αυτή αναδρομή αρχίζουμε με την **Αργώ**¹, το πρώτο πλοίο της ελληνικής μυθολογίας, με το οποίο μία γενιά² πριν τον Τρωικό πόλεμο πραγματοποιήθηκε η Αργοναυτική εκστρατεία.

Για την κατασκευή της χρησιμοποιήθηκε ξύλο του Πηλίου με αντοχή στο νερό και την φωτιά. Ναυπηγήθηκε στις Παγασές, πόλη της αρχαίας Μαγνησίας. Ναυπηγός της ήταν ο Άργος. Ήταν πλοίο ελαφρύ για να μεταφέρεται στους ώμους 50-100 ανδρών και κινούνταν με 50 κουπιά. Στην τρίπηλά της είχε τοποθετηθεί ξύλο βελανιδιάς από την Δωδώνη (ιερό του Διός) και τη ναυπήγησή της επέβλεπε η θεά Αθηνά (σχ. 1).

Τεχνικά χαρακτηριστικά: Επρόκειτο για πεντηκόντορο με μία σειρά κουπιών, 25 σε κάθε πλευρά, και ιστιοφορία, τρίπηλα και άγκυρες από πέτρα. Η Αργώ ανήκε στην κατηγορία των ταχύπλων σκαφών.

2η χιλιετία π.Χ. «Η τοιχογραφία του στόλου» στο Ακρωτήριο της Θήρας

Η «τοιχογραφία του στόλου»³ κοσμούσε δωμάτιο στον οικισμό Ακρωτήρι της νήσου Θήρας (σχ. 2).

Σχετικά με την **πρόωση** των πλοίων, στην τοιχογραφία παρατηρείται κωπηλασία με κοντά κουπιά και χρήση ιστίων και κουπιών σε μεγαλύτερα πλοία.

Περιγραφή των πλοίων: Το περίγραμμά τους έχει σχήμα μισοφέγγαρου με μεγαλύτερη την κλίση της πρύμνης. Στην πρύμνη υπήρχει «καμπίνα», που ονομαζόταν το **ικρίον**, για τον κυβερνήτη. Το πανί είχε σχήμα ορθογώνιου παραλληλόγραμμου και διέθετε **κατάρτι**, **τέντα σκίασης** και **στολισμούς**.

Διαστάσεις των πλοίων: Για τα μεγαλύτερα πλοία της τοιχογραφίας έχει εκτιμηθεί μήκος 31-35 m ή 24 m κατά τον ναυπηγό Thomas Gillmer και ο λόγος πλάτους/μήκος **B/L = 1/3** έως **1/4**, ενώ στα «ταχύπλοα» **B/L = 1/5** έως **1/6**.

Την περίοδο αυτοί δημιουργήθηκαν οι **ναυπηγικοί** και **ναυτικοί όροι** όπως αυτοί προέκυψαν από την αποκρυπτογράφηση της Γραμμικής Β πάνω σε πήλινες πινακίδες της Κνωσού και της Πύλου.



Σχ. 1

Λεπτομέρεια από αττικό κρατήρα που απεικονίζει την Αργώ και τους Αργοναύτες

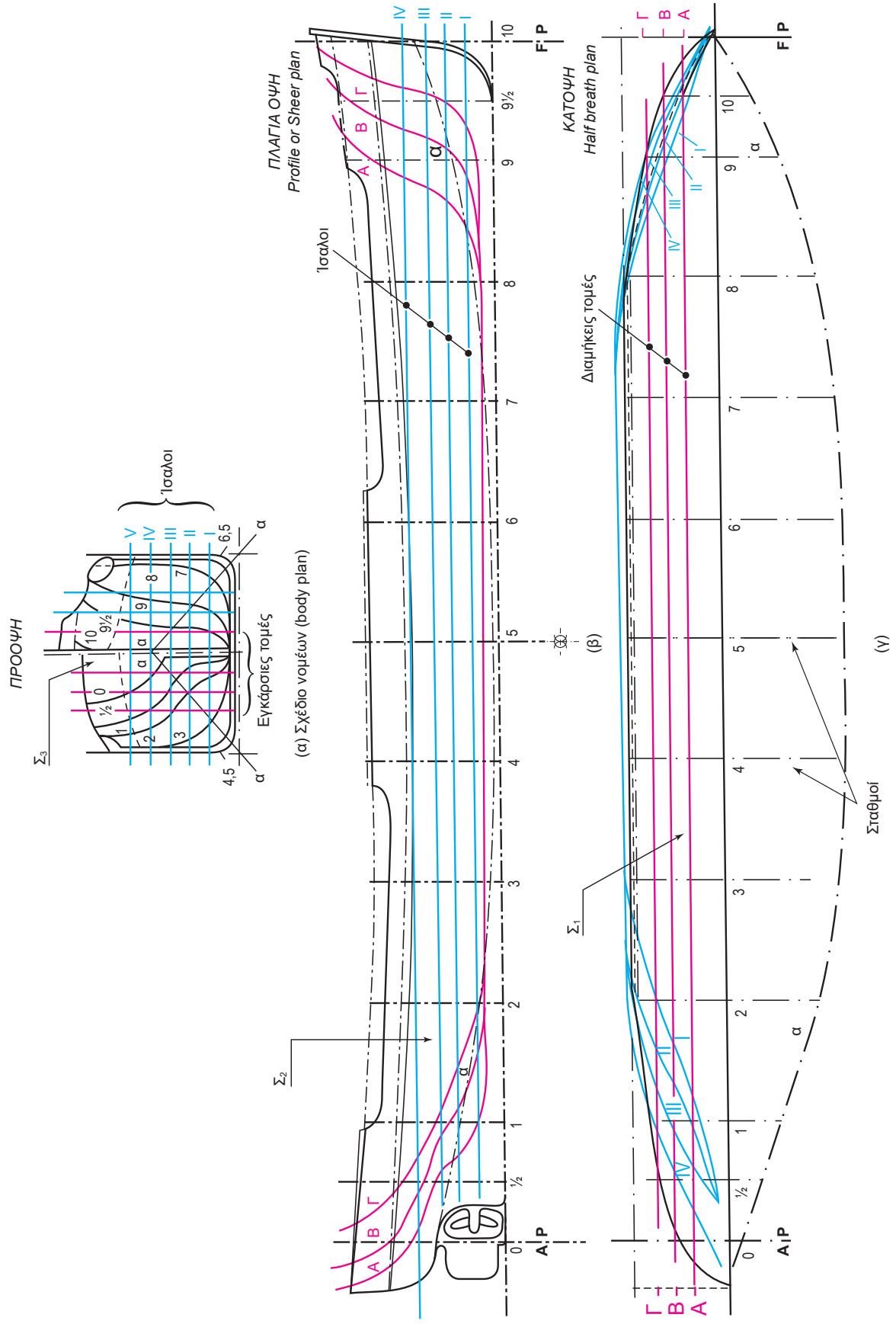


Σχ. 2

Λεπτομέρεια της «Τοιχογραφίας του στόλου»

^{1,2} Εγκυκλοπαίδεια Ελευθερουδάκη. Λήμματα Αργώ, Αργοναύτες.

