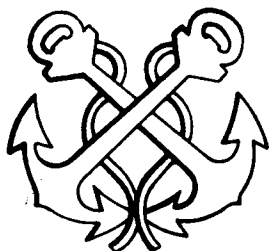


ΙΔΡΥΜΑ ΕΥΓΕΝΙΔΟΥ
ΧΡΥΣΟΥΝ ΜΕΤΑΛΛΙΟΝ ΑΚΑΔΗΜΙΑΣ ΑΘΗΝΩΝ



ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ ΚΕΙΜΕΝΟ
Α.Δ.Σ.Ε.Ν.
ΥΠΟΥΡΓΕΙΟΥ ΕΜΠΟΡΙΚΗΣ ΝΑΥΤΙΛΙΑΣ

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 απιτελεί 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 Εκπαίδευσης 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 εκπαίδευσής, για την οποία προορίζεται κάθε σειρά των βιβλίων.

Έτσι προσφέρονται στους καθηγητές, τους σπουδαστές της ναυτικής μας εκπαίδευσής και όλους τους αξιωματικούς του Ε.Ν. οι εκδόσεις του Ιδρύματος, των οποίων η 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 Ανδρεάκο**

Ειδικός επιστημονικός Σύμβουλος για το βιβλίο Ναυπηγία, ο κ. **Θ. Λουκάκης**, Καθηγητής Ε.Μ.Π.

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

ΝΑΥΠΗΓΙΑ

ΙΩΑΝΝΟΥ ΕΜ. ΚΟΛΛΙΝΙΑΤΗ
ΠΛΟΙΑΡΧΟΥ (Μ) Π.Ν.
ΔΙΠΛΩΜΑΤΟΥΧΟΥ ΝΑΥΠΗΓΟΥ (Μ.Ι.Τ.)

ΑΘΗΝΑ
2002



Α' ΕΚΔΟΣΗ 1982



ΠΡΟΛΟΓΟΣ

Τό βιβλίο αυτό απευθύνεται στους σπουδαστές τῶν ΑΔΣΕΝ.

Τή βάση γιά τή συγγραφή του απέτέλεσε ἡ ὕλη πού καθορίζεται ἀπό τό ἀναλυτικό πρόγραμμα τοῦ Ὑπουργείου Ἐμπορικής Ναυτιλίας γιά τήν εἰδικότητα τῶν πλοιάρχων. Κατά τή συγγραφή καταβλήθηκε ἰδιαίτερη προσπάθεια, ὥστε ἡ ὕλη νά ταξινομηθεῖ καί νά διαταχθεῖ κατά τρόπο πού νά ἐπιτρέπει τήν προοδευτική ἐξοκείωση τοῦ ἀναγνώστη μέ τό θέμα.

Στά κεφάλαια πού ἀναφέρονται σέ θέματα στατικής καί εὐστάθειας δέν δόθηκε μεγάλη ἔκταση, γιατί ἀποτελοῦν τό σημαντικότερο μέρος τοῦ βιβλίου τοῦ Ἰδρύματος Εὐγενίδου μέ τόν τίτλο «Εὐστάθεια - Φόρτωση». Τό περιεχόμενό της περιορίσθηκε λοιπόν σέ ὄσες γνώσεις εἶναι ἀπαραίτητες γιά τό σπουδαστή, ὥστε νά παρακολουθήσει χωρίς δυσκολία τό μάθημα.

Βασική ἐπίδιωξη γιά τά ὑπόλοιπα κεφάλαια εἶναι νά καλύψουν κυρίως τίς γνώσεις τῆς ναυπηγικῆς πού ἐνδιαφέρουν τό χειριστή τοῦ πλοίου. Ἐπίσης γίνεται σχετικά ἱκανοποιητική ἀναφορά σέ θέματα νομοθεσίας καί κανονισμῶν πού ἐνδιαφέρουν τόν πλοίαρχο.

Πιστεύεται ὅτι τό βιβλίο θά ἀποτελέσει χρήσιμο βοήθημα ὄχι μόνο στους σπουδαστές τῶν σχολῶν ἀλλά καί σέ πιά ἐξειδικευμένο προσωπικό τῆς ναυτιλιακῆς κοινῶνας.

Ὁ συγγραφέας ἐπιθυμεῖ νά ἐκφράσει θερμές εὐχαριστίες στόν Καθηγητή τῆς θεωρίας πλοίου τοῦ ΕΜΠ, κ. Θεόδωρο Λουκάκη, ὁ ὁποῖος μέ τίς εὐστοχες παρατηρήσεις καί ὑποδείξεις του συνετέλεσε στήν καλύτερη παρουσίαση πολλῶν βασικῶν ἰδεῶν καθώς καί στόν Ὑποναύαρχο (ἐ.ἀ.) Ἐμ. Ζωγραφάκη γιά τή συμφωνία του νά χρησιμοποιηθοῦν ἀρκετά ἀπό τά ἐπιτυχημένα σχήματα ἀπό τό βιβλίο του.

Ὁ συγγραφέας

ΜΕΡΟΣ ΠΡΩΤΟ

ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΑΠΟ ΤΗ ΘΕΩΡΙΑ ΤΟΥ ΠΛΟΙΟΥ

ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΠΡΩΤΟ

ΑΠΟΣΤΟΛΗ – ΓΕΝΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΠΛΟΙΩΝ ΚΙΝΔΥΝΟΙ ΚΑΙ ΠΡΟΣΤΑΣΙΑ

1.1 Πλοία και πλωτά ναυπηγήματα.

Οι διάφορες πλωτές κατασκευές μπορούν γενικά να διακριθούν σε πλοία και πλωτά ναυπηγήματα. Η διάκριση μεταξύ των δύο δεν είναι σαφής. Στα επόμενα ή θεωρήσει μια πλωτή κατασκευή ως πλωτό ναυπηγήματος ή πλοίου θα βασισθεί αποκλειστικά στην αυτοτέλεια κινήσεώς του. Ειδικότερα θα θεωρήσουμε ότι πλοίο είναι κάθε πλωτή κατασκευή που έχει δικό της σύστημα προώσεως. Αντίθετα όλα τα υπόλοιπα μη αυτοπροωθούμενα κατασκευάσματα θα θεωρηθούν ως πλωτά ναυπηγήματα.

Σύμφωνα με τον παραπάνω ορισμό πλοία είναι τα φορτηγά, τα πολεμικά και οι αυτοπροωθούμενες φορτηγίδες. Πλωτά ναυπηγήματα είναι οι ρυμουλκούμενες φορτηγίδες, τα πλωτά γεωτρύπανα και οι σημαντήρες.

1.2 Αποστολή του πλοίου.

Η γενική αποστολή των πλοίων είναι ή μεταφορά εμπορευμάτων, επιβατών ή του εξοπλισμού τους από τόπο σε τόπο διαμέσου υδάτινου δρομολογίου. Ο ορισμός αυτός είναι αρκετά γενικός και καλύπτει τόσο τα εμπορικά πλοία (φορτηγά και επιβατικά) όσο και τα πολεμικά, καθώς επίσης και τα πλωτά μηχανήματα.

Πράγματι ένα πολεμικό πλοίο δεν είναι τίποτε άλλο παρά ένας φορέας (πλατφόρμα) μεταφοράς των όπλων του όπως και ένα πλωτό μηχανήμα (πλωτός γερανός ή βυθοκόρος) είναι πάλι μία πλατφόρμα μεταφοράς του αντίστοιχου μηχανήματος.

Η ειδική αποστολή ενός πλοίου περιγράφει τη συγκεκριμένη ανάγκη που πρόκειται να καλύψει και πιθανόν να μεταβληθεί κατά τη διάρκεια του χρόνου ζωής του πλοίου, ως αποτέλεσμα πιθανής μεταβολής των συνθηκών και μεθόδων της εκμεταλλεύσεώς του.

Κάθε πλοίο είναι σχεδιασμένο έτσι, ώστε να μπορεί να πραγματοποιεί με τη μεγαλύτερη δυνατή αποδοτικότητα την αποστολή του. Γι' αυτό άλλωστε υπάρχει και τόσο ποικιλία στη μορφή των πλοίων. Αυτό όμως δεν αποκλείει καθόλου το ένδεχο να το πλοίο κατά τη διάρκεια της ζωής του να χρησιμοποιηθεί και σε δραστηριότητες που αποκλίνουν από την αρχική αποστολή του, αλλά όχι με την αρχική αποδοτικότητα. Έξάλλου δεν αποκλείεται ένα πλοίο να έχει, από την αρχική του σχεδίαση, περισσότερες από μία αποστολές.

Στην περίπτωση αυτή ή κυριότερη αποστολή χαρακτηρίζεται ως *πρωτεύουσα*, ενώ οι υπόλοιπες ως *δευτερεύουσες*.

1.3 Γενικά χαρακτηριστικά πλοίων.

1.3.1 Έπιχειρησιακά χαρακτηριστικά.

Τά στοιχεία του πλοίου που σχετίζονται με την έκμετάλλευσή του ονομάζονται **έπιχειρησιακά χαρακτηριστικά**.

Συνοπτικά τά έπιχειρησιακά χαρακτηριστικά ενός πλοίου είναι:

- α) Πρωτεύουσα άποστολή.
- β) Δευτερεύουσα άποστολή.
- γ) Ίκανότητες που περιλαμβάνουν τά παρακάτω:
 - **Ταχύτητα (μεγίστη και ύπηρεσιακή)** σε προκαθορισμένες καταστάσεις φορτώσεως.
 - **Φορτίο**, δηλαδή είδος και ποσότητα του φορτίου που θά μεταφέρει τό πλοίο.
 - **Άκτίνα ένέργειας**, που είναι ή απόσταση που μπορεί νά διανύσει τό πλοίο με προκαθορισμένη ταχύτητα χωρίς νά χρειασθεΐ άνεφοδιασμό σε καύσιμα.
 - **Άύτονομία**, που είναι ο χρόνος που μπορεί νά παραμείνει τό πλοίο μακριά από τό λιμάνι, χωρίς νά χρειασθεΐ άνεφοδιασμό.
- δ) Περιοχή λειτουργίας μέσα στην όποια θά χρησιμοποιηθεΐ τό πλοίο.
- ε) Διαστάσεις σε συνάρτηση με την περιοχή λειτουργίας (προσέγγιση του πλοίου σε συγκεκριμένα λιμάνια, περιορισμοΐ ναυτιλιακής φύσεως, όπως είναι ή διέλευση του πλοίου από στενά ή άβαθή).
- στ) Εΐδικοί νομικοί περιορισμοΐ, όπως είναι ή σχεδίαση, ή κατασκευή, ή χρησιμοποίηση με βάση κανονισμούς ενός συγκεκριμένου νηογνώμονα ή ή ικανοποίηση συγκεκριμένων κανονισμών ασφάλειας.
- ζ) Έθνικότητα (σημαΐα), που καθορίζει σε γενικές γραμμές τό νομικό πλαίσιο μέσα στο όποιο θά πρέπει νά κατασκευασθεΐ και νά χρησιμοποιηθεΐ ένα πλοίο.

1.3.2 Τεχνικά χαρακτηριστικά του πλοίου – Σχεδίαση.

Μέ βάση τά έπιχειρησιακά χαρακτηριστικά του πλοίου καθορίζονται και τά τεχνικά χαρακτηριστικά του.

Σχεδίαση του πλοίου λέγεται ο καθορισμός των τεχνικών χαρακτηριστικών του, ώστε αυτό νά έχει τά έπιθυμητά έπιχειρησιακά χαρακτηριστικά και νά μπορεί νά πραγματοποιήσει την άποστολή του με τον καλύτερο τρόπο.

1.4 Κίνδυνοι και προστασία.

Τό πλοίο ως κατασκευή με εΐδικό προορισμό, που κινείται σε περιβάλλον έντονα έπηρεαζόμενο από τίς καιρικές συνθήκες, αντιμετωπίζει κινδύνους, οι σπουδαιότεροι από τους όποιους είναι:

- Σύγκρουση με άλλο πλοίο.
- Προσάραξη ή πρόσκρουση στην ξηρά.
- Άνατροπή.
- Διαρροή και άνατροπή ή βύθιση.
- Πυρκαΐά.

- Έκρηξη.
- Θραύση λόγω ανεπάρκειας άντοχης.

Όπως είναι φανερό θά πρέπει νά ληφθοῦν προσεκτικά μέτρα, ὥστε νά μειωθοῦν στό ἐλάχιστο, τόσο οἱ κίνδυνοι νά συμβεῖ ἀτύχημα ὅσο καί οἱ ἐπιπτώσεις στήν περίπτωση πού θά συμβεῖ. Στήν περίπτωση αὐτή στόχος θά πρέπει νά εἶναι καταρχήν ἡ προστασία τῶν ἐπιβατῶν καί τοῦ πληρώματος καί στή συνέχεια ἡ διάσωση τοῦ πλοίου καί τοῦ φορτίου του.

Λόγω τῆς σοβαρότητας τῶν ναυτικῶν ἀτυχημάτων, τά θέματα τῆς ἀσφάλειας τῶν πλοίων δέν καλύπτονται μόνο μέσα στά στενά πλαίσια τοῦ πλοιοκτήτη ἢ τοῦ μελετητή. Τό σύνολο τῶν θεμάτων ἀσφάλειας καλύπτεται ἀπό κανονισμούς, ὅπως εἶναι οἱ νομοθετημένοι κανονισμοί τῆς χώρας Ἐθνικότητας τοῦ πλοίου ἢ οἱ κανονισμοί τοῦ Νηογνώμονα καί μερικές φορές τῶν χωρῶν σέ λιμάνια τῶν ὁποίων προσεγγίζει τό πλοῖο.

Οἱ παραπάνω κανονισμοί, πού εἶναι νομικά καί τεχνικά κείμενα, ἔχουν πολύ σημαντική ἐπίπτωση στή διαμόρφωση τῶν τεχνικῶν χαρακτηριστικῶν (σχεδίαση) τοῦ πλοίου.



ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΔΕΥΤΕΡΟ

ΚΑΤΑΤΑΞΗ

2.1 Γενική κατάταξη πλοίων.

Τά πλοία μπορούν να καταταγούν ανάλογα με τα χαρακτηριστικά τους με διάφορους τρόπους. Οί πιά συνηθισμένοι τρόποι κατατάξεως είναι:

- **Άνάλογα με τό ύλικό κατασκευής**, σέ ξύλινα, πλαστικά, χαλύβδινα, μικτής κατασκευής, πλοία από τσιμέντο κλπ.
- **Άνάλογα μέτό είδος τής προώσεώς τους**, σέ Ιστιοφόρα, άτμοκίνητα (μέ παλινδρομικές μηχανές ή άτμοστροβίλους), δηζελοκίνητα, πλοία κινούμενα μέ πυρηνική ένέργεια ή μέ άεριοστρόβιλο, πλοία μικτής προώσεως, όπως είναι ό συνδυασμός άεριοστροβίλου καί μηχανής Diesel κλπ.
- **Άνάλογα μέ τήν περιοχή λειτουργίας**.

Τά ταξίδια πού πραγματοποιοιοούν τά πλοία διακρίνονται σέ:

- Διεθνή μεγάλης άποστάσεως.
- Διεθνή μικρής άποστάσεως.
- Ταξίδια άκτοπλοίας.
- Ταξίδια μικρής άκτοπλοίας.
- Ταξίδια περιορισμένης έκτάσεως.
- Τοπικά ταξίδια.

Άνάλογα μέ τό ταξίδι πού πραγματοποιοιοούν μπορούν να χαρακτηρισθοούν καί τά πλοία π.χ. μικρής άκτοπλοίας.

2.2 Κατάταξη πλοίων ανάλογα μέ τόν προορισμό (Είδική κατάταξη).

Ή πιά όρθολογιστική κατάταξη τών πλοίων είναι μέ βάση τόν προορισμό τους. Γενικά μπορούμε να κατατάξομε τά πλοία σέ πολεμικά, έμπορικά καί πλοία άναψυχής.

2.2.1 Πολεμικά πλοία.

Διακρίνονται σέ:

- **Πλοία μάχης**.

Σ' αυτά περιλαμβάνονται τά άεροπλανοφόρα, καταδρομικά, άντιτορπιλλικά, φρεγάτες, κορβέτες, πυραυλάκατοι, τορπιλλάκατοι, άρματαγωγά, όχηματαγωγά, άποβατικά, περιπολικά, ναρκαλιευτικά, ναρκοθέτιδες καί ύποβρύχια.

– **Βοηθητικά.**

Όπως είναι τὰ πετρελαιοφόρα, πλωτά συνεργεία, συνοδά (Tenders) πυραυλάκτων, τορπιλλακάτων καί ύποβρυχίων, ρυμουλκά, μεταγωγικά καί πλωτά νοσοκομεία. Στήν κατηγορία αὐτή περιλαμβάνονται ἐπίσης καί πλοῖα πού δέ χρησιμοποιοῦνται γιά πολεμικούς σκοπούς, ἐλέγχονται ὁμως ἀπό τό Πολεμικό Ναυτικό, ὅπως εἶναι τὰ πλοῖα φάρων, τὰ ὑδρογραφικά πλοῖα, τὰ ρυμουλκά καί ἄλλα.

2.2.2 Ἐμπορικά πλοῖα.

Διακρίνονται σέ:

– **Φορηγά πλοῖα.**

Στήν κατηγορία αὐτή ἀνήκουν τὰ πλοῖα γενικοῦ ἢ ξηροῦ φορτίου, ὑγροῦ ἢ στερεοῦ φορτίου χύδην, ψυγεῖα, πλοῖα μεταφορᾶς αὐτοκινήτων, πλοῖα μεταφορᾶς ἐμπορευματοκιβωτίων (Containers) καί ἄλλα.

– **Ἐπιβατικά πλοῖα.**

Σ' αὐτά περιλαμβάνονται τὰ ἐπιβατικά, τὰ ἐπιβατικά-ὄχηματαγωγά καί τὰ κρουαζιερόπλοια.

– **Πλοῖα εἰδικοῦ προορισμοῦ.**

Όπως εἶναι τὰ ἀλιευτικά, πλοῖα ἐναποθέσεως καλωδίων, ἐκπαιδευτικά, ναυαγσωστικά, παγοθραυστικά, ρυμουλκά καί ἄλλα.

Στήν παραπάνω κατάταξη δέν ἔχουν συμπεριληφθεῖ τὰ ἀερόστρωμα ὀχήματα (Hovercrafts) τὰ ὁποῖα χρησιμοποιοῦνται σέ πολύ περιορισμένη ἔκταση τόσο ὡς φορηγά ὡς καί ὡς ἐπιβατικά καί τὰ ὑδροπτέρυγα (Hydrofoils) τὰ ὁποῖα χρησιμοποιοῦνται κυρίως ὡς ἐπιβατικά.

2.2.3 Φορηγά πλοῖα.

α) Πλοῖα γενικοῦ ἢ ξηροῦ φορτίου.

Μία γενική κατάταξη τῶν φορηγῶν πλοίων, ἀνάλογα μέ τόν τρόπο ἐκμεταλλεύσεώς τους, εἶναι σέ πλοῖα τακτικῶν γραμμῶν (Cargo Liners) καί σέ ἐλεύθερα φορηγά (Tramps). Τά πρῶτα ἐκτελοῦν τακτικά δρομολόγια, ἐνῶ τὰ δεῦτερα παραλαμβάνουν φορτίο ἀπό ὁποιοδήποτε λιμάνι καί τό μεταφέρουν σέ ὁποιοδήποτε ἄλλο.

Ἄν καί τὰ πλοῖα γενικοῦ ἢ ξηροῦ φορτίου ἀνήκουν συνήθως στήν κατηγορία τῶν πλοίων τακτικῆς γραμμῆς, τὰ τελευταῖα χρόνια χρησιμοποιοῦνται καί ὡς ἐλεύθερα φορηγά.

Ξηρά ἢ γενικά φορτία θεωροῦνται κατά κύριο λόγο τὰ βιομηχανικά καί βιοτεχνικά εἶδη καί τὰ εἶδη διατροφῆς, ἀλλά συχνά καί οἱ γεωργικές καί ὀρυκτές πρῶτες ὕλες.

Τά βασικά χαρακτηριστικά τῶν κλασσικῶν Cargo Liners εἶναι:

- **Deadweight** 20.000 τόννοι περίπου.
- **Ταχύτητα** μεταξύ 15 καί 20 κόμβων.
- **Σύστημα προώσεως** συνήθως δηζελοκίνητα.
- **Διαμόρφωση κύτους.** Μεγάλα κύτη μέ μεγάλα ἀνοίγματα, ὥστε νά καλύπτονται οἱ ἀπαιτήσεις τοῦ μικροῦ συντελεστή στοιβασίας τῶν γενικῶν φορτίων.
- **Αὐτάρκεια** σέ μέσα φορτοεκφορτώσεως.

Εἰδικοί ἐξελιγμένοι τύποι πλοίων τακτικῶν γραμμῶν εἶναι:

1. Τά πλοία μεταφοράς εμπορευματοκιβωτίων (Containers).

Πού τό μέγεθος τους φθάνει μέχρι 40.000 τόννους Deadweight καί ή ταχύτητά τους μέχρι καί 30 κόμβους.

2. Τά πλοία Roll-on/Roll-off.

Πού χρησιμοποιούνται γιά τή μεταφορά εμπορευματοκιβωτίων σέ τροχούς.

3. Τά πλοία μεταφοράς φορτίου σέ φορηγίδες.

“Όπως είναι τά τύπου Lash (Lighter Aboard Ship).

4. Τά άμιγή φορηγά όχηματαγωγά.

Πού χρησιμοποιούνται γιά μεταφορά φορτωμένων φορηγών αυτοκινήτων.

β) Πλοία μεταφοράς ύγρων φορτίων.

Στήν κατηγορία αυτή άνήκουν κυρίως τά δεξαμενόπλοια (Tankers) αλλά καί τά πρόσφατα κατασκευαζόμενα πλοία μεταφοράς ύγροποιημένων άερίων (Liquified Natural Gases, LNG). Τά δεξαμενόπλοια διακρίνονται σέ πλοία πού μεταφέρουν βαρύ πετρέλαιο (Crude Oil) καί σέ πλοία μεταφοράς προϊόντων του πετρελαίου (**Product Carriers**). Μιά βασική διαφορά στόν τομέα έκμεταλλεύσεως του δεξαμενοπλοίου από τό φορηγό πλοίο είναι ότι τό πρώτο επιστρέφει πάντοτε στό λιμάνι φορτώσεως κενό. Τό γεγονός αυτό έχει οδηγήσει στή σχεδίαση των δεξαμενοπλοίων έτσι, ώστε νά εξασφαλίζεται ή δυνατότητα φορτώσεως καί άλλων φορτίων χύδην (κυρίως στό ταξίδι επιστροφής). Τέτοια πλοία είναι τά πλοία μεταφοράς μεταλλεύματος/πετρελαίου (Ore/Oil Carriers) καί τά πλοία μεταφοράς μεταλλεύματος/φορτίου χύδην/πετρελαίου (Ore/Bulk/Oil Carriers, OBO'S).

Μιά σχεδιαστική ιδιομορφία των δεξαμενοπλοίων, πού άργότερα ίσχυσε καί σέ άλλους τύπους πλοίων, είναι ή έγκατάσταση του μηχανοστασίου στήν πρύμνη, άπαραίτητη κυρίως γιά τή μή διακοπή τής συνέχειας των δεξαμενών καί γιά τήν άπλούστευση των δικτύων πετρελαίου.

Άλλα ειδικά προβλήματα των πετρελαιοφόρων είναι προβλήματα ευστάθειας, λόγω τής ύπάρξεως έλευθέρων επιφανειών στίς δεξαμενές, ρυπάνσεως του περιβάλλοντος σέ περίπτωση διαρροής πετρελαίου, θερμάνσεως των δεξαμενών γιά νά είναι δυνατή ή εύκολότερη άντληση του πετρελαίου καί άντοχής καί έλικτικότητας πού είναι κυρίως άποτέλεσμα του μεγάλου μεγέθους των πλοίων αυτού του τύπου.

Ή οικονομική εκμετάλλευση των δεξαμενοπλοίων οδηγήσε, τήν περασμένη δεκαετία, στήν κατασκευή πλοίων πολύ μεγάλου μεγέθους, τά Super Tankers, μέ Deadweight τής τάξεως του μισού έκατομμυρίου τόννων. Αυτό δημιούργησε μία ύπερπροσφορά μεταφορικής Ικανότητας πού σέ συνδυασμό μέ τήν άλματώδη αύξηση τής τιμής του πετρελαίου επέφερε έλάττωση τής ζήτησεως καί διακοπή τής κατασκευής πετρελαιοφόρων μεγάλου μεγέθους.

Τά σύγχρονα δεξαμενόπλοια έχουν Deadweight μεταξύ 60.000 καί 250.000 τόννων αλλά ύπάρχει καί σημαντικός αριθμός άκόμη μεγαλύτερων πλοίων. Ή ταχύτητα των δεξαμενοπλοίων κυμαίνεται μεταξύ 14 καί 16 κόμβων ένώ ή πρόωση τους έπιτυγχάνεται συνήθως μέ μηχανή Diesel αλλά μερικές φορές καί μέ άτμοστρόβιλο.

Τά πλοία μεταφοράς προϊόντων πετρελαίου είναι μικρότερα σέ μέγεθος καί ἔχουν διάταξη πού ἐπιτρέπει τήν ταυτόχρονη μεταφορά πολλῶν τύπων προϊόντων πετρελαίου.

Τέλος τά πλοία μεταφοράς ὑγροποιημένων ἀερίων πού ὀνομάζονται LPG'S (Liquified Petroleum Gases) ὅταν μεταφέρουν ἀέρια πετρελαίου καί LNG'S (Liquified Natural Gases) ὅταν μεταφέρουν ὑγροποιημένα φυσικά ἀέρια, χαρακτηρίζονται ἀπό τήν ἀνάγκη ὑπάρξεως εἰδικῶν δεξαμενῶν μέ ἐπαρκή ἀντοχή, μόνωση καί εἰδικό σύστημα ψύξεως τοῦ περιεχόμενου ὑγροποιημένου φορτίου. Ἡ μεταφορά τοῦ φορτίου σέ ὑγροποιημένη κατάσταση γίνεται γιά νά ἀποφεύγεται ἡ αὔξηση τῆς πίεσεως του καί ἐπομένως ἡ ἀνάγκη αὔξησεως ὑπερβολικά τῆς ἀντοχῆς τῶν ἀντιστοίχων δεξαμενῶν.

γ) Πλοία μεταφοράς ὁμοειδῶν στερεῶν φορτίων ((Bulk Carriers).

Στήν κατηγορία αὐτή ἀνήκουν τά πλοία μεταφοράς ὁμοειδῶν φορτίων **χύδην** πού, ἀνάλογα μέ τό εἶδος τοῦ μεταφερόμενου φορτίου, χαρακτηρίζονται ὡς μεταλλευματοφόρα, πλοία μεταφοράς σιτηρῶν, πλοία μεταφοράς ἀνθρακα καί πλοία γενικῆς χρήσεως.

Ἡ σύγχρονη τάση στόν τομέα τῆς μεταφοράς ὁμοειδῶν φορτίων εἶναι ἡ κατασκευή τῶν γενικῆς χρήσεως πλοίων, δηλαδή πλοίων μέ χαρακτηριστικά τέτοια πού καθιστοῦν δυνατή τή μεταφορά ὁποιοῦδήποτε φορτίου **χύδην**, χωρίς νά εἶναι ἀπαραίτητες, κυρίως γιά λόγους εὐστάθειας, εἰδικές κατά περίπτωση ἐσωτερικές διαρρυθμίσεις τῶν κυτῶν. Τό Deadweight αὐτῶν τῶν πλοίων κυμαίνεται συνήθως μεταξύ 50.000 καί 80.000 τόννων καί ἡ ταχύτητά τους μεταξύ 16 καί 18 κόμβων.

δ) Πλοία-ψυγεῖα.

Εἶναι πλοία πού χρησιμοποιοῦνται γιά τή μεταφορά κρέατος, γαλακτοκομικῶν προϊόντων, ψαριῶν καί νωπῶν φρούτων καί διακρίνονται βασικά σέ πλοία μεταφοράς κρέατος καί πλοία μεταφοράς φρούτων.

Τά πλοία ψυγεῖα εἶναι μέσου Deadweight τῆς τάξεως τῶν 5.000 τόννων καί χαρακτηρίζονται ἀπό τό ὅτι τά κύτη τους εἶναι ἐξοπλισμένα μέ εἰδικά συστήματα ψύξεως καί ἐξαερισμοῦ.

Ἡ διατηρούμενη στά κύτη θερμοκρασία ἐξαρτᾶται ἀπό τά μεταφερόμενα φορτία. Ἀπό αὐτή (τή θερμοκρασία) ἐξαρτᾶται ὁ βαθμός θερμικῆς μονώσεως τῶν χώρων φορτίου.

Τά πλοία ψυγεῖα ἔχουν ὑψηλή ταχύτητα (πάνω ἀπό 18 κόμβους).

2.2.4 Ἐπιβατικά πλοία.

Ἐπιβατικά πλοία, σύμφωνα μέ τούς κανονισμούς, θεωροῦνται ἐκεῖνα πού μεταφέρουν πάνω ἀπό δώδεκα (12) ἐπιβάτες. Γενικά διακρίνονται σέ ἀποκλειστικά ἐπιβατικά πλοία, ἐπιβατικά-ὄχηματογωγά καί πλοία θαλάσσιου τουρισμοῦ (κρουαζιερόπλοια).

α) Ἀποκλειστικά ἐπιβατικά πλοία.

Τά πλοία αὐτά προορίζονται γιά τήν πραγματοποίηση τῆς θαλάσσιας συγκοινωνίας καί ὁ ρόλος τους ἔχει περιορισθεῖ σημαντικά ἀπό τήν τεράστια ἀνάπτυξη τῶν ἀεροπορικῶν συγκοινωνιῶν.

Είναι πλοία που χαρακτηρίζονται από σχετικά υψηλές ταχύτητες και από την ανάγκη υπέρβρεως χώρων και ξενοδοχειακού εξοπλισμού για μεγάλο αριθμό έπιβατών. Η σχεδίασή τους έχει αισθητά επηρεασθεί, όπως άλλωστε και των άλλων τύπων έπιβατικών πλοίων, από την ανάγκη ίκανοποιήσεως αυστηρών κανονισμών που σχετίζονται με την ασφάλεια των έπιβατών. Οι σπουδαιότεροι από αυτούς τους κανονισμούς είναι εκείνοι που καλύπτουν την πυρασφάλεια, τή στεγανή υποδιαίρεση και την ευστάθεια.

β) Έπιβατικά-όχηματαγωγά.

Είναι η πιο συνηθισμένη μορφή έπιβατικού πλοίου, που χρησιμοποιείται στις σύγχρονες Έλληνικές συγκοινωνίες.

Έκτός από τον ξενοδοχειακό εξοπλισμό και την υψηλή ταχύτητα διαθέτουν και ελεύθερα καταστρώματα για τή μεταφορά έπιβατικών και φορτηγών αυτοκινήτων. Τα καταστρώματα αυτά είναι ανοικτά, όταν πρόκειται για πλοία που έκτελούν δρομολόγια σε κλειστές περιοχές, και κλειστά για πιο άπομακρυσμένα δρομολόγια.

Ειδικά προβλήματα των έπιβατικών όχηματαγωγών είναι η ανάγκη προστασίας του χώρου όχημάτων από πυρκαϊά και η στερέωση των όχημάτων για τό ένδεχόμενο μετακινήσεώς τους σε θαλασσοταραχή.

γ) Πλοία θαλάσσιου τουρισμού (κρουαζιερόπλοια).

Τά πλοία αυτά έχουν τήν ίδια περίπου σχεδίαση με τά άποκλειστικώς έπιβατικά πλοία, με τή διαφορά ότι έχουν μεγαλύτερη πολυτέλεια, άνέσεις και έκτεταμένους χώρους ψυχαγωγίας.

2.2.5 Πλοία είδικού προορισμού.

Στήν κατηγορία αυτή ανήκουν πολλοί είδικοί τύποι έμπορικων πλοίων, οι σημαντικότεροι από τους όποιους είναι τά άλιευτικά και τά ρυμουλκά.

α) Άλιευτικά πλοία.

Τά άλιευτικά πλοία έχουν μήκος που κυμαίνεται από 30 ως και 100 m και συνήθως, έκτός από τον άλιευτικό εξοπλισμό έχουν και δυνατότητες καταψύξεως και άποθηκέυσεως του άλιεύματος.

Χακτηρίζονται από τήν ανάγκη έξοπλισμού τους με σύγχρονα όργανα έντοπισμού τής περιοχής που είναι κατάλληλη για άλιεία (βαθύμετρα-ραντάρ) και με μεγάλο μεγέθος βδροϋλκα, άποαίτητα για τήν άλιεία. Ειδικά έπιτυχημένα πλοία είναι εκείνα στά όποια η άλιεία γίνεται από τήν πρύμνη (Stern-Trawlers).

β) Ρυμουλκά-Ναυαγοσωστικά.

Είναι πλοία που χρησιμοποιούνται κοντά ή μέσα τό λιμάνι για έπιβοήθηση των χειρισμών άλλων πλοίων ή στήν άνοικτή θάλασσα για παροχή βοήθειας σε πλοία που άντιμετωπίζουν δυσχέρειες. Τά ναυαγοσωστικά (σε σχέση με τά ρυμουλκά) έχουν και άλλα συστήματα, όπως πυροσβεστικά μέσα, άντλίες για άντληση νερού, άεροσυμπιεστές κλπ. που καλύπτουν κυρίως τίσ άνάγκες άποροχής βοήθειας σε πλοία που κινδυνεύουν.

Η πιο σημαντική κατασκευαστική ίδιομορφία των ρυμουλκων είναι ότι πρέπει να έχουν πολύ καλή ευστάθεια και δυνατότητα είτε να ταξιδεύουν ελεύθερα με μεγάλη σχετικά ταχύτητα (τής τάξεως των 12 κόμβων) είτε να μπορούν να δημιουργούν μεγάλη ώση ή έλξη σε μικρή ταχύτητα.

Αυτό δημιουργεί ειδικές απαιτήσεις στο σύστημα προώσεως και στη σχεδίαση της έλικάς τους.

2.2.6 Ειδικοί τύποι πλοίων.

Στήν κατηγορία αυτή θά περιγράψομε συνοπτικά τὰ αερόστρωμνα και τὰ υδροπτέρυγα σκάφη.

α) 'Αερόστρωμνα όχήματα (Hovercraft).

Τὰ αερόστρωμνα όχήματα κινούνται πάνω σέ στρώμα άέρα πού δημιουργείται από ειδικούς άνεμιστήρες. Για τή δημιουργία αυτού του στρώματος γύρω από τό πλοίο ύπάρχει ένα ειδικό παραπέτασμα.

Η κίνηση του πλοίου πάνω σέ στρώμα από άέρα παρέχει τή δυνατότητα αύξήσεως τής ταχύτητας (μέχρι και 80 κόμβοι) χωρίς τήν άνάγκη ύπερβολικής αύξήσεως τής Ιπποδυνάμεως. Τό παραπέτασμα μπορεί νά είναι κατασκευασμένο χωρίς δυνατότητα παραμορφώσεως ή νά είναι εύκαμπτο. Όταν ύπάρχει εύκαμπτο παραπέτασμα είναι δυνατόν τό όχημα νά ταξιδεύει και σέ όμαλή παραλία (πού έχει μικρές έξάρσεις). Τότε τό όχημα λέγεται **άμφίβιο**.

Τὰ αερόστρωμνα όχήματα χρησιμοποιούνται κυρίως για τή μεταφορά έπιβατών. Πρόσφατα όμως μελετάται ή χρήση τους και για τή μεταφορά φορτίων σέ περιπτώσεις όπου ή ύψηλή ταχύτητα τής μεταφοράς άποτελεί σπουδαίο πλεονέκτημα έκμεταλλεύσεως.

β) 'Υδροπτέρυγα (Hydrofoils).

Είναι πλοία των όποιων ή στήριξη δέ βασίζεται στην άντωση αλλά σέ υδροδυναμικής προελεύσεως δυνάμεις. Οι δυνάμεις αυτές δημιουργούνται από ειδικές πτέρυγες πού είναι βυθισμένες στο νερό. Έτσι ή γάστρα του πλοίου βγαίνει έξω από τό νερό, ή αντίσταση έλαττώνεται και έπομένως είναι δυνατή ή άνάπτυξη μεγάλης ταχύτητας μέ μικρή Ισχύ μηχανών.

Τὰ υδροπτέρυγα σκάφη χωρίζονται σέ δύο μεγάλες κατηγορίες:

- Σέ πλοία μέ πτέρυγες πού διαπερνούν τήν έπιφάνεια (Surface Piercing Foils).
- Σέ πλοία μέ πλήρως βυθισμένες πτέρυγες (Fully Submerged Foils).

Αυτά πού χρησιμοποιούνται συνήθως, σήμερα σέ έμπορικές έφαρμογές άνήκουν στην πρώτη κατηγορία, γιατί είναι απλούστερα και φθηνότερα.

Τὰ υδροπτέρυγα τής δεύτερης κατηγορίας έχουν σοβαρά πλεονεκτήματα, τό κυριότερο από τά όποια είναι ότι δέν έπηρέάζονται αισθητά από τόν κυματισμό.

Τό μειονέκτημά τους είναι ότι χρειάζονται ειδικά συστήματα έλέγχου και γι' αυτό είναι πολύ δαπανηρά στην κατασκευή και τή συντήρησή τους.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΤΡΙΤΟ

ΟΝΟΜΑΤΟΛΟΓΙΑ – ΔΙΑΣΤΑΣΕΙΣ ΠΛΟΙΩΝ

3.1 Γενικά.

Στή σχεδίαση, κατασκευή και έκμετάλλευση του πλοίου χρησιμοποιούνται ειδικοί όροι και ονόματα για τὰ διάφορα στοιχεία ή χώρους. Επίσης, εξαιτίας του ειδικού σχήματος του πλοίου, υπάρχει ένας αυστηρά καθορισμένος τρόπος με τον οποίο πρέπει νά μετράμε τὶς διαστάσεις του. Ἡ ὀρθή και μέ ἀκρίβεια μέτρηση τῶν διαστάσεων ἑνός πλοίου ἔχει ἰδιαίτερα πρακτική σημασία, γιατί πολλά στοιχεία πού ἀφοροῦν τῇ χρησιμοποίησὶ του και προκύπτουν ἀπὸ νομοθετημένους κανονισμούς, βρίσκονται συχνά σέ συνάρτηση μέ τὶς διαστάσεις του. Στό παρακάτω κεφάλαιο ἔχουν συμπεριληφθεῖ ἀλφαβητικά τὰ σημαντικότερα στοιχεία τῆς ονοματολογίας τοῦ πλοίου. Εἰδικοί ὀροι πού ἀναφέρονται σέ στοιχεία τῆς μεταλλικῆς κατασκευῆς τοῦ πλοίου δέν περιλαμβάνονται ἐδῶ, ἀλλά ἐπεξηγοῦνται στό εἰδικό γιά τήν κατασκευή κεφάλαιο.

3.2 Ὀνοματολογία – Διαστάσεις.

Σέ ἀρκετούς ἀπὸ τούς παρακάτω ὀρισμούς χρησιμοποιοῦμε (σέ συσχέτισμό μέ τό περίβλημα τοῦ πλοίου) μιὰ ἰδεατή ἐπιφάνεια πού ὀνομάζουμε **ἐπιφάνεια ἀναφορᾶς** (molded surface).

Τό σχέδιο γραμμῶν τοῦ πλοίου, ὅπως θά δοῦμε στά ἐπόμενα, ἀπεικονίζει τήν ἐπιφάνεια ἀναφορᾶς τοῦ πλοίου σέ διάφορες ὀψεις. Τά **μεγέθη ἀναφορᾶς**, ὅπως τό μήκος ἢ τό πλάτος, ὀρίζονται πάντοτε μέ βάση τήν ἐπιφάνεια ἀναφορᾶς τοῦ πλοίου. Ἡ ἐπιφάνεια αὐτή ὀρίζεται, στά μεταλλικά πλοία, ἀπὸ τήν ἐξωτερική ἐπιφάνεια τῶν νομέων κατασκευῆς, ἐνῶ στά ξύλινα, ἀπὸ τήν ἐξωτερική ἐπιφάνεια τοῦ περιβλήματος.

1. Ἀκροπρυμναῖα στηρίγματα ἄξονα.

Εἶναι τὰ στηρίγματα τῶν ἐλικοφόρων ἄξόνων τοῦ πλοίου τὰ ὁποῖα συνοδεύονται ἀπὸ εἰδική τοπική διαμόρφωση τῶν ὑφάλων στό σημείο πού ὁ ἄξονας διαπερνᾷ τό σκάφος (bossings). Στήν περίπτωση πού ἡ μορφή τοῦ πλοίου ἐπιβάλλει, ὥστε οἱ ἐλικοφόροι ἄξονες νά ἔχουν μεγάλο μήκος ἔξω ἀπὸ τό πλοίο, ὑπάρχουν και ἄλλα στηρίγματα (τοῦ τμήματος τοῦ ἄξονα πού βρίσκεται μέσα στό νερό) πού λέγονται ἔδρανα V και Ω (struts).

2. Ἀντλιοστάσιο (Pump-room).

Εἶναι ὁ χώρος τοῦ δεξαμενοπλοίου μέσα στόν ὁποῖο ὑπάρχουν οἱ ἀντλίες γιά τήν μετάγγιση και γιά τήν ἐκφόρτωση τοῦ φορτίου.

3. **Άφορτο πλοίο (Light ship).**

Τό βάρος του πλοίου όπως παραδίνεται από τό ναυπηγείο μέ δλη τήν κατασκευή του συμπληρωμένη καί μέ ύγρά στήν κανονική στάθμη λειτουργίας στους λέβητες, στίς μηχανές καί στά μηχανήματα, αλλά *χωρίς* πλήρωμα, έφόδια, πετρέλαιο, λάδι λιπάνσεως, πόσιμο καί τροφοδοτικό νερό καί φορτίο. Έκφράζεται σέ μετρικούς ή άγγλικούς τόννους.

4. **Άφορτη ίσαλος (Light waterline, LWL).**

Ή ίσαλος στήν όποία πλέει τό άφορτο πλοίο.

5. **Βασική γραμμή άναφοράς (Base Line).**

Στό σχέδιο γραμμών του πλοίου βασική γραμμή είναι ή ευθεία πού προκύπτει από τήν προβολή του βασικού επιπέδου άναφοράς (βλέπε άριθμό 6) πάνω στό διάμηκες επίπεδο συμμετρίας (βλέπε άριθμό 21) ή πάνω σέ ένα επίπεδο κάθετο πρός αυτό, όπως είναι τό επίπεδο όποιασδήποτε εγκάρσιας τομής (σχ. 3.2α).

6. **Βασικό επίπεδο άναφοράς.**

Είναι επίπεδο άναφοράς γιά κατακόρυφες μετρήσεις, όπως π.χ. τό βύθισμα, πού στίς περισσότερες περιπτώσεις εφάπτεται στήν επάνω όψη του έλάσματος τής επίπεδης τρόπιδας.

7. **Βοηθητικοί χώροι (Auxiliary Spaces).**

Χώροι του πλοίου πού δέν είναι άπόλυτα ζωτικοί γιά τήν έκπλήρωση τής άποστολής του.

8. **Βρεχόμενη επιφάνεια (Wetted Surface).**

Είναι ή επιφάνεια του τμήματος του πλοίου πού βρίσκεται σέ έπαφή μέ τό νερό (κατάσταση ήρεμίας). Έκφράζεται σέ τετραγωνικά μέτρα ή τετραγωνικά πόδια καί μεταβάλλεται όταν μεταβάλλονται τά βυθίσματα του πλοίου.

9. **Βύθισμα (Draft).**

Ή άπόσταση μεταξύ του βασικού επιπέδου άναφοράς καί μιās Ισάλου (σχ. 3.2α). Μετρεϊται κάθετα πρός τό βασικό επίπεδο άναφοράς καί έκφράζεται σέ μέτρα ή πόδια.

10. **Βύθισμα άναφοράς (Moulded Draft).**

Τό βύθισμα πού άντιστοιχεί στήν ίσαλο σχεδιάσεως του πλοίου (βλέπε παρακάτω άριθμό 34).

11. **Βύθισμα μέσο (Mean Draft).**

Τό βύθισμα πού μετρεϊται στό μέσο τής άποστάσεως άνάμεσα στίς καθέτους. Άν τό πλοίο δέν έχει ύποστεί κάμψη, είναι ίσο μέ τό ήμιάθροισμα πρωραίου καί πρυμναίου βυθίσματος.

12. **Βύθισμα πρυμναίο (Aft Draft).**

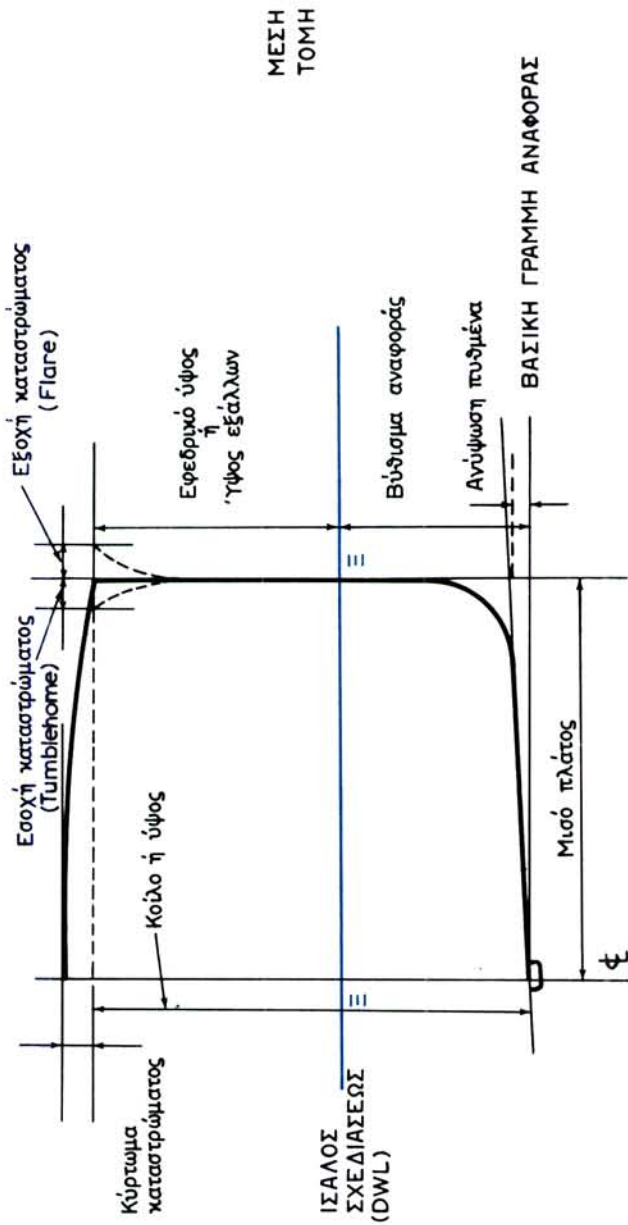
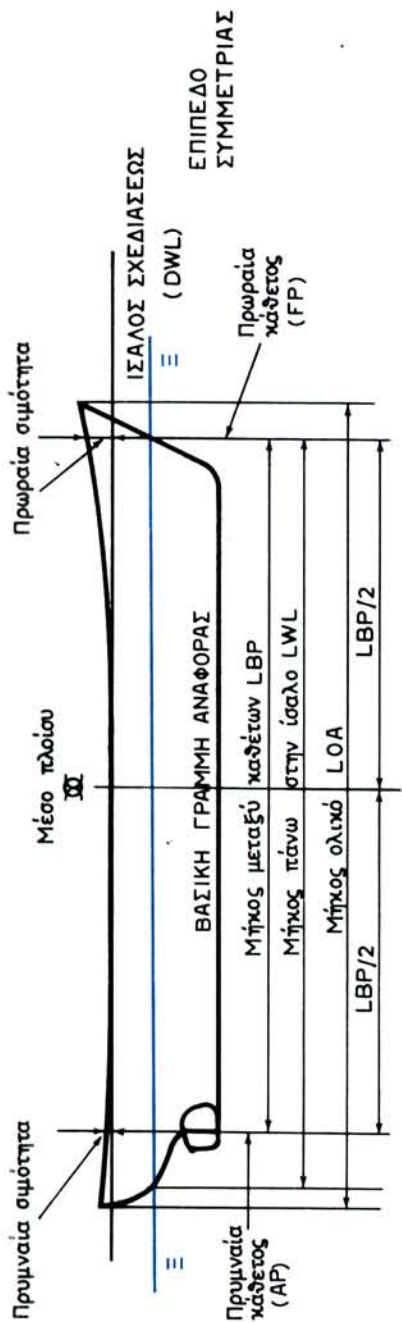
Τό βύθισμα πού μετρεϊται πάνω στήν πρυμναία κάθετο.

13. **Βύθισμα πρωραίο (Forward Draft).**

Τό βύθισμα πού μετρεϊται πάνω στήν πρωραία κάθετο.

14. **Γάστρα.**

Ό όγκος των ύφάλων του κυρίως σκάφους χωρίς νά περιλαμβάνονται οι διάφορες *προεξοχές*, όπως άξονες παρατροπίδια κλπ. πού βρίσκονται μέσα στό νερό. Στήν πράξη ό όρος γάστρα χρησιμοποιεϊται καί γιά νά έκφράσει τό τμήμα του πλοίου πού περιλαμβάνεται μεταξύ του περιβλήματος καί ενός συνε-



Σχ. 3.2α.
Όνοματολογία καί διαστάσεις πλοίου.

χοῦς ὑδατοστεγανοῦ καταστρώματος πού βρίσκεται ἔξω ἀπό τό νερό όταν τό πλοῖο βρίσκεται σέ ὀριζόντια θέση (Hull).

15. **Γόνατο (Chine).**

Εἶναι τό σημεῖο στό ὁποῖο διακόπτεται ἡ ὁμαλότητα τῆς καμπύλης μιᾶς ἐγκάρσιας τομῆς (σχ. 3.2β).

16. **Γραμμή φορτώσεως (Loadline).**

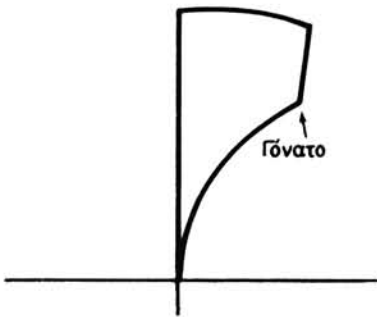
Ἕνα εἰδικό σημεῖο πού χαράσσεται στίς πλευρές τοῦ πλοίου καί δείχνει τό μέγιστο σημεῖο πού ἐπιτρέπεται νά φθάσει ἡ ἴσαλος σύμφωνα μέ τίς ἀπαιτήσεις τῶν κανονισμῶν.

17. **Δεξαμενές (Tanks).**

Χῶροι τοῦ πλοίου μέ προορισμό καί ἐξοπλισμό πού ἐπιτρέπει τήν ἀποθήκευση ὑγρῶν (νερό, πετρέλαιο ἢ λάδι λιπάνσεως).

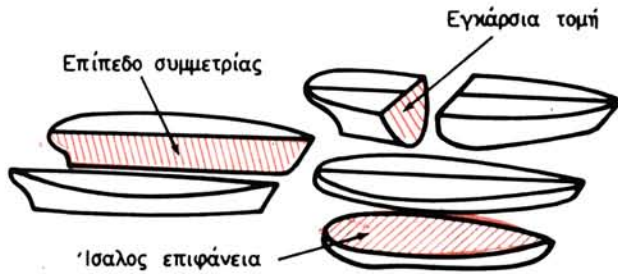
18. **Δεξαμενές φορτίου (Cargo Tanks).**

Δεξαμενές γιά τή μεταφορά φορτίου σέ δεξαμενόπλοια (πετρελαιοφόρα, ὑδροφόρες κλπ.).



Σχ. 3.2β.

Γόνατο ἐγκάρσιας τομῆς.



Σχ. 3.2γ.

Χαρακτηριστικές τομές πλοίου.

19. **Δεξαμενές ζυγοσταθμίσεως (Ballast Tanks).**

Δεξαμενές πού χρησιμοποιοῦνται γιά τή ρύθμιση τοῦ μέσου βυθίσματος καί τῆς διαγωγῆς τοῦ πλοίου στίς διάφορες καταστάσεις φορτώσεως. Γιά τό σκοπό αὐτό οἱ δεξαμενές ζυγοσταθμίσεως ἄλλοτε γεμίζονται μέ θαλάσσιο νερό (ὑγρό ἔρμα) καί ἄλλοτε εἶναι κενές.

20. **Διαγωγή (Trim).**

Εἶναι ἡ διαφορά μεταξύ πρωραίου καί πρυμναίου βυθίσματος. Ὄταν τά βυθίσματα εἶναι ἴσα, λέμε τό πλοῖο εἶναι **ἰσοβύθιστο** (Evenkeel). Ὄταν τό πρυμναῖο βυθίσμα εἶναι μεγαλύτερο ἔχομε **διαγωγή πρὸς πρύμα** (Trim by stern) ἐνῶ ὅταν τό πρωραῖο εἶναι μεγαλύτερο **διαγωγή πρὸς πώρα** (trim by bow).

21. **Διάμηκες Ἐπίπεδο Συμμετρίας (Centerline Plane).**

Ἐπίπεδο κάθετο πρὸς τήν ἴσαλο πού περιέχει τή στείρα, τήν τροπίδα καί τό ποδόστημα. Χωρίζει τό πλοῖο σέ δύο τμήματα πού σέ συνήθη πλοῖα εἶναι ἐξωτερικά ὅμοια. Κοιτάζοντας ἀπό τήν πρύμνη πρὸς τήν πλώρη τά δύο αὐτά τμήματα τοῦ πλοίου χαρακτηρίζονται σάν δεξιό καί ἀριστερό τμήμα (σχ. 3.2γ).

22. **Διαστάσεις (Dimensions).**

Μεγέθη (μήκη) πού χαρακτηρίζουν πολύ χονδρικά τή μορφή καί τό μέγεθος

του πλοίου. Ἡ μέτρησή τους γίνεται μέ συγκεκριμένο τρόπο πού καθορίζεται στόν ὀρισμό τῆς κάθε διαστάσεως.

23. Ἐκτόπισμα (*Displacement*).

Εἶναι τό βάρος τοῦ νεροῦ (σέ μετρικούς ἢ ἀγγλικούς τόννους) πού ἐκτοπίζουν τά ὑφαλα τοῦ πλοίου. Εἶναι ἴσο μέ τό βάρος τοῦ πλοίου.

24. Ἐκτόπισμα ἄφορτο (*Light Ship Displacement*).

Τό ἐκτόπισμα τοῦ ἀφορτου πλοίου.

25. Ἐκτόπισμα ἔμφορτο (*Full Load Displacement*).

Τό ἐκτόπισμα τοῦ πλοίου ὅταν πλέει στό μεγαλύτερο βύθισμα πού ἐπιτρέπεται.

26. Ἐνδιαιτήματα (*Living-Quarters*).

Χῶροι τοῦ πλοίου πού προορίζονται γιά τήν παραμονή τοῦ πληρώματος. Στά ἐπιβατικά πλοῖα ἔχομε καί ἐνδιαιτήματα ἐπιβατῶν (*Passenger Spaces*).

27. Ἐξάλα.

Τό μέρος τοῦ πλοίου πού βρίσκεται ἔξω ἀπό τό νερό.

28. Ἐξομάλυνση γραμμῶν πλοίου (*Lines Fairing*).

Διαδικασία (πρίν ἀπό τή κατασκευή τοῦ πλοίου) πού ἐξασφαλίζει τήν ὁμαλή μορφή τῶν ἐξωτερικῶν γραμμῶν καί τῶν ἐπιφανειῶν τοῦ σκάφους.

29. Ἐφεδρικό ὕψος ἢ ὕψος ἐξάλων (*Freeboard*).

Ἡ ἀπόσταση μεταξύ τῆς ἰσάλου καί μιᾶς γραμμῆς παράλληλης πρὸς αὐτήν πού φέρεται ἀπό τήν πλευρά τοῦ ἀνώτερου ὕδατοστεγανοῦ καταστρώματος στή θέση τῆς μέσης τομῆς (σχ. 3.2α).

30. Ἡλεκτροστάσιο (*Generator Room*).

Χῶρος μέσα στόν ὁποῖο εἶναι ἐγκαταστημένες οἱ γεννήτριες παραγωγῆς ἠλεκτρικῆς ἰσχύος. Μπορεῖ νά εἶναι ἀνεξάρτητο διαμέρισμα ἀλλά σέ μερικές περιπτώσεις καί κοινό μέ τό μηχανοστάσιο.

31. Θεωρητικοί νομεῖς (*Sections*).

Νοητές τομές τῆς ἐπιφάνειας ἀναφορᾶς τοῦ πλοίου μέ ἐγκάρσια (κάθετα πάνω στό διάμηκες) ἐπίπεδα πού δείχνονται στό σχέδιο γραμμῶν καί χρησιμοποιοῦνται γιά τήν παράσταση τῆς γεωμετρίας τοῦ περιβλήματος. Συνήθως βρίσκονται σέ ἰσοποστώσεις δηλαδή χωρίζουν τό πλοῖο σέ κομμάτια ἴσου μήκους.

32. Ἰσαλος (*Waterline*).

Ἡ τομή πού προκύπτει ἀπό τήν ἐπιφάνεια τῆς θάλασσας μέ τό πλοῖο (σχ. 3.2γ).

33. Ἰσαλος ἔμφορτη (*Load Waterline, LWL*).

Ἡ ἰσαλος πού ἀντιστοιχεῖ στό μέγιστο βύθισμα πού ἐπιτρέπεται νά πλέει τό πλοῖο.

34. Ἰσαλος Σχεδιάσεως (*Designed Waterline, DWL*).

Ἡ ἰσαλος στήν ὁποία, σύμφωνα μέ τίς ἐκτιμήσεις πού γίνονται κατά τή σχεδίαση τοῦ πλοίου, θά πλέει τό ἔμφορτο πλοῖο (σχ. 3.2α).

35. Ἰσαλος ζώνη.

Μιά περιοχή στό περίβλημα τοῦ πλοίου πού περιλαμβάνεται (περίπου) μεταξύ τῶν ἰσάλων πού ἀντιστοιχοῦν στό ἄφορτο καί τό (πλήρως) ἔμφορτο πλοῖο.

36. Ἰσχύο ἢ γοφός.

Τό τμήμα τῆς πλευρᾶς τοῦ πλοίου ἀνάμεσα στήν πρύμνη καί τό μέσο του.

37. **Κάθετοι (Perpendiculars).**

Κατακόρυφες γραμμές πού φέρονται από συγκεκριμένα σημεία τής πλήρης καί τής πρύμνης. Ειδικότερα ή κάθετος πού περνάει από τό σημείο τομής τής πλήρης καί τής Ισάλου σχεδιάσεως λέγεται **Πρωραία Κάθετος** (Forward Perpendicular, FP).

Έξάλλου ή **Πρυμναία Κάθετος** (After Perpendicular, AP) περνά από τό σημείο τομής τής Ισάλου σχεδιάσεως καί τής πρυμναίας ὄψεως τοῦ ἄξονα τοῦ πηδαλίου (σχ. 3.2α). Σέ εἰδικές περιπτώσεις, ὅπως στά πολεμικά πλοῖα, ή πρυμναία κάθετος περνά από τό σημείο τομής τής Ισάλου σχεδιάσεως καί τής πρύμνης.

38. **Καταμέτρηση πλοίου (Admeasurement).**

Μετρήσεις καί ὑπολογισμοί γιά τήν εὔρεση τής χωρητικότητας τοῦ πλοίου (βλέπε παρακάτω, ἀριθμό 77).

39. **Κέντρο Βάρους (Center of Gravity).**

Τό σημείο στό ὁποῖο ἐπενεργεῖ ή συνισταμένη ὄλων τῶν βαρῶν πού συνθέτουν τό πλοῖο καθώς καί ἐκείνων πού μεταφέρονται ἀπό αὐτό.

40. **Κέντρο Ὄγκου ή Κέντρο Ἀντίωσης (Center of Buoyancy).**

Εἶναι τό κέντρο ὄγκου τῶν ὑφάλων τοῦ πλοίου. Λέγεται καί κέντρο ἀντίωσης γιατί ἐκεῖ ἐπενεργεῖ ή δύναμη τής ἀντίωσης.

41. **Κλίμακες βυθισμάτων (Draft Scales).**

Εἶναι κλίμακες χαραγμένες στήν πλήρη καί τήν πρύμνη (μερικές φορές καί στό μέσο τοῦ πλοίου) πάνω στίς ὁποῖες διαβάζομε τά βυθίσματα.

42. **Κοῖλο ή Ὑψος (Depth or Height).**

Ἡ ἀπόσταση ἀνάμεσα στή βασική γραμμή καί μία παράλληλη πρὸς αὐτήν πού περνά ἀπό τήν πλευρά τοῦ ἀνώτερου συνεχοῦς ὑδατοστεγανοῦ καταστρώματος στή μέση τομή (σχ. 3.2α).

43. **Κύρτωμα καταστρώματος (Camber).**

Μήκος πού χρησιμοποιεῖται γιά νά δείξει τήν καμπυλότητα πού παρουσιάζει ἕνα κατάστρωμα κατά τό ἐγκάρσιο, καί ἐκφράζεται ὡς ή κατακόρυφη ἀπόσταση μεταξύ δύο παραλλήλων πρὸς τή βασική γραμμή πού φέρονται ἀπό τό μέσο καί τήν πλευρά τοῦ καταστρώματος (στή μέση τομή). Συνήθως τό κύρτωμα τοῦ καταστρώματος εἶναι ἴσο μέ τό $\frac{1}{50}$ τοῦ πλάτους (σχ. 3.2α).

44. **Κύτη (Holds).**

Χῶροι πού χρησιμοποιοῦνται γιά τή μεταφορά φορτίου (ἀμπάρια).

45. **Λεβητοστάσιο (Boiler Room).**

Χῶρος τοῦ πλοίου στό ὁποῖο εἶναι ἐγκαταστημένοι οἱ λέβητες.

46. **Μέση τομή (Midship Section).**

Ἐγκάρσια τομή (σχ. 3.2α) πού ἀντιστοιχεῖ στό μέσο τής ἀποστάσεως ἀνάμεσα στίς κάθετες.

47. **Μήκος πάνω στήν ἴσαλο (Length on the Waterline, LWL).**

Τό μήκος πάνω στήν ἴσαλο σχεδιάσεως ἑνός πλοίου (σχ. 3.2α). Μετρεῖται σέ μέτρα ή πόδια.

48. **Μήκος μεταξύ καθέτων (Length Between Perpendiculars, LBP).**

Τό μήκος μεταξύ τής πρωραίας καί πρυμναίας καθέτου ἑνός πλοίου (σχ. 3.2α). Μετρεῖται σέ μέτρα ή πόδια.

49. **Μήκος ὁλικό (Length Overall, LOA).**

Τό μήκος μεταξύ τῶν ἀκραίων σημείων ἑνός πλοίου (σχ. 3.2α). Μετρεῖται σέ

μέτρα ή πόδια.

50. Μηχανοστάσιο (Engine Room).

Ό χώρος μέσα στον οποίο βρίσκονται οι προωσθήριες μηχανές του πλοίου.

51. Όγκος έκτοπίσματος (Volume of Displacement).

Ό όγκος των υφάλων του πλοίου.

52. Παράλληλο Μέσο Τμήμα (Parallel Middle Body).

Τμήμα του πλοίου κοντά στη μέση τομή όπου η μορφή των έγκαρσίων τομών του παραμένει άμετάβλητη.

53. Παραπέτο (Bulwark).

Παραπέτασμα πάνω στο άνωτερο κατάστρωμα για να έμποδίζει την είσοδο νερού από τά κύματα.

54. Πареιά ή μάσκα.

Τό τμήμα των πλευρών του πλοίου που βρίσκεται ανάμεσα στην πλώρη και τό μέσο του.

55. Παρίσαλος (Waterline).

Όποιαδήποτε τομή του πλοίου μέ επίπεδα παράλληλα προς εκείνο της ισάλου σχεδιάσεως.

56. Πλάτος (Beam or Breadth).

Τό μέγιστο πλάτος μετρούμενο κάθετα προς τό επίπεδο συμμετρίας στην έξωτερική πλευρά του νομέα (έσωτερικά του έλάσματος του περιβλήματος). Τό πλάτος εκφράζεται σέ μέτρα ή πόδια και έμφανίζεται συνήθως στην μέση τομή (σχ. 3.2α).

57. Πλάτος μέγιστο (Breadth Extreme).

Ό μέγιστη απόσταση μεταξύ των πλευρών του πλοίου που μετρείται κάθετα προς τό επίπεδο συμμετρίας. Στην μέτρηση του μέγιστου πλάτους λαμβάνομε ύπόψη και τό πάχος του έλάσματος, καθώς και τά περιζώματα, αν υπάρχουν.

58. Ποδόστημα (Stern Post).

Είναι ή άκροπρυμναία κατασκευή του πλοίου.

59. Προεξοχή έλικοφόρου άξονα (Shaft Bossing).

Είναι ή κατασκευή που περιβάλλει τό άκροπρυμναίο στήριγμα του στροφαλοφόρου άξονα (βλέπε αριθμό 1).

60. Πρυμναία κάθετος (After Perpendicular).

(βλέπε αριθμό 37).

61. Πρυμναίο βύθισμα (Aft Draft).

(βλέπε αριθμό 12).

62. Πρωραία κάθετος (Forward Perpendicular).

(βλέπε αριθμό 37).

63. Πρωραίο βύθισμα (Forward Draft).

(βλέπε αριθμό 13).

64. Σιμότητα κατατρώματος (Sheer).

Χρησιμοποιείται για να δείξει την καμπυλότητα ενός καταστρώματος κατά τό διάμηκες. Έκφράζεται ως *πρωραία* και *πρυμναία* σιμότητα (σε μέτρα ή πόδια) που δείχνουν αντίστοιχα την άνύψωση του καταστρώματος στην πρωραία και πρυμναία κάθετο (σχ. 3.2α).

65. Στείρα (Stem Post).

Είναι ή άκροπρυμναία κατασκευή του πλοίου.

66. Συντελεστές γάστρας (Form Coefficients).

Ἐξαρτάται συντελεστές πού προκύπτουν ἀπό συνδυασμούς τῶν βασικῶν διαστάσεων μέ τόν ὄγκο τῶν ὑφάλων, τήν ἐπιφάνεια τῆς ἰσάλου καί τήν ἐπιφάνεια τῆς μέσης τομῆς καί δείχνουν προσεγγιστικά τή μορφή τῆς γάστρας.

67. Συντεταγμένες κέντρου βάρους (Coordinates of Center of Gravity).

Οἱ ἀποστάσεις τοῦ κέντρου βάρους τοῦ πλοίου ἀπό τοὺς ἄξονες ἑνός συστήματος συντεταγμένων, σταθερά προσαρμοσμένου στό πλοῖο.

68. Συντεταγμένες κέντρου ὄγκου (Coordinates of Center of Volume).

Οἱ ἀποστάσεις τοῦ κέντρου ὄγκου τοῦ πλοίου ἀπό τοὺς ἄξονες ἑνός συστήματος συντεταγμένων, σταθερά προσαρμοσμένου στό πλοῖο.

69. Σχέδιο γραμμῶν (Lines Plan).

Εἰδικό σχέδιο μέ τό ὁποῖο περιγράφεται ἡ μορφή τοῦ περιβλήματος τοῦ πλοίου.

70. Σχέδιο ἐγκαρσίων τομῶν (Body Plan).

Τό τμήμα τοῦ σχεδίου γραμμῶν πού δείχνει τή μορφή τῶν θεωρητικῶν νομῶν.

71. Ὑπερκατασκευή (Superstructure).

Κάθε κατασκευή πάνω ἀπό τό ἀνώτερο συνεχές ὑδατοστεγανό κατάστρωμα τοῦ πλοίου πού ἐκτείνεται σέ ὄλο τό πλάτος του ἀλλά ὄχι σέ ὄλο τό μήκος.

72. Ὑπερστέγασμα (Deck Erection).

Κάθε κατασκευή πάνω ἀπό τό ἀνώτερο συνεχές κατάστρωμα τοῦ πλοίου πού ἐκτείνεται σέ μέρος τοῦ πλάτους καί μέρος τοῦ μήκους.

73. Ὑφαλα.

Τό μέρος τοῦ πλοίου πού βρίσκεται κάτω ἀπό τήν ἐπιφάνεια τοῦ νεροῦ.

74. Φρακτές (Bulkheads).

Διαφράγματα (μπουλμπέδες) πού χρησιμοποιοῦνται γιά τό διαχωρισμό τῶν διαμερισμάτων μεταξύ τους. Διακρίνονται σέ **στεγανές** καί **μή στεγανές**.

75. Φρεάτιο ἀλυσίδας (Chain-Locker).

Χῶρος στήν πλώρη τοῦ πλοίου πού χρησιμοποιεῖται γιά νά συγκεντρώνεται ἡ ἀλυσίδα τῆς ἄγκυρας.

76. Χῶροι ναυσπλοΐας (Navigation Spaces).

Χῶροι πού χρησιμοποιοῦνται γιά χειρισμούς τοῦ πλοίου ἢ πού περιέχουν ναυτιλιακά ὄργανα.

77. Χωρητικότητα πλοίου (Tonnage).

Ἀριθμός πού ἐκφράζει τό ἀποτέλεσμα τῆς μετρήσεως τοῦ ὄγκου τῶν στεγασμένων χώρων τοῦ πλοίου μέ βάση εἰδικούς κανονισμούς. Ἐκφράζεται σέ **κόρους** καί διακρίνεται σέ **ὄλική** καί **καθαρή**.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΤΕΤΑΡΤΟ

ΒΑΡΟΣ – ΑΝΤΩΣΗ – ΠΛΕΥΣΤΟΤΗΤΑ ΚΑΙ ΕΥΣΤΑΘΕΙΑ ΠΛΟΙΟΥ

4.1 Στατική Θεώρηση του πλοίου.

Κατά τή στατική θεώρηση του πλοίου, δηλαδή κατά τή μελέτη τών στοιχείων τής ισορροπίας του πάνω στήν επιφάνεια του νερού όταν δέν υπάρχουν δυνάμεις μεταβαλλόμενες μέ τό χρόνο, όπως τό κύμα ή ο άνεμος, λαμβάνονται υπόψη τό βάρος καί οι δυνάμεις υδροστατικής προελεύσεως. Ἡ δύναμη πού τείνει νά μετακινήσει τό πλοίο πρός τά κάτω, εἶναι ἡ συνισταμένη του συνόλου τών βαρῶν, μονίμων ἢ μεταβλητῶν, τά ὁποῖα συνθέτουν τό πλοίο. Στό σύνολο τών βαρῶν συμπεριλαμβάνεται καί τό βάρος του μεταφερόμενου φορτίου. Τή δύναμη αὐτή θά πρέπει νά ἰσορροπήσει ἡ κατακόρυφη συνιστώσα του συνόλου τών υδροστατικῶν πιέσεων πού ἐνεργοῦν πάνω στά ὑφάλα του πλοίου. Τό σημεῖο ἐφαρμογῆς τής δυνάμεως του βάρους ὀνομάζεται **κέντρο βάρους του πλοίου**.

4.2 Βάρος ἢ ἐκτόπισμα.

Εἰδικά στό πλοίο, τό σύνολο τών βαρῶν ὀνομάζεται **βάρος ἐκτοπίσματος** ἢ ἀπλῶς **ἐκτόπισμα** καί διακρίνεται σέ:

- **Ἐμφορτο**, πού εἶναι τό συνολικό βάρος του πλοίου όταν πλέει στή βαθύτερη ἐπιτρεπόμενη ἴσαλο.
- **Ἄφορτο (Light Ship)**, πού εἶναι τό βάρος του πλοίου όταν εἶναι ἔτοιμο καί μέ ὑγρά στά μηχανήματα στή κανονική στάθμη λειτουργίας, ἀλλά χωρίς καύσιμα, λιπαντικά, τροφοδοτικό καί πόσιμο νερό, ἐφόδια, χρώματα καί γενικά χωρίς καταναλώσιμες ὕλες, πλήρωμα, ἀποσκευές φορτίο καί ἐπιβάτες. Ἄλλοι ὀρισμοί σχετικοί μέ τό βάρος του πλοίου εἶναι:

α) Τό Deadweight.

Περιλαμβάνει τά καύσιμα καί λιπαντικά, τό τροφοδοτικό καί πόσιμο νερό, τά ἐφόδια, τά χρώματα καί γενικά τίς καταναλώσιμες ὕλες, τό πλήρωμα καί τίς ἀποσκευές του, τούς ἐπιβάτες καί τίς ἀποσκευές τους καί κυρίως τό μεταφερόμενο φορτίο.

β) Τό ὠφέλιμο φορτίο.

Περιλαμβάνει τούς ἐπιβάτες καί τίς ἀποσκευές τους καθώς καί μεταφερόμενο φορτίο. Ἄν λάβομε υπόψη τό μεγάλο ἀριθμό τών βαρῶν πού συνθέτουν τό ἄφορτο πλοίο, εἶναι φανερό ἡ δυσκολία μέ τήν ὁποῖα μπορούμε νά τό ἐκτιμήσουμε μέ ἀκρίβεια. Γιά τό λόγο αὐτό ἡ ἐκτίμηση του βάρους του ἄφορτου πλοίου γίνεται ἐπα-

νειλημένα και σε διάφορες φάσεις της σχεδίασεως και κατασκευής του με όλοένα και μεγαλύτερη ακρίβεια. Η τελική όμως και πιο σωστή εύρεση του βάρους γίνεται όταν το πλοίο είναι έτοιμο να πλεύσει στο νερό με υπολογισμό, όπως θα έπεξηγηθεί στα επόμενα, της αντήσεως του.

4.3 Άντωση – Αρχή του Αρχιμήδη.

Όπως είναι γνωστό, πάνω στα διάφορα στοιχεία (άπειροστές επιφάνειες) της βρεχόμενης επιφάνειας του πλοίου επενεργούν πιέσεις των οποίων το μέγεθος είναι ανάλογο με την πυκνότητα του υγρού και την κατακόρυφη απόσταση του στοιχείου από την επιφάνεια. Οι πιέσεις αυτές δίνονται από τη σχέση:

$$p = \rho g H = \gamma H \quad (1)$$

όπου: p ή πίεση που εφαρμόζεται πάνω στο στοιχείο της επιφάνειας
 ρ ή πυκνότητα του υγρού
 g ή επιτάχυνση της βαρύτητας
 H ή απόσταση του στοιχείου από την επιφάνεια και
 γ το ειδικό βάρος του ρευστού.

Οι παραπάνω πιέσεις, όταν επενεργούν στις στοιχειώδεις επιφάνειες των υφάλων του πλοίου, δημιουργούν δυνάμεις που μπορούν να αναλυθούν σε κατακόρυφες και οριζόντιες συνιστώσες. Από αυτές οι οριζόντιες συνιστώσες ισορροπούν μεταξύ τους, ενώ αυτό δε συμβαίνει με τις κατακόρυφες. Το άθροισμα των κατακόρυφων αυτών συνιστωσών ονομάζεται **άντωση** και είναι μία δύναμη που επενεργεί αντίθετα από το βάρος.

Για την εξασφάλιση στατικής ισορροπίας στο πλοίο θα πρέπει:

- Το βάρος και η άντωση να έχουν το ίδιο μέγεθος, αλλά αντίθετη φορά.
- Οι φορείς (δηλαδή οι εσθίες) πάνω στις οποίες βρίσκονται τα αντίστοιχα διανύσματα (βάρους και αντήσεως) να συμπίπτουν.

Από την τελευταία απαίτηση, επειδή οι δυο δυνάμεις είναι κατακόρυφες (άρα και παράλληλες), συνεπάγεται ότι τα σημεία εφαρμογής τους πρέπει να βρίσκονται πάνω στην ίδια κατακόρυφη ευθεία.

Όταν η πυκνότητα του νερού είναι σταθερή, αποδεικνύεται με ολοκλήρωση ότι:

α) Η δύναμη της αντήσεως είναι ίση με το βάρος του νερού που έχει όγκο ίσο με εκείνο που καταλαμβάνουν τα ύψαλα του πλοίου (αρχή του Αρχιμήδη).

β) Το σημείο στο οποίο επενεργεί η δύναμη της αντήσεως (**κέντρο αντήσεως**) συμπίπτει με το γεωμετρικό κέντρο (**κέντρο όγκου**) των υφάλων. Όταν η πυκνότητα του νερού μεταβάλλεται κατά την κατακόρυφο, τότε η εύρεση της δυνάμεως της αντήσεως και του κέντρου εφαρμογής της είναι δυσκολότερη. Στην περίπτωση αυτή για να βρεθεί κανείς τα παραπάνω στοιχεία (άντωση και κέντρο αντήσεως), θα πρέπει να κάνει ολοκλήρωση των κατακόρυφων υδροστατικών δυνάμεων, ξεκινώντας από τη σχέση (1). Στην απλούστερη όμως περίπτωση υγρού με ομοιόμορφη πυκνότητα, το βάρος του πλοίου μπορεί να βρεθεί ως γινόμενο του όγκου των υφάλων του επί το ειδικό βάρος του νερού, Δηλαδή:

$$\left. \begin{array}{l} \text{Βάρος} \\ \text{πλοίου} \end{array} \right\} = \text{βάρος έκτοπίσματος} = \text{όγκος υφάλων} \times \text{ειδικό βάρος νερού} \quad (2)$$

4.4 Πλευστότητα – Έφεδρική Πλευστότητα.

Όπως προκύπτει από τὰ παραπάνω, γιά δεδομένο καί σταθερό βάρος, τό πλοίο θά πρέπει νά βυθισθεῖ στό νερό, τόσο ὥστε ἡ ἀντῶσή του νά γίνει ἴση μέ τό βάρος του. Αὐτή εἶναι **ἡ ἀρχή τῆς πλευστότητας** καί συνεπάγεται τὰ παρακάτω:

- α) Ἐνα σῶμα θά πλευσει στήν ἐπιφάνεια ἐνός ὑγροῦ ἂν εἶναι δυνατόν νά ἐκτοπίσει βάρος ὑγροῦ ἴσο μέ τό βάρος του. Δηλαδή ὅταν **τό μέσο εἰδικό βάρος** του εἶναι μικρότερο ἀπό τή μέση πυκνότητα τοῦ ὑγροῦ. Ὡς **μέσο εἰδικό βάρος** τοῦ σώματος ὀρίζεται τό πηλίκον τοῦ βάρους διά τοῦ ἐμβαπτισμένου στό νερό ὄγκου του.
- β) Ἄν τό **μέσο εἰδικό βάρος** τοῦ σώματος εἶναι μεγαλύτερο ἀπό τήν πυκνότητα τοῦ ὑγροῦ, ἀκόμη καί ὅταν βυθισθεῖ ὀλόκληρο μέσα στό ὑγρό, ἀναγκαστικά τό σῶμα θά κινηθεῖ πρὸς τόν πυθμένα.

Συνοψίζοντας, μπορούμε νά ποῦμε ὅτι ἕνα σῶμα μπορεῖ νά ἔχει **θετική πλευστότητα**, ὅταν πλέει πάνω στήν ἐπιφάνεια ἐνός ὑγροῦ, **ἀρνητική**, ὅταν βυθίζεται, καί **μηδενική ἢ οὐδέτερη**, ὅταν αἰωρεῖται μέσα στό ὑγρό. Τά πλοῖα ἐπιφάνειας ἔχουν θετική πλευστότητα. Τά ὑποβρύχια σέ κατάδυση ἐπιδιώκεται νά ἔχουν μηδενική πλευστότητα.

Ὅταν σέ ἕνα πλοῖο προστεθεῖ βάρος ἢ ὅταν σέ ἕνα στεγανό στεγανό διαμέρισμά του μπεῖ νερό ἔχομε αὔξηση τοῦ **μέσου εἰδικοῦ βάρους** του καί γιά τήν ἐπίτευξη ἰσορροπίας τό πλοῖο βυθίζεται περισσότερο μέσα στό νερό. Τό πλοῖο δέ θά βυθισθεῖ τελείως, ἂν τὰ ἔξαλα του ἐπιτρέψουν νά πλευσει σέ μεγαλύτερο βύθισμα, χωρίς αὐτό νά προκαλέσει εἰσροή νεροῦ στό ἐσωτερικό του ἀπό τὰ διάφορα ἀνοίγματα.

Ἔτσι βλέπομε ὅτι ὁ στεγανός ὄγκος τοῦ πλοίου πάνω ἀπό τήν ἴσαλο εἶναι ἕνα μέγεθος ἐνδεικτικό τῆς δυνατότητάς του νά παραμείνει στήν ἐπιφάνεια μετά ἀπό **ἀνεξέλεγκτη** προσθήκη βάρους ἢ εἰσροή νεροῦ. Ὁ ὄγκος αὐτός ὀνομάζεται **ἐφεδρική πλευστότητα**.

4.5 Ἐκτίμηση τοῦ βάρους τοῦ πλοίου.

Όπως εἶδαμε παραπάνω, τό πλοῖο θά πλευσει σέ βύθισμα πού θά ἐξασφαλίζει τήν ἱκανοποίηση τῆς σχέσεως:

$$\text{Βάρος} = \text{Ἄντωση} \quad (3)$$

Τό μεγαλύτερο ὅμως βύθισμα στό ὁποῖο ἐπιτρέπεται νά πλευσει ἕνα πλοῖο πού ὑπάρχει ἢ σχεδιάζεται καθορίζεται ἀπό κανονισμούς, ὅπως εἶναι οἱ κανονισμοὶ **γραμμῆς φορτώσεως** καί ἄλλοι.

Κατά τή σχεδίαση ἐνός νέου πλοίου καί γιά νά ἀποφύγομε τό ἐνδεχόμενο περιορισμοῦ τοῦ ὠφέλιμου φορτίου του, πρέπει νά ἐξασφαλισθεῖ ὅτι θά εἶναι δυνατή ἢ ἱκανοποίηση τῆς σχέσεως (3) χωρίς νά χρειασθεῖ νά πλευσει τό πλοῖο σέ βύθισμα μεγαλύτερο ἀπό ἐκεῖνο πού ἐπιτρέπεται. Γιά νά ἐξασφαλισθεῖ αὐτό θά πρέπει νά γνωρίζομε ὅσο τό δυνατό καλύτερα τό βάρος τοῦ πλοίου ἀπό τήν ἀρχή.

Λόγω τῆς πολύπλοκης κατασκευῆς τοῦ πλοίου, ἡ ἐκτίμηση τοῦ βάρους του, ὅταν ἀρχίζει ἢ σχεδίαση του εἶναι δύσκολη. Γιά ἀπλούστευση τῶν σχετικῶν ὑπολογισμῶν, θεωροῦμε ὅτι τό ἄφορτο πλοῖο ὑποδιαιρεῖται στίς παρακάτω ὀμάδες βαρῶν:

- βάρος εξοπλισμού
- βάρος εξαρτισμού
- βάρος βοηθητικών μηχανημάτων
- βάρος συστήματος προώσεως
- βάρος μονίμου ξρματος
- βάρος περιθωρίου αύξησεως.

Οί παραπάνω ομάδες βαρών μπορούν νά έκτιμηθοῦν εύκολότερα άν συγκριθοῦν μέ τίς αντίστοιχες ομάδες ένός άλλου παρόμοιου πλοίου πού έχει ανάλογο προορισμό καί σχεδίαση.

Όταν ή σχεδίαση τοῦ πλοίου ολοκληρωθεῖ περισσότερο, δηλαδή όταν έκπονηθοῦν τά κατασκευαστικά σχέδια τοῦ σκάφους καί τά σχέδια τῶν μηχανολογικῶν καί ηλεκτρολογικῶν συστημάτων του καί όταν ἐπιλεγεί ή μηχανή καί καθοριστοῦν τά υπόλοιπα στοιχεῖα, εἶναι δυνατόν νά γίνει λεπτομερέστερος ὑπολογισμός τῶν παραπάνω ομάδων βαρῶν καί ἐπομένως νά ἐπιτευχθεῖ μεγαλύτερη ἀκρίβεια.

Τό βάρος τοῦ ἄφορτου πλοίου βρίσκεται λοιπόν μέ ἄθροιση τῶν ἐπιμέρους ομάδων βαρῶν πού τό ἀποτελοῦν. Ἄν στό βάρος αὐτό προσθέσομε καί τό ἀπαραίτητο Deadweight θά βροῦμε τό βάρος τοῦ ἔμφορτου πλοίου. Στή φάση αὐτή ὑπολογίζομε ἐπίσης καί τή θέση τοῦ κέντρου βάρους, διαμήκη καί κατακόρυφη. Ἄπό αὐτές ή κατακόρυφη εἶναι σημαντική γιά τήν ἐγκάρσια εὐστάθεια καί ή διαμήκης γιά τή διαγωγῆ τοῦ πλοίου.

4.6 Γεωμετρικά στοιχεῖα τῆς γάστρας.

Στά προηγούμενα εἶδαμε τή σημασία πού έχει ὁ ὑπολογισμός τοῦ ὄγκου τῶν ὑφάλων καί τοῦ αντίστοιχου κέντρου ὄγκου (κέντρο ἀντώσεως). Ἐκτός ἀπό τά στοιχεῖα αὐτά ὑπάρχουν καί διάφορες άλλες πληροφορίες σχετικές μέ τή γεωμετρία τοῦ τμήματος τοῦ πλοίου πού βρίσκεται μέσα στό νερό. Οἱ πληροφορίες αὐτές χρησιμοποιοῦνται σέ διάφορους ὑπολογισμούς πού σχετίζονται μέ τή στατική συμπεριφορά τοῦ πλοίου (εὐστάθεια καί πλευστότητα).

Στό βιβλίο «Εὐστάθεια-Φόρτωση» τοῦ Ἰδρύματος Εὐγενίδου καλύπτονται μέ πολλές λεπτομέρειες:

- α) Ὁ ὀρισμός τῶν παραπάνω στοιχείων.
- β) Ἡ περιγραφή τῆς χρησιμότητάς τους.
- γ) Ἡ μεθοδολογία μέ βάση τή ὁποία πραγματοποιοῦνται οἱ σχετικοί ὑπολογισμοί.

Ἡ γραφική ἀπεικόνιση τῆς μεταβολῆς τῶν γεωμετρικῶν στοιχείων τῆς γάστρας σέ συσχετισμό μέ τό μέσο βύθισμα ὀνομάζεται **ὑδροστατικό διάγραμμα**. Στοιχεῖα γιά τίς πληροφορίες πού περιέχει τό ὑδροστατικό διάγραμμα περιέχονται στό κεφάλαιο 8.

4.7 Στοιχεῖα ἐγκάρσιας εὐστάθειας τοῦ πλοίου.

Ἡ μελέτη τῆς εὐστάθειας τοῦ πλοίου ὅπως εἶπαμε, ἀποτελεῖ στό σύνολό της τό ἀντικείμενο τοῦ βιβλίου «Εὐστάθεια-Φόρτωση» τοῦ Ἰδρύματος Εὐγενίδου.

Στό κεφάλαιο αὐτό θά δοθοῦν μόνο μερικοί, ἐξαιρετικά στοιχειώδεις, ὀρισμοί, πού εἶναι ἀπαραίτητοι γιά τήν κατανόηση τῶν θεμάτων τῶν ὑπολοίπων κεφαλαίων.

Λέμε ότι ένα πλοίο βρίσκεται σε **ευσταθή Ισορροπία**, αν κάθε απομάκρυνσή του από τη θέση Ισορροπίας τείνει να δημιουργήσει δυνάμεις (καί ροπές) που επαναφέρουν τό πλοίο στην αρχική του θέση.

Ανάλογα μέ τό αν εξετάζομε κλίσεις τοῦ πλοίου γύρω από διαμήκη ή από εγκάρσιο άξονα, διακρίνομε τήν ευστάθεια σέ **εγκάρσια** καί **διαμήκη**.

Η εγκάρσια ευστάθεια τοῦ πλοίου μελετάται διαφορετικά αν εξετάσομε μικρές, ή μεγάλες γωνίες εγκάρσιας κλίσεως. Η ευστάθεια τοῦ πλοίου γιά μικρές γωνίες (μέχρι 10°), ονομάζεται **αρχική ευστάθεια**, σέ αντίδιαστολή μέ τήν **ευστάθεια μεγάλων γωνιών**.

Σ' ένα πλοίο πού έχει εγκάρσια κλίση, οι δυνάμεις βάρους καί άντώσεως μπορεί νά βρίσκονται σέ μία, από τίς τρείς σχετικές θέσεις πού δείχνει τό σχήμα 4.7. Γιά μικρές γωνίες κλίσεως, τό σημείο στό όποιο ό φορέας τής άντώσεως τέμνει τό επίπεδο συμμετρίας τοῦ πλοίου ονομάζεται **εγκάρσιο μετάκεντρο**. Στο σχήμα 4.7 συμβολίζομε μέ Β τό κέντρο έφαρμογής τής άντώσεως (κέντρο άντώσεως), μέ G τό σημείο έφαρμογής τοῦ βάρους (κέντρο βάρους) καί μέ M_T τό εγκάρσιο μετάκεντρο.

Όπως φαίνεται από τό σχήμα 4.7(α) ή ροπή έπαναφοράς μπορεί νά υπολογισθεί από τή σχέση:

$$\text{ροπή έπαναφοράς} = \Delta \cdot GZ \quad (4)$$

όπου: Δ τό βάρος τοῦ πλοίου καί

GZ μήκος πού φαίνεται στό σχήμα καί λέγεται **μοχλοβραχίονας έπαναφοράς**.

Γιά μικρές γωνίες κλίσεως (όπου έχει έφαρμογή ό όρισμός τοῦ μετακέντρου) μπορούμε επίσης νά γράψομε:

$$\text{Ροπή έπαναφοράς} = \Delta \cdot GM_T \cdot \eta\mu\phi \quad (5)$$

όπου: ϕ ή γωνία εγκάρσιας κλίσεως καί

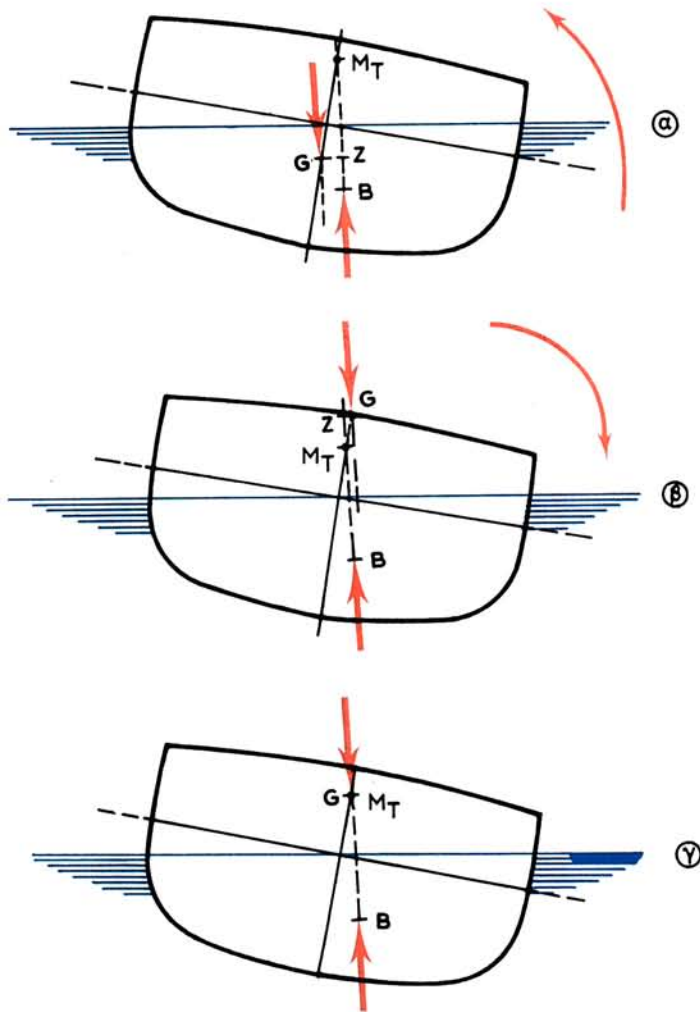
GM_T ή απόσταση μεταξύ τών σημείων G καί M_T .

Η σχετική θέση τοῦ μετακέντρου, ως πρός τό κέντρο βάρους τοῦ πλοίου, είναι ένδεικτική τοῦ είδους τής ευστάθειας πού έχει τό πλοίο. Συγκεκριμένα:

- α) "Αν τό μετάκεντρο βρίσκεται πάνω από τό κέντρο βάρους, ή ροπή πού σχηματίζεται είναι **ροπή έπαναφοράς**, δηλαδή έχομε ευσταθή Ισορροπία τοῦ πλοίου [σχ. 4.7(α)].
- β) "Αν τό μετάκεντρο βρίσκεται κάτω από τό κέντρο βάρους, ή ροπή πού σχηματίζεται είναι **ροπή άνατροπής**, δηλαδή έχομε **άσταθή Ισορροπία** [(σχ. 4.7(β))]. Στο αρχικά άσταθές πλοίο δημιουργείται συνήθως μόνιμη αρχική κλίση πρός όποιαδήποτε πλευρά. Στη νέα θέση τό πλοίο είναι ευσταθές πρός τή μία κατεύθυνση καί άσταθές πρός τήν άλλη.
- γ) "Αν τό μετάκεντρο συμπίπτει μέ τό κέντρο βάρους τοῦ πλοίου, ή ροπή είναι μηδενική καί έχομε **ούδέτερη ευστάθεια** [σχ. 4.7(γ)].

Τό μήκος GM_T ονομάζεται **εγκάρσιο μετακεντρικό ύψος** ή άπλά **μετακεντρικό ύψος**. "Αν συμφωνήσομε νά λέμε ότι τό μετακεντρικό ύψος είναι θετικό, όταν τό μετάκεντρο είναι ψηλότερα από τό κέντρο βάρους, τότε:

GM_T θετικό σημαίνει ευσταθή Ισορροπία



Σχ. 4.7.

Πιθανές καταστάσεις εγκάρσιας ευστάθειας.

α) Εύσταθής ισορροπία. β) Άσταθής ισορροπία. γ) Ουδέτερη ισορροπία.

GM_T αρνητικό σημαίνει άσταθής ισορροπία και

GM_T μηδέν σημαίνει ουδέτερη ισορροπία.

Ή ακόμη, από τό σχήμα 4.7(α) βλέπομε ότι γιά όρισμένο έκτόπισμα και γωνία εγκάρσιας κλίσεως τό μετακεντρικό ύψος χαρακτηρίζει και τό μέγεθος τής ροπής έπαναφοράς.

Συμπέρασμα: Γιά μικρές γωνίες εγκάρσιας κλίσεως τό μετακεντρικό ύψος χαρακτηρίζει πλήρως τήν εύσάθεια ενός πλοίου.

Άντίθετα σέ μεγάλες γωνίες κλίσεως τό μετακέντρο δέν είναι σταθερό σημείο και έπομένως ό **μοχλοβραχίονας έπαφοράς (GZ)** δέν είναι ίσος μέ $GM_T \eta \mu \phi$. Στίς

περιπτώσεις αυτές για τή μελέτη τής ευστάθειας του πλοίου είναι απαραίτητη ή γνώση του **μοχλοβραχίονα έπαναφοράς**.

Ή τιμή του μοχλοβραχίονα έπαφοράς για κάθε τιμή του έκτοπίσματος του πλοίου καί κάθε γωνία έγκάρσιας κλίσεως παριστάνεται σέ ένα σχέδιο πού όνομάζομε **σχέδιο παραμετρικών καμπυλών ευστάθειας** (βλέπε Κεφάλαιο 8).

Σέ αντίστοιχία μέ τό έγκάρσιο μετάκεντρο, έχομε, για διαμήκεις κλίσεις του πλοίου, τό **διάμηκες μετάκεντρο** πού συμβολίζομε μέ M_L . Τό μήκος GM_L όνομάζομε **διάμηκες μετακεντρικό ύψος**.

Όταν μία δεξαμενή του πλοίου δέν είναι τελείως γεμάτη, λέμε ότι έχει **ελεύθερη έπιφάνεια**. Ή ύπαρξη ελεύθερης έπιφάνειας σέ μία δεξαμενή συνεπάγεται μία **φαινομενική άνύψωση του κέντρου βάρους**. Άποτέλεσμα του ότι ή ύπαρξη ελεύθερης έπιφάνειας σέ μία δεξαμενή δημιουργεί άνύψωση του κέντρου βάρους (φαινομενική), είναι ότι οι **ελεύθερες έπιφάνειες** επιφέρουν ελάττωση του μετακεντρικού ύψους του πλοίου καί έπομένως έπειδείνωση τής ευστάθειας. Ή παραπάνω έπιρροή τής ελεύθερης έπιφάνειας του ύγρου μπορεί νά κατανοηθεί εύκολα, άν λάβομε υπόψη ότι ή μετακίνηση του ύγρου δημιουργεί κάποια αντίστοιχη μετακίνηση καί του κέντρου βάρους του πλοίου πρós τήν πλευρά. Έτσι τό σημείο G του σχήματος 4.7 (πάνω στό επίπεδο συμμετρίας) στην πραγματικότητα μετακινείται πρós τά πάνω.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΠΕΜΠΤΟ

Η ΑΝΤΟΧΗ ΤΟΥ ΠΛΟΙΟΥ

5.1 Γενικά.

Δέν είναι σπάνιες οι περιπτώσεις μικρών ή μεγάλων ναυτικών άτυχημάτων που μπορούν να άποδοθοϋν στην κατασκευαστική ανεπάρκεια τής μεταλλικής κατασκευής του πλοίου. Περιπτώσεις παραμορφώσεως έλασμάτων, ανεπάρκειας συγκολλήσεων, καί μερικές φορές άκόμη καί κοπής του πλοίου σε δύο τμήματα είναι γνωστές στον καθένα που άσχολεΐται με τό πλοΐο.

Καταστάσεις όπως οι παραπάνω μπορούν να παρουσιασθοϋν όχι μόνο σε άσυνήθεις περιπτώσεις, όπως είναι η προσάραξη ενός πλοίου, άλλά άκόμη καί σε συνθήκες κανονικής έκμεταλλεύσεώς του. Έξάλλου η καθέλευση ενός πλοίου είναι μία διαδικασία που θέτει σε μεγάλη δοκιμασία τήν άνθεκτική κατασκευή του.

Όπως θα έξηγήσομε σε επόμενο κεφάλαιο, προϋπόθεση για τήν άσφάλιση ενός πλοίου είναι να καταχωρείται καί να διατηρεί τήν κλάση του σε έναν άναγνωρισμένο νηογνώμονα. Για να εξασφαλισθοϋν τά παραπάνω θα πρέπει:

- α) Τά σχέδια καί οι μελέτες κατασκευής του πλοίου να είναι σύμφωνα με τους κανονισμούς καί να έχουν έγκριθεί από τό νηογνώμονα.
- β) Τά σχέδια να έχουν έφαρμοσθει πιστά κατά τήν κατασκευή του πλοίου, πράγμα που έλέγχεται από τους έπιθεωρητές του νηογνώμονα.
- γ) Με τακτικές έπιθεωρήσεις να έλέγχεται η καλή κατάσταση τής μεταλλικής κατασκευής, των μηχανών καί των συστημάτων του πλοίου.

Οι κανονισμοί του νηογνώμονα καί η έφαρμογή τους εξασφαλίζουν — ως ένα σημείο — τήν κατασκευαστική έπάρκεια του πλοίου. Στην πράξη όμως δέν άποκλείεται να έμφανισθοϋν προβλήματα στην άνθεκτική κατασκευή του πλοίου καί μάλιστα σε περιπτώσεις κακών χειρισμών ή λανθασμένης φορτώσεως.

Έπειδή ένα μέρος από αυτά τά προβλήματα θα μπορούσε να άποφευχθεί με τήν όρθότερη σχεδίαση καί τή σωστή χρησιμοποίηση του πλοίου, είναι άπαραίτητη η μελέτη τής άντοχής του καί των παραγόντων που τήν έπηρεάζουν.

Η μελέτη τής άντοχής του πλοίου μπορεί να άπλουστευθεί αν οι καταπονήσεις καταταγοϋν στις παρακάτω κατηγορίες:

1) Στατικά γενικά φορτία που δημιουργοϋν τάσεις:

- Κάμψεως του πλοίου ως δοκού.
- Κάμψεως των έγκαρσιών στοιχείων τής κατασκευής του πλοίου που όφείλονται σε ύδροστατικά φορτία.

- Στρέψεως λόγω τῆς ἀσυμμετρίας κατανομῆς τῶν διαφόρων βαρῶν μεταξύ τῆς δεξιᾶς καί τῆς ἀριστερῆς πλευρᾶς τοῦ πλοίου.

2) Στατικά τοπικά φορτία πού περιλαμβάνουν:

- Φορτία λόγω στηρίξεως μεγάλων βαρῶν, ὅπως π.χ. ὁ ἰστός τοῦ πλοίου.
- Φορτία κατά τῆ διάρκεια προσαράξεως ἢ δεξαμενισμού.

3) Δυναμικά φορτία πού μποροῦν νά ἀφείλονται σέ διάφορα αἷτια ὅπως:

- Δυνάμεις κρούσεως τοῦ πυθμένα στήν πλώρη (slamming), ὅταν ἔχει βγεῖ ἔξω ἀπό τό νερό καί ἐπανέρχεται (λόγω κυμάτων).
- Ὦση τῆς ἔλικας.
- Κινήσεις τοῦ πλοίου σέ κυματισμό.

Ἀπό τά παραπάνω προκύπτει ὅτι οἱ καταπονήσεις τοῦ πλοίου εἶναι πολύπλοκες καί ὀρισμένες ἀπό αὐτές μεταβάλλονται μέ τόν χρόνο. Αὐτό κάνει ἐξαιρετικά δύσκολη τῆ μελέτη τους.

5.2 Κριτήριο κατασκευαστικῆς ἀστοχίας τοῦ πλοίου.

Μέ τόν ὄρο *ἀστοχία*, ἐννοοῦμε τήν κατασκευαστική (ἀπό πλευρά ἀντοχῆς καί μόνο) ἀνεπάρκεια ὀλόκληρου τοῦ πλοίου ἢ στοιχείων τῆς κατασκευῆς του.

Στό προηγούμενο κεφάλαιο εἶδαμε πόσο πολύπλοκα καταπονεῖται ἕνα πλοῖο. Παρόλα αὐτά, γιά πρακτικούς λόγους, εἶναι ἀπαραίτητο νά βρεθεῖ ἕνα κριτήριο μέ τό ὁποῖο θά κρίνεται ἡ πιθανότητα κατασκευαστικῆς ἀνεπάρκειάς του. Ὡς τέτοιο κριτήριο ὀρίζεται ἀπό τούς νηογνώμονες καί τούς ναυπηγούς τό μέγεθος τῶν τάσεων ἐφέλκυσμοῦ καί θλίψεως, ὅταν θεωρηθεῖ ὅτι τό πλοῖο κάμπτεται ὡς διαμήκης δοκός.

Ἡ παραπάνω ὑπόθεση φυσικά ἀφήνει ἔξω ἕνα πλῆθος ἀπό ἄλλες καταπονήσεις, οἱ ὁποῖες ὁμως θεωρεῖται ὅτι δέν ὑπερβαίνουν τίς ἐπιτρεπόμενες τιμές ἂν οἱ τάσεις θλίψεως καί ἐφέλκυσμοῦ πού προαναφέραμε παραμείνουν μέσα σέ προκαθορισμένα ὄρια.

Ἄς ὑποθέσουμε γιά παράδειγμα ὅτι σέ ἕνα πλοῖο ἡ μεγαλύτερη τάση (πού ὑπολογίσθηκε) ἐφέλκυσμοῦ καί θλίψεως δέν ὑπερβαίνει τά 8 kp/mm^2 καί ὅτι τό πλοῖο αὐτό ὑπῆρξε ἀπό ἀποψη κατασκευαστικῆς (ἀντοχῆς) ἐπιτυχημένο. Τότε καί ἕνα ἄλλο πλοῖο παρόμοιας περίπου μορφῆς καί μεγέθους πού θά σχεδιασθεῖ γιά τήν ἴδια μέγιστη τάση ἐφέλκυσμοῦ καί θλίψεως εἶναι σχεδόν βέβαιο ὅτι θά εἶναι ἕνα ἐπιτυχημένο πλοῖο ἀπό πλευρᾶς ἀντοχῆς. Ἴσως σέ κανένα ἀπό τά δύο πλοῖα ἡ πραγματική τάση πού θά ἐμφανισθεῖ νά μήν εἶναι 8 kp/mm^2 , ἀλλά πάντως καί στά δύο πλοῖα θά εἶναι περίπου τό ἴδιο πολλαπλάσιο τῶν 8 kp/mm^2 .

Ἀπό τά παραπάνω φαίνεται καθαρά ἡ σπουδαιότητα πού ἔχει ἡ μελέτη τῆς ἀντοχῆς τοῦ πλοίου ὡς δοκοῦ. Γιά νά γίνει πιό κατανοητή ἡ μελέτη αὐτή, θά ἀναπτυχθοῦν στά ἐπόμενα κεφάλαια μερικά στοιχεῖα τῆς Ἀντοχῆς τῶν Ὑλικῶν πού ἀναφέρονται στίς καταπονήσεις μιᾶς δοκοῦ.

5.3 Στοιχεῖα ἀπό τήν ἀντοχή τῶν ὑλικῶν.

5.3.1 Ὅρισμοί.

1) Ἀντοχή Ὑλικῶν.

Εἶναι τό κεφάλαιο τῆς Μηχανικῆς πού ἐρευνᾷ τῆ δημιουργία τάσεων σέ σώ-

ματα πού βρίσκονται κάτω από τήν επίδραση έξωτερικῶν δυνάμεων, πού περιλαμβάνουν καί τό βάρος τους.

2) Τάση.

Εἶναι οἱ ἐσωτερικές δυνάμεις πού μεταφέρονται μέσα ἀπό μία τομή ἐνός σώματος.

3) Φορτία.

Εἶναι οἱ δυνάμεις καί ροπές πού ἐφαρμόζονται ἐξωτερικά σέ ἕνα σῶμα. Τό βάρος ἐνός σώματος συχνά περιλαμβάνεται στά φορτία.

4) Ἐπιτρεπομένη τάση.

Εἶναι ἡ μέγιστη τάση πού ἐπιτρέπεται νά ἐφαρμοσθεῖ σέ κάποιο ὑλικό καί καθορίζεται συνήθως ἀνάλογα μέ τό εἶδος του ἀπό διαφόρους κανονισμούς.

5) Συντελεστής ἀσφάλειας.

Εἶναι ὁ λόγος μεταξύ τῆς τάσεως πού θά προκαλοῦσε κατασκευαστική ἀνεπάρκεια (π.χ. θραύση ἢ πλαστική παραμόρφωση) σέ ἕνα ὑλικό καί τῆς μέγιστης τάσεως πού ἐπιτρέπεται.

6) Τάση ἐφελκυσμοῦ.

Εἶναι τάση κάθετη πρὸς τό ἐπίπεδο μιᾶς τομῆς ἐνός σώματος (π.χ. μιᾶς ράβδου) πού τείνει νά ἐπιμηκύνει τό σῶμα.

7) Τάση θλίψεως.

Εἶναι τάση κάθετη πρὸς τό ἐπίπεδο μιᾶς τομῆς ἐνός σώματος πού τείνει νά βραχύνει τό σῶμα.

8) Διατμητική τάση.

Εἶναι τάση παράλληλη πρὸς τό ἐπίπεδο μιᾶς τομῆς ἐνός σώματος πού τείνει νά δημιουργήσει ὀλίσθηση αὐτῆς τῆς τομῆς πρὸς τή γεινονική της.

9) Δοκός.

Εἶναι κάθε σῶμα τοῦ ὁποίου οἱ δύο διαστάσεις εἶναι μικρές σέ σχέση μέ τήν τρίτη.

5.3.2 Ἴσορροπία δοκοῦ.

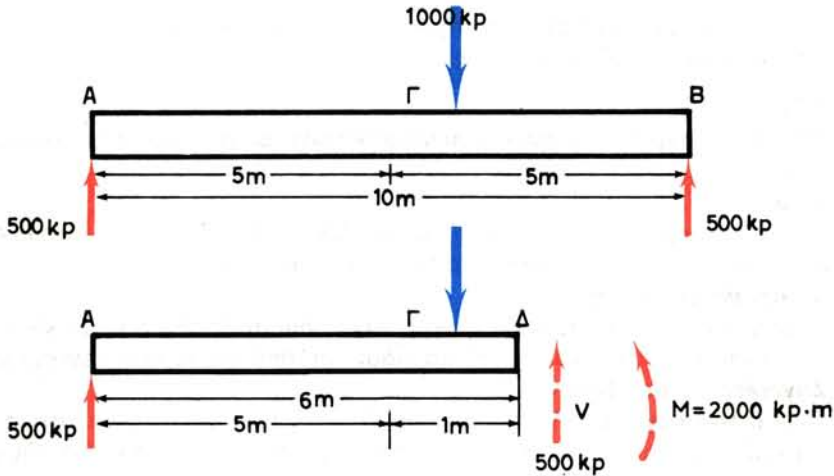
Μία δοκός ἡ ὁποία εἶναι τοποθετημένη πάνω σέ στηρίγματα καί ἡ ὁποία ὑπόκειται στήν ἐπίδραση ὀρισμένων δυνάμεων, καθέτων στόν ἄξονά της, ἢ καί ροπῶν, ὑφίσταται ἕνα εἶδος καταπόνησεως πού στήν ἀντοχή ὑλικῶν ὀνομάζεται **κάμψη**. Τά στηρίγματα μπορεῖ νά βρίσκονται στά δύο ἄκρα ἢ ἡ δοκός νά ἐδράζεται σέ περισσότερα σημεῖα ἢ καί νά βρίσκεται σέ πλήρη ἐπαφή μέ ἕνα ἐπίπεδο κάτω ἀπό αὐτήν.

Οἱ δυνάμεις καί ροπές πού ἀσκοῦνται στή ράβδο ἀπό τά στηρίγματα λέγονται **ἀντιδράσεις** καί ἀποτελοῦν, μαζί μέ τίς δυνάμεις (καί πιθανόν τίς ροπές) πού ἐπιβάλλονται στή ράβδο ἀπ' ἔξω, ἕνα σύστημα πού βρίσκεται σέ ἰσορροπία.

Αὐτό σημαίνει ὅτι οἱ γνωστές συνθῆκες ἰσορροπίας τῆς μηχανικῆς μποροῦν νά ἐφαρμοσθοῦν γιά τήν εὔρεση τῶν ἀντιδράσεων.

Στό σχῆμα 5.3α βλέπομε μία δοκό πού ἔχει ἀνοιγμα 10 m, στηρίζεται στά δύο ἄκρα της (ἀμφιέριστη) καί φορτίζεται στό μέσο της ἀπό ἕνα συγκεντρωμένο φορτίο 1000 kp.

Γιά ἰσορροπία, λόγω τῆς συμμετρίας πού ὑπάρχει, οἱ ἀντιδράσεις τῶν στηριγμάτων θά εἶναι ἴσες καί καθεμιᾶ θά ἔχει μέγεθος 500 kp. Ἄν θεωρήσομε τώρα μία



Σχ. 5.3α.
Ίσορροπία δοκού.

τομή της ράβδου σε απόσταση 6 m από το άριστο άκρο της, θα πρέπει, για εξασφάλιση της ίσορροπίας του αριστερού τμήματος που προκύπτει να εφαρμοσθούν στην τομή μία δύναμη V και μία ροπή M .

Η δύναμη V και η ροπή M θεωρείται ότι εφαρμόζονται από το δεξιό στο άριστο τμήμα της δοκού και συνεπάγονται τη δημιουργία έσωτερικών τάσεων. Λαμβάνοντας υπόψη ότι οι κατακόρυφες συνιστώσες και οι ροπές γύρω από οποιοδήποτε σημείο της ράβδου (έδώ μας εξυπηρετεί να πάρουμε τις ροπές γύρω από το σημείο Δ) πρέπει να Ισορροπούν, υπολογίζουμε ότι η δύναμη V είναι ίση με $(1000 - 500) = 500$ kN και η ροπή M ίση με 2000 kN·m. (το άθροισμα των ροπών γύρω από το Δ πρέπει να είναι ίσο με μηδέν).

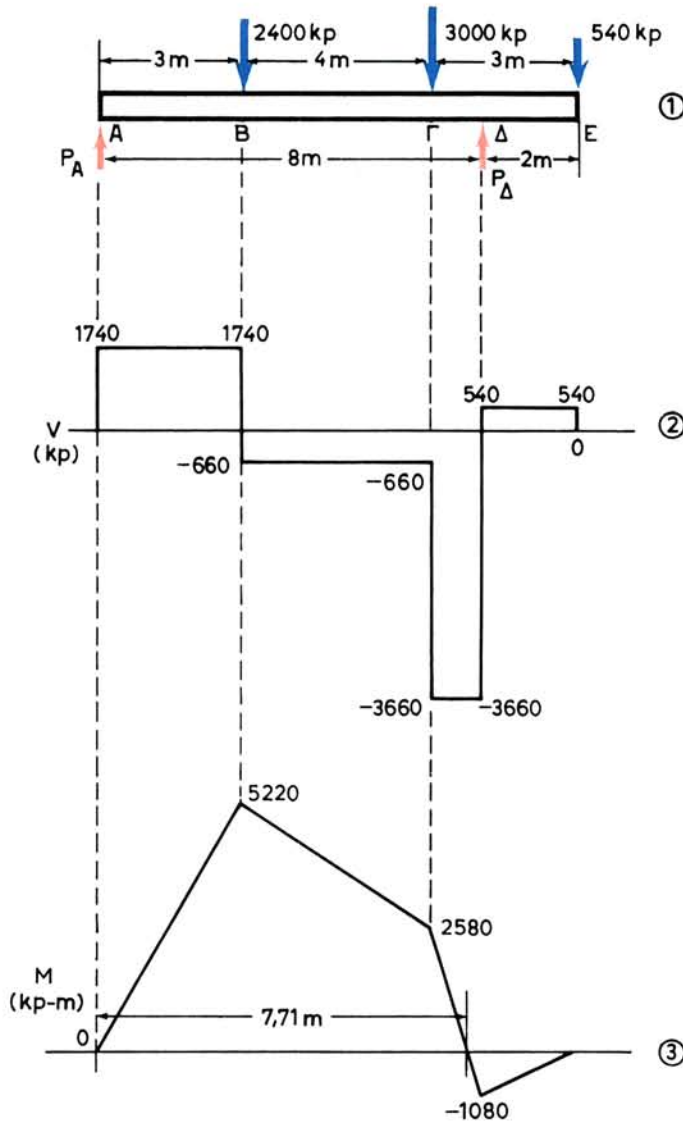
Η δύναμη V ονομάζεται **τέμνουσα** και η ροπή M **ροπή κάμψης**. Σε μία γενική περίπτωση φορτίσεως, τόσο **η τέμνουσα δύναμη όσο και η ροπή κάμψης μεταβάλλονται κατά μήκος της δοκού**.

Η τέμνουσα δύναμη δημιουργεί σε κάθε τομή της δοκού **διατμητικές τάσεις**. Το διάγραμμα που δείχνει τη μεταβολή της τέμνουσας δυνάμεως κατά μήκος της ράβδου, ονομάζεται **διάγραμμα τεμνουσών δυνάμεων (ΔΤΔ)**.

Εξάλλου η ροπή κάμψης δημιουργεί, για το παράδειγμα του σχήματος 5.3α, **τάσεις θλίψεως** στην πάνω πλευρά της δοκού και **τάσεις έφελκυσμού** στην κάτω. Το διάγραμμα που δείχνει τη μεταβολή της ροπής κάμψης κατά μήκος της δοκού, ονομάζεται **διάγραμμα ροπών κάμψης (ΔΡΚ)**.

— Παράδειγμα κατασκευής διαγραμμάτων τεμνουσών δυνάμεων και ροπών κάμψης.

Η δοκός του σχήματος 5.3β στηρίζεται σε δύο υποστηρίγματα στα σημεία A και Δ και φορτίζεται με τρία συγκεντρωμένα φορτία 2400, 3000 και 540 kN που δρουν στα σημεία B, Γ και E αντίστοιχα. Οι λοιπές διαστάσεις είναι όπως φαίνονται στο σχήμα.



Σχ. 5.3β.

Δοκός με συγκεντρωμένα φορτία.

Στήν αρχή θά πρέπει νά βρούμε τίς αντιδράσεις στά σημεῖα A καί Δ πού τίς συμβολίζομε μέ P_A καί P_Δ ἀντίστοιχα.

Παίρνοντας ροπές ὡς πρὸς τό A θά ἔχομε: '

$$-8P_\Delta + 2400 \times 3 + 3000 \times 7 + 540 \times 10 = 0 \quad \eta \quad P_\Delta = 4200 \text{ kp}$$

καί παίρνοντας ροπές ὡς πρὸς τό Δ θά ἔχομε:

$$8P_A + 540 \times 2 - 3000 \times 1 - 2400 \times 5 = 0 \quad \eta \quad P_A = 1740 \text{ kp}$$

Παρατηροῦμε ὅτι τό ἄθροισμα τῶν ἀντιδράσεων εἶναι $4200 + 1740 = 5940$ kp, δηλαδή ἴσο μέ τό ἄθροισμα τῶν δυνάμεων πρὸς τά κάτω πού εἶναι ἐπίσης $2400 + 3000 + 540 = 5940$ kp.

Γιά νά κατασκευάσουμε τό διάγραμμα τεμνουσῶν δυνάμεων, θεωροῦμε τομές τῆς ράβδου ἀνάμεσα στά φορτία καί ὑπολογίζουμε τό ἀλγεβρικό ἄθροισμα τῶν δυνάμεων πού δροῦν πρὸς τὰ ἀριστερά τῆς τομῆς. Ἔτσι ἔχομε:

- Τομή μεταξύ Α καί Β $V = 1740 \text{ kp}$
- Τομή μεταξύ Β καί Γ $V = 1740 - 2400 = - 660 \text{ kp}$
- Τομή μεταξύ Γ καί Δ $V = 1740 - 2400 - 3000 = - 3660 \text{ kp}$
- Τομή μεταξύ Δ καί Ε $V = 1740 - 2400 - 3000 + 4200 = 540 \text{ kp}$

Μέ βάση τὰ παραπάνω σχεδιάζουμε τό διάγραμμα τεμνουσῶν δυνάμεων, ὅπως φαίνεταιι στό (2) τοῦ σχήματος 5.3β.

Τά διάγραμμα ροπῶν κάμψεως μπορεῖ νά κατασκευασθεῖ ἂν θεωρήσουμε διαδοχικά διάφορες τομές τῆς ράβδου πάνω στά σημεῖα πού ἐφαρμόζονται οἱ δυνάμεις καί ὑπολογίζουμε τίς ροπές κάμψεως σέ κάθε σημεῖο.

Ἔτσι θά ἔχομε:

- Σημεῖο Α $M = 0$
- Σημεῖο Β $M = 1740 \times 3 = 5220 \text{ kp-m}$
- Σημεῖο Γ $M = 1740 \times 7 - 2400 \times 4 = 2580 \text{ kp-m}$
- Σημεῖο Δ $M = 1740 \times 8 - 2400 \times 5 - 3000 \times 1 = - 1080 \text{ kp-m}$
- Σημεῖο Ε $M = 1740 \times 10 - 2400 \times 7 - 3000 \times 3 + 4200 \times 2 = 0 \text{ kp-m}$

Μέ τίς πληροφορίες αὐτές σχεδιάζουμε τό διάγραμμα ροπῶν κάμψεως ὅπως φαίνεταιι στό (3) τοῦ σχήματος 5.3β.

Ἀπό τό σχῆμα 5.3β συμπεραίνομε ὅτι:

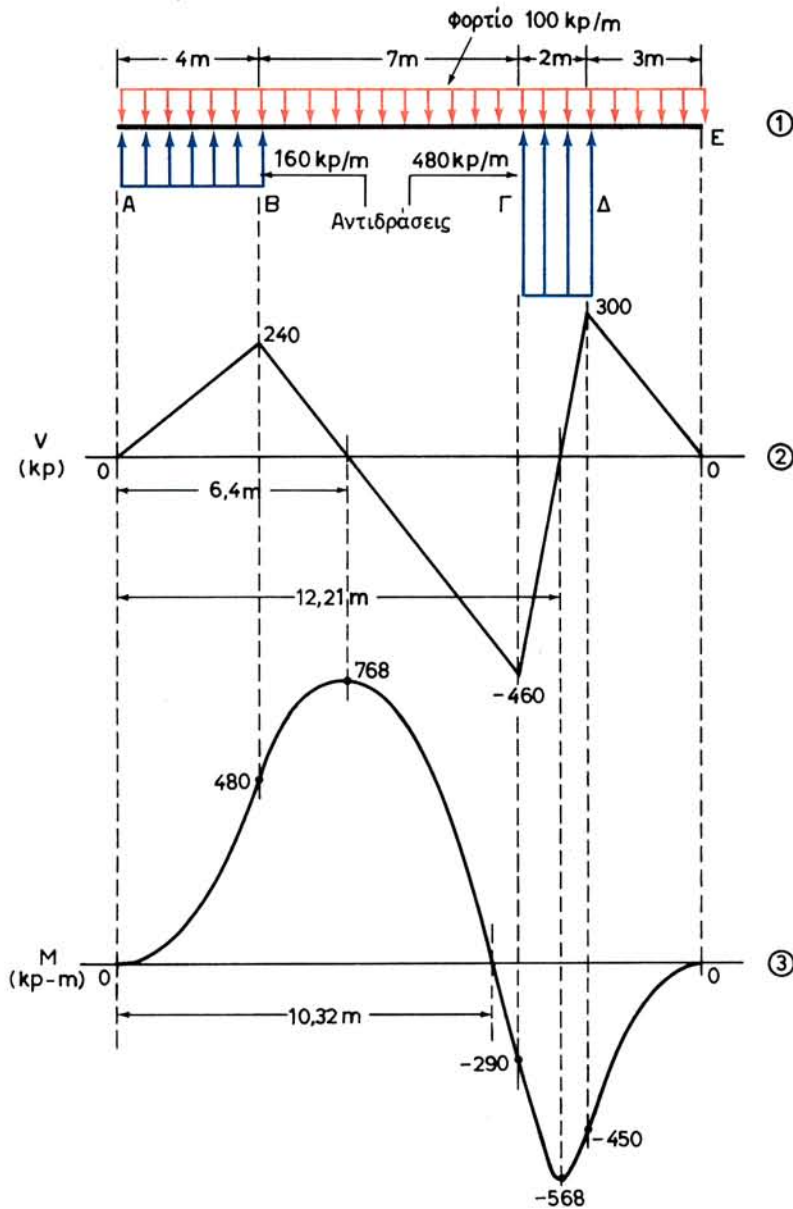
- Ἡ τέμνουσα δύναμη ἔχει τή μεγαλύτερη τιμή στήν περιοχὴ ΓΔ καί εἶναι ἴση μέ 3660 kp.
- Ἡ ροπή κάμψεως ἔχει τή μεγαλύτερη τιμή στό σημεῖο Β καί εἶναι ἴση μέ 5220 kp-m. Τό θετικό σημεῖο δείχνει ὅτι ἡ ροπή τείνει νά δημιουργήσει τάση θλίψεως στά πάνω στοιχεῖα τῆς ράβδου καί τάση ἐφελκυσμοῦ στά κάτω. Αὐτό βέβαια ἰσχύει μόνο στήν περιοχὴ ΑΔ, ἐνῶ στήν περιοχὴ ΔΕ συμβαίνει τό ἀντίθετο.

Ἀντίστοιχα μποροῦν νά βρεθοῦν τὰ διαγράμματα τέμνουσας δυνάμεως καί ροπῆς κάμψεως σέ πιά πολύπλοκες φορτίσεις, ὅπως εἶναι τὰ συνεχῆ φορτία ἢ συνδυασμός συνεχῶν καί συγκεντρωμένων φορτίων. Ἡ μέθοδος πού ἐφαρμόζεται εἶναι ἡ ἴδια, ἀλλά ἡ ἐφαρμογὴ τῆς ἔχει περισσότερη δυσκολία. Ἐνα παράδειγμα μιᾶς τέτοιας δοκοῦ φαίνεταιι (χωρὶς νά δίνονται ἐπεξηγήσεις πάνω στοὺς ὑπολογισμούς) στό σχῆμα 5.3γ. Τό παράδειγμα ἔχει ἐπιλεγεῖ γιατί τό φορτίο καί οἱ ἀντιδράσεις μοιάζουν κάπως μέ τὰ ἀντίστοιχα στήν περίπτωση μελέτης τῆς ἀντοχῆς τοῦ πλοίου (ὅπως θά δοῦμε σέ ἐπόμενο κεφάλαιο). Στήν περίπτωση αὐτοῦ τοῦ παραδείγματος (συνεχῆ φορτία) οἱ τέμνουσες δυνάμεις ἔχουν γραμμική μεταβολὴ καί οἱ ροπές καμπυλόγραμμη.

Οἱ παρακάτω δύο ἰδιότητες βοηθοῦν στήν πιά εὐκολη κατανόηση τῶν ἀποτελεσμάτων τοῦ παραδείγματος τοῦ σχήματος 5.3γ ἀλλά καί τῶν ἀντιστοίχων ὑπολογισμῶν γιά ὁλόκληρο τό πλοῖο, ὅπως θά δοῦμε σέ ἐπόμενο κεφάλαιο (συνεχῆ φορτία).

– **Ἰδιότητα πρώτη.**

Ἡ μεταβολὴ τῆς τέμνουσας δυνάμεως μεταξύ δύο σημείων Α καί Β μίας δοκοῦ



Σχ. 5.3γ.
Δοκός με συνεχή φορτία.

είναι ίση με τό έμβαδόν κάτω από την καμπύλη φορτίσεως μεταξύ των αντίστοιχων σημείων. Όταν υπάρχουν συγκεντρωμένα φορτία, τότε για την εύρεση της τέμνουσας εφαρμόζομε τη μέθοδο που περιγράψαμε στο παράδειγμα του σχήμα-

τος 5.3β. Δηλαδή άθροίζομε άλγεβρικά όλες τίς δυνάμεις καί αντίδράσεις πού βρίσκονται πρós τά άριστερά του σημείου πού εξετάζομε.

— **Ίδιότητα δεύτερη.**

Ή μεταβολή τής ροπής κάμψεως μεταξύ δύο σημείων Α καί Β μίας δοκού είναι ίση μέ τό έμβαδόν κάτω από τήν καμπύλη τεμνουσών δυνάμεων μεταξύ τών αντίστοιχων σημείων.

Ή **καμπύλη φορτίσεως** προκύπτει από τήν άλγεβρική πρόσθεση τών συνεχών δυνάμεων καί αντίδράσεων πού έπενεργούν σέ κάθε σημείο τής δοκού.

Άν, γιά παράδειγμα, εξετάσομε τό τμήμα ΑΒ τής δοκού του σχήματος 5.3γ θά δούμε ότι στο σημείο Α τόσο ή τέμνουσα δύναμη όσο καί ή ροπή κάμψεως έχουν μηδενική τιμή.

Ή φόρτιση στο τμήμα ΑΒ τής δοκού προκύπτει από τήν άφαίρεση τής δυνάμεως πού είναι ίση μέ 100 κρ/μ καί τής αντίδράσεως πρós τά πάνω πού είναι ίση μέ 160 κρ/μ. Δηλαδή έχει τιμή 60 κρ/μ μέ κατεύθυνση πρós τά πάνω.

Ή διαφορά τέμνουσας δυνάμεως μεταξύ Α καί Β είναι ίση μέ τό έμβαδόν κάτω από τήν καμπύλη φορτίσεως (σύμφωνα μέ τήν ιδιότητα Α). Δηλαδή έχει τήν τιμή $60 \text{ κρ/μ} \times 4 \text{ m} = 240 \text{ κρ}$.

Ήπειδή ή τέμνουσα δύναμη στο σημείο Α έχει μηδενική τιμή, 240 κρ είναι καί ή τέμνουσα δύναμη στο Β.

Ήξάλλου ή διαφορά ροπής κάμψεως μεταξύ τών σημείων Α καί Β είναι ίση μέ τό έμβαδόν κάτω από τήν καμπύλη τέμνουσας δυνάμεως (σύμφωνα μέ τή δεύτερη ιδιότητα). Δηλαδή έχει τήν τιμή $1/2 \times 240 \text{ κρ} \times 4 \text{ m} = 480 \text{ κρ-μ}$ (έπειδή τό σχήμα πού προκύπτει στο διάγραμμα τέμνουσας δυνάμεως είναι τρίγωνο).

5.3.3 Τάσεις έφελκυσμού καί θλίψεως, λόγω κάμψεως τής δοκού.

1. Παραδοχές.

Ή θεωρία πού αναπτύσσεται παρακάτω άφορά τήν **άπλή κάμψη**, πού σημαίνει ότι ή διατομή καταπονείται μέ τή ροπή κάμψεως μόνο, καί ισχύει έφόσον ικανοποιούνται οι ακόλουθες προϋποθέσεις:

- 1) Τό ύψος h στή διατομή τής δοκού είναι μικρότερο από τό μισό του άνοιγματος τής I^* .
- 2) Ή δοκός έχει ένα επίπεδο συμμετρίας, δηλαδή ή διατομή της έχει έναν άξονα συμμετρίας καί παραμένει άμετάβλητη σέ όλο τό μήκος της.
- 3) Τά φορτία βρίσκονται μέσα στο επίπεδο συμμετρίας της καί είναι κάθετα στον άξονά της.
- 4) Ο άξονας τής δοκού, προτου νά παραμορφωθεί, είναι ευθύγραμμος.
- 5) Γιά τό ύλικό πού εξετάζεται, ισχύει ο νόμος του Hooke, μέ τό ίδιο μέτρο έλαστικότητας σέ έφελκυσμό καί θλίψη.

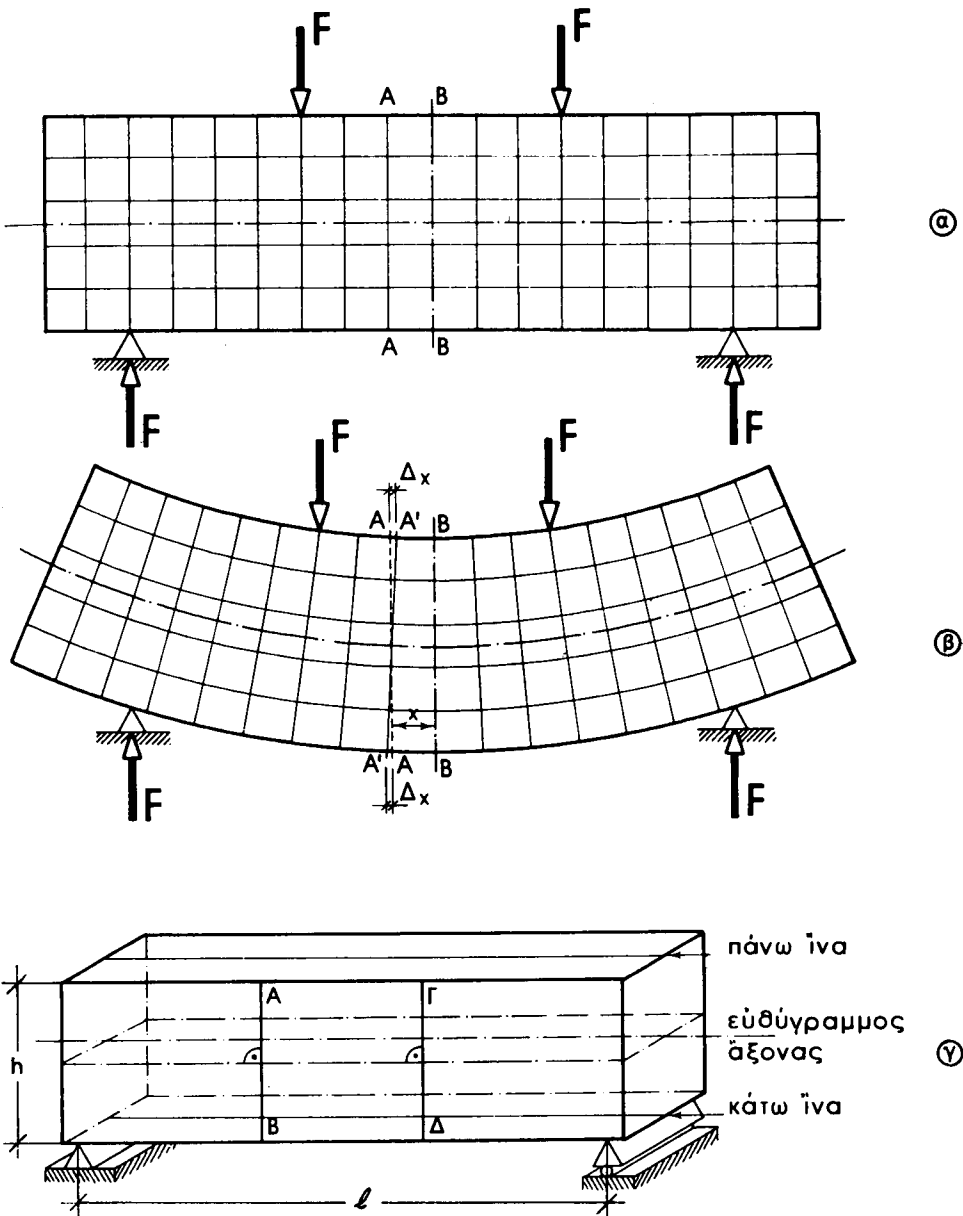
Ήπί πλέον γίνεται καί ή ακόλουθη βασική παραδοχή:

- 6) Οι επίπεδες διατομές τής δοκού (τομές κάθετες στον άξονά της), παραμένουν επίπεδες καί μετά τήν παραμόρφωση τής δοκού (άρα κάθετες στή νέα θέση του άξονα).

2. Ουδέτερη γραμμή.

Ή άμφίεριστη δοκός του σχήματος 5.3δ(α) καί (γ) όταν είναι άφόρτιστη, έχει άξονα ευθύγραμμο. Φανταζόμαστε ότι ή δοκός αποτελείται από ευθύγραμμες ίνες, παράλληλες πρós τον άξονά της (όπως π.χ. συμβαίνει στο ξύλο). Όταν ή δοκός φορτισθεί [σχ. 5.3δ(β)] ο άξονάς της καμπυλώνει. Οι ίνες πού βρίσκονται κάτω από τον άξονα έπιμηκύνονται, ενώ αντίθετα όσες είναι πάνω από τον άξονα βραχύ-

* **Μήκος ή άνοιγμα l** είναι ή μεγάλη διάσταση τής ράβδου καί **ύψος h** ή διάσταση τής δοκού κατά τή διεύθυνση τών φορτίων (σχ. 5.3ε).



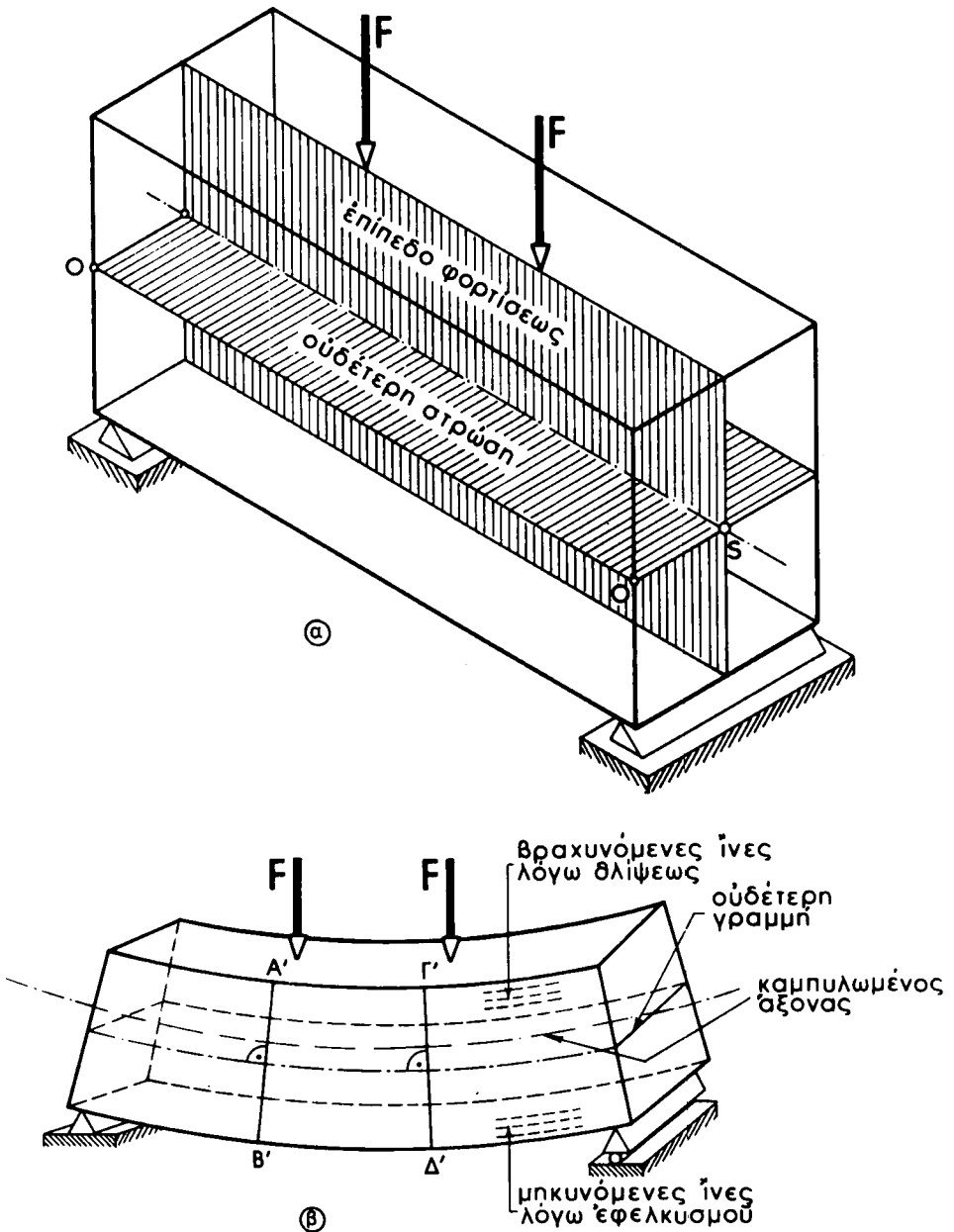
Σχ. 5.36.

Ἀμφιέριστη δοκός.

α) Ὅψη δοκοῦ χωρὶς παραμόρφωση. β) Ὅψη δοκοῦ με παραμόρφωση.

γ) Ὅρισμός πάνω καὶ κάτω ίνας.

νονται. Μεταξύ τῶν δύο περιοχῶν ὑπάρχει προφανῶς μία στρώση ίνῶν ἢ ὁποία οὔτε ἐφελκύεται οὔτε θλίβεται, καὶ ἀκριβῶς ἐπειδὴ δὲ μετέχει στήν παραμόρφωση καλεῖται *οὐδέτερη* [σχ. 5.3ε(α)]. Ἡ τομή τῆς στρώσεως αὐτῆς με τὴ διατομή καλεῖται *οὐδέτερη γραμμὴ*, Ἡ γραμμὴ αὐτὴ εἶναι εὐθεῖα κά-



Σχ. 5.3ε.

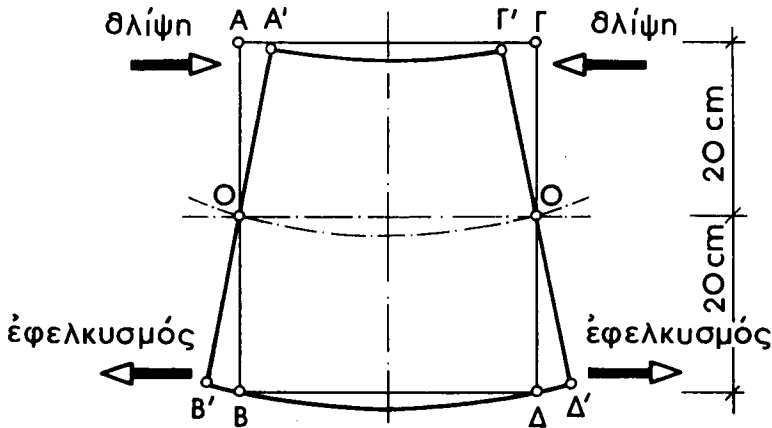
Άμφιέριστη δοκός.

α) Ορισμός ουδέτερης στρώσεως. β) Παραμόρφωση ίνων τής δοκού.

Όετη στό επίπεδο φορτίσεως καί γιά τήν άπλή κάμψη περνάει άπό τό κέντρο βάρους τής διατομής. Άν χαράξομε στήν παρειά μις άφόρτιστης δοκού δύο εύθειες AB καί ΓΔ κάθετες στόν άξονά της, μετά τή φόρτιση καί τήν παραμόρφωση τής δοκού αυτές έξακολουθοούν νά είναι εύθειες, καί στή νέα θέση τους A'B' καί Γ'D' είναι κάθετες στόν άξονα τής δοκού πού έχει καμπυλωθεί (σχήματα 5.3δ(β))

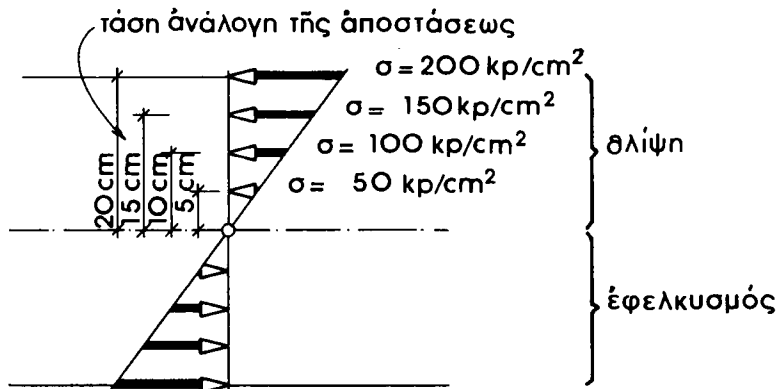
καί 5.3ε(β)]. Έπομένως οι οριζόντιες μετατοπίσεις τῶν σημείων τῆς εὐθείας AB εἶναι ἀνάλογες πρὸς τὶς ἀποστάσεις τῶν σημείων ἀπὸ τὴν οὐδέτερη γραμμὴ O-O (σχ. 5.3στ). Ἐπειδὴ ὁμως οἱ παραμορφώσεις (μετατοπίσεις), σύμφωνα μὲ τὸ νόμο τοῦ Hooke, εἶναι ἀνάλογες μὲ τὶς τάσεις πού τὶς προκαλοῦν, προκύπτει ὅτι καὶ οἱ τάσεις θὰ εἶναι ἀνάλογες μὲ τὶς ἀποστάσεις τῶν σημείων ἀπὸ τὴν οὐδέτερη γραμμὴ (σχ. 5.3ζ).

Στὸ σχῆμα 5.3ζ φαίνεται ἡ κατανομὴ τῶν ὀρθῶν τάσεων σέ μία διατομὴ δοκοῦ πού κάμπτεται. Βλέπομε ὅτι οἱ ὀρθές τάσεις δέν κατανομονται ὁμοιόμορφα στὴν ἐπιφάνεια τῆς διατομῆς, ὅπως συμβαίνει μὲ τὸν ἀπλό ἐφελκυσμό καὶ μὲ τὴ θλίψη, ἀλλὰ μεταβάλλονται γραμμικὰ ἀπὸ τὸ μηδέν (στὴ θέση τῆς οὐδέτερης γραμμῆς), μέχρι μία μέγιστη θετικὴ τιμὴ, στὴν ἀκραία ἵνα πού ἐφελκύεται καὶ μία ἐλάχιστη ἀρνητικὴ τιμὴ, στὴν ἀκραία ἵνα πού θλίβεται.



Σχ. 5.3στ.

Μετατοπίσεις τῶν σημείων τῶν εὐθειῶν AB καὶ ΓΔ.



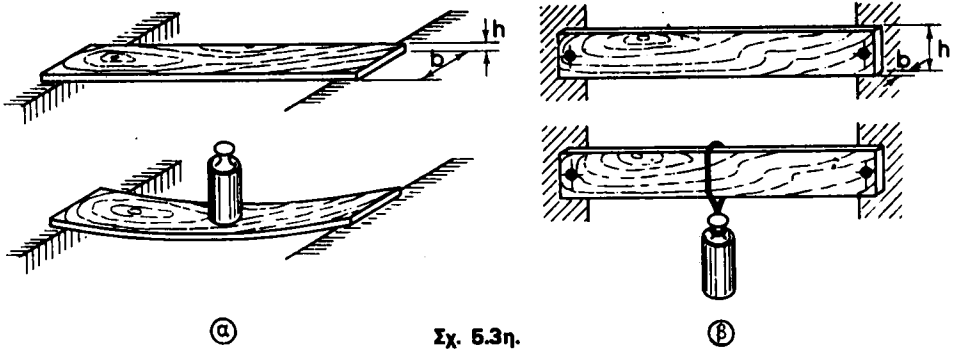
Σχ. 5.3ζ.

Κατανομὴ τάσεων.

3. Ὁ τύπος τῆς κάμψης.

Γιὰ νὰ δοῦμε τί συμβαίνει μὲ τὶς δοκοὺς πού κάμπτονται, παραθέτομε ἕνα ἀπλό παράδειγμα μιᾶς κοινῆς σανίδας πού στηρίζεται στὰ δύο τῆς ἄκρα. Παρατηροῦμε ὅτι παρουσιάζει πολὺ μικρὴ ἀντοχὴ στὴν κάμψη, ὅταν ὁ κορμὸς τῆς εἶναι ὀριζόντιος [σχ. 5.3η(α)] καὶ πολὺ μεγαλύτερη, ὅταν ὁ κορμὸς

της είναι κατακόρυφος [σχ. 5.3η(β)]. Βλέπουμε ότι η ίδια διατομή της σανίδας $A = 20 \times 2 = 40 \text{ cm}^2$ συμπεριφέρεται σημαντικά διαφορετικά όταν:



Σχ. 5.3η.
Φόρτιση ξύλινης ράβδου.

- α) Φορτίο κάθετο προς τη μεγάλη διάσταση διατομής.
β) Φορτίο κάθετο προς τη μικρή διάσταση διατομής.

$$\frac{b}{h} = \frac{\text{πλάτος}}{\text{ύψος}} = \frac{20 \text{ cm}}{2 \text{ cm}}$$

$$\frac{\text{πλάτος}}{\text{ύψος}} = \frac{2 \text{ cm}}{20 \text{ cm}}$$

και διαφορετικά όταν:

Συνεπώς δεν έπαρκει μόνο το έμβασόν A της διατομής για τη μελέτη της δοκού που κάμπτεται. Για να βρούμε το νόμο της διανομής των τάσεων σε μία διατομή, στην οποία επιβάλλεται ή ροπή κάμψεως M , παίρνουμε την απλή περίπτωση μιάς αμφιέριστης δοκού με ορθογωνική διατομή, που φορτίζεται με τυχαίο φορτίο F_0 το οποίο είναι κάθετο στον άξονα της δοκού και βρίσκεται μέσα στο επίπεδο συμμετρίας της διατομής.

Έχουμε λοιπόν την περίπτωση της απλής κάμψεως. Κατά την αρχή του Bernoulli οι παραμορφώσεις των ίνων – βραχύνσεις προς τα επάνω, επιμηκύνσεις προς τα κάτω – αυξάνουν, όσο μεγαλώνει ή απόστασή τους από την ουδέτερη γραμμή, της οποίας δεν γνωρίζουμε ακόμη τη θέση. Κατά το νόμο του Hooke οι τάσεις είναι ανάλογες με τις παραμορφώσεις, που σημαίνει ότι και οι τάσεις αυξάνονται όσο μεγαλώνει ή απόστασή y από την ουδέτερη γραμμή. Αυτό μπορεί να εκφρασθεί με τη σχέση:

$$\sigma = \lambda \cdot y \quad (5)$$

Για να μπορεί να καθορισθεί η τιμή της σ , πρέπει και άρκει να βρεθεί το λ .

Αν κόψουμε τη δοκό σε τυχαία θέση, στο σημείο της τομής ενεργεί ή ροπή κάμψεως M , όπως φαίνεται στο σχήμα 5.3θ στο παράδειγμα φορτίσεως αμφιέριστης δοκού.

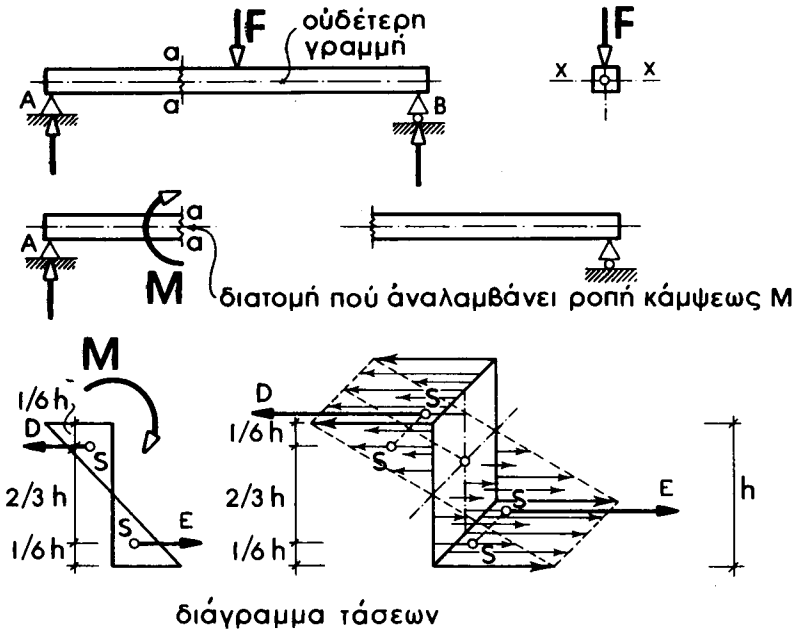
Στή διατομή ενεργεί, πάνω από την ουδέτερη γραμμή ή συνισταμένη των θλιπτικών τάσεων D και κάτω ή συνισταμένη των έφελκυστικών τάσεων E . Για να ισορροπεί το άριστο κομμάτι της δοκού που κόπηκε, πρέπει να ισχύουν οι τρεις συνθήκες Ισορροπίας, δηλαδή $\Sigma x = 0$, $\Sigma y = 0$ και $\Sigma M = 0$. $\Sigma x = 0$ σημαίνει $D = E$. Για να συμβαίνει αυτό ή ουδέτερη γραμμή πρέπει να είναι ή οριζόντιος άξονας της ορθογωνικής διατομής. Οι θλιπτικές και έφελκυστικές τάσεις, μορφώνουν από μία σφήνα με συνισταμένη το έμβασόν της (σχ. 5.3ι).

$$D = \frac{1}{2} \cdot \lambda \cdot \frac{h}{2} \cdot b \cdot \frac{h}{2} = \frac{1}{8} \lambda b h^2 = E$$

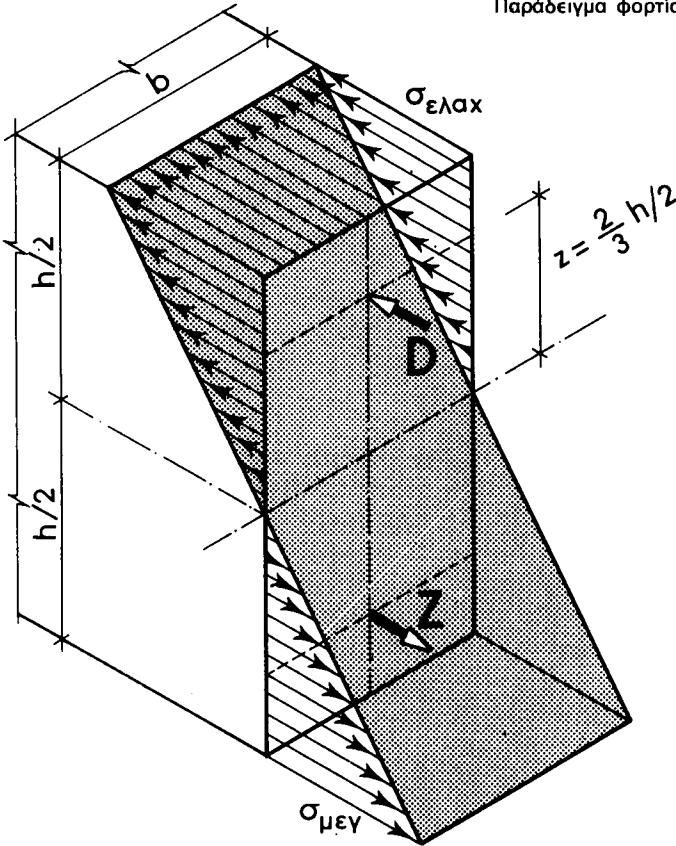
Η συνισταμένη αυτή δρά στο κέντρο βάρους της σφήνας, που είναι στα $2/3$ του $h/2$ από την ουδέτερη γραμμή.

Επομένως ή απόσταση μεταξύ D και E είναι $2/3 h$.

Η έφαρμογή της συνθήκης Ισορροπίας $\Sigma M = 0$ δίνει:



Σχ. 5.30. Παράδειγμα φορτίσεως αμφιέριστης δοκού.



Σχ. 5.31. Κατανομή τάσεων.

$$\Sigma M = 0 = M - D \cdot \frac{2}{3} h = M - \frac{1}{8} \lambda b h^2 \cdot \frac{2}{3} h = \lambda \frac{1}{12} b h^3$$

από τήν ὁποία παίρνομε:

$$\lambda = \frac{M}{\frac{1}{12} b h^3} = \frac{M}{J_x} \quad (6)$$

Ἡ ἔκφραση $1/12 b h^3 = J_x$ ὀνομάζεται **ροπή ἀδράνειας**.

Τό ἄγνωστο ὡς τώρα λ καθορίσθηκε, ὁπότε ἡ ἔξισωση γίνεται:

$$\sigma = \frac{M}{J_x} y \quad (7)$$

Γενικότερα γιά νά βροῦμε τίς τάσεις στίς διάφορες θέσεις τυχαίας διατομῆς, τή φανταζόμαστε νά ἀποτελεῖται ἀπό πολλές λεπτές λωρίδες, παράλληλες μέ τήν οὐδέτερη γραμμή.

Ἄν ὀνομάσουμε $\sigma_{\mu\epsilon\gamma}$ τή μέγιστη τάση, ἡ ὁποία ἀναπτύσσεται στήν ἀκραία ἴνα, πού ἀπέχει ἀπόσταση $\gamma_{\mu\epsilon\gamma}$ ἀπό τήν οὐδέτερη γραμμή, τότε στήν ἀπόσταση y ἀπό τήν οὐδέτερη γραμμή ἀναπτύσσεται τάση σ , πού προκύπτει ἀπό τήν ὁμοιότητα τῶν τριγῶνων (σχ. 5.31α).

$$\frac{\sigma_{\mu\epsilon\gamma}}{\gamma_{\mu\epsilon\gamma}} = \frac{\sigma}{y}$$

δηλαδή:

$$\sigma = \sigma_{\mu\epsilon\gamma} \cdot \frac{y}{\gamma_{\mu\epsilon\gamma}} \quad (8)$$

Στή θέση αὐτή βρίσκεται μία λεπτή λωρίδα μέ ἔμβαδόν a , ἡ ὁποία ἀναλαμβάνει δύναμη:

$$f = a \cdot \sigma = \sigma_{\mu\epsilon\gamma} \cdot \frac{y}{\gamma_{\mu\epsilon\gamma}} \cdot a$$

Ἡ ροπή τῆς δυνάμεως f ὡς πρὸς τήν οὐδέτερη γραμμή εἶναι:

$$m = f \cdot y = \sigma_{\mu\epsilon\gamma} \cdot \frac{y}{\gamma_{\mu\epsilon\gamma}} \cdot a \cdot y = \frac{\sigma_{\mu\epsilon\gamma}}{\gamma_{\mu\epsilon\gamma}} a y^2$$

Τό ἄθροισμα τῶν ροπῶν m τῶν δυνάμεων, οἱ ὁποῖες ἀναλαμβάνονται ἀπό ὅλες τίς λωρίδες πού ἀποτελοῦν τή διατομή, θά πρέπει νά ἰσορροπεῖ τή ροπή κάμψεως τῆς διατομῆς. Δηλαδή:

$$M = m_1 + m_2 + m_3 + \dots = \frac{\sigma_{\mu\epsilon\gamma}}{\gamma_{\mu\epsilon\gamma}} \cdot (a_1 y_1^2 + a_2 y_2^2 + a_3 y_3^2 + \dots) = \frac{\sigma_{\mu\epsilon\gamma}}{\gamma_{\mu\epsilon\gamma}} \cdot J$$

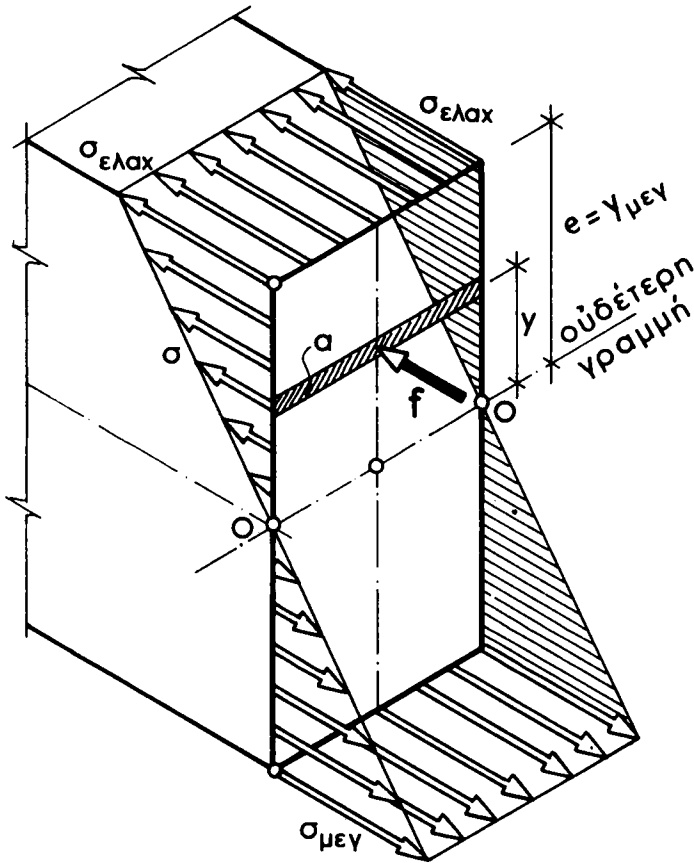
Τό μέσα στήν παρένθεση ἄθροισμα τῶν ἔμβαδῶν ὄλων τῶν λεπτῶν λωρίδων ἐπί τά τετράγωνα τῶν ἀποστάσεων τους ἀπό τήν οὐδέτερη γραμμή, τό ὁποῖο παριστάνεται μέ J , λέγεται (ἀξονική) **ροπή ἀδράνειας τῆς διατομῆς ὡς πρὸς τήν οὐδέτερη γραμμή τῆς**.

Ἔτσι προκύπτει ὁ θεμελιώδης τύπος τῆς κάμψεως:

$$M = \frac{\sigma_{\mu\epsilon\gamma}}{\gamma_{\mu\epsilon\gamma}} \cdot J \quad \eta$$

ὅπως συνηθέστερα γράφεται:

$$\sigma_{\mu\epsilon\gamma} = \frac{M}{J} \cdot \gamma_{\mu\epsilon\gamma} \quad (9)$$



Σχ. 5.3ια.
Κατανομή τάσεων.

Ο τύπος αυτός μας δίνει τη μέγιστη τάση στην άκρεια ίνα, που κυρίως μας ενδιαφέρει. Αν θέλομε να υπολογίσομε την τάση, που αναπτύσσεται στην τυχαία απόσταση γ από την ουδέτερη γραμμή, χρησιμοποιούμε τον τύπο, ο οποίος μας δίνει:

$$\sigma = \frac{M}{J} \cdot \gamma \quad (10)$$

Ο τύπος είναι γενικός και μας δίνει τις όρθές τάσεις σ σε κάθε σημείο με απόσταση γ από την ουδέτερη γραμμή, όταν είναι γνωστή ή ροπή αδράνειας J της διατομής, ως προς την ουδέτερη γραμμή και η ροπή κάμψης M στη διατομή της δοκού που εξετάζομε.

Επειδή η θετική φορά του άξονα των γ λαμβάνεται προς τα κάτω, θα έχομε από τον τύπο (10) για γ όμοσημο του M (π.χ. για ροπή κάμψης θετική και γ θετικό, δηλαδή προς τα κάτω) όρθή τάση θετική (έφελκυσμού). Αντίθετα για γ έτερόσημο του M (π.χ. M θετικό και γ προς τα πάνω, είτε M άρνητικό και γ προς τα κάτω) θα προκύπτει όρθή τάση άρνητική (θλίψης).

Αν στον τύπο (10) όρίσομε την απόσταση $\gamma_{\mu\epsilon\gamma}$ της άκρειας ίνας από την ουδέτερη γραμμή, θα έχομε, καθώς είπαμε ήδη, τη μέγιστη τάση $\sigma_{\mu\epsilon\gamma}$ που εμφανίζεται στην υπόψη διατομή. Αν εξετάσομε πολλές διατομές, ή πιό δυσμενής θα είναι εκείνη, στην όποια αναπτύσσεται ή μέγιστη ροπή κάμψης, μιά και στίς άκρεις ίνες αυτής θα έμφανισθει ή μέγιστη τάση.

Η ροπή αδράνειας J όρίσθηκε ως άθροισμα έμβαδών πολλαπλασιασμένων επί τετράγωνα απο-

στάσεων και συνεπώς η μονάδα μετρήσεώς της θά είναι:

$$(\text{έμβαδόν}) \times (\text{απόσταση})^2 = \text{cm}^2 \cdot \text{cm}^2 = \text{cm}^4$$

Γράφομε πάλι τόν τύπο (10) μέ τίς μονάδες μετρήσεως, πού χρησιμοποιοῦμε συνήθως στήν πράξη:

$$\sigma = (\text{kp/cm}^2) = \frac{M (\text{kp} \cdot \text{cm})}{J (\text{cm}^4)} \cdot \gamma (\text{cm}) \quad (11)$$

Βλέπομε ὅτι γιά νά βροῦμε τήν τάση σέ kp/cm^2 , θά πρέπει νά ἐκφράσομε τή ροπή κάμψεως σέ $\text{kp} \cdot \text{cm}$, τή ροπή ἀδράνειας σέ cm^4 καί τήν ἀπόσταση γ σέ cm .

Εἶδαμε ὅτι ἡ μέγιστη τάση, πού κυρίως ἐνδιαφέρει στήν πράξη, ἐμφανίζεται στίς ἀκραῖες ἴνες, ὅπου τό γ γίνεται μέγιστο.

Ἄν ὀρίσομε $J/\gamma_{\text{μεγ}} = Z$ ἡ ἐξίσωση (11) γράφεται:

$$\sigma_{\text{μεγ}} = \frac{M}{Z} \quad (12)$$

Στήν παραπάνω μορφή ἡ ἐξίσωση (10) ἐμφανίζεται στίς πρακτικές ἐφαρμογές.

$$\text{Τό πηλίκον:} \quad \frac{J}{\gamma_{\text{μεγ}}} = Z \quad (13)$$

λέγεται **ροπή ἀντιστάσεως** τῆς διατομῆς.

$$\text{Ἄπό τόν τύπο:} \quad Z = \frac{J (\text{cm}^4)}{\gamma_{\text{μεγ}} (\text{cm})}$$

προκύπτει ὅτι ἡ μονάδα μετρήσεως τῆς ροπῆς ἀντιστάσεως εἶναι $\text{cm}^4/\text{cm} = \text{cm}^3$ χωρίς νά ἔχει καμία σχέση μέ τή μονάδα ὄγκου.

Γιά μία ὀρθογωνική διατομή μέ πλάτος b καί ὕψος h δίνεται: $J = bh^3/12$, ὁπότε:

$$Z = \frac{\frac{bh^3}{12}}{h} = \frac{bh^2}{6} \quad (14)$$

4. Τρόπος ἐφαρμογῆς.

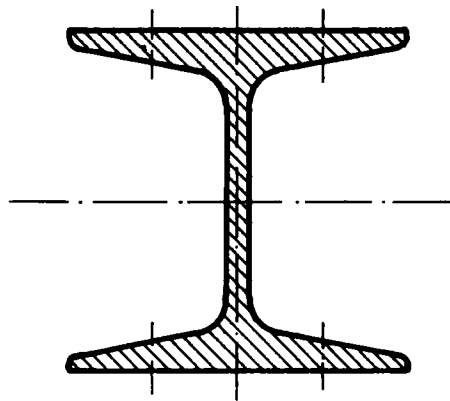
Στίς δοκοῦς πού κάμπτονται ἐξαντλεῖται ἡ ἀντοχή τῶν ἀκραίων μόνο ἰνῶν, ἐνῶ ἡ περιοχή τῆς διατομῆς κοντά στήν οὐδέτερη γραμμή δέν ἀναλαμβάνει σημαντικές τάσεις. Γιά τό λόγο αὐτό ἐπιδιώκομε νά συγκεντρώσομε τό ὑλικό μακριά ἀπό τήν οὐδέτερη γραμμή σέ δύο συμμετρικές ζῶνες, τίς ὁποῖες ἐνώνομε μέ ἓνα λεπτό κορμό γιά νά ἐξασφαλίσομε τή συνεργασία τους. Ἔτσι προκύπτει οἰκονομία ὑλικοῦ μέ τή χρησιμοποίηση τῶν διατομῶν μέ μορφή διπλοῦ ταῦ (σχ. 5.31β).

Συνήθως στά προβλήματα τῆς κάμψεως δίνεται ἡ ροπή κάμψεως, πού πρέπει νά ἀναλάβει μία δοκός καί ζητοῦνται οἱ διαστάσεις τῆς δοκοῦ. Τότε ἐφαρμόζομε τόν τύπο (διαστασιολόγηση):

$$Z_{\text{απαιτ}} = \frac{M_{\text{μεγ}}}{\sigma_{\text{επ}}} \quad (15)$$

καί βρίσκομε τήν ἀπαιτούμενη ροπή ἀντιστάσεως τῆς δοκοῦ. Στή συνέχεια ἐκλέγομε τέτοιες διαστάσεις δοκοῦ, ὥστε ἡ ροπή ἀντιστάσεως πού ὑπάρχει $Z_{\text{υπ}}$ νά εἶναι λίγο μεγαλύτερη ἀπό τήν ἀπαιτούμενη. Πάντοτε ὁμως ἐλέγχομε τό μέγεθος τῶν τάσεων πού ἀναπτύσσονται μέ τόν τύπο (ἐλεγχος τάσεων):

$$\sigma_{\text{υπ}} = \frac{M_{\text{μεγ}}}{\sigma_{\text{επ}}} \leq \sigma_{\text{υπ}} \quad (16)$$



Σχ. 5.3ιβ.
Τομή δοκού I

Ένα άλλο πρόβλημα είναι να εξέγξουμε τη ροπή κάμψως που μπορεί να αναλάβει μία διατομή, που δίνεται με ροπή αντίστασως Z_{up} . Τότε εφαρμόζομε τόν τύπο (Ικανότητα φορτίσως):

$$M_{\text{μεγ}} = \sigma_{\text{επ}} \cdot Z_{\text{up}} \quad (17)$$

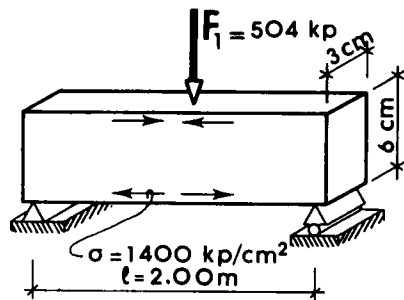
Μέ τό σύμβολο $\sigma_{\text{επ}}$ έννοοῦμε τήν έπιτρεπόμηνή τάση.

Παράδειγμα.

Άμφίεριστη χαλύβδινη δοκός, μέ διατομή 3 cm x 6 cm καί άνοιγμα $l = 2,00$ m, πρόκειται νά φορτωθεῖ στό μέσο της μέ φορτίο F. Άν ή έπιτρεπόμηνή μέγιστη τάση τοῦ χάλυβα είναι $\sigma_{\text{επ}} = 1400$ kp/cm², πόσο είναι τό φορτίο που μπορεί νά φέρεη ή δοκός;

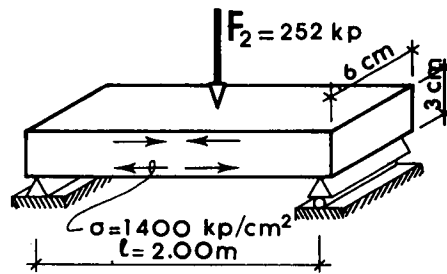
α) όταν τό ὕψος της είναι 6 cm καί τό πλάτος της 3 cm (σχ. 5.3γ).

β) Όταν τό ὕψος της είναι 3 cm καί τό πλάτος της 6 cm (σχ. 5.3δ).



Σχ. 5.3γ.

Άμφίεριστη δοκός μέ ὕψος διατομής μεγαλύτερο άπό τό πλάτος.



Σχ. 5.3δ.

Άμφίεριστη δοκός μέ ὕψος διατομής μικρότερο άπό τό πλάτος.

Λύση.

α) Στήν πρώτη περίπτωση: $Z_1 = \frac{bh^2}{6} = \frac{3 \text{ cm} \cdot 6^2 \text{ cm}^2}{6} = 18 \text{ cm}^3$

$$\sigma_{\text{επ}} = \frac{M_1}{Z_1} \quad \delta\text{ρα} \quad M_1 = \sigma_{\text{επ}} \cdot Z_1 = 1400 \text{ kp/cm}^2 \cdot 18 \text{ cm}^3 = 25200 \text{ kp} \cdot \text{cm} = 252 \text{ kp} \cdot \text{m}$$

Δηλαδή η δοκός μπορεί να αναλάβει ροπή $M_1 = 252 \text{ κρ} \cdot \text{m}$.

Γνωρίζουμε από τη Στατική ότι η μέγιστη ροπή τής αμφιέριστης δοκού με ένα συγκεντρωμένο φορτίο στο μέσο της είναι:

$$M_{\mu\epsilon\gamma} = \frac{F \cdot l}{4}$$

άρα:
$$F_1 = \frac{4M_1}{l} = \frac{4 \cdot 252 \text{ κρ} \cdot \text{m}}{2 \text{ m}} = 504 \text{ κρ}$$

Δηλαδή τό φορτίο πού ζητούμε καί πού προκαλεῖ μέγιστη ροπή.

$$M_1 = 252 \text{ κρ} \cdot \text{m}$$

καί μέγιστη τάση $\sigma = \pm 1400 \text{ κρ/cm}^2$ εἶναι $F_1 = 504 \text{ κρ}$.

β) Στή δεύτερη περίπτωση:
$$Z_2 = \frac{hb^2}{6} = \frac{6 \text{ cm} \cdot 3^2 \text{ cm}^2}{6} = 9 \text{ cm}^3$$

$$\sigma_{\epsilon\pi} = \frac{M_2}{Z_2} \quad \text{άρα} \quad M_2 = \sigma_{\epsilon\pi} \cdot Z_2 = 1400 \text{ κρ/cm}^2 \cdot 9 \text{ cm}^3 = 12600 \text{ κρ} \cdot \text{cm} = 126 \text{ κρ} \cdot \text{m}$$

Σέ αναλογία πρὸς τήν πρώτη περίπτωση βρίσκουμε:

$$F_2 = \frac{4M_2}{l} = \frac{4 \cdot 126 \text{ κρ} \cdot \text{m}}{2 \text{ m}} = 252 \text{ κρ}$$

Δηλαδή ἀν ἡ δοκός στραφεῖ, μπορεί νά φέρει μόνο τό μισό τοῦ φορτίου F_1 . Ἄν ὑποθέσουμε ὅτι ἐ-
φελκύουμε τήν ἴδια δοκό μέ δύναμη N ὥσπου νά ἐνταθεῖ μέ τάση ἐφελκυσμοῦ $\sigma = 1400 \text{ κρ/cm}^2$, ἡ
δύναμη πού μπορεί νά ἀναλάβει ἡ δοκός εἶναι $N = \sigma \cdot A = 1400 \text{ κρ/cm}^2 \cdot 18 \text{ cm}^2 = 25200 \text{ κρ}$ δηλα-
δή πενήντα φορές μεγαλύτερη ἀπό τό φορτίο F_1 , καί ἑκατό φορές μεγαλύτερη ἀπό τό φορτίο F_2 .

Βλέπουμε λοιπόν ὅτι ἡ κάμψη εἶναι ἕνα εἶδος καταπόνησεως πού ἐπιτρέπει στό ὑλικό ἀνάληψη δυ-
νάμεων πολύ μικρότερη ἀπό ὅση ὁ ἐφελκυσμός ἢ ἡ θλίψη.

5. Ροπές αδράνειας καί ἀντιστάσεως.

Οἱ ροπές αδράνειας καί ἀντιστάσεως εἶναι γεωμετρικά μεγέθη πού ἔχουν σχέση μόνο μέ τίς δια-
στάσεις καί τή μορφή τῆς διατομῆς. Γιά τίς τυποποιημένες διατομές δοκῶν, ἀπό ξύλο ἢ χάλυβα, ὑπάρ-
χουν πίνακες πού δίνουν, ἐκτός ἀπό τό ἐμβαδόν τῆς διατομῆς, τή ροπή αδράνειας J καί τή ροπή ἀντι-
στάσεως Z .

— Ὁρθογωνική διατομή.

Ἐξετάζοντας τό σχῆμα 5.3ε. βλέπουμε ὅτι γιά τήν ὀρθογωνική διατομή ἔχουμε δύο ροπές αδρά-
νειας:

$$J_x = \frac{bh^3}{12} \quad \text{καί} \quad J_y = \frac{b^3h}{12}$$

στῆς ὁποῖες ἀντιστοιχοῦν οἱ ροπές ἀντιστάσεως:

$$Z_x = \frac{bh^2}{6} \quad \text{καί} \quad Z_y = \frac{b^2h}{6}$$

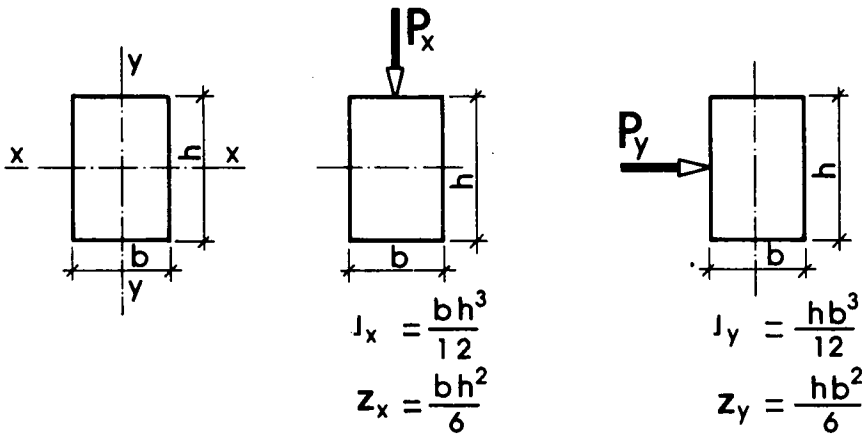
καί τίς ὁποῖες χρησιμοποιοῦμε ἀνάλογα μέ τή διεύθυνση ἐπιβολῆς τῶν φορτίων.

Ἔτσι τά φορτία P_x πού εἶναι κάθετα στόν ἀξονα συμμετρίας $x-x$, προκαλοῦν ροπές, πού τίς
συμβολίζουμε M_x , καί μέγιστη τάση:

$$\sigma_{\mu\epsilon\gamma} = \frac{M_x \mu\epsilon\gamma}{Z_x}$$

Αντίστοιχα τά φορτία P_y , που είναι κάθετα στον άξονα συμμετρίας $y-y$, προκαλούν ροπές M_y και τάση:

$$\sigma_{\mu\epsilon\gamma} = \frac{M_y \mu\epsilon\gamma}{Z_y}$$



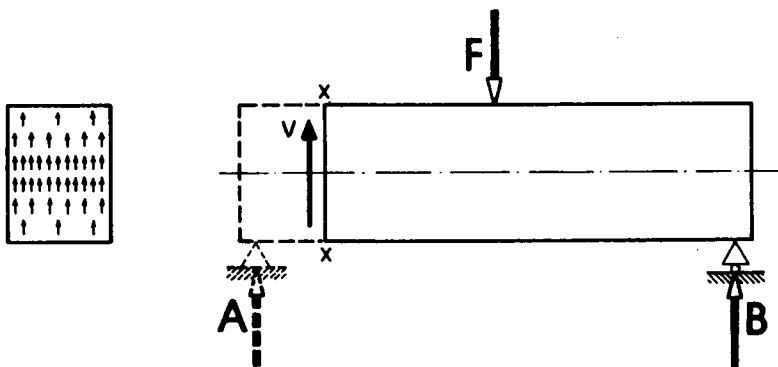
Σχ. 5.3ie.

Καταπόνηση ορθογωνικής διατομής.

5.3.4 Διατμητικές τάσεις σε δοκούς που κάμπτονται.

Στό κεφάλαιο της κάμψεως μάθαμε να υπολογίζουμε τις τέμνουσες δυνάμεις σε κάθε διατομή μιας δοκού που κάμπτεται.

Αν κόψουμε την ορθογωνική δοκό AB του σχήματος 5.3ιστ για να άποκαταστήσουμε την Ισορροπία πρέπει να εφαρμόσουμε πάνω στη διατομή $x-x$ μία δύναμη V ίση προς την τέμνουσα στη θέση της τομής. Η V είναι η συνισταμένη όλων των διατμητικών τάσεων που αναπτύσσονται στη διατομή κατά τη φόρτιση.



Σχ. 5.3ιστ.

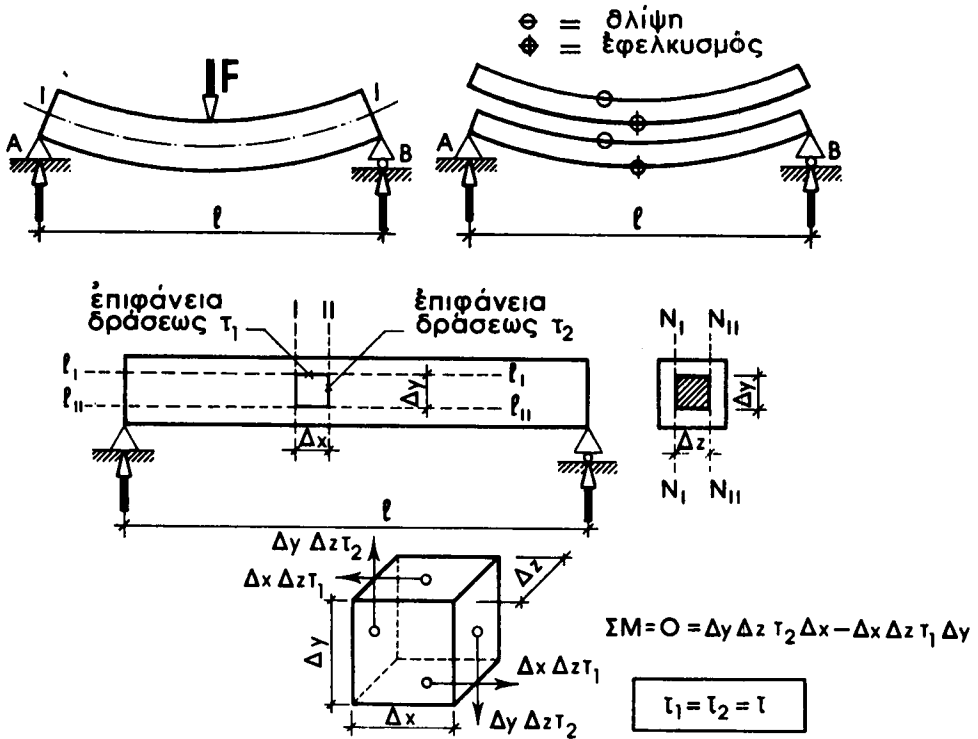
Διατμητικές τάσεις σε άμφιέριστη δοκό

Τήν παραπάνω δοκό, με τήν ίδια φόρτιση, τέμνομε με μία οριζόντια τομή I-I καί τοποθετούμε τό ένα τμήμα τής δοκού πάνω στό άλλο, ώστε νά καμφθοῦν καί τά δύο κάτω από τή δράση τοῦ φορτίου F.

Ὅπως εἶναι γνωστό ἀπό τό κεφάλαιο τής κάμψεως, οἱ κάτω ἴνες τοῦ πάνω τμήματος δταν ἐφελκύνονται ἐπιμηκύνονται, ἐνώ οἱ πάνω ἴνες τοῦ κάτω τμήματος δταν θλίβονται βραχύνονται. Ἄν θελήσομε νά ἀναγκάσομε τά δύο τμήματα νά συνεργασθοῦν, ὥστε ἡ ἀρχική δοκός νά καμφθεῖ σάν νά ἦταν ἐνιαία, θά πρέπει νά βραχύνομε τίς κάτω ἴνες τοῦ πάνω τμήματος ἔτσι, ὥστε στό τέλος τής παραμορφώσεως οἱ δύο σέ ἐπαφή ἐπιφάνειες τής τομῆς νά ἔχουν ἴση παραμόρφωση. Γιά νά τό πετύχομε αὐτό πρέπει στίς δύο ἐπιφάνειες τής τομῆς νά ἀναπτυχθοῦν διατμητικές δυνάμεις, ὅπως φαίνεται στό σχῆμα 5.3ιζ.

Ἄν π.χ. κολλήσομε ἢ καρφώσομε τό ένα τμήμα τής δοκού μέ τό άλλο, αὐτές τίς διατμητικές δυνάμεις θά τίς μεταφέρουν ἢ κόλλα ἢ τά καρφιά καί τά δύο τμήματα θά ἐργάζονται σάν ἕνα.

Οἱ διατμητικές αὐτές τάσεις ἐμφανίζονται σέ ὁποιοδήποτε ὕψος καί ἄν γίνει ἡ τομή I-I, καί ἀποδεικνύεται ὅτι εἶναι ἴσες πρὸς τίς διατμητικές τάσεις πού ἀναπτύσσονται ἐξαιτίας τής τέμνουσας δυνάμεως πάνω στό ἐπίπεδο τής διατομῆς στό ἀντίστοιχο ὕψος 5.3ιζ.



Σχ. 5.3ιζ.

Ἐσωτερικές τάσεις σέ ἀμφίεπισητη δοκό.

Συμπέρασμα.

Οἱ διατμητικές τάσεις ἐμφανίζονται **πάντοτε σέ ζεύγη**, σύγχρονα στίς διατομές τής ράβδου καί στά κάθετα σ' αὐτές ἐπίπεδα κατά μήκος τής ράβδου. **Οἱ δύο αὐτές διατμητικές τάσεις εἶναι ἴσες**, καί εἴτε διευθύνονται πρὸς τήν κοινή ἀκμή, εἴτε ἀπομακρύνονται ἀπό αὐτή.

Βλέπομε δηλαδή ὅτι σέ κάθε σημείο μιᾶς δοκού πού κάμπτεται, ἀναπτύσσονται διατμητικές τάσεις σέ δύο κάθετες μεταξύ τους διευθύνσεις. Ἡ τιμὴ τής διατμητικῆς τάσεως θά εἶναι διαφορετικὴ σέ διάφορες θέσεις κατά τό ὕψος τής διατομῆς, καί ὑπολογίζεται (μέ τήν παραδοχή ὅτι κατά τό πλάτος τής διατομῆς θά εἶναι σταθερή) ἀπό τόν τύπο:

$$\tau = \frac{VS}{Jb} \quad (18)$$

όπου: V ή τέμνουσα δύναμη στη διατομή που εξετάζουμε.

S ή στατική ροπή, ως προς την ουδέτερη γραμμή, του τμήματος της διατομής που περιλαμβάνεται ανάμεσα στην παράλληλη προς την ουδέτερη γραμμή, στη θέση που ζητάμε την τάση, και την άνω άκρεια ίνα της δοκού.

b τό πλάτος της διατομής στην παραπάνω θέση.

J ή ροπή αδράνειας της διατομής (ως προς την ουδέτερη γραμμή).

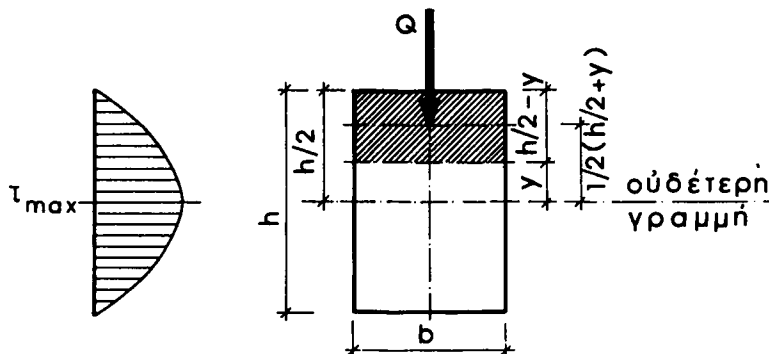
Σέ μία διατομή της δοκού τό V και J είναι γνωστά, όποτε ή διαμητική τάση εξαρτάται από τό λόγο S/b . Έπομένως για τίς άκραιοίς ίνες τό $S = 0$ άρα και ή $\tau = 0$. Για την ουδέτερη γραμμή ή S γίνεται μέγιστη, έπομένως και ή τ μέγιστη. Η διαμητική τάση είναι αντίστροφα ανάλογη προς τό πλάτος b .

$$J = \frac{bh^3}{12}$$

$$S = \left(\frac{h}{2} - y\right) \cdot b \left(\frac{h}{2} + y\right) \cdot \frac{1}{2} = \left[\left(\frac{h}{2}\right)^2 - y^2\right] \frac{b}{2}$$

$$\tau = \frac{V}{2J} \cdot \left[\left(\frac{h}{2}\right)^2 - y^2\right]$$

άρα ή κατανομή άκολουθεί καμπύλη παραβολής (σχ. 5.31η).



Σχ. 5.31η.

Κατανομή διαμητικής τάσεως σε όρθογωνική διατομή.

Η μέγιστη τιμή της τ εμφανίζεται στο μέσο όπου $y = 0$ και είναι:

$$\tau = \frac{V}{2J} \cdot \left(\frac{h}{2}\right)^2 = \tau_{\text{μεγ}} = \frac{Vh^2}{8 \cdot \frac{bh^3}{12}} = \frac{3}{2} \cdot \frac{V}{bh} = \frac{3}{2} \cdot \frac{V}{A}$$

Μέχρι τώρα εξετάσαμε τίς τάσεις διαμήσεως εξαιτίας της τέμνουσας δύναμεις και τίς όρθές τάσεις εξαιτίας της ροπής κάμψεως ως δύο ανεξάρτητες περιπτώσεις έντάσεως.

Έφόσον όμως μέσα στη δοκό που κάμπτεται αναπτύσσονται ταυτόχρονα με τίς όρθές και διαμητικές τάσεις λόγω της ύπαρξεως τέμνουσας, θα έπρεπε νά εξετάσουμε την ίδια περίπτωση και ως σύνθετη καταπόνηση. Αποδεικνύεται όμως γενικά ότι για τίς συνηθισμένες περιπτώσεις δοκών από ξύ-

λο και χάλυβα, των οποίων το άνοιγμα είναι μεγάλο (10πλάσιο και πάνω) σε σχέση προς το ύψος της διατομής και των οποίων η διατομή δεν έχει πολύ λεπτά τοιχώματα, ή επίδραση των διαμητρικών τάσεων είναι αμελητέα και αρκεί ο έλεγχος της μέγιστης όρθης τάσεως από τη ροπή κάμψεως.

Η μέθοδος που θα πρέπει να ακολουθήσουμε για υπολογισμούς σε δοκούς με πίο πολύπλοκες διατομές, όπως οι διατομές μορφοδοκών ή μιας εγκάρσιας τομής του πλοίου, είναι ακριβώς η ίδια. Μοβαδική δυσκολία είναι ο υπολογισμός των J και S .

Παράδειγμα.

Νά βρεθεί η μεγαλύτερη διαμητρική τάση που θα εμφανιστεί στον ουδέτερο άξονα της ράβδου του σχήματος 5.3γ αν η ράβδος έχει όρθογωνική διατομή με βάση 2 cm και ύψος 4 cm.

Η μέγιστη τέμνουσα δύναμη εμφανίζεται στο σημείο Γ της ράβδου και έχει τιμή 460 kp.

$$\text{Για μία όρθογωνική διατομή έχουμε: } J = \frac{bh^3}{12} = \frac{2 \times 4^3}{12} = 10.666 \text{ cm}^4$$

$$\text{Στον ουδέτερο άξονα έχουμε: } S = \left(\frac{h}{2} \right) \frac{b}{2}$$

$$b \left(\frac{h}{2} \right) \cdot \left(\frac{h}{4} \right) = \frac{bh^2}{8} = \frac{2 \times 4^2}{8} = 4 \text{ cm}^3$$

$$\text{Από τις προηγούμενες σχέσεις έχουμε: } \tau = \frac{460 \text{ kp} \times 4 \text{ cm}^3}{2 \text{ cm} \times 10.666 \text{ cm}^4} = 86.25 \text{ kp/cm}^2 = 0.8625 \text{ kp/mm}^2$$

5.4 Η μελέτη της άντοχής του πλοίου ως δοκού.

5.4.1 Γενικά.

Η καταπόνηση του πλοίου ως δοκού είναι κρίσιμη σε συνθήκες έντονου κυματισμού. Επειδή στην περίπτωση αυτή αφενός υπάρχουν δυναμικά προβλήματα και αφετέρου οι καταπονήσεις βρίσκονται σε συνάρτηση με τη μορφή του κυματισμού, οι θεωρητικοί υπολογισμοί είναι πολύ δύσκολοι. Για να απλουστευθεί το πρόβλημα της μελέτης της άντοχής του πλοίου ως δοκού, σε σημείο που να είναι δυνατή η λύση του, γίνονται οι παρακάτω παραδοχές:

- Τό φαινόμενο θεωρείται ως στατικό, δηλαδή οι δυνάμεις αντώσεως που ασκούνται στο πλοίο από τό νερό δέ θεωρείται ότι μεταβάλλονται με τό χρόνο.
- Η στήριξη του πλοίου πάνω στο νερό εξετάζεται για τρεις περιπτώσεις:
 - Σε ήρεμο νερό (χωρίς κύματα).
 - Σε κύμα με μήκος ίσο με τό μήκος του πλοίου και με τήν κορυφή του στο μέσο του πλοίου (κατάσταση Hogging).
 - Σε κύμα που έχει μήκος ίσο με τό μήκος του πλοίου και τις δύο κορυφές του στα άκρα του πλοίου (κατάσταση Sagging).

Με τις παραπάνω παραδοχές τό πρόβλημα της μελέτης της άντοχής του πλοίου ως δοκού αρχίζει να μοιάζει με εκείνο της απλής δοκού (παραγρ. 5.3) με τις παρακάτω παρατηρήσεις:

- Οι δυνάμεις πάνω στην δοκό αποτελούνται από τά βάρη που συνθέτουν τό πλοίο και τό φορτίο του.
- Οι αντιδράσεις στη δοκό αποτελούνται από τις δυνάμεις αντώσεως που εξαρτώνται από τήν κατανομή του δγκου των ύφάλων κατά μήκος του πλοίου και από τή μορφή της ισάλου (εύθεία ή μή) σε κάθε περίπτωση.

- γ) Στόν ύπολογισμό τῶν ιδιοτήτων τῶν ἐγκαρσίων τομῶν τοῦ πλοίου (π.χ. οὐδέτερος ἄξονας, ροπή ἀδράνειας κλπ) θεωρεῖται ὅτι συμμετέχουν ὅλα τὰ στοιχεῖα τῆς μεταλλικῆς κατασκευῆς του (π.χ. ἐλάσματα, διαμήκεις ἐνισχύσεις) πού ἔχουν διαμήκη συνέχεια γιά ἓνα σημαντικό μήκος πρὸς κάθε πλευρά τοῦ μέσου τοῦ πλοίου.

5.4.2 Δυνάμεις βάρους.

Ἡ καμπύλη τῆς κατὰ μήκος κατανομῆς τοῦ βάρους ἑνὸς πλοίου προκύπτει ἀπὸ μία διαδικασία ἀθροίσεως τῶν ἐπιμέρους βαρῶν. Ἡ σχετικὴ διαδικασία ἀπλοποιεῖται ἂν τὰ βάρη ὑποδιαιρεθοῦν σέ **πρωτεύοντα** καὶ **δευτερεύοντα**.

Πρωτεύοντα θεωροῦνται τὰ βάρη τῆς ἀνθεκτικῆς μεταλλικῆς κατασκευῆς καὶ τοῦ ἐξαρτισμοῦ καὶ **δευτερεύοντα** ἐκεῖνα πού δέν μποροῦν νά χαρακτηρισθοῦν ὡς πρωτεύοντα, ὅπως εἶναι τὸ βᾶρος τῶν μηχανῶν, καυσίμων καὶ ἐφοδίων, καθὼς καὶ τὸ βᾶρος τοῦ φορτίου πού μεταφέρει τὸ πλοῖο.

Ἡ καμπύλη κατανομῆς τοῦ πρωτεύοντος βάρους ἑνὸς ἐμπορικῆς πλοίου μπορεῖ νά θεωρηθεῖ ὅτι ἀποτελεῖται ἀπὸ ἓνα ὀρθογώνιο τμήμα στήν περιοχὴ τοῦ μέσου του καὶ δύο τραπέζια στὰ ἀκραῖα τμήματά του. Τὸ μήκος τοῦ ὀρθογωνίου λαμβάνεται περίπου ἴσο μὲ τὸ $\frac{1}{3}$ τοῦ μήκους μεταξύ καθέτων τοῦ πλοίου καὶ τὸ συνολικὸ βᾶρος πού ἀντιστοιχεῖ στό ὀρθογώνιο ἴσο μὲ τὸ 40% περίπου τοῦ πρωτεύοντος βάρους. Τὰ δύο ἀκραῖα τραπέζια θεωρεῖται ὅτι καλύπτουν μαζί τὸ ὑπόλοιπο 60% τοῦ πρωτεύοντος βάρους.

Ἄν θεωρήσομε ὅτι εἶναι:

- W_1 τὸ πρωτεῦον βᾶρος τοῦ πλοίου.
 $W_{1\phi}$ τὸ βᾶρος πού ἀντιστοιχεῖ στό πρῶταιο τραπέζιο.
 W_{1A} τὸ βᾶρος πού ἀντιστοιχεῖ στό πρυμναῖο τραπέζιο.
 X_1 ἡ ἀπόσταση τοῦ κέντρου βάρους τοῦ W_1 ἀπὸ τὸ μέσο μεταξύ καθέτων τοῦ πλοίου (θετικὴ πρὸς τὴν πλῆρη καὶ ἀρνητικὴ πρὸς τὴν πρύμνη).
 ψ_0 τὸ ὕψος τοῦ μεσαίου ὀρθογωνίου.
 ψ_A ἡ διάσταση τῆς πρυμναίας πλευρᾶς τοῦ πρυμναίου τραπέζιου.
 ψ_F ἡ διάσταση τῆς πρῶταιας πλευρᾶς τοῦ πρῶταιου τραπέζιου.
 L τὸ μήκος μεταξύ τῶν καθέτων,
 θά ἔχομε:

$$\psi_0 = \frac{0,4 W_1}{L/3} = \frac{1,2 W_1}{L} \quad (19)$$

$$\psi_A = \frac{3W_1}{L} - 2\psi_0 - \frac{X_1 W_1 54}{7L^2} \quad (20)$$

$$\psi_F = \frac{3W_1}{L} - 2\psi_0 + \frac{X_1 W_1 54}{7L^2} \quad (21)$$

Παράδειγμα.

Νά κατασκευασθεῖ ἡ καμπύλη τοῦ πρωτεύοντος βάρους ἑνὸς πλοίου μὲ τὰ παρακάτω χαρακτηριστικά:

- Μήκος μεταξύ καθέτων 60 μέτρα.

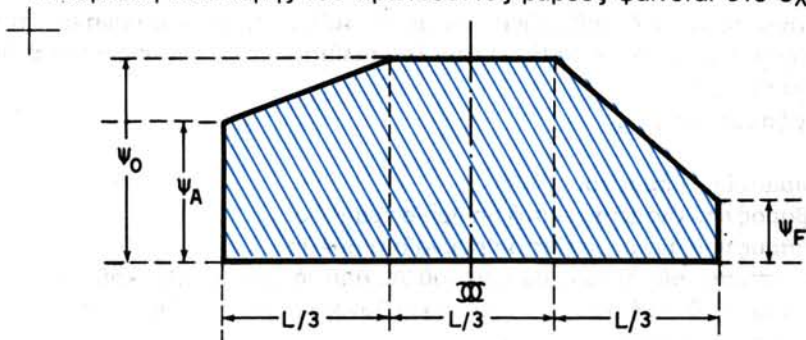
- Πρωτεύον βάρος 762 τόννοι.
 - Θέση κέντρου βάρους (πρωτεύοντος βάρους) 2 μέτρα από τό μέσο τοῦ πλοίου πρὸς τήν πρύμνη.
- Ἐπίσης, ἄπό τίς σχέσεις 19, 20 καί 21 θά ἔχομε:

$$\psi_0 = \frac{1,2 W_1}{L} = 13,447 \text{ τόννοι ἀνά μέτρο}$$

$$\begin{aligned} \psi_A &= \frac{3W_1}{L} - 2\psi_0 - \frac{X_1 W_1 54}{7L^2} = \\ &= \frac{3 \times 762}{68} - 2 \times 13,447 - \frac{(-2) \times 762 \times 54}{7 \times 68^2} = 9,265 \text{ τόννοι/μέτρο} \end{aligned}$$

$$\psi_F = \frac{3 \times 762}{68} - 2 \times 13,447 + \frac{(-2) \times 762 \times 54}{7 \times 68^2} = 4,183 \text{ τόννοι/μέτρο}$$

Ἡ καμπύλη κατανομῆς τοῦ πρωτεύοντος βάρους φαίνεται στό σχῆμα 5.4α.



Σχ. 5.4α.

Καμπύλη κατανομῆς πρωτεύοντος βάρους.

Ἡ καμπύλη αὐτή ἔχει τήν ἰδιότητα νά δίνει σκιασμένο ἔμβαδόν ἴσο μέ 762 τόνους καί διαμήκη θέση κέντρου βάρους 2 μέτρα ἀπό τό μέσο πρὸς τήν πρύμνη.

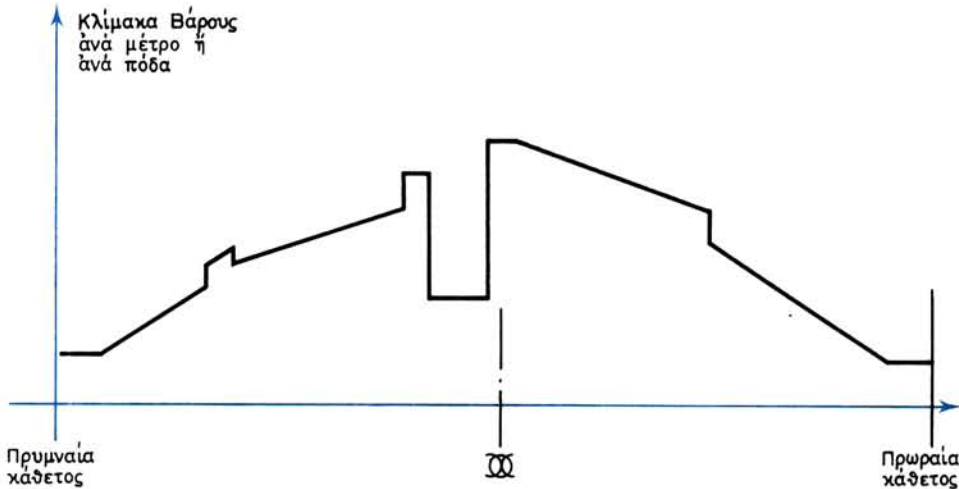
Πάνω στήν καμπύλη τῆς κατανομῆς τοῦ πρωτεύοντος βάρους προσθέτομε στή συνέχεια διαδοχικά καθένα ἀπό τά δευτερεύοντα βάρη. Ἡ κατανομή κάθε τέτοιου βάρους γίνεται μέ ἕνα ὀρθογώνιο ἢ ἕνα τραπέζιο πού ἔχει μήκος ἴσο μέ ἐκεῖνο πού καλύπτει στήν πράξη κάθε βάρους. Γιά παράδειγμα, τό φορτίο πού μεταφέρεται σέ ἕνα ἀμπάρι κατανέμεται μεταξύ δύο σημείων (πάνω στή βάση πού παριστάνει τό μήκος τοῦ πλοίου) πού ἀντιστοιχοῦν στήν πρωραία καί τήν πρυμναία φρακτῆ τοῦ ἀμπαριοῦ.

Ὄρθογώνια σχήματα χρησιμοποιοῦνται ὅπου τό κέντρο βάρους τοῦ δευτερεύοντος βάρους βρίσκεται στό μέσο τοῦ μήκους τῆς κατανομῆς του. Ὄταν δέ συμβαίνει κάτι τέτοιο, χρησιμοποιοῦμε τραπέζια. Τά ὕψη τῶν τραπέζιων σ' αὐτή τήν περίπτωση ὑπολογίζονται μέ ἀπλές γεωμετρικές σχέσεις, ὥστε:

- Τό ἔμβαδό πού περιέχεται στό τραπέζιο νά εἶναι ἴσο μέ τό δευτερεύον βάρος.
- Τό κέντρο βάρους τοῦ τραπέζιου νά συμπίπτει μέ τό κέντρο βάρους τοῦ δευτερεύοντος βάρους.

“Αν προσθέσουμε όλα τὰ τραπέζια καὶ ὀρθογώνια πάνω στὴν καμπύλη τοῦ πρωτεύοντος βάρους, θὰ πάρομε μία καμπύλη πού λέγεται **καμπύλη κατανομῆς τοῦ βάρους τοῦ πλοίου**. Μία τέτοια καμπύλη φαίνεται στό σχῆμα 5.4β καί ἔχει τὶς παρακάτω ιδιότητες:

- Τό ἔμβαδόν κάτω ἀπὸ αὐτὴν εἶναι ἴσο μέ τό ἐκτόπισμα τοῦ πλοίου.
- Ἡ διαμήκης θέση τοῦ κέντρου βάρους τοῦ ἔμβαδοῦ κάτω ἀπὸ τὴν καμπύλη συμπίπτει μέ ἐκείνη τοῦ πλοίου.



Σχ. 5.4β.

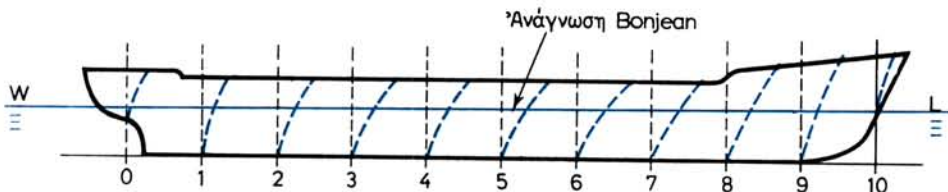
Καμπύλη κατανομῆς βάρους.

5.4.3 Δυνάμεις ἀντίωσης.

Ἡ καμπύλη πού παριστάνει τὶς δυνάμεις ἀντίωσης εἶναι φανερό ὅτι ἐξαρτᾶται ἀπὸ τὸν τρόπο στηρίξεως (στατικῆς πλευσεως) τοῦ πλοίου πάνω στό νερό. Δηλαδή ἔχει ἄλλη μορφή ὅταν τό πλοῖο πλέει σέ ἤρεμο νερό καί ἄλλη ὅταν θεωροῦμε ὅτι ἡ στήριξη γίνεται πάνω σέ κύμα μέ τὴν κορυφή του (Hogging) ἢ τὴν κοιλάδα του (Sagging) στό μέσο τοῦ πλοίου.

Σέ ὄλες πάντως τὶς περιπτώσεις ἀπαραίτητο στοιχεῖο γιὰ τὴν εὐρεσητῆς καμπύλης εἶναι οἱ καμπύλες Βοηθεῖαν (δές Εὐστάθεια-Φόρτωση Ἰδρύματος Εὐγενίδου) πού δίνουν γραφικά καί μέ κλίμακα τὴ μεταβολή τῆς ἐπιφάνειας κάθε ἐγκάρσιας τομῆς τοῦ πλοίου σέ διάφορα ὕψη ἀπὸ τὴν τρόπιδα.

Σέ περίπτωση πού ἐξετάζεται ἡ πλευση σέ ἤρεμο νερό σέ ἓνα σχέδιο τοῦ πλοίου πού περιέχει καί τὶς καμπύλες Βοηθεῖαν, σχεδιάζεται ἡ ἴσαλος, ὥστε νά μπόρουν νά γίνουν ἀναγνώσεις τῆς ἐπιφάνειας κάθε ἐγκάρσιας τομῆς στό ὕψος τῆς



Σχ. 5.4γ.

Πλάγια ὄψη πλοίου μέ καμπύλες Βοηθεῖαν.

ισάλου (σχ. 5.4γ). Στο σχήμα αυτό βλέπουμε τή διαμήκη τομή ενός πλοίου (και έντεκα εγκάρσιες τομές του) που πλέει στην ίσαλο WL. Οι διακοπόμενες καμπύλες παριστάνουν τις Βοηjean.

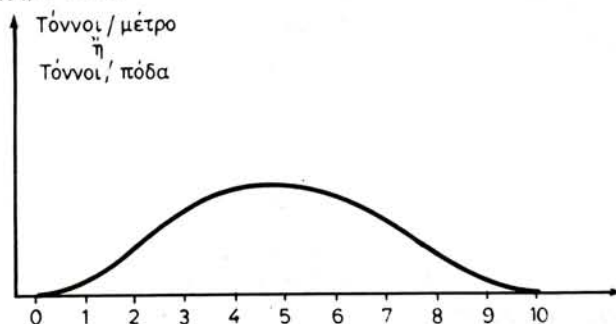
Η ανάγνωση των Βοηjean γίνεται, όπως φαίνεται στην τομή, με τον αριθμό 5. Οι ανάγνώσεις δίνουν τις επιφάνειες σε τετραγωνικά μέτρα ή τετραγωνικούς πόδες και μετατρέπονται σε τόννους ανά μέτρο ή ανά πόδα από τους τύπους:

$$\text{Τόννοι/Μέτρο} = A_{m^2} \times 1,025 \quad (22)$$

$$\text{Τόννοι/ft} = A_{ft^2} \times \frac{1}{35} \quad (23)$$

όπου A_{m^2} και A_{ft^2} είναι οι ανάγνώσεις από τις Βοηjean σε τετραγωνικά μέτρα ή τετραγωνικά πόδια αντίστοιχα.

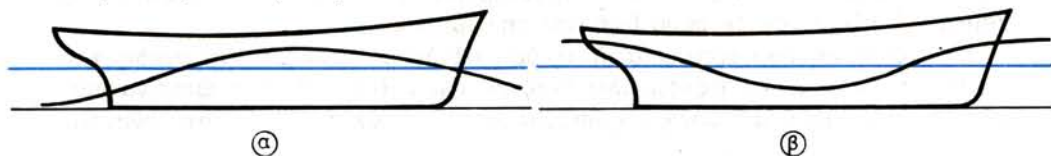
Τά αποτελέσματα των αναγνώσεων, αφού μετατραπούν σύμφωνα με τις σχέσεις (22) και (23) χρησιμοποιούνται για τή χάραξη τής καμπύλης αντώσεως που φαίνεται στο σχήμα 5.4δ.



Σχ. 5.4δ.

Καμπύλη αντώσεως σε ήρεμο νερό.

Ανάλογη είναι και η μέθοδος για τις περιπτώσεις Hogging και Sagging, μόνο που η πλευση του πλοίου θεωρείται ότι πραγματοποιείται πάνω σε **τροχοειδές κύμα** με μήκος ίσο με τό μήκος του πλοίου L και ύψος ίσο με $L/20$ (σχ. 5.4ε). Τό μόνο που αλλάζει σ' αυτές τις περιπτώσεις είναι ότι τώρα η **ίσαλος** που χρησιμοποιείται στις καμπύλες Βοηjean για τήν ανάγνωση δέν είναι εύθεια αλλά έχει τό σχήμα τής επιφάνειας του κύματος.



Σχ. 5.4ε.

Καμπύλες αντώσεως σε Hogging και Sagging.

Κάποια δυσκολία παρουσιάζεται στην τοποθέτηση του κύματος πάνω στην τομή του πλοίου, γιατί αυτή πρέπει να γίνει πειραματικά, ώστε να εξασφαλιστεί ότι η καμπύλη αντώσεως που θα προκύψει έχει τις παρακάτω ιδιότητες:

- Έμβαδόν ίσο με τό έκτόπισμα του πλοίου.
- Διαμήκη θέση κέντρου βάρους που να συμπίπτει με εκείνη του πλοίου.

Μετά τή σωστή τοποθέτηση τοῦ κύματος πάνω στήν τομή τοῦ πλοίου γίνονται ἀναγνώσεις στά σημεῖα τομῆς κύματος καί Βοηθεα καί χαράζονται καμπύλες ἀνάλογες μέ ἐκεῖνες τοῦ σχήματος 5.4δ.

5.4.4 Καμπύλη φορτίσεως.

Γιά τήν εὔρεση τῆς καμπύλης φορτίσεως οἱ καμπύλες βάρους καί ἀντώσεως τοποθετοῦνται πάνω στόν ἴδιο ἄξονα καί ἀφαιροῦνται τά ὕψη τους στά διάφορα σημεῖα. Ἡ καμπύλη πού προκύπτει εἶναι ἡ καμπύλη φορτίσεως. Ὅπου ἡ καμπύλη φορτίσεως βρίσκεται κάτω ἀπό τόν ἄξονα, τό βάρος ὑπερνικά τήν ἀντωση. Τό ἀντίθετο συμβαίνει στά σημεῖα τῆς καμπύλης πού βρίσκονται πάνω ἀπό τόν ἄξονα. Ἐφόσον ἡ ἐργασία ἔχει γίνει σωστά τό σύνολο τῶν ἐπιφανειῶν τῆς καμπύλης φορτίσεως πάνω ἀπό τόν ἄξονα εἶναι ἴσο μέ ἐκεῖνο κάτω ἀπό αὐτόν.

5.4.5 Καμπύλες τέμνουσας δυνάμεως καί ροπῆς κάμψεως.

Γιά νά βροῦμε τήν καμπύλη τέμνουσας δυνάμεως, ἐφαρμόζομε τήν πρώτη ιδιότητα (παράγρ. 5.3.3). Δηλαδή ξεκινώντας ἀπό τήν ἀριστερή πλευρά ἀθροίζομε ἀλγεβρικά σέ κάθε σημεῖο τά ἐμβαδά κάτω ἀπό τήν καμπύλη φορτίου πού βρίσκονται πρὸς τά ἀριστερά τοῦ σημείου. Ἐμβαδά πού βρίσκονται πάνω ἀπό τόν ἄξονα τῆς καμπύλης φορτίου θεωροῦνται θετικά, ἐνῶ ἐκεῖνα πού βρίσκονται κάτω ἀπό αὐτήν θεωροῦνται ἀρνητικά. Τά ἀποτελέσματα χαράζονται σέ μιά νέα καμπύλη πού δίνει τό **διάγραμμα τῶν τεμνουσῶν δυνάμεων**.

Γιά νά βροῦμε τό διάγραμμα ροπῶν κάμψεως, ἐφαρμόζομε τή δεύτερη ιδιότητα παραγρ. (5.3.3). Δηλαδή ξεκινώντας πάλι ἀπό τήν ἀριστερή πλευρά ἀθροίζομε πάλι σέ κάθε σημεῖο ἀλγεβρικά τά ἐμβαδά κάτω ἀπ' τήν καμπύλη τεμνουσῶν δυνάμεων πού βρίσκονται πρὸς τά ἀριστερά τοῦ σημείου. Ἐμβαδά κάτω ἀπό τόν ἄξονα τῆς καμπύλης τεμνουσῶν δυνάμεων θεωροῦνται θετικά, ἐνῶ ἐκεῖνα πού βρίσκονται κάτω ἀπ' αὐτόν θεωροῦνται ἀρνητικά. Τά ἀποτελέσματα χαράζονται σέ μιά νέα καμπύλη πού δίνει τό **διάγραμμα ροπῶν κάμψεως**.

Παράδειγμα.

Ἐνα πετρελαιοφόρο ἔχει μήκος 420 ft. Τό ἄφορτο πετρελαιοφόρο ἔχει ἐκτόπισμα 4200 τόννους πού μπορεῖ νά θεωρηθεῖ ὅτι κατανέμεται ὁμοιόμορφα στό μήκος του. Στό μέσο τοῦ πλοίου ὑπάρχει μιά δεξαμενή μήκους 70 ft κενή καί διαδοχικά πρὸς αὐτήν πρὸς τήν πλώρη καί τήν πρύμνη δύο ἄλλες γεμάτες δεξαμενές μέ μήκος ἡ καθεμιά 100 ft. Τό βάρος τοῦ ὑγροῦ στίς δεξαμενές εἶναι 35 tn/ft. Ἡ ἀντωση μπορεῖ νά περιγραφεῖ ἀπό μιά παραβολή μέ μέγιστη τιμή στό μέσο τοῦ πλοίου 40 tn/ft. Ζητοῦνται τά διαγράμματα βάρους, ἀντώσεως, φορτίου, τεμνουσῶν δυνάμεων καί ροπῶν κάμψεως.

Τό βάρος τοῦ ἄφορτου πλοίου θά ἔχει μιά κατανομή μέ τιμή $4200/42 = 10$ tn/ft. Μέ αὐτή τήν πληροφορία καί τά δεδομένα τοῦ προβλήματος σχεδιάζομε μέ κλίμακα τίς καμπύλες βάρους καί ἀντώσεως [σχ. 5.4στ(α)]. Μέ ἀφαίρεση τῶν τιμῶν βάρους καί ἀντώσεως σέ κάθε στοιχείο, βρίσκομε στοιχεῖα γιά τή χάραξη τῆς καμπύλης φορτίου [σχ. 5.4στ(β)]. Ἀθροίζοντας τά ἐμβαδά μεταξύ τῆς καμπύλης φορτίου καί ὀριζόντιου ἄξονα πρὸς τά ἀριστερά κάθε σημείου (μέ τό κατάλληλο πρόσημο), βρίσκομε στοιχεῖα γιά τή χάραξη τῆς καμπύλης τεμνουσῶν δυνάμεων [σχ. 5.4στ(γ)]. Ἀθροίζοντας τέλος τά ἐμβαδά μεταξύ τῆς καμπύλης τεμνουσῶν δυνάμεων καί ὀριζόντιου ἄξονα πρὸς τά ἀριστερά κάθε σημείου (μέ τό κατάλληλο

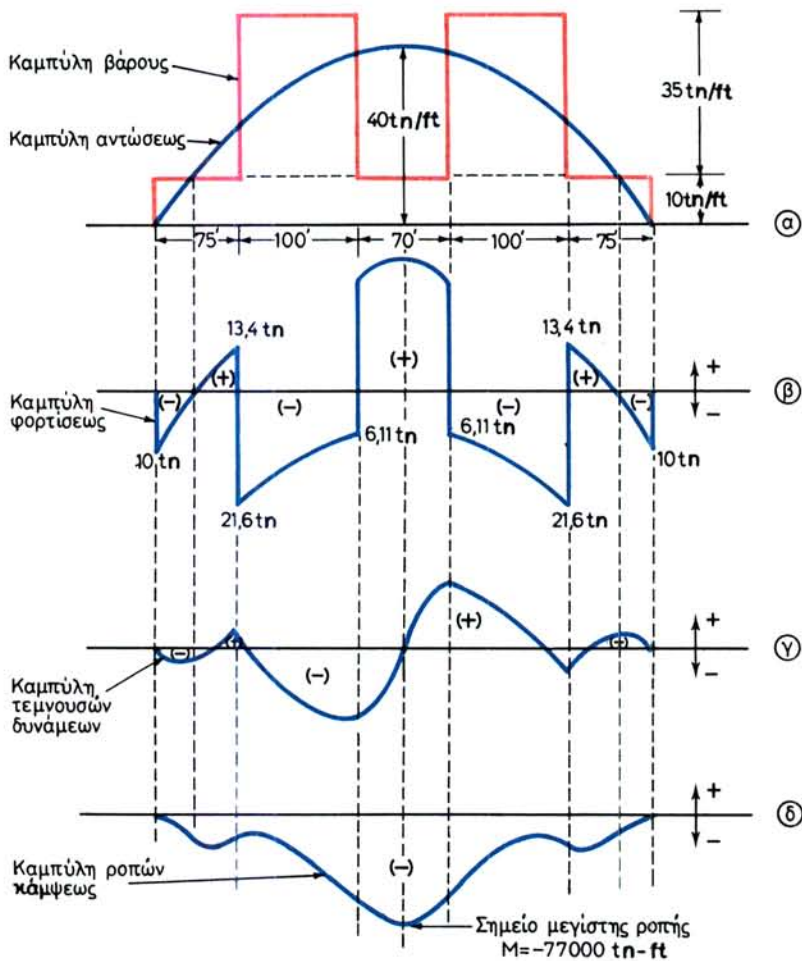
πρόσημο) βρίσκουμε στοιχεία για τή χάραξη τής καμπύλης ροπής κάμψεως [σχ. 5.4στ(δ)].

Ἡ μέγιστη ροπή εἶναι 77000 tn-ft ἀρνητική, δηλαδή δημιουργεῖ τάσεις ἐφέλκω-
 σμοῦ στό κατάστρωμα καί θλίψεως στήν τρόπιδα.

Οἱ σχετικοί ὑπολογισμοί πού δέ φαίνονται ἐδῶ, μποροῦν νά γίνουν ἀναλυτικά ἢ
 καί γραφικά (εὕρεση τῶν ἐπιφανειῶν μέ πλανίμετρο).

5.5 Εὕρεση τῶν τάσεων.

Μέ τήν κατασκευή τῶν διαγραμμάτων τέμνουσας δυνάμεως καί ροπής κάμ-
 ψεως εἴμαστε σέ θέση νά γνωρίζομε κατά μήκος τοῦ πλοίου τά μεγέθη V καί M γιά
 τίς σχέσεις (9) καί (18) πού πρέπει νά χρησιμοποιηθοῦν γιά τήν εὕρεση τῶν τά-
 σεων. Τά ὑπόλοιπα στοιχεία πού χρειάζονται στίς παραπάνω σχέσεις μποροῦν νά
 ὑπολογιστοῦν γιά κάθε ἐγκάρσια τομή τοῦ πλοίου χρησιμοποιώντας γνωστές με-
 θόδους τῆς μηχανικῆς. Ὁ ὑπολογισμός αὐτός εἶναι ἀρκετά κοπιαστικός καί ξεφεύ-
 γει ἀπό τά ὄρια αὐτοῦ τοῦ βιβλίου. Τά στοιχεία τῆς κατασκευῆς τοῦ πλοίου (νομείς,



Σχ. 5.4στ.

Καμπύλες βάρους, ἀντώσεως, φορτίου τεμνουσῶν δυνάμεων καί ροπῶν κάμψεως πλοίου

ελάσματα κλπ.) πού θεωρείται ότι προσφέρουν στή διαμήκη άντοχή του πλοίου και επομένως περιλαμβάνονται στους υπολογισμούς για τή διαμόρφωση τής τιμής τής ροπής αδράνειας τής διατομής, καθορίζονται από τούς κανονισμούς τών νηογνωμών.

Παράδειγμα.

Στό πλοίο του παραδείγματος ή μέση τομή έχει τίσ παρακάτω γεωμετρικές ιδιότητες:

- Ύψος καταστρώματος 30 ft
- Ροπή αδράνειας διατομής 1070 ft⁴
- Θέση ουδετέρου άξονα 16 ft πάνω από τήν τρόπιδα.

Μέ βάση τά παραπάνω στοιχεία θά έχομε:

$$Y_K = \gamma \text{ καταστρώματος } 14 \text{ ft}$$

$$Y_\pi = \gamma \text{ πυθμένα } 16 \text{ ft}$$

$$\sigma_K = \sigma \text{ καταστρώματος} = \frac{M \cdot Y_K}{J} = \frac{77000 \times 14}{1070} = 1007 \text{ tn/ft}^2 = 7 \text{ tn/in}^2 \quad (\text{έφελκυσμός})$$

$$\sigma_\pi = \sigma_{\text{πυθμένα}} = \frac{M \cdot Y_\pi}{J} = \frac{77000 \times 16}{1070} = 1151 \text{ tn/ft}^2 = 8 \text{ tn/in}^2 \quad (\text{θλίψη})$$

5.6 Συνθήκες ύπολογισμού τής άντοχής του πλοίου.

Ύπολογισμοί τής άντοχής του πλοίου ώς δοκοῦ πραγματοποιοῦνται για τό άφορτο (Light Ship) καί τό έμφορτο πλοίο. Σέ κάθε μία από αυτές τίσ συνθήκες έξετάζεται ή **στήριξη** (πλεύση) του πλοίου σέ ήρεμο νερό καθώς έπίσης καί σέ δύο συνθήκες στατικού κύματος (κύμα μέ κορυφή ή κοιλάδα στή μέση του πλοίου). Δηλαδή οί σχετικοί ύπολογισμοί πραγματοποιοῦνται για έξι συνολικά περιπτώσεις.

5.7 Σημασία τών ύπολογισμών.

Όπως είπαμε, οί τάσεις πού ύπολογίζονται μέ τή μέθοδο πού προαναφέραμε, δέν έχουν απόλυτη άξία (δηλαδή δέν μπορούν π.χ. νά συγκριθοῦν άπευθείας μέ τίσ τάσεις θραύσεως του ύλικού, όπως συμβαίνει σέ άλλες άπλές περιπτώσεις). Αυτό όφείλεται στίς πολλές παραδοχές πού γίνονται για νά μπορέσει νά άπλοποιηθεί τό πρόβλημα σε βαθμό πού νά είναι δυνατή ή λύση του.

Ή άξία τών άποτελεσμάτων είναι σχετική, δηλαδή μπορούν νά χρησιμοποιηθοῦν για σύγκριση μέ άλλες περιπτώσεις. Ειδικότερα μπορούν νά γίνουν συγκρίσεις καί νά έξαχθοῦν συμπεράσματα στίς παρακάτω περιπτώσεις:

- Σύγκριση μεταξύ πλοίων του ίδιου τύπου καί τών ίδιων περίπου χαρακτηριστικών.

- Έξέταση τών έπιπτώσεων από μετασκευές στίς ένδυναμώσεις τής άνθεκτικής κατασκευής ενός πλοίου.

- Σύγκρισεις μεταξύ διαφόρων τρόπων φορτώσεως ενός πλοίου.

Ειδικότερα στό χειριστικό τομέα του πλοίου πρέπει νά κατανοηθεί ή σημασία τής σωστής (κατά μήκος του πλοίου) φορτώσεως λαμβάνοντας ύπόψη ότι ή φόρτωση μόνο τών κεντρικών άμπαριών ενός πλοίου αύξάνει τίσ τάσεις στήν περίπτωση Sagging, ένώ ή φόρτωση μόνο άκρικών άμπαριών έχει τό ίδιο αποτέλεσμα για τήν περίπτωση Hogging.

5.8 Προσεγγιστικός τρόπος έκτιμησης της μέγιστης ροπής κάμψης.

Ἡ μέγιστη ροπή σέ οποιαδήποτε δοκό μπορεί νά ἐκφρασθεῖ γενικά ἀπό μία σχέση πού ἔχει τή μορφή:

$$M = \frac{WL}{C} \quad (24)$$

ὅπου: W τό ἄθροισμα τῶν ἐξωτερικῶν δυνάμεων πάνω στή δοκό (χωρίς τίς ἀντιδράσεις)

L τό μήκος τῆς δοκοῦ

C συντελεστής πού ἐξαρτᾶται ἀπό τόν τρόπο ἐφαρμογῆς τοῦ W καί ἀπό τόν τρόπο στηρίξεως τῆς δοκοῦ.

Στήν περίπτωση τοῦ πλοίου ἡ συνολική ἐξωτερική δύναμη πού ἐφαρμόζεται εἶναι ἴση μέ τό ἐκτόπισμα καί ἐπομένως μία ἀνάλογη σχέση ἔχει τή μορφή:

$$M = \frac{\Delta L}{C} \quad (25)$$

ὅπου: Δ τό ἐκτόπισμα

L τό μήκος μεταξύ καθέτων.

Ὁ συντελεστής C μεταβάλλεται ἀπό πλοῖο σέ πλοῖο καί ἀκόμη γιά τό ἴδιο πλοῖο ἔχει ἄλλη τιμή γιά ἤρεμο νερό Hogging καί Sagging. Γιά πλοῖα γενικοῦ φορτίου ἡ σταθερά C ἔχει μέση τιμή γύρω στό 35. Ἐπομένως ἡ (25) μπορεί νά πάρει τή μορφή:

$$M = \frac{C_b L^2 B H}{35^2} \quad (\text{tn-ft}) \quad \text{ἀν τά } L, B, H \text{ δίνονται σέ πόδια}$$

ἢ

$$M = \frac{1.025 C_b L^2 B H}{35} \quad (\text{tn-m}) \quad \text{ἀν τά } L, B, H \text{ δίνονται σέ μέτρα.}$$

Τό C_b παριστάνει τό συντελεστή γάστρας:

$$C_b = \frac{V}{LBH}$$

ὅπου: V εἶναι ὁ ὄγκος τοῦ ἐκτοπίσματος σε m^3 ἢ ft^3

L τό μήκος μεταξύ καθέτων σέ m ἢ ft καί

B τό πλάτος σε m ἢ ft

H τό μέσο βύθισμα σέ m ἢ ft .

5.9 Ἀπαιτήσεις Νηογνώμωνων γιά τήν ἀντοχή τοῦ πλοίου.

Οἱ κανονισμοί τῶν Νηογνώμωνων γιά τήν ἐξασφάλιση τῆς ἀντοχῆς τοῦ πλοίου ὡς δοκοῦ διαφέρουν μεταξύ τους. Ἡ βασική ὁμως ἰδέα πάνω στήν ὁποία στηρίζονται οἱ κανονισμοί ἀρκετῶν Νηογνώμωνων ὅπως τό American Bureau of Shipping, τό Lloyd's Register of Shipping, καί τό Det Norske Veritas εἶναι σχεδόν ἡ ἴδια.

Πιο συγκεκριμένα οἱ παραπάνω Νηογνώμονες θεωροῦν ὅτι ἡ μέγιστη ροπή κάμψης εἶναι ἄθροισμα μιᾶς συνιστώσας πού ὀφείλεται στή στήριξη (πλευση) τοῦ πλοίου σέ ἤρεμο νερό καί μιᾶς ἄλλης πού ἐκφράζει τήν ἐπίδραση τοῦ κύματος.

Ἡ ροπή σέ ἤρεμο νερό ὑπολογίζεται προσεγγιστικά μέ διαδικασίες πού καθορίζονται στους αντίστοιχους κανονισμούς. Οἱ ὄροι Hogging και Sagging στήν περίπτωση τῶν Νηογνωμόνων ἔχουν κάπως διαφορετική ἔννοια ἀπό ὅ,τι ἔχομε ἀναφέρει στά προηγούμενα κεφάλαια. Κατάσταση Hogging ἔχομε ὅταν τά ἐλάσματα τοῦ καταστρώματος ἐφελκύνονται καί τοῦ πυθμένα καταπονοῦνται σέ θλίψη. Κατάσταση Sagging ἔχομε ὅταν συμβαίνουν ἀκριβῶς τά ἀντίθετα.

Ἀνάλογα μέ τό ἄν ἡ στήριξη τοῦ πλοίου σέ ἤρεμο νερό δημιουργεῖ κατάσταση Hogging ἢ Sagging, οἱ κανονισμοί προδιαγράφουν τίς λεπτομέρειες φορτώσεως γιά τίς ὁποῖες πρέπει νά γίνονται οἱ σχετικοί ὑπολογισμοί. Οἱ συνθήκες αὐτές ἔχουν ἐπιλεγεῖ ἔτσι, ὥστε οἱ σχετικοί ὑπολογισμοί νά δίνουν τίς δυσμενέστερες καταπονήσεις.

Ἡ ἐπίδραση τοῦ κυματισμοῦ στή ροπή κάμψεως βρίσκεται μέ βάση τούς κανονισμούς τῶν Νηογνωμόνων ἀπό τύπους πού προκύπτουν ἀπό προχωρημένες θεωρήσεις τῆς ἐπίδράσεως, τοῦ κυματισμοῦ, καθώς καί ἀπό τά δεδομένα τῆς ἐμπειρίας.

Μέ τά ἀνωτέρω στοιχεῖα ἐλέγχεται ἡ ἐπάρκεια τοῦ ὕλικου τῆς μέσης τομῆς καί ἄλλων τομῶν τοῦ πλοίου.

5.10 Ἐγκάρσια ἀντοχή.

Ἡ ἐγκάρσια ἀντοχή τοῦ πλοίου ἐξασφαλίζεται γενικά ὡς ἀποτέλεσμα τῆς ὑπάρξεως ἀντοχῆς κατά τή διαμήκη ἔννοια καί τῶν συνηθισμένων μεθόδων κατασκευῆς τοῦ πλοίου.

Τά παρακάτω στοιχεῖα τῆς κατασκευῆς τοῦ πλοίου συντελοῦν στήν ἐξασφάλιση τῆς ἐγκάρσιας ἀντοχῆς.

- Ἐγκάρσιες φρακτές (Bulkheads).
- Ἀνθεκτικοί νομεῖς στήν προέκταση τῶν ἐγκαρσίων φρακτῶν πάνω ἀπό τό κατάστρωμα στεγανῆς ὑποδιαίρεσεως (Web Frames).
- Ἐλάσματα ὀροφῆς διπυθμένου (Double Bottom Floors).
- Ἀγκῶνες (Brackets) μεταξύ ἐγκαρσίων δοκῶν τοῦ καταστρώματος (καμάρια) καί τῶν νομέων καθώς καί μεταξύ νομέων καί ὀροφῆς διπύθμενου.
- Δοκοί ἀνάμεσα στά καταστρώματα.

5.11 Ἄλλες καταπονήσεις κατά τήν κίνηση τοῦ πλοίου.

Κατά τίς κινήσεις τοῦ πλοίου πού προκαλοῦνται σέ κυματισμό δημιουργοῦνται οἱ παρακάτω καταπονήσεις:

- α) Καταπόνηση τῶν ἐγκαρσίων στοιχείων ὅπως οἱ φρακτές καί οἱ ἀγκῶνες κατά τό διατοιχισμό (Racking Strains).
- β) Κινήσεις μέσα-ἔξω τῶν ἐλασμάτων στά ἄκρα τοῦ πλοίου ὅταν καλύπτονται καί ἀποκαλύπτονται ἀπό τό κύμα (Panting).
- γ) Κτυπήματα τῆς πλώρης ὅταν βγαίνει καί ξαναμπαίνει μέ δύναμη μέσα στό νερό, κατάσταση πού δημιουργεῖ ταλάντωση σέ ὀλόκληρο τό πλοῖο (Slamming).
- δ) Κόπωση πού ὀφείλεται στό γεγονός τῆς ἀλλαγῆς τῶν τάσεων στό κατάστρωμα καί στόν πυθμένα ἀπό ἐφελκυσμό σέ θλίψη, ὅπως περνοῦν κάτω ἀπό τό πλοῖο τά κύματα (Fatigue).
- ε) Ἡ φόρτιση τοῦ καταστρώματος ἀπό τίς πιέσεις τοῦ νεροῦ (Shipping green water).

5.12 Τοπική άντοχή.

Κατά τήν άρχική σχεδίαση του πλοίου ή όταν πραγματοποιείται ή εγκατάσταση νέων μηχανημάτων ή συστημάτων, πρέπει νά γίνεται ειδική μελέτη καί τοπική ένδυνάμωση, ώστε νά εξασφαλίζεται ή τοπική άντοχή τής περιοχής.

5.13 Συσσκευές ύπολογισμού κοπώσεως.

Στά προηγούμενα κεφάλαια είδαμε συνοπτικά πώς γίνονται οι ύπολογισμοί άντοχής του πλοίου. Οι ύπολογισμοί αυτοί είναι αρκετά πολύπλοκοι καί δύσκολοι μπορούν νά γίνουν άπό τον πλοίαρχο ενός πλοίου. Πολύ συχνά τέτοιοι ύπολογισμοί πρέπει νά γίνουν γιά διάφορες έναλλακτικές περιπτώσεις, ώστε νά διαπιστωθεί ποιός άπό τούς πιθανούς τρόπους φορτώσεως είναι ο πιό ιδεώδης άπό τήν άποψη βυθισμάτων, διαγωγής, καταπονήσεων καί ευστάθειας.

Σήμερα έχουν κατασκευασθεί ειδικές συσκευές πού τοποθετούνται στά πλοία καί δίνουν μέ μεγάλη εύκολία καί σέ πολύ σύντομο χρόνο όλα τά παραπάνω στοιχεία. Οι συσκευές αυτές στην πραγματικότητα είναι μικροί ηλεκτρονικοί ύπολογιστές στους όποιους έχουν εισαχθεί άπό τον κατασκευαστή όλα τά άπαραίτητα σταθερά στοιχεία του πλοίου. Τέτοια στοιχεία γιά παράδειγμα είναι διάφορες πληροφορίες άπό τό ύδροστατικό διάγραμμα, ή ροπή άντιστάσεως διαφόρων έγκαρσίων τομών του πλοίου, ή καμπύλη κατανομής του βάρους του άφορτου έκτοπίσματος, οι καμπύλες Βοήθηση καί τά άπαραίτητα στοιχεία των δεξαμενών καί άμπριών του πλοίου. Έπίσης σέ πολλές συσκευές έχουν εισαχθεί καί στοιχεία γιά τίς μέγιστες έπιτρεπόμενες τάσεις θλίψεως-έφελκυσμού, καθώς καί τίς διατμητικές τάσεις.

Μέ τή βοήθεια ειδικού πληκτρολογίου ο πλοίαρχος εισάγει στή συσκευή όλα τά μεταβλητά στοιχεία πού έπηρεάζουν τή φόρτωση. Τέτοια στοιχεία είναι οι στάθμες των ύγρων στίς διάφορες δεξαμενές καί οι ποσότητες καί τά είδικά βάρη του φορτίου στά άμπάρια.

Μέ τά στοιχεία αυτά ή συσκευή δίνει όλες τίς άπαραίτητες πληροφορίες γιά νά κριθεί άν ή φόρτωση είναι άποδεκτή. Έπίσης πολύ εύκολοι μπορούν νά έξετασθούν διάφοροι έναλλακτικοί τρόποι φορτώσεως καί νά έπιλεγεί ο ιδανικός.

Ειδικά οι τάσεις θλίψεως, έφελκυσμού καί οι διατμητικές δίνονται (έκτός άπό τίς άπόλυτες τιμές τους) καί ως ποσοστά των μεγίστων έπιτρεπομένων τιμών, σύμφωνα μέ τίς μελέτες του πλοίου. Έτσι πολύ εύκολο ο πλοίαρχος μπορεί νά άπορρίψει ως άπαράδεκτες, όλες τίς φορτώσεις πού δίνουν τιμές τάσεων πάνω άπό τό 100% των έπιτρεπομένων.

Στό σχήμα 5.13 φαίνεται μία συσκευή αυτού του είδους.

Στό σχήμα αυτό βλέπομε ότι υπάρχει ένα στοιχειώδες σχέδιο γενικής διατάξεως του πλοίου (κάτοψη καί πλάγια όψη). Πάνω σ' αυτήν μέ φωτεινές ένδείξεις φαίνονται:

1) Τά φορτία στους διάφορους χώρους.

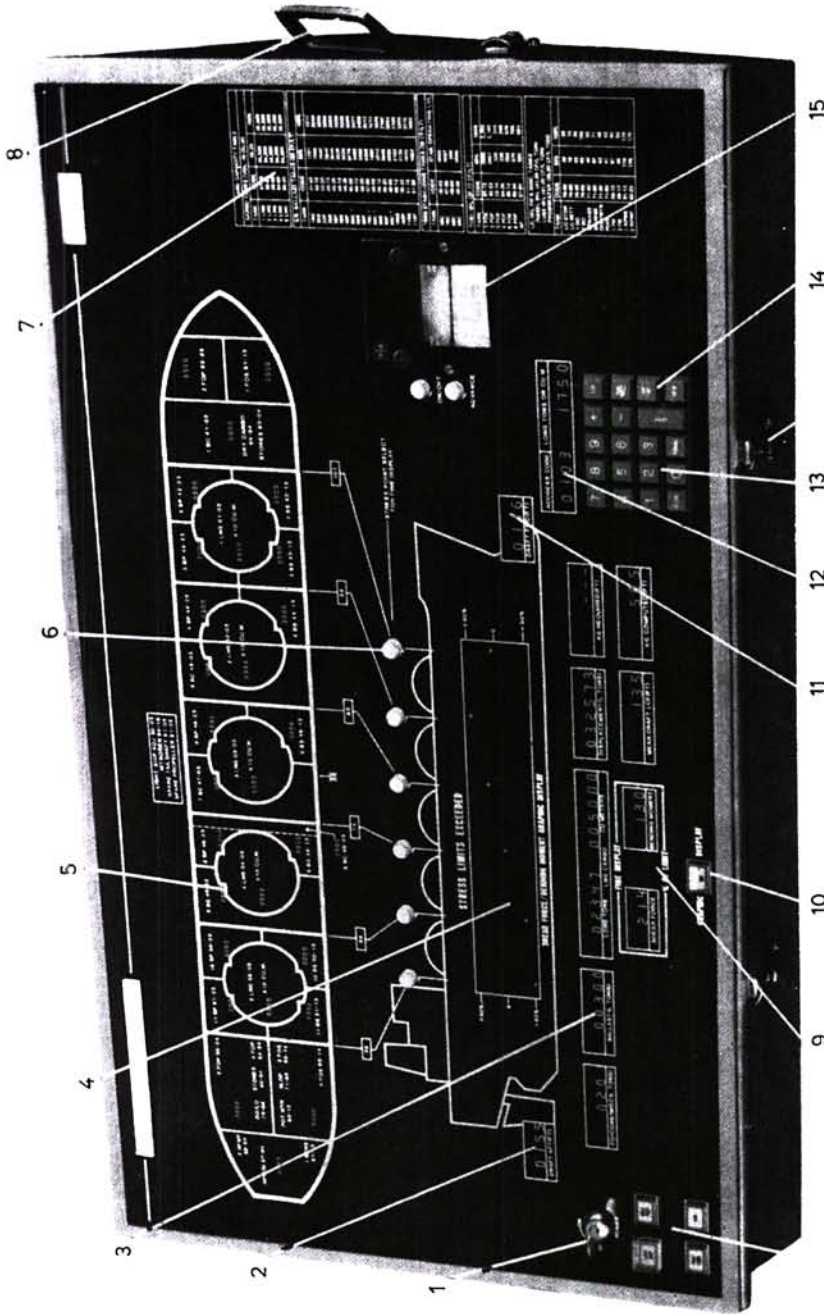
2) Τά βυθίσματα του πλοίου μετά ή φόρτωση.

Σέ άλλες θέσεις τής συσκευής φαίνονται:

— 'Η καμπύλη των τάσεων (κατά μήκος του πλοίου) έφελκυσμού θλίψεως, καθώς καί ή καμπύλη διατμητικών τάσεων έκφρασμένες ως ποσοστό των μεγίστων έπιτρεπομένων τιμών.

— 'Η ροπή κάμψεως καί ή τέμνουσα δύναμη.

- Τό μετακεντρικό ύψος.
- Τό βάρος του φορτίου, των διαφόρων υγρών στις δεξαμενές και τό έκτόπι-
σμα.



Σχ. 5.13α.

Συσκευή υπολογισμού κοπύσεων.

- 1) Κλειδί λειτουργίας συσκευής. 2) Πυρναίο βύθισμα. 3) Συνοπτικά στοιχεία. 4) Γραφική απεικόνιση ροπής κάμψης και τέμνουσας δυνάμεως. 5) Διάταξη πλοίου και ένδειξεις φορτίου. 6) Πλήκτρο επιλογής αριθμητικής απεικόνισως ροπής κάμψης και τέμνουσας δυνάμεως. 7) Πίνακας με στοιχεία δεξαμενών. 8) Βραχίονας μεταφοράς. 9) Αριθμητικές ένδειξεις ροπής κάμψης και τέμνουσας δυνάμεως. 10) Διακόπτης επιλογής αριθμητικής απεικόνισως ροπής κάμψης και τέμνουσας δυνάμεως. 11) Ένδειξεις πυρραίου βυθίσματος. 12) Ένδειξεις εισαγομένων στοιχείων. 13) Απλό ηλεκτρολόγιο. 14) Πλήκτρα ειδικών εργασιών. 15) Έκτύπωση αποτελεσμάτων σέ χαρτί.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΕΚΤΟ

ΑΝΤΙΣΤΑΣΗ ΚΑΙ ΠΡΩΩΣΗ

6.1 Γενικά.

Ο όρος *ροή* χρησιμοποιείται για να δείξει την κίνηση της μάζας ενός ρευστού είτε μέσα σε ένα στερεό περίβλημα (π.χ. ανοικτός ή κλειστός άγωγός) είτε γύρω από ένα ακίνητο σώμα. Στο κεφάλαιο αυτό ο όρος ροή θα χρησιμοποιηθεί με τη δεύτερη έννοια.

Τά διάφορα συστήματα προώσεως πλοίων είναι διατάξεις που έχουν ως σκοπό τη δημιουργία μιᾶς δυνάμεως κατά μήκος του πλοίου. Η δύναμη αυτή ονομάζεται *ώση* (thrust) και είναι εκείνη που συντηρεί την κίνηση.

Αν θεωρήσουμε ένα πλοίο που κινείται με σταθερή ταχύτητα πρόσω, στο οποίο σταματᾶ κάποια στιγμή ή μηχανή, θα παρατηρήσουμε ότι η ταχύτητά του σιγά-σιγά θα έλαττωθεί και το πλοίο τελικά θα σταματήσει. Δηλαδή θα ἔχομε *ἐπιβραδυνόμενη κίνηση*. Σύμφωνα με τους γνωστούς νόμους της Μηχανικής, για να υπάρξει επιβράδυνση της κινήσεως θα πρέπει να ενεργεί πάνω στο πλοίο από το νερό (και τόν ἀέρα) κάποια δύναμη. Η δύναμη αυτή ονομάζεται *ἀντίσταση*.

Όταν το πλοίο κινείται με σταθερή ταχύτητα (μηδενική επιτάχυνση), σύμφωνα πάλι με γνωστό νόμο της Μηχανικής, το άθροισμα των δυνάμεων που ενεργοῦν ἐπάνω του θα πρέπει να βρίσκεται σε ἰσορροπία. Αν θεωρήσουμε ένα πλοίο που ρυμουλκείται μέσα σε ἤρεμο νερό, οι μόνες δυνάμεις που ενεργοῦν πάνω σ' αυτό κατά τη διεύθυνση της κινήσεώς του είναι η *ἀντίσταση* και η *δύναμη ρυμουλκήσεως*, που είναι μεταξύ τους ἴσες και ἀντίθετες. Σε ένα κλασικό σύστημα προώσεως πλοίου με ἔλικα τά πράγματα δέν έχουν ἀκριβῶς ἔτσι. Σε ένα τέτοιο σύστημα ἐξαιτίας της ἐπιδράσεως μεταξύ πλοίου και ἔλικας, *ἡ ὡση εἶναι κάπως μεγαλύτερη* ἀπό τη δύναμη που θα χρειαζόταν για να ρυμουλκηθεῖ τό πλοίο. Ἀνεξάρτητα ὅμως ἀπό αυτό, μπορεῖ κανείς να βγάλει τό συμπέρασμα ότι ἂν γνωρίζει την ἀντίσταση τοῦ πλοίου ὅταν ρυμουλκείται μπορεῖ να κάνει μιᾶ ἀρκετά καλή ἐκτίμηση και για τήν ὡση.

Από τήν ἄλλη μεριά ἡ γνώση της ὡσεως, που ἀπαιτεῖται για να κινηθεῖ ένα πλοιο, εἶναι ένα στοιχεῖο που ὀδηγεῖ στον ὑπολογισμό της ἰσχύος της μηχανῆς ἢ τῶν μηχανῶν που θα χρειασθοῦν για να τήν ἐξασφαλίσουν.

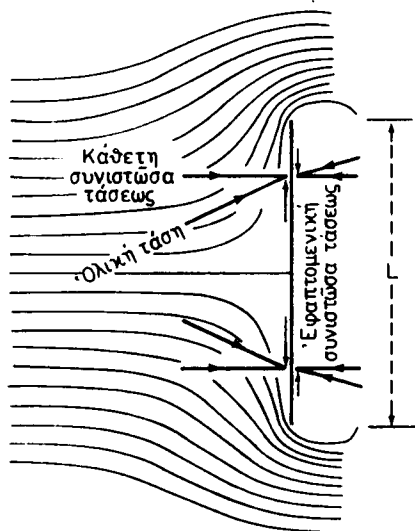
Στήν ἀρχική σχεδίαση τοῦ πλοίου ἡ γνώση της ἰσχύος τῶν μηχανῶν που θα χρειασθοῦν εἶναι ἀπαραίτητη, γιατί ὀδηγεῖ σε ἐκτιμήσεις σχετικά με τόν ὄγκο που θα καταλάβουν οι μηχανές, τό βάρος τους και τό κόστος τους.

Ἄλλά και στό χειριστή τοῦ πλοίου εἶναι ἀπαραίτητη ἡ κατανόηση τῶν στοιχείων της ἀντιστάσεως, γιατί τόν βοηθᾶ να πάρει σωστά ἀποφάσεις που σχετίζονται με τίς λεπτομέρεις της ἐκμεταλλεύσεως τοῦ πλοίου.

6.2 Φύση τής αντίστασης.

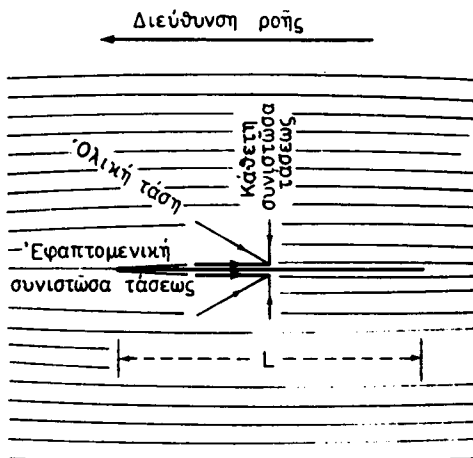
Γιά νά κατανοήσουμε κάπως τή φύση τής αντίστασης πού δημιουργείται κατά τήν κίνηση ενός σώματος μέσα σ' ένα ρευστό, άρκει νά θεωρήσουμε δύο περιπτώσεις κινήσεως μέσα σ' αυτό μιός επίπεδης πλάκας (ή καλύτερα τού ρευστού γύρω από τήν πλάκα).

Στήν πρώτη περίπτωση μπορούμε νά θεωρήσουμε ότι τό ρευστό κινείται μέ διεύθυνση κάθετη πρός τό επίπεδο τής πλάκας (σχ. 6.2α). Είναι φανερό ότι άν δέν εφαρμοσμε κάποια δύναμη συγκρατήσεως, ή πλάκα θά τείνει νά παρασυρθεί πρός τήν κατεύθυνση τής ροής. Ή παρατήρηση αυτή υποδηλώνει τήν ύπαρξη κάποιας αντίστασης, πού όφείλεται στήν άνάγκη νά ανοίξουν οι γραμμές ροής μπροστά από τήν πλάκα και νά ξανακλείσουν πάλι πίσω από αυτή.



Σχ. 6.2α.

Κίνηση ρευστού κάθετα πρός μία πλάκα.



Σχ. 6.2β.

Κίνηση ρευστού παράλληλα πρός μία πλάκα.

Ήν ή διεύθυνση τής ροής είναι παράλληλη πρός τό επίπεδο τής πλάκας (σχ. 6.2β), και πάλι είναι άπαραίτητη ή εφαρμογή κάποιας δυνάμεως γιά νά διατηρηθεί ή πλάκα στή θέση της. Ήπομένως και στήν περίπτωση αυτή πάλι έχομε κάποια αντίσταση, πού τώρα όμως όφείλεται στό γεγονός ότι τά μόρια τού ρευστού πού είναι σέ έπαφή μέ τήν πλάκα τείνουν νά προσκολληθοούν πάνω σ' αυτή.

Στή γενικότερη περίπτωση ενός πλοίου, τού όποίου τό τμήμα πού είναι μέσα στό νερό έχει περιοχές πού προσομοιάζουν άλλοτε στήν πρώτη και άλλοτε στή δεύτερη περίπτωση κινήσεως τής πλάκας, έχομε ταυτόχρονα άντιστάσεις οι όποιες δημιουργοούνται και μέ τούς δύο μηχανισμούς πού προαναφέραμε.

Ήπιπλέον, γιά ένα πλοίο έπιφάνειας πού κινείται πάνω στή διαχωριστική έπιφάνεια νερού και άέρα σχηματίζονται (έξαιτίας τής βαρύτητας) και κύματα πού ονομάζονται **κύματα προώσεως**. Ή ενέργεια πού χρειάζεται νά δοθεϊ, γιά νά δημιουργηθεί τό κύμα προώσεως, προέρχεται και αυτή από τήν προωστήρια έγκατάσταση τού πλοίου. Από τά παραπάνω άρχίζει ήδη νά διαφαίνεται ότι **και τό κύμα προώσεως είναι μία από τίς αιτίες πού συνεπάγονται τήν ύπαρξη άντιστάσεως**.

6.3 Συνιστώσες τής αντίστασης.

6.3.1 Γενικά.

Ής ύποθέσομε, γιά τήν άρχική άπλοποίηση τοῦ προβλήματος, ὅτι ἡ ὤση ἑνός πλοίου εἶναι ἴση μέ τήν αντίστασή του. Ἡ ὑπόθεση αὐτή θά μπορούσε νά εἶναι σωστή, ἂν τό σύστημα προώσεως τοῦ πλοίου βρισκόταν πολύ μακριά ἀπό τό πλοῖο. Π.χ. ἂν εἶχαμε τήν ἔλικα τοποθετημένη στό ἄκρο ἑνός ἄξονα μέ πολύ μεγάλο μήκος ἔξω ἀπό τό πλοῖο. Στήν περίπτωση αὐτή θά ἦταν εὐκόλος ὁ ὑπολογισμός τῆς ὤσεως (καί ὅπως θά δοῦμε καί τῆς ἰσχύος τῆς μηχανῆς) γιατί αὐτή (ἡ ὤση) θά ἦταν ἴση μέ τήν αντίσταση.

Δυστυχῶς ὁ ὑπολογισμός τῆς αντίστασης δέν εἶναι δυνατός θεωρητικά. Στήν πράξη εἴμαστε ἀναγκασμένοι νά καταφύγομε σέ πειράματα μέ μοντέλα γιά τήν εὐρεση τῆς αντίστασης. Τά ἀποτελέσματα αὐτῶν τῶν πειραμάτων ὁδηγοῦν μέ εἰδικό τρόπο σέ συμπεράσματα γιά τό πλοῖο. Τό γεγονός αὐτό δημιουργεῖ τήν ἀνάγκη νά θεωρήσομε ὅτι ἡ αντίσταση ἀποτελεῖται ἀπό **συνιστώσες** καί νά ὑπολογίσομε καθεμί ἀπό αὐτές χωριστά.

Πρῶτα ἀπ' ὅλα μπορούμε εὐκόλα νά καταλάβομε ὅτι διαφορετική εἶναι ἡ αντίσταση ἑνός πλοίου ὅταν κινεῖται σέ ἤρεμο νερό καί νηνεμία καί διαφορετική ὅταν ὑπάρχει θαλασσοταραχή καί ἄνεμος. Στό κεφάλαιο αὐτό θά ἀσχοληθοῦμε μέ τήν **ἀντίσταση τοῦ πλοίου σέ ἤρεμο νερό καί νηνεμία**.

Τά πλοῖα ἐπιφάνειας, πού θά μᾶς ἀπασχολήσουν ἀποκλειστικά ἐδῶ, κινοῦνται στή διαχωριστική ἐπιφάνεια μεταξύ δύο ρευστῶν, τοῦ νεροῦ καί τοῦ ἀέρα. Ἐπομένως μπορούμε νά διαιρέσομε τήν αντίσταση, σέ **ἀντίσταση τοῦ νεροῦ** καί **ἀντίσταση τοῦ ἀέρα**. Τό ἄθροισμα αὐτῶν τῶν δύο συνιστωσῶν τῆς αντίστασης εἶναι ἡ **συνολική ἀντίσταση τοῦ πλοίου σέ ἤρεμο νερό καί νηνεμία**.

Ἡ ἀντίσταση νεροῦ τοῦ πλοίου μπορεῖ στή συνέχεια νά χωρισθεῖ στίς παρακάτω συνιστώσες:

- Ἀντίσταση τριβῆς
- Ἀντίσταση κύματος προώσεως
- Ἀντίσταση σχήματος
- Ἀντίσταση δινῶν

Στή μελέτη τῶν παραπάνω συνιστωσῶν ἐξετάζεται ἡ γάστρα τοῦ πλοίου μόνο, χωρίς τίς προεξοχές (appendages) καί στή συνέχεια προστίθεται καί ἡ ἀντίσταση τῶν προεξοχῶν πού προκύπτει ἀπό διαφορετικές ἐκτιμήσεις.

Συνοπτικά λοιπόν θά ἔχομε:

$$\text{Συνολική ἀντίσταση πλοίου} = \text{Ἀντίσταση} + \text{Ἀντίσταση} \\ \text{σέ ἤρεμο νερό καί νηνεμία} \quad \text{νεροῦ} \quad + \quad \text{ἀέρα} \quad (28)$$

$$\text{Ἀντίσταση νεροῦ} = \text{Ἀντίσταση γάστρας} + \text{Ἀντίσταση προεξοχῶν} \quad (29)$$

$$\text{Ἀντίσταση} = \text{Ἀντίσταση} + \text{Ἀντίσταση} + \text{Ἀντίσταση} + \text{Ἀντίσταση} \\ \text{γάστρας} = \text{τριβῆς} + \text{κύματος} + \text{σχήματος} + \text{δινῶν} \quad (30) \\ \text{προώσεως}$$

Στά επόμενα θά δοθοῦν περισσότερες λεπτομέρειες γιά κάθε συνιστώσα τῆς ἀντιστάσεως.

6.3.2 Ἀντίσταση τριβῆς.

Ἡ ἀντίσταση τριβῆς ὀφείλεται στή δυσκολία πού παρουσιάζουν ἐφαπτόμενα μεταξύ τους στρώματα ρευστοῦ νά ὀλισθήσουν τό ἓνα σέ σχέση μέ τό ἄλλο.

Ὅταν ἓνα πλοῖο κινεῖται, τότε σέ ἐπαφή μέ τό πλοῖο ὑπάρχει ἓνα στρώμα ρευστοῦ πού κινεῖται μέ τήν ταχύτητα τοῦ πλοίου, ἐνῶ σέ κάποια ἀπόσταση ἀπό αὐτό τά μόρια τοῦ νεροῦ ἔχουν μηδενική ταχύτητα. Ἐπομένως μεταξύ πλοίου καί ἐνός σημείου κάπως μακριά ἀπό αὐτό, ὅπου μηδενίζεται ἡ ταχύτητα, τά στρώματα τοῦ νεροῦ ἔχουν ταχύτητα πού συνεχῶς μεταβάλλεται. Αὐτό ἔχει ὡς ἀποτέλεσμα νά δημιουργοῦνται διάφορες τάσεις πού ἔχουν ὡς συνισταμένη μία δύναμη ἀντίθετη πρὸς τή διεύθυνση κινήσεως τοῦ πλοίου. Ἡ δύναμη αὐτή ὀνομάζεται **ἀντίσταση τριβῆς** (friction resistance).

Οἱ διάφορες μικροανωμαλίες πού ἐμφανίζονται ἀναπόφευκτα στήν ἐπιφάνεια τῶν ὑφάλων τοῦ πλοίου ἔχουν ὡς ἀποτέλεσμα ἡ ἀντίσταση τριβῆς νά εἶναι κάπως μεγαλύτερη ἀπό ὅ,τι θά ἦταν ἂν ἡ ἐπιφάνεια τοῦ πλοίου ἦταν τελείως λεία.

Ἀκόμη περισσότερο αὐξάνεται ἡ ἀντίσταση τριβῆς ὅταν μετά μακροχρόνια παραμονή τοῦ πλοίου μέσα στό νερό τό σκάφος ρυπαίνεται κυρίως ἀπό θαλάσσιους μικροοργανισμούς πού σχηματίζουν ἓνα παχύ καί τραχύ στρώμα*. Γιά νά ἀποφεύγεται αὐτή ἡ αὐξηση τῆς ἀντιστάσεως, χρειάζεται νά γίνεται ἀρκετά συχνά καθαρισμός τῆς γάστρας.

6.3.3 Ἀντίσταση κύματος προώσεως.

Ἐνα πλοῖο πού κινεῖται στήν ἐπιφάνεια ἤρεμο νεροῦ, δημιουργεῖ κύματα προώσεως. Τά κύματα αὐτά δημιουργοῦνται ἀπό τήν πλῶρη καί τήν πρύμνη τοῦ πλοίου ἐξαιτίας:

- α) Τῆς ἀνάγκης νά ἐκτοπισθεῖ τό ἤρεμο νερό γιά νά καταλάβει τή θέση του ἡ πλῶρη τοῦ πλοίου.
- β) Τῆς ἀνάγκης νά καλυφθεῖ τό κενό πού μένει ὅταν φύγει (περάσει ἀπό ἓνα σημεῖο) ἡ πρύμνη τοῦ πλοίου.

Ἐχομε λοιπόν δύο συστήματα κυμάτων, ἓνα τῆς πλῶρης καί ἓνα τῆς πρύμνης, πού **γιά τό σχηματισμό τους χρειάζεται νά δαπανηθεῖ ἐνέργεια** καί ἐπομένως καί μία νέα συνιστώσα τῆς ἀντιστάσεως ἡ ὁποία ὀνομάζεται **ἀντίσταση κύματος προώσεως** (wave resistance).

Κύμα προώσεως δημιουργεῖται καί ἀπό ἓνα σῶμα πού κινεῖται σέ μικρό βάθος κάτω ἀπό τήν ἐπιφάνεια. Ἀντίθετα, ἓνα σῶμα πού κινεῖται σέ μεγάλο βάθος δέν μπορεῖ νά δημιουργήσει κύμα στήν ἐπιφάνεια. Ἐτσι ἐξηγεῖται γιατί τά ὑποβρύχια ἔχουν μικρότερη ἀντίσταση ὅταν βρίσκονται σέ μεγάλο βάθος παρά ὅταν εἶναι κοντά στήν ἐπιφάνεια (γιά τήν ἴδια ταχύτητα).

6.3.4 Ἀντίσταση σχήματος.

Οἱ γραμμές ροῆς δέν εἶναι εὐκολο νά **κλείσουν** πίσω ἀπό τήν πρύμνη τοῦ

* Αὐτό ἔχει ὡς ἀποτέλεσμα νά χρειάζεται μεγαλύτερη ἰσχύ (ἰσχύδύναμη) ἀπό τή μηχανή γιά νά διατηρηθεῖ ἡ ἴδια ταχύτητα στό πλοῖο πού ἔχει ὑποστεί ρύπανση στά ὑφάλα.

πλοίου. Αυτό είναι ιδιαίτερα δύσκολο όταν η διαμόρφωση της πρύμνης είναι απότομη. Έτσι στην πρύμνη του πλοίου σχηματίζεται κάποιο κενό που έχει ως αποτέλεσμα τη δημιουργία μιας δυνάμεως με φορά αντίθετη προς τη φορά κινήσεως του πλοίου.

Η συνιστώσα αυτή ονομάζεται **άντισταση σχήματος** (form resistance).

Αντίσταση σχήματος υπάρχει και στα πλοία επιφάνειας και στα υποβρύχια.

6.3.5 Αντίσταση δινών.

Πέρα από το κενό που αναφέραμε, στην περίπτωση της αντίστασεως σχήματος, έχουμε και μία γενικότερη διατάραξη της ομαλότητας της ροής που έχει ως αποτέλεσμα το σχηματισμό δινών.

Για το σχηματισμό αυτών των δινών δαπανάται ενέργεια, γεγονός που συνεπάγεται την ύπαρξη μιας άλλης συνιστώσας της αντίστασεως που λέγεται **άντισταση δινών** (eddies resistance).

Η αντίσταση σχήματος και δινών εξετάζεται συνήθως σαν μία κοινή συνιστώσα.

Ο όρος **άντισταση σχήματος** χρησιμοποιείται συνήθως στην αεροδυναμική και ο όρος **άντισταση δινών** είναι πιο συνηθισμένος όταν εξετάζεται η αντίσταση πλοίων.

6.3.6 Αντίσταση προεχοχών (Appendage resistance).

Μέχρι αυτό το σημείο έχει εξετασθεί η αντίσταση της γάστρας του πλοίου χωρίς τις διάφορες **προεχοχές**. Ως προεχοχές θεωρούνται τα πηδάλια, τα στηρίγματα των έλικοφόρων αξόνων, τα παρατροπίδια και άλλα.

Ο ύπολογισμός της αντίστασεως των προεχοχών πρέπει να γίνεται χωριστά από τον ύπολογισμό για την αντίσταση της γάστρας, γιατί η μετατροπή των αποτελεσμάτων από δοκιμές σε μοντέλα στο πραγματικό πλοίο γίνεται στις δύο περιπτώσεις με βάση διαφορετικούς νόμους. Γι' αυτό είναι αρκετά συνηθισμένο το μοντέλο ενός πλοίου να δοκιμάζεται με τις προεχοχές και χωρίς αυτές.

Από τα αποτελέσματα των δύο πειραμάτων βρίσκεται (με αφαίρεση) η αντίσταση των προεχοχών του μοντέλου και με βάση τους σωστούς νόμους αναλογίας μπορεί στη συνέχεια να εκτιμηθεί η αντίστοιχη συνιστώσα της αντίστασεως του πλοίου. Η αντίσταση προεχοχών σπάνια υπερβαίνει το 10% της συνολικής αντίστασεως του πλοίου στο νερό.

6.3.7 Αντίσταση αέρα.

Όπως και το τμήμα του πλοίου που βρίσκεται μέσα στο νερό, έτσι και εκείνο που κινείται μέσα στον αέρα δημιουργεί αντίσταση. Η αντίσταση αυτή οφείλεται σε τριβή και αποχωρισμό.

Επειδή όμως η πυκνότητα του αέρα είναι πολύ μικρή σε σχέση με του νερού, **η αντίσταση του αέρα είναι πολύ μικρή σε σχέση με την αντίσταση του τμήματος του πλοίου που κινείται μέσα στο νερό.**

Για το λόγο αυτό δεν καταβάλλεται πολύ μεγάλη προσπάθεια να δοθεί **αεροδυναμική μορφή** στο τμήμα του πλοίου που βρίσκεται έξω από το νερό πέρα από εκείνη που είναι απαραίτητη για λόγους αισθητικούς και δεν συνεπάγεται μεγάλες κατασκευαστικές δαπάνες.

Ἡ ἀντίσταση τοῦ ἀέρα κυμαίνεται σέ ποσοστό ἀνάμεσα σέ 2 καί 4% τῆς συνολικῆς ἀντιστάσεως. **Πολύ μεγαλύτερη σημασία ἀποκτᾶ ἡ συνιστώσα αὐτή όταν τὸ πλοῖο κινεῖται ἀντίθετα πρὸς ἰσχυρὸ ἄνεμο.**

6.4 Σημασία τῶν ἀριθμῶν Reynolds καί Froude.

6.4.1 Στοιχεῖα ἀπὸ τὴν διαστατική ἀνάλυση.

Σέ πολύπλοκα φυσικά φαινόμενα, ὅπως εἶναι ἡ μελέτη τῆς ἀντιστάσεως τοῦ πλοίου, εἶναι συχνά ἐξαιρετικά δύσκολο νά βρεθοῦν ἀκριβεῖς μαθηματικές σχέσεις πού συσχετίζουν τὸ ἀποτέλεσμα μέ τὴν αἰτία τοῦ φαινομένου καί μέ τίς παραμέτρους πού τὸ ἐπηρεάζουν. Μοναδική λύση, σ' αὐτές τίς περιπτώσεις ἀποτελεῖ ἡ πραγματοποίηση πειραμάτων γιὰ τὴν εὕρεση τοῦ παραπάνω συσχετισμοῦ.

Στὴν περίπτωση τῆς ἀντιστάσεως τοῦ πλοίου μποροῦμε νά θεωρήσουμε ὡς αἴτιο τὴν ταχύτητα τοῦ πλοίου καί ὡς ἀποτέλεσμα τὴν ἀντίσταση. Τὰ φυσικά μεγέθη πού ἐπηρεάζουν τὴν σχέση τῶν παραπάνω μεγεθῶν εἶναι:

- α) Ἡ πυκνότητα τοῦ νεροῦ ρ
- β) Ἡ ἐπιτάχυνση τῆς βαρύτητας g
- γ) Οἱ διαστάσεις τοῦ πλοίου
- δ) Τὸ σχῆμα τοῦ πλοίου
- ε) Τὸ ἰξῶδες τοῦ νεροῦ μ^* .

Γιὰ τὴν πειραματική μελέτη τῆς ἀντιστάσεως τοῦ πλοίου, θά ἔπρεπε νά κάνομε μία πολὺ μεγάλη σειρά ἀπὸ πειράματα, ὅπου θά διατηρούσαμε κάθε φορά σταθερές τιμές γιὰ ὅλες τίς παραμέτρους, ἐκτός ἀπὸ μία, τῆς ὁποίας τὴν ἐπίδραση θά ἐξετάζαμε συστηματικά. Αὐτὸ ὅμως εἶναι πρακτικά ἀνέφικτο (γιατί θά χρειαζόταν πάρα πολὺ μεγάλος ἀριθμὸς πειραμάτων).

Λύση στὸ πρόβλημα δίνει μία μέθοδος γνωστή μέ τὴν ὀνομασία **ἀνάλυση διαστάσεων** πού βασίζεται στὴν ἰδέα ὅτι ἡ ἀγνωστη μαθηματικὴ σχέση πού συνδέει τὸ ἀποτέλεσμα μέ τὸ αἴτιο καί τίς μεταβλητές πού ἐπηρεάζουν τὸ φαινόμενο, θά πρέπει νά παρουσιάζει ἀρμονία φυσικῶν διαστάσεων.

Ἡ ἐφαρμογὴ αὐτῆς τῆς μεθόδου ὁδηγεῖ στὴν παρακάτω σχέση:

$$\frac{R_t}{\frac{1}{2} \rho V^2 L^2} = f \left(\frac{VL\rho}{\mu}, \frac{V}{\sqrt{gL}}, \text{Σχῆμα} \right) \quad (31)$$

ὅπου: R_t ἡ συνολικὴ ἀντίσταση στό νερό
 V ἡ ταχύτητα κινήσεως τοῦ πλοίου
 L τὸ μήκος πλοίου

* Τὸ ἰξῶδες ἐνός ρευστοῦ ὀρίζεται ἀπὸ τὴν σχέση:

$$\tau = \mu \frac{\Delta V}{\Delta y}$$

ὅπου: τ ἡ διαμητική τάση μεταξύ δύο στρωμάτων τοῦ ρευστοῦ πού ὀλισθαίνουν μεταξύ τους.
 ΔV ἡ διαφορά ταχύτητας μεταξύ τῶν δύο παραπάνω στρωμάτων.
 Δy ἡ ἀπόσταση μεταξύ τῶν δύο παραπάνω στρωμάτων μετρούμενη κάθετα πρὸς τὴν διεύθυνση τῆς ταχύτητας.

ρ ή πυκνότητα του νερού
 μ τό ιξώδες του νερού
 g ή επιτάχυνση τής βαρύτητας.

Τό μέγεθος $\frac{R_t}{\frac{1}{2} \rho V^2 L^2}$ δέν έχει διαστάσεις (είναι αδιάστατο).

Τό ίδιο συμβαίνει καί μέ τά μεγέθη του δεξιού σκέλους τής συναρτήσεως. Ειδικότερα ο αριθμός $VL\rho/\mu$ ονομάζεται **αριθμός Reynolds** καί ο αριθμός V/\sqrt{gL} **αριθμός Froude**. Από τά παραπάνω παρατηρούμε ότι τόσο τό άριστερό όσο καί τό δεξιό μέλος έχουν ως διάσταση τή μονάδα. Δηλαδή έχουμε **άρμονία διαστάσεων**.

Γεωμετρικά όμοια λέγονται δύο πλοία (ή ένα πλοίο καί τό μοντέλο του) όταν ή αναλογία όποιωνδήποτε δύο αντίστοιχων διαστάσεων έχει τήν ίδια τιμή. Δηλαδή όταν:

$$\frac{\text{Μήκος πλοίου}}{\text{μήκος μοντέλου}} = \frac{\text{πλάτος πλοίου}}{\text{πλάτος μοντέλου}} = \frac{\text{βύθισμα πλοίου}}{\text{βύθισμα μοντέλου}} = \text{λόγος όποιωνδήποτε δύο αντίστοιχων διαστάσεων} = r \quad (32)$$

Η σχέση 31 οδηγεί στην ίδια τής κατασκευής ενός μοντέλου του πλοίου **γεωμετρικά όμοιου** μέ τό πλοίο. Τό μοντέλο στή συνέχεια δοκιμάζεται σέ πειραματική δεξαμενή καί από τά πειράματα είναι δυνατός ο ύπολογισμός του μεγέθους

$$\frac{R_t}{\frac{1}{2} \rho V^2 R^2}$$

Τό μέγεθος αυτό θα είχε τήν ίδια τιμή καί γιά τό πλοίο, σέ συνθήκες κινήσεως του τέτοιες, πού οι αριθμοί Reynolds καί Froude νά είναι ίσοι αντίστοιχα (για τό πλοίο καί τό μοντέλο).

Δυστυχώς ή ταυτόχρονη ισότητα των αριθμών Reynolds καί Froude του μοντέλου μέ τους αντίστοιχους του πλοίου δέν είναι δυνατή γιά συνήθη ρευστά, πράγμα πού έμποδίζει τή σωστή πραγματοποίηση του πειράματος πού προαναφέρθηκε. Όμως μπορούν νά γίνουν όρισμένες ύποθέσεις (πού δικαιολογούνται από πειραματικά αποτελέσματα) πού οδηγούν στην παρακάτω τροποποιημένη μορφή τής σχέσεως (31).

$$\frac{R_t}{\frac{1}{2} \rho V^2 S} = C_t = \frac{R_f}{\frac{1}{2} \rho V^2 S} + \frac{R_r}{\frac{1}{2} \rho V^2 S} = C_f + C_r \quad (33)$$

όπου:

$$\frac{R_f}{\frac{1}{2} \rho V^2 S} = f_1 \left(\frac{VL\rho}{\mu} \right) \quad (34)$$

$$\frac{R_r}{\frac{1}{2} \rho V^2 S} = f_2 \left(\frac{V}{\sqrt{gL}}, \text{ σχήμα} \right) \quad (35)$$

$$C_f = \frac{R_f}{\frac{1}{2} \rho V^2 S} \quad (36)$$

$$C_r = \frac{R_r}{\frac{1}{2} \rho V^2 S} \quad (37)$$

Στις παραπάνω σχέσεις είναι:

R_f ή αντίσταση τριβής όπως μετρείται με πειράματα σε λείες επίπεδες πλάκες.

R_t ή ολική αντίσταση

R_r ή υπόλοιπη αντίσταση = $R_t - R_f$

S ή βρεχόμενη επιφάνεια

C_f ο συντελεστής τριβής

C_r ο συντελεστής υπόλοιπης αντίστασης και

C_t ο συντελεστής ολικής αντίστασης.

Ο παραπάνω τρόπος υποδιαίρεσης της αντίστασης, είναι γνωστός ως **μέθοδος Froude** από το όνομα του αγγλου ναυπηγού που τον επινόησε.

6.4.2 Σημασία του αριθμού Reynolds.

Από τη (34) προκύπτει ότι ο συντελεστής τριβής εξαρτάται από τον αριθμό Reynolds και όχι από το σχήμα. Η εξάρτηση της αντίστασης τριβής από τον αριθμό Reynolds προκύπτει και από την εμφάνιση σ' αυτόν του Ιξώδους που είναι το αίτιο δημιουργίας των δυνάμεων τριβής μεταξύ των στρωμάτων του ρευστού.

Η σχέση μεταξύ συντελεστού τριβής και αριθμού Reynolds μπορεί να βρεθεί πειραματικά και ισχύει για όλα τα πλοία αφού το σχήμα δεν παίζει ουσιαστικό ρόλο. Η σχέση αυτή έχει βρεθεί με πειράματα σε επίπεδες πλάκες και δίνεται με μία καμπύλη (ή πίνακα).

6.4.3 Σημασία του αριθμού του Froude.

Από την (35) βλέπουμε ότι ο συντελεστής υπόλοιπης αντίστασης εξαρτάται:

- Από το σχήμα του πλοίου.
- Από τον αριθμό Froude.

Επομένως ο συντελεστής υπόλοιπης αντίστασης μπορεί να βρεθεί για ένα πλοίο με πείραμα που θα πρέπει να γίνει σε **γεωμετρικά** δμοιο μοντέλο του και σε συνθήκες που να εξασφαλίζουν ότι το πλοίο και το μοντέλο έχουν τον ίδιο αριθμό Froude (βλέπε και παράγρ. 6.5).

Από τα παραπάνω προκύπτει ότι **δεν είναι δυνατή η εύρεση του συντελεστή υπόλοιπης αντίστασης χωρίς τη δοκιμή μοντέλου γεωμετρικά δμοιου με το συγκεκριμένο πλοίο.**

6.4.4 Σημασία του αριθμού V/\sqrt{L} .

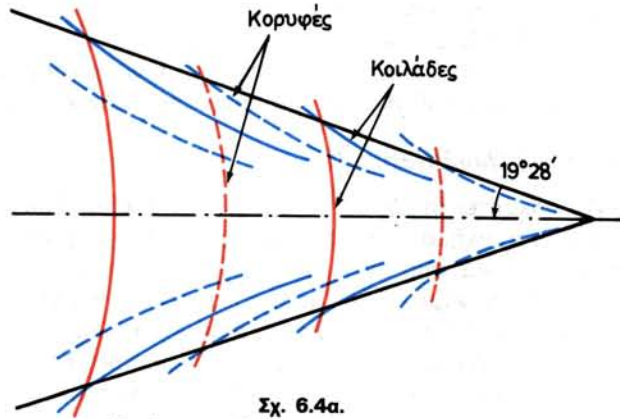
Αν λάβουμε υπόψη ότι το g έχει σταθερή τιμή, θα διαπιστώσουμε ότι η παράσταση V/\sqrt{L} μεταβάλλεται κατά ανάλογο τρόπο με τον αριθμό του Froude, που, όπως είδαμε, δίνεται από την παράσταση V/\sqrt{gL} . Στήν αγγλική βιβλιογραφία είναι πολύ

συνηθισμένο να χρησιμοποιείται ο αριθμός V/\sqrt{L} (μέ το V έκφρασμένο σε κόμβους και τό L σε ft) στη μελέτη διαφόρων στοιχείων της αντίστασης και ιδιαίτερα της συνιστώσας του κύματος προώσεως που επηρεάζεται πολύ έντονα από τον αριθμό του Froude. Στο κεφάλαιο αυτό θα δούμε τον τρόπο με τον οποίο ο αριθμός V/\sqrt{L} επηρεάζει την αντίσταση, χρησιμοποιώντας στοιχεία από τη θεωρία του Kelvin για το σχηματισμό του κύματος προώσεως.

Σύμφωνα με τη θεωρία αυτή μιιά **σημειακή διαταραχή πύεσεως**, όπως π.χ. αυτή που δημιουργείται από μία ράβδο που κινείται με τον άξονά της κάθετο στην επιφάνεια του νερού δημιουργεί δύο συστήματα κύματος και συγκεκριμένα:

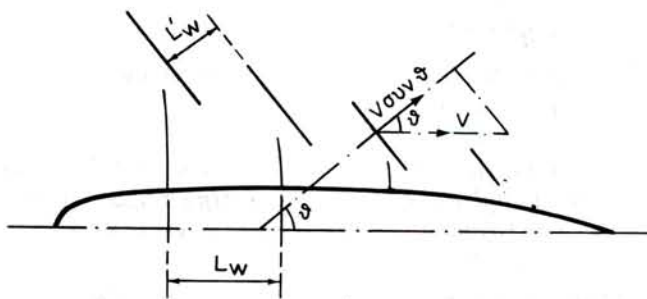
- “Ένα σύστημα με τον άξονα κορυφών κάθετο περίπου προς τον άξονα της κινήσεως (έγκάρσιοι κυματισμοί).
- “Ένα άλλο σύστημα με τον άξονα των κορυφών να σχηματίζει γωνία 19° και $28'$ σε σχέση με τον άξονα της κινήσεως (άποκλίνοντες κυματισμοί).

Οι έγκάρσιοι και άποκλίνοντες κυματισμοί φαίνονται στο σχήμα 6.4α.



Σχ. 6.4α.

Έγκάρσιοι και άποκλίνοντες κυματισμοί.



Σχ. 6.4β.

Μήκη κυμάτων προώσεως.

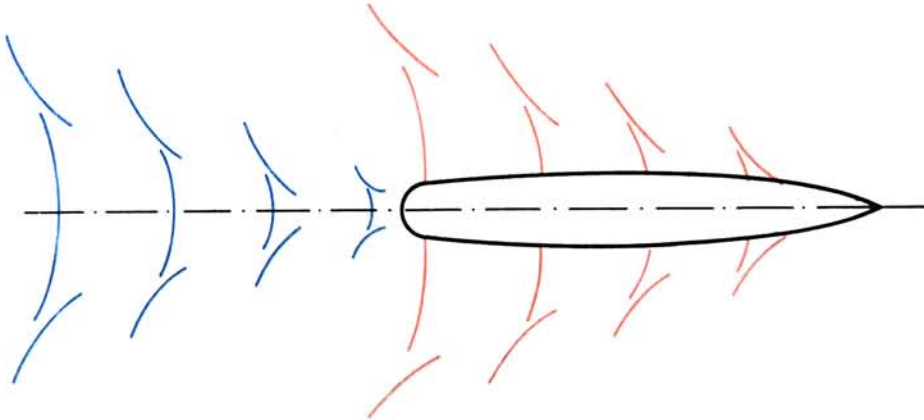
Τά μήκη κύματος (άποστάσεις μεταξύ δύο διαδοχικών κορυφών) φαίνονται στο σχήμα 6.4β και μπορούν να βρεθούν από τις σχέσεις:

$$L_w = \frac{2\pi V^2}{g} \quad (38)$$

$$L'_w = \frac{2\pi V^2 \sigma \sin^2 \theta}{g} \quad (39)$$

όπου: V ή ταχύτητα κινήσεως.

Στήν περίπτωση ενός πλοίου που κινείται με ταχύτητα V , όπως έχουμε εξηγήσει στα προηγούμενα, δημιουργούνται δύο συστήματα κύματος προώσεως, όπως φαίνονται και στο σχήμα 6.4γ.



Σχ. 6.4γ.

Κύματα προώσεως πλοίου.

Συγκεκριμένα θά έχουμε:

- Τό σύστημα κύματος της πλώρης που αρχίζει με κορυφή λίγο πιάδ πρύμα από την προωραία κάθετο.
- Τό σύστημα κύματος που αρχίζει με κοιλάδα στην πρύμνη.

Η απόσταση μεταξύ των σημείων που δημιουργούνται τά δύο συστήματα είναι περίπου $0,9 L$, όπου L είναι τό μήκος ανάμεσα στίς καθέτους του πλοίου.

Όπως βλέπομε εύκολα από τό σχήμα 6.4γ, τά εγκάρσια κύματα προώσεως της πλώρης συναντούν εκείνα της πρύμνης καί επομένως τό ύψος του εγκάρσιου κύματος που δημιουργείται πίσω από τό πλοίο εξαρτάται από τόν τρόπο που θά συναντηθούν τά δύο κύματα.

Από τούς άπειρους σέ αριθμό συνδυασμούς, κατά τούς όποιους είναι δυνατή ή συνάντηση των δύο κυμάτων, διακρίνομε δύο που παρουσιάζουν ιδιαίτερο ενδιαφέρον.

- Τό κύμα της πλώρης συναντά με κορυφή τό σημείο δημιουργίας του κύματος της πρύμνης. Τότε τό συνιστάμενο κύμα έχει τό ελάχιστο ύψος καί ή ενέργεια που απορροφάται είναι μικρή.
- Τό κύμα της πλώρης συναντά με κοιλάδα τό σημείο δημιουργίας του κύματος της πρύμνης. Τότε τό συνιστάμενο κύμα έχει τό μέγιστο ύψος καί ή ενέργεια που απορροφάται είναι μεγάλη.

Συνδυάζοντας τή σχέση 38 με τό ότι ή απόσταση μεταξύ των σημείων σχηματισμού των δύο συστημάτων κύματος είναι $0,9 L$, θά διαπιστώσομε ότι καταστάσεις όπως οι παραπάνω δημιουργούνται όταν ισχύει ή σχέση:

$$N \cdot \frac{\pi V^2}{g} = 0,9 L \quad (40)$$

Όταν τό V εκφράζεται σέ κόμβους καί τό L σέ πόδια, ή παραπάνω σχέση μπορεί νά πάρει τή μορφή:

$$\frac{V}{\sqrt{L}} = \frac{1,797}{\sqrt{N}} \quad (41)$$

όπου: Γιά τιμές του $N = 1, 3, 5, 7, \dots$ τό κύμα τής πλώρης συναντᾶ τό κύμα τής πρύμνης μέ κοιλάδα (μέγιστη αντίσταση). Γιά τιμές του $N = 2, 4, 6, \dots$ τό κύμα τής πλώρης συναντᾶ τό κύμα τής πρύμνης μέ κορυφή (ελάχιστη αντίσταση).
Μέ βάση τά παραπάνω, θά ἔχομε:

ΠΙΝΑΚΑΣ 6.4.1

N	V/\sqrt{L}	Σχόλια
1	1,797	Μέγιστη Ἀντίσταση κύματος Προώσεως
2	1,271	Ἐλάχιστη Ἀντίσταση κύματος προώσεως
3	1,037	Μέγιστη Ἀντίσταση κύματος Προώσεως
4	0,898	Ἐλάχιστη Ἀντίσταση κύματος προώσεως
5	0,803	Μέγιστη Ἀντίσταση κύματος Προώσεως
6	0,734	Ἐλάχιστη Ἀντίσταση κύματος Προώσεως

Συμπέρασμα: Ἡ μεταβολή τής τιμής του V/\sqrt{L} ἀσκει μεγάλη επίδραση στήν αντίσταση κύματος προώσεως.

Στό σχήμα 6.4δ φαίνεται γραφικά ή μεταβολή του συντελεστή ἀντιστάσεως ἑνός πλοίου σέ συνάρτηση μέ τή μεταβολή του V/\sqrt{L} . Στό ἴδιο σχήμα εἶναι σημειωμένες καί οι τιμές του πίνακα 6.4.1 πού βλέπομε ὅτι ὀρίζουν **σημεῖα καμπῆς** τής καμπύλης. Ὁ τρόπος συναντήσεως του κύματος τής πλώρης μέ τό κύμα τής πρύμνης φαίνεται γραφικά στό σχήμα 6.4ε.

Ἀπό τό σχήμα 6.4δ μποροῦν νά ἐξαχθοῦν τά παρακάτω σοβαρά συμπεράσματα:

- Μεταβολή του V/\sqrt{L} , συνεπάγεται μεταβολή του συντελεστή ὀλικῆς ἀντιστάσεως. Ἡ σχετική καμπύλη παρουσιάζει μέγιστα καί ἐλάχιστα.
- Τό μήκος του πλοίου ἀσκει, μέσω τής ἀντιστάσεως του κύματος, πολύ μεγάλη επίδραση στήν ἀντίσταση.

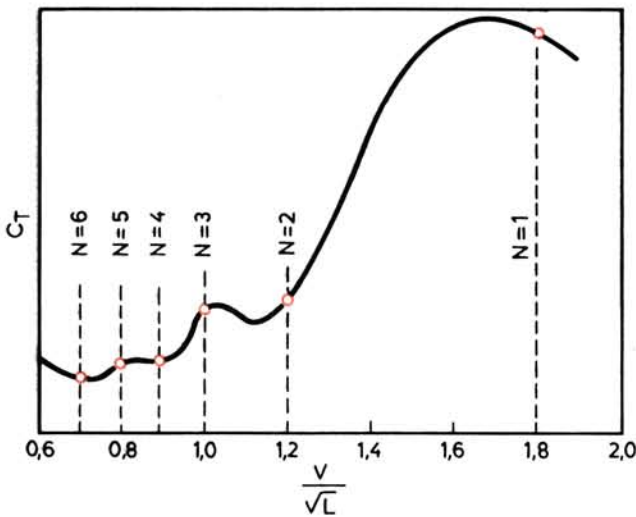
Ἡ ἐξάρτηση τής ὀλικῆς ἀντιστάσεως ἀπό τόν ἀριθμό V/\sqrt{L} μπορεῖ νά φανεῖ μέ τήν βοήθεια του συντελεστή © πού χρησιμοποιεῖται συνήθως στήν Ἀγγλική βιβλιογραφία.

Ὁ συντελεστής αὐτός δίνεται ἀπό τήν σχέση:

$$\text{©} = 1,312 \frac{R_t}{\Delta^{2/3} V^2}$$

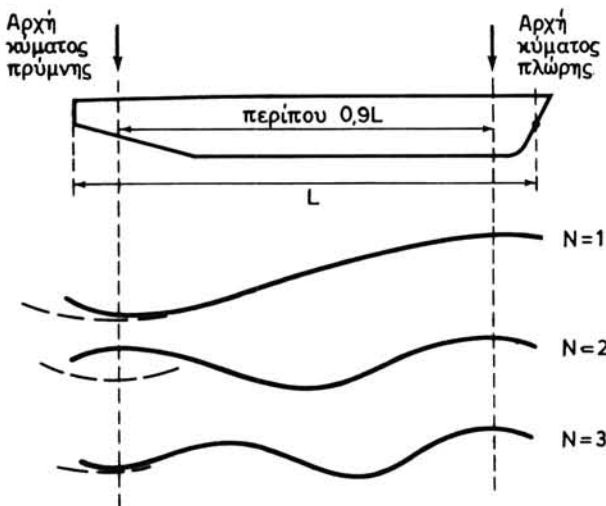
όπου: Δ τό ἐκτόπισμα σέ ἀγγλικούς τόννους (long tons) καί
V ή ταχύτητα σέ κόμβους.

Ἐνδεικτικά στό σχήμα 6.4στ βλέπομε τή μεταβολή του συντελεστή © γιά διάφορες περιπτώσεις πλοίων μέ διαφορετικούς πρισματικούς συντελεστές σέ συνάρτηση μέ τή μεταβολή του ἀριθμοῦ V/\sqrt{L} . Σέ ὄλες τίς περιπτώσεις τό μήκος του πλοίου εἶναι 400 πόδια.



Σχ. 6.4δ.

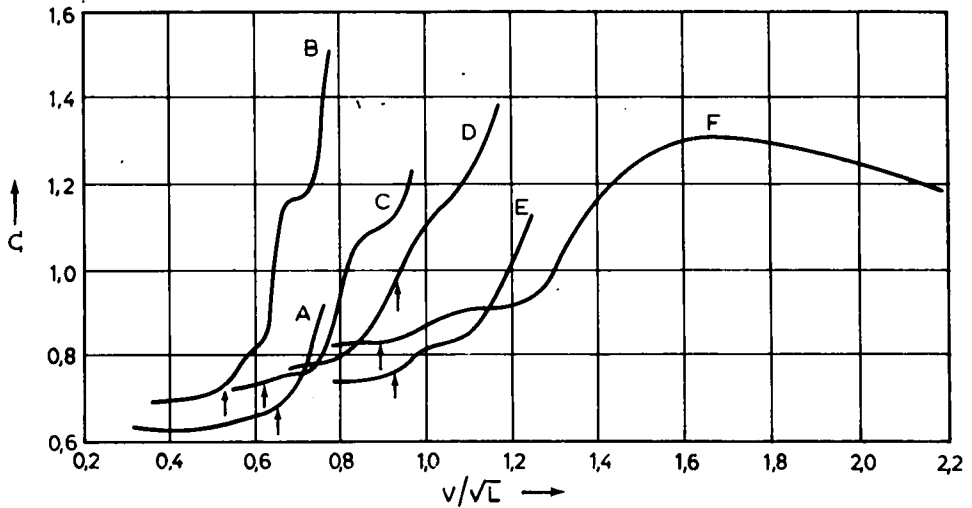
Μεταβολή συντελεστή όλικης αντίστασης σε συνάρτηση με τό V/\sqrt{L} .



Σχ. 6.4ε.

Τρόπος συναντήσεως κύματος πλώρης με κύμα πρύμνης.

Στό σχήμα με βέλη φαίνεται και ή ύπερσειακή ταχύτητα (sea sustained speed) για κάθε πλοίο. Αν εξαιρέσουμε την περίπτωση του αντιτορπιλικού, σε όλες τις άλλες περιπτώσεις ή τιμή του αριθμού V/\sqrt{L} κυμαίνεται μεταξύ 0,6 και 0,9. Σε σπάνιες περιπτώσεις έμπορικων πλοίων (έπιβατικά, ταχύπλοα πλοία μεταφοράς έμπορευματοκιβωτίων) ή τιμή του V/\sqrt{L} μπορεί νά φθάσει μέχρι 1,1.



ΔΙΑΤΗΡΟΥΜΕΝΗ ΤΑΧΥΤΗΤΑ		
ΚΑΜΠΥΛΗ	ΤΥΠΟΣ	C_p
A	ΜΟΝΕΛΙΚΟ ΦΟΡΤΗΓΟ	0,75
B	ΜΟΝΕΛΙΚΟ Φ/Γ ΑΚΤΟΠΛΟΪΚΟ	0,83
C	ΜΟΝΕΛΙΚΟ ΔΕΞ/ΠΛΟΙΟ	0,77
D	ΜΟΝΕΛΙΚΟ ΑΛΙΕΥΤΙΚΟ	0,57
E	ΔΙΠΛΕΛΙΚΟ ΚΑΝΑΛΙΟΥ	0,38
F	ΑΝΤΙΤΟΡΠΙΛΛΙΚΟ	0,60

Σχ. 6.4στ.

Μεταβολή συντελεστή C_r με τό V/\sqrt{L} και τό C_p .

6.5 Ύπολογισμός αντιστάσεως με πείραμα σέ μοντέλο του πλοίου.

6.5.1 Ύπολογισμός αντιστάσεως.

Από τά προηγούμενα διαπιστώσαμε ότι γιά κάθε πλοίο ό ύπολογισμός τής ύπόλοιπης αντιστάσεως παρουσιάζει κάποια δυσκολία, γιαντί ό αντίστοιχος συντελεστής C_r έξαρτάται ταυτόχρονα από τό σχήμα και τόν αριθμό Froude.

Ή έξάρτηση αυτή δημιουργεί τήν ανάγκη κατασκευής μοντέλου του πλοίου, από τή δοκιμή του οποίου θά προκύψει ό συντελεστής ύπόλοιπης αντιστάσεως. Με βάση τά παραπάνω ή διαδικασία ύπολογισμού τής αντιστάσεως ενός πλοίου με μοντέλο είναι συνοπτικά ή έξής:

- Κατασκευάζομε ένα μοντέλο γεωμετρικά όμοιο με τό πλοίο με λόγο όμοιότητας λ . Γιά τόν παραπάνω λόγο όμοιότητας, πού μπορούμε νά θεωρήσομε ίσο με τήν αναλογία μήκους μεταξύ καθέτων πλοίου και μοντέλου, θά έχομε:

$$\frac{(\text{Όποιοδήποτε μήκος πλοίου})}{(\text{Άντίστοιχο μήκος μοντέλου})} = r \quad (42)$$

$$\frac{(\text{Όποιαδήποτε επιφάνεια πλοίου})}{(\text{Άντίστοιχη επιφάνεια μοντέλου})} = r^2 \quad (43)$$

$$\frac{(\text{Όποιοσδήποτε δγκος πλοίου})}{(\text{Άντίστοιχος δγκος μοντέλου})} = r^3 \quad (44)$$

β) Δοκιμάζουμε τό μοντέλο σέ μία δεξαμενή προτύπων. Πιό συγκεκριμένα κινούμε τό μοντέλο μέ τήν έπιθυμητή ταχύτητα καί μέ ένα ειδικό δυναμόμετρο μετρούμε τή συνολική αντίσταση. Ή ταχύτητα του μοντέλου επιλέγεται μέ βάση τήν ανάγκη ό αριθμός Froude του μοντέλου κατά τή δοκιμή νά είναι ίσος μέ τόν αντίστοιχο του πλοίου. Έπομένως, αν χρησιμοποιήσουμε τό δείκτη m' τό μοντέλο καί s γιά τό πλοίο, θά πρέπει οι αριθμοί $V_s/\sqrt{L_s}$ καί $V_m/\sqrt{L_m}$ νά είναι ίσοι καί επομένως:

$$\frac{V_m}{V_s} = \sqrt{\frac{L_m}{L_s}} \quad \eta \quad V_m = V_s \frac{1}{\sqrt{r}} \quad (45)$$

Τή συνολική αντίσταση του μοντέλου, πού μετρούμε μέ τό δυναμόμετρο, συμβολίζουμε μέ R_{tm} .

- γ) Ύπολογίζουμε τόν αριθμό Reynolds του μοντέλου ό όποιος είναι ίσος μέ $V_m L_m \rho_m/\mu_m$ καί μέ τή τιμή του, πού παίρνομε από πίνακες (πίνακας 6.5.1), βρίσκομε τό συντελεστή τριβής του μοντέλου C_{fm} . Ή αντίσταση τριβής του μοντέλου $[R_{fm}]$ προκύπτει από τή σχέση (36).
- δ) Από τή σχέση $R_{rm} = R_{tm} - R_{fm}$ βρίσκομε τήν υπόλοιπη αντίσταση του μοντέλου καί στή συνέχεια τό συντελεστή υπόλοιπης αντίστασεως του μοντέλου C_{rm} από τή σχέση (37).
- ε) Ο συντελεστής υπόλοιπης αντίστασεως του πλοίου C_{rs} βρίσκεται στή συνέχεια από τή σχέση $C_{rs} = C_{rm}$. Ή υπόλοιπη αντίσταση του πλοίου R_{rs} βρίσκεται από τή σχέση (37).
- στ) Ύπολογίζουμε τόν αριθμό Reynolds του πλοίου, πού είναι ίσος μέ $V_s L_s \rho_s/\mu_s$, καί μέ τήν τιμή του από πίνακες (πίνακας 6.5.1) βρίσκομε τό συντελεστή τριβής C'_{fs} .
- ζ) Προσαυξάνομε τό συντελεστή C'_{fs} λόγω τής τραχύτητας τής επιφάνειας του πλοίου (συνήθως κατά $0,4 \times 10^{-3}$) καί έχομε τό συνολικό συντελεστή τριβής του πλοίου από τή σχέση:

$$C_{fs} = C'_{fs} + 0,4 \times 10^{-3} \quad (46)$$

η) Βρίσκομε τήν αντίσταση τριβής του πλοίου R_{fs} από τή σχέση (36) καί τήν όλική αντίσταση από τή σχέση:

$$R_{ts} = R_{rs} + R_{fs} \quad (47)$$

θ) Ή ίδια εργασία επαναλαμβάνεται γιά διάφορες ταχύτητες του πλοίου καί μέ

τά αποτελέσματα χαράζεται μία καμπύλη ή όποια ονομάζεται *καμπύλη αντίστασης-ταχύτητας*.

Παράδειγμα.

Κατά τή δοκιμή του μοντέλου ενός πλοίου σέ θαλάσσιο νερό θερμοκρασίας 68°F μετρήθηκε όλική αντίσταση 0,6 λίβρες. Ό λόγος όμοιότητας πλοίου-μοντέλου είχε τήν τιμή 50. Τό πλοίο είχε μήκος 300' καί βρεχομένη επιφάνεια 16000 τετραγωνικά πόδια. Ό δοκιμή έγινε σέ ταχύτητα μοντέλου πού αντιστοιχοῦσε σέ ταχύτητα πλοίου 16 κόμβων. Νά βρεθεί ή αντίσταση του πλοίου στήν παραπάνω ταχύτητα.

Όπό πίνακες γιά τίς ιδιότητες του νερού καί γιά θερμοκρασία 68 °F βρίσκουμε:

$$\rho_m = \rho_s = 1,987 \frac{1b - sec^2}{ft^4}$$

$$\mu_m = \mu_s = 2,259 \times 10^{-5} \frac{1b - sec}{ft^2}$$

$$\text{Ό ταχύτητα του πλοίου είναι} = 16 \frac{\text{μίλια}}{\text{ώρα}} \times 6076 \frac{\text{ft}}{\text{μίλι}} \times \frac{1 \text{ ώρα}}{3600 \text{ sec}} = 27 \frac{\text{ft}}{\text{sec}}$$

Όπό τή σχέση 45 ή αντίστοιχη ταχύτητα του μοντέλου θά είναι:

$$V_m = \frac{V_s}{\sqrt{r}} = \frac{27}{\sqrt{50}} = 3,818 \text{ ft/sec}$$

έπίσης:
$$L_m = \frac{L_s}{r} = \frac{300}{50} = 6 \text{ ft}$$

Ό βρεχομένη επιφάνεια του πλοίου $S_s = 16000 \text{ ft}^2$ καί του μοντέλου όπό τή σχέση (43) βρίσκεται ότι είναι:

$$S_m = \frac{S_s}{r^2} = \frac{16000}{50^2} = 6,4 \text{ ft}^2$$

$$\text{Ό αριθμός Reynolds μοντέλου} = \frac{\rho_m V_m L_m}{\mu_m} = \frac{(1,987)(3,818)(6)}{2,259 \times 10^{-5}} \approx 2 \times 10^6$$

Όπό τόν πίνακα 6.5.1 έχομε: $c_{fm} = 4,054 \times 10^{-3}$

Όπό τή σχέση (36) έχομε:

$$R_{fm} = \frac{1}{2} \rho_m V_m^2 S_m c_{fm} = \frac{1}{2} (1,980) (3,818)^2 (6,9) (4,054 \times 10^{-3}) = 0,375 \text{ lbs}$$

Ό υπόλοιπη αντίσταση του μοντέλου είναι:

$$R_{rm} = R_{tm} - R_{fm} = 0,6 - 0,375 = 0,225 \text{ lbs}$$

Όπό τή σχέση (37) έχομε:

$$C_{rm} = \frac{R_{rm}}{\frac{1}{2} \rho_m V_m^2 S_m} = \frac{0,225}{\frac{1}{2} (1,987) (3,818)^2 (6,4)} = 2,432 \times 10^{-3}$$

Το πλοίο θά έχει ίσο συντελεστή υπόλοιπης αντίστασης.

Άρα: $C_{rs} = 2,432 \times 10^{-3}$

καί από τήν (37) έχομε:

$$R_{rs} = \frac{1}{2} \rho_s V_s^2 S_s C_{rs} = \frac{1}{2} (1,987) (27)^2 (16000) (2,432 \times 10^{-3}) = 28182 \text{ lbs}$$

$$\text{Αριθμός Reynolds πλοίου} = \frac{\rho_s V_s L_s}{\mu_s} = \frac{(1,987) (27) (300)}{2,259 \times 10^{-5}} = 7,124 \times 10^8$$

ΠΙΝΑΚΑΣ 6.5.1

Τιμές του συντελεστή C_f σε συνάρτηση με τον αριθμό Reynolds (Rn)

Rn	C_f	Rn	C_f	Rn	C_f	Rn	C_f
1×10^5	8.333	4×10^6	3.541	7×10^7	2.195	1×10^9	1.531
2	6.882	5	3.397	8	2.162	2	1.407
3	6.203	6	3.285	9	2.115	3	1.342
4	5.780	7	3.195	1×10^8	2.083	4	1.298
5	5.482	8	3.120	2	1.889	5	1.265
6	5.254	9	3.056	3	1.788	6	1.240
7	5.073	1×10^7	3.000	4	1.721	7	1.219
8	4.923	2	2.669	5	1.671	8	1.201
9	4.797	3	2.500	6	1.632	9	1.185
1×10^6	4.688	4	2.390	7	1.601	1×10^{10}	1.172
2	4.054	5	2.309	8	1.574		
3	3.741	6	2.246	9	1.551		

Σημείωση: Οι τιμές του πίνακα πρέπει να πολλαπλασιασθούν επί 10^{-3} .

Παράδειγμα: Για αριθμό Reynolds 7×10^7 έχομε $C_f = 2,195 \times 10^{-3}$

Από τον πίνακα 6.5.1 έχομε:

$$C'_{fs} = 1,5972 \times 10^{-3}$$

$$C_{fs} = C'_{fs} + 0,4 \times 10^{-3} = 1,5972 \times 10^{-3} + 0,4 \times 10^{-3} = 1,9972 \times 10^{-3}$$

καί από τή σχέση (36):

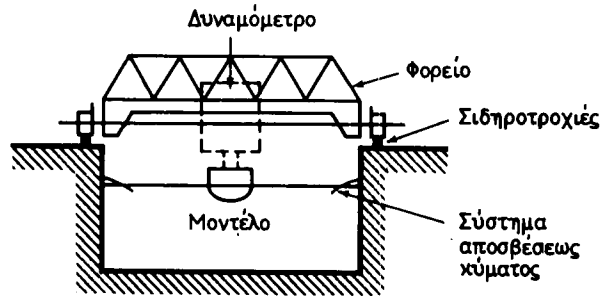
$$R_{fs} = \frac{1}{2} \rho_s V_s^2 S_s C_{fs} = \frac{1}{2} (1,987) (27)^2 (16000) (1,9972 \times 10^{-3}) = 23143 \text{ lbs}$$

Η ολική αντίσταση του πλοίου θά είναι:

$$R_{ts} = R_{fs} + R_{rs} = 23143 + 28182 = 51325 \text{ lbs}$$

6.5.2 Στοιχεία δεξαμενών προτύπων.

Ἡ δεξαμενή προτύπων εἶναι ἓνα ἐπίμηκες κανάλι ὀρθογωνικῆς συνήθως διατομῆς γεμάτο μέ νερό. Τό μήκος της κυμαίνεται ἀπό 100 ὡς 3000 πόδια (ἡ δεξαμενή τοῦ Ἑθνικοῦ Μετσοβείου Πολυτεχνείου ἔχει μήκος 90, πλάτος 5 καί βάθος 3,5 μέτρα καί μπορεῖ νά χρησιμοποιηθεῖ γιά τή δοκιμή μοντέλων μέ μήκος μέχρι 5 μέτρα). Οἱ ἄλλες διαστάσεις της ἐξαρτῶνται ἀπό τίς διαστάσεις τῶν μεγαλύτερων μοντέλων πλοίων πού πρόκειται νά δοκιμασθοῦν. Στίς πλευρές τοῦ καναλιοῦ ὑπάρχουν σιδηροτροχιές πάνω στίς ὁποῖες μπορεῖ νά κινεῖται ἓνα φορεῖο. Στό σχῆμα 6.5 φαίνεται μιά τομή δεξαμενῆς προτύπων. Μέ τή βοήθεια ἐνός ηλεκτρικοῦ κινητήρα τό φορεῖο μπορεῖ νά κινεῖται μέ τήν ἐπιθυμητή ταχύτητα.



Σχ. 6.5.
Τομή δεξαμενῆς προτύπων.

Εἰδική σχεδίαση στίς πλευρές καί τά ἄκρα τῆς δεξαμενῆς ἐξασφαλίζουν τή σύντομη ἀπόσβεση τῶν κυμάτων. Ἀνάμεσα στό μοντέλο καί τό φορεῖο παρεμβάλλεται ἓνα **δυναμόμετρο** πού χρησιμοποιεῖται γιά τή μέτρηση τῆς δυνάμεως πού χρειάζεται γιά νά κινήσει τό μοντέλο μέ τήν ἐπιθυμητή ταχύτητα. Ἡ δύναμη αὐτή εἶναι ἴση μέ τήν ἀντίσταση.

Ἐκτός ἀπό τή δοκιμή γιά τή μέτρηση τῆς ἀντιστάσεως, οἱ δεξαμενές προτύπων χρησιμοποιοῦνται καί γιά ἄλλες δοκιμές ὅπως εἶναι:

- Οἱ δοκιμές αὐτοπροώσεως μοντέλων.
- Οἱ δοκιμές ἐλλικτικότητας.
- Οἱ δοκιμές συμπεριφορᾶς πλοίου σέ κυματισμό.

Γιά τή δημιουργία κύματος ὑπάρχει στό ἄκρο τῆς δεξαμενῆς εἰδική διάταξη ἀναδύσεως τοῦ νεροῦ (κυματιστήρας).

Τά μοντέλα εἶναι ξύλινα, πλαστικά ἢ ἀπό παραφίνη.

6.6 Μεθοδικές σειρές ἀντιστάσεως.

Εἶδαμε στά προηγούμενα ὅτι, ἐξαιτίας τῆς ὑπόλοιπης ἀντιστάσεως, εἶναι ἀπαραίτητο νά γίνεταί πείραμα μετρήσεως τῆς ἀντιστάσεως μέ μοντέλο. Τά πειράματα αὐτά εἶναι ἀρκετά δαπανηρά. Ἐκτός ὅμως ἀπό αὐτό, στή φάση τῆς ἀρχικῆς σχεδίασεως τοῦ πλοίου χρειάζεται νά διερευνηθοῦν πολλοί συνδυασμοί γεωμετρικῶν χαρακτηριστικῶν τοῦ πλοίου καί ἀπό αὐτούς νά ἐπιλεγεῖ ὁ καλύτερος. Στή διαδικασία αὐτῆς τῆς ἐπιλογῆς εἶναι ἀπαραίτητη καί ἡ ἐκτίμηση τῆς ἀντιστάσεως γιά κάθε συνδυασμό χαρακτηριστικῶν.

Για βοήθεια σ' αυτές τīs περιπτώσεις έχουν γίνει δοκιμές με μοντέλα σε οικογένειες πλοίων με συστηματική μεταβολή στις αναλογίες και τούς αδιάστατους συντελεστές που χαρακτηρίζουν χονδρικά τή γεωμετρία ενός πλοίου.

Τά αποτελέσματα αυτών τών δοκιμών σε μορφή πινάκων ή καμπυλών είναι γνωστά με τό όνομα **Μεθοδικές σειρές αντίστασεως** ή απλά **Μεθοδικές σειρές**.

Τέτοιες σειρές είναι μεταξύ άλλων οι:

- Σειρά Taylor (άμερικανική)
- Σειρά 60 (άμερικανική)
- Σειρά BSRA (άγγλική τής British Ship Research Association)

“Αν χρησιμοποιήσουμε τά αποτελέσματα αυτών τών σειρών, θά μπορούμε νά εκτιμήσουμε με αρκετή ακρίβεια, τήν υπόλοιπη αντίσταση ενός πλοίου με γραμμές που προκύπτουν από τήν αντίστοιχη σειρά.

“Αν συμπίπτουν μόνο οι αναλογίες και συντελεστές (άλλα όχι ακριβώς και οι γραμμές) μπορεί και πάλι νά γίνει εκτίμηση αλλά τό σφάλμα θά είναι μεγαλύτερο.

“Ένα μικρό απόσπασμα από τή σειρά Taylor δίνεται στον πίνακα 6.6.1. Στόν πί-

ΠΙΝΑΚΑΣ 6.6.1

Υπόλοιπη αντίσταση ανά τόννο (R_p/Δ) για $B/H = 2,25$ από σειρά Taylor

	V/\sqrt{L} $\Delta/(L/100)^3$	0,60	0,65	0,70	0,75	0,80	0,85	0,90	0,95	1,00	1,05	1,10
$C_p = 0,50$	50	0,41	0,50	0,69	0,85	1,10	1,20	1,40	1,65	2,00	3,15	5,25
	100	0,53	0,67	0,91	1,09	1,25	1,55	1,75	2,00	2,60	3,95	7,00
	150	0,62	0,78	0,99	1,20	1,40	1,80	2,20	2,55	3,30	4,90	8,40
	200	0,67	0,83	1,03	1,27	1,62	2,20	2,50	3,00	4,00	6,00	9,90
	250	0,71	0,86	1,07	1,29	1,96	2,30	2,90	3,60	4,90	7,50	13,00
$C_p = 0,60$	50	0,49	0,62	0,83	1,22	1,61	2,05	2,70	3,80	5,40	6,20	6,80
	100	0,62	0,74	0,99	1,30	1,69	2,15	3,00	4,45	6,70	8,10	9,20
	150	0,68	0,83	1,05	1,34	1,71	2,20	3,20	4,85	7,60	9,00	10,60
	200	0,72	0,88	1,09	1,35	1,74	2,30	3,35	5,20	8,10	9,60	11,00
	250	0,74	0,92	1,12	1,36	1,79	2,48	3,60	5,60	8,50	10,00	11,50
$C_p = 0,70$	50	0,80	1,02	1,32	1,83	2,34	3,35	4,70	7,30	11,50	14,30	15,00
	100	0,81	1,03	1,32	1,83	2,46	3,50	5,30	8,90	15,60	20,00	22,40
	150	0,81	1,03	1,33	1,83	2,46	3,50	5,45	9,75	17,80	24,00	28,20
	200	0,82	1,04	1,33	1,83	2,46	3,50	5,50	10,30	19,00	26,80	33,00
	250	0,83	1,06	1,34	1,83	2,50	3,65	5,50	10,60	20,00	28,90	35,70
$C_p = 0,80$	50	1,00	1,27	2,00	3,52	6,70	9,30	10,30	13,20	19,30	25,50	28,00
	100	1,00	1,27	2,00	3,52	6,70	10,50	12,00	15,60	24,70	35,30	43,50
	150	1,00	1,27	2,00	3,52	6,70	10,90	12,50	16,80	26,70	40,20	52,50
	200	1,00	1,27	2,00	3,52	6,70	11,10	12,80	17,35	27,70	42,00	57,50
	250	1,00	1,27	2,00	3,52	6,70	11,30	13,20	17,60	28,30	41,50	58,50

νακα αυτό δίνονται τιμές τής υπόλοιπης αντίστασεως ανά τόννο έκτοπίσματος για διάφορους συνδυασμούς:

- α) Τοῦ πρισματικοῦ συντελεστή C_p
- β) Τής παραμέτρου $\Delta/(L/100)^3$
- γ) Τής παραμέτρου V/\sqrt{L}

“Ο πίνακας Ισχύει για λόγο πλάτους πρὸς βύθισμα (B/H) ἴσο με 2,25. “Άλλοι παρόμοιοι πίνακες δίνουν στοιχεία για άλλες τιμές τοῦ B/H .

Παράδειγμα.

“Ένα πλοίο έχει τά παρακάτω χαρακτηριστικά:

“Έκτόπισμα 10000 LT

Μήκος μεταξύ καθέτων 383,86 ft

Πλάτος 60 ft

Βύθισμα 26,66 ft

Συντελεστής μέσης τομής 0,85

Νά εκτιμηθεί ή υπόλοιπη αντίσταση του πλοίου σέ ταχύτητα 19,6 κόμβων.

Θά έχομε:

Όγκος έκτοπισματος $\bar{V} = 10000 \times 35 = 350000 \text{ ft}^3$

Έμβαδόν μέσης τομής $A_x = C_x \cdot B \cdot H = (0,95) (60) (26,66) = 1519,62 \text{ ft}^2$

Πρισματικός Συντελεστής $C_p = \frac{\bar{V}}{A_x L} = \frac{350000}{(1519,62) (383,86)} = 0,6$

$$V/\sqrt{L} = \frac{19,6}{\sqrt{383,86}} = 1,0$$

$$\Delta/(L/100)^3 = \frac{10000}{\left(\frac{383,86}{100}\right)^3} = \frac{10000}{56,56} = 176$$

$$B/H = 60/26,66 = 2,25$$

Άπό τόν πίνακα 6.6.1 μέ παρεμβολή ώς πρός τό $\Delta/(L/100)^3$ μεταξύ τών τιμών 150 καί 200 έχομε:

$$\frac{R_r}{\Delta} = 7,86$$

Άρα: $R_r = 7,86 \times 10000 = 78600 \text{ lbs.}$

Τά στοιχεΐα του παραδείγματος έχουν επιλεγεί έτσι, ώστε νά μή χρειάζονται πολύπλοκες παρεμβολές.

6.7 Εύρεση Ισχύος μηχανής.

6.7.1 Ίσχύς ρυμουλήσεως.

Στήν παράγραφο 6.3 είδαμε ότι άν προσθέσομε στήν αντίσταση νερού τίς αντίστασεις προεξοχών καί άέρα θά βροΰμε τήν όλική αντίσταση πλοίου (σέ ήρεμο νερό καί νηνεμία).

Ό όρος Ισχύς *ρυμουλήσεως* αναφέρεται στήν Ισχύ πού θά χρειαζόταν για νά ρυμουλκωθεί ένα πλοίο πού έχει συνολική αντίσταση R_t μέ μία ταχύτητα V . Μέ τόν όρισμό αυτό μποροΰν νά υπερπηδηθοΰν οι δυσχέρειες πού προκύπτουν στους ύπολογισμούς έξαιτίας τής άλληλοεπιδράσεως μεταξύ του πλοίου καί του συστήματος προώσεώς του.

Ή Ισχύς ρυμουλήσεως παριστάνεται μέ EHP (Effectine Horse Power) καί μπορεΐ νά ύπολογισθει σέ Ίππους, άπό τούς τύπους:

α) *Μετρικό σύστημα:*

$$EHP = \frac{R_t V}{75} \quad (48)$$

όπου: R_t ή ολική αντίσταση σε kp και
 V ή ταχύτητα σε m/sec

β) Άγγλικό Σύστημα:
$$EHP = \frac{R_t V}{550} \quad (49)$$

όπου: R_t ή ολική αντίσταση σε lbs και
 V ή ταχύτητα σε ft/sec

Παράδειγμα.

Νά βρεθεί ή Ισχύς ρυμουλκήσεως για τό πλοίο του παραδείγματος τής παραγράφου 6.5.1.

Ή ταχύτητα του πλοίου $V = 27$ ft/sec

Ή συνολική αντίσταση, αν θεωρήσομε ότι έχομε μιά προσαύξηση κατά 6% λόγω προεξοχών και 2% λόγω άερα, θά είναι:

$$R = 51325 + (0,06) (51325) + 0,02 (51325) = 55435 \text{ lbs}$$

Ή από τή σχέση (49) έχομε:
$$EHP = \frac{55435 \times 27}{550} = 2721 \text{ ίπποι}$$

6.7.2 Προσδινόμενη στην Ξλικά Ισχύς (Delivered Horsepower).

Ήν θεωρήσομε ένα σύστημα προώσεως πλοίου μέ Ξλικά, ή Ισχύς πού άπαιτείται νά δοθει στην Ξλικά είναι σημαντικά μεγαλύτερη από τήν Ισχύ ρυμουλκίσεως. Αυτό όφείλεται στό ότι ή Ξλικά, όπως και κάθε σύστημα μετατροπής ενέργειας, έχει κάποιο βαθμό άποδόσεως μικρότερο από τή μονάδα.

Ή Ισχύς πού δίνεται στην Ξλικά σχετίζεται μέ τήν Ισχύ ρυμουλκίσεως μέ τή σχέση:

$$DHP = \frac{EHP}{PC} \quad (50)$$

όπου: DHP ή Ισχύς πού δίνεται στην Ξλικά σε ίππους (συχνά συμβολίζεται και μέ PHP) και

PC ό συντελεστής προώσεως (propulsive coefficient).

Ή συντελεστής αυτός καλύπτει όλα τά άποτελέσματα από τήν άλληλοεπίδραση πλοίου και Ξλικας και έχει τιμή μικρότερη από τή μονάδα.

Ή συντελεστής προώσεως, πού τό μέγεθος του έπηρεάζεται πάρα πολύ από τό βαθμό άποδόσεως τής Ξλικας, μεταβάλλεται σημαντικά από πλοίο σε πλοίο. Ή λεπτομερής ύπολογισμός του προϋποθέτει μελέτη τής Ξλικας, πράγμα πού ξεφεύγει από τά όρια αυτού του βιβλίου. Για καλά σχεδιασμένες κοινές Ξλικες ή τιμή του PC βρίσκεται ανάμεσα στό 0,5 και 0,65.

Παράδειγμα.

Ή συντελεστής προώσεως για τό πλοίο του παραδείγματος τής παραγράφου 6.7.1, έχει έκτιμηθεί γύρω στό 0,55. Πόση είναι ή Ισχύς πού δίνεται στην Ξλικά;

Ή από τή σχέση (50) έχομε:

$$DHP = \frac{EHP}{PC} = \frac{2751}{0,55} = 4947 \text{ ίπποι}$$

6.7.3 Ίσχύς μηχανής.

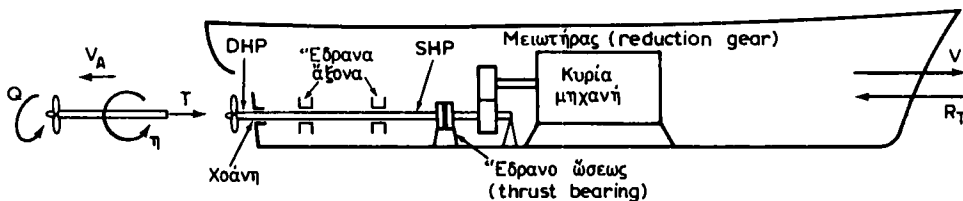
Μεταξύ του συνδέσμου της μηχανής (όπου και μετρούμε και την Ισχύ της μηχανής) και της έλικας παρεμβάλλονται διάφορα συστήματα, όπως τριβείς του άξονα, μειωτήρες, συστήματα στεγανότητας και άλλα. Σε όλα αυτά τα συστήματα έχουμε κάποια απώλεια Ισχύος. Η Ισχύς της μηχανής του πλοίου σχετίζεται με την Ισχύ που δίνεται στην έλικα με τη σχέση:

$$\text{SHP} = \frac{\text{DHP}}{\text{Βαθμός αποδόσεως συστήματος μεταδόσεως}} \quad (51)$$

όπου: SHP είναι η Ισχύς στο σύνδεσμο της μηχανής σε Ίππους (συχνά συμβολίζεται και με BHP).

Ο βαθμός αποδόσεως του συστήματος μεταδόσεως καλύπτει τις απώλειες που είπαμε παραπάνω και η τιμή του είναι γύρω στο 0,98.

Ο όρισμός των διαφόρων μεγεθών που σχετίζονται με την αντίσταση και την πρόωση φαίνεται παραστατικά στο σχήμα 6.7



Σχ. 6.7.

Όρισμός μεγεθών που σχετίζονται με αντίσταση και πρόωση.

Παράδειγμα.

Ο βαθμός αποδόσεως του συστήματος μεταδόσεως για τό πλοίο της παραγράφου 6.7.2 έχει εκτιμηθεί ότι είναι 0,98. Πόση είναι η Ισχύς της μηχανής;

Από τη σχέση (51) έχουμε:

$$\text{SHP} = \frac{4947}{0,98} = 5048 \text{ Ίπποι}$$

Στην πράξη, η επιλογή της μηχανής ενός πλοίου γίνεται συνήθως με τό κριτήριο ότι πρέπει να είναι δυνατή (σε κατάσταση δοκιμών) ή κίνηση του πλοίου με την επιθυμητή ταχύτητα, όταν η μηχανή αποδίδει τό 80% της μέγιστης Ισχύος της στο 100% των στροφών. Μέ τον τρόπο αυτό υπάρχει ένα πλεόνασμα Ισχύος που εξασφαλίζει τη δυνατότητα να διατηρεί τό πλοίο την ταχύτητά του:

- Όταν η γάστρα είναι καθαρή και τό πλοίο συναντά θαλασσοταραχή.
- Όταν η γάστρα έχει ρυπανθεί σε ήρεμο νερό, λίγο πρίν από τον τακτικό δεξαμενισμό.

Σύμφωνα με τό συγκεκριμένο παράδειγμα θά είχαμε:

$$\text{Έγκαταστημένη Ισχύς μηχανής} = \frac{\text{SHP}}{0,8} = \frac{5048}{0,8} = 6130 \text{ Ίπποι}$$

6.8 Ή μορφή του πλοίου και ή αντίσταση.

Ήπό όσα έχομε αναφέρει μέχρι τώρα, είναι αρκετά σαφής ή έντονη έξάρτηση τής αντίστασως από:

- Τό μήκος του πλοίου (μέσω τών άριθμών Reynolds και Froude) και
- Τή βρεχόμενη επιφάνεια.

Μερικά άκόμη συμπεράσματα πού μποροϋν νά προκύψουν από τή μελέτη του πίνακα 6.6.1:

- “Όταν έχομε αύξηση του πρισματικού συντελεστή, αύξάνεται ή υπόλοιπη αντίσταση.
- “Όταν έχομε αύξηση του συντελεστή $\Delta/(L/100)^3$, αύξάνεται ή υπόλοιπη αντίσταση.
- “Όταν έχομε αύξηση του λόγου πλάτος/βύθισμα, αύξάνεται ή υπόλοιπη αντίσταση.

Ήν και ή επίδραση τών συντελεστών και άναλογιών στή συνολική αντίσταση του πλοίου είναι αρκετά πολύπλοκη, μπορεΐ κανείς νά θεωρήσει ότι:

- Ή διαμόρφωση τής πλώρης ενός πλοίου έπηρεάζει τό ύψος του κύματος προώσως και έπομένως τήν αντίστοιχη συνιστώσα τής αντίστασως.
- Ή διαμόρφωση τής πρύμνης του πλοίου έπηρεάζει κυρίως τήν αντίσταση διών και σχήματος.

6.9 Συστήματα προώσως.

6.9.1 Εΐδη προωστηρίων μηχανών.

Τά πιο βασικά είδη προωστηρίων μηχανών πού χρησιμοποιοϋνται σε έμπορικά πλοΐα είναι:

- Ή παλινδρομική άτμομηχανή.
- Ή μηχανή Diesel.
- Ό άτμοστρόβιλος.

Ή παλινδρομική μηχανή έχει εγκαταλειφθεΐ εδώ και αρκετά χρόνια.