³ Νaus - Πλοία και Ναυπηγική στον ελληνικό κόσμο. Συλλογικός Τόμος, σελ.14-39.



(α) Σχέδιο νομέων (body plan)

ΣΧ. 1.4

5.1 Γενικά – Ισορροπία

Όταν ένα σώμα δεν κινείται, βρίσκεται σε ισορροπία. Στα σχήματα 5.1, 5.2 και 5.3 απεικονίζεται μία σφαίρα σε ισορροπία. Αν με την επενέργεια εξωτερικής δύναμης η σφαίρα μετακινηθεί λίγο από τη θέση ισορροπίας και στη συνέχεια η εξωτερική δύναμη πάψει να επενεργεί, η σφαίρα θα συμπεριφερθεί με διαφορετικό τρόπο σε κάθε περίπτωση, ως εξής:

1) Η σφαίρα θα επανέλθει στη θέση αρχικής ισορροπίας (σχ. 5.1). Τότε λέμε ότι το σώμα βρίσκεται σε κατάσταση **ευσταθούς ισορροπίας**.

2) Η σφαίρα θα ηρεμήσει στη νέα της θέση (σχ. 5.2). Το σώμα βρίσκεται σε κατάσταση **αδιάφορης ισορροπίας**.

3) Η σφαίρα θα κυλήσει μακριά από την αρχική θέση ισορροπίας (σχ. 5.3). Το σώμα βρίσκεται σε κατάσταση **ασταθούς ισορροπίας**.

Η ισορροπία ενός σώματος λέγεται **ευσταθής** (stable), όταν το σώμα μετακινούμενο λίγο από τη θέση ισορροπίας του **τείνει να επανέλθει** σε αυτή.

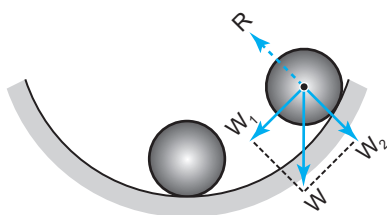
Η ισορροπία ενός σώματος λέγεται **αδιάφορος** (neutral), όταν το σώμα μετακινούμενο λίγο από τη θέση ισορροπίας του **παραμένει στη νέα του θέση**.

Τέλος η ισορροπία ενός σώματος λέγεται **ασταθής** (unstable), όταν το σώμα μετακινούμενο λίγο από τη θέση ισορροπίας του **τείνει να απομακρυνθεί** από αυτήν ακόμα περισσότερο. Τα πλοία επιφάνειας πρέπει προφανώς να έχουν ευσταθή εγκάρσια ισορροπία, ώστε όταν παίρνουν εγκάρσιες κλίσεις κάτω από την επιρροή εξωτερικών δυνάμεων (κυματισμοί, άνεμοι κ.λπ.), να έχουν την τάση να επανέλθουν στην όρθια θέση, δηλαδή με τον ιστό κατακόρυφο.

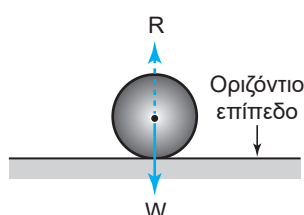
5.2 Ισορροπία σώματος που επιπλέει

Ένα σώμα που επιπλέει στην ήρεμη επιφάνεια υγρού δέχεται την επίδραση δύο κατακόρυφων δυνάμεων:

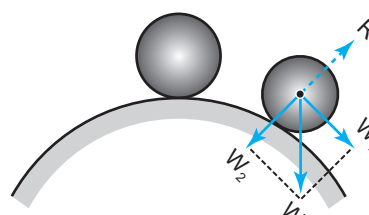
- 1) Του **βάρους**¹ (W), στο κέντρο² βάρους G και
- 2) της **άντωσης** (A), στο κέντρο³ άντωσης B .



Σχ. 5.1
Ευσταθής ισορροπία



Σχ. 5.2
Αδιάφορος ισορροπία



Σχ. 5.3
Ασταθής ισορροπία

¹ Το βάρος W ισούται με το βάρος εκτοπίσματος Δ .

² Κέντρο βάρους: VCG: Vertical Center of Gravity.

³ Κέντρο άντωσης: VCB: Vertical Center of Buoyancy.

5.12 Ευστάθεια κατά την προσάραξη και τον δεξαμενισμό (stability during grounding and docking)

Όταν το πλοίο μπει σε **πλωτή δεξαμενή** (floating dock) ή **μόνιμη** (dry dock), επικάθεται στα υπόβαθρα της τρόπιδας (keel blocks), προκειμένου να γίνει επισκευή ή συντηρήσεις. Υπάρχει τότε περίπτωση να εμφανιστούν προβλήματα ευστάθειας. Για την αποφυγή κλίσης εφαρμόζονται στο κυρτό της γάστρας στηρίγματα (bilge blocks). Στα σχήματα 5.32 και 5.33 φαίνεται η κατάσταση ισορροπίας δεξαμενισμένου πλοίου.

Μεταφέρουμε την P από το σημείο K στο αρχικό κέντρο βάρους G . Η μεταφορά αυτή ισοδυναμεί με την δύναμη P στο G και την ροπή $M = P \cdot KG$.

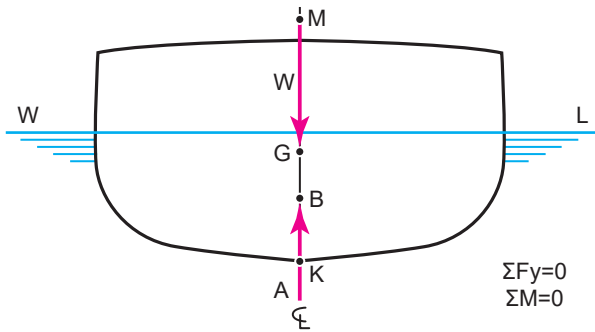
Στο σχήμα 5.32 φαίνεται η κατάσταση ισορροπίας δυνάμεων και ροπών κατά την πλεύση.