Ήναφέρεται γιατί ύπάρχουν άκόμη ελάχιστα παλιά πλοΐα πού έχουν τέτοιο σύστημα μηχανής.

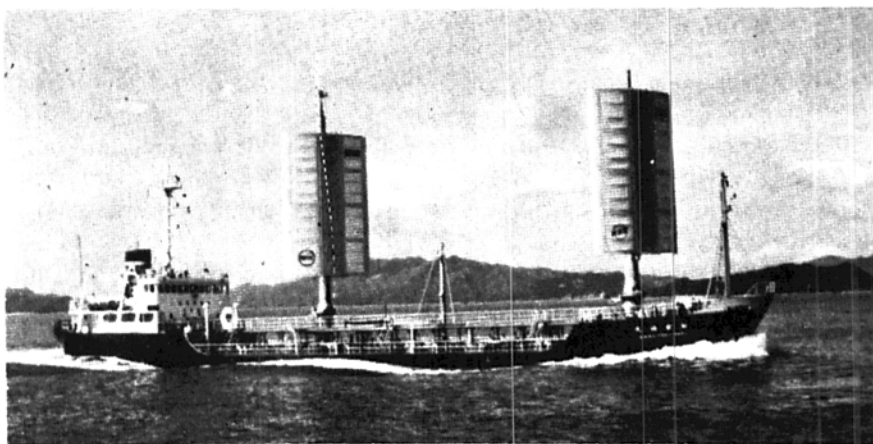
Ή μηχανή Diesel είναι ή κατεξοχή προωστήρια μηχανή τών έμπορικών πλοίων και μπορεΐ νά είναι άπευθείας συνδεμένη με τον άξονα τής έλικας ή και μέσω μειωτήρα.

Ό άτμοστρόβιλος χρησιμοποιεΐται σήμερα στα έμπορικά πλοΐα μόνο σε συνδυασμό με άλλες άνάγκες για άτμό, όπως είναι τά δεξαμενόπλοια ή εκεί πού χρειάζονται πολύ μεγάλες ίσχεις. Συνδέεται με τήν έλικα πάντα μέσω μειωτήρα στρωφών.

Στά πολεμικά πλοΐα πού χρησιμοποιοϋνται μηχανές με μεγάλη ίσχύ, με μικρό όγκο και βάρος και με άπαιτήσεις για μεγάλη άκτίνα ένέργειας, εκτός από τά παραπάνω συστήματα χρησιμοποιοϋνται και:

- Ήεριοστρόβιλοι.
- Συνδυασμοΐ μηχανών, όπως άεριοστρόβιλος και Diesel.
- Συστήματα προώσως με πυρηνική ένέργεια.

Εΐδικά για τά έμπορικά πλοΐα έχει άρχισει (μετά τή συνεχιζόμενη κρίση ένέργειας) ή μελέτη τών Ιστιών ως βοηθητικού συστήματος προώσως. Στο σχήμα



Σχ. 6.9α.

Πειραματικό πλοίο για έκμετάλλευση ενέργειας ανέμου.

6.9α βλέπουμε ένα τέτοιο σύστημα Ιστιών από πρόσφατες δοκιμές που έγιναν στην Ίαπωνία.

6.9.2 Είδη συστημάτων μετατροπής της Ισχύος μηχανής σε προωθητική.

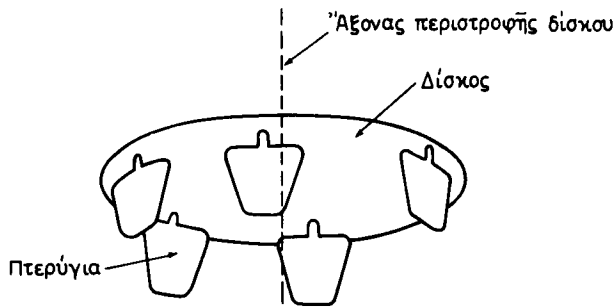
Όλα τα συστήματα προωθηρίων μηχανών που αναφέραμε, δίνουν την ισχύ με τη μορφή του συνδυασμού ροπής στρέψεως και περιστροφής ενός άξονα. Γιά την κίνηση όμως του πλοίου θα πρέπει ή περιστροφική κίνηση του άξονα να δημιουργήσει την ώση κατά μήκος του πλοίου. Γιά τό λόγο αυτό έχουν έπινοηθεί τά παρακάτω συστήματα:

- α) **Τροχοί** μέ σταθερά ή περιστρεφόμενα πτερύγια, που άρχισαν νά χρησιμοποιούνται στό τέλος περίπου του 19ου αιώνα και έχουν εγκαταλειφθεί σήμερα.
- β) **Συστήματα προώσεως μέ αντίδραση** (water jets), που βασίζονται στην προβολή νερού πρός την πρύμνη του πλοίου.
- γ) **Έλικες** μέ σχεδόν όριζόντιο άξονα, που διακρίνονται σε:
 - Έλικες σταθερού βήματος (fixed pitch propellers).
 - Έλικες μεταβαλλόμενου βήματος (controllable pitch propellers).
 - Έλικες που λειτουργούν μέσα σε δακτύλιο (kort nozzles).
- δ) **Έλικες μέ κατακόρυφο άξονα**, που διακρίνονται σε:
 - Έλικες Kirsten-Boeing.
 - Έλικες Voith-Schneider.

Στοιχεία γιά τόν τρόπο δράσεως και χρησιμοποιήσεως των έλικων μέ σχεδόν όριζόντιο άξονα (κοινές έλικες) θα δοθούν σε έπόμενες παραγράφους.

Τά **συστήματα προώσεως μέ αντίδραση** έχουν πολύ χαμηλό βαθμό αποδόσεως και χρησιμοποιούνται μόνο σε έφαρμογές που ή χρησιμοποίηση της έλικας είναι αδύνατη. Συστήματα προβολής δέν υπάρχουν σε πλοία κλασικού τύπου.

Στίς έλικες Kirsten-Boeing, κάθε πτερύγιο, μέ κατάλληλο μηχανισμό, περιστρέφεται γύρω από τόν άξονά του (κατακόρυφο) όπως περιστρέφεται και όλόκληρος ό δίσκος (έλικα) στόν όποιο στηρίζονται τά πτερύγια. Η διεύθυνση πρός την όποία κατευθύνεται ή συνισταμένη δύναμη καθορίζεται από τή σχετική θέση των πτερυγίων μεταξύ τους. Έτσι είναι δυνατόν, μέ κατάλληλη θέση των πτερυγίων, τό



Σχ. 6.9β.

"Έλικα Kirsten-Boeing.

πλοίο νά κινηθεί πρόσω, ανάποδα, πρὸς τὴν πλευρά ἢ πρὸς ὁποιαδήποτε κατεύθυνση. Λόγω αὐτοῦ τοῦ πλεονεκτήματος, ἡ ἔλικα αὐτὴ εἶναι ἰδεώδης γιὰ ρυμουλκά, πλωτοῦς γερανοῦς καὶ ὁποιοδήποτε σκάφος ἀπαιτεῖ μεγάλη εὐελιξία. Σὲ κάθε στροφή τοῦ ἄξονα τῆς ἔλικας κάθε πτερύγιο κάνει μισή στροφή (σχ. 6.9β).

Οἱ **ἔλικες Voith-Schneider** βασίζονται στὴν ἴδια ἀρχὴ μόνο, πού σὲ κάθε στροφή τοῦ ἄξονα ἔχομε καὶ μία στροφή κάθε πτερυγίου.

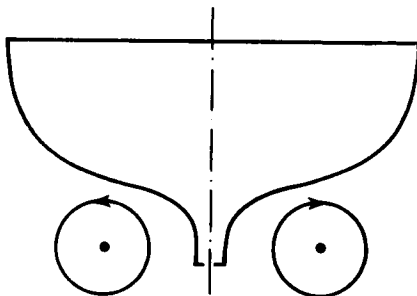
Οἱ ἔλικες μέ κατακόρυφο ἄξονα ἔχουν ἀρκετὰ χαμηλότερο βαθμὸ ἀποδόσεως ἀπὸ ὅ,τι οἱ κοινές ἔλικες.

6.10 Στοιχεῖα ἀπὸ τὴ γεωμετρία τῆς ἔλικας σταθεροῦ βήματος — ὄλισηση.

Οἱ ἔλικες σταθεροῦ βήματος χρησιμοποιοῦνται σχεδὸν ἀποκλειστικά στὴν πρόωση τῶν πλοίων.

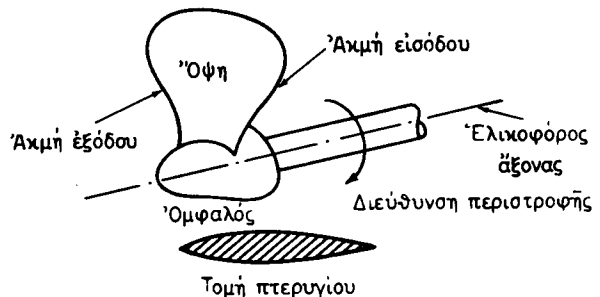
Μία ἔλικα χαρακτηρίζεται ὡς **ἀριστερόστροφη** ἢ **δεξιόστροφη**, ἀνάλογα μέ τὴ φορά περιστροφῆς, ὅταν τὸ πλοῖο κινεῖται πρόσω, πού ἀντιλαμβάνεται παρατηρητῆς ὁ ὁποῖος κοιτάζει τὴν ἔλικα ἀπὸ τὴν πρύμνη.

"Ἐνα πλοῖο μπορεῖ νά ἔχει μία, δύο ἢ περισσότερες ἔλικες. Αὐτὸ ἐξαρτᾶται ἀπὸ τὴν ἰσχύ πού δίνεται στὴν ἔλικα σὲ συνδυασμὸ μέ τὴ διάμετρό της καὶ ἀπὸ ἄλλους παράγοντες ὅπως εἶναι ἡ εὐελιξία καὶ ἀξιοπιστία. Συνηθισμένες περιπτώσεις ἐμπορικῶν πλοίων πού ἔχουν δύο ἔλικες, εἶναι τὰ ἐπιβατικά. Στὰ πολεμικά πλοῖα πού ἔχομε συνήθως μεγάλες ἰσχεῖς καὶ ἀνάγκη γιὰ εὐελιξία ἢ χρησιμοποίηση δύο ἐλίκων ἀποτελεῖ κανόνα. Ὅπου ὑπάρχουν δύο ἔλικες ἢ φορά περιστροφῆς τους εἶναι ἀντίθετη καὶ συνήθως **πρὸς τὰ ἔξω**, ὅπως φαίνεται στὸ σχῆμα 6.10α.



Σχ. 6.10α.

Συνήθης φορά περιστροφῆς ἐλίκων.



Σχ. 6.10β.

Ὄνοματολογία ἔλικας.

Ο αριθμός των πτερυγίων της έλικας κυμαίνεται συνήθως από 3-5, αλλά υπάρχουν και έλικες με δύο ή και με περισσότερα από πέντε πτερύγια.

Στοιχεία από την ονοματολογία της έλικας βλέπομε στο σχήμα 6.10β.

Όπως φαίνεται από τό σχήμα, **δση** του πτερυγίου είναι ή πλευρά πού βλέπομε από την πρύμνη. Η άλλη πλευρά ονομάζεται **όπίσθια δση**.

Άκμή εισόδου (leading edge), είναι ή άκμή του πτερυγίου της πλευράς πού **μπάινει** στό νερό γιά περιστροφή της έλικας πρόσω. Η άλλη άκμή είναι ή **άκμή έξόδου** (trailing edge).

Η μορφή των πτερυγίων περιγράφεται με τομές τους από όμοιοξονικούς κυλίνδρους με άξονα πού ταυτίζεται με τόν άξονα της έλικας. Μία τέτοια τομή φαίνεται στό σχήμα 6.10β. Επίσης στό ίδιο σχήμα φαίνεται και ό **όμφαλός της έλικας**.

Η ισχύς πού μπορεί νά απορροφηθεί από την έλικα, εξαρτάται, με την προϋπόθεση ότι όλοι οι άλλοι παράγοντες είναι σταθεροί, από την επιφάνεια των πτερυγίων. Η επιφάνεια των πτερυγίων μπορεί νά έκφρασθεί με την **άναπτυγμένη επιφάνεια πτερυγίων** πού είναι τό σύνολο των επιφανειών όψεως των πτερυγίων. Άλλες επιφάνειες πού χρησιμοποιούνται στην όρολογία των έλικων είναι:

α) Η επιφάνεια δίσκου έλικας, πού είναι ίση με $\pi D^2/4$, όπου D ή διάμετρος ένός κύκλου πού έφάπτεται στην πτερύγια και έχει άξονα πού συμπίπτει με τόν άξονα της έλικας.

β) Η επιφάνεια προβολής των πτερυγίων, πού είναι τό έμβαδό της προβολής των πτερυγίων πάνω σε μία επιφάνεια κάθετη στον άξονα της έλικας.

Ίδιαίτερη σημασία γιά τή συμπεριφορά της έλικας παρουσιάζει και ό παρακάτω άδιάστατος αριθμός:

$$\text{BAR} = \text{Λόγος άνεπτυγμένης επιφάνειας} = \frac{A_D}{A_0} = \frac{A_D}{\frac{\pi D^2}{4}}$$

όπου: D ή διάμετρος του δίσκου της έλικας σε m ή ft

A_0 ή επιφάνεια του δίσκου της έλικας σε m^2 ή ft^2

A_D ή άναπτυγμένη επιφάνεια των πτερυγίων σε m^2 ή ft^2 .

Μία πραγματική έλικοειδής επιφάνεια δημιουργείται από μία εύθεια ή όποία περιστρέφεται γύρω από έναν άξονα κάθετο πάνω σ' αυτήν και ταυτόχρονα μετακινείται παράλληλα κατά μήκος του άξονα περιστροφής (σχ. 6.10γ). Τόσο ή ταχύτητα περιστροφής όσο και ή ταχύτητα της μεταφοράς πρέπει νά έχουν σταθερή τιμή σε συνάρτηση με τό χρόνο.

Βήμα της έλικοειδούς επιφάνειας ονομάζεται ή απόσταση πού διανύει ή εύθεια κατά μήκος του άξονα περιστροφής, όταν πραγματοποιηθεί ένας πλήρης κύκλος.

Σε άπλές έλικες ή επιφάνεια όψεως είναι μέρος μιάς έλικοειδούς επιφάνειας.

Βήμα της έλικας (pitch) είναι τό βήμα αυτής της έλικοειδούς επιφάνειας.

Στίς σύγχρονες έλικες, τό βήμα μεταβάλλεται όμαλά κατά μήκος της άκτίνας ένός πτερυγίου. Στην περίπτωση αυτή ό όρος βήμα αναφέρεται σε κάποιο συγκεκριμένο σημείο της άκτίνας.

Θεωρητικά ή έλικα θά έπρεπε νά προχωρεί μέσα στό νερό κατά απόσταση ίση με τό βήμα P σε κάθε περιστροφή. Όμως μία έλικα πού παράγει ώση, προχωρεί σε κάθε στροφή λιγότερο από P. Αυτό οδηγεί στον όρισμό δύο συντελεστών, του **συντελεστή πραγματικής όλισθήσεως και του συντελεστή φαινόμενης όλισθήσεως**, πού όρίζονται από τίς παρακάτω σχέσεις:

$$\text{Συντελεστής πραγματικής όλισθήσεως: } S_o = \frac{PN - V}{PN} \quad (53)$$

$$\text{Συντελεστής φαινόμενης όλισθήσεως: } S_T = \frac{PN - V_a}{PN} \quad (54)$$

όπου: P τό βήμα τής έλικας σέ m ή ft.

N οί στροφές τής έλικας ανά λεπτό.

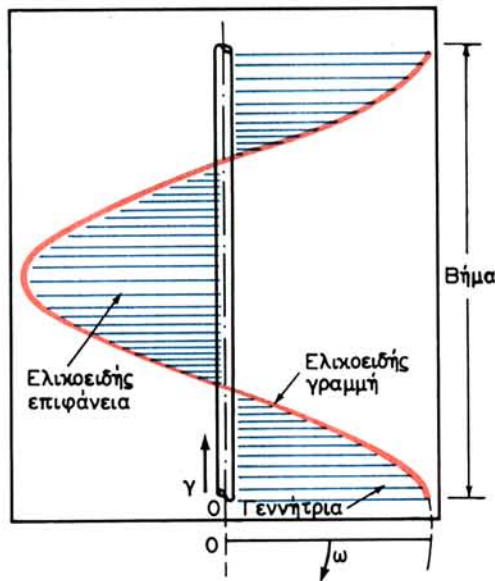
V ή ταχύτητα του πλοίου (άπόλυτη) σέ σχέση μέ τό βυθό σέ μέτρα ανά λεπτό ή πόδια ανά λεπτό αντίστοιχα.

V_a ή ταχύτητα του νερού που περιβάλλει στήν έλικα σέ μέτρα ανά λεπτό ή πόδια ανά λεπτό αντίστοιχα (ταχύτητα προχωρήσεως).

Ή ταχύτητα V_a είναι μικρότερη από τή V στον όμόρου (άπόνερα) του πλοίου. Οί δύο ταχύτητες συνδέονται μέ τή σχέση:

$$V_a = (1 - W) \cdot V \quad (55)$$

όπου: τό $(1 - W)$ ονομάζεται **συντελεστής όμόρου**, έχει τιμή μικρότερη από τή μονάδα καί εξαρτάται από τή μορφή του πλοίου.



Σχ. 6.10γ.

Γένεση έλικοειδούς έπιφάνειας.

Παράδειγμα.

“Ένα πλοίο έχει έλικα μέ διαμέτρο 4,5 μέτρα. Έχει έκτιμηθει ότι ο συντελεστής όμόρου έχει τιμή 0,85. Όταν ή έλικα στρέφει μέ 110 στροφές ανά λεπτό, τό πλοίο (μέ βάση διαδοχικά στίγματα) βρέθηκε ότι κινείται μέ ταχύτητα 15 κόμβους.

Νά βρεθούν οί συντελεστές πραγματικής καί φαινομενικής όλισθήσεως.

Ή ταχύτητα του πλοίου σέ σχέση μέ τό βυθό θά είναι:

$$V = 15 \frac{\text{μίλια}}{\text{ώρα}} \times 1852 \frac{\text{m}}{\text{μίλι}} \times \frac{1}{60} \frac{\text{ώρες}}{\text{λεπτά}} = 463 \frac{\text{m}}{\text{λεπτό}}$$

Από τη σχέση (55) θά έχουμε:

$$V_a = (1 - W) V = 0,85 \times 463 = 393,55 \frac{\text{m}}{\text{λεπτό}}$$

Από τη σχέση (53) θά έχουμε:

$$S_0 = \frac{P \cdot N - V}{P \cdot N} = \frac{(4,5)(110) - 463}{(4,5)(110)} = 0,065 \quad \eta \quad 6,5\%$$

Από τη σχέση (54) θά έχουμε:

$$S_T = \frac{P \cdot N - V_a}{P \cdot N} = \frac{(4,5)(110) - 393,55}{4,5 \times 110} = 0,204 \quad \eta \quad 20,4\%$$

6.11 Έλικες μεταβλητού βήματος.

Ένα συνηθισμένο έμπορικό πλοίο ταξιδεύει τις περισσότερες φορές έμφορτο μέ τη μέγιστη ταχύτητά του. Αυτό συνεπάγεται κάποια σταθερότητα στις συνθηκές λειτουργίας του συστήματος σκάφος-μηχανή-έλικα, που έπιτρέπει την ίδανική σχεδίαση τής έλικας του, τό σοβαρότερο μέρος τής όποιας είναι ή έπιλογή του βήματος.

Σέ άλλους τύπους πλοίων, όπως π.χ. είναι τά ρυμουλκά ή τά άλιευτικά έχομε δύο διαφορετικές καταστάσεις στις όποιες μπορούν νά λειτουργήσουν. Γιά παράδειγμα ένα ρυμουλκό πρέπει νά είναι σέ θέση νά αναπτύσσει μεγάλη ταχύτητα σέ κατάσταση έλεύθερου ταξιδιού ή μεγάλη ώση μέ μικρή ταχύτητα όταν ρυμουλκεί. Η ίκανοποιητική αντιμετώπιση καί τών δύο αυτών καταστάσεων δέν είναι δυνατή μέ έλικα τής όποιας τά πτερύγια είναι σταθερά.

Οί συνθηκές λειτουργίας μεταβάλλονται άκόμη καί στά συνηθισμένα έμπορικά πλοία. Π.χ. ή κατάσταση μέ τό πλοίο έρματισμένο (ballast) είναι διαφορετική από την κατάσταση του έμφορτου πλοίου. Έπίσης τό πλοίο όταν ρυπανθεί συμπεριφέρεται διαφορετικά (άπό πλευράς αντίστασεως) άπό ό,τι όταν είναι καθαρό.

Όλες οι παραπάνω άνάγκες μπορούν νά αντιμετωπισθούν ίκανοποιητικά μέ τίσ **έλικες μεταβαλλόμενου βήματος**.

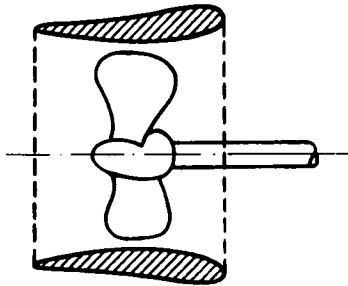
Στίς έλικες αυτές μέ ειδικό μηχανισμό που μπορεί νά ενεργοποιείται υδραυλικά μέσω του άξονα, είναι δυνατή ή μεταβολή τής γωνίας σφηνώσεως τών πτερυγίων καί έπομένως του βήματος. Έτσι είναι δυνατή ή προσαρμογή του βήματος σωστά στις έκάστοτε άπαιτήσεις μέ άποτέλεσμα βελτιωμένους βαθμούς άποδόσεως.

Τό βήμα μπορεί άκόμη νά **μηδενισθεί**, όπότε τό πλοίο άκινητεί έστω καί άν στρέφει ή μηχανή του ή καί νά αναστρέφεται, όπότε τό πλοίο μπορεί νά κινηθεί άνάποδα χωρίς άλλαγή τής φοράς περιστροφής τής μηχανής. Η δυνατότητα αυτή δίνει μεγάλη εύελιξία στό πλοίο καί βοηθά στην άπλοποίηση του συστήματος προώσεώς του. Ίδιαίτερη σημασία άπό αυτή την άποψη έχει ή έλικα μεταβλητού βήματος στά στροβιλοκίνητα πλοία, έπειδή ό στρόβιλος μπορεί νά περιστρέφεται μόνο πρός μία διεύθυνση. Χωρίς έλικα μεταβλητού βήματος στην περίπτωση αυτή θά ήταν άπαραίτητη ή ύπαρξη ενός άλλου στροβίλου του λεγόμενου **στροβίλου του άνάποδα**.

6.12 Έλικες μέσα σέ σήραγγα.

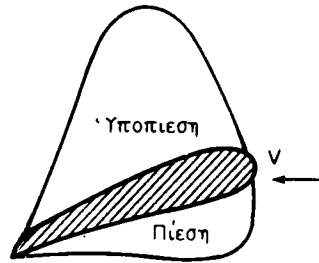
Οι έλικες αυτού του τύπου χρησιμοποιούνται σέ περιπτώσεις πού τό φορτίο (στήν έλικα) είναι μεγάλο καί έχουν βελτιωμένο βαθμό αποδόσεως σ' αυτές τίς περιπτώσεις.

Συνηθισμένες περιπτώσεις χρησιμοποίησεως έλικων μέ σήραγγα είναι τά ρυμουλκά. Σκαριφηματικά μιά τέτοια έλικα φαίνεται στό σχήμα 6.12.



Σχ. 6.12.

Έλικα σέ σήραγγα.



Σχ. 6.13.

Πίεση καί υποπίεση σέ τομή πτερυγίου.

6.13 Σπηλαιώση.

Κατά τή λειτουργία τής έλικας ή ώση δημιουργείται ως αποτέλεσμα τής πίεσεως πού δημιουργείται στήν ὄψη του πτερυγίου καί τής υποπίεσεως πού δημιουργείται στήν ὀπίσθια ὄψη (σχ. 6.13). Ἡ υποπίεση αὐτή σέ μερικές περιπτώσεις μπορεί νά γίνει τόσο χαμηλή (σέ μικρό βάθος ἀπό τήν ἐπιφάνεια), ὥστε νά ἔχει ως αποτέλεσμα τή δημιουργία φυσαλίδων ἀπό τήν ἀτμοποίηση του θαλάσσιου νερού. Τό φαινόμενο αὐτό ὀνομάζεται σπηλαιώση (cavitation). Στήν ἀρχή ἡ σπηλαιώση ἐμφανίζεται στό ἄκρο του πτερυγίου καί στή συνέχεια ἐπεκτείνεται σέ μεγαλύτερη ἐπιφάνεια τής ὀπίσθιας ὄψεως. Ἐπίσης σπηλαιώση μπορεί νά δημιουργηθεῖ σέ τοπικές ἀνωμαλίες πού παρουσιάζονται στή ρίζα του πτερυγίου. Σέ μερικές περιπτώσεις εἶναι δυνατή ἡ δημιουργία σπηλαιώσεως καί στήν ὄψη του πτερυγίου.

Οἱ φυσαλίδες δημιουργοῦν μιά ἐλάττωση τής ἀποδόσεως τής έλικας. Ἐπί πλέον μπορούν νά παρασυσροῦν σέ περιοχές ὑψηλότερης πίεσεως καί νά συνθλιβοῦν. Αὐτό ἔχει ως ἀποτέλεσμα τή δημιουργία:

- Θορύβου, ὁ ὁποῖος εἶναι ἀνεπίτρεπτος στά πολεμικά πλοῖα, γιατί ἀποκαλύπτει τή θέση του πλοίου.
- Μηχανικῆς καταπονήσεως στό ὑλικό τής έλικας πού δημιουργεῖ φθορές.

Σέ μερικές περιπτώσεις, ὅπως εἶναι μικρά ταχύπλοα πλοῖα μέ ὑψηλό ἀριθμό στροφῶν έλικας, ἡ ἔντονη σπηλαιώση εἶναι ἀναπόφευκτη. Σ' αυτές τίς περιπτώσεις χρησιμοποιούνται οἱ λεγόμενες έλικες μέ **πλήρη σπηλαιώση**. Τέτοιες έλικες στίς ὁποῖες ἡ ὀπίσθια ὄψη καλύπτεται τελείως ἀπό σπηλαιώση χρησιμοποιούνται σέ μεγάλες ταχύτητες (τῆς τάξεως τῶν 50 κόμβων).

6.14 Σύγκριση του βαθμού ἀποδόσεως διαφόρων τύπων έλικων.

Στήν παράγραφο 6.7.2 εἶδαμε ὅτι ὁ συντελεστής προώσεως του πλοίου ἐπηρεάζεται πολύ ἔντονα ἀπό τό βαθμό ἀποδόσεως τής έλικας.

Ο βαθμός αποδόσεως καλά σχεδιασμένων έλικων έχει ορισμένα όρια μέσα στα όποια μεταβάλλεται. Τά όρια αυτά εξαρτώνται από:

- Τό είδος τής έλικας.
- Τό βαθμό μέ τόν όποιο ή έλικα είναι φορτωμένη.

Ο βαθμός μέ τόν όποιο ή έλικα είναι φορτωμένη μπορεί νά φανεί από μιά παράμετρο πού δίνεται από τή σχέση:

$$B_p = \frac{N \cdot \sqrt{DHP}}{V_a^{2,5}} \quad (56)$$

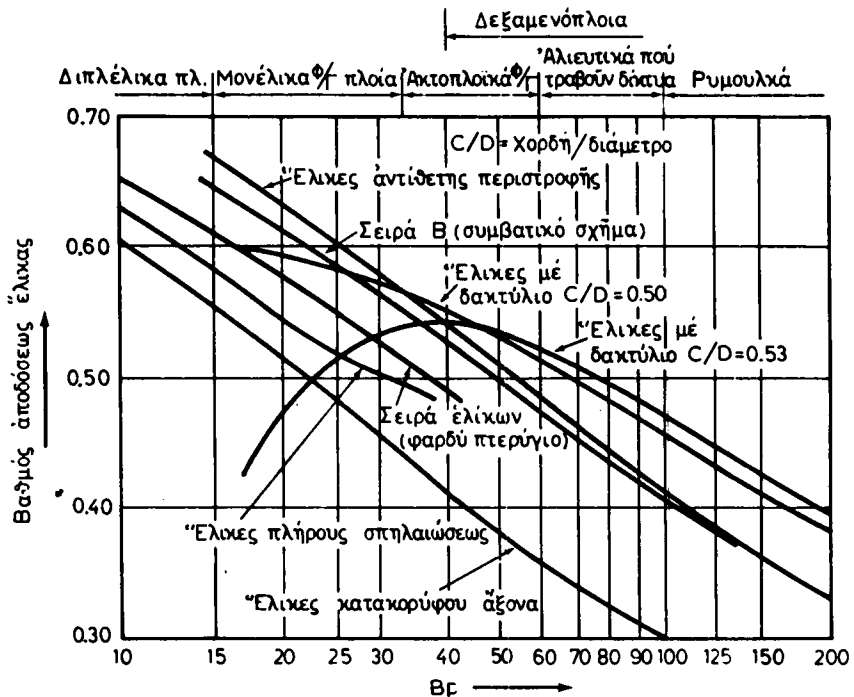
όπου: N ό αριθμός στροφών τής έλικας ανά λεπτό

DHP ή Ισχύς πού δίνεται στήν έλικα καί

$V_a = (1 - w)V$ σέ κόμβους, όπου V ή ταχύτητα του πλοίου.

Στό σχήμα 6.14 φαίνεται ή μεταβολή του βαθμού αποδόσεως διαφόρων τύπων έλικων σέ συνάρτηση μέ τή μεταβολή τής παραμέτρου B_p . Στό σχήμα αυτό φαίνεται:

- Η μείωση του βαθμού αποδόσεως σέ όλους (σχεδόν) τους τύπους έλικων μέ τήν αύξηση του B_p .
- Τό πλεονέκτημα τής έλικας μέ σήραγγα στίς μεγάλες τιμές του B_p (μεγάλο φορτίο έλικας).
- Ο χαμηλός συγκριτικά βαθμός αποδόσεως των έλικων μέ κατακόρυφο άξονα.



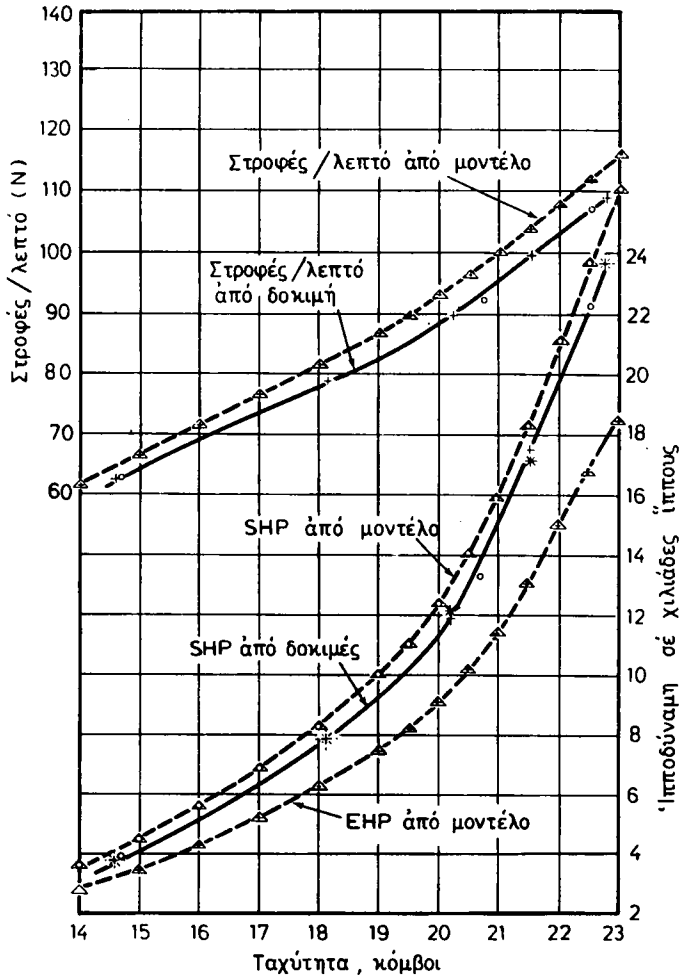
Σχ. 6.14.
Μεταβολή βαθμού αποδόσεως έλικων.

6.15 Σχέσεις ταχύτητας – Ιπποδυνάμεως – καταναλώσεως – στροφών.

Ἡ γνώση τῶν σχέσεων μεταξύ τῶν παραπάνω μεγεθῶν εἶναι ἀπόλυτα ἀπαραίτητη γιὰ τὸ χειριστὴ τοῦ πλοίου, γιατί τὸν βοηθᾷ νὰ ἀντιλαμβάνεται τίς ἐπιπτώσεις τῶν ἀποφάσεών του, κυρίως στὴν ἐπιλογή τῆς ταχύτητας ἑνὸς ταξιδιοῦ.

Οἱ παραπάνω σχέσεις μποροῦν νὰ βρεθοῦν στὴν τελικὴ τους μορφή, μὲ τίς δοκιμές παραλαβῆς τοῦ πλοίου. Τὰ ἀποτελέσματα αὐτῶν τῶν δοκιμῶν δίνονται σὲ μορφή καμπυλῶν ἢ πινάκων καὶ τὰ στοιχεῖα πού δίνουν εἶναι ἀκριβῆ μόνο ὅταν τὸ πλοῖο βρίσκεται σὲ κατάσταση ἀνάλογη μὲ ἐκείνη τῶν δοκιμῶν παραλαβῆς.

Μία δέσμη ἀπὸ τέτοιες καμπύλες γιὰ ἓνα πλοῖο φαίνεται στὸ σχῆμα 6.15α.



Σχ. 6.15α.

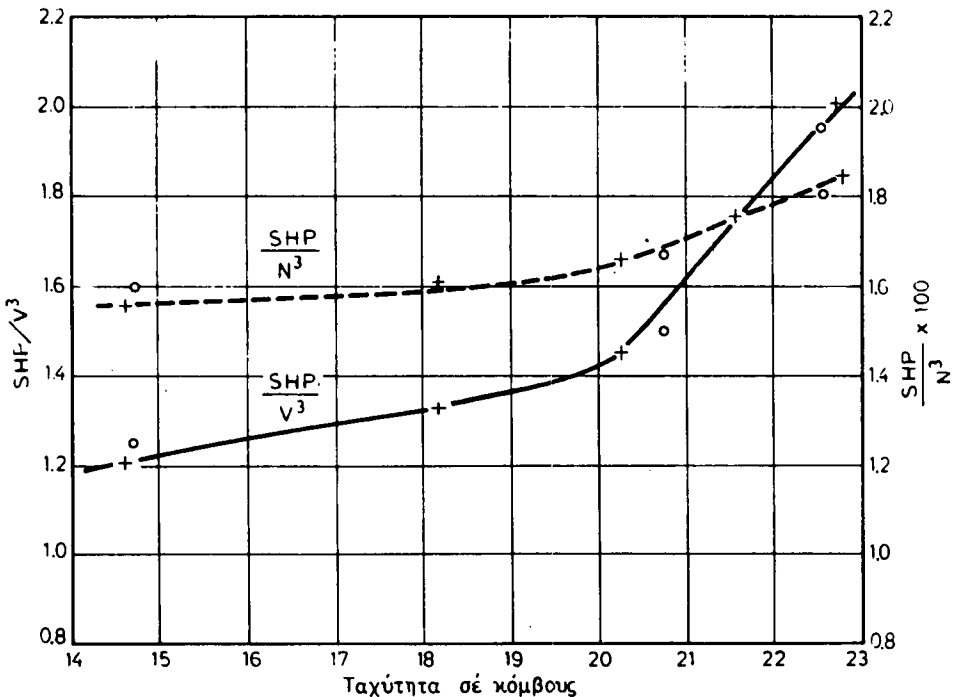
Καμπύλες Ἰπποδυνάμεως ταχύτητας στροφῶν.

Ἀπὸ τίς καμπύλες αὐτές εἶναι εὐκόλο νὰ βροῦμε τὴν ταχύτητα τοῦ πλοίου ὅταν ἡ ἕλικα στρέφεται μὲ ὀρισμένο ἀριθμὸ στροφῶν ἀνά λεπτό, καθὼς καὶ τὴν ἀντίστοιχη ἰπποδύναμη τῆς μηχανῆς. Γιὰ παράδειγμα, ὅταν ἡ ἕλικα στρέφεται μὲ 90 στροφές

τό λεπτό, τό πλοίο (πάντα στήν κατάσταση δοκιμών) αναπτύσσει ταχύτητα 20,2 κόμβους καί ἡ μηχανή του ἀποδίδει περίπου 12.000 ἵππους.

Στό σχῆμα 6.15β φαίνεται (γιά τό ἴδιο πλοίο) ἡ μεταβολή τῶν μεγεθῶν SHP/N^3 καί SHP/V^3 , ὅπου τό N παριστάνει τίς στροφές τῆς ἔλικας ἀνά πρώτο λεπτό καί τό V τήν ταχύτητα τοῦ πλοίου. Ἀπό τό σχῆμα αὐτό παρατηροῦμε ὅτι:

- Στήν περιοχή μέχρι 19 κόμβους περίπου, ἡ παράμετρος SHP/N^3 ἔχει σχεδόν σταθερή τιμή. Μέ ἀπλά λόγια αὐτό σημαίνει ὅτι **ἡ ἱπποδύναμη μεταβάλλεται μέ τόν κύβο τῶν στροφῶν**. Γιά μεγαλύτερες ταχύτητες ἡ ἱπποδύναμη εἶναι ἀνάλογη μέ μεγαλύτερη ἀπό τόν κύβο δύναμη τῶν στροφῶν ἀνά λεπτό.
- Στήν περιοχή ἀπό 14 ὡς 19 κόμβους περίπου, ἡ παράμετρος SHP/V^3 ἔχει ἐλαφρά αὐξανόμενη τιμή. Αὐτό σημαίνει πάλι ὅτι **ἡ ἱπποδύναμη μεταβάλλεται σ' αὐτή τήν περιοχή μέ τόν κύβο περίπου τῆς ταχύτητας**.



Σχ. 6.15β.

Μεταβολή τῶν SHP/N^3 καί SHP/V^3 μέ τήν ταχύτητα.

Γιά μεγαλύτερες ταχύτητες ἡ ἱπποδύναμη εἶναι ἀνάλογη μέ μεγαλύτερη ἀπό τόν κύβο δύναμη τῆς ταχύτητας. Τό ἀντίθετο συμβαίνει γιά μικρότερες ταχύτητες.

Ἐξάλλου ἀπό τό σχῆμα 6.15α προκύπτει ὅτι τά μεγέθη στροφές ἀνά λεπτό καί ταχύτητα εἶναι σχεδόν ἀνάλογα.

Συνοψίζοντας μπορούμε νά ποῦμε ὅτι **προσεγγιστικά** ἰσχύουν γιά κάθε πλοίο οἱ σχέσεις:

$$V \approx K \cdot N \quad (57)$$

$$SHP \approx K_1 N^3 \quad (58)$$

$$SHP \approx K_2 V^3 \quad (59)$$

όπου: τά K , K_1 , K_2 είναι **σχεδόν** σταθερές για ένα πλοίο, μεταβάλλονται όμως πολύ από πλοίο σε πλοίο.

Από τά παραπάνω βλέπομε τό μεγάλο τίμημα πού χρειάζεται νά πληρωθεῖ στίς μεγάλες ταχύτητες. Για παράδειγμα 10% αύξηση στήν ταχύτητα (καί τίς στροφές ανά λεπτό) ενός πλοίου σημαίνει αύξηση στήν Ιπποδύναμη τῆς τάξεως τοῦ 45% περίπου, γιατί:

$$\frac{(SHP)_1}{(SHP)} = \left(\frac{V_1}{V}\right)^3 = (1,1)^3 = 1,4641$$

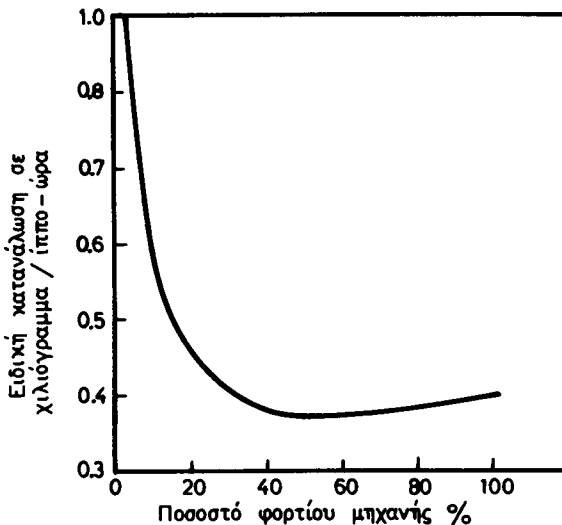
Στό σχῆμα 6.15γ βλέπομε μιά τυπική μεταβολή τῆς εἰδικῆς καταναλώσεως τῆς μηχανῆς ἑνός πλοίου (κατανάλωση ανά ἵππο καί ὥρα) σέ συνάρτηση μέ τό ποσοστό τῆς μέγιστης ἵπποδυνάμεως πού ἀποδίδει ἡ μηχανή. Τά στοιχεῖα τοῦ σχήματος αὐτοῦ προκύπτουν εἴτε ἀπό μετρήσεις στίς δοκιμές εἴτε μέ ὑπολογισμούς χρησιμοποιώντας στοιχεῖα τοῦ πλοίου καί τῆς μηχανῆς.

Από τό σχῆμα αὐτό φαίνεται ὅτι ἡ εἰδική κατανάλωση εἶναι πολύ ὑψηλή σέ ποσοστό ἰσχύος τῆς μηχανῆς μέχρι 20%, ἐνῶ παραμένει σχεδόν σταθερή γιά μεγαλύτερα ποσοστά ἰσχύος. Στήν περιοχή αὐτή πού ἡ εἰδική κατανάλωση εἶναι σταθερή, ἡ **κατανάλωση τῆς κύριας μηχανῆς ανά μίλι εἶναι ἀνάλογη τοῦ τετραγώνου τῆς ταχύτητας τοῦ πλοίου**. Για παράδειγμα, αύξηση τῆς ταχύτητας κατά 10% συνεπάγεται αύξηση τῆς καταναλώσεως τῆς κύριας μηχανῆς κατά 20% περίπου ($1,1^2$).

Μέ τά παραπάνω στοιχεῖα καί μέ δεδομένο φόρτο καυσίμων καί κατανάλωση ἀνά ὥρα τῶν ἠλεκτρομηχανῶν εἶναι δυνατό νά ὑπολογισθεῖ ἡ **ἀκτίνα ἐνέργειας** τοῦ πλοίου στίς διάφορες ταχύτητες.

Παράδειγμα.

Νά βρεθεῖ ἡ ἀκτίνα ἐνέργειας τοῦ πλοίου γιά τό ὅποιο ἰσχύουν τά στοιχεῖα τῶν σχημάτων 6.15α καί 6.15γ στήν περιοχή ταχυτήτων 14 ὡς 22 κόμβους. Ἡ κατα-



Σχ. 6.15γ.

Μεταβολή εἰδικῆς καταναλώσεως σέ συνάρτηση μέ τό φορτίο τῆς μηχανῆς.

ΠΙΝΑΚΑΣ 6.15.1

ΣΤΗΛΗ 1	ΣΤΗΛΗ 2	ΣΤΗΛΗ 3	ΣΤΗΛΗ 4	ΣΤΗΛΗ 5	ΣΤΗΛΗ 6	ΣΤΗΛΗ 7	ΣΤΗΛΗ 8	ΣΤΗΛΗ 9
Ταχύτητα (κόμβοι)	SHP άπό σχήμα (6.14α)	Ποσοστό ισχύος (στήλη 2)/ 25000	Ειδική Κατανάλωση kg ανά ίππο και ώρα (σχήμα 6.14γ)	Κατανάλωση κύριας μηχανής σε kg ανά ώρα (στήλη 2 x 4)	Κατανάλωση ηλεκτρομηχανής σε kg ανά ώρα	Συνολική Κατανάλωση σε kg ανά ώρα (στήλη 5+6)	Ώρες έν πλώ 1500.000/ (στήλη 7)	μίλια (στήλη 1 x 8)
14	3100	0,124	0,54	1674	200	1874	800	11200
16	5100	0,204	0,43	2193	200	2393	629	10064
18	7800	0,312	0,40	3120	200	3320	452	8136
20	11200	0,448	0,37	4144	200	4344	345	6900
22	20000	0,800	0,38	7600	200	7800	192	4224

νάλωση τῶν ἠλεκτρομηχανῶν νά ληφθεῖ ἴση μέ 200 χιλιόγραμμα ἀνά ὥρα. Ἡ συνολική ποσότητα πετρελαίου τοῦ πλοίου εἶναι 1500 τόνοι καί ἡ μέγιστη ἰσχύ τῆς κυρίας μηχανῆς 25.000 ἵπποι.

Οἱ σχετικοί ὑπολογισμοί φαίνονται ἀναλυτικά στόν πίνακα 6.15.1.

Ἀπό τά ἀποτελέσματα διαπιστώνομε ὅτι ἡ ἀπόσταση πού μπορεῖ νά διανύσει τό πλοῖο μέ τούς 1500 τόννους πετρελαίου σέ ταχύτητα 22 κόμβων εἶναι λιγότερο ἀπό τό μισό ἐκείνης πού μπορεῖ νά διανύσει μέ ταχύτητα 14 κόμβους.

Φυσικά ἡ οἰκονομία καυσίμων δέν εἶναι ὁ μοναδικός παράγοντας πού λαμβάνεται ὑπόψη στίς μεταφορές. Ἄλλοι παράγοντες, ὅπως ὁ ἀνταγωνισμός, οἱ ἀπαιτήσεις χρονοαυλώσεως ἢ οἱ μισθοί τοῦ πληρώματος, μπορεῖ νά καθιστοῦν τή μέγιστη ταχύτητα ἀπαραίτητη ἢ πιά συμφέρουσα οἰκονομικά.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΕΒΔΟΜΟ
ΣΥΜΠΕΡΙΦΟΡΑ ΠΛΟΙΟΥ ΣΕ ΚΥΜΑΤΙΣΜΟ

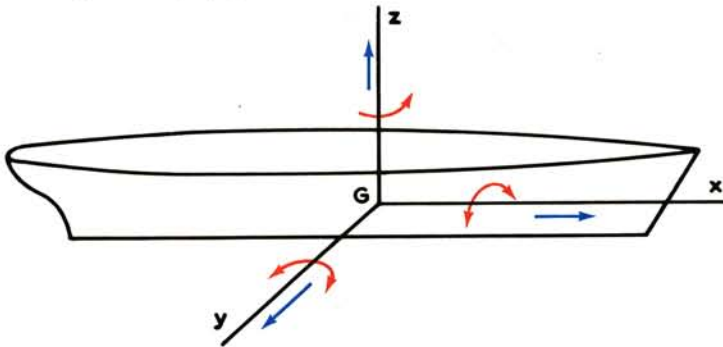
7.1 Γενικά.

Μέ τον όρο **κινήσεις πλοίου** έννοοῦνται οι ταλαντώσεις του πλοίου που πραγματοποιούνται σε ήρεμο νερό ή κύματα.

Στήν πράξη μεγάλη σημασία έχουν οι κινήσεις που πραγματοποιεί ένα πλοίο σε θαλασσοταραχή. Έπειδή όμως ή μελέτη αυτής τής καταστάσεως είναι εξαιρετικά δύσκολη, έχει επικρατήσει, όπως καί στή μελέτη άλλων φυσικών φαινομένων, να προσεγγίζομε τό πρόβλημα προοδευτικά, κάνοντας στήν αρχή μερικές έπιβοθητικές απλουστεύσεις. Μιά τέτοια απλούστευση είναι ή μελέτη των κινήσεως του πλοίου σε ήρεμο νερό.

Κατά τή ναυσιπλοία μπορούμε να καθορίσομε τή θέση καί τήν πορεία ενός πλοίου χρησιμοποιώντας ένα σύστημα συντεταγμένων OXYZ σταθερά προσαρμοσμένο πάνω στή γή καί τό χάρτη τής περιοχής.

Αντίθετα για τήν περιγραφή των πιθανών κινήσεων ενός πλοίου σε θαλασσοταραχή, είναι απαραίτητο να θεωρήσομε σταθερά τοποθετημένο πάνω σ' αυτό ένα άλλο σύστημα συντεταγμένων Gxyz. Ένα τέτοιο σύστημα φαίνεται στό σχήμα 7.1. Τό σύστημα έχει ως αρχή των συντεταγμένων τό κέντρο βάρους του πλοίου καί κινείται (ταξιδεύει) μαζί μέ τό πλοίο.



Σχ. 7.1.
Άξονες συντεταγμένων πλοίου.

Οι κινήσεις που μπορεί γενικά να πραγματοποιήσει ένα πλοίο σχετικά με τό σύστημα Gxyz, μπορούν να καταταγοῦν σε δύο μεγάλες κατηγορίες:

- Κινήσεις μεταφορᾶς κατά τούς τρεις άξονες.

– Κινήσεις περιστροφής γύρω από τούς τρεις άξονες:

Άπό τά παραπάνω προκύπτει ότι τό πλοίο μπορεί γενικά νά πραγματοποιήσει έξι (6) κινήσεις, δηλαδή έχει, όπως συνηθίζεται νά λέμε, **έξι βαθμούς έλευθερίας**. Θεωρητικά καθεμιά από τίς παραπάνω κινήσεις μπορεί νά είναι σταθερή σέ συνάρτηση μέ τό χρόνο, όπως είναι ή κίνηση του πλοίου πρόσω ή μεταβαλλόμενη.

Στή στατική θεώρηση του πλοίου εξετάζομε:

– Τή γραμμική μετακίνησή του κατά τόν άξονα z, δηλαδή τήν **παράλληλη βύθιση ή αποβύθιση**.

– Τή στροφή γύρω από τόν άξονα x, δηλαδή τήν **έγκάρσια κλίση (Heel)**.

– Τή στροφή γύρω από τόν άξονα γ, πού έχομε όνομάσει **διαγωγή (Trim)**.

Στή μελέτη τής προώσεως του πλοίου μās ενδιαφέρουν κυρίως οι σταθερές, σέ συνάρτηση μέ τό χρόνο, κινήσεις του πλοίου κατά τόν άξονα x πού όνομάζομε **κίνηση πρόσω ή κίνηση άνάποδα**.

Στή μελέτη τής στροφής του πλοίου εξετάζεται ή κίνησή του γύρω από τόν άξονα z πού λέγεται **στροφή** και πού συνοδεύεται πάντοτε και από μία κίνηση κατά μήκος του άξονα γ, τήν **έκπτωση**.

Οι μεταβαλλόμενες σέ συνάρτηση μέ τό χρόνο κινήσεις του πλοίου σέ θαλασσοταραχή (ταλαντώσεις) είναι οι:

– Διαμήκης ταλάντωση κατά τόν άξονα x (Surge).

– Έγκάρσια ταλάντωση κατά τόν άξονα γ (Sway).

– Κατακόρυφη ταλάντωση κατά τόν άξονα z ή **ταλάντωση έμβαπίσεως** (Heave).

– Στροφική ταλάντωση γύρω από τόν άξονα x ή **διατοιχισμός** (Roll).

– Στροφική ταλάντωση γύρω από τόν άξονα γ ή **προνευτασμός** (Pitch).

– Στροφική ταλάντωση γύρω από τόν άξονα z (Yaw).

Στό κεφάλαιο αυτό θά εξετάσομε τό διατοιχισμό, προνευτασμό και τίς ταλαντώσεις έμβαπίσεως.

Σέ καταστάσεις κυματισμού σπάνια μία από τίς παραπάνω τρεις κινήσεις έμφαίνεται μόνη. Συνήθως συνυπάρχουν και οι τρεις σέ μεγαλύτερο ή μικρότερο βαθμό. Όπως θά δοϋμε όμως στα έπόμενα ή μελέτη των κινήσεων αυτών γίνεται χωριστά για λόγους μεγαλύτερης απλουστεύσεως.

7.2 Τά μειονεκτήματα από τίς κινήσεις του πλοίου.

Γιά δύο βασικούς λόγους επιβάλλεται ή μελέτη των κινήσεων ενός πλοίου. Ό πρώτος αποβλέπει στό νά σχεδιασθεί τό πλοίο κατά τέτοιο τρόπο, ώστε τά μειονεκτήματα από τίς κινήσεις του νά είναι όσο τό δυνατό πιο άσήμαντα. Ό δεύτερος λόγος άποσκοπεί στό νά άποφεύγονται χειρισμοί στή θάλασσα κατά τήν πλεύση, πού θά έχουν ως συνέπεια τήν επιδείνωση των κινήσεων του πλοίου. Στό βιβλίο αυτό τό θέμα των κινήσεων εξετάζεται περισσότερο **σέ συνάρτηση μέ τό δεύτερο λόγο**.

Τά μειονεκτήματα από τίς κινήσεις του πλοίου σέ καταστάσεις κυματισμού μπορούν νά συνοψισθουν στα παρακάτω:

α) Πιθανότητα άνατροπής του πλοίου ως άποτέλεσμα ύπερβολικής έγκάρσιας κλίσεως κατά τό διατοιχισμό.

β) Πιθανότητα νά ύπάρξει κατασκευαστική άστοχία του πλοίου ή των ύποσου-

Στίς παραπάνω σχέσεις:

Τό τ εκφράζεται σέ sec.

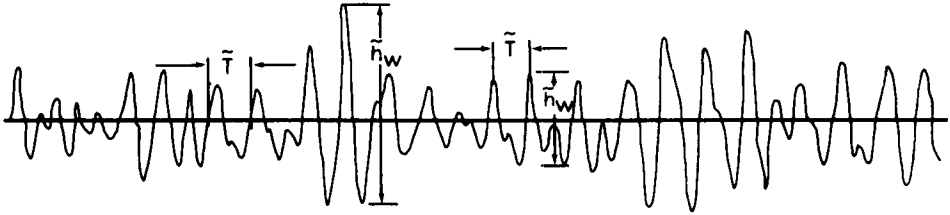
Τό λ καί τό H σέ m ή ft.

Τό g σέ m ή ft/sec² (9,81 m/sec² ή 31,2 ft/sec²) καί

τό α_0 σέ άκτίνια (rad).

7.4 Στατιστική παρουσίαση τής θαλασσοταραχής.

Μιά τυπική εικόνα τής μεταβολής του κύματος σέ μία περιοχή φαίνεται στό σχήμα 7.4.



Σχ. 7.4.

Τυπική μορφή κυματισμού.

Στό σχήμα αυτό είναι:

- $\tilde{\tau}$ ή **φαινομένη** (apparent) περίοδος μεταξύ δύο διαδοχικών κορυφών.
- \tilde{h}_w τό στιγμιαίο ύψος μεταξύ μιās κορυφής καί τής κοιλιās πού άκολουθεί μετά από αυτή.

“Αν καί μία εικόνα του κύματος πού θά παίρναμε στην ίδια περιοχή μετά λίγα δευτερόλεπτα θά διέφερε από αυτή του σχήματος 7.4, όμως έχει βρεθεί ότι ορισμένες πληροφορίες **στατιστικής μορφής** μπορούν νά χαρακτηρίσουν άρκετά καλά τήν κατάσταση τής θάλασσας σέ μία περιοχή. Πιό σωστά, ή κατάσταση τής θάλασσας μπορεί νά παρασταθεί μέ τά λεγόμενα φάσματα (sea-spectra) των όποιων ή περιγραφή ξεφεύγει από τά όρια αυτού του βιβλίου. Η αντίστοιχία μεταξύ έντάσεως άνέμου-καταστάσεως θάλασσας καί βασικών ιδιοτήτων του κύματος δίνεται στον πίνακα 7.4.1. Οι πληροφορίες του πίνακα, οι όποιες έχουν στατιστικό χαρακτήρα, είναι σωστές μόνο γιά πολύ άνοιχτές περιοχές. Σέ κλειστές περιοχές, κυρίως λόγω άνακλάσεων του κύματος στίς πλησιέστερες στεριές, δημιουργούνται συγκεχυμένες καταστάσεις κυματισμού καί έτσι οι αντίστοιχίες πού φαίνονται στον πίνακα 7.4.1 δέν είναι άκριβείς.

7.5 Δυνάμεις πού έπενεργούν στό πλοίο σέ κατάσταση θαλασσοταραχής.

Στή στατική θεώρηση τής Ισορροπίας του πλοίου είδαμε ότι πάνω σ’ αυτό έπενεργούν δύο δυνάμεις μόνο, τό βάρος καί ή άντωση, πού είναι ίσες καί δρούν πάνω στον ίδιο κατακόρυφο φορέα.

“Όταν τό πλοίο κινείται σέ θαλασσοταραχή, ή κατάσταση είναι άρκετά πιό συγκεχυμένη. “Αν θεωρήσουμε ότι ένα άκίνητο από πλευράς ταλαντώσεων πλοίο τίθεται σέ ταλάντωση (π.χ. διατοίχισμός), δημιουργούνται δυνάμεις άποσβέσεως λόγω:

ΠΙΝΑΚΑΣ 7.4.1

ΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΑΝΕΜΟΥ ΚΑΙ ΘΑΛΑΣΣΑΣ												
Κατάσταση Θάλασσας	ΘΑΛΑΣΣΑ		ΑΝΕΜΟΣ				ΘΑΛΑΣΣΑ					
	ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ	Μποφόρ	Περιοχή ταχύτητας (κόμβοι)	Ταχύτητα ανέμου (κόμβοι)	Ύψος κύματος (πόδια)			Εύρος των πλά σημαντικών περιοδών (sec)	Μέση περίοδος (sec)	Μέσο μήκος κύματος (ft)	Έλαττοση περιοχή που διανύει το κύμα (ναυτικά μίλια)	Έλαττοση χρόνος διάρκειας (ώρες)
					Μέσο	Πιο σημαντικό	Μέσο του 1/10 των μεγαλύτερων ύψους κυμάτων					
0	Ή θάλασσα σάν καθρέφτης	0	<1	0	0	0	0	-	-	-	-	-
	Άσπρισματα χωρίς άφρο	1	1-3	2	0,05	0,08	0,10	<1,2	0,5	0,8	5	0,3
1	Κορυφές μικρού μή- κους που δέν σπάνε	2	4-6	5	0,18	0,29	0,37	0,4-2,8	1,4	6,7	8	0,6
	Κορυφές μικρού μή- κους που αρχίζουν νά σπάνε	3	7-10	8,5	0,6	1,0	1,2	0,8-5,0	2,4	20	9,8	1,7
2	Μικρά κύματα	4	11-16	10	0,88	1,4	1,8	1-6	2,0	27	10	2,4
				12	1,4	2,2	2,8	1-7	3,4	40	18	3,8
3				13,5	1,8	2,9	3,7	1,4-7,6	3,9	52	24	4,8
				14	2,0	3,3	4,2	1,5-7,8	4,0	59	28	5,2
4	Μέτρια κύματα (μικρή πιθανότητα όμιχλης από τό νερό τής θάλασσας)	5	17-21	16	2,9	4,6	5,8	2-8,8	9,6	71	90	6,6
				18	3,8	6,1	7,8	2,5-10	5,1	90	55	8,3
5				19	4,3	6,9	8,7	2,8-10,6	5,9	90	65	9,2
				20	5,0	8,0	10	3,0-11,1	5,7	111	75	10
6	Αρχίζουν νά σχηματί- ζονται μεγάλα κύματα καί ίσως λίγη όμιχλη από τό νερό του κύ- ματος	6	22-27	22	6,4	10,0	13	3,4-12,2	6,3	134	100	12
				24	7,9	12	16	3,7-13,5	6,8	160	130	14
7	Αόξηση του ύψους και σχηματισμός άφρου Σπάσιμο της κορυφής του κύματος	7	28-33	24,5	8,2	13	17	3,8-13,6	7,0	164	140	15
				26	9,6	15	20	4-14,5	7,4	188	180	17
8	Μέτρια ύψηλά κύμα. Ό άφρός κινείται έμ- φανώς κατά τή διεύ- θυνση του κύματος	8	34-40	28	11	18	23	4,5-15,5	7,9	212	230	20
				30	14	22	28	4,7-16,7	8,6	250	280	23
9	Κύματα μεγάλου ύψους Στροβιλισμός Έπίδραση στην όρα- τότητα	9	41-47	30,5	14	23	29	4,8-17	8,1	258	290	24
				32	18	26	33	5-17,5	9,7	285	340	27
10	Πολύ ψηλά κύματα Έντονος άφρός Έντονος στροβιλισμός Έπίδραση στην όρατότητα	10	48-55	32	16	26	33	5-17,5	9,7	285	340	27
				34	19	30	38	5,5-18,5	9,7	322	420	30
11	Έξαιρετικά ψηλά κύ- ματα Ή θάλασσα τελείως σκεπασμένη από άφρο. Έπίδραση στην όρατότητα	11	56-63	36	21	35	44	5,8-19,7	10,3	363	500	34
				37	23	37	46,7	6-20,5	10,5	376	530	37
12	Ό άέρας γεμάτος άφρο και όμιχλη. Πολύ σοβαρή επίδραση στην όρατότητα	12	64-71	38	25	40	50	4,2-20,8	10,7	392	600	38
				40	28	45	58	6,5-21,7	11,4	444	710	42
13				42	31	50	64	7-23	12	492	830	47
				44	36	58	73	7-24,2	12,5	534	960	52
14				46	40	64	81	7-25	13,1	590	1110	57
				48	44	71	90	7,5-28	13,8	650	1250	63
15				50	49	78	99	7,5-27	14,3	700	1410	63
				51,5	52	83	106	8-28,2	14,7	736	1560	73
16				52	54	87	110	8-28,5	14,8	750	1610	75
				54	59	95	121	8-29,5	15,4	810	1800	81
17				56	64	103	130	8,5-31	16,3	910	2100	88
				59,5	73	116	148	10-32	17,0	985	2500	101
18				>64	>80	>128	>164	10-(35)	(18)			

- Τῆς τριβῆς μεταξύ πλοίου καί μορίων νεροῦ κατά τήν ταλάντωση.
- Τοῦ κύματος πού δημιουργεῖ ἡ ταλάντωση.

Ἡ πρόσπτωση τῶν κυμάτων σέ ἕνα πλοῖο πού κινεῖται μέ ταχύτητα V , ἔχει ὡς ἀποτέλεσμα τή δημιουργία μιᾶς **διεγείρουσας δυνάμεως** πού τείνει νά δημιουργήσει ταλαντώσεις.

Ἄλλες δυνάμεις πού ἐνεργοῦν πάνω στό πλοῖο κατά τήν κίνησή του σέ θαλασσοταραχή εἶναι οἱ **δυνάμεις ἀδράνειας**, καθώς καί ἐκεῖνες πού ἐπιβάλλονται πάνω σ' αὐτό ὡς συνέπεια τῆς κινήσεώς του μέ ταχύτητα V .

Γενικά ὅλες οἱ παραπάνω δυνάμεις ἐπενεργοῦν ταυτόχρονα, μέ ἀποτέλεσμα νά ἔχομε μιᾶ σύνθετη περίπτωση **βεβιασμένης ταλάντωσης**. Γιά τή στοιχειώδη κατανόηση αὐτῆς τῆς ταλάντωσης δίνονται ἀμέσως παρακάτω μερικά στοιχεῖα ἀπό τή θεωρία τοῦ **ἀπλοῦ ταλαντωτῆ**.

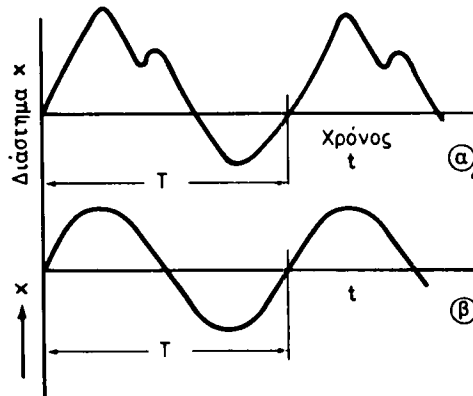
Ἐνα σύστημα λέμε ὅτι ἔχει **ἕνα βαθμό ἐλευθερίας** ὅταν ἡ θέση του, σέ οποιαδήποτε στιγμή, μπορεῖ νά περιγραφεῖ μέ τή βοήθεια μιᾶς μόνο συντεταγμένης. Παράδειγμα ἑνός συστήματος μέ ἕνα βαθμό ἐλευθερίας εἶναι τό ἀπλό ἔκκρεμές. Γενικά, ἂν ἡ γεωμετρική θέση ἑνός συστήματος μπορεῖ νά περιγραφεῖ μέ n συντεταγμένες, λέμε ὅτι τό σύστημα ἔχει n βαθμούς ἐλευθερίας.

Ταλάντωση γενικά λέμε μιᾶ περιοδική κίνηση, δηλαδή μιᾶ κίνηση πού ἐπαναλαμβάνεται κάθε ὀρισμένο χρόνο πού ὀνομάζεται **περίοδος** τῆς ταλάντωσης καί πού συμβολίζεται μέ T . Παράδειγμα περιοδικῆς κινήσεως φαίνεται στό σχῆμα 7.5α(α).

Ἡ ἀπλούστερη μορφή περιοδικῆς κινήσεως εἶναι ἡ **ἁρμονική κίνηση** (σχ. 7.5α(β)). Αὐτή δίνεται ἀπό τή σχέση:

$$x = \eta_0 \eta \omega t$$

ὅπου: x_0 εἶναι τό μέγιστο πλάτος τῆς κινήσεως
 ω ἡ κυκλική συχνότητα σέ ἀκτίνια ἀνά sec καί
 t ὁ χρόνος σέ δευτερόλεπτα.



Σχ. 7.5α.

Παράσταση περιοδικῆς καί ἁρμονικῆς κινήσεως.

α) Περιοδικῆς, β) Ἄρμονικῆς.

Ἡ περίοδος τῆς ταλάντωσης T , ἡ συχνότητα f (ἀντίστροφο τῆς περιόδου) καί ἡ κυκλική συχνότητα ω συνδέονται μεταξύ τους μέ τίς σχέσεις:

$$T = \frac{2\pi}{\omega} \quad \text{καί} \quad f = \frac{\omega}{2\pi}$$

Ἀπό τή σχέση $x = x_0 \eta \omega t$, ἡ ὁποία δίνει σέ κάθε στιγμή τό διάστημα τῆς κινήσεως, μπορεῖ νά βρεθεῖ (μέ διαφορίση) ἡ ταχύτητα καί ἡ ἐπιτάχυνση τῆς ταλάντωσης:

Συγκεκριμένα:

$$\text{Ταχύτητα ταλαντώσεως} = \dot{x} = x_0 \omega t$$

καί

$$\text{Έπιτάχυνση ταλαντώσεως} = \ddot{x} = -x_0 \omega^2 \eta \mu \omega t$$

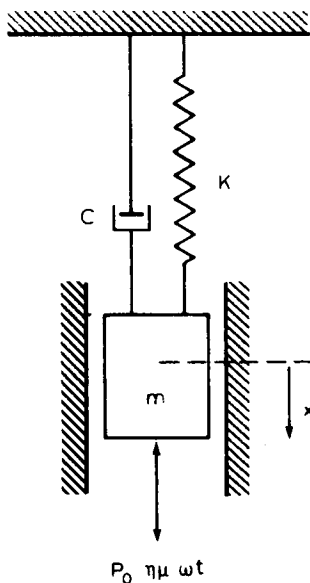
Από τις παραπάνω σχέσεις προκύπτει ότι η ταχύτητα έχει διαφορά φάσεως από τό διάστημα 90° καί η επιτάχυνση 180° .

Πολλές από τις ταλαντώσεις πού συναντούμε στήν πράξη μπορούν εύκολα νά αναλυθούν μέ αναφορά στόν **άπλό ταλαντωτή**. Ανάμεσα σ' αυτές περιλαμβάνονται καί οί κινήσεις του πλοίου σέ θαλασσοταραχή, αν εξετασθούν μεμονωμένα (π.χ. διατοιχισμός μόνο, χωρίς άλλες κινήσεις).

Ένας άπλός ταλαντωτής (μέ ένα βαθμό έλευθερίας) φαίνεται στό σχήμα 7.5β καί αποτελείται από:

- Μία μάζα m , πού μπορεί νά κάνει ταλάντωση κατά τόν άξονα τών x .
- Ένα έλατήριο μέ σταθερά K , πού έκφράζει τήν άπαραίτητη δύναμη γιά νά παραμορφωθεί τό έλατήριο κατά τή μονάδα μήκους.
- Έναν άποσβεστήρα μέ σταθερά C , πού έκφράζει τή δύναμη πού δημιουργεί ο άποσβεστήρας άνά μονάδα ταχύτητας.

Στή μελέτη του άπλου ταλαντωτή διακρίνουμε τίς παρακάτω περιπτώσεις:



Σχ. 7.5β.
Άπλός ταλαντωτής.

1) Έλεύθερη ταλάντωση χωρίς άπόσβεση.

Η μάζα m άπομακρύνεται από τή θέση ίσορροπίας καί άφήνεται στή συνέχεια έλεύθερη. Άποσβεστήρας δέν ύπάρχει. Στήν περίπτωση αύτή η μάζα συνεχίζει νά **ταλαντώνεται ίσόχρονα, ένώ τό εύρος τής ταλαντώσεως παραμένει άμείωτο**.

Η περίοδος τής ταλαντώσεως, πού λέγεται καί **φυσική περίοδος του συστήματος**, δίνεται από τή σχέση:

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{m}{K}} \quad (63)$$

Από τήν παραπάνω σχέση μπορεί νά βρεθεί εύκολα ή φυσική συχνότητα ταλαντώσεως όποιουδήποτε συστήματος μέ ένα βαθμό έλευθερίας, άρκει νά μπορέσει νά άναγνωρίσει κανείς ποιά είναι ή σταθερά του έλατηρίου γιά τή συγκεκριμένη περίπτωση.

Σέ περιπτώσεις **στρεπτικών ταλαντώσεων** μπορεί νά χρησιμοποιηθεί πάλι μία άνάλογη σχέση πού έχει τή μορφή:

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{I}{K}} \quad (64)$$

όπου: "Κ" μία σταθερά (torsional stiffness) που εκφράζει την απαραίτητη ροπή για να στραφεί η μάζα κατά ένα ακτίνιο, και
I η ροπή αδράνειας του συστήματος.

2) Έλεύτερη ταλάντωση με απόσβεση.

Η μάζα m απομακρύνεται από τη θέση Ισορροπίας κατά x_0 και αφήνεται στη συνέχεια ελεύθερη. Το σύστημα φέρει απόσβεστικά με σταθερά C.

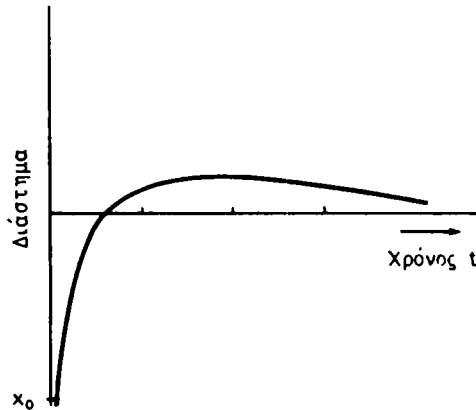
Γιά την περίπτωση αυτή απαιτείται να ορίσμε τη **σταθερά κρίσιμης απόσβεσεως** (critical damping) από τη σχέση:

$$C_c = 2m \sqrt{\frac{K}{m}} \quad (65)$$

Διακρίνομε δύο περιπτώσεις:

α) Όταν $C > C_c$

Στήν περίπτωση αυτή η εξέλιξη της ταλαντώσεως σε συνάρτηση με τό χρόνο είναι όπως φαίνεται στο σχήμα 7.5 γ. Παρατηρούμε ότι σε ένα τέτοιο σύστημα η απόσβεση της ταλαντώσεως είναι άμεση.



Σχ. 7.5γ.

Η εξέλιξη της ταλαντώσεως σε συνάρτηση με τό χρόνο, όταν $C > C_c$.

β) Όταν $C < C_c$

Σ' αυτή την περίπτωση η εξέλιξη της ταλαντώσεως σε συνάρτηση με τό χρόνο είναι όπως φαίνεται στο σχήμα 7.5 δ.

Σ' αυτό τό σύστημα παρατηρούμε ότι τό μέγιστο εύρος της ταλαντώσεως μειώνεται βαθμιαία. Η ταλάντωση είναι Ισόχρονη και η περίοδος της ταλαντώσεως μπορεί να βρεθεί από τη σχέση:

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{K}{m} - \frac{C^2}{4m^2}} \quad (66)$$

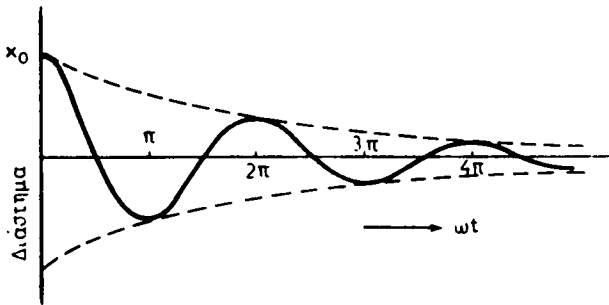
3) Βεβιασμένη ταλάντωση με απόσβεση (σχ. 7.5ε).

Αυτή η περίπτωση προκύπτει όταν τό σύστημα της παραπάνω περιπτώσεως 2 διεγερθεί από μία περιοδική δύναμη $P_0 \eta \mu \omega t$, όπου P_0 είναι η μέγιστη τιμή της διεγείρουσας δυνάμεως και ω η κυκλική συχνότητα της.

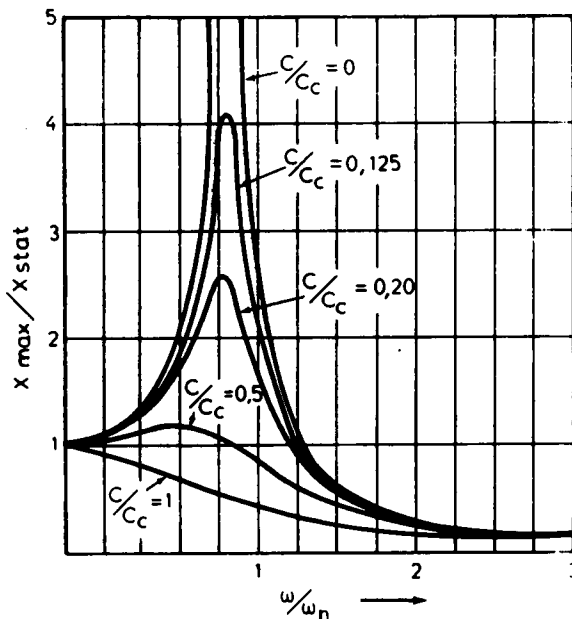
Ορίζομε:

x_{stat} = Παραμόρφωση του ελατηρίου κάτω από τη στατική επίδραση της P_0 που είναι ίση με P_0/K .

ω_η = Φυσική κυκλική συχνότητα του συστήματος = $2\pi/T$.



Σχ. 7.5δ.
Μεταβολή εύρους ταλάντωσης όταν $C < C_c$.



Σχ. 7.5ε.
Βεβιασμένη ταλάντωση με διάφορα ποσοστά απόσβεσης.

Ἡ συμπεριφορά ενός τέτοιου συστήματος φαίνεται στο σχῆμα 7.5ε. Συγκεκριμένα στο σχῆμα αυτό βλέπουμε τὴ μεταβολὴ τοῦ μέγιστου εύρους τῆς ταλάντωσης, ἐκφρασμένου στὴν ἀδιάστατη μορφή $x_{\max} / x_{\text{stat}}$, σὲ συνάρτηση μὲ τὴ μεταβολὴ τοῦ λόγου ω / ω_n γιὰ διάφορα ποσοστά ἀπόσβεσης.

Ἀπὸ τὸ σχῆμα 7.5ε παρατηροῦμε ὅτι:

Σὲ κατάσταση συντονισμοῦ ($\omega / \omega_n = 1$), τὸ μέγιστο εύρος τῆς ταλάντωσης μπορεῖ νὰ γίνει πολλές φορές μεγαλύτερο ἀπὸ τὴ στατική παραμόρφωση, ὅταν τὸ σύστημα δὲν ἔχει ἀπόσβεση.

— Στὴν ἴδια κατάσταση, τὸ μέγιστο εύρος τῆς ταλάντωσης γίνεται τόσο μικρότερο ὅσο αὐξάνεται ἡ ἀπόσβεση (αὐξηση τοῦ C / C_c).

— Ἡ σημασία τῆς ἀπόσβεσης ἐλαττώνεται ὅταν δὲ βρισκόμαστε στὴν περιοχὴ συντονισμοῦ.

Κατὰ τὴν ἐφαρμογὴ τῆς δυνάμεως διεγέρσεως $P_0 \eta \mu \omega t$ μετὰ ἀπὸ παρέλευση μιᾶς σύντομης μεταβατικῆς καταστάσεως, τὸ σύστημα ταλάντωσης μὲ τὴν κυκλικὴ συχνότητα (ἄρα καὶ μὲ τὴν περίοδο) τῆς διεγείρουσας δυνάμεως.

Ἀπὸ τὰ παραπάνω βλέπουμε ὅτι στὴ βεβιασμένη ταλάντωση ἑνὸς συστήματος (ὅπως π.χ. ὁ διατοι-

χισμός ή προνευτασμός ενός πλοίου σέ κανονικά κύματα) *σημασία ως προς τή συμπεριφορά του συστήματος παίζει ό λόγος τής συχνότητας τής διεγείρουσας δυνάμεως (κύμα γιά τό πλοίο) προς τή φυσική περίοδο του συστήματος, καθώς και ό βαθμός άποσβέσεως.*

7.6 Κινήσεις του πλοίου σέ ήρεμο νερό χωρίς άντίσταση.

Κινήσεις του πλοίου σέ ήρεμο νερό μπορούν νά προκύψουν, όταν αυτό άπομακρυνθει από τή θέση Ισορροπίας του, μέ έφαρμογή κάποιας δυνάμεως ή κάποιας ροπής και άφεθει στή συνέχεια έλεύθερο. Στήν πράξη τέτοιες κινήσεις μπορούν νά έμφανισθούν σπάνια.

Στό κεφάλαιο αυτό θά έξετασθούν οι κινήσεις του πλοίου σέ ήρεμο νερό γιά τήν περίπτωση πού δέν υπάρχουν δυνάμεις άποσβέσεως, οι όποιες στήν πραγματικότητα πάντοτε δημιουργούνται μεταξύ νερού και πλοίου.

7.6.1 Διατοιχισμός.

Σέ προηγούμενη παράγραφο είπαμε ότι διατοιχισμός (μπότζι) είναι ή μεταβαλλόμενη σέ συνάρτηση μέ τό χρόνο κίνηση γύρω από τόν άξονα x (σχ. 7.1).

Είναι γνωστό από τή μελέτη τής στατικής του πλοίου ότι γιά νά παραμένει τό έκτόπισμα του πλοίου σταθερό, οι έγκάρσιες κλίσεις θά πρέπει νά πραγματοποιούνται γύρω από τόν άξονα συμμετρίας τής Ισάλου (γιά μικρές γωνίες έγκάρσιας κλίσεως). Τό κέντρο βάρους του πλοίου μπορεί νά βρίσκεται κατά τήν κατακόρυφη έννοια κοντά στήν Ισαλο ή όχι. Συνηθίζεται νά παίρνομε ως άξονα διατοιχισμού ένα διαμήκη άξονα πού περνάει από τό κέντρο βάρους του πλοίου (και όχι τό διαμήκη άξονα συμμετρίας τής Ισάλου) γιατί αυτό άπλοποιεί τή θεωρητική λύση του προβλήματος και τό σφάλμα πού κάνομε είναι μικρό.

Όταν δέν υπάρχουν δυνάμεις άντιστάσεως και δοθει μέ μία έξωτερική δύναμη στό πλοίο μία κλίση, έστω 30° προς τά άριστερά, και άφεθει στή συνέχεια τό πλοίο έλεύθερο, θεωρητικά θά συνεχίσει νά διατοιχίζεται μέ εύρος από 30° άριστερά μέχρι 30° δεξιά και άντίστροφα. Η κίνηση αυτή (θεωρητική πάντα) θά διατηρηθει μέ άμείωτο εύρος γιά πάντα. Στήν πραγματικότητα όμως αυτό δέ συμβαίνει γιατί οι δυνάμεις άντιστάσεως πάντοτε υπάρχουν.

Από τή μαθηματική άνάλυση του προβλήματος προκύπτει ότι ή περίοδος του διατοιχισμού μπορεί νά βρεθει από τή σχέση:

$$T_{\phi} = \frac{2\pi}{\sqrt{g}} \cdot \frac{K_{xx}}{\sqrt{GM}} \quad (67)$$

όπου: K_{xx} ή άκτίνα άδράνειας τής μάζας του πλοίου γύρω από τόν άξονα x (m ή ft) και GM τό έγκάρσιο μετακεντρικό ύψος του πλοίου (m ή ft άντίστοιχα).

Σημείωση.

Από τή θεωρία του άπλου ταλαντωτή έχομε:

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{I}{K}}$$

Αλλά γιά έγκάρσια ταλάντωση του πλοίου είναι:

$$I = K_{xx}^2 m = K_{xx}^2 \frac{\Delta}{g}$$

όπου g ή επιτάχυνση της βαρύτητας.

Επίσης είναι:

$$"K" = GM \cdot \Delta \text{ (άπό τή στατική θεωήρηση του πλοίου)}$$

Άρα:

$$T_{\phi} = 2\pi \sqrt{\frac{I}{"K"}} = \frac{2\pi}{\sqrt{g}} \cdot \frac{K_{xx}}{\sqrt{GM}}$$

Ο ύπολογισμός του K_{xx} είναι αρκετά δύσκολος. Γι' αυτό συνήθως χρησιμοποιούμε έναν από τούς παρακάτω έμπειρικούς τύπους:

$$\text{Τύπος Dwyer } K_{xx} = \sqrt{\frac{1}{12} (B^2 + 4KG^2)} \quad (68)$$

(μετρικό σύστημα μόνο)

ή

$$K_{xx} = CB \quad (69)$$

(μετρικό ή άγγλικό σύστημα)

όπου: B τό πλάτος του πλοίου σε m ή ft καί KG ή κατακόρυφη θέση του κέντρου βάρους πάνω από τήν τρόπιδα σε m ή ft αντίστοιχα.

Στή σχέση (69) τό C είναι μιά σταθερά μέ τιμές (περίπου): γιά έπιβατικά πλοία 0,40 ώς 0,43, γιά φορτηγά 0,40, γιά πολεμικά 0,36 ώς 0,38.

Η περίοδος T_{ϕ} εκφράζεται σε δευτερόλεπτα καί λέγεται **φυσική περίοδος διατοιχισμού**.

Παράδειγμα.

Ένα φορτηγό πλοίο έχει πλάτος 20 m, κατακόρυφη θέση κέντρου βάρους 6,8 m καί μετακεντρικό ύψος 0,8 m. Νά εκτιμηθεί ή φυσική περίοδος διατοιχισμού.

Άπό τή σχέση (68) έχομε:

$$K_{xx} = \sqrt{\frac{1}{12} (20^2 + 4 \times 6,8^2)} = 6,98 \text{ m}$$

Άπό τή σχέση (67) έχομε:

$$T_{\phi} = \frac{2\pi}{\sqrt{9,81}} \cdot \frac{6,98}{\sqrt{0,8}} = \frac{2,005 \times 6,98}{0,894} = 15,65 \text{ sec}$$

Έναλλακτικά άπό τή σχέση (69) γιά $C = 0,4$,

$$K_{xx} = 0,4 \times 20 = 8 \text{ m}$$

$$\text{καί } T_{\phi} = \frac{2,005 \times 8}{\sqrt{0,8}} = \frac{2,005 \times 8}{0,894} = 17,94 \text{ sec}$$

Ἡ σχέση (67) σέ συνδυασμό μέ τή σχέση (69) μπορούν νά χρησιμοποιηθοῦν γιά τήν ἐκτίμηση τοῦ μετακεντρικοῦ ὕψους ἑνός πλοίου μέ ἓνα ἀπλό πείραμα (sallying experiment).

Στό πείραμα αὐτό μετακινώντας τό πλήρωμα ὁμαδικά, ἀπό τή μιὰ πλευρά τοῦ καταστρώματος στήν ἄλλη, ἐπιτυγχάνεται ἡ δημιουργία ἐγκάρσιας ταλαντώσεως. Στή συνέχεια τό πλήρωμα πηγαίνει στό ἐπίπεδο συμμετρίας τοῦ πλοίου καί μέ ἓνα χρονόμετρο μετρεῖται ὁ χρόνος μιᾶς περιόδου (πλήρης κύκλος ἀπό ἀριστερά πρὸς τά δεξιὰ καί πάλι ἀριστερά). Μέ τό πλάτος τοῦ πλοίου B καί τήν περίοδο T_{ϕ} γνωστά, ὑπολογίζομε στή συνέχεια τό μετακεντρικό ὕψος. Σέ μεγάλα πλοῖα τό πείραμα αὐτό εἶναι δύσκολο.

Προϋπόθεση φυσικά γιά νά μπορεῖ νά ἔχει κάποια ἀκρίβεια ἓνα τέτοιο πείραμα, εἶναι τό μετακεντρικό του ὕψος νά εἶναι θετικό.

7.6.2 Προνευτασμός.

Προνευτασμός εἶναι ἡ μεταβαλλόμενη μέ τό χρόνο κίνηση γύρω ἀπό τόν ἄξονα y (σχ. 7.1).

Ὁ προνευτασμός ἐξετάζεται σχεδόν ἀνάλογα μέ τό διατοιχισμό, μόνο πού ἡ χρησιμοποίηση τοῦ κέντρου βάρους τοῦ πλοίου ὡς ἄξονα περιστροφῆς (ἀντί γιά τό κέντρο βάρους τῆς ἰσάλου) δημιουργεῖ πιά σημαντικό σφάλμα. Τό θέμα αὐτό ἐξετάζεται στήν παράγραφο 7.6.5.

Ἡ περίοδος προνευτασμοῦ τοῦ πλοίου δίνεται ἀπό τή σχέση:

$$T_{\theta} = \frac{2\pi K_{yy}}{\sqrt{g GM_I}} \quad (70)$$

ὅπου: K_{yy} ἡ ἀκτίνα ἀδράνειας τῆς μάζας τοῦ πλοίου ὡς πρὸς τόν ἄξονα Oy (m ἢ ft) καί

GM_I τό διάμηκες μετακεντρικό ὕψος τοῦ πλοίου (m ἢ ft ἀντίστοιχα).

Ἀπό ἀνάλυση σειρᾶς πλοίων ἔχει βρεθεῖ ὅτι εἶναι:

$$K_{yy} \simeq 0,25 L$$

ὅπου: L τό μήκος τοῦ πλοίου.

Παράδειγμα.

Ἐνα πλοῖο ἔχει μήκος 160 m καί διάμηκες μετακεντρικό ὕψος 100 m. Νά ἐκτιμηθεῖ ἡ περίοδος προνευτασμοῦ.

Θά ἔχομε:

$$K_{yy} \simeq 0,25 \cdot L = 0,25 \times 160 = 40 \text{ m}$$

$$T_{\theta} = \frac{2\pi \times (40)}{\sqrt{9,81 \times 100}} = \frac{251,2}{31,32} = 8 \text{ sec}$$

7.6.3 Ταλάντωση ἐμβαπίσεως.

Θεωρητικά ταλάντωση ἐμβαπίσεως (δηλαδή ἡ μεταβαλλόμενη μέ τό χρόνο κίνηση τοῦ πλοίου κατὰ μήκος τοῦ ἄξονα z , (σχ. 7.1) μπορεῖ νά δημιουργηθεῖ ἂν πιέσομε τό πλοῖο μέ μιὰ δύναμη κάθετη πρὸς τό νερό, ὥστε νά κινηθεῖ πρὸς τά κάτω

παράλληλα μέ τον έαυτό του και τό άφήσομε στή συνέχεια έλεύθερο.

Στήν πραγματικότητα, όπως θά δοϋμε σέ έπόμενο κεφάλαιο, ή ταλάντωση αύτή στήν πράξη έμφανίζεται μαζί μέ προνευτασμό.

Ή περίοδος τής ταλαντώσεως έμβαπίσεως σέ ήρεμο νερό μπορεί νά βρεθεί άπό τή σχέση:

$$T_z = \frac{2\pi}{\sqrt{\frac{gT_f}{\Delta}}} \quad (71)$$

όπου: T_f παριστάνει τούς tn/m ή ανά ft βυθίσεως και

g ή έπιτάχυνση τής βαρύτητας σέ m/sec² ή ft/sec² αντίστοιχα.

Ή περίοδος τής ταλαντώσεως έμβαπίσεως μπορεί νά άποδειχθεί ότι είναι περίπου ίση μέ τήν περίοδο προνευτασμού, δηλαδή μπορεί νά ήπολογισθεί και άπό τή σχέση (70).

7.6.4 Πρόσθετη μάζα.

Έξαιτίας τής μεταβαλλόμενης ταχύτητας πού έχει τό πλοίο, όταν πραγματοποιεί τίς περιοδικές κινήσεις πού έχομε μέχρι τώρα αναφέρει, ή μάζα του νερού πού τό περιβάλλει άποκτά έπιταχύνσεις κατά μήκος και γύρω άπό τούς τρεις άξονες. Οι έπιταχύνσεις αυτές έχουν ως άποτέλεσμα νά άσκούνται πάνω στό πλοίο (άπό τό νερό) δυνάμεις και ροπές πού είναι ανάλογες μέ τίς έπιταχύνσεις.

Οι συντελεστές, οι όποιοι πολλαπλασιαζόμενοι μέ τίς έπιταχύνσεις δίνουν τίς πρόσθετες αυτές δυνάμεις πού αναφέραμε, λέγονται **πρόσθετες μάζες**. Στήν πραγματικότητα όμως δέν πρόκειται για μάζες νερού πού παρασύρει τό πλοίο κατά τίς κινήσεις του, όπως συχνά νομίζεται, αλλά για συντελεστές πού έχουν διαστάσεις μάζας. Αντίστοιχα, τούς συντελεστές πού δίνουν ροπές ονομάζομε **ροπές αδράνειας πρόσθετης μάζας**.

Γιά κάθε κίνηση του πλοίου κατά μήκος ή γύρω άπό ένα άξονα, έχομε έξι τέτοιους συντελεστές για τήν εύρεση τών δυνάμεων και ροπών πού δημιουργούνται (κατά μήκος και γύρω άπό τούς τρεις άξονες). Δηλαδή συνολικά έχομε 36 συντελεστές μερικοί άπό τούς όποίους λόγω τής συμμετρίας του πλοίου έχουν μηδενική τιμή. Οι παραπάνω συντελεστές βρίσκονται για ένα πλοίο αναλυτικά και χρησιμοποιούνται σέ λεπτομερείς μελέτες τών κινήσεών του πού ξεφεύγουν άπό τά όρια αυτού του βιβλίου.

7.6.5 Συνδυασμός προνευτασμού και ταλαντώσεων έμβαπίσεως.

Γιά νά μήν έχομε μεταβολή του έκτοπίσματος, όταν τό πλοίο αλλάζει διαγωγή, ό άξονας γύρω άπό τον όποιο πραγματοποιείται ή παραπάνω μεταβολή πρέπει νά περνάει άπό τό **κέντρο πλευστότητας**, πού είναι τό κέντρο βάρους τής έπιφάνειας τής Ισάλου.

Έπειδή ό προνευτασμός είναι κίνηση μέ άξονα γύρω άπό τό κέντρο βάρους, ή σταθερότητα του έκτοπίσματος στήν περίπτωση αύτή θά είναι εξασφαλισμένη μόνο αν τό κέντρο βάρους του πλοίου βρίσκεται στήν ίδια κατακόρυφο μέ τό κέντρο πλευστότητας. Αυτό όμως δέ συμβαίνει γενικά στά πλοία και έπομένως περιστροφή του πλοίου γύρω άπό τό κέντρο βάρους τείνει νά μεταβάλλει τό έκτόπισμα. Για νά διατηρηθεί τό έκτόπισμα σταθερό, τό πλοίο θά πρέπει ή νά βυθιστεί ή νά άπο-

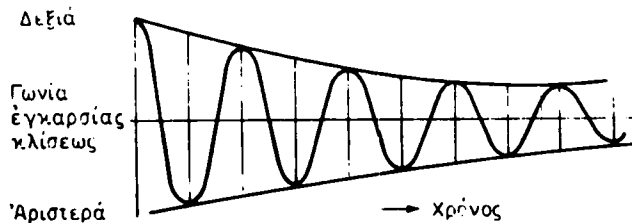
βυθιστεί παράλληλα μέ τόν έαυτό του.

Άπό τά παραπάνω βλέπομε ότι γενικά ό προνευτασμός δέν μπορεΐ νά ύπάρξει μόνος του άλλα συνοδεύεται πάντοτε καΐ από ταλάντωση έμβαπίσεως. Για τό λόγο αυτό στή μελέτη τής κινήσεως του πλοΐου σέ κυματισμό οι δύο αυτές κινήσεις έξετάζονται μαζί.

7.6.6 Διατοιχισμός μέ αντίσταση σέ ήρεμο νερό.

Μέχρι τώρα είχαμε θεωρήσει ότι μόνο στατικής προελεύσεως δυνάμεις καΐ ροπές δημιουργούνται κατά τίς κινήσεις του πλοΐου. Άποτέλεσμα αυτής τής ύποθέσεως είναι ότι οι ταλαντώσεις σέ ήρεμο νερό έχουν άμείωτο εύρος.

Άν πραγματοποιήσομε τό πείραμα του έδαφίου 1 αυτής τής παραγράφου (sallying experiment) θά δούμε ότι τό εύρος του διατοιχισμού που δημιουργείται, δέν είναι άμείωτο άλλα οι γωνίες που παίρνει τό πλοΐο μειώνονται συνέχεια μέχρις ότου σταματήσει τελείως ή κίνηση. Ή μείωση αυτή στο εύρος τής κινήσεως φαίνεται στο σχήμα 7.6 καΐ όφείλεται στην ύπαρξη αντίστάσεως στην κίνηση, ή όποια για άπλοποίηση τής μελέτης μέχρι τώρα δέν είχε ύπολογισθεί.



Σχ. 7.6.
Μείωση διατοιχισμού.

Ή παραπάνω αντίσταση όφείλεται σέ διάφορες αίτίες, όπως είναι:

- Ή τριβή των μορίων του νερού επάνω στο πλοΐο.
- Ή δημιουργία κύματος.

Ή ύπαρξη τής αντίστάσεως κατά τό διατοιχισμό έχει, όπως είδαμε, ως αποτέλεσμα τή συνεχή μείωση του εύρους τής κινήσεως. Ήπιπλέον επηρεάζει έλαφρά καΐ τήν περίοδο του διατοιχισμού.

Έξετάζοντας στην αρχή τήν περίοδο του διατοιχισμού διαπιστώσαμε (θεωρητικά καΐ πρακτικά) ότι ή ύπαρξη αντίστάσεως αύξάνει κάπως τήν περίοδο τής κινήσεως. Ή αύξηση αυτή έξαρτάται από τή μορφή του πλοΐου άλλα δέν ύπερβαίνει τό 0,5%. Μέ τήν παρατήρηση αυτή καΐ από τή σχέση (67) βλέπομε ότι **για ένα πλοΐο ή φυσική περίοδος διατοιχισμού μεγαλώνει όσο μικραίνει τό μετακεντρικό ύψος**. Ένα πλοΐο μέ μεγάλη περίοδο διατοιχισμού διατοιχίζεται άργά καΐ είναι όπως λέμε **όκνό**. Άντίθετα ένα πλοΐο μέ μικρή περίοδο (σκληρό) διατοιχίζεται γρήγορα καΐ έχομε μία κατάσταση δυσάρεστη για τό πλήρωμα καΐ τούς έπιβάτες. Βλέπομε λοιπόν ότι τό μικρό μετακεντρικό ύψος είναι πλεονέκτημα από άποψη άνέσεως. Άλλοι λόγοι όμως ασφάλειας έπιβάλλουν μεγαλύτερη τιμή του μετακεντρικού ύψους από εκείνη που θά ήταν έπιθυμητή για λόγους άνέσεως.

Ή μείωση του εύρους του διατοιχισμού σέ μισή περίοδο μπορεΐ νά βρεθεί από μία σχέση τής μορφής:

$$\delta_{\theta} = K_1\theta + K_2\theta^2 \quad (72)$$

όπου: δ_θ ή μείωση τής γωνίας διατοιχισμού σέ μοίρες καί

θ ή μέγιστη γωνία διατοιχισμού στόν κύκλο πού εξετάζομε.

Οί τιμές τών K_1, K_2 βρίσκονται πειραματικά γιά κάθε πλοίο καί εξαρτῶνται ἀπό τό μέγεθος καί τή μορφή του ἀλλά καί σέ μεγάλο βαθμό ἀπό τήν ὑπαρξη ἢ ὄχι παρατροπιδίων.

Παράδειγμα.

Σέ ἓνα πλοῖο οἱ συντελεστές K_1 καί K_2 ἔχουν τίς τιμές 0,065 καί 0,017 ἀντίστοιχα. Ἄν σέ κάποια στιγμή (σέ διατοιχισμό σέ ἤρεμο νερό) τό πλοῖο πάρει κλίση πρὸς τὰ δεξιὰ 20° πόση θά εἶναι ἡ κλίση πρὸς τὰ δεξιὰ τοῦ ἐπόμενου κύκλου;

Στόν ἐπόμενο μισό κύκλο ἡ ἐλάττωση τής κλίσεως (πρὸς τὰ ἀριστερά) μέ βάση τή σχέση (72) θά εἶναι:

$$\delta_\theta = (0,065) \times (20) + (0,017) \times (20)^2 = 8,1^\circ$$

Ἐπομένως ἡ μέγιστη γωνία πρὸς τὰ ἀριστερά θά εἶναι:

$$20 - 8,1 = 11,9^\circ$$

Ἡ μείωση αὐτῆς τής γωνίας κατά τόν ἐπόμενο μισό κύκλο θά εἶναι πάλι:

$$\delta_\theta = (0,065) \times (11,9) + (0,017) \times (11,9)^2 = 3,18^\circ$$

Ἐπομένως ἡ μέγιστη γωνία πρὸς τὰ δεξιὰ θά εἶναι:

$$11,9 - 3,18 = 8,72^\circ$$

Μία ἀκόμη παρατήρηση στήν περίπτωση διατοιχισμού τοῦ πλοίου μέ ἀντίσταση εἶναι ὅτι γιά μικρές γωνίες καί παρά τό γεγονός ὅτι τό εὖρος ἐλαττώνεται συνέχεια, ὁ χρόνος κάθε περιόδου παραμένει σταθερός, δηλαδή ἡ ταλάντωση εἶναι **ισόχρονη**.

Ἡ ἀντίσταση στό διατοιχισμό καί ἐπομένως ὁ ρυθμός ἀποσβέσεως τής κινήσεως αὐξάνεται ὅσο αὐξάνεται ἡ ταχύτητα τοῦ πλοίου. Παραδείγματος χάρη γιά ἓνα πλοῖο πού παρουσίασε μείωση γωνίας διατοιχισμού μιᾶς μοίρας ὅταν ἦταν ἀκίνητο ἡ ἀντίστοιχη μείωση ἦταν 3° ὅταν τό πλοῖο ἐκινεῖτο μέ ταχύτητα 6 κόμβους.

7.7 Κινήσεις πλοίου σέ κανονικά κύματα.

Στήν παράγραφο 7.5 εἶδαμε ποιές εἶναι οἱ δυνάμεις πού ἐπηρεάζουν τίς κινήσεις τοῦ πλοίου σέ θαλασσοταραχή. Ἐπιπλέον, ἐπειδή τά κύματα προσεγγίζουν τό πλοῖο ἀπό ὁποιαδήποτε γωνία, ὑπάρχουν ταυτόχρονα διατοιχισμός, προνευτισμός, ταλαντώσεις ἐμβαπίσεως καί ἄλλες κινήσεις.

Γιά ἀπλοποίηση, ὅπως ἐγινε καί στή μελέτη τοῦ πλοίου σέ ἤρεμο νερό, οἱ παραπάνω κινήσεις θά ἐξετασθοῦν χωριστά. Ἀπό τίς δυνάμεις πού ἐπηρεάζουν τά φαινόμενα αὐτά θά δοθεῖ περισσότερη ἐμφαση στήν ἀντωση.

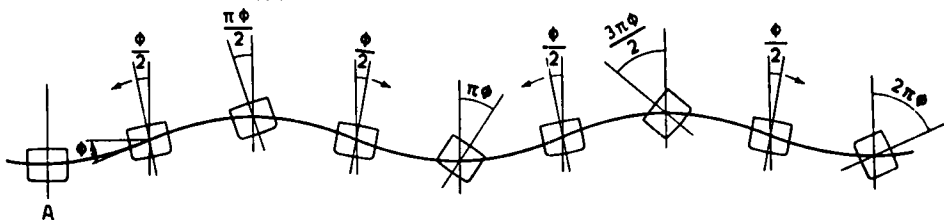
Γνωρίζομε ὅτι θαλασσοταραχή εἶναι τό ἄθροισμα πολλῶν μικρῶν καί μεγαλύτερων κυμάτων. Ἐδῶ ἡ κίνηση τοῦ πλοίου θά ἐξετασθεῖ μόνο σέ συνδυασμό μέ κανονικά κύματα.

7.7.1 Διατοιχισμός.

Καί στην περίπτωση αυτή θά πρέπει νά προσεγγίσουμε τό θέμα προοδευτικά, αρχίζοντας χωρίς τήν ύπαρξη αντίστασης.

Ἄν θεωρήσουμε ὅτι τό πλοῖο βρίσκεται κάτω ἀπό τήν ἐπίδραση κυμάτων πού τό προσεγγίζουν ἀπό μία πλευρά ὑπό γωνία 90° καί ὅτι τό μήκος τῶν κυμάτων εἶναι πολύ μεγαλύτερο ἀπό τό πλάτος τοῦ πλοῖου, μπορούμε νά διαπιστώσουμε θεωρητικά ὅτι στήν ἀρχή θά δημιουργηθεῖ μία ταλάντωση μέ εὖρος τό ὅποιο σέ κάθε στιγμή μπορεῖ νά ἐκφρασθεῖ ὡς τό ἄθροισμα δύο ταλαντώσεων: μιᾶς μέ περίοδο τή φυσική περίοδο ταλάντωσης τοῦ πλοῖου καί μιᾶς ἄλλης μέ περίοδο ἴση μέ ἐκείνη τοῦ κύματος. Στή συνέχεια παραμένει μόνο ἡ ταλάντωση μέ συχνότητα ἐκείνη τῆς διεγείρουσας δυνάμεως κύματος.

Ἰδιαίτερα ἐνδιαφέρουσα εἶναι ἡ περίπτωση πού ἡ περίοδος τοῦ κύματος εἶναι ἴση μέ τή φυσική περίοδο διατοιχισμοῦ τοῦ πλοῖου. Στήν περίπτωση αὐτή ἔχομε τό φαινόμενο τοῦ **συντονισμοῦ** πού μπορεῖ νά παρουσιασθεῖ σέ ὅποιαδήποτε περίπτωση ταλάντωσης. Οἱ διαδοχικές γωνίες πού παίρνει τό πλοῖο στήν περίπτωση αὐτή φαίνονται στό σχῆμα 7.7α.



Σχ. 7.7α.

Διαδοχικές θέσεις τοῦ πλοῖου σέ διατοιχισμό.

Στό σχῆμα αὐτό, πού μέ α_0 παριστάνομε τή μέγιστη κλίση τοῦ κύματος (βλέπε σχέση 62) βλέπομε ὅτι:

- α) Τό πλοῖο παίρνει τίς μέγιστες κλίσεις ὅταν βρίσκεται στήν κορυφή καί τήν κοιλάδα τοῦ κύματος.
- β) Οἱ μέγιστες κλίσεις (ὅταν συνεχίζεται ἡ ἐπίδραση ἑνός κανονικοῦ κύματος πού ἔχει τόν ἄξονα τῶν κορυφῶν του παράλληλα πρὸς τόν ἄξονα τοῦ πλοῖου) αὐξάνονται συνέχεια.

Εὐτυχῶς τά παραπάνω, πού θά ἦταν καταστροφικά στήν πράξη, δέν συμβαίνουν ποτέ, γιατί πάντοτε ὑπάρχει ἀντίσταση, ἡ ὁποία, ὅπως θά δοῦμε στή συνέχεια, περιορίζει τό μέγιστο εὖρος.

Σέ μία πιό γενική περίπτωση, πού τά κύματα ἔρχονται ἀπό ὅποιαδήποτε κατεύθυνση καί τό πλοῖο ἔχει κάποια ταχύτητα κινήσεως, ὡς περίοδος τοῦ κύματος, γιά νά ἐξετάσουμε ἂν ἔχομε συντονισμό, εἶναι ὄχι ἡ πραγματική ἀλλά, ὅπως λέγεται, ἡ **περίοδος συναντήσεως**.

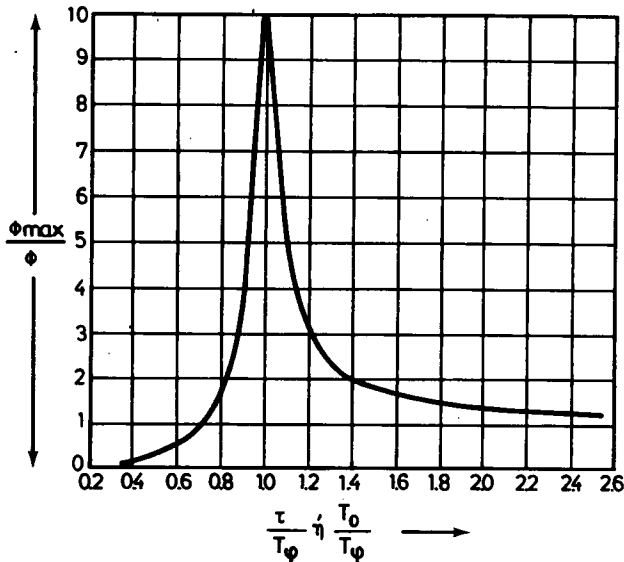
Φυσικά ὅταν δέν ὑπάρχουν συνθήκες συντονισμοῦ τό μέγιστο εὖρος τοῦ διατοιχισμοῦ εἶναι μικρότερο.

Ἀπό τήν εξέταση τοῦ φαινομένου τοῦ συντονισμοῦ ὅταν ὑπάρχει ἀντίσταση, δηλαδή σέ πραγματικές συνθήκες, ἔχει διαπιστωθεῖ ὅτι τό μέγιστο εὖρος τῆς κινήσεως εἶναι πεπερασμένο. Διάφορες πηγές τῆς βιβλιογραφίας συγκλίνουν στό ὅτι ἡ μέγιστη ἐγκάρσια γωνία τοῦ πλοῖου Φ_{\max} δέν ὑπερβαίνει τό δεκαπλάσιο τῆς

γωνίας Φ , όπου Φ είναι ίσο προς τὰ $7/10$ τῆς γωνίας πού ἀντιστοιχεῖ στή μέγιστη κλίση τοῦ κύματος α .

Στό σχῆμα 7.7β φαίνεται διάγραμμα συντονισμοῦ, στό ὁποῖο δίνεται, μέ βάση τήν παραπάνω ὑπόθεση, ὁ λόγος Φ_{\max}/Φ γιά συνθήκες συντονισμοῦ καί ἐκτός συντονισμοῦ σέ προσέγγιση τοῦ κύματος ἀπό τήν πλευρά σέ ἕνα ἀκίνητο πλοῖο. Ἀπό τό σχῆμα αὐτό βλέπομε ὅτι ὅταν ὁ λόγος τ/T_{ϕ} εἶναι μικρότερος ἀπό 0,8 ἢ μεγαλύτερος ἀπό 1,4, ἡ μέγιστη γωνία διατοίχισμοῦ τοῦ πλοίου δέν ξεπερνᾶ τό διπλάσιο τοῦ Φ (τ εἶναι ἡ περίοδος τοῦ κύματος καί T_{ϕ} ἡ φυσική περίοδος διατοίχισμοῦ τοῦ πλοίου).

Μέ βάση τό ἴδιο σχῆμα μπορεῖ νά διερευνηθεῖ ἡ περίπτωση διατοίχισμοῦ ἐνός πλοίου πού κινεῖται γιά προσέγγιση τοῦ κύματος ἀπό ὁποιαδήποτε διεύθυνση, ἀρκεῖ νά χρησιμοποιηθεῖ ὁ λόγος T_0/T_{ϕ} καί ὅπου T_0 εἶναι ἡ περίοδος συναντήσεως.



Σχ. 7.7β.

Διάγραμμα συντονισμοῦ.

Παράδειγμα.

Ἐνα ἀκίνητο πλοῖο βρίσκεται κάτω ἀπό τήν ἐπίδραση κανονικοῦ κύματος ἀπό τήν πλευρά. Τό ὕψος τοῦ κύματος εἶναι 11' καί τό μήκος του 212'. Ἡ φυσική περίοδος διατοίχισμοῦ τοῦ πλοίου εἶναι 7,14 sec.

Νά ἐκτιμηθεῖ ἡ μέγιστη γωνία διατοίχισμοῦ πού θά πάρει τό πλοῖο.

Τό μήκος τοῦ κύματος σέ μέτρα εἶναι $\lambda = 212/3,281 = 64,61$ m.

Ἀπό τή σχέση (60): $\tau \approx 0,8\sqrt{\lambda} = 0,8\sqrt{64,61} = 6,43$ sec

Ἀπό τή σχέση (62): $\alpha_0 = \frac{\pi H}{\lambda} = \frac{3,14 \times 11}{212} = 0,163$ ἀκτίνια

$\Phi = 0,7 \times \alpha_0 = 0,7 \times 0,163 = 0,114$ ἀκτίνια

$$\text{Ό λόγος: } \frac{\tau}{T_{\phi}} = \frac{6,43}{7,14} = 0,9$$

$$\text{Άπό τό σχήμα 7.7β: } \frac{\Phi_{\max}}{\Phi} = 4$$

$$\text{Άρα: } \Phi_{\max} = 4 \times 0,114 = 0,456 \text{ άκίνια ή σέ μοΐρες}$$

$$\Phi_{\max} = 0,456 \times \frac{360}{2\pi} = 26^{\circ}$$

Μέτρηση τής έγκάρσιας κλίσεως.

Τό πιό συνηθισμένο σύστημα γιά τή μέτρηση τής έγκάρσιας κλίσεως είναι τό κοινό έκκρεμές (**κλινόμετρο**). Όταν τό κλινόμετρο δέν είναι τοποθετημένο στόν άξονα διατοιχισμού του πλοΐου, πού περνάει άπό τό κέντρο βάρους, οι ένδείξεις του είναι έσφαλμένες. Πιό συγκεκριμένα ή μέγιστη ένδειξη του έκκρεμοΐς Φ'_{\max} σχετίζεται μέ τή σωστή ένδειξη Φ_{\max} μέ τόν τύπο:

$$\Phi'_{\max} \simeq \Phi_{\max} \left(1 + \frac{4h}{g} \cdot \frac{\pi^2}{\tau^2} \right) \quad (73)$$

όπου: h ή κατακόρυφη άπόσταση άπό τόν άξονα διατοιχισμού ως τόν άξονα του έκκρεμοΐς σέ m ή ft ,

τ ή περίοδος τής κινήσεως σέ sec και

g ή έπιτάχυνση τής βαρύτητας σέ m ή ft άνά sec^2 .

Γιά συνηθισμένα πλοΐα (μέ βάση τόν παραπάνω τύπο) τά κλινόμετρα πού είναι έγκαταστημένα στή γέφυρα μπορούν νά παρουσιάσουν ένδείξεις κατά 50 ως 100% αύξημένες. Μόνο όταν ή φυσική περίοδος του έκκρεμοΐς είναι μεγαλύτερη άπό τό τετραπλάσιο τής περιόδου του πλοΐου οι μετρήσεις είναι άξιόπιστες. Σέ μοντέρνα πλοΐα χρησιμοποιούνται σύγχρονα κλινόμετρα (συχνά ηλεκτρονικά) πού δίνουν μέ άκρίβεια τίς έγκάρσιες κλίσεις του πλοΐου σέ διατοιχισμό.

7.7.2 Ταλαντώσεις έμβαπίσεως.

Ταλαντώσεις έμβαπίσεως σέ κατάσταση κυματισμού μπορούν νά παρουσιαστούν σέ συνδυασμό είτε μέ διατοιχισμό είτε μέ προνευασμό είτε και μέ τά δύο.

Στήν ταλάντωση έμβαπίσεως, τό κέντρο βάρους του πλοΐου βρίσκεται σέ ταλάντωση κατά τήν κατακόρυφη έννοια. Όταν ή ταλάντωση έμβαπίσεως δημιουργείται σέ συνδυασμό μέ προνευασμό, μέγιστη άπόκλιση του κέντρου βάρους πρós τά πάνω παρατηρείται όταν τό μέσο του πλοΐου βρίσκεται στήν κορυφή του κύματος και μέγιστη άπόκλιση πρós τά κάτω όταν βρίσκεται στήν κοιλότητά του.

7.7.3 Προνευασμός.

Τά φαινόμενα πού σχετίζονται μέ τόν προνευασμό είναι πιό έντονα όταν ή ταχύτητα του κύματος έχει τήν ίδια διεύθυνση μέ τήν ταχύτητα του πλοΐου. Δηλαδή όταν ό άξονας τής κορυφής του κύματος είναι κάθετος στό επίπεδο συμμετρίας του πλοΐου.

Ἡ μορφή τῆς κινήσεως τοῦ πλοίου ἐξαρτᾶται ἀπὸ τὴν ἀναλογία τῆς φυσικῆς περιόδου τοῦ πλοίου T_{θ} σὲ διατοιχισμό καὶ τῆς περιόδου συναντήσεως τοῦ κύματος T_0 .

Περίπτωση 1η.

Ὅταν τὸ T_0 εἶναι πολὺ μεγαλύτερο ἀπὸ τὸ T_{θ} .

Αὐτὴ ἡ κατάσταση ἐμφανίζεται ὅταν ἓνα ἀργό πλοῖο συναντᾷ κύματα μὲ πολὺ μεγάλο μῆκος ἢ ὅταν τὸ κύμα προσεγγίζει τὸ πλοῖο ἀπὸ τὴν πρῶμνη μὲ ταχύτητα λίγο μικρότερη ἀπὸ ἐκείνη τοῦ πλοίου. Στὴν περίπτωση αὐτὴ ἡ γωνία θ_{\max} τοῦ πλοίου εἶναι ἴση περίπου μὲ τὰ $7/10$ τῆς μέγιστης κλίσεως τοῦ κύματος α_0 . Δηλαδή τὸ πλοῖο σ' αὐτὴ τὴν περίπτωση παρακολουθεῖ τὴν κίνηση τοῦ κύματος.

Περίπτωση 2η.

Ὅταν τὸ T_0 εἶναι πολὺ μικρότερο ἀπὸ τὸ T_{θ} .

Ἡ περίπτωση αὐτὴ ἐμφανίζεται ὅταν ἓνα πολὺ ταχύπλοο πλοῖο πλησιάζει κύματα μὲ μικρὸ μῆκος.

Τότε θά ἔχομε:

$$\theta_{\max} \approx \frac{T_0}{T_{\theta}} \times \left(\frac{7}{10} \alpha_0 \right) \quad (74)$$

Ἐπειδὴ τὸ T_0/T_{θ} εἶναι ἀρκετὰ μικρότερο ἀπὸ τὴ μονάδα, ἡ μέγιστη κλίση τοῦ πλοίου εἶναι πολὺ μικρότερη ἀπὸ τὴν κλίση τοῦ κύματος.

Περίπτωση 3η.

Ὅταν τὸ T_0 εἶναι ἴσο μὲ τὸ T_{θ} , δηλαδή ὅταν ἔχομε συνθήκες συντονισμοῦ.

Στὴν περίπτωση αὐτὴ ἡ μέγιστη γωνία προνευασμοῦ θά μεγάλωνε ἀπεριόριστα, ὅπως συμβαίνει μὲ τὸ διατοιχισμό, ἐφόσον δέν ὑπῆρχε ἀντίσταση.

Ἰδιαίτερη σημασία ἔχει ἡ γωνία πού σχηματίζεται μεταξύ τοῦ ἄξονα Gx τοῦ πλοίου καὶ τῆς ἐφαπτομένης τοῦ κύματος. Ὅσο πιο μεγάλη εἶναι αὐτὴ ἡ γωνία τόσο μεγαλύτερη εἶναι ἡ πιθανότητα νά καλύπτεται ἓνα μέρος τοῦ καταστρώματος ἀπὸ τὸ κύμα. Τῆ γωνία αὐτὴ ὀνομάζομε **σχετικὴ γωνία προνευασμοῦ** καὶ μπορεῖ νά τὴν ὑπολογίσομε ἀπὸ τὶς σχέσεις:

$$\text{Σχετικὴ Γωνία Προνευασμοῦ} \approx \frac{\frac{7}{10} \alpha_0 \times \frac{T_{\theta}}{T_0}}{1 - \frac{T_{\theta}}{T_0}} \quad (75)$$

καὶ

$$\text{Σχετικὴ Γωνία Προνευασμοῦ} \approx \frac{\frac{7}{10} \alpha_0 \times \frac{T_{\theta}}{T_0}}{1 + \frac{T_{\theta}}{T_0}}$$

Στὴν περίπτωση πού θά λάβομε ὑπόψη καὶ τὴν ἀντίσταση, ἡ μέγιστη γωνία προνευασμοῦ εἶναι σημαντικὰ μικρότερη, πράγμα πού ἔχει ἰδιαίτερη σημασία σὲ κατάσταση συντονισμοῦ.

Οι μέγιστες γωνίες προνευτασμού είναι γενικά κατά πολύ μικρότερες απ' ό,τι έ-
κείνες του διατοιχισμού. Όμως αυτό δέ σημαίνει ότι ό προνευτασμός δέ δημιουρ-
γει δυσχέρειες καί κινδύνους στό χειρισμό του πλοίου. Τά πιό σημαντικά προβλή-
ματα λόγω του προνευτασμού είναι:

- Προβλήματα διαμήκους άντοχής του πλοίου.
- Ξενέρισμα τής έλικας.
- Ξενέρισμα τής πλώρης καί άπότομο κτύπημα του πυθμένα της στό νερό άκο-
λουθούμενο άπό ταλάντωση του πλοίου (slamming).
- Μεγάλες κατακόρυφες έπιταχύνσεις στό άκρα του πλοίου.
- Κάλυψη του πρωραίου μέρους του καταστρώματος μέ νερό.

7.7.4 Συνδυασμός προνευτασμού καί ταλαντώσεων έμβαπίσεως.

Όπως έχομε ήδη εξηγήσει, σέ κατάσταση κυματισμού είναι άδύνατο νά ύπάρ-
χει προνευτασμός, χωρίς ταυτόχρονα νά έμφανισθούν καί ταλαντώσεις έμβαπί-
σεως.

Γιά τό λόγο αυτό καί έπειδή οι κατακόρυφες έπιταχύνσεις πού δημιουργούνται
στό πλοίο είναι τό άθροισμα εκείνων πού όφείλονται σέ προνευτασμό καί εκείνων
πού όφείλονται σέ ταλαντώσεις έμβαπίσεως, σέ πιό προχωρημένες μελέτες οι
δύο αυτές κινήσεις εξετάζονται ταυτόχρονα.

7.7.5 Έπίδραση τής πορείας καί ταχύτητας του πλοίου στις κινήσεις σέ κυματισμό. Περίοδος συναντήσεως.

Στήν παράγραφο 7.3 είδαμε ότι ως περίοδος του κύματος έχει όρισθεί ό χρόνος
πού μεσολαβεί για νά περάσουν μπροστά από ένα άκίνητο παρατηρητή δύο διαδο-
χικές κορυφές. Η περίοδος αυτή του κύματος μπορεί νά χρησιμοποιηθεί μόνο για
τόν ύπολογισμό των κινήσεων ενός άκίνητου πλοίου σέ διατοιχισμό, μέ κύματα
πού προσεγγίζουν άπό τήν πλευρά καί προνευτασμό μέ κύματα άπό τήν πλώρη ή
τήν πρύμνη. Όταν όμως τό πλοίο κινείται μέ κάποια ταχύτητα, είναι άπαραίτητο νά
χρησιμοποιηθεί ή **περίοδος συναντήσεως του κύματος T_0** , πού είναι ή περίοδος μέ
τήν όποία άντιλαμβάνεται πώς περνούν τά κύματα ένας παρατηρητής πού κινείται
μέ τό πλοίο.

Η φαινομένη περίοδος του κύματος προκύπτει άπό τή σχέση:

$$T_0 = \frac{\lambda}{V_0} \quad (76)$$

όπου: λ τό μήκος του κύματος σέ ft ή m καί

V_0 ή φαινομένη ταχύτητα του κύματος σέ ft ή m/sec αντίστοιχα.

Η φαινομένη ταχύτητα του κύματος βρίσκεται άπό τή σχέση:

$$V_0 = |V_{\text{συνα}} - c| \quad (77)$$

όπου: V ή ταχύτητα του πλοίου σέ m/sec ή ft/sec,

c ή ταχύτητα του κύματος σέ m/sec ή ft/sec καί

α ή γωνία πού σχηματίζει ή διεύθυνση τής κινήσεως του πλοίου καί του κύ-
ματος.

Παράδειγμα.

Κύμα μήκους 200' προσεγγίζει από την πρύμνη ένα πλοίο που κινείται με ταχύτητα 20 κόμβους.

Νά βρεθεί η περίοδος και η φαινομένη περίοδος για τις παραπάνω συνθήκες καθώς και όταν το κύμα προσεγγίζει υπό γωνία 30° από τη δεξιά πλευρά του πλοίου.

Τό μήκος του κύματος σε m είναι:

$$\lambda = \frac{200}{3,281} = 60,96 \text{ m}$$

Η ταχύτητα του πλοίου σε m/sec είναι:

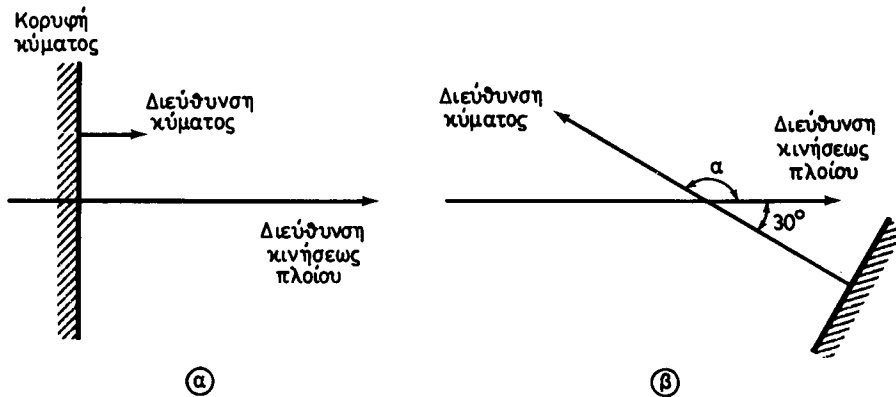
$$V = 20 \left(\frac{\text{μίλια}}{\text{ώρα}} \right) \times 1852 \left(\frac{\text{μέτρα}}{\text{μίλι}} \right) \times \frac{1}{3600} \left(\frac{\text{ώρας}}{\text{sec}} \right) = 10,29 \text{ m/sec}$$

Από τη σχέση (60), η περίοδος του κύματος είναι:

$$T \approx 0,8 \sqrt{\lambda} = 0,8 \sqrt{60,96} = 6,246 \text{ sec}$$

Από τη σχέση (61), η ταχύτητα του κύματος είναι:

$$c \approx 1,25 \sqrt{\lambda} = 1,25 \sqrt{60,96} = 9,76 \text{ m/sec}$$



Σχ. 7.7γ.

Σχετική διεύθυνση κύματος.

α) Προσέγγιση κύματος από την πρύμνη. β) Προσέγγιση κύματος υπό γωνία της πλώρης 30° από τη δεξιά πλευρά της πλώρης.

Όταν το κύμα προσεγγίζει το πλοίο από την πρύμνη [σχ. 7.7γ(α)] ($\alpha = 0$) από τη σχέση (77) έχουμε:

$$V_0 = |10,29 - 9,76| = 0,53 \text{ m/sec}$$

Από τη σχέση (76) έχουμε:

$$T_0 = \frac{\lambda}{V_0} = \frac{60,96}{0,53} = 115 \text{ sec}$$

Στήν περίπτωση που τό κύμα προσεγγίζει τό πλοίο υπό γωνία 30° από τή δεξιά πλευρά [σχ. 7.7(β)], θά έχομε $\alpha = 150^\circ$ καί επομένως $\sigma_{\text{να}} = -0,866$.

$$V_0 = |10,29 \times (-0,866) - 9,76| = 18,671 \text{ m/sec}$$

$$T_0 = \frac{\lambda}{V_0} = \frac{60,96}{18,671} = 3,26 \text{ sec}$$

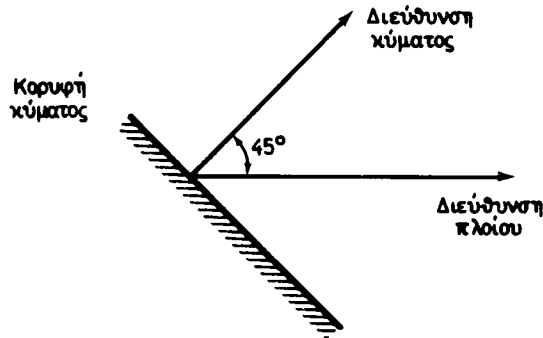
Άπό τή σχέση (77) καί από τό παραπάνω παράδειγμα βλέπομε πόσο έντονα ή αλλαγή πορείας του πλοίου (σέ σχέση μέ τό κύμα) ή ή μεταβολή τής ταχύτητάς του μπορεί νά έπηρεάσει τή φαινομένη περίοδο του κύματος καί επομένως νά βοηθήσει στην άποφυγή του συντονισμού. Δυστυχώς σέ άρκετές περιπτώσεις οι χειριστές των πλοίων, για νά άποφύγουν τό χάσιμο χρόνου, δέ αλλάζουν ούτε τήν πορεία ούτε τήν ταχύτητα, έστω καί άν τό πλοίο πραγματοποιεί άνεπίτρεπτες κινήσεις. Η έπιμονή αυτή έχει σέ άρκετές φορές όδηγήσει σέ μεγάλες ζημιές που έχουν φθάσει σέ συνδυασμό καί μέ άλλες δυσμενείς συνθήκες μέχρι καί στην άπώλεια πλοίων.

Μεταξύ των σχετικών διευθύνσεων κινήσεως πλοίου καί κύματος οι πύο χαρακτηριστικές είναι:

- "Όταν $\alpha = 0$, έχομε **κύμα που άκολουθεί** (Following seas).
- "Όταν $\alpha = 0$, έχομε **κύμα αντίθετο** (Head seas).
- "Όταν $\alpha = 90^\circ$, έχομε **θάλασσα από τήν πλευρά** (Beam seas).

Παράδειγμα.

Νά έκτιμηθεϊ τί θά συμβεί στό πλοίο του παραδείγματος τής παραγράφου 7.7.1 (άπό πλευράς διατοίχισμού) άν αυτό κινείται μέ ταχύτητα 15 κόμβους καί μέ πορεία που σχηματίζει γωνία 45° ως προς τήν ταχύτητα του κύματος (σχ. 7.7δ στό όποιο φαίνεται ή σχετική διεύθυνση κύματος).



Σχ. 7.7δ.
Σχετική διεύθυνση κύματος.

Έδω έχομε $\alpha = 45^\circ$ καί $\sigma_{\text{να}} = 0,707$. Η ταχύτητα του πλοίου είναι:

$$V = 15 \times \frac{1852}{3600} = 7,716 \text{ m/sec}$$

Ἡ ταχύτητα τοῦ κύματος εἶναι:

$$c \approx 1,25 \sqrt{64,61} = 10,05 \text{ m/sec}$$

Ἡ φαινομένη ταχύτητα τοῦ κύματος εἶναι:

$$V_0 = |7,716 \times 0,707 - 10,05| = 4,594 \text{ m/sec}$$

Ἡ φαινομένη περίοδος τοῦ κύματος θά εἶναι:

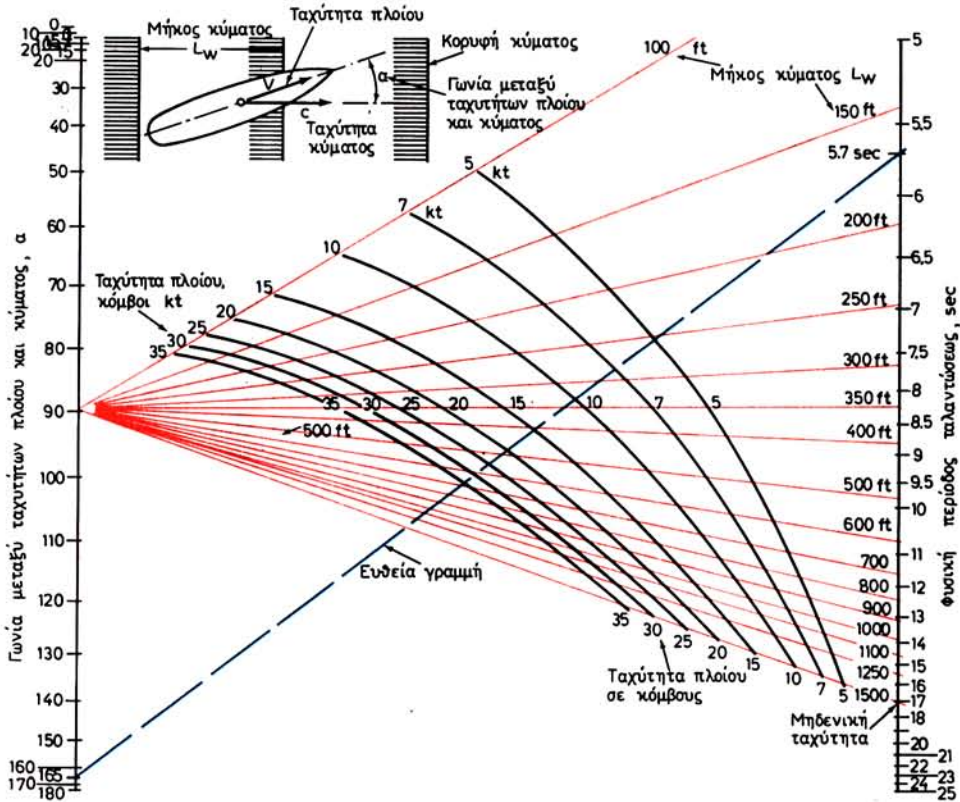
$$T_0 = \frac{\lambda}{V_0} = \frac{64,61}{4,594} = 14,064 \text{ sec}$$

Ἔτσι ἔχομε:

$$\frac{T_0}{T_\phi} = \frac{14,064}{7,14} = 1,97$$

Ἀπό τό σχῆμα 7.7β:

$$\frac{\Phi_{\max}}{\Phi} = 1,3$$



Σχ. 7.7ε.
Νομογράφημα συντονισμού.

Άρα: $\Phi_{\max} = 1,3 \times 0,114 = 0,1482$ άκτίνια ή σέ μοίρες

$$\Phi_{\max} = 0,1482 \times \frac{360}{2\pi} = 8,5 \text{ μοίρες}$$

Γιά τήν εύκολότερη εύρεση τής πιθανότητας συντονισμού σέ διατοιχισμό, προνευτασμό ή ταλάντωση έμβαπτίσεως, μπορούμε νά χρησιμοποιήσουμε τό νομογράφημα συντονισμού τοῦ σχήματος 7.7ε. Συνδέοντας μέ μία εὐθεία τή φυσική περίοδο τοῦ πλοίου, σέ οποιαδήποτε ἀπό τίς παραπάνω τρεῖς κινήσεις, μέ τή γωνία α πού σχηματίζουν οἱ διευθύνσεις κινήσεως τοῦ πλοίου καί τοῦ κύματος ἔχομε (πάνω στήν εὐθεία) ὄλους τούς δυνατούς συνδυασμούς μήκους κύματος καί ταχύτητας πού ὀδηγοῦν σέ συντονισμό. Στό παράδειγμα τοῦ σχήματος ἔχομε ἕνα πλοῖο μέ περίοδο προνευτασμοῦ 5,7 sec, ὅταν ἡ γωνία α εἶναι 165°. Σ' αὐτήν τήν περίπτωση, ὅταν τό πλοῖο κινεῖται μέ ταχύτητα 10 κόμβους, συντονίζεται μέ κύμα μήκους 325', ἐνῶ ὅταν κινεῖται μέ 20 κόμβους ἔχομε συντονισμό μέ κύμα μήκους 470'.

7.8 Στατιστική εξέταση τῶν κινήσεων τοῦ πλοίου σέ μή κανονικά κύματα.

Στά προηγούμενα κεφάλαια δόθηκαν μερικά στοιχεῖα γιά τίς κινήσεις πού πραγματοποιεῖ ἕνα πλοῖο πού ταξιδεύει σέ περιβάλλον κανονικῶν κυμάτων. Τίς περισσότερες ὄμως φορές ἡ θαλασσοταραχή περιλαμβάνει μία σειρά ὄχι κανονικῶν κυμάτων. Ἡ περιγραφή μιᾶς τέτοιας καταστάσεως τής θάλασσας γίνεται μέ τά λεγόμενα **φάσματα ἐνέργειας τοῦ κύματος**, πού περιγράφουν μέ μαθηματικό τρόπο τήν κατάσταση (ἀπό πλευρᾶς κύματος) πού ἐπικρατεῖ σέ μία περιοχὴ ὅταν, πνέει ἄνεμος μέ συγκεκριμένη ἔνταση.

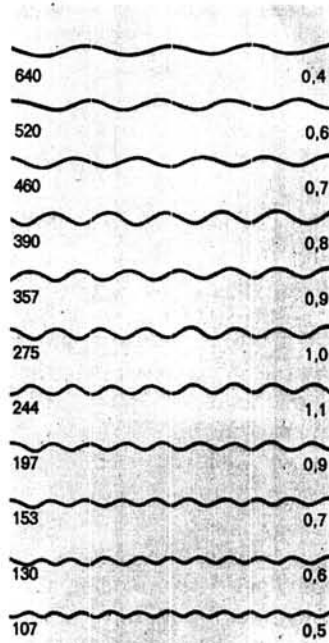
Στό σχῆμα 7.8 φαίνεται ἕνα μή κανονικό κύμα. Στό κάτω μέρος τοῦ σχήματος, βλέπομε μία σειρά ἀπό κανονικά κύματα μέ διάφορα ὕψη καί μήκη πού ὅταν ἀθροισθοῦν θά δώσουν τό μή κανονικό κύμα. Μέ μία τέτοια ἀνάλυση μπορούμε στή συνέχεια μέ μαθηματικές μεθόδους νά κατασκευάσουμε τό φάσμα ἐνέργειας τοῦ κύματος πού προαναφέραμε.

Μέ τίς πληροφορίες πού δίνουν τά παραπάνω φάσματα καί μέ ἄλλα στοιχεῖα πού προκύπτουν ἀπό πειράματα σέ δεξαμενές προτύπων, εἶναι δυνατό νά βρεθοῦν σέ στατιστική μορφή, διάφορες πληροφορίες πού σχετίζονται μέ τή λειτουργία του. Τέτοιες πληροφορίες εἶναι π.χ. πόσες φορές θά ξενερίσει ἡ πλώρη ἢ ἡ πρύμνη τοῦ πλοίου ἢ τί πιθανότητα ἔχει ἡ κατακόρυφη ἐπιτάχυνση νά ὑπερβεῖ κάποια τιμή, ὅταν τό πλοῖο ἀντιμετωπίσει θαλασσοταραχὴ πού ἀντιστοιχεῖ σέ ἕνα ὀρισμένο φάσμα. Μιά ἄλλη σοβαρὴ πληροφορία πού μπορεῖ νά βρεθεῖ μέ τίς παραπάνω μεθόδους εἶναι ἡ μείωση τής ταχύτητας τοῦ πλοίου πού θά προκύψει ὡς ἀποτέλεσμα τής θαλασσοταραχῆς.

Οἱ παραπάνω στατιστικὲς πληροφορίες εἶναι πάρα πολύ χρήσιμες γιά:

- Τή σύγκριση διαφόρων πλοίων μεταξύ τους.
- Τήν εξέταση διαφόρων ἀλλαγῶν στή μορφή τοῦ πλοίου πρὶν αὐτό σχεδιασθεῖ.
- Τήν ἀπόκτηση στατιστικῶν πληροφοριῶν πού σχετίζονται μέ τήν ἐκμετάλλευση τοῦ πλοίου.

Μη κανονικό κύμα



Μήκος κύματος
σε μέτρα

Ύψος κύματος
σε μέτρα

Σχ. 7.8.

Άνάλυση κύματος σε συνιστώσες.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΟΓΔΩΟ

ΒΑΣΙΚΑ ΣΧΕΔΙΑ ΚΑΙ ΜΕΛΕΤΕΣ ΓΙΑ ΤΗΝ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗ ΠΛΟΙΟΥ

8.1 Κατάταξη σχεδίων και μελετών.

Γιά να κατασκευασθεῖ ἓνα πλοῖο, χρειάζεται να ἐκπονηθεῖ μεγάλος ἀριθμὸς σχεδίων καὶ μελετῶν. Ἀνάλογα μὲ τὴ χρονικὴ περίοδο πού ἐκπονοῦνται τὰ παραπάνω σχέδια καὶ οἱ μελέτες, ἀνάλογα μὲ τὶς λεπτομέρειες πού περιέχουν καὶ τὸ σκοπὸ τους, μποροῦν νὰ καταταγοῦν σέ:

- α) **Προκαταρκτικὰ σχέδια καὶ μελέτες**, πού περιγράφουν, σέ πολὺ γενικὲς γραμμές, τὰ τεχνικὰ χαρακτηριστικὰ ἑνὸς πλοίου πού πρόκειται νὰ κατασκευασθεῖ.
- β) **Σχέδια συμβολαίου**, πού προκύπτουν ἀπὸ τὰ προκαταρκτικὰ σχέδια, ἀλλὰ περιέχουν πολὺ περισσότερες λεπτομέρειες, ὥστε νὰ εἶναι δυνατὴ μὲ αὐτὰ ἡ πλήρης περιγραφή τοῦ πλοίου καὶ τῶν συστημάτων του στό συμβόλαιο πού ὑπογράφεται γιὰ τὴν κατασκευὴ του.
- γ) **Λεπτομερειακὰ κατασκευαστικὰ σχέδια**, πού περιέχουν ὅλες τὶς ἀπαραίτητες λεπτομέρειες τοῦ πλοίου καὶ τῶν συστημάτων του καὶ ἔχουν τέτοιο βαθμὸ πληρότητας, ὥστε νὰ εἶναι δυνατὴ μὲ αὐτὰ ἡ κατασκευὴ τοῦ πλοίου ἀπὸ τὸ ναυπηγεῖο.

Τὰ προκαταρκτικὰ σχέδια καὶ οἱ μελέτες, καθὼς καὶ τὰ σχέδια τοῦ συμβολαίου μποροῦν νὰ ἐκπονηθοῦν ἀπὸ τὸ γραφεῖο τοῦ πλοιοκτῆτη ἢ ἀπὸ ἀνεξάρτητο γραφεῖο μελετῶν ἢ καὶ ἀπὸ τὸ ναυπηγεῖο. Ἀντίθετα, τὰ κατασκευαστικὰ σχέδια ἐκπονοῦνται σχεδὸν πάντοτε ἀπὸ τὸ ναυπηγεῖο πού θὰ κατασκευάσει τὸ πλοῖο.

Ἐνας ἀρκετὰ μεγάλος ἀριθμὸς ἀπὸ τὰ παραπάνω σχέδια καὶ μελέτες ὑπάρχει στό ἀρχειο τοῦ πλοίου μὲ σκοπὸ νὰ χρησιμοποιηθοῦν ἀπὸ τὸ πλήρωμα στὶς διάφορες φάσεις κατασκευῆς του. Τὰ σχέδια αὐτὰ μποροῦν, γενικά, νὰ καταταγοῦν σέ:

- Περιγραφικὰ καὶ
- Κατασκευαστικὰ.

Μία ἄλλη κατάταξη τῶν σχεδίων, ἀνάλογα μὲ τὸν τομέα πού καλύπτουν, εἶναι ἡ παρακάτω:

- Σχέδια δυνατοτήτων καὶ χαρακτηριστικῶν.
- Σχέδια σκάφους.
- Μηχανολογικὰ σχέδια.
- Ἡλεκτρολογικὰ σχέδια.

Γιὰ ἓνα πλοῖο, πού πρόκειται νὰ κατασκευασθεῖ σύμφωνα μὲ τοὺς κανονισμοὺς κάποιου Νηογνώμονα, εἶναι ἀπαραίτητη ἡ ἐγκριση ἀπὸ τὸ Νηογνῶμονα ὀρισμένου ἀριθμοῦ σχεδίων.

Τὰ σχέδια πού πρέπει νὰ ἐγκριθοῦν, ποικίλλουν ἀπὸ Νηογνῶμονα σέ Νηογνώ-

μονα. Ένδεικτικά αναφέρομε ότι σύμφωνα με τούς κανονισμούς του ABS θά πρέπει νά υποβληθοῦν σ' αὐτόν γιά ἔγκριση τά παρακάτω σχέδια:

- Κατασκευαστικό μέσης τομῆς.
- Κατασκευαστική πλάγια ὄψη τοῦ πλοίου.
- Κατασκευαστικά καταστρωμάτων.
- Κατασκευαστικά πυθμένα καί ἐνισχύσεων τοῦ πυθμένα.
- Τοποθετήσεως νομέων.
- Ἐλασμάτων διπυθμένου.
- Ἀναπύγματος ἔλασμάτων.
- Ὑποστηλωμάτων καί ἄλλων ἐνισχύσεων.
- Κατασκευαστικά φρακτῶν.
- Κατασκευαστικά σηράγγων ἀξόνων.
- Κατασκευαστικά ἀναφωτῖδων μηχανοστασίου καί βάσεων μηχανῶν καί μηχανημάτων.
- Κατασκευαστικά πλώρης καί ἐνισχύσεων τῆς πλώρης.
- Κατασκευαστικά πρύμνης καί ἐνισχύσεων τῆς πρύμνης.
- Κατασκευαστικά πηδαλίου.
- Κατασκευαστικά στηριγμάτων ἐλικοφόρων ἀξόνων.
- Κατασκευαστικά ὑπερκατασκευῶν.
- Κατασκευαστικά ἀνοιγμάτων ἀμπαριῶν καί συστημάτων κλεισίματός τους.
- Κατασκευαστικά συστημάτων χειρισμοῦ ἀγκυρῶν.

Ἐπίσης, εἶναι ἀπαραίτητο νά δίνονται πρὸς ἔγκριση στήν Κρατική Ἀρχή, πού εἶναι ἐπιφορτισμένη μέ τόν ἔλεγχο καί τήν παρακολούθηση τῆς ἀσφάλειας καί τῆς καλῆς καταστάσεως τοῦ πλοίου, καί ὀρισμένα ἄλλα σχέδια καί μελέτες.

Γιά τήν «ἀναγνώριση» π.χ. ἑνός πλοίου ὡς ἑλληνικοῦ ἐπιβατικοῦ, εἶναι ἀπαραίτητο νά υποβάλλονται στήν Ἐπιθεώρηση Ἐμπορικῶν Πλοίων τοῦ Υ.Ε.Ν. σύμφωνα μέ τό Β.Δ. 569/13/31 Αὐγούστου 68, τά παρακάτω σχέδια καί μελέτες:

1. Σχέδιο γραμμῶν.
2. Σχέδιο γενικῆς διατάξεως πλοίου.
3. Σχέδιο ἀναπύγματος ἔλασμάτων.
4. Ὑδροστατικό διάγραμμα.
5. Σχέδιο καμπυλῶν εὐστάθειας.
6. Σχέδιο διατάξεως δεξαμενῶν μέ χωρητικότητες.
7. Σχέδιο μέγιστου νομέα.
8. Σχέδιο κλιμάκων βυθισμάτων-Deadweight.
9. Σχέδιο καταστρώματος μέ στοιχεῖα ἀντοχῆς.
10. Σχέδιο διατάξεως μηχανοστασίου-ἠλεκτροστασίου.
11. Σχέδιο βάσεων μηχανῶν καί μηχανημάτων.
12. Κατασκευαστικό σχέδιο πηδαλίου.
13. Σχέδιο μεταδόσεως κινήσεως ἀπό τή γέφυρα στό πηδάλιο.
14. Σχέδιο ἐδράσεως ἀξόνων.
15. Σχέδιο διατάξεως δικτύου ὑγροῦ ἔρματος-κύτους-πυρκαϊᾶς.
16. Σχέδιο πυρίμαχης προστασίας καί μέσων ἀνιχνεύσεως πυρκαϊᾶς.
17. Σχέδιο διατάξεως χώρων ἐπιβατῶν.
18. Σχέδιο διατάξεως σωστικῶν μέσων.
19. Σχέδιο λεπτομερειῶν ἠλεκτρολογικῆς ἐγκαταστάσεως.

20. Μελέτη κατακλύσεως.
21. Μελέτη γραμμής φορτώσεως.
22. Μελέτη άρχικης ευστάθειας.
23. Μελέτη ευστάθειας μετά από βλάβη.
24. Μελέτη ίσολογισμού ηλεκτρικής ενέργειας.
25. Περιγραφή μηχανών και μηχανημάτων.
26. Περιγραφή μέσων φορτοεκφορτώσεως.
27. Περιγραφή συστημάτων άσυρμάτου-ραδιοτηλεφωνίας.
28. Περιγραφή σωστικών μέσων.

Υπάρχουν έκτός από τό Β.Δ. 569/13/31 Αύγουστου 68, καί άλλα νομοθετημένα κείμενα πού καθορίζουν τά σχέδια πού πρέπει νά υποβληθοῦν στήν Ἐπιθεώρηση Ἐμπορικῶν Πλοίων πρὶν ἀπὸ τήν κατασκευή πλοίου.

Στίς ἐπόμενες παραγράφους θά γίνει ἀπαρίθμηση καί σύντομη περιγραφή τῶν σχεδίων (κυρίως περιγραφικῶν) καί μελετῶν, πού τήν ὑπαρξη καί χρησιμοποίησή τους πρέπει νά γνωρίζει ὁ Πλοίαρχος καί οἱ Ἀξιωματικοί τοῦ Πλοίου.

8.2 Σχέδια καί μελέτες πού ἰσχύουν γιά ὅλα τά πλοία.

8.2.1 Σχέδιο γραμμῶν (*Lines Plan*).

Τό σχέδιο αὐτό ἀποτελεῖ τή βάση τῆς γεωμετρίας τοῦ πλοίου καί εἶναι ἀπόλυτα ἀπαραίτητο γιά τήν πραγματοποίηση τῶν περισσοτέρων μελετῶν.

Ἐξαιτίας τοῦ πολύπλοκου σχήματος τοῦ πλοίου, δέν εἶναι δυνατή ἡ παράσταση του μέ τίς συνηθισμένες τρεῖς ὀψεις (κάτοψη, πρόοψη καί πλάγια ὄψη) τοῦ μηχανολογικοῦ σχεδίου. Γιά τήν παράσταση τοῦ πλοίου εἶναι ἀπαραίτητη ἡ τομὴ του ἀπὸ τρία συστήματα παραλλήλων ἐπιπέδων. Δηλαδή ἐπιπέδων πού εἶναι παράλληλα πρὸς:

- Τήν ἴσαλο σχεδιάσεως.
- Τό ἐπίπεδο συμμετρίας τοῦ πλοίου.
- Τό ἐπίπεδο τῆς μέσης τομῆς.

Οἱ προβολές τῶν τομῶν τοῦ περιβλήματος τοῦ πλοίου μέ τά παραπάνω ἐπίπεδα δίνουν τό σχέδιο γραμμῶν πού ἀποτελεῖται ἀπὸ τρία τμήματα:

- Τό σχέδιο ἐγκαρσίων τομῶν (*Body plan*).
- Τό σχέδιο τῶν παρισάλων (*Half-breadth plan*).
- Τό σχέδιο διαμήκων τομῶν (*Profile ἢ sheer plan*).

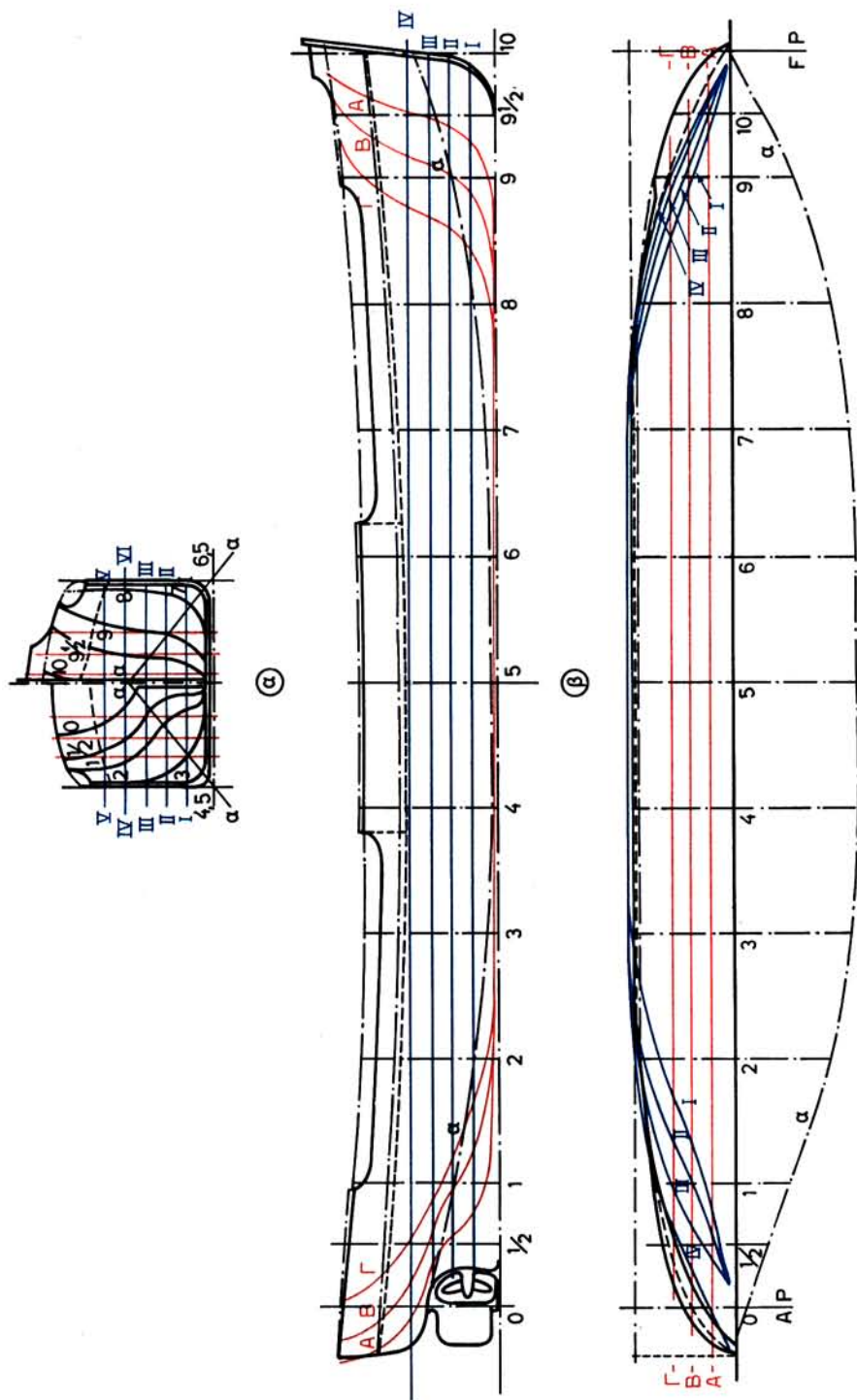
Στό σχέδιο 8.2α φαίνεται τυπικό σχέδιο γραμμῶν πλοίου.

8.2.2 Σχέδιο δυνατοτήτων πλοίου (*Capacity Plan*).

Τό σχέδιο αὐτό περιλαμβάνει μία διαμήκη τομὴ τοῦ πλοίου, κατόψεις τῶν καταστρωμάτων καί, ὀρισμένες φορές, μερικές χαρακτηριστικές ἐγκάρσιες τομές, μέ ἐπεξηγήσεις πάνω στή χρήση κάθε χώρου. Στό σχέδιο αὐτό περιέχονται, συνήθως, οἱ παρακάτω οὐσιαστικές γιά τήν ἐκμετάλλευση τοῦ πλοίου, πληροφορίες:

- α) Βασικές διαστάσεις.
- β) Κύρια χαρακτηριστικά τοῦ συστήματος προώσεως.
- γ) Στοιχεῖα τῶν δεξαμενῶν τοῦ πλοίου (πόσιμο νερό, τροφοδοτικό νερό, ὑγρὸ ἔρμα, λάδι λιπάνσεως, πετρέλαιο).

Στά στοιχεῖα τῶν δεξαμενῶν περιλαμβάνεται ἡ θέση τους, πού περιγράφεται



γ

Σχ. 8.2α.

Τυπικό σχέδιο γραμμών πλοίου.

α) Σχέδιο ἐγκάρσιων τομών. β) Σχέδιο διαμήκων τομών. γ) Σχέδιο παρισάλλων.

μέ τους νομείς καί τά καταστρώματα πού τίς ὀρίζουν, οἱ ὄγκοι καί τά βάρη τῶν ὑγρῶν πού θά δεχθοῦν, ἡ θέση τοῦ κέντρου βάρους κάθε δεξαμενῆς (κατά τους τρεῖς ἄξονες) καί οἱ ἐλεύθερες ἐπιφάνειες.

- δ) Πληροφορίες γιά τήν ἀνυψωτική ἱκανότητα τῶν ἀνυψωτικῶν μέσων τοῦ πλοίου.
- ε) Διαστάσεις τῶν ἀνοιγμάτων τῶν ἀμπαριῶν.
- στ) Ὅγκοι καί κέντρα βάρους (κατά τους τρεῖς ἄξονες) τῶν ἀμπαριῶν τοῦ πλοίου.
- ζ) Κλίμακα ἐκτοπίσματος καί Deadweight ἀπό τήν ὁποία, μέ βάση τό μέσο βύθισμα τοῦ πλοίου, μποροῦν νά βρεθοῦν: τό ἐκτόπισμα, τό Deadweight, tn/cm ἢ ἀνά in βυθίσεως καί ἡ ροπή μεταβολῆς διαγωγῆς κατά 1 cm ἢ 1 in. Στήν κλίμακα αὐτή εἶναι χαραγμένη καί ἡ γραμμή φορτώσεως τοῦ πλοίου.
- η) Στοιχεῖα γιά τόν ἀριθμό ἐπιβατῶν πού μπορεῖ νά μεταφέρει τό πλοῖο (γιά ἐπιβατικά πλοῖα μόνο).

8.2.3 Σχέδια γενικῆς διατάξεως (General Arrangement Plans).

Μπορεῖ νά εἶναι ἓνα μόνο σχέδιο ἢ περισσότερα, ἀνάλογα μέ τό πόσα καταστρώματα ὑπάρχουν. Τό σχέδιο ἢ τά σχέδια γενικῆς διατάξεως περιέχουν πλάγια ὄψη τοῦ πλοίου καί κατόψεις καταστρωμάτων. Μοιάζουν ἀρκετά μέ τό σχέδιο δυνατοτήτων πλοίου, μέ τή διαφορά ὅτι ἔχουν λιγότερες περιγραφικές πληροφορίες καί περισσότερες λεπτομέρειες σχετικές μέ τήν ἐσωτερική διάταξη τοῦ πλοίου, π.χ. ἐσωτερική διάταξη τοῦ σαλονιοῦ ἢ τοῦ ἐστιατορίου σ' ἓνα ἐπιβατικό πλοῖο.

8.2.4 Ὑδροστατικό διάγραμμα (Hydrostatic Curves).

Τό ὑδροστατικό διάγραμμα εἶναι μία δέσμη ἀπό καμπύλες πού μᾶς δίνουν τή μεταβολή διαφόρων γεωμετρικῶν χαρακτηριστικῶν τοῦ πλοίου. Ὁ τρόπος μέ τόν ὁποῖο ὑπολογίζονται τά διάφορα στοιχεῖα πού περιέχονται στό ὑδροστατικό διάγραμμα καί ἡ λεπτομερῆς περιγραφή του γίνεται στό βιβλίο: «Εὐστάθεια-Φόρτωση» του Ἰδρύματος Εὐγενίδου.

Τά στοιχεῖα τοῦ ὑδροστατικοῦ διαγράμματος ἔχουν ἐξαιρετική χρησιμότητα γιά τόν πλοίαρχο, γιατί χρησιμοποιοῦνται σέ ὑπολογισμούς σχετικούς μέ τή φόρτωση τοῦ πλοίου.

Ὅλες οἱ πληροφορίες δίνονται ὡς συναρτήσεις τοῦ μέσου βυθίσματος ἢ τοῦ βυθίσματος στό κέντρο πλευστότητας.

Συνοπτικά, τό ὑδροστατικό διάγραμμα περιέχει τίς παρακάτω πληροφορίες:

- α) Τόν ὄγκο ἐκτοπίσματος σέ m^3 ἢ ft^3 .
- β) Τό ἐκτόπισμα σέ γλυκό νερό σέ tn (μετρικούς ἢ ἀγγλικούς).
- γ) Τό ἐκτόπισμα σέ θάλασσα σέ tn (μετρικούς ἢ ἀγγλικούς).
- δ) Τή διαμήκη θέση τοῦ κέντρου ὄγκου, μετρούμενη σέ m ἢ ft ἀπό τήν πρυμναία κάθετο ἢ τό μέσο τοῦ πλοίου.
- ε) Τή διαμήκη θέση τοῦ κέντρου πλευστότητας τοῦ πλοίου, μετρούμενη σέ m ἢ ft ἀπό τήν πρυμναίη κάθετο ἢ τό μέσο τοῦ πλοίου.
- στ) Τήν κατακόρυφη θέση τοῦ κέντρου ὄγκου πάνω ἀπό τήν τρόπιδα, σέ m ἢ ft.
- ζ) Τούς tn/cm ἢ ἀνά in παράλληλης βυθίσεως τοῦ πλοίου.
- η) Τή ροπή μεταβολῆς διαγωγῆς τοῦ πλοίου κατά 1 cm ἢ in σέ τονόμετρα ἢ τονόποδες ἀντίστοιχα.

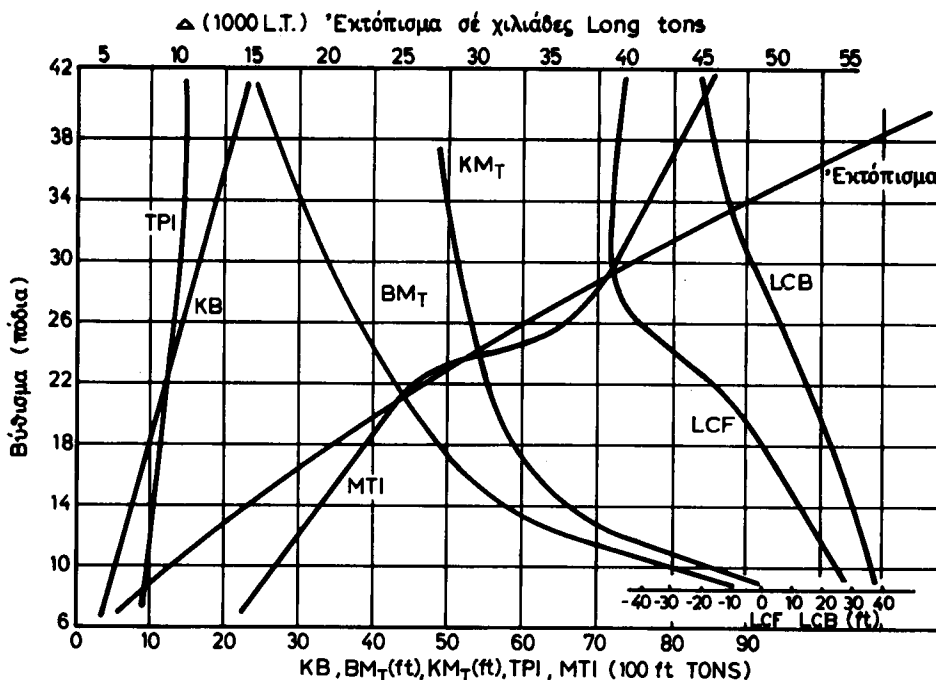
θ) Τήν κατακόρυφη θέση του ἐγκάρσιου μετακέντρου (πάνω από τήν τρόπιδα), σε m ή ft.

ι) Τούς συντελεστές λεπτότητας γάστρας.

ια) Τή βρεχόμενη ἐπιφάνεια.

Γιά μεγαλύτερη διευκόλυνση του πλοιάρχου οι παραπάνω πληροφορίες σε πολλά πλοία δίνονται, ἐκτός από τή μορφή δέσμης καμπυλών, καί με τή μορφή πίνακα.

Ένα τυπικό ὑδροστατικό διάγραμμα φαίνεται στο σχήμα 8.2β.



Σχ. 8.2β.

Ἐκτόπισμα

ΥΠΟΜΝΗΜΑ

TPI = tn/in βυθίσματος LT/in

KB = Κατακόρυφη θέση κέντρου ὄγκου (ft)

BM_T = Ἐγκάρσια μετακεντρική ἀκτίνα (ft)

KM_T = Κατακόρυφη θέση ἐγκάρσιου μετακέντρου (ft)

LCB = Διαμήκης θέση κέντρου ὄγκου (ἀπό τό μέσο σε ft)

LCF = Διαμήκης θέση κέντρου πλευστότητας (ἀπό τό μέσο σε ft)

MTI = Ροπή μεταβολῆς διαγωγῆς κατά 1 in (tn-ft/in)

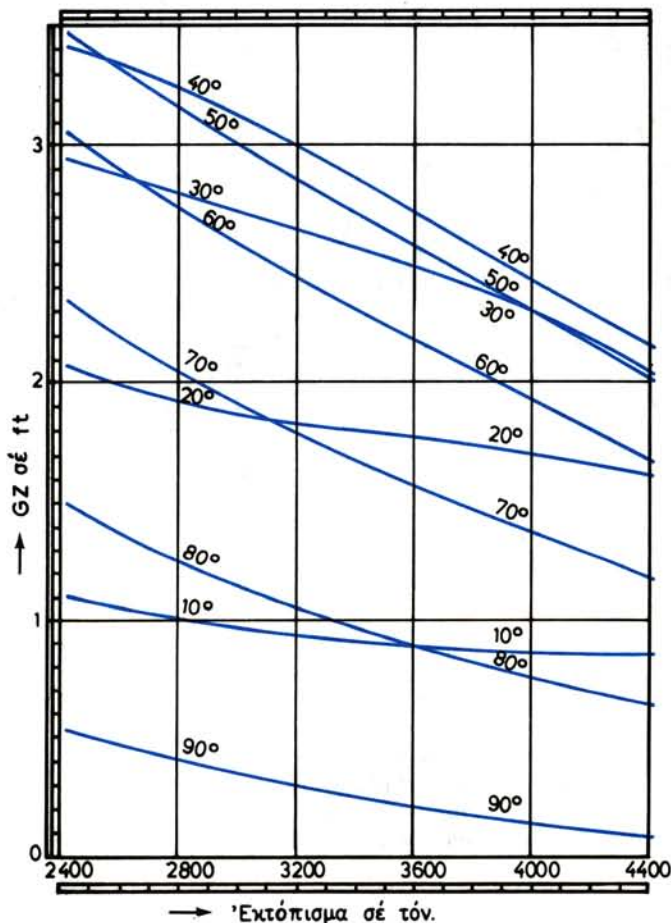
8.2.5 Παραμετρικές καμπύλες ευστάθειας (Cross Curves of Stability).

Τό σχέδιο αὐτό περιγράφεται λεπτομερῶς στο βιβλίο: «Ευστάθεια - Φόρτωση» του Ἰδρύματος Εὐγενίδου.

Περιλαμβάνει μιά δέσμη ἀπό καμπύλες ἀπό τίς ὁποῖες καθεμιά δίνει τή μεταβο-

λή του μοχλοβραχίονα έπαναφοράς του πλοίου (GZ) σέ συνάρτηση μέ τό έκτόπισμα, γιά κάθε γωνία έγκάρσιας κλίσεως (σχ. 8.2γ).

Κάθε τέτοιο σχέδιο βασίζεται σέ μία ύποθετική κατακόρυφη θέση του κέντρου βάρους. Γιά όποιαδήποτε άλλη θέση του κέντρου βάρους, οι πληροφορίες του σχεδίου (μοχλοβραχίονες έπαναφοράς GZ) πρέπει νά διορθώνονται. Πολύ συχνά οι ύπολογισμοί γίνονται γιά $KG = 0$ (παρόλο πού μία τέτοια τιμή είναι αδύνατη) έπειδή έτσι προκύπτουν πιά εύανάγνωστες καμπύλες. "Αν γνωρίζομε σέ κάποια κατάσταση φόρτου τό έκτόπισμα του πλοίου καί τήν κατακόρυφη θέση του κέντρου βάρους, μπορούμε, από τά στοιχεία του σχεδίου παραμετρικών καμπύλων εύστάθειας, νά σχεδιάσομε τήν **καμπύλη εύστάθειας**, άπαραίτητη σέ πολλούς ύπολογισμούς πού σχετίζονται μέ τή φόρτωση καί εύστάθεια του πλοίου.



Σχ. 8.2γ.

Παραμετρικές καμπύλες εύστάθειας.

8.2.6 Σχέδιο αναπύγματος έλασμάτων (Shell Expansion Plan).

Τό σχέδιο αναπύγματος έλασμάτων δίνει, σέ επίπεδη μορφή, τήν παράπλευρη επιφάνεια κάθε πλευράς του πλοίου. Τό σχέδιο αυτό περιέχει συνοπτικά:

- α) Άριθμολόγηση μέ γράμματα καί άριθμούς τών έλασμάτων του περιβλήματος του πλοίου.
- β) Διαστάσεις καί πάχος κάθε έλάσματος.
- γ) Θέσεις συγκολλήσεων μεταξύ τών έλασμάτων.
- δ) Θέσεις νομένων καί φρακτών.
- ε) Άλλες κατασκευαστικές λεπτομέρειες.

Ειδικότερα γιά τό πάχος τών έλασμάτων, στό σχέδιο του αναπύγματος αναγράφεται τό άρχικό καί έγκεκριμένο από τό Νηογνώμονα πάχος. Τά άποτελέσματα από κάθε μέτρηση του πάχους τών έλασμάτων του πλοίου, καταγράφονται σέ ένα αντίγραφο του σχεδίου αναπύγματος, γιά νά είναι έτσι δυνατή ή σύγκριση μέ τά άρχικά καί ο προγραμματισμός έπισκευών (άντικαταστάσεων έλασμάτων) του περιβλήματος του πλοίου.

Ένα τυπικό σχέδιο αναπύγματος έλασμάτων φαίνεται στό σχήμα 8.2δ. Στο σχήμα αυτό βλέπομε έπίσης καί τό άνάπτυγμα ενός καταστρώματος.

8.2.7 Κατασκευαστικό σχέδιο μέσης τομής (Midship Section Structural Plan).

Τό σχέδιο αυτό δίνει τά βασικά στοιχεΐα από τήν κατασκευαστική διαμόρφωση τής μέσης τομής του πλοίου. Πιο συγκεκριμένα, τό κατασκευαστικό σχέδιο τής μέσης τομής του πλοίου περιλαμβάνει στοιχεΐα γιά:

- α) Τά πάχη τής επίπεδης τρόπιδας του πυθμένα, τών πλευρών καί τών καταστρωμάτων.
- β) Τίς θέσεις καί διαστάσεις τών διαμήκων ένισχύσεων.
- γ) Τή διαμόρφωση του διπυθμένου, αν υπάρχει.
- δ) Τή διαμόρφωση τών άνοιγμάτων τών άμπαριών.
- ε) Τή διαμόρφωση κiónων, αν υπάρχουν.
- στ) Άλλα κατασκευαστικά στοιχεΐα.

Περισσότερες λεπτομέρειες γιά τό σχέδιο αυτό δίνονται στό κεφάλαιο 9 πού άναφέρεται στήν κατασκευή του πλοίου.

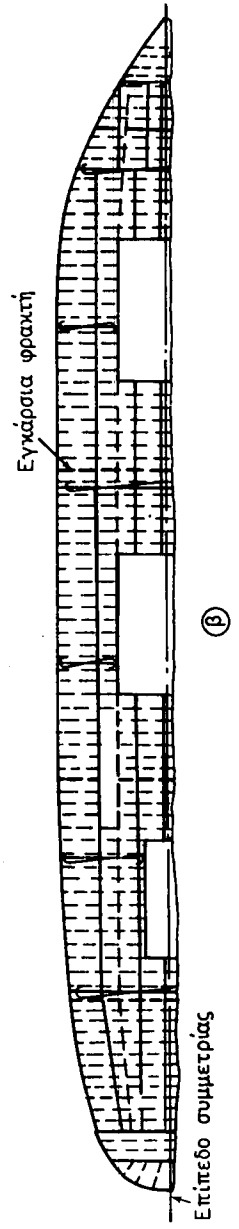
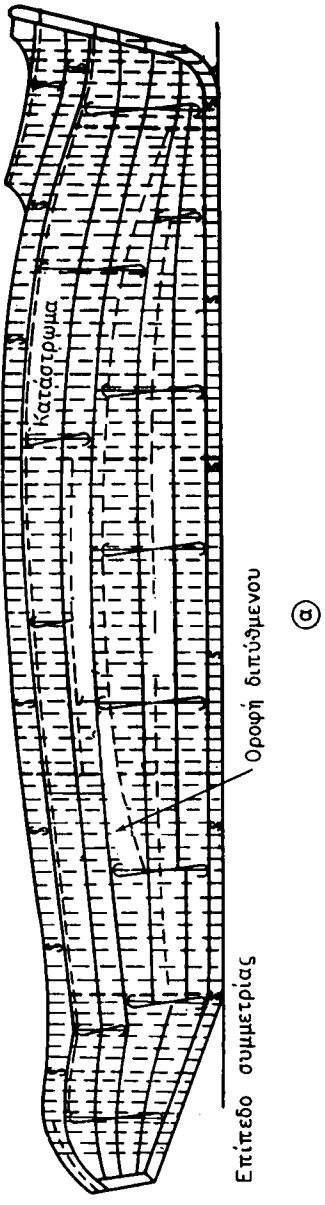
8.2.8 Κατασκευαστικές πλάγιες δψεις καί καταστρώματα (Profiles and Decks).

Τά σχέδια αυτά, μαζί μέ τό κατασκευαστικό σχέδιο τής μέσης τομής, συμπληρώνουν τή γενική περιγραφή τής κατασκευαστικής δομής του πλοίου.

Λεπτομέρειες γιά τίς πληροφορίες πού περιέχουν, δίνονται στό κεφάλαιο 9.

8.2.9 Σχέδια συσχέτισμού ταχύτητας - στροφών - ίπποδυνάμεις - καταναλώσεις.

Τά παραπάνω σχέδια είναι βασικά γιά τή σωστή έκμετάλλευση του πλοίου. Πιο συγκεκριμένα, μέ τίς πληροφορίες αυτών τών σχεδίων είναι δυνατός ο συσχέτισμός ταχύτητας καί καταναλώσεως, πού είναι ζωτικής σημασίας γιά τή λήψη αποφάσεων πού έπηρεάζουν τήν οικονομική λειτουργία του πλοίου. Στοιχεΐα γιά τόν τρόπο χρησιμοποίησεως τών πληροφοριών έχουν δοθει στήν παράγραφο 6.14.



Σχ. 8.26.

Άναπτυγμα έλασμάτων.

α) Σχέδιο άναπτύγματος έλασμάτων. β) Σχέδιο άναπτύγματος καταστρώματος.

8.3 Σχέδια και μελέτες για έπιβατικά πλοία.

8.3.1 Γενικά.

Έπειδή τά έπιβατικά πλοία χρησιμοποιούνται για τή μεταφορά μεγάλου άριθμού έπιβατών κάθε ήλικίας και μάλιστα όχι έξοικειωμένους μέ τό θαλάσσιο στοιχείο, είναι άπαραίτητο νά πληρούν ειδικούς κανονισμούς ασφάλειας.

Ή άπόδειξη άλλα κυρίως οι προϋποθέσεις για τήν εξασφάλιση τής τηρήσεως τών παραπάνω κανόνων ασφάλειας, έπιβάλλει τήν έκπόνηση είδικών μελετών. Ή γνώση τών άποτελεσμάτων πού θά προκύψουν άπό τίσ μελέτες είναι ουσιαστική για τόν πλοίαρχο, γιατί τοϋ έπιτρέπει νά γνωρίζει:

- α) Μέχρι πού μπορεί νά φθάσει ή ασφάλεια τοϋ πλοίου του, κυρίως άπό τήν άποψη κατακλύσεως διαμερισμάτων.
- β) Τί πρέπει νά γίνεται στό πλοίο, για νά είναι τά παραπάνω περιθώρια ασφάλειας **πράγματι** εξασφαλισμένα.

Στά έπόμενα θά δοθεί μία συνοπτική περιγραφή τών είδικών αυτών μελετών. Περισσότερα στοιχεία για τή χρησιμοποίησή τους θά δοθούν στό σχετικό μέ τήν άντιμετώπιση βλαβών κεφάλαιο.

8.3.2 Σχέδια προστασίας άπό πυρκαϊά (*Fire Control Plans*).

Τά σχέδια προστασίας άπό πυρκαϊά πρέπει, όπωσδήποτε, νά υπάρχουν στό πλοίο και νά είναι, όπωσδήποτε, άναρτημένα σέ συγκεκριμένα σημεία του.

Τά σχέδια αυτά είναι στην ουσία σχέδια γενικής διατάξεως τοϋ πλοίου, πού περιέχουν:

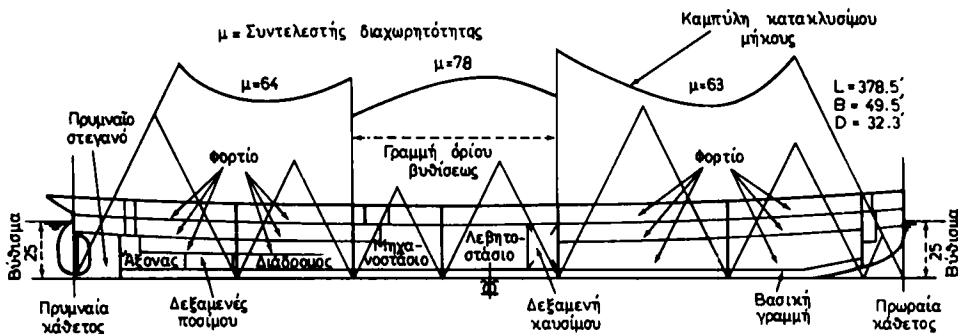
- α) Τίσ ζώνες προστασίας και τούς σταθμούς έλέγχου για κάθε κατάστρωμα.
- β) Τά σημεία σημάσεως πυρκαϊάς.
- γ) Τά συστήματα άνιχνεύσεως πυρκαϊάς.
- δ) Τίσ λεπτομέρειες τοϋ συστήματος ραντίσεως.
- ε) Τόν έξοπλισμό για τήν καταπολέμηση τής πυρκαϊάς.
- στ) Τρόπους διαφυγής άπό κάθε διαμέρισμα.
- ζ) Λεπτομέρειες για τό χειρισμό τών άνεμιστήρων και τών διαφραγμάτων τοϋ δικτύου άερισμοϋ.

8.3.3 Μελέτη κατακλύσεως (*Floodable Lengths Curve*).

Σ' αυτή εξετάζονται οι έπιπτώσεις άπό τήν κατάκλυση ενός ή περισσοτέρων διαδοχικών στεγανών διαμερισμάτων στον προσδιορισμό τής ισάλου στην όποία θά πλεύσει τό πλοίο στό τέλος τής κατακλύσεως. Για τούς σχετικούς ύπολογισμούς θά πρέπει νά γνωρίζομε:

- Τό βύθισμα στό όποιο πλέει τό πλοίο άρχικά.
- Τή θέση και τό μέγεθος τοϋ διαμερίσματος ή τών διαμερισμάτων πού θεωρούνται ότι βρίσκονται σέ έπικοινωνία μέ τή θάλασσα.
- Τό βαθμό στον όποιο μπορεί νά γεμίσει τό νερό τό διαμέρισμα λόγω τής παρουσίας μέσα σ' αυτό διαφόρων άντικειμένων (διαχωρητότητα).

Τά άποτελέσματα αυτής τής μελέτης βρίσκονται συγκεντρωμένα σέ ένα σχέδιο τό όποιο ονομάζεται **σχέδιο κατακλυσίμων μηκών** (*floodable length curve*). Τό σχέδιο αυτό (σχ. 8.3α) δείχνει σέ ποιά στεγανά διαμερίσματα ή σέ ποιούς συνδυα-



Σχ. 8.3α.
Σχέδιο κατακλισίμων μηκών.

σμούς στεγανών διαμερισμάτων είναι δυνατή ή κατάκλιση, χωρίς να δημιουργείται βύθιση του πλοίου σε σημείο που να πλησιάζει τό **κατάστρωμα στεγανής υποδιαίρεσης** (subdivision deck) στην πλευρά (στεγανό κατάστρωμα μέχρι τό όποιο φθάνουν οι στεγανές φρακτές) σε απόσταση μικρότερη από 3 in.

Υποτίθεται ότι όταν ή στάθμη του νερού βρίσκεται χαμηλότερα από τό παραπάνω όριο, που όνομάζεται **Γραμμή Όριου Βυθίσσεως** (margin line), θά άποφευχθεί ή προοδευτική κατάκλιση καί άλλων διαμερισμάτων από ανοίγματα πάνω άπό τό κατάστρωμα στεγανής υποδιαίρεσης, πράγμα που θά μπορούσε να δημιουργήσει όλική βύθιση του πλοίου. Οι σχετικοί όπολογισμοί γίνονται για κατάσταση ήρεμου νερού (χωρίς κυματισμό).

Τό σχέδιο κατακλισίμων μηκών δέ δίνει στοιχεία ούτε για τά τελικά (μετά την κατάκλιση) βυθίσματα ούτε για την τελική ευστάθεια του πλοίου.

Οι εύθειες που φέρονται στά άκρα των στεγανών φρακτών του πλοίου σχηματίζουν μέ την όριζόντια γωνία $63^{\circ} 26'$. Όταν τό σημείο τομής δύο τέτοιων εύθειών βρίσκεται κάτω άπό την καμπύλη, ή κατάκλιση του διαμερίσματος δέ θά έπιφέρει βύθιση του πλοίου πιδό κάτω άπό τή **Γραμμή Όριου βυθίσσεως**. Τό ίδιο ίσχύει για κάθε ζευγάρι διαδοχικών διαμερισμάτων. Στο σχήμα 8.3α κανένα διαμέρισμα, άν κατακλισθεί μόνο του, δέ δημιουργεί βύθιση του πλοίου κάτω άπό την γραμμή του όριου βυθίσσεως.

Οι καμπύλες που φαίνονται στο σχήμα άντιστοιχούν σε συγκεκριμένο άρχικό βύθισμα του πλοίου. Για άλλα βυθίσματα θά είχαμε άλλες καμπύλες. Όσο τό βύθισμα αύξάνεται τόσο οι καμπύλες κατεβαίνουν χαμηλότερα.

8.3.4 Μελέτη ευστάθειας στην άθικτη κατάσταση.

Λέμε ότι ένα πλοίο βρίσκεται σε **άθικτη κατάσταση**, όταν κανένα άπό τά διαμερίσματά του δέ βρίσκεται σε έλεύθερη έπικοινωνία μέ τή θάλασσα.

Ένα έπιβατικό πλοίο όφείλει, σύμφωνα μέ τους κανονισμούς, να ίκανοποιεί, όταν βρίσκεται σε άθικτη κατάσταση, όρισμένες άπαιτήσεις ευστάθειας. Συνοπτικά, οι άπαιτήσεις αυτές άφορούν στο μέγεθος τής έγκάρσιας κλίσεως του πλοίου κάτω άπό την έπίδραση των παρακάτω αίτιών.

α) Τής δυσμενοϋς κατανομής καί άριθμού έπιβατών, όπου εξετάζονται οι έπιπτώσεις που δημιουργούνται στην ευστάθεια, όταν ύποτεθεί ότι όλοι οι έπι-

βάτες του πλοίου βρίσκονται στα ανώτερα καταστρώματα και μάλιστα προς τή μία πλευρά τους.

β) Της επιδράσεως ανέμου από τήν πλευρά, όπου εξετάζονται οι έπιπτώσεις που δημιουργούνται στην ευστάθεια, όταν τό πλοίο ύφίσταται τήν πνοή, από τήν πλευρά, ανέμου συγκεκριμένης έντάσεως.

γ) Της στροφής του πλοίου μέ τή μέγιστη ταχύτητα.

Οι συγκεκριμένες παράμετροι γιά τίς τιμές των όποιων εξετάζονται τά παραπάνω θέματα, καθώς καί οι άπαραίτητες άπαιτήσεις συμπεριφορής του πλοίου καθορίζονται από νομοθετημένους κανονισμούς.

Η δυνατότητα ενός συγκεκριμένου πλοίου νά ίκανοποιήσει τίς παραπάνω άπαιτήσεις, εξαρτάται από τά βυθίσματα στα όποια πλέει καί από τό μετακεντρικό του ύψος. Μέ βάση τά παραπάνω, τά άποτελέσματα τής μελέτης ευστάθειας σε άθικτη κατάσταση συνοψίζονται σε ένα σχέδιο (μιά καμπύλη) συσχετισμού του μετακεντρικού ύψους καί του βυθίσματος που εξασφαλίζει όριακά τήν ίκανοποίηση των κανονισμών. Πιο συγκεκριμένα, ή παραπάνω καμπύλη δίνει γιά κάθε βύθισμα τό **έλάχιστο μετακεντρικό ύψος** που πρέπει νά έχει τό πλοίο, γιά νά ίκανοποιεί τούς κανονισμούς. Έναλλακτικά, αντί γιά τό έλάχιστο μετακεντρικό ύψος, ή καμπύλη μπορεί νά δίνει τήν ύψηλότερη έπιτρεπόμενη κατακόρυφη θέση του κέντρου βάρους (μέγιστο KG).

Μέ τόν παραπάνω τρόπο παραστάσεως των άποτελεσμάτων είναι εύκολο γιά τόν πλοίαρχο νά διαπιστώσει, μέ ένα ύπολογισμό ζυγίσεως μόνο (εϋρεση μέσου βυθίσματος καί KG), κατά πόσο ίκανοποιούνται οι κανονισμοί ευστάθειας στην άθικτη κατάσταση.

8.3.5 Μελέτη ευστάθειας μετά από βλάβη.

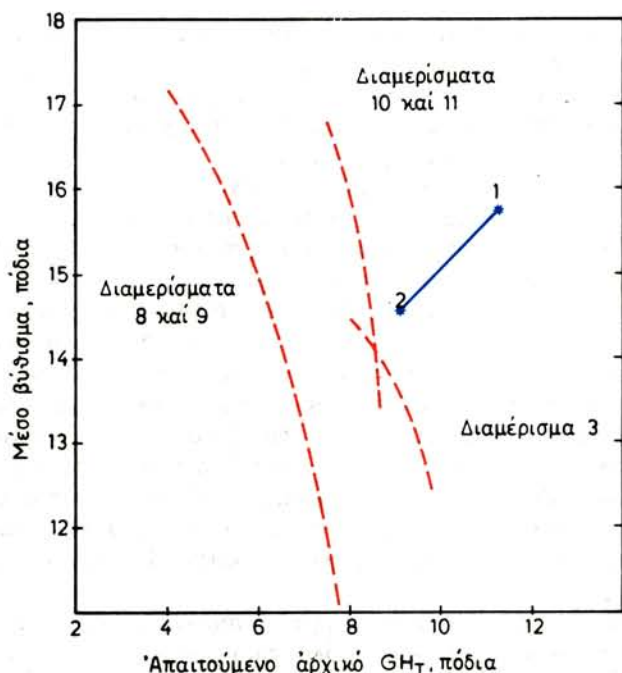
Λέμε ότι ένα πλοίο βρίσκεται σε **κατάσταση βλάβης**, όταν ένα ή περισσότερα διαδοχικά διαμερίσματά του βρίσκονται σε έλεύθερη έπικοινωνία μέ τή θάλασσα. Γιά παράδειγμα, αν σε ένα πλοίο δημιουργηθεί ρήγμα πάνω σε μία έγκάρσια φρακτική, μπορούμε νά πούμε ότι έχει ύποστεί βλάβη σε δύο στεγανά διαμερίσματα.

Όπως καί στην άθικτη κατάσταση, ένα πλοίο σε κατάσταση βλάβης πρέπει, σύμφωνα μέ τούς κανονισμούς, νά ίκανοποιεί όρισμένες άπαιτήσεις ευστάθειας καί πλευστότητας. Οι λεπτομέρειες των σχετικών κανονισμών περιέχονται στο βιβλίο «Ευστάθεια-Φορτώσεις» του Ίδρύματος Ευγενίδου.

Η μελέτη ευστάθειας μετά από βλάβη έχει σκοπό νά έπιβεβαιώσει τή δυνατότητα του πλοίου νά ίκανοποιήσει τούς σχετικούς κανονισμούς. Ταυτόχρονα, από τή μελέτη προκύπτουν καί όρισμένοι συγκεκριμένοι περιορισμοί που σχετίζονται μέ τή χρησιμοποίηση του πλοίου (π.χ. ή ύποχρέωση μερικές δεξαμενές του πλοίου νά είναι πάντοτε γεμάτες):

Όπως καί στην άθικτη κατάσταση, τά άποτελέσματα τής μελέτης μπορούν νά συνοψισθούν σε ένα διάγραμμα μέ μία δέσμη από καμπύλες, ή καθεμία άπο τίς όποιες δίνει σε κάθε βύθισμα τό άπαιτούμενο (γιά ένα συνδυασμό διαμερισμάτων) **έλάχιστο άρχικό** (πρίν από τή βλάβη) **μετακεντρικό ύψος** γιά τήν ίκανοποίηση των άπαιτήσεων των κανονισμών. Παράδειγμα ενός τέτοιου διαγράμματος φαίνεται στο σχήμα 8.3β.

Στό σχήμα αυτό βλέπομε τίς άπαιτήσεις σε μετακεντρικό ύψος γιά τήν ίκανοποίηση των κανονισμών γιά τούς συνδυασμούς των διαμερισμάτων 8, 9, 10 καί 11 καθώς καί γιά τό διαμέρισμα 3. Έπίσης στο σχήμα φαίνονται καί δύο καταστά-



Σχ. 8.3β.

Απαιτήσεις μετακεντρικού ύψους για κάλυψη των απαιτήσεων ευστάθειας μετά από βλάβη.
 1) Κατάσταση πλήρους φόρτου-αναχώρηση. 2) Κατάσταση πλήρους φόρτου-10% κατανάλωση καυσίμου.

σεις φορτώσεως του πλοίου οι οποίες βρίσκονται δεξιότερα από όλες τις καμπύλες, γεγονός που υποδηλώνει την Ικανοποίηση των σχετικών απαιτήσεων.

8.4 Σχέδια και μελέτες ειδικά για φορτηγά πλοία.

8.4.1 Γενικά.

Λόγω της μεγάλης ποικιλίας των τύπων των φορτηγών πλοίων και δεξαμενοπλοίων, είναι δύσκολο να περιγράψει κανείς κατά ένιαίο τρόπο τα σχέδια και τις μελέτες, που παρουσιάζουν ιδιαίτερο ενδιαφέρον για τον πλοίαρχο. Στο κεφάλαιο αυτό θα δοθούν συνοπτικές πληροφορίες για:

- Τό έγχειρίδιο ευστάθειας.
- Τή μελέτη φορτώσεως σιτηρών.

Λεπτομέρειες για τις σχετικές μελέτες αναφέρονται στο βιβλίο: «Ευστάθεια - Φόρτωση» του Ίδρυματος Ευγενίδου.

8.4.2 Έγχειρίδιο ευστάθειας (Stability Manual).

Οι διάφοροι κρατικοί οργανισμοί που έχουν ως σκοπό την ασφάλεια της ναυσιπλοΐας και οι Νηογνώμονες έχουν θέσει κανονισμούς που σχετίζονται κυρίως με τη μορφή και τις ιδιότητες της καμπύλης ευστάθειας σε κάθε κατάσταση φορτώσεως ενός φορτηγού πλοίου.

Τό *έγχειρίδιο ευστάθειας* είναι μία μελέτη πού έπιβεβαιώνει τήν ικανότητα του πλοίου νά ικανοποιήσει τούς σχετικούς κανονισμούς.

Συνοπτικά ένα έγχειρίδιο ευστάθειας περιέχει τίς παρακάτω πληροφορίες:

- Παραμετρικές καμπύλες ευστάθειας.
- Στοιχεία του πειράματος ευστάθειας.
- Στοιχεία για τίς ελεύθερες επιφάνειες τών δεξαμενών.
- Υπολογισμούς για τόν έλεγχο ικανοποιήσεως τών κανονισμών σέ συγκεκριμένες καταστάσεις φορτώσεως του πλοίου.
- Στοιχεία τά όποια πρέπει νά χρησιμοποιηθοῦν από τόν πλοίαρχο, για νά γίνουν από τόν ίδιο υπολογισμοί σέ καταστάσεις φορτώσεως εκτός από εκείνες πού περιέχονται στή μελέτη.

8.4.3 Μελέτες φορτώσεως σιτηρών (Grain Loading Manual).

Άπό όλα τά φορτία πού μπορεί νά μεταφέρει ένα φορτηγό πλοίο, τά σιτηρά παρουσιάζουν τήν ιδιομορφία νά μετακινούνται όταν τό πλοίο παίρνει έγκάρσιες κλίσεις. Η ιδιότητα αυτή τών σιτηρών έπηρεάζει δυσμενώς τή συμπεριφορά του πλοίου καί μπορεί νά δημιουργήσει επικίνδυνα προβλήματα ευστάθειας.

Γιά τόν παραπάνω λόγο, ή Διεθνής Σύμβαση για τήν Άσφάλεια τής Άνθρώπινης Ζωής στή θάλασσα έχει θεσπίσει ειδικούς κανονισμούς πού πρέπει νά ικανοποιούν τά φορτηγά πλοία όταν πρόκειται νά μεταφέρουν σιτηρά.

Η μελέτη πού έπιβεβαιώνει τήν ικανοποίηση αυτών τών κανονισμών από ένα πλοίο ονομάζεται **μελέτη φορτώσεως σιτηρών**. Έπιπλέον ή μελέτη φορτώσεως σιτηρών περιέχει καί όρισμένα ειδικά μέτρα πού πρέπει νά λαμβάνονται, ώστε τό συγκεκριμένο πλοίο νά ικανοποιεί τίς απαιτήσεις τών κανονισμών (π.χ. τοποθέτηση μέσα στά άμπάρια διαμήκων διαχωρισμάτων).

Συνοπτικά μία μελέτη φορτώσεως σιτηρών περιέχει τίς παρακάτω πληροφορίες:

- α) Παραμετρικές καμπύλες ευστάθειας.
- β) Στοιχεία για τίς χωρητικότητες, τά κέντρα βάρους καί τίς ελεύθερες επιφάνειες τών δεξαμενών.
- γ) Στοιχεία για τίς χωρητικότητες καί τά κέντρα βάρους τών άμπαριών.
- δ) Υπολογισμούς για τόν έλεγχο ικανοποιήσεως τών κανονισμών σέ συγκεκριμένες καταστάσεις φορτώσεως του πλοίου.
- ε) Στοιχεία πού απαιτείται νά χρησιμοποιηθοῦν από τόν πλοίαρχο, για νά γίνουν από τόν ίδιο υπολογισμοί σέ καταστάσεις φορτώσεως εκτός από εκείνες πού περιέχονται στή μελέτη.

ΜΕΡΟΣ ΔΕΥΤΕΡΟ

ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΑΠΟ ΤΗΝ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗ ΤΟΥ ΠΛΟΙΟΥ

ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΕΝΑΤΟ

ΥΛΙΚΑ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗΣ ΤΟΥ ΠΛΟΙΟΥ ΚΑΙ ΤΩΝ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ ΤΟΥ – ΔΟΚΙΜΕΣ ΥΛΙΚΩΝ

9.1 Γενικά.

Ἡ ἐπιλογή τῶν διαφόρων ὑλικῶν γιά τήν κατασκευή τοῦ πλοίου καί τῶν συστημάτων του καθορίζεται ἀπό τή μελέτη τῶν εἰδικῶν συνθηκῶν καί ἀπαιτήσεων γιά κάθε συγκεκριμένη ἐφαρμογή. Γιά τήν ὀρθή ἐπιλογή κάθε ὑλικοῦ, ἀπαιτοῦνται γνώσεις ἀπό διάφορους τομείς τῆς ἀντοχῆς τῶν ὑλικῶν, τῆς μεταλλουργίας καί τῆς ναυτικῆς μηχανολογίας.

Γιά τήν ἐπιλογή τοῦ ὑλικοῦ κατασκευῆς τοῦ πλοίου πρέπει νά λαμβάνονται ὑπόψη οἱ παρακάτω παράγοντες:

- α) Οἱ συνθήκες κάτω ἀπό τίς ὁποῖες θά χρησιμοποιηθεῖ τό ὑλικό. Σ' αὐτές περιλαμβάνεται καί τό μέγεθος τῶν καταπονήσεων πού ἀναμένονται.
- β) Ἡ προηγούμενη πείρα γιά τήν ἀποδοτικότητα τῶν ὑλικῶν σέ κάθε σύστημα.
- γ) Οἱ εἰδικές ἀπαιτήσεις πού προκύπτουν ἀπό τήν ἐφαρμογή τῶν κανονισμῶν τοῦ Νηογνώμονα ἢ ἄλλων νομοθετημένων κανονισμῶν.
- δ) Οἱ εἰδικοί περιορισμοί πού ἐπιβάλλονται ἀπό τίς μεθόδους ἐπεξεργασίας τῶν ὑλικῶν ἀπό τό ναυπηγεῖο.
- ε) Ἄλλες εἰδικές ἀπαιτήσεις, ὅπως π.χ. εἶναι ἡ ἐπιτυχημένη συμπεριφορά τῶν ὑλικῶν σέ διαβρώσεις, ὀξειδώσεις ἢ ὑψηλή θερμοκρασία.

Γιά τήν κατασκευή ἑνός πλοίου χρησιμοποιεῖται μιά τεράστια ποικιλία ὑλικῶν πού γενικά μποροῦν νά καταταγοῦν σέ:

- **Μεταλλικά ὑλικά**, ὅπως ὁ χάλυβας καί τό ἀλουμίνιο.
- **Μη μεταλλικά ὑλικά**, ὅπως εἶναι τό ξύλο καί τά πλαστικά.

Ἡ συμπεριφορά ἑνός μεταλλικοῦ ὑλικοῦ ἐξαρτᾶται γενικά ἀπό:

- Τή χημική του σύσταση.
- Τή θερμική κατεργασία πού ἔχει γίνει στό ὑλικό.
- Τίς μηχανικές ἰδιότητες τοῦ ὑλικοῦ, πού εἶναι ἀποτέλεσμα τῆς χημικῆς συστάσεως καί τῆς κατεργασίας.

Ἡ χημική σύσταση καί ἡ θερμική κατεργασία ἑνός ὑλικοῦ ἀνήκουν στόν ἐξειδικευμένο τομέα γνώσεων τοῦ μεταλλουργοῦ μηχανικοῦ.

9.2 Μηχανικές Ιδιότητες τών υλικών και τρόποι πειραματικής διαπιστώσεώς τους.

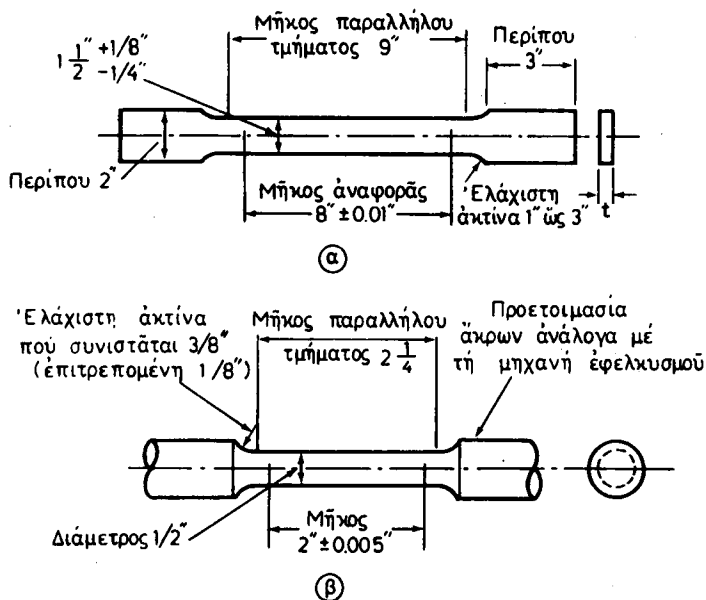
Ἡ ἀρμοδιότητα γιά τήν ἐπιθεώρηση καί τή διαπίστωση (μέ πειράματα) τών μηχανικῶν ἰδιοτήτων τών υλικῶν (κυρίως τοῦ χάλυβα), πού θά χρησιμοποιηθοῦν γιά τήν κατασκευή τοῦ πλοίου καί τών συστημάτων του, ἀνήκει στούς ἐπιθεωρητές τοῦ Νηογνώμονα.

Κάθε υλικό, μετά τήν ἐπιβεβαίωση τών μηχανικῶν ἰδιοτήτων του ἀπό τοὺς ἐπιθεωρητές τοῦ Νηογνώμονα, θεωρεῖται *ἀποδεκτό* καί μπορεῖ νά χρησιμοποιηθεῖ ἀπό τό ναυπηγεῖο. Γιά παράδειγμα τά ἐλάσματα, πού χρησιμοποιοῦνται στήν κατασκευή τοῦ πλοίου, εἶναι σφραγισμένα μέ τήν εἰδική σφραγίδα τοῦ Νηογνώμονα καί τό γεγονός αὐτό ἐπιβεβαιώνει ὅτι οἱ ἰδιότητες τοῦ υλικοῦ εἶναι σύμφωνες (καί ἔχουν ἐπιβεβαιωθεῖ) ἀπό τοὺς ἐπιθεωρητές τοῦ Νηογνώμονα.

Στούς κανονισμούς τών Νηογνώμωνων καθορίζονται τά ὄρια τών ἰδιοτήτων τοῦ υλικοῦ πού ἐπιτρέπουν τό χαρακτηρισμό του ὡς *ἀποδεκτό* γιά τή χρησιμοποίησή του στό πλοῖο.

9.2.1 Τό πείραμα ἐφελκυσμοῦ.

Γιά τήν πραγματοποίηση τοῦ πειράματος ἐφελκυσμοῦ χρησιμοποιοῦνται συγκεκριμένα *δοκίμια* κυκλικῆς ἢ ὀρθογωνικῆς διατομῆς (σχ. 9.2α).

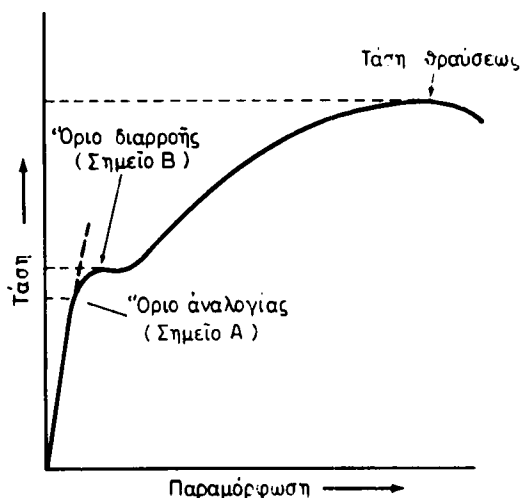


Σχ. 9.2α.

Δοκίμια ἐφελκυσμοῦ.

α) Τετραγωνικό δοκίμιο. β) Δοκίμιο κυκλικῆς διατομῆς.

Τό δοκίμιο τοποθετεῖται σέ εἰδική θέση τοῦ *μηχανήματος ἐφελκυσμοῦ* καί ἐφελκύεται προοδευτικά μέχρι τή θραύση του.



Σχ. 9.2β.
Καμπύλη τάσεως παραμορφώσεως.

Τό μηχάνημα έφελκυσμού έχει μία ειδική γραφίδα πού ή θέση της πάνω σ' ένα κομμάτι χαρτί καθορίζεται από τήν τάση πού εφαρμόζεται στό ύλικό καί από τήν παραμόρφωσή του. Έτσι πάνω στό χαρτί άπεικονίζεται κατά τήν πραγματοποίηση του πειράματος ή **καμπύλη τάσεως-παραμορφώσεως**. Μιά τέτοια καμπύλη φαίνεται στό σχήμα 9.2β.

Όπως φαίνεται από τό παραπάνω σχήμα, ή διαδικασία καταπόνησεως του ύλικού, πού τελικά όδηγεί στή θραύση του, περιλαμβάνει τά παρακάτω στάδια. Στην άρχή ή έπιμήκυνση του ύλικού είναι άνάλογη μέ τήν εφαρμοζόμενη τάση. Δηλαδή μέ τήν εφαρμογή διπλάσιας τάσεως δημιουργείται καί διπλάσια παραμόρφωση. Αυτό συνεχίζεται μέχρι κάποιο σημείο Α, τό όποίο άποτελεί τό **όριο έλαστικότητας** του ύλικού. Μικρή αύξηση του φορτίου προκαλεί όχι πιά άνάλογες παραμορφώσεις καί άκολουθεί μία φάση αύξήσεως τής παραμορφώσεως του ύλικού χωρίς αύξηση τής τάσεως. Τό τέλος αύτής τής φάσεως (σημείο Β) χαρακτηρίζεται ως τό **σημείο διαρροής**. Η τάση πού άντιστοιχεί σ' αυτό τό σημείο καί πού είναι ίση μέ τό πηλίκο του φορτίου διά τής άρχικής διατομής του δοκιμίου, όνομάζεται **τάση διαρροής**.

Μετά τό σημείο διαρροής ή τάση αύξάνεται κάπως καί στή συνέχεια έλαττώνεται μέχρι νά έπέλθει θραύση του δοκιμίου. Τό πηλίκο του μέγιστου φορτίου διά τής άρχικής διατομής του δοκιμίου όνομάζεται **άντοχή θραύσεως**.

Τόσο ή τάση διαρροής όσο καί ή άντοχή θραύσεως έκφράζονται στό μετρικό σύστημα σέ kp/mm^2 καί στό άγγλικό σέ lb/in^2 .

Μετά τή θραύση του δοκιμίου φέρομε σέ κανονική έπαφή (ταιριάζομε) τά δύο κομμάτια καί συγκρίνοντας τό άρχικό μήκος του δοκιμίου ύπολογίζομε τήν **έπιμήκυνση**. Η έπιμήκυνση έκφράζεται ως ποσοστό του άρχικού μήκους του δοκιμίου.

Τό πηλίκο μεταξύ τής μικρότερης διατομής πού διαπιστώνεται μετά τή θραύση καί τής άρχικής διατομής του δοκιμίου (έκφρασμένο σάν ποσοστό τής άρχικής διατομής) όνομάζεται **μείωση τής έπφάνειας του δοκιμίου**.

Συνοψίζοντας, τὰ ἀποτελέσματα ἑνὸς πειράματος ἐφέλκυσμοῦ καὶ τὰ λοιπὰ σχε-
τικά στοιχεῖα πού καταγράφονται σέ ἕνα τέτοιο πείραμα εἶναι:

- Εἶδος δοκιμίου (κυκλικῆς ἢ ὀρθογωνικῆς διατομῆς).
- Μῆκος (ἀρχικό) δοκιμίου.
- Διατομή (ἀρχική) δοκιμίου.
- Τάση διαρροῆς.
- Ἀντοχή θραύσεως.
- Ἐπιμήκυνση.
- Μείωση τῆς ἐπιφάνειας τοῦ δοκιμίου.

9.2.2 Τό πείραμα κάμψεως.

Γιά τήν περίπτωση ὑλικοῦ ἐλασμάτων καί μορφοδοκῶν, χρησιμοποιοῦνται δοκί-
μια ὀρθογωνικῆς διατομῆς μέ πλάτος $1\frac{1}{2}$ in καί πάχος ἴσο μέ ἐκεῖνο τοῦ ὑλικοῦ.
Ἄν τό πάχος τοῦ ὑλικοῦ ὑπερβαίνει τό $1\frac{1}{2}$ τῆς ἴντσας, χρησιμοποιοῦμε δοκίμιο μέ
πάχος $\frac{1}{2}$. Τό δοκίμιο κάμπτεται μέ τήν ἐφαρμογή μιᾶς δυνάμεως στό μέσο του. Γιά
νά θεωρηθεῖ ὅτι τὰ ἀποτελέσματα τοῦ πειράματος εἶναι ἱκανοποιητικά, πρέπει τό
δοκίμιο νά καμφθεῖ κατά 180° , χωρίς νά παρουσιασθεῖ ρωγμή στήν ἐξωτερική του
πλευρά.

9.2.3 Δοκιμή κρούσεως.

Γιά τήν πραγματοποίηση αὐτῆς τῆς δοκιμῆς χρησιμοποιεῖται δοκίμιο τετραγωνι-
κῆς διατομῆς μέ πλευρά 10 mm καί μήκος 55 mm. Σέ μία πλευρά τοῦ δοκιμίου δη-
μιουργοῦμε μία ἐγκοπὴ σχήματος V μέ βάθος 2 mm καί ἄνοιγμα στό ἐπάνω μέρος
0,25 mm. Ἡ γωνία ἐγκοπῆς εἶναι 45° .

Μετά τή στερέωση τοῦ δοκιμίου στή συσκευή μέ τήν ὁποία γίνεται ἡ δοκιμή, ἀ-
φήνεται ἕνα ἐκκρεμές νά πέσει ἀπό ὀρισμένο ὕψος πάνω στό δοκίμιο ἀπό τήν ἀν-
τίθετη πλευρά τῆς ἐγκοπῆς.

Ἄπό τό ὕψος ἀπό τό ὁποῖο ἀφήνεται νά πέσει τό ἐκκρεμές καί ἀπό ἐκεῖνο στό ὁ-
ποῖο τινάσσεται μετά τή θραύση τοῦ δοκιμίου, βρίσκειται ἡ ἐνέργεια πού ἀπορρο-
φήθηκε.

Μέ τό πείραμα αὐτό ἐλέγχεται ἡ δυνατότητα ἀπορροφήσεως ἐνέργειας ἀπό τό
ὑλικό πρὶν ἀπό τή θραύση του, πού ἐπηρεάζει κυρίως τή συμπεριφορά του σέ χα-
μηλές θερμοκρασίες.

9.2.4 Μή καταστροφικές δοκιμές.

Ἄλλες οἱ παραπάνω δοκιμές, ὅπως εἶδαμε, γίνονται μέ δοκίμια πού καταστρέ-
φονται μέ τήν πραγματοποίηση τῆς δοκιμῆς.

Σέ μερικές περιπτώσεις ὅμως χρειάζεται νά ἐλεγχθεῖ τό ἴδιο τό ὑλικό πού θά
χρησιμοποιηθεῖ σέ μία κατασκευή. Ἐδῶ ἐφαρμόζομε ἄλλες μεθόδους ἐλέγχου,
πού λέγονται **μὴ καταστροφικές**, γιατί ὁ ἐλεγχος τοῦ ὑλικοῦ γίνεται χωρίς νά κατα-
στρέφεται τό δοκίμιο.

Μέ τίς παραπάνω μεθόδους ἐλέγχουμε συνήθως τήν ὑπαρξὴ ἐλαττωμάτων στό
ἔσωτερικό ἢ τήν ἐπιφάνεια τοῦ ὑλικοῦ (ρωγμές, φυσαλίδες κλπ.).

Τέτοιες μέθοδοι εἶναι:

- Οἱ ἀκτινογραφίες.

- Ό έλεγχος μέ υπερέχους.
- Ό έλεγχος μέ μαγνητικά σωματίδια.
- Ό έλεγχος μέ διεισδυτικά ύγρά.

Περισσότερα στοιχεία γιά τίς παραπάνω μεθόδους θά δοθοϋν σέ έπόμενο κεφάλαιο.

9.3 Χάλυβες πού χρησιμοποιούνται στό πλοία.

Ό χάλυβας άποτελεί σήμερα τό ύλικό πού κατεξοχήν χρησιμοποιείται στήν κατασκευή τών πλοίων καί τών συστημάτων τους.

Γενικά μπορούμε νά κατατάξομε τούς χάλυβες πού χρησιμοποιούνται στό πλοία σέ:

- Κοινούς χάλυβες.
- Ειδικούς χάλυβες.

Οί κοινοί χάλυβες πού χρησιμοποιούνται στό πλοία έχουν χημική σύσταση καί ιδιότητες πού καθορίζονται άπό τούς κανονισμούς τών Νηογνωμόνων.

Συνοπτικά στοιχεία γιά αύτούς τούς χάλυβες θά δοθοϋν στήν παράγραφο 9.4.

Στήν κατηγορία τών ειδικών χαλύβων περιλαμβάνονται:

- Οί χάλυβες ύψηλής άντοχής.
- Οί χάλυβες γιά έφαρμογές σέ χαμηλές θερμοκρασίες.
- Οί άνοξειδωτοι χάλυβες.
- Οί χάλυβες γιά ψυχρή έλαση.

Οί **χάλυβες ύψηλής άντοχής** χρησιμοποιούνται σέ κατασκευές στίς όποιες οί καταπονήσεις είναι τέτοιες πού θά επέβαλαν μεγάλα πάχη άν χρησιμοποιούνταν κοινοί χάλυβες. Τέτοιες περιπτώσεις είναι πολύ συνηθισμένες στό πολεμικά πλοία όπου μέ τούς χάλυβες ύψηλής άντοχής μπορούν νά συγκερασθοϋν οί μεγάλες καταπονήσεις μέ τήν έλαφρότητα (σέ βάρος) τής κατασκευής. Άλλά καί στό Έμπορικό Ναυτικό οί τελευταίες εξελίξεις στή μορφή τών πλοίων έχουν κάνει τή χρησιμοποίηση χαλύβων ύψηλής άντοχής άρκετά συνηθισμένη.

Τέτοιοι χάλυβες κυκλοφοροϋν στό Άμερικανικό Ναυτικό (καί άλλα Ναυτικά) μέ τά όνόματα HTS (High Tensile Steel), HY-80 καί άλλα. Άπό τό American Bureau of Shipping προδιαγράφονται οί χάλυβες AH, BH, CH καί EH μέ άντοχή θραύσεως μεταξύ 70-85000 lb/in² (50 ως 60 kp/mm²).

Ό μεταφορά ύγροποιημένων άερίων σέ δεξαμενές πλοίων είναι έφικτή μόνο σέ άρκετά χαμηλές θερμοκρασίες. Γιά παράδειγμα, τό προπάνιο ύγροποιείται στους -50 °F, ενώ τό ύδρογόνο μπορεί νά ύπάρξει σέ ύγρή μορφή σέ θερμοκρασίες κάτω άπό -423 °F. Στίς θερμοκρασίες όμως αυτές οί κοινοί χάλυβες γίνονται έξαιρετικά **ψαθυροί** (εύθραυστοι σάν κιμωλία). Γιά τό λόγο αύτό γιά τήν κατασκευή τών δεξαμενών μεταφορās τών ύγροποιημένων άερίων χρησιμοποιούνται ειδικοί **χάλυβες γιά έφαρμογή σέ χαμηλές θερμοκρασίες**. Πιο συγκεκριμένα:

- Άνθρακούχοι χάλυβες χρησιμοποιούνται γιά θερμοκρασίες μέχρι -70 °F.
- Νικελιοϋχοι (1,5 ως 3% νικέλιο) χάλυβες γιά θερμοκρασίες μέχρι -150 °F.
- Νικελιοϋχοι (9% νικέλιο) ή χάλυβες μέ στοιχεία άλουμινίου ή άνοξειδωτοι χάλυβες μπορούν νά χρησιμοποιηθοϋν σέ άκόμα χαμηλότερες θερμοκρασίες.

Άνοξειδωτοι χάλυβες χρησιμοποιούνται γιά τήν επένδυση δεξαμενών μεταφορās χημικών καί γενικά εκεί πού ή βαφή μέ ειδικά χρώματα δέν είναι έπαρκής.

Τέλος για εφαρμογές όπου κατά την προετοιμασία του χάλυβα θά χρειασθεί **ψυχρή εξέλαση**, χρειάζονται χάλυβες κάπως πιό μαλακοί από τούς κοινούς.

9.4 Προδιαγραφές Νηογνώμωνων για κοινούς χάλυβες.

Οι κανονισμοί κάθε Νηογνώμονα περιγράφουν τόν τρόπο παραγωγής, τή χημική σύσταση, τίσ μηχανικές ιδιότητες καί τή θερμική κατεργασία πού άπαιτούνται για νά θεωρηθεί ένας χάλυβας **άποδεκτός** για χρησιμοποίηση στήν κατασκευή πλοίων. Γενικά μπορεί νά είπωθει ότι κάθε Νηογνώμονας προσαρμύζει τούς κανονισμούς του σύμφωνα μέ τίσ σχετικές άπαιτήσεις τών κανονισμών πού Ισχύουν για τή βιομηχανία στή χώρα του.

Οί σχετικές άπαιτήσεις όμως δέ διαφέρουν σημαντικά μεταξύ τών διαφόρων Νηογνώμωνων. Ένδεικτικά, στόν πίνακα 9.4.1 δίνονται οί σχετικές προδιαγραφές του American Bureau of Shipping.

Οί κανονισμοί του νηογνώμονα προδιαγράφουν επίσης πού έπιτρέπεται νά χρησιμοποιηθεί ό κάθε τύπος χάλυβα. Τό ABS για παράδειγμα έπιτρέπει τή χρήση του χάλυβα τύπου A όπουδήποτε για πάχη μέχρι 19 mm. Έπίσης χάλυβας A μπορεί νά χρησιμοποιηθεί καί για μεγαλύτερα πάχη (μέχρι 51 mm) σέ οποιαδήποτε θέση εκτός από τόν πυθμένα, τά ελάσματα του ζωστήρα, τό κύριο κατάστρωμα καί μερικές άλλες θέσεις μέ Ισχυρές καταπονήσεις.

Γενικά μπορεί νά είπωθει ότι σύμφωνα μέ τούς κανονισμούς του ABS:

- Οί χάλυβες A, B καί C είναι γενικής χρήσεως.
- Ό χάλυβας D είναι σχεδόν Ισοδύναμος μέ τόν C αλλά πιό προσαρμοσμένος στίς ευρωπαϊκές προδιαγραφές.
- Σέ ειδικές εφαρμογές πού άπαιτείται μεγάλη **δυσθραυστότητα** (δυνατότητα άπορροφήσεως μεγάλης ένέργειας πρίν από ένδεχόμενη θραύση) χρησιμοποιούνται οί χάλυβες E καί CS.
- Ό χάλυβας R έχει πολύ χαμηλές προδιαγραφές καί χρησιμοποιείται μόνο σέ ειδικές περιπτώσεις καί μέ ειδική έγκριση του Νηογνώμονα.

Όπως φαίνεται στόν πίνακα 9.4.1 τά ελάσματα μετά τόν έλεγχο τους από τόν εκπρόσωπο του Νηογνώμονα σφραγίζονται. Έτσι π.χ. ένα έλασμα μέ σφραγίδα AB/C είναι του τύπου C κατά τούς κανονισμούς του American Bureau of Shipping.

9.5 Μορφές μέ τίσ όποιες χρησιμοποιείται ό χάλυβας στά πλοία.

Οί κυριότερες μορφές μέ τίσ όποιες χρησιμοποιείται ό χάλυβας στά πλοία είναι τά **ελάσματα** καί οί **μορφοδοκοί**.

Η παραγωγή τών ελασμάτων γίνεται μέ τή διέλευση του χάλυβα, μετά τή χύτευσή του από διάφορα έλαστρα μέ τά όποια πραγματοποιείται διαδοχική μείωση του πάχους. Η όλη διαδικασία πραγματοποιείται σέ ύψηλή θερμοκρασία (800 °C), ώστε ό χάλυβας νά έχει πλαστικές Ιδιότητες καί ή παραμόρφωσή του νά είναι εύκολη. Η μεταφορά του ελάσματος από τό ένα έλαστρο στό άλλο γίνεται μέ ένα σύστημα μέ κυλιόμενους κυλίνδρους καί ένδιάμεσα, εφόσον άπαιτείται, πραγματοποιείται νέα θέρμανση του χάλυβα. Ανάλογη είναι καί ή διαδικασία σχηματισμού τών μορφοδοκών.

Τά ελάσματα διακρίνονται σέ λεπτά, μέ πάχος μικρότερο από 5 mm, καί χονδρά

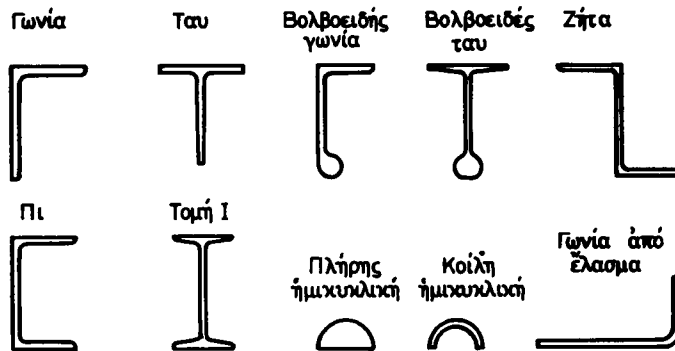
ΠΙΝΑΚΑΣ 9.4.1

ΤΥΠΟΣ		A	B	C	CS	D	E	R
ΜΕΘΟΔΟΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ	α) Ήλεκτρική κλίμακας β) Άνοικτη φλογακάμινος γ) Βασική μέθοδος αξιόγανου	α, β, γ	α, β, γ	α, β, γ	α, β, γ	α, β, γ	α, β, γ	α, β, γ
	ΧΗΜΙΚΗ ΣΥΣΤΑΣΗ	—	0,21 ΜΕΓΙΣΤΟ	0,23 ΜΕΓΙΣΤΟ	0,18 ΜΕΓΙΣΤΟ	0,21 ΜΕΓΙΣΤΟ	0,18 ΜΕΓΙΣΤΟ	—
ΠΕΙΡΑΜΑ ΕΦΕΛΚΥΣΜΟΥ	Μαγνήσιο επί τoίς έκaτo	—	0,80÷1,1	0,60÷0,90	1,00÷1,35	0,60÷1,40	0,70÷1,50	2,5 x C όπου C τo ποσοστό άνθρακα
	Φωσφόρος επί τoίς έκaτo	0,05 ΜΕΓΙΣΤΟ	0,05 ΜΕΓΙΣΤΟ	0,05 ΜΕΓΙΣΤΟ	0,05 ΜΕΓΙΣΤΟ	0,05 ΜΕΓΙΣΤΟ	0,05 ΜΕΓΙΣΤΟ	ΜΕΓΙΣΤΟ
	Θείο επί τoίς έκaτo	0,05 ΜΕΓΙΣΤΟ	0,05 ΜΕΓΙΣΤΟ	0,05 ΜΕΓΙΣΤΟ	0,05 ΜΕΓΙΣΤΟ	0,05 ΜΕΓΙΣΤΟ	0,05 ΜΕΓΙΣΤΟ	ΜΕΓΙΣΤΟ
ΠΕΙΡΑΜΑ ΕΦΕΛΚΥΣΜΟΥ	Πυρίτιο επί τoίς έκaτo	—	—	0,10÷0,35	0,10÷0,35	0,35 ΜΕΓΙΣΤΟ	0,10÷0,35	—
	Τάση θραύσεως	58000-71000 lb/in ² ή 41-50 kp/mm ²						
ΠΕΙΡΑΜΑ ΚΑΜΨΕΩΣ	Έπιμήκυνση	21% σέ μήκος δοκιμίου 8 in (200 mm) ή 24% σέ μήκος δοκιμίου 2 in (50 mm)						
	Θερμοκρασία κατά πραγματοποίηση δοκιμής	180° μέ διάμετρο ίση μέ τo τριπλάσιο τoύ πάχους τoύ δοκιμίου						
ΔΟΚΙΜΗ ΚΡΟΥΣΕΩΣ	Θερμοκρασία κατά πραγματοποίηση δοκιμής	—	—	—	—	0 °C (32 °F)	-10 °C (14 F)	—
	Ένέργεια πoύ άπορροφάται	—	—	—	—	35 ft-lb	45 ft-lb	—
	Άριθμός δοκιμίων	—	—	—	—	3 ανά 40 tn υλικoύ	3 γιά κáθε έλασμα	—
ΘΕΡΜΙΚΗ ΚΑΤΕΡΓΑΣΙΑ	—	—	έπαναφορά γιά πάχη μεγαλύτερα άπό 1 1/2 in	ΕΠΑΝΑΦΟΡΑ	—	ΕΠΑΝΑΦΟΡΑ	—	
ΕΝΔΕΙΚΤΙΚΗ ΣΦΡΑΓΙΔΑ ΝΗΘΙΣΜΟΝΑ	—	AB — A	AB — B	AB — C	AB — CS	AB — D	AB — E	AB — R

μέ πάχη μέχρι και 50 mm. Τά λεπτά ελάσματα μπορεί να είναι και γαλβανισμένα.

Τό πλάτος τών ελασμάτων εξαρτάται από τό πλάτος στό όποιο φθάνουν πρακτικά τά ελαστρα. Έλάσματα κυκλοφορούν σέ διαστάσεις ώς 12 x 3 m. Σέ ναυπηγικές όμως κατασκευές τό πλάτος είναι συνήθως από 1,5 ώς 2,5 m, ενώ τό μήκος δέν υπερβαίνει τά 8 m. Τό βάρος τών ελασμάτων μπορεί να βρεθεί εύκολα λαμβάνοντας ύπόψη ότι **ένα τετραγωνικό μέτρο ελάσματος μέ πάχος 1 mm ζυγίζει γύρω στό 8 kg.**

Οι διατομές τών μορφοδοκών έχουν διάφορα σχήματα (σχ. 9.5).

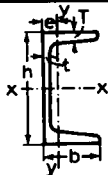


Σχ. 9.5.

Ειδικόί πίνακες τών κατασκευαστών τών μορφοδοκών δίνουν τίσ λεπτομερείς διαστάσεις τους, τό βάρος τους ανά μέτρα και άλλες χρήσιμες γεωμετρικές πληροφορίες, όπως ή επιφάνεια τής διατομής, οι ροπές αδράνειας και αντίστασης κατά τούς δύο άξονες κλπ. Ένδεικτικά ένας τέτοιος πίνακας για διατομές Π είναι ό πίνακας 9.5.1.

ΠΙΝΑΚΑΣ 9.5.1
Διαστάσεις μορφοδοκών Π

Διαστάσεις (h x b x t x T)	Διατομή F cm ²	Βάρος G kg/m	J _x cm ⁴	W _x cm ³	e cm	J _y cm ⁴	W _y cm ³	Μέγιστο πάχος mm	Διατομή F cm ²	J _x cm ⁴	W _x cm ³
200 x 85 x 11 x 14	43,3	34,0	2560	256	2,50	269	44,9	14	49,3	2760	276
220 x 90 x 11 x 15	48,6	38,1	3520	320	2,80	342	53,8	15	57,4	3870	352
240 x 95 x 12 x 15,5	55,2	43,4	4690	391	2,70	425	62,4	16	64,8	5150	429
260 x 95 x 12 x 16	58,5	45,9	5800	446	2,85	446	65,1	16	68,9	6380	491
280 x 100 x 13 x 16,5	65,9	51,7	7470	533	2,70	545	74,9	17	77,1	8200	586
300 x 100 x 14 x 17	72,1	56,6	9140	609	2,65	573	77,9	17	81,1	9810	654
320 x 100 x 14 x 17,5	75,8	59,5	10870	679	2,80	597	80,6	18	88,8	11960	748
350 x 100 x 14 x 16	77,3	60,6	12840	734	2,40	570	75,0	18	91,3	14270	815
381 x 102 x 13,34 x 16	79,7	62,8	15730	826	2,35	613	78,4	18	97,4	17870	938
400 x 110 x 14 x 18	91,5	71,8	20350	1020	2,65	846	102	18	107,5	22490	1120



e = Θέση κέντρου βάρους
J_x και J_y = Ροπή αδράνειας ως προς τούς όμύνυμους άξονες
W_x και W_y = Αντίστοιχη ροπή αντίστασης

Μερικές φορές μορφοδοκοί διαφόρων μορφών και διαστάσεων μπορούν να συνδεθούν μεταξύ τους για τό σχηματισμό περισσότερο πολυπλόκων διατομών.

Ἡ ἐπιλογή καταλλήλων μορφοδοκῶν γιά κάθε θέση γίνεται μέ βάση:

- Τίς ἀπαιτήσεις ἀντοχῆς.
- Τούς τυχόν ὑπάρχοντες γεωμετρικούς περιορισμούς.
- Τήν εὐκολία τῆς κατασκευῆς.

Ἄσ συμβολισμός τῶν μορφοδοκῶν στά κατασκευαστικά σχέδια τοῦ πλοίου περιλαμβάνει πληροφορίες γιά τό σχῆμα, τίς βασικές διαστάσεις καί τά πάχη πού χαρακτηρίζουν τή μορφοδοκό. Γιά παράδειγμα, ὁ συμβολισμός L 100 x 50 x 6 δείχνει μία ἀνισοσκελή γωνία μέ διαστάσεις πλευρῶν 100 καί 50 mm ἀντίστοιχα καί πάχος 6 mm.

Ἐκτός ἀπό μορφοδοκοῦς καί ἐλάσματα, ὀρισμένα τμήματα τῆς κατασκευῆς τοῦ πλοίου ἢ τοῦ ἐξοπλισμοῦ του μπορεῖ νά εἶναι χυτά ἢ *σφυρήλατα* (ὅπως τό ποδόστημα καί τό κοράκι).

9.6 Κράματα ἄλουμινίου.

Σέ μικρά σκάφη καί σέ ὀρισμένα σημεῖα μεγάλων σκαφῶν, ὅπου ἡ οἰκονομία βάρους καί σέ μερικές περιπτώσεις ἡ ἀποφυγή διαβρώσεων ἔχουν ἰδιαίτερη σημασία, χρησιμοποιοῦνται τά τελευταῖα χρόνια κράματα ἄλουμινίου.

Ἄν καί ἡ ἀντοχή θραύσεως τοῦ ἄλουμινίου μέ θερμικές κατεργασίες μπορεῖ νά αὐξηθεῖ πολύ, τά κράματα πού χρησιμοποιοῦνται στά πλοῖα ἔχουν ἀντοχή θραύσεως μεταξύ 14000 καί 23000 lb/in².

Τά σημαντικότερα προβλήματα κατά τή χρησιμοποίηση τοῦ ἄλουμινίου στά πλοῖα εἶναι:

- α) Ἡ ἀνάγκη πραγματοποίησεως τῶν συγκολλήσεων σέ εἰδικό περιβάλλον (ἀδρανοῦς ἀερίου) γιά ἀποφυγή δημιουργίας διαβρώσεων μετά τή συγκόλληση.
- β) Ἡ ἀπώλεια τῆς ἀντοχῆς τοῦ ἄλουμινίου μετά ἀπό σημαντική θέρμανσή του.
- γ) Ἡ ἀνάγκη παρεμβολῆς μεταξύ ἄλουμινίου καί χάλυβα (στά σημεῖα συνδέσεως) ἰσχυρῆς μονώσεως γιά νά ἀποφύγομε τή *γαλβανική διάβρωση*.

9.7 Ὑλικά σωληνώσεων.

Ἐνας ἀριθμός ἀπό τά δίκτυα πού ἔχουν μεγάλη σημασία γιά τό πλοῖο, χρησιμοποιεῖται γιά θαλάσσιο νερό. Ἀποτέλεσμα αὐτοῦ εἶναι νά δημιουργοῦνται σοβαρά προβλήματα διαβρώσεων. Ὁ παράγοντας αὐτός ἐπηρεάζει πολύ σημαντικά τήν ἐπιλογή τοῦ ὑλικοῦ τῶν σωληνώσεων αὐτῶν τῶν δικτύων.

Στίς πῖο συνθησιμένες περιπτώσεις ἐμπορικῶν πλοίων τά δίκτυα θαλασσινοῦ νεροῦ εἶναι κατασκευασμένα ἀπό σίδηρο ἢ χάλυβα καί ἔχουν ἕνα ἐσωτερικό στρώμα *ἐπιψευδαργυρώσεως* (γαλβάνισμα). Ὁ ρυθμός μέ τόν ὁποῖο χάνεται τό ὑλικό ἐνός τέτοιου σωλήνα εἶναι γύρω στά 0,15 mm τό χρόνο. Ὁ ρυθμός αὐτός μπορεῖ νά γίνει ἀκόμη καί δεκαπλάσιος καί ἐπηρεάζεται δυσμενῶς ἀπό:

- Τήν αὐξηση τῆς ταχύτητας τοῦ νεροῦ.
- Τήν ὑπαρξη ἀνόμοιων μετάλλων στό δίκτυο (σέ ἐπαφή μεταξύ τους) πού δημιουργοῦν γαλβανική διάβρωση.

- Τήν ύψηλή θερμοκρασία.
- Τήν περιοδική ἐκκένωση τοῦ δικτύου.

Σέ πιά σύγχρονα πλοῖα χρησιμοποιοῦνται κράματα χαλκοῦ-νικελίου. Παλαιότερα τά κράματα αὐτά εἶχαν 70% χαλκό καί 30% νικέλιο. Σήμερα ὅμως τά ποσοστά αὐτά ἔχουν γίνει 90% καί 10% ἀντίστοιχα μέ ἀποτέλεσμα μικρότερο κόστος. Σωληνώσεις ἀπό τά παραπάνω κράματα ἔχουν πολύ καλύτερη συμπεριφορά σέ διάβρωση.

Σέ μικρές διατομές σωληνώσεων ἔχουν χρησιμοποιηθεῖ ἐπίσης ὁ χαλκός καί ὁ ὀρείχαλκος.

9.8 Ξυλεία.

Ἡ ξυλεία ἔχει παύσει ἀπό πολλά χρόνια νά ἀποτελεῖ κύριο ὕλικό κατασκευῆς τῶν πλοίων καί χρησιμοποιεῖται μόνο γιά τήν κατασκευή μικρῶν σκαφῶν, λέμβων, καθῶς καί σέ ἐσωτερικές διαρρυθμίσεις τῶν μεγάλων πλοίων. Πλεονεκτεῖ ἀπό τό χάλυβα λόγω μικροῦ βάρους καί εὐκολίας κατεργασίας. Ὅμως ἡ ξυλεία ἔχει μικρή καί **ἀνισότροπη** (διαφορετική πρὸς διάφορες κατευθύνσεις) ἀντοχή καί χρειάζεται πολύ περισσότερη συντήρηση γιά νά ἀποφύγομε τή σήψη.

Ἀνάλογα μέ τίς διαστάσεις καί τή μορφή τῆς διατομῆς, ἡ ξυλεία χρησιμοποιεῖται σέ μορφές ἡμισανίδων, σανίδων, διπλοσανίδων μαδεριῶν, μισοκάδρονων καί καδρονιῶν.

Οἱ ιδιότητες τῆς ξυλείας ἐπηρεάζονται ἐκτός ἀπό τή διεύθυνση τῶν ἰνῶν καί ἀπό τίς οὐσίες πού περιέχονται σ' αὐτήν καί τά σφάλματα (ἐλαττώματα πού ὑπάρχουν).

Ἀπό πλευρᾶς οὐσιῶν πού περιέχονται στήν ξυλεία, αὐτή διακρίνεται σέ **ρητινώδη** ἢ **γαλακτώδη**. Κάθεμιά ἀπό αὐτές τίς κατηγορίες ὑποδιαιρεῖται σέ μαλακή καί σκληρή.

Ἀπό πλευρᾶς σφαλμάτων, τά πιά συνηθισμένα εἶναι οἱ ρόζοι, ἀποκλίσεις τῶν ἰνῶν καί ἀκτινικές καί περιφερειακές σχισμές.

Οἱ πιά συνηθισμένες χρήσεις τῆς ξυλείας φαίνονται στὸν πίνακα 9.8.1.

Μία εἰδική περίπτωση ξύλου εἶναι τό **ἀγιόξυλο** πού ἔχει εἰδικό βάρος (ἀποξηραμένο) γύρω στοὺς 1,25 tn/m³. Τό ξύλο αὐτό, πού σχίζεται καί μορφοποιεῖται δύσκολα, χρησιμοποιεῖται ὡς ὕλικό ἐδράσεως καί ἀντιτριβῆς στοὺς στορεῖς τῶν ἐλικοφόρων ἀξόνων.

Ἡ ἀντοχή τῶν διαφόρων εἰδῶν ξυλείας σέ ὑγρές καί ξηρές συνθήκες χρησιμοποιήσεως μπορεῖ νά ληφθεῖ ἀπό τοὺς πίνακες 9.8.2, 9.8.3, 9.8.4 καί 9.8.5. Οἱ τιμές τῶν πινάκων περιέχουν ἤδη καί ἓνα συντελεστή ἀσφάλειας πού κυμαίνεται ἀνάμεσα σέ 1,25 καί 2,5.

ΠΙΝΑΚΑΣ 9.8.1
Οι πιο συνηθισμένες χρήσεις της ξυλείας

Όνομασία	Χρώμα	Ιδιότητες	Χρήση
Μαόνι	Ύπερυθρο πρὸς κανελλόχρωμο	Ἐκλεκτό εἶδος, μετρίου βάρους. Σκληρό	Σέ πολυτελή σκάφη γιὰ περιβλήματα καὶ καταστρώματα
Τικ	Σκοτεινόχρωμο	Ἐκλεκτό εἶδος. Βαρύ. Σκληρό. Ἄντοχῆς στὴ θάλασσα	Σέ καταστρώματα
Πίτς - Πάιν	Ἐρυθρὸ καὶ σέ ἀποχρώσεις ἐρυθροῦ	Ἐκλεκτό εἶδος. Βαρύ, σκληρό, μεγάλης διάρκειας	Περίβλημα καὶ κατάστρωμα. Γενικὴ χρῆση
Ὅρεγκον - Πάιν	Σομφός: ὑπόλευκο Καρδιά: ἀνοικτὸ ἐρυθρὸ	Ἐλαφρὸ, μέτριας σκληρότητας	Σέ καταστρώματα
Λάρτζινο	Σομφός: ὑπόλευκο Καρδιά: ἀποχρώσεις ἐρυθροῦ	Ἐλαφρὸ, μέτριας σκληρότητας. Ξυλεία δεύτερης ποιότητας	Περίβλημα, καταστρώματα καὶ γενικὴ χρῆση
Βελανιδιά	Ἐποκίτρινο ὡς ὑπέρυθρο ἢ καὶ φαιὸ σκοτεινὸ	Βαρύ, σκληρό, ἀνθεκτικὸ καὶ μεγάλης διάρκειας	Τμήματα ἀνθεκτικοῦ σκελετοῦ. Εὐρεία χρῆση
Δεσποτάκι	Σομφός: ὑποκίτρινο Καρδιά: μέχρι σκοτεινόχρωμο	Βαρύ, σκληρό, ἀντοχῆς	Σέ τμήματα σκελετοῦ καὶ σέ κουπιά
Πεύκη	Ἐποκίτρινο ὡς ἐρυθρὸ	Μαλακὸ ἰδιότητες ἀναλόγως προελεύσεως καὶ ποιότητας	Περίβλημα καὶ κατάστρωμα. Γενικὴ χρῆση. Σέ ἐγχώρια σκάφη χρησιμοποιεῖται συχνά τὸ πεῦκο Σάμου
Καραγάτσι	Σομφός: Ἄνοικτὸ κίτρινο Καρδιά: φαιόχρωμο ὡς καστανόχρωμο	Βαρύ, σκληρό, μεγάλης διάρκειας	Γιὰ τμήματα σκελετοῦ. Βραστοὶ νομεῖς. Ἄκατάλληλο γιὰ περίβλημα
Ἐλατο	Ἐπόλευκο ἢ ὑποκίτρινο ὡς ὑπέρυθρο	Ἐλαφρὸ, μαλακὸ	Ἴστοι

ΠΙΝΑΚΑΣ 9.8.2

Βασικές τιμές άντοχής για καθαρή ξυλεία σε πλήρες φορτίο και ύγρες συνθήκες

ΕΙΔΗ ΞΥΛΕΙΑΣ	Άντοχή σε κάμψη (παράλληλα πρός τις ίνες) lb/in ²	Άντοχή σε διάτμηση (οριζόντια) lb/in ²	Θλίψη (κάθετα πρός τις ίνες) lb/in ²	Θλίψη (παράλληλα πρός τις ίνες) lb/in ²	Μέτρο ελαστικότητας σε κάμψη lb/in ² x 1000
ΣΚΛΗΡΗ ΞΥΛΕΙΑ	p.s.i.	p.s.i.	p.s.i.	p.s.i.	p.s.i.
Δεσποτάκι (μελανό)	1450	130	220	850	1100
Δεσποτάκι (λευκό)	2050	185	363	1450	1500
Όξυά	2200	185	365	1600	1600
Birch	2200	185	365	1600	1600
Καραγάτσι (αμερικανικό)	1600	150	185	1050	1200
Καραγάτσι Rock	2200	185	365	1600	1300
Hickory	2800	205	440	2000	1800
Khaya	2000	175	430	1300	1300
Μαόνι	2200	175	450	1500	1300
Σφένδαμος	2200	165	365	1600	1600
Δρύς	2050	185	365	1350	1500
Sweetgum	1600	150	220	1050	1200
Tangile	2000	175	430	1500	1300
Τικ	2750	200	600	1900	1600

ΠΙΝΑΚΑΣ 9.8.3

Βασικές τιμές άντοχής για καθαρή ξυλεία σε πλήρες φορτίο και ξηρές συνθήκες

ΕΙΔΗ ΞΥΛΕΙΑΣ	Άντοχή σε κάμψη (παράλληλα πρός τις ίνες) lb/in ²	Άντοχή σε διάτμηση (διαμήκης) lb/in ²	Θλίψη (κάθετα πρός τις ίνες) lb/in ²	Θλίψη (παράλληλα πρός τις ίνες) lb/in ²	Μέτρο ελαστικότητας (6 - κάμψη) 1000 lb/in ²
ΜΑΛΑΚΗ ΞΥΛΕΙΑ	p.s.i.	p.s.i.	p.s.i.	p.s.i.	p.s.i.
Κυπαρίσσι	2400	170	130	2000	1300
Κέδρος:					
Άλάσκας	2000	150	275	1450	1300
Λευκός	1400	115	195	1050	900
Port orporid	2000	150	275	1650	1600
Έρυθρός	1600	138	220	1300	1100
Έλάτη (μέση ίνα)	2750	150	350	2000	1800
Έλάτη (πυκνή ίνα)	2950	150	375	2150	1800
Έλάτη (πυκνότατη ίνα)	3300	150	419	2350	1800
Λάριξ	2750	150	350	2000	1600
Πεύκη:					
Λευκή Ponderosa sugar καί Δυτικής Άμερικής	1600	135	275	1400	1100
Νότιας Άμερικής	2750	180	150	2000	1800
Νότιας (πυκνή ίνα)	3200	180	410	2350	1800
Red wood	2200	115	275	1850	1300
Red wood (πυκνή ίνα)	2400	115	295	2000	1300
Έλάτη (έρυθρή ή λευκή)	2000	135	275	1450	1300
Tamarack	2200	160	330	1850	1400

ΠΙΝΑΚΑΣ 9.8.4

Βασικές τιμές άντοχής για καθαρή ξυλεία σε πλήρες φορτίο και υγρές συνθήκες

ΕΙΔΗ ΞΥΛΕΙΑΣ	Άντοχή σε κάμψη (παράλληλα πρός τις ίνες lb/in ²)	Άντοχή σε διάτμηση (όριζόντια) lb/in ²	Θλίψη (κάθετα πρός τις ίνες) lb/in ²	Θλίψη (παράλληλα πρός τις ίνες) lb/in ²	Μέτρο ελαστικότητας σε κάμψη lb/in ² x 1000
ΜΑΛΑΚΗ ΞΥΛΕΙΑ	p.s.i.	p.s.i.	p.s.i.	p.s.i.	p.s.i.
Κυπαρίσσι	1900	150	220	1450	1200
Κέδρος:					
Άλσκάς	1600	130	185	1050	1200
Λευκός	1100	100	130	750	800
Port orford	1600	130	165	1200	1500
Έρυθρός	1300	120	145	950	1000
Έλάτη (μέση ίνα)	2200	130	235	1450	1600
Έλάτη (πυκνή ίνα)	2350	130	250	1550	1600
Έλάτη (πυκνότατη ίνα)	2350	130	275	1900	1600
Λάριξ	2200	130	235	1450	1500
Πεύκη:					
Λευκή, Ponderosa, sugar καί Δυτικής Αμερικής	1000	120	185	1000	1000
Νότιας Αμερικής	2200	160	235	1450	1600
Νότιας Αμερικής (πυκνή ίνα)	2550	160	275	1700	1600
Red wood	1750	100	165	1350	1200
Red wood (πυκνή ίνα)	1900	100	195	1450	1200
Έλάτη, (έρυθρή ή λευκή)	1500	120	185	1050	1200

ΠΙΝΑΚΑΣ 9.8.5

Βασικές τιμές άντοχής για καθαρή ξυλεία σε πλήρες φορτίο και ξηρές συνθήκες

ΕΙΔΗ ΞΥΛΕΙΑΣ	Άντοχή σε κάμψη (παράλληλα πρός τις ίνες) lb/in ²	Άντοχή σε διάτμηση (διαμήκης) lb/in ²	Θλίψη (κάθετα πρός τις ίνες) lb/in ²	Θλίψη (παράλληλα πρός τις ίνες) lb/in ²	Μέτρο ελαστικότητας σε κάμψη 1000 lb/in ²
ΣΚΛΗΡΗ ΞΥΛΕΙΑ	p.s.i.	p.s.i.	p.s.i.	p.s.i.	p.s.i.
Δεσποτάκι (μελανό)	1800	150	330	1150	1200
Δεσποτάκι (λευκό)	2550	210	350	2000	1600
Όξυά	2750	210	350	2200	1800
Birch	2750	210	550	2200	1800
Καραγάτσι (άμερικανικό)	2750	210	550	2200	1400
Hickory	3500	235	660	2750	2000
Κηαγ	2500	200	645	1800	1400
Μασόνι	2750	200	675	2050	1400
Σφένδαμνος	2750	210	550	2200	1800
Δρύς	2550	210	550	1850	1600
Sweetgum	2000	170	330	1450	1300
Tangile	2500	200	445	2050	1400
Τίκ	3450	230	900	2600	1800
Tupelo	2000	170	130	1450	1300

9.9 Πλαστικά υλικά.

Ο όρος **πλαστικά** υλικά χρησιμοποιείται για σύνθετα υλικά συνδεδεμένα μεταξύ τους έτσι, ώστε να αντιδρούν στις εξωτερικές επιδράσεις ως σύνολο.

Ήδη, εκτός από μικρές λέμβους και θαλαμηγούς, έχουν κατασκευασθεί από πλαστικά υλικά και πλοία (περιπολικά-ναρκαλιευτικά) των οποίων τό μήκος φθάνει μέχρι τὰ 50 m.

Τὰ πλαστικά αποτελούνται γενικά από:

- Τή συνδετική ύλη.
- Τήν ενισχυτική ύλη.
- Τό υλικό εξωτερικής προστασίας.

Οι συνηθέστερα χρησιμοποιούμενες συνδετικές ύλες είναι ή **πολυστερίνη** και ή **έποξική** ρητίνη. Καλύτερη θεωρείται ή έποξική ρητίνη γιατί έχει καλύτερη άντοχή και παρουσιάζει μεγαλύτερη αντίσταση στο νερό.

Ή ενισχυτική ύλη είναι συνήθως ύαλοβάμβακας σε μορφή ίνών πού μπορεί να είναι συνεχείς, κομμένες ή να σχηματίζουν πλέγμα. Ώς υλικά εξωτερικής προστασίας χρησιμοποιούνται τὰ χρωστικά.

Ή άντοχή τών πλαστικών κυμαίνεται μέσα σε εύρύτατα όρια. Πλαστικά με βάση τις έποξικές ρητίνες μπορούν να κατασκευασθούν με άντοχή σε έφελκυσμό μεγαλύτερη από οποιοδήποτε μέταλλο.

Τὰ βασικά πλεονεκτήματα τών πλαστικών είναι:

- Ώτι έχουν μικρό βάρος.
- Ώτι έχουν ίκανοποιητική άντοχή.
- Ώτι δέ διαβρώνονται.
- Ώτι δέν είναι μαγνητικά.
- Ώτι παρέχουν θερμική προστασία.
- Ώτι έχουν μονωτικές ίκανότητες.
- Ώτι κατασκευάζονται εύκολα.

Τό βασικό τους μειονέκτημα είναι ότι, σε σχέση με τὰ μέταλλα, δέν παρουσιάζουν έλαστικότητα.

9.10 Ύλικά για χρήση σε έσωτερικούς χώρους – Θερμομονωτικά υλικά.

Για έπιστρώσεις σε έσωτερικούς χώρους του πλοίου χρησιμοποιούνται

- α) **Τάπητες λινελαίου**, για έπιστρώσεις σε καμπίνες και διαδρόμους.
- β) **Τσιμέντα**, πού διακρίνονται σε κοινά, ταχείας πήξεως, ασφαλτικά και τσιμέντα με άντοχή σε ύψηλές θερμοκρασίες.
- γ) **Πλάκες κεραμικής συστάσεως και πλαστικά πλακίδια**.

Οι πλάκες κεραμικής συστάσεως χρησιμοποιούνται σε χώρους ύγιεινής και μαγειρεία, ένω τὰ πλαστικά πλακίδια σε διαδρόμους και αίθουσες παραμονής έπιβατών.

Ήξάλλου πολλά από τὰ διαμερίσματα του πλοίου φέρουν έσωτερικά μονώσεις θερμικής και ήχητικής προστασίας πού είναι χρήσιμες για τήν παρεμπόδιση τής έξαπλώσεως πυρκαϊάς. Στοιχεία από τις σχετικές απαιτήσεις τών κανονισμών για τή μη έξάπλωση τής πυρκαϊάς δίνονται σε έπόμενο κεφάλαιο.

Τά σπουδαιότερα μονωτικά υλικά πού χρησιμοποιούνται γενικά στά πλοία είναι:

- Ό άμίαντος.
- Ό ύαλοβάμβακας.
- Ό μαρινίτης.

Ίδιαίτερο ένδιαφέρον παρουσιάζει ό μαρινίτης πού είναι μίγμα πυρίμαχης γαίας καί διαφόρων άνοργάνων υλικών καί προσφέρεται σέ μορφή φύλλων μέ διάφορα πάχη. Λόγω τής μορφής αύτής του μαρινίτη ή χρήση του στή διαμόρφωση χώρων ένδαιτήσεως είναι πολύ διαδομένη.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΔΕΚΑΤΟ

ΓΕΝΙΚΗ ΚΑΤΑΣΚΕΥΑΣΤΙΚΗ ΔΟΜΗ ΤΟΥ ΠΛΟΙΟΥ

10.1 Στοιχεία τής μεταλλικής κατασκευής.

10.1.1 Γάστρα.

Ἡ γάστρα ἑνός πλοίου εἶναι οὐσιαστικά ἓνα ὑδατοστεγανό κέλυφος μέ λεπτά τοιχώματα πού περιβάλλει τούς χώρους ἐνδαιτησεως μηχανῶν καί φορτίου τοῦ πλοίου.

Ἡ γάστρα, γιά τά ἐμπορικά πλοῖα, ἔχει σχεδόν ὀρθογωνικό σχῆμα στό μέσο πού γίνεται λεπτότερο στά ἄκρα. Τό τμήμα τοῦ πλοίου πού βρίσκεται πρὸς τήν κατεύθυνση τῆς κανονικῆς κινήσεώς του ὀνομάζεται **πλώρη**, ἐνῶ ἐκεῖνο πού βρίσκεται πρὸς τήν ἀντίθετη διεύθυνση, **πρύμνη**. Τό κατώτερο τμήμα τοῦ σκάφους ὀνομάζεται **πυθμένας** (bottom), τά σχεδόν κατακόρυφα τμήματα **πλευρές** (sides) καί τό ἀνώτερο τμήμα **κατάστρωμα** (deck). Τό σύνολο τῶν ἐλασμάτων πού περιβάλλουν ἐξωτερικά τά συστήματα τοῦ πλοίου καί ἐξασφαλίζουν τήν ἀπαραίτητη ὑδατοστεγανότητα ὀνομάζονται **περίβλημα**.

Ἔτσι, μέ βάση τή γενική ὑποδιαίρεση τῶν τμημάτων τοῦ σκάφους, τά ἐλάσματα διακρίνονται σέ **ἐλάσματα πυθμένα, πλευρῶν καί καταστρώματος**.

Ἐπειδή ὅπως εἶπαμε τό κέλυφος τοῦ πλοίου εἶναι λεπτό (γιά λόγους ἐλαφρότητας τῆς κατασκευῆς), εἶναι ἀπαραίτητη ἡ ἐσωτερική ἐνίσχυσή του ἀπό ἓνα σύστημα διασταυρούμενων νομέων. Τέτοιες ἐνισχύσεις ὑπάρχουν στά ἐλάσματα πυθμένα, πλευρῶν καί καταστρώματος.

Γιά τήν ἐξασφάλιση ὑδατοστεγανῆς ὑποδιαίρεσεως, ἀλλά καί γιά λειτουργικούς λόγους, στό ἐσωτερικό τοῦ πλοίου δημιουργοῦνται διάφορα κατακόρυφα διαχωρίσματα πού μπορεῖ νά εἶναι ἢ νά μήν εἶναι στεγανά. Τά διαχωρίσματα αὐτά ὀνομάζομε φρακτές (bulkheads). Οἱ φρακτές μποροῦν νά ἔχουν διεύθυνση κατά τό διάμηκες, ὁπότε τίς ὀνομάζομε **διαμήκεις** (longitudinal) ἢ κατά τό ἐγκάρσιο, ὁπότε λέγονται **ἐγκάρσιες** (transverse). Οἱ ἐγκάρσιες στεγανές φρακτές πού ἔχουν ὡς κύριο σκοπό τήν στεγανή ὑποδιαίρεση τοῦ πλοίου καί ἐκτείνονται μέχρι τό κύριο κατάστρωμα, ὀνομάζονται **κύριες στεγανές φρακτές** ἢ ἀπλά **στεγανές φρακτές** (subdivision bulkheads). Οἱ φρακτές τοῦ πλοίου συμβάλλουν στήν ἐξασφάλιση τῆς ἀντοχῆς του.

Ἐπειδή καί οἱ φρακτές εἶναι κατασκευασμένες ἀπό λεπτά ἐλάσματα, φέρουν καί αὐτές ἐνισχύσεις πού ὀνομάζονται **ἐνισχύσεις φρακτῶν**.

Ἡ πρώτη ἀπό τήν πλώρη στεγανή φρακτῆ ὀνομάζεται **φρακτῆ στεγανοῦ συγκρούσεως** καί τό διαμέρισμα μεταξύ αὐτῆς τῆς φρακτῆς καί τῆς πλώρης, λέγεται πρῶταιο στεγανό (fore-peak).

Ἀντίστοιχα, ἡ τελευταία πρὸς τὴν πρῶμνη φρακτὴ λέγεται **φρακτὴ πρυμναίου στεγανοῦ** καὶ τὸ διαμέρισμα πού βρίσκεται μεταξύ αὐτῆς καὶ τῆς πρῶμνης λέγεται **πρυμναῖο στεγανό** (after-peak).

Κατὰ τὴν κατακόρυφη ἔννοια, ἡ ὑποδιαίρεση τῶν χώρων τοῦ πλοίου γίνεται μὲ τὰ **καταστρώματα**. Τὸ ἀνώτερο συνεχές κατάστρωμα, μέχρι τὸ ὁποῖο φθάνουν οἱ στεγανές φρακτές, ὀνομάζεται **κύριο κατάστρωμα** (main deck). Τὰ καταστρώματα πού βρίσκονται κάτω ἀπὸ τὸ κύριο κατάστρωμα, ἐκτείνονται συνήθως σὲ ὄλο τὸ μῆκος τοῦ πλοίου, μὲ ἐξαιρεση τοὺς χώρους μηχανοστασίου καὶ λεβητοστασίου πού διακόπτουν τὴ συνέχεια τῶν ἐνδιαμέσων καταστρωμάτων. Τὰ καταστρώματα, ὅπως καὶ οἱ φρακτές, φέρουν ἐνισχύσεις καὶ συμβάλλουν στὴν ἐξασφάλιση τῆς ἀντοχῆς τοῦ πλοίου.

Τὸ περιβλήμα τοῦ πλοίου σχηματίζεται ἀπὸ ἐλάσματα πού συνδέονται μεταξύ τους μὲ συγκολλήσεις. Οἱ δύο μικρές πλευρές ἐνὸς ἐλάσματος λέγονται **πέρατα τοῦ ἐλάσματος** (ends), ἐνῶ οἱ μεγάλες λέγονται **πλευρικές ἀκμές** (sides). Τὰ ἐλάσματα στὶς πλευρές τοῦ πλοίου τοποθετοῦνται κατὰ τὸ διάμηκες (μὲ τὶς πλευρικές ἀκμές κατὰ μῆκος τοῦ πλοίου). Ἐνα σύνολο τέτοιων ἐλασμάτων πού ἐκτείνεται σὲ ὄλο τὸ μῆκος τοῦ πλοίου, σχηματίζει μίαν **σειρὰ ἐλασμάτων** (strake). Ἐτσι διακρίνουμε τὴν πρώτη σειρὰ τῆς δεξιᾶς πλευρᾶς ἢ τὴν τέταρτη τῆς ἀριστερῆς. Ἡ ἀρίθμηση ἀρχίζει ἀπὸ τὸν πυθμένα. Συχνὰ οἱ διάφορες σειρές χαρακτηρίζονται καὶ μὲ γράμματα, π.χ. σειρὰ Α ἢ σειρὰ Β κλπ.

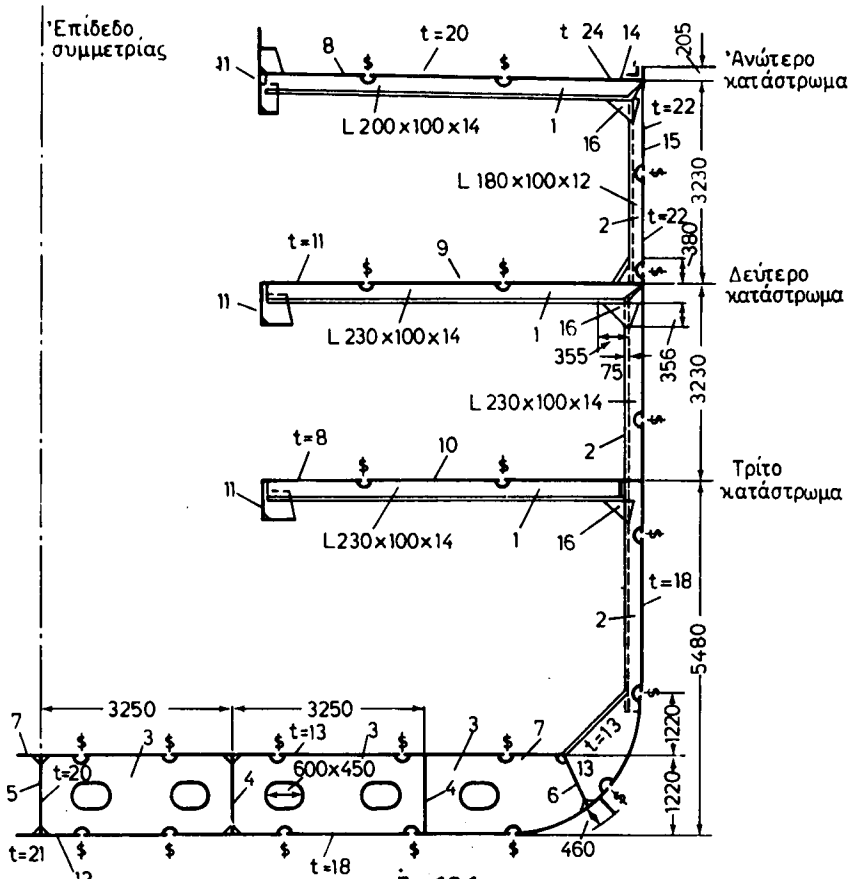
Ἡ σειρὰ ἐλασμάτων πού βρίσκεται στὸν πυθμένα καὶ στὸ ἐπίπεδο συμμετρίας τοῦ πλοίου ὀνομάζεται **ἐπίπεδη τρόπδα** (flat keel). Ἡ σειρὰ ἐλασμάτων μεταξύ πυθμένα καὶ πλευρᾶς λέγεται **σειρὰ κυρτοῦ γάστρας** (bilge strake), ἐνῶ ἡ τελευταία σειρὰ τῶν ἐλασμάτων τῆς πλευρᾶς λέγεται **σειρὰ ἐλασμάτων ζωστήρα** (sheer strake). Τέλος, ἡ πιὸ πλευρική σειρὰ τῶν ἐλασμάτων τοῦ κύριου καταστρώματος λέγεται **σειρὰ ἐλασμάτων ὑδροροφῆς** (βλέπε στὸ σχῆμα 10.1α, στὸ ὁποῖο ἀπεικονίζεται ἐγκάρσια τομὴ πλοίου).

10.1.2 Νομεῖς καὶ ἐνισχύσεις.

Ὅπως εἶδαμε στὴν προηγούμενη παράγραφο, τὰ ἐλάσματα τοῦ περιβλήματος ἐνισχύονται ἐσωτερικά μὲ τοὺς νομεῖς (frames). Οἱ νομεῖς πού βρίσκονται πάνω σὲ ἐγκάρσιες τομές ὀνομάζονται **ἐγκάρσιοι** (transverse) ἐνῶ ἐκεῖνοι πού ἔχουν διεύθυνση κατὰ τὸ διάμηκες τοῦ πλοίου ὀνομάζονται **διαμήκεις** (longitudinal).

Τὸ τμήμα τῶν ἐγκαρσίων νομέων πού ἐνισχύουν τὸν πυθμένα τὸ ὀνομάζουμε **ἔδρες** (floors), τὸ τμήμα πού ἐνδυναμώνει τὶς πλευρές ἀπλὰ νομεῖς καὶ τὸ τμήμα πάνω στὸ κατάστρωμα **ζυγά** (beams). Ἡ σύνδεση μεταξύ νομέων καὶ ζυγῶν ἐξασφαλίζεται μὲ **ἀγκώνες** (brackets), ἐνῶ ἡ ἀντίστοιχη σύνδεση νομέων καὶ ἔδρων μὲ **ἀγκώνες κυρτοῦ τῆς γάστρας** (bilge brackets).

Οἱ διαμήκεις ἐνισχύσεις τέμνουν τὶς ἐγκάρσιες κάθετα. Ἀπὸ τὶς διαμήκεις ἐνισχύσεις τοῦ πυθμένα, ἐκεῖνη πού βρίσκεται στὸ ἐπίπεδο συμμετρίας τοῦ πλοίου ὀνομάζεται **κεντρικὴ σταθμίδα** (center keelson), ἐνῶ ἄλλες, παράλληλες πρὸς αὐτή, πού βρίσκονται πρὸς τὶς πλευρές, ὀνομάζονται **πλευρικές σταθμίδες** (side keelsons). Στὰ περισσότερα πλοῖα οἱ σταθμίδες καὶ οἱ ἔδρες ἔχουν τὸ ἴδιο ὕψος. Σὲ ἀρκετές περιπτώσεις πάνω στὶς ἔδρες καὶ τὶς σταθμίδες τοποθετεῖται ἓνα ἐλάσμα πού λέγεται **ἐλάσμα ὀροφῆς διπυθμένου** (tank top plate). Ὁ χώρος κάτω ἀπὸ αὐτὸ εἶναι γνωστός ὡς **διπύθμενο** (doublebottom). Διπύθμενο δὲν ἔχουν ὅλα τὰ πλοῖα.



Σχ. 10.1α.

Έγκάρσια τομή πλοίου.

- 1) Ζυγά. 2) Έγκάρσιος νομέας. 3) Έδρα νομέα. 4) Πλευρικές σταθμίδες. 5) Κεντρική σταθμίδα.
- 6) Σταθμίδα κυρτού γάστρας. 7) Όροφή διπυθμένου. 8) Ελάσματα ανώτερου καταστρώματος.
- 9) Ελάσματα δεύτερου καταστρώματος. 10) Ελάσματα τρίτου καταστρώματος. 11) Πλευρά κατ-φλιού ανοίγματος κύτους. 12) Επίπεδη τρόπιδα. 13) Αγκώνας κυρτού γάστρας. 14) Έλασμα ύδρорόρης. 15) Έλασμα ζωστήρα. t = πάχος ελάσματος σε mm.

Η πλευρική ένιςχυση του πυθμένα πού βρίσκεται πάνω στο κυρτό τής γάστρας, ονομάζεται **διαμήκης ένιςχυση κυρτού γάστρας**.

Οι πλευρικές διαμήκεις ένιςχυσεις είναι γνωστές ως **λῶροι**, ενώ οι διαμήκεις ένιςχύσεις του καταστρώματος λέγονται **διαδοκίδες**. Οι παραπάνω όρισμοί μπορούν να κατανοηθούν εύκολότερα με τή βοήθεια του σχήματος 10.1α.

10.1.3 Τμήματα στά όποια μπορεί να διαιρεθεϊ τό κυρίως σκάφος.

Η μεταλλική κατασκευή του κυρίως σκάφους μπορεί να θεωρηθεϊ ότι διαιρεϊται στα παρακάτω τμήματα:

α) Τμήματα πυθμένα.

Εϊναι τμήματα έλασμάτων του πυθμένα μαζί με τίς ένιςχύσεις τους. Περιλαμβάνονται ανάμεσα σε δύο έγκάρσιες φρακτές καϊ τίς πλευρές του πλοίου. Ό ίδιος όρος χρησιμοποιεϊται καϊ γϊα τμήματα τών έλασμάτων του πυθμένα πού βρίσκονται ανάμεσα σε δύο διαμήκεις φρακτές ή μιá διαμήκη φρακτή καϊ τήν πλευρά του πλοίου.

β) Τμήμα πλευράς.

Είναι τμήμα ελασμάτων πλευράς μαζί με τις ένισχύσεις του. Περιλαμβάνεται ανάμεσα σε δύο εγκάρσιες φρακτές και μεταξύ δύο καταστρωμάτων ή μεταξύ του χαμηλότερου καταστρώματος και του πυθμένα.

γ) Τμήματα καταστρώματος.

Είναι τμήματα ελασμάτων καταστρώματος, μαζί με τις ένισχύσεις τους. Περιλαμβάνονται ανάμεσα σε δύο εγκάρσιες φρακτές και ανάμεσα στις πλευρές του πλοίου. Ο ίδιος όρος χρησιμοποιείται για τμήματα των ελασμάτων του καταστρώματος που βρίσκονται ανάμεσα σε δύο διαμήκεις φρακτές ή ανάμεσα σε μία διαμήκη φρακτή και την πλευρά του πλοίου.

10.1.4 Ύπερκατασκευές.

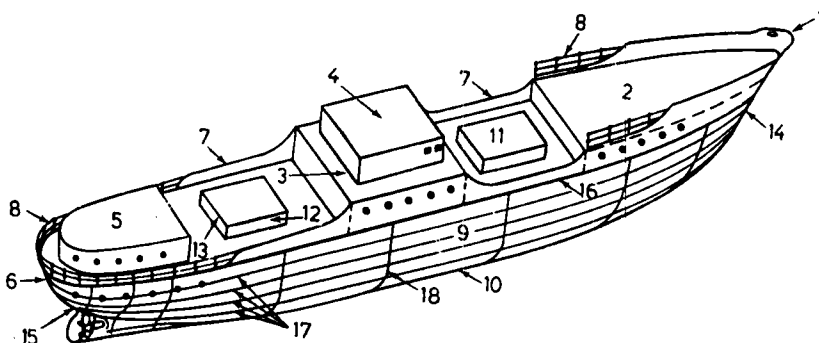
Γιά να εξασφαλίζονται οι απαραίτητοι χώροι, κατασκευάζονται πάνω στο ανώτερο συνεχές κατάστρωμα του πλοίου *ύπερκατασκευές* (superstructures) που είναι στεγανοί χώροι οι οποίοι περικλείονται από τις πλευρές, τις εγκάρσιες φρακτές και τό κατάστρωμα. Διακρίνουμε την *πρωραία ύπερκατασκευή* (forecastle), την πρυμναία (poop) και την *ύπερκατασκευή τής γέφυρας* (bridge) που βρίσκεται περίπου στο μέσο του πλοίου.

Τά ελάσματα των ύπερκατασκευών, όπως και εκείνα του κυρίως σκάφους, φέρουν έσωτερικά ένισχύσεις.

Πάνω στην ύπερκατασκευή τής γέφυρας σχηματίζεται ένας χώρος, που ονομάζεται *διαμέρισμα πηδαλιουχίσεως* (pilothouse) και έχει μέσα όλο τον απαραίτητο έξοπλισμό για τούς χειρισμούς και τή διακυβέρνηση γενικά του πλοίου.

Τό *δρύφρακτο ή παραπέτο* (bulwark) είναι ένα τμήμα ελάσματος που τοποθετείται στην περίμετρο του ανώτερου συνεχούς καταστρώματος και τής πρωραίας ύπερκατασκευής. Τό ύψος του δέν ύπερβαίνει τό ένα μέτρο.

Τά παραπάνω φαίνονται στό σχήμα 10.1β. Στο ίδιο σχήμα φαίνονται και τά *δ-*



Σχ. 10.1β.

Όνοματολογία κατασκευαστικών στοιχείων.

- 1) Πλώρη. 2) Πρωραία ύπερκατασκευή. 3) Ύπερκατασκευή γέφυρας. 4) Διαμέρισμα πηδαλιουχίσεως. 5) Πρυμναία ύπερκατασκευή. 6) Πρύμνη. 7) Δρύφρακτο. 8) Άλυσίδες προστασίας. 9) Έλάσματα πλευράς. 10) Πυθμένας. 11) Άνοιγμα άμπαριού. 12) Κατώφλι πλευράς ανοίγματος άμπαριού. 13) Κατώφλι πέρατος ανοίγματος άμπαριού. 14) Στείρα. 15) Ποδόστημα. 16) Άνώτερο κατάστρωμα. 17) Διαμήκεις ραφές. 18) Έγκάρσιες φρακτές.

νοίγματα τῶν κυτῶν (ἀμπαριῶν) (hatch openings).

Τά ανοίγματα τῶν ἀμπαριῶν εἶναι ἀνυψωμένα (πάνω ἀπό τό κατάστρωμα). Τό κατώφλι τοῦ πέρατος καί τῶν πλευρῶν τοῦ ανοίγματος ἔχουν κατάλληλη διαμόρφωση γιά τήν τοποθέτηση στήν ἐπιφάνειά τους καλύμματος.

10.1.5 Παράγοντες πού ἐπηρεάζουν τή μορφή τῆς μεταλλικῆς κατασκευῆς.

Ἡ ὀρθή κατασκευαστική μορφή ἑνός πλοίου ἀπαιτεῖ τό συγκερασμό διαφόρων παραγόντων πού σχετίζονται μέ τίς λειτουργικές ἀπαιτήσεις, τήν ἐπάρκεια, ἀπό πλευρᾶς ἀντοχῆς, τῶν στοιχείων τῆς κατασκευῆς καί τίς μεθόδους ἀνεγέρσεως πού ἐφαρμόζει τό κάθε ναυπηγεῖο.

Οἱ παρακάτω ἀρχές ἀποτελοῦν συνοπτικά τοῦς ἐπιδιωκόμενους στόχους κατά τή σχεδίαση τῆς μεταλλικῆς κατασκευῆς τοῦ πλοίου:

- α) Σχεδίαση κάθε στοιχείου τῆς μεταλλικῆς κατασκευῆς μέ βάση τίς ἀπαιτήσεις λειτουργικότητας καί ἀντοχῆς.
- β) Σχεδίαση κάθε στοιχείου τῆς κατασκευῆς ἔτσι ὥστε νά ἐλαχιστοποιεῖται τό βάρος του.
- γ) Ἐλαχιστοποίηση τοῦ κόστους ἐργασίας πού θά ἀπαιτηθεῖ γιά τήν κατασκευή τοῦ πλοίου. Ἐπιτυγχάνεται μέ τήν ἐπιλογή τῆς ὀρθῆς μεθόδου κατασκευῆς.
- δ) Ἰκανοποίηση τῶν ἀπαιτήσεων πού σχετίζονται μέ τήν ποιότητα.
- ε) Ἐξασφάλιση δυνατότητας ἐπισκέψεως σέ κάθε χῶρο τοῦ πλοίου (γιά ἐπιθεώρηση καί συντήρηση).
- στ) Χρησιμοποίηση τυποποιημένων ὑλικῶν.
- ζ) Ἀποδεκτή αἰσθητικά μορφή τῶν στοιχείων τοῦ πλοίου.

10.2 Σκοπός τῶν στοιχείων τῆς μεταλλικῆς κατασκευῆς.

Ὅπως εἶδαμε στό κεφάλαιο 7, ἕνα πλοῖο πού κινεῖται σέ θαλασσοταραχή καταπονεῖται ἀπό ἕνα πλήθος δυνάμεων. Κάθε στοιχεῖο τῆς μεταλλικῆς κατασκευῆς τοῦ πλοίου πρέπει νά εἶναι σέ θέση νά ἀνταπεξέλθει ἀπό κατασκευαστική πλευρά σέ ὄλες αὐτές τίς δυνάμεις ὅταν παρουσιασθοῦν ταυτόχρονα.

- α) **Τά ἐλάσματα τοῦ περιβλήματος** δέχονται τά ἐξωτερικά διανεμημένα φορτία, ὅπως εἶναι ἡ πίεση τοῦ νεροῦ πού βρίσκεται σ' ἐπαφή μέ τό περιβλημα. Ἀνάλογος εἶναι καί ὁ σκοπός τῶν ἐλασμάτων τοῦ καταστρώματος, τῆς ὀροφῆς τοῦ διπυθμένου καί τῶν ἐγκαρσίων φρακτῶν. Ἀφοῦ ὁ σκοπός τῆς ἐγκάρσιας π.χ. φρακτῆς εἶναι νά ἐμποδίσει τήν κατάκλυση (πλήρωση μέ νερό) ἑνός διαμερίσματος, ὅταν ἔχει ἤδη κατακλυσθεῖ ἕνα διπλανό του, εἶναι φανερό ὅτι ἡ φρακτῆ θά πρέπει νά ἀντέχει ἰκανοποιητικά στήν πίεση τῆς στήλης τοῦ νεροῦ πού θά ἐφαρμοσθεῖ πάνω σ' αὐτήν ἀπό τή μιά πλευρά της.
- β) **Οἱ διαμήκεις ἐνισχύσεις, νομεῖς καί τά ζυγά** ἀποτελοῦν τά στοιχεῖα ὑποστηρίξεως τῶν ἐλασμάτων ὅταν αὐτά δέχονται πιέσεις. Τό ἴδιο ἰσχύει καί γιά τίς ἐνισχύσεις τῶν φρακτῶν.
- γ) **Οἱ ἀνθεκτικοί ἐγκάρσιοι νομεῖς (web frames) ἡ κεντρική σταθμίδα καί οἱ ἔδρες** καταπονοῦνται ἀπό τίς ἀντιδράσεις τῶν στοιχείων τῆς κατασκευῆς πού ἀναφέρονται παραπάνω.

Ὅλα τά στοιχεῖα πού ἔχουν διαμήκη προσανατολισμό συμμετέχουν στή διαμόρφωση τῆς ροπῆς ἀντιστάσεως τῆς διατομῆς τοῦ πλοίου κατά τήν καταπόνηση του

ως *ράβδου* (π.χ. τά ελάσματα, οι διαμήκεις ενισχύσεις και οι διαμήκεις φρακτές όταν έχουν αρκετό μήκος).

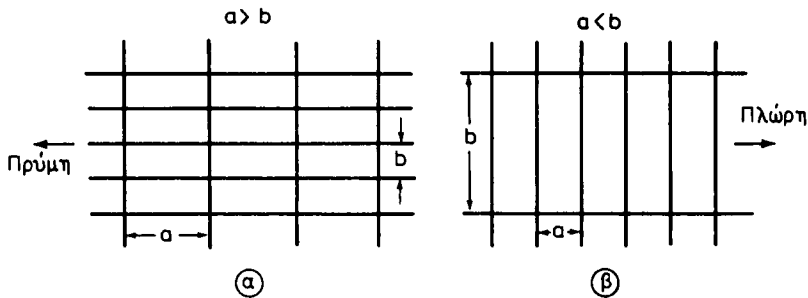
Από τά παραπάνω προκύπτει ότι ειδικά τά ελάσματα του περιβλήματος καταπονούνται και από την πίεση του νερού που περιβάλλει τό πλοίο και από την καταπόνηση του πλοίου ως δοκού.

Ο παραπάνω συσχετισμός μεταξύ των στοιχείων της μεταλλικής κατασκευής του πλοίου και των αιτίων της καταπόνησής τους αποτελεί και τή δικαιολόγηση της μορφής που έχουν οι κανονισμοί του Νηογνώμονα που χρησιμοποιούνται για την εύρεση των διαστάσεώς τους.

10.3 Η διάταξη των ενισχύσεων.

Όπως έχουμε δεϊ μέχρι τώρα, στο έσωτερικό των ελασμάτων του περιβλήματος του πλοίου υπάρχουν διαμήκεις και εγκάρσιες ενισχύσεις οι όποιες τέμνονται κάθετα μεταξύ τους. Οι τεμνόμενες αυτές ενισχύσεις σχηματίζουν όρθογωνικά τμήματα ελάσματος που έχουν τή μεγάλη τους διάσταση κατά τή διεύθυνση του μήκους του πλοίου ή κάθετα προς αυτή.

Όταν ή μεγάλη διάσταση των όρθογωνίων που σχηματίζονται, έχει διεύθυνση κατά μήκος του πλοίου, λέμε ότι τό αντίστοιχο κατασκευαστικό τμήμα έχει *διαμήκη ενίσχυση*. Όταν ή μεγάλη διάσταση των όρθογωνίων είναι κάθετη προς τό διάμηκες του πλοίου, λέμε ότι έχουμε εγκάρσια ενίσχυση του κατασκευαστικού τμήματος (σχ. 10.3α).



Σχ. 10.3α.

Διάταξη ενισχύσεων.

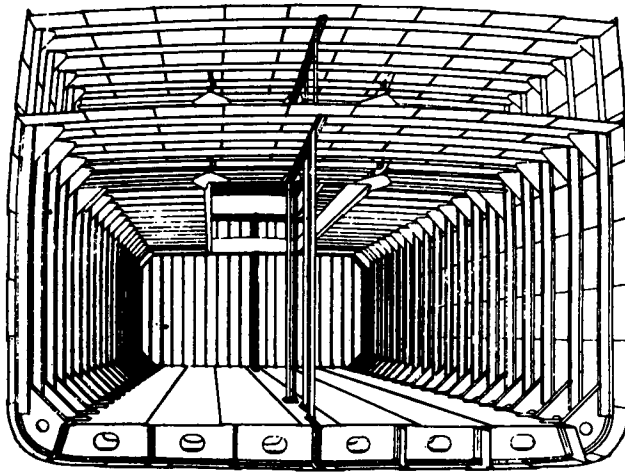
α) Διαμήκης ενίσχυση. β) Έγκάρσια ενίσχυση.

Υπάρχουν και τμήματα κατασκευής τά όποια έχουν ενισχύσεις, διαμήκεις και εγκάρσιες, τοποθετημένες με τήν ίδια Ισαπόσταση και έτσι τό σχήμα των τμημάτων του ελάσματος που προκύπτει έχει τή μορφή τετραγώνου. Έτσι διακρίνομε πλοία με:

- Έγκάρσιο σύστημα ενισχύσεως.
- Διάμηκες σύστημα ενισχύσεως.
- Μικτό σύστημα ενισχύσεως.

10.3.1 Πλοία με εγκάρσιο σύστημα ενισχύσεως.

Η διάταξη των κύριων κατασκευαστικών στοιχείων ενός πλοίου με εγκάρσιο σύστημα ενισχύσεως φαίνεται στο σχήμα 10.3β.



Σχ. 10.3β.

Έγκάρσιο σύστημα ενισχύσεων.

Σέ ένα πλοίο μέ έγκάρσιο σύστημα ενισχύσεως, οι έδρες μέ τούς νομείς του πυθμένα και τών πλευρών και τά ζυγά σχηματίζουν κλειστούς δακτύλιους τοποθετημένους σέ κοντινές μεταξύ τους αποστάσεις, οι όποιες ονομάζονται **ισαποστάσεις έγκαρσίων νομέων**.

Οι παραπάνω έγκάρσιοι νομείς ένδυναμώνουν τά έλάσματα, τά όποια στήν περίπτωση αύτή αποτελούν και τά μοναδικά στοιχεία πού συντελούν στήν έξασφάλιση τής άντοχής του πλοίου ως ράβδου.

Έπιπλέον οι έγκάρσιοι νομείς έξασφαλίζουν τήν ένίσχυση τής κατασκευής για τήν παραλαβή τών τοπικών φορτίων και βοηθούν στή διατήρηση του σχήματος του πλοίου.

10.3.2 Πλοία μέ διάμηκες σύστημα ενισχύσεως.

Η κατασκευή ενός πλοίου μέ διάμηκες σύστημα ενισχύσεως φαίνεται στο σχήμα 10.3γ.

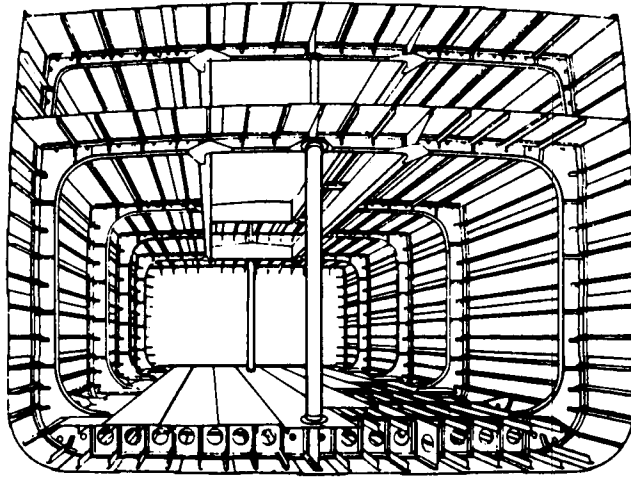
Στήν περίπτωση αύτή, οι διαμήκες ενισχύσεις του πυθμένα του καταστρώματος και τών πλευρών (λῶροι) είναι τοποθετημένες σέ μικρή μεταξύ τους απόσταση και ύποστηρίζονται από ενισχυμένους έγκάρσιους νομείς, τοποθετημένους σέ μεγάλη μεταξύ τους απόσταση, καθώς και από τίς έγκάρσιες φρακτές.

Οι έγκάρσιοι ενισχυμένοι νομείς και οι φρακτές έξασφαλίζουν τήν έγκάρσια άντοχή του πλοίου.

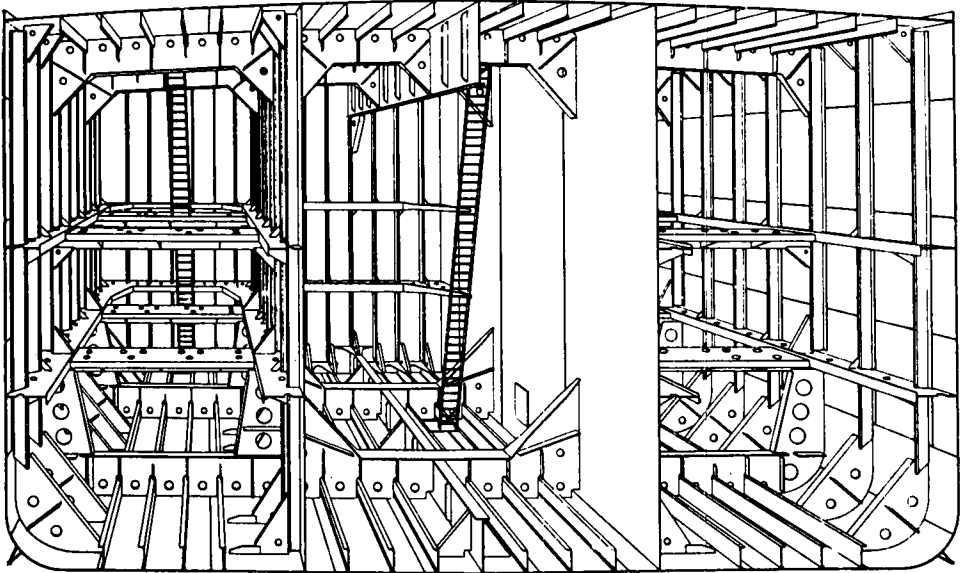
Τίς καταπονήσεις του πλοίου ως δοκού δέχονται στήν περίπτωση αύτή τά έλάσματα και οι διαμήκες ενισχύσεις πού είναι συνεχείς κατά μήκος του πλοίου.

Τό παραπάνω σύστημα έφαρμόσθηκε σέ πολύ λίγα πλοία γιατί παρουσιάζει δυσκολία στήν κατασκευή.

Μιά ειδική περίπτωση του διαμήκους συστήματος ενισχύσεως είναι και τό σύστημα Isherwood. Σ' αύτό οι ενισχυμένοι έγκάρσιοι νομείς βρίσκονται σέ απόσταση μεταξύ τους 12 ft και οι διαμήκες ενισχύσεις είναι σέ ισαποστάσεις 30 in. Οι



Σχ. 10.3γ.
Διάμηκες σύστημα ένισχύσεων.



Σχ. 10.3β.
Μικτό σύστημα ένισχύσεων.

διαμήκεις ένισχύσεις δέν είναι συνεχείς ανάμεσα στις εγκάρσιες φρακτές. Ή συνείχειά τους διακόπεται πάνω σ' αυτές. Συνδέονται μέ τίς φρακτές μέ κατάλληλους άγκώνες.

Μέ τό διάμηκες σύστημα ένισχύσεως έπιτυγχάνεται σημαντική οίκονομία βάρους στή μεταλλική κατασκευή. Όμως ή διάταξη αυτή άπαιτεί τήν ύπαρξη ένισχυμένων νομέων μέ μεγάλο ύψος. Αυτό δημιουργεί προβλήματα στή διαμόρφωση τών άμπαριών τών φορτηγών πλοίων καί γι' αυτό ή έφαρμογή του σ' αυτά είναι σπάνια. Τό σύστημα είναι ίδανικό γιά τήν κατασκευή δεξαμενοπλοίων γιατί τά έσωτερικά έμπόδια στίς δεξαμενές φορτίου δέν δημιουργούν προβλήματα.

10.3.3 Μικτό σύστημα.

Ή διαμόρφωση τής μεταλλικής κατασκευής ενός τέτοιου πλοίου φαίνεται στό σχήμα 10.3δ.

Στό σύστημα αυτό τά τμήματα του πυθμένα καί του καταστρώματος έχουν ως βάση τό διάμηκες σύστημα ένισχύσεως. Αντίθετα, στίς πλευρές έχουμε έφαρμογή του έγκάρσιου συστήματος ένισχύσεως. Έτσι έπιτυγχάνομε Ικανοποιητική ένίσχυση στό κατάστρωμα καί στον πυθμένα, όπου καί οι τάσεις είναι μέγιστες λόγω τής καταπονήσεως του πλοίου ως ράβδου. Παράλληλα οι έγκάρσιοι νομείς δέν έχουν μεγάλο ύψος στίς πλευρές καί έτσι μπορούν νά διαμορφωθούν χωρίς προβλήματα τά κύτη του πλοίου.

10.4 Άρχές πού επηράζουν τήν έκλογή του συστήματος ένισχύσεως.

Γιά τή σωστή έπιλογή του κατάλληλου συστήματος ένισχύσεως θά πρέπει νά λάβει κανείς υπόψη του τήν ευστάθεια, τήν άντιμετώπιση βλαβών καί τή γενική διάταξη του πλοίου.

Σέ ένα πλοίο ξηρού φορτίου, οι έγκάρσιες φρακτές θά πρέπει νά είναι τοποθετημένες σέ μεγάλες άποστάσεις, ώστε νά είναι δυνατή ή φόρτωση φορτίων μέ μεγάλες διαστάσεις.

Αντίθετα, σέ ένα δεξαμενόπλοιο, οι έγκάρσιες φρακτές μπορούν νά βρίσκονται πλησιέστερα, πράγμα πού μειώνει τίς καταπονήσεις πού δημιουργούνται σ' αυτές από τίς κινήσεις του φορτίου. Έξάλλου ή άνάγκη μερικές φορές νά μεταφέρονται διάφορες ποικιλίες φορτίου, έπιβάλλει νά διαμορφώνονται πολλές δεξαμενές φορτίου μέ ένα συνδυασμό έγκαρσίων καί διαμήκων φρακτών. Είδικά οι διαμήκεις φρακτές χρειάζονται γιά νά μειώνουν αισθητά καί τίς έπιπτώσεις από τίς ελεύθερες επιφάνειες τών υγρών (φορτίο ή υγρό έρμα) στίς δεξαμενές.

Σ' ένα πλοίο γενικού φορτίου είναι άπαραίτητη ή δημιουργία μέσα σ' άμπάρια ένδιαμέσων καταστρωμάτων (κουραδόροι), γιατί άλλιώς τό κατώτερο μέρος του φορτίου θά κινδύνευε νά συνθλιβεί κάτω από τό βάρος του υπόλοιπου φορτίου πού θά ήταν στοιβαγμένο πάνω του.

Μέ τούς παραπάνω περιορισμούς καθορίζεται σχεδόν πλήρως ή θέση τών έγκαρσίων φρακτών καί τών καταστρωμάτων. Μέσα σ' αυτά τά πλαίσια θά πρέπει νά γίνει ή έπιλογή του καταλληλότερου συστήματος ένισχύσεως, ώστε τό βάρος τής σιδηροκατασκευής νά είναι όσο τό δυνατό πιά μικρό.

Άλλες έπιλογές, όπως π.χ. τό ύψος του διπυθμένου, θά πρέπει νά βασίζονται καί στή δυνατότητα νά έπιθεωρούνται καί νά συντηρούνται οι αντίστοιχοι χώροι.

Όπως προκύπτει από τά παραπάνω, ο προορισμός του πλοίου παίζει σημαντικό ρόλο στήν κατασκευαστική διαμόρφωση τής μεταλλικής κατασκευής του.

10.5 Πλεονεκτήματα-μειονεκτήματα των διάφορων συστημάτων ένισης.

Τό πιό βασικό πλεονέκτημα πού έχουν τά πλοία διαμήκους ένισης είναι ή συμμετοχή των διαμήκων ένισης στην αντιμετώπιση των καταπονήσεων του πλοίου ως δοκού, πράγμα πού οδηγεί στό μικρότερο βάρος της μεταλλικής κατασκευής. Τό πλεονέκτημα αυτό δέν έχει μεγάλη σημασία στά μικρά πλοία, όπου ή καταπόνηση του πλοίου ως δοκού είναι μικρή και τά πάχη των ελασμάτων αρκετά μεγάλα. Κατά κανόνα λοιπόν τά μικρά πλοία, όπως είναι τά ριμουλκά, τά άλιευτικά και τά μικρά φορηγά είναι κατασκευασμένα μέ τό εγκάρσιο σύστημα ένισης.

Άπό κατασκευαστική πλευρά, μέ τό διάμηκες σύστημα ένισης αποφεύγεται ή ανάγκη σχηματισμού εγκάρσιων νομένων μέ δύσκολα σχήματα. Παρόλα αυτά, μέ τό διάμηκες σύστημα ένισης αντιμετωπίζονται άλλες κατασκευαστικές δυσχέρειες πού κάνουν τή γενική σύγκριση μεταξύ των δύο συστημάτων έξαιρετικά δύσκολη.

Ή διέλευση των διαμήκων ένισης από τίς στεγανές φρακτές και μάλιστα μέ διατήρηση της στεγανότητάς τους, δημιουργεί αρκετές κατασκευαστικές δυσκολίες στην εφαρμογή του διαμήκους συστήματος ένισης.

Άπό τήν άλλη πλευρά, όπως προαναφέρθηκε, ή ύπαρξη ένισχυμένων νομένων μεγάλου ύψους, πού είναι συνυφασμένα μέ τό διάμηκες σύστημα ένισης, άποτελεί μειονέκτημα στην Ικανοποιητική έσωτερική διαρρύθμιση των άμπαριών στά φορηγά πλοία.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΕΝΔΕΚΑΤΟ

ΛΕΠΤΟΜΕΡΗΣ ΑΝΑΠΤΥΞΗ ΚΑΤΑΣΚΕΥΑΣΤΙΚΩΝ ΣΤΟΙΧΕΙΩΝ ΤΟΥ ΠΛΟΙΟΥ

11.1 Κατασκευαστική διαμόρφωση του πυθμένα.

11.1.1 Παράγοντες πού επηρεάζουν τή μορφή του πυθμένα.

Ἡ μορφή τοῦ πυθμένα τοῦ πλοίου ἐξαρτᾶται γενικά ἀπό τίς λειτουργικές ἀπαιτήσεις καί ἀπό τίς καταπονήσεις πού ὑφίσταται τό πλοῖο, ὅπως εἶναι π.χ. ἡ ἀνάγκη δημιουργίας δεξαμενῶν στό κατώτερο μέρος τοῦ πλοίου ἢ ἐξασφαλίσεως προστασίας ἀπό ἐνδεχόμενη προσάραξη. Ὁ πυθμένας ἀρκετές φορές διαμορφώνεται μέ βάση κανόνες πού ἔχουν νομοθετηθεῖ ἀπό τίς ἀρμόδιες Ἀρχές. Γιά παράδειγμα, ἀνάλογα μέ τό μέγεθος ἐνός ἐπιβατικοῦ πλοίου μπορεῖ νά ἀπαιτεῖται ἡ ὕπαρξη διπυθμένου στό τμήμα του πού βρίσκεται ἀπό τό μηχανοστάσιο μέχρι τήν πλώρη, ἐνῶ σέ ἄλλες περιπτώσεις μπορεῖ νά ἀπαιτεῖται ἡ ὕπαρξη διπυθμένου σέ ὅλο τό μήκος τοῦ πλοίου.

Ὁ πυθμένας ἐπίσης θά πρέπει νά ἀντέχει στά φορτία πού δημιουργοῦν οἱ πιέσεις τοῦ νεροῦ πάνω σ' αὐτόν, καθῶς καί στά φορτία πού ἀσκοῦν τά ὑπόβαθρα πάνω στό πλοῖο κατά τό δεξαμενισμό. Τό πρῶτο τμήμα τοῦ πυθμένα θά πρέπει νά ἀντέχει στά φορτία πού δημιουργοῦνται ἀπό τήν ἀπότομη πώση τῆς πλώρης στό νερό (σέ κατάσταση θαλασσοταραχῆς), ἐνῶ τό πρυμναῖο θά πρέπει νά ἀντέχει στίς ταλαντώσεις πού ἐνδεχομένως θά δημιουργηθοῦν ἀπό τή δράση τῆς ἑλικας.

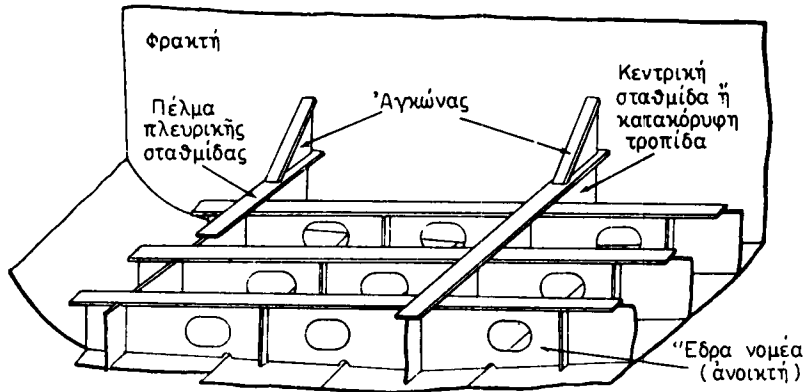
Ἡ ὕπαρξη διπυθμένου ἐμποδίζει σέ περίπτωση προσαράξεως τοῦ πλοίου τήν εἰσροή νεροῦ στό μηχανοστάσιο ἢ σέ ἄλλα διαμερίσματα. Σέ μιά τέτοια περίπτωση καί μέ τήν προϋπόθεση ὅτι τό διπύθμενο ἔχει τό κατάλληλο ὕψος, ὥστε νά μήν ὑπάρξει ρήγμα στήν ὀροφή του, ἡ κατάκλιση θά περιορισθεῖ μόνο στίς δεξαμενές τῶν διπυθμένων. Ἄν μάλιστα οἱ δεξαμενές αὐτές συμπέσει νά εἶναι πλήρεις, οἱ ἐπιπτώσεις ἀπό τήν κατάκλιση θά ἔχουν πολύ μικρή ἢ καί καμιά σημασία στήν πλευστότητα καί εὐστάθεια τοῦ πλοίου. Τά μικρά φορηγά πλοῖα καί τά πετρελαιοφόρα γενικά δέν ἔχουν δεξαμενές διπυθμένων, ἐνῶ τά μεγάλα φορηγά ἔχουν κατὰ κανόνα ἕνα χαμηλό συνεχές στεγανό κατάστρωμα πού ὀνομάζεται **ὀροφή διπυθμένου**. Τά διπύθμενα ἢ οἱ **δεξαμενές διπυθμένου** (double bottom tanks) εἶναι οἱ χώροι πού δημιουργοῦνται ἀνάμεσα σ' αὐτό τό κατάστρωμα καί τόν πυθμένα τοῦ πλοίου.

11.1.2 Τό ἐσωτερικό τοῦ πυθμένα.

Ὅπως προκύπτει ἀπό τό προηγούμενο κεφάλαιο, ὁ πυθμένας τοῦ πλοίου μπορεῖ νά διαμορφωθεῖ μέ διπύθμενο (double bottom) ἢ χωρίς διπύθμενο (single bottom).

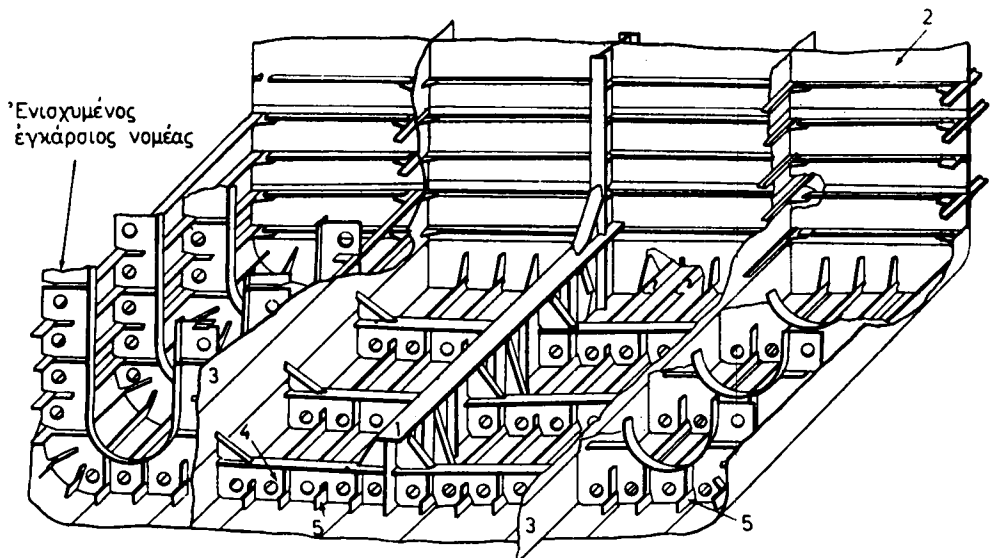
Ἡ τυπική διάταξη τοῦ ἐσωτερικοῦ πυθμένα ἑνός φορτηγοῦ πλοίου χωρίς διπύθμενο φαίνεται στό σχῆμα 11.1α. Στό σχῆμα αὐτό παρατηροῦμε τήν κατακόρυφη τρόπιδα πού ἐκτείνεται σέ ὄλο τό μήκος τοῦ πλοίου καί εἶναι συνεχῆς καί χωρίς ὀπές. Στό ἐπάνω μέρος τῆς κατακόρυφης τρόπιδας εἶναι συγκολλημένη ἰσχυρή λάμα πού ἐπίσης συγκολλάται στά πέλματα τῶν ἑδρῶν.

Οἱ ἑδρες τῶν νομέων εἶναι συνεχεῖς καί φέρουν ὀπές γιά τήν ἐξασφάλιση τῆς ἐπικοινωνίας τῶν χώρων πού δημιουργοῦνται. Οἱ πλευρικές σταθμίδες, πού βρίσκονται σέ ἰσαποστάσεις δεξιά καί ἀριστερά ἀπό τήν κεντρική σταθμίδα, διακόπτονται ἀνάμεσα στίς ἑδρες καί ἔχουν συνεχῆ πέλματα. Γιά τή συνοχή τῆς κατασκευῆς, τά τμήματα τῶν πλευρικῶν σταθμίδων εἶναι συγκολλημένα πάνω στίς ἑ-



Σχ. 11.1α.

Διαμόρφωση τοῦ ἐσωτερικοῦ τοῦ πυθμένα πλοίου χωρίς διπύθμενο.



Σχ. 11.1β.

Διαμόρφωση πυθμένα δεξαμενοπλοίου.

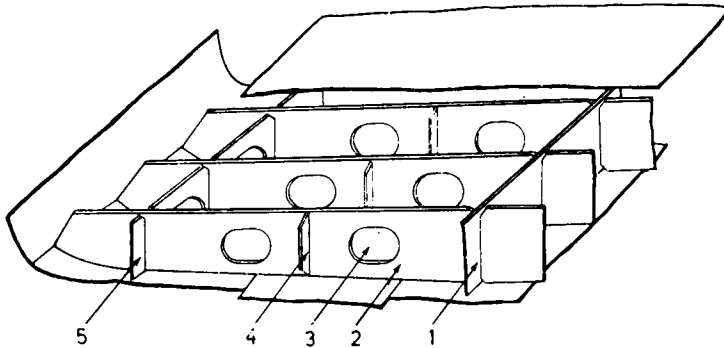
- 1) Κατακόρυφη τρόπιδα. 2) Ἐγκάρσια φρακτὴ. 3) Διαμήκης φρακτὴ. 4) Ἐδρα. 5) Διαμήκης ἐνίσχυση.
- 6) Ἐνισχυμένος ἐγκάρσιος νομέας.

δρες καί τά πέλματα τῶν πλευρικῶν σταθμίδων πάνω στά πέλματα τῶν ἑδρῶν.

Στό σχῆμα 11.1β φαίνεται τυπική διαμόρφωση τοῦ πυθμένα δεξαμενόπλοιου. Στό σχῆμα αὐτό φαίνονται περισσότερες λεπτομέρειες τοῦ διαμήκου συστήματος ἐνισχύσεως. Δύο διαμήκεις φρακτές δημιουργοῦν τίς πλευρικές καί τήν κεντρική δεξαμενή φορτίου. Θά πρέπει ἐπίσης νά σημειωθεῖ ὅτι οἱ διαμήκεις ἐνισχύσεις σ' αὐτή τήν περίπτωση εἶναι συνεχεῖς. Στό ἴδιο σχῆμα βλέπομε καί τή διαμόρφωση τῶν ἐνισχυμένων ἐγκάρσιων νομέων.

Στό σχῆμα 11.1γ φαίνεται τυπική διαμόρφωση τοῦ πυθμένα ἑνός πλοίου μέ διπύθμενο καί ἐγκάρσιο σύστημα ἐνισχύσεων.

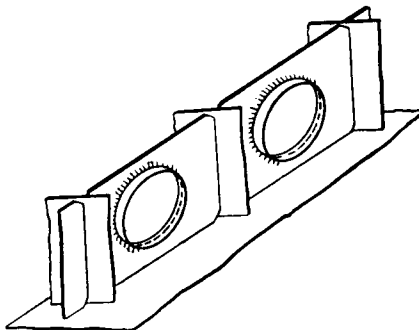
Ἡ κατακόρυφη τρόπιδα εἶναι καί πάλι συνεχῆς καί συνήθως χωρίς ὀπές ἐπικοινωνίας στό ἐπίπεδο συμμετρίας τοῦ πλοίου. Στίς περισσότερες περιπτώσεις, ἡ κατακόρυφη τρόπιδα ὑποδιαιρεῖ καί τίς δεξαμενές τοῦ διπυθμένου κατά τή διαμήκη ἔννοια. Οἱ ἑδρες εἶναι συνεχεῖς καί φέρουν ὀπές ἐπικοινωνίας. Οἱ πλευρικές σταθμίδες συγκολλῶνται κατά τμήματα ἀνάμεσα στίς ἑδρες. Οἱ ἑδρες πού βρίσκονται στό ἴδιο ἐπίπεδο μέ τίς ἐγκάρσιες φρακτές, δέν ἔχουν ὀπές ἐπικοινωνίας καί χρησιμοποιοῦνται γιά τό διαχωρισμό τῶν δεξαμενῶν διπυθμένων μεταξύ τους.



Σχ. 11.1γ.

Διαμόρφωση πυθμένα μέ διπύθμενο καί ἐγκάρσιο σύστημα ἐνισχύσεων.

- 1) Κατακόρυφη τρόπιδα. 2) Ἑδρα. 3) Ὀπή ἐπικοινωνίας. 4) Κατακόρυφη λάμα. 5) Πλευρική σταθμίδα.



Σχ. 11.1δ.

Δρακτύλιο ἐνισχύσεως ἑδρας.

Οἱ ὀπές ἐπικοινωνίας μπορεῖ νά ἔχουν μορφή ἐλλείψεως ἢ κύκλου. Σέ μερικές περιπτώσεις, γιά τήν αὔξηση τῆς ἀντοχῆς τῆς ἑδρας πού ἔχει ἐλαττωθεῖ ἕξαιτίας τῶν ὀπῶν, συγκολλῶνται στήν περίμετρο τῶν ὀπῶν ἐνισχυτικοί δρακτύλιοι (σχ. 10.1δ).

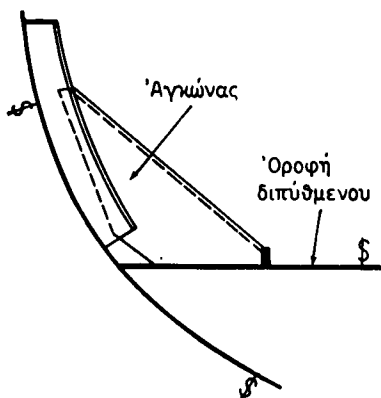
Όπως είδαμε παραπάνω, ο χώρος του διπυθμένου με την κατακόρυφη τρόπιδα και τις στεγανές ξόδρες υποδιαιρείται σε επιμέρους χώρους που χρησιμοποιούνται ως δεξαμενές πετρελαίου, λαδιού, πόσιμου νερού και ύγρου ξηματος. Κατά την εγκάρσια έννοια οι δεξαμενές του διπυθμένου είναι χωρισμένες σε αριστερές και δεξιές. Συμβαίνει πολλές φορές στα άκρα του πλοίου και κυρίως στην πλώρη, που τό πλάτος είναι μικρό, οι δεξαμενές του διπυθμένου να μη χωρίζονται σε δεξιές ή αριστερές, αλλά να είναι ενιαίες. Ένώ στο μέσο του πλοίου μπορεί οι δεξαμενές να χωρίζονται και σε τέσσερα, κατά την εγκάρσια έννοια, τμήματα.

Στήν περίπτωση που έχουμε δύο δεξαμενές διπυθμένου, από τις οποίες ή μία χρησιμοποιείται για νερό και ή άλλη για πετρέλαιο, ανάμεσά τους παρεμβάλλεται κενός χώρος, που καταλαμβάνει μήκος ίσο με την απόσταση μεταξύ δύο νομέων ή και διπλάσιο. Οι κενοί αυτοί χώροι ονομάζονται *cofferdams*.

Όλοι οι χώροι που δημιουργούνται στα διπύθμενα θά πρέπει να είναι προσιτοί. Για τό λόγο αυτό πάνω στό κατάστρωμα του διπυθμένου κατασκευάζονται άνθρωποθυρίδες. Μέσα σε κάθε δεξαμενή θά πρέπει να καταλήγουν άπολήξεις των δικτύων, ώστε να είναι δυνατή ή πλήρωση και έκκένωσή τους.

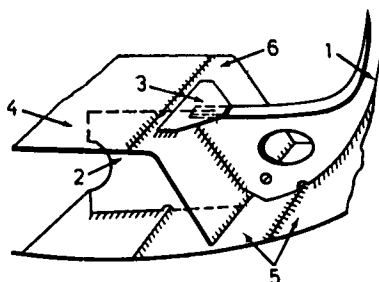
Ίδιαίτερο ένδιαφέρον παρουσιάζει ή διαμόρφωση του έλάσματος τής όροφής του διπυθμένου. Τό έλασμα αυτό, επίπεδο στό μεγαλύτερο μέρος του, μπορεί να καταλήξει στην πλευρά του πλοίου με διάφορους τρόπους.

Στήν περίπτωση του σχήματος 11.1ε ή όροφή του διπυθμένου διατηρείται όριζόντια σε όλο τό πλάτος.



Σχ. 11.1ε.

Όριζόντια διαμόρφωση πλευράς όροφής διπυθμένου.



Σχ. 11.1στ.

Κεκλιμένη διαμόρφωση πλευράς όροφής διπυθμένου.

1) Βραχίονας. 2) Έδρα. 3) Αγκώνας.

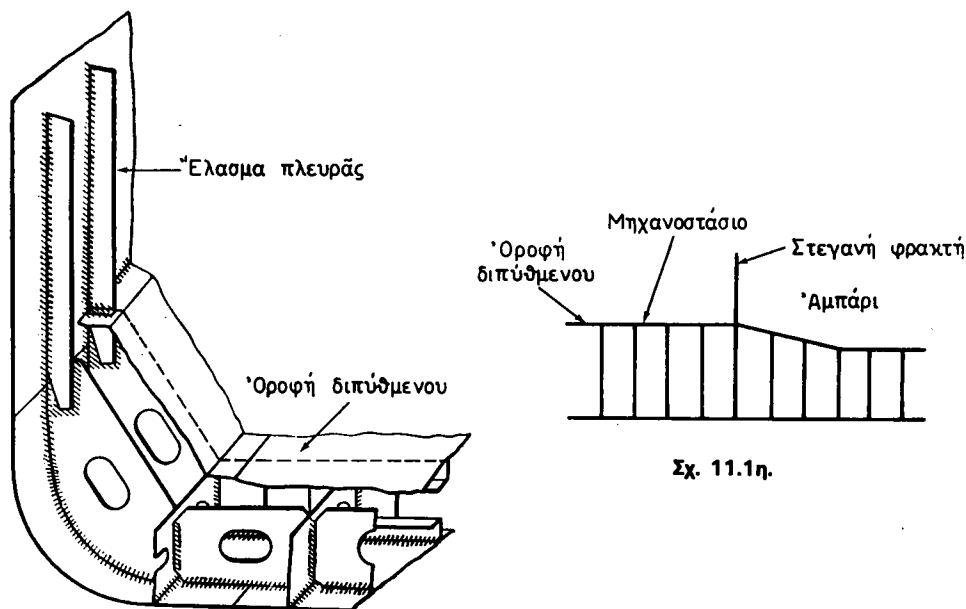
4) Όροφή διπυθμένου. 5) Έλασμα κυρτού γάστρας.

6) Margin plate.

Στήν περίπτωση του σχήματος 11.1στ τό έλασμα τής όροφής του διπυθμένου παρουσιάζει πτώση προς τις πλευρές, με άποτέλεσμα τή δημιουργία ενός χώρου όπου συγκεντρώνονται και άπαντλούνται στή συνέχεια με τή βοήθεια του δικτύου τά νερά που συγκεντρώνονται στην περιοχή.

Στό σχήμα 11.1ζ φαίνεται διάταξη όροφής διπυθμένου πάρα πολύ συνηθισμένη σε πλοία μεταφοράς χύδην φορτίων.

Τό ύψος του διπυθμένου κυμαίνεται συνήθως από 1 ως 1½ m. Συχνά στό μηχανοστάσιο, ανάλογα με τή διαμόρφωση τής βάσεως τής μηχανής, τό ύψος του



Σχ. 11.1ζ.

Διαμόρφωση πλευράς όροφής διπυθμένου πλοίου μεταφοράς χύδην φορτίου.

Σχ. 11.1η.

διπυθμένου είναι μεγαλύτερο. Στην περίπτωση αυτή ή μετάπτωση του ύψους του διπυθμένου του μηχανοστασίου σέ εκείνο του υπόλοιπου πλοίου γίνεται όπως φαίνεται στο σχήμα 11.1η (διαμήκης τομή).

11.1.3 Έξωτερική διαμόρφωση του πυθμένα.

Κάτω ακριβώς από την κεντρική σταθμίδα είναι τοποθετημένο τό έλασμα τής επίπεδης τρόπιδας. Τά έλάσματα τής επίπεδης τρόπιδας, έπειδή ή έπαφή του πλοίου μέ τά υπόβαθρα τής δεξαμενής κατά τό δεξαμενισμό πραγματοποιείται πάνω σ' αυτά, είναι ιδιαίτερα ένισχυμένα. Σύμφωνα μέ τούς κανονισμούς τών Νηογνωμόνων, τό πλάτος του έλάσματος τής επίπεδης τρόπιδας είναι ανάλογο μέ τό πλάτος του πλοίου καί τό πάχος του ανάλογο μέ τό μήκος. Τά πάχη τών ελασμάτων του πυθμένα, όπως άλλωστε καί όλα τά στοιχεία τής μεταλλικής κατασκευής του πλοίου, καθορίζονται από τούς κανονισμούς τών Νηογνωμόνων.

Κάποια κατασκευαστική ιδιομορφία παρουσιάζουν τά παρατροπίδια (bilge keels), που είναι ένα είδος πτερυγίου κάθετου πάνω στό κυρτό σημείο του πυθμένα. Λεπτομέρειες γιά τή δράση καί μορφή τών παρατροπίδιων δίνονται σέ έπόμενο κεφάλαιο.

11.2 Κατασκευή του καταστρώματος.

11.2.1 Παράγοντες που επηρεάζουν τή μορφή του καταστρώματος.

Τό κατάστρωμα του πλοίου πρέπει νά είναι σχεδιασμένο καί κατασκευασμένο

μέ τρόπο πού νά καλύπτονται ταυτόχρονα οι λειτουργικές ανάγκες καί οι απαιτήσεις άντοχής. Ἡ μορφή τοῦ καταστρώματος πού εἶναι ἀπαραίτητη, γιά νά καλύπτονται σωστά οι λειτουργικές ανάγκες, ἐξετάζεται στό κεφάλαιο 12 καί ἐξαρτᾶται σημαντικά ἀπό τή μορφή καί τόν προορισμό τοῦ πλοίου.

Ἡ ἀνάγκη καλύψεως τῶν λειτουργικῶν ἀναγκῶν τοῦ πλοίου δημιουργεῖ συχνά ἀρκετά σοβαρά προβλήματα άντοχής. Ἐνα ἀπό τά σοβαρότερα προβλήματα αὐτῆς τῆς μορφῆς εἶναι ἡ ἐξασθένιση τοῦ καταστρώματος τῶν φορτηγῶν πλοίων στήν περιοχή τῶν μεγάλων ἀνοιγμάτων τῶν ἀμπαριῶν.

Τά καταστρώματα φορτηγοῦ πλοίου γενικά, διακρίνονται σέ:

- Καταστρώματα πρωραίας ὑπερκατασκευῆς (forecastle deck), γέφυρας (bridge deck) καί πρυμναίας ὑπερκατασκευῆς (roop deck).
- Ἀνώτερο κατάστρωμα (upper deck).
- Κύριο κατάστρωμα (main deck).
- Κατώτερα καταστρώματα (lower decks).

Ὁ σκοπός τῶν καταστρωμάτων σέ ἕνα πλοῖο μπορεῖ νά συνοψισθεῖ στά παρακάτω:

- α) Ἐξασφάλιση τῆς ἀπαραίτητης άντοχῆς τοῦ πλοίου ὡς ράβδου.
- β) Δημιουργία ἐπιφανειῶν γιά τή στοιβασία τοῦ φορτίου, τίς ἐνδιστοιβασίες ἐπιβατῶν καί πληρώματος, τήν ἐγκατάσταση τῶν μηχανημάτων καί γενικά τήν κάλυψη τῶν λειτουργικῶν ἀναγκῶν τοῦ πλοίου.
- γ) Ἐξασφάλιση τῆς στεγανότητος ἀπό τό ἐξωτερικό πρὸς τό ἐσωτερικό τοῦ πλοίου ἀλλά καί ἀνάμεσα σέ ὑπερκείμενους χώρους.
- δ) Ὑποστήριξη τῶν πλευρῶν τοῦ πλοίου καί τῶν ἐγκαρσίων καί διαμήκων φρακτῶν.

Ἀπό τά παραπάνω προκύπτει ὅτι οι καταπονήσεις πού ὑφίστανται τά καταστρώματα, συνοπτικά, εἶναι:

- Φορτία λόγω τῆς καταπονήσεως τοῦ πλοίου ὡς ράβδου.
- Βάρη τοῦ ἐξοπλισμοῦ πού ἐδράζεται πάνω στά καταστρώματα (μηχανές, γερανός κλπ.).
- Βάρη φορτίου, ἐπιβατῶν καί πληρώματος.
- Πίεση τοῦ νεροῦ πού καλύπτει σέ θαλασσοταραχή τό κατάστρωμα.
- Βάρη ὑγρῶν σέ καταστρώματα, πού σχηματίζουν δάπεδα δεξαμενῶν.

11.2.2 Τυπική διαμόρφωση τοῦ καταστρώματος.

Κατά τή σχεδίαση τῆς μορφῆς τοῦ ἀνώτερου συνεχοῦς καταστρώματος ἑνός πλοίου, θά πρέπει νά λαμβάνονται ὑπόψη καί οι παρακάτω ἐπιδιώξεις.

- α) Ἡ μή κάλυψη τοῦ καταστρώματος μέ νερό σέ περίπτωση δυνατοῦ κυματισμοῦ.
- β) Ἡ διευκόλυνση τῆς ροῆς τοῦ νεροῦ, πού συγκεντρώνεται στό κατάστρωμα, πρὸς τή θάλασσα.

Γιά τήν ἐκπλήρωση τῶν δύο αὐτῶν ἀπαιτήσεων, τό ἀνώτερο συνεχές κατάστρωμα τῶν πλοίων ἀλλά καί τά ὑπερκείμενα καταστρώματα πρωραίας καί πρυμναίας ὑπερκατασκευῆς, θά πρέπει νά ἔχουν **σιμότητα** καί **κύρτωμα ζυγοῦ**.

Τά ἐνδιάμεσα καταστρώματα μπορεῖ νά εἶναι καί τελείως ἐπίπεδα.

Ἀπό τούς κανονισμούς «περὶ γραμμῆς φορτώσεως» (κεφάλαιο 26) καθορίζεται

ὅτι ἡ τυποποιημένη σιμότητα δίνεται ἀπὸ τὶς σχέσεις:

$$S_a = 25 \left(\frac{L}{3} + 10 \right) \quad (78)$$

$$\text{καὶ} \quad S_f = 2S_a \quad (79)$$

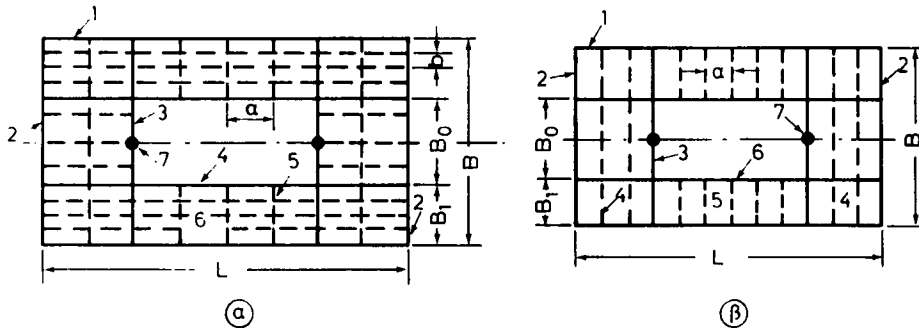
ὅπου: S_a καὶ S_f ἡ πρυμναία καὶ πρωραία σιμότητα τοῦ καταστρώματος σέ mm ἀντίστοιχα καὶ

L τὸ μήκος τοῦ πλοίου σέ m.

Τὸ ἴχνος τοῦ καταστρώματος, ὅπως τὸ βλέπομε ἀπὸ τὴν πλευρά τοῦ πλοίου, στὶς περισσότερες περιπτώσεις, ἔχει παραβολικὸ σχῆμα. Σέ μερικά ὁμως πλοῖα τὸ ἴχνος ἔχει τὴ μορφή μιᾶς τεθλασμένης γραμμῆς, πού ἀποτελεῖται ἀπὸ μία ὀριζώντια εὐθεία στὴ μέσσια περιοχή τοῦ πλοίου καὶ δύο κεκλιμένες πρὸς τὰ πάνω στὰ ἄκρα. Τὰ σημεῖα ἀπὸ τὰ ὁποῖα ἀρχίζει ἡ ἀνύψωση τοῦ καταστρώματος συμπίπτουν, συνήθως, μέ τὴ θέση ἐγκαρσίων φρακτῶν.

Τὸ κύρτωμα τοῦ ζυγοῦ λαμβάνεται συνήθως ἴσο μέ τὸ $\frac{1}{50}$ τοῦ πλάτους τοῦ πλοίου.

Ἡ ἐνδυνάμωση τοῦ καταστρώματος τοῦ πλοίου μέ ἐγκάρσιο σύστημα ἐνίσχυσεως εἶναι κυρίως τὰ **ζυγά**. Εἶναι δυνατὴ ὁμως καὶ ἡ ἐνίσχυση ἑνὸς καταστρώματος μέ διαμήκεις ἐνισχύσεις πού λέγονται **διαδοκίδες**. Οἱ δύο αὐτές πιθανότητες ἐνίσχυσεως ἑνὸς καταστρώματος φαίνονται σκαριφηματικά γιὰ τὴν περιοχή ἀμπαριοῦ στό σχῆμα 11.2α.



Σχ. 11.2α.

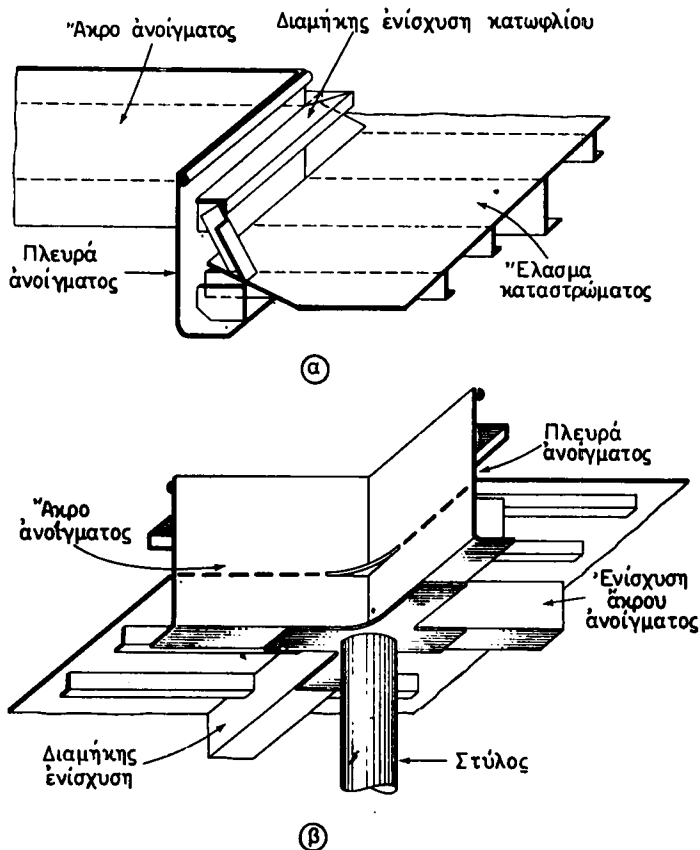
Μέθοδοι ἐνίσχυσεως καταστρώματος.

- α) Διάμηκες σύστημα ἐνίσχυσεως καταστρώματος κύτους. 1) Πλευρά. 2) Ἐγκάρσια φρακτῆ. 3) Ἐνίσχυση ἄκρου καταστρώματος. 4) Ἐνίσχυση πλευρᾶς καταστρώματος. 5) Ἡμιζυγά. 6) Διαδοκίδα. 7) Στύλος ὑποστηρίξεως καταστρώματος. L) Μήκος ἀμπαριοῦ. Β) πλάτος πλοίου B_0 πλάτος ἀνοίγματος. β) Ἐγκάρσιο σύστημα ἐνίσχυσεως καταστρώματος κύτους.

Ἰδιαίτερα κρίσιμη εἶναι ἡ σχεδίαση τῶν καταστρωμάτων στὴν περιοχή τῶν ἀμπαριῶν, γιατί οἱ χῶροι αὐτοὶ ἔχουν μεγάλες διαστάσεις καὶ γιατί εἶναι ἀπαραίτητο νά ἔχουν μεγάλα ἀνοίγματα. Συχνά γιὰ τὴν ἐνίσχυση τῶν καταστρωμάτων στὶς θέσεις αὐτές, ἰδιαίτερα μάλιστα ὅταν πάνω ἀπὸ τὰ καταστρώματα προβλέπεται φόρτωση μεγάλων φορτίων, εἶναι ἀπαραίτητη ἡ πρόβλεψη εἰδικῶν στύλων (σχ. 11.2α).

Ένα τυπικό παράδειγμα ένιςχύσεως καταστρώματος, με εγκάρσιες ένιςχύσεις, στην περιοχή του ανοίγματος του κύτους φορτηγού πλοίου, φαίνεται στο σχήμα 11.2β.