Στο σχήμα 5.33 φαίνεται η κατάσταση ισορροπίας κατά την επικάθιση στην δεξαμενή. Στο σχήμα 5.34 φαίνεται η ισορροπία του πλοίου από την επίδραση των ενεργουσών δυνάμεων.

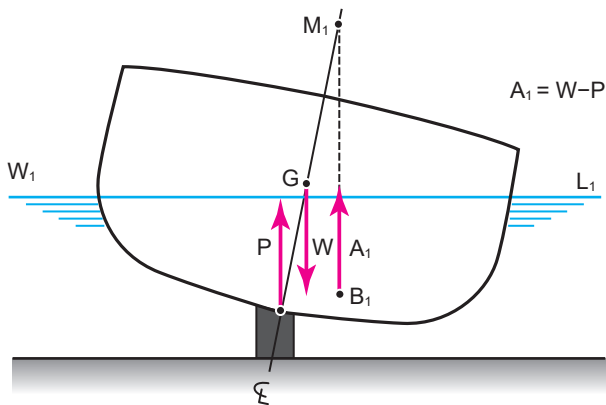
Από το σχήμα 5.34 έχουμε:

$$\Sigma F_y = 0 \text{ και } \Sigma M = 0 \quad (26)$$

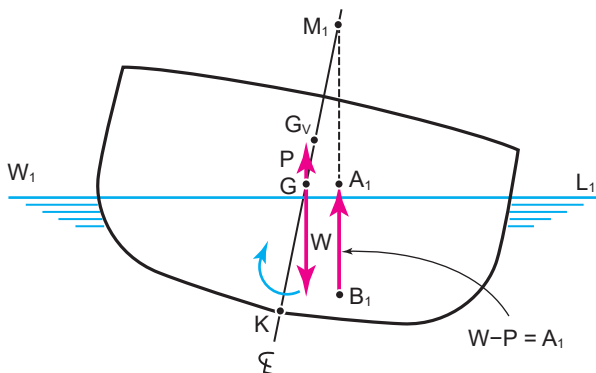
$$\text{ή } (W - P) \cdot GG_v = P \cdot KG \quad (27)$$



Σχ. 5.32
Αρχική κατάσταση



Σχ. 5.33
Δεξαμενισμός



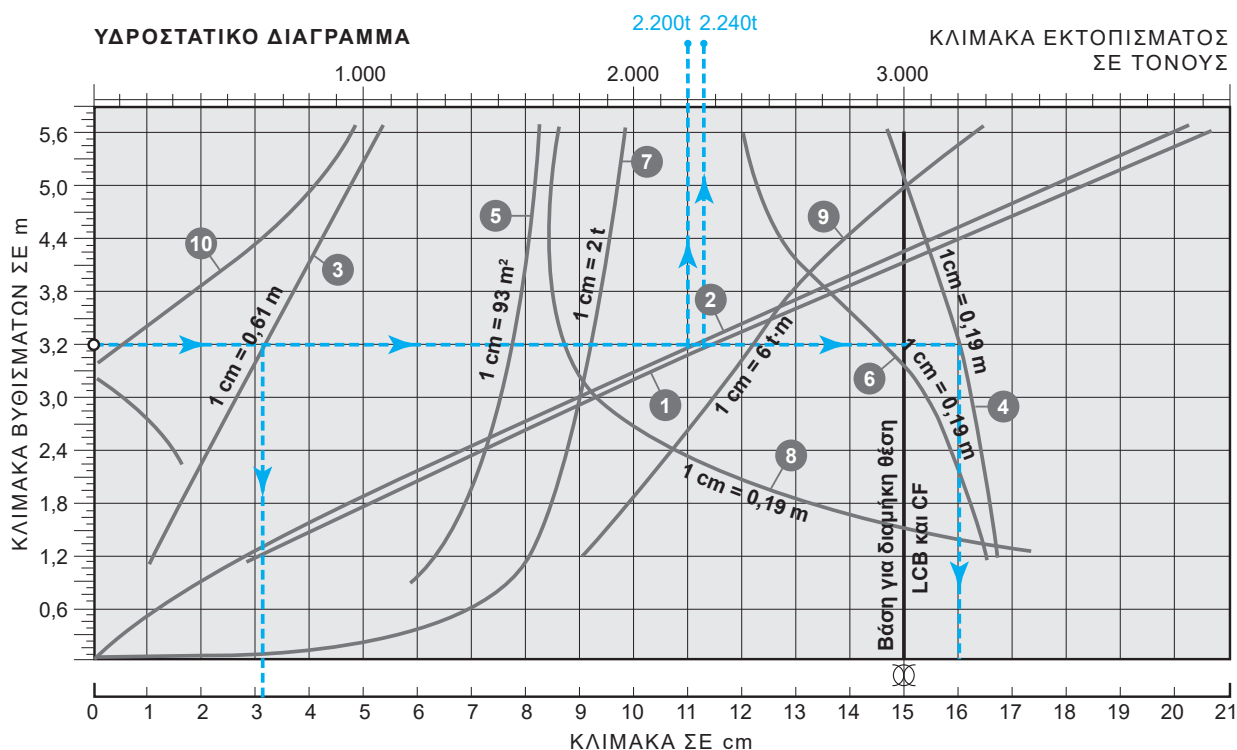
Σχ. 5.34
Σχήμα ισορροπίας
«ελεύθερου σώματος»

Ορισμένα από τα θέματα που αναπτύξαμε μέχρι τώρα αφορούσαν στο σχήμα και στη γεωμετρία των υφάλων του πλοίου, τα οποία μεταβάλλονται μαζί με το βύθισμα.