Στήν περίπτωση εγκάρσιας ένιςχύσεως του καταστρώματος τά ζυγά είναι συνεχή και σχηματίζουν μαζί με τούς νομείς κλειστούς δακτύλιους. Στο σχήμα 11.2β διακρίνεται κυρίως ή κατασκευαστική διαμόρφωση του ανοίγματος καθώς και ένας στύλος υποστηρίξεως του καταστρώματος. Η διαμήκης ένιςχυση του ανοίγματος του καταστρώματος ονομάζεται *ένιςχυση πλευράς ανοίγματος (hatch side beam)* και ή εγκάρσια, *ένιςχυση άκρου ανοίγματος (hatch end beam)*.

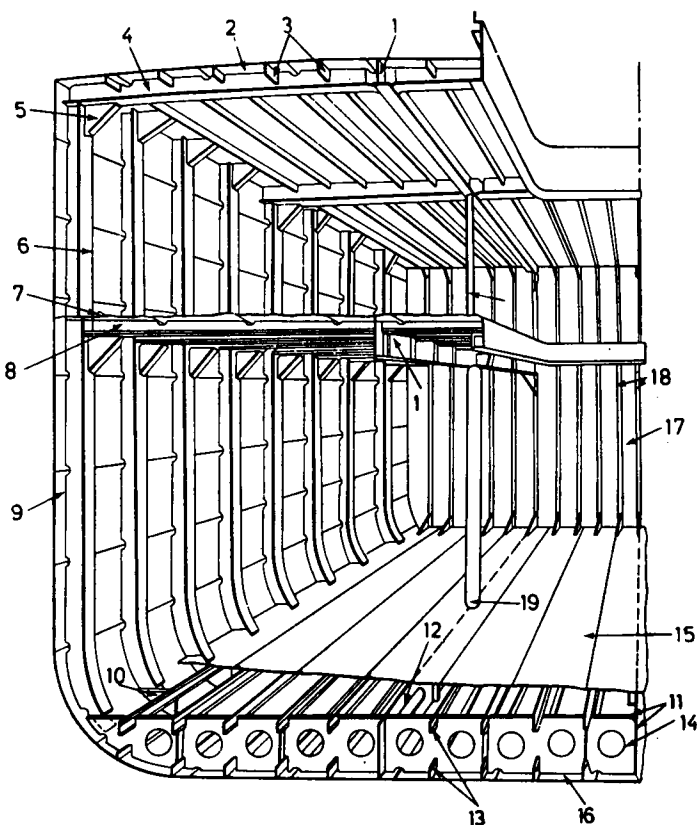


Σχ. 11.2β.

Κατασκευή ένιςχύσεως ανοίγματος κύτους.

α) Τομή στήν περιοχή ανοίγματος. β) Λεπτομέρεια ανοίγματος από κάτω πρός τά επάνω.

Στό σχήμα 11.2γ φαίνεται μικτή ένιςχυση πλοίου. Στό άνωτερο κατάστρωμα παρατηρούμε ένιςχύσεις κατά τό διάμηκες, ενώ στό ένδιάμεσο κατά τό εγκάρσιο. Θά πρέπει νά σημειωθεί ότι οι διαμήκεις ένιςχύσεις του καταστρώματος, οι ένιςχύσεις τών φρακτών και οι διαμήκεις ένιςχύσεις του πυθμένα βρίσκονται στό ίδιο επίπεδο.



Σχ. 11.2γ.

Ένισχυση καταστρώματος πλοίου με μικτό σύστημα ένισχύσεων.

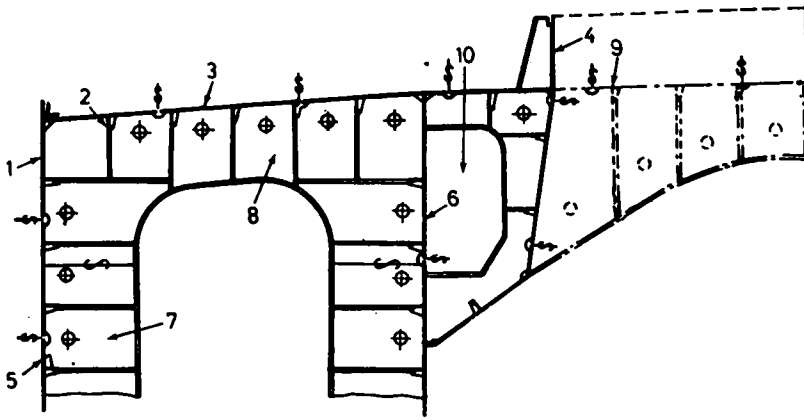
- 1) Ένισχυμένη διαμήκης ένισχυση. 2) Έλασμα ανώτερου καταστρώματος. 3) Διαδοκίδα. 4) Ήμιζυγό. 5) Άγκώνας. 6) Νομέας. 7) Έλασμα κουραδόρου. 8) Ζυγά. 9) Έλάσματα πλευρών. 10) Άγκώνας κύτους. 11) Κατακόρυφη τρόπιδα. 13) Διαμήκεις ένισχύσεις πυθμένα. 14) Έδρα. 15) Όροφή διπύθμενου. 16) Έλάσματα πυθμένα. 17) Έγκάρσια φρακτή. 18) Ένισχυση φρακτής. 19) Στύλος.

Τέλος στο σχήμα 11.2δ φαίνεται έγκάρσια τομή, στην περιοχή ανοίγματος του άμπαριού, πλοίου μεταφοράς μεταλλεύματος.

11.2.3 Άνοιγματα κύτους.

Στήν περιοχή των μεγάλων ανοιγμάτων του καταστρώματος, πού είναι άπαραίτητα για τή φόρτωση των άμπαριών, δημιουργείται μία άσυνέχεια τής διατομής. Ή άσυνέχεια αυτή τής διατομής δημιουργεί, όπως καί σε άλλες περιοχές του πλοίου, πού έχουμε τέτοιες άσυνέχειες, τοπική αύξηση των καταπονήσεων, πού στήν Άντοχή των Ύλικών ονομάζεται **συγκέντρωση τάσεων**.

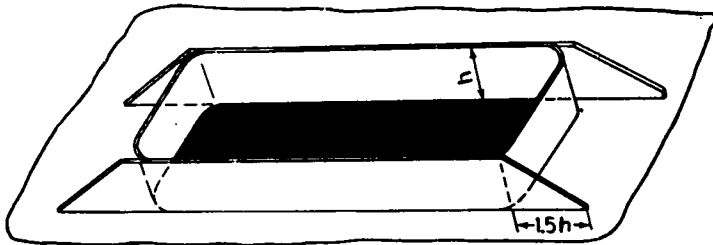
Ή παραπάνω συγκέντρωση τάσεων σε συνδυασμό με τήν έναλλασσόμενη καταπόνηση, πού υπάρχει στο κατάστρωμα, όπως έχουμε δει σε προηγούμενα κεφάλαια, ιδιαίτερα όταν υπάρχει χαμηλή θερμοκρασία, μπορεί νά δημιουργήσει ρωγμές στο χάλυβα ή τίς συγκολλήσεις.



Σχ. 11.26.

Έγκάρσια τομή στην περιοχή ανοίγματος κύτους σέ πλοίο μεταφοράς μεταλλεύματος.
 1) Έλασμα ζωστήρα. 2) Διαμήκης ενίσχυση καταστρώματος. 3) Έλασματα καταστρώματος. 4) Κατώφλι πλευράς ανοίγματος κύτους. 5) Διαμήκης ενίσχυση πλευράς. 6) Διαμήκης φρακτή. 7) Ενισχυμένοι νομέας. 8) Έγκάρσια ενίσχυση καταστρώματος. 9) Διαμήκης ενίσχυση καταστρώματος. 10) Διάδρομος.

Γιά τό λόγο αυτό στην περιοχή τών ανοιγμάτων τών κυτῶν πρέπει νά υπάρχει πρόσθετη ενίσχυση. Ἡ διαμόρφωση τοῦ χώρου τοῦ ανοίγματος πάνω ἀπό τό κατάστρωμα ἑνός κύτους φαίνεται σκαριφηματικά στό σχήμα 11.2ε.



Σχ. 11.2ε.

Ένισχύσεις ανοίγματος κύτους.

11.3 Κατασκευή πλευρῶν.

11.3.1 Παράγοντες πού ἐπιδρουν στή διαμόρφωση τών πλευρῶν.

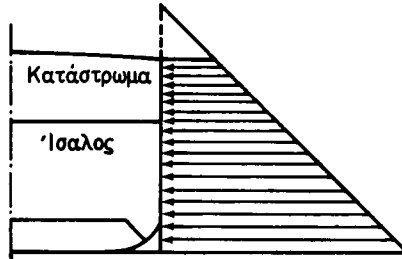
Τά φορτία πού δέχεται τό περίβλημα τοῦ πλοίου στίς πλευρές εἶναι:

- Τάσεις λόγω καταπονήσεων τοῦ πλοίου ὡς δοκοῦ.
- Πιέσεις ἀπό τό νερό πού περιβάλλει τό πλοιο.
- Φορτία λόγω προσκρούσεων τοῦ πλοίου σέ κρηπιδώματα ἢ φορτία λόγω διελεύσεως τοῦ ἀνάμεσα ἀπό πάγους.

Οἱ τάσεις λόγω καταπονήσεως τοῦ πλοίου ὡς δοκοῦ ἔχομε δεῖ ὅτι ἔχουν μηδε-

νική τιμή στον ουδέτερο άξονα και αύξάνονται γραμμικά, όσο πλησιάζομε τό κατάστρωμα ή τόν πυθμένα.

Οι πιέσεις του νερού έξάλλου μεταβάλλονται και αυτές γραμμικά από τό κατάστρωμα πρós τά κάτω. Έπειδή σέ κυματισμό υπάρχει και τό ένδεχόμενο τό νερό νά καλύψει τό κατάστρωμα, μπορούμε νά θεωρήσομε ότι ή κατανομή τής πιέσεως θά είναι όπως φαίνεται στό σχήμα 11.3α.



Σχ. 11.3α.

Κατανομή υδροστατικής πιέσεως στήν πλευρά του πλοίου.

Γιά τούς παραπάνω λόγους, οι κανονισμοί των Νηογυμνώνων, γιά νά βρεθεί τό πάχος των έλασμάτων τής πλευράς, χωρίζουν τήν πλευρά του πλοίου σέ τρεις περιοχές:

- Έλάσματα ζωστήρα.
- Έλάσματα κυρτού γάστρας.
- Υπόλοιπα έλάσματα τής πλευράς.

Τά πάχη πού καθορίζονται γιά τά έλάσματα του ζωστήρα και τής πλευράς είναι μεγαλύτερα από τά υπόλοιπα. Άλλά και στά πάχη των υπόλοιπων έλασμάτων υπάρχουν διαφορές, ανάλογα μέ τήν κατακόρυφη θέση τους, σέ σχέση μέ τό κατάστρωμα και τόν πυθμένα.

Τά φορτία πού δέχονται τά έλάσματα, μεταφέρονται μέσω των έσωτερικών ενισχύσεων στά καταστρώματα, στον πυθμένα και στις φρακτές.

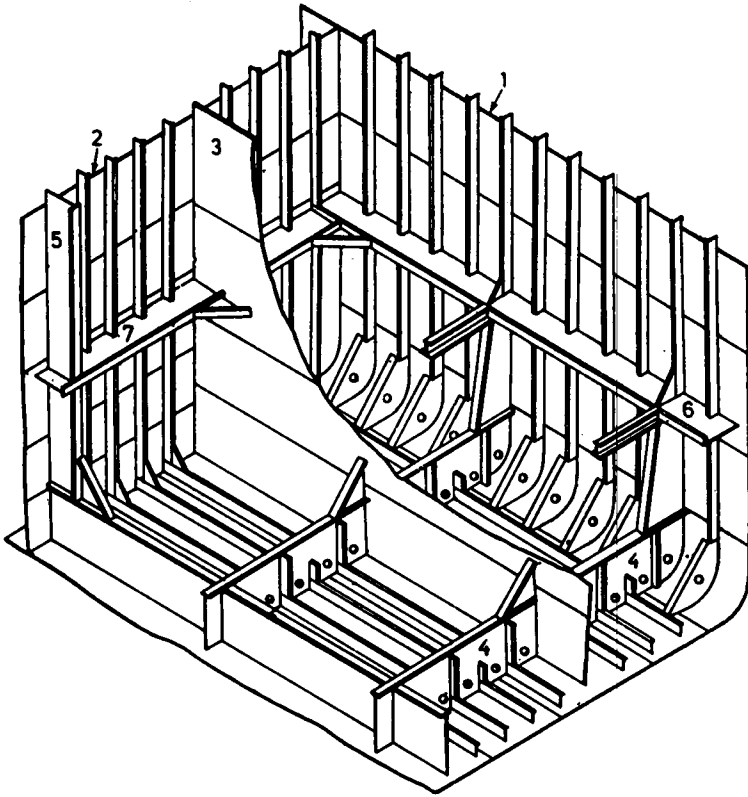
11.3.2 Νομείς.

Οι νομείς γιά τήν ενίσχυση των έλασμάτων των πλευρών, μπορεί νά είναι, όπως έχουμε πεί, διαμήκεις ή εγκάρσιοι. Τυπική διάταξη ενός δεξαμενόπλοιου μέ εγκάρσιο σύστημα ενισχύσεων φαίνεται στό σχήμα 11.3β.

Γιά τήν αύξηση τής άντοχής των εγκαρσίων νομέων τοποθετούνται πάνω στήν πλευρά διαμήκεις ενισχύσεις πού ο άριθμός τους εξαρτάται από τό ύψος του πλοίου. Στο σχήμα 11.3β φαίνονται δύο τέτοιες ενισχύσεις. Θά πρέπει νά σημειωθεί ότι οι ενισχύσεις αυτές συνδέονται μέ άλλες πού βρίσκονται σέ αντίστοιχη θέση πάνω στις φρακτές.

Στό σχήμα 11.3γ φαίνονται μερικοί από τούς πιθανούς τρόπους συνδέσεως των εγκαρσίων νομέων μέ τόν πυθμένα όταν υπάρχει ή δέν υπάρχει διπύθμενο.

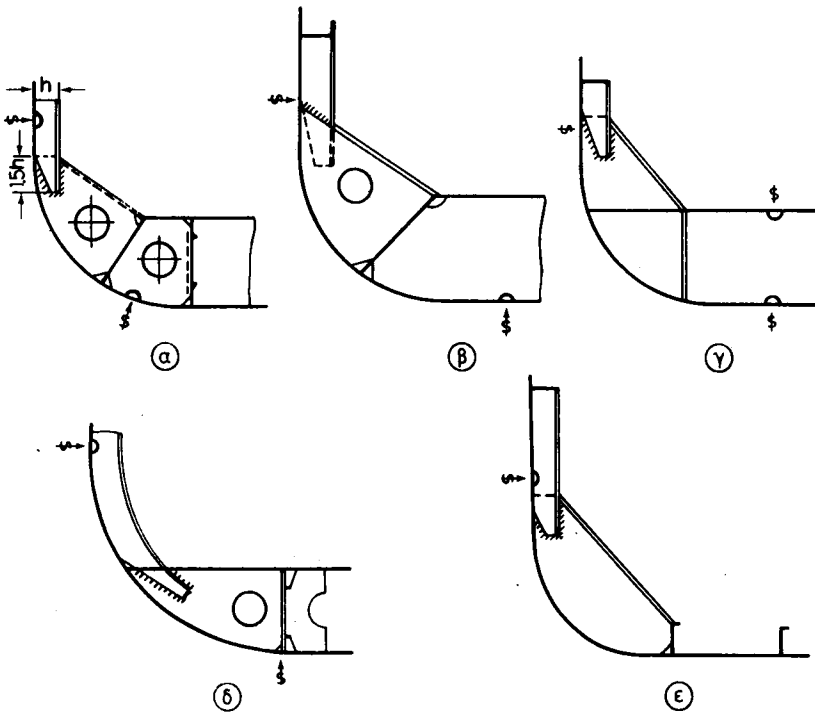
Στό σχήμα 11.3δ φαίνεται ή περίπτωση ενός πλοίου μέ διαμήκεις ενισχύσεις στήν πλευρά και ιδιαίτερα ο τρόπος συνδέσεως των διαμήκων ενισχύσεων μέ τήν εγκάρσια φρακτή.



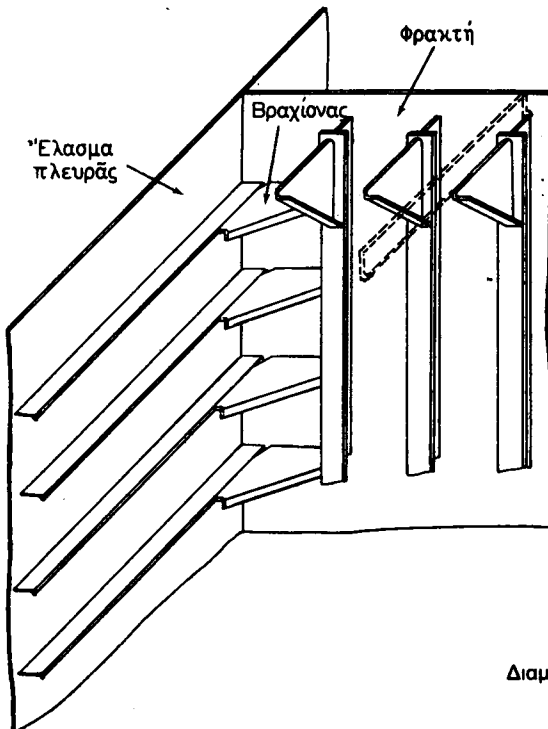
Σχ. 11.3β.

Έγκάρσιο σύστημα ενισχύσεων πλευράς δεξαμενόπλοιου.

Έλασμα πλευράς. 2) Έλασμα φρακτής. 3) Διαμήκης φρακτή. 4) Έδρα. 5) Κατακόρυφη ενίσχυση φρακτής. 6) Διαμήκης ενίσχυση πλευράς.



Σχ. 11.3γ.
 Συνδέσεις έγκαρσίων νομένων μέ πυθμένα.



Σχ. 11.36.
 Διαμήκεις ένισχύσεις πλευράς.

11.4 Κατασκευή τῶν φρακτῶν.

11.4.1 Στοιχεῖα πού ἐπηρεάζουν τή μορφή τῶν φρακτῶν.

Οἱ φρακτές εἶναι κατακόρυφα διαχωρίσματα μέ ἐγκάρσια ἢ διαμήκη διεύθυνση. Ὁ σκοπός τους εἶναι νά διαχωρίζουν μεταξύ τους τά διαμερίσματα τοῦ πλοίου, ταυτόχρονα ὁμως νά συμμετέχουν στήν ἐξασφάλιση τῆς ἀντοχῆς του.

Οἱ φρακτές διακρίνονται σέ **στεγανές** καί **μὴ στεγανές**. Οἱ στεγανές φρακτές, ἀνάλογα μέ τόν βαθμό στεγανότητάς τους διακρίνονται σέ ὑδατοστεγανές, ἐλαιοστεγανές καί ἀεροστεγανές.

Οἱ ὑδατοστεγανές καί ἐλαιοστεγανές φρακτές μπορεῖ νά δέχονται πίεση ὑγρῶν μόνιμα ἢ σπάνια. Μόνιμη πίεση δέχονται οἱ φρακτές πού ἀποτελοῦν ὄρια δεξαμενῶν ὅταν οἱ δεξαμενές εἶναι γεμάτες.

Λεπτομέρειες σχετικά μέ τή θέση τῶν ἐγκαρσίων φρακτῶν δίνονται σέ ἐπόμενο κεφάλαιο. Ἰδιαίτερο ἐνδιαφέρον ὡς πρός τή θέση τῶν ἐγκαρσίων φρακτῶν παρουσιάζει ἡ περίπτωση τῶν ἐπιβατικῶν (καί πολεμικῶν) πλοίων γιά τά ὁποῖα προβλέπονται ἀπό τούς κανονισμούς αὐξημένες ἀπαιτήσεις σχετικά μέ τή στεγανή ὑποδιαίρεση.

Γιά τήν κατασκευαστική διαμόρφωση τῶν φρακτῶν λαμβάνονται ὑπόψη τά παρακάτω φορτία:

- α) Ἀντιδράσεις τῶν φρακτῶν στά φορτία πού ὀφείλονται στήν ἐξωτερική πίεση τοῦ νεροῦ, γιατί οἱ φρακτές ἀποτελοῦν σημεῖα ὑποστηρίξεως τῶν πλευρῶν καί τοῦ πυθμένα τοῦ πλοίου.
- β) Ἀντιδράσεις ἀπό τά φορτία τῶν ὑποβάθρων κατά τό δεξαμενισμό τοῦ πλοίου.
- γ) Πιέσεις ἀπό ὑγρά πού βρίσκονται σ' ἐπαφή μέ τίς φρακτές ἢ πού πρόκειται νά καταπονήσουν τή φρακτῆ ὅταν σέ κάποια κατάσταση ἀνάγκης χρειασθεῖ νά παίξει τό ρόλο ἀνθεκτικοῦ καί στεγανοῦ διαφράγματος.

Ὅπως εἶναι φανερό ἀπό τά παραπάνω, ἀπό τό ὕψος μιᾶς φρακτῆς καί ἀπό τά ἐνδιάμεσα σημεῖα στηριξεῶς της (καταστρώματα) ἐξαρτᾶται ἡ καταπόνηση της. Ἀνάλογα μέ τήν καταπόνηση πού θά δεχθεῖ καθορίζεται τό πάχος τοῦ ἐλάσματος καί οἱ ἐνισχύσεις πού θά χρησιμοποιηθοῦν γιά τήν κατασκευή της.

Ἡ καλή σχεδίαση μιᾶς φρακτῆς ἔχει ὡς σκοπό τήν ἐξασφάλιση τῆς ἀπαραίτητης ἀντοχῆς μέ τό ἐλάχιστο δυνατό βάρος.

11.4.2 Ἐνισχύσεις φρακτῶν.

Οἱ ἐνισχύσεις τῶν φρακτῶν μπορεῖ νά εἶναι κατακόρυφες ἢ ὀριζόντιες. Σέ περίπτωση πού εἶναι κατακόρυφες ὑπάρχει, συνήθως σέ μικρά πλοῖα, καί μία ἢ δύο ὀριζόντιες ἐνισχύσεις. Σέ μεγάλα ὁμως πλοῖα δέν ὑπάρχουν γιατί τίς ἀντικαθιστοῦν πλήρως τά ἐνδιάμεσα καταστρώματα.

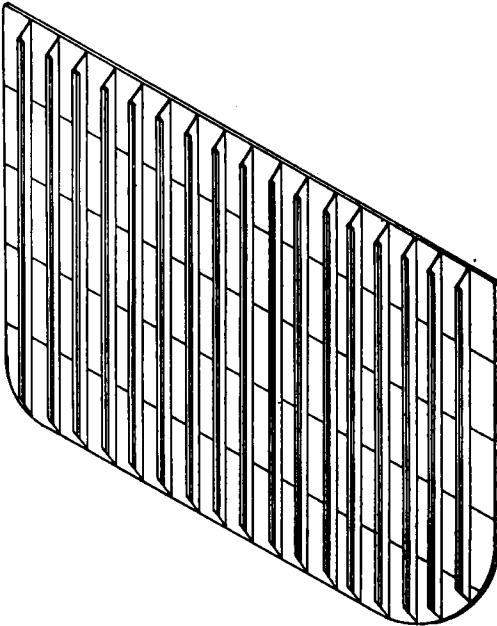
Μεταξύ τῶν δύο συστημάτων ἐνισχύσεως πλεονεκτικότερο φαίνεται ἐκεῖνο μέ τίς κατακόρυφες ἐνισχύσεις, γιατί αὐτές συμμετέχουν στήν ἐξασφάλιση τῆς ἀπαραίτητης ἀντοχῆς ἀπό τά φορτία πού ἐφαρμόζονται ἀπό τά ὑπόβαθρα κατά τό δεξαμενισμό. Ἄλλοι παράγοντες πού ἐπηρεάζουν τήν ἐκλογή μεταξύ ὀριζοντίων καί κατακορύφων ἐνισχύσεων τῶν φρακτῶν εἶναι:

- α) Τό βασικό σύστημα ἐνισχύσεως τοῦ πλοίου (ἐγκάρσιο ἢ διάμηκες).

- β) Ἡ διεύθυνση τῶν ἐλασμάτων πού σχηματίζουν τή φρακτὴ (ὀριζόντια ἢ κατακόρυφη).
- γ) Ἡ εὐκολία ἐσωτερικοῦ καθαρισμοῦ τῶν χώρων μέσα στους ὁποίους βρίσκονται οἱ ἐνισχύσεις τῶν φρακτῶν.

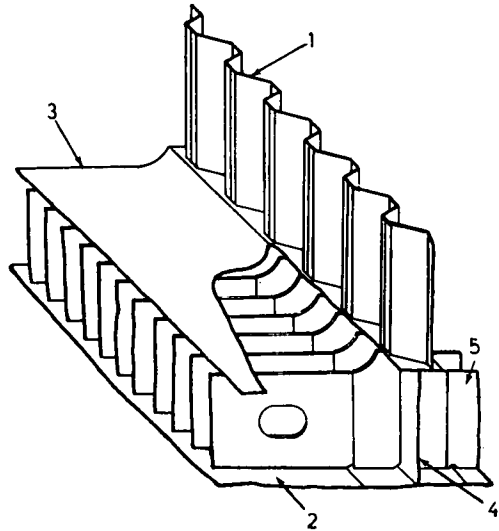
Οἱ ἐνισχύσεις τῶν φρακτῶν εἶναι τοποθετημένες μόνο ἀπὸ τή μιά τους πλευρά.

Στὴν περίπτωση πού ἔχομε κατακόρυφες ἐνισχύσεις, αὐτὲς μπορεῖ νά συνδέονται στὰ ἄκρα τους μὲ ἀγκῶνες μὲ τὰ καταστρώματα ἢ νά τερματίζουν λίγο πρὶν ἀπὸ τὸ ἀνώτερο καὶ κατώτερο ἄκρο τῆς φρακτῆς. Μιά τέτοια διάταξη ἐνισχύσεων φαίνεται στὸ σχῆμα 11.4α.



Σχ. 11.4α.

Φρακτὴ μὲ κατακόρυφες ἐνισχύσεις.



Σχ. 11.4β.

Διαμήκης κυματοειδῆς φρακτὴ.

- 1) Φρακτὴ, 2) Ἐλασμα πυθμένα.
3) Ὅροφὴ διπυθμένου, 4) Κατακόρυφη τρόπιδα.
5) Ἐδρα.

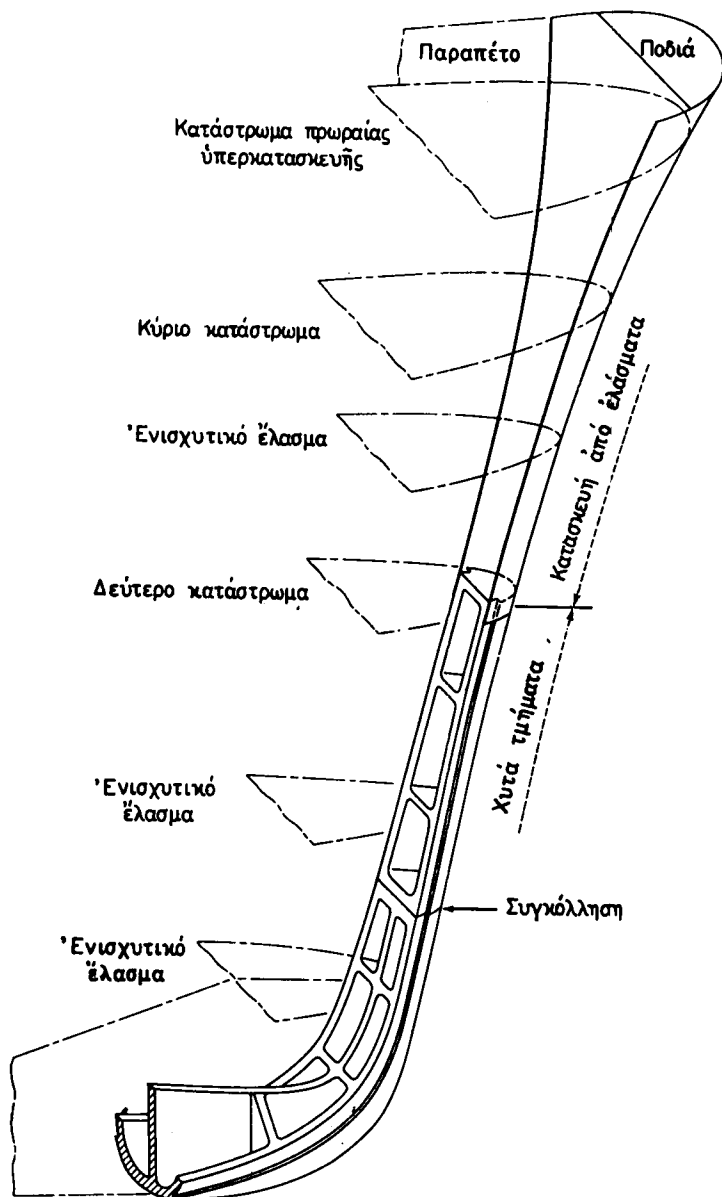
Τὰ τελευταῖα χρόνια ἔχουν ἐφαρμοσθεῖ γιὰ ἐλάττωση βάρους καὶ εὐκολία κατασκευῆς οἱ **κυματοειδεῖς φρακτές**. Ἡ τάση αὐτὴ πού ξεκίνησε στὴν ἀρχὴ ἀπὸ τὰ δεξαμενόπλοια ἔχει ἐπεκταθεῖ καὶ σὲ ἄλλους τύπους πλοίων. Στὸ σχῆμα 11.4β φαίνεται τυπικὴ διάταξη διαμήκους στεγανῆς κυματοειδοῦς φρακτῆς.

11.5 Ὑπερκατασκευές.

Ἡ διαμόρφωση τῶν ὑπερκατασκευῶν, γενικά, δέ διαφέρει σημαντικά ἀπὸ ἐκείνη τοῦ κυρίως σκάφους.

Οἱ ὑπερκατασκευές, ἀνάλογα μὲ τὸ μῆκος καὶ τή θέση τους κατὰ τὸ διάμηκες, μπορεῖ νά θεωρηθεῖ ὅτι συμμετέχουν ἢ ὄχι στὴν ἀντοχὴ τοῦ πλοίου ὡς ράβδου.

Ἐπειδὴ δὲν εἶναι συνεχεῖς κατὰ μῆκος τοῦ πλοίου, ἔχομε στὰ σημεῖα διακοπῆς τῆς συνέχειάς τους σημαντικὰ προβλήματα συγκεντρώσεως τάσεων, ὅπως ἀκριβῶς καὶ στὰ ἀνοίγματα τῶν κυτῶν. Γιὰ τὸ λόγο αὐτὸ τὰ σημεῖα τερματισμοῦ κατὰ τὸ διάμηκες τῶν ὑπερκατασκευῶν χρειάζονται προσεκτικὴ σχεδίαση.



Σχ. 11.6.
Διαμόρφωση πλώρης.

11.6 Διαμόρφωση πλώρης.

Ἡ διαμόρφωση τῆς πλώρης παρουσιάζει ἄρκετά κατασκευαστικά προβλήματα λόγω τοῦ πολύπλοκου σχήματός της. Παλιότερα τὸ τμήμα αὐτὸ ἦταν χυτὸ, σήμερα ὁμως κατασκευάζεται χυτὸ μόνο τὰ κατώτερο τμήμα τῆς πλώρης.

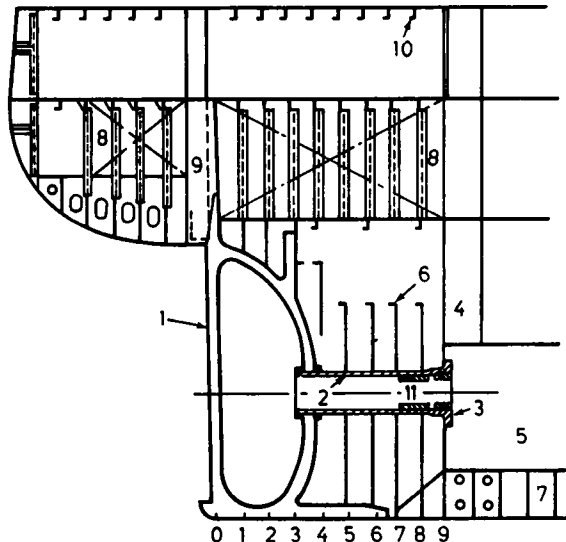
Ἐνδεικτικὰ ἡ διαμόρφωση τῆς πλώρης ἑνὸς πλοίου φαίνεται στὸ σχῆμα 11.6.

11.7 Διαμόρφωση πρύμνης.

Τὸ πῖο σοβαρὸ στοιχεῖο ἀπὸ τὴν κατασκευὴ τῆς πρύμνης τοῦ πλοίου εἶναι τὸ **ποδόστημα** καὶ ὁ **κλωβὸς τοῦ ποδοστήματος**.

Τὸ ποδόστημα βρῖσκεται κάτω ἀπὸ τὴν ἐπίδραση πολλῶν φορτίων πού ὀφείλονται κυρίως στὴ δράση τοῦ πηδαλίου καὶ τῆς ἑλικας. Ἡ κατασκευὴ του μπορεῖ νὰ εἶναι συγκολλητὴ ἢ ὅταν ἐπιβάλλεται ἀπὸ τυχόν κατασκευαστικούς περιορισμούς, χυτὴ ἢ καὶ συνδυασμὸς ἑνὸς χυτοῦ καὶ ἑνὸς συγκολλητοῦ τμήματος. Τὸ χυτὸ τμήμα τοῦ ποδοστήματος συνδέεται μὲ βραχίονες μὲ τὰ γειτονικὰ ἀνθεκτικὰ στοιχεῖα τῆς κατασκευῆς τοῦ κυρίως σκάφους.

Στὸ σχῆμα 11.7 φαίνεται ἡ διαμόρφωση τῆς πρύμνης ἑνὸς μονέλικου πλοίου. Περισσότερες λεπτομέρειες πάνω σὲ εἰδικὰ κατασκευαστικὰ στοιχεῖα τῆς πρύμνης, ὅπως εἶναι τὸ πηδάλιο, ἡ χοάνη τοῦ ἐλικοφόρου ἄξονα καὶ τὰ ἐξωτερικὰ ἀκροπρυμαῖα ἔδρανα θὰ δοθοῦν σὲ ἐπόμενα κεφάλαια.



Σχ. 11.7.

Διαμόρφωση πρυμναίου μέρους.

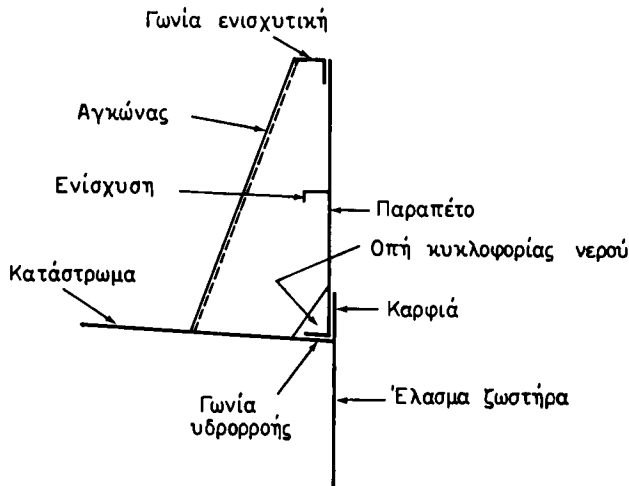
- 1) Βάση στηρίξεως πηδαλίου. 2) Ἀκροπρυμαῖο ἔδρανο. 3) Σύστημα στεγανότητας ἄξονα. 4) Θυρίδα διαφυγῆς. 5) Σήραγγα ἄξονα. 6) Ἐδρες. 7) Διπύθμενο. 8) Ἐνισχυτικὴ φρακτὴ. 9) Θυρίδα πηδαλίου. 10) Ἐνισχύσεις καταστρώματος. 11) Παρεμβύσματα στεγανότητας ἄξονα.

11.8 Άλλα κατασκευαστικά στοιχεία του πλοίου.

11.8.1 Δρύφρακτο ή παραπέτο.

Τό παραπέτο κατασκευάζεται στό άνώτερο συνεχές κατάστρωμα του πλοίου καί στό κατάστρώματα τών υπερκατασκευών, γιά νά έμποδίξει τήν είσοδή του νερού σέ περίπτωση ίσχυρής θαλασσοταραχής. Τό παραπέτο έπί του καταστρώματος είναι γενικά ίσχυρότερης κατασκευής άπό εκείνα πού διαμορφώνονται πάνω στό κατάστρώματα υπερκατασκευών.

Τό ύψος του παραπέτου είναι τουλάχιστον 3,5 ft. Μιά τυπική κατασκευαστική διαμόρφωση παραπέτου φαίνεται στό σχήμα 11.8α.



Σχ. 11.8α.
Διαμόρφωση παραπέτου.

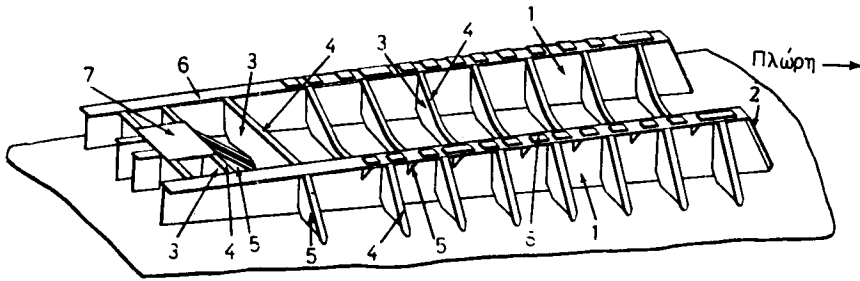
Σέ μερικές περιπτώσεις, κυρίως σέ έπιβατικά πλοία, ή έπάνω πλευρά του παραπέτου καλύπτεται μέ ξύλο. Σέ άλλες πάλι περιπτώσεις υπάρχει παραπέτο μόνο στό πρωραίο καί πρυμναίο τμήμα του πλοίου. Ένδιάμεσα υπάρχουν στηλίδια μέ άλυσίδες.

11.8.2 Βάση μηχανής.

Γενικά οι βάσεις μηχανών λεβήτων καί μηχανημάτων άποτελούνται άπό ένα σύστημα έγκαρσιών καί διαμήκων ενισχύσεων πού έχουν ως σκοπό νά διανεήμουν τά συγκεντρωμένα φορτία του άντίστοιχου μηχανήματος στην άνθεκτική μεταλλική κατασκευή του πλοίου.

Οι δυνάμεις πού καταπονούν τίς βάσεις προέρχονται άπό:

- α) Τό νεκρό βάρος του κάθε μηχανήματος.
- β) Τίς κινήσεις του πλοίου (δυνάμεις άδράνειας).
- γ) Τή λειτουργία τών μηχανημάτων.
- δ) Τήν ώση τής έλικας (γιά τή βάση τής κύριας μηχανής).
- ε) Τίς παραμορφώσεις πού προέρχονται άπό τό ίδιο τό μηχανήμα ή άπό άλλα γειτονικά μηχανήματα.



Σχ. 11.8β.

Βάση για την έδραση της κύριας μηχανής Diesel ενός πλοίου.

1) Διαμήκεις ενισχύσεις βάσεως. 2) Πέλαμα άγκωνα. 3) Έγκάρσια στοιχεία. 4) Πέλαμα έγκάρσιου στοιχείου. 5) Πλευρικοί άγκωνες. 6) Έπιφάνεια έδράσεως μηχανής. 7) Έπιφάνεια έδράσεως ώστικού τριβέα.

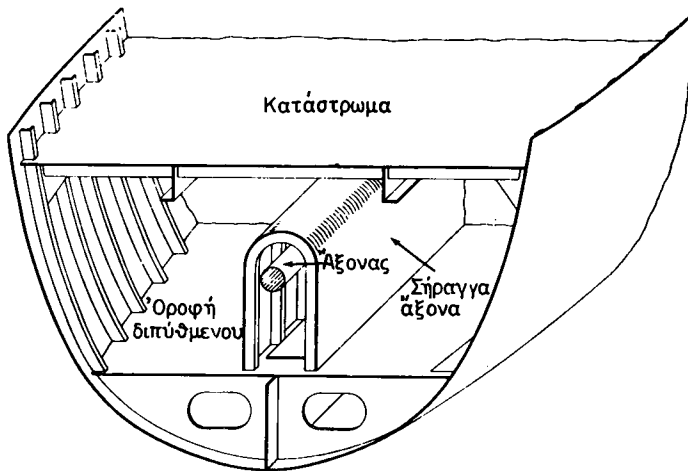
Βάση για την έδραση της κύριας μηχανής Diesel ενός πλοίου φαίνεται ένδεικτικά στό σχήμα 11.8β.

Όπως βλέπομε στό σχήμα, τά διαμήκη στοιχεία είναι συνεχή καί τά έγκάρσια έχουν τέτοιο σχήμα, ώστε νά μήν έμποδίζουν τά κάτω από τή βάση στοιχεία της μηχανής.

Η κατασκευή της βάσεως του **ώστικού τριβέα** είναι ισχυρά συνδεμένη μέ τό πλοίο, γιατί μέσω αυτής μεταφέρεται ή ώση πού δημιουργείται από τήν έλικα.

11.8.3 Σήραγγα άξονα (Shaft Tunnel).

Τό κομμάτι του στροφαλοφόρου άξονα πού βρίσκεται πρós τά πρύμα του μηχανοστασίου, περνάει συνήθως από έναν κλειστό διαδρομο πού ονομάζεται **σήραγγα του άξονα** (Shaft alley). Ο διάδρομος αυτός πρέπει νά είναι προσιτός είτε μέσω του μηχανοστασίου είτε μέσω καθόδου πάνω από αυτόν, ώστε νά είναι δυνατή άπό τό πλήρωμα ή επιθεώρηση του άξονα καί των τριβέων του. Μία τυπική διαμόρφωση της σήραγγας ενός πλοίου φαίνεται στό σχήμα 11.8γ.



Σχ. 11.8γ.

Σήραγγα άξονα.

11.9 Κατασκευαστική δομή πλοίων ειδικού προορισμού.

Οι πληροφορίες και οι ένδεικτικές κατασκευαστικές λεπτομέρειες στις προηγούμενες παραγράφους, αναφέρονται κυρίως σέ *κλασικού τύπου* εμπορικά πλοία και δέν καλύπτουν τήν ειδική κατασκευαστική διαμόρφωση συγχρόνων τύπων πλοίων ειδικού προορισμού.

Ἡ μελέτη, τῆς κατασκευαστικῆς διαμορφώσεως τῶν ἐδικῶν πλοίων ξεφεύγει ἀπό τά ὅρια αὐτοῦ τοῦ βιβλίου. Λεπτομέρειες σχετικά μέ τό παραπάνω θέμα θά πρέπει νά ἀναζητηθοῦν σέ ἐιδικές περιγραφές συγκεκριμένων ἐδικῶν πλοίων πού ὑπάρχουν ἀφθονες στή διεθνή ναυπηγική βιβλιογραφία.

ΜΕΡΟΣ ΤΡΙΤΟ

ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΑΠΟ ΤΗ ΓΕΝΙΚΗ ΔΙΑΤΑΞΗ ΤΟΥ ΠΛΟΙΟΥ ΚΑΙ ΤΗ ΔΙΑΜΟΡΦΩΣΗ ΤΩΝ ΕΣΩΤΕΡΙΚΩΝ ΤΟΥ ΧΩΡΩΝ

ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΔΩΔΕΚΑΤΟ

ΓΕΝΙΚΗ ΔΙΑΤΑΞΗ ΠΛΟΙΟΥ

12.1 Γενικά.

Μέ τον όρο **γενική διάταξη πλοίου** έννοοῦμε τήν κατανομή τῶν διαφόρων χώρων γιά τήν κάλυψη τοῦ συνόλου τῶν ἀναγκῶν τοῦ πλοίου.

“Όταν λέμε κατανομή, δέν έννοοῦμε μόνο τή διάθεση τοῦ ἀπαραίτητου χώρου ἀλλά καί τήν ἐπιλογή τῆς θέσεως, μέσα στό πλοῖο, ὅπου θά ἐξυπηρετηθεῖ κάθε δραστηριότητα.

Ἡ μελέτη τῶν θεμάτων γενικῆς διατάξεως, ὅπως ὀλόκληρη ἡ σχεδίαση τοῦ πλοίου, εἶναι ἀποτέλεσμα μιᾶς διαδικασίας συγκερασμοῦ, μέ τόν καλύτερο δυνατό τρόπο, ἐνός συνόλου ἀλληλοσυγκρουομένων ἀπαιτήσεων.

Τό πρόβλημα τῆς γενικῆς διατάξεως ἐνός πλοίου σχετίζεται ἄμεσα μέ τόν προορισμό του. Σημαντικό ρόλο στή διαμόρφωση τῆς γενικῆς διατάξεως τοῦ ἐμπορικοῦ πλοίου παίζει τό φορτίο του.

Οἱ βασικές ἀπαιτήσεις πού πρέπει νά καλυφθοῦν στή σχεδίαση τῆς γενικῆς διατάξεως τοῦ πλοίου, εἶναι:

- α) Ἐξασφάλιση τοῦ ἀπαραίτητου ὄγκου καί ἐπιφάνειας καταστρώματος γιά τήν κάλυψη ὅλων τῶν ἀναγκῶν.
- β) Ἐξασφάλιση τῶν ἀπαραιτήτων διατάξεων (κατασκευαστικῆς κυρίως φύσεως) γιά τήν ἀσφάλεια τοῦ φορτίου καί τῶν ἐπιβατῶν.
- γ) Ἐξασφάλιση τῶν ἀπαραιτήτων διατάξεων γιά τήν φορτοεκφόρτωση τοῦ φορτίου καί τήν κανονική στοιβασία του.
- δ) Διάθεση τοῦ ἀπαραίτητου χώρου γιά τήν ἐγκατάσταση τῶν μηχανῶν, πού θά ἐξασφαλίσουν στό πλοῖο τήν ἐπιθυμητή ταχύτητα.
- ε) Διάθεση τῶν ἀπαραιτήτων χώρων γιά τήν κάλυψη τῶν ἀπαιτήσεων διακυβερνήσεως καί ἐλέγχου τοῦ πλοίου (διαμέρισμα πηδαλίου, διαμέρισμα πηδαλιουχῆσεως κλπ.).
- στ) Ἐξασφάλιση τοῦ ἀπαραίτητου καί κατάλληλου χώρου γιά τήν ἐνδιαίτηση τοῦ πληρώματος καί τῶν ἐπιβατῶν.
- ζ) Ἐξασφάλιση ἐνός ἱκανοποιητικοῦ ἐπιπέδου ἀσφάλειας τοῦ πλοίου σέ περίπτωση ἀτυχήματος (π.χ. μέ κατάλληλη στεγανή ὑποδιαίρεση).

Τό πρώτο βήμα στη σχεδίαση τής γενικής διατάξεως ενός πλοίου είναι ή διάθεση χώρων γιά τίς πιό βασικές ανάγκες καί συγκεκριμένα ο καθορισμός τής θέσεως καί τών διαστάσεων:

- Τών χώρων φορτίου.
- Τοῦ μηχανοστασίου.
- Τών χώρων ένδειατήσεως έπιβατῶν καί πληρώματος.
- Τών δεξαμενῶν.
- Τών υπόλοιπων χώρων τοῦ πλοίου.

12.2 Ἡ επίδραση τοῦ είδους τοῦ φορτίου στη γενική διάταξη τοῦ πλοίου.

Ἡ ἴδιομορφία τοῦ φορτίου πού μεταφέρει ἕνα πλοίο έπηρεάζει σχεδόν καθοριστικά τή μορφή τής γενικής του διατάξεως. Παρακάτω δίνονται οί τίτλοι μόνο ορισμένων βασικῶν περιορισμῶν καί ἐπιδιώξεων πού σχετίζονται μέ τό είδος τοῦ φορτίου καί έπηρεάζουν σημαντικά τή γενική διάταξη τών πλοίων.

α) Γενικό φορτίο.

- Σχεδίαση τών άμπαριῶν ὅσο τό δυνατό πιό ὀρθογωνικῶν καί χωρίς προεξοχές, ὡστε νά είναι δυνατή ή εύκολη καί σωστή στοιβασία.
- Γρήγορη φορτοεκφόρτωση.
- Μειωμένο κόστος εργατικῶν κατά τή φορτοεκφόρτωση.
- Μεγάλα ανοίγματα άμπαριῶν.

β) Στερεό φορτίο «χύδην».

- Ἀσφάλεια πλοίου καί πληρώματος ἀπό πιθανές μετακινήσεις τοῦ φορτίου.
- Ἀσφάλεια τοῦ φορτίου.
- Γρήγορη φορτοεκφόρτωση καί σωστή στοιβασία.
- Κατανομή τοῦ συνολικοῦ ὄγκου πού διατίθεται γιά φορτίο στό έπιμέρους κύτη.

γ) Ἐμπορευματοκιβώτια (Containers).

- Μεταφορά ἀπό τό πλοίο τοῦ μέγιστου (γιά τό μέγεθος του) ἀριθμοῦ ἔμπορευματοκιβωτίων.
- Ἐξασφάλιση τής ἀπαραίτητης εὐστάθειας, ἰδίως στήν περίπτωση πού πραγματοποιεῖται φόρτωση ἔμπορευματοκιβωτίων καί στό κατάστρωμα.
- Ἐξασφάλιση τής ἀπαραίτητης άντοχής τοῦ καταστρώματος καί τών καλυμμάτων τών κυτῶν, ἰδιαίτερα στήν περίπτωση πού πραγματοποιεῖται μεταφορά ἔμπορευματοκιβωτίων καί στό κατάστρωμα.
- Ἐξασφάλιση τής ἀπαραίτητης άντοχής τοῦ πλοίου.

Δύο ἄλλοι παράγοντες πού έπηρεάζουν σημαντικά τή μορφή ενός πλοίου μεταφορᾶς ἔμπορευματοκιβωτίων είναι:

- Ὁ τρόπος φορτοεκφορτώσεως στό πλοίο.
- Ἡ τακτοποίηση τών κιβωτίων μέσα στό πλοίο.

Στήν πράξη συναντοῦμε δύο είδη πλοίων αὐτοῦ τοῦ τύπου.

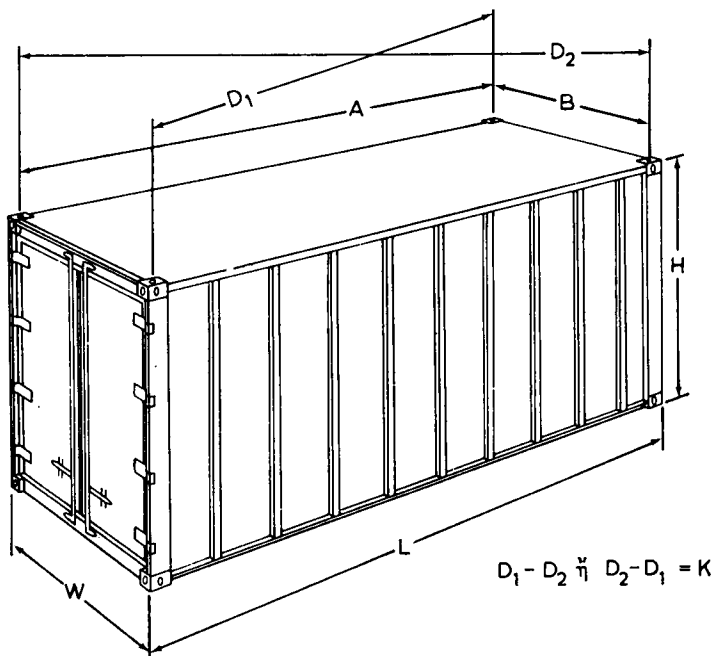
Στόν πρώτο τύπο τά κιβώτια ἀποθηκεύονται σέ κατακόρυφες στήλες καί φορτώνονται καί ἐκφορτώνονται μέ γερανό, πού ὑπάρχει στό πλοίο ή στήν ξηρά. Τά

πλοία αυτού του τύπου χρησιμοποιούνται για τη μεταφορά του ίδιου τύπου κιβωτίων.

Στό δεύτερο τύπο ή φόρτωση των κιβωτίων γίνεται σέ ένα ή δύο επίπεδα, οριζόντια, και με τη βοήθεια περονοφόρων όχημάτων, τα όποια μεταφέρουν τα κιβώτια μέσα στο πλοίο διαμέσου μεγάλων ανοιγμάτων που υπάρχουν στις πλευρές.

Αν και ο τύπος αυτός σχεδιάζεται για συγκεκριμένο μέγεθος κιβωτίων, είναι δυνατή η μεταφορά και κιβωτίων με άλλες διαστάσεις.

Τό μέγεθος των έμπορευματοκιβωτίων καθορίζεται για τίς ΗΠΑ από τό USA Standards Institute (USASI) και διεθνώς από τόν International Organization of Standards (ISO). ΟΙ τυποποιημένες διαστάσεις των έμπορευματοκιβωτίων φαίνονται στό σχήμα 12.2. Επίσης μεγάλη χρήση έχουν και τά κιβώτια με διαστάσεις $8 \times 8 \times 35$ πόδια και $8 \times 8\frac{1}{2} \times 24$ ft.



Όνομαστικό μήκος (πόδια)	L πόδια-ίντσες	W πόδια-ίντσες	H πόδια-ίντσες	A πόδια-ίντσες	B πόδια-ίντσες	K (μέγιστο) ίντσες
40	40-0 $\left\{ \begin{array}{l} +0 \\ -\frac{3}{8} \end{array} \right.$	8-0 $\left\{ \begin{array}{l} +0 \\ -\frac{3}{16} \end{array} \right.$	8-0 $\left\{ \begin{array}{l} +0 \\ -\frac{3}{16} \end{array} \right.$	39-4 $\frac{1}{8}$ $\left\{ \begin{array}{l} +0 \\ -\frac{1}{2} \end{array} \right.$	7-5 $\left\{ \begin{array}{l} +\frac{1}{8} \\ -\frac{3}{16} \end{array} \right.$	$\frac{3}{4}$
30	29-11 $\frac{1}{4}$ $\left\{ \begin{array}{l} +0 \\ -\frac{3}{8} \end{array} \right.$	8-0 $\left\{ \begin{array}{l} +0 \\ -\frac{3}{16} \end{array} \right.$	8-0 $\left\{ \begin{array}{l} +0 \\ -\frac{3}{16} \end{array} \right.$	29-3 $\frac{1}{4}$ $\left\{ \begin{array}{l} +0 \\ -\frac{1}{2} \end{array} \right.$	7-5 $\left\{ \begin{array}{l} +\frac{1}{8} \\ -\frac{3}{16} \end{array} \right.$	$\frac{3}{4}$
20	19-10 $\frac{1}{2}$ $\left\{ \begin{array}{l} +0 \\ -\frac{1}{4} \end{array} \right.$	8-0 $\left\{ \begin{array}{l} +0 \\ -\frac{3}{16} \end{array} \right.$	8-0 $\left\{ \begin{array}{l} +0 \\ -\frac{3}{16} \end{array} \right.$	19-2 $\frac{1}{2}$ $\left\{ \begin{array}{l} +0 \\ -\frac{3}{8} \end{array} \right.$	7-5 $\left\{ \begin{array}{l} +\frac{1}{8} \\ -\frac{3}{16} \end{array} \right.$	$\frac{1}{2}$
10	9-9 $\frac{3}{4}$ $\left\{ \begin{array}{l} +0 \\ -\frac{3}{16} \end{array} \right.$	8-0 $\left\{ \begin{array}{l} +0 \\ -\frac{3}{16} \end{array} \right.$	8-0 $\left\{ \begin{array}{l} +0 \\ -\frac{3}{16} \end{array} \right.$	9-1 $\frac{3}{4}$ $\left\{ \begin{array}{l} +0 \\ -\frac{5}{16} \end{array} \right.$	7-5 $\left\{ \begin{array}{l} +\frac{1}{8} \\ -\frac{3}{16} \end{array} \right.$	$\frac{3}{8}$

Σχ. 12.2.

Τυποποιημένες διαστάσεις έμπορευματοκιβωτίων.

δ) Φορτία πάνω σέ τροχούς.

Μέ τήν ευρύτερη έννοια του ὄρου, στήν κατηγορία αὐτή ἀνήκουν ὅλα τά ἐπιβατικά ὀχήματα ἀλλά κυρίως τά φορτηγά αὐτοκίνητα καί τά ρυμουλκούμενα (νταλίκες).

Τά πλοῖα πού χρησιμοποιοῦνται γιά τή μεταφορά φορτωμένων φορτηγῶν ὀχημάτων ἢ ρυμουλκούμενων χαρακτηρίζονται ὡς Roll-On/Roll-off ships ἢ ἀπλούστερα RO/RO. Τό εἶδος αὐτοῦ τοῦ φορτίου ἐπιβάλλει στή σχεδίαση τοῦ ἀντίστοιχου πλοίου νά καλύπτονται οἱ παρακάτω ἀπαιτήσεις:

- Μεγάλα ἀνοίγματα στήν πλευρά ἢ τήν πρύμνη τοῦ πλοίου γιά τή διέλευση τῶν ὀχημάτων.
- Κεκλιμένα ἐπίπεδα (ράμπες) γιά τή μεταφορά τῶν ὀχημάτων ἀπό κατάστρωμα σέ κατάστρωμα.
- Ἀνθεκτικά καταστρώματα, ὥστε νά ἀντέχουν στά συγκεντρωμένα φορτία (φορτίο ἀνά τροχό) τῶν ὀχημάτων.

12.3 Στοιχειώδης περιγραφή γενικῆς διατάξεως πλοίων κατά τύπους.**Περιγραφή φορτηγοῦ γραμμῆς.**

Ἡ γενική διάταξη ἑνός φορτηγοῦ γραμμῆς (cargo liner) φαίνεται στό σχῆμα 12.3α. Τό πλοῖο τοῦ σχήματος ἔχει τά παρακάτω χαρακτηριστικά:

α) Διαστάσεις-ἐπιδόσεις.

Μήκος ὀλικό	150,45 m
Μήκος μεταξύ καθέτων	140,26 m
Πλάτος	20,8 m
Κοῖλο	12 m
Deadweight	12958 MT
Τοχύτητα δοκιμῶν	19,378 κόμβοι
Ταχύτητα ὑπηρεσιακή	16,1 κόμβοι
Πρωσθήρια μηχανή	Μία (1) Diesel 8300 HP

β) Συνοπτική περιγραφή.

Τό πλοῖο εἶναι σχεδιασμένο γιά τή μεταφορά μεγάλης ποικιλίας φορτίου: γενικοῦ φορτίου, φορτίου μεγάλων διαστάσεων ἢ μεγάλου βάρους, ἐμπορευματοκιβωτίων, φωσφάτου, ἰχθυάλευρου κλπ.

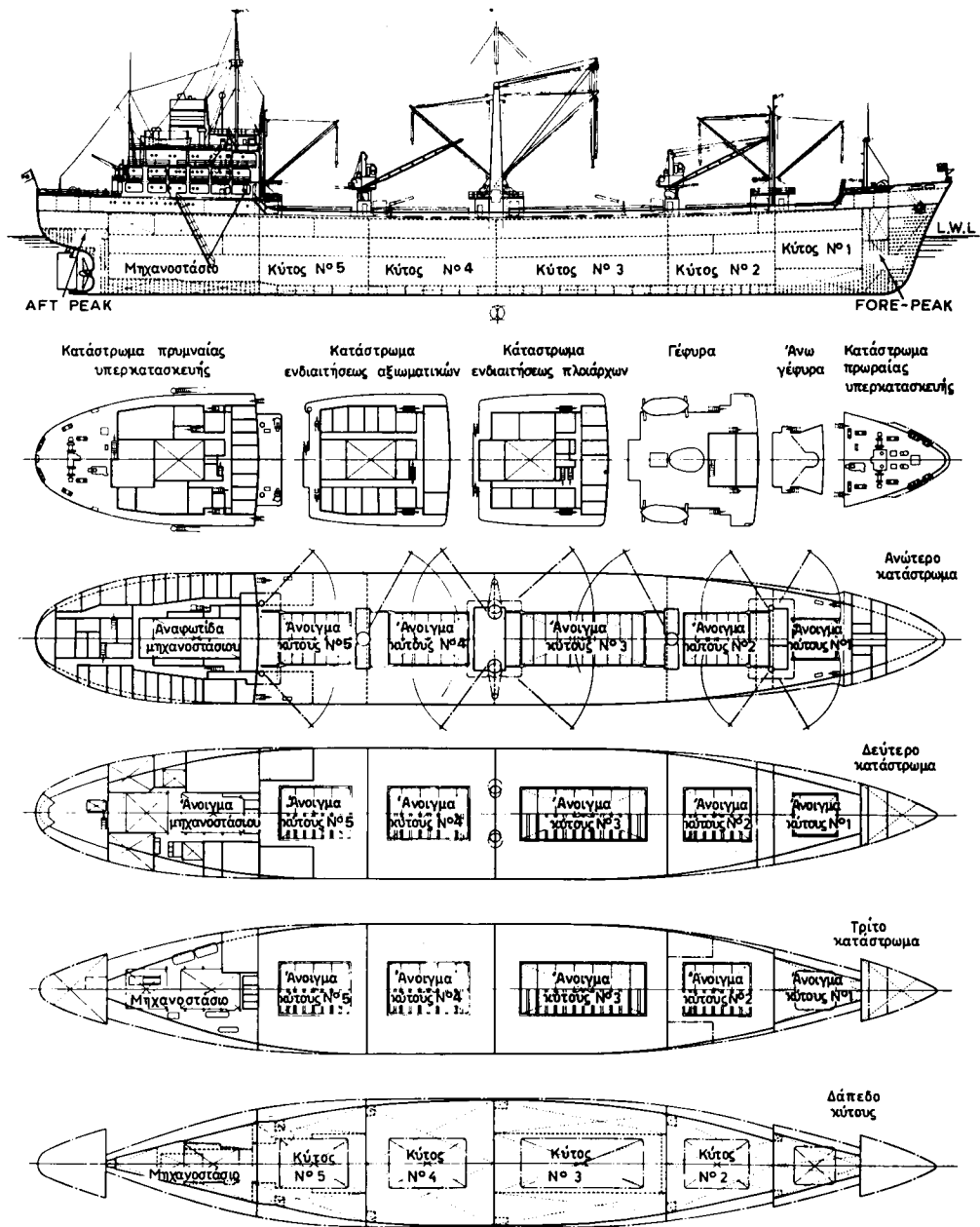
Γιά τή φόρτωση τῶν φορτίων μεγάλων διαστάσεων ὑπάρχει ἕνας μέγας γενανός πού ἐξυπηρετεῖ τά ἀμπάρια Νο 3 καί 4 (σχ. 12.3α). Τά ἀμπάρια δέν ἔχουν στόλους γιά νά μήν ἐμποδίζεται ἡ φόρτωση τῶν φορτίων. Γιά τόν ἴδιο λόγο τά στόμια τῶν κυτῶν ἔχουν μεγάλο μήκος.

Ἰδιαίτερα τό μήκος τοῦ Νο 3 κύτους ὑπερβαίνει τά 20 m.

Ἡ φόρτωση ἐμπορευματοκιβωτίων πραγματοποιεῖται στά ἀνοίγματα τοῦ ἀνώτερου καί τοῦ δεύτερου καταστρώματος ἐκτός ἀπό τό κύτος Νο 1.

Οἱ ἀνυψωτικές δυνατότητες τοῦ πλοίου κυμαίνονται ἀπό 80 ὡς 6 tn.

Γιά καλύτερη, δηλαδή ἀποδοτικότερη γενική διάταξη τοῦ πλοίου, τό μηχανοστάσιο τοποθετεῖται στήν πρύμνη, ἀν καί κἀτί τέτοιο εἶναι μάλλον ἀσυνήθιστο γιά πλοῖα αὐτοῦ τοῦ εἴδους.

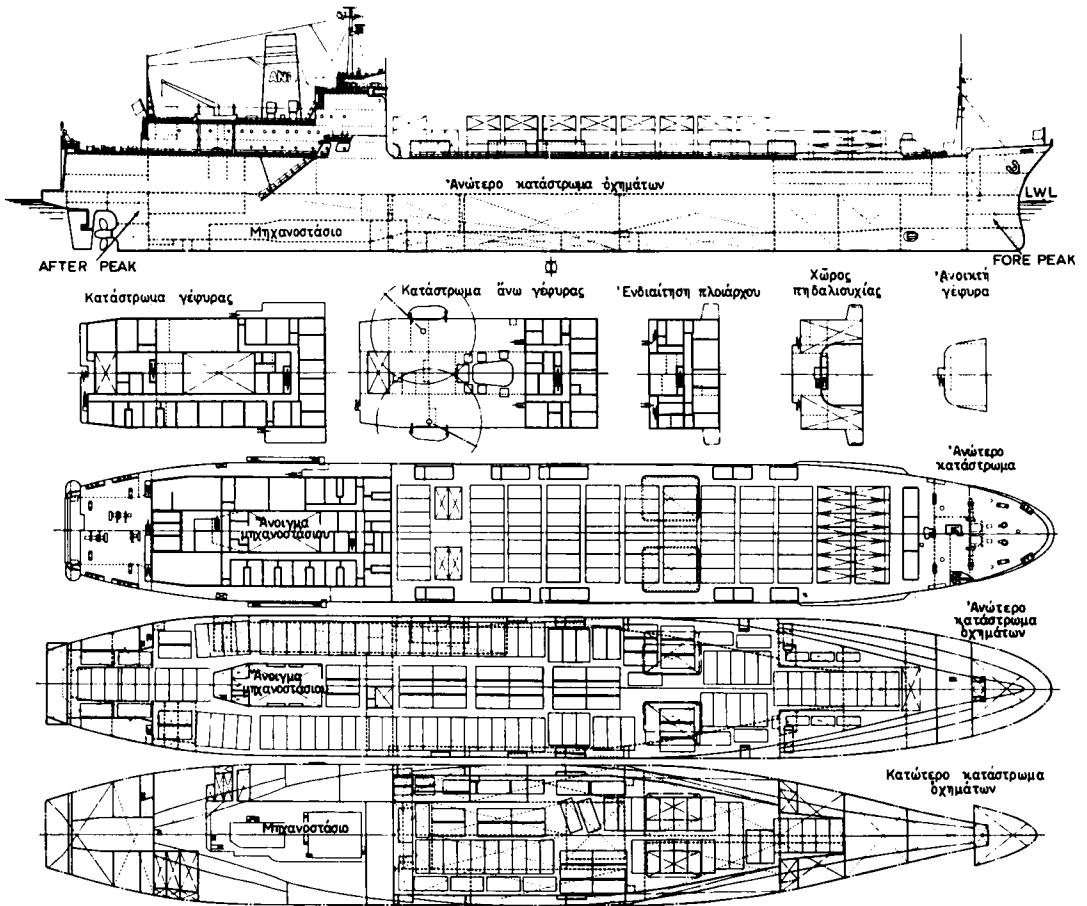


Σχ. 12.3α.

Γενική διάταξη φορτηγού γραμμής.

Περιγραφή πλοίου RO/RO-μεταφοράς έμπορευματοκιβωτίων.

Ή γενική διάταξη ενός πλοίου τύπου RO/RO-μεταφοράς έμπορευματοκιβωτίων φαίνεται στο σχήμα 12.3β. Τό πλοίο έχει τά παρακάτω χαρακτηριστικά.



Σχ. 12.3β.

Γενική διάταξη πλοίου Ro-Ro μεταφοράς έμπορευματοκιβωτίων.

α) Διαστάσεις-Επιδόσεις

Μήκος όλικό	181,70 m
Μήκος μεταξύ καθέτων	168,0 m
Πλάτος	25 m
Κοίλο	16,40 m
Deadweight	16700 MT
Ταχύτητα δοκιμών	25,6 κόμβοι
Ταχύτητα ύπηρεσιακή	21,5 κόμβοι
Πρωστήρια μηχανή	Τρείς (3) Diesel πάνω σε κοινό άξονα μέ Ισχύ 26000 HP

β) Συνοπτική περιγραφή.

Τό όποιο είναι σχεδιασμένο γιά τή μεταφορά έμπορευματοκιβωτίων μέ μεγάλη

άποδοτικότητα στη φόρτωση και εκφόρτωση. Οι παραπάνω εργασίες πραγματοποιούνται από μία μεγάλη πρυμναία θύρα με τη βοήθεια ρυμουλκών όχημάτων ή περνοφόρων. Τά ρυμουλκά όχηματα και τά περνοφόρα οδηγούνται από τό ανώτερο στό κατώτερο κατάστρωμα μέσω ενός κεκλιμένου επιπέδου (ράμπα). Τό επίπεδο μπορεί νά άνυψώνεται ύδραυλικά έξασφαλίζοντας έτσι τή συνέχεια του ανώτερου καταστρώματος.

Στό πρωραίο μέρος του πλοίου υπάρχουν χώροι μέσα στους οποίους μπορούν νά μεταφερθούν έπιβατικά όχηματα.

Ή φόρτωση και εκφόρτωση των έμπορευματοκιβωτίων στό κατάστρωμα γίνεται μέ τή βοήθεια άνυψωτικών μέσων τής ξηράς.

Λόγω τής πρυμναίας θύρας φορτώσεως, τό βύθισμα και ή διαγωγή του πλοίου θά πρέπει νά έλέγχονται και στη συνέχεια νά ρυθμίζονται. Για τό λόγο αυτό στην πρύμνη υπάρχει δυνατότητα εύκολου χειρισμού του συστήματος έρματισμού του πλοίου. Για τήν έξασφάλιση τής άπαραίτητης ευελιξίας και για τήν πρυμνοδέτησή του, τό πλοίο φέρει έλικα μεταβλητού βήματος και πρωραίο ώθητήρα.

12.3.3 Φορτηγιοφόρο πλοίο (Lash).

Ή γενική διάταξη ενός φορτηγιοφόρου πλοίου (Lash-Lighters on board ship) φαίνεται στό σχήμα 12.3γ. Τά βασικά στοιχεία του πλοίου είναι:

α) Διαστάσεις-Έπιδόσεις.

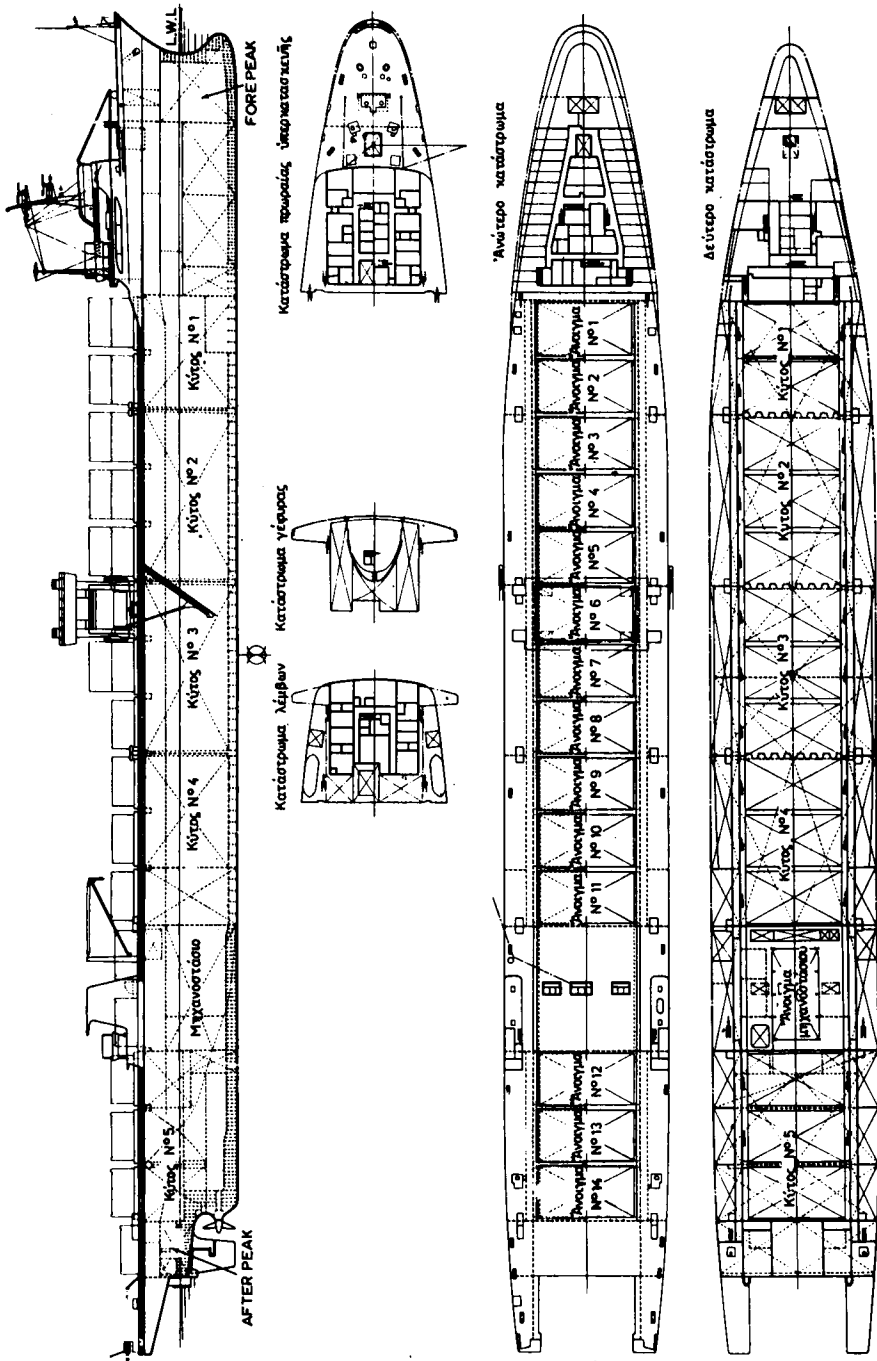
Μήκος όλικό	262,0 m
Μήκος μεταξύ καθέτων	234,0 m
Κοίλο	18,29 m
Deadweight	44000 MT
Ταχύτητα δοκιμών	20,69 κόμβοι
Ταχύτητα ύπηρεσιακή	19,13 κόμβοι
Πρωστήρια Μηχανή	Μία (1) diesel 26.000 HP
Άριθμός μεταφερομένων φορτηγίδων ..	73
(χωρητικότητα κάθε φορτηγίδας	19500 ft ³)

β) Συνοπτική περιγραφή.

Τό πλοίο του σχήματος 12.3γ έχει τή γέφυρα και τούς χώρους ένδαιπήσεως στην πλώρη και τό μηχανοστάσιο λίγο πιό πρύμα από τό μέσο και είναι ουσιαστικά πλοίο ενός καταστρώματος. Μέ διαμήκεις και εγκάρσιες φρακτές σχηματίζονται 5 κύτη και διάφορες πλευρικές δεξαμενές.

Για τή φόρτωση των φορτηγίδων υπάρχει πάνω στό κατάστρωμα μία γερανογέφυρα μέ άνυψωτική ικανότητα 510 tn που κυλιέται πάνω σε ράγες. Στην πρύμνη του πλοίου σχηματίζεται ειδική έσοχή όπου φέρονται οι φορτηγίδες πριν από τήν άνύψωσή τους.

Οι φορτηγίδες τοποθετούνται μέσα στά κύτη μέ τή βοήθεια τής γερανογέφυρας. Στη συνέχεια τοποθετούνται τά καλύμματα των κυτών (14 συνολικά) και πάνω σ' αυτά τοποθετούνται και οι υπόλοιπες φορτηγίδες. Ή μορφή των άμπαριών του πλοίου είναι τέτοια, ώστε είναι δυνατό μερικά από αυτά νά μεταφέρουν φορτηγίδες και σε άλλα νά έχουν φορτωθεί έμπορευματοκιβώτια ή στερεό ή υγρό **χύδην** φορτίο.

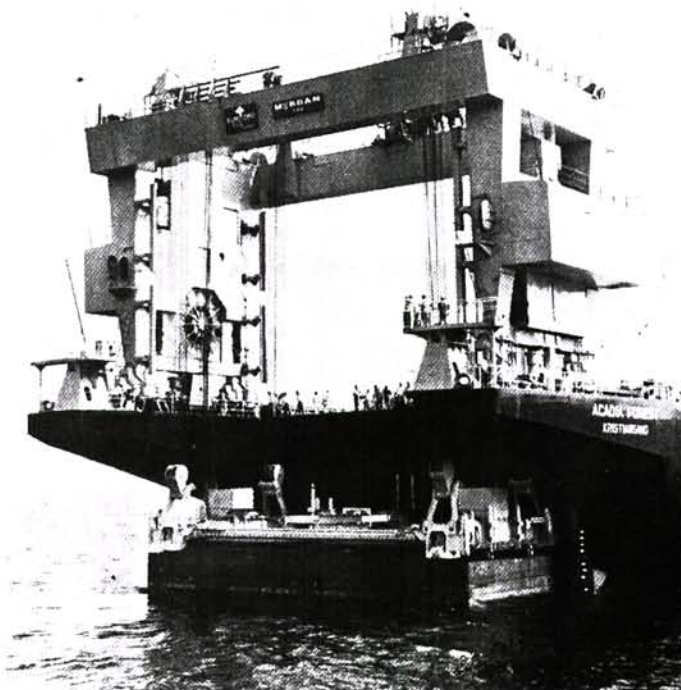


Σχ. 12.3γ.
Γενική διάταξη φορτηγιδόφρου πλοίου (Lash).

Οι διαστάσεις των φορτηγίδων είναι τυποποιημένες (18,745 × 9,5 × 4,30 m.). Η φόρτωση καί εκφόρτωση του πλοίου μπορεί να γίνει χωρίς τό πλοίο να προσεγγίσει σέ προκουμαία, άφού οι φορτηγίδες μπορούν να ρυμουλκηθούν άπό ρυμουλκά.

Τό πλοίο τύπου Lash παρέχει πολύ μεγάλη εύελιξία καί έχει δώσει νέα διάσταση στίς θαλάσσιες μεταφορές.

Στό σχήμα 12.36 φαίνεται πώς ή φορτηγίδα άνυψώνεται στήν πρύμνη του πλοίου.



Σχ. 12.36.

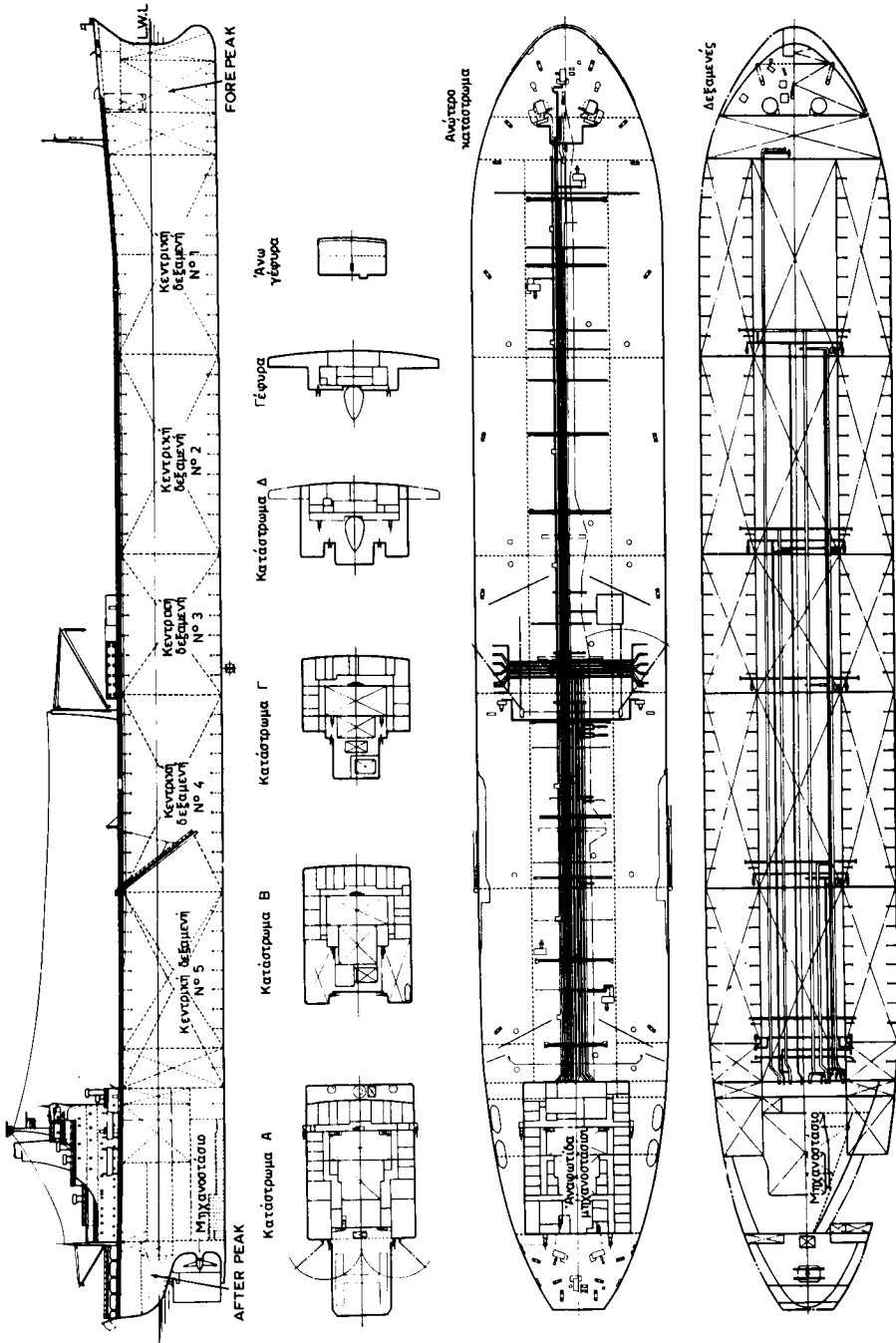
Η άνυψωση φορτηγίδας στήν πρύμνη πλοίου τύπου Lash.

12.3.4 Δεξαμενόπλοιο.

Στό σχήμα 12.3ε φαίνεται τυπική διάταξη δεξαμενόπλοιοι. Τά χαρακτηριστικά αύτου του πλοίου είναι:

α) Διαστάσεις-Επιδόσεις.

Μήκος όλικό	322,3 m
Μήκος μεταξύ καθέτων	307,0 m
Πλάτος	48,2 m
Κοίλο	25,0 m
Deadweight	216000 MT
Ταχύτητα δοκιμών	16,55 κόμβοι
Ταχύτητα ύπηρεσιακή	15,80 κόμβοι
Πρωστήρια μηχανή	Ένας (1) άτμοστρόβιλος



Σχ. 12.3ε.
Τυπική διάταξη δεξαμενόπλοιου.

β) Συνοπτική περιγραφή.

Τό πλοίο με διαμήκεις και έγκάρσιες φρακτές είναι χωρισμένο σε 15 δεξαμενές φορτίου. Τό μηχανοστάσιο και οι χώροι ένδειαίτησεως είναι στο πρυμναίο μέρος. Οι πλευρικές δεξαμενές, πού βρίσκονται στο μέσο περίπου του πλοίου, χρησιμοποιούνται αποκλειστικά για ύγρο έξρα.

Στό πλοίο υπάρχουν τέσσερα κύρια άντλητικά συγκροτήματα με ικανότητα 3500m³/h τό καθένα.

Κάθε δεξαμενή έξυπηρετείται από τέσσερα διαφορετικά δίκτυα και έτσι είναι δυνατή ή μεταφορά δύο ποικιλιών φορτίου.

12.3.5 Πλοίο μεταφορᾶς όχημάτων-φορτίου «χύδην»

Τό πλοίο του σχήματος 12.3στ είναι πλοίο μικτού προορισμού και μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως RO/RO ή ως πλοίο μεταφορᾶς φορτίου *χύδην*. Τά βασικά χαρακτηριστικά του είναι:

α) Διαστάσεις-Έπιδόσεις.

Μήκος όλικό	152,26 m
Μήκος μεταξύ καθέτων	142,5 m
Πλάτος	21,6 m
Κοίλο	12,5 m
Deadweight	16018 MT
Ταχύτητα δοκιμών	16,915 κόμβοι
Ταχύτητα ύπηρεσιακή	14,3 κόμβοι
Πρωστήρια μηχανή	Μία (1) Diesel 7200 HP

β) Συνοπτική περιγραφή.

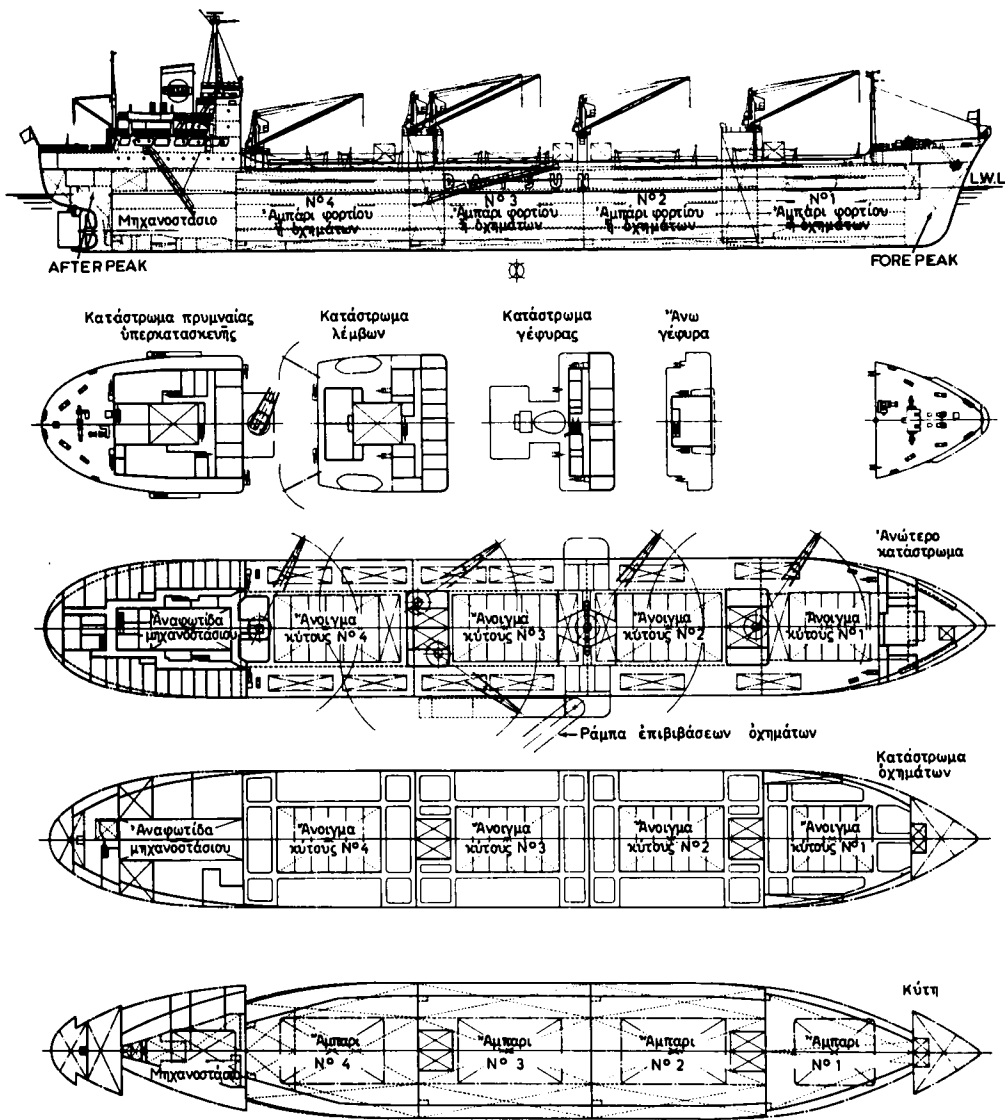
Τά όχηματα μπαίνουν στό πλοίο από τήν πλευρά του άνωτερου καταστρώματος και με άνελκουστήρες πού υπάρχουν εκεί όδηγούνται και τοποθετούνται στην κατάλληλη θέση του έπιθυμητού καταστρώματος.

Γιά να χρησιμοποιηθεί τό πλοίο για μεταφορά σιτηρών (συνήθως στό ταξίδι τής έπιστροφής) τά καταστρώματα στη θέση των άνοιγμάτων είναι άφαιρετά και μπορούν να άποθηκευθούν σε κατάλληλες θέσεις στό άνωτερο κατάστρωμα. Έξάλλου τά ίδια καταστρώματα στις θέσεις έκτός από τό άνοιγμα έχουν τή μορφή σχάρας, ώστε να είναι δυνατή ή φόρτωση σιτηρών χωρίς να χρειάζεται να άφαιρεθούν. Η διαμόρφωση των άμπαραίων κατά τήν έγκάρσια έννοια είναι όμοια με τά πλοία τά ειδικά κατασκευασμένα για τή μεταφορά σιτηρών.

Κάθε άμπάρι μαζί με τίς σχάρες μπορεί να χωρισθεί σε πέντε επίπεδα. Κάθε άμπάρι επίσης για τή μεταφορά όχημάτων έξυπηρετείται από ιδιαίτερο άνελκουστήρα και είναι έξοπλισμένο με τά κατάλληλα μέσα έξαερισμού και προστασίας από πυρκαϊά.

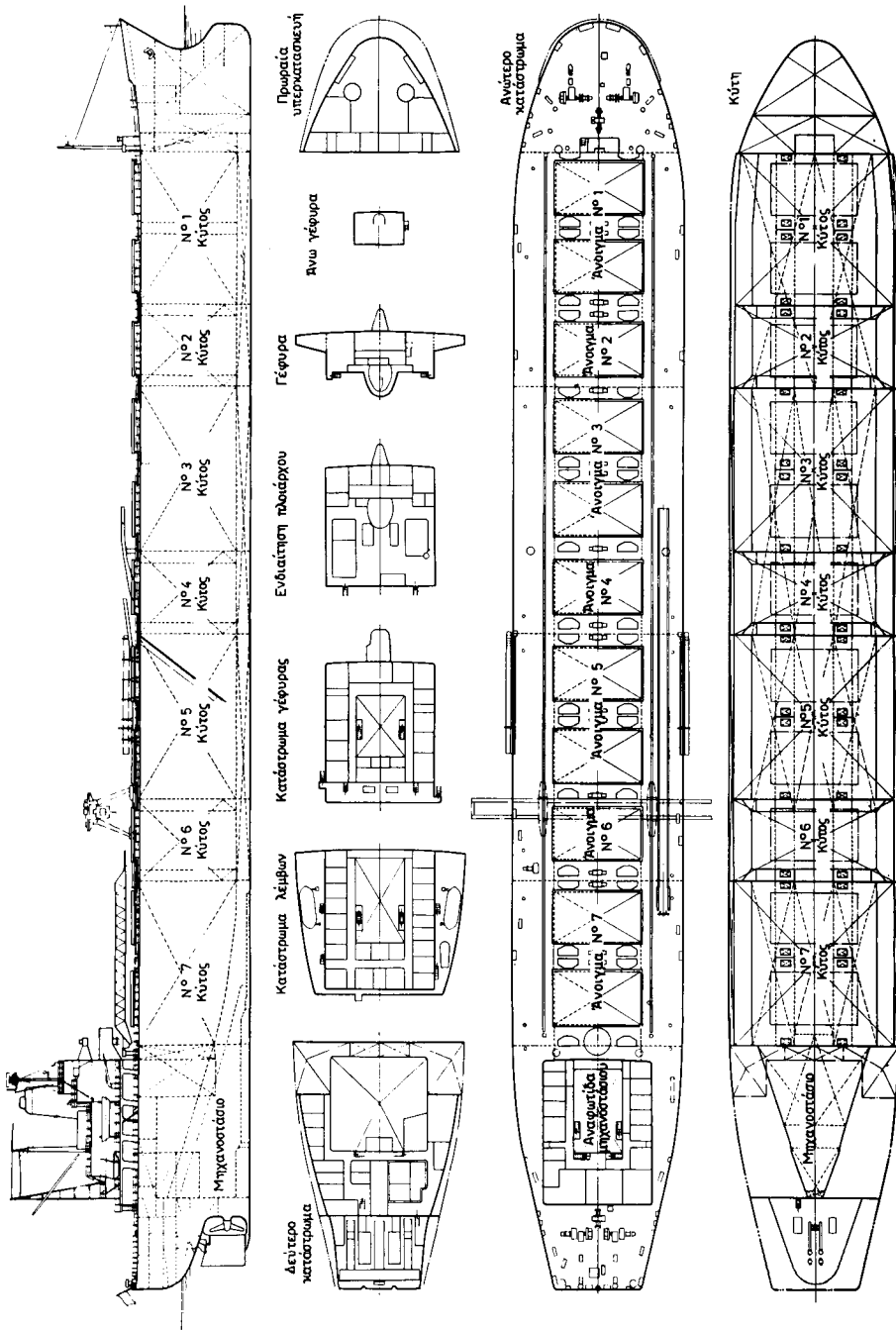
12.3.6 Πλοίο μεταφορᾶς φορτίου «χύδην» (Bulk carrier).

Πλοίο μεταφορᾶς φορτίου *χύδην* φαίνεται στό σχήμα 12.3ζ. Έχει τά παρακάτω χαρακτηριστικά:



Σχ. 12.3στ.

Διάταξη πλοίου μεταφοράς οχημάτων-φορτίου «χύδην».



Σχ. 12.33.
Διάταξη Bulk-Carrier.

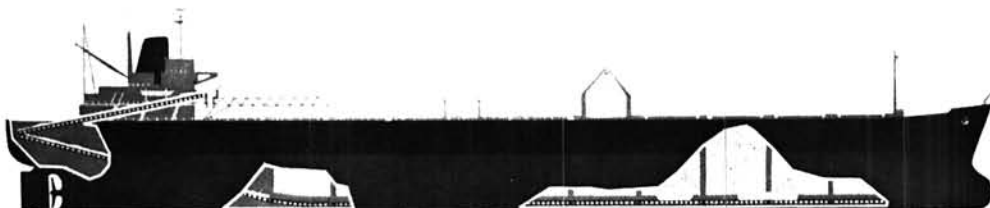
α) Διαστάσεις-Επιδόσεις.

Μήκος όλικό	243,6 m
Μήκος μεταξύ καθέτων	228,6 m
Πλάτος	32,30 m
Κοίλο	20,8 m
Deadweight	75000 MT
Ταχύτητα δοκιμών	17,5 κόμβοι
Ταχύτητα ύπηρεσιακή	15,1 κόμβοι
Πρωστήρια μηχανή	Ένας (1) άτμοστρόβιλος 16.500 HP

β) Συνοπτική περιγραφή.

Η γενική διάταξη αυτού του πλοίου περιλαμβάνει επτά κύττη. Από αυτά, τὰ κύττη 1, 3, 5 και 7 χρησιμοποιούνται αποκλειστικά για φορτίο και τὰ 2, 4 και 6 για φορτίο ή υγρό έρμα.

Τό κύριο χαρακτηριστικό αυτού του πλοίου είναι ότι ή εκφόρτωσή του γίνεται μέ κινούμενη ταινία πού βρίσκεται μέσα στό διπύθμενο. Τό φορτίο μέ τήν ταινία οδηγείται στή γέφυρα και από εκεί μέ άλλη ταινία σέ φορηγίδες ή στήν ξηρά. Για τήν εκφόρτωση κάθε άμπαριού μέσω τής ταινίας, χρησιμοποιούνται ειδικά ρυθμιζόμενα ανοίγματα, τών όποιων ό χειρισμός γίνεται από τό κατάστρωμα. Η κινούμενη ταινία φαίνεται σκαριφηματικά στό σχήμα 12.3η.

**Σχ. 12.3η.**

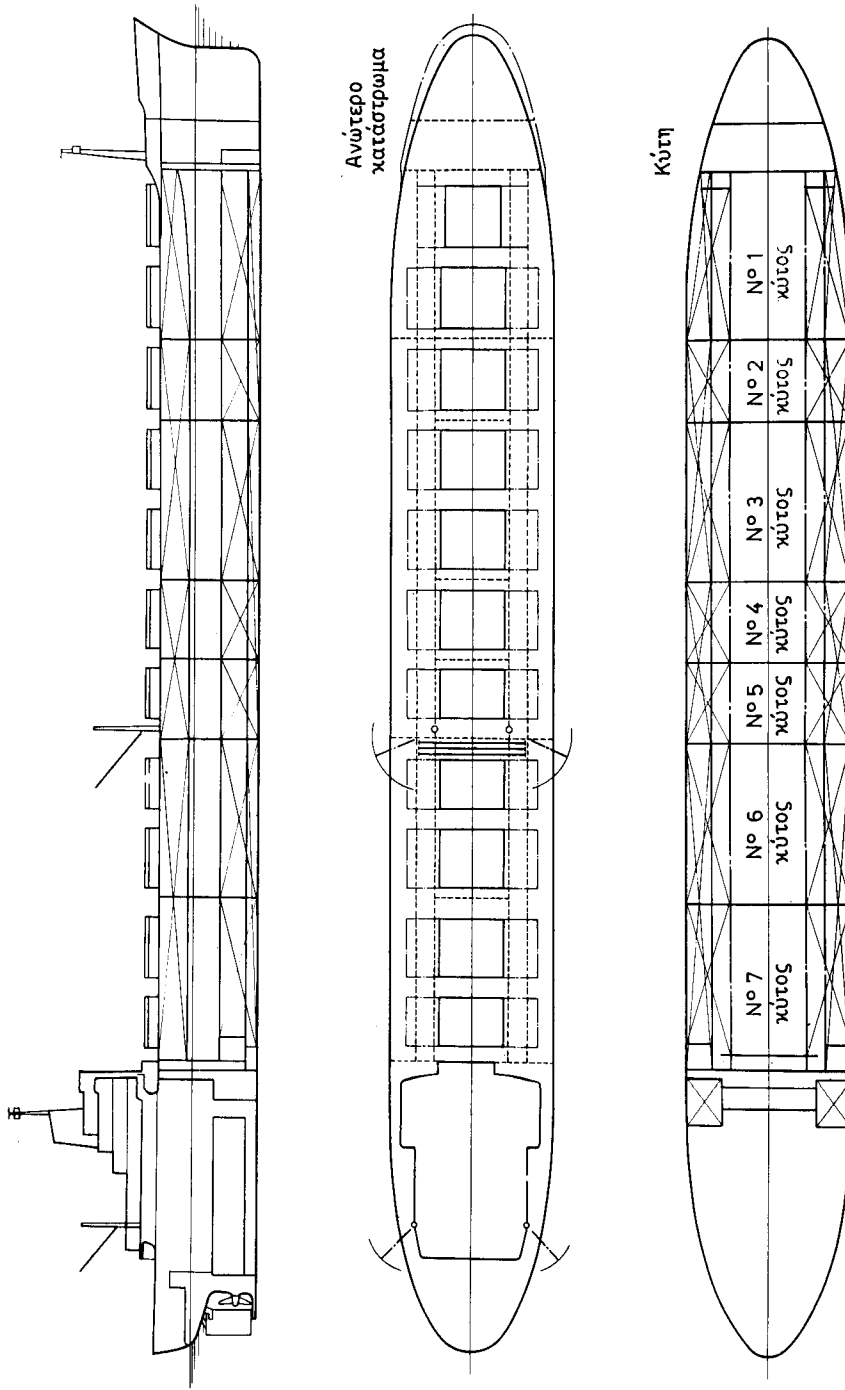
Ταινία εκφορτώσεως πλοίου μεταφορᾶς φορτίου «χύδην».

12.3.7 Πλοίο τύπου Oil Bulk Ore (O.B.O.).

Τό πλοίο του σχήματος 12.3θ μπορεί νά μεταφέρει ή μικτό ξηρό φορτίο (μέταλλευμα, άνθρακα, σιτηρά) ή συνδυασμό πετρελαίου και ξηρού φορτίου **χύδην**. Τά βασικά χαρακτηριστικά του πλοίου είναι:

α) Διαστάσεις-Επιδόσεις.

Μήκος όλικό	248,4 m
Μήκος μεταξύ καθέτων	236,2 m
Πλάτος	31,85 m
Κοίλο	18,74 m
Deadweight	63400 MT
Ταχύτητα	15,85 κόμβοι
Πρωστήρια μηχανή	Μία (1) Diesel 18400 HP



Σχ. 12.36.
Πλοίο τύπου ΟΒΟ.

β) Συνοπτική περιγραφή.

Τό πλοίο έχει 7 κύτη, 4 πλευρικές δεξαμενές στο κατάστρωμα (topside tanks) και 7 πλευρικές δεξαμενές διπύθμενου (Double bottom wing tanks).

Ἡ κατασκευή τῶν κυτῶν καί τῶν δεξαμενῶν ἱκανοποιεῖ τίς εἰδικές ἀπαιτήσεις τοῦ Νηογνώμονα τόσο γιά δεξαμενόπλοια ὅσο καί νιά πλοῖα μεταφορᾶς μεταλλεύματος.

Στίς δυνατότητες τοῦ πλοίου περιλαμβάνονται:

- Μεταφορᾶ ἀνθρακα ἢ καί σιτηρῶν μέ ὅλα τά κύτη τελείως γεμάτα.
- Μεταφορᾶ μεταλλεύματος στά κύτη 1, 3, 6 καί 7.
- Μεταφορᾶ πετρελαίου μέ γεμάτα ὅλα τά κύτη ἐκτός ἀπό τό 2, ὅλες τίς δεξαμενές διπυθμένου καί ὅλες τίς δεξαμενές τοῦ καταστρώματος ἐκτός ἀπό τήν 1 καί 3.
- Ταξίδι χωρίς φορτίο μέ ὑγρό ἔρμα στά κύτη 2,4 καί 5, σέ ὅλα τά διπύθμενα καί σέ ὅλες τίς δεξαμενές καταστρώματος.

Στό σχῆμα 12.3ι φαίνονται διαγραμματικά οἱ παραπάνω δυνατότητες.

Νῦ χῶρου	Μετάλλευμα	Πετρέλαιο	Ἀνθρακας / Σιτηρά	Ὑγρο ἔρμα
1 3				
2				
4 5				
6				

Σχ. 12.3ι.

Δυνατότητες μεταφορᾶς πλοίου ΟΒΟ.

Τό πλοίο ἔχει δυνατότητες θερμάνσεως τοῦ πετρελαίου στίς δεξαμενές καί καθαρισμοῦ τῶν δεξαμενῶν.

Σέ εἰδικό ἀντλιοστάσιο, πού εἶναι ἐγκαταστημένο πρός τήν πρῶραία πλευρά τοῦ μηχανοστασίου, ὑπάρχουν τρεῖς ἀντλίες πετρελαίου μέ παροχή 2040 m³/h ἢ καθεμιά, καθώς καί 1 ἀντλία ὑγροῦ ἔρματος μέ τήν ἴδια παροχή.

Τά ἀνοίγματα τῶν κυτῶν μποροῦν νά κλεισθοῦν καί νά ἀνοιχθοῦν μηχανικά. Στήν κλειστή θέση τους ἐξασφαλίζουν ἐλαστοτεγανότητα.

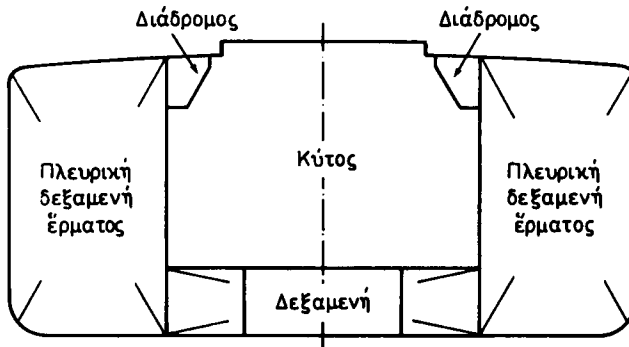
Πρόσθετα στοιχεῖα γιά τά Bulk carriers.

Γενικά τά πλοῖα μεταφορᾶς φορτίου **χύδην** (Bulk carriers) ἔχουν, συνήθως, ἓνα κατάστρωμα καί τό μηχανοστάσιο στήν πρύμνη.

Τά πλοία στερεοῦ φορτίου *χύδην* χρησιμοποιούνται για μεταφορά μεταλλεύματος, άνθρακα ή σιτηρῶν.

Ἡ φόρτωση πραγματοποιεῖται, συνήθως, μέ τή βαρύτητα καί ἡ ἐκφόρτωση μέ κινούμενες ταινίες ή, στήν περίπτωση τῶν σιτηρῶν, μέ ἀναρρόφηση.

Γιά τήν περίπτωση μεταφοράς μεταλλεύματος, τό ὕψος τοῦ διπυθμένου εἶναι συνήθως μεγάλο, ἐνώ τό πλάτος τοῦ κύτους περιορίζεται μέ διαμήκεις φρακτές. Οἱ δημιουργούμενοι πλευρικοί χώροι χρησιμοποιούνται στίς περισσότερες περιπτώσεις ὡς δεξαμενές ἔρματος. Τά παραπάνω γίνονται γιά νά ἀποφύγομε τό ἐξαιρετικά μεγάλο μετακεντρικό ὕψος πού συνεπάγεται τό μεγάλο εἰδικό βάρος τοῦ φορτίου καί τό ὁποῖο θά δημιουργοῦσε τήν ἀνάγκη, ἂν τό πλοῖο δέν εἶχε τή μορφή πού εἴπαμε, φορτώσεως τῶν κυτῶν σέ χαμηλή στάθμη (σχῆμα 12.3ια).



Σχ. 12.3ια.

Ἐγκάρσια τομή πλοίου μεταφοράς μεταλλεύματος.

Συνοψίζοντας, οἱ βασικές διαφορές μεταξύ τῶν διαφόρων τύπων πλοίων μεταφοράς ὑγρῶν ἢ ξηρῶν φορτίων *χύδην* εἶναι:

Δεξαμενόπλοιο

Δέν ἔχει ἀνοίγματα στά κύτη.

Κοινό Bulk carrier

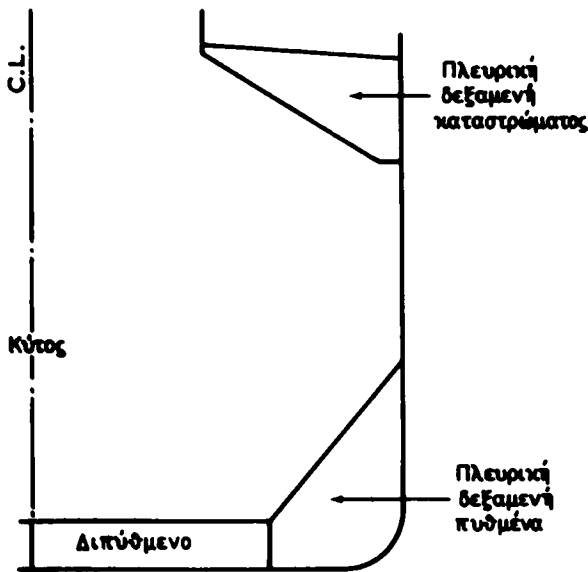
Μεγάλος ὄγκος κυτῶν γιά μεταφορά φορτίων μέ μικρό εἰδικό βάρος (σχ. 12.3ιβ).

Πλοῖο μεταφοράς μεταλλεύματος-πετρελαίου

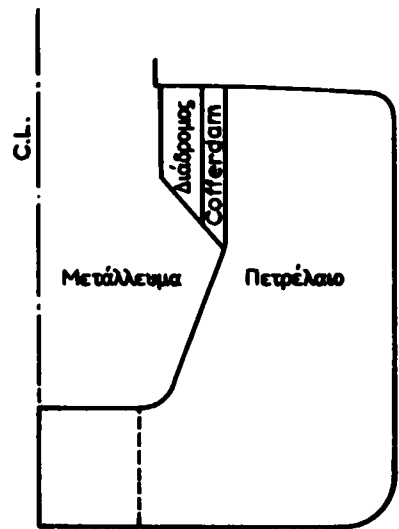
Στήν πραγματικότητα πρόκειται γιά ἕνα δεξαμενόπλοιο στό ὁποῖο ὑπάρχει ἀνοίγμα γιά τήν φόρτωση φορτίων μέ μεγάλο εἰδικό βάρος. Γιά τήν ἀποφυγή τῆς πιθανότητας πυρκαϊᾶς, τό πετρέλαιο καί τό μέταλλευμα δέ μεταφέρονται ταυτόχρονα (σχ. 12.3ιγ).

Πλοῖο O.B.O.

Πρόκειται γιά ἕνα Bulk carrier μέ μορφή καί ἐνδυναμώσεις κατάλληλες γιά τή μεταφορά πετρελαίου ἢ στερεοῦ φορτίου μέ μεγάλο εἰδικό βάρος. Συνήθως τά κύτη διακρίνονται σέ μικρά καί μεγάλα καί ἀπό αὐτά τά μικρά χρησιμοποιούνται γιά τή μεταφορά μεταλλεύματος.



Σχ. 12.3β.
Έγκάρσια τομή Bulk-Carrier.

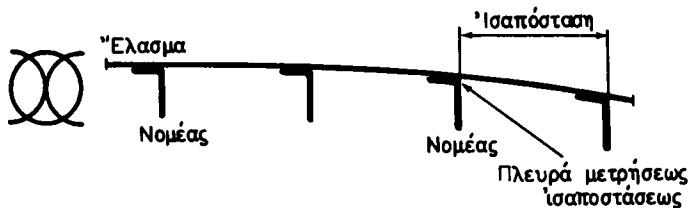


Σχ. 12.3γ.
Έγκάρσια τμή πλοίου μεταφοράς μεταλλεύματος/πετρελαίου.

12.4 Μερικές λεπτομέρειες από τη γενική διάταξη των καταστρωμάτων.

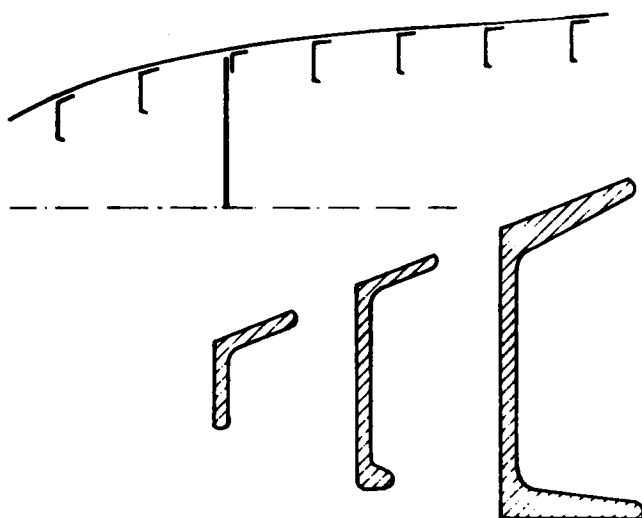
12.4.1 Άριθμηση νομέων.

Όπως είδαμε σέ προηγούμενο κεφάλαιο, τά ελάσματα του περιβλήματος ενισχύονται μέ εγκάρσιους νομείς. Οι νομείς αυτοί συνηθίζεται νά είναι τοποθετημένοι έτσι, ώστε ό κορμός τους νά είναι κάθετος πάνω στό επίπεδο συμμετρίας του πλοίου. Στο σχήμα 12.4α φαίνεται ή παραπάνω μέθοδος τοποθέτησης των εγκαρσίων νομέων καθώς και ό τρόπος μετρήσεως τής Ισαποστάσεως μεταξύ τους.



Σχ. 12.4α.
Τοποθέτηση νομέων.

Γιά νά εξασφαλισθεῖ ή καθετότητα των νομέων πρὸς τό επίπεδο συμμετρίας τοῦ πλοίου, οι νομείς πού θά τοποθετηθοῦν στήν πλώρη καί τήν πρύμνη, παραμορφώνονται ὅπως φαίνεται στό σχήμα 12.4β. Ἡ παραμόρφωση γίνεται μέ εἰδικά ἐργαλεῖα στά ναυπηγεῖα ἢ «έν θερμῶ» στόν τόπο παραγωγῆς τῶν μορφοδοκῶν.



Σχ. 12.4β.

Τοποθέτηση νομέων στά άκρα του πλοίου.

Όπως φαίνεται από τό σχήμα αυτό, ή σωστή τοποθέτηση τών νομέων είναι μέ τό πέλαμα πρός τήν πρύμνη στό πρυμναίο μέρος του πλοίου καί πρός τήν πλώρη στό πρωραίο.

Σέ ένα ειδικό σχέδιο του πλοίου, που λέγεται **σχέδιο διατάξεως νομέων**, άλλα συχνά καί στό σχέδιο γενικής διατάξεως του πλοίου, φαίνεται ή τοποθέτηση τών νομέων καί ή Ισαπόσταση ανάμεσά τους. Η Ισαπόσταση καθορίζεται από τούς κανονισμούς του Νηογνώμονα καί συνήθως είναι μικρότερη στά άκρα του πλοίου άπό ό,τι στό μέσο του.

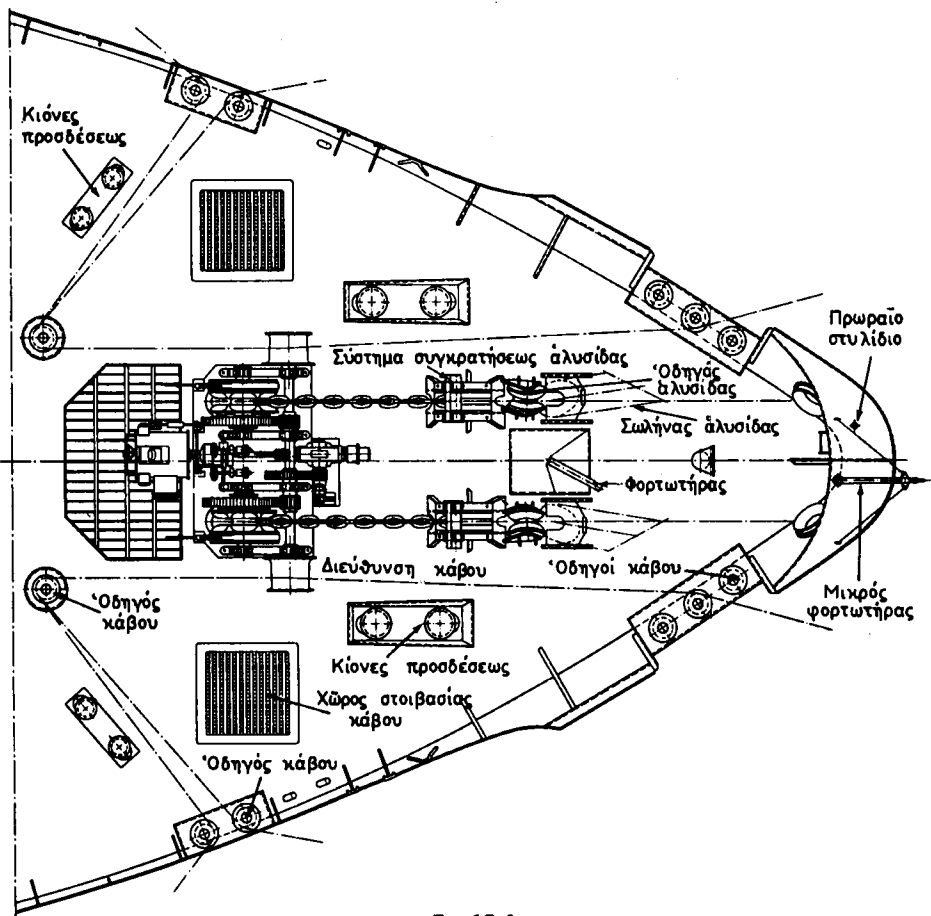
Οί νομέϊς είναι άριθμημένοι στά περισσότερα πλοία άπό τήν πρύμνη πρός τήν πλώρη. Ο νομέας 0 (μηδέν) συμπίπτει συνήθως μέ τήν πρυμναία κάθετο. Νομέϊς που βρίσκονται πρός τά πρύμα του νομέα χαρακτηρίζονται μέ τούς άριθμούς -1, -2, -3, κλπ. ή μέ τά γράμματα Α,Β,С. Η άρίθμηση τών νομέων σέ πολεμικά πλοία τίς περισσότερες φορές γίνεται άπό τήν πλώρη πρός τήν πρύμνη, ενώ σέ μερικά πλοία, άγγλικής συνήθως προελεύσεως, ή άρίθμηση γίνεται πρός τήν πλώρη καί τήν πρύμνη μέ τό νομέα 0 στό μέσο του πλοίου.

Η θέση ενός χώρου κατά τό διάμηκες περιγράφεται μέ τούς άριθμούς τών νομέων που βρίσκονται στά πέρατά του. Π.χ. λέμε δεξαμενή διπυθμένου Νο 3 μεταξύ νομέων 70 καί 84.

12.4.2 Τυπική γενική διάταξη πλώρης.

Ένώ τό μεσαίο καί πρυμναίο τμήμα του πλοίου καί του άνωτερου καταστρώματος έχει γενική διάταξη που εξαρτάται σημαντικά άπό τόν προορισμό του πλοίου, τό πρωραίο τμήμα δέ διαφέρει αισθητά άπό πλοίο σέ πλοίο, γιατί σέ όλες σχεδόν τίς περιπτώσεις εξυπηρετεί τίς ίδιες δραστηριότητες.

Μιά κάτοψη του άνωτερου καταστρώματος ενός πλοίου στήν πλώρη φαίνεται

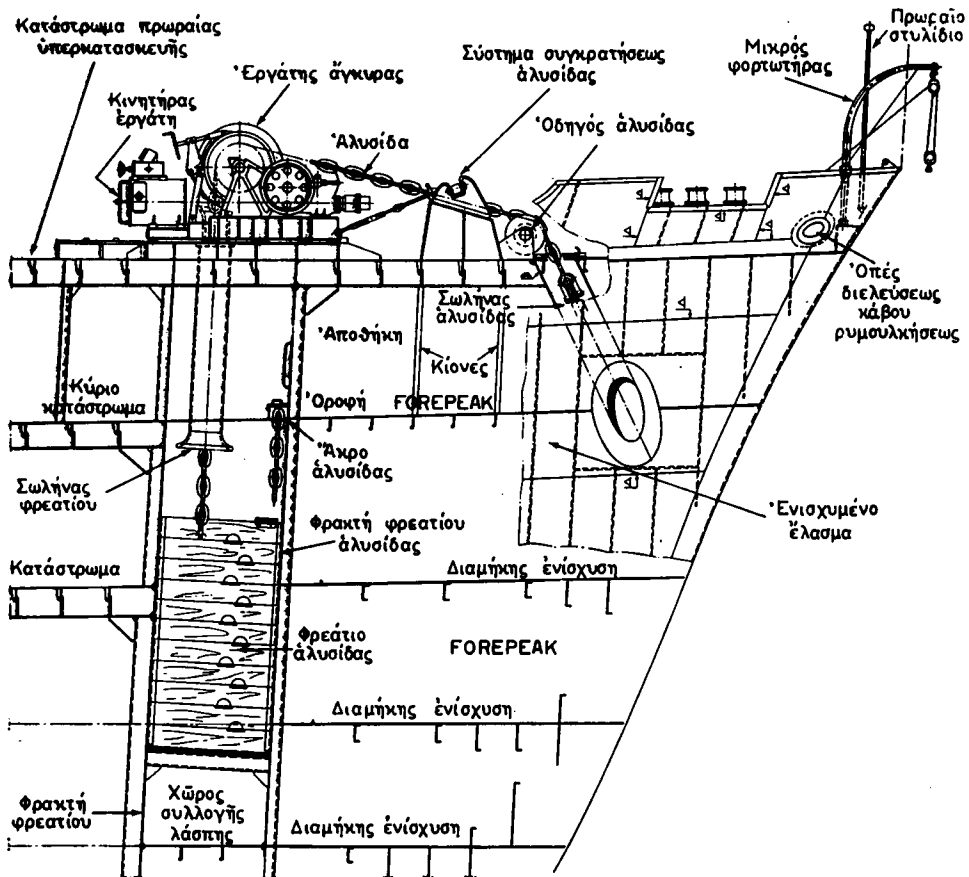


Σχ. 12.4γ.

Κάτοψη άνωτέρου καταστρώματος.

στό σχήμα 12.4γ. Όπως βλέπομε σ' αυτό, ή δλη διάταξη του χώρου έχει ως κέντρο βάρους τόν *έργάτη των άγκυρών* (anchor windlass) πού πάντα έχει καί τύμπανα κατάλληλα γιά τήν έλξη σχοινηών (κάβων) πού χρησιμοποιούονται γιά τήν πρόσδεση του πλοίου. Οι αλυσίδες των άγκυρών οδηγούνται πρós τίς άγκυρες διαμέσου ειδικών οδηγών πού εξασφαλίζουν τήν έλξη τής αλυσίδας από τόν εργάτη κατά τό διάμηκες. Άκριβώς πρós τά πρύμα των τυμπάνων του έργατη, ή αλυσίδα οδηγείται κατακόρυφα στό χώρο άποθηκεύσεώς της πού λέγεται *φρεάτιο αλυσίδας* (chain locker).

Στήν πλευρά του πλοίου υπάρχουν ανοίγματα ή οδηγοί από τούς όποιους περνούν οι κάβοι προσδέσεως του πλοίου. Στήν περίπτωση του πλοίου του σχήματος 12.4δ έχομε οδηγούς μέ περιστρεφόμενους κυλίνδρους, τοποθετημένους πάνω στην κουπαστή. Σέ άλλα πλοία γιά τόν ίδιο σκοπό χρησιμοποιούνται ειδικά ένισχυμένες έλλειπτικές όπές στό παραπέτο. Οι κάβοι προσδέσεως μέσω ειδικών οδηγών (συνήθως περιστρεφόμενων κυλίνδρων) οδηγούνται στά τύμπανα του έργατη. Στό κατάστρωμα υπάρχουν ακόμη οι άπαραίτητοι κίονες προσδέσεως (μπίντες),



Σχ. 12.46.
Πλάγια όψη πλώρης.

τό πρωραίο στηλίδιο και μιά ή δυό όπές κατάπλωρα, οι οποίες χρησιμοποιούνται για τόν κάβο ρυμουλκήσεως του πλοίου από άλλο πλοίο.

Στό σχήμα 12.46 φαίνεται πλάγια όψη τής πλώρης του ίδιου πλοίου. Σ' αυτή διακρίνεται τυπική γενική διάταξη των πρωραίων χώρων.

Στό άκροπρωραίο μέρος του πλοίου έχομε τήν πρωραία δεξαμενή ζυγοσταθμίσεως και πάνω από αυτή μιάν αποθήκη.

Άμέσως προς τά πρύμα διαμορφώνεται τό φρεάτιο τής άλυσίδας. Ή σχεδιάση του χώρου αυτού είναι τέτοια, ώστε νά διευκολύνει τή σωστή στοιβασία τής άλυσίδας και νά δημιουργεί ένα κενό χώρο κάτω από αυτήν στον οποίο συγκεντρώνεται ή λάσπη και τό νερό πού παρασύρεται από τήν άλυσίδα κατά τήν ανέλκυσή της από λασπώδη βυθό. Τό άκρο τής άλυσίδας είναι στερεωμένο στό πλοίο μέ ειδικό κρίκο. Στό σχήμα βλέπομε ακόμη τήν ενίσχυση τής περιοχής του πλοίου όπου **μασχαλίζει** ή άγκυρα, μέ έλάσματα αύξημένου πάχους. Ή ενίσχυση αυτή είναι απαραίτητη για νά μή δημιουργούνται φθορές και παραμορφώσεις τή στιγμή τής έπαφής τής άγκυρας μέ τό πλοίο.

12.4.3 Άνοιγματα κύτους.

Γιά τή γρηγορότερη φόρτωση καί εκφόρτωση τῶν ἀμπαριῶν ἑνός πλοίου, εἶναι ἀπαραίτητο νά ὑπάρχουν στά καταστρώματα μεγάλα ἀνοιγματα τά ὁποῖα ὀνομάζονται **ἀνοιγματα κύτους**.

Τά ἀνοιγματα αὐτά ἔχουν συνήθως ὀρθογωνική διατομή μέ στρογγυλεμένες γωνίες, γιά νά ἀποφεύγεται ἡ δημιουργία **συγκεντρώσεως τάσεων**. Γενικά ἕνα ἀνοιγμα κύτους περιλαμβάνει τό ἀνοιγμα, τό κατώφλι γύρω ἀπ' αὐτό (ὅπου ὑπάρχει) καί τό κάλυμμα.

Οἱ ἀπαιτήσεις σχετικά μέ τό ὕψος τοῦ κατωφλιοῦ τῶν ἀμπαριῶν καθορίζονται ἀπό τούς κανονισμούς **περί γραμμῆς φορτώσεως** (κεφάλαιο 2/6). Γιά τό σκοπό αὐτό καθορίζονται δύο πιθανές θέσεις στομίων.

Θέση 1.

Ἐκτεθειμένα καταστρώματα στεγανῆς ὑποδιαίρεσεως καί ὑπερκατασκευῶν τά ὁποῖα βρίσκονται πρὸς τήν πρῶραία πλευρά ἑνός σημείου πού ἀπέχει $1/4L$ ἀπὸ τήν πρῶραία κάθετο (L εἶναι τό μήκος τοῦ πλοίου).

Θέση 2.

Ἐκτεθειμένα καταστρώματα ὑπερκατασκευῶν πού βρίσκονται πρὸς τήν πρῶραία πλευρά ἑνός σημείου πού ἀπέχει $1/4L$ ἀπὸ τήν πρῶραία κάθετο.

Μέ βάση τά παραπάνω διακρίνομε τίς παρακάτω περιπτώσεις (ἀνάλογα μέ τό εἶδος τῶν καλυμμάτων):

α) Φορητά καλύμματα μέ μουσαμάδες.

Θέση 1 Ὑψος κατωφλιοῦ 610 mm

Θέση 2 Ὑψος κατωφλιοῦ 450 mm

β) Χαλύβδινα ὕδατοστεγανά καλύμματα.

Στὴν περίπτωση αὐτῆ εἶναι δυνατό νά ἐφαρμοσθοῦν καί μικρότερα ὕψη κατωφλιοῦ (ἢ καί καθόλου κατώφλι) ἂν ἡ Ἀρχὴ πεισθεῖ ὅτι δέν ὑφίσταται πρόβλημα ἀσφάλειας τοῦ πλοίου.

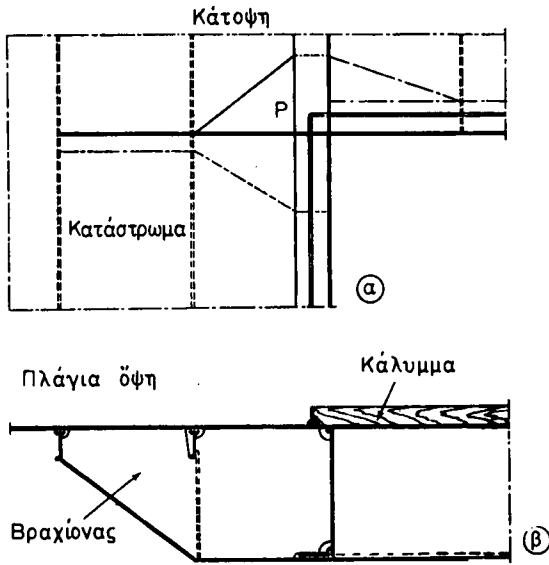
Στά ἐνδιάμεσα καταστρώματα (twøen-decks) μπορεῖ νά ὑπάρχει πολὺ μικρὸ κατώφλι, π.χ. 60 mm (σχ. 12.4ε) ἢ μπορεῖ καί νά μὴν ὑπάρχει καθόλου κατώφλι (σχ. 12.4στ).

Ἐκτός ἀπὸ τίς κατασκευαστικές λεπτομέρειες τοῦ ἀνοίγματος, πού ἔχουν ἐπεξηγηθεῖ σέ προηγούμενο κεφάλαιο, ἰδιαίτερο ἐνδιαφέρον παρουσιάζει ὁ τρόπος στεγανοῦ κλεισίματος τοῦ ἀνοίγματος.

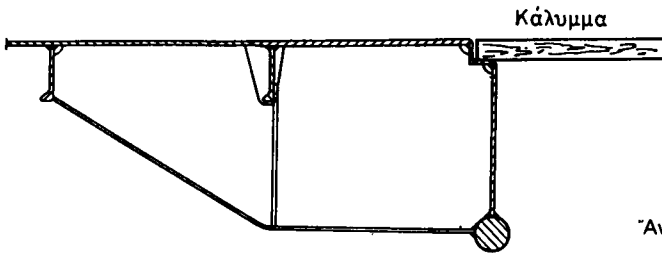
Στά παλιότερα πλοῖα τό κλείσιμο τοῦ ἀμπαριοῦ πραγματοποιεῖται ὅπως φαίνεται στό σχῆμα 12.4ζ. Πραγματοποιεῖται δηλαδή μέ τή στήριξη τῶν **μεσοζύγων (μετσανιά)** πάνω στό κατώφλι τοῦ κύτους.

Πάνω σ' αὐτά στηρίζονται τά **ξύλινα πώματα (μπουκαπόρτες)** καί πάνω σ' αὐτά τοποθετεῖται ἡ **ὀθόνη (μουσαμάς)**. Γιά τή στήριξη τῆς ὀθόνης ὑπάρχουν περιφερειακά στό κατώφλι τοῦ ἀνοίγματος οἱ **τίλοι (χοῦφτες)**. Ἡ στήριξη ἐξασφαλίζεται μέ σιδερένιες λάμες καί ξύλινες σφῆνες. Τό σύστημα αὐτό στεγανοποιήσεως τῶν ἀνοιγμάτων ἔχει τά παρακάτω μειονεκτήματα:

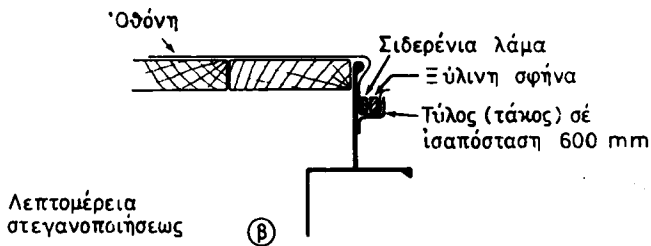
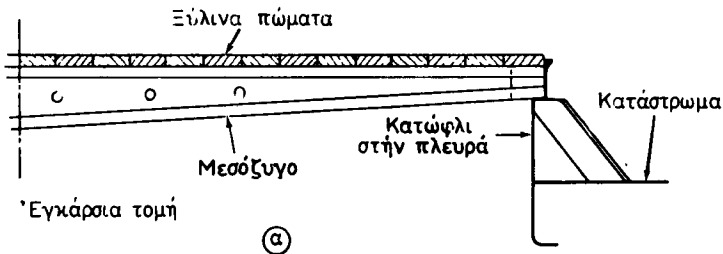
- Ἀπαιτεῖται χρόνος καί προσπάθεια γιά τό κλείσιμο καί τή στεγανοποίηση τῶν ἀνοιγμάτων.



Σχ. 12.4ε.
 *Ανοιγμα κύτους με πολύ μικρό κατώφλι.
 α) Κάτοψη. β) Πλάγια όψη.



Σχ. 12.4στ.
 *Ανοιγμα κύτους χωρίς κατώφλι.



Σχ. 12.4ζ.
 Λεπτομέρειες κλεισίματος άμπαριού.
 α) Έγκάρσια τομή. β) Λεπτομέρεια στεγανοποιήσεως.

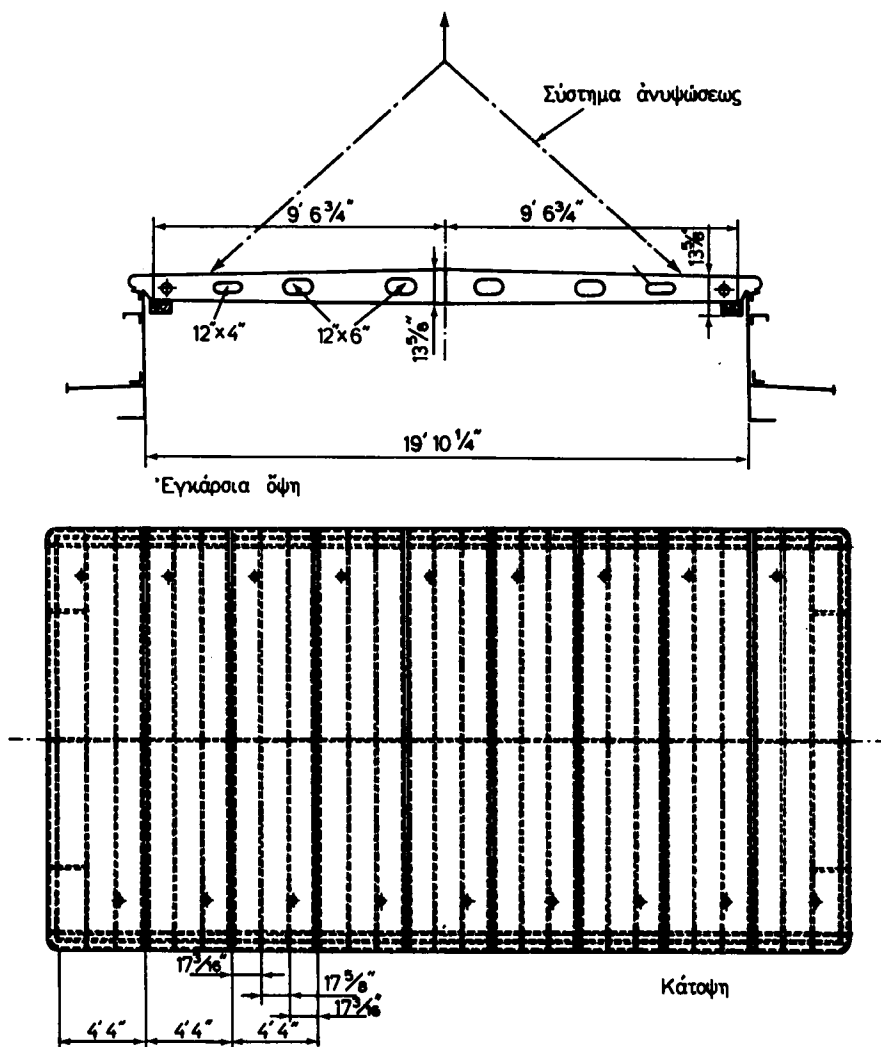
— Οι μουσαμάδες καταστρέφονται εύκολα και είναι απαραίτητη ή αντικατάστασή τους.

Γιά τούς παραπάνω λόγους τά ξύλινα καλύμματα τών κυτῶν τείνουν νά αντικατασταθοῦν πλήρως ἀπό τά χαλύβδινα.

γ) Τά μεταλλικά καλύμματα τύπου ποντονίου.

“Ένα τέτοιο κάλυμμα φαίνεται στό σχήμα 12.4η και αποτελείται ἀπό έννέα εγκάρσια μονοκόμματα τμήματα. Τά μειονεκτήματα αὐτῶν τῶν συστημάτων εἶναι:

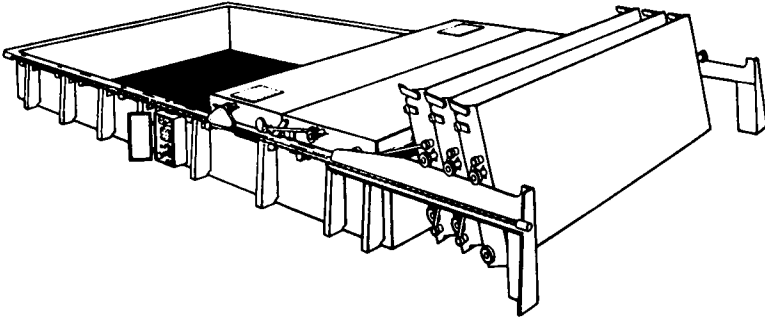
- Ἡ ἀνάγκη χώρου γιά τήν έναποθεση τῶν ποντονιῶν όταν τό ἄνοιγμα εἶναι ἀνοικτό.
- Μεγάλος χρόνος γιά τό ἄνοιγμα και κλείσιμο.
- Ἀνάγκη γιά χρησιμοποίηση μουσαμάδων.



Σχ. 12.4η.
Κάλυμμα τύπου ποντονίου.

α) Σύστημα Mac Gregor άπλης έλξεως (σχ. 12.4θ).

Τά ποντόνια είναι μεταλλικά, συνδέονται μεταξύ τους καί μέ μία άπλή έλξη από τή μία πλευρά έρχονται σέ κατακόρυφη θέση καί στοιβάζονται τό ένα δίπλα στό άλλο. Άντίθετη κίνηση οδηγεί σέ άμεσο κλείσιμο του άνοιγματος. Ή σχεδίαση του συστήματος είναι τέτοια, ώστε μέ τό κλείσιμο του άνοιγματος έπιτυγχάνεται γαυτόχρονα καί ή άπαραίτητη στεγανότητα. Ή όλη κίνηση άνοιγματος καί κλεισίματος γίνεται μέ τήν πίεση ενός κουμπιού.



Σχ. 12.4θ.

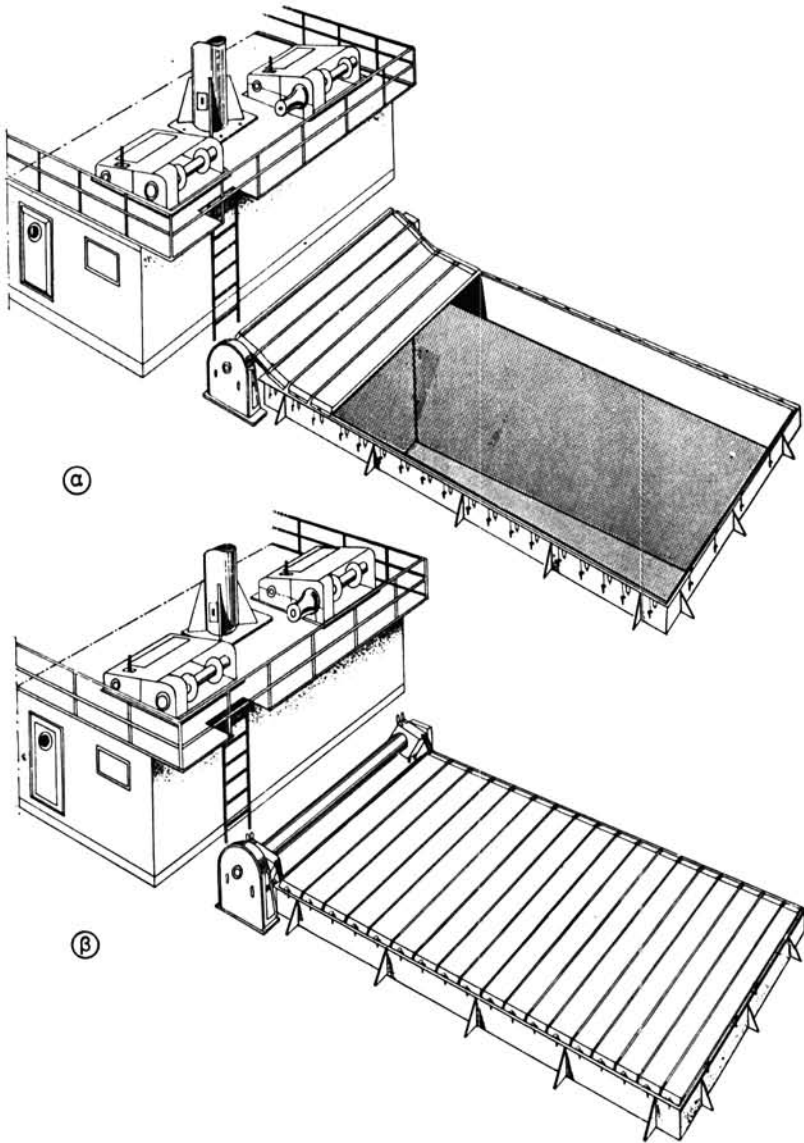
Σύστημα Mac Gregor άπλης έλξεως.

β) Σύστημα Mac Gregor ανεξάρτητης έλξεως.

Τό σύστημα αυτό μοιάζει μέ τό προηγούμενο, μόνο πού κάθε ποντόνι ή ζεύγος ποντονιών φέρεται στό άκρο του άνοιγματος ανεξάρτητα καί εκεί στοιβάζεται κατακόρυφα.

γ) Κυλιόμενο σύστημα Ertmans (σχ. 12.4ι).

Άποτελείται από άρθρωτά στοιχεία. Ή διάσταση των στοιχείων, κατά τήν έννοια του μήκους του πλοίου, είναι συνεχώς αύξανόμενη, ώστε νά είναι δυνατό νά **τυλιχθει** τό κάλυμμα πάνω στον άξονα. Στην κλειστή θέση εξασφαλίζεται στεγανότητα χωρίς καμιά παρέμβαση των χειριστών. Οι σχετικές κινήσεις γίνονται μέ ήλεκτρισμό, μέ τά άνυψωτικά μέσα του πλοίου, ή χειροκίνητα.



Σχ. 12.4ι.
Κυλιόμενο σύστημα Ermans.
α) Άνοικτό. β) Κλειστό.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΔΕΚΑΤΟ ΤΡΙΤΟ

ΛΕΠΤΟΜΕΡΕΙΕΣ ΕΣΩΤΕΡΙΚΗΣ ΓΕΝΙΚΗΣ ΔΙΑΤΑΞΕΩΣ ΠΛΟΙΟΥ

13.1 Γενικά.

Στό κεφάλαιο αυτό θα αναφέρομε μερικά στοιχεία από τή διάταξη καί έσωτερική διαρρύθμιση τών πιό σημαντικών χώρων του πλοίου. Ίδιαίτερα στον τομέα τής έσωτερικής διαρρυθμίσεως θα αναφέρομε ως παράδειγμα, μόνο μερικές αντιπροσωπευτικές περιπτώσεις, γιατί ή ποικιλία τών ειδικών απαιτήσεων κάθε πλοίου, σε συνδυασμό μέ τήν αναπόφευκτη συχνά έλλειψη χώρου, δημιουργεί μιá αντίστοιχη πολυμορφία στις έφαρμοζόμενες λύσεις έσωτερικής διαρρυθμίσεως.

13.2 Δεξαμενές.

Οι δεξαμενές σ' ένα πλοίο είναι απαραίτητες για τήν αποθήκευση όλων τών υγρών πού χρειάζονται για τήν έκπλήρωση τής αποστολής του. Τά υγρά αυτά είναι:

- Τό πετρέλαιο.
- Τό πόσιμο νερό.
- Τό τροφοδοτικό νερό (έφόσον τό πλοίο έχει λέβητες).
- Τό λάδι λιπάνσεως.
- Τό υγρό έρμα.

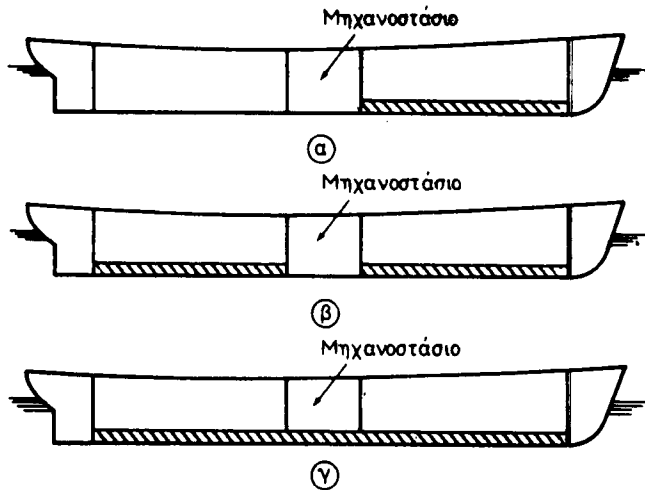
Στήν παραπάνω κατάταξη δέν περιλαμβάνονται οι δεξαμενές φορτίου ενός δεξαμενόπλοιο.

Σχετική μέ τή διάταξη τών δεξαμενών ενός πλοίου είναι μεταξύ άλλων καί ή ύπαρξη διπυθμένου. Σέ μικρά έπιβατικά πλοία, ή ύπαρξη διπυθμένου είναι απαραίτητη μόνο σ' ένα μέρος του πυθμένα, ενώ σέ μεγαλύτερα τό διπύθμενο μπορεί νά εκτείνεται σέ όλο τό μήκος του πλοίου μεταξύ του πρωραίου καί του πρυμναίου στεγανού συγκρούσεως. Τρείς αντιπροσωπευτικές περιπτώσεις ύπάρξεως διπυθμένου φαίνονται στό σχήμα 13.2α.

Τά φορτηγά πλοία κατασκευάζονται κατά κανόνα μέ διπύθμενο.

Άρχικά όλος ό χώρος του διπυθμένου, χωρισμένος μέ διαμήκη καί εγκάρσια διαφράγματα, χρησιμοποιούνταν για τή μεταφορά υγρού έρματος. Σήμερα οι δεξαμενές του διπυθμένου χρησιμοποιούνται για τή μεταφορά κάθε είδους υγρών. Αυτό δημιουργεί τήν ανάγκη πιό έκτεταμένου διαχωρισμού τών δεξαμενών, καθώς έπίσης καί τήν ανάγκη δημιουργίας μικρών στεγανών χώρων ανάμεσα στις δεξαμενές του πόσιμου νερού καί του πετρελαίου, πού όνομάζονται στεγανοί διαχωριστικοί χώροι (cofferdams).

Έκτός από τίς δεξαμενές διπυθμένου, τό πλοίο απαιτείται νά έχει μιá δεξαμενή

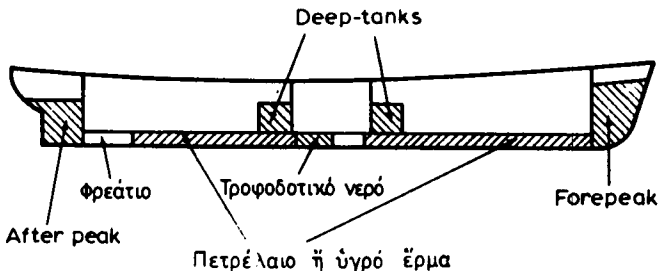


Σχ. 13.2α.

Διάταξη διπύθμενου.

α) Διπύθμενο προς πλώρα μηχανοστασίου. β) Διπύθμενο-καί από τις δύο πλευρές μηχανοστασίου.

γ) Διπύθμενο παντού.



Σχ. 13.2β.

Διάταξη δεξαμενών πλοίου.

στην πλώρη (forepeak) και μία στην πρύμνη (afterpeak). Σε πολλά πλοία πάνω στην πρωραία και πάνω στην πρυμναία φρακτή του μηχανοστασίου κατασκευάζονται δεξαμενές με μεγάλο ύψος που ονομάζονται deep tanks.

Τυπική διάταξη του συνόλου των δεξαμενών ενός πλοίου φαίνεται στο σχήμα 13.2β.

Στό σχήμα αυτό φαίνεται και η διαμόρφωση ενός φρεατίου στο οποίο καταλήγουν διάφορα υγρά από διαρροές και τό όποιο αδειάζει στη θάλασσα με τη βοήθεια της άντλιας κύτους του πλοίου.

Τό ύψος του διπυθμένου και των δεξαμενών που σχηματίζονται σ' αυτό, καθορίζεται από τους κανονισμούς του Νηογνώμονα. Συχνά τό ύψος αυτό είναι αύξημένο στό μηχανοστάσιο γιά τήν κάλυψη των αναγκών τής περιοχής σέ όγκο δεξαμενών ή γιά τή διαμόρφωση τής βάσεως τής μηχανής.

Ό διαχωρισμός των δεξαμενών κατά μήκος και κατά πλάτος και ή έπιλογή των υγρών γιά τά όποια θά χρησιμοποιηθοϋν, πραγματοποιείται ύστερα από μελέτη, γιάτί έπηρεάζει τήν ευστάθεια και τή ζύγιση του πλοίου. Φυσικά σπουδαίο ρόλο παίζουν και οι ανάγκες του πλοίου γιά κάθε είδος υγρού.

α) Πετρέλαιο.

Σέ άτμοκίνητα πλοία ή κατανάλωση πετρελαίου είναι μεταξύ 230 καί 300 g/h καί HP. Στίς μηχανές έσωτερικής καύσεως, ή κατανάλωση είναι μεταξύ 150 καί 180 g/h καί HP. Στήν κατανάλωση πού θά προκύψει γιά τό ταξίδι μέ βάση τά παραπάνω, θά πρέπει νά προστεθοϋν οι άνάγκες του πλοίου σέ πετρέλαιο στό λιμάνι καί νά αύξηθει ή σχετική ποσότητα 10 ώς 15% γιά τό ένδεχόμενο κακοκαιρίας.

Παράδειγμα.

Ένα πλοίο έκτελεί κυκλικό ταξίδι συνολικής άποστάσεως 4800 μιλίων μέ ταχύτητα 12 κόμβων. Τό πλοίο άνεφοδιάζεται στό λιμάνι άπόπλου μόνο τήν ήμέρα του άπόπλου. Συνολική παραμονή στό λιμάνι 10 ήμέρες μέ ήμερήσια κατανάλωση 1,2 tn.

Νά έκτιμηθει ή απαιτούμενη ποσότητα πετρελαίου, άν τό πλοίο κινείται μέ μηχανή Diesel μέ Ισχύ 10000 HP (είδική κατανάλωση 160 g/HP καί h).

Θά έχομε:

$$\text{Ώρες ταξιδιού} \frac{4800}{12} = 400 \text{ ώρες}$$

Κατανάλωση ταξιδιού:

$$400 \text{ ώρες} \times 0,16 \frac{\text{χιλιόγραμμα}}{\text{ίππο-ώρα}} \times 10000 \text{ HP} = 640000 \text{ kg}$$

$$\text{Κατανάλωση στόν όρμιο 10 ήμέρες} \times 1200 \frac{\text{χιλιόγραμμα}}{\text{ήμέρα}} = 12000 \text{ kg}$$

Σύνολο	652000 kg
Προσαύξηση 15%	98000 kg
Γενικό σύνολο	750000 kg

β) Λάδι λιπάνσεως.

Η κατανάλωση του λαδιού λιπάνσεως είναι γύρω στό 1,5% τής καταναλώσεως του πετρελαίου, συχνά όμως τά πλοία διαθέτουν δεξαμενές μέ μεγαλύτερη χωρητικότητα. Στό πλοίο του προηγούμενου παραδείγματος, ή ανάγκη σέ λάδι λιπάνσεως γιά τό ταξίδι είναι περίπου 11500 kg.

γ) Πόσιμο νερό.

Η κατανάλωση του πόσιμου νερού είναι περίπου 100 λίτρα ανά άτομο καί ήμέρα.

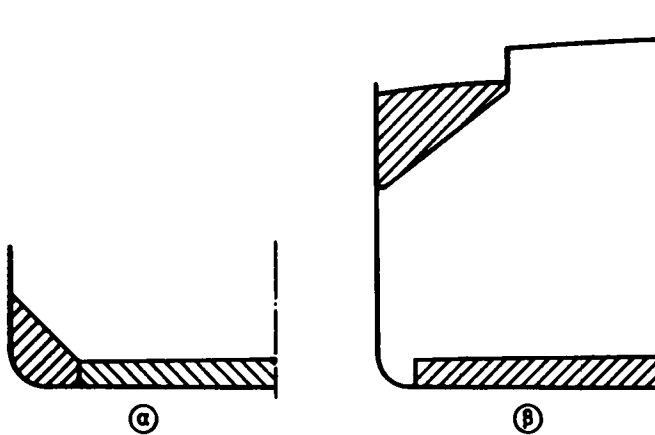
δ) Ύγρο έρμα.

Άναφέρεται ότι σέ κατάσταση έρματισμού του πλοίου (κατάσταση χωρίς φορτίο), τό άθροισμα πετρελαίου καί ύγρου έρματος θά πρέπει νά κυμαίνεται μεταξύ του 30 καί 40% του Deadweight.

Σέ πλοία μεταφοράς φορτίου *χύδην*, ή διάταξη των δεξαμενών, όπως φαίνεται στό σχήμα 13.2β, δέν παρέχει δυνατότητες έρματισμού άρκετές γιά τή σωστή βύ-

θιση τῆς ἕλικας καί τόν Ικανοποιητικό γενικά πλοῦ τοῦ πλοίου. Θεωρητικά, ἡ δυνατότητα ἐρματισμοῦ θά μπορούσε νά αὐξηθεῖ μέ αὐξηση τοῦ ὕψους τοῦ διπυθμένου καί τοῦ πρυμναίου καί πρωραίου στεγανοῦ συγκρούσεως. Ἡ λύση αὐτή ὅμως δέν εἶναι σωστή γιατί δημιουργεῖ μεγάλη καταπόνηση στό πλοῖο σέ κατάσταση ἐρματισμοῦ (γιατί ἔχομε μεγάλα βάρη στά ἄκρα) καί ἐπιπλέον δημιουργεῖ ἀνεπιθύμητα μεγάλο μετακεντρικό ὕψος.

Γιά τούς παραπάνω λόγους στά πλοῖα μεταφορᾶς φορτίων *χύδην* διαμορφώνονται δεξαμενές ἔρματος, ὅπως αὐτές πού φαίνονται στό σχῆμα 13.2γ.



Σχ. 13.2γ.

Δεξαμενή ἔρματος.

α) Διπύθμενου μέ πλευρική δεξαμενή πυθμένα. β) Διπύθμενου μέ πλευρική καταστρώματος.

Στό σχῆμα αὐτό βλέπομε τή διαμόρφωση δεξαμενῆς διπυθμένου σέ συνδυασμό μέ πλευρική δεξαμενή πυθμένα ἢ πλευρική δεξαμενή καταστρώματος. Σέ ἀρκετές περιπτώσεις ἔχομε καί συνδυασμό τῶν δύο διατάξεων.

Οἱ πλευρικές δεξαμενές πυθμένα μέ τή διαμόρφωσή τους διευκολύνουν τή μεταφορά τοῦ φορτίου *χύδην* πρὸς τό μέσο τοῦ κύτους ἀπό ὅπου καί πραγματοποιεῖται ἡ ἐκφόρτωση. Οἱ πλευρικές δεξαμενές καταστρώματος βοηθοῦν στό νά πραγματοποιεῖται ἡ στοιβασία τοῦ φορτίου *χύδην* στό κύτος κατά τρόπο πού νά μήν ἀφήνει κενά στό ἀνώτερο μέρος. Μέ τόν τρόπο αὐτό περιορίζεται ἡ πιθανότητα ἐγκάρσιας μετακινήσεως τοῦ φορτίου σέ κατάσταση κακοκαιρίας.

13.3 Καταμετρικά, ἐξαεριστικά καί πληρώσεις δεξαμενῶν.

Γιά νά εἶναι δυνατή ἡ πλήρωση μιᾶς δεξαμενῆς πρέπει ἀπό κάποιο σημεῖο τῆς ὀροφῆς τῆς νά ἐπιτρέπεται ἀπό εἰδικό ἀνοιγμα ἢ ἐξοδος τοῦ ἀέρα. Τά εἰδικά αὐτά ἀνοίγματα τῶν δεξαμενῶν ὀνομάζονται **ἐξαεριστικά**.

Γιά ὅσες δεξαμενές γεμίζονται ἀπό τό κατάστρωμα (καί ὄχι μέσω τῶν ἀντλιῶν τοῦ πλοίου) ἔχομε γι' αὐτό τό σκοπό (στό κατάστρωμα) ἀπολήξεις σωλήνων πού λέγονται **πληρώσεις**.

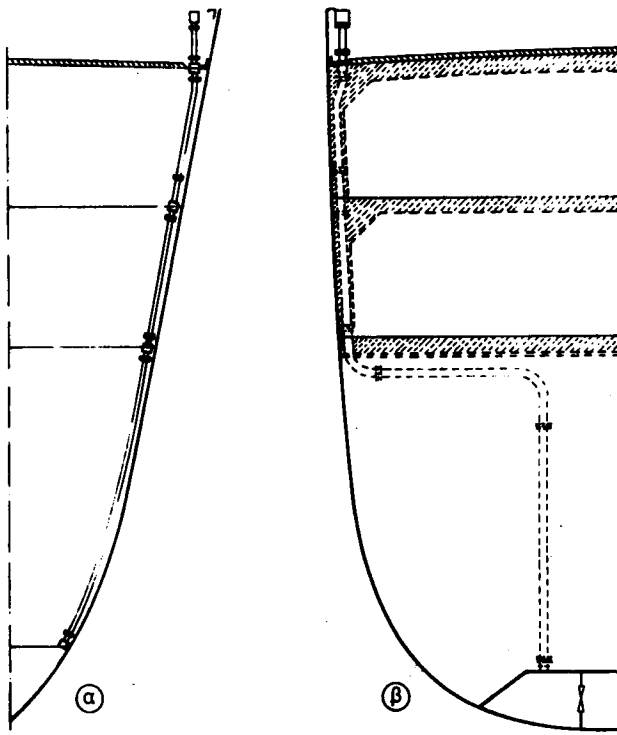
Τέλος, γιά τήν εὕρεση τῆς στάθμης μέχρι τήν ὁποία θά φθάσει τό ὑγρό στή δεξαμενή (καί μέσω αὐτῆς τόν ὑπολογισμό τῆς ποσότητας τοῦ ὑγροῦ) ὑπάρχουν εἰδι-

κοί σωλήνες μέσα στους οποίους ρίχνουμε τή **μετρητική ταινία**. Οι σωλήνες αυτοί ονομάζονται **καταμετρικά**.

Οι εξαεριστικοί σωλήνες τών δεξαμενών πρέπει νά έχουν διάμετρο μεγαλύτερη από 2". Οι λεπτομέρειες τών εξαεριστικών σωλήνων στό κατάστρωμα καθορίζονται από τούς κανονισμούς **περί γραμμής φορτώσεως**.

Συχνά οι εξαεριστικοί σωλήνες καλύπτουν καί τίς ανάγκες διαφυγής του ύγρου από μία δεξαμενή όταν αυτή υπερπληρωθεί. Ειδικά όμως γιά τίς δεξαμενές πετρελαίου, οι υπερπληρώσεις οδηγούονται σέ ειδική δεξαμενή πετρελαίου πού λέγεται **δεξαμενή υπερπληρώσεως**.

Στό σχήμα 13.3(α) φαίνεται τυπική διάταξη εξαεριστικού σωλήνα σέ ένα διπύθμενο τής πλήρης καί στό σχήμα 13.3(β) σέ διπύθμενο τής πρύμνης. Θά πρέπει νά σημειωθεί ότι ό εξαεριστικός σωλήνας περνάει από τά ένδιάμεσα καταστρώματα έτσι, ώστε νά μήν έπηρεάζεται ή στεγανότητά τους.



Σχ. 13.3α.

α) Τυπική διάταξη εξαεριστικού σωλήνα σέ διπύθμενο πλήρης. β) Διπύθμενο πρύμνης.

Όπου σέ μία δεξαμενή υπάρχουν δύο εξαεριστικοί σωλήνες, ό ένας από αυτούς μπορεί νά χρησιμοποιηθεί γιά τήν πλήρωση τής δεξαμενής.

Οι εξαεριστικοί σωλήνες επιδιώκεται νά είναι τοποθετημένοι στήν πλευρά του πλοίου καί κοντά σέ στεγανές φρακτές.

Τά καταμετρικά είναι συνήθως κατακόρυφα. Η μετρητική ταινία είναι χαραγμένη σέ κυβικά μέτρα, γαλλόνια ή κυβικά πόδια καί είναι κατάλληλη μόνο γιά τήν αντίστοιχη δεξαμενή.

Οι δεξαμενές πετρελαίου του μηχανοστασίου που βρίσκονται ψηλά λέγονται **δεξαμενές ημερήσιας καταναλώσεως** (daily tanks). Η κύρια μηχανή και οι ηλεκτρομηχανές του πλοίου αναρροφούν από τις παραπάνω δεξαμενές. Οι δεξαμενές ημερήσιας χρήσεως αντί για καταμετρικά έχουν **υαλοδείκτες**, με τη βοήθεια των οποίων είναι πολύ εύκολη η παρακολούθηση της στάθμης.

13.4 Χώροι φορτίου.

Η κατασκευαστική διαμόρφωση των κυττών των εμπορικών πλοίων και των ανοιγμάτων τους έχει αναφερθεί ήδη σε προηγούμενα κεφάλαια του βιβλίου. Γενικά βασίζεται στην άρχη της δημιουργίας ενός χώρου με όσο το δυνατό λιγότερα εμπόδια, ο οποίος εξυπηρετείται από ένα ή περισσότερα μεγάλα ανοίγματα που βρίσκονται στο κατάστρωμα.

Σε πλοία χωρίς διπύθμενο, είναι απαραίτητη η ύπαρξη ξύλινης οριζόντιας επένδυσεως του πυθμένα του κύτους. Άλλα και στα πλοία με διπύθμενο, αν και δεν είναι υποχρεωτικό από τους κανονισμούς των Νηογνώμωνων, συχνά χρησιμοποιείται ξύλινη επένδυση για την προστασία της όροφης του διπυθμένου από τη φόρτωση του φορτίου και του φορτίου από πιθανές μικρές διαρροές που έχουν σαν αποτέλεσμα τη συγκέντρωση υγρών στην όροφή του διπυθμένου.

Η επένδυση πραγματοποιείται με την τοποθέτηση κατά τό εγκάρσιο καδροινιών, ύψους τουλάχιστο 50 mm, πάνω στα οποία στηρίζονται κατά τό διάμηκες οι σανίδες, πάχους τουλάχιστο 63 mm.

Τά καδρόνια, όπως είπαμε, τοποθετούνται κατά τό εγκάρσιο, ώστε τυχόν υπάρχουσες ποσότητες υγρού να οδηγούνται στις πλευρές του πλοίου, όπου μεταξύ του εξωτερικού κελύφους και του κάθετου ελάσματος του διπυθμένου (margin plate) σχηματίζονται, στα περισσότερα πλοία, ειδικοί χώροι άπαντλήσεως που λέγονται **σεντίνες**.