Η χάραξη καμπυλών, οι οποίες απεικονίζουν τη μεταβολή καθενός από τα γεωμετρικά στοιχεία της γάστρας σε συνάρτηση με το βύθισμα, είναι εύκολη και πρακτική. Η χάραξη όλων των καμπυλών γίνεται σε ενιαίο σχέδιο που ονομάζεται **διάγραμμα υδροστατικών καμπυλών** (hydrostatic curves ή curves of form), το οποίο έχει τεταγμένη το μέσο βύθισμα του πλοίου και τετμημένη μία κλίμακα μήκους ή εκτόπισματος. Επάνω σε κάθε καμπύλη σημειώνεται η αντίστοιχη κλίμακα ανάγνωσης στην τετμημένη του μεγέθους, το οποίο παριστάνει η καμπύλη, για να είναι δυνατός ο καθορισμός της τιμής του για κάθε βύθισμα. Συνήθως τα υδροστατικά στοιχεία του πλοίου βρίσκονται με βασικό δεδομένο το βύθισμα.

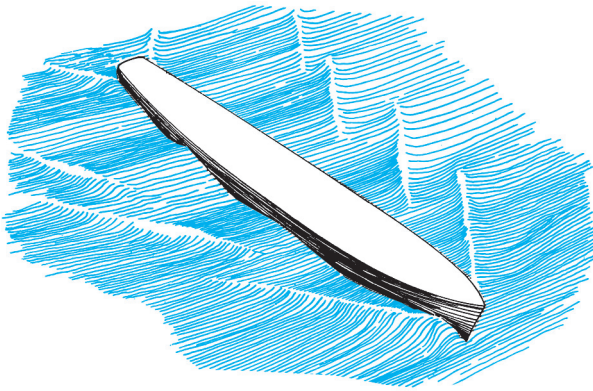
Μερικές φορές εντούτοις χρησιμοποιείται αντί για το μέσο βύθισμα π.χ. το εκτόπισμα, οπότε με αυτό βρίσκεται το αντίστοιχο βύθισμα και στη συνέχεια τα υπόλοιπα στοιχεία όπως προηγουμένως. Παρακάτω περιγράφεται κάθε μία από τις καμπύλες που χαράσσονται συνήθως και που φαίνονται στο σχήμα 7.1. Στο σχήμα αυτό ως κλίμακα τετμημένης χρησιμοποιείται μία κλίμακα μήκους. **Για κάθε στοιχείο έχει αναγραφεί (ως παράδειγμα) η τιμή για το βύθισμα των 3,2 m μέσα σε παρένθεση.**

Καμπύλη (1). Εκτόπισμα σε θαλάσσιο νερό ($W = 2240 t$). Δίνει το εκτόπισμα αναφο-



Σχ. 7.1

Καμπύλες υδροστατικού διαγράμματος.



Σχ. 10.4
Σχηματική παράσταση κυματισμού



Σχ. 10.5
Βολβοειδής πλώρη

Η δημιουργία αυτών των κυμάτων απαιτεί κατανάλωση ενέργειας, η οποία προέρχεται από την προωστική εγκατάσταση του πλοίου. Επισημαίνουμε εδώ ότι η κατασκευή πλώρης σε σχήμα βολβού (βολβοειδής πλώρη) αλλάζει την μορφή των δημιουργούμενων κυμάτων κοντά στην περιοχή της, με τελικό αποτέλεσμα την μείωση της αντίστασης κυματισμού⁶ (σχ. 10.5)

Το μέρος της ώσης, το οποίο καταναλίσκεται στη δημιουργία και στη διάδοση των κυμάτων, καλείται **αντίσταση κυματισμού** (wave making resistance).

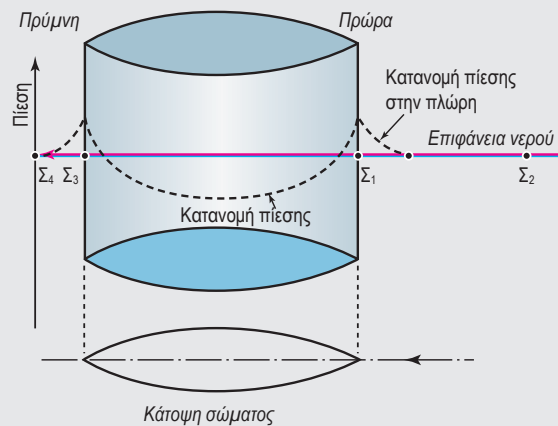
Τα κύματα που παράγονται από την κίνηση του πλοίου δεν πρέπει να συγχέονται με τον φυσικό κυματισμό της θάλασσας, ο οποίος δημιουργείται από τους άνεμους.

Η δημιουργία των κυμάτων λόγω της κίνησης του πλοίου είναι πολύπλοκο φαινόμενο, εδώ θα περιγραφούν τα κύρια χαρακτηριστικά της φύσης των κυμάτων.

Στο σχήμα 10.6 φαίνεται σώμα σταθερής διατομής που εκτείνεται από την επιφάνεια ενός υγρού σε αρκετό βάθος και κινείται με σταθερή ευθύγραμμη ταχύτητα. Στο μπροστινό μέρος του σώματος θα παρατηρηθεί αύξηση της πίεσης, η οποία γίνεται μέγιστη στην ακμή (στείρα) της πλώρας του σώματος. Αυτό οφείλεται στο ότι έχουμε μηδενισμό της ταχύτητας του υγρού στο σημείο Σ_1 . Το Σ_1 είναι δηλαδή στάσιμο σημείο (stagnation point). Η πίεση στο σημείο αυτό υπολογίζεται από την ενεργειακή εξίσωση Bernoulli για την ταχύτητα $v = 0$ στο Σ_1 . Λόγω της αύξησης της πίεσης στην περιοχή αυτή ανεβαίνει αντίστοιχα η στάθμη του υγρού.

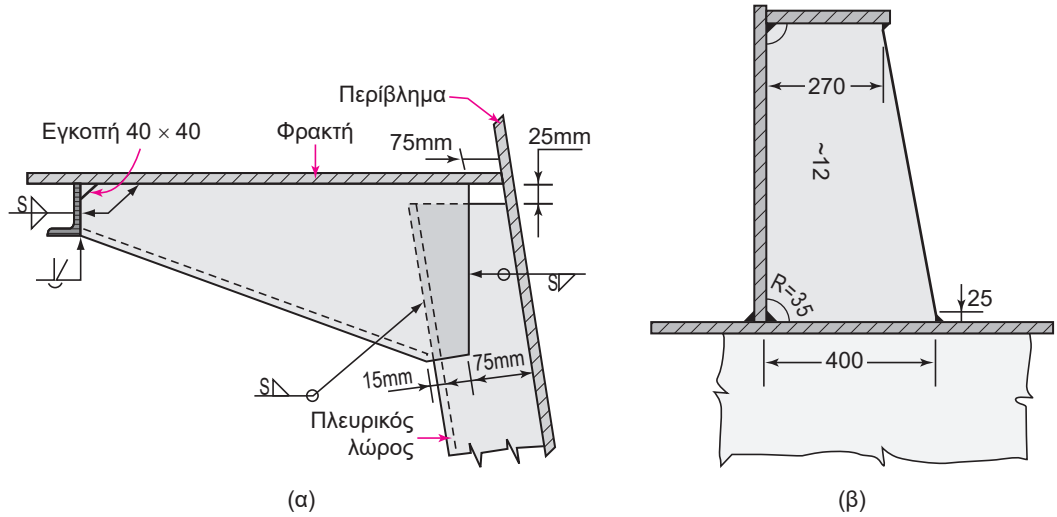
Στο σχήμα η γραμμή με τις στιγμές δείχνει την πίεση του υγρού στην ίσαλο, η δε πλήρης γραμμή τη στάθμη του υγρού, δηλαδή τον σχηματισμό του κύματος.

Η κορυφή του κύματος στην περιοχή της πλώρας δεν συμπίπτει με το σημείο, όπου παρουσιάζεται η μέγιστη αύξηση της πίεσης και λόγω της διαφοράς που υπάρχει προκαλούνται επιταχύνσεις των μαζών του υγρού προς τα επάνω. Το αποτέλεσμα της διαφοράς αυτής είναι ότι η κορυφή του κύματος παρουσιάζεται λίγο πρὶν την πλώρη της πλώρας ακμής. Στην πε-



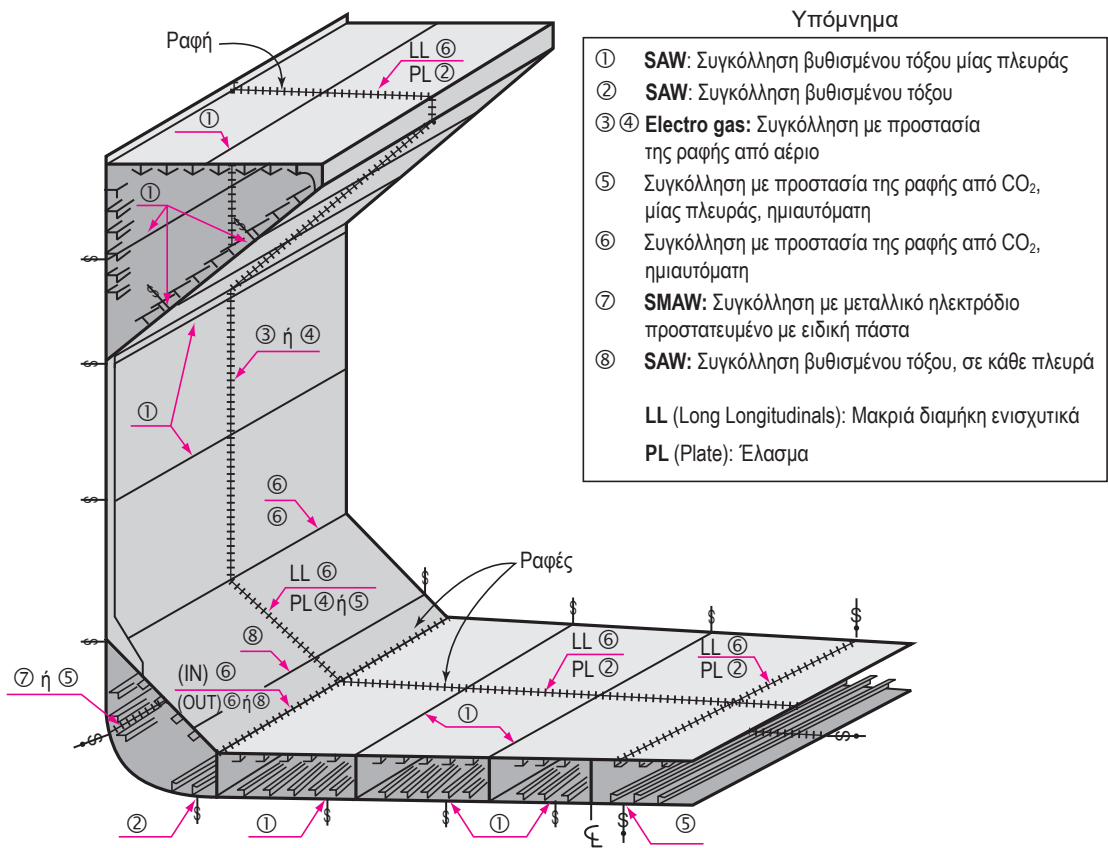
Σχ. 10.6

⁶ Περισσότερα: *Μελέτη πλοίου*, Αντώνιος Αντωνίου, σ. 207-218.



Σχ. 11.18

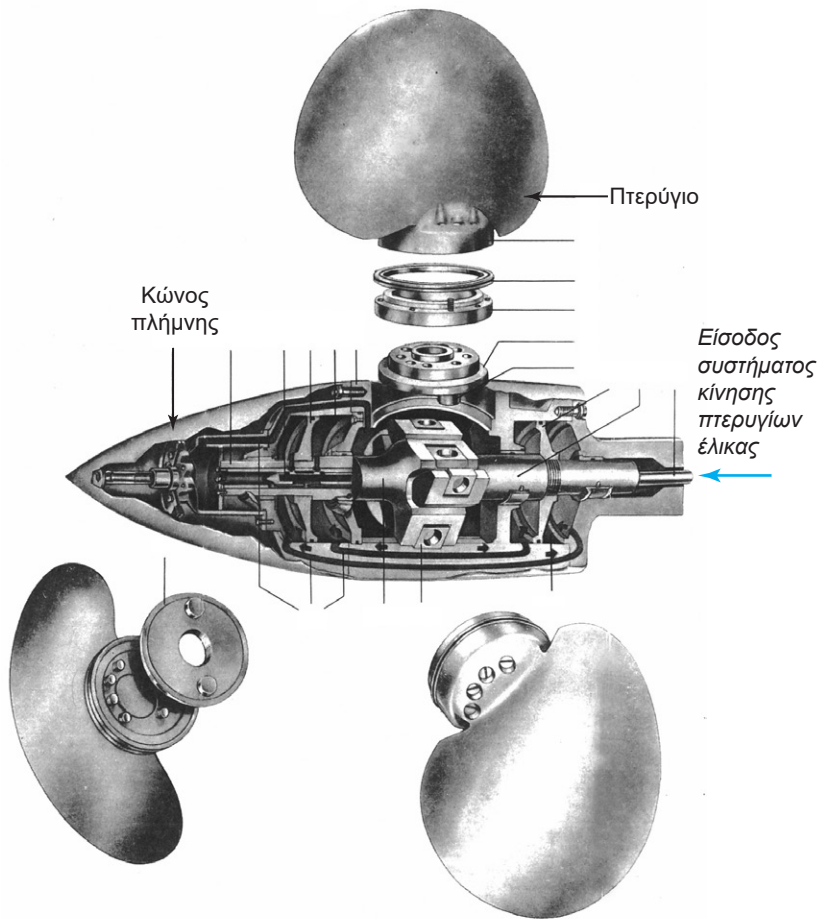
Είδη αγκώνων¹⁰: (α) συνδετικός αγκώνας και (β) ενισχυτικός αγκώνας έναντι λυγισμού