Χωρίς να είναι υποχρεωτική από τους Νηογνώμονες, για την προστασία του φορτίου από τις έφιδρώσεις των ελασμάτων, εφαρμόζεται επίσης και πλευρική ξύλινη επένδυση (για τις περιπτώσεις μεταφοράς γενικού ξηρού φορτίου). Η επένδυση αυτή αποτελείται από αφαιρετές σανίδες με πάχος μεγαλύτερο από 50 mm και με διάκενο μεταξύ τους, που δεν πρέπει να υπερβαίνει τά 300 mm

Όταν τό πλοίο μεταφέρει άνθρακα ή μετάλλευμα, αφαιρούνται οι παραπάνω σανίδες, γιατί τό φορτίο δεν είναι ευαίσθητο στην ύγρασία, ενώ όταν τό πλοίο μεταφέρει σιτηρά, οι σανίδες καλύπτονται με μουσαμάδες.

Αφαιρετή ξύλινη επένδυση τοποθετείται επίσης πάνω από τις σεντίνες.

Περισσότερες λεπτομέρειες για τή διαμόρφωση των κυττών δίνονται στο βιβλίο «Ευστάθεια-Φορτώσεις» του Ίδρύματος Ευγενίδου.

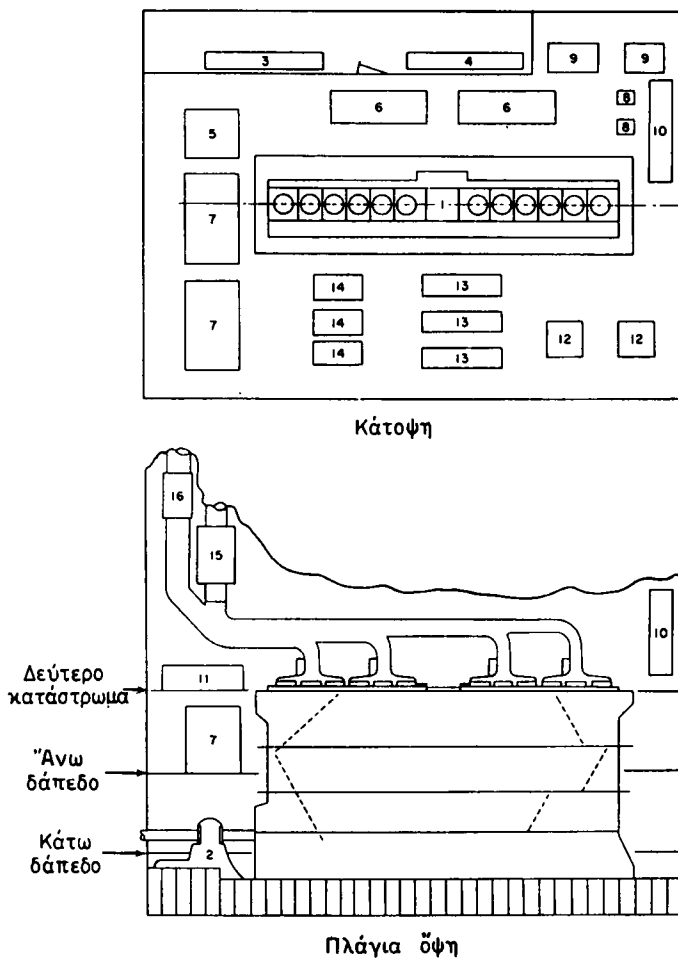
13.5 Χώροι προώσεως.

Η θέση και οι διαστάσεις του Μηχανοστασίου εξαρτώνται από πολλούς παράγοντες, όπως είναι ο αριθμός των μηχανών και άξόνων, τό είδος τής προωστήριας έγκαταστάσεως και, κυρίως, ο τύπος του πλοίου.

Ειδικότερα στα πλοία μεταφοράς έπιβατών και φορτίου (φορτηγοποστάλια) τό μηχανοστάσιο είναι συνήθως τοποθετημένο στο μέσο. Αντίθετα στα πετρελαιοφόρα και τά πλοία μεταφοράς φορτίου **χύδην** έπικρατεί ή τάση τό μηχανοστάσιο

νά τοποθετείται στην πρύμνη. Γενικά η εγκατάσταση του μηχανοστασίου στην πρύμνη παρουσιάζει τό πλεονέκτημα της καλύτερης διατάξεως τών χώρων φορτίου καί τών άνυψωτικών μέσων του πλοίου, εφόσον υπάρχουν.

Ἡ γενική σχεδόν επικράτηση τών μηχανῶν ἐσωτερικής καύσεως ἔχει ἐπιτρέψει τήν ἐγκατάσταση τῆς κύριας μηχανῆς καί ὄλων τών βοηθητικῶν μηχανημάτων (τῶν ἐμπορικῶν πλοίων) σέ ἕνα χῶρο. Ἐξαιρέσεις παρατηροῦνται σέ ἀτμοκίνητα πλοῖα (ὅπως π.χ. σέ μερικά πετρελαιοφόρα), ὅπου ὑπάρχει χωριστό μηχανοστάσιο καί λεβητοστάσιο καί σέ μερικά ἐπιβατικά, ὅπου ἔχομε χωριστό μηχανοστάσιο καί ἠλεκτροστάσιο.

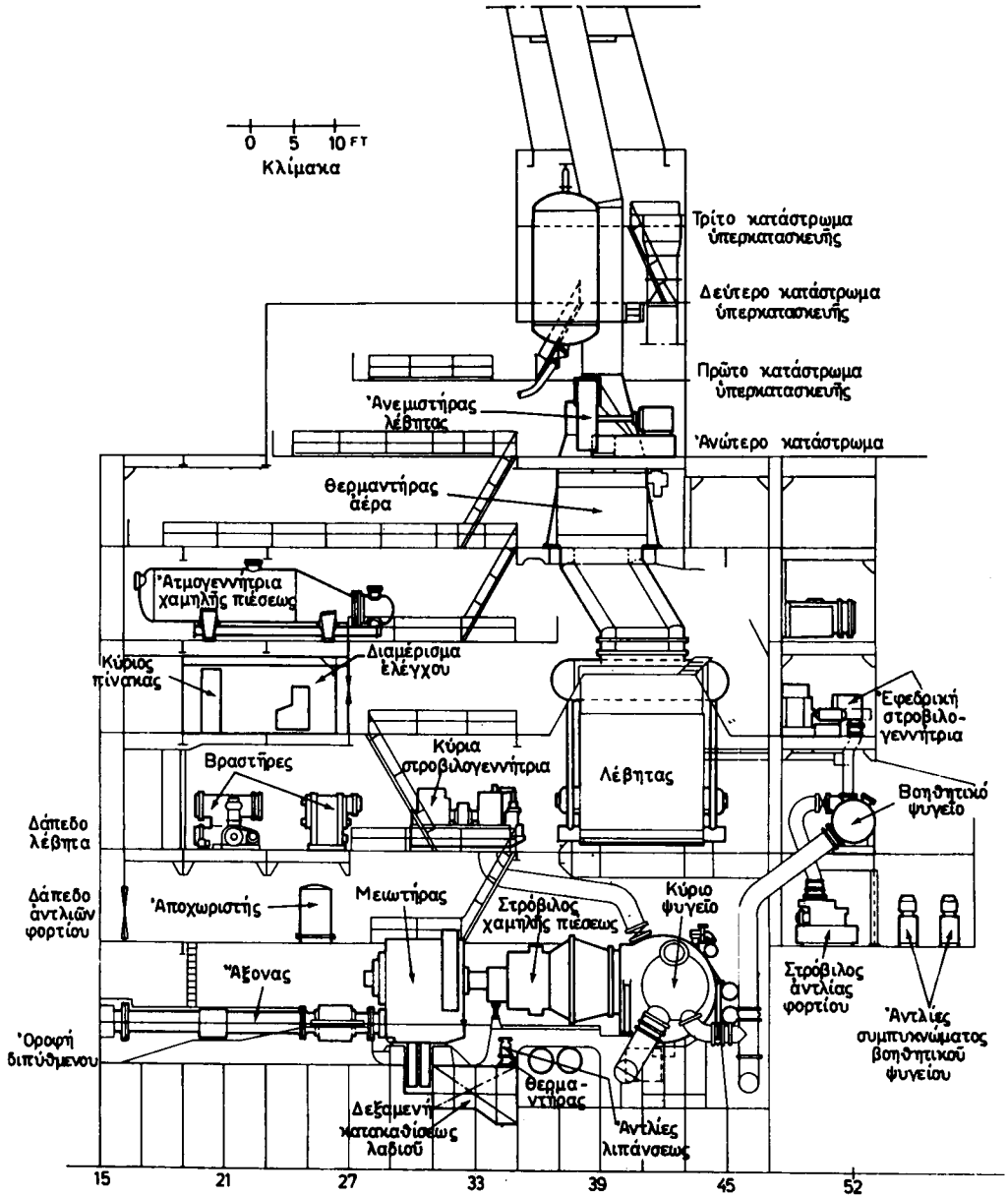


Σχ. 13.5α.

Διάταξη Μηχανοστασίου δηζελοκίνητου πλοίου.

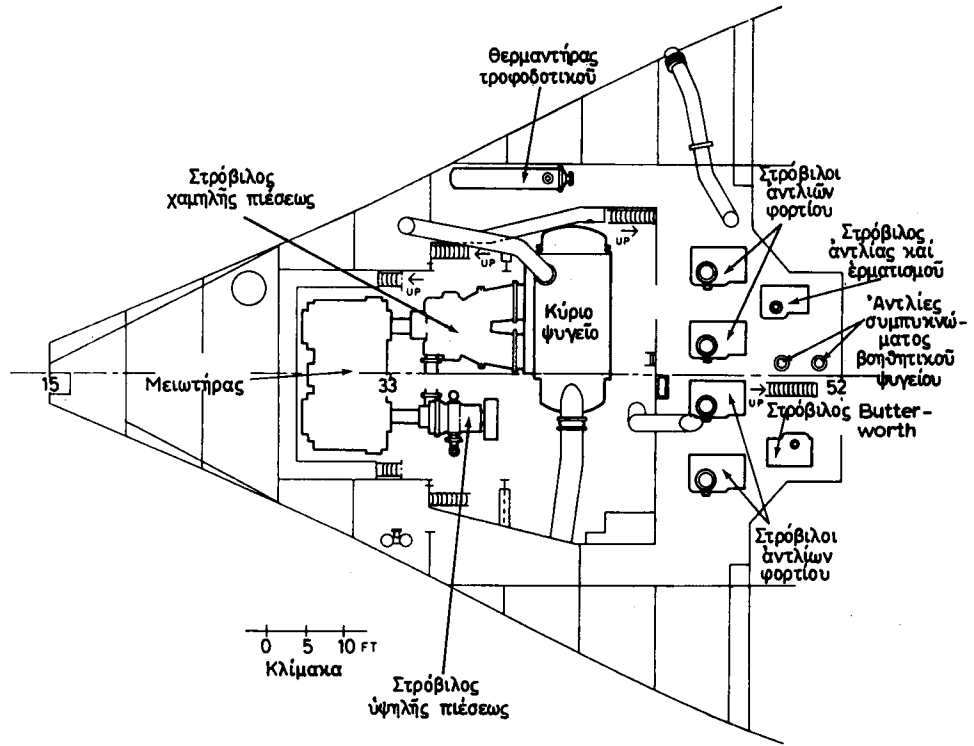
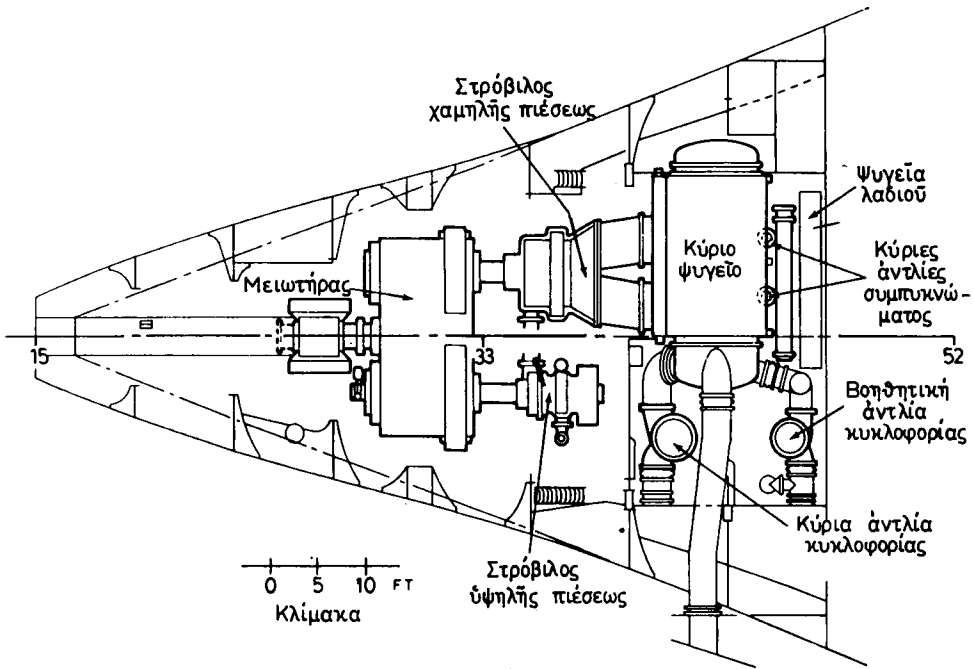
- α) Κάτοψη. β) Πλάγια ὄψη. 1) Κύρια μηχανή. 2) Ὡστικός τριβέας. 3) Κονσόλα χειρισμοῦ μηχανῆς. 4) Κύριος πίνακας. 5) Στροβιλο-γεννήτρια. 6) Δηζελογεννήτρια. 7) Βοηθητικός λέβητας. 8) Ἄντλια πετρελαίου. 9) Κύριος συμπιεστής. 10) Θερμαντήρας πετρελαίου. 11) Φιάλη ἀέρα. 12) Βραστήρας. 13) Ψυγεῖο λαδιοῦ. 14) Συμπιεστής. 15) Λέβητας (μέ θερμαντικό μέσο τῶ καυσαερίων). 16) Σιγαστήρας.

Στό σχήμα 13.5α φαίνεται σκαριφηματικά ή γενική διάταξη του Μηχανοστασίου ενός Δηλεζοκίνητου πλοίου. Στά σχήματα 13.5β καί 13.5γ φαίνονται αντίστοιχα ή πλάγια όψη καί δύο κατόψεις του μηχανοστασίου-λεβητοστασίου ενός μεγάλου σύγχρονου δεξαμενόπλοιου. Γιά τή λεπτομερέστερη περιγραφή του σκοπού κάθε μηχανήματος βλέπε στό βιβλίο «Ναυτικές Μηχανές» του Ίδρύματος Ευγενίδου.



Σχ. 13.5β.

Πλάγια όψη μηχανοστασίου ατμοκίνητου δεξαμενόπλοιου.



Σχ. 13.5γ.
 Κατόψεις μηχανοστάσιου άτμοκίνητου δεξαμενόπλοιου.

Στά πολεμικά πλοία για λόγους ασφάλειας κυρίως στη μάχη, οι χώροι προώσεως καταλαμβάνουν περισσότερα από ένα στεγανά διαμερίσματα.

13.6 Χώροι ένδαιτησεως.

Μέ τον όρο **χώροι ένδαιτησεως** έννοούμε τούς παρακάτω χώρους:

- Χώρους άτομικής παραμονής καί ύπνου (καμπίνες).
- Χώρους ύγιεινής.
- Χώρους όμαδικής παραμονής (σαλόνια, μπάρ, καπνιστήρια, μεσόδομος πληρώματος).
- Διάφορους άλλους βοηθητικούς χώρους, όπως πλυντήρια, θεραπευτήρια κλπ.

Στά έπιβατικά πλοία διακρίνομε χώρους ένδαιτησεως έπιβατών καί πληρώματος, πού είναι τελείως ξεχωριστοί μεταξύ τους.

Οι λεπτομερείς άπαιτήσεις σέ ότι άφορά τούς χώρους αυτούς καθορίζονται άπό νομοθετημένους κανονισμούς. Γενικά στά σύγχρονα έμπορικά πλοία οι χώροι ένδαιτησεως του πληρώματος είναι έξαιρετικά άνετοι καί ύπερκαλύπτουν τίς άπαιτήσεις των κανονισμών.

Ή διάταξη των χώρων ένδαιτησεως άπαιτεί τή συνεργασία είδικών διακοσμητών έσωτερικού χώρου. Ίδιαίτερη σημασία φυσικά έχει ή διάταξη των χώρων ένδαιτησεως των έπιβατικών πλοίων.

13.7 Διαμερίσματα χειρισμών καί έλέγχου.

Στούς χώρους αυτούς περιλαμβάνονται:

- Τό διαμέρισμα πηδαλιουχίσεως.
- Τό δωμάτιο χαρτών.
- Ό χώρος έγκαταστάσεως τής γυροπυξίδας.
- Τό διαμέρισμα άσυρμάτου.

Τό διαμέρισμα πηδαλιουχίσεως καί τό δωμάτιο χαρτών είναι τοποθετημένα στό περισσότερο πρωραίο σημείο του ψηλότερου ύπερστεγάσματος. Στό διαμέρισμα πηδαλιουχίσεως είναι έγκαταστημένο τό σύνολο των συσκευών καί όργάνων πού σχετίζονται μέ τήν πηδαλιούχηση, ναυτιλία καί έλεγχο του πλοίου. Συνήθως τό δωμάτιο χαρτών καί τό διαμέρισμα πηδαλιουχίσεως βρίσκονται σέ άμεση έπικοινωνία.

Τό διαμέρισμα άσυρμάτου βρίσκεται καί αυτό συνήθως στό ίδιο κατάστρωμα μέ τούς παραπάνω χώρους ή τό πολύ ένα κατάστρωμα χαμηλότερα.

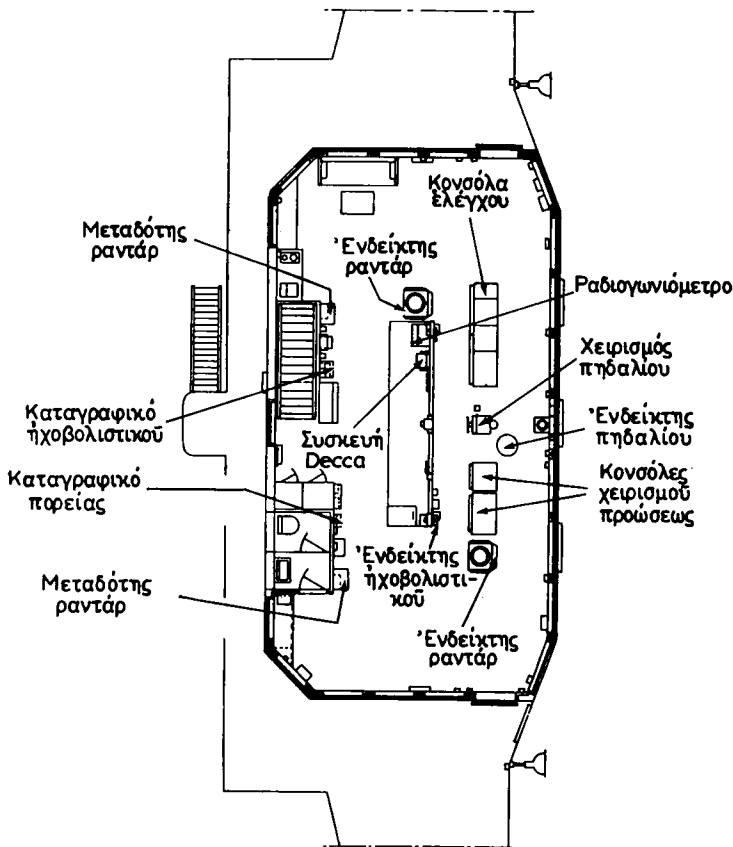
Ό χώρος έγκαταστάσεως τής γυροπυξίδας είναι συνήθως κοντά στον ουδέτερο άξονα του πλοίου.

Συχνά, κοντά στό χώρο πηδαλιουχίσεως ύπάρχουν ένας στοιχειώδης χώρος ύγιεινής καί μία μικρή καμπίνα για τόν πλοίαρχο, για τίς περιπτώσεις όπου οι συνθήκες άπαιτοϋν τή συνεχή παραμονή του στη γέφυρα.

Στό σχήμα 13.7 φαίνεται σκαριφηματικά ή γενική διάταξη του χώρου πηδαλιουχίσεως καί έλέγχου ενός άυτοματοποιημένου πλοίου.

13.8 Άποθήκες καί ψυκτικοί θάλαμοι.

Στίς άποθήκες του πλοίου περιλαμβάνονται:



Σχ. 13.7.

Διάταξη χώρου πηδαλιουχίσσεως αυτόματοποιημένου πλοίου.

- Οι αποθήκες ανταλλακτικών.
- Οι αποθήκες ναυκλήρου και χρωμάτων.
- Οι αποθήκες τροφίμων.

Κάθε αποθήκη έχει έσωτερική διαρρύθμιση ανάλογη με τό σκοπό γιά τόν όποιο προορίζεται.

Έκτός από τίς αποθήκες, στό πλοίο υπάρχουν καί διάφορα έρμάρια (ντουλάπια) γιά τήν τοποθέτηση του έξοπλισμού τών χώρων ένδειατήσεως (σκεύη, τραπεζομάντηλα κλπ.).

Οι ψυκτικοί θάλαμοι (γιά τίς ανάγκες του πληρώματος) είναι χωρισμένοι σέ έπιμέρους διαμερίσματα ανάλογα με τό βαθμό ψύξεως πού απαιτείται γιά τή διατήρηση κάθε ομάδας τροφίμων (κρέας, βούτυρο, γάλα, λαχανικά κλπ.).

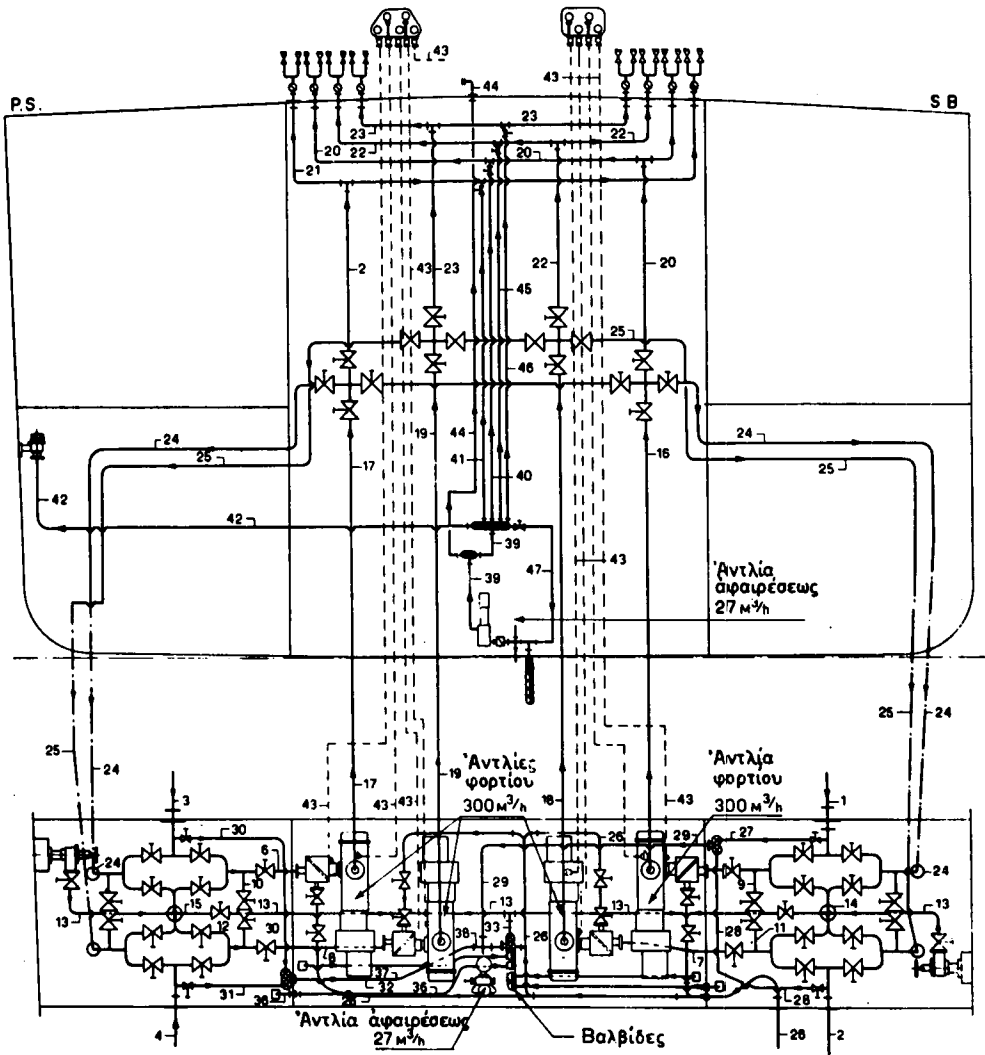
13.9 Άντλιοστάσια δεξαμενοπλοίων.

Γιά τήν πραγματοποίηση όλων τών κινήσεων παραλαβής, παραδόσεως καί μεταφοράς φορτίου μεταξύ τών δεξαμενών ένός δεξαμενόπλοιου χρησιμοποιείται τό λεγόμενο **δίκτυο φορτίου**.

Οι αντλίες για την πραγματοποίηση όλων των απαραίτητων κινήσεων είναι εγκαταστημένες σε ειδικό διαμέρισμα του πλοίου, που λέγεται **Άντλιοστάσιο**. Έκτός από τις αντλίες, στο χώρο αυτό υπάρχουν και όλα τα απαραίτητα επιστόμια για την έκμετάλλευση των δυνατοτήτων των δικτύων.

Στά σύγχρονα πετρελαιοφόρα, το άντλιοστάσιο είναι συνήθως ανάμεσα στο μηχανοστάσιο (που βρίσκεται στην πρύμνη) και στις δεξαμενές φορτίου. Με αυτό τον τρόπο το άντλιοστάσιο αποτελεί στεγανό διαχωριστικό χώρο (cofferdam) μεταξύ μηχανοστασίου και δεξαμενών φορτίου.

Επίσης είναι δυνατή η εγκατάσταση του κινητήριου μέρους των αντλιών στο μηχανοστάσιο και του υδραυλικού στο άντλιοστάσιο, για λόγους προστασίας από πυρκαϊά.



Στήν περίπτωση έγκαταστάσεως τών άντλιών μέ αυτό τόν τρόπο, στό σημείο διελεύσεως του άξονα τών άντλιών μέσω τής φρακτής άντλιοστασίου-μηχανοστασίου χρησιμοποιείται ειδική έγκατάσταση στεγανότητας, ώστε νά μήν έπηρεά-ζεται ή στεγανή ύποδιαίρεση του πλοίου.

Σέ παλιότερα πετρελαιοφόρα τό άντλιοστάσιο είναι τοποθετημένο ανάμεσα στις δεξαμενές φορτίου και έτσι αυτές χωρίζονται σε δύο ομάδες, τις πρωραίες και πρυμναίες. Η διάταξη τών σωληνώσεων μέσα στο άντλιοστάσιο ενός τέτοιου πετρελαιοφόρου φαίνεται στο σχήμα 13.9. Έκτός από τις λεπτομέρειες τής διατάξεως του δικτύου που αναφέρονται στο υπόμνημα, θά πρέπει νά σημειωθούν και τά παρακάτω:

- α) Τό πλοίο έχει τέσσερις (4) άντλίες φορτίου μέ παροχή ή καθεμιά 300 m³/h και οι οποίες έχουν τή δυνατότητα νά συνδεθούν μέ ποικίλους τρόπους. Μέ αυτές πραγματοποιούνται οι παραδόσεις και μεταφορές του φορτίου και ό έρματισμός.
- β) Ύπάρχει επίσης μία άντλία έξαντλήσεως (drain-pump) μέ παροχή 27 m³/h. Η άντλία αυτή, χρησιμοποιείται για τήν τελική έξάντληση τών δεξαμενών, αφού οι μεγάλες άντλίες, λόγω μεγάλης παροχής, δέν μπορούν νά χρησιμοποιη-θούν για τό λόγο αυτό.

Σχ. 13.9α.

Η διάταξη τών σωληνώσεων μέσα στο άντλιοστάσιο παλιού πετρελαιοφόρου.

- 1) Πρωραία δεξιά γραμμή φορτίου. 2) Πρυμναία δεξιά γραμμή φορτίου. 3) Πρωραία άριστερή γραμμή φορτίου. 4) Πρυμναία άριστερή γραμμή φορτίου 5) Άναρρόφηση άντλίας φορτίου Νο I από δεξιά πρωραία πλευρά. 6) Άναρρόφηση άντλίας φορτίου Νο II από άριστερή πρωραία πλευρά. 7) Άναρρόφηση άντλίας φορτίου Νο III από δεξιά πρυμναία πλευρά. 8) Άναρρόφηση άντλίας φορτίου Νο IV από άριστερή πρυμναία πλευρά. 9) Άναρρόφηση άντλίας φορτίου Νο I από δεξιά πρυμναία πλευρά. 10) Άναρρόφηση άντλίας φορτίου Νο II από άριστερή πρυμναία πλευρά. 11) Άναρρόφηση άντλίας φορτίου Νο III από δεξιά πρωραία πλευρά. 12) Άναρρόφηση άντλίας φορτίου Νο IV από άριστερή πρωραία πλευρά. 13) Είσαγωγή θάλασσας. 14) Άναρρόφηση άντλιών φορτίου Νο I και III από θάλασσα. 15) Άναρρόφηση άντλιών φορτίου Νο II και IV από θάλασσα. 16) Κατάθλιψη Νο I άντλίας. 17) Κατάθλιψη Νο II άντλίας. 18) Κατάθλιψη Νο III άντλίας. 19) Κατάθλιψη Νο IV άντλίας. 20) Κατάθλιψη άντλίας Νο I στη δεξιά και άριστερή πλευρά καταστρώματος. 21) Κατάθλιψη άντλίας Νο. II στη δεξιά και άριστερή πλευρά καταστρώματος. 22) Κατάθλιψη άντλίας Νο III στη δεξιά και άριστερή πλευρά καταστρώματος. 23) Κατάθλιψη άντλίας Νο IV στη δεξιά και άριστερή πλευρά καταστρώματος. 24) Κατάθλιψη άντλιών I και II στο δίκτυο φορτίου ή τή θάλασσα. 25) Κατάθλιψη άντλιών III και IV στο δίκτυο φορτίου ή τήν θάλασσα. 26) Άναρρόφηση άντλιών φορτίου από δίκτυο τελικής έξαντλήσεως. 27) Άναρρόφηση άντλίας έκκενώσεως από δεξιά πρωραία πλευρά. 28) Άναρρόφηση άντλίας έκκενώσεως από δεξιά πρωραία πλευρά. 29) Άναρρόφηση άντλίας έκκενώσεως από δεξιά πλευρά. 30) Άναρρόφηση άντλίας έκκενώσεως από άριστερή πρωραία πλευρά. 31) Άναρρόφηση άντλίας έκκενώσεως από άριστερή πρυμναία πλευρά. 32) Άναρρόφηση άντλίας έκκενώσεως από άριστερή πλευρά. 33) Άναρρόφηση άντλίας έκκενώσεως από θάλασσα. 34) Άναρρόφηση άντλίας έκκενώσεως από δεξιά πλευρά. 35) Άναρρόφηση άντλίας έκκενώσεως από μεσαίο τμήμα δεξιάς πλευράς. 36) Άναρρόφηση άντλίας έξαντλήσεως άριστερης πλευράς. 37) Άναρρόφηση άντλίας έξαντλήσεως από μεσαίο τμήμα άριστερης πλευράς. 38) Άναρρόφηση άντλίας έξαντλήσεως από κιβώτιο διανομής. 39) Κατάθλιψη άντλίας έξαντλήσεως από κιβώτιο διανομής. 39) Κατάθλιψη άντλίας έξαντλήσεως στο κιβώτιο διανομής. 40) Κατάθλιψη άντλίας έξαντλήσεως στο δίκτυο φορτίου. 41) Κατάθλιψη άντλίας έξαντλήσεως στο δίκτυο φορτίου. 42) Κατάθλιψη άντλίας έξαντλήσεως εκτός πλοίου. 43) Σωληνήσκοι θλιβομέτρων. 44) Κατάθλιψη άντλίας έξαντλήσεως στο κατάστρωμα. 45) Κατάθλιψη άντλίας έξαντλήσεως στο δίκτυο φορτίου. 46) Κατάθλιψη άντλίας έξαντλήσεως στο δίκτυο φορτίου.
- 47) Κιβώτιο διανομής άντλίας έξαντλήσεως προς δίκτυο άναρροφήσεως.

ΜΕΡΟΣ ΤΕΤΑΡΤΟ

ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΠΛΟΙΟΥ

ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΔΕΚΑΤΟ ΤΕΤΑΡΤΟ

ΠΗΔΑΛΙΑ

14.1 Γενικά για τή στροφή του πλοίου.

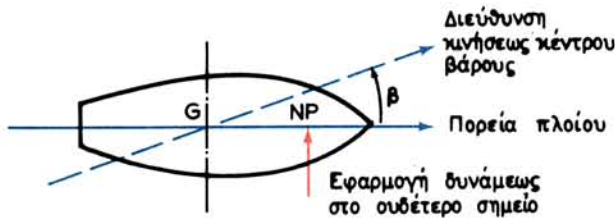
Μέ τόν όρο *έλικτικότητα πλοίου* έννοοϋμε τήν έλεγχόμενη άλλαγή τής πορείας καί τής ταχύτητας του πλοίου. Όταν λέμε ότι ένα πλοίο είναι *εϋέλικτο*, δέν έννοοϋμε μόνο ότι μπορεί νά αλλάξομε γρήγορα τή διεύθυνση τής κινήσεώς του (δταν εί-ναι έπιθυμητό) αλλά καί ότι μπορούμε έπίσης νά αύξησομε ή νά έλαττώσομε σέ σύντομο χρόνο τήν ταχύτητά του.

Όσο έπιθυμητό είναι τό πλοίο νά είναι εϋέλικτο, όταν χρειάζεται, άλλο τόσο είναι καί νά έχει τή δυνατότητα νά διατηρεί τήν πορεία του (χωρίς τή χρησιμοποίηση του πηδαλίου), όταν δέν υπάρχουν έξωτερικά αίτια πού τείνουν νά τό εκτρέψουν από αυτή. Η ιδιότητα αυτή του πλοίου όνόμαζεται *ικανότητα διατηρήσεως τής πορείας*.

Κατά τή θεωρητική μελέτη τής στροφής ενός πλοίου, ή όποια μελέτη ξεφεύγει από τά όρια αυτού του βιβλίου, ως *οϋδέτερο σημείο (Neutral point)* όρίζεται τό σημείο εκείνο στό όποιο, όταν επιδράσει μιά δύναμη κάθετη πρός τό επίπεδο συμμετρίας του πλοίου, δέν παρατηρείται άλλαγή τής πορείας. Τό σημείο αυτό βρίσκεται περίπου σέ απόσταση ίση μέ τό $\frac{1}{6}$ του μήκους μεταξύ καθέτων πιά πρύμα από τήν πρωραία κάθετο (σχ. 14.1α).

Όπως είναι γνωστό, ή ικανότητα στροφής ενός πλοίου εξασφαλίζεται από τό πηδάλιο. Η ροπή πού δημιουργεί ή τοποθέτηση του πηδαλίου σέ κάποια γωνία σέ σχέση μέ τό διάμηκες, είναι τόσο μεγαλύτερη (για τό ίδιο πηδάλιο καί τήν ίδια ταχύτητα κινήσεως του πλοίου) όσο πιά πολύ απέχει τό πηδάλιο από τό οϋδέτερο σημείο. Λαμβάνοντας υπόψη τή θέση του οϋδέτερου σημείου αντιλαμβανόμαστε εύκολα για πιά λόγο τό πηδάλιο τοποθετείται στήν πρύμνη καί μάλιστα στον όμ-ρου τής έλικας, όπου καί υφίσταται τήν επίδραση μιζς μάζας νεροϋ πού έχει ήδη έπιταχυνθει. Αυτό τείνει νά κάνει τή δύναμη καί έπομένως τή ροπή του πηδαλίου μεγαλύτερη, εξασφαλίζοντας έτσι στό πλοίο μεγαλύτερη εϋελιξία.

Άς θεωρήσομε ένα πλοίο πού κινείται πάνω σέ σταθερή πορεία μέ σταθερή ταχύτητα. Άν κάποια στιγμή τοποθετήσομε τό πηδάλιο σέ κάποια σταθερή γωνία καί τό κρατήσομε εκεί, τό πλοίο θά πραγματοποιήσει έναν έλιγμό ό όποιος όνομά-



Σχ. 14.1α.

Θέση ουδέτερου σημείου.

G) Κέντρο βάρους. NP) Ουδέτερο σημείο.

ζεται **κύκλος στροφής**. Περισσότερες λεπτομέρειες γι' αυτόν τον έλιγμό θα δοθούν σε επόμενο κεφάλαιο.

Όταν στη διάρκεια ενός τέτοιου έλιγμου αναπτυχθεί μία κατάσταση σταθερής με τό χρόνο στροφής του πλοίου, εφαρμόζεται σ' αυτό (τό πλοίο) μία δύναμη με φορέα την ακτίνα της κυκλικής τροχιάς του, που δίνεται από τη σχέση:

$$F = \frac{\Delta V^2}{Rg} \quad (80)$$

όπου: F ή δύναμη σε tn που εφαρμόζεται με φορέα την ακτίνα της τροχιάς του πλοίου.

Δ τό έκτόπισμα του πλοίου σε tn.

R ή ακτίνα της τροχιάς σε m.

g ή επιτάχυνση της βαρύτητας (9,81 m/sec²) και

V ή ταχύτητα του πλοίου σε m/sec.

Παράδειγμα.

Ένα πλοίο στρέφει σε κυκλική τροχιά ακτίνας 300 μέτρων με σταθερή ταχύτητα 12 κόμβων. Τό έκτόπισμα του πλοίου είναι 5000 tn.

$$\text{Θά έχομε: } V = \frac{12 \text{ μίλια}}{h} \times \frac{1852 \text{ m}}{\text{μίλι}} \times \frac{1}{3600} \frac{h}{\text{sec}} = 6,17 \text{ m/sec}$$

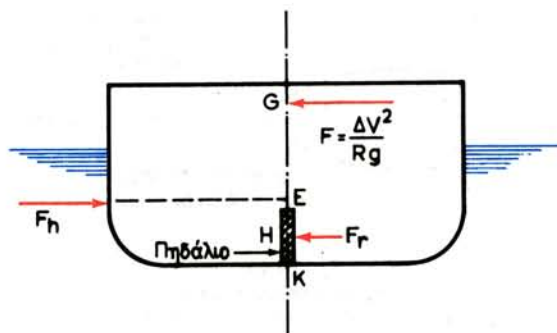
Άπό τη σχέση (80) θά έχομε:

$$F = \frac{\Delta V^2}{Rg} = \frac{(5000)(6,17)^2}{(300)(9,81)} = 64,68 \text{ tn}$$

Στό σχήμα 14.1β φαίνεται τό σύνολο τών δυνάμεων που ένεργούν στό πλοίο κατά τη στροφή. Οι δυνάμεις αυτές, έκτός από τη F που προαναφέρθηκε, είναι ή F_r που εφαρμόζεται από τό πηδάλιο και ή F_h που είναι ή αντίδραση του νερού πάνω στό πλοίο.

Γιά τήν ύπαρξη Ισορροπίας θά πρέπει:

$$F_h - F_r = F = \frac{\Delta V^2}{Rg} \quad (81)$$



Σχ. 14.1β.

Δυνάμεις που ενεργούν πάνω στο πλοίο κατά τη στροφή.

G) Κέντρο βάρους πλοίου. E) Σημείο εφαρμογής υδροδυναμικής δύναμews. H) Σημείο εφαρμογής δύναμews πηδαλίου. K) Τρόπιδα. F_h) Ύδροδυναμική δύναμη. F_r) Δύναμη πηδαλίου. F) Συνισταμένη δύναμη.

Οι παραπάνω δυνάμεις δημιουργούν μία ροπή που τείνει να προκαλέσει έγκάρσια κλίση στο πλοίο. Ή ροπή αυτή δίνεται από τη σχέση:

$$\text{Ροπή} = (F_h - F_r) \cdot GE - F_r \cdot EH \quad (82)$$

Γιά τά περισσότερα πλοία, τό σημείο H είναι πολύ κοντά στό E καί επομένως ή σχέση (82) μπορεί νά γραφεί:

$$\text{Ροπή} = (F_h - F_r) \cdot GE \quad (83)$$

Λόγω αυτής τής ροπής τό πλοίο θά πάρει μιάν έγκάρσια κλίση ϕ πρós τά έξω τής στροφής. Ή κλίση αυτή βρίσκεται άν εξισώσομε τήν παραπάνω ροπή μέ τή ροπή έπαναφοράς του πλοίου.

Συγκεκριμένα:

$$\Delta \cdot GM \cdot \eta\mu\phi = (F_h - F_r) \cdot GE$$

$$\eta \quad \eta\mu\phi = \frac{(F_h - F_r) \cdot GE}{\Delta \cdot GM} = \frac{\Delta V^2}{Rg} \cdot \frac{GE}{\Delta \cdot GM} = \frac{V^2}{Rg} \cdot \frac{GE}{GM} \quad (84)$$

Στήν άρχή τής στροφής, ή F_h δέν προλαβαίνει νά αναπτυχθεί καί γι' αυτό τό πλοίο γέρνει πρós τό έσωτερικό του κύκλου. Προσεγγιστικά τό σημείο E μπορεί νά θεωρηθεί ότι βρίσκεται στό μισό του βυθίσματος.

Παράδειγμα.

Νά βρεθεί ή γωνία έγκάρσιας κλίσεως που παίρνει τό πλοίο του προηγούμενου παραδείγματος άν πλέει σέ βύθισμα 4 m, τό κέντρο βάρους του βρίσκεται 5 m πάνω από τήν τρόπιδα καί τό μετακεντρικό του ύψος είναι 1m.

Θά έχομε:

$$KE = \frac{H}{2} = 2 \text{ m} \quad \text{καί} \quad GE = KG - KE = 5 - 2 = 3 \text{ m}$$

$$GM = 1 \text{ m} \quad \text{καί} \quad \frac{V^2}{Rg} = \frac{\Delta \frac{V^2}{Rg}}{\Delta} = \frac{F}{\Delta} = \frac{64,68}{5000}$$

Επομένως από τή σχέση (84) θά έχομε:

$$\eta\mu\phi = \frac{V^2}{Rg} \cdot \frac{GE}{GM} = \frac{64,68}{5000} \frac{3}{1} = 0,0388$$

καί $\phi \simeq 2,22^\circ$.

14.2 Χαρακτηριστικά του πηδαλίου.

14.2.1 Μέγεθος επιφάνειας πηδαλίου.

Όπως θά δοῦμε στήν παράγραφο 14.3, ἡ δύναμη πού δημιουργεῖ ἕνα πηδάλιο εἶναι ἀνάλογη πρός τήν ἐπιφάνειά του. Ἐπομένως ὅσο πιά μεγάλη εἶναι ἡ ἐπιφάνεια τόσο μεγαλύτερη εἶναι ἡ δύναμη τοῦ πηδαλίου πού δημιουργεῖ τή στροφή καί ἐπομένως ἡ εὐελιξία τοῦ πλοίου.

Γενικά ἡ ἐπιφάνεια τοῦ πηδαλίου ἐπιλέγεται μέ βάση τό γινόμενο τοῦ μήκους ἐπί τό βύθισμά τοῦ πλοίου ($L \times H$).

Συνηθεις τιμές εἶναι:

- Γιά φορτηγά πλοῖα μήκους πάνω ἀπό 400 ft:
Ἐπιφάνεια πηδαλίου $\simeq 0,02 L \times H$
- Γιά φορτηγά πλοῖα μήκους κάτω ἀπό 400 ft:
Ἐπιφάνεια πηδαλίου $\simeq 0,02 L \times H$ ὡς $0,03 L \times H$
- Γιά ρυμουλκά ἀνοικτῆς θάλασσας:
Ἐπιφάνεια πηδαλίου $\simeq 0,04 L \times H$
- Γιά ρυμουλκά λιμένα:
Ἐπιφάνεια πηδαλίου $\simeq 0,06 L \times H$ ὡς $0,08 L \times H$

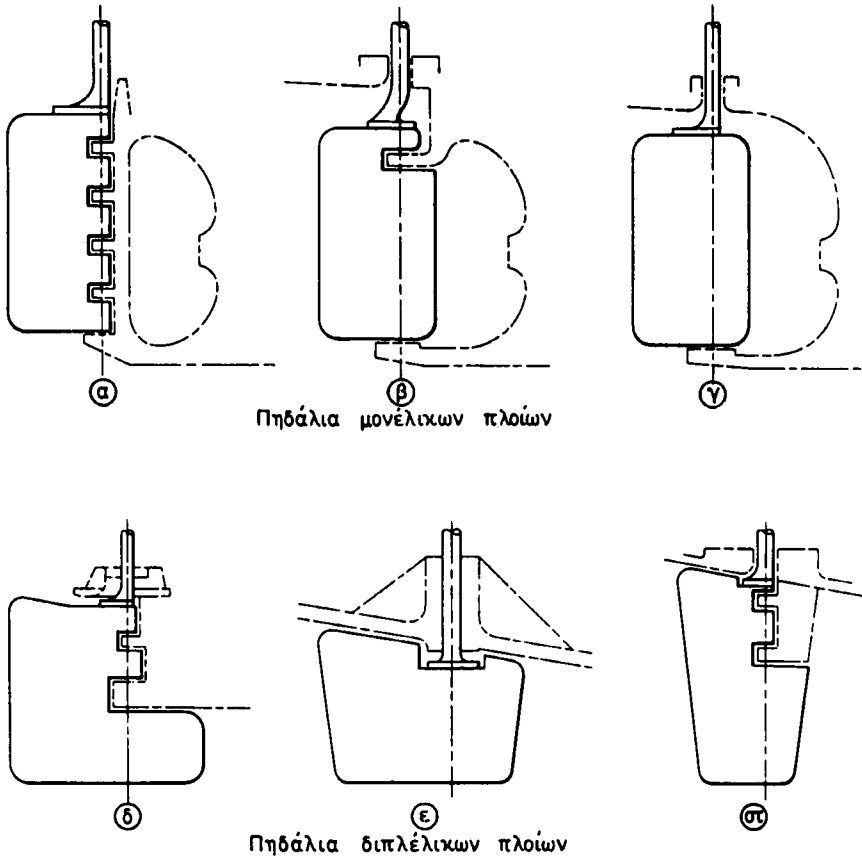
14.2.3 Μορφή τῆς ἐπιφάνειας τοῦ πηδαλίου καί στηρίξή του στό πλοῖο.

Ἡ μορφή τῆς ἐπιφάνειας τοῦ πηδαλίου ἐξαρτᾶται σημαντικά ἀπό τή διαμόρφωση τῆς πρύμνης τοῦ πλοίου. Ἐνα πηδάλιο μέ μεγάλο βάθος καί μικρό μήκος ἀποδίδει καλύτερα ἀπό ἕνα ἄλλο μέ μεγάλο μήκος καί μικρό βάθος ἔστω καί ἂν ἔχει τήν ἴδια ἐπιφάνεια μέ τό πρῶτο. Τό μήκος τοῦ πηδαλίου μετριέται κατά τή διεύθυνση τοῦ διαμήκους ἐπιπέδου συμμετρίας τοῦ πλοίου καί τό βάθος κάθετα πρός τό μήκος.

Οἱ πιά συχνά ἐμφανιζόμενες, ἀπό τήν ἀποψη στηρίξεως στό πλοῖο, διατάξεις πηδαλίων γιά μονέλικά καί διπλέλικα πλοῖα φαίνονται στό σχῆμα 14.2.

14.2.4 Μορφή τῆς τομῆς τοῦ πηδαλίου.

Στά παλιότερα πλοῖα ἡ τομή τοῦ πηδαλίου (μέ ὀριζόντια ἐπίπεδα) εἶχε ὀρθογωνική διατομή. Στά πιά σύγχρονα πλοῖα ὁμως οἱ τομές τοῦ πηδαλίου (μέ ὀριζόντια ἐπίπεδα) ἔχουν ὑδροδυναμική μορφή πτέρυγας. Ἡ μορφή αὐτή ἐπιτρέπει τήν ἀνά-



Σχ. 14.2

Τρόπος στηρίξεως πηδαλίου.

- α) Μή ζυγοσταθμισμένο πολλαπλής εδράσεως. β) Ζυγοσταθμισμένο διπλής εδράσεως. γ) Ζυγοσταθμισμένο με άνω τριβέα στο σκάφος. δ) Ήμιζυγοσταθμισμένο δύο τριβέων. ε) Ζυγοσταθμισμένο «κρεμαστό» πηδάλιο. στ) Ήμιζυγοσταθμισμένο με οδηγητικό πτερύγιο.

πτυξη μεγάλης δυνάμεως πηδαλίου κάθετα προς τό επίπεδο συμμετρίας του πλοίου, χωρίς νά αύξάνεται υπερβολικά ή δύναμη αντίστασεως του πηδαλίου.

14.2.5 Ζυγοστάθμιση πηδαλίου.

Ένα πηδάλιο λέμε ότι είναι **ζυγοσταθμισμένο**, όταν ένα μέρος της επιφάνειάς του (σέ όλο τό ύψος) βρίσκεται προς τήν πρωραία πλευρά του άξονα περιστροφής του (α, β καί γ του σχήματος 14.2). Όταν τό πηδάλιο έχει τμήμα της επιφάνειάς προς τήν πρωραία πλευρά του άξονα περιστροφής (κατά τμήμα του ύψους μόνο), ονομάζεται **ήμιζυγοσταθμισμένο** (δ καί στ σχήματος 14.2). Όταν τέλος όλη ή επιφάνεια του πηδαλίου βρίσκεται προς τήν πρυμναία πλευρά του άξονα, έχομε ένα **μή ζυγοσταθμισμένο** πηδάλιο (α του σχήματος 14.2).

Ό σκοπός της ζυγοσταθμίσεως ενός πηδαλίου είναι νά πλησιάζει τό σημείο εφαρμογής της δυνάμεώς του προς τόν άξονα έτσι, ώστε ή ροπή πού χρειάζεται

γιά την περιστροφή του νά είναι μικρότερη.

Ποσοστό ζυγοσταθμίσεως ονομάζομε τό λόγο τῆς ἐπιφάνειας τοῦ πηδαλίου πού βρίσκεται πρὸς τὴν πρῶραία πλευρά τοῦ ἄξονά του πρὸς τὴν συνολική του ἐπιφάνεια. Γιά ζυγοσταθμισμένα πηδάλια τό ποσοστό αὐτό εἶναι περίπου 20%.

14.2.6 Θέση τοῦ πηδαλίου σέ σχέση μέ τό πλοῖο.

Ἡ συμπεριφορά τοῦ πηδαλίου ὡς πρὸς τή δημιουργία δυνάμεων εἶναι διαφορετική ὅταν αὐτό εἶναι τοποθετημένο στήν πρύμνη τοῦ πλοίου ἀπό ὅ,τι θά ἦταν, ἂν τό πηδάλιο βρισκόταν σέ ἐλεύθερο ρεῦμα νεροῦ. Στήν πραγματικότητα καί τό ἴδιο τό σκάφος συντελεῖ, ὅπως καί τό πηδάλιο, στή διαμόρφωση τῶν ἐλικτικῶν ἰδιοτήτων. Ἰδιαίτερη σημασία ἔχει ἡ τοποθέτηση τοῦ πηδαλίου στά ἄπόμερα τῆς ἔλικας, γιατί οἱ δημιουργούμενες δυνάμεις εἶναι μεγαλύτερες καί ἐπιπλέον εἶναι δυνατή ἡ δημιουργία δυνάμεων καί ὅταν τό πλοῖο δέν κινεῖται (ἀλλά στρέφει ἡ ἔλικα).

14.3 Οἱ καταπονήσεις τοῦ πηδαλίου.

Γιά τὴν εὑρεση τῶν καταπονήσεων τοῦ πηδαλίου ἑνός πλοίου εἶναι ἀπαραίτητη ἡ μελέτη τῆς ροῆς τοῦ νεροῦ γύρω ἀπό αὐτό. Ἡ μελέτη αὐτή πραγματοποιεῖται σωστά μέ τὴν ἐφαρμογή μεθόδων τῆς ὑδροδυναμικῆς πού ξεφεύγουν ἀπό τὰ ὄρια αὐτοῦ τοῦ βιβλίου.

Οἱ δυνάμεις πού ἐφαρμόζονται στό πηδάλιο μεταβάλλονται ὅσο μεταβάλλεται ἡ γωνία πηδαλίου. Ἐπομένως γιά τὴν πλήρη μελέτη τῶν καταπονήσεων θά πρέπει νά ἐξετασθεῖ ἡ ὑδροδυναμική συμπεριφορά τοῦ πηδαλίου σέ διάφορες γωνίες τόσο κατὰ τὴν κίνηση τοῦ πλοίου πρὸσω ὅσο καί κατὰ τὴν κίνηση ἀνάποδα.

Γιά τὴν προσεγγιστική μελέτη τῶν καταπονήσεων τοῦ πηδαλίου ἑνός πλοίου ἔχουν χρησιμοποιηθεῖ διάφοροι ἡμιεμπειρικοί τύποι, οἱ ὁποῖοι δίνονται συνοπτικά παρακάτω.

14.3.1 Κέντρο πίεσεως.

Ἡ δράση τοῦ πηδαλίου ἑνός πλοίου ἔχει ὡς σκοπό τή δημιουργία μιᾶς δυνάμεως πού δημιουργεῖ στροφή. Ἡ δύναμη αὐτή μπορεῖ νά ἀναλυθεῖ σέ δύο συνιστώσες καί συγκεκριμένα μία κάθετη πρὸς τὴν ἐπιφάνεια τοῦ πηδαλίου καί μία παράλληλη πρὸς αὐτή.

Κέντρο πίεσεως ονομάζεται τό σημεῖο ἐφαρμογῆς τῆς κάθετης δυνάμεως πού προαναφέραμε.

Ἄκμή Εἰσόδου ἑνός πηδαλίου ονομάζεται ἡ κάθετη πλευρά του πού δέχεται πρώτη τὴν ἐπίδραση τῆς ροῆς. Γιά κίνηση τοῦ πλοίου πρὸσω ἡ πρῶραία κάθετη πλευρά του εἶναι ἡ ἀκμή εἰσόδου.

Μήκος πηδαλίου ονομάζεται ἡ διάστασή του κατὰ τή διεύθυνση τῆς ροῆς ὅταν τό πηδάλιο βρίσκεται στή μέση θέση.

Μέ βάση τοὺς παραπάνω ὁρισμούς, γιά τὴν εὑρεση τοῦ κέντρου πίεσεως ἑνός πηδαλίου ὀρθογωνικῆς μορφῆς, μπορεῖ νά χρησιμοποιηθεῖ ὁ τύπος τοῦ Joessel, πού ἔχει τὴ μορφή:

$$X = (0,195 + 0,305 \eta\mu\theta). b \quad (85)$$

όπου: X ή απόσταση του κέντρου πίεσεως από την άκμή εισόδου
 b τό μήκος του περυγίου του πηδαλίου και
 θ ή γωνία του πηδαλίου.

Έναλλακτικά μπορεί να χρησιμοποιήσουμε και τόν τύπο $Gawg$, πού έχει τήν παρακάτω μορφή:

$$X = a \cdot b$$

όπου τό a είναι συντελεστής πού κυμαίνεται μεταξύ 0,31 και 0,35, ανάλογα μέ τή θέση στήν όποία είναι τοποθετημένο τό πηδάλιο.

Γιά πηδάλια πού δέν έχουν όρθογωνικό σχήμα, ή θέση του κέντρου πίεσεως μπορεί να βρεθεί ύποδιαιρώντας νοητά τό περύγιο του πηδαλίου μέ όριζόντιες εύθειες σέ στοιχειώδη όρθογωνικά τμήματα και εφαρμόζοντας γιά τό καθένα από αυτά τή σχέση (85) ή (86).

Τά άποτελέσματα στή συνέχεια,θά πρέπει να συνδυασθοούν μέ βάση τό θεωρημα τών ροπών τής Μηχανικής (βλ. και βιβλίο Ε. Ζωγραφάκη. «Στοιχεία Ναυπηγίας», σ. 120).

14.3.2 Ροπή στρέψεως πηδαλίου.

Τό μηχάνημα πηδαλίου, γιά να είναι σέ θέση,νά στρέψει τό πηδάλιο, θά πρέπει να μπορεί να εφαρμόσει στόν άξονά του ροπή στρέψεως μεγαλύτερη από κείνη πού δημιουργείται από τήν ύδροδυναμική δράση.

Αν όνομάσουμε Q τήν κάθετη δύναμη πάνω στό πηδάλιο και X_1 τήν απόσταση της από τόν άξονα περιστροφής του πηδαλίου, ή ροπή στρέψεως πού δημιουργείται από τήν ύδροδυναμική δράση, μπορεί να βρεθεί από τή σχέση:

$$T = X_1 \cdot Q \quad (87)$$

Η κάθετη δύναμη Q (όπως και τό X_1 κατά τόν τύπο του Joessel) μεταβάλλεται μέ τή γωνία του πηδαλίου και μπορεί να έκτιμηθεί από τίς παρακάτω σχέσεις:

α) Τύπος Bauer και Bottomley γιά μονέλικα πλοία.

$$Q = 1,834 AV^2\theta \quad (88)$$

όπου: Q είναι ή κάθετη δύναμη σέ kp
 A ή επιφάνεια του πηδαλίου σέ m^2
 V ή ταχύτητα του πλοίου σέ m/sec και
 θ ή γωνία πηδαλίου σέ μοίρες.

β) Τύποι Gaww για διπλέλικα πλοία μέ ένα πηδάλιο πρός τά πρύμα κάθε έλικας.

$$\text{Κίνηση πρόςω: } Q = 2,15 AV^2\theta \quad (89)$$

$$\text{Κίνηση ανάποδα: } Q = 1,95 AV^2\theta \quad (90)$$

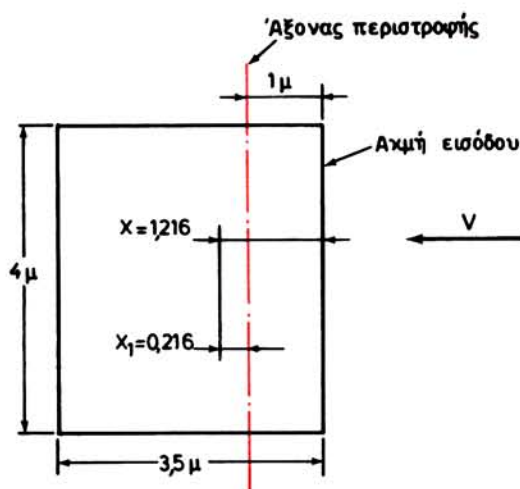
γ) Τύπος Gaww για ένα πηδάλιο στό επίπεδο συμμετρίας ενός διπλέλικου πλοίου.

$$Q = 1,58 AV^2\theta \quad (91)$$

Παράδειγμα.

Νά βρεθεί ή ροπή στρέψεως στόν άξονα του πηδαλίου ενός μονέλικου πλοίου

πού κινείται με ταχύτητα 14 κόμβων. Γωνία πηδαλίου 30° (σχ. 14.3).



Σχ. 14.3α.

Παράδειγμα εύρεσης της ροπής στρέψεως.

Για 30° γωνία από τη σχέση (85) έχουμε:

$$X = (0,195 + 0,305\eta\mu\theta) \cdot b = (0,195 + 0,305 \times 0,5) \times 3,5 = 0,3475 \times 3,5 = 1,216$$

$$X_1 = 0,216$$

$$\text{Γιά } A = 4 \times 3,5 = 14 \text{ m}^2$$

$$V = 14 \frac{\text{μίλια}}{\text{h}} \times 1852 \frac{\text{m}}{\text{μίλι}} \times \frac{1}{3600} \frac{\text{h}}{\text{sec}} = 7,202 \text{ m/sec}$$

$$Q = 1,834 AV^2\theta = (1,834) (14) (7,202)^2 (30) = 39953 \text{ kp.}$$

Από τη σχέση (87) θα έχουμε:

$$T = X_1 \cdot Q = (0,216) (39953) = 8630 \text{ kp-m.}$$

14.3.3 Ροπή κάμψεως.

Για τόν υπολογισμό τών διαστάσεων του άξονα του πηδαλίου, ώστε να είναι κατασκευαστικά έπαρκής, χρειάζεται να ληφθεί υπόψη έκτός από τη ροπή στρέψεως και ή ροπή κάμψεως. Μέ δλες τίς άλλες παραμέτρους σταθερές, ή ροπή κάμψεως εξαρτάται σημαντικά από τόν τρόπο έδράσεως του πηδαλίου. Παραδείγματος χάρη ενώ στην περίπτωση (α) του σχήματος 14.2, ή ροπή κάμψεως πού καταπονεί τόν άξονα είναι άσήμαντη, στην περίπτωση (ε) του ίδιου σχήματος είναι πολύ σημαντική.

Η ροπή κάμψεως εξαρτάται από τό μέγεθος τόσο της κάθετης όσο και της εφαπτομενικής συνιστώσας της δυνάμεως του πηδαλίου και από τό σημείο εφαρμογής τους κατά τήν κατακόρυφη έννοια και μπορεί να υπολογισθεί με στοιχειώδεις μεθόδους της μηχανικής.

Ο άξονας του πηδαλίου μπορεί να υπολογισθεί με γνωστές μεθόδους της άντο-

χής ύλικών για περιπτώσεις **σύνθετης καταπόνησεως** (συνδυασμός στρέψεως και κάμψεως).

14.4 Απαιτήσεις Νηογνωμόνων.

Γιά τά έμπορικά πλοία οι κανονισμοί τών Νηογνωμόνων περιέχουν ήμιεμπειρικούς τύπους μέ τούς όποιους μπορεί νά ύπολογισθεί ή διάμετρος του άξονα του πηδαλίου. Οι παραπάνω τύποι έχουν μορφή τέτοια ώστε νά λαμβάνονται ύπόψη οι καταπονήσεις πού προαναφέραμε. Οι παράμετροι πού λαμβάνονται ύπόψη είναι:

- Ή θέση του πηδαλίου σέ σχέση μέ τήν έλικα.
- Ή ταχύτητα του πλοίου.
- Ή επιφάνεια του πηδαλίου.
- Ή μορφή του πηδαλίου.
- Ή θέση του κέντρου πιέσεως.
- Ή γενικότερη γεωμετρία του πηδαλίου.
- Ό τρόπος στηρίξεως του πηδαλίου στό πλοίο.

Οι σχετικοί ύπολογισμοί γίνονται για κίνηση του πλοίου πρόσω καί ανάποδα. Όταν δέν υπάρχουν συγκεκριμένες απαιτήσεις για χρησιμοποίηση του πλοίου ανάποδα, ως ταχύτητα ύπολογισμών (στό ανάποδα) πρέπει νά λαμβάνεται τό μισό τής μέγιστης ταχύτητας πρόσω.

14.5 Κατασκευαστική μορφή πηδαλίου.

Ανάλογα μέ τήν κατασκευή τους, τά πηδάλια μπορούν νά διαιρεθοούν σέ δύο κατηγορίες:

- Πηδάλια άπλου έλάσματος (Single Plate).
- Πηδάλια διπλου έλάσματος (Double Plate).

Τά πηδάλια τής πρώτης κατηγορίας σχηματίζονται από ένα επίπεδο έλασμα μέ άρκετό πάχος τό όποιο είναι ένισχυμένο έξωτερικά μέ όριζόντιους βραχίονες. Τέτοια πηδάλια συναντούμε συνήθως σέ παλιότερα πλοία.

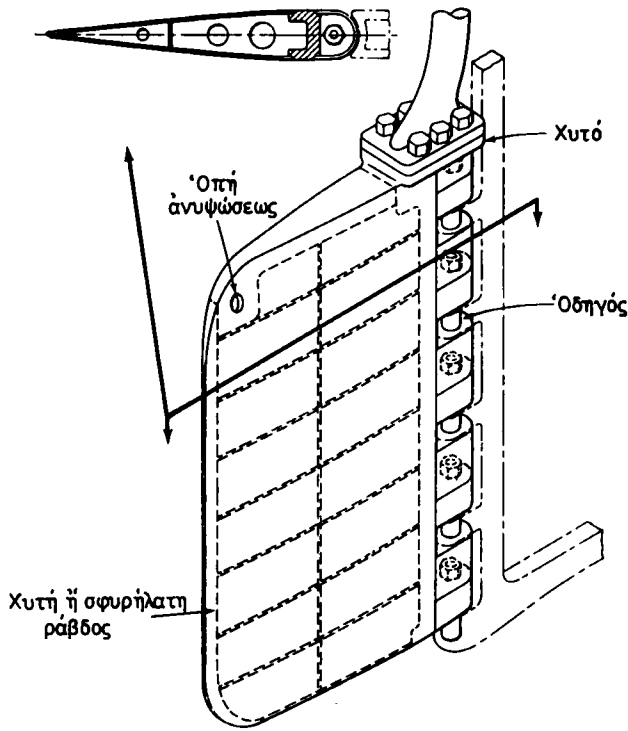
Τά πηδάλια τής δεύτερης κατηγορίας άποτελοούνται από έσωτερικές ένισχύσεις πού έπενδύονται έξωτερικά μέ έλασμα. Τά πηδάλια αύτής τής κατηγορίας έχουν ύδροδυναμική μορφή (σχ. 14.5).

Κατά τή σχεδίαση του πηδαλίου πρέπει νά λαμβάνεται σοβαρά ύπόψη καί ή δυνατότητα έξαρμώσεως του στη δεξαμενή.

14.6 Είδηικοί τύποι πηδαλίων.

Τά κοινά πηδάλια τών πλοίων έχουν πολύ μικρή άποδοτικότητα σέ χαμηλή ταχύτητα του πλοίου, ιδίως όταν δέν είναι τοποθετημένα στα άπόνερα τής έλικας. Για τή βελτίωση αύτής τής καταστάσεως έχουν αναπτυχθεί μερικοί είδηικοί τύποι έλικτικών συστημάτων πού μπορούν νά καταταγοούν στίς παρακάτω κατηγορίες:

- α) **Έλικες κατακόρυφης περιστροφής**, όπως οι έλικες Kirsten - Boeing καί Voith Schneider, τών όποιων ό τρόπος δράσεως έχει έπεξηγηθεί στην παράγραφο 6.8.
- β) **Έλικες μέ περιστρεφόμενο δακτύλιο** (Rotating kort nozzle), πού συνήθως χρησιμοποιούνται στα ρυμουλκά (βλέπε παραγρ. 6.11)



Σχ. 14.5
Πηδάλιο υδροδυναμικής μορφής.

γ) **Πηδάλια με βοηθητικό ένεργό** περύγιο στο πρυμναίο μέρος τους. Στην κατηγορία αυτή ανήκει τό πηδάλιο Flettner.

δ) **Συνδυασμοί έλικων και καμπύλων έλασμάτων**, πού μπορούν νά τοποθετηθούν σέ διάφορες θέσεις γύρω από αυτά (πηδάλια Kitcher και Tutin).

Έκτός από τίς έλικες κατακόρυφης περιστροφής και τίς έλικες μέ περιστρεφόμενο δακτύλιο, πού έχουν κάποια έφαρμονή κυρίως στά ρυμουλκά, όλοι οι άλλοι συνδυασμοί είναι πολύ σπάνιοι στά πλοία.

Γιά τήν υποβοήθηση τών χειρισμών σέ μικρές ταχύτητες και σέ περιορισμένους χώρους, όταν απαιτούνται συχνά τέτοιοι χειρισμοί, όπως π.χ. στά έπιβατικά, χρησιμοποιούνται οι λεγόμενοι **πρωραίοι ώθητήρες**. Τά συστήματα αυτά είναι έλικες πού μπορούν νά δημιουργήσουν ώθήσεις τής πλώρης πρός τίς πλευρές. Διακρίνομε δύο τέτοια συστήματα:

- Τόν πρωραίο ώθητήρα σήραγγας.
- Τόν πρωραίο ώθητήρα μέ άνασυρόμενη έλικά.

Ό πρώτος τύπος, πού είναι και ό πιο συνηθισμένος, περιλαμβάνει μία μικρή έλικα μέ τόν άξονά της κατά τό εγκάρσιο τοῦ πλοίου. Η έλικά μπορεί νά στρέφει μέσα σέ μία επίσης εγκάρσια σήραγγα τής πλώρης μέ τή βοήθεια ηλεκτρικού κινητήρα, δημιουργώντας έτσι πλευρική ώση.

Ο δεύτερος τύπος περιλαμβάνει μία έλικα πλήρης τήν όποία μπορούμε νά τήν κατεβάζομε ή νά τήν ανασύρομε καί ή όποία στρέφει μέ τή βοήθεια ήλεκτρικού κινητήρα. Η διεύθυνση του άξονα τής έλικας μπορεί νά μεταβληθεϊ κατά 360°, δίνοντας έτσι τή δυνατότητα δημιουργίας ώσεως προς όποιαδήποτε διεύθυνση. Οι έλικες αυτές είναι πιό σπάνιες γιατί έχουν τό μειονέκτημα στή φάση τής χρησιμοποίησέως τους νά έξέχουν κάτω άπό τά πλοϊα.

Στά ρυμουλκά πού έχουν σταθερό δακτύλιο Kort καί πηδάλιο πίσω άπό αυτόν, ύπάρχει πολύ σοβαρό πρόβλημα χειρισμοϋ στό άνάποδα (σέ κίνηση του πλοίου άνάποδα) γιατί τά πηδάλια λόγω τής παρουσίας δακτυλίου έχουν μηδενική σχεδόν άποδοτικότητα. Στίς περιπτώσεις αυτές είναι συνηθισμένο νά έχομε προς τήν πωραϊά πλευρά του δακτυλίου ξεχωριστό πηδάλιο τό όποϊο χρησιμοποιεϊται όταν τό ρυμουλκό κινεϊται άνάποδα (Flanking rudders).

ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΔΕΚΑΤΟ ΠΕΜΠΤΟ

ΑΓΚΥΡΕΣ – ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΠΡΟΣΔΕΣΕΩΣ

15.1 Τύπος άγκυρών.

Άπό τούς διάφορους τύπους άγκυρών πού υπάρχουν, οι πιό συνηθισμένοι είναι:

α) 'Η άγκυρα χωρίς στύπο (Stockless).

'Η άγκυρα αυτού του τύπου, πού φαίνεται στο σχήμα 15.1(α) είναι κατασκευασμένη από χυτοχάλυβα ή σφυρήλατο χάλυβα και είναι ή περισσότερο χρησιμοποιούμενη. Τό κομμάτι μέ τούς δνυχες μπορεί νά περιστραφεί γύρω από τή ράβδο σέ γωνία 45° πρós κάθε πλευρά μέ μιά ειδική χαλαρή σύνδεση. 'Η άγκυρα αυτού του τύπου έχει καλή τιμή του λόγου δύναμη συγκρατήσεως/βάρος άγκυρας (ένδειξη άποδοτικότητας μιás άγκυρας) και **μασχαλίζει** εύκολα στό πλοίο. Μιά παραλλαγή αυτής τής άγκυρας γιά πολεμικά πλοία διαφέρει μόνο στή μορφή τών δνύχων.

β) 'Η άγκυρα μέ στύπο (Stock anchor).

Οι άγκυρες αυτές [σχ. 15.1(β)] είναι παλιού τύπου και φέρουν στό επάνω μέρος τους μία ράβδο (στύπος) πού συντελεί στήν καλύτερη άγκύστρωση τους όταν έχουν τάση νά συρθούν στό βυθό. Λόγω του σχήματός της ή άγκυρα αυτή παρουσιάζει ιδιαίτερες δυσκολίες γιά νά ανασυρθεί στό πλοίο (δέν μπορεί νά μασχαλίσει). Γιά τό λόγο αυτό οι άγκυρες αυτού του τύπου έχουν εγκαταλειφθεί, παρά τό γεγονός ότι έχουν πολύ καλή αναλογία δυνάμεως συγκρατήσεως πρós βάρος.

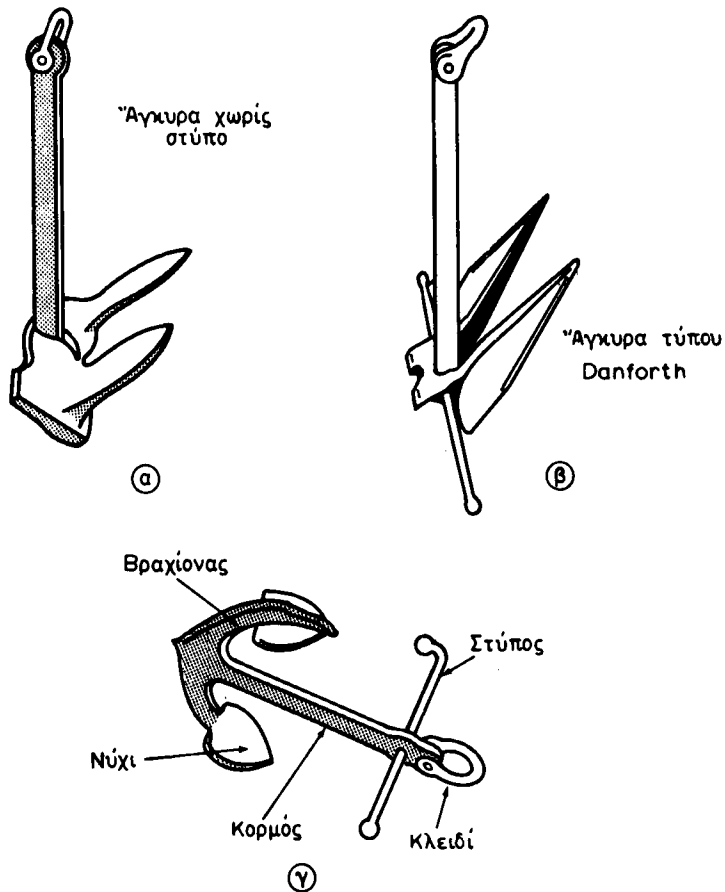
γ) 'Ελαφριά άγκυρα ή τύπου Danforth [σχ. 15.1(γ)].

'Η ράβδος του προηγούμενου τύπου όταν μεταφερθεί στό κατώτερο μέρος τής άγκυρας (τύπος Danforth) επιτρέπει τό **μασχάλισμα** τής άγκυρας. Κατά τά λοιπά ή άγκυρα τύπου Danforth μοιάζει μέ τήν άγκυρα χωρίς στύπο (μέ γωνία περιστροφής τών δνύχων 30° αντί γιά 45°). 'Η άγκυρα Danforth άγκυρώνει εύκολα και έχει μεγαλύτερη αναλογία δυνάμεως συγκρατήσεως πρós βάρος από ό,τι ή άγκυρα χωρίς στύπο.

Υπάρχουν και άλλοι τύποι άγκυρών πού χρησιμοποιούνται σέ ειδικές περιπτώσεις, όπως π.χ. οι άγκυρες γιά άγκυροβολία σέ πολύ βαθιά νερά.

Οι κανονισμοί τών νηογνυμώνων επιτρέπουν τή χρησιμοποίηση άλυσίδας από ύλικό:

- Συνήθισμένης άντοχής.



Σχ. 15.1
Τύποι άγκυρών.

- Ύψηλης άντοχής.
- Ξηαιρετικά ύψηλης άντοχής.

Στήν περίπτωση χρησιμοποίησης άλυσίδας ύψηλης άντοχής ή ξηαιρετικά ύψηλης άντοχής, οι κανονισμοί έπιτρέπουν άντίστοιχες μειώσεις του μεγέθους τους. Τό μέγεθος του κρίκου μιās άλυσίδας χαρακτηρίζεται από τή διάμετρο τής σιδερένιας κυκλικής ράβδου από τήν όποία είναι κατασκευασμένος. Όλες οι άλλες διαστάσεις του κρίκου καθορίζονται μέ βάση τήν παραπάνω διάμετρο.

15.2 Μέγεθος άγκυρας καί άλυσίδας.

Κάθε πλοίο είναι εξοπλισμένο μέ δύο άγκυρες οι όποιες φέρουν άντίστοιχες άλυσίδες. Κάθε μία από τς άγκυρες είναι ύπολογισμένη νά μπορεί νά κρατήσει τό πλοίο.

Γιά πλοία πού θά άγκυροβολούν σέ μή προστατευμένες περιοχές μέ σχετικά μεγάλα βάθη, θεωρούμε ότι για τή σχεδίαση του συστήματος άγκυροβολίας έπενερ-

γεῖ πάνω στό πλοῖο ταυτόχρονα άνεμος μέ ταχύτητα 70 κόμβους καί ρεῦμα μέ ταχύτητα 4 κόμβους.

Γιά νά ἐξασφαλίζεται ἡ δημιουργία τῆς ἀπαραίτητης δυνάμεως συγκρατήσεως τοῦ πλοῖου ἀπό τήν ἀγκυρα, ἡ ἀλυσίδα στό βυθό θά πρέπει νά καταλήγει στήν ἀγκυρα **ὀριζόντια**. Δηλαδή ἡ ἀλυσίδα θά πρέπει νά ἔχει τό σχῆμα μιᾶς **ἀλυσσοειδοῦς καμπύλης**, πού ἀρχίζει ἀπό τό πλοῖο καί καταλήγει ὀριζόντια στήν ἀγκυρα (στό βυθό). Λόγω αὐτῆς τῆς ἀνάγκης οἱ ἀλυσίδες ἐκλέγονται συνήθως βαρύτερες ἀπό ὅ,τι ἀπαιτεῖται γιά τήν ἀντοχή τους.

Τό βάρος τῆς ἀγκυρας καί τό μέγεθος τῆς ἀλυσίδας μπορεῖ νά βρεθεῖ εἴτε μέ ὑπολογισμούς εἴτε μέ τήν ἐφαρμογή τῶν κανονισμῶν τῶν Νηογνωμόνων.

15.2.1 Εὕρεση βάρους ἀγκυρας καί μεγέθους ἀλυσίδας μέ ὑπολογισμό.

Ἡ ἀπαραίτητη δύναμη συγκρατήσεως πού πρέπει νά δημιουργεῖ ἡ ἀγκυρα, μπορεῖ νά βρεθεῖ ἀπό τή σχέση:

$$H = Z \cdot R \quad (92)$$

ὅπου: H εἶναι ἡ δύναμη συγκρατήσεως σέ lb

R ἡ δύναμη (σέ λίβρες) πού ἐφαρμόζεται πάνω στό πλοῖο ἀπό ρεῦμα 4 κόμβων καί άνεμο 70 κόμβων καί

Z συντελεστής, πού γιά ἐμπορικά πλοῖα ἔχει τήν τιμή 1,75 ὡς 2,0.

Ἡ δύναμη R βρῖσκεται ἀπό τή σχέση:

$$R = F_w + F_s + F_p \quad (93)$$

ὅπου: F_w ἡ δύναμη τοῦ ἀνέμου σέ lb

F_s ἡ δύναμη τριβῆς τοῦ νεροῦ πάνω στό πλοῖο (λίβρες)

καί F_p ἡ δύναμη τοῦ νεροῦ πάνω στήν ἔλικα τοῦ πλοῖου (λίβρες)

Οἱ δυνάμεις F_w , F_s καί F_p μποροῦν νά βρεθοῦν ἀπό τίς σχέσεις:

$$F_w = 0,004 (A) (V)^2 \quad (94)$$

$$F_s = (f) (S) (V_w)^{1,825} \quad (95)$$

καί
$$F_p = 3,17 V_w^2 (A_p) \quad (96)$$

Στίς παραπάνω σχέσεις:

A ἡ ἐγκάρσια προβαλλόμενη ἐπιφάνεια τῶν ἐξάλων τοῦ πλοῖου σέ ft²

V ἡ ταχύτητα τοῦ ἀνέμου σέ κόμβους

f συντελεστής μέ μέση τιμή 0,009

S ἡ βρεχόμενη ἐπιφάνεια τοῦ πλοῖου σέ ft²

V_w ἡ ταχύτητα τοῦ ρεύματος σέ κόμβους

A_p ἡ προβαλλόμενη ἐπιφάνεια τῆς ἔλικας σέ ft²

Ἡ βρεχόμενη ἐπιφάνεια τοῦ πλοῖου μπορεῖ νά βρεθεῖ ἀπό τή σχέση τοῦ Tailor, πού ἔχει τή μορφή:

$$S = 15,5 \sqrt{\Delta \cdot L} \quad (97)$$

όπου: Δ τό εκτόπισμα σε άγγλικούς tn (long tons)
καί L τό μήκος του πλοίου σε ft
Τό βάρος της άγκυρας βρίσκεται από τή σχέση:

$$W = \frac{ZR}{H/W} \quad (98)$$

όπου: H/W ό λόγος δύναμη συγκρατήσεως προς βάρος άγκυρας με συνηθισμένες τιμές.

Άγκυρες χωρίς στύπο	4,7
Άγκυρες τύπου Danforth	16 ως 21

Γιά τήν εύρεση του μεγέθους και του μήκους της άλυσίδας, χρησιμοποιούμε τους παρακάτω τύπους:

Βρίσκομε πρώτα τήν παράμετρο της άλυσσοειδούς (A_c) από τον τύπο:

$$A_c = \frac{(180)^2}{2\gamma} - \frac{\gamma}{2} \quad (99)$$

όπου: γ τό βάθος άγκυροβολίας + απόσταση μεταξύ επιφάνειας θάλασσας και στορέα (δκι) της άγκυρας σε όργιές.

Τό βάρος ανά όργιά της άλυσίδας W_c (σε lb/όργιά) βρίσκεται από τή σχέση:

$$W_c = \frac{H}{0,87 A_c} \quad (100)$$

Τό μήκος της άλυσίδας S_c σε όργιές βρίσκεται από τή σχέση:

$$S_c = \left(\frac{2\gamma H}{0,87 W_c} + \gamma^2 \right)^{1/2} \quad (101)$$

Άπό τό βάρος της άλυσίδας ανά όργιά βρίσκεται στη συνέχεια, από πίνακες, ή διάμετρος του κρίκου της.

Παράδειγμα 1.

Ένα πλοίο έχει τά παρακάτω χαρακτηριστικά:

– Προβαλλόμενη έγκάρσια επιφάνεια έξάλων	3130 ft ²
– Προβαλλόμενη επιφάνεια έλικας	35,32 ft ²
– Έκτόπισμα	20000 tn
– Μήκος	430 ft

Νά βρεθεί τό βάρος άγκυρας χωρίς στύπο που είναι κατάλληλη για τό πλοίο.

Άπό τήν σχέση (97) ή βρεχόμενη επιφάνεια του πλοίου θά είναι:

$$S = 15,5 \sqrt{\Delta \cdot L} = 15,5 \sqrt{(20000) (430)} = 45455 \text{ ft}^2$$

Άπό τή σχέση (94) θά έχομε: $F_w = (0,004) (3230) (70)^2 = 63308 \text{ lbs}$

Άπό τή σχέση (95) θά έχομε: $F_s = (0,009) (45455) (4)^{1,825} = 5134 \text{ lbs}$

Άπό τή σχέση (96) θά έχομε: $F_p = (3,17) (4)^2 (35,32) = 1791 \text{ lbs}$

Άπό τή σχέση (93) θά έχομε:

$$R = F_w + F_s + F_p = 63308 + 5134 + 1791 = 70233 \text{ lbs}$$

Από τη σχέση (98) τό βάρος της άγκυρας (για $H/W = 4,7$) θά είναι:

$$W = \frac{ZR}{H/W} = \frac{(2,0)(70233)}{4,7} = 29886 \text{ lbs}$$

Παράδειγμα 2.

Γιά τήν άγκυρα του προηγούμενου παραδείγματος, νά βρεθούν τά στοιχεία τής άπαραίτητης άλυσίδας, ώστε ή άγκυρα νά έχει όριζόντια θέση για τίς ακόλουθες συνθήκες:

- Βάθος άγκυροβολίας 60 m.
- Κατακόρυφη άπόσταση από στορέα άγκυρας μέχρι έπιφάνεια νερού 10 m.

Θά έχομε: $y = 60 + 10 = 70 \text{ m}$ ή 38,28 όργιές

Από τη σχέση (99) ή παράμετρος τής άλυσσοειδοϋς θά είναι:

$$A_c = \frac{(180)^2}{2y} - \frac{y}{2} = \frac{(180)^2}{(2)(38,28)} - \frac{38,28}{2} = 404$$

Από τήν (100) τό βάρος τής άλυσίδας ανά όργιά είναι:

$$W_c = \frac{H}{0,87 A_c} = \frac{ZR}{0,87 A_c} = \frac{(2)(70233)}{(0,87)(404)} = 399,6 \frac{\text{λίβρες}}{\text{όργιά}}$$

Από τήν (101) τό άπαραίτητο μήκος άλυσίδας θά είναι:

$$S_c = \left(\frac{2yH}{0,87W_c} + y^2 \right)^{1/2} = \left[\frac{2(38,3)(29886)(4,7)}{(0,87)(404)} + (38,3)^2 \right]^{1/2}$$

$$= (32079)^{1/2} = 179 \text{ όργιές (327,5 m)}$$

15.2.2 Άπαιτήσεις Νηογνωμόνων σχετικά μέ τά συστήματα προσδέσεως και άγκυροβολίας.

Οι κανονισμοί τών Νηογνωμόνων καθορίζουν τίς λεπτομέρειες πού έχουν σχέση μέ τίς άγκυρες, τά σχοινιά και τά συρματόσχοινα πού άπαιτούνται για τήν άγκυροβολία και τήν πρόσδεση τών έμπορικών πλοίων.

Τά βασικά χαρακτηριστικά τών παραπάνω συστημάτων καθορίζονται μέ βάση έναν αριθμό, ό οποίος ονομάζεται **αριθμός κριτηρίου έξοπλισμού** (Equipment number). Ο όρισμός αϋτοϋ του αριθμοϋ είναι πανομοιότυπος μεταξύ τών διαφόρων Νηογνωμόνων και σύμφωνα τούς κανονισμούς του Lloyds Register of Shipping, έχει τή παρακάτω μορφή στο μετρικό σύστημα μονάδων:

$$\text{Αριθμός κριτηρίου} = \Delta^{2/3} + 2Bh + \frac{A}{10} \quad (102)$$

όπου: Δ τό έκτόπισμα σε MT

B τό μέγιστο πλάτος σε m

η τό έφεδρικό ύψος στό μέσο τοῦ πλοίου, προσαυξημένο μέ τό ύψος κάθε ύπερστεγάσματος πού έχει πλάτος μεγαλύτερο ἀπό $B/4$.

A Προβαλλόμενη ἐπιφάνεια τοῦ πλοίου πάνω ἀπό τήν ἴσαλο θέρους καί τῶν ύπερκατασκευῶν καί ύπερστεγασμάτων πού έχουν πλάτος πάνω ἀπό $B/4$, σέ m^2

“Όταν τό Δ εἶναι σέ ἀγγλικούς τη τά B καί h σέ ft καί τό A σέ ft^2 ἡ σχέση (102) παίρνει τή μορφή:

$$\text{Ἀριθμός κριτηρίου} = 1,012 \Delta^{2/3} + \frac{Bh}{5,382} + \frac{A}{107,64} \quad (103)$$

Μέ τόν ἀριθμό αὐτό γνωστό βρίσκομε ἀπό πίνακες τῶν κανονισμῶν τοῦ Lloyds Register of Shipping:

- Τόν ἀριθμό τῶν ἀγκυρῶν.
- Τό βάρος τῶν ἀγκυρῶν (χωρίς στύπο).
- Τό μήκος καί τή διάμετρο κρίκου ἀλυσίδας μέ διάδετους κρίκους.
- Στοιχεῖα γιά τό καλώδιο ρυμουλκήσεως καί τούς κάβους προσδέσεως τοῦ πλοίου.

Οἱ κανονισμοί προβλέπουν ἐπίσης ὅτι ἀγκυρες πού θά γίνουν δεκτές ἀπό τό Νηογνώμονα ὡς αὐξημένης δυνάμεως συγκρατήσεως, μποροῦν νά έχουν βάρος ἴσο μέ τό 75% τῆς τιμῆς πού προβλέπουν οἱ πίνακες

Παράδειγμα.

Ἐνα πλοῖο έχει:	Ἐκτόπισμα = 20000 MT
	Πλάτος = 20 m
	h = 5 m
	A = 600 m^2

Ἀπό τήν σχέση (102) ἔχομε:

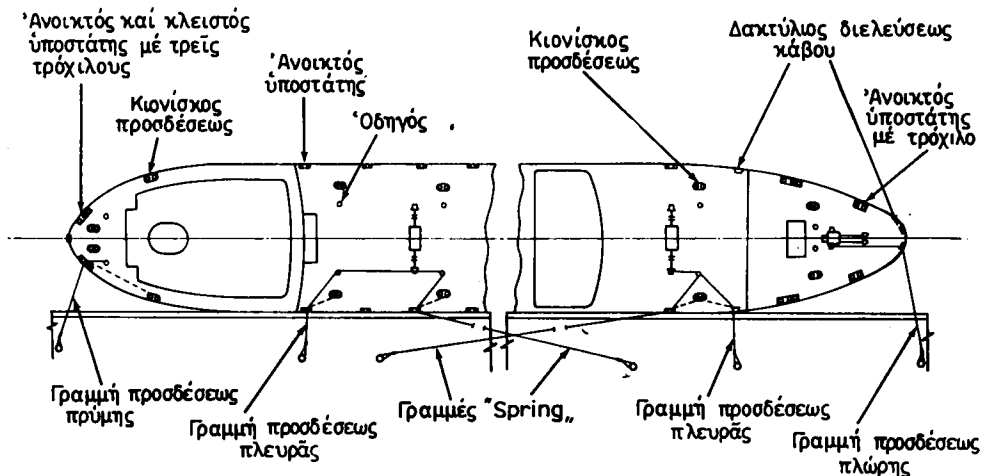
$$\begin{aligned} \text{Ἀριθμός κριτηρίου} &= \Delta^{2/3} + 2Bh + \frac{A}{10} = \\ &= (20000)^{2/3} + 2(20)(5) + \frac{600}{10} = 737 + 200 + 60 = 997 \end{aligned}$$

Ἀπό τούς πίνακες τοῦ Lloyds μέ τόν παραπάνω ἀριθμό βρίσκομε ὅτι τό πλοῖο πρέπει νά ἐξοπλισθεῖ μέ:

- Τρεῖς (3) ἀγκυρες χωρίς στύπο.
- Τό βάρος τῆς κάθε ἀγκυρας θά εἶναι 3300 kg (ἡ μία εἶναι ἐφεδρική).
- Μήκος ἀλυσίδας σέ κάθε ἀγκυρα 495 m. Ἄν ἡ ἀλυσίδα εἶναι ἀπό μαλακό χάλυβα, ἡ διάμετρος τοῦ κρίκου θά πρέπει νά εἶναι 58 mm τοῦ μέτρου.
- Ἐνα καλώδιο ρυμουλκήσεως, μέ μήκος 200 m καί ἐλάχιστο φορτίο θραύσεως 66000 kp.
- Τέσσερις κάβους προσδέσεως, μέ μήκος ὁ καθένας 180 m καί ἐλάχιστο φορτίο θραύσεως 17000 kp.

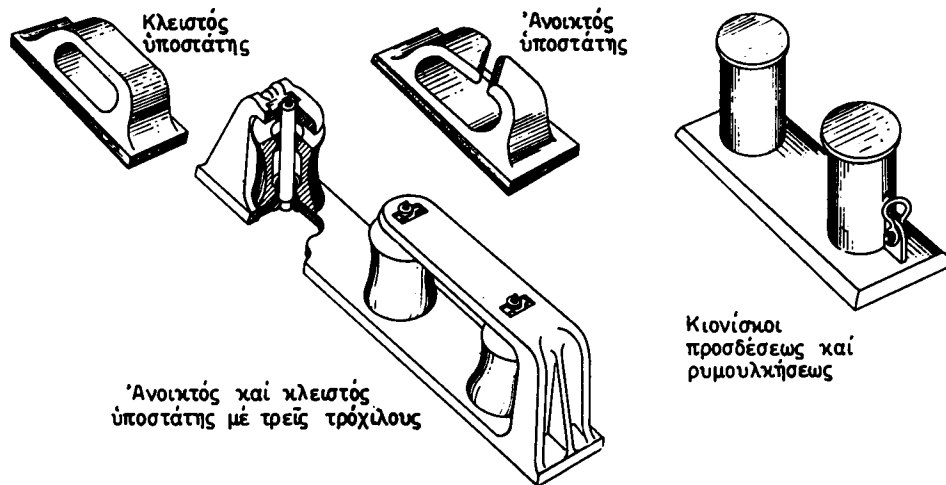
15.3 Διάταξη εξοπλισμού προσδέσεως τού πλοίου.

Οι λεπτομέρειες προσδέσεως ενός πλοίου στην ξηρά περιέχονται στα βιβλία Ναυτικής τέχνης. Μιά τυπική διάταξη τών μόνιμα έγκατεστημένων στοιχείων τού εξοπλισμού τού πλοίου, πού χρησιμοποιούνται γιά τήν πρόσδεση του, φαίνεται στό σχήμα 15.3α. Οι κατασκευαστικές λεπτομέρειες τών άνοικτών καί κλειστών ύποστατών, τών ύποστατών μέ τροχήλους καί τών κιονίσκων προσδέσεως φαίνονται στό σχήμα 15.3β.



Σχ. 15.3α.

Τυπική διάταξη μέσων προσδέσεως πλοίου.



Σχ. 15.3β.

Κατασκευαστικές λεπτομέρειες ύποστατών καί κιονίσκων προσδέσεως.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΔΕΚΑΤΟ ΕΚΤΟ

ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΦΟΡΤΟΕΚΦΟΡΤΩΣΕΩΣ

16.1 Γενικά.

Οι λεπτομέρειες τών διαφόρων μέσων τοῦ πλοίου καί τῆς ξηρᾶς καί οἱ μέθοδοι καί διαδικασίες πού ἐφαρμόζονται στήν φορτοεκφόρτωση τοῦ πλοίου περιγράφονται μέ λεπτομέρειες στό βιβλίο «Εὐστάθεια-φόρτωση » τοῦ Ἰδρύματος Εὐγενίδου.

Στό κεφάλαιο αὐτό θά δοθοῦν μόνο τά στοιχεῖα ἐκεῖνα πού εἶναι ἀπαραίτητα γιά τήν κατανόηση τών βασικῶν λειτουργιῶν πού σχετίζονται μέ τή ζωτική δραστηριότητα τῆς φορτοεκφορτώσεως τοῦ πλοίου.

Ἡ ποικιλία τών φορτίων πού μεταφέρονται ἀπό λιμάνι σέ λιμάνι, εἶχε ὡς ἀποτέλεσμα ἡ πλειονότητα τών πλοίων στό παρελθόν νά εἶναι τοῦ τύπου **γενικοῦ ξηροῦ φορτίου**. Τά τελευταῖα ὅμως χρόνια, ἐπειδή αὐξήθηκε σημαντικά ἡ διακίνηση ὀρισμένων φορτίων, ἔχουν κατασκευασθεῖ πλοῖα πού προορίζονται γιά τή μεταφορά ἑνός συγκεκριμένου φορτίου. Ὅπως ἔχομε δεῖ σέ προηγούμενα κεφάλαια, τέτοια πλοῖα εἶναι τά δεξαμενόπλοια, τά πλοῖα μεταφοράς χημικῶν, τά πλοῖα μεταφοράς ἀνθρακα, μεταλλευμάτων καί σιτηρῶν, τά πλοῖα μεταφοράς ἐμπορευματοκιβωτίων, τά Ro-Ro, τά φορτηγιδοφόρα κ.ἄ.

Τά συστήματα φορτοεκφορτώσεως τών πλοίων εἰδικοῦ προορισμοῦ εἶναι τελείως ἐξειδικευμένα καί ἀποτελοῦν, μαζί μέ ὀρισμένες σχεδιαστικές ἰδιομορφίες, τοὺς κυριότερους παράγοντες πού προσδιορίζουν τήν κατασκευή τών πλοίων.

16.2 Παράγοντες πού ἐπηρεάζουν τήν ἐκλογή τών μέσων φορτοεκφορτώσεως.

Ἄν καί ἀλληλένδετοι, οἱ βασικοὶ παράγοντες πού ἐπηρεάζουν τή σχεδίαση καί τήν ἐκλογή τών μέσων φορτοεκφορτώσεως ἑνός πλοίου, μποροῦν νά ὁμαδοποιηθοῦν σέ δύο κατηγορίες:

- Στούς οικονομικοὺς παράγοντες
- Στούς παράγοντες πού ἀναφέρονται στό χρόνο παραμονῆς τοῦ πλοίου στό λιμάνι.

16.2.1 Οικονομικοί παράγοντες.

- α) Καλύτερη διάταξη τών ἀνοιγμάτων τών κυτῶν καί χρησιμοποίηση περισσοτέρων καί πῖο ἰσχυρῶν βαρούλκων καί πῖο ἀποδοτικοῦ ἐξαρτισμοῦ (συρματόσχοινα, τροχαλίες κλπ.).

β) Έξαφάνιση στο μέγιστο δυνατό βαθμό, από τὰ κύτη καί τήν περιοχή τῶν ἀνοιγμάτων τους, ὄλων ἐκείνων τῶν στοιχείων τῆς κατασκευῆς πού θά ἀποτελοῦσαν ἐμπόδιο στήν εὐκόλη διακίνηση τοῦ φορτίου.

γ) Ἐγκατάσταση τοῦ μηχανοστασίου στήν πρύμνη, μέ σκοπό τήν πιό ἀποδοτική ἐγκατάσταση τῶν μέσων φορτοεκφορτώσεως.

Φυσικά ἡ καλή συνεργασία τῶν ἀनुψωτικῶν μέσων (ἢ ἄλλων μέσων φορτοεκφορτώσεως) τοῦ πλοίου καί ἐκείνων παραδόσεως ἢ παραλαβῆς τοῦ φορτίου ἀπό τήν ξηρά, ἀποτελεῖ βασική προϋπόθεση καλῆς σχεδιάσεως τῶν σχετικῶν συστημάτων.

16.2.2 Χρόνος παραμονῆς τοῦ πλοίου στό λιμάνι.

Ὅταν ἀναλογισθεῖ κανεῖς πόσες προσπάθειες καί ἐξοδα ἔχουν γίνει γιά νά αὐξηθεῖ ἡ ταχύτητα τῶν πλοίων, μέ στόχο τή βελτίωση τῆς οἰκονομικῆς τους ἀποδόσεως, ἀντιλαμβάνεται εὐκόλα τή σημασία τῆς συντομεύσεως τοῦ χρόνου παραμονῆς τοῦ πλοίου στό λιμάνι. Ἡ παραπάνω συντόμευση ἔχει ἀποκτήσει, λόγω τῆς ἐνεργειακῆς κρίσεως σήμερα, μεγαλύτερη σημασία, γιατί ἡ αὐξηση τῆς ταχύτητας τοῦ πλοίου, κατά κανόνα, συνεπάγεται σημαντική αὐξηση τῆς καταναλώσεως, ἐνῶ ἡ ἐλάττωση τοῦ χρόνου παραμονῆς τοῦ πλοίου στό λιμάνι μπορεῖ γενικά νά ἐπιτευχθεῖ μέ σημαντικά χαμηλότερες οἰκονομικές ἐπιπτώσεις.

Βασικοί παράγοντες πού μποροῦν σημαντικά νά ἐπηρεάσουν τό χρόνο παραμονῆς τοῦ πλοίου στό λιμάνι (γιά φορτοεκφόρτωση) εἶναι:

- Ἡ ταχύτητα ἐνεργοποιήσεως τῶν μέσων φορτοεκφορτώσεως.
- Τό μέγεθος τῶν κυτῶν καί τῶν ἀνοιγμάτων τους.
- Ὁ τρόπος κλεισίματος τῶν ἀνοιγμάτων.
- Οἱ δυνατότητες διευθετήσεως τοῦ φορτίου μέσα στό κύτος (ἀπό ομάδα ἀνθρώπων ἢ μέ μηχανικά μέσα).
- Τό μέγεθος τῆς ομάδας τῶν ἀνθρώπων πού ἀπασχολοῦνται σέ κάθε κύτος.

16.3 Μέθοδοι φορτοεκφορτώσεως.

Οἱ μέθοδοι φορτοεκφορτώσεως σχετίζονται ἄμεσα μέ τόν τύπο τοῦ φορτίου. Γιά τό λόγο αὐτό παρακάτω θά ἀπαριθμήσομε αὐτές τίς μεθόδους κατά κατηγορία πλοίων.

16.3.1 Γιά δεξαμενόπλοια.

Τά προϊόντα πού μεταφέρουν τά δεξαμενόπλοια χαρακτηρίζονται ἀπό τό American Bureau of Shipping ὡς **προϊόντα πετρελαίου** καί ἔχουν εἰδικό βάρος μέχρι 1,05 καί σημεῖο ἀναφλέξεως κάτω ἀπό 150°F. Γιά τά βαρύτερα προϊόντα ἀπαιτεῖται θέρμανση τοῦ φορτίου μέ εἰδικά θερμομαντικά στοιχεῖα πού ὑπάρχουν στίς δεξαμενές, μέ σκοπό τή μείωση τοῦ ἱξώδους καί τήν ἐλάττωση τῶν τριβῶν κατά τή διακίνησή του.

Ἡ ἐκφόρτωση τοῦ φορτίου πραγματοποιεῖται μέ ἀντλίες, πού βρίσκονται στό ἀντλιοστάσιο. Αὐτές ἀναρροφοῦν ἀπό τίς δεξαμενές τοῦ φορτίου καί καταθλίβουν στούς σταθμούς παραλαβῆς-παραδόσεως στό κατάστρωμα. Ἀπό τό ἴδιο δίκτυο (ἀλλά μέ παράκαμψη τῶν ἀντλιῶν) γίνεται καί ἡ παραλαβή τοῦ φορτίου.

16.3.2 Για πλοία μεταφοράς φορτίου «χύδην» (Bulk carriers).

Ἡ φόρτωση τῶν Bulk carriers γίνεται μέ μέσα τῆς ξηρᾶς, ἐνῶ ἡ ἐκφόρτωση τους μπορεῖ νά γίνη καί μέ μέσα τοῦ πλοίου, τό συνηθέστερο ἀπό τά ὁποῖα εἶναι οἱ κινούμενες ταινίες. Τά Bulk carriers, πού χρησιμοποιοῦν δικά τους μέσα γιά ἐκφόρτωση ὀνομάζονται Self-Unloaders.

16.3.3 Για πλοία γενικοῦ φορτίου.

Τό γενικό φορτίο περιλαμβάνει μεγάλη ποικιλία ἀντικειμένων πρὸς μεταφορά μέ διαφορετικές διαστάσεις, σχῆμα καί μέγεθος. Παραδείγματα γενικοῦ φορτίου εἶναι τά βαριά μηχανήματα, οἱ μορφοδοκοί, τό φορτίο σέ σάκουσ καί διάφορα ἄλλα ἐλαφρά πακεταρισμένα φορτία.

Μέ ἐξαιρεση τά πλοία μεταφοράς ἐμπορευματοκιβωτίων (Containers) καί τά Ro-Ro, τῆ βάση τῶν συστημάτων φορτοεκφορτώσεως τῶν πλοίων γενικοῦ φορτίου ἀποτελοῦν οἱ φορτωτήρες. Μέ αὐτούς τό φορτίο ὀδηγεῖται κάτω ἀπό τό στόμιο τοῦ κύτους καί στή συνέχεια ὁμάδες ἐργατῶν τό τακτοποιοῦν μέσα σ' αὐτό. Ἡ ἀντίθετη διαδικασία χρησιμοποιεῖται στήν ἐκφόρτωση.

Τά τελευταῖα χρόνια χρησιμοποιοῦνται στά πλοία γενικοῦ φορτίου ἐκτός ἀπό τοὺς φορτωτήρες καί ἐγκαταστημένοι πάνω στό πλοῖο γερανοί.

16.4 Στοιχειώδης περιγραφή φορτωτήρων.

Ἡ διάταξη τῶν φορτωτήρων (μπίγες) πάνω στό κατάστρωμα τῶν πλοίων γενικοῦ φορτίου ποικίλλει. Ἐνδεικτικά μιά τέτοια διάταξη φαίνεται στό σχῆμα 12.3α.

Ἡ ὄλη κατασκευή ἑνὸς φορτωτήρα ἔχει ὡς κέντρο βάρους τόν ἴστό του. Συνήθως οἱ φορτωτήρες ὑπάρχουν κατά ζεύγη (ἕνας δεξιά καί ἕνας ἀριστερά ἀπὸ τό ἐπίπεδο συμμετρίας τοῦ πλοίου). Οἱ ἀντίστοιχοι ἴστοι εἶναι δυνατὸ νά εἶναι συνδεδεμένοι, ὥστε νά σχηματίζουν Π, ἢ ὄχι. Στούς ἴστους πού βρίσκονται ἀνάμεσα σέ δύο ἀνοίγματα, εἶναι συνήθως, ἐγκαταστημένοι διπλοί (κατά τό διάμηκες) φορτωτήρες (σχ. 16.4).

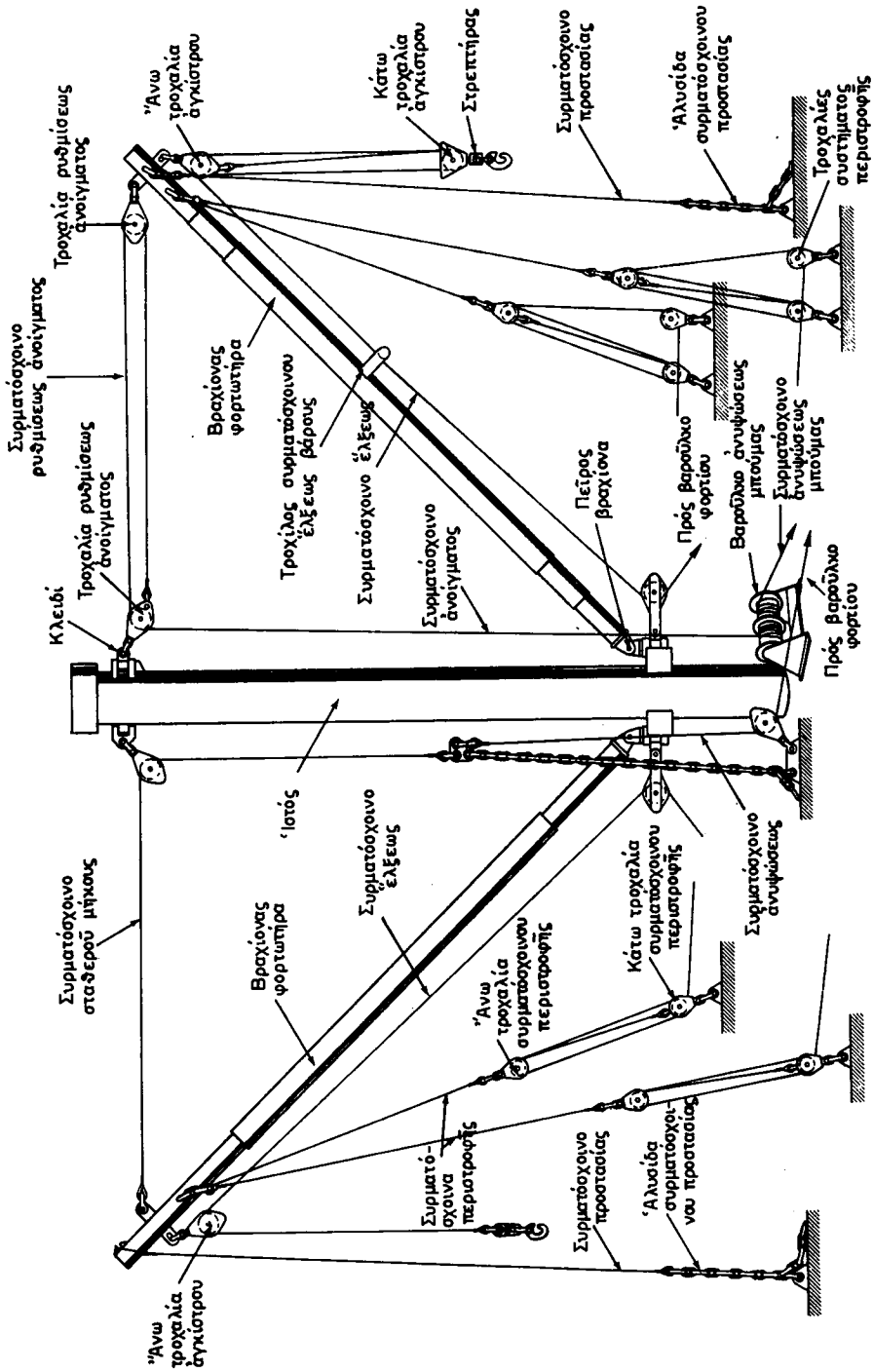
Κάθε φορτωτήρας μπορεῖ νά χρησιμοποιηθεῖ μόνος του ἢ σέ συνδυασμό μέ τό συμμετρικό του κατά τό ἐγκάρσιο. Ὁ συνδυασμὸς αὐτὸς τῆς ταυτόχρονης χρησιμοποίησεως (γιά τὴν ἀνύψωση ἑνὸς βάρους) τοῦ ἀριστεροῦ καί τοῦ δεξιοῦ φορτωτήρα ὀνομάζεται Burtoning ἢ Union Purchase Rig.

Ἐνας φορτωτήρας, ὅταν χρησιμοποιεῖται μόνος του, μπορεῖ νά ἐξοπλισθεῖ κατά διάφορους τρόπους ἀνάλογα μέ τό μέγεθος τοῦ βάρους πού θά ἀνυψωθεῖ. Ἔτσι π.χ. ἔχομε ἐξοπλισμό γιά ἀνύψωση ἐλαφροῦ ἢ μέσου ἢ μικροῦ βάρους.

Δύο ἐνδεικτικοί ἐξοπλισμοὶ φορτωτήρων γιά τὴν ἀνύψωση ἐλαφροῦ βάρους φαίνονται στό σχῆμα 16.4.

Ὁ βραχίονας τοῦ φορτωτήρα (μπούμα) μπορεῖ νά περιστραφεῖ γύρω ἀπὸ τὸν πῆλο σπηριζεῶς του καί ἔτσι μεταβάλλεται τό ἀνοίγμά του, δηλαδή ἡ ὀριζόντια ἀπόσταση ἀπὸ τὸν ἴστό μέχρι τό σημεῖο πού θά ἀνυψωθεῖ ἢ θά ὑποβιβασθεῖ τό βάρους. Ἡ κίνηση αὐτὴ γίνεται μέ συρματοσχοῖνο ρυθμίσεως τοῦ ἀνοίγματος μέ τὴ βοήθεια εἴτε τοῦ βαρούλκου ἔλξεως τοῦ φορτίου εἴτε εἰδικοῦ ἄλλου βαρούλκου.

Ὁ βραχίονας μπορεῖ ἐπίσης νά περιστραφεῖ μέ τὴ βοήθεια τῶν τροχαλιῶν καί συρματοσχοῖνων περιστροφῆς γύρω ἀπὸ κακατακόρυφο ἄξονα. Ἔτσι τό ἀγκιστρο



Σχ. 16.4. Τυπικός εξοπλισμός φορτωτήρα για άνυψωση έλαφρών βαρών.

μπορεῖ νά ἔλθει εἴτε πάνω ἀπό τό ἀνοιγμα τοῦ κύτους εἴτε ἐξωτερικά ἀπό τήν πλευρά τοῦ πλοίου γιά τήν παραλαβή ἢ ἐναπόθεση φορτίου.

Ἡ ἀνύψωση ἢ ὁ ὑποβιβασμός τοῦ βάρους, πού εἶναι κρεμασμένο στό ἀγκιστρο, γίνεται μέ τήν ἔλξη ἢ χαλάρωση τοῦ συρματόσχοινου ἔλξεως μέ τή βοήθεια τοῦ βαρούλκου τοῦ φορτίου. Ἀκριβῶς πάνω ἀπό τό ἀγκιστρο ὑπάρχει ἓνας στρεπτήρας πού ἐμποδίζει τήν περιστροφή τοῦ συρματόσχοινου ἔλξεως ὅταν περιστρέφεται τό φορτίο.

Περισσότερες λεπτομέρειες γιά τή χρησιμοποίηση τῶν φορτωτήρων (μεμονωμένα ἢ κατά ζεύγη) δίνονται στό βιβλίο: «Εὐστάθεια-Φόρτωση» τοῦ Ἰδρύματος Εὐγενίδου.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΔΕΚΑΤΟ ΕΒΔΟΜΟ

ΑΞΟΝΕΣ ΚΑΙ ΑΝΤΙΣΤΟΙΧΑ ΣΤΗΡΙΓΜΑΤΑ ΚΑΙ ΣΥΣΤΗΜΑ ΣΤΕΓΑΝΟΤΗΤΑΣ

17.1 Γενικά.

Μέ τόν ὄρο **άξονικό σύστημα** ἑνός πλοίου ἐννοοῦμε ὄλο τό σύστημα μεταδόσεως τῆς κινήσεως ἀπό τό σύνδεσμο τῆς κύριας μηχανῆς στήν ἕλικο τοῦ πλοίου καθώς καί στά παρελκόμενά του (τριβεῖς, στορέας κλπ.).

Οἱ ἀκροπρυμναῖοι τριβεῖς ἔχουν ὡς σκοπό τή στήριξη τοῦ τμήματος τοῦ ἄξονα πού βρίσκεται μέσα στό νερό καί τῆς ἕλικας. Γενικά οἱ ἀκροπρυμναῖοι τριβεῖς μπορεῖ νά ἀποτελοῦν ἐπέκταση τῆς μεταλλικῆς κατασκευῆς τοῦ πλοίου (Bossings) ἢ νά στηρίζονται σέ εἰδικές πρόσθετες ἐξωτερικές κατασκευές (Struts). Στήν πρώτη κατηγορία ἀνήκουν συνήθως οἱ ἀκροπρυμναῖοι τριβεῖς τῶν ἐμπορικῶν πλοίων καί στή δεύτερη τῶν πολεμικῶν.

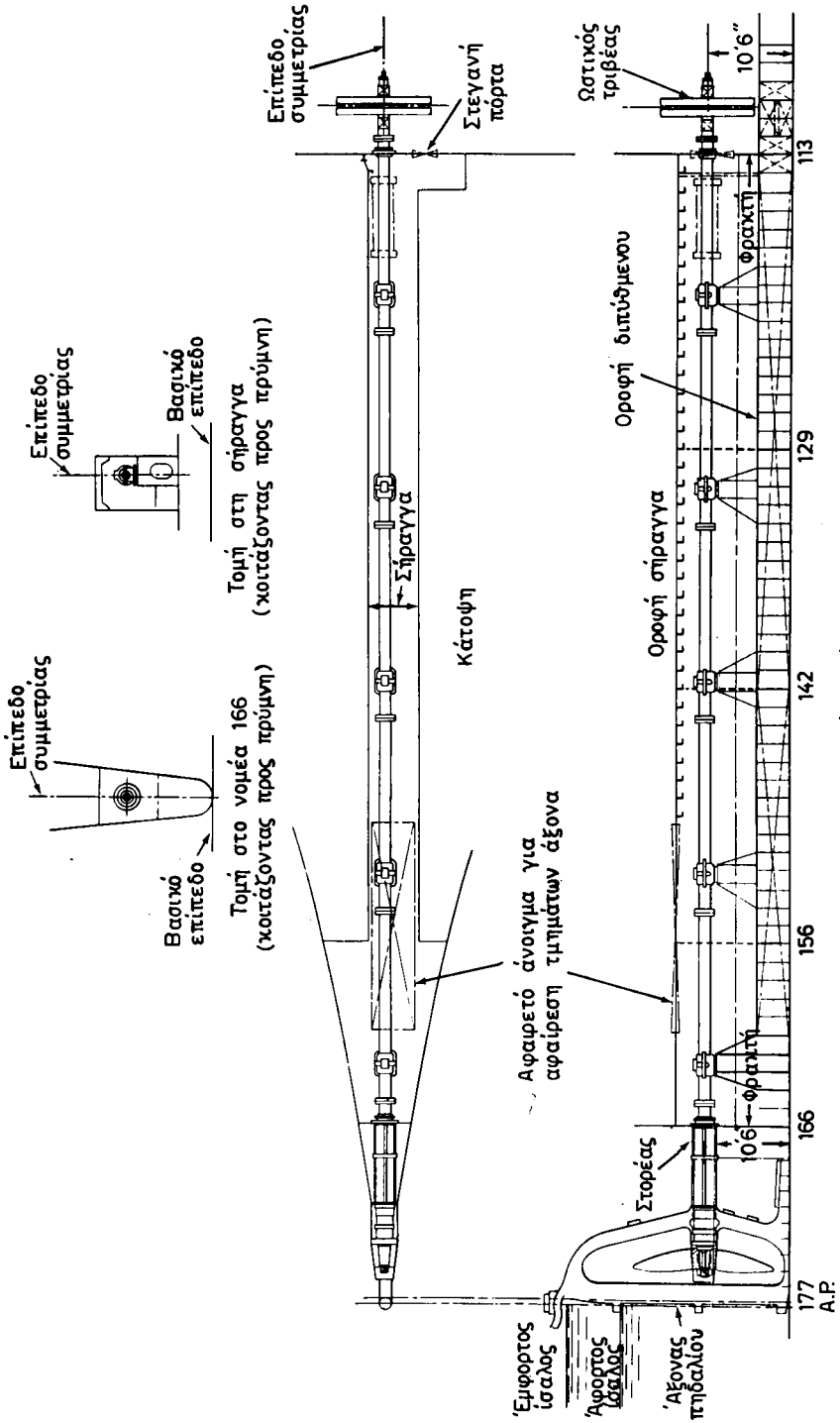
Οἱ ἄξονες τῶν πλοίων κατασκευάζονται σέ τμήματα τῶν ὁποίων ὁ ἀριθμός ποικίλλει ἀνάλογα μέ τό μήκος τῶν ἄξόνων. Τό τελευταῖο τμήμα τοῦ ἄξονα πάνω στό ὁποῖο στηρίζεται ἡ ἕλικο ὀνομάζεται **τελικός ἄξονας** (tail shaft). Τό τμήμα τοῦ ἄξονα πού βρίσκεται μέσα στό πλοῖο στηρίζεται πάνω στούς **ἐνδιάμεσους τριβεῖς** τῶν ὁποίων ὁ ἀριθμός ἐξαρτᾶται ἀπό τό μήκος τοῦ ἄξονα.

Ἡ κατασκευή πού βρίσκεται στήν περιοχή πού ὁ ἄξονας διαπερνᾶ τό περίβλημα τοῦ πλοίου, ὀνομάζεται **στορέας**. Ὁ στορέας περιλαμβάνει ἕναν τριβέα τοῦ ἄξονα καί μία διάταξη στεγανότητας ἡ ὁποία ἔχει ὡς προορισμό τήν ἀποφυγή εἰσροῆς νεροῦ στό πλοῖο.

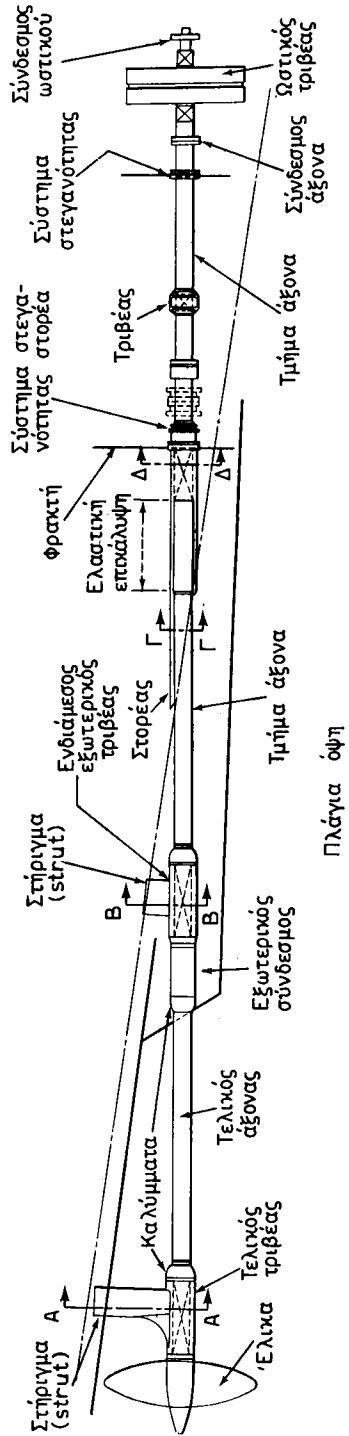
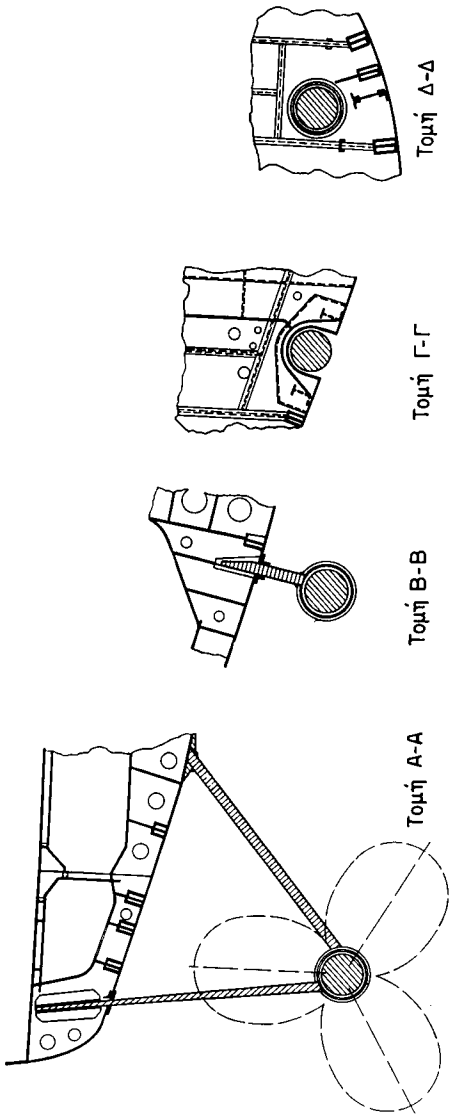
Ὁ τριβέας τοῦ στορέα εἶναι συνήθως ὑδρολίπαντος, δηλαδή λιπαίνεται ἀπό τό νερό τῆς θάλασσας πού τόν περιβάλλει, ἀλλά συχνά ὑπάρχει καί μία πρόσθετη παροχή νεροῦ στό πρῶτο μέρος του ἀπό τό δίκτυο θάλασσας τοῦ πλοίου. Τό ὑλικό ἀντιτριβῆς ἀποτελεῖται ἀπό μία σειρά ἀπό πῆχες, τοποθετημένες κατὰ τό διάμηκες, πού μπορεῖ νά εἶναι ἀπό **ἀγίδξυλο (Lignum vitae)**, **λάστιχο ἢ ἄλλα ἀντιτριβικά ὑλικά**.

Στήν περιοχή τριβῆς μέ τίς πῆχες, ὁ ἄξονας φέρει εἰδικό χιτῶνιο προστασίας πού ἀντικαθίσταται ὅταν φθαρεῖ.

Ἀμέσως μετά τό σύνδεσμο τῆς μηχανῆς εἶναι ἐγκαταστημένος ἕνας εἰδικός τριβέας κατασκευασμένος ἔτσι, ὥστε νά δέχεται καί νά μεταδίδει στό πλοῖο τήν ὦση τῆς ἕλικας. Ὁ τριβέας αὐτός ὀνομάζεται **ὠστικός τριβέας** (Thrust bearing).



Σχ. 17.2α.
Διάταξη αξονικού συστήματος μονέλικου πλοίου.



Σχ. 17.3α.
Διάταξη άξονα διπλέλικου πλοίου με εξωτερικά στηρίγματα.

17.2 Άξονικό σύστημα μονελικού έμπορικού πλοίου.

Μία τυπική διάταξη άξονικού συστήματος μονελικού έμπορικού πλοίου φαίνεται στο σχήμα 17.2.

Στό σχήμα αυτό βλέπομε τή διαμόρφωση τής σήραγγας του άξονα πού έπικοινωνει μέ τό μηχανοστάσιο μέσω μιās στεγανής θύρας. Ό άξονας στηρίζεται σέ πέντε ένδιάμεσους τριβείς καί άποτελείται από έξι τμήματα. Πάνω από τή σήραγγα του άξονα ύπάρχει ένα μεγάλο άφαιρετό έλασμάτινο κάλυμμα από τό όποιο μπορεί νά πραγματοποιηθεϊ ή έξαγωγή των διαφόρων τμημάτων του άξονα, όταν χρειασθεϊ. Στο σχήμα φαίνεται έπίσης διαγραμματικά ή διαμόρφωση του στορέα.

17.3 Άξονικό σύστημα διπλέλικου πλοίου.

Στό σχήμα 17.3 φαίνεται μία τυπική διάταξη του άξονικού συστήματος διπλέλικου πλοίου. Στο σχήμα αυτό, εκτός από τίς διάφορες λεπτομέρειες πού είναι σχετικά αύτεξήγητες, βλέπομε καί τή διαμόρφωση δύο έξωτερικών στηριγμάτων του άξονα (Struts). Τό πιό πρυμναϊό από αυτά, λόγω του σχήματος των στηριγμάτων του, όνομάζεται *τριβέας V*. Οι έξωτερικοί τριβείς στά άκρα τους φέρουν είδικά κάλυμματα για τήν καλύτερη έξομάλυνση τής ροής.

17.4 Συστήματα στεγανότητας άξονα.

Όπως είδαμε σέ προηγούμενο κεφάλαιο, στό στορέα του άξονα διαμορφώνεται μιá διάταξη στεγανότητας. Μέσα σ' αύτή τή διάταξη τοποθετούνται είδικά *παρεμβύσματα (σαλαμάστρες)* ή σύσφιξη των όποίων έξασφαλίζει τή στεγανότητα. Τό παραπάνω σύστημα στεγανότητας πρέπει νά έπιθεωρεϊται σέ κάθε δεξαμενισμό του πλοίου.

Σέ πιό μοντέρνα πλοία ύπάρχουν ένιαϊα συστήματα τριβέα-συστήματος στεγανότητας στορέα πού λειτουργούν μέ πίεση λαδιού. Ένα τέτοιο σύστημα π.χ. είναι γνωστό μέ τήν όνομασία *Simplex*.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΔΕΚΑΤΟ ΟΓΔΩΟ

ΔΙΚΤΥΑ – ΣΩΛΗΝΩΣΕΙΣ

18.1 Γενικά.

Στό κεφάλαιο αυτό θά δοθούν στοιχειά για τά λεγόμενα *δίκτυα σκάφους*. Μέ τόν ὄρο δίκτυα σκάφους, σέ ἀντιδιαστολή μέ τά *δίκτυα μηχανοστασίου*, ἐννοοῦνται ἐδῶ ἐκεῖνα πού δέν ἔχουν σχέση μέ τή λειτουργία τῆς προωστήριας ἐγκαταστάσεως, ὅπως π.χ. τό δίκτυο λιπάνσεως ἢ τό δίκτυο ψύξεως μιᾶς μηχανῆς ἐσωτερικῆς καύσεως.

Στά δίκτυα σκάφους περιλαμβάνονται:

- Τό δίκτυο κύτους-ἐρματισμοῦ (bilge and ballast).
- Τό δίκτυο πυρκαϊᾶς (fire).
- Τό δίκτυο ὑγιεινῆς (sanitary).
- Τό δίκτυο πόσιμου (fresh water).
- Τό δίκτυο μεταγίσεως πετρελαίου (fuel transfer).

Οἱ βασικές λεπτομέρειες καί οἱ λειτουργικές ἀπαιτήσεις τῶν δικτύων καλύπτονται ἀπό τούς κανονισμούς τῶν Νηογνωμόνων.

18.2 Δίκτυο κύτους-ἐρματισμοῦ.

Τά δύο αὐτά δίκτυα ἐξυπηρετοῦν τελείως διαφορετικούς σκοπούς. Περιγράφονται ὁμως καί ἀναφέρονται μαζί γιατί στά περισσότερα πλοῖα οἱ ἀνάγκες τους καλύπτονται ἀπό τίς ἴδιες ἀντλίες. Τό *δίκτυο κύτους*, σύμφωνα μέ τούς κανονισμούς τῶν Νηογνωμόνων, πρέπει νά ἐξασφαλίζει τή δυνατότητα ἐξαντλήσεως ὁποιασδήποτε ποσότητας νεροῦ ἀπό ὅλα τά στεγανά διαμερίσματα τοῦ πλοίου, ὅταν αὐτό δέν ἔχει καθόλου ἐγκάρσια κλίση ἢ ὅταν ἔχει ἐγκάρσια κλίση μέχρι 5°. Οἱ κανονισμοί τῶν Νηογνωμόνων καθορίζουν ἐπίσης τίς διατομές τῶν ἐπιμέρους τμημάτων τοῦ δικτύου, τή θέση τῶν ἀναρροφήσεων, τίς λεπτομέρειες τηλεχειρισμοῦ, ὅπου ὑπάρχει, καθώς καί τή θέση, τόν ἀριθμό καί τίς δυνατότητες τῶν ἀπαραιτήτων ἀντλιῶν.

Φυσικά οἱ ἀπαιτήσεις τῶν Νηογνωμόνων εἶναι οἱ ἐλάχιστες δυνατές. Συχνά, γιά τήν αὔξηση τῆς ἀξιοπιστίας τοῦ πλοίου, τό δίκτυο κύτους συνδέεται καί μέ ἄλλα συστήματα. Μιά τέτοια σύνδεση π.χ. εἶναι ἐκεῖνη μεταξύ δικτύων κύτους καί πυρκαϊᾶς.

Τά ὑγρά πού ἀναρροφοῦν οἱ ἀντλίες τοῦ δικτύου κύτους ἀπό τούς διάφορους χώρους ὁδηγοῦνται συνήθως στή θάλασσα. Μέ τήν πρόσφατη ὁμως νομοθεσία γιά ἀποφυγή τῆς ρυπάνσεως, ἐγκαθίστανται στά πλοῖα εἰδικές δεξαμενές ἀποθη-

κεύσεως τῶν ἀκαθάρτων ὑγρῶν πού ἀναρροφοῦν οἱ ἀντλίες ἀπὸ τὰ διάφορα διαμερίσματα (slop tanks) μὲ σκοπὸ τὴν ἀπόρριψή τους στὴν ἀνοικτὴ θάλασσα. Γιά τὴν ἀποφυγὴ ἐπίσης ρυπάνσεως τῆς θάλασσας σήμερα στὰ πλοῖα ἐγκαθίστανται **εἰδικοί ἀποχωριστὲς ὑγρῶν κύτους** (oily bilge separators). Τὰ μηχανήματα αὐτὰ διαχωρίζουν τὰ ἐλαιώδη κατάλοιπα ἀπὸ τὸ νερὸ καὶ ἔτσι μόνον καθαρὸ νερὸ πέφτει στὴ θάλασσα.

Οἱ ἀντλίες κύτους εἶναι παλινδρομικὲς ἢ φυγόκεντρες. Γιά χώρους πού εἶναι μακριὰ ἀπὸ τὶς ἀντλίες χρησιμοποιοῦνται συχνὰ **ἐκχυτήρες (τζιφάρια)**.

Ἡ ἀναρρόφηση τοῦ δικτύου κύτους ἀπὸ κάθε χώρο, περιλαμβανομένων καὶ τῶν ἀμπαριῶν, γίνεται ἀπὸ εἰδικὰ διαμορφωμένα φρεάτια ἢ **ὑδροσυλλέκτες**. Οἱ ὑδροσυλλέκτες αὐτοί, καθὼς καὶ οἱ ἀντίστοιχες ἀναρροφήσεις ἀπὸ τὶς δεξαμενὲς τῶν διπυθμένων, φέρουν καταμετρικούς σωλῆνες μὲ τοὺς ὁποίους μπορεῖ νὰ ἐλεγχθεῖ ἡ ὑπαρξὴ νεροῦ στοὺς ἀντίστοιχους χώρους. Οἱ καταμετρικοὶ σωλῆνες ὀδηγοῦνται συνήθως στὸ ἀνώτερο κατάστρωμα (weather deck) τοῦ πλοίου. Ὄταν αὐτοὶ τερματίζουν κάτω ἀπὸ τὸ κατάστρωμα στεγανῆς ὑποδιαίρέσεως τοῦ πλοίου, πρέπει νὰ εἶναι ἐφοδιασμένοι μὲ μέσα πού ἐξασφαλίζουν τὸ αὐτόματο κλείσιμο τοῦ ἀνωτέρου ἄκρου, ὅταν δὲ γίνεται μέτρηση. Αὐτὸ εἶναι ἀπαραίτητο γιὰ νὰ μὴν ὑπάρξει ἡ πιθανότητα νὰ εἰσρεύσουν νερά στὸ πλοῖο, ὅταν γιὰ κάποιον λόγο ὑπερπληρωθεῖ ὁ χώρος πού ἐξυπηρετεῖται ἀπὸ τὸ καταμετρικὸ.

Μέσα στὸ μηχανοστάσιο δημιουργοῦνται συνήθως κιβώτια ἐπιστομιῶν (κάσες) μὲ τὰ ὁποῖα μπορεῖ νὰ ἐπιλεγεῖ ἐξ ἀποστάσεως ἡ ἐξάντληση ἑνὸς συγκεκριμένου χώρου. Στὰ σημεῖα ἀναρροφῆσεως τῶν δικτύων στοὺς ὑδροσυλλέκτες ὑπάρχουν φίλτρα.

Τὸ δίκτυο ἐρματισμοῦ καλύπτει τὶς ἀνάγκες ἐρματισμοῦ τοῦ πλοίου. Δηλαδή παρέχει τὴ δυνατότητα νὰ γεμίσομε οποιαδήποτε δεξαμενὴ ἀπὸ τὴ θάλασσα, νὰ τὴν ἀδειάσομε στὴ θάλασσα ἢ νὰ μεταγγίσομε ἀπὸ μία δεξαμενὴ σὲ ἄλλη. Τὸ δίκτυο ἐρματισμοῦ μπορεῖ νὰ ἐξυπηρετεῖται ἀπὸ τὶς ἀντλίες κύτους ἢ ἀπὸ ἀνεξάρτητες ἀντλίες. Ὄταν γιὰ τὶς ἀνάγκες κύτους καὶ ἐρματισμοῦ χρησιμοποιοῦνται κοινὲς ἀντλίες, τότε οἱ δύο ἀνάγκες ἐκπληρώνονται ἀπὸ ἀνεξάρτητους κλάδους.

Ὅπως καὶ στοὺς ὑδροσυλλέκτες ἔτσι καὶ στὶς δεξαμενὲς ὑγροῦ ἔρματος τοῦ πλοίου ὑπάρχουν καταμετρικά.

Στὸ κεφάλαιο αὐτὸ θὰ πρέπει νὰ ἀναφέρομε ἐπίσης ὅτι **οἱ κύριες ἀντλίες ψύξεως τῶν μηχανῶν** τοῦ πλοίου θὰ πρέπει νὰ ἔχουν τὴν ἱκανότητα ἀναρροφῆσεως μέσα ἀπὸ τὸ χαμηλότερο μέρος τοῦ μηχανοστασίου. Ἔτσι, ἐκτός ἀπὸ τὸ δίκτυο κύτους ἔχομε μίαν πρόσθετη δυνατότητα γρήγορης ἐξαντλήσεως τοῦ χώρου τοῦ μηχανοστασίου σὲ περιπτώσεις ἀνάγκης.

18.3 Δίκτυο πυρκαϊᾶς.

Ὅπως θὰ δοῦμε καὶ στὸ κεφάλαιο πού κάνομε λόγο γιὰ τὴν ἀντιμετώπιση βλαβῶν τοῦ πλοίου, τὸ θαλάσσιο νερὸ ἀποτελεῖ ἕνα ἀπὸ τὰ πιὸ συνήθη μέσα γιὰ τὴν καταπολέμηση τῆς πυρκαϊᾶς. Γιὰ τὸ λόγο αὐτὸ τὸ δίκτυο πυρκαϊᾶς διατρέχει ὅλο τὸ πλοῖο καὶ ἔχει σὲ διάφορα σημεῖα **λήψεις πυρκαϊᾶς**, ἐξοπλισμένες μὲ ὀθόνιους σωλῆνες καὶ ἄκροσωλῆνια. Ἡ θέση τῶν διαφόρων λήψεων πυρκαϊᾶς, τὸ μέγεθος καὶ ὁ ἐξοπλισμὸς τους, καθὼς καὶ οἱ δυνατότητές τους γενικά, καθορίζονται στοὺς κανονισμοὺς τῶν Νηογνωμόνων.

Τό δίκτυο πυρκαϊᾶς τοῦ πλοίου ἐξυπηρετεῖται ἀπό εἰδικές ἀντλίες. Συχνά τίς ἀνάγκες τοῦ δικτύου πυρκαϊᾶς μπορεῖ νά καλύψουν καί οἱ ἀντλίες κύτους, ἔρματος καί ὑγιεινῆς.

Οἱ λήψεις τοῦ δικτύου πυρκαϊᾶς, σέ κανονική χρήση τοῦ πλοίου, χρησιμοποιοῦνται καί γιά τήν κάλυψη ἄλλων ἀναγκῶν ὅπως εἶναι ἡ πλύση τῶν καταστρωμάτων ἢ τῆς ἀγκυρας.

Σέ ἀρκετές περιπτώσεις, ὅπως π.χ. στά δεξαμενόπλοια, ἀπαιτεῖται ἡ ὑπαρξη καί **ἀντλίας πυρκαϊᾶς ἀνάγκης**. Ἡ ἀντλία αὐτή εἶναι δηζελοκίνητη καί βρίσκεται ἔξω ἀπό τοὺς χώρους προώσεως τοῦ πλοίου. Ἔτσι εἶναι δυνατή ἡ χρησιμοποίησή της ἀκόμη καί ὅταν δέν ὑπάρχει ἠλεκτρική ἐνέργεια στό πλοῖο ἢ καί ὅταν συμβαίνει πυρκαϊά στό μηχανοστάσιο.

18.4 Δίκτυο ὑγιεινῆς.

Γιά τήν κάλυψη τῶν ἀναγκῶν καθαριότητας τῶν χώρων ὑγιεινῆς (ἀφοδευτήρια - οὐρητήρια) τοῦ πλοίου, χρησιμοποιεῖται τό **δίκτυο ὑγιεινῆς**. Στά περισσότερα πλοῖα τό δίκτυο ὑγιεινῆς χρησιμοποιεῖ θάλασσιο νερό, τελευταῖα ὅμως, ἐπειδή οἱ ἀνάγκες τοῦ δικτύου δέν εἶναι μεγάλες, χρησιμοποιεῖται σέ μερικά πλοῖα καί γλυκό νερό.

Γιά τήν κάλυψη τῶν ἀναγκῶν τοῦ δικτύου χρησιμοποιοῦνται:

- Ἀντλίες ὑγιεινῆς.
- Πιεστικά συγκροτήματα ὑγιεινῆς.

Ὅταν ὑπάρχουν ἀντλίες ὑγιεινῆς στό πλοῖο αὐτές βρίσκονται συνέχεια σέ λειτουργία, ἀλλά μέ εἰδική διάταξη τό νερό ἐπανακυκλοφορεῖ (ὀδηγεῖται ἀπό τήν κατάθλιψη τῆς ἀντλίας στήν ἀναρρόφηση) ὅταν οἱ καταναλώσεις στοὺς χώρους ὑγιεινῆς εἶναι μικρές.

Τά **πιεστικά συγκροτήματα** εἶναι μεγάλα δοχεῖα μέσα στά ὁποῖα ὑπάρχει συνέχεια θύλακας ἀέρα. Μέ εἰδική ἀντλία γεμίζει τό δοχεῖο μέ νερό τό ὁποῖο στή συνέχεια ὀδηγεῖται μέ τήν πίεση τοῦ συμπιεσμένου θύλακα ἀέρα στίς διάφορες χρήσεις ὑγιεινῆς. Ὅταν ἡ πίεση στό δοχεῖο πέσει, ξεκινᾷ καί πάλι ἡ ἀντλία καί ἀποκαθιστᾷ τήν πίεση τοῦ δοχείου στή σωστή τιμή της ξαναγεμίζοντάς το μέ νερό.

Γιά τήν ἀποφυγή τῆς ρυπάνσεως τῆς θάλασσας, σήμερα στά πλοῖα δημιουργοῦνται εἰδικοί βόθροι (γιά τό λιμάνι) καί **συστήματα βιολογικοῦ καθαρισμοῦ**.

18.5 Δίκτυο πόσιμου.

Σέ παλιότερα πλοῖα ὑπῆρχε χωριστό δίκτυο πόσιμου καί μή πόσιμου (πλύσεως) γλυκοῦ νεροῦ. Σήμερα τά πλοῖα ἔχουν ἓνα ἐνιαῖο σύστημα πόσιμου νεροῦ.

Τό δίκτυο πόσιμου ἐνός πλοίου ἔχει σκοπό τήν τροφοδότηση ὅλων τῶν χώρων ὑγιεινῆς, τοῦ πληρώματος καί τῶν ἐπιβατῶν, μέ ζεστό καί κρύο νερό.

Γιά τή λειτουργία τοῦ δικτύου χρησιμοποιοῦνται ἀντλίες ἢ πιεστικά συγκροτήματα μέ ἀντλίες πού ἔχουν τή δυνατότητα ἀναρροφήσεως ἀπό τίς δεξαμενές τοῦ πλοίου.

Οἱ δεξαμενές πόσιμου εἶναι εἰδικές δεξαμενές τοῦ πλοίου, χρωματισμένες μέ εἰδικά χρώματα (ὅπως zinc dust paints κ.ἄ.).

Γιά τή θέρμανση τοῦ νεροῦ χρησιμοποιοῦνται ἠλεκτροκίνητοι ἢ ἀτμοκίνητοι

θερμαντήρες. Σέ πλοία πού ή ποσότητα τοῦ νεροῦ πού μπορεῖ νά ἀποθηκευθεῖ δέν εἶναι ἀρκετή, χρησιμοποιοῦνται συσκευές ἀφαλατώσεως τοῦ θαλάσσιου νεροῦ (βραστήρες):

18.6 Δίκτυο μεταγγίσσεως πετρελαίου.

Τό πετρέλαιο πού παραλαμβάνεται ἀπό ἕνα πλοῖο μέσω τῶν εἰδικῶν σημείων παραλαβῆς στό κατάστρωμα, ὀδηγεῖται στίς **δεξαμενές ἀποθηκεύσεως πετρελαίου** (Storage tanks). Μέ τό **δίκτυο μεταγγίσσεως πετρελαίου** ὀδηγεῖται στή συνέχεια καί προοδευτικά στίς **δεξαμενές κατακαθίσεως (settling tanks)**. Ἀπό ἐκεῖ μέ τό **δίκτυο χρήσεως πετρελαίου** ὀδηγεῖται στίς δεξαμενές ἡμερήσιας χρήσεως καί ἀπό ἐκεῖ στίς μηχανές ἢ τοὺς λέβητες.

Ἡ ὅλη αὐτή ἡ διαδικασία εἶναι ἀπαραίτητη, γιά νά μήν ὑπάρξει καί ἡ παραμικρή πιθανότητα νά φθάσει στίς μηχανές νερό ἢ ἄλλες ἀκαθαρσίες.

Συνήθως οἱ δεξαμενές κατακαθίσεως ἔχουν τέτοια χωρητικότητα, ὥστε νά ἐξασφαλίζεται ἡ λειτουργία τῶν μηχανῶν τοῦ πλοίου μέ πλήρη ἰσχὺ γιά 30 περίπου ὥρες.

Σύμφωνα μέ τοὺς κανονισμούς τῶν Νηογνωμόνων, ἡ ἀναρρόφηση ἀπὸ κάθε δεξαμενὴ πετρελαίου, πού βρίσκεται πάνω ἀπὸ τό διπύθμενο, πρέπει νά φέρεῖ (πάνω στή δεξαμενὴ) ἐπιστόμιο ἀπομονώσεως. Ὅταν τὰ παραπάνω ἐπιστόμια βρίσκονται μέσα σέ μηχανοστάσια ἢ λεβητοστάσια, ἐκτός ἀπὸ τὸν τοπικὸ χειρισμό τους, θά πρέπει νά ἐξασφαλίζεται καί χειρισμὸς **ἐξ ἀποστάσεως** καί ἀπὸ κάποια ἄλλη θέση πού θά εἶναι δυνατὸ νά τὴν προσεγγίσουμε ὅταν συμβεῖ πυρκαϊὰ στοὺς χώρους πού ὑπάρχουν τὰ τοπικὰ ἐπιστόμια. Ἐτσι ἐξασφαλίζεται ἡ δυνατότητα ἀπομονώσεως τῆς παροχῆς πετρελαίου σέ κάποιο χῶρο μέσα στὸν ὁποῖο ὑπάρχει πυρκαϊὰ, χωρὶς νά χρειάζεται νά μποῦμε μέσα σ' αὐτόν.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΔΕΚΑΤΟ ΕΝΑΤΟ

ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΑΠΟΣΒΕΣΕΩΣ ΔΙΑΤΟΙΧΙΣΜΟΥ

19.1 Γενικά.

Τό πρόβλημα τής αποσβέσεως τῶν κινήσεων ἑνός πλοίου σέ θαλασσοταραχή καί ἰδιαίτερα τοῦ διατοίχισμοῦ, ἀπασχολεῖ συνεχῶς τούς εἰδικούς.

Ἐνας τρόπος βελτιώσεως τῆς συμπεριφορᾶς ἑνός πλοίου σέ κυματισμό εἶναι γενικά ἡ κατάλληλη ἐπιλογή τῶν γραμμῶν τῆς γάστρας του. Αὐτό ὅμως δέν μπορεῖ νά ἀποτελέσει ριζική λύση τοῦ προβλήματος γιά τούς παρακάτω λόγους:

- Ἡ ἐπιλογή τῶν γραμμῶν τῆς γάστρας μπορεῖ νά βελτιώσῃ τή συμπεριφορά του σέ περιορισμένο βαθμό.
- Ἡ ἐπιλογή τῶν γραμμῶν, ἐκτός ἀπό τή συμπεριφορά σέ κυματισμό, ἐπηρεάζει καί ἄλλες ἐπιδόσεις τοῦ πλοίου καί γι' αὐτό εἶναι ἀποτέλεσμα συγκερασμοῦ μιᾶς σειρᾶς ἀπαιτήσεων οἱ ὁποῖες ἀλληλοσυγκρούονται.
- Οἱ συνθῆκες κυματισμοῦ εἶναι μεταβαλλόμενες καί γι' αὐτό ἀπαιτεῖται ἕνα **δυναμικό** σύστημα ἀντιμετωπίσεώς τους.

Στά πολεμικά πλοῖα ὑπάρχουν πολλοί λόγοι γιά τή λήψη μέτρων γιά τόν περιορισμό τοῦ διατοίχισμοῦ. Οἱ πιό σοβαροί εἶναι ἡ σταθερότητα τῶν ὄπλων πού εἶναι τοποθετημένα στό πλοῖο καί ἡ προσγείωση πάνω σ' αὐτά ἑλικοπτέρων ἢ ἀεροσκαφῶν.

Στά ἐμπορικά πλοῖα, μία ἀπό τίς πιό σοβαρές ἀνάγκες γιά τόν περιορισμό τοῦ διατοίχισμοῦ εἶναι κυρίως ἡ ἀποφυγή τῆς ναυτίας τῶν ἐπιβατῶν ἀλλά καί ἡ βελτίωση τῶν συνθηκῶν διαβιώσεως τοῦ πληρώματος.

Ἰδιαίτερα γιά τή ναυτία ἔχει διαπιστωθεῖ ὅτι τό αἶτιό της βρίσκεται στό σύστημα ἰσορροπίας πού ὑπάρχει στά ὄργανα ἀκοῆς τοῦ ἀνθρώπου. Ἰδιαίτερα ἔντονα γίνονται τά συμπτώματα τῆς ναυτίας ὅταν ὁ ἀνθρώπος βρίσκεται κάτω ἀπό τήν ἐπίδραση γραμμικῶν ἐπιταχύνσεων μέ τιμή μεγαλύτερη ἀπό $\frac{1}{10} g$, ὅπου g εἶναι ἡ ἐπιτάχυνση τῆς βαρύτητας. Νεώτερες ἐρευνες συσχετίζουν τά συμπτώματα τῆς ναυτίας μέ τό ρυθμό μεταβολῆς τῆς ἐπιταχύνσεως (\dot{j}) καί ὄχι μέ τήν ἐπιτάχυνση αὐτή καθαυτή.

Γιά νά περιορισθεῖ ἡ γραμμική ἐπιτάχυνση στό $\frac{1}{10} g$ θά πρέπει νά ἰσχύει γιά τή μέγιστη γωνία διατοίχισμοῦ τοῦ πλοίου (σέ ἀκτίνια) ἡ παρακάτω σχέση:

$$\Theta_m \leq 0,1 g \left(\frac{T_\phi}{2\pi} \right)^2 \frac{2}{B} \quad (104)$$

ὅπου: T_ϕ ἡ φυσική περίοδος διατοίχισμοῦ τοῦ πλοίου καί
 B τό πλάτος τοῦ πλοίου.

Μέ βάση τήν παραπάνω σχέση, σέ ένα πλοίο μέ πλάτος 20 m καί φυσική περίοδο διατοιχισμού 10 sec, γιά νά περιορισθοῦν οἱ ἐπιταχύνσεις σέ $\frac{1}{10} g$ ἡ μέγιστη γωνία διατοιχισμού δέ θά πρέπει νά ὑπερβαίνει τά 0,25 ἀκτίνια ἢ τίς 14,3°.

Ἄν καί ἔχουν γίνει ἔρευνες καί γιά τή σχεδίαση συστημάτων ἀποσβέσεως τοῦ προνευτασμοῦ καί τῶν ταλαντώσεων ἐμβαπίσεως, ὅμως σήμερα σέ πρακτική χρήση ὑπάρχουν μόνο σύστημα ἀποσβέσεως διατοιχισμού.

19.2 Κατάταξη συστημάτων ἀποσβέσεως διατοιχισμού.

Τά διάφορα συστήματα ἀποσβέσεως τοῦ διατοιχισμού μποροῦν γενικά νά καταταγοῦν σέ *ἐνεργά* καί *παθητικά*. Ἡ διαφορά μεταξύ τῶν δύο συστημάτων ἐντοπίζεται στό ὅτι, ἐνώ ἡ ἀπαραίτητη ἐνέργεια γιά τή λειτουργία τῶν ἐνεργῶν συστημάτων δίνεται ἀπό κάποια πηγή τοῦ πλοίου, στά παθητικά συστήματα λαμβάνεται ἀπό τήν ἴδια τήν κίνηση τοῦ πλοίου.

Ἐνας ἄλλος τρόπος κατατάξεως τῶν συστημάτων ἀποσβέσεως τοῦ διατοιχισμού εἶναι μέ βάση τήν προέλευση τῶν δυνάμεων (καί ροπῶν) πού χρησιμοποιοῦνται γιά τήν ἀπόσβεση τῆς κινήσεως. Οἱ δυνάμεις αὐτές μπορεῖ νά εἶναι δυνάμεις βάρους, ὑδροδυναμικῆς ἢ γυροσκοπικῆς προελεύσεως.

Ὁ συνδυασμός τῶν δύο αὐτῶν παραγόντων ὁδηγεῖ στήν κατάταξη τῶν συστημάτων ἀποσβέσεως τοῦ διατοιχισμού ὅπως φαίνεται στόν πίνακα 19.2.1.

ΠΙΝΑΚΑΣ 19.2.1
Κατάταξη συστημάτων ἀποσβέσεως διατοιχισμού

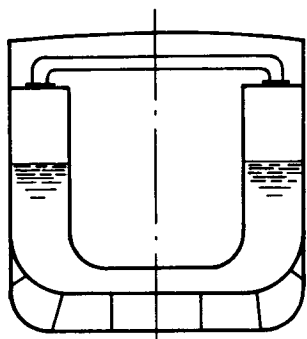
Προέλευση Δυνάμεων	ΑΡΧΗ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ	
	Παθητικά Συστήματα	Ἐνεργά Συστήματα
Δυνάμεις βάρους	Παθητικές δεξαμενές τύπου I ἢ II	Ἐνεργές δεξαμενές τύπου I ἢ II
Δυνάμεις ὑδροδυναμικῆς προελεύσεως	Παρατροπίδια Παθητικά πτερύγια	Ἐνεργά πλευρικά πτερύγια Ἐνεργές ἔλικες
Δυνάμεις γυροσκοπικῆς προελεύσεως	Παθητικά γυροσκοπικά συστήματα	Ἐνεργά γυροσκοπικά συστήματα

19.3 Στοιχειώδης περιγραφή παθητικῶν συστημάτων ἀποσβέσεως διατοιχισμού.

19.3.1 Παθητικές δεξαμενές.

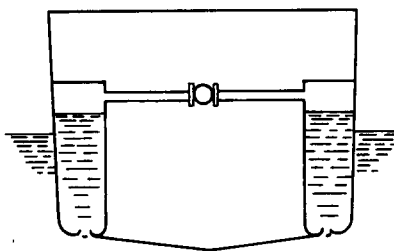
Στίς παθητικές δεξαμενές τύπου I ἔχομε ἐπικοινωνία τῆς δεξιάς καί ἀριστερῆς πλευρᾶς μέσω ἀγωγοῦ πού βρίσκεται μέσα στό πλοίο (σχ. 19.3a). Μέ τή μεταφορά μάζας νεροῦ ἀπό τή μιά πλευρά στήν ἄλλη, δημιουργοῦνται ροπές πού τείνουν νά ἐλαττώσουν τό εὖρος διατοιχισμού.

Ἐντίθετα στίς δεξαμενές τύπου II ἔχομε ἐπικοινωνία τῶν δεξαμενῶν μέ τή θά-



Σχ. 19.3α.

Παθητικές δεξαμενές τύπου I.



Σχ. 19.3β.

Παθητικές δεξαμενές τύπου II (άνοικτες δεξαμενές).

λασσα από όπες που υπάρχουν στον πυθμένα των δεξαμενών. Οι δεξαμενές αυτές λέγονται και άνοικτες (σχ. 19.3β).

Τά βασικά πλεονεκτήματα των παθητικών δεξαμενών είναι:

- Άπλότητα και οικονομική λειτουργία.
- Ίκανοποιητική απόδοση με δυνατότητα περιορισμού του εύρους της κίνησης περίπου στο μισό από ό,τι θά ήταν χωρίς τό σύστημα.
- Πιθανότητα έκκενώσεως των χώρων και χρησιμοποίησέως τους για άλλους σκοπούς (μόνο στον τύπο I).

Αντίθετα οι παθητικές δεξαμενές αποσβέσεως έχουν τά παραπάνω μειονεκτήματα:

- Μεταβαλλόμενη απόδοση, ανάλογα με τό έκτόπισμα του πλοίου.
- Άνεπαρκή απόδοση σε άκανόνιστα κύματα.
- Δυσμενή επίδραση στην ευστάθεια του πλοίου.

19.3.2 Παρατροπίδια.

Τά παρατροπίδια αποτελούν τό απλούστερο σύστημα αποσβέσεως του διατοιχισμού και είναι έγκραστημένα σε όλα σχεδόν τά πλοία.

Είναι επιμήκη έλάσματα τά όποια τοποθετούνται κοντά στο κυρτό της γάστρας, κατά μήκος των γραμμών ροής και κάθετα προς τό περίβλημα του πλοίου. Ή επιφάνειά τους λαμβάνεται συνήθως ίση με τό 2-4% του γινομένου του μήκους και του πλάτους του πλοίου.

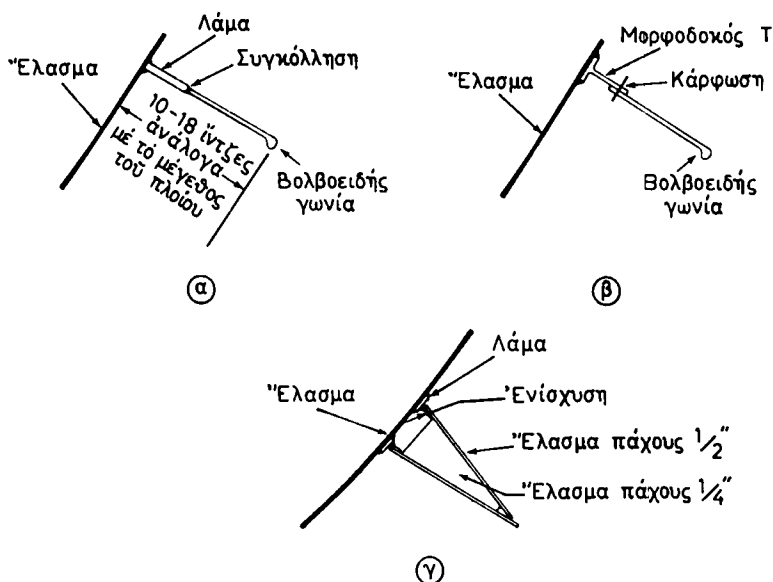
Κατά τό διατοιχισμό του πλοίου τά παρατροπίδια δημιουργούν αντίσταση που έχει ως αποτέλεσμα τον περιορισμό του εύρους.

Τό βασικό πλεονέκτημα των παρατροπιδίων είναι ή άπλότητα κατασκευής και τό χαμηλό τους κόστος. Πάντως πρέπει νά σημειωθεί ότι ή απόδοσή τους είναι σημαντική σε καταστάσεις συντονισμού, χωρίς όμως νά βλάπτουν σε άλλες καταστάσεις (έκτός συντονισμού).

Κατασκευαστικές λεπτομέρειες των παρατροπιδίων.

Οι συνθηέστεροι τρόποι κατασκευαστικής διαμορφώσεως των παρατροπιδίων φαίνονται στο σχήμα 19.3γ.

Όπως βλέπομε στο σχήμα, τά παρατροπίδια μπορούν νά είναι άπλου έλάσματος



Σχ. 19.3γ.

Κατασκευαστική διαμόρφωση παρατροπιδίων.

ή διπλού. Τό ύψος τους (άνοιγμα) δέν υπερβαίνει τά 45 έκατοστά του μέτρου καί τό μήκος τους καλύπτει τό 50 ως 75% του μήκους του πλοίου.

Τά παρατροπίδια μέ διπλό έλασμα γιά λόγους συντηρήσεως γεμίζονται συνήθως μέ πολυουρεθάνιο.

19.4 Στοιχειώδης περιγραφή ένεργών συστημάτων άποσβέσεως του διατοιχισμού.

α) Ένεργές δεξαμενές.

Οί ένεργές δεξαμενές διακρίνονται μέ βάση τίς ίδιες άρχές πού διακρίνονται καί οι παθητικές σέ τύπου I καί II. Έ βασική διαφορά τους άπό τίς παθητικές είναι ότι ή μεταφορά των μαζών άπό τή μία πλευρά στην άλλη γίνεται μέ ένέργεια πού δίνεται άπό τό πλοίο. Σέ ένα άπό τά πιό συνηθισμένα συστήματα χρησιμοποιείται άέρας ύπό πίεση. Τά πλεονεκτήματά τους σέ σύγκριση μέ τίς παθητικές είναι:

- 1) Άποδίδουν σχεδόν σέ οποιοδήποτε συνδυασμό φυσικής περιόδου πλοίου καί καταστάσεως κυματισμού.
- 2) Άποδίδουν πολύ ίκανοποιητικά σέ **άκανόνιστή** θάλασσα.
- 3) Μπορούν νά χρησιμοποιηθοούν γιά γρήγορη έξουδετέρωση μιās έπικίνδυνης στατικής έγκάρσιας κλίσεως.
- 4) Μπορούν σέ ήρεμο νερό νά χρησιμοποιηθοούν γιά τή δημιουργία τεχνητών κινήσεων του πλοίου (χρήσιμο σέ παγοθραυστικά).

Βασικά μειονεκτήματα είναι τό ύψηλό άρχικό κόστος, ή πολυπλοκότητα καί τό ύψηλό κόστος λειτουργίας τους.

β) Ένεργά πηδάλια.

Τά ένεργά πηδάλια είναι πηδάλια μικρού άνοίγματος, έγκαταστημένα στις πλευ-

ρές του πλοίου, πού έχουν τή δυνατότητα νά χρησιμοποιηθοῦν αὐτόματα καί άνεξάρτητα (ή μιά πλευρά από τήν ἄλλη).

Διακρίνονται σέ πηδάλια:

- Περιστρεφόμενα.
- Μή περιστρεφόμενα.

Στήν πρώτη κατηγορία ἡ δημιουργία τῶν δυνάμεων ἀποσβέσεως γίνεται μέ τήν περιστροφή τῶν πηδαλίων. Στή δεύτερη, γιά τή δημιουργία τῆς κατάλληλης ροπῆς, τό δεξιό ἢ ἄριστερό πηδάλιο εἰσάγονται πλήρως ἢ μερικῶς μέσα στό πλοῖο μέ τή βοήθεια αὐτόματου ὑδραυλικοῦ μηχανισμοῦ.