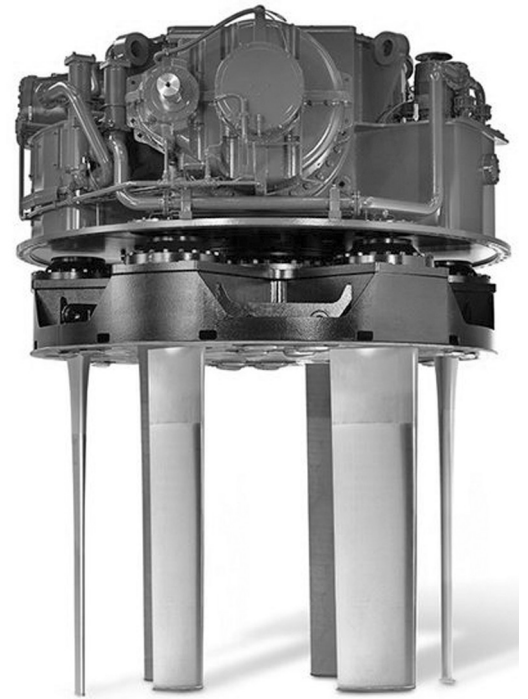
Σχ. 11.19

Μέθοδοι συγκόλλησης που εφαρμόζονται σε μέρη του πλοίου (SNAME)

¹⁰ Αντωνίου Α., Πέρρας Π., *Μελέτη πλοίου* (ειδικά κεφάλαια), σελ. VII-19 και VII-23.



Σχ. 12.6
Έλικα Kamewa ρυθμιζόμενου βήματος



Σχ. 12.7
Έλικας Voith-Schneider

εξέχουν από κυκλικό οριζόντιο δίσκο. Στο σχήμα 12.8 παρουσιάζεται σε σκαρίφημα η λειτουργία του προωθητήρα Voith-Schneider.

Ο δίσκος περιστρέφεται κατά τη φορά που δείχνεται με γωνιακή ταχύτητα ω . Τα πτερύγια περιστρέφονται περί τον κατακόρυφο άξονά τους κατά μία περιστροφή για κάθε στροφή του δίσκου. Το C είναι σημείο, προς το οποίο συνδέονται τα πτερύγια με αρθρωτά μέλη και το οποίο μπορεί να κινηθεί σε διάφορες θέσεις με μηχανισμό.

Η διάταξη των πτερυγίων στο σχήμα 12.8(α) έχει ως αποτέλεσμα τη δημιουργία συνισταμένης ωστικής δύναμης κατά τη διεύθυνση κίνησης του πλοίου V_0 . Σε μερικά πτερύγια έχουν χαραχθεί τα τρίγωνα ταχυτήτων και φαίνονται οι κάθετες στα πτερύγια δυνάμεις N, καθώς και οι συνιστώσες της ώσης T.

Στο σχήμα 12.8(β) η ταχύτητα του πλοίου V_0 και η ταχύτητα περιστροφής του δίσκου παρέμειναν αμετάβλητες, πλην όμως έχει μεταβληθεί η θέση του σημείου C και η σχετική διάταξη των πτερυγίων. Αποτέλεσμα είναι ότι η συνισταμένη των ώσεων ενεργεί αντίθετα προς τη διεύθυνση κίνησης του πλοίου.

Στο σχήμα 12.8(γ) έχει μεταβληθεί πάλι η θέση του C. Η συνισταμένη των ώσεων ενεργεί κάθετα προς τη διεύθυνση κίνησης του πλοίου. Ο προωθητήρας αυτός εξουδετερώνει την ανάγκη εγκατάστασης πηδαλίου και συστήματος αναστροφής της κύριας μηχανής.

Η απόδοση είναι μικρότερη από την απόδοση της έλικας σταθερού βήματος εντούτοις όμως λόγω των πλεονεκτημάτων της ευκινησίας του πλοίου οι προωστήρες κατακόρυφου άξονα (Voith-Schneider) χρησιμοποιούνται όπου υπάρχει περιορισμένος χώρος και απαιτείται ιδιαίτερη ευελιξία του πλοίου (πλοιάρια λιμανιών, ρυμουλκά λιμανιών κ.λπ.).



Σχ. 16.2

Πλωτή δεξαμενή (πηγή: maritime-executive.com)

Απαραίτητο στοιχείο κατά μήκος των κλινών ή των δεξαμενών είναι οι γερανοί για την ανύψωση και τοποθέτηση όλων των εξαρτημάτων και τομέων. «Οι Γερανοί είναι τα χέρια του Ναυπηγείου».

16.3.3 Χώροι για επισκευή και εξοπλισμό πλοίων

Οι παρακάτω χώροι ή τμήματα προορίζονται κυρίως για την επισκευή ή τον εξοπλισμό των πλοίων.

1) **Προβλήτες εξοπλισμού και επισκευών.** Κατά μήκος τους κινούνται επάνω σε σιδεροτροχιές γερανοί για την τοποθέτηση των εξαρτημάτων εξοπλισμού του σκάφους, για το οποίο θα μιλήσουμε παρακάτω.

2) **Μηχανουργείο.** Εφοδιασμένο με τórνους, πλάνες και εργαλειομηχανές, προορίζεται για την κατεργασία των διάφορων εξαρτημάτων του υπό ναυπήγηση πλοίου (πηδάλιο, χοάνη, ποδόστημα κλπ.), αλλά και για επισκευές των μηχανών των υπό επισκευή πλοίων. Σε μερικά μεγάλα Ναυπηγεία, στο Μηχανουργείο κατασκευάζονται οι μηχανές πρόωσης και τα μηχανήματα των ναυπηγούμενων πλοίων, συνήθως κατόπιν ειδικής συμφωνίας (άδειας - License), με τα μεγάλα εργοστάσια κατασκευής ναυτικών μηχανών.

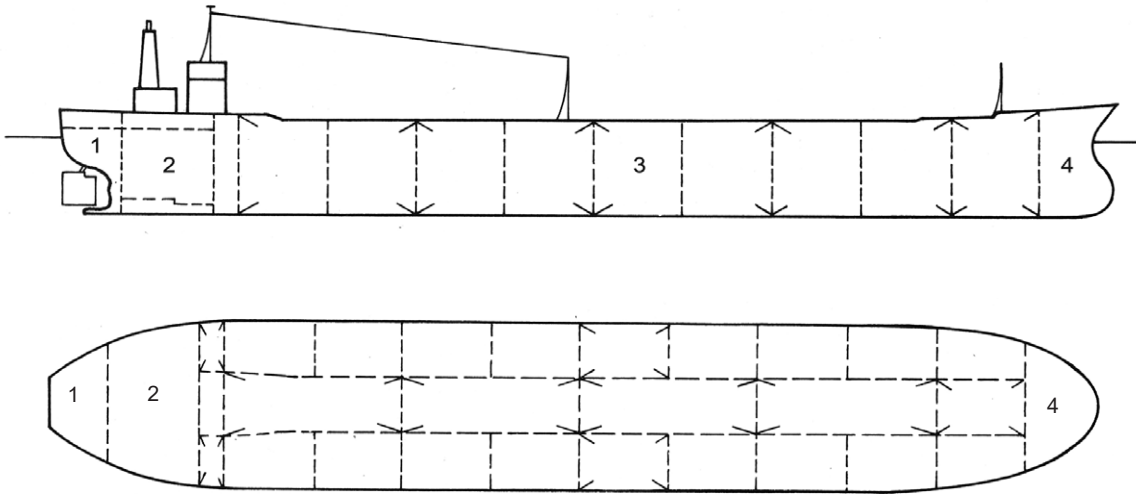
Η εγκατάσταση όλου του μηχανικού εξοπλισμού του πλοίου γίνεται επίσης από το Μηχανουργείο του Ναυπηγείου. Τα ίδια ισχύουν και για το Λεβητοποιείο.

3) **Σωληνουργείο.** Εκεί γίνεται η προκατασκευή και διαμόρφωση των τμημάτων των δικτύων σωληνώσεων του πλοίου (που ναυπηγείται ή επισκευάζεται). Η εγκατάσταση των δικτύων και του όλου υδραυλικού εξοπλισμού του πλοίου γίνεται επίσης από το Σωληνουργείο.

4) **Εφαρμογείο** (εφαρμοστήριο). Κάνει όλες τις εξαρμώσεις, εφαρμογές και συναρμολογήσεις των μηχανημάτων που επισκευάζονται ή κατασκευάζονται.

5) **Χυτήριο.** Κατασκευάζει τα καλούπια και μετά τα χυτά εξαρτήματα των πλοίων (όσα κατασκευάζει το Ναυπηγείο).

6) **Ξυλουργείο.** Εφοδιασμένο με τórνους, πλάνες, ξεχονδριστήρες, πριονιστήριο κ.λπ., κατασκευάζει τον ξύλινο εξοπλισμό του πλοίου, ξύλινα καταστρώματα, χώρους διαμονής, επίπλωση κ.λπ. με τον καιρό, η ξυλεία τείνει να αντικατασταθεί από συνθετικά και πλαστικά



Σχ. 17.15

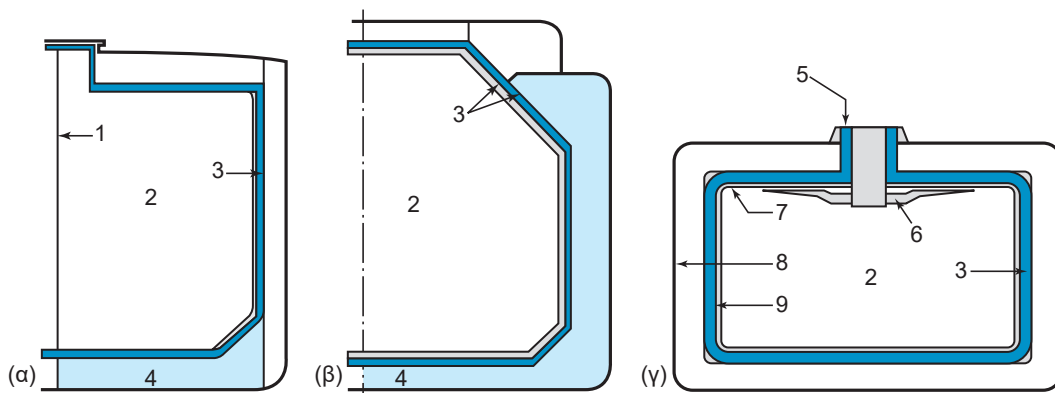
Γενική διάταξη Δ/Ξ (tanker).