Βασικό πλεονέκτημα τῶν ἐνεργῶν πηδαλίων εἶναι ὅτι ἔχουν πολύ καλή ἀπόδοση χωρίς νά καταλαμβάνουν μεγάλο ὄγκο καί βασικό μειονέκτημα ὅτι σέ μικρή ταχύτητα τοῦ πλοίου ἔχουν ἀσήμαντη ἀπόδοση.

γ) Ἐνεργά γυροσκοπικά συστήματα.

Ἡ δρᾶση τῶν συστημάτων αὐτῶν βασίζεται στήν τάση πού ἔχει τό γυροσκόπιο νά διατηρεῖ τή διεύθυνση τοῦ ἄξονα περιστροφῆς του.

Πλεονέκτημα τῶν γυροσκοπικῶν διατάξεων ἀποσβέσεως τοῦ διατοιχισμοῦ εἶναι ἡ πολύ ἱκανοποιητική του ἀπόδοση καί μειονέκτημα ὅτι εἶναι πολύπλοκο καί δαπανηρό στήν ἐγκατάσταση καί λειτουργία του.

ΜΕΡΟΣ ΠΕΜΠΤΟ

ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΠΡΟΣΤΑΣΙΑΣ – ΕΛΕΓΧΟΣ ΒΛΑΒΩΝ

ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΕΙΚΟΣΤΟ

ΠΡΟΣΤΑΣΙΑ ΑΠΟ ΠΥΡΚΑΪΑ

20.1 Γενικά.

Μιά αναφορά του Lloyds Register of Shipping για τις δολικές απώλειες εμπορικών πλοίων κατά την περίοδο 1961-1969 περιέχει την παρακάτω κατανομή, αναφορικά με τους λόγους που προκάλεσαν τις απώλειες:

– Βύθιση ή ανατροπή	676	πλοία
– Απώλεια από άγνωστη αίτια	139	πλοία
– Πυρκαϊές	365	πλοία
– Συγκρούσεις	277	πλοία
– Προσαράξεις	1063	πλοία
– Σύνολο πλοίων που χάθηκαν	2520	

Από την παραπάνω ανάλυση προκύπτει ότι τό 15% περίπου των δολικών απωλειών των πλοίων οφείλεται σε πυρκαϊές.

Στό κεφάλαιο αυτό θά εξετάσομε τις ειδικές κατασκευαστικές λεπτομέρειες των πλοίων που έχουν σχέση με την αποφυγή τής δημιουργίας έσπιών πυρκαϊάς και τής εξαπλώσεώς της, καθώς επίσης και με τά μέσα άνιχνεύσεως, συναγερομού και καταπολεμήσεως τής πυρκαϊάς. Οι παραπάνω λεπτομέρειες τής κατασκευής του πλοίου στηρίζονται στις απαιτήσεις των Νηογνωμόνων και, κυρίως, σε εκείνες τής συμβάσεως για τήν ασφάλεια τής ανθρώπινης ζωής στη θάλασσα.

Οι βασικές άρχές πάνω στις όποιες στηρίζεται ή προστασία του πλοίου από πυρκαϊές είναι:

- α) Ύποδιαίρεση του πλοίου σε κατακόρυφες ζώνες, με τή βοήθεια κατασκευαστικών ή πυροστεγών φρακτών.
- β) Διαχωρισμός των χώρων ένδιαιτήσεως από τους χώρους που έχουν αύξημένο κίνδυνο πυρκαϊάς (μηχανοστάσια – λεβητοστάσια κλπ.).
- γ) Περιορισμένη χρήση εύφλέκτων υλικών.
- δ) Γρήγορη άνιχνευση τής πυρκαϊάς άμέσως μετά τήν εμφάνισή της.
- ε) Περιορισμός και κατάσβεση τής πυρκαϊάς στό σημείο εμφανίσεώς της.
- στ) Έξασφάλιση διόδων για τή διαφυγή του πληρώματος και των έπιβατών και για τήν προσέγγιση του χώρου από τήν ομάδα κατασβέσεως.

ζ) Εύκολη προσέγγιση τῶν μέσων κατασβέσεως.

η) Ἐλαχιστοποίηση τῆς πιθανότητας αὐτοεναύσεως τοῦ φορτίου.

Στὶς ἐπόμενες παραγράφους θὰ περιγραφοῦν συνοπτικά οἱ ἀπαιτήσεις, σχετικὰ μὲ τὴν πυρκαϊά, τῆς Συμβάσεως γιὰ τὴν προστασία τῆς ἀνθρώπινης ζωῆς στὴ θάλασσα, πού ἐφαρμόζονται σὲ φορτηγὰ πλοῖα μὲ ὀλική χωρητικότητα πάνω ἀπὸ 4000 κόρους. Οἱ ἀπαιτήσεις γιὰ τὰ πετρελαιοφόρα καὶ κυρίως γιὰ τὰ ἐπιβατικὰ πλοῖα εἶναι πολὺ ἐξειδικευμένες καὶ ξεφεύγουν ἀπὸ τὰ ὄρια αὐτοῦ τοῦ βιβλίου. Μερικὰ μόνον στοιχεῖα θὰ δοθοῦν στὴν παράγραφο 20.8.

20.2 Κατασκευαστικὲς ἀπαιτήσεις γιὰ προστασία πυρκαϊᾶς.

Οἱ βασικὲς κατασκευαστικὲς ἀπαιτήσεις γιὰ τὰ φορτηγὰ πλοῖα πού ἔχουν ὀλική χωρητικότητα πάνω ἀπὸ 4000 κόρους μποροῦν νὰ συνοψισθοῦν στὶς παρακάτω:

- α) Τὸ σκάφος, οἱ ὑπερκατασκευές, οἱ κύριες φρακτὲς καὶ τὰ καταστρώματα θὰ πρέπει νὰ εἶναι κατασκευασμένα ἀπὸ χάλυβα.
- β) Οἱ πλευρὲς διαδρόμων, σὲ χώρους ἐνδικοιτησεως, θὰ πρέπει νὰ εἶναι ἀπὸ χάλυβα ἢ νὰ ἐξασφαλίζουν προστασία τύπου Β. Ἐνα διάφραγμα θεωρεῖται ὅτι ἐξασφαλίζει προστασία τύπου Β ὅταν:
 - Σὲ ἓνα τυποποιημένο πείραμα, πού λέγεται *πείραμα πυρκαϊᾶς*, δέν ἐπιτρέπεται τὴ διέλευση φλόγας πρὸς τὴν ἄλλη πλευρά (ἀπὸ ἐκείνη πού βρίσκεται σὲ ἐπαφή μὲ τὴ φλόγα) σὲ χρόνο μικρότερο ἀπὸ μισὴ ὥρα.
 - Στὸ ἴδιο πείραμα, τὸ διάφραγμα ἐμποδίζει νὰ αὐξηθεῖ ἡ μέση θερμοκρασία στὴν ἄλλη πλευρά ἢ ἡ μέγιστη πάνω ἀπὸ ἐκείνη τοῦ περιβάλλοντος κατὰ 139 καὶ 225°C ἀντίστοιχα, σὲ λιγότερο ἀπὸ κάποιο καθορισμένο χρόνο. Ἔτσι σὲ ἓνα διάφραγμα τύπου Β-15, ὅταν ἡ μία πλευρά του βρίσκεται σὲ ἐπαφή μὲ φλόγα γιὰ 15 λεπτά, ἡ μέση καὶ μέγιστη θερμοκρασία στὴν ἄλλη πλευρά δέ θὰ ὑπερβοῦν τοὺς 139 καὶ 225°C (πάνω ἀπὸ τὴ θερμοκρασία τοῦ περιβάλλοντος) ἀντίστοιχα. Μία φρακτὴ Β-30 εἶναι δεκτὸ νὰ ἔχει τὰ ἴδια ἀποτελέσματα σὲ 30 πρῶτα λεπτά.
 - Εἶναι κατασκευασμένο ἀπὸ ἄκαυστα ὕλικά.
Γιὰ παράδειγμα, ἓνα διάφραγμα κατασκευασμένο ἀπὸ *μαρινίτη* μὲ ὀρισμένο πάχος μπορεῖ νὰ ἐξασφαλίζει προστασία τύπου Β.
- γ) Οἱ ἐπενδύσεις καταστρωμάτων σὲ χώρους ἐνδικοιτησεως, πού βρίσκονται πάνω ἀπὸ τὸ μηχανοστάσιο ἢ πάνω ἀπὸ τὰ κύττα, θὰ πρέπει νὰ εἶναι ἀπὸ ὕλικό πού δέν ἀνάβει εὐκόλα.
- δ) Οἱ ἐσωτερικὲς κλίμακες ἐπικοινωνίας πού βρίσκονται κάτω ἀπὸ τὸ ἀνώτερο συνεχὲς κατάστρωμα θὰ πρέπει νὰ εἶναι χαλύβδινες.
- ε) Οἱ φρακτὲς τῆς κουζίνας καὶ τῆς ἀποθήκης χρωμάτων, πού βρίσκονται ἀπὸ τὴν ἄλλη πλευρά σὲ ἐπαφή μὲ χώρους ἐνδικοιτησεως, θὰ πρέπει νὰ εἶναι χαλύβδινες.
- στ) Δέν πρέπει νὰ χρησιμοποιοῦνται εὐφλεκτα χρώματα ἢ βερνίκια μέσα στὰ μηχανοστάσια καὶ στοὺς χώρους ἐνδικοιτησεως.
- ζ) Οἱ σωληνώσεις μεταφορᾶς πετρελαίου ἢ ἄλλων εὐφλέκτων ὑγρῶν θὰ πρέπει νὰ εἶναι κατασκευασμένες ἀπὸ *ἀποδεκτὸ* γιὰ τὸν κίνδυνο τῆς πυρκαϊᾶς ὕλικό.
- η) Πρέπει νὰ ὑπάρχει ἡ δυνατότητα παύσεως τῆς λειτουργίας μηχανημάτων ἐξαερισμοῦ τοῦ μηχανοστασίου ἀπὸ κάποια προσιτὴ θέση ἔξω ἀπὸ τὸ μηχανοστάσιο.

20.3 Άνιχνευση πυρκαϊάς.

Σύμφωνα με τούς κανονισμούς του Lloyds Register of Shipping, σέ όλους τούς χώρους φορτίου του πλοίου πού υπάρχουν αποθηκευμένα έκρηκτικά πρέπει νά υπάρχουν συστήματα άνιχνεύσεως καπνού καί φλόγας. Τέτοια συστήματα πρέπει νά υπάρχουν επίσης στά άμέσως γειτονικά κύτη.

Οι ένδείξεις αυτών των οργάνων (ήχητικές καί όπτικές) είναι συνήθως έγκαταστημένες στό χώρο πηδαλιουχίας.

Σέ σύγχρονα φορτηγά πλοία έγκαθίστανται τέτοια συστήματα όχι μόνο στά κύτη καί τούς χώρους φορτίου, αλλά καί σέ άλλους χώρους, όπως των ένδισαιθήσεων, στους διάδρομους κλπ.

20.4 Μέσα καί συστήματα καταπολεμήσεως τής πυρκαϊάς.

Οι σχετικές άπαιτήσεις γιά τά φορτηγά πλοία περιλαμβάνουν τά παρακάτω:

20.4.1 Άντλίες καί δίκτυο πυρκαϊάς.

- Κάθε πλοίο μέ όλική χωρητικότητα πάνω από 1000 κόρους πρέπει νά έχει δύο άνεξάρτητες άντλίες πυρκαϊάς.
- "Όταν σέ ένα πλοίο μέ χωρητικότητα πάνω από 1000 κόρους, μιά πυρκαϊά σέ κάποιο χώρο θέσει έκτός λειτουργίας καί τίς δύο άντλίες πυρκαϊάς, πρέπει νά υπάρχει καί ένας άνεξάρτητος τρόπος παροχής νερού γιά τήν κατάσταση της." Όταν τό πλοίο έχει χωρητικότητα πάνω από 2000 κόρους, ή παραπάνω έναλλακτική δυνατότητα πρέπει νά είναι μιά **μόνιμη άνεξάρτητη άντλία πυρκαϊάς ανάγκης**.

20.4.2 Λήψεις πυρκαϊάς — Σωληνώσεις — Άκροσωλήνια.

- Σέ πλοία μέ όλική χωρητικότητα πάνω από 1000 κόρους πρέπει νά υπάρχει από μιά λήψη πυρκαϊάς ανά 30 m μήκους του πλοίου καί μιά άκόμα έπιπλέον. Οι λήψεις ποτέ δέν πρέπει νά είναι λιγότερες από πέντε. Οι λήψεις του μηχανοστασίου καί λεβητοστασίου δέ λαμβάνονται ύπόψη στην παραπάνω μέτρηση.
- Σέ χώρους ένδισαιθήσεως, επανδρωμένους χώρους καί μηχανοστάσια, πρέπει νά υπάρχουν άρκετές λήψεις πυρκαϊάς, ώστε κάθε σημείο νά είναι προσιτό από δύο δέσμες νερού (ή μιά από αυτές μέ άπλό μήκος σωλήνα).
- Κάθε κενό άμπάρι θά πρέπει νά μπορεί νά έξυπηρετείται από δύο δέσμες νερού.
- 'Ο έξοπλισμός των λήψεων (σωλήνες καί άκροσωλήνια) καθορίζεται στους κανονισμούς. 'Ιδιαίτερη έμφαση δίνεται στις λήψεις του μηχανοστασίου.

20.4.3 Λήψη ξηράς.

Κάθε φορτηγό πλοίο μέ όλική χωρητικότητα πάνω από 1000 κόρους πρέπει νά έχει μιά τουλάχιστο λήψη ξηράς. **Η λήψη ξηράς** είναι έξάρτημα πού προσαρμόζεται στό δίκτυο πυρκαϊάς του πλοίου καί έπιτρέπει τήν ένεργοποίησή του μέ νερό πού παρέχεται από τήν ξηρά.

20.4.4 Φορητοί πυροσβεστήρες.

Άνάλογα με τό μέγεθος του πλοίου πρέπει νά υπάρχουν στους χώρους ένδειατήσεως καί ύπηρεσίας φορητοί πυροσβεστήρες τών όποιων ό άριθμός έξαρτάται άπό τό μέγεθος του πλοίου. Σέ καμία περίπτωση ό άριθμός αυτός δέν μπορεί νά είναι μικρότερος άπό πέντε.

20.4.5 Μόνιμα μέσα κατασβέσεως στά κύτη.

Στά άμπάρια κάθε φορητοῦ πλοίου μέ όλική χωρητικότητα πάνω άπό 2000 κόρους πρέπει νά υπάρχει ένα μόνιμο σύστημα κατασβέσεως πυρκαϊδς στά κύτη. Τό μόνιμο αυτό σύστημα πρέπει νά χρησιμοποιει βασικά **διοξείδιο του άνθρακα**. Κάτω άπό όρισμένες μόνο συνθήκες μπορεί νά επιτραπεί ή χρήση άλλου άερίου ή άτμου. Τά χειριστήρια γιά τήν κατάκλυση τών κυτῶν είναι συγκεντρωμένα σέ κάποια εύκολα προσιτή θέση έξω άπό τά κύτη.

Ειδικές διατάξεις προβλέπουν πότε οι παραπάνω άπαιτήσεις δέν είναι ύποχρεωτικές ή προβλέπουν πρόσθετες άπαιτήσεις όταν ένα πλοίο μεταφέρει έκρηκτικά.

20.4.6 Μόνιμα συστήματα κατασβέσεως σέ λεβητοστάσια.

Σέ πλοία μέ όλική χωρητικότητα πάνω άπό 1000 κόρους καί όπου υπάρχουν κύριοι ή βοηθητικοί λέβητες ή δεξαμενές κατακαθίσεως πετρελαίου, πρέπει νά υπάρχουν ένα άπό τά παρακάτω συστήματα κατασβέσεως:

- Μόνιμο σύστημα ραντίσεως μέ νερό.
- Μόνιμο σύστημα κατακλύσεως μέ άέριο (CO₂ ή άλλο).
- Μόνιμο σύστημα άφρου.

Άκόμη θά πρέπει νά υπάρχουν τουλάχιστο δύο φορητοί πυροσβεστήρες άφρου καί δοχεία μέ άμμο.

20.4.7 Μόνιμα μέσα κατασβέσεως σέ χώρους μέ μηχανές έσωτερικής καύσεως.

Πρέπει νά υπάρχει ένα τουλάχιστο, άπό τά παρακάτω συστήματα:

- Μόνιμο σύστημα ραντίσεως μέ νερό.
- Μόνιμο σύστημα κατακλύσεως μέ άέριο.
- Μόνιμο σύστημα άφρου.

Άκόμη πρέπει νά υπάρχει ένας, τουλάχιστο, φορητός πυροσβεστήρας άφρου τών 10 γαλονιών.

20.4.8 Στολές πυροσβέστη.

Κάθε πλοίο πρέπει νά έχει δύο τουλάχιστο στολές πυροσβέστη καί δύο άναπνευστικές μάσκες. Οι στολές αυτές θά πρέπει νά είναι άποθηκευμένες σέ εύκολα προσιτή θέση καί έτοιμες γιά χρήση.

20.5 Έξοδοι διαφυγής.

Στους χώρους ένδειατήσεως καί στους επανδρωμένους χώρους πρέπει νά υπάρχουν έξοδοι πού όδηγοῦν στίς σωσίβιες λέμβους.

Στό μηχανοστάσιο πρέπει νά υπάρχουν δύο έξοδοι διαφυγής.

20.6 Ειδικές διατάξεις μηχανοστασίου.

- α) Θά πρέπει νά υπάρχουν τρόποι απομονώσεως τῶν ἀνεμιστήρων πού τροφοδοτοῦν τό μηχανοστάσιο ἢ τά κύτῃ. Ἐπίσης δυνατότητες πλήρους ἀπομονώσεως τοῦ μηχανοστασίου (πόρτες, κάθοδοι, ἀναφωτίδα).
- β) Οἱ ἀνεμιστήρες τοῦ μηχανοστασίου καί ὅλα τά μηχανήματα πού ἔχουν σχέση μέ τό πετρέλαιο (ἀντλίες, φυγοκεντρικά καθαριστήρια), πρέπει νά διαθέτουν τηλεχειρισμό μέ τόν ὁποῖο νά ἐπιτυγχάνεται ἡ παύση τῆς λειτουργίας τους ἀπό, χωροῦ ἔξω ἀπό τό μηχανοστάσιο.
- γ) Ὅλες οἱ ἀναρροφήσεις ἀπό δεξαμενές ἀποθηκεύσεως, κατακαθίσεως ἢ ἡμερήσιας χρήσεως πετρελαίου, πού βρίσκονται πάνω ἀπό τό διπύθμενο, πρέπει νά ἔχουν βαλβίδες ἀπομονώσεως οἱ ὁποῖες νά κλείνουν ἀπό χωροῦ ἔξω ἀπό τό μηχανοστάσιο.

20.7 Ειδικές ἀπαιτήσεις γιά ἐπιβατικά πλοῖα.

Λόγω τοῦ μεγάλου ἀριθμοῦ ἐπιβατῶν, οἱ ἀπαιτήσεις προστασίας τῶν ἐπιβατικῶν πλοίων ἀπό πυρκαϊά εἶναι ἐξαιρετικά αὐξημένες σέ σύγκριση μέ τά φορτηγά.

Ἡ κεντρική ἰδέα τῆς πυρασφάλειας ἑνός ἐπιβατικοῦ πλοίου εἶναι ἡ ὑποδιαίρεσή του μέ κατακόρυφες φρακτές τύπου Α σέ **κατακόρυφες ζώνες πυρκαϊᾶς**. Ἐνα διάφραγμα θεωρεῖται τύπου Α, ὅταν:

- Εἶναι κατασκευασμένο ἀπό χάλυβα.
- Εἶναι ἐνισχυμένο ἐπαρκῶς.
- Δέν ἐπιτρέπει στό **πείραμα πυρκαϊᾶς** τή διέλευση πρὸς τήν **ἄλλη** πλευρά καπνοῦ ἢ φλόγας ἐπὶ μία ὥρα τουλάχιστο.
- Ἐμποδίζει τήν αὐξηση τῆς μέγιστης καί μέσης θερμοκρασίας στήν ἄλλη πλευρά κατὰ 180 καί 139°C πάνω ἀπό ἐκείνη τοῦ περιβάλλοντος. Διακρίνουμε διαφράγματα Α-60, Α-30, Α-15 καί Α-0.

Ἐκτός ἀπό τήν κατακόρυφη διαίρεση εἶναι δυνατή, μέσα στήν ἴδια κατακόρυφη ζώνη, ἡ διαίρεση τοῦ πλοίου σέ ὀριζόντιες ζώνες πυρκαϊᾶς μέ καταστρώματα τύπου Α.

Μέσα στήν ἴδια κατακόρυφη ζώνη οἱ φρακτές καί τά καταστρώματα πού δέν ἀπαιτεῖται νά εἶναι τύπου Α, εἶναι τύπου Β ἢ C (Ὁ τύπος C εἶναι ἀπλό διαχώρισμα ἀπό ἀκαυστα ὑλικά χωρὶς εἰδικές ἀπαιτήσεις, ὅπως συμβαίνει μέ τά τύπου Α καί Β).

Στά ὀχηματαγωγὰ πλοῖα, ἐπειδή δέν ἐφαρμόζεται, λόγω τῆς μορφῆς τους, ἡ διαίρεση σέ κατακόρυφες ζώνες, υπάρχουν ἄλλες ἐναλλακτικές διατάξεις πού ἔχουν κυρίως ὡς βάση τήν ὑπαρξη **συστημάτων ραντίσεως**.

Σέ ὅλους τοὺς χώρους ἐνδιαίτησεως καί ὑπηρεσίας ἀπαιτεῖται ἡ ὑπαρξη τόσο αὐτόματου συστήματος ραντίσεως ὅσο καί αὐτόματου συστήματος ἀνιχνεύσεως καί συναγερομοῦ πυρκαϊᾶς. Ἐπίσης εἰδική προστασία ἀπαιτεῖται στά κλιμακοστάσια.

Στοὺς ὑπόλοιπους χώρους τοῦ πλοίου ἰσχύουν ἀπαιτήσεις ἀνάλογες μέ ἐκείνες πού ἀναφέρθηκαν γιά τά φορτηγά πλοῖα ἀλλά σημαντικά αὐξημένες.

20.8 Πετρελαιοφόρα.

Οἱ κανονισμοὶ τῆς Συμβάσεως γιά τήν ἀσφάλεια τῆς ἀνθρώπινης ζωῆς στή θά-

λασσα περιέχουν αυξημένες απαιτήσεις προστασίας των *νέων* (νεοκατασκευασμένων) πετρελαιοφόρων εξαιτίας του εξαιρετικά μεγάλου κινδύνου πυρκαϊδας που αντιμετωπίζουν τα πλοία του τύπου αυτού. Οι κίνδυνοι για τα ήδη υπάρχοντα πλοία είναι οι ίδιοι, με τη διαφορά ότι τα προληπτικά μέτρα εφαρμόζονται δυσκολότερα. Οι πιο σημαντικές από τις απαιτήσεις για τα *νέα* πλοία είναι:

- Ιδιαίτερες απαιτήσεις διαχωρισμού των χώρων με φρακτές τύπου Α.
- Ιδιαίτερες κατασκευαστικές απαιτήσεις των διαφόρων συστημάτων.
- Ειδικές διατάξεις εξαερισμού των χώρων φορτίου.
- Ανάγκη ύπαρξης ειδικού και μόνιμου συστήματος άφρου στο κατάστρωμα για την προστασία του καταστρώματος και των δεξαμενών του φορτίου.
- Ανάγκη ύπαρξης συστήματος άδρανοϋς αερίου για τον ίδιο σκοπό.

Για περισσότερες λεπτομέρειες σχετικά με τα συστήματα προστασίας από πυρκαϊά των επιβατικών πλοίων και των πετρελαιοφόρων, θά πρέπει κανείς να ανατρέξει στους κανονισμούς της Συμβάσεως για την προστασία της ανθρώπινης ζωής στη θάλασσα.



ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΕΙΚΟΣΤΟ ΠΡΩΤΟ

ΠΡΟΣΤΑΣΙΑ ΑΠΟ ΔΙΑΡΡΟΗ

21.1 Γενικά.

Από τὰ 2520 πλοία πού χάθηκαν στήν περίοδο 1961-1969 (παράγρ. 20.1), τὰ 679, δηλαδή ποσοστό 27%, χάθηκαν από βύθιση ή ανατροπή. Αν λάβει κανείς υπόψη του ότι ένα μεγάλο ποσοστό από τίσ περιπτώσεις ανατροπής και τό σύνολο σχεδόν τών περιπτώσεων βυθίσεως όφείλεται σέ άπίωλεια τής ύδατοστεγανότητας του πλοίου, άντιλαμβάνεται εύκολα τή σημασία τών μέτρων πού αποβλέπουν στήν προστασία του πλοίου από διαρροή.

Η ύδατοστεγανότητα του πλοίου μπορεί νά χαθεϊ από άστοχία ή φθορά τών στοιχείων τής μεταλλικής κατασκευής του, από σύγκρουση μέ άλλο πλοίο ή από σύγκρουση στήν ξηρά και από προσάραξη.

Η άστοχία ή φθορά στοιχείων τής μεταλλικής κατασκευής μπορεί νά άποφευχθεϊ όταν ή κατασκευή είναι ικανοποιητική και όταν τό κέλυφος και τά δίκτυα πού έπικοινωνούν μέ τή θάλασσα συντηροϋνται. Η άποφυγή συγκρούσεων και προσάρξεων έξαρτώνται κυρίως άπό τήν ικανότητα του πλοιάρχου.

Μπορεί όμως τό πλοίο από τή σχεδίασή του νά διαθέτει *κάποιες* δυνατότητες περιορισμού τών παραπάνω ένδεχομένων έξασφαλίζοντας έτσι κατά πρώτο λόγο τήν έπιβίωση τών έπιβατών και του πληρώματος και κατά δεύτερο τή διάσωση του ίδιου του πλοίου και του φορτίου. Η έκταση τών παραπάνω δυνατοτήτων μεταβάλλεται ανάλογα μέ τόν προορισμό και τά χαρακτηριστικά του πλοίου.

Φυσικά θά πρέπει νά τονισθεϊ έδω ότι ***δσα μέσα και δυνατότητες και άν διαθέτει τό πλοίο, ή σωστή χρησιμοποίησή τους τήν ώρα πού θά χρειασθούν είναι εκείνη πού θά παίξει τόν πύ σημαντικό ρόλο για τή διάσωση ή του.***

Αν και τό ένδεχόμενο έσωτερικής διαρροής στό πλοίο (άπό κάποιο δίκτυο θάλασσας) είναι αρκετά πιθανό, έδω θά ασχοληθοϋμε μόνο μέ τίσ ***έξωτερικές διαρροές***, δηλαδή μέ εκείνες πού δημιουργούν άνεξέλεγκτη έπικοινωνία έσωτερικών χώρων του πλοίου μέ τό περιβάλλον.

Αν τό πλοίο δέν είχε στεγανή ύποδιαίρεση, κάθε έξωτερική διαρροή θά είχε ως άποτέλεσμα κατάκλυση του συνόλου τών έσωτερικών χώρων. Αυτό θά δημιουργούσε τέτοια αύξηση του βάρους ή τέτοια προβλήματα εύστάθειας του πλοίου πού ή βύθισή του ή ή ανατροπή του θά ήταν αναπόφευκτη.

Γι' αυτό τά πλοία μέ στεγανές φρακτές (μπουλμέδες), έχουν μία σημαντική έσωτερική ύποδιαίρεση πού συντελεϊ στόν περιορισμό:

- Του ύποβιβασμού του έπιπέδου εύστάθειας μετά τήν κατάκλυση.
- Τής ζημιάς στό φορτίο.
- Τής ύπέρμετρης διαφοράς διαγωγής.

— Τῆς ἀπώλειας ἐφεδρικής πλευστότητας.

Γιά νά ἔχει τό χρόνο τό πλήρωμα νά πάρει διάφορα διορθωτικά μέτρα σέ περίπτωση κατακλύσεως, θά πρέπει τό πλοῖο νά μπορέσει νά ἐπιπλεύσει μέ κάπως ἱκανοποιητική εὐστάθεια καί χωρίς ὑπερβολική ἐγκάρσια κλίση. "Όλα αὐτά ἴσως νά ἐξασφαλισθοῦν μόνο μέσω τῆς ἐσωτερικῆς στεγανῆς ὑποδιαιρέσεως τοῦ πλοίου.

Ἄπό τά παραπάνω προκύπτει καί ἡ ἰδιαίτερη σημασία πού ἀποδίδουν ὄλοι οἱ κανονισμοί προστασίας τοῦ πλοίου ἀπό διαρροή στή στεγανή ὑποδιάρθρωση σέ σχέση μέ τίς ὑπόλοιπες ἀπαιτήσεις (ἀντλίες, δίκτυα, ὑλικά στεγανοποιήσεως κλπ.).

21.2 Ἀπαιτήσεις στεγανῆς ὑποδιαιρέσεως φορτηγῶν πλοίων.

Σέ ἓνα φορτηγό πλοῖο πού ταξιδεύει φορτωμένο, οἱ ἐπιπτώσεις ἀπό τήν εἰσροή νεροῦ σέ ἓνα ἀπό γά κύτη του δέν εἶναι γενικά πολύ σημαντικές (ἐκτός ἀπό τή ζημιά στό φορτίο), γιατί λόγω τῆς ὑπάρξεως τοῦ φορτίου ἡ ποσότητα τοῦ νεροῦ πού μπορεῖ νά εἰσρεύσει στά κύτη του εἶναι περιορισμένη. "Όταν τό πλοῖο ταξιδεύει χωρίς φορτίο, ἡ ποσότητα τοῦ νεροῦ εἶναι μεγάλη, ἀλλά τότε τό πλοῖο ἔχει μεγαλύτερη ἐφεδρική πλευστότητα. Σημαντικές ἐπιπτώσεις στήν πλευστότητα καί εὐστάθεια μποροῦν νά ἔχουν χῶροι κάτω ἀπό τήν ἴσαλο πού δέν ἔχουν φορτίο, ὅπως π.χ. εἶναι τό μηχανοστάσιο.

Γιά τοὺς παραπάνω λόγους, οἱ κανονισμοί γιά τήν ἀσφάλεια τῆς ἀνθρώπινης ζωῆς στή θάλασσα δέν ἔχουν εἰδικές ἀπαιτήσεις γιά τή στεγανή ὑποδιάρθρωση τῶν φορτηγῶν πλοίων.

Ἄντίθετα οἱ Νηογνώμονες ἔχουν ὀρισμένες ἀπαιτήσεις. Γιά παράδειγμα, οἱ κανονισμοί τοῦ Lloyd's Register of Shipping προβλέπουν:

- Τήν ὑπαρξη ἐγκάρσιας στεγανῆς φρακτῆς προστασίας ἀπό σύγκρουση σέ ἀπόσταση ἀπό 5 ὡς 7,5% τοῦ μήκους πρὸς τήν πρύμνη ἀπό τό σημεῖο στό ὀποῖο ἡ ἴσαλος τέμνει τή στεῖρα.
- Τήν ὑπαρξη στεγανῆς ἐγκάρσιας φρακτῆς στήν πρύμνη πού θά ἐξασφαλίζει ὅτι τό σύστημα στεγανότητας τοῦ ἐλικοφόρου ἄξονα μπορεῖ νά περικλεισθεῖ σ' ἓνα στεγανό διαμέρισμα.
- Τήν ὑπαρξη πρόσθετων ἐγκάρσιων φρακτῶν σέ *λογικές* ἀποστάσεις μεταξύ τους, ὥστε νά συμπληρώνεται ὁ συνολικός ἀριθμός πού δείχνει ὁ πίνακας 21.2.1.

ΠΙΝΑΚΑΣ 21.2.1
Ἀριθμός φρακτῶν φορτηγῶν πλοίων

Μῆκος πλοίου σέ m		ΣΥΝΟΛΙΚΟΣ ΑΡΙΘΜΟΣ ΦΡΑΚΤΩΝ	
Ἀπό	Μέχρι	Μηχανοστάσιο στό μέσο	Μηχανοστάσιο στήν πρύμνη
90	105	5	5
105	115	6	5
115	125	6	6
125	145	7	6
145	165	8	7
165	190	9	8
190	καί πάνω	Καθορισμός κατά περίπτωση	

Ειδικές απαιτήσεις στεγανής υποδιαίρεσης καθορίζονται επίσης από τους κανονισμούς της γραμμής φορτώσεως για τό χαρακτηρισμό ενός φορτηγού πλοίου (όχι δεξαμενόπλοιο) με μήκος πάνω από 150 m ως πλοίου τύπου A*. Σ' αυτή την περίπτωση τό πλοίο θά πρέπει νά μπορεί νά υποστεί κατάκλυση ενός οποιοδήποτε κενού χώρου χωρίς:

- 'Η τελική Ίσαλος, μετά τήν κατάκλυση, νά είναι χαμηλότερη από οποιοδήποτε άνοιγμα πού θά μπορούσε νά προκαλέσει προοδευτική κατάκλυση.
- 'Η μέγιστη γωνία εγκάρσιας κλίσεως λόγω τής κατακλύσεως νά υπερβαίνει τής 15°.
- Τό τελικό, μετά τήν κατάκλυση, μετακεντρικό ύψος νά είναι θετικό.

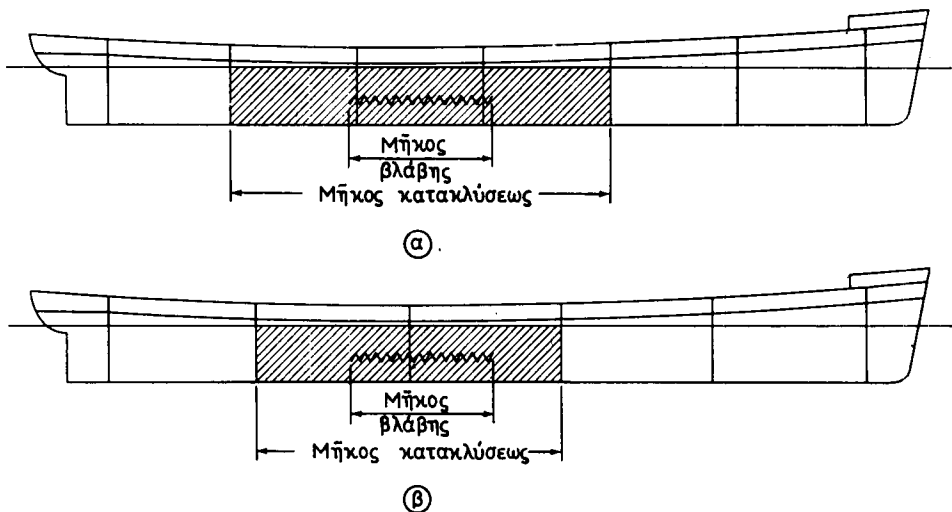
21.3 Απαιτήσεις στεγανής υποδιαίρεσης επιβατικών πλοίων.

Κάθε πλοίο πού μεταφέρει πάνω από 12 επιβάτες θεωρείται επιβατικό.

'Επειδή οι επιβάτες πού μεταφέρονται από τά επιβατικά πλοία είναι πολλοί καί όχι άπαραίτητα έξοικειωμένοι με τή θάλασσα, οι κανονισμοί για τήν ασφάλεια τής ανθρώπινης ζωής στη θάλασσα έχουν ειδικές απαιτήσεις για τή στεγανή υποδιαίρεση αυτών των πλοίων.

'Η Ίδανική απόσταση ανάμεσα σε δύο διαδοχικές εγκάρσιες στεγανές φρακτές θά πρέπει νά είναι λίγο μεγαλύτερη από τό μήκος ρήγματος. Σ' αυτή τήν περίπτωση ένα ρήγμα θά μπορούσε νά δημιουργήσει έπικοινωνία με τή θάλασσα ενός ή τό πολύ δύο στεγανών συνεχόμενων διαμερισμάτων [σχ. 21.3(β)].

Μικρότερη απόσταση των φρακτών από τό μήκος του ρήγματος, θά μπορούσε νά δημιουργήσει έπικοινωνία με τή θάλασσα τριών συνεχόμενων στεγανών διαμερισμάτων [σχ. 21.3(α)].



Σχ. 21.3.

Μήκος κατακλύσεως σε σχέση με μήκος βλάβης. α) Απόσταση φρακτών λίγο μικρότερη από τό μήκος βλάβης. β) Απόσταση φρακτών λίγο μεγαλύτερη από τό μήκος βλάβης.

* Ο χαρακτηρισμός πλοίο τύπου A έπεξηγείται στο κεφάλαιο 26.

Ἐπίσης πολύ μεγαλύτερη απόσταση φρακτῶν ἀπὸ τὸ μήκος ρήγματος, δημιουργεῖ τὴν ἐπικοινωνία μὲ τὴ θάλασσα μεγαλύτερου μήκους τοῦ πλοίου.

Ἐπειδὴ τὸ μήκος ἑνὸς ρήγματος δὲν εἶναι γνωστὸ καὶ ἐπειδὴ κατὰ τὴ διαμόρφωση τῆς στεγανῆς ὑποδιαιρέσεως τοῦ πλοίου θὰ πρέπει νὰ λαμβάνεται ὑπόψη καὶ ἡ ἐξασφάλιση ἱκανοποιητικῆς λειτουργικότητάς τους, ἔχει ἐπικρατήσει, ἄλλωστε προκύπτει καὶ ἀπὸ τὴν ἐφαρμογὴ τῶν κανονισμῶν τῆς διεθνοῦς συμβάσεως γιὰ τὴν ἀσφάλεια τῆς ἀνθρώπινης ζωῆς στὴ θάλασσα, ὁ καθορισμὸς μιᾶς μέγιστης ἀποστάσεως μεταξύ τῶν φρακτῶν τοῦ πλοίου.

Γιὰ τὴ στοιχειώδη κατανόηση τῶν σχετικῶν κανονισμῶν ἀπαιτοῦνται οἱ παρακάτω ὁρισμοί:

– **Κατάστρωμα στεγανῆς ὑποδιαιρέσεως (Bulkhead deck):**

Εἶναι τὸ ἀνώτερο συνεχές κατάστρωμα μέχρι τὸ ὁποῖο φθάνουν οἱ στεγανές φρακτές.

– **Γραμμὴ ὀρίου βυθίσεως (Margin line):**

Εἶναι μία νοητὴ γραμμὴ πού βρίσκεται 76 mm κάτω ἀπὸ τὴν ἀνώτερη ὄψη τοῦ καταστρώματος στεγανῆς ὑποδιαιρέσεως στὴν πλευρά.

– **Διαχωρητότητα (Permeability) ἑνὸς χώρου.**

Εἶναι τὸ ποσοστὸ κατὰ τὸ ὁποῖο μπορεῖ νὰ γεμίσει μὲ νερὸ ὁ χῶρος. Κενὸς χῶρος (χωρὶς ἐσωτερικὲς ἐνισχύσεις) ἔχει διαχωρητότητα 100% ἐνῶ χῶρος γεμάτος ὑγρὸ 0%.

– **Κατακλύσιμο μήκος (Floodable length):**

Τὸ μήκος ἑνὸς θεωρητικοῦ διαμερίσματος ἢ κατάκλυση τοῦ ὁποῖου θὰ φέρεται τὸ πλοῖο σὲ κάποια ἴσαλο πού θὰ ἐφάπτεται στὴ γραμμὴ ὀρίου βυθίσεως.

– **Καμπύλη κατακλύσιμων μηκῶν (Floodable length curve):**

Μία καμπύλη πού δείχνει πόσο εἶναι τὸ κατακλύσιμο μήκος σὲ κάθε σημεῖο κατὰ μήκος τοῦ πλοίου. Ἡ καμπύλη κατακλύσιμων μηκῶν ἑνὸς πλοίου φαίνεται στὸ σχῆμα 8.3α καὶ προκύπτει ἀπὸ μιὰ σειρά γεωμετρικῶν ὑπολογισμῶν πού ξεφεύγουν ἀπὸ τὰ ὄρια αὐτοῦ τοῦ βιβλίου.

– **Δείκτης κριτηρίου (Criterion numeral).**

Ἕνας ἀριθμὸς πού ὑπολογίζεται σύμφωνα μὲ τοὺς κανονισμοὺς τῆς συμβάσεως προστασίας τῆς ἀνθρώπινης ζωῆς στὴ θάλασσα καὶ ἐξαρτᾶται ἀπὸ τὴν κατανομὴ τῶν χώρων τοῦ πλοίου ἀνάμεσα στὸ μηχανοστάσιο καὶ στοὺς χώρους ἐπιβατῶν πάνω καὶ κάτω ἀπὸ τὴ γραμμὴ ὀρίου βυθίσεως.

– **Συντελεστὴς ὑποδιαιρέσεως (Factor of subdivision).**

Ἕνας συντελεστὴς μὲ τιμὴ ἴση ἢ μικρότερη ἀπὸ τὴ μονάδα, ὁ ὁποῖος ὅταν πολλαπλασιάζεται μὲ τὸ κατακλύσιμο μήκος, σὲ ὁποιοδήποτε σημεῖο κατὰ μήκος τοῦ πλοίου, δίνει τὸ μέγιστο ἐπιτρεπόμενον μήκος διαμερίσματος πού ἔχει μέσο τὸ ἀντίστοιχο σημεῖο. Ὁ συντελεστὴς αὐτός:

– Ἐλαττώνεται ὅσο αὐξάνεται τὸ μήκος τοῦ πλοίου.

– Αὐξάνεται ὅταν ὁ κύριος σκοπὸς τοῦ πλοίου εἶναι πιὸ πολὺ ἢ μεταφορὰ ἐπιβατῶν καὶ λιγότερο ἢ μεταφορὰ φορτίων.

Μὲ τὴν ἐφαρμογὴ τῶν κανονισμῶν τῆς συμβάσεως γιὰ τὴν ἀσφάλεια τῆς ἀνθρώπινης ζωῆς στὴ θάλασσα βρίσκεται ὁ συντελεστὴς ὑποδιαιρέσεως καὶ στὴ συνέχεια προκύπτει, ἀπὸ τὴν καμπύλη κατακλύσιμων μηκῶν, ἡ **καμπύλη ἐπιτρεπομένων μηκῶν διαμερισμάτων**.

Οἱ στεγανές φρακτές τοῦ πλοίου θὰ πρέπει νὰ εἶναι ἔτσι τοποθετημένες, ὥστε ἡ ἀπόστασή τους νὰ μὴν εἶναι μεγαλύτερη ἀπὸ ἐκείνη πού προκύπτει ἀπὸ τὴν πα-

ραπάνω καμπύλη για τό μέσο του διαμερισματος.

Όταν ή τιμή του συντελεστή ύποδιαίρέσεως είναι ή μονάδα, ή καμπύλη έπιτρεπομένων μηκών συμπίπτει μέ τήν καμπύλη κατακλυσίμων μηκών.

Όλα τά παραπάνω άφορούν μόνο τήν πλευστότητα του πλοίου. Η στεγανή όμως ύποδιαίρεση του πλοίου έπηρεάζεται καί από τίς άπαιτήσεις ευστάθειας μετά από βλάβη. Τό σύνολο τών άπαιτήσεων πού πρέπει νά έκπληρώνει (μετά τήν κατάκλυση) ένα έπιβατικό πλοίο, σύμφωνα μέ τούς κανονισμούς, είναι:

- α) Η Ίσαλος μετά τήν κατάκλυση δέν πρέπει νά βρίσκεται σέ κανένα σημείο πάνω από τή γραμμή όριου βυθίσεως.
- β) Σέ περίπτωση συμμετρικής κατακλύσεως, τό μετακεντρικό ύψος πού άπομένει δέν πρέπει νά είναι λιγότερο από 0,05 m.
- γ) Σέ περίπτωση άσύμμετρης κατακλίσεως, ή έγκάρσια κλίση δέν πρέπει νά υπερβαίνει τίς 7°.

Γιά νά εξασφαλισθούν οι παραπάνω άπαιτήσεις γίνονται διάφοροι ύπολογισμοί τών όποιων τά άποτελέσματα περιλαμβάνουν συνήθως καί διάφορους περιορισμούς στή χρησιμοποίηση του πλοίου πού είναι (κατά τούς ύπολογισμούς) αναγκαίοι για νά μπορέσουν σέ περίπτωση κατακλύσεως νά ίκανοποιηθούν οι άπαιτήσεις. Οι περιορισμοί αυτοί μέ τή μορφή κειμένου ή καί διαγραμμάτων δίνονται στον πλοίαρχο. **Η τήρηση τών περιορισμών από τον πλοίαρχο έχει τεράστια σημασία στην προστασία του πλοίου από τό ένδεχόμενο διαρροής καί είναι ύποχρεωτική.** Στους περιορισμούς καθορίζονται λεπτομέρειες, όπως τό μέγιστο καί έλάχιστο βύθισμα του πλοίου, ή θέση του κέντρου βάρους κατά τήν κατακόρυφο, ό τρόπος χρησιμοποίησης τών δεξαμενών κ.ά.

21.4 Πρακτικά μέτρα προστασίας από ένδεχόμενη διαρροή.

Στά προηγούμενα δόθηκε, πολύ συνοπτικά, τό θεωρητικό μέρος τών μέτρων προστασίας από τό ένδεχόμενο διαρροής. Σέ πάρα πολλά πλοία όμως ή στεγανή ύποδιαίρεση πού φαίνεται στα σχέδια του πλοίου δέν ύπάρχει στήν πράξη. Τό έπίπεδο έπομένως τής προστασίας είναι πολύ χαμηλό.

Τά πληρώματα καί ιδιαίτερα οι Άξιωματικοί τών πλοίων θά πρέπει για τήν προστασία από διαρροή νά έχουν ύπόψη τους τά παρακάτω σημεία:

- Έξοικείωση μέ τίς δυνατότητες προστασίας του πλοίου καί μέ τούς άπαραίτητους περιορισμούς στή χρησιμοποίησή του.
- Έξοικείωση μέ τά μέσα καταπολεμήσεως διαρροής καί μέ τή γενική διάταξη του πλοίου καί τών συστημάτων του.
- Σχολαστική διατήρηση τής ύδατοστεγανότητας του πλοίου, φρακτές σέ καλή κατάσταση καί στεγανές θύρες κλειστές όπως προβλέπεται.
- Φόρτωση όπως προβλέπεται από τίς μελέτες καί τά σχέδια.
- Φόρτωση ύγρων στις δεξαμενές καθώς καί ύγρου έρματος όπως προβλέπεται από τίς μελέτες καί τά σχέδια.
- Παρακολούθηση τών στοιχείων ευστάθειας του πλοίου.
- Άποφυγή προσθήκης μή προβλεπομένων βαρών στο κατάστρωμα ή σέ ψηλότερα σημεία.
- Ύπαρξη στο πλοίο καί σχολαστική συντήρηση του ύλικού στεγανοποίησης διαρροών, όπως τσιμέντο ταχείας πήξεως καί ύλικό ύποστηλώσεως.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΕΙΚΟΣΤΟ ΔΕΥΤΕΡΟ

ΚΑΤΑΠΟΛΕΜΗΣΗ ΠΥΡΚΑΪΑΣ

22.1 Γενικά για τή φωτιά.

Γιά τή δημιουργία καί συντήρηση τής φωτιάς είναι απαραίτητη ή ύπαρξη τριῶν στοιχείων (*χημικό τρίγωνο*). Τά στοιχεῖα αὐτά εἶναι, ή καύσιμη ὕλη, ή ὕψηλή θερμοκρασία καί τό ὀξυγόνο. Ὁ ἔλεγχος καί ή κατάσβεση τής πυρκαϊᾶς στηρίζεται στήν ἐξαφάνιση ἑνός ἀπό τά τρία στοιχεῖα.

Γιά τίς ἀνάγκες αὐτοῦ τοῦ κεφαλαίου *καύσιμη ὕλη* εἶναι ἐκείνη πού ἀναφλέγεται ὅταν ή θερμοκρασία της ὑπερβεῖ τό σημεῖο ἐναύσεως. Κατά τή χημική ἀντίδραση τής καύσεως παράγεται θερμότητα πού ἀνεβάζει προοδευτικά τή θερμοκρασία τής καύσιμης ὕλης, μέ ἀποτέλεσμα τή ραγδαία ἐξάπλωση τής πυρκαϊᾶς. Τά χημικά στοιχεῖα τής καύσιμης ὕλης πού καίγονται εἶναι ὁ ἀνθρακας, τό ὕδρογόνο κ.ἄ. *Τά προϊόντα τής καύσεως περιέχουν κυρίως μονοξείδιο καί διοξείδιο τοῦ ἀνθρακα*. Τό διοξείδιο τοῦ ἀνθρακα δέν εἶναι τοξικό ἀλλά δημιουργεῖ ἀσφυξία ὅταν βρίσκεται σέ μεγάλη ποσότητα. *Τό μονοξείδιο τοῦ ἀνθρακα εἶναι ἐξαιρετικά δηλητηριώδες καί τοξικό ἀκόμη καί σέ πολύ μικρή ποσότητα*. Ἐπίσης εἶναι εὐφλεκτο καί ἐκρηκτικό. Γιά τήν ἀντιμετώπιση τῶν προβλημάτων ἀναπνοῆς σέ χῶρο πού ὑπάρχει μονοξείδιο τοῦ ἀνθρακα εἶναι ἀπαραίτητη ή χρησιμοποίηση μάσκας ὀξυγόνου. Παραμένει ὁμως πάντοτε ὁ κίνδυνος τής ἐκρήξεως.

Θερμοκρασία ἐναύσεως.

Γιά νά ἀναφλεγεῖ ή καύσιμη ὕλη θά πρέπει νά ἔχει θερμοκρασία μεγαλύτερη ἀπό τή θερμοκρασία αὐτοεναύσεως (ignition temperature). Σ' αὐτή τή θερμοκρασία οἱ ἀτμοί τής καύσιμης ὕλης ἀναφλέγονται μόνοι τους ὅταν ὑπάρχει ὀξυγόνο. Φυσικά σέ ἄλλη χαμηλότερη θερμοκρασία, ή καύσιμη ὕλη ἀναφλέγεται καί συνεχίζει νά καίγεται (fire point) ὅταν ἔλθει σέ ἐπαφή μέ φλόγα.

Ἐνδεικτικά οἱ δύο παραπάνω θερμοκρασίες γιά τή βενζίνη εἶναι 260°C καί -20°C καί γιά τό πετρέλαιο 260°C καί 93°C.

Αἰτία τῶν ἐκρήξεων.

Κίνδυνος ἐκρήξεως ὑπάρχει ἀπό τή συγκέντρωση τοῦ ἀερίου τής καύσιμης ὕλης στόν ἀέρα σέ ἕνα κλειστό χῶρο. Γιά τή βενζίνη π.χ. ὅταν ή συγκέντρωση τῶν ἀερίων κυμαίνεται μεταξύ 1,6-6,0% κατά ὄγκο, ὑπάρχει κίνδυνος ἐκρήξεως. *Χαμηλότερη συγκέντρωση κάνει τό μίγμα πολύ φτωχό, ἐνώ ψηλότερη πολύ πλούσιο*. Καί στίς δύο περιπτώσεις ὁμως δέν ἔχομε ἐκρηξη.

Μή παροχή καύσιμης ύλης.

Στήν περίπτωση αυτή, τό προσωπικό καταπολεμήσεως τῆς πυρκαϊᾶς προσπαθεῖ νά ἐμποδίσει, κλείνοντας τίς κατάλληλες βαλβίδες, τήν παροχή καύσιμης ύλης στήν περιοχή τῆς πυρκαϊᾶς. Ἐπίσης ἐπιδιώκει τήν ἀπομάκρυνση τῶν στερεῶν ὑλῶν ἀπό τό χῶρο.

Ἀφαίρεση θερμότητας.

Αὐτή ἡ προσπάθεια ἔχει ὡς στόχο τή μείωση τῆς θερμοκρασίας στό χῶρο τῆς πυρκαϊᾶς καί τήν παρεμπόδιση τῆς αὐξήσεως τῆς θερμοκρασίας σέ ἄλλους χώρους. Τά μέσα μέ τά ὁποῖα ἐπιτυγχάνεται εἶναι ἡ σωστή χρήση τῶν δικτύων ἀερισμοῦ-ἐξαερισμοῦ, ἡ παροχή νεροῦ καί ἡ χρήση μηχανικοῦ ἀφροῦ.

Ἐλεγχος τῆς παροχῆς ἀέρα.

Οἱ προσπάθειες πρὸς αὐτή τήν κατεύθυνση ἀποσκοποῦν εἴτε στήν ἀραίωση τοῦ ἀέρα εἴτε στήν ἀπομόνωση τῆς καύσιμης ύλης ἀπό τόν ἀέρα.

Γιά τήν πρώτη περίπτωση χρησιμοποιεῖται διοξειδίο τοῦ ἀνθρακα τό ὁποῖο σέ ἓνα κλειστό χῶρο ἐλαττώνει τή συγκέντρωση τοῦ ὀξυγόνου σέ βαθμό πού νά μὴν ἐπιτρέπει τή συντήρηση φλόγας.

Ἡ ἀπομόνωση τῆς καύσιμης ύλης ἀπό τόν ἀέρα μπορεῖ νά γίνει μέ κάλυψή της μέ ἀφρό. Ἡ μέθοδος αὐτή μπορεῖ νά εἶναι ἀποδοτικὴ κυρίως σέ πυρκαϊές ὑγρῶν καυσίμων.

Τύποι πυρκαϊῶν.

Οἱ πυρκαϊές πού παρουσιάζονται στά πλοῖα μποροῦν νά διακριθοῦν, ἀνάλογα μέ τήν καύσιμη ύλη, σέ τρεῖς κατηγορίες.

Κατηγορία Α.

Πυρκαϊές στερεῶν κοινῶν καυσίμων ὑλῶν, ὅπως τά στρώματα, τά χαρτιά καί τά ξύλα.

Κατηγορία Β.

Πυρκαϊές ὑγρῶν καυσίμων ὑλῶν, ὅπως βενζίνη καί πετρέλαιο.

Κατηγορία Γ.

Πυρκαϊές σέ ἠλεκτρικές ἐγκαταστάσεις, ὅπως πίνακες καί μετασχηματιστές. Σ' αὐτή τή περίπτωση, ἡ χρήση τῶν μέσων πυροσβέσεως θά πρέπει νά γίνει κατά τρόπο πού νά ἐξασφαλίζει τούς πυροσβέστες ἀπό τό ἐνδεχόμενο ἠλεκτροπληξίας.

22.2 Μέσα καταπολεμήσεως πυρκαϊᾶς.

α) Χρήση νεροῦ.

Τό νερό εἶναι τό κύριο μέσο πού χρησιμοποιεῖται γιά τήν καταπολέμηση τῆς πυρκαϊᾶς γιατί διατίθεται εὐκόλα καί σέ μεγάλες ποσότητες στά πλοῖα καί μπορεῖ νά φέρει τίς περισσότερες καύσιμες ὑλές κάτω ἀπό τή θερμοκρασία καύσεως. Ἡ καλύτερη χρήση τοῦ νεροῦ γι' αὐτό τό σκοπό εἶναι μέ τή μορφή ὀμίχλης πού δημιουργεῖται ἀπό ἓνα ἀκροσωλήνιο ὀμίχλης. Μέ αὐτό τόν τρόπο τό νερό διασπᾶται σέ μικρές σταγόνες πού ἔρχονται σέ ἐπαφή μέ τό θερμό περιβάλλον, ἀτμοποιοῦνται καί ἔτσι ἀπορροφοῦνται μεγάλες ποσότητες θερμότητας. Ἐπιπλέον τό στρώμα

άτμου που σχηματίζεται εμποδίζει και την επαφή της καύσιμης ύλης με τον αέρα. Το νερό χρησιμοποιείται κυρίως για την καταπολέμηση πυρκαϊδών τύπου Α.

β) Χρήση όμιχλης.

Νερό με τη μορφή όμιχλης μπορεί να χρησιμοποιηθεί και για την καταπολέμηση πυρκαϊών τύπου Γ. Επί πλέον η όμιχλη σχηματίζει ένα προστατευτικό στρώμα μεταξύ της φωτιάς και του πυροσβέστη που εμποδίζει τις επιδράσεις της υψηλής θερμοκρασίας και του καπνού.

Σε διαμερίσματα μέσα στα οποία η πυρκαϊά έχει φθάσει σε πλήρη εξέλιξη, μπορεί να χρησιμοποιηθεί το νερό με τη μορφή όμιχλης για να ψύξει την όροφή του διαμερίσματος μέσω των διαφόρων ανοιγμάτων.

γ) Χρήση άφρου.

Οι πυρκαϊές υγρών καυσίμων (τύπος Β) καταπολεμούνται συνήθως με τη μέθοδο της απομονώσεως καύσιμης ύλης και αέρα με τη βοήθεια ενός στρώματος άφρου. Για πολύ μικρές πυρκαϊές μπορεί να χρησιμοποιηθεί μία κουβέρτα ή άμμος για την απομόνωση καύσιμης ύλης και αέρα.

Ανάλογα με τον τρόπο δημιουργίας του διακρίνομε δύο είδη άφρου:

- Το **χημικό άφρο**, που δημιουργείται από την αντίδραση χημικών που έχουν τη μορφή σκόνης σε νερό.
- Το **μηχανικό άφρο**, που δημιουργείται από τη μηχανική ανάδευση υγρού άφρου με νερό σε αέρα.

δ) Χρήση αερίων.

Η χρήση αερίων άποσκοπεί στην ελάττωση της συγκεντρώσεως του όξυγόνου σε τέτοιο βαθμό που να μην είναι δυνατή η συντήρηση της πυρκαϊάς. Το αέριο που χρησιμοποιείται γι' αυτό τό σκοπό είναι συνήθως, τό διοξείδιο του άνθρακα (CO₂). Τό διοξείδιο του άνθρακα είναι άδρανές και δέν δημιουργεί προβλήματα όταν έλθει σ' επαφή με τά διάφορα συστήματα του πλοίου. Είναι κακός άγωγός του ήλεκτρισμού και γι' αυτό μπορεί να χρησιμοποιηθεί σε ήλεκτρικής προελεύσεως πυρκαϊές χωρίς κίνδυνο ήλεκτροπληξίας.

Τό διοξείδιο του άνθρακα φυλάγεται συνήθως σε συστοιχίες από φιάλες σε άτμοσφαιρική θερμοκρασία και πίεση 60 περίπου άτμόσφαιρες. Στίς συνθήκες αυτές τό 2/3 του όγκου του είναι σε υγρή κατάσταση. Κατά τη χρησιμοποίησή του έχει τη μορφή χιονιοϋ.

Σε πυρκαϊές υγρών καυσίμων σε περιορισμένους χώρους μπορεί να χρησιμοποιηθεί και άτμός για την ελάττωση της συγκεντρώσεως του όξυγόνου.

22.3 Τά συστήματα άερισμού-έξαερισμού και έξαντλήσεως και ή πυρκαϊά.

22.3.1 Συστήματα άερισμού-έξαερισμού.

Η σωστή χρήση των συστημάτων άερισμού-έξαερισμού του πλοίου μπορεί να έμποδίσει την έξάπλωση της πυρκαϊάς. Αντίθετα λανθασμένη χρήση των παραπάνω συστημάτων μπορεί να συντελέσει στη γρήγορη έξάπλωσή της.

Ός γενική άρχή μπορούμε να πούμε ότι ή **παροχή άέρα σ' ένα χώρο που υπάρχει πυρκαϊά πρέπει να διακοπεί με κάθε τρόπο**. Ένω ή λειτουργία του συστήματος έξαερισμού από τόν παραπάνω χώρο μπορεί να φέρει καπνούς και φλόγες σε άλλα

διαμερίσματα του πλοίου. Καπνοί και φλόγες μπορούν να μεταφερθούν σε άλλους χώρους ακόμη και όταν τα δίκτυα δέ λειτουργούν. Γι' αυτό πρέπει να γίνονται σ' αυτά οι απαραίτητες απομονώσεις.

Για τους παραπάνω λόγους απαιτείται η πλήρης κατανόηση της λειτουργίας των δικτύων άερισμού και εξαερισμού από τον έπικεφαλής της ομάδας καταπολεμήσεως της πυρκαϊάς και η σωστή χρησιμοποίησή τους.

22.3.2 Συστήματα έξαντλήσεως.

Κατά την προσπάθεια κατασβέσεως της πυρκαϊάς μεγάλες ποσότητες νερού ρίχνονται στο έσωτερικό του πλοίου. Άν δέν υπάρξει μέριμνα για την αφαίρεση αυτών των ποσοτήτων, τό πλοίο ένδέχεται να αντιμετώπισει προβλήματα πλευστότητας και εύστάθειας. Για τό λόγο αυτό παράλληλα μέ τίς προσπάθειες κατασβέσεως θά πρέπει να οργανωθεί και η έξάντληση των χώρων του πλοίου μέ τά μόνιμα και φορητά μέσα έξαντλήσεως.

22.4 Ήλεκτρικά συστήματα και πυρκαϊά.

Μία από τίς πρώτες φροντίδες του έπικεφαλής της ομάδας κατασβέσεως της πυρκαϊάς είναι η ήλεκτρική απομόνωση των συστημάτων πού υπάρχουν στό χώρο πού έκδηλώνεται η πυρκαϊά.

Μέ αυτό τον τρόπο περιορίζεται ο κίνδυνος ήλεκτροπληξίας και δημιουργίας έκρήξεως από ήλεκτρικό σπινθήρα.

22.5 Κατάσβεση πυρκαϊάς.

Πρίν από την άνάληψη όποιασδήποτε προσπάθειας για την κατάσβεση μιås πυρκαϊås, θά πρέπει να γίνουν γνωστά τά παρακάτω στοιχεία:

- Πού είναι η πυρκαϊά.
- Τί καίγεται.
- Ποιά είναι η έκταση της πυρκαϊås, δηλαδή πού μπορούν να τεθούν τά όρια μη εξαπλώσεως της πυρκαϊås.

Μέ βάση τά παραπάνω στοιχεία και γνώση γενικά των λεπτομερειών του πλοίου θά ληφθούν αποφάσεις σχετικά μέ:

- Τίς καύσιμες ύλες πού υπάρχουν γύρω από τό χώρο της πυρκαϊås και πού πρέπει να απομακρυνθούν.
- Τούς αναγκαίους χειρισμούς και απομονώσεις πού πρέπει να γίνουν στά συστήματα άερισμού-έξαερισμού.
- Τή μέθοδο κατασβέσεως πού θά εφαρμοσθεϊ.
- Τόν τρόπο πού θά έμποδισθεϊ η έξάπλωση της πυρκαϊås.
- Τόν τρόπο πού θά εξασφαλισθεϊ η εύστάθεια και πλευστότητα του πλοίου.

Άμέσως μετά την λήψη απόφάσεως πάνω στά παραπάνω θέματα και μέ βάση τά διατιθέμενα στό πλοίο συστήματα, θά πρέπει να έπιχειρηθεϊ ο περιορισμός της έξαπλώσεως και η κατάσβεση της πυρκαϊås.

Οι προσπάθειες περιορισμού της επέκτάσεως της πυρκαϊås και η κατάσβεσή της θά πρέπει να πραγματοποιηθούν μέ τή μέγιστη δυνατή ταχύτητα, πρίν η επέκταση της πυρκαϊås κάνει την κατάσβεση της έξαιρετικά δύσκολη.

Θά πρέπει να τονισθεϊ ότι οι **προσπάθειες για τή μη επέκταση της πυρκαϊås εί-**

να Ίσης σπουδαιότητας μέ τις προσπάθειες κατασβέσεως. Οι δύο προσπάθειες πρέπει νά γίνονται ταυτόχρονα.

Στίς περισσότερες περιπτώσεις, μετά τήν κατάσβεση τής κύριας πυρκαϊᾶς παραμένουν ἐστίες πού μπορούν εύκολα νά προκαλέσουν τήν ἀναζωπύρωσή της.

Γιά τό λόγο αὐτό ἡ κατάσβεση θά πρέπει νά συνεχισθεῖ μέχρις ὅτου ὕστερα ἀπό λεπτομερή ἐπιθεώρηση, διαπιστωθεῖ ὅτι δέν ὑπάρχει οὔτε ἡ παραμικρή πιθανότητα ἀναζωπυρώσεως.

Πρὶν ἀπό τήν εἴσοδο τῆς ὁμάδας στό χῶρο τῆς πυρκαϊᾶς θά πρέπει νά πραγματοποιηθεῖ ἐκτεταμένος ἐξαερισμός τοῦ χῶρου, μέ φορητά κυρίως μέσα τά ὁποῖα μπορούν καί ἀναρροφούν χωρίς νά εἶναι ἀνάγκη νά βρίσκονται μέσα στό χῶρο. Ἡ εἴσοδος πρέπει νά γίνεται πολύ προσεκτικά γιατί οἱ πιθανότητες ἀτυχήματος, λόγω τῆς καταστάσεως πού ἐπικρατεῖ στό χῶρο, εἶναι πολύ αὐξημένες.

22.6 Προληπτικά μέτρα.

α) Πρόληψη τῆς πυρκαϊᾶς.

Οἱ προσπάθειες κατασβέσεως πυρκαϊᾶς σέ ἕνα πλοῖο εἶναι κοπιαστικές, ἐπικίνδυνες καί τά ἀποτελέσματα ἀμφίβολα. Ἡ πρόληψη τῆς πυρκαϊᾶς μέ τή σχολαστική ἐφαρμογή τῶν κανονισμῶν σχετικά μέ τήν ὑπαρξη εὐφλέκτων ὑλῶν, τήν πραγματοποίηση ἐπιθεωρήσεως τῶν χώρων καί τήν καλή κατάσταση τῶν συστημάτων ἀνιχνεύσεως καί συναγερμού ἔχει τεράστια σημασία.

β) Κατάσταση τοῦ ὑλικοῦ πυροσβέσεως.

Τό ὑλικό πυροσβέσεως δέ χρησιμοποιεῖται συχνά καί γι' αὐτό ἡ συντήρησή του παραμελεῖται. Εὐκόλα ἀντιλαμβάνεται κανεῖς τή σημασία πού θά ἔχει ἡ μή δυνατότητα χρησιμοποίησεως τοῦ ὑλικοῦ τῆ μοναδική φορά πού θά χρειασθεῖ. Γιά τό λόγο αὐτό ἡ συντήρηση καί δοκιμή τῶν ὑλικῶν πρέπει νά γίνεται σωστά καί μέ σχολαστικότητα.

γ) Γνώση τοῦ ὑλικοῦ-γυμνάσια.

Ἐπιτυχημένη προσπάθεια κατασβέσεως σημαντικῆς πυρκαϊᾶς σέ ἕνα πλοῖο εἶναι ἀδύνατη χωρίς πλήρη γνώση τῆς διατάξεως τοῦ πλοίου, τῶν συστημάτων του καί τῶν μέσων πυροσβέσεως.

Τά παραπάνω μπορούν νά ἐξασφαλισθοῦν κυρίως μέ τήν πραγματοποίηση συχνῶν γυμνασίων πυρκαϊᾶς.

Γιά τήν ὅλη ὀργάνωση πού σχετίζεται μέ τήν καλή κατάσταση τοῦ ἐξοπλισμοῦ τοῦ πλοίου καί τήν πραγματοποίηση τῶν ἀπαραιτήτων γυμνασίων ὑπεύθυνος εἶναι ὁ πλοίαρχος κάθε ἐμπορικοῦ πλοίου. Οἱ ὑποχρεώσεις του καθορίζονται στό Διάταγμα 633/13-8-68 (ΦΕΚ 215/25-9-68, τεῦχος πρῶτο).

ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΕΙΚΟΣΤΟ ΤΡΙΤΟ

ΑΝΤΙΜΕΤΩΠΙΣΗ ΔΙΑΡΡΟΗΣ

23.1 Γενικά.

Τά μέτρα πού πρέπει νά ληφθοῦν γιά τήν ἀντιμετώπιση διαρροῆς σέ πλοῖο μποροῦν νά διαιρεθοῦν σέ δύο κατηγορίες. Στήν πρώτη κατηγορία ἀνήκουν ἐκεῖνα πού πρέπει νά γίνουν ἀμέσως, μέ σκοπό νά περιορισθεῖ ἡ διαρροή σέ ἐλεγχόμενα πλαίσια, δηλαδή ***νά ἀποφευχθεῖ ἡ προοδευτική ἀπώλεια τῆς ἐφεδρικής πλευστότητας ἢ ἡ συνεχῆς ἐπιδείνωση τῆς εὐστάθειας τοῦ πλοίου.***

Στή δεύτερη κατηγορία ἀνήκουν τά μέτρα πού θά πρέπει νά ληφθοῦν γιά νά ἐξουδετερωθοῦν τά δυσμενῆ ἀποτελέσματα τῆς εἰσροῆς νεροῦ μέσα στό πλοῖο.

Τά μέτρα τῆς πρώτης κατηγορίας, λόγω τῆς φύσεώς τους, θά πρέπει νά ληφθοῦν μέ μεγάλη ταχύτητα ἀμέσως μετά τή διαπίστωση μιᾶς διαρροῆς. Γιά τό λόγο αὐτό οἱ ἀξιωματικοί καί τά πληρώματα τῶν πλοίων θά πρέπει νά γνωρίζουν τούς πρακτικούς τρόπους περιορισμοῦ τῆς ἐκτάσεως μιᾶς διαρροῆς, ὥστε ἡ λήψη τῶν ἀπαραιτήτων μέτρων νά γίνεται πολύ γρήγορα. Ἀπό τά πιθανά μέτρα πού μποροῦν νά ληφθοῦν, μερικά ἔχουν σχέση μέ τό συγκεκριμένο πλοῖο, ὅπως εἶναι οἱ λεπτομέρειες τῆς στεγανῆς του ὑποδιαιρέσεως, καί ἄλλα εἶναι πρακτικά μέτρα γενικῆς ἐφαρμογῆς, ὅπως εἶναι οἱ διάφοροι τρόποι περιορισμοῦ τῆς ἐκτάσεως ἢ στεγανοποιήσεως μιᾶς διαρροῆς.

Τά μέτρα τῆς δεύτερης κατηγορίας ἀπαιτοῦν κυρίως τήν κατανόηση καί χρησιμοποίηση τῶν γενικῶν ἀρχῶν τῆς πλευστότητας καί εὐστάθειας, σέ συνδυασμό μέ τίς κατασκευαστικές καί σχεδιαστικές ἰδιομορφίες κάθε πλοίου. ***Ἡ λήψη ἀποφάσεως πάνω στό τί πρέπει νά γίνει γιά τήν ἐξουδετέρωση τῶν δυσμενῶν ἀποτελεσμάτων μιᾶς διαρροῆς, ἀνήκει στίς ἀρμοδιότητες τοῦ πλοίαρχου καί πρέπει νά βασίζεται στή σωστή ἐκτίμηση τῆς καταστάσεως μετά τή διαρροή καί στή γνώση τῶν δυνατοτήτων τοῦ πλοίου.*** Προϋπόθεση γιά τή λήψη τῆς σωστής ἀποφάσεως εἶναι ἡ γνώση καί σωστή χρησιμοποίηση τῶν ἀρχῶν τῆς πλευστότητας καί εὐστάθειας. ***Σέ ἀρκετές περιπτώσεις ἔχουν βυθιστεῖ ἢ ἀνατραπεῖ πλοῖα ἐξαιτίας κακῆς ἐκτιμήσεως ἀπό τόν πλοίαρχο τῶν διορθωτικῶν μέτρων γιά τήν ἐξουδετέρωση τῶν ἀποτελεσμάτων διαρροῆς.***

Γιά νά εἶναι δυνατή ἡ ***σύντομη μελέτη*** ἀπό τόν πλοίαρχο τῶν μέτρων πού πρέπει νά ληφθοῦν, ἐκτός ἀπό τή θεωρητική ἐξοικείωσή του σέ θέματα πλευστότητας καί εὐστάθειας, θά πρέπει νά ὑπάρχουν στή διάθεσή του σέ πολύ σύντομο χρόνο τό παρακάτω στοιχεῖα:

- Τό ὕδροστατικό διάγραμμα.
- Οἱ παραμετρικές καμπύλες εὐστάθειας (cross curves).
- Τά ἀποτελέσματα τοῦ πειράματος εὐστάθειας τοῦ πλοίου.

- Πληροφορίες για τή φόρτωση και τόν έρματισμό του πλοίου, μέ βάση τίς όποιες θά είναι δυνατή ή έκτίμηση τής διαμήκους και κατακόρυφης θέσεως του κέντρου βάρους.
- Πληροφορίες για κάθε στεγανό διαμέρισμα από τίς όποιες θά είναι δυνατός ό ύπολογισμός του όγκου, τής θέσεως του κέντρου όγκου και τής ελεύθερης επιφάνειας του διαμερίσματος (όγκομετρικά διαγράμματα).
- Για τά έπιβατικά πλοία, ή μελέτη κατακλύσεως και ή μελέτη ευστάθειας μετά από βλάβη.
- Σχέδια γενικής διατάξεως και τό σχέδιο δυνατοτήτων πλοίου (capacity plan).

23.2 Έπακόλουθα διαρροής.

Σέ περίπτωση διαρροής σ' ένα στεγανό διαμέρισμα του πλοίου μπορεί νά έχομε **πλήρη ή μερική** κατάκλυση του διαμερίσματος.

Ή κατάκλυση του διαμερίσματος θεωρείται **πλήρης**, όταν τό νερό γεμίσει τό διαμέρισμα από τόν πυθμένα μέχρι τήν όροφή του. Για νά είναι δυνατή ή πλήρης κατάκλυση ενός διαμερίσματος θά πρέπει νά είναι δυνατή ή διαφυγή του άέρα από τό ψηλότερο σημείο του διαμερίσματος. Περιπτώσεις πλήρους κατακλύσεως είναι συνηθισμένες, όταν έπικοινωνήσουν μέ τή θάλασσα διαμερίσματα του πλοίου που βρίσκονται άρκετά χαμηλά, ώστε ή τελική ίσαλος μετά τήν κατάκλυση νά καλύψει τήν όροφή τους.

Στήν περίπτωση πλήρους κατακλύσεως ενός διαμερίσματος τά έπακόλουθα από πλευράς πλευστότητας και ευστάθειας είναι:

- Μεταβολή τών βυθισμάτων και τής διαγωγής του πλοίου.
- Μεταβολή του μετακεντρικού ύψους και τής ευστάθειας γενικά.
- Έγκάρσια κλίση άν τό διαμέρισμα είναι ασύμμετρο ως προς τό επίπεδο συμμετρίας του πλοίου ή ύπάρχει άρνητικό μετακεντρικό ύψος.

Τά παραπάνω στοιχεία ύπολογίζονται άν θεωρήσουμε τήν εισροή του νερού ως μία προσθήκη βάρους ίσου μέ εκείνο του νερού που μπορεί νά γεμίσει τό διαμέρισμα του όποιου τό κέντρο βάρους βρίσκεται στην ίδια θέση που βρίσκεται και τό κέντρο όγκου του διαμερίσματος.

Έπειδή τό κέντρο βάρους τών πλοίων βρίσκεται συνήθως πάνω από τήν ίσαλο, ή πλήρης κατάκλυση ενός συμμετρικού διαμερίσματος κατά κανόνα βελτιώνει τήν ευστάθεια.

Ή κατάκλυση ενός διαμερίσματος θεωρείται **μερική**, όταν τό νερό που έχει μπει στο διαμέρισμα δέν έχει φθάσει μέχρι τήν όροφή. Άν μετά τή διαρροή τό ρήγμα στεγανοποιηθεί πρόχειρα και δέν ύπάρχει έπικοινωνία του έσωτερικού του διαμερίσματος μέ τή θάλασσα, ή μελέτη τών έπιπτώσεων τής κατακλύσεως μπορεί νά γίνει όπως και στην πλήρη κατάκλυση, μέ έπιπρόσθετη διόρθωση στην ευστάθεια λόγω τής ελεύθερης επιφάνειας του νερού στο διαμέρισμα. Άν τό ρήγμα παραμείνει θά πρέπει νά γίνει και μία άκόμη πρόσθετη διόρθωση λόγω ελεύθερης έπικοινωνίας του διαμερίσματος μέ τό νερό που περιβάλλει τό πλοίο.

Οί μέθοδοι για τήν πραγματοποίηση τών παραπάνω ύπολογισμών περιέχονται στο βιβλίο: «Ευστάθεια-Φορτώσεις» του Ίδρύματος Εύγενίδη.

Ίδιαίτερα ή έγκάρσια κλίση που παρουσιάζεται σε ένα πλοίο μετά από μία διαρροή μπορεί νά όφείλεται σε:

- Άσύμμετρη κατανομή βαρών.

- Άρνητικό μετακεντρικό ύψος.
- Άσύμμετρη κατανομή βαρών και ταυτόχρονα ύπαρξη άρνητικού μετακεντρικού ύψους.

Ή άσύμμετρη κατανομή βαρών μπορεί νά όφείλεται στην κατάκλιση ενός άσύμμετρου διαμερίσματος, στην κατάκλιση ενός συμμετρικού διαμερίσματος μέ άσύμμετρη κατανομή τών μηχανημάτων ή του φορτίου μέσα σ' αυτό, στη μετάγγιση ύγρων στην προσπάθεια νά ληφθούν μέτρα διασώσεως, σέ έκκένωση δεξαμενών πού έχουν ρήγματα πάνω από τήν ίσαλο ή σέ μετακίνηση βαρών.

Όταν ένα πλοίο παρουσιάζει εγκάρσια κλίση χωρίς νά υπάρχει άσύμμετρη κατανομή βαρών, τότε είναι πιθανό τό αίτιο τής κλίσεως νά έντοπισθεΐ στην ύπαρξη άρνητικού μετακεντρικού ύψους. Μιά τέτοια κατάσταση αναγνωρίζεται από τήν εμφάνιση εγκάρσιας κλίσεως χωρίς νά έπενεργεί κύμα ή άνεμος ή τό πηδάλιο του πλοίου και άκόμη από τήν εμφάνιση κλίσεως πότε πρός τή δεξιά και πότε πρός τήν άριστερή πλευρά του πλοίου, χωρίς νά έχουν μεταβληθεΐ οι έξωτερικές συνθήκες κύματος και άνέμου.

Ή δημιουργία άρνητικού μετακεντρικού ύψους μπορεί νά όφείλεται σέ πρόσθεση βάρους ψηλά, άφαίρεση βάρους από χαμηλά και κυρίως σέ δημιουργία μεγάλων έλευθέρων έπιφανειών μέσα στό πλοίο ως άποτέλεσμα τής διαρροής ή τών μέτρων άντιμετώπισεως τής.

Ή ύπαρξη άρνητικού μετακεντρικού ύψους όταν υπάρχει και άσύμμετρη κατανομή βαρών είναι αρκετά δύσκολο νά διαπιστωθεΐ στην πράξη. Μιά πιθανή ένδειξη άρνητικού μετακεντρικού ύψους είναι ο άργός διατοιχισμός, πού όμως δύσκολα μπορεί νά οδηγήσει σέ συμπεράσματα όταν τό πλοίο έχει μόνιμη εγκάρσια κλίση πρός τή μία πλευρά. Ύπόνοιες ύπαρξεως άρνητικού μετακεντρικού ύψους αποτελούν σ' αυτή τήν περίπτωση ή ύπαρξη μεγάλων έλευθέρων έπιφανειών ή δυσανάλογης πρός τά άσύμμετρα βάρη εγκάρσιας κλίσεως του πλοίου.

Έκτός από τίς έπιπτώσεις στην ευστάθεια και πλευστότητα του πλοίου, άλλοι τομείς πού έπηρεάζονται από τή διαρροή και θά πρέπει νά άπασχολήσουν τό προσωπικό πού άσχολεΐται μέ τήν άντιμετώπισή τής είναι:

- α) Ή άντοχή του πλοίου ως ράβδου μετά τήν εισροή του νερού και τή μεταβολή τής κατανομής του βάρους.
- β) Ή τοπική άντοχή έλασμάτων πού αποτελούν τά όρια τής περιοχής πού έχει κατακλυσθεΐ (φρακτές) κάτω από τήν έπήρεια τών πιέσεων πού άσκούνται πάνω σ' αυτά.
- γ) Ή θέση εκτός λειτουργίας διαφόρων μηχανημάτων και συσκευών λόγω τής κατακλύσεως.

23.3 Προληπτικά μέτρα για τήν άντιμετώπιση διαρροής.

Οι πιθανότητες διασώσεως ενός πλοίου σέ περιπτώσεις κατακλύσεως είναι έξαιρετικά άυξημένες αν πριν τήν εμφάνιση τής βλάβης τηρούνται μέ σχολαστικότητα τά κατάλληλα προληπτικά μέτρα.

Τό πρώτο και σπουδαιότερο από αυτά είναι ή **έξοικείωση του προσωπικού μέ τά μέσα για τήν άντιμετώπιση μιάς ένδεχόμενης βλάβης**, μέ τίς λεπτομέρειες τής στεγανής υποδιαίρεσεως του πλοίου, μέ τίς θεωρητικές γνώσεις για τήν πραγματο-

ποίηση γρήγορης έκτιμησης μιᾶς καταστάσεως καί μέ τίς πρακτικές δυνατότητες γιά τή στεγανοποίηση μικρῶν καί μεγάλων ανοιγμάτων.

Ἐκτός ἀπό τή γενική γνώση τοῦ πλοίου καί τῶν συστημάτων του καί τή γνώση ἀπό τούς ἀρμόδιους ἀξιωματικούς τοῦ πλοίου καί τόν πλοίαρχο τῶν στοιχείων πού περιέχονται στήν παράγραφο 23.1, πρέπει νά ὑπάρχει ἐνημέρωση καί γιά:

- α) Τά μέσα (μόνιμα καί φορητά) ἐξαντλήσεως τῶν χώρων τοῦ πλοίου καί τίς δυνατότητές τους.
- β) Τίς δυνατότητες ἀπορρίψεως φορτίου στή θάλασσα (ὅπως π.χ. φορτίο ἀπό τό κατάστρωμα).
- γ) Τίς δυνατότητες καί τά ἀποτελέσματα πληρώσεως διαφόρων χωρῶν μέ νερό (π.χ. γιά τήν ἐξουδετέρωση μιᾶς ἐγκάρσιας κλίσεως).

Εἶναι αὐτονόητο, (ἀλλά συχνά γίνονται παραλείψεις σ' αὐτόν τόν τομέα), ὅτι **ἡ στεγανή ὑποδιάρθρωση τοῦ πλοίου πρέπει νά εἶναι στεγανή καί στήν πραγματικότητα**. Ὅλες οἱ προσπάθειες γιά τήν ἀντιμετώπιση τῶν κινδύνων ἀπό κατάκλιση ἐνός χώρου προϋποθέτουν ὅτι ὄλα τά στεγανά διαφράγματα πού περιβάλλουν τήν περιοχή τῆς βλάβης θά ἐμποδίσουν τήν προοδευτική κατάκλιση καί τῶν ὑπολοίπων χώρων. **Ἄν οἱ στεγανές φρακτές τοῦ πλοίου δέν εἶναι πράγματι στεγανές οἱ πιθανότητες διασώσεώς του εἶναι πάρα πολύ μικρές.**

Ἰδιαίτερα οἱ μελέτες εὐστάθειας μετά ἀπό βλάβη τῶν ἐπιβατικῶν πλοίων συχνά περιέχουν περιορισμούς, ὅπως ἡ ὑποχρέωση μερικές δεξαμενές ὕγρου ἔρματος νά εἶναι μόνιμα γεμάτες, πού συχνά, ἐπειδή δημιουργοῦν δυσχέρειες στήν ἐκμετάλλευση καί λειτουργικότητα τοῦ πλοίου, δέν τηροῦνται. **Τέτοιες παραλείψεις ἔχουν τεράστια σημασία καί μπορεῖ νά ὀδηγήσουν σέ πολύνεκρα δυστυχήματα.**

23.4 Ἐκτίμηση καταστάσεως μετά τή διαρροή.

Ὅταν σέ ἓνα πλοῖο δημιουργηθεῖ γιά ὅποιονδήποτε λόγο, ἓνα ρῆγμα κάτω ἀπό τήν ἴσαλο, ἡ πείρα ἔχει ἀποδείξει ὅτι ὑπάρχουν γενικά δύο πιθανότητες:

α) Ἡ προοδευτική βύθιση, ἡ μεταβολή διαγωγῆς καί ἡ ἐγκάρσια κλίση αὐξάνονται συνεχῶς καί ὀδηγοῦν σέ πλήρη βύθιση ἢ ἀνατροπή τοῦ πλοίου μέσα σέ λίγα λεπτά.

β) Λίγα λεπτά μετά τό ἀτύχημα τό πλοῖο σταθεροποιεῖται σέ κάποια θέση. Σέ μερικές ἀπό αὐτές τίς περιπτώσεις τό πλοῖο τελικά βυθίζεται ἢ ἀνατρέπεται ἀρκετές ὥρες μετά. Χωρίς σχεδόν καμιᾶ ἐξαίρεση ἡ ὀλική ἀπώλεια τοῦ πλοίου σ' αὐτές τίς περιπτώσεις ὀφείλεται σέ **προοδευτική κατάκλιση** καί θά μπορούσε νά εἶχε ἀποφευχθεῖ ἂν εἶχαν ληφθεῖ τά κατάλληλα μέτρα πρὶν καί ἀμέσως μετά τή βλάβη.

Ἀμέσως μετά τή δημιουργία τοῦ ρήγματος πρέπει νά ληφθοῦν δύο πολύ οὐσιώδεις ἀποφάσεις. Πρῶτο ἂν οἱ ἐπιβάτες καί τό πλήρωμα θά πρέπει νά παραμείνουν στό πλοῖο ἢ θά πρέπει νά σημανθεῖ **ἐγκατάλειψη πλοίου** καί δεῦτερο ποιά διορθωτικά μέτρα πρέπει νά ληφθοῦν γιά νά βελτιωθεῖ ἡ κατάσταση.

Ἡ πρώτη ἀπόφαση λαμβάνεται ἀπό τόν πλοίαρχο καί ἀφορᾷ τή δυνατότητα διασώσεως τοῦ πλοίου, πλεῦσεώς του στό πλησιέστερο λιμάνι ἢ προσαράξεώς του. Ἡ δυνατότητα νά διασωθεῖ τό πλοῖο βρίσκεται σέ ἀμεση συνάρτηση μέ τή δυνατότητα νά **σταματήσει ἡ προοδευτική κατάκλιση**. Ἐφόσον αὐτό ἐπιτευχθεῖ, εἶναι δυνατό μέ τά μόνιμα καί φορητά μέσα ἐξαντλήσεως νά ἐξαντληθεῖ τό νερό καί κυρίως νά ἐλαττωθοῦν οἱ ἐλεύθερες ἐπιφάνειες.

Στή λήψη τῆς ἀποφάσεως τοῦ πλοίαρχου γιά ἐγκατάλειψη ἢ ὀχι τοῦ πλοίου θά πρέπει νά συνεκτιμηθοῦν καί τά παρακάτω:

α) Πιθανότητα άνατροπής του πλοίου άκόμη και όταν δέν υπάρχει έγκάρσια κλίση.

Ή πιθανότητα αυτή υπάρχει όταν έχει δημιουργηθεί άρνητικό μετακεντρικό ύψος. Ένδειξεις μιάς τέτοιας πιθανότητας είναι ή ύπαρξη μεγάλων έλευθέρων έπιφανειών και κυρίως ό τρόπος μέ τό όποιο διατοιχίζεται τό πλοιο. Άν τό πλοιο πραγματοποιεί άργό διατοιχισμό και παραμένει γιά άρκετό χρόνο στίς μέγιστες γωνίες (κρεμάει), είναι πολύ πιθανό νά έχομε άρνητικό μετακεντρικό ύψος.

β) Πιθανότητα άνατροπής όταν υπάρχει μόνιμη έγκάρσια κλίση.

Ή πιθανότητα αυτή είναι άρκετά σημαντική και μπορεί νά άξιολογηθεί μέ βάση:

- Τή βύθιση ή όχι τής άκμής τής πλευράς του καταστρώματος στό διατοιχισμό.
- Τή σταθεροποίηση ή συνεχή αύξηση τής γωνίας έγκάρσιας κλίσεως.
- Τήν κατάσταση τής θάλασσας και του καιρού.
- Τό επίπεδο εύστάθειας πριν από τή βλάβη.
- Τήν πιθανότητα νά συνυπάρχει άρνητικό μετακεντρικό ύψος.

Άφου μέ βάση τά παραπάνω στοιχεία άποφασισθεί ότι δέ θά πρέπει νά έγκαταλειφθεί τό πλοιο, θά πρέπει άμέσως νά συγκεντρωθούν στοιχεία γιά τήν έκταση τής βλάβης και νά ληφθεί άπόφαση γιά τά διορθωτικά μέτρα πού θά έφαρμοθούν.

23.5 Έπιλογή διορθωτικών μέτρων.

Πριν από τήν έπιλογή των διορθωτικών μέσων πού θά πρέπει νά έφαρμοσθούν, θά πρέπει νά συγκεντρωθούν τά παρακάτω στοιχεία:

- Έκταση του ρήγματος και χώροι πού έχουμ κατακλυσθεί (μέ λεπτομέρειες).
- Χώροι στους όποιους συμβαίνει προοδευτική κατάκλυση.
- Κατασκευαστικές ζημιές στή μεταλλική κατασκευή.
- Ζημιές σέ δίκτυα σωληνώσεων και ήλεκτρολογικές γραμμές.
- Προοπτικές περιορισμού τής έκτάσεως τής βλάβης.
- Άνάγκες στεγανοποιήσεων και ύποστηλώσεων.

Έπίσης θά πρέπει νά άξιολογηθούν οι παρακάτω παράγοντες:

- Άπώλεια μετακεντρικού ύψους λόγω έλευθέρων έπιφανειών.
- Άσύμμετρα βάρη.
- Έφεδρικό ύψος.
- Άντοχή σκάφους.
- Διαφορά διαγωγής.

Προτεραιότητα στή λήψη διορθωτικών μέτρων έχει ή αύξηση του μετακεντρικού ύψους. **Οι προσπάθειες γιά τήν έξουδετέρωση έγκάρσιας κλίσεως λόγω άσύμμετρου βάρους, θά πρέπει νά γίνονται προοδευτικά και σέ καμία περίπτωση δέ θά πρέπει νά συνεπάγονται μείωση του μετακεντρικού ύψους, όπως π.χ. ή πρόσθεση ύγρου έρματος ψηλά στήν αντίθετη πλευρά και ή δημιουργία προσθέτων έλευθέρων έπιφανειών.** Σέ άρκετές περιπτώσεις πού έφαρμόσθηκαν έσφαλμένα μέτρα γιά έξουδετέρωση όχι σημαντικής έγκάρσιας κλίσεως, συνέβη άνατροπή των πλοίων λόγω άρνητικού μετακεντρικού ύψους.

Όταν υπάρχει ταυτόχρονα άσύμμετρο βάρη και άρνητικό μετακεντρικό ύψος θά πρέπει πρώτα νά ληφθούν μέτρα γιά τήν αύξηση του μετακεντρικού ύψους.

Τά μέτρα γενικά πού θά πρέπει νά ληφθούν μπορούν νά χωρισθούν σέ άμεσα τοπικά και σέ γενικά μέτρα διασώσεως του πλοίου. Στήν πρώτη κατηγορία (άμεσα,

τοπικά μέτρα) περιλαμβάνονται:

- 'Η εξασφάλιση τῶν ὀρίων τῆς διαρροῆς μέ τήν ἐπιλογή μιᾶς σειρᾶς στεγανῶν διαφραγμάτων γύρω ἀπό τό ρῆγμα πού θά πρέπει νά στεγανοποιηθοῦν (ἀν δέν εἶναι στεγανά) καί νά ὑποστηλωθοῦν.
- 'Η ἐπιλογή μιᾶς *δεύτερης γραμμῆς ἄμυνας* γιά τήν περίπτωση πού τά διαφράγματα πού ἀποτελοῦν τά ὄρια τῆς διαρροῆς θά ὑποχωρήσουν.
- 'Η προοδευτική μετακίνηση τῶν ὀρίων τῆς διαρροῆς πρὸς τό ρῆγμα μέ τήν ἀπομόνωση-στεγανοποίηση καί ἐξάντληση ὕδρων χώρων εἶναι δυνατό.
- 'Η ἀπομόνωση τμημάτων δικτύων σωληνώσεων πού διαρρέουν καί ἠλεκτρικῶν κυκλωμάτων πού ἔχουν ὑποστεῖ ζημιές.
- 'Η προοδευτική ἠλεκτρική τροφοδότηση μηχανημάτων πού εἶχε διακοπεῖ ἡ λειτουργία τους ἐξαιτίας τῆς βλάβης καθώς καί ἡ ἐπανασύνδεση μέ κάθε δυνατό προσωρινό τρόπο τῶν δικτύων σωληνώσεων.

Τά γενικά μέτρα διασώσεως τοῦ πλοίου ἔχουν ὡς στόχο τή:

- Βελτίωση τοῦ μετακεντρικοῦ ὕψους καί τῆς εὐστάθειας τοῦ πλοίου γενικά.
- Τήν ἐξουδετέρωση ἐγκάρσιας κλίσεως πού ὀφείλεται σέ ἀσύμμετρα βάρη.
- Τή ἀποκατάσταση τῆς ἐφεδρικής πλευστότητας.
- Τή διόρθωση τῆς ὑπερβολικῆς διαγωγῆς.
- Τόν περιορισμό τῶν καταπονήσεων τοῦ πλοίου.

Συνοπτικά, *τά μέσα μέ τά ὁποῖα εἶναι δυνατή ἡ βελτίωση τῆς εὐστάθειας εἶναι:*

- 'Ο περιορισμός τῶν ἐλευθέρων ἐπιφανειῶν.
- 'Η ἀπόρριψη στή θάλασσα βαρῶν πού βρίσκονται ψηλά.
- 'Ο ἐρματισμός κενῶν δεξαμενῶν διπυθμένον.
- 'Η μεταφορά στερεῶν ἢ ὑγρῶν βαρῶν ἀπό τά ψηλά σημεῖα στό πλοῖο σέ ἄλλα χαμηλότερα σημεῖα.
- 'Η προοδευτική μετακίνηση τῶν ὀρίων τῆς διαρροῆς πρὸς τήν πλευρά τοῦ ρήγματος μέ σκοπό τόν περιορισμό τῆς ἐκτάσεώς της.

'Η ἐξουδετέρωση ἐγκάρσιας κλίσεως λόγω ἀσύμμετρων βαρῶν μπορεῖ νά ἐπιτευχθεῖ μέ:

- Στεγανοποίηση χώρων πού βρίσκονται πρὸς τήν πλευρά τῆς κλίσεως καί ἐξάντληση.
- Μετάγγιση ὑγρῶν ἀπό χώρους πού βρίσκονται στήν πλευρά πρὸς χώρους τῆς ἄλλης πλευρᾶς πού ἔχουν κέντρο βάρους στό ἴδιο ὕψος ἢ χαμηλότερα.
- 'Απόρριψη βαρῶν ἀπό τήν πλευρά τῆς κλίσεως πού βρίσκονται ψηλά.
- Κατάκλυση χώρων πρὸς τήν ἀντίθετη πλευρά (ἀπό ἐκείνη πού βρίσκεται πρὸς τήν πλευρά τῆς κλίσεως) πού ἔχουν κέντρο βάρους χαμηλά.

'Ανάλογα εἶναι καί τά μέτρα γιά τή διόρθωση τῆς ὑπερβολικῆς διαγωγῆς, ἐνῶ ἡ λήψη μέτρων γιά τή μείωση τῶν τάσεων τοῦ πλοίου ὡς ράβδου θά πρέπει νά πραγματοποιηθεῖ μέ βάση τίς ἀρχές πού περιέχονται στό κεφάλαιο 7.

23.6 Ἐφαρμογή διορθωτικῶν μέτρων.

'Εκτός ἀπό τήν κατάλληλη ἐπιλογή τῶν σωστῶν διορθωτικῶν μέτρων, μεγάλη σημασία ἔχει καί ἡ σωστή ἐφαρμογή τους.

Οἱ δυνατότητες ἀντλήσεως τοῦ πλοίου δέν θά πρέπει νά σπαταληθοῦν σέ διαμερίσματα πού λόγω ὑπάρξεως μὴ στεγανοποιημένων ἀνοιγμάτων γεμίζουν γρή-

γορα. Αντίθετα οι άντλίες θά πρέπει νά χρησιμοποιηθοῦν σέ διαμερίσματα πού βρίσκονται σχετικά μακριά ἀπό τό κυρίως ρήγμα.

“Ὅπως ἔχει ἀναφερθεῖ καί σέ ἄλλα σημεῖα, **προτεραιότητα θά πρέπει πάντα νά δίνεται σέ χώρους πού ἔχουν ἐλεύθερες ἐπιφάνειες.**

Πρὶν ἀπό τήν ἀντληση ἀπό ἕνα χῶρο, θά πρέπει νά καταβάλλεται κάθε προσπάθεια γιά τή στεγανοποίηση τῶν ἀνοιγμάτων. Ἄν ἡ στεγανοποίηση δέν εἶναι δυνατή, θά πρέπει μέ κάθε τρόπο νά ἐπιδιώκεται ἡ μείωση τῆς διατομῆς τοῦ ρήγματος, γιατί αὐτό συνεπάγεται πολύ σημαντική μείωση τῆς ποσότητας τοῦ νεροῦ πού εἰσέρχεται στό διαμέρισμα.

Ἄν ἡ εὐστάθεια τοῦ πλοίου ἔχει μειωθεῖ καί εἶναι δυνατός ὁ πλοῦς, θά πρέπει νά ληφθοῦν ὅλα τά ἀπαραίτητα μέτρα ἀντιμετωπίσεως τῆς θαλασσοταραχῆς μέ ἐκλογή τῆς κατάλληλης πορείας καί ταχύτητας. **Οἱ ἀλλαγές πορείας θά πρέπει νά πραγματοποιοῦνται μέ πολύ μικρές γωνίες πηδαλίου.** Ἀνάλογα μέτρα θά πρέπει νά ληφθοῦν καί σέ περίπτωση ρυμουλκήσεως τοῦ πλοίου.

23.7 Πρακτικά μέτρα γιά τήν ἀντιμετώπιση διαρροῆς.

Στήν παράγραφο αὐτή δίνονται μερικά πρακτικά στοιχεῖα πού ἔχουν σχέση μέ τήν ἀντιμετώπιση τῆς διαρροῆς.

α) Γιά ἀνοίγματα γύρω στήν ἴσαλο.

Τά ἀνοίγματα αὐτά, ἀκόμη καί ὅταν βρίσκονται πάνω ἀπό τήν ἴσαλο, θά πρέπει νά στεγανοποιοῦνται ἀμέσως, γιατί ἐλαττώνουν τήν ἐφεδρική πλευστότητα τοῦ πλοίου καί ἐπιτρέπουν τήν εἰσροή νεροῦ στό πλοῖο στό διατοιχισμό.

Ἐπίδραση τῶν ἀνοιγμάτων κάτω ἀπό τήν ἴσαλο.

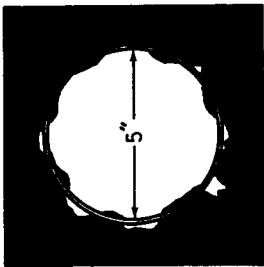
Ὁ ρυθμός εἰσροῆς τοῦ νεροῦ μέσα στό πλοῖο ἀπό ἀνοίγματα πού δέν ἔχουν, ἔστω καί πρόχειρα, στεγανοποιηθεῖ, εἶναι συνάρτηση τοῦ μεγέθους τοῦ ἀνοίγματος καί τοῦ βάρους στό ὁποῖο βρίσκεται. Σχετικά στοιχεῖα δίνονται στό σχῆμα 23.7α. Στό ἴδιο σχῆμα φαίνεται ἡ μείωση τοῦ ρυθμοῦ εἰσροῆς ὅταν πραγματοποιηθεῖ ἀκόμη καί στοιχειώδης προσπάθεια στεγανοποιήσεως (μείωση τῆς διατομῆς τοῦ ἀνοίγματος). Μιά τέτοια ἐνέργεια μπορεῖ νά ὀδηγήσει χωρίς μεγάλη προσπάθεια μερικές φορές σέ ρυθμούς εἰσροῆς νεροῦ ἀρκετά μειωμένους πού θά ἐπιτρέψουν τήν ἐξάντληση ἑνός χώρου μέ τίς ἀντλίες τοῦ πλοίου. Γενικά οἱ προσπάθειες στεγανοποιήσεως ἑνός ἀνοίγματος μποροῦν νά διαιρεθοῦν σέ δύο κατηγορίες. Στή μία περίπτωση προσπαθοῦμε νά τοποθετήσουμε διάφορα ἀντικείμενα μέσα στό ἀνοίγμα καί στήν ἄλλη πάνω ἀπό αὐτό.

β) Ξύλινα πώματα (τάπες, σφήνες).

Εἶναι τό πιά συνηθισμένο μέσο στεγανοποιήσεως μικρῶν ἀνοιγμάτων μέ διαστάσεις μέχρι 10 x 10 cm ἀλλά μερικές φορές καί μεγαλύτερες. Μέ τά ξύλινα πώματα δέν στεγανοποιεῖται τελείως ἕνα ἀνοίγμα ἀλλά περιορίζεται ἡ διαρροή σέ βαθμό πού νά εἶναι δυνατή ἡ στεγανοποίηση στή συνέχεια μέ ἄλλα μέσα ὅπως τό τσιμέντο ταχείας πήξεως. Τά ξύλινα πώματα ἔχουν καλύτερο ἀποτέλεσμα ὅταν περιτυλιχθοῦν μέ ὕφασμα.

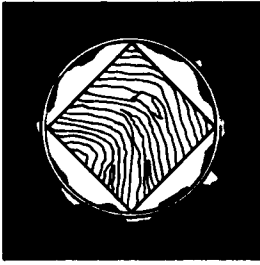
γ) Στρώματα-μαξιλάρια καί ὕφασμα.

Τά εἶδη αὐτά πού ὑπάρχουν σέ ἀφθονία στά πλοῖα μποροῦν νά χρησιμοποιη-



α

α-β Χωρίς μείωση διατομής		γ-δ Μέ μείωση διατομής	
Βάθος (ft)	G.P.M.	Βάθος (ft)	G.P.M.
1	301	1	114
2	425	2	160
3	512	3	192
4	603	4	227
5	676	5	254
6	739	6	277
7	794	7	286
8	853	8	320
9	904	9	339



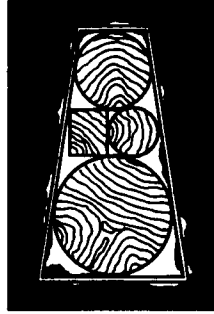
γ

Διατομή όπης 19,65 in²
 Διατομή σώματος 12,26 in²
 Διατομή διαρροής 7,40 in²



β

Βάθος (ft)	G.P.M.	Βάθος (ft)	G.P.M.
1	319	1	91
2	451	2	129
3	552	3	158
4	638	4	182
5	713	5	204
6	782	6	224
7	844	7	241
8	902	8	258
9	957	9	273



δ

Διατομή όπης 21 in²
 Διατομή σώματος 15 in²
 Διατομή διαρροής 6 in²

Σημείωση: G.P.M. = Αμερικανικά
 γαλλόνια στο λεπτό

Σχ. 23.7α.
 Μείωση ρυθμού ροής με μείωση τής διατομής ρήγματος.

θοῦν γιά τή στεγανοποίηση διαρροῶν εἶτε ὅπως εἶναι εἶτε ἀφοῦ περιτυλιχθοῦν σέ ξύλινους ἢ μεταλλικούς πυρήνες. Ἡ ἐπιτυχία αὐτῶν τῶν λύσεων εἶναι χαμηλή, ἰδίως ὅταν ὑπάρχει κυματισμός.

Τά στρώματα πιέζονται πάνω στό ἀνοιγμα ὅπως φαίνεται στό σχῆμα 23.7β, ἐνῶ οἱ κουβέρτες τυλιγόνται πάνω σέ συρματόσχοινο καί τοποθετοῦνται ἔτσι ὥστε νά δημιουργεῖται κῶνος.

δ) Προκατασκευασμένα μεταλλικά πλαίσια.

Εἶναι πλαίσια μέ ὀρθογωνική, συνήθως, διατομή καί διάφορες διαστάσεις. Χρησιμοποιοῦνται μέ διάφορα στεγανοποιητικά ὑλικά πού τοποθετοῦνται πάνω στά ἀνοίγματα καί στηρίζονται μέ κοχλίες καί περικόχλια ἢ μέ ἄλλα συστήματα ὑποστηλώσεως, ὅπως π.χ. μέ ξύλινους δοκοῦς ἢ μέ γρύλους.

ε) Ἄλλα ὑλικά στεγανοποιήσεως διαρροῶν.

Ἡ ποικιλία τῶν λύσεων πού μποροῦν νά ἐφαρμοσθοῦν γιά τή στεγανοποίηση ἀνοιγμάτων εἶναι τεράστια καί ἐξαρτᾶται γενικά ἀπό τή μορφή τους καί τή φαντασία αὐτῶν πού θά ἀσχοληθοῦν μέ τή στεγανοποίηση. Μερικά συστήματα πού ἔχουν ἐφαρμοσθεῖ εἶναι:

- Ἐπίπεδα ἐλάσματα.
- Ξύλινες ἰδιοκατασκευές ἀπό σανίδες καί δοκοῦς.

στ) Γάντζοι (σχ. 23.7γ).

Μεγάλη σημασία γιά τή στήριξη τῶν διαφόρων συστημάτων στεγανοποιήσεως μικρῶν ἀνοιγμάτων ἔχουν οἱ γάντζοι.

ζ) Ρωγμές.

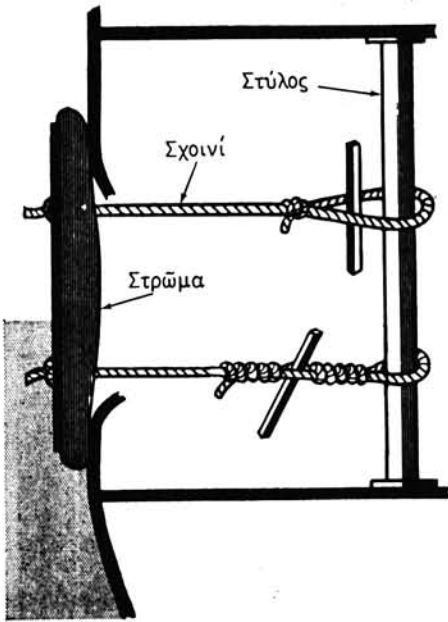
Συχνά ὅταν ἐμφανίζονται ρήγματα, δημιουργοῦνται στά παρακείμενα ἐλάσματα ρωγμές οἱ ὁποῖες εἶναι πιθανό νά ἐπεκταθοῦν καί νά προκαλέσουν, ἰδιαίτερα σέ κατάσταση θαλασσοταραχῆς, πρόσθετα προβλήματα. Ἡ ἐπέκταση αὐτῶν τῶν ρωγμῶν εἶναι δυνατή ἄν στά ἄκρα τους ἀνοιχθοῦν τρύπες ὅπως φαίνεται στό σχῆμα 23.7δ.

η) Ὑποστήλωση.

Ἔργασίες ὑποστηλώσεως ἀπαιτοῦνται συχνά γιά τή στήριξη διαφόρων στεγανοποιητικῶν διατάξεων, ἀλλά καί γιά τήν ἐξασφάλιση τῆς ἀντοχῆς διαφόρων διαφραγμάτων πού ἀποτελοῦν τά ὄρια τῆς περιοχῆς μέσα στήν ὁποία περικλείεται ἡ διαρροή.

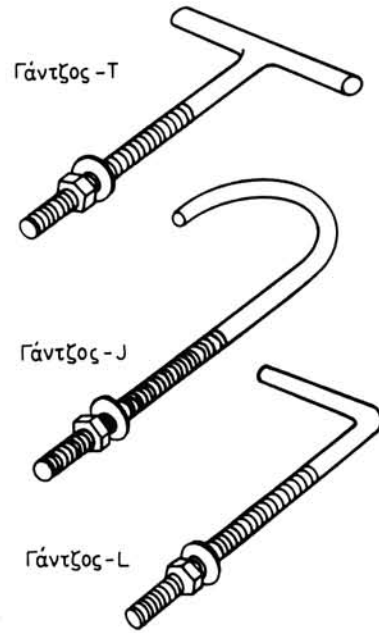
Γιά τή στεγανοποίηση διαρροῶν, εἶναι ἀπαραίτητο νά ὑπάρχουν στό πλοῖο σανίδες, δοκοί καί σφῆνες σέ διάφορες διαστάσεις καθῶς καί τά ἀπαραίτητα ξυλουργικά ἐργαλεῖα. Ἡ ὀρθή πραγματοποίηση τῆς ὑποστηλώσεως ἀπαιτεῖ πείρα καί τήν κατάλληλη χρήση τῶν σχετικῶν ὑλικῶν καί ἐργαλείων.

Σέ κάθε πλοῖο πρέπει νά ὑπάρχει ποικιλία ξυλίνων πωμάτων ἔτοιμη γιά χρήση ὅποτε χρειασθεῖ.



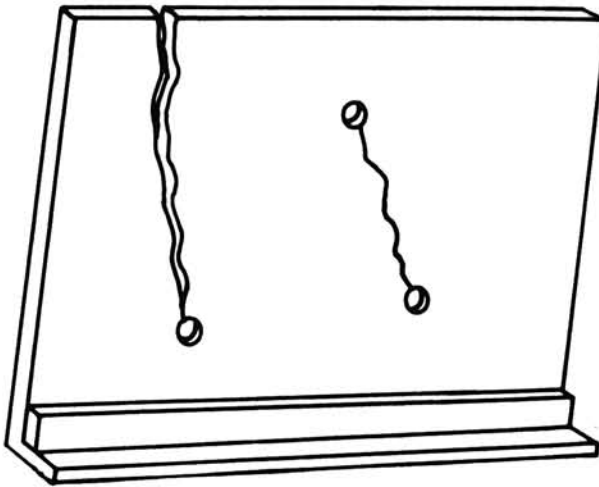
Σχ. 23.7β.

Παράδειγμα στεγανοποιήσεως μεγάλης όπής με όπλα μέσα.



Σχ. 23.7γ.

Διάφορα είδη γάντζων.



Σχ. 23.7δ.

Μέθοδος διακοπής τής επέκτασεως ρωγμής.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΕΙΚΟΣΤΟ ΤΕΤΑΡΤΟ

ΠΡΟΣΤΑΣΙΑ ΑΠΟ ΠΡΟΣΑΡΑΞΗ

24.1 Γενικά.

Ἡ προσάραξη ἑνός πλοίου μπορεῖ νά ὀφείλεται σέ ἀτύχημα ἢ μπορεῖ νά γίνει σκόπιμα σέ περίπτωση πού ὑπάρχουν προβλήματα πλευστότητας ἢ εὐστάθειας, ὅπως π.χ. μετά ἀπό κατάκλυση κάποιου διαμερίσματος. Στή δεύτερη περίπτωση, καί ὅταν οἱ συνθήκες τό ἐπιτρέπουν, θά πρέπει νά ἐπιλέγεται ἀκτὴ ὅπου ὁ πυθμένας εἶναι κατά τό δυνατό ἐπίπεδος, ἢ παλίρροια μικρὴ καί ὁ βυθὸς ὀμαλός, χωρὶς δηλαδὴ βράχους καί ἀπότομες ἐξάρσεις.

Τά προβλήματα πού ἀντιμετωπίζομε μετά ἀπό μία προσάραξη εἶναι:

- Ἡ δυνατότητα ἀποκολλήσεως τοῦ πλοίου.
- Ἡ ἐπάρκεια ἀντοχῆς.
- Ἡ ἐπάρκεια εὐστάθειας.

Οἱ γενικὲς ἀρχές πού θά πρέπει νά τηροῦνται πάντοτε σέ τέτοιες περιπτώσεις εἶναι οἱ παρακάτω:

- Δέν πρέπει νά γίνονται προσπάθειες ἐπαναπλεύσεως τοῦ πλοίου μὲ ἴδια μέσα, ἂν οἱ συνθήκες ἀνέμου καί κυματισμοῦ εἶναι δυσμενεῖς.
- Ἄν ὑπάρχουν καί εἶναι δυνατό, θά πρέπει νά ποντίζονται πρυμναῖες ἀγκυρες πρὸς τὴν πλευρὰ τῆς ἀνοικτῆς θάλασσας, γιὰ νά ἐμποδίζεται ἡ μετακίνηση τοῦ πλοίου πρὸς τὴν ξηρὰ καί νά διευκολύνονται οἱ προσπάθειες ἀποκολλήσεως πού θά ἀκολουθήσουν.
- Τό πλοῖο πρέπει νά προφυλάσσεται ἀπό ἐνδεχόμενες καταπονήσεις μὲ κατάλληλη ζύγιση (μετάγγιση βαρῶν), ἐφόσον αὐτό εἶναι δυνατό, χωρὶς ὅμως νά ἀφαιροῦνται στοῦ ἀρχικὸ στάδιο βάρη.

24.2 Δυνατότητα ἐπαναπλεύσεως.

Ἡ πρώτη προσπάθεια πού πρέπει νά γίνει σέ πλοῖο πού ἔχει προσαράξει ἀνεξέλεγκτα εἶναι ἡ προσπάθεια ἐπαναπλεύσεώς του ἐπιχειρώντας κινήσεις *ἀνάποδα*.

“Αν ἡ προσπάθεια αὐτὴ δὲν ἀποδώσει πρέπει νὰ διακόπτεται ἀμέσως, γιατί μπορεῖ ἡ κατάσταση νὰ ἐπιδεινωθεῖ ἐπειδὴ ἀνασύρεται λάσπη ἀπὸ τὸ βυθό. Ἐντίθετα ἂν ὑπάρχει πιθανότητα ἡ στάθμη τοῦ νεροῦ νὰ ἀνεβεῖ θὰ πρέπει τὸ πλοῖο προσωρινά νὰ **πατήσει** ὅσο τὸ δυνατό καλύτερα. Αὐτὸ ἐπιτυγχάνεται μὲ τὴν πλήρωση δεξαμενῶν τοῦ διπυθμένου καὶ ἂν εἶναι ἀπαραίτητο ἀκόμη καὶ μὲ τὴν πλήρωση ἐνός κύτους. Γιά τὸ σκοπὸ αὐτὸ μπορεῖ νὰ χρειασθεῖ καὶ τὸ ἀνοιγμα μικρῶν ἀνοιγμάτων στὸ περίβλημα τὰ ὁποῖα ὁμως θὰ πρέπει νὰ μποροῦν μετὰ νὰ στεγανοποιηθοῦν.

Ἐὰν ἀφοῦ ἐξασφαλισθεῖ ἡ σωστὴ ἐπικάθιση, θὰ πρέπει νὰ ἐρευνηθεῖ προσεκτικὰ ὥστε νὰ γίνῃ γνωστὴ ἡ ποσότητα τοῦ νεροῦ ποῦ ὑπάρχει σὲ κάθε στεγανὸ χῶρο τοῦ πλοίου καὶ ἡ κατασκευαστικὴ ἐπάρκεια τῆς μεταλλικῆς κατασκευῆς του. Ἐπίσης θὰ πρέπει νὰ ἐλεγχθοῦν χρησιμοποιῶντας τίς βάρκες τοῦ πλοίου, τὰ βάθη γύρω ἀπὸ τὴν περιοχὴ προσαράξεως.

Στὴ συνέχεια θὰ πρέπει νὰ ποντισθοῦν, μὲ τὴ βοήθεια τῶν λέμβων τοῦ πλοίου ἢ ἄλλων πλωτῶν μέσων, ἐλαφριές ἀγκυρες (ἂν ὑπάρχουν) πρὸς τὴν πλευρὰ τῆς ἀνοικτῆς θάλασσας οἱ ὁποῖες μὲ τὴ βοήθεια τῶν μέσων ἔλξεως τοῦ πλοίου θὰ χρησιμοποιηθοῦν στίς προσπάθειες ἀποκολλήσεως. Ἡ πόντιση τῶν κυρίων ἀγκυρῶν τοῦ πλοίου σὲ μερικές περιπτώσεις μπορεῖ νὰ πραγματοποιηθεῖ καὶ μὲ τὴ βοήθεια τῶν γερανῶν φορτίου τοῦ πλοίου.

Μετὰ τὴν πόντιση καὶ ἀφοῦ ἐπιβεβαιωθεῖ ἡ ἀπόλυτη στεγανότητα τοῦ πλοίου, πραγματοποιεῖται μεταφορὰ βαρῶν (κυρίως ὑγροῦ ἔρματος) ἢ προσεκτικὴ (γιὰ λόγους εὐστάθειας) γενικὴ ἐλάφρυνση τοῦ πλοίου.

Ἐὰν ὑπάρχει σημαντικὴ παλίρροια, ἡ προσπάθεια ἀποκολλήσεως θὰ πρέπει νὰ γίνῃ ὅταν ἡ στάθμη τοῦ νεροῦ εἶναι ψηλά. Θὰ πρέπει ἐπίσης, ἐφόσον ὑπάρχουν, νὰ χρησιμοποιηθοῦν ρυμουλκά. Οἱ μηχανές θὰ πρέπει νὰ χρησιμοποιηθοῦν μόνο ὡς τελευταῖο μέσο, γιατί ὑπάρχει τὸ ἐνδεχόμενο νὰ μπεῖ ἄμμος στὰ ψυγεῖα τῶν μηχανῶν καὶ νὰ προκαλέσει τὴν ἔμφραξή τους.

Σὲ περιπτώσεις μικρῶν πλοίων, ἡ ἀποκόλληση μπορεῖ νὰ γίνῃ εὐκολότερα, ἂν μπορέσει νὰ τεθεῖ τὸ πλοῖο σὲ μικρὴ ἐγκάρσια ταλάντωση μὲ τὴ ρυθμικὴ κίνησή τοῦ πληρώματος πρὸς τίς πλευρές του (sallying).

24.3 Ἡ ἀντοχὴ πλοίου κατὰ τὴν προσάραξη.

“Ὅταν ἓνα πλοῖο ἔχει προσαράξει, ἐφαρμόζεται σ’ αὐτὸ ἀπὸ τὸ βυθό μία δύναμη ποῦ εἶναι ἴση μὲ τὴ διαφορὰ τοῦ βάρους του καὶ τῆς ἀντήσεως. Ἐὰν τὸ πλοῖο ἔχει ἐπικαθῆσει σὲ αἰχμηρά σημεῖα τοῦ βυθοῦ καὶ ἡ δύναμη αὐτὴ εἶναι μεγάλη, μπορεῖ νὰ δημιουργηθοῦν ρήγματα καὶ διαρροές.

Κάθε προσπάθεια ἀφαιρέσεως ἢ μετακινήσεως βαρῶν θὰ πρέπει νὰ ἀξιολογεῖται ἔχοντας ὑπόψη τίς καταπονήσεις ποῦ θὰ δημιουργηθοῦν στὴν κατασκευὴ τοῦ πλοίου ἂν θεωρηθεῖ ὡς δοκός, σύμφωνα μὲ αὐτὰ ποῦ ἔχουν ἀναφερθεῖ στὸ κεφάλαιο 7.

24.4 Ἡ εὐστάθεια τοῦ πλοίου κατὰ τὴν προσάραξη.

Στὰ σχήματα 24.4α καὶ 24.4β φαίνονται οἱ δυνάμεις ποῦ ἐπενεργοῦν σὲ πλοῖο ποῦ ἔχει προσαράξει. Ἡ **δύναμη προσαράξεως P** εἶναι ἴση μὲ τὴ διαφορὰ βάρους καὶ ἀντήσεως.

Ἡ δύναμη P δημιουργεῖ μία φαινομενικὴ ἀνύψωση τοῦ κέντρου βάρους τοῦ

Ἡ δύναμη ἐπικαθίσεως πού ἀντιστοιχεῖ σέ δεδομένη πώση τῆς στάθμης τοῦ νεροῦ ἀπό ἐκείνη πού ὀριακά δημιουργεῖ ἐπαφή τοῦ ἰσοβύθιστου πλοίου μέ τό βυθό, δίνεται ἀπό τή σχέση:

$$P = \frac{\text{πώση στάθμης σέ cm ἢ in}}{\frac{1}{TP} + \frac{t^2}{(MCT).(L)}} \quad (106)$$

- ὅπου: TP οἱ tn ἀνά cm (TPC) ἢ ἀνά in (TPI) ἀπό τό ὑδροστατικό διάγραμμα.
 MCT ροπή μεταβολῆς διαγωγῆς σέ tn-m ἀνά cm ἢ tn-ft ἀνά in ἀντίστοιχα ἀπό τό ὑδροστατικό διάγραμμα.
 t ἡ ἀπόσταση μεταξύ τοῦ μέσου τοῦ πλοίου καί τοῦ σημείου ἐπικαθίσεως (σέ m ἢ ft).
 L τό μήκος μεταξύ καθέτων τοῦ πλοίου (σέ m ἢ ft).

ΜΕΡΟΣ ΕΚΤΟ

ΝΟΜΟΘΕΣΙΑ ΣΧΕΤΙΚΗ ΜΕ ΤΗΝ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗ ΚΑΙ ΑΣΦΑΛΗ ΧΡΗΣΙΜΟΠΟΙΗΣΗ ΤΟΥ ΠΛΟΙΟΥ

ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΕΙΚΟΣΤΟ ΠΕΜΠΤΟ

ΣΥΜΒΑΣΗ ΓΙΑ ΤΗΝ ΑΣΦΑΛΕΙΑ ΤΗΣ ΑΝΘΡΩΠΙΝΗΣ ΖΩΗΣ ΣΤΗ ΘΑΛΑΣΣΑ

25.1 Γενικά.

Ο διεθνής χαρακτήρας της ναυτιλίας επέβαλε ήδη από τον 19ο αιώνα τη συνεργασία των διαφόρων κρατών πάνω σε θέματα που άφορουσαν την ασφάλεια της ναυσιπλοΐας. Η πρώτη σε διεθνές επίπεδο συνάντηση των εκπροσώπων διαφόρων χωρών πραγματοποιήθηκε το 1889 στην Ουάσιγκτον και κάλυψε θέματα αποφυγής συγκρούσεων και διασώσεως της ανθρώπινης ζωής στη θάλασσα, απαιτήσεις σχετικά με την Ικανότητα των πληρωμάτων, και καθόρισε γραμμές ναυσιπλοΐας σε περιοχές που παρουσιάζουν μεγάλη κίνηση. Στη συνάντηση αυτή αποφασίστηκε και η δημιουργία διεθνούς επιτροπής που θα ασχολούνταν με τα παραπάνω, της Διεθνούς Επιτροπής Ναυσιπλοΐας όπως αργότερα ονομάστηκε.

Η επιτροπή αυτή συστάθηκε το 1897 με σκοπό να καλύψει τη νομική πλευρά των θεμάτων της Ναυτιλίας. Η επιτροπή βοήθησε και στην κατάρτιση του σχεδίου της Διεθνούς Συμβάσεως για την *προστασία της ανθρώπινης ζωής στη θάλασσα* (ΠΑΖΕΘ), η οποία ίσχυσε το 1914 μετά από το μεγάλο ατύχημα του Τιτανικού (1912). Η σύμβαση αυτή είναι γνωστή ως SOLAS από τα αρχικά των λέξεων Safety Of Life At Sea.

Τό 1929 πραγματοποιήθηκε στο Λονδίνο νέα συνάντηση των εκπροσώπων των χωρών που ασχολούνταν με τη ναυτιλία. Το αποτέλεσμα από τη συνάντηση αυτή ήταν η κατάρτιση της **SOLAS του 1929**.

Τό 1930 οι εκπρόσωποι των ναυτιλιακών χωρών, σε μία άλλη διεθνή συνάντηση που είχαν, κατάρτισαν κανονισμούς σχετικά με τη γραμμή φορτώσεως των πλοίων.

Τό 1948 σχηματίσθηκε στη Γενεύη, στα πλαίσια του ΟΗΕ που δημιουργήθηκε τό 1945, ο Διακυβερνητικός Ναυτιλιακός Συμβουλευτικός Όργανισμός, γνωστός ως IMO από τα αρχικά των λέξεων International Maritime Organization.

Ο IMO ένεργησε για την κατάρτιση της:

- α) Διεθνούς συμβάσεως για την ασφάλεια της ανθρώπινης ζωής στη θάλασσα (SOLAS-1960).

- β) Σύμβασης για τή θαλάσσια κυκλοφορία (maritime traffic) (1965).
 γ) Διεθνούς σύμβασης γραμμής φορτώσεως (1966).
 δ) Διεθνούς σύμβασης για τή μέτρηση τής χωρητικότητας τών πλοίων (1969).
 ε) Σύμβασης για τή διεθνή επέμβαση σέ περίπτωση ρυπάνσεως τής ανοικτής θάλασσας από προϊόντα πετρελαίου (1969).
 στ) Σύμβασης για τήν εύθύνη ζημιών πού προέρχονται από τή ρύπανση προϊόντων πετρελαίου (1969).
 ζ) Σύμβασης για τήν ασφάλεια τής ανθρώπινης ζωής στή θάλασσα (SOLAS - 1974).
- Οι διεθνείς συμβάσεις πού πραγματοποιήθηκαν έξω από τά πλαίσια του IMO είναι:
1. Διεθνής Σύμβαση για τήν ασφάλεια τής ανθρώπινης ζωής στή θάλασσα (SOLAS-1948).
 2. Σύμβαση για τήν πρόληψη τής ρυπάνσεως από προϊόντα πετρελαίου. Ή σύνταξη της άρχισε τό 1954 καί συμπληρώθηκε τό 1962.

25.2 Διάρθρωση τών κανονισμών τής SOLAS 1974.

Οι κανονισμοί τής SOLAS 1974 υποδιαιρούνται σέ όκτώ (8) κύρια κεφάλαια τό καθένα από τά όποια υποδιαιρείται σέ μέρη (Parts) καί κανονισμούς (Regulations).

Συνοπτικά ή διάρθρωση τής SOLAS είναι ή παρακάτω:

- ΚΕΦΑΛΑΙΟ I** — ΓΕΝΙΚΑ
Μέρος Α — Έφαρμογή - Όρισμοί
Μέρος Β — Έπιθεωρήσεις - Πιστοποιητικά
Μέρος Γ — Άτυχήματα
- ΚΕΦΑΛΑΙΟ II** — 1) ΚΑΤΑΣΚΕΥΗ - ΣΤΕΓΑΝΗ ΥΠΟΔΙΑΙΡΕΣΗ ΚΑΙ ΕΥΣΤΑΘΕΙΑ - ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΙΚΕΣ ΚΑΙ ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΙΚΕΣ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΙΣ
Μέρος Α — Γενικά
Μέρος Β — Ύποδιαίρεση καί Ευστάθεια
Μέρος Γ — Μηχανολογικές καί ηλεκτρολογικές εγκαταστάσεις
 — 2) ΚΑΤΑΣΚΕΥΗ ΠΡΟΣΤΑΣΙΑ ΑΠΟ ΠΥΡΚΑΪΑ, ΑΝΙΧΝΕΥΣΗ ΚΑΤΑΣΒΕΣΗ
Μέρος Α — ΓΕΝΙΚΑ
Μέρος Β — Κανονισμοί πυρκαϊάς για έπιβατικά πλοία πού μεταφέρουν πάνω από 36 έπιβάτες
Μέρος Γ — Κανονισμοί πυρκαϊάς για έπιβατικά πλοία πού μεταφέρουν μέχρι 36 έπιβάτες
Μέρος Δ — Κανονισμοί πυρκαϊάς για φορτηγά πλοία
Μέρος Ε — Κανονισμοί πυρκαϊάς για πετρελαιοφόρα
Μέρος ΣΤ — Είδικό κανονισμοί για ύπάρχοντα πλοία
- ΚΕΦΑΛΑΙΟ III** — ΣΩΣΤΙΚΑ ΜΕΣΑ
Μέρος Α — Γενικά
Μέρος Β — Κανονισμοί για έπιβατικά πλοία
Μέρος Γ — Κανονισμοί για φορτηγά πλοία

ΚΕΦΑΛΑΙΟ IV	– ΡΑΔΙΟΤΗΛΕΦΩΝΙΑ ΚΑΙ ΡΑΔΙΟΤΗΛΕΓΡΑΦΙΑ
Μέρος Α	– Έφαρμογή και Όρισμοί
Μέρος Β	– Βάρδιες
Μέρος Γ	– Τεχνικές λεπτομέρειες
Μέρος Δ	– Ήμερολόγια
ΚΕΦΑΛΑΙΟ V	– ΑΣΦΑΛΕΙΑ ΝΑΥΣΙΠΛΟΪΑΣ
ΚΕΦΑΛΑΙΟ VI	– ΜΕΤΑΦΟΡΑ ΣΙΤΗΡΩΝ
Μέρος Α	– Γενικά
Μέρος Β	– Ύπολογισμοί ροπών κλίσεως (λόγω μετακίνησης φορτίου)
Μέρος Γ	– Συστήματα ασφάλισης του φορτίου
ΚΕΦΑΛΑΙΟ VII	– ΜΕΤΑΦΟΡΑ ΕΠΙΚΙΝΔΥΝΩΝ ΦΟΡΤΙΩΝ
ΚΕΦΑΛΑΙΟ VIII	– ΠΥΡΗΝΟΚΙΝΗΤΑ ΠΛΟΙΑ

Στις επόμενες παραγράφους θα δοθεί συνοπτικά τό περιεχόμενο κάθε κεφαλαίου. Περισσότερα στοιχεία πάνω σε μερικούς από τούς ειδικούς κανονισμούς δόθηκαν σε προηγούμενα κεφάλαια. Πληροφορίες σχετικά με τις απαιτήσεις των κανονισμών για την ευστάθεια και φόρτωση δίνονται στο βιβλίο «Ευστάθεια-Φορτώση» του Ίδρυματος Εύγενίδου. Για ακόμη περισσότερες λεπτομέρειες, φυσικά, θά πρέπει κανείς να ανατρέξει στο ίδιο τό κείμενο τής συμβάσεως.

25.3 Γενικές διατάξεις τής SOLAS.

Στό κεφάλαιο αυτό τής SOLAS καθορίζονται οι περιπτώσεις έφαρμογής τής και δίνονται διάφοροι όρισμοί σχετικά με την έφαρμογή των έπιμέρους κανονισμών.

Άπό την άποψη τής έφαρμογής των κανονισμών καθορίζεται ότι αυτοί έχουν έφαρμογή σε πλοία πού άπασχολούνται σε διεθνή ταξίδια και δέν έχουν έφαρμογή σε πολεμικά πλοία, σε φορτηγά κάτω από 500 κόρους όλικής χωρητικότητας, σε μή μηχανοκίνητα πλοία, σε ξύλινα πλοία πρωτόγονης κατασκευής, σε σκάφη άναψυχής και σε άλιευτικά.

Έπίσης καθορίζονται οι νομικές έννοιες των όρων Κανονισμός, Άρχή, Άποδεκτό, Διεθνές ταξίδι, Έπιβάτης, Έπιβατικό πλοίο, Φορτηγό πλοίο, Πετρελαιοφόρο, Άλιευτικό, Πυρηνοκίνητο, Νέο πλοίο και Πλοίο πού ύπάρχει. Ό σαφής καθορισμός τής έννοιας των παραπάνω όρων είναι άπαραίτητος γιατί έπηρεάζει τις λεπτομέρειες έφαρμογής των διαφόρων κανονισμών.

Στό ίδιο κεφάλαιο καθορίζεται ή συχνότητα και τά άντικείμενα πού πρέπει να έξετάζονται στη διάρκεια περιοδικών έπιθεωρήσεων του πλοίου από 1ην άρμόδια αρχή. Είδικά στα έπιβατικά πλοία, πρέπει να πραγματοποιούνται οι παρακάτω έπιθεωρήσεις:

- Έπιθεώρηση πριν να τεθει τό πλοίο σε ένέργεια.
- Έτήσιες έπιθεωρήσεις.
- Πρόσθετες έπιθεωρήσεις όποτε κρίνεται άπαραίτητο από τις άρχές.

Μετά από κάθε έπιθεώρηση χορηγούνται πιστοποιητικά, ό τύπος και ή Ισχύς των όποιων καθορίζονται επίσης από τούς κανονισμούς.

Τέλος στό ίδιο κεφάλαιο καθορίζεται ή ύποχρέωση τής **Άρχής** να έρευνά κάθε

άτύχημα και να δίνει στον IMO όλα τα στοιχεία που θα έκρινε χρήσιμα για τη βελτίωση των κανονισμών.

25.4 Στεγανή υποδιαίρεση και ευστάθεια – Μηχανολογικές και ηλεκτρολογικές εγκαταστάσεις (Κεφάλαιο II – 1 της SOLAS).

Στό πρώτο μέρος αυτού του κεφαλαίου καθορίζεται η εφαρμογή των κανονισμών με βάση κυρίως τη διάκριση ανάμεσα σε νέα πλοία (δηλαδή πλοία που θα κατασκευασθούν μετά την εφαρμογή της SOLAS) και σε πλοία που υπάρχουν. Επίσης δίνονται οι ορισμοί όρων που είναι βασικοί για την εφαρμογή των κανονισμών του κεφαλαίου, όπως είναι οι όροι: εμφορτη ίσαλος, γραμμή υποδιαίρεσης, ανώτατη ίσαλος γραμμής υποδιαίρεσης, μήκος πλοίου, πλάτος, βύθισμα, κάστρωμα στεγανών διαφραγμάτων, γραμμή όριου βυθίσεως, διαχωρητότητα χώρου, χώρος μηχανοστασίου και χώροι έπιβατών.

Τό δεύτερο μέρος αυτού του κεφαλαίου έχει εφαρμογή κυρίως στα έπιβατικά πλοία. Συνοπτικά καλύπτει τούς παρακάτω τομείς:

- α) Άπαιτήσεις σχετικά με τό μήκος των στεγανών διαμερισμάτων του πλοίου.
- β) Ειδικούς κανονισμούς σχετικά με τη στεγανή υποδιαίρεση των πλοίων.
- γ) Άπαιτήσεις ευστάθειας όταν τό πλοίο πάθει βλάβη, δηλαδή όταν ένα ή περισσότερα στεγανά διαμερίσματα του βρεθούν (λόγω βλάβης στο περίβλημα) σε έπικοινωνία με τη θάλασσα.
- δ) Άπαιτήσεις για τη διαμόρφωση του Forepeak, του Afterpeak και της σήραγγας του άξονα.
- ε) Στοιχεία για τη διαμόρφωση του διπυθμένου.
- στ) Άλλα στοιχεία που σχετίζονται με την αντιμετώπιση βλαβών.

Ίδιαίτερο ένδιαφέρον για τούς χειριστές των πλοίων παρουσιάζουν οι κανονισμοί 19 και 20 που αναφέρονται αντίστοιχα στα στοιχεία ευστάθειας που πρέπει να υπάρχουν στα πλοία και στα σχέδια αντιμετώπισης βλαβών.

Σύμφωνα με τόν κανονισμό 19:

πρέπει να δίνονται στον πλοίαρχο του πλοίου τά αποτελέσματα του πειράματος ευστάθειας, καθώς και όλα τά στοιχεία που θά του επιτρέπουν να διαπιστώνει εύκολα τήν ευστάθεια του πλοίου σε οποιαδήποτε κατάσταση.

Έξάλλου, σύμφωνα με τόν κανονισμό 20:

πρέπει σε κατάλληλες θέσεις του πλοίου να υπάρχουν αναρτημένα σχέδια έλέγχου βλαβών, που θά δείχνουν τά όρια των στεγανών διαμερισμάτων του πλοίου, τά ανοίγματα στις στεγανές φρακτές και τόν τρόπο κλεισίματός τους, καθώς και λεπτομέρειες του σχετικού τηλεχειρισμού, αν υπάρχει. Στα σχέδια θά πρέπει να περιέχονται και λεπτομέρειες για τήν έξουδετέρωση κάθε έγκάρσιας κλίσεως που θά παρουσιάζόταν. Σύμφωνα με τόν ίδιο πάντα κανονισμό θά πρέπει να δίνονται στους άξιωματικούς του πλοίου έγχειρίδια που θά περιέχουν τίς παραπάνω πληροφορίες.

Τό τρίτο μέρος αυτού του κεφαλαίου περιέχει λεπτομέρειες, σχετικά με τη μηχανολογική και ηλεκτρολογική εγκατάσταση του πλοίου, τίς άπαιτήσεις για τήν ύπαρξη ηλεκτρομηχανής ανάγκης στα φορτηγά και έπιβατικά πλοία, καθώς και τίς άπαραίτητες έλάχιστες έπιδόσεις του συστήματος πηδαλιουχίσεως.

Ίδιαίτερο ένδιαφέρον παρουσιάζει ό κανονισμός 27 που καθορίζει τίς προφυ-

λάξεις από το ένδεχόμενο πυρκαϊάς ή από άλλα άτυχήματα ηλεκτρολογικής προελεύσεως.

Στό κεφάλαιο αυτό θά πρέπει επίσης νά σημειωθεί ότι μέ τή SOLAS-1974 καθορίζονται νέοι (έναλλακτικοί) κανονισμοί ευστάθειας και στεγανής ύποδιαιρέσεως τών έπιβατικών πλοίων. Οι νέοι κανονισμοί, τών όποιων ή κατάρτιση βασίσθηκε σέ πλήθος από στατιστικά δεδομένα και τών όποιων ή εφαρμογή έχει ως βάση τή θεωρία τών πιθανοτήτων, παρέχουν καλύτερη ένδειξη (άπό ό,τι οι παλιότεροι κανονισμοί) τής δυνατότητας του πλοίου νά έπιβιώσει μετά από μία βλάβη (άνοιγμα στεγανών διαμερισμάτων στή θάλασσα) και παρέχουν επίσης στήν **Άρχή**, τή δυνατότητα νά άξιολογήσει σωστά τό επίπεδο ασφάλειας νέων, και διαφορετικών από τίς κλασικές, διατάξεων τών πλοίων.

25.5 Προστασία από πυρκαϊά – Άνίχνευση και κατασβεσθή της. (ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΙΙ – 2 τής SOLAS).

Στό πρώτο μέρος αυτού του κεφαλαίου καθορίζονται οι λεπτομέρειες εφαρμογής τών κανονισμών, μέ βάση τή διάκριση σέ φορτηγά και έπιβατικά πλοία, πού θεωρούνται εκείνα πού μεταφέρουν περισσότερους από 36 έπιβάτες. Στό ίδιο κεφάλαιο δίνονται διάφοροι όρισμοί πού έπηρεάζουν τίς λεπτομέρειες εφαρμογής τών κανονισμών, όπως οι όρισμοί τών άκαύστων ύλικών, τών διαφραγμάτων προστασίας από πυρκαϊά, και άλλων πού σχετίζονται μέ τίς άπαιτήσεις προστασίας από πυρκαϊά.

Έπίσης καλύπτονται θέματα σχετικά μέ:

- Τίς ελάχιστες έπιδόσεις τών άντλιών πυρκαϊάς του δικτύου πυρκαϊάς και τών λήψεων του δικτύου.
- Τούς πυροσβεστήρες (φορητούς).
- Τά μόνιμα συστήματα κατασβέσεως πυρκαϊάς.
- Τά συστήματα αυτόματης ραντίσεως σέ διάφορους χώρους του πλοίου.
- Τά συστήματα γιά τήν άνίχνευση και τή σήμανση πυρκαϊάς.

Ίδιαίτερο ένδιαφέρον γιά τούς χειριστές τών πλοίων παρουσιάζει ό κανονισμός 4, σύμφωνα μέ τόγ όποιο σέ διάφορα μέρη του πλοίου πρέπει νά υπάρχουν άναρτημένα σχέδια γενικής διατάξεως μέ όλες τίς λεπτομέρειες πού σχετίζονται μέ τήν προστασία και σωστή αντιμετώπιση τής πυρκαϊάς.

Στό δεύτερο, τρίτο, τέταρτο και πέμπτο μέρος του κεφαλαίου δίνονται λεπτομερείς κατασκευαστικές άπαιτήσεις του πλοίου, ώστε νά εξασφαλίζεται ή προστασία και ή μή έξάπλωση τής πυρκαϊάς. Στά μέρη αυτά περιλαμβάνονται θέματα, όπως είναι ή μεταλλική κατασκευή, οι πυροστεγανές φρακτές και τά καταστρώματα, ή έξασφάλιση έναλλακτικών έξόδων διαφυγής από τούς διάφορους χώρους, ή πυροστεγανή προστασία κλιμακοστασίων και άλλων ζωτικών χώρων, ή μορφή τών δικτύων άερισμού-έξαερισμού, οι άπαιτήσεις γιά τήν έγκατάσταση και οι λεπτομέρειες τών συστημάτων ραντίσεως και ό περιορισμός τής χρησιμοποιήσεως εύφλεκτων ύλικών.

Στό έκτο μέρος αυτού του κεφαλαίου περιέχονται ειδικές άπαιτήσεις γιά τά πετρελαιοφόρα πού καθορίζουν τή μορφή, τή διάταξη και τά συστήματα λειτουργίας τους.

Τέλος στό έβδομο μέρος δίνονται περιορισμένες άπαιτήσεις προστασίας γιά τά ύπάρχοντα πλοία.

25.6 Σωστικά μέσα (ΚΕΦΑΛΑΙΟ III τής SOLAS).

Τό πρώτο μέρος αυτού του κεφαλαίου περιλαμβάνει κοινές απαιτήσεις για έπιβατικά και φορτηγά πλοία. Σ' αυτό, έκτός από τους όρισμούς και τις λεπτομέρειες εφαρμογής των κανονισμών, καθορίζονται οι κατασκευαστικές λεπτομέρειες των σωσιβίων λέμβων, τό μέγεθος και ή μεταφορική τους Ικανότητα, καθώς και ό έξοπλισμός τους. Έπίσης περιέχονται τά αντίστοιχα στοιχεία για τις πνευστές σχεδίες καθώς και προδιαγραφές σχετικά μέ τά σωσίβια.

Στό δεύτερο μέρος υπάρχουν ειδικές απαιτήσεις για τά έπιβατικά πλοία. Έπιπλέον καθορίζονται οι απαιτήσεις πού σχετίζονται μέ τά συστήματα καθαιρέσεως των σωσιβίων λέμβων και των πνευστών σχεδιών.

Στό τρίτο μέρος υπάρχουν ειδικές απαιτήσεις για τά φορτηγά πλοία.

25.7 Ραδιοτηλεφωνία και ραδιοτηλεγραφία (ΚΕΦΑΛΑΙΟ IV τής SOLAS).

Λόγω τής σχετικής εύκολιας προσαρμογής των πλοίων στις απαιτήσεις των κανονισμών αυτού του κεφαλαίου, δέ γίνεται διάκριση μεταξύ νέων πλοίων και πλοίων πού υπάρχουν.

Τό πρώτο μέρος του κεφαλαίου περιέχει τους σχετικούς μέ τήν εφαρμογή των κανονισμών ξεϊειδικευμένους όρισμούς.

Τό δεύτερο μέρος περιέχει τις απαιτήσεις φυλακής (βάρδιας) άσυρμάτου, ανάλογα μέ τον τύπο και τό μέγεθος του πλοίου (άριθμός μεταφερομένων έπιβατών).

Τέλος, τό τρίτο μέρος περιέχει τις τεχνικές λεπτομέρειες των συστημάτων ραδιοτηλεφωνίας και ραδιοτηλεγραφίας πού έπιτρέπεται και απαιτείται νά υπάρχουν στα πλοία.

Στό ίδιο κεφάλαιο περιέχονται και οι απαιτήσεις πού σχετίζονται μέ τήν έγκατάσταση στα πλοία ραδιογωνιομέτρων.

25.8 Άσφάλεια ναυσιπλοίας (ΚΕΦΑΛΑΙΟ V τής SOLAS).

Τό κεφάλαιο αυτό αναφέρεται βασικά στην ύποχρέωση του πλοιάρχου νά είδοποιεί τά πλοία πού βρίσκονται κοντά του και τήν πλησιέστερη ύπηρεσία ξηράς για τους τυχόν ναυτιλιακούς κινδύνους πού συναντά. Στους κινδύνους αυτούς περιλαμβάνονται επικίνδυνοι όγκοι πάγου, καταιγίδες, πολύ χαμηλές θερμοκρασίες και άνεμος έντάσεως πάνω από 10 Beaufort.

Στό ίδιο κεφάλαιο καθορίζεται ή ύποχρέωση των κρατών νά διατηρούν ύπηρεσία συλλογής μετεωρολογικών πληροφοριών από τά πλοία, οι όποίες θά μπορούσαν νά συντελέσουν γενικά στην άσφάλεια τής Ναυσιπλοίας, αλλά και είδικά στον καθορισμό γραμμών είδικής κυκλοφορίας σέ πολυσύχναστες και περιορισμένες περιοχές.

25.9 Μεταφορά σιτηρών (ΚΕΦΑΛΑΙΟ VI τής SOLAS).

Έ Ιδιότητα των σιτηρών νά μετακινούνται σέ καταστάσεις θαλασσοταραχής και έτσι νά δημιουργούνται έγκάρσιες ροπές στό πλοίο, είναι ή βασική αίτια άπώλειας μεγάλου άριθμού φορτηγών πλοίων. Για τό λόγο αυτό ή SOLAS περιέχει μιά σειρά

είδικών κανονισμών που έχουν εφαρμογή σε τέτοιες περιπτώσεις.

Όλες οι λεπτομέρειες που σχετίζονται με τις απαιτήσεις και την εφαρμογή των σχετικών κανονισμών δίνονται στο βιβλίο «Ευστάθεια-Φόρτωση» του Ίδρύματος Εύγενίδου.

Έδω επισημαίνονται μόνο:

- α) *Η υποχρέωση του πλοίαρχου να αποδεικνύει, πριν από τη φόρτωση των σιτηρών, στις αρχές ότι το πλοίο θα μπορέσει μετά τη φόρτωση να καλύψει όλες τις απαιτήσεις ευστάθειας που καθορίζονται από τους κανονισμούς.* Η ανάγκη αυτή δημιουργεί στον πλοίαρχο μία υποχρέωση καλής κατανοήσεως των σχετικών τεχνικών θεμάτων.
- β) Η ανάγκη να υπάρχουν στο πλοίο, με τη μορφή πινάκων και καμπυλών, όλα τα στοιχεία που θα επιτρέψουν στον πλοίαρχο να αποδείξει την ικανοποίηση των σχετικών απαιτήσεων.

25.10 Μεταφορά επικίνδυνων φορτίων (ΚΕΦΑΛΑΙΟ VII τής SOLAS)

Στό κεφάλαιο αυτό τής SOLAS διακρίνονται τά διάφορα επικίνδυνα φορτία σε κατηγορίες και καθορίζονται οι απαιτήσεις για την ασφαλή μεταφορά τους. Οι λεπτομέρειες εφαρμογής αυτού του κεφαλαίου περιέχονται στο βιβλίο: «Ευστάθεια - Φόρτωση» του Ίδρύματος Εύγενίδου.

25.11 Πυρηνокίνητα πλοία (ΚΕΦΑΛΑΙΟ VIII τής SOLAS).

Στό κεφάλαιο αυτό θίγονται λεπτομέρειες που αφορούν την κατάσταση πυρηνικών αντιδραστήρων στα έμπορικά πλοία και καθορίζονται μέτρα ασφάλειας από τό ένδεχόμενο έκλύσεως ραδιενέργειας.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΕΙΚΟΣΤΟ ΕΚΤΟ

ΚΑΝΟΝΙΣΜΟΙ ΓΡΑΜΜΗΣ ΦΟΡΤΩΣΕΩΣ

26.1 Ἡ διεθνής σύμβαση γιά τή γραμμή φορτώσεως.

Ἡ σύμβαση γιά τή γραμμή φορτώσεως τοῦ 1966 εἶναι μιά διεθνής συμφωνία μεταξύ τῶν ναυτιλιακῶν χωρῶν καί ἔχει ὡς σκοπό νά προαγάγει τήν ἀσφάλεια τῆς ἀνθρώπινης ζωῆς καί περιουσίας στή θάλασσα, μέ τόν καθορισμό ὁμοιόμορφων ἀρχῶν καί κανονισμῶν σχετικά μέ τά ὄρια μέχρι τά ὁποῖα ἐπιτρέπεται ἡ φόρτωση τῶν πλοίων.

Σέ γενικές γραμμές ἡ παραπάνω σύμβαση καθορίζει τό ἐφεδρικό ὕψος τῶν πλοίων, μέ βάση τήν πυκνότητα τοῦ νεροῦ, τό μήκος, τό πλάτος, τό βύθισμα, τή σιμότητα τοῦ καταστρώματος, τήν ἔκταση τῶν ὑπερκατασκευῶν καί ἄλλες γεωμετρικές παραμέτρους.

Ἡ σύμβαση ὑποδιαιρεῖται σέ τέσσερα (4) κεφάλαια καί κάθε κεφάλαιο σέ κανονισμούς. Συνοπτικά ἡ διάρθρωση τῆς συμβάσεως εἶναι ἡ παρακάτω:

ΚΕΦΑΛΑΙΟ I — Γενικά ὁρισμοί.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ II — Συνθηκῆς προσδιορισμοῦ ὕψους ἐξάλων.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ III — Καθορισμός ὕψους ἐξάλων.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ IV — Εἰδικές ἀπαιτήσεις γιά πλοῖα μεταφορᾶς ξυλείας.

26.2 Γενικά — Ὅρισμοί (κεφάλαιο I τῆς συμβάσεως).

Στό κεφάλαιο I τῆς συμβάσεως δίνονται ἀρχικά καί μέ λεπτομέρειες οἱ ὁρισμοί πού εἶναι ἀπαραίτητοι γιά τήν ἐφαρμογή τῶν εἰδικῶν κανονισμῶν καθορισμοῦ τοῦ ὕψους ἐξάλων. Εἰδικότερα ὀρίζονται τά παρακάτω μεγέθη:

α) Μήκος (L).

Πού εἶναι ἴσο μέ τό 96% τοῦ μήκους τῆς ἰσάλου πού ἀντιστοιχεῖ στό 85% τοῦ ἐλάχιστου πλευρικοῦ βάθους (ὕψους) ἢ μέ τό μήκος πού μετρεῖται ἀπό τήν ἐξωτερική ὄψη τῆς στεῖρας μέχρι τόν ἄξονα τοῦ στορέα τοῦ πηδαλίου (μεταξύ τῶν δύο τό μεγαλύτερο).

β) Μέσο τοῦ πλοίου.

Πού εἶναι τό μέσο τοῦ μήκους L.

γ) Πλάτος (B).

Πού εἶναι τό μέγιστο πλάτος τοῦ πλοίου μετρούμενο στό μέσο τοῦ πλοίου καί ἐξωτερικά τοῦ νομέα.

δ) Πλευρικό βάθος (D).

Πού είναι η κατακόρυφη απόσταση από την πάνω δψη της επίπεδης τρόπιδας μέχρι την πάνω δψη του ζυγού του καταστρώματος εξάλων μετρούμενο στο μέσο του πλοίου.

ε) Πλευρικό βάθος για τό ύψος εξάλων (I).

Πού προκύπτει από τούς κανονισμούς για τό πλευρικό βάθος, τό πάχος του έλάσματος τής ύδρορρόης, τό πάχος τής επενδύσεως του καταστρώματος και τό όλικό μήκος τών υπερκατασκευών.

στ) Συντελεστής λεπτότητας γάστρας.

Ό συντελεστής αυτός βρίσκεται από τή σχέση:

$$C_b = \frac{\bar{V}}{LBD_1}$$

όπου: \bar{V} ό όγκος έκτοπίσματος του βυθισμένου μέρους του σκάφους

B τό πλάτος του πλοίου

L τό μήκος του πλοίου και

D_1 τό 85% του έλάχιστου πλευρικού βάθους.

ζ) Ύψος εξάλων.

Πού είναι η κατακόρυφη απόσταση (στο μέσο του πλοίου) από την πάνω δψη τής γραμμής καταστρώματος μέχρι την πάνω δψη τής αντίστοιχης γραμμής φορτώσεως.

η) Κατάστρωμα εξάλων.

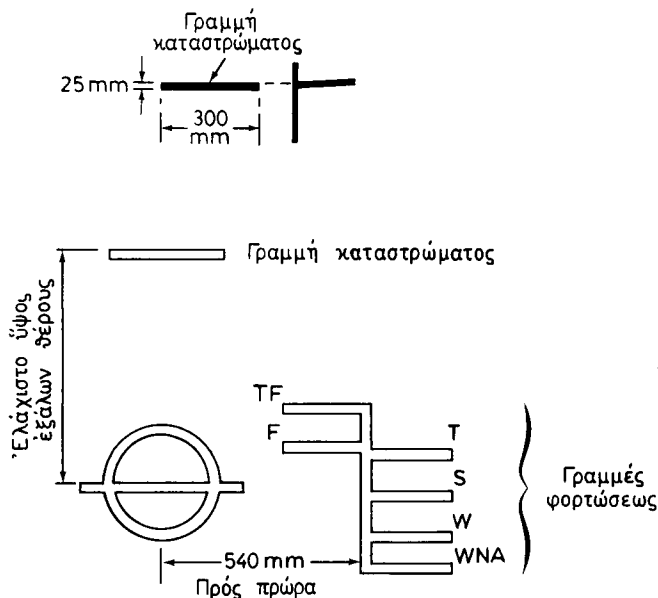
Πού είναι τό ανώτατο κατάστρωμα πού εκτίθεται στον καιρό και τή θάλασσα και πού έχει μόνιμα μέσα κλεισίματος τών εκτεθειμένων στον καιρό ανοιγμάτων του. Όλα τά ανοίγματα πού υπάρχουν στις πλευρές κάτω από τό κατάστρωμα εξάλων έχουν μόνιμα μέσα ύδατοστεγανού κλεισίματος.

θ) Ύπερκατασκευή.

Πού είναι κάθε κλειστή (άπό πάνω) κατασκευή πού βρίσκεται πάνω στο κατάστρωμα εξάλων και εκτείνεται από πλευρά σε πλευρά.

Στό ίδιο κεφάλαιο περιέχονται οι λεπτομέρειες χαράξεως τής γραμμής του καταστρώματος και τών γραμμών φορτώσεως. Οι λεπτομέρειες αυτής τής χαράξεως φαίνονται στο σχήμα 26.2. Στό σχήμα βλέπομε τή γραμμή του καταστρώματος, πού είναι μία ευθεία με μήκος 300 mm και πάχος 25 mm ή όποία χαράζεται στο μέσο κάθε πλευράς του πλοίου. Η επάνω δψη αυτής τής γραμμής συμπίπτει με τό σημείο τομής τής επάνω δψεως του καταστρώματος εξάλων και του πλευρικού έλάσματος του πλοίου.

Τό σημείο τής γραμμής φορτώσεως (μπάλα) άποτελείται από έναν κύκλο με έξωτερική διάμετρο 300 mm και πάχος 25 mm του μέτρου πού τέμνεται από μία όριζόντια ευθεία με μήκος 450 mm και πάχος 25 mm και τής όποία η πάνω δψη περνάει από τό κέντρο του κύκλου. **Τό κέντρο του κύκλου βρίσκεται στο μέσο του πλοίου και χαμηλότερα από την πάνω δψη τής γραμμής φορτώσεως σε απόσταση**



Σχ. 26.2

Χάραξη γραμμών.

α) Τῆς γραμμῆς καταστρώματος. β) Τῶν γραμμῶν φορτώσεως.

Ίση με τό ύψος εξάλων.

Στά πλοῖα εἰδικότερα χαράσσονται καί οἱ παρακάτω γραμμές φορτώσεως:

1. Γραμμή φορτώσεως θέρους.

Χαρακτηρίζεται μέ τό γράμμα S καί περνάει ἀπό τό κέντρο τοῦ κύκλου.

2. Γραμμή φορτώσεως χειμῶνα.

Χαρακτηρίζεται μέ τό γράμμα W καί προκύπτει ἀν προσθέσουμε στό ύψος εξάλων θέρους τό $\frac{1}{48}$ τοῦ βυθίσματος θέρους.

3. Γραμμή φορτώσεως Βόρειου Ἀτλαντικοῦ.

Χαρακτηρίζεται μέ τά γράμματα WNA καί βρίσκεται γιά πλοῖα μήκους μέχρι 100 m ἀν προσθέσουμε 50 mm τοῦ μέτρου στό ύψος εξάλων χειμῶνα. Σέ μεγαλύτερα πλοῖα οἱ γραμμές W καί WNA συμπίπτουν.

4. Τροπική γραμμή φορτώσεως.

Χαρακτηρίζεται μέ τό γράμμα T καί βρίσκεται ἀν ἀπό τό ύψος εξάλων θέρους ἀφαιρέσουμε τό $\frac{1}{48}$ τοῦ βυθίσματος θέρους.

5. Γραμμή φορτώσεως γλυκοῦ νεροῦ.

Χαρακτηρίζεται μέ τό γράμμα F καί προκύπτει ἀν ἀπό τό ύψος εξάλων θέρους ἀφαιρέσουμε μήκος ἴσο μέ $\Delta/40T$ (σέ cm).

ὅπου: Δ τό ἐκτόπισμα σέ tn στό βύθισμα θέρους καί

T tn ἀνά cm βυθίσεως στήν ἴσαλο θέρους.

6. Τροπική γραμμή φορτώσεως γλυκού νερού.

Πού συμβολίζεται με τὰ γράμματα TF και προκύπτει αν από τὸ ἐφεδρικό ὕψος θέρους γλυκού νεροῦ ἀφαιρέσουμε τὸ $\frac{1}{48}$ τοῦ βυθίσματος θέρους.

Οἱ παραπάνω γραμμὲς φαίνονται στὸ σχῆμα 26.2. Μερικὲς φορές πάνω στὸ πλοῖο εἶναι χαραγμένη καὶ ἡ γραμμὴ φορτώσεως ξυλίας πού προκύπτει ἀπὸ τὴν ἐφαρμογὴ εἰδικῶν κανονισμῶν.

“Ὅλες οἱ παραπάνω γραμμὲς εἶναι πονταρισμένες στὸ πλοῖο (μόνιμα χαραγμένες) καὶ χρωματισμένες με ἄσπρο ἢ κίτρινο χρῶμα σὲ σκοῦρο φόντο (χρῶμα πλευρᾶς πλοίου) ἢ με μαῦρο σὲ ἄσπρο φόντο.

Ἰδιαίτερο ἐνδιαφέρον ἀπὸ τὸ κεφάλαιο I παρουσιάζει ὁ κανονισμὸς 1, ὁ ὁποῖος θέτει τὶς ἀπαιτήσεις ὑπάρξεως ἱκανοποιητικῆς ἀντοχῆς καὶ ἐπεξηγεῖ ὅτι **πλοῖα πού ἔχουν κατασκευασθεῖ κατὰ τὶς ἀπαιτήσεις ἑνὸς ἀναγνωρισμένου νηογνώμονα καὶ συντηροῦνται με βάση αὐτὲς θεωροῦνται ὅτι ἔχουν ἱκανοποιητικὴ ἀντοχή.**

Κάθε γραμμὴ φορτώσεως ἀπὸ αὐτὲς πού προαναφέραμε καθορίζει τὸ ὄριο μέχρι τὸ ὁποῖο ἐπιτρέπεται ἡ φόρτωση τοῦ πλοίου νὰ αὐξήσει τὸ βύθισμα γιὰ τὶς ἀνάλογες συνθήκες (θέρους, χειμῶνα κλπ.). Ἀπὸ τὰ παραπάνω προκύπτει ὅτι **τὸ ὄριο μέχρι τὸ ὁποῖο μπορεῖ νὰ φορτωθεῖ ἓνα πλοῖο ἀνάγεται οὐσιαστικά στὴν εὕρεση τοῦ ὕψους ἐξάλων θέρους.**

26.3 Συνθήκες προσδιορισμοῦ ὕψους ἐξάλων (Κεφάλαιο II τῆς συμβάσεως).

Στὸ κεφάλαιο αὐτὸ καθορίζονται κατὰ κάποιον τρόπο οἱ εἰδικὲς κατασκευαστικὲς ἀπαιτήσεις πού πρέπει νὰ ἐκπληρώνει τὸ πλοῖο, γιὰ νὰ τοῦ ἐπιτραπεῖ νὰ ταξιδέψει με τὸ ὕψος ἐξάλων πού καθορίζεται ἀπὸ τοὺς κανονισμοὺς.

Τὰ θέματα πού ρυθμίζονται σ' αὐτὸ τὸ κεφάλαιο εἶναι:

- α) Τὸ ὕψος τοῦ κατωφλιοῦ καὶ οἱ λεπτομέρειες κατασκευῆς τῶν θυρῶν εἰσόδου στὶς ὑπερκατασκευές.
- β) Οἱ λεπτομέρειες τῶν ἀνοιγμάτων τῶν κυτῶν καὶ τῶν συστημάτων κλεισίματος τους.
- γ) Οἱ λεπτομέρειες τῶν ἀνοιγμάτων τοῦ μηχανοστασίου.
- δ) Οἱ κατασκευαστικὲς λεπτομέρειες τῶν ἐξαεριστῆρων καὶ τῶν ἀεραγωγῶν πού ἐκτείνονται πάνω ἀπὸ τὸ κατάστρωμα.
- ε) Τὰ χαρακτηριστικὰ τῶν ἀποχετευτικῶν σωληνώσεων πού διαπερνοῦν τὸ κελυφος τοῦ πλοίου καὶ τῶν συστημάτων ἀποχετεύσεως τῶν ἐκτεθειμένων καταστρωμάτων.
- στ) Τὰ χαρακτηριστικὰ τῶν παραφωτίδων (φινιστριγιῶν) καὶ τῶν μέσων κλεισίματός τους.