- (1) Πρυμναία δεξαμενή ζυγοστάθμισης (after peak). (2) Χώρος μηχανών (μηχανοστάσιο).
 (3) Θαλάσσευμα. (4) Πρωραία δεξαμενή ζυγοστάθμισης (forepeak)



Σχ. 17.16

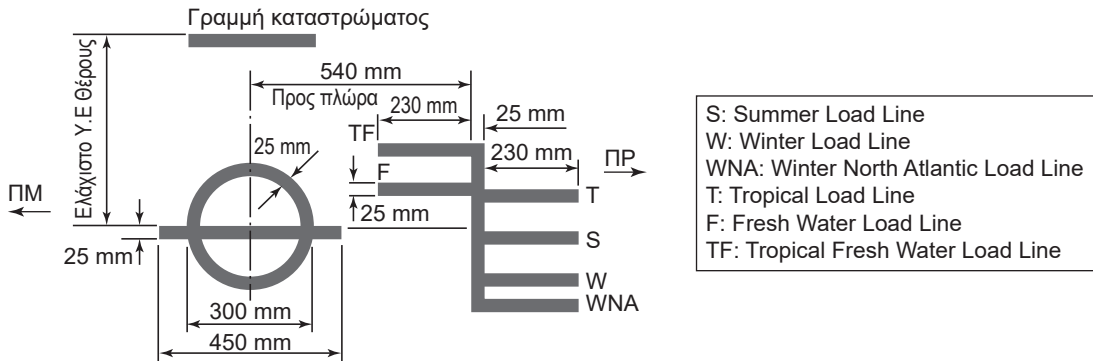
Πλοίο μεταφοράς αερίων σε υγροποιημένη μορφή (LNG)



Σχ. 17.17

Τομές δεξαμενών υγροποιημένων αερίων.

- (1) Στεγανή κεντρική διαμήκης φρακτική. (2) Δεξαμενή φορτίου. (3) Μόνωση. (4) Θαλάσσευμα.
 (5) Θόλος. (6) Οροφή δεξαμενής. (7) Μembrάνη. (8) Περιβλήμα. (9) Εσωτερικό σκάφος.



Σχ. 22.1
Γραμμές φόρτωσης

- 1) **Γραμμή θέρους (S)**. Αυτή που προκύπτει από τους υπολογισμούς.
- 2) **Τροπική γραμμή (T)**. Πάνω από τη γραμμή θέρους.
- 3) **Γραμμή χειμώνα (W)**. Κάτω από τη γραμμή θέρους.
- 4) **Γραμμή χειμώνα Βόρειου Ατλαντικού (WNA)**. Για πλοία μέχρι μήκους 100 m κάτω από τη γραμμή χειμώνα. Για τα υπόλοιπα πλοία η γραμμή χειμώνα.
- 5) **Γραμμή γλυκού νερού (F)**. Καθορίζεται για περιοχές γλυκού νερού με μείωση του αντίστοιχου Υ.Ε. του θαλάσσιου νερού κατά $[\Delta/(40 \cdot TPC)]$, όπου Δ είναι το εκτόπισμα θέρους σε τόνους και TPC οι τόνοι ανά cm βυθίσματος.

Το Υ.Ε. δεν μπορεί να είναι μικρότερο από 50 mm.

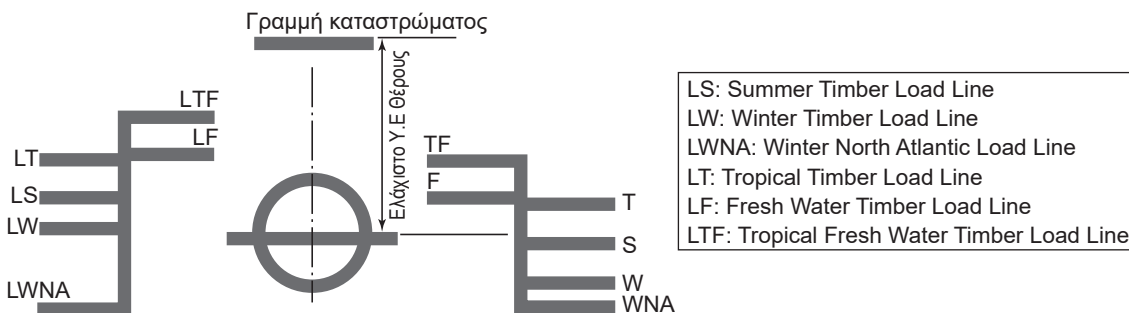
Οι διαστάσεις του κύκλου και των γραμμών φόρτωσης που φαίνονται στο σχήμα 22.1 είναι αυτές που προβλέπονται από τους κανονισμούς. Αντίστοιχο σχήμα χαράζεται και χρωματίζεται εμφανώς και στις δύο πλευρές του πλοίου. Οι κανονισμοί επιβάλλουν να φροντίζει ο Πλοίαρχος, ώστε να μην βυθίζεται στο νερό η αντίστοιχη για την περιοχή και την εποχή γραμμή φόρτωσης, οι δε λιμενικές αρχές μπορούν να επιβάλλουν στον Πλοίαρχο χρηματικές ποινές σε περίπτωση βύθισης της γραμμής φόρτωσης.

Αν το πλοίο μεταφέρει στο κατάστρωμα ξυλεία τότε οι γραμμές φόρτωσης φαίνονται στο σχήμα 22.2 όπου οι γραμμές αυτές είναι χαραγμένες αριστερά του κύκλου.

Οι εποχές του έτους, οι ζώνες και οι περιοχές ορίζονται από τους κανονισμούς του Παραρτήματος II της Σύμβασης. Ως παράδειγμα αναφέρονται:

1) Ζώνες:

- α) Θέρους: όχι άνεμοι έντασης 8 Beaufort (34 κόμβων) σε ποσοστό μεγαλύτερο του 10%.



Σχ. 22.2
Γραμμή φόρτωσης ξυλείας

Στα Στοιχεία Ναυπηγίας δίνεται το απαραίτητο υλικό για την ιστορική εξέλιξη των πλοίων, την ισχύουσα ονοματολογία, τα μέρη τους, την ευστάθειά τους, την κατασκευή, την αντοχή και την αξιοπλοΐα τους.

Αναφέρονται ακόμη στοιχεία της πρόωσης και της συμπεριφοράς του πλοίου σε ήρεμη θάλασσα και σε κυματισμό. Στο βιβλίο παρουσιάζονται επίσης τα είδη των πλοίων και οι χώροι κατασκευής τους, οι ισχύουσες Διεθνείς Συμβάσεις, οι οργανισμοί ελέγχου και οι ισχύοντες κανονισμοί καθ' όλη τη διάρκεια της ζωής τους, με στόχο την πληρέστερη ενημέρωση και κατάρτιση των Ελλήνων μηχανικών του Εμπορικού Ναυτικού.

(MT)	Βύθισις (ft) (m)		Εκτόπιση (MT)		TPC MT/c
	FW	ft	SW	FW		SW
17000		31	25000		32
16000		30	24000		31
15000		29	23000		30
14000		28	22000		29
13000		27	21000		28
12000		26	20000		27
11000		25	19000		26
10000		24	18000		25
		23	17000		24