Γιὰ τὴν ἐφαρμογὴ τῶν κανονισμῶν, οὐσιώδεις στοιχεῖο εἶναι ἡ θέση τοῦ καθενὸς ἀπὸ τὰ συστήματα πού ἀναφέραμε κατὰ μῆκος τοῦ πλοίου καὶ κατακόρυφα σὲ σχέση με τὸ κατάστρωμα ἐξάλων.

Ἐνδιαφέρον ἐπίσης παρουσιάζει ὁ κανονισμὸς 10 σύμφωνα με τὸν ὁποῖο ὁ πλοίαρχος θὰ πρέπει νὰ ἐνημερώνεται ἐπαρκῶς ὥστε νὰ γνωρίζει ὅτι τὸ πλοῖο:

- **Δέ φορτίζεται ἀνεπὴρπτα ἀπὸ κακὴ φόρτωση.**
- **Ἔχει τὴν ἀπαραίτητη εὐστάθεια.**

26.4 Ύπολογισμός ύψους (κεφάλαιο III τής συμβάσεως).

Ἡ λεπτομερής διαδικασία εὐρέσεως τοῦ ἀπαιτούμενου, κατὰ τούς κανονισμούς, ὕψους ἐξάλων τοῦ πλοίου, ξεφεύγει ἀπό τὰ ὄρια αὐτοῦ τοῦ βιβλίου.

Ἐνδεικτικά ὅμως μπορούμε νά ποῦμε ὅτι γιά τήν ἐφαρμογή τῶν κανονισμῶν τῆς συμβάσεως, τά πλοῖα ὑποδιαιροῦνται σέ δύο κατηγορίες: σέ πλοῖα τύπου Α καί σέ πλοῖα τύπου Β.

Πλοῖα τύπου Α εἶναι ἐκεῖνα τά ὁποῖα ἀπό τήν κατασκευή τους προορίζονται νά μεταφέρουν ὑγρά φορτία *χύδην*, δηλαδή ἔχουν δεξαμενές μέ μικρά ἀνοίγματα στό κατάστρωμα πού κλείνουν μέ ὕδατοστεγανά χαλύβδινα (ἢ ἄλλα ἰσοδύναμα) καλύμματα. Στήν ἴδια κατηγορία ἀνήκουν καί πλοῖα μέ μήκος μεγαλύτερο ἀπό 150 m πού μποροῦν νά ὑποστοῦν κατάκλιση σέ ὁποιοδήποτε κενό χῶρο χωρίς ἐπιπτώσεις.

Πλοῖα τύπου Β εἶναι ὅλα ἐκεῖνα πού δέν ἀνήκουν στήν Α κατηγορία.

Ἀπό πίνακες πού περιέχονται στή σύμβαση μέ βάση τό μήκος τοῦ πλοίου μπορεῖ νά βρεθεῖ τό ὕψος ἐξάλων. Παραδείγματος χάρη ἓνα πλοῖο τύπου Α μήκους 150 m πρέπει νά ἔχει ἐλάχιστο ὕψος ἐξάλων 1968 mm, ἐνῶ ἓνα πλοῖο τύπου Β μέ τό ἴδιο μήκος πρέπει νά ἔχει ἐλάχιστο ὕψος ἐξάλων 2315 mm.

Τό παραπάνω ὕψος ἐξάλων πρέπει στή συνέχεια νά διορθωθεῖ μέ βάση στοιχεῖα πού δίνονται στή σύμβαση, ἀνάλογα βέβαια μέ τίς διάφορες γεωμετρικές ἰδιότητες τοῦ πλοίου, τῶν ὑπερκατασκευῶν καί ὑπερστεγασμάτων του.

26.5 Εἰδικές ἀπαιτήσεις γιά πλοῖα μεταφορᾶς ξυλείας (κεφάλαιο IV τής συμβάσεως).

Ἡ ὑπαρξη φορτίου ξυλείας στό κατάστρωμα ἑνός πλοίου θεωρεῖται ὅτι προσδίδει σ' αὐτό ἐπιπρόσθετη πλευστότητα. Γιά τό λόγο αὐτό σ' αὐτές τίς περιπτώσεις ἡ σύμβαση προβλέπει κάπως ἐλαττωμένο ὕψος ἐξάλων.

Γιά νά ἐπιτραπεῖ ὅμως τό πλοῖο νά χρησιμοποιήσῃ τό παραπάνω ἐλαττωμένο ὕψος ἐξάλων, θά πρέπει νά ἱκανοποιεῖ ὀρισμένες ἄλλες ἀπαιτήσεις σχετικές κυρίως μέ τήν εὐστάθειά του καί μέ τήν ἀσφάλεια ἀπό ἐνδεχόμενη μετακίνηση τοῦ φορτίου. Οἱ σχετικές λεπτομέρειες δίνονται ἀπό τούς κανονισμούς καί στό κεφάλαιο μέ τόν τίτλο «Φορτώσεις ξυλείας» τοῦ βιβλίου: «Εὐστάθεια-Φόρτωση» τοῦ Ἰδρύματος Εὐγενίδου.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΕΙΚΟΣΤΟ ΕΒΔΟΜΟ

ΚΑΝΟΝΙΣΜΟΙ ΜΕΤΡΗΣΕΩΣ ΧΩΡΗΤΙΚΟΤΗΤΑΣ

27.1 Γενικά – Όρισμοί.

Ἡ μέτρηση τῆς χωρητικότητας ἑνός πλοίου παρουσιάζει ἰδιαίτερο ἐνδιαφέρον γιατί **μέ βάση τῆς χωρητικότητας καθορίζεται ἕνα ποσοστό ἀπό τό κόστος ἐκμεταλλεύσεώς του, πού ἀφορᾶ τίς ἐξυπηρετήσεις καί ὑπηρεσίες πού προσφέρονται σ' αὐτό.** Ἐπιπλέον διάφορες νομοθετικές ρυθμίσεις πού καθορίζουν διάφορες ὑποχρεώσεις τῶν πλοίων μέ βάση τό μέγεθός τους ἀναφέρονται στή χωρητικότητα.

Στήν ἀγγλική ὀρολογία ὁ ὅρος *ton* ἔχει χρησιμοποιηθεῖ ὡς μονάδα μετρήσεως τόσο τῆς μάζας ὅσο καί τοῦ ὄγκου. Αὐτό ἔχει συχνά ὀδηγήσει σέ σύγχυση.

Οἱ συνήθεις ἀγγλικοῦ ὅρου στούς ὁποίους χρησιμοποιεῖται ὁ ὅρος *ton* ὡς **μονάδα μάζας** εἶναι:

α) Displacement Tonnage.

Πού παριστάνει τή μάζα τοῦ νεροῦ πού ἐκτοπίζεται ἀπό τό πλοῖο ἐκφρασμένη σέ τόννους. Μέ τό μέγεθος αὐτό πού ὀνομάζομε **Βάρος Ἐκτοπίσματος** ἐκφράζεται τό μέγεθος τῶν πολεμικῶν πλοίων.

β) Deadweight Tonnage.

Πού παριστᾷ τή διαφορά μεταξύ τοῦ ἐκτοπίσματος πλήρους φόρτου καί τοῦ ἀφορτου ἐκτοπίσματος. Τό μέγεθος αὐτό πού ὀνομάζεται ἀπλά καί **Deadweight** ἀποτελεῖ ἔνδειξη χαρακτηρισμοῦ τῆς ἱκανότητας ἑνός πλοίου νά μεταφέρει φορτίο, καύσιμα, ἐπιβάτες, νερό καί ἐφόδια. Χρησιμοποιεῖται συνήθως γιά τό χαρακτηρισμό τοῦ μεγέθους τῶν πετρελαιοφόρων.

γ) Freight Tonnage.

Πού ἐκφράζει σέ τόννους (μέ βάση ἕνα συντελεστή στοιβασίας 1,14 m³/tn) τό μέγεθος τῶν διαθεσίμων γιά μεταφορά φορτίου χώρων τοῦ πλοίου.

Ἐξάλλου ὁ ἴδιος ὅρος (tn) χρησιμοποιεῖται ὡς **μονάδα μετρήσεως ὄγκου** μέ βάση τήν ἰσοτιμία: 1 tn = 2,83 m³.

α) Under-Deck Tonnage.

Εἶναι ὁ συνολικός ὄγκος τοῦ πλοίου ἀπό τό ἐπάνω μέρος τῶν ἐδρῶν μέχρι τό ἀνώτερο κατάστρωμα, ἄν τό πλοῖο ἔχει λιγότερα ἀπό τρία καταστρώματα, καί μέχρι τό δεύτερο κατάστρωμα ἀπό κάτω πρὸς τά ἐπάνω σέ κάθε ἄλλη περίπτωση (κατάστρωμα καταμετρήσεως).

β) Gross Tonnage.

Τό μέγεθος αυτό προκύπτει από τό **Under-Deck Tonnage** μετά από πρόσθεση τοῦ ὄγκου τῶν κουραδόρων (Tween decks) καί ἄλλων κλειστῶν χώρων πάνω ἀπό τό κατάστρωμα καί ἀφαίρεση ὀρισμένων ὄγκων πού καθορίζονται στούς κανονισμοῦς. Ὁ ὄρος ἀποδίδεται στά Ἑλληνικά ὡς **ὀλική χωρητικότητα**.

Ὅταν δέν υπάρχουν ἀρκετά στοιχεῖα, ἡ ὀλική χωρητικότητα ἐνός πλοίου μπορεῖ νά ἐκτιμηθεῖ ἀπό τή σχέση:

$$\text{Ὅλική χωρητικότητα} = \frac{L \cdot B \cdot D}{3,5} \quad (107)$$

ὅπου: L τό μήκος μεταξύ καθέτων σέ m

B τό πλάτος ἀναφορᾶς τοῦ πλοίου σέ m

D τό ὕψος ἀναφορᾶς στό ἀνώτερο κατάστρωμα σέ m

γ) Net ή Register Tonnage.

Προκύπτει ἀπό τήν ὀλική χωρητικότητα μετά ἀπό ἀφαίρεση τοῦ ὄγκου ὀρισμένων χώρων πού δέν θεωρεῖται ὅτι εἶναι ἐκμεταλλεύσιμοι καί καθορίζονται ἀπό τούς κανονισμοῦς. Ἑλληνικά ὁ ὄρος ἀποδίδεται ὡς **καθαρή χωρητικότητα**.

Στήν Ἑλληνική ναυπηγική καί ναυτιλιακή πρακτική χρησιμοποιεῖται ὁ **τόννος ὡς μονάδα μάζας** (ἐκτόπισμα καί Deadweight) καί ὁ ὄρος **κόρος** (2,83 m³) γιά τή μέτρηση τῆς χωρητικότητας. Ἐτσι μπορεῖ ἀν χρησιμοποιηθοῦν σωστά οἱ μονάδες, νά ἀποφευχθεῖ ἡ σύγχυση.

Ἡ μέτρηση τῆς καθαρῆς καί ὀλικῆς χωρητικότητας τῶν πλοίων γίνεται μέ βάση τούς νομοθετημένους **κανονισμοῦς καταμετρήσεως** κάθε κράτους. Στήν Ἑλλάδα τά ἀποτελέσματα τῆς καταμετρήσεως περιέχονται σέ ἕνα πιστοποιητικό πού λέγεται **πιστοποιητικό καταμετρήσεως**.

Σέ διάφορα βιβλία ἔχουν κατά καιρούς δοθεῖ διάφοροι ἐμπειρικοί τύποι πού συσχετίζουν τή χωρητικότητα, τό ἐκτόπισμα καί τό Deadweight. Αὐτοῖ οἱ τύποι ἔχουν μερική μόνο ἐφαρμογή σέ συγκεκριμένους τύπους καί μέγεθος πλοίων καί καλό εἶναι νά ἀποφεύγονται. Ἐνδεικτικά τά στοιχεῖα ἐνός φορτηγοῦ πλοίου μέ ὑπερκατασκευές στό 50% τοῦ μήκους εἶναι:

- Ἐκτόπισμα 11500 τόννοι.
- Deadweight 8500 τόννοι.
- Ὅλική χωρητικότητα 5500 κόροι.
- Under-Deck Tonnage 5000 κόροι.
- Καθαρή χωρητικότητα 3500 κόροι.

27.2 Εύρεση ὀλικῆς χωρητικότητας.

- Ἡ ὀλική χωρητικότητα ἐνός πλοίου ἀποτελεῖται ἀπό τίς παρακάτω συνιστώσες:
 - Under-Deck Tonnage ὅπως ἔχει ἤδη ὀρισθεῖ στήν προηγούμενη παράγραφο.
 - Ὅγκο καταστρωμάτων πάνω ἀπό τό κατάστρωμα καταμετρήσεως.
 - Ὅγκο ὄλων τῶν κλειστῶν χώρων πάνω ἀπό τό ἀνώτερο κατάστρωμα πού χρησιμοποιοῦν γιά τό φορτίο, τοῦς ἐπιβάτες ἢ τό πλήρωμα.

- Όγκο μεταξύ του άνωτερου καταστρώματος και των καλυμμάτων των κυττών (κουβούσια).

Άπό τό παραπάνω άθροισμα θά πρέπει νά άφαιρεθοϋν στή συνέχεια οι όγκοι τών παρακάτω χώρων (Exempted spaces):

- Δεξαμενών διπυθμένου πού χρησιμοποιοϋνται άποκλειστικά γιά ύγρο έρμα καθώς και ή πρωραία και πρυμναία δεξαμενή ζυγοσταθμίσεως μέ τίς ίδιες προϋποθέσεις.
- Ύπερκατασκευών όπως τό πρόστεγο, μεσόστεγο και έπίστεγο έφόσον φέρουν όρισμένα ανοίγματα καθοριζόμενα άπό τούς κανονισμούς (Tonnage Openings).
- Προστατευμένων κουραδóρων (Tween decks) έφόσον έχουν όρισμένα ανοίγματα πού καθορίζονται άπό τούς κανονισμούς (Tonnage openings) και κατάλληλες έγκάρσιες φρακτές.
- Άλλων χώρων πού βρίσκονται πάνω στο κύριο κατάστρωμα και καθορίζονται άπό τούς κανονισμούς, όπως τά μαγειρεία και τό οιακιστήριο.

Τά σημεία όπου θά πρέπει νά ληφθοϋν οι σχετικές μετρήσεις και ό τρόπος εύρεσεως του όγκου τών παραπάνω χώρων καθορίζονται στους κανονισμούς.

Μέ βάση τήν όλική χωρητικότητα καθορίζονται τά τέλη δεξαμενισμού, ρυμουλκήσεως και άλλα.

27.3 Εύρεση καθαρής χωρητικότητας.

Ή καθαρή χωρητικότητα ενός πλοίου προκύπτει άπό τήν όλική μετά τήν άφαίρεση όρισμένων χώρων πού δέν θεωροϋνται έκμεταλλεύσιμοι (deducted spaces) και πού καθορίζονται στους κανονισμούς.

Τέτοιοι χώροι είναι:

- Ό χώρος πηδαλιού, άγκυρας και άντλιοστασιών πού βρίσκονται κάτω άπό τό άνωτερο κατάστρωμα.
- Οι χώροι χαρτών και άσυρμάτου.
- Οι άποθήκες ναυκλήρου κάτω άπό όρισμένες προϋποθέσεις.
- Οι χώροι βοηθητικών λεβήτων.
- Οι δεξαμενές ύγρου έρματος εκτός άπό τά διπύθμενα.
- Οι χώροι ένδαιιτήσεως πλοίαρχου και πληρώματος.
- Οι χώροι προώσεως.

Ό όγκος τών χώρων προώσεως ύπολογίζεται άπό τούς παρακάτω όγκους τών χώρων άπό τούς όποιους θεωρείται ότι άποτελείται. Δηλαδή άπό:

- Τόν όγκο του κυρίως χώρου μηχανοστασίου και λεβητοστασίου.
- Τόν όγκο του χώρου πάνω άπό τό μηχανοστάσιο έφόσον περιέχει μηχανήματα ή άγωγούς άέρα.
- Τόν όγκο τών σηράγγων έλικοφόρων άξόνων.

Σάν **έκπιπόμενος χώρος** γιά τούς χώρους προώσεως θεωρείται:

- Τό 32% τής όλικής χωρητικότητας, άν ό όγκος τών χώρων προώσεως είναι μεταξύ 13 και 20% τής όλικής χωρητικότητας.
- Τά 32/13 του όγκου τών χώρων προώσεως, άν ό όγκος τους είναι κάτω άπό 13% τής όλικής χωρητικότητας.
- Άν ό όγκος τών χώρων προώσεως ύπερβαίνει τό 20% τής όλικής χωρητικό-

τητας έκπíπτεται ή τό 32% τής όλικής χωρητικότητας ή όγκος ίσος μέ $1\frac{3}{4}$ φορές του όγκου τών χώρων προώσεως (μέ αίτηση του πλοιοκτήτη).

Έπειδή τά λιμενικά τέλη καί τά τέλη πιλότου καί διελεύσεως από στενά καθορίζονται μέ βάση τήν καθαρή χωρητικότητα, επιδιώκεται πάντα μέ διάφορα (νόμιμα) σχεδιαστικά τεχνάσματα ό αριθμός αυτός νά εμφανίζεται όσο τό δυνατό μικρότερος.

27.4 Νέοι Κανονισμοί καταμετρήσεως.

Οί κανονισμοί αυτοί έχουν εφαρμοσθεί σέ διάφορες χώρες μεταξύ τών οποίων καί ή Ελλάδα. Οί κανονισμοί τέθηκαν γιά πρώτη φορά σέ ίσχύ στήν Άγγλία τήν 1η Μαρτίου του 1967.

Οί νέοι κανονισμοί δέν απαιτούν γιά τήν άφαίρεση του όγκου τών κουραδόρων καί άλλων *άνοικτών* χώρων του καταστρώματος τήν ύπαρξη ειδικών άνοιγμάτων (Tonnage openings). Άντίθετα προβλέπουν τήν χάραξη στίς πλευρές του πλοίου μιās *γραμμής χωρητικότητας* ή *Tonnage mark* παρόμοιας περίπου μέ τή γραμμή φορτώσεως. Έτσι, όταν ή γραμμή χωρητικότητας βρίσκεται έξω από τό νερό, ή χρησιμοποιούμενη χωρητικότητα δέν περιλαμβάνει τούς άνοικτούς χώρους. Τό αντίθετο ίσχύει όταν ή γραμμή χωρητικότητας βρίσκεται μέσα στό νερό. Είναι φανερό ότι μέ τούς νέους κανονισμούς τό πλοίο έχει δύο ζεύγη όλικής καί καθαρής χωρητικότητας.

27.5 Η Διεθνής Σύμβαση 1969 γιά τήν καταμέτρηση πλοίων.

Άπό μιιά διεθνή συνάντηση πού πραγματοποιήθηκε μέσα στά πλαίσια του IMO στό Λονδίνο τό 1969 προέκυψε ή κατάρτιση μιās συμβάσεως μέ σκοπό:

- Νά άποσυνδεθούν κατά τό δυνατό μεταξύ τους τά θέματα σχεδιάσεως καί καταμετρήσεως τών πλοίων.
- Νά γίνει δυνατή ή εύρεση τής χωρητικότητας στίς πρώτες φάσεις τής σχεδιάσεως του πλοίου.
- Νά άπλουστευθεί ή εύρεση τής χωρητικότητας.
- Νά εξαλειφθούν οι άύθαιρετες ρυθμίσεις πού γίνονταν μέ τήν εφαρμογή τών προηγούμενων κανονισμών καταμετρήσεως.

Μέ τούς νέους κανονισμούς εξαφανίζεται ή έννοια του κόρου καί ή χωρητικότητα εκφράζεται ως συνάρτηση τών κυβικών μέτρων (π.χ. χρησιμοποιείται ή έκφραση *όλική χωρητικότητα 1540*).

Η σύμβαση περιέχει συνολικά 22 άρθρα καί μετά από διάφορους όρισμούς γιά τό άνώτερο κατάστρωμα, τό πλάτος άναφοράς, τό ύψος άναφοράς, τούς στεγασμένους καί έξαιρούμενους χώρους, τούς χώρους φορτίου κλπ., δίνει τύπους γιά τόν ύπολογισμό τής όλικής καί καθαρής χωρητικότητας.

1) Όλική χωρητικότητα.

Η όλική χωρητικότητα μπορεί νά βρεθεί από τή σχέση:

$$GT = K_1 \bar{V} \quad (108)$$

όπου: GT ή όλική χωρητικότητα

\bar{V} ό όγκος όλων τών στεγασμένων χώρων του πλοίου σέ m^3

$K_1 = 0,2 + 0,02 \log_{10} \bar{V}$ (βλέπε πίνακα 27.5.1)

ΠΙΝΑΚΑΣ 27.5.1
Τιμές των συντελεστών K_1 και K_2 στις σχέσεις (108) και (109)

∇ ή ∇_c	K_1 ή K_2	∇ ή ∇_c	K_1 ή K_2	∇ ή ∇_c	K_1 ή K_2	∇ ή ∇_c	K_1 ή K_2
10	0,2200	45,000	0,2931	330,000	0,3104	670,000	0,3165
20	0,2260	50,000	0,2940	340,000	0,3106	680,000	0,3166
30	0,2295	55,000	0,2948	350,000	0,3109	690,000	0,3168
40	0,2320	60,000	0,2956	360,000	0,3111	700,000	0,3169
50	0,2340	65,000	0,2963	370,000	0,3114	710,000	0,3170
60	0,2356	70,000	0,2969	380,000	0,3116	720,000	0,3171
70	0,2369	75,000	0,2975	390,000	0,3118	730,000	0,3173
80	0,2381	80,000	0,2981	400,000	0,3120	740,000	0,3174
90	0,2391	85,000	0,2986	410,000	0,3123	750,000	0,3175
100	0,2400	90,000	0,2991	420,000	0,3125	760,000	0,3176
200	0,2460	95,000	0,2996	430,000	0,3127	770,000	0,3177
300	0,2495	100,000	0,3000	440,000	0,3129	780,000	0,3178
400	0,2520	110,000	0,3008	450,000	0,3131	790,000	0,3180
500	0,2540	120,000	0,3016	460,000	0,3133	800,000	0,3181
600	0,2556	130,000	0,3023	470,000	0,3134	810,000	0,3182
700	0,2569	140,000	0,3029	480,000	0,3136	820,000	0,3183
800	0,2581	150,000	0,3035	490,000	0,3138	830,000	0,3184
900	0,2591	160,000	0,3041	500,000	0,3140	840,000	0,3185
1,000	0,2600	170,000	0,3046	510,000	0,3142	850,000	0,3186
2,000	0,2660	180,000	0,3051	520,000	0,3143	860,000	0,3187
3,000	0,2695	190,000	0,3056	530,000	0,3145	870,000	0,3188
4,000	0,2720	200,000	0,3060	540,000	0,3146	880,000	0,3189
5,000	0,2740	210,000	0,3064	550,000	0,3148	890,000	0,3190
6,000	0,2756	220,000	0,3068	560,000	0,3150	900,000	0,3191
7,000	0,2769	230,000	0,3072	570,000	0,3151	910,000	0,3192
8,000	0,2781	240,000	0,3076	580,000	0,3153	920,000	0,3193
9,000	0,2791	250,000	0,3080	590,000	0,3154	930,000	0,3194
10,000	0,2800	260,000	0,3083	600,000	0,3156	940,000	0,3195
15,000	0,2835	270,000	0,3086	610,000	0,3157	950,000	0,3196
20,000	0,2860	280,000	0,3089	620,000	0,3158	960,000	0,3196
25,000	0,2880	290,000	0,3092	630,000	0,3160	970,000	0,3197
30,000	0,2895	300,000	0,3095	640,000	0,3161	980,000	0,3198
35,000	0,2909	310,000	0,3098	650,000	0,3163	990,000	0,3199
40,000	0,2920	320,000	0,3101	660,000	0,3164	1,000,000	0,3200

2) Καθαρή χωρητικότητα.

Η καθαρή χωρητικότητα βρίσκεται από τη σχέση:

$$NT = K_2 \bar{V}_C \left[\frac{4d}{3D} \right]^2 + K_3 \left[N_1 + \frac{N_2}{10} \right] \quad (109)$$

όπου: NT ή καθαρή χωρητικότητα

V_C ο όλικός όγκος των χώρων φορτίου σε m^3

$$K_3 = 1,25 \times \frac{GT + 10000}{10000}$$

$$K_2 = 0,2 + 0,02 \log_{10} \bar{V}_C \text{ (πίνακας 27.5.1)}$$

D τό ύψος αναφοράς σέ m

d τό βύθισμα αναφοράς σέ m

N_1 ο αριθμός έπιβατών σέ καμπίνες μέ θέσεις γιά λιγότερους από 8 έπιβάτες ή καθεμία

N_2 ο αριθμός τών ύπολοίπων έπιβατών

$N_1 + N_2$ ο συνολικός αριθμός έπιβατών (λαμβάνεται ίσος μέ μηδέν αν τό πλοίο έπιτρέπεται νά μεταφέρει λιγότερους από 13 έπιβάτες).

Ο παράγοντας $(4d/3D)^2$ λαμβάνεται ίσος μέ τή μονάδα αν ή πραγματική τιμή του ύπερβαίνει τή μονάδα.

Ο παράγοντας $K_2 \bar{V}_C (4d/3D)^2$ λαμβάνεται ίσος μέ 0,25 GT αν ή πραγματική τιμή του είναι μεγαλύτερη (από 0,25 GT).

ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΕΙΚΟΣΤΟ ΟΓΔΟΟ

ΚΑΝΟΝΙΣΜΟΙ ΠΡΟΛΗΨΕΩΣ ΑΠΟ ΡΥΠΑΝΣΗ ΚΑΙ ΑΛΛΟΙ ΚΑΝΟΝΙΣΜΟΙ

28.1 'Ανάγκη γιά τήν πρόληψη τής ρυπάνσεως – 'Ιστορικό.

Τό πρῶτο διεθνές συνέδριο γιά τήν πρόληψη τής ρυπάνσεως τής θάλασσης ἀπό προϊόντα πετρελαίου πραγματοποιήθηκε τό 1954, οί σχετικές ὁμως ἀρμοδιότητες περιήλθαν στή δικαιοδοσία τοῦ IMO μετά τή σύστασή του, δηλαδή τό 1959. Τό 1969 συμπληρώθηκαν οί σχετικοί κανονισμοί στούς τομεῖς:

- Ἀπαγόρευση τυχαίας καί ἐκούσιας ἀπορρίψεως πετρελαίου στή θάλασσα.
- Παροχή δικαιωμάτων στά κράτη γιά ἐπιβολή κυρώσεων.
- Νομικά θέματα ἀποζημιώσεων σέ περιπτώσεις ρυπάνσεως.
- Τρόποι καθαρισμοῦ περιοχῶν πού ἔχουν ρυπανθεῖ.

Ἄ στόχος τοῦ διεθνοῦς συνεδρίου πού πραγματοποιήθηκε τό 1973 (IMCO Conference on Marine Pollution) ἦταν ἡ πλήρης ἐξάλειψη τής ἠθελημένης καί ἡ ἐλάττωση στό μέγιστο βαθμό τής τυχαίας ἀπορρίψεως στή θάλασσα προϊόντων πετρελαίου ἢ ἄλλων ὑλικῶν πού προκαλοῦν τή ρύπανση.

Στό διάστημα ἀπό 15 Δεκεμβρίου 1976 μέχρι 24 Φεβρουαρίου 1977 συνέβησαν στίς ἀκτές τῶν Ἑνωμένων Πολιτειῶν τά παρακάτω ἀτυχήματα πού εἶχαν ὡς ἀποτέλεσμα ἐκτεταμένη ρύπανση τής περιοχῆς.

1. Τό δεξαμενόπλοιο *Argo Merchant* κόπηκε στά δύο στήν περιοχή Nantucket Island. Χύθηκαν στή θάλασσα 23000 tn πετρελαίου (15-12-76).
2. Στό δεξαμενόπλοιο *Sansinena* ἔγινε ἔκρηξη. Χύθηκε στή θάλασσα στό Los Angeles 64 tn πετρελαίου (17-12-76).
3. Στό *Oswego Peace* παρουσιάστηκε ἀνοίγμα ἐλάσματος. Χύθηκαν στό ποταμό Thames River τοῦ New London 16 tn πετρελαίου (24-12-76).
4. Τό *Olympic Games* προσάραξε στόν ποταμό Delaware. Χύθηκαν στή θάλασσα 424 tn πετρελαίου (27-12-76).
5. Τό *Daphne* προσάραξε στό λιμάνι Guayanilla τοῦ Puerto Rico (28-12-76).
6. Στό *Mary Ann*, στήν Ἀνατολική ἀκτή τῶν Ἑνωμένων Πολιτειῶν, συνέβη ἔκρηξη καί πυρκαϊά (1-1-77).
7. Στό δεξαμενόπλοιο *Grand Zenith* ἔγινε διαρροή ποσότητας πετρελαίου στίς ἀκτές τής Nova Scotia (2-1-77).
8. Τό δεξαμενόπλοιο *Universe Leader* προσάραξε στόν ποταμό Delaware (4-1-77).
9. Τό δεξαμενόπλοιο *Universe Leader* κόπηκε στά δύο στό ἀκρωτήριο Cape Ann τής Μασαχουσέτης (10-1-77).

10. Τό δεξαμενόπλοιο *Irene Challenger* κόπηκε στά δύο στό Βόρειο Ειρηνικό (17-1-77).
11. Στό δεξαμενόπλοιο *Exxon San Francisco* έγινε έκρηξη καί πυρκαϊά στό Houston του Texas (27-1-77).
12. Τό πλοίο μεταφοράς χημικών *Marine Floridian* προσέκρουσε από βλάβη πηδαλίου στό Hopewell τής Virginia (24-2-77).

Ἡ σειρά αὐτή τῶν ἀτυχημάτων, πού τά περισσότερα εἶχαν ὡς συνέπεια ἐκτός ἀπό ρύπανση καί ἀπώλεια ἀνθρώπινης ζωῆς, εἶχαν ὡς ἀποτέλεσμα τή λήψη ἀπό τίς Ἑνωμένες Πολιτεῖες μιᾶς σειρᾶς μέτρων μεταξύ τῶν ὁποίων περιλαμβάνεται καί μιᾶ πρόταση πρὸς τόν IMO γιά τή λήψη διεθνῶς μέτρων γιά τήν ἀποφυγή ἀτυχημάτων στό δεξαμενόπλοια καί πρόληψη τῆς θαλάσσιας ρυπάνσεως. Ἔτσι πραγματοποιήθηκε στό Λονδίνο τό Φεβρουάριο τοῦ 1979 τό **Διεθνές Συνέδριο γιά τήν Ἀσφάλεια τῶν Δεξαμενοπλοίων καί τήν πρόληψη τῆς Ρυπάνσεως**.

28.2 Ὁρολογία σχετική μέ τή ρύπανση.

Στά διάφορα νομοθετικά κείμενα πού ἀσχολοῦνται μέ τή ρύπανση καί στή Διεθνή Ναυτική βιβλιογραφία χρησιμοποιοῦνται συχνά διάφοροι ὄροι ὅπως εἶναι:

C/A	= Collision Avoidance Aids = βοηθητικά συστήματα γιά τήν ἀποφυγή συγκρούσεως.
COW	= Crude Oil Washing = καθαρισμός δεξαμενῶν χρησιμοποιώντας ὡς μέσο τό ἀργό πετρέλαιο.
CBT	= Clean Ballast Tanks = Δεξαμενές ὑγροῦ ἔρματος πού χρησιμοποιοῦνται ἀποκλειστικά γι' αὐτό τό σκοπό.
DB	= Double Bottoms = Διπύθμενα.
DWT	= Deadweight.
GT	= Gross Tonnage = Ὀλική χωρητικότητα.
IGS	= Inert Gas System = Σύστημα ἀδρανούς ἀερίου γιά κατέσβεση πυρκαϊᾶς.
MARPOL 73	= Διεθνῆς Σύμβαση γιά τήν πρόληψη τῆς ρυπάνσεως ἀπό τό πλοῖα (1973).
Marpol Protocol	= Πρωτόκολλο (κατά τίς διατάξεις τῆς Συμβάσεως τοῦ 1978) πού ἀναφέρεται στούς ὄρους τῆς MARPOL 73.
PL ἢ PL/SBT	= Protective Location of Segregated Ballast Tanks = προστατεύουσα θέση τῶν δεξαμενῶν ὑγροῦ ἔρματος (πού εἶναι διαχωρισμένες ἀπό τίς δεξαμενές φορτίου).
SBT	= Segregated Ballast Tanks = Δεξαμενές ὑγροῦ ἔρματος πού εἶναι διαχωρισμένες ἀπό τίς δεξαμενές φορτίου.
SOLAS 74	= Διεθνῆς Σύμβαση γιά τήν ἀσφάλεια τῆς ἀνθρώπινης ζωῆς στή θάλασσα τοῦ 1974.
Solas Protocol	= Πρωτόκολλο (κατά τίς διατάξεις τοῦ 1978) πού ἀναφέρεται στή SOLAS 74.
TSP	= Tanker Safety and Pollution Prevention = Προστασία δεξαμενόπλοιοι καί πρόληψη ρυπάνσεως.

28.3 Συνοπτικές απαιτήσεις της Συμβάσεως του 1973.

Ἡ διεθνής σύμβαση τοῦ 1973 γιὰ τὴν ἀποφυγὴ τῆς ρυπάνσεως περιλαμβάνει 20 ἄρθρα καὶ 5 παραρτήματα πού περιέχουν τεχνικές πληροφορίες στὰ παρακάτω θέματα.

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ I Κανονισμοὶ γιὰ τὴν πρόληψη ρυπάνσεως ἀπὸ πετρέλαιο.

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ II Κανονισμοὶ γιὰ τὸν ἔλεγχο τῆς ρυπάνσεως ἀπὸ βλαβερά ὑγρά.

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ III Κανονισμοὶ γιὰ τὴν πρόληψη τῆς ρυπάνσεως ἀπὸ ἐπικίνδυνες ὕλες πού μεταφέρονται σέ πακέτα.

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ IV Κανονισμοὶ γιὰ τὴν πρόληψη τῆς ρυπάνσεως ἀπὸ λύματα.

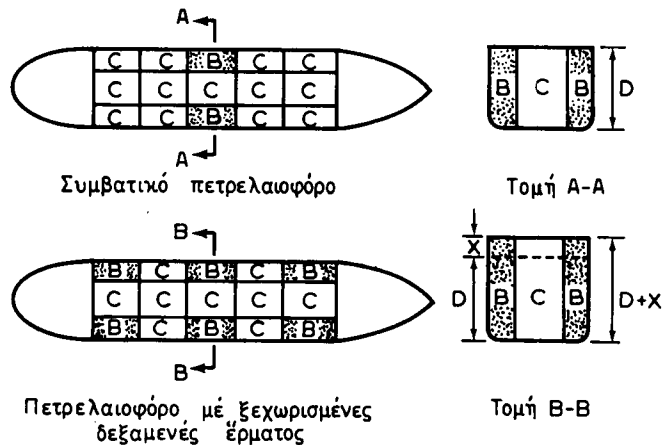
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ V Κανονισμοὶ γιὰ τὴν πρόληψη τῆς ρυπάνσεως ἀπὸ ἀπορρίματα.

Ἀπὸ τὰ παραπάνω παραρτήματα τὰ I καὶ II θεωρήθηκαν ὡς ὑποχρεωτικά καὶ τὰ III, IV καὶ V προαιρετικά.

Ἀπὸ τὶς βασικές σχεδιαστικές ἀπαιτήσεις οἱ ὁποῖες περιέχονται στὴ σύμβαση, εἶναι ἡ ἀνάγκη γιὰ τὴν ὑπαρξὴ ξεχωριστῶν (πού δὲν ἔχουν σχέση μὲ τὶς δεξαμενές φορτίου) δεξαμενῶν ὑγροῦ ἔρματος μὲ ἱκανότητα ἔρματισμοῦ τοῦ δεξαμενόπλοιου πού νὰ καλύπτει τὶς συνήθεις ἀπαιτήσεις καταστάσεως καιροῦ καὶ θάλασσας (Segregated Ballast Tanks). Μὲ τὸν τρόπο αὐτὸ ἐξασφαλίζεται ἡ μὴ ὑπαρξὴ ὑγροῦ ἔρματος στὶς δεξαμενές φορτίου.

Ἡ συνήθης διάταξη ἑνὸς δεξαμενόπλοιου κλασικῆς μορφῆς καὶ ἑνὸς μὲ SBT φαίνεται στὸ σχῆμα 28.3. Στὸ σχῆμα φαίνεται διαγραμματικά ἡ ἀνάγκη αὐξήσεως τοῦ μεγέθους τοῦ δεξαμενόπλοιου μὲ SBT γιὰ τὴν ἴδια μεταφορική ἱκανότητα.

Σέ δεξαμενόπλοια πού δὲν ἔχουν πλήρεις δυνατότητες SBT ὅλα τὰ κατάλοιπα ὀδηγοῦνται σέ μία δεξαμενὴ. Πάνω σ' αὐτὰ στὸ λιμάνι φορτώσεως φορτώνεται καὶ νέα ποσότητα πετρελαίου. Ἡ μέθοδος αὐτὴ λέγεται Load on Top (LOT).



Σχ. 28.3.

Διάταξη δεξαμενῶν συμβατικοῦ δεξαμενόπλοιου καὶ ἀντίστοιχου μὲ SBT.

- α) Συμβατικό πετρελαιοφόρο. β) Πετρελαιοφόρο μὲ διαχωρισμένες δεξαμενές ἔρματος.
 β) Ξεχωρισμένες δεξαμενές ἔρματος. γ) Δεξαμενές φορτίου. δ) Αὐξήση βυθίσματος γιὰ τὴν ἐφαρμογὴ ξεχωρισμένων δεξαμενῶν ἔρματος. ε) Κοίλο ἀρχικοῦ πλοίου.

Περισσότερα στοιχεία για τις διαδικασίες φορτώσεως των δεξαμενοπλοίων δίνονται στο βιβλίο «Ευστάθεια-Φόρτωση» του Ίδρυματος Ευγενίδου.

Στή σύμβαση, εκτός από τις τεχνικές απαιτήσεις περιέχονται και διάφορες άλλες υποδείξεις (Recommendations) πάνω στους παρακάτω τομείς (για συμπληρωματική έρευνα από τον IMO).

- Έλεγχος των διαδικασιών έκφορτώσεως.
- Απαιτήσεις βυθίσματος για πλοία με SBT.
- Καταμέτρηση πλοίων με SBT.
- Έγκαταστάσεις ξηρᾶς γιά τήν παραλαβή καταλοίπων πετρελαίου.
- Βελτίωση του συστήματος φορτώσεως LOT.
- Αποφυγή άτυχημάτων στα πλοία.
- Περιορισμός τής διαφυγής πετρελαίου μετά από άτύχημα.
- Ανάπτυξη συστημάτων καθαρισμού τής θάλασσας μετά από ρύπανση.
- Θέσπιση πιό λεπτομερών διατάξεων γιά τήν άποφυγή ρυπάνσεως από λύματα και άπορρίμματα.

Τέλος στή σύμβαση καθορίζονται οι ύποχρεώσεις και τά δικαιώματα των κρατών γιά τήν άστυνόμευση των θαλασσών, μέ σκοπό τήν έξασφάλιση τής τηρήσεως των σχετικών απαιτήσεων.

28.4 Συνοπτικές απαιτήσεις τής Συμβάσεως (TSPP) του 1978.

Μέ τή σύμβαση του 1978 επιδιώκεται νά ύλοποιηθοϋν στο μεγαλύτερο δυνατό βαθμό οι στόχοι τής Συμβάσεως του 1973. Στόν πίνακα 28.4.1 δίνονται συνοπτικά και μέ βάση τήν όρολογία τής παραγράφου 28.2 οι σχετικές απαιτήσεις πού καθορίζονται ανάλογα μέ τό είδος του πλοίου (ύπάρχον ή νέο) και τό είδος του φορτίου (άργό πετρέλαιο ή προϊόντα πετρελαίου). Άνάλογα μέ τά παραπάνω και μέ τό μέγεθος του πλοίου καθορίζονται και οι σχετικές ήμερομηνίες έφαρμογής των κανονισμών.

Γιά τήν κατανόηση των σχετικών θεμάτων δίνονται παρακάτω, πολύ συνοπτικά, μερικά στοιχεία.

1) Βοηθητικά συστήματα γιά άποφυγή συγκρούσεως.

Πρόκειται γιά ήλεκτρονικές συσκευές πού χρησιμοποιοϋν τς ένδείξεις του ραντάρ, τής γυροπυξίδας και του δρομόμετρου γιά τήν παροχή στόν πλοίαρχο στοιχείων γιά τήν άποφυγή συγκρούσεως μέ άλλα πλοία, κυρίως σε περιοχές μεγάλης κινήσεως.

2) Καθαρισμός δεξαμενών μέ άργό πετρέλαιο.

Διαδικασία όπου μέ ειδικά μόνιμα μηχανήματα καθαρισμού μέσα στις δεξαμενές πραγματοποιείται, μετά τήν έκφόρτωση του φορτίου, πλύσιμο των τοιχωμάτων τής δεξαμενής χρησιμοποιώντας ως μέσο τό άργό πετρέλαιο. Έτσι άποφεύγεται ή χρήση θάλασσας γιά τό σκοπό αυτό.

3) Ειδικές δεξαμενές ύγρου έρματος.

Ό όρος προϋποθέτει τήν ύπαρξη τελείως χωριστού δικτύου έρματισμού από τό δίκτυο του φορτίου.

ΠΙΝΑΚΑΣ 28.4.1
Συνοπτικές απαιτήσεις της Συμβάσεως (TSPP) 1978

Είδος Πλοίου	Είδος Φορτίου	Απαιτήσεις – Έφαρμογή
ΝΕΑ ΠΛΟΙΑ	Άργό πετρέλαιο	PL Πλοία πάνω από 20000 tn DWT SBT COW IGS – Δεύτερο Ραντάρ Πλοία πάνω από 10000 κόρους όλικής χωρητικότητας – CAA – Διπλή δυνατότητα πηδαλιουχίσεως
	Προϊόντα πετρελαίου	PL πλοία πάνω από 30000 tn DWT IGS Πλοία πάνω από 20000 tn DWT – Δεύτερο ραντάρ Πλοία πάνω από 10000 κόρους όλικής χωρητικότητας – CAA – Διπλή δυνατότητα ιηδαλιουχίσεως
ΥΠΑΡΧΟΝΤΑ ΠΛΟΙΑ	Άργό πετρέλαιο	SBT 40000-70000 DWT μέχρι τό 1983 ή COW 70000 DWT και πάνω μέχρι τό 1985 IGS Πλοία πάνω από 20000 tn DWT – Δεύτερο ραντάρ Πλοία πάνω από 10000 κόρους όλικής χωρητικότητας – CAA – Διπλή δυνατότητα πηδαλιουχίσεως
	Προϊόντα πετρελαίου	CBT Πλοία πάνω από 40000 tn DWT ή SBT Πλοία πάνω από 70000 DWT μέχρι τό 1981 IGS 40000-70000 DWT μέχρι τό 1983 – Δεύτερο ραντάρ Πλοία πάνω από 10000 κόρους όλικής χωρητικότητας – CAA – Διπλή δυνατότητα πηδαλιουχίσεως

Προσδιοριστικές ημερομηνίες για νέα πλοία:
 Θέση τρόπιδας: Άπό 'Ιανουαριο 1980 και μετά
 Παράδοση: Άπό 'Ιούνιο 1982 και μετά

4) Σύστημα αδρανούς αερίου.

Είναι συστήματα τα όποια όταν είναι ανάγκη μπορούν να πληρώσουν μία μισοάδεια ή τελείως άδεια δεξαμενή με αέριο ή μίγμα αερίων που κάνει τό περιβάλλον αδρανές, δηλαδή **φτωχό**, σέ οξυγόνο ώστε να μήν είναι δυνατή ή δημιουργία έκρήξεων.

5) Προστατεύουσα θέση τών δεξαμενών υγρού ξηματος.

Είναι ή τοποθέτηση δεξαμενών υγρού ξηματος γύρω από τίς δεξαμενές φορτίου (Wing Tanks, Fore-Peak καί After Peak) καί κάτω από αυτές (Double Bottoms), ώστε να προστατεύονται οι δεξαμενές (φορτίου) από πιθανή σύγκρουση.

28.5 Άλλοι κανονισμοί.

Η χρησιμοποίηση καί κατασκευή τών πλοίων επηρεάζεται καί από ένα πλήθος άλλων διεθνών καί έθνικών κανονισμών.

Μερικοί από τούς κανονισμούς που εφαρμόζονται από τό Έπουργείο Έμπορικῆς Ναυτιλίας είναι:

- Για τά πυροσβεστικά μέσα τών πλοίων.
- Για συναγερμό καί γυμνάσια στά έμπορικά πλοία.
- Για εύστάθεια έπιβατικών πλοίων.
- Για καθορισμό του αριθμού έπιβατών τών έπιβατικών πλοίων.
- Για τήν καταλληλότητα Έλληνικών έπιβατικών πλοίων.
- Για τά σωστικά μέσα τών πλοίων.
- Για τίς μηχανολογικές έπιθεωρήσεις στά πλοία.
- Για έφοδιασμό τών έμπορικών πλοίων μέ ναυτιλιακά όργανα, σχέδια καί χάρτες.
- Για καθορισμό προϋποθέσεων μεταφοράς μέ φορητά όχηματαγωγά πλοία φορητών όχημάτων μέ τούς οδηγούς τους.
- Για πυρασφάλεια τών έπιβατικών πλοίων.
- Για ένδιαίτηση καί καθορισμό έπιβατών τών έπιβατηγών πλοίων.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΕΙΚΟΣΤΟ ΕΝΑΤΟ

ΝΗΟΓΝΩΜΟΝΕΣ – ΚΑΝΟΝΙΣΜΟΙ ΝΗΟΓΝΩΜΟΝΩΝ

29.1 Προέλευση καί στόχοι τῶν νηογνωμόνων.

Οἱ πρῶτοι ἀπό τούς κανονισμούς πού θά πρέπει νά ἀναφερθοῦν στόν τομέα τῆς κατασκευῆς καί συντηρήσεως τῶν ἐμπορικῶν πλοίων εἶναι οἱ κανονισμοί τῶν νηογνωμόνων.

Στίς ναυτιλιακές ἐπιχειρήσεις ἡ **ἀσφάλιση** ἔχει ἐξαιρετική σημασία. Μέ τούς γνωστούς κινδύνους πού παρουσιάζουν οἱ θαλάσσιες μεταφορές δέν εἶναι δυνατό νά παραμελήσει κανεῖς σήμερα τήν ἀσφάλιση τοῦ πλοίου καί τοῦ φορτίου.

Ἡ ἀρχική ἰδέα τῆς **κατάταξης** (Classification) τῶν πλοίων ἀνήκει στούς ἀσφαλιστές (Underwriters). Τό 1668 μιά ομάδα ἀσφαλιστῶν συναντήθηκε στό καφενεῖο τοῦ Edward Lloyd στήν Tower Street τοῦ Λονδίνου καί κατάρτισε ἕνα κατάλογο πλοίων μέσα στόν ὁποῖο κατάταξε τά πλοῖα ἀπό τήν ἀποψη χαρακτηριστικῶν καί καταστάσεως στήν ὁποία βρίσκονταν. Ἡ κατάταξη αὐτή ἐγινε γιά νά χρησιμοποιηθεῖ ἀπό κάθε ἐνδιαφερόμενο στόν τομέα τῆς ἀσφάλισης τῶν πλοίων.

Ἀπό τό 1726 ἀρχισε νά ἐκδίδεται ὁ κατάλογος **Lloyd's List**, ἐνῶ τό 1760 ἰδρύθηκε τό **Lloyd's Register of Shipping** μέ τή γνωστή του μέχρι σήμερα μορφή.

Ὁ σκοπός ὄλων τῶν νηογνωμόνων, ὅπως ἔχει διαμορφωθεῖ σήμερα, περιλαμβάνει:

- Τήν ἐκδοση κανονισμῶν γιά τήν κατασκευή τῶν πλοίων καί τῶν συστημάτων τους.
- Τόν ἔλεγχο καί τίς δοκιμές ὑλικῶν καί συστημάτων τοῦ πλοίου.
- Τήν ἐγκριση τῶν σχεδίων καί μελετῶν κατασκευῆς τῶν πλοίων καί τήν παρακολούθηση τῆς ὀρθῆς ἐφαρμογῆς τους.
- Τήν πιστοποίηση τῆς ἐφαρμογῆς διαφόρων κανονισμῶν κατ' ἐξουσιοδότηση κρατικῶν ἀρχῶν.
- Τήν πραγματοποίηση περιοδικῶν ἐπιθεωρήσεων στά πλοῖα γιά τή διαπίστωση τῆς ἱκανοποιητικῆς καταστάσεως τοῦ σκάφους καί τῶν διαφόρων συστημάτων.

29.2 Χαρακτηρισμός πλοίων σύμφωνα μέ τούς κανονισμούς τῶν νηογνωμόνων (ταξινόμηση).

1) **Lloyd's Register of Shipping (L.R.).**

Πλοῖα πού ἔχουν κατασκευασθεῖ μέ πλήρη ἐφαρμογή τῶν σχετικῶν κανονισμῶν χαρακτηρίζονται μέ τό σύμβολο «100A». Ἄν τό πλοῖο ἔχει κατασκευασθεῖ γιά ἕνα συγκεκριμένο προῶρισμό, ὁ παραπάνω χαρακτηρισμός συμπληρώνεται καί

μέ αντίστοιχα στοιχεία [π.χ. 100A (Trawler)]. Τό σύμβολο \clubsuit στην άρχή του χαρακτηρισμού δείχνει ότι τό πλοίο κατασκευάσθηκε μέ παρακολούθηση από έπιθεωρητές του Νηογνώμονα καί ό αριθμός 1 στό τέλος του χαρακτηρισμού δείχνει ότι καί ό έξοπλισμός του πλοίου βρίσκεται σέ πολύ καλή κατάσταση. Ένα παράδειγμα πλήρους χαρακτηρισμού είναι: \clubsuit 100A 1 (Ore Carrier).

Γιά τή διατήρηση τής κλάσεως, κάθε τέσσερα χρόνια, τά πλοία πρέπει νά υποστούν μιά *είδική* έπιθεώρηση (Special Survey). Έάν ή έπιθεώρηση δείξει ότι λόγω φθοράς οι *διαστάσεις* στοιχείων τής μεταλλικής κατασκευής έχουν έλαττωθεί καί ό πλοιοκτήτης δέ λάβει διορθωτικά μέτρα, μπορεί π.χ. νά δοθεί στό πλοίο ό χαρακτηρισμός 95 A1.

2) Bureau Veritas (B.V). Έτος Ιδρύσεως 1828.

Κατά τούς κανονισμούς του Β.Υ. τά πλοία χαρακτηρίζονται ως πλοία κατηγορίας I (Division I) αν έχουν κατασκευασθεί σύμφωνα μέ τούς κανονισμούς καί κατηγορίας II, αν δέν έχουν πλήρη συμμόρφωση μέ τούς κανονισμούς αλλά έπαρκή άντοχή. Τά πλοία κατηγορίας I έπιθεωρούνται ανά τετραετία καί κατηγορίας II ανά τριετία.

Πλοία που μπορούν νά υποστούν κατάκλιση ενός διαμερίσματος χωρίς προβλήματα, παίρνουν τό χαρακτηρισμό $\textcircled{1}$. Έάν μπορούν νά υποστούν κατάκλιση δύο διαμερισμάτων παίρνουν τό χαρακτηρισμό $\textcircled{1}$. Ό χαρακτηρισμός \clubsuit δείχνει συμμόρφωση μέ τήν SOLAS του 1974.

Τά σύμβολα 3/3 καί 5/6 δείχνουν πολύ καλή καί λιγότερο καλή κατάσταση του σκάφους. Ό χαρακτηρισμός συμπληρώνεται μέ δύο αριθμούς μέ τιμή 1 ή 2 ή 3 που δείχνουν τήν κατάσταση των ξυλίνων μερών καί του έξοπλισμού του πλοίου (1 άριστη κατάσταση, 2 καί 3 λιγότερο καλή).

Όπως καί στους κανονισμούς του Lloyd's, τό σύμβολο \clubsuit δείχνει παρακολούθηση τής κατασκευής από έπιθεωρητές του νηογνώμονα.

Ένα παράδειγμα χαρακτηρισμού είναι: \clubsuit I 3/3 1.1

3) American Bureau of Shipping (A.B.S). Έτος Ιδρύσεως 1862.


Τό σύμβολο \clubsuit A1 δίνεται σέ όλα τά ώκεανοπόρα πλοία καί ακολουθείται συχνά από τήν περιγραφή του είδικου προορισμού, αν υπάρχει. Τό γράμμα E δείχνει ότι ό έξοπλισμός είναι σύμφωνος μέ τούς κανονισμούς. Ό χαρακτηρισμός \clubsuit A.M.S. δείχνει ότι καί ή προωστήρια έγκατάσταση είναι τελείως σύμφωνη μέ τίς απαιτήσεις του A.B.S.

4) Det Norske Veritas (N.V). Έτος Ιδρύσεως 1864.

Ό ανώτερος χαρακτηρισμός είναι \clubsuit 1.A.1 ενώ πλοία κάπως χαμηλότερης ποιότητας χαρακτηρίζονται μέ 1.A.2 ή 2.A.2 ή A1 ή A2. Όταν υπάρχει μιά κουκίδα πάνω από τό σταυρό τό πλοίο έχει παρακολουθήσει κατά τήν κατασκευή του άλλος νηογνώμονας.

5) Germanischer Lloyd (G.L). Έτος Ιδρύσεως 1867.

Οι συνήθεις χαρακτηρισμοί είναι 100 A/4 ή 90 A/3. Οι αριθμοί 100 καί 90 δείχνουν τό βαθμό άντοχής καί συντηρήσεως του πλοίου καί οι αριθμοί 3 καί 4 κάθε πόσα χρόνια πρέπει νά γίνεται έπιθεώρηση. Τό σύμβολο \clubsuit δείχνει έπίβλεψη κατά τήν κατασκευή από έπιθεωρητές του νηογνώμονα.

Τό σύμβολο  δείχνει έφαρμογή τών κανονισμών του **See Berufsgenossenschaft**, ένώ, όταν υπάρχει κουκίδα πάνω από τό σταυρό, τό πλοίο έχει παρακολουθήσει κατά τήν κατασκευή του άλλος νηογνώμονες.

6) Έλληνικός νηογνώμονας. Έτος ίδρύσεως 1950.

Οι κανονισμοί του καί ό τρόπος χαρακτηρισμού τών πλοίων είναι ανάλογος μέ του Έγγλικού νηογνώμονα.

7) Άλλοι νηογνώμονες.

Άλλοι νηογνώμονες μέ περίπου ανάλογο χαρακτηρισμό τών πλοίων είναι:

- Ό Ρωσικός U.S.S.R. Register.
- Ό Έαπωνικός Nippon Kai Kyokai.
- Ό πολωνικός Polish Register of Shipping.

29.3 Έτήσια έκδοση κανονισμών καί κανόνων.

Οι νηογνώμονες εκδίδουν κάθε χρόνο ένα βιβλίο πού περιέχει τούς κανονισμούς καί κανόνες πού ίσχύουν σχετικά μέ τήν ταξινόμηση, διατήρηση τής κλάσεως καί κατασκευή τών πλοίων.

Η έκδοση αυτή γιά τό Lloyds Register of Shipping έχει τόν τίτλο **Rules and Regulations of Steel Ships** καί περιλαμβάνει κεφάλαιο κανονισμών καί κεφάλαιο κανόνων κατασκευής τών πλοίων.

29.4 Κανονισμοί του Lloyds Register of Shipping.

Σ' αυτή τήν παράγραφο περιέχονται οι λεπτομέρειες σχετικά μέ τό χαρακτηρισμό τών πλοίων καί οι προϋποθέσεις γιά τήν απόκτηση καί διατήρηση τής κλάσεως του.

Προϋπόθεση γιά τήν απόκτηση κλάσεως είναι ή κατασκευή του πλοίου σύμφωνα μέ τούς κανόνες του νηογνώμονα.

Προϋπόθεση γιά τή διατήρηση τής κλάσεως είναι ή έπιβεβαίωση μετά από περιοδικές έπιθεωρήσεις ότι τό πλοίο καί ό έξοπλισμός του βρίσκονται σέ καλή κατάσταση. Τέτοιες περιοδικές έπιθεωρήσεις είναι:

1) Έτήσια έπιθεώρηση (Annual Survey).

Αυτή αποβλέπει κυρίως στή διαπίστωση τής καλής καταστάσεως τών άνοιγμάτων τών άμπαριών, τών κατωφλιών τών σωλήνων άερισμού καί άέρα, τών παραφωτίδων καί στεγανών θυρών, του περιβλήματος τών προστατευτικών κιγκλιδώματων καί του παραπέτου του καταστρώματος. Έπίσης έλέγχεται ή στεγανότητα τών άνοιγμάτων τών άμπαριών.

2) Έπιθεώρηση κατά τό δεξαμενισμό (Docking Survey).

Η έπιθεώρηση αυτή έπιδιώκεται νά πραγματοποιείται ανά 12 μήνες αλλά τό μέγιστο διάστημα μεταξύ διαδοχικών δεξαμενισμών πού έπιτρέπεται είναι 24 μήνες.

Κατά τό δεξαμενισμό έπιθεωρείται γενικά τό περίβλημα του σκάφους γιά φθορές ή ζημιές από πρόσκρουση στό βυθό ή από άλλες αίτίες. Έπίσης έπιθεωρείται τό ποδόστημα καί τό πηδάλιο.

3) Ειδικές επιθεωρήσεις (Special Surveys).

Γιά τόν καθορισμό τών λεπτομερειών τών επιθεωρήσεων πού θά πρέπει νά γίνον, διακρίνονται τά πλοία σέ ηλικίας:

- Κάτω από 5 χρόνια.
- Μεταξύ 5 καί 10 χρόνων.
- Μεταξύ 10 καί 20 χρόνων.
- Πάνω από 20 χρόνια.

Οι απαραίτητες επιθεωρήσεις καθορίζονται μέ λεπτομέρειες στους κανονισμούς καί είναι τόσο πιό έκτεταμένες όσο μεγαλύτερη είναι ή ηλικία του πλοίου.

4. Σύστημα συνεχούς επιθεωρήσεως προωστήριας εγκαταστάσεως (Continuous Survey of Machinery).

Γιά νά αποφεύγεται ή άκίνησια του πλοίου γιά μεγάλο διάστημα, είναι δυνατή, κατόπιν συμφωνίας πλοιοκτήτη καί νηογνώμονα, ή πραγματοποίηση ενός συνεχούς προγράμματος επιθεωρήσεων τών διαφόρων τμημάτων της προωστήριας εγκαταστάσεως. Τό πρόγραμμα αυτό θά πρέπει νά εξασφαλίζει ότι κάθε μηχανήμα επιθεωρείται μία φορά άνά πενταετία.

29.5 Κανόνες του Lloyds Register of Shipping.

Οι κανόνες αυτοί καθορίζουν όλες τις κατασκευαστικές λεπτομέρειες του πλοίου καί τών συστημάτων του καί καλύπτουν τούς παρακάτω τομείς:

- Μεταλλική κατασκευή.
- Δίκτυα σωληνώσεων.
- Προστασία καί κατάσβεση πυρκαϊάς.
- Κύριες καί βοηθητικές μηχανές-μειωτήρες.
- Λέβητες.
- Άνταλλακτικά του πλοίου.
- Συστήματα έλέγχου.
- Ηλεκτρολογικά συστήματα.
- Ψυκτικές εγκαταστάσεις.
- Υλικά κατασκευής σκάφους.
- Υλικά κατασκευής λεβήτων.

29.6 Άλλες δραστηριότητες τών νηογνώμωνων.

Έκτός από τούς βασικούς κανονισμούς, οι νηογνώμονες εκδίδουν καί άλλους κανονισμούς πού άφορούν ειδικά άντικείμενα. Άναφέρομε έδώ τις παρακάτω εκδόσεις του ABS:

- Rules for Building and Classing Steel Barges for off Shore Service.
- Nondestructive Inspection of Hull Welds.
- Rules for Building and Classing Aluminum Vessels.
- Rules for Building and Classing Steel Vessels Under 61 Meters (200 ft) In Length.
- Requirements for Classification and Survey of Cargo Gear on Merchant Vessels.

Ἐνάλογη ποικιλία κανονισμῶν παρουσιάζουν καί οἱ ὑπόλοιποι νηογνώμονες.

Γενικότερα οἱ νηογνώμονες, ἐκτός ἀπό τήν ἐπίβλεψη τῆς κατασκευῆς καί τήν πραγματοποίηση τῶν ἐπιθεωρήσεων στά πλοῖα, ἔχουν καί ἐπιτελεῖα ἐπιστημόνων πού ἀσχολοῦνται μέ τήν ἔρευνα πάνω σέ διάφορα εἰδικά προβλήματα τῶν πλοίων. Τά ἀποτελέσματα αὐτῶν τῶν ἐρευνῶν πού δημοσιεύονται στή σχετική βιβλιογραφία ὁδηγοῦν στή συνεχή ἀνανέωση καί προσαρμογή στίς νεότερες ἐξελίξεις τῶν κανονισμῶν κάθε νηογνώμονα.



ΜΕΡΟΣ ΕΒΔΟΜΟ

ΚΑΤΑΣΚΕΥΗ ΠΑΡΑΛΑΒΗ ΚΑΙ ΣΥΝΤΗΡΗΣΗ ΤΟΥ ΠΛΟΙΟΥ

ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΤΡΙΑΚΟΣΤΟ

ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΑΠΟ ΤΗ ΣΧΕΔΙΑΣΗ ΚΑΙ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗ ΤΟΥ ΠΛΟΙΟΥ

30.1 Γενικά.

Στό πρώτο κεφάλαιο του βιβλίου όρισαμε ως **σχεδίαση** (ship design) του πλοίου τόν καθορισμό των τεχνικών χαρακτηριστικών του, ώστε να έχει τά άπαραίτητα έπιχειρησιακά χαρακτηριστικά και να μπορεί να πραγματοποιήσει τήν άποστολή του μέ τόν καλύτερο δυνατό τρόπο. Στό ίδιο κεφάλαιο περιέχεται μία συνοπική άπαρίθμηση των **έπιχειρησιακών χαρακτηριστικών του πλοίου**.

Ή σχεδίαση του πλοίου περιλαμβάνει τά παρακάτω στάδια:

- Προκαταρκτική ή βασική σχεδίαση.
- Μελέτη και σχέδια συμβάσεως.
- Κατασκευαστικά σχέδια.

Σκοπός τής προκαταρκτικής σχεδιάσεως είναι ο καθορισμός των βασικών χαρακτηριστικών του πλοίου τό όποιο θά μπορεί να πραγματοποιήσει μέ τόν καλύτερο δυνατό τρόπο τήν έπιθυμητή άποστολή. Ίδιαιτερα κατά τήν προκαταρκτική σχεδίαση:

- Καθορίζονται οι κύριες διαστάσεις και επιλέγονται οι άδιάστατοι συντελεστές γάστρας.
- Χαράζονται οι γραμμές του πλοίου.
- Πραγματοποιούνται προκαταρκτικές μελέτες άντιστασεως και προώσεως πού περιλαμβάνουν άκόμα και τή δοκιμή μοντέλων του πλοίου.
- Γίνονται ύπολογισμοί και σχεδιάζεται τό ύδροστατικό διάγραμμα και τό διάγραμμα των παραμετρικών καμπυλών εύστάθειας.
- Διευρευνάται ή έπάρκεια εύστάθειας του πλοίου άνάλογα μέ τόν προορισμό του.
- Έξετάζεται ή συμπεριφορά του πλοίου σέ θαλασσοταραχή και ή άντοχή του.
- Πραγματοποιείται προκαταρκτική μελέτη για τήν έκτίμηση του βάρους και τής θέσεως του κέντρου βάρους του πλοίου.
- Σχεδιάζονται σέ προκαταρκτική μορφή τά σχέδια γενικής διατάξεως του πλοίου.

Μετά τήν όλοκλήρωση τής προκαταρκτικής μελέτης άκολουθεϊ ή έκπόνηση τής **μελέτης και των σχεδίων συμβάσεως**. Ή μελέτη άποβλέπει στόν καθορισμό όλων

τῶν λεπτομερειῶν μέ τέτοια πληρότητα, ὥστε νά εἶναι δυνατή μέ βάση αὐτή ἡ ὑπογραφή συμβάσεως μεταξύ πλοιοκτῆτη καί ναυπηγείου γιά τήν κατασκευή τοῦ πλοίου.

Τά στοιχεῖα πού συνήθως ἀποτελοῦν μέρος μιᾶς τέτοιας συμβάσεως εἶναι:

- **Τά συμβατικά σχέδια**, πού δείχνουν μέ λεπτομέρειες τά βασικά χαρακτηριστικά τοῦ πλοίου.
- **Οἱ τεχνικές προδιαγραφές**, πού περιγράφουν μέ λόγια ὅλα τά χαρακτηριστικά τοῦ πλοίου καί τῶν συστημάτων του.

Ὅταν ἡ κατασκευή τοῦ πλοίου ἀνατεθεῖ στό ναυπηγεῖο, θά πρέπει πλέον νά ἐκπονηθεῖ μιᾶ σειρά ἀπό **λεπτομερειακά κατασκευαστικά σχέδια**, πού θά δοθοῦν στά διάφορα τμήματα τοῦ ναυπηγείου καί θά ἀποτελέσουν τή βάση τῆς κατασκευῆς του. Τά σχέδια αὐτά ἀνάλογα μέ τή σπουδαιότητα καί πολυπλοκότητα τοῦ πλοίου μπορεῖ νά εἶναι ἀπό μερικές ἑκατοντάδες μέχρι καί χιλιάδες.

30.2 Χάραξη γραμμῶν στή σάλα (*Lofting*).

Ἡ χάραξη τῶν γραμμῶν τοῦ πλοίου στή **ναυπηγική σάλα (*Mold loft*)** προηγῆται τῶν ἐργασιῶν κατασκευῆς ὄλων τῶν στοιχείων τῆς μεταλλικῆς κατασκευῆς του. Ἡ ναυπηγική σάλα εἶναι ἕνας τετραγωνισμένος καί καλά φωτισμένος χώρος μέ ἐπίπεδο ξύλινο δάπεδο. Μέ βάση πληροφορίες πού παίρνομε ἀπό τό σχέδιο τῶν γραμμῶν τοῦ πλοίου, χαράζονται πάνω στό ξύλινο δάπεδο οἱ ἐγκάρσιες τομές μέ κλίμακα 1:1, ἐνῶ οἱ διαμήκειες τομές καί οἱ κατόψεις χαράζονται συνήθως μέ κλίμακα 1:4.

Ἀκολουθεῖ ἡ **ἐξομάλυνση τῶν γραμμῶν** πού εἶναι μιᾶ διαδικασία κατά τήν ὁποία ἐξασφαλίζεται ὅτι οἱ ἐξωτερικές γραμμές καί ἐπιφάνειες τοῦ πλοίου θά ἔχουν **ὀμαλή** μορφή. Ἡ διαδικασία αὐτή ἐφαρμόζεται ἀπό πεπειραμένους σχεδιαστές. Ἡ σχεδίαση συμπληρώνεται μέ τή χάραξη ὄλων τῶν πραγματικῶν ἐγκαρσίων νομέων.

Ἀπό τό παραπάνω σχέδιο τῶν ἐγκαρσίων τομῶν τῶν νομέων κατασκευάζονται διάφορα μοντέλα ἀπό κόντρα-πλακέ ἢ χοντρό χαρτόνι μέ ἐπένδυση παραφίνης. Τά μοντέλα αὐτά, πάνω στά ὁποῖα σημειώνονται μέ χρώμα διάφορες πληροφορίες, χρησιμοποιοῦνται στή συνέχεια στίς διάφορες ἐργασίες τῆς κατασκευῆς ὅπως εἶναι ἡ κοπή ἐλασμάτων ἢ ἡ μορφοποίηση νομέων.

Μέ τίς σημερινές ἐξελιξίεις τῆς τεχνολογίας τῆ θέση τῆς παραδοσιακῆς ἐξομάλυνσης τῶν γραμμῶν ἔχουν πάρει ἄλλες διαδικασίες πού ἔχουν ὡς βάση τήν ἐφαρμογή ἐξελιγμένων μεθόδων τῆς ὀπτικῆς ἢ τῆς χρησιμοποίησης ἠλεκτρονικῶν ὑπολογιστῶν. Σέ σύγχρονα μεγάλα ναυπηγεῖα εἶναι δυνατή ἡ κατασκευή τοῦ πλοίου, μέ βάση τίς παραπάνω μέθόδους, χωρίς καμία παρεμβολή τῆς ναυπηγικῆς σάλας.

30.3 Κοπή καί μορφοποίηση τεμαχίων (*Steel Forming*).

Ἡ κοπή τῶν διαφόρων τεμαχίων πού θά χρησιμοποιηθοῦν γιά τό σχηματισμό τῆς μεταλλικῆς κατασκευῆς τοῦ πλοίου γίνεται χειροκίνητα ἢ μηχανικά. Ἀπό τούς διάφορους τρόπους κοπῆς πού χρησιμοποιοῦνται, ὁ πιό συνηθισμένος εἶναι τό **σύστημα φλογοκοπῆς ὀξυγόνου-ἀστυλίνης**.

Ἡ μορφοποίηση (καμπύλωση) τῶν διαφόρων τεμαχίων μπορεῖ νά γίνει σέ **ψυ-**

χρή ή σέ **θερμή** κατάσταση. Ή μορφοποίηση τών έλασμάτων γίνεται σέ ψυχρή κατάσταση μέ τή βοήθεια ειδικών μηχανημάτων (ρόλοι και πρέσσες). Ή μορφοποίηση σέ θερμή κατάσταση έφαρμόζεται σέ μορφοδοκούς και σέ έλάσματα μέ πολύ έντονη ή διπλή καμπυλότητα.

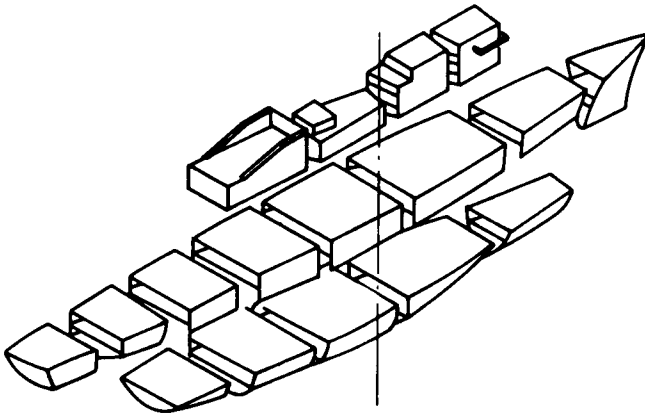
30.4 Προκατασκευή και άνέγερση (Prefabrication and Erection).

Μέ τόν όρο **προκατασκευή** έννοοΰμε τήν κατασκευή σέ κλειστό ή άνοιχτό χΰρο τοΰ ναυπηγείου διαφόρων μεγάλων τεμαχίων πού θά χρησιμοποιηθούν στήν κατασκευή τοΰ πλοίου. Άντίθετα ό όρος **άνέγερση** χρησιμοποιείται, γιά νά δείξει τήν κατασκευή άπό προκατασκευασμένα ή όχι κομμάτια τοΰ μεταλλικού μέρους τοΰ πλοίου πάνω στήν **εσχάρα** άπό τήν όποία θά γίνει ή καθέλκυση.

Στήν πράξη, οι έργασίες κατασκευής τής μεταλλικής κατασκευής ένός πλοίου περιλαμβάνουν πάντοτε ένα ποσοστό προκατασκευής. Τό ποσοστό όμως αυτό ποικίλλει πάρα πολύ άνάλογα μέ τς έφαρμοζόμενες σέ κάθε ναυπηγείο μεθόδους ναυπηγήσεως.

Ίδιαίτερα σέ ναυπηγεία πού βρίσκονται τοποθετημένα σέ ψυχρά κλίματα επιδιΰκεται ή μεγαλύτερη δυνατή αύξηση τοΰ ποσοστοΰ προκατασκευής και μάλιστα σέ κλειστό χΰρο γιά νά άποφεύγονται οι καθυστερήσεις πού θά δημιουργούσαν οι κακές κλιματολογικές συνθήκες.

Μία χαρακτηριστική ύποδιαίρεση τοΰ πλοίου σέ προκατασκευασμένα τμήματα φαίνεται στό σχήμα 30.4.



Σχ. 30.4.

Ύποδιαίρεση τοΰ πλοίου σέ προκατασκευασμένα τμήματα.

Ό τρόπος ύποδιαίρέσεως τοΰ πλοίου σέ τμήματα πού φαίνεται στό σχήμα δέν είναι ό μοναδικός. Κάθε ναυπηγείο, άνάλογα και μέ τόν τύπο και τό μέγεθος τοΰ πλοίου, έφαρμόζει και δικό του σύστημα. Ή επίσης και ή σειρά άνεγέρσεως ποικίλλει άπό πλοίο σέ πλοίο και μεταξύ τών διαφόρων ναυπηγείων. Ίδιαίτερη δυσχέρεια στήν κατασκευή τοΰ πλοίου μέ τή μέθοδο τής προκατασκευής παρουσιάζει ή σωστή εύθυγράμμιση τών προκατασκευασμένων τμημάτων μεταξύ τους.

30.5 Έξοπλισμός (Outfitting).

Ό εξοπλισμός του πλοίου αρχίζει άμέσως μόλις ή άνέγερση προχωρήσει σέ βαθμό πού νά έπιτρέπει τήν πραγματοποίηση τών άντιστοίχων έργασιών καί συνεχίζεται καί μετά τήν καθέλκυση του πλοίου. Ό όρος **έξοπλισμός** γενικά περιλαμβάνει:

- Τήν κατασκευή τών δικτύων σωληνώσεων
- Τήν πραγματοποίηση τών ήλεκτρολογικών έγκαταστάσεων.
- Τήν έγκατάσταση μηχανών καί μηχανημάτων.
- Τήν τοποθέτηση θυρών καί παραθύρων.
- Τήν έσωτερική διαμόρφωση τών χώρων (δάπεδα, μονώσεις, επίπωση κλπ.).
- Τήν έγκατάσταση δικτύων άερισμού καί έξαερισμού.

Ή σειρά πραγματοποιήσεως τών έργασιών καί ό βαθμός συμπληρώσεώς τους μέχρι τήν καθέλκυση ποικίλλει από ναυπηγείο σέ ναυπηγείο. Προσφατα έχουν αύξηθει οι περιπτώσεις όπου εφαρμόζεται ή μέθοδος προεξοπλισμού (Preoutfitting), όπου δηλαδή κατά τήν προκατασκευή κάθε τμήματος γίνεται καί έγκατάσταση του άντίστοιχου έξοπλισμού στή μεγαλύτερη δυνατή έκταση.

30.6 Βαφή του πλοίου.

Όλο τό σιδηρούλικό πού χρησιμοποιείται στή μεταλλική κατασκευή του πλοίου ύφίσταται άφαιρηση τής **σκωρίας εξέλάσεως** μέ τή μέθοδο **βολής ριτισμάτων** καί βάφεται μέ **προπαρασκευαστικό χρώμα (Primer)**.

Ή εφαρμογή ενός συστήματος έξωτερικού καί έσωτερικού χρωματισμού του πλοίου πραγματοποιείται μέσα στα πλαίσια του γενικού προγραμματισμού κατασκευής. Τό τμήμα του πλοίου κάτω από τήν ίσαλο θά πρέπει νά χρωματισθεί πριν από τήν καθέλκυση.

Μετά τήν ολοκλήρωση τής κατασκευής καί πριν αρχίσουν οι δοκιμές, τό πλοίο δεξαμενίζεται μέ σκοπό τόν καθαρισμό τών ύφάλων για νά γίνουν οι δοκιμές του πλοίου «έν πλώ» μέ τή γάστρα καθαρή. Κατά τή διάρκεια αυτού του δεξαμενισμού γίνονται καί οι τυχόν άπαραίτητες διορθωτικές εργασίες (touch-up work) τών ύφάλων.

30.7 Ή καθέλκυση του πλοίου.

Ή καθέλκυση του πλοίου είναι μία πολύ κρίσιμη φάση τής διαδικασίας κατασκευής πού μπορεί νά προκαλέσει σοβαρές ζημιές στην άνθεκτική κατασκευή του άν δέν ληφθούν όλα τά άπαραίτητα μέτρα μετά από λεπτομερή μελέτη. Ειδικά θέματα πού θά πρέπει νά έξετασθούν είναι:

- Ή γενική καί τοπική άντοχή του πλοίου.
- Ή εύσάθεια κατά τή διάρκεια τών φάσεων τής καθελκύσεως.
- Τά βυθίσματα του πλοίου σέ συνδυασμό μέ τίς άνάγκες έρματισμού κατά τή διάρκεια τής καθελκύσεως καί τό βάθος του νερού στην περιοχή τής καθελκύσεως.
- Ή άπόσταση πού θά διανύσει τό πλοίο μέχρις ότου σταματήσει σέ συνάρτηση μέ τήν άνάγκη νά ληφθούν μέτρα για νά έλαττώσουν τήν παραπάνω διάδρομή.

Οι λεπτομέρειες του τρόπου μελέτης των παραπάνω θεμάτων ανήκουν στις αρμοδιότητες του γραφείου μελετών του ναυπηγείου.

Ανάλογα με τη γενική διαμόρφωση της θαλάσσιας περιοχής του ναυπηγείου έχουμε:

- Καθέλκυση με την πρύμνη.
- Καθέλκυση με την πλευρά.
- Πλεύση του πλοίου μέσω πλωτής δεξαμενής.
- Κατασκευή (καί πλεύση) σε μόνιμη δεξαμενή.
- Άλλους πιά άσυνήθεις τρόπους καθελκύσεως (μέ σύστημα Syncrolift, γερανούς κλπ.).

30.8 Συμπλήρωση του έξοπλισμού στη θάλασσα.

Μετά την καθέλκυση συνεχίζονται οι εργασίες έξοπλισμού του πλοίου μέχρι την ολοκλήρωσή τους. Αν πρόκειται να εγκατασταθούν στο πλοίο μεγάλα τμήματα του έξοπλισμού στη θάλασσα, είναι απόλυτα ούσιώδες ή πρόσδεσή του να γίνει σε προβλήτα του ναυπηγείου που θα διαθέτει τά άπαραίτητα άνυψωτικά μέσα.

Όταν πλησιάζει τό τέλος της κατασκευής, οι προσπάθειες συγκεντρώνονται σε συγκεκριμένους χώρους. Κάθε χώρος συμπληρώνεται καί άφοϋ έλεγχθει, παραδίδεται στους έκπροσώπους του πλοιοκτήτη καί κλειδώνεται. Μερικοί από τούς παραπάνω χώρους θα χρειασθει να άνοιξουν για την πραγματοποίηση των δοκιμών έν «δρμω» καί «έν πλώ». Οι άπαραίτητες συμπληρωματικές εργασίες γι' αυτούς τούς χώρους γίνονται μετά την ολοκλήρωση του προγράμματος δοκιμών.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΤΡΙΑΚΟΣΤΟ ΠΡΩΤΟ

ΣΤΟΙΧΕΙΩΔΗΣ ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΝΑΥΠΗΓΕΙΟΥ

31.1 Γενικά.

Ἡ ναυπήγηση ἑνός πλοίου εἶναι μία ἀπό τίς πιά σύνθετες μορφές βιομηχανικῆς παραγωγῆς, γιατί περιλαμβάνει πολύ μεγάλη ποικιλία ἀπό ἐξειδικευμένες ἐργασίες πού πρέπει νά ἐκτελεστοῦν σωστά μέσα σέ περιορισμένο χρόνο καί πού ἀλληλοεπηρεάζονται σέ πολύ σημαντικό βαθμό. Ἡ δυσκολία τοῦ συντονισμοῦ τῶν δραστηριοτήτων ἑνός ναυπηγείου μπορεῖ εὐκολά νά γίνει ἀντιληπτή ἂν λάβει κανεῖς ὑπόψη του τήν ποικιλία τῆς μορφῆς καί τοῦ μεγέθους τῶν πλοίων πού κατασκευάζονται.

Γιά νά μπορέσει τό ὁποιοδήποτε ναυπηγεῖο, ἀναξάρτητα ἀπό τό μέγεθός του, νά πραγματοποιήσῃ μία ἐπιτυχημένη ναυπήγηση εἶναι ἀπαραίτητο νά ἔχει τή **σωστή διοικητική διάρθρωση** καί τά **ἀπαραίτητα μηχανικά μέσα**.

31.2 Τμήματα ἑνός ναυπηγείου.

Ἡ παρακάτω διάρθρωση ἀναφέρεται σέ ναυπηγεῖο μεγάλου μεγέθους. Ἐνα τέτοιο ναυπηγεῖο πρέπει νά ἔχει διάρθρωση πού νά περιλαμβάνει τίς παρακάτω διευθύνσεις καί ὑπηρεσίες.

– **Διεύθυνση ἐκτιμήσεως.**

Μέ σκοπό τήν προετοιμασία προσφορῶν γιά τήν κατασκευή πλοίων μέ βάση τά χαρακτηριστικά τους. Πρέπει νά εἶναι ἐπανδρωμένη μέ πεπειραμένο τεχνικό προσωπικό ἀλλά καί μέ προσωπικό εἰδικευμένο στά οἰκονομικά.

– **Νομικές ὑπηρεσίες.**

Μέ σκοπό τήν προετοιμασία τοῦ συμβατικοῦ μέρους τῶν συμβολαίων πού ὑπογράφονται γιά τήν κατασκευή τῶν πλοίων καί τήν ἐπίλυση μιᾶς μεγάλης ποικιλίας νομικῶν θεμάτων πού σχετίζονται μέ τήν κατασκευή τοῦ πλοίου.

– **Οἰκονομικές ὑπηρεσίες.**

Τῶν ὁποίων ὁ ρόλος εἶναι φανερός.

– **Διεύθυνση προσωπικοῦ.**

Ἄν λάβει κανεῖς ὑπόψη του ὅτι τό προσωπικό ἑνός ναυπηγείου περιλαμβάνει μερικές χιλιάδες ὑπαλλήλων καί τεχνιτῶν, ἀντιλαμβάνεται τή σημασία αὐτῆς τῆς διευθύνσεως. Βασικές δραστηριότητες τῆς διευθύνσεως προσωπικοῦ εἶναι ἡ ἐ-

φαρμογή συλλογικών συμβάσεων, οι προσλήψεις και απολύσεις, ή σταδιοδρομική εξέλιξη και η εκπαίδευση του προσωπικού.

– **Διεύθυνση μελετών.**

Έχει ως σκοπό την εκπόνηση κάθε μελέτης που σχετίζεται με την κατασκευή του πλοίου καθώς και του συνόλου των κατασκευαστικών σχεδίων που θα αποτελέσουν τη βάση της κατασκευής.

– **Διεύθυνση προγραμματισμού παραγωγής.**

Η διεύθυνση αυτή φροντίζει για την υποδιαίρεση της κατασκευής του πλοίου σε μία σειρά από μικρότερες δραστηριότητες τις οποίες και προγραμματίζει χρονικά. Συντονίζει όλους τους άλλους φορείς που εμπλέκονται στην κατασκευή του πλοίου, ώστε να εξασφαλίζεται ότι κάθε δραστηριότητα έχει ολοκληρωθεί τη στιγμή που είναι απαραίτητο για να αποφευχθούν έτσι καθυστερήσεις.

– **Διεύθυνση προμηθειών.**

Μέ σκοπό να προβαίνει την κατάλληλη στιγμή στις απαραίτητες προμήθειες υλικών και εξοπλισμού. Είναι επίσης αρμόδια για την αποθήκευση των παραπάνω υλικών.

– **Διεύθυνση συνεργείων.**

Είναι η διεύθυνση που πραγματοποιεί τις εργασίες κατασκευής του πλοίου και περιλαμβάνει τα ανάλογα συνεργεία και τό ανάλογο προσωπικό. Σε μεγάλα ναυπηγεία περιλαμβάνει τμήματα σκάφους, μηχανών και εξοπλισμού.

– **Τό τμήμα σκάφους.**

Περιλαμβάνει τη χάραξη, προκατασκευή και άνεγερση, καθώς και τά αντίστοιχα συνεργεία.

– **Τό τμήμα μηχανών.**

Περιλαμβάνει τό σιδηρουργείο, σωληνουργείο, μηχανουργείο, λεβητοποιείο καθώς και τό προσωπικό δοκιμών.

– **Τό τμήμα εξοπλισμού.**

Περιλαμβάνει τό συνεργείο ηλεκτροτεχνιτών και ηλεκτρονικών εφαρμογών, ξυλουργείο, χρωματουργείο κλπ.

– **Τμήμα βοηθητικών υπηρεσιών.**

Καλύπτει τις ανάγκες προμήθειας, τή συντήρηση και τή λειτουργία όλων των μέσων του ναυπηγείου όπως γερανοί, δίκτυα πεπιεσμένου αέρα και παροχή ηλεκτρικού ρεύματος.

– **Τμήμα ποιοτικού ελέγχου.**

Μέ σκοπό την πραγματοποίηση όλων των απαραίτητων ελέγχων για την εξασφάλιση της Ικανοποιητικής ποιότητας όλων των στοιχείων της κατασκευής.

Σε μικρά ναυπηγεία μπορεί να μην είναι τόσο φανερή ή παραπάνω διάκριση, οι σχετικές όμως δραστηριότητες υπάρχουν και εξυπηρετούνται είτε από προσωπικό του ναυπηγείου είτε από άλλους ανεξάρτητους φορείς (π.χ. ανεξάρτητα γραφεία μελετών).

31.3 Όργάνωση ναυπηγείου.

Η όργάνωση των δραστηριοτήτων στα διάφορα ναυπηγεία ποικίλλει ανάλογα με τό μέγεθός τους, τις εργασίες που πραγματοποιούν και τις αντιλήψεις γενικά για διοίκηση που επικρατούν στο άνωτερο διοικητικό προσωπικό.

Ένα όργανόγραμμα τής διαρθρώσεως ενός ναυπηγείου φαίνεται στο σχήμα 31.3.

Σημαντικό ρόλο στη διοικητική διάρθρωση ενός ναυπηγείου παίζει ή κατανομή των δραστηριοτήτων του μεταξύ νέων κατασκευών και έπισκευών. Διευκρινίζεται πάντως ότι στα μεγάλα ναυπηγεία οι δύο αυτές δραστηριότητες είναι χωριστές, έξυπηρετούνται όμως από τά ίδια συνεργεία.

31.4 Στοιχεία από τόν έξοπλισμό και τις εγκαταστάσεις συγχρόνων ναυπηγείων.

Παρά τήν άρνητική επίπτωση που έχει ή ποικιλία του μεγέθους και των χαρακτηριστικών των πλοίων που κατασκευάζονται, έπιδιώκεται στα σύγχρονα ναυπηγεία ή έφαρμογή στο μέγιστο δυνατό βαθμό τής διαδικασίας τής παραγωγής σε σειρά. Στην παράγραφο αυτή θά δοθούν μόνο μερικά στοιχεία από τις πιό βασικές, για τή λειτουργία ενός σύγχρονου ναυπηγείου, εγκαταστάσεις.

α) Τόπος άνεγέρσεως.

Η κατασκευή μεγάλων πλοίων είναι προτιμότερο νά πραγματοποιείται μέσα σε **μόνιμη δεξαμενή**. Αυτό επιτρέπει τήν εύκολότερη χρησιμοποίηση των άνωψωτικών μέσων του ναυπηγείου και τήν πλεύση του πλοίου, χωρίς τούς κινδύνους και τις δυσχέρειες καθελκύσεως από ένα **κεκλιμένο επίπεδο**.

Συχνά τόν τελευταίο καιρό χρησιμοποιείται και ή ιδέα τής κατασκευής του πλοίου πάνω σε ένα όριζόντιο επίπεδο και ή πλεύση του στη συνέχεια με ειδική διαδικασία μεταφοράς του σε πλωτή δεξαμενή. Πάντως σε πλοία μικρού και μεσαίου μεγέθους άκολουθείται στις περισσότερες περιπτώσεις ό παραδοσιακός τρόπος άνεγέρσεώς του πάνω σε ένα κεκλιμένο επίπεδο.

β) Άποθήκευση έλασμάτων και μορφοδοκών.

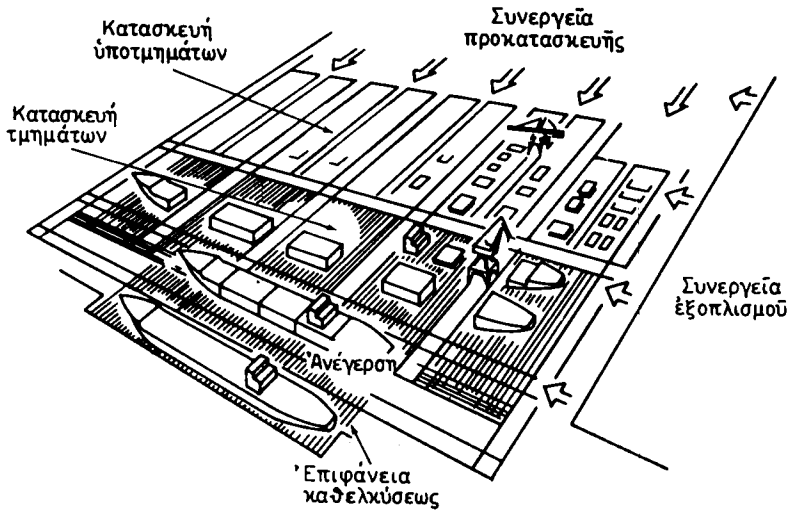
Σε σύγχρονες εγκαταστάσεις, τά έλάσματα και οι μορφοδοκοί όδηγούνται με τή βοήθεια ενός συστήματος περιστρεφόμενων κυλίνδρων στο έλασματοουργείο, άφου προηγουμένως περάσουν μέσα από ένα χώρο όπου αυτόματα ύφίστανται **βολή ρινισμάτων** και **χρωματισμό με προπαρασκευαστικά χρώματα**. Ο χώρος όπου φυλάγονται τά έλάσματα και τό έλασματοουργείο έξυπηρετούνται από γερανογέφυρες με μαγνητικές κεφαλές με άνωψωτική ικανότητα μέχρι 20 τόννους.

γ) Έπεξεργασία χάλυβα και προκατασκευή.

Στο έλασματοουργείο πραγματοποιείται ή άπαραίτητη προκατασκευή μεγάλων τμημάτων του πλοίου τά όποια προστίθενται διαδοχικά σ' αυτό (άνεργηση). Σε μερικά ναυπηγεία έφαρμόζεται ή ιδέα τής «έν παραλλήλω» προκατασκευής διαφόρων τμημάτων του πλοίου. Η ιδέα αυτή φαίνεται διαγραμματικά στο σχήμα 31.4.

δ) Άνωψωτικά μέσα.

Άπό τήν έφαρμογή τής προκατασκευής προέκυψε ένα πολύ σοβαρό θέμα άνωψώσεως τμημάτων τής κατασκευής του πλοίου με πολύ μεγάλο βάρος. Τό πρόβλη-



Σχ. 31.4.
Διάταξη «έν παραλλήλω» προκατασκευής.

μα αυτό αντιμετωπίζεται είτε με υδραυλική άνυψωση των τμημάτων της κατασκευής και μεταφορά τους με ειδικά φορεία (trailers) είτε με άνυψωσή τους από γιγαντιαίες γερανογέφυρες των οποίων η άνυψωτική ικανότητα έχει φθάσει μέχρι τούς 1200 τόννους.

ει) Χρησιμοποίηση ηλεκτρονικών υπολογιστών.

Ἡ χρησιμοποίηση τῶν ηλεκτρονικῶν υπολογιστῶν τὰ τελευταῖα χρόνια ἔθεσε πάνω σέ νέα βάση ὅλη τή διαδικασία σχεδίασεως, προγραμματισμοῦ καί κατασκευῆς τοῦ πλοίου. Ἐκτός ἀπό τήν τήρηση καί ἀνάλυση στοιχείων καί τήν πραγματοποίηση τῶν μελετῶν, οἱ ηλεκτρονικοὶ υπολογιστές ἔχουν μεταβάλλει τελείως, στά σύγχρονα ναυπηγεῖα, τή διαδικασία προετοιμασίας τῶν χαλυβδίνων τεμαχίων πού θά χρησιμοποιηθοῦν στήν προκατασκευή τῶν τμημάτων τοῦ πλοίου. Ἔτσι ἡ διαδικασία τῆς χαράξεως τῶν γραμμῶν τοῦ πλοίου καί ἡ κατασκευή ξυλίνων μοντέλων ἔχει σχεδόν ἐξαλειφθεῖ καί ἡ κοπή τῶν ἀπαραιτήτων τεμαχίων ἔχει σχεδόν τελείως αὐτοματοποιηθεῖ.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΤΡΙΑΚΟΣΤΟ ΔΕΥΤΕΡΟ

ΠΑΡΑΚΟΛΟΥΘΗΣΗ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗΣ – ΔΟΚΙΜΕΣ ΠΑΡΑΛΑΒΗΣ

32.1 Γενικά.

Στήν προσπάθεια εξασφάλισης τής όρθης σχεδιάσεως καί κατασκευής ενός πλοίου έμπλέκονται:

- α) 'Η άρμόδια κρατική άρχή τοῦ κράτους τοῦ οποίου τή σημαία θά φέρει τό πλοίο.
Γιά τήν 'Ελλάδα άρμόδια ύπηρεσία είναι ή 'Επιθεώρηση 'Εμπορικών Πλοίων (ΕΕΠ) τοῦ 'Υπουργείου 'Εμπορικής Ναυτιλίας.
- β) 'Ο νηογνώμονας πού θά έπιλέξει ό πλοιοκτήτης γιά τήν κατάταξη τοῦ πλοίου.
- γ) Οι έκπρόσωποι τοῦ πλοιοκτήτη στους οποίους έχει άνατεθεί ό έλεγχος τής σχεδιάσεως καί ή έπίβλεψη τής κατασκευής τοῦ πλοίου.
- δ) Τό τμήμα ποιοτικού έλέγχου τοῦ ναυπηγείου.

'Ο καθένας άπό τούς παραπάνω φορεῖς άσχολεῖται μέ τά ειδικά θέματα πού τόν άφοροῦν. Συνοπτικά:

'Η επιθεώρηση έμπορικών πλοίων άσχολεῖται μέ τόν έλεγχο τών σχεδίων καί τήν παρακολούθηση τής κατασκευής καί έπιβεβαιώνει τήν τήρηση όλων τών νομοθετημένων κανονισμών πού έχουν έφαρμογή στό συγκεκριμένο πλοίο.

'Ο νηογνώμονας άσχολεῖται μέ τόν έλεγχο τών σχεδίων καί τήν παρακολούθηση άπό τούς επιθεωρητές του τής κατασκευής καί τών δοκιμών τοῦ ύλικού καί όλόκληρου τοῦ πλοίου καί εξασφαλίζει τήν τήρηση τών κανονισμών του.

Οι έκπρόσωποι τοῦ πλοιοκτήτη έλέγχουν γενικά τά σχέδια καί παρακολουθοῦν τήν κατασκευή γιά νά έξακριβωθεῖ ή τήρηση τής συμβάσεως κατασκευής, τών τεχνικών προδιαγραφών καί τών συμβατικών σχεδίων καί νά διαπιστωθεῖ ότι τό πλοίο θά μπορέσει νά εκπληρώσει μέ τόν καλύτερο δυνατό τρόπο τήν άποστολή του.

Τό τμήμα ποιοτικού έλέγχου τοῦ ναυπηγείου επιδιώκει μέ οργανωμένους καί συστηματικούς έλέγχους τήν τελειότητα τής κατασκευής τοῦ πλοίου σέ βαθμό πού νά μή διακυβεύεται ή καλή φήμη τοῦ ναυπηγείου καί οι έπακόλουθοι έλεγχοι όλων τών παραπάνω φορέων νά έντοπίζουν όσο τό δυνατό λιγότερα έλαττώματα.

32.2 'Επίβλεψη έργασιών μεταλλικής κατασκευής.

Στή διάρκεια τής προκατασκευής τμημάτων καί τής άνεγέρσεως τοῦ πλοίου, οι επιθεωρητές τοῦ νηογνώμονα καί τοῦ πλοιοκτήτη έπιβλέπουν τς σχετικές έργα-

σίες για να εξασφαλισθεί ότι:

- α) Τό υλικό που χρησιμοποιείται (ελάσματα, μορφοδοκοί, ηλεκτρόδια κλπ.) είναι αυτό που καθορίζεται στα κατασκευαστικά σχέδια και τούς κανονισμούς.
- β) Τό παραπάνω υλικό πριν από τή χρησιμοποίησή του προετοιμάζεται κανονικά (π.χ. άφαιρηση τής σκουριάς εξέλασεως του σιδηρούλικου με βολή ρινισμάτων και βαφή με τό κατάλληλο προπαρασκευαστικό χρώμα).
- γ) Ἡ κατασκευή του μεταλλικού μέρους πραγματοποιείται σύμφωνα με τά σχέδια και τούς παραδεκτούς στην πράξη *κανόνες καλής τεχνικής*.

Ἰδιαίτερο ενδιαφέρον στην πράξη παρουσιάζει ὁ έλεγχος τῶν συγκολλήσεων του πλοίου. Ἡ έκταση του έλέγχου, ανάλογα με τό μέγεθος του πλοίου, καθορίζεται από τούς κανονισμούς τῶν νηογνυμένων αλλά είναι δυνατό κατ' άπαίτηση του πλοιοκτήτη να είναι μεγαλύτερη.

Ἐπιπλέον, ὁ ποιοτικός έλεγχος τῶν συγκολλήσεων, όπως συνηθίζεται να λέγεται γενικά ὁ έλεγχος τῆς έπιφάνειας και του έσωτερικού τῶν συγκολλήσεων, αποβλέπει στην έπιβεβαίωση, στατιστικά, ότι δέν υπάρχουν σ' αυτές πόροι, ρωγμές, έγκλείσματα και άλλα έλαττώματα που κάνουν άμφίβολη τήν άξιοπιστία τῆς μεταλλικής κατασκευῆς του πλοίου.

Ἐλεγχος πραγματοποιείται:

1) Ὀπτικά.

Γιά να έπιβεβαιωθεί ότι ἡ έκταση, οι διαστάσεις και ἡ έπιφάνεια τῶν συγκολλήσεων είναι γενικά *άποδεκτῆ*.

2) Ραδιογραφικά.

Ἐλεγχος αυτός έχει στατιστικό χαρακτήρα. Με αυτόν έπιβεβαιώνεται ότι τό έσωτερικό τῶν συγκολλήσεων δέν έχει άναπύρεπτα έλαττώματα. Ἡ έκταση του έλέγχου καθορίζεται από τούς κανονισμούς του νηογνώμονα και μερικές φορές από τίς τεχνικές προδιαγραφές για τήν κατασκευή του πλοίου. Για τήν πραγματοποίηση του έλέγχου χρησιμοποιούνται συσκευές που λειτουργούν με άκτίνες Χ ἢ με ραδιοϊσότοπα, όπως Κοβάλτιο 60 και Ἰρίδιο 192.

3) Μέ υπερήχους.

Ἡ μέθοδος αυτή έχει σχετικά πρόσφατα εφαρμοσθεί για τό στατιστικό έλεγχο τῶν ηλεκτροσυγκολλήσεων ως ύποκατάστατο του ραδιογραφικού έλέγχου. Ἡ μέθοδος αυτή, ενώ είναι πολύ άποδοτική στον έλεγχο του έσωτερικού διαφόρων μεταλλικῶν κομματιῶν, δέν έχει μέχρι σήμερα άναπτυχθεί άρκετά στον τομέα τῶν ηλεκτροσυγκολλήσεων. Συνήθως χρησιμοποιείται ως ἡ πρώτη μορφή έλέγχου μιάς συγκολλήσεως. Ὅταν έντοπισθεί κάποια ένδειξη σφάλματος ύστερα από αυτόν τόν έλεγχο χρησιμοποιείται ἡ ραδιογραφία για τήν καλύτερη διερεύνηση τῆς μορφῆς του έλαττώματος.

4) Μέ μαγνητικά σωματίδια ἢ διεισδυτικά υγρά.

Οι μέθοδοι αυτές είναι σχετικά εύκολες στην εφαρμογή τους και εφαρμόζονται για τόν έλεγχο τῆς έπιφάνειας τῆς συγκολλήσεως.

Τό σύνολο τῶν παραπάνω έλέγχων είναι γνωστό με τό όνομα *μη καταστροφικοί έλεγχοι* (non destructive tests), γιατί για τήν πραγματοποίησή τους δέν άπαιτεῖται ἡ καταστροφή τῶν συγκολλήσεων. Ὅταν από τό στατιστικό έλεγχο άποδειχθοῦν έ-

λαττώματα ὁ ἔλεγχος ἐπεκτείνεται καί σέ μερικές περιπτώσεις **σκάβονται** καί ἐπισκευάζονται οἱ συγκολλήσεις. Μή καταστροφικές μέθοδοι ποιοτικοῦ ἐλέγχου χρησιμοποιοῦνται καί γιά τόν ἔλεγχο τοῦ ἐσωτερικοῦ ἀξόνων, ἐλίκων καί ἄλλων μεγάλων χυτῶν κομματιῶν.

- Ἐκτός ἀπό τόν ποιοτικό ἔλεγχο τῶν συγκολλήσεων οἱ ἐπιθεωρητές ἐλέγχουν:
- Τήν ἀφαίρεση τῆς **πάστας** συγκολλήσεως καί τό **τρόχισμα** τῶν συγκολλήσεων.
 - Τήν ἐρθρή προετοιμασία τους γιά βαφή.
 - Τήν ἔλλειψη ἐσωκοιλωμάτων καί κυματώσεων στά ἐλάσματα τοῦ περιβλήματος καί τῶν καταστρωμάτων.
 - Τό σωστό χρωματισμό τῆς μεταλλικῆς κατασκευῆς.

32.3 Δοκιμές διαμερισμάτων.

Πρὶν ἀπό τήν καθέλκυση τοῦ πλοίου, ὀρισμένες ἀπό τίς δεξαμενές του ἀπαιτεῖται νά δοκιμασθοῦν **ὕδροστατικά** μέ στήλη νεροῦ πού καθορίζεται ἀπό τούς κανονισμούς τοῦ νηογνώμονα. Ἄλλες δεξαμενές εἶναι ἀρκετό νά δοκιμασθοῦν μέ πίεση ἀέρα.

Ἐξάλλου τά στεγανά διαμερίσματα τοῦ πλοίου δοκιμάζονται μέ πίεση ἀέρα (συνήθως 2 psi).

32.4 Γενικές παρατηρήσεις γιά τήν ἐπίβλεψη τῆς κατασκευῆς τοῦ πλοίου.

Ἡ γενική διαδικασία τῆς ἐπιβλέψεως τῆς κατασκευῆς τοῦ πλοίου ἀπό τούς ἐκπροσώπους τοῦ πλοιοκτήτη ξεφεύγει γενικά ἀπό τά ὄρια αὐτοῦ τοῦ βιβλίου. Ὡς πολύ γενικές ἀρχές κατὰ τήν ἐφαρμογή αὐτοῦ τοῦ ἐλέγχου μποροῦν νά θεωρηθοῦν οἱ παρακάτω:

- Ὁ ἔλεγχος ἀποβλέπει στήν ἐπιβεβαίωση τῆς τηρήσεως τῶν τεχνικῶν προδιαγραφῶν, τῶν κανόνων καί κανονισμῶν, τῶν συμβατικῶν σχεδίων καί τῆς καλῆς τεχνικῆς.
- Ὁ ἔλεγχος πρέπει νά ἐπεκτείνεται σέ ὅλους τούς τομεῖς καί ἰδιαίτερα σέ ἐκείνους πού ἐπηρεάζουν τή σωστή **λειτουργικότητα** τοῦ πλοίου.
- Ὅταν οἱ παρατηρήσεις τῶν ἐπιθεωρητῶν γίνουν ἐγκαιρα, γίνονται δεκτές εὐκόλα ἀπό τό Ναυπηγεῖο καί διορθώνονται. Ἀντίθετα οἱ παρατηρήσεις πού γίνονται μέ καθυστέρηση, ὅταν δηλαδή ἡ κατασκευή τοῦ πλοίου ἔχει προχωρήσει, ὀδηγοῦν συχνά σέ διενέξεις.
- Οἱ ἐπιθεωρητές θά πρέπει νά ἐφαρμόζουν μιά συγκεκριμένη καί προκαθορισμένη διαδικασία ἐλέγχου. Πολλές ἀτέλειες τοῦ πλοίου μποροῦν νά περάσουν ἀπαρατήρητες ἂν πραγματοποιηθοῦν ἀνοργάνωτες καί ἐπιπόλαιες ἐπιθεωρήσεις ἀπό ἐπιθεωρητές χωρίς πείρα.

32.5 Δοκιμές «ἐν ὄρμῳ».

Σέ συνάρτηση μέ τήν πρόοδο κατασκευῆς προγραμματίζονται καί πραγματοποιοῦνται **«δοκιμές ἐν ὄρμῳ»** ὄλων τῶν μηχανημάτων καί συστημάτων τοῦ πλοίου. Οἱ δοκιμές αὐτές ἀποσκοποῦν στό νά ἀποδείξουν ὅτι ὅλα τά συστήματα καί μηχανήματα λειτουργοῦν ἱκανοποιητικά καί ἔχουν τίς καθοριζόμενες ἀπό τίς τεχνι-

κές προδιαγραφές του πλοίου επίδοσεις. Στά συστήματα που δοκιμάζονται «έν δρ-
μω» περιλαμβάνονται:

- α) Τό σύνολο των δικτύων σέ όλες τους τις λειτουργικές δυνατότητες.
- β) Τό σύνολο των μηχανημάτων για επιβεβαίωση των επίδοσέων τους και τής καλής λειτουργίας των ασφαλιστικών τους διατάξεων.
- γ) Τό μηχανήμα πηδαλίου, ό έργάτης άγκυρών και τά υπόλοιπα βαρούλκα και έργάτες του πλοίου.
- δ) Τά συστήματα γενικά που σχετίζονται μέ τήν ασφάλεια των επιβατών, του πληρώματος και του φορτίου.
- ε) Τά άνυψωτικά μέσα του πλοίου και τά συστήματα άνοίγματος και κλεισίματος των άνοιγμάτων των κυτών.
- ζ) Οι άνελκουστήρες, ράμπες, καταπέλτες και οι πρωραίες, πρυμναίες ή πλευρικές θύρες.

Ίδιαίτερο ένδιαφέρον παρουσιάζει ή πραγματοποίηση του **πειράματος ευστάθειας**, που άποβλέπει στην εύρεση τής κατακόρυφης θέσεως του κέντρου βάρους του πλοίου. Λεπτομέρειες για τό πείραμα και τόν τρόπο πραγματοποιήσεώς του δίνονται στό βιβλίο: «Ευστάθεια-Φόρτωση» του Ίδρύματος Εύγενίδου. Έδώ σημειώνομε μόνο ότι τό πείραμα πραγματοποιείται όταν ή κατασκευή του πλοίου έχει συμπληρωθεί στό μέγιστο δυνατό βαθμό, μέ τό πλοίο χαλαρά δεμένο στην ξηρά και σέ πολύ ήρεμο νερό και χωρίς τήν ύπαρξη άνέμου και ρεύματος. Στό πείραμα παρευρίσκονται όλοι οι φορείς που άσχολούνται μέ τήν επίβλεψη του πλοίου.

Άμέσως μετά τήν όλοκλήρωση τής κατασκευής τής προωστήριας έγκαταστάσεως και τήν παραλαβή πετρελαίου, τό πλοίο προσδένεται καλά στην ξηρά και δοκιμάζεται στή μέγιστη Ισχύ που μπορεί νά δεχθεί μέ περιστροφή τής έλικας πρόσω και άνάποδα. Σέ διπλέλικά πλοία ή δοκιμή γίνεται χωριστά σέ κάθε άξονα, ώστε νά είναι δυνατή ή δοκιμή κάθε μηχανής στή μέγιστη δυνατή Ισχύ.

32.6 Δοκιμές στή Θάλασσα – Γενικά.

Ή τελική επιβεβαίωση τής καλής σχεδιάσεως και κατασκευής ενός πλοίου και ή εύρεση των τελικών επίδοσέων του έξασφαλίζεται μέ τήν πραγματοποίηση των δοκιμών στή θάλασσα. Οι δοκιμές αυτές υποδιαιρούνται σέ τρείς κατηγορίες:

α) Δοκιμές ταχύτητας-Ιπποδυνάμεως (*standardization trials*).

Πρόκειται για μία σειρά συστηματικών δοκιμών άπό τις όποιες προκύπτει ή σχέση ταχύτητας-Ιπποδυνάμεως-στροφών ανά λεπτό για μελλοντική χρησιμοποίηση και επιβεβαίωση των εκτιμήσεων που έχουν γίνει μέ τις δοκιμές του μοντέλου.

β) Δοκιμές παρατεταμένης λειτουργίας τής προωστήριας έγκαταστάσεως και οικονομίας (*Economy and endurance trials*).

Άποβλέπουν στή λειτουργία τής προωστήριας έγκαταστάσεως για μεγάλο διάστημα μέ τή μέγιστη συνεχή Ισχύ και στή μέτρηση τής καταναλώσεως.

γ) Δοκιμές έλικτικότητας και ειδικές δοκιμές (*Manoeuvring trials and special tests*).

Στήν κατηγορία αυτή άνήκουν οι παρακάτω δοκιμές:

- Δοκιμή του πλοίου άπό **πρόσω όλοταχώς** σέ **άνάποδα όλοταχώς** και αντίθετα

γιά τήν εϋρεση τοῦ διαστήματος πού διανύει τό πλοῖο μέχρι νά σταματήσει καί τόν ἔλεγχο τῆς συμπεριφορᾶς τῆς προωστήριας ἐγκαταστάσεως σέ ἀσυνήθεις συνθήκες.

- Δοκιμή μετακινήσεως τοῦ πηδαλίου μεταξύ τῶν μεγίστων γωνιῶν γιά τή μέτρηση τοῦ ἀπαραίτητου χρόνου καί τήν ἀπόδειξη τῆς ἱκανότητος τοῦ μηχανήματος πηδαλίου.
- Στροφές τοῦ πλοίου, δοκιμή Z καί σπειροειδῆς ἔλιγμός (spiral maneuver) γιά τήν ἀπόδειξη τῆς ἱκανότητος τοῦ μηχανήματος πηδαλίου καί γιά ἔλεγχο τῆς ἱκανότητος ἔλιγμῶν τοῦ πλοίου.
- Λειτουργία τῆς προωστήριας ἐγκαταστάσεως γιά κίνηση τοῦ πλοίου ἀνάποδα γιά 30'.
- Δοκιμή ἀγκυροβολίας.

Γιά νά μήν παρατηροῦνται καθυστερήσεις στίς δοκιμές εἶναι ἀπαραίτητο νά ὑπάρχει ἡ ἀνάλογη προετοιμασία καί ὁ κατάλληλος ἐξοπλισμός σέ ὄργανα.

Οἱ παραπάνω δοκιμές, ὅταν πρόκειται γιά κατασκευή σειρᾶς πλοίων, πραγματοποιοῦνται σέ ὅλη τους τήν πληρότητα μόνο στό πρῶτο πλοῖο τῆς σειρᾶς. Στά ἐπόμενα γίνεται περιορισμένος μόνον ἀριθμός δοκιμῶν.

Πρίν ἀπό τήν πραγματοποίηση τῶν δοκιμῶν γίνεται, συνήθως, δεξαμενισμός γιά καθαρισμό τῶν ὑφάλων. Σέ πολλά ναυπηγεῖα τῶν κανονικῶν δοκιμῶν «ἐν πλῶ» προηγεῖται ἕνα πρόγραμμα εἰδικῶν δοκιμῶν γιά λογαριασμό τοῦ ναυπηγεῖου. Ἔτσι ἀποφεύγονται οἱ ἀδικαιολόγητες καθυστερήσεις καί ἡ δημιουργία δυσμενῶν ἐντυπώσεων γιά τό πλοῖο.

Ἐνα τυπικό πρόγραμμα δοκιμῶν στή θάλασσα ἐνός *πρωτότυπου* πλοίου περιλαμβάνει κατά σειρά:

- Ρύθμιση πυξίδων καί ραδιογωνιόμετρου.
- Δοκιμές συσχετισμοῦ ταχύτητας-ἰσχύος.
- Κύκλο στροφῆς.
- Ἐλιγμούς Z.
- Δοκιμές μέγιστης ἰσχύος γιά 4 ὥρες.
- Δοκιμές πηδαλίου στό *πρόσω*.
- Δοκιμή πηδαλιουχῆσεως *ἀνάγκης*.
- Κράτηση τοῦ πλοίου ἀπό *ἀνάποδα ὀλοταχῶς* σέ *πρόσω ὀλοταχῶς* καί ἀντίστροφα.
- Κίνηση τοῦ πλοίου μέ μέγιστη ταχύτητα *ἀνάποδα* γιά 30'.
- Δοκιμές πηδαλίου στό ἀνάποδα.
- Δοκιμή ἀγκυροβολίας.

32.7 Στοιχεῖα ἀπό τίς διαδικασίες δοκιμῶν στή θάλασσα.

Οἱ λεπτομερεῖς διαδικασίες πραγματοποιήσεως τῶν δοκιμῶν στή θάλασσα καθορίζονται σέ διάφορες ἐκδόσεις ἐπιστημονικῶν ὀργανισμῶν ὅπως εἶναι ἡ ἐκδοση «Standardization Code for Trials and Testing of New Ships» (1971) τοῦ ὀργανισμοῦ «Association of ship technical societies in Norway» καί ἡ ἐκδοση «Technical and research (TR) Code C-2» τοῦ ὀργανισμοῦ «Society of Naval Architects and Marine Engineers (SNAME)» τῶν Η.Π.Α.

Στήν παράγραφο αὐτή θά δοθοῦν, πολύ συνοπτικά, στοιχεῖα μόνο γιά τήν πραγματοποίηση τῶν πιό σημαντικῶν δοκιμῶν.

α) Ρύθμιση πυξίδων και ραδιογωνιόμετρου.

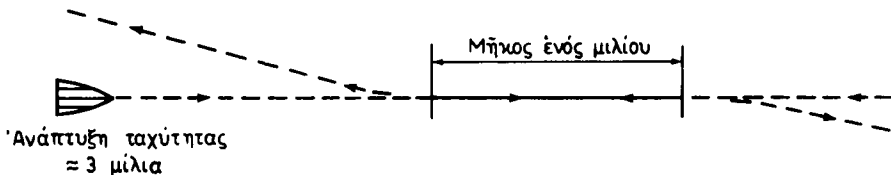
Ἡ δοκιμή πραγματοποιεῖται σύμφωνα μέ τίς ὑποδείξεις τῶν κατασκευαστῶν. Ἀποτελεῖ τή βάση γιά τή σωστή πραγματοποίηση ὄλων τῶν ἄλλων δοκιμῶν.

β) Δοκιμές ταχύτητας-ἰσποδυνάμεως.

Βάση γιά τή δοκιμή αὐτή ἀποτελεῖ ἡ «μέτρηση τοῦ μιλίου». Ἡ δοκιμή πραγματοποιεῖται σέ περιοχὴ στήν ὁποία μέ σημεία (σταθερά) τῆς ἀκτῆς μπορεῖ μέ ἀκρίβεια νά καθορισθεῖ ἀπόσταση ἑνός μιλίου. Τό πλοῖο πρέπει νά ἐπιταχύνει γιά ἕνα σημαντικό διάστημα (σέ μεγάλα πλοῖα μέχρι τρία μίλια) πρὶν μπεῖ στή διαδρομὴ τῆς μετρήσεως. Ἡ ταχύτητα βρίσκεται μέ τή μέτρηση τοῦ χρόνου. Παράλληλα καταγράφεται ὁ ἀριθμὸς στροφῶν τῆς ἑλικας καί ἡ ἰσχύς τῆς προωστήριας ἐγκαταστάσεως.

Κατὰ τή διάρκεια τῆς δοκιμῆς ἐπιδιώκεται ἡ ἐλάχιστη δυνατὴ χρησιμοποίηση τοῦ πηδαλίου. Γιά τήν ἐξουδετέρωση τοῦ ἀνέμου καί τοῦ ρεύματος, ἡ δοκιμή πραγματοποιεῖται καί πρὸς τίς δύο διευθύνσεις καί λαμβάνεται ὁ μέσος ὄρος τῶν χρόνων (σχ. 32.7α).

Μέ μία σειρά τέτοιων δοκιμῶν γιά διάφορες ταχύτητες βρίσκονται ὅλα τὰ στοιχεῖα πού χρειάζονται γιά τή χάραξη τῆς καμπύλης ἰσποδυνάμεως - ταχύτητας - στροφῶν.



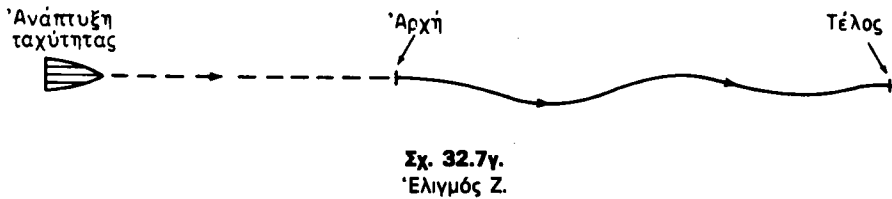
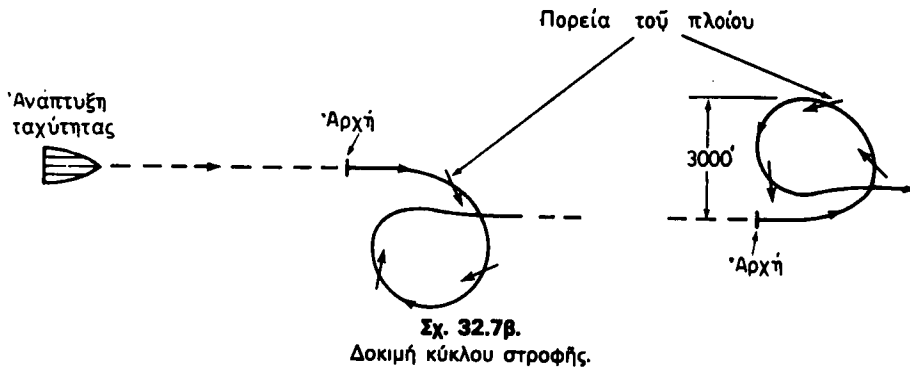
Σχ. 32.7α.
Μέτρηση μιλίου.

γ) Κύκλος στροφῆς.

Τό πλοῖο κινεῖται μέ σταθερὴ ταχύτητα καί στή συνέχεια τοποθετεῖται τό πηδάλιο σέ μία γωνία στήν ὁποία καί παραμένει. Κατὰ τή διάρκεια τῆς δοκιμῆς δέ γίνεται καμία προσπάθεια γιά νά διατηρηθοῦν στό ἀρχικὸ ὕψος οἱ στροφές τῆς μηχανῆς πού λόγω τῆς στροφῆς τοῦ πλοῖου πέφτουν. Μέ διάφορες μεθόδους, ὅπως μέ τή βοήθεια π.χ. συσκευῶν στήν ξηρὰ (HI-FIX) ἢ μέ φωτογράφιση ἀπό ἐλικόπτερο **ὑποτυπώνονται** οἱ διαδοχικὲς θέσεις τοῦ πλοῖου καί χαράζεται **ὁ κύκλος στροφῆς**. Ἡ δοκιμή ἐπαλαμβάνεται πρὸς τὰ δεξιὰ καί ἀριστερά γιά διάφορες ταχύτητες καί διάφορες γωνίες πηδαλίου (σχ. 32.7β).

δ) Ἐλιγμοὶ Z.

Τό πλοῖο κινεῖται σέ εὐθεῖα πορεία μέ σταθερὴ ταχύτητα. Στή συνέχεια τοποθετεῖται τό πηδάλιο σέ κάποια γωνία πρὸς τὰ ἀριστερά καί διατηρεῖται ἐκεῖ μέχρις ὅτου καί ἡ πορεία τοῦ πλοῖου ἀλλάξει κατὰ ἴση γωνία, ὅποτε τό πηδάλιο στρέφεται πρὸς τήν ἄλλη πλευρὰ κατὰ τήν ἴδια γωνία. Ἐκεῖ καί πάλι διατηρεῖται μέχρις ὅτου τό πλοῖο ἀλλάξει τήν πορεία του κατὰ ἴση γωνία (ἀπό τήν ἀρχική), ὅποτε φέρεται (τό πηδάλιο) στή μέση θέση. Ὅπως καί στήν προηγούμενη δοκιμὴ ὑποτυπώνονται οἱ διαδοχικὲς θέσεις καί πορεῖες τοῦ πλοῖου (σχ. 32.7γ). Ἡ δοκιμή ἐπαναλαμβάνεται σέ διάφορες ταχύτητες καί διάφορες γωνίες πηδαλίου.



ει) Δοκιμές μέγιστης Ισχύος για 4 ώρες.

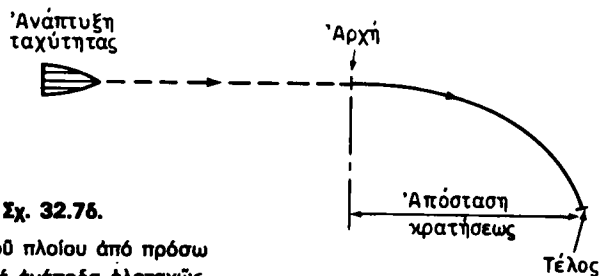
Μετά τη βαθμιαία θέρμανση της μηχανής αναπτύσσεται ο μέγιστος αριθμός στροφών και διατηρείται για 4 ώρες. Καταγράφονται συνεχώς οι πιέσεις και θερμοκρασίες της κύριας μηχανής και όλων των συναφών συστημάτων. Η δοκιμή συνδυάζεται με δοκιμές του πηδαλιού στρ' πρόσω και μερικές φορές και με δοκιμές καταναλώσεως. Αν η δοκιμή διακοπεί, θά επαναλειφθεί από την αρχή.

στ) Δοκιμή πηδαλιουχίσεως ανάγκης.

Ελέγχονται οι εναλλακτικές δυνατότητες πηδαλιουχίσεως του πλοίου (π.χ. υδραυλικά από τό διαμέρισμα πηδαλιού ή χειροκίνητα).

ζ) Κράτηση του πλοίου από πρόσω όλοταχώς με ανάποδα όλοταχώς (crash astern maneuver).

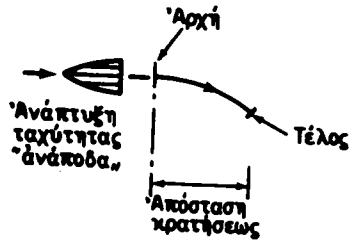
Τό πλοίο κινείται με τή μέγιστη ταχύτητα πρόσω και στή συνέχεια γίνεται **κράτει** και άμέσως **ανάποδα** όσο πιά γρήγορα επιτρέπει ή σχεδίαση τής προωστήριας εγκαταστάσεώς του. Μετρείται ή απόσταση πού διανύει και ελέγχεται ή συμπεριφορά τής προωστήριας εγκαταστάσεως και του πλοίου ως πρός τήν αλλαγή πορείας (σχ. 32.7δ).



Κράτηση του πλοίου από πρόσω
όλοταχώς με ανάποδα όλοταχώς.

η) Κράτηση του πλοίου από ανάποδα όλοταχώς με πρόσω όλοταχώς (Crash ahead maneuver).

Ἡ δοκιμή πραγματοποιεῖται ἀντίθετα ἀπὸ τὴν προηγούμενη (σχ. 32.7ε).



Σχ. 32.7ε.

Κράτηση τοῦ πλοίου ἀπὸ ἀνάποδα ὄλοταχῶς μὲ πρόσω ὄλοταχῶς.

θ) Κίνηση τοῦ πλοίου ἀνάποδα.

Ἀναπτύσσεται ἡ μέγιστη ἰσχύς ἀνάποδα καὶ διατηρεῖται γιὰ 30'. Στὸν ἴδιο χρόνο ἐλέγχεται ἡ ἐλικτικότητα τοῦ πλοίου σὲ κίνηση ἀνάποδα. Διευκρινίζεται ἐδῶ ὅτι *τά μονέλικα πλοῖα σπάνια ἔχουν ἱκανοποιητικές ἐλικτικές δυνατότητες σὲ κίνηση ἀνάποδα.*

ι) Δοκιμή ἀγκυροβολίας.

Ἡ δοκιμή ἀποσκοπεῖ στὴν ἐπιβεβαίωση τῆς καλῆς λειτουργίας τοῦ συστήματος ἀγκυροβολίας καὶ τῶν ἐπιδόσεων του σὲ σχέση μὲ τὶς ἀπαιτήσεις τοῦ νηογνώμονα. Οἱ περισσότεροι νηογνώμονες ἀπαιτοῦν ὁ ἐργάτης ἀγκυρῶν νὰ ἔχει τὴ δυνατότητα νὰ φέρει στὸ πλοῖο καὶ τὶς δύο ἀγκυρες ὅταν βρίσκονται *κρεμαστές* μὲ ὀρισμένο μῆκος ἀλυσίδας στὴ θάλασσα. Ἡ δοκιμή πραγματοποιεῖται σὲ κατάλληλο βάθος ἀλλὰ σὲ σχετικά κοντινὴ ἀπόσταση ἀπὸ τὴν ξηρὰ γιὰ λόγους ἀσφάλειας σὲ περίπτωση ἀδυναμίας τοῦ ἐργάτη ἀγκυρῶν νὰ ἀντεπεξέλθει στὶς σχετικές ἀπαιτήσεις.

Τὰ ἀποτελέσματα τῶν δοκιμῶν καταγράφονται σὲ εἰδικὰ *πρωτόκολλα* πού ἀποτελοῦν στοιχεῖα τοῦ φακέλου παραλαβῆς τοῦ πλοίου.

32.8 Παράδοση τοῦ πλοίου (Delivery).

Μετὰ τὴν ὀλοκλήρωση τῶν δοκιμῶν, τὸ πλοῖο ἐπανερχεται στὸ ναυπηγεῖο ὅπου ἀποκαθίστανται οἱ ἀτέλειες καὶ ὀλοκληρῶνεται ὁ ἐξοπλισμός. Γιὰ τὴν παράδοση τοῦ πλοίου, πού ἐπισφραγίζεται μὲ τὴν *ὑπογραφή τοῦ πρωτόκολλου παραλαβῆς - παραδόσεως* ἀπὸ ἐξουσιοδοτημένους ἀντιπροσώπους τοῦ ναυπηγεῖο καὶ τοῦ πλοιοκτήτη, εἶναι ἀπαραίτητο:

- Νὰ παραδοθοῦν τὰ προβλεπόμενα σχέδια, βιβλία καὶ ἐγχειρίδια.
- Νὰ παραδοθοῦν τὰ ἀνταλλακτικά.
- Νὰ παραδοθοῦν ὅλα τὰ πιστοποιητικά τοῦ νηογνώμονα καὶ ὄλων τῶν ὀργανισμῶν.

Ἀπὸ τὴ στιγμή αὐτὴ ὅλες οἱ εὐθύνες καὶ τὰ δικαιώματα σχετικά μὲ τὸ πλοῖο περὶέρχονται στὸν πλοιοκτήτη.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΤΡΙΑΚΟΣΤΟ ΤΡΙΤΟ

Η ΣΥΝΤΗΡΗΣΗ ΤΟΥ ΠΛΟΙΟΥ

33.1 Γενικά.

Σκοπός τής συντηρήσεως τής μεταλλικής κατασκευής του πλοίου είναι κυρίως η προστασία από τή διάβρωση, αλλά και η αποφυγή τής ρυπάνσεως τών υφάλων και η διατήρηση τής καλής εμφάνισεως του πλοίου. Η συντήρηση του πλοίου δέν εξασφαλίζεται μόνο με τήν πραγματοποίηση τών σχετικών έργασιών αλλά και με τή μελέτη και έγκατάσταση σ' αυτό τών άπαραιτήτων συστημάτων προληπτικής συντηρήσεως.

33.2 Στοιχεία σχετικά με τό μηχανισμό τής διαβρώσεως.

Διάβρωση (Corrosion) ονομάζομε κάθε αλλοίωση ενός μετάλλου ή κράματος μετάλλων πού οδηγεί σέ άπώλεια ύλικού. Η διάβρωση μπορεί νά λάβει χώρα σέ φυσικό περιβάλλον (άέρα ή νερό) ή και σέ τεχνητό όπως με παρουσία είδικά διαβρωτικών άτμών όπως π.χ. διοξειδίου του θείου (SO₂) ή ύδροχλωρίου (HCl), όποτε τά άποτελέσματά της έμφανίζονται πολύ γρηγορότερα. **Διακρίνομε διάβρωση ήλεκτροχημικής, χημικής και μηχανικής φύσεως.**

Η διάβρωση θεωρείται **ήλεκτροχημικής φύσεως** όταν όφείλεται στη ροή ήλεκτρονίων (ήλεκτρικού ρεύματος) μεταξύ δύο άνόμοιων ήλεκτροχημικά μετάλλων πού βρίσκονται σέ έπαφή μεταξύ τους μέσα σέ διάλυμα (ήλεκτρολύτης). Ο ήλεκτρολύτης για τά πλοία είναι τό θαλάσσιο νερό. Η μορφή αυτή τής διαβρώσεως λέγεται και **γαλβανική** (galvanic corrosion). Άνόμοια «ήλεκτροχημικά» μέταλλα μπορεί νά είναι είτε δύο διαφορετικά μέταλλα είτε δύο τμήματα από τό ίδιο μέταλλο με διαφορετικές συγκεντρώσεις μηχανικών τάσεων πού μπορεί νά όφείλονται σέ άνομοιογένεια κατά τήν έπεξεργασία τους. Στά πλοία υπάρχουν άνόμοια «ήλεκτροχημικά» μέταλλα και τών δύο κατηγοριών πού προαναφέραμε.

Χημικής φύσεως λέγεται ή αλλοίωση πού όφείλεται σέ χημικές άντιδράσεις όπως π.χ. είναι ή **όξειδωση του σιδήρου** στον άέρα.

Μηχανικής φύσεως διάβρωση είναι εκείνη πού όφείλεται σέ τριβή, κρούση ή άλλη μηχανική καταπόνηση (π.χ. σπηλαίωση στις έλικες).

Στήν περίπτωση τής γαλβανικής διαβρώσεως τό μέταλλο πού «διαθέτει» τά ήλεκτρόνια ονομάζεται **άνοδος** και τό άλλο **κάθοδος**.

Τό στοιχείο πού φθείρεται είναι ή άνοδος.

Τά μέταλλα και κράματα πού χρησιμοποιούνται στα πλοία, έχουν καταταγεί σέ πίνακες κατά σειρά ήλεκτροθετικότητας από τούς όποιους προκύπτει εύκολα, για κάθε συνδυασμό δύο ύλικών, ποιά θα είναι ή άνοδος. Όταν τά δύο μέταλλα έχουν τό ίδιο περίπου μέγεθος στην περιοχή όπου δημιουργείται ή διάβρωση, έχομε ό-

μοιόμορφη φθορά, δηλαδή η άνοδος φθείρεται άργά και ομοιόμορφα. Αντίθετα όταν η άνοδος είναι πολύ μικρή σε σχέση με την κάθοδο, έχουμε γρήγορη και επιλεκτική φθορά της άνοδου. Τό φαινόμενο ονομάζεται **εάλογίαση** (pitting).

Η πρώτη μορφή φθοράς οδηγεί στην προοδευτική εάλπτωση του πάχους των έλασμάτων και η δεύτερη σε συγκεντρωμένη τοπική εάλπτωση του πάχους πού συχνά οδηγεί σε **αυτοδιατρήσεις**.

33.2.1 Προστασία από τή διάβρωση.

Τό πρώτο και σπουδαιότερο μέτρο γιά τήν προστασία της μεταλλικής κατασκευής του πλοίου από τή διάβρωση είναι η δημιουργία συνθηκών πού θά συντείνουν στην πρόληψη του φαινομένου ή στην εάλπτωση της έντάσεώς του. Γι' αυτό κατά τή σχεδίαση των διαφόρων τμημάτων της μεταλλικής κατασκευής επιδιώκεται:

- Άποφυγή στο μέγιστο δυνατό βαθμό της χρησιμοποίησης στην ίδια περιοχή άνόμοιων «ήλεκτροχημικά» μετάλλων ή κραμάτων.
- Έκλογή και χρησιμοποίηση υλικών πού παρουσιάζουν αύξημένη άντοχή στις έπιδράσεις από διάβρωση, όπως π.χ. χρησιμοποίηση άνοξειδωτου χάλυβα ή άλλων κραμάτων.

Έπειδή όμως τά παραπάνω μέτρα, γιά λόγους οικονομίας, δέν είναι δυνατό να έφαρμοστούν, ή προστασία των τμημάτων της μεταλλικής κατασκευής του πλοίου πού βρίσκεται σε έπαφή με τή θάλασσα, ουσιαστικά βασίζεται σε:

- Μή άγωγά έπιστρώματα.
- Χρώματα.
- Καθοδική προστασία.

α) Μή άγωγά έπιστρώματα.

Στήν κατηγορία αυτή άνήκουν διάφορες **άνόργανες συνθετικές ύλες** πού χρησιμοποιούνται γιά τήν κάλυψη των έπιφανειών πού θέλομε να προστατεύσομε με διάφορους τρόπους μεταξύ των όποιων είναι και η έπίχριση. Τέτοιες ύλες είναι:

- **Τά θερμοπλαστικά πολυμερή**, στα όποια περιλαμβάνονται η πίσσα, τό πολυαιθυλένιο, τό τeflon και κυρίως τό χλωριούχο πολυβινύλιο (PVC).
- Οι **ρητίνες**, στις όποίες περιλαμβάνεται ό βακελίτης, τό dactron και άλλα.
- **Έλαστικά**, (φυσικά και συνθετικά).

Μερικά από τά παραπάνω υλικά χρησιμοποιούνται γιά κάλυψη και προστασία διαφόρων στοιχείων του πλοίου πού δέν είναι εύκολα προσιτά γιά συντήρηση, π.χ. τό τμήμα του έλικοφόρου άξονα πού βρίσκεται μέσα στο στορέα.

β) Χρώματα.

Τά χρώματα είναι τό συνηθέστερο μέσο προστασίας της μεταλλικής κατασκευής του πλοίου από τή διάβρωση και τήν όξειδωση. Όρισμένα από τά χρώματα πού χρησιμοποιούνται στα ύφαλα του πλοίου χρησιμεύουν γιά τήν άποφυγή της ρυπάνσεως.

- Κάθε χρώμα άποτελείται από τέσσερα συστατικά:
- Τή χρωστική ύλη.
- Τό συνδετικό μέσο.
- Τό διαλυτικό ή άραιωτικό.
- Τόν έπιταχυντή ξηράνεως.

Ἡ χρωστική ὕλη προσδίδει στό χρώμα τή μηχανική άντοχή καί τήν προστατευτική Ικανότητα.

Ἐπιπλέον σέ διάφορα ὑφαλοχρώματα ἡ χρωστική ὕλη αὐξάνει τήν άντοχή τοῦ μετάλλου. Ὡς χρωστικές ὕλες χρησιμοποιοῦνται συνήθως ὀξειδία ἢ ἄλατα διαφόρων μετάλλων (σίδηρου, ψευδάργυρου, τιτανίου ἢ μολύβδου).

Τό συνδεδετικό μέσο (λινέλαιο ἢ διάφορες ρητίνες) χρησιμοποιεῖται γιά τό σχηματισμό τῆς συνεκτικῆς μεμβράνης πού καλύπτει τήν ἐπιφάνεια τοῦ μετάλλου. Ὡς συνδεδετικό μέσο τῶν ὑφαλοχρωμάτων χρησιμοποιοῦνται κυρίως **ἐποξειδικές καί βινυλικές ρητίνες** καί ὄχι λινέλαιο.

Τό **διαλυτικό ἢ ἀραιωτικό** εἶναι συνήθως πτητική ἔνωση μέ χαμηλό Ιξῶδες καί χρησιμοποιεῖται γιά νά κάνει πιό εὐκολη τήν ἐφαρμογή τοῦ χρώματος.

Οἱ **ἐπιταχυντές ξήρανσεως** εἶναι συνήθως ὀργανικές ἐνώσεις τοῦ μολύβδου ἢ τοῦ μαγγανίου καί χρησιμοποιοῦνται σέ ὀρισμένες περιπτώσεις γιά νά ἐπιταχύνεται ἡ ξήρανση τοῦ χρώματος.

Τά χρώματα πού χρησιμοποιοῦνται στά πλοῖα, ἀνάλογα μέ τό σκοπό πού ἐξυπηρετοῦν, ὀνομάζονται:

- Προπαρασκευαστικά (Wash primers).
- Κύρια ἀντιδιαβρωτικά (Anti corrosive).
- Χρώματα ὑποστρώσεως (Undercoatings).
- Τελικά (Finish coats).

Μιά εἰδική κατηγορία τελικῶν χρωμάτων πού χρησιμοποιοῦνται στά ὑφαλα τοῦ πλοίου εἶναι τά **ἀντιρρυπαντικά** (Antifouling).

Τά προπαρασκευαστικά χρώματα χρησιμοποιοῦνται σέ πολύ λεπτά στρώματα ὡς πρώτη στρώση πάνω στό μέταλλο, μέ σκοπό νά τό κάνουν Ικανό νά δεχθεῖ τά ἐπόμενα στρώματα.

Τά κύρια ἀντιδιαβρωτικά χρώματα τοποθετοῦνται πάνω στά προπαρασκευαστικά καί ἐξασφαλίζουν τήν ἀντιδιαβρωτική προστασία. Τά ἀντιδιαβρωτικά χρώματα χρησιμοποιοῦν κυρίως ὡς χρωστική ὕλη χρωμικό ψευδάργυρο, ἄλουμνιο ἢ μίνιο.

Τά χρώματα ὑποστρώσεως χρησιμοποιοῦνται μεταξύ ἀντιδιαβρωτικῶν καί τελικῶν χρωμάτων καί δέν ἔχουν ἀντιδιαβρωτικές Ικανότητες.

Ἀπό τά τελικά χρώματα ἰδιαίτερο ἐνδιαφέρον παρουσιάζουν τά **ἀντιρρυπαντικά** πού περιέχουν δηλητηριώδεις οὐσές, ὅπως χαλκό, ἀρσενικό ἢ ὕδράργυρο πού δηλητηριάζουν σέ ἀργό ρυθμό τούς ζωικούς ὀργανισμούς πού ἔρχονται σέ ἐπαφή μέ τό περίβλημα τοῦ πλοίου.

γ) Προετοιμασία καί διαδικασία χρωματισμοῦ.

Πρὶν ἀπό τήν ἐπίστρωση ὀποιοῦδήποτε χρώματος εἶναι ἀπόλυτα οὐσιώδης ὁ καθαρισμός τῆς ἐπιφάνειας. Αὐτό μπορεῖ νά γίνει μέ βολή διαφόρων σωματιδίων, νεροῦ (ὑδροβολή), μέ διαλυτικά μέσα, μέ μηχανικά ἐργαλεῖα ἢ μέ κατάλληλες βούρτσες.

Στόν τομέα τῆς βολῆς σωματιδίων διακρίνομε:

- Τήν ξηρή ἀμμοβολή.
- Τήν ὕγρη ἀμμοβολή.
- Τή βολή ρινισμάτων.

Ἡ ἐπιφάνεια στήν ὀποία γίνεται βολή σωματιδίων πρέπει νά χρωματίζεται ἀμέσως μέ προπαρασκευαστικό χρώμα γιά νά ἀποφεύγεται ἡ δημιουργία ὀξειδώσεως.

Ἡ **ὕδροβολή** εἶναι μιά μέθοδος πού χρησιμοποιεῖται στούς δεξαμενισμούς πλοίων γιά τήν ἀφαίρεση τῆς μαλακῆς ρυπάνσεως.

Ἀπόλυτα οὐσιώδεις παράγοντες γιά τήν ἐπιτυχία τοῦ χρωματισμοῦ εἶναι:

- Ἡ σωστή ἐπίστρωση τοῦ χρώματος.
- Ἡ τήρηση τῶν ἀπαιτήσεων τοῦ κατασκευαστῆ ὡς πρός τίς κλιματολογικές συνθήκες (θερμοκρασία καί ὑγρασία).
- Τό σωστό πάχος κάθε στρώματος.
- Ἡ διάθεση τοῦ ἀπαραίτητου χρόνου πρὶν ἀπό τήν ἐφαρμογή διαδοχικῶν στρωμάτων.

33.2.2 Καθοδική προστασία.

Σέ προηγούμενη παράγραφο παρουσιάσθηκε συνοπτικά ὁ μηχανισμός τῆς ἠλεκτροχημικῆς διαβρώσεως (σχ. 33.2α). Ἡ ἀρχή τῆς καθοδικῆς προστασίας μπορεῖ νά συνοψισθεῖ στήν τεχνητή δημιουργία ἠλεκτρικοῦ ρεύματος ἀντίθετου σέ φορά ἀπό τό δημιουργούμενο μεταξύ τῶν δύο σημείων τοῦ πλοίου. Ἡ βασική αὐτή ἰδέα φαίνεται διαγραμματικά στό σχῆμα 33.2β.

Στό σχῆμα αὐτό βλέπομε ὅτι μέ τήν τοποθέτηση μιᾶς πηγῆ συνεχοῦς ρεύματος καί μιᾶς ἐξωτερικῆς πηγῆ ἐπιτυγχάνεται ἡ μετατροπή σέ ἄνοδο ὅλης τῆς ἐπιφάνειας τοῦ ἐλάσματος μέ ἀποτέλεσμα νά σταματᾷ ἡ φθορά. Στήν περίπτωση αὐτή ἔχομε ἕνα **ἐνεργό σύστημα καθοδικῆς προστασίας**. Ἡ ἀπαραίτητη τάση εἶναι ἀπό

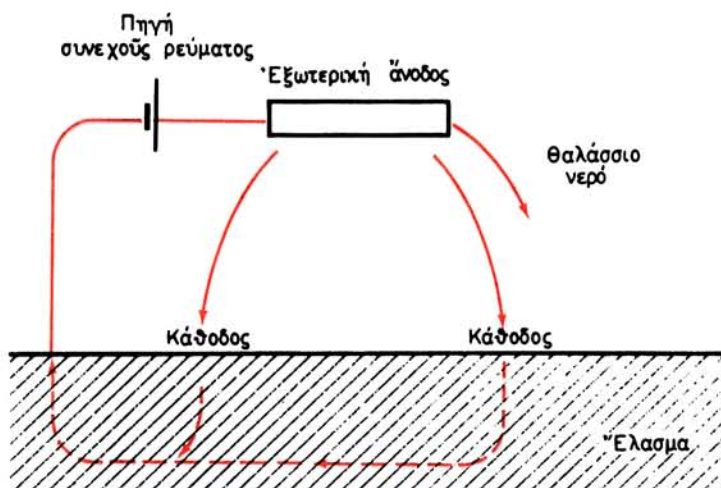


Σχ. 33.2α.

Μηχανισμός ἠλεκτροχημικῆς διαβρώσεως.

0,8 ὡς 0,85 V ἐνῶ στήν περίπτωση τοῦ σχήματος 33.2α ἡ δημιουργούμενη τάση εἶναι τῆς τάξεως τῶν 0,65 V. Ἡ ἀπαραίτητη ἔνταση τοῦ ρεύματος, σέ ἕνα ἐνεργό σύστημα καθοδικῆς προστασίας, πρέπει νά εἶναι ἀπό 10 ὡς 20 mA/m² προστασίας ἐλάσματος ὅταν ἕνα πλοῖο εἶναι πρόσφατα βαμμένο. Ὄταν τό χρῶμα ἔχει ὑποστεῖ φθορά, τό ρεῦμα θά πρέπει νά εἶναι γύρω στά 100 ὡς 300 mA/m². Στήν πράξη ἕνα ἐνεργό σύστημα καθοδικῆς προστασίας ἔχει **ἠλεκτρόδια ἀναφοράς** ἐγκαταστημένα ἐξωτερικά τοῦ σκάφους. Ἀπό τή μέτρηση τῆς τάσεως μέσω αὐτῶν τῶν ἠλεκτροδίων καθορίζεται ἡ τάση πού πρέπει νά δημιουργήσῃ τό σύστημα προστασίας πού εἶναι ἐγκαταστημένο στό πλοῖο. Τά ἐνεργά συστήματα καθοδικῆς προστασίας εἶναι ἀρκετά δαπανηρά.

Ἐναλλακτικά μποροῦν νά χρησιμοποιηθοῦν «θυσιαζόμενες ἄνοδοι» (sacrificial



Σχ. 33.2β.
Σύστημα καθοδικής προστασίας.

anodes) οι οποίες φθείρονται και προστατεύουν τό πλοίο. Τέτοιες άνοδοι κατασκευάζονται από ψευδάργυρο, άλουμίνιο ή μαγνήσιο. Συνηθέστερες είναι οι άνοδοι από ψευδάργυρο.

Γενικά τά διάφορα συστήματα καθοδικής προστασίας έπιβηθοϋν αλλά δέν υποκαθιστούν τή δράση τοϋ χρώματος.

Ή προστασία τοϋ πλοίου «μέ θυσιαζόμενες άνόδους» ονομάζεται **παθητική καθοδική προστασία**.

Σέ κάθε δεξαμενισμό τοϋ πλοίου οι «θυσιαζόμενες άνοδοι» έπιθεωροϋνται και άντικαθίστανται άν έχουν μεγάλη φθορά. **Είναι άπόλυτα ουσιώδες νά μή χρωματίζονται οι άνοδοι γιατί τότε παύουν νά είναι ενεργές.**

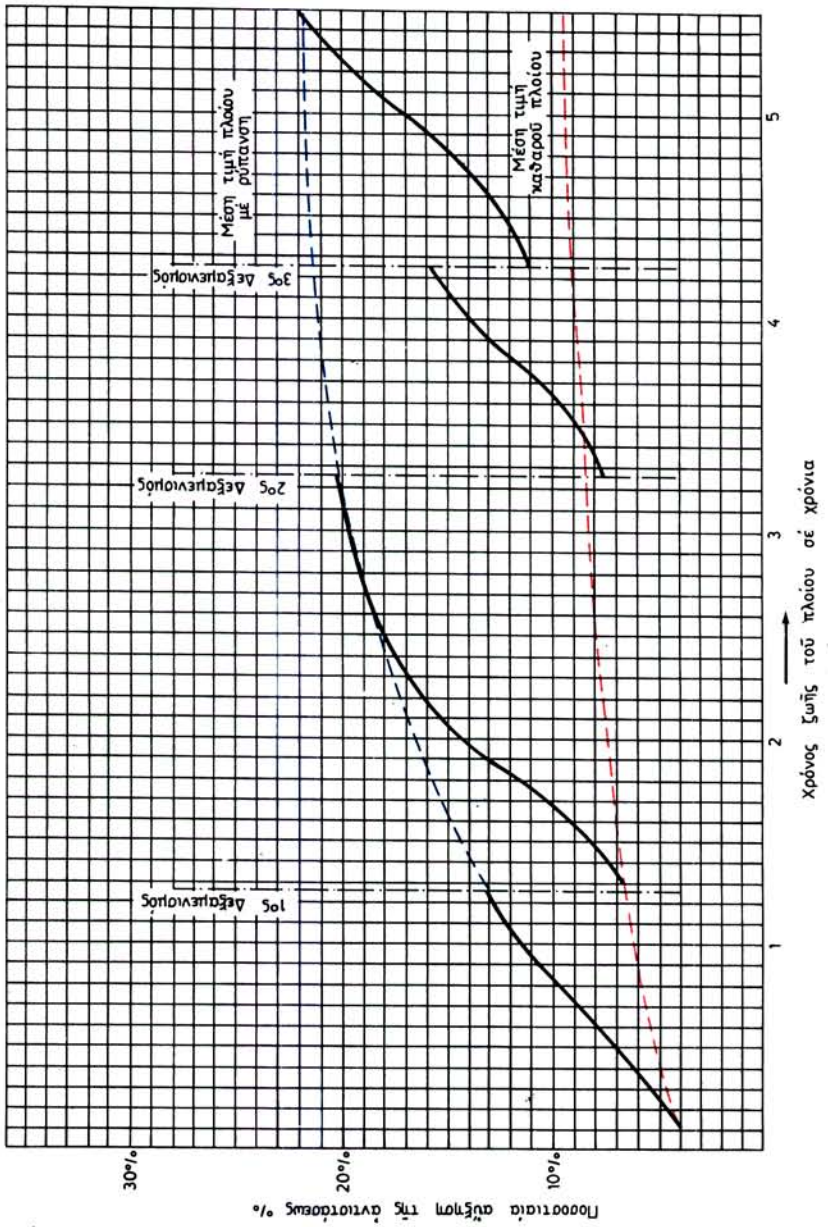
Ίδιαίτερη έπίσης προσοχή θά πρέπει νά δίνεται στήν κανονική συντήρηση και ρύθμιση τοϋ συστήματος ενεργούς προστασίας. Σέ μερικές περιπτώσεις, άπό κακή ρύθμιση αϋτοϋ τοϋ συστήματος, άντί νά έμποδισθεϊ, αύξήθηκε ο ρυθμός φθοράς τών έλασμάτων.

33.3 Ρύπανση τών ύφάλων τοϋ σκάφους.

Ή ρύπανση τών ύφάλων τοϋ πλοίου δημιουργεί αύξηση τής άντιστάσεως και έπομένως πτώση τής ταχύτητας τοϋ πλοίου και αύξηση τής καταναλώσεως. Άπό πειράματα διαπιστώθηκε ότι ή ρύπανση μπορεί νά δημιουργήσει μέχρι 30% αύξηση τής άντιστάσεως.

Ή ρύπανση τών ύφάλων διακρίνεται σέ **μαλακή** και **σκληρή** και όφείλεται στήν άνάπτυξη πάνω στά έξωτερικά έλάσματα φυτικών και ζωικών όργανισμών (δστρικά).

Καθυστέρηση τής άναπτύξεως τής ρυπάνσεως έπιτυγχάνεται μέ τήν έφαρμογή, ως τελευταίου στρώματος, τοϋ άντιρρυπαντικοϋ χρώματος.



Σχ. 33.3.

Ποσοστιαία αύξηση της αντίστασης σε συνάρτηση με το χρόνο.

Όνομα πιλοτού Ημερομηνία

Δεξιμένη

Ημερομηνία προηγούμενου δεξαμενισμού

Επιθεωρητής

Αριστερή πλευρά



ΤΡΟΠΙΔΑ

	Μάσκα (1)	Πρωραία ύφαλα (4)	Μεσαία ζώνη (2)	Υφαλα		Τρόπιδα (10)	Πρυμναία ζώνη (έξφαλα) (3)	Υφαλα (7)	Τρόπιδα (11)	Πηδάλιο (8)
				Πάνω μέρος (5)	Κάτω μέρος (8)					
Όστρακα										
Φυσαλίδες										
Αποκόλληση έσωτερικού στρώματος										
Αποκόλληση έξωτερικού στρώματος										
Σκουριά με μορφή ευλογιάσεως										
Ευλογιάσεις (επιφάνεια)										
Ευλογιάσεις (βάθος)										
Καθολική σκουριά										
Σχόλια										

Σχ. 33.4.

Υπόδειγμα αναφοράς επιθεωρήσεως χρωματισμού.

Στό σχήμα 33.3 φαίνεται η ποσοστιαία αύξηση της αντίστασης σε συνάρτηση με το χρόνο όπως μετρήθηκε από δοκιμές σε σειρά «άδελφών» πλοίων χωρίς και με ενδιάμεσους δεξαμενισμούς και καθαρισμούς της γάστρας. Από το σχήμα αυτό μπορεί κανείς να συμπεράνει ότι γι' αυτή την οικογένεια πλοίων:

- Αν δέν γίνουν ενδιάμεσοι δεξαμενισμοί, τό ποσοστό αύξήσεως της αντίστασης σταθεροποιείται ύστερα από πέντε χρόνια στό 20%.
- Μέ τήν πάροδο του χρόνου τό ποσοστό αύξήσεως της αντίστασης, όταν τό σκάφος διατηρείται καθαρό, σταθεροποιείται γύρω στό 5%.

33.4 Αναφορές επιθεωρήσεως χρωματισμού.

Γιά τή σωστή παρακολούθηση της καταστάσεως του χρωματισμού των υφάλλων του πλοίου συνηθίζεται να συντάσσεται μετά τό δεξαμενισμό ειδική αναφορά πού φυλάγεται στό αρχείο του πλοίου. Υπόδειγμα μις τέτοιας αναφοράς φαίνεται στό σχήμα 33.4.



ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ

1) Συστήματα Μετρήσεως.

Μέχρι τό 1960 στους ναυπηγικούς ύπολογισμούς καί γενικά στους ύπολογισμούς πού έχουν σχέση μέ τό πλοίο ήταν σέ χρήση οι μονάδες **του μετρικού ή του άγγλικού τεχνικού συστήματος**.

Τό 1960 ή **Διεθνής διάσκεψη μέτρων καί σταθμών** καθιέρωσε ένα διεθνές άπλοποιημένο σύστημα μετρήσεως γνωστό ως **σύστημα SI (Système International)**, μέ σκοπό νά άποτελέσει τό μετρικό σύστημα του μέλλοντος.

Τό 1965 ή βρετανική κυβέρνηση άνακοίνωσε τήν πρόθεση της νά χρησιμοποιήσει τό νέο μετρικό σύστημα μέσα σέ μία δεκαετία. Η άπόφαση αυτή προέβλεπε τή χρησιμοποίηση των μετρικών μονάδων του συστήματος SI. Μέχρι σήμερα πάντως ή πρόθεση αυτή δέν έχει γενικά ύλοποιηθεί στις Άγγλοσαξονικές χώρες σέ ό,τι άφορά ύπολογισμούς πού σχετίζονται μέ τό πλοίο.

Οι βασικές μονάδες του συστήματος SI είναι:

ΜΕΓΕΘΟΣ	ΜΟΝΑΔΑ	ΣΥΜΒΟΛΟ
Μήκος	μέτρο	m
Μάζα	χιλιόγραμμο	kg
Χρόνος		s
Ήλεκτρικό ρεύμα	άμπέρ	A
Άπόλυτη θερμοκρασία	βαθμός Kelvin	°K
Φωτεινή ένταση	καντέλα	cd

Μέ τις παραπάνω βασικές μονάδες μπορούν νά παραχθούν καί όλες οι άλλες. Οι πιο συνηθισμένες είναι:

ΜΕΓΕΘΟΣ	ΜΟΝΑΔΑ	ΣΥΜΒΟΛΟ
Δύναμη	newton	$N = \frac{\text{kg} \cdot \text{m}}{\text{s}^2}$
Έργο, ενέργεια	joule	$J = N \cdot \text{m}$
Ίσχύς	watt	$W = \frac{J}{\text{s}}$

2) Μετατροπές Μονάδων.

Στους παρακάτω πίνακες δίνονται διάφοροι συντελεστές που είναι χρήσιμοι για τη μετατροπή διαφόρων μεγεθών από σύστημα σε σύστημα.

α) Μήκος.

	m	ft	Διεθνές ναυτικό μίλι metric Nm	Βρετανικό ναυτικό μίλι british Nm
m	1	3,28084	$5,39957 \times 10^{-4}$	$5,39612 \times 10^{-4}$
ft	0,3048	1	$1,64579 \times 10^{-4}$	$1,64474 \times 10^{-4}$
metric Nm	1852	6076,12	1	0,999361
british Nm	1853,184	6080	1,00064	1

Παράδειγμα.

Ένα διεθνές ναυτικό μίλι ισοδυναμεί με 6076,12 ft, ενώ ένα ft ισοδυναμεί με 0,3048 m.

β) Ταχύτητα.

	m/s	km/h	ft/sec	Διεθνής κόμβος metric kn	Βρετανικός κόμβος british kn
m/s	1	3,6	3,28084	1,94384	1,9426
km/h	0,277778	1	0,911344	0,539957	0,539612
ft/sec	0,3048	1,09728	1	0,592484	0,592105
metric kn	0,514444	1,852	1,68781	1	0,999361
british kn	0,514773	1,853184	1,68889	1,00064	1

Παράδειγμα.

Ένα km/h ισοδυναμεί με 0,911344 ft/sec, ενώ 1 metric kn ισοδυναμεί με 1,852 km/h.

γ) Ίσχύς.

	watt W	kilowatt kW	Μετρικός Ίππος metric HP	Βρετανικός Ίππος british HP
W	1	10^{-3}	$1,35962 \times 10^{-3}$	$1,34102 \times 10^{-3}$
kW	1000	1	1,35962	1,34102
metric HP	735,499	0,735499	1	0,986320
british HP	745,700	0,745700	1,01387	1

Παράδειγμα.

Ένας μετρικός Ίππος Ισοδυναμεί με 0,735499 kW, ενώ 1 kW Ισοδυναμεί με 1,34102 british HP.

Σημείωση.

Η γερμανική όνομασία του μετρικού Ίππου είναι PS και η γαλλική CV.

Σύστημα	Σύστημα SI		Μετρικό Τεχνικό Σύστημα		Βρετανικό Τεχνικό Σύστημα	
	newton (N)	kilonewton (kN)	kilopond (kp)	Μετρικός τόννος (MT)	Λίβρα δύναμης (lbf)	Βρετανικός long τόννος (LT)
SI	1	0,001	0,1019716	$1,019716 \times 10^{-4}$	0,224809	$1,00361 \times 10^{-4}$
	1000	1	101,9716	0,1019716	224,809	0,100361
Μετρικό Τεχνικό Σύστημα	9,80665	$9,80665 \times 10^{-3}$	1	10^{-3}	2,20462	$9,84207 \times 10^{-4}$
	9806,65	9,80665	1000	1	2204,62	0,984207
Βρετανικό Τεχνικό Σύστημα	4,44822	$4,44822 \times 10^{-3}$	0,45359237	$0,453592 \times 10^{-3}$	1	$4,46429 \times 10^{-4}$
	9964,02	9,96402	1016,05	1,01605	2240	1

Παράδειγμα.

Ένας LT Ισοδυναμεί με 1016,05 kp και 1 kp με $9,80665 \times 10^{-3}$ kN.

ΜΕΡΟΣ ΠΡΩΤΟ

ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΑΠΟ ΤΗ ΘΕΩΡΙΑ ΤΟΥ ΠΛΟΙΟΥ

ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΠΡΩΤΟ

ΑΠΟΣΤΟΛΗ – ΓΕΝΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΠΛΟΙΩΝ ΚΙΝΔΥΝΟΙ ΚΑΙ ΠΡΟΣΤΑΣΙΑ

	Σελ.
1.1 Πλοία και πλωτά ναυπηγήματα	1
1.2 Άποστολή του πλοίου	1
1.3 Γενικά χαρακτηριστικά πλοίων	2
1.3.1 Επιχειρησιακά χαρακτηριστικά	2
1.3.2 Τεχνικά χαρακτηριστικά του πλοίου – Σχεδίαση	2
1.4 Κίνδυνοι και προστασία	2

ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΔΕΥΤΕΡΟ

ΚΑΤΑΤΑΞΗ

2.1 Γενική κατάταξη πλοίων	4
2.2 Κατάταξη πλοίων ανάλογα με τον προορισμό (Ειδική κατάταξη)	4
2.2.1 Πολεμικά πλοία	4
2.2.2 Έμπορικά πλοία	5
2.2.3 Φορτηγά πλοία	5
2.2.4 Έπιβατικά πλοία	7
2.2.5 Πλοία ειδικού προορισμού	8
2.2.6 Ειδικοί τύποι πλοίων	9

ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΤΡΙΤΟ

ΟΝΟΜΑΤΟΛΟΓΙΑ – ΔΙΑΣΤΑΣΕΙΣ ΠΛΟΙΩΝ

3.1 Γενικά	10
3.2 Όνοματολογία – Διαστάσεις	10

ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΤΕΤΑΡΤΟ

ΒΑΡΟΣ – ΑΝΤΩΣΗ – ΠΛΕΥΣΤΟΤΗΤΑ ΚΑΙ ΕΥΣΤΑΘΕΙΑ ΠΛΟΙΟΥ

4.1 Στατιστική θεώρηση του πλοίου	18
4.2 Βάρος ή εκτόπισμα	18
4.3 Άντωση – Άρχη του Άρχιμήδη	19
4.4 Πλευστότητα – Έφεδρική πλευστότητα	20
4.5 Εκτίμηση του βάρους του πλοίου	20
4.6 Γεωμετρικά στοιχεία τής γάστρας	21
4.7 Στοιχεία εγκάρσιας ευστάθειας του πλοίου	21

ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΠΕΜΠΤΟ

Η ΑΝΤΟΧΗ ΤΟΥ ΠΛΟΙΟΥ

5.1	Γενικά	25
5.2	Κριτήριο κατασκευαστικής άστοχίας του πλοίου	26
5.3	Στοιχεία από την άντοχή των υλικών	26
5.3.1	Όρισμοί	26
5.3.2	Ίσορροπία δοκού	27
5.3.3	Τάσεις έφελκυσμού και θλίψεως, λόγω κάμψεως τής δοκού	32
5.3.4	Διατμητικές τάσεις σε δοκούς που κάμπτονται	43
5.4	Η μελέτη τής άντοχής του πλοίου ως δοκού	46
5.4.1	Γενικά	46
5.4.2	Δυνάμεις βάρους	47
5.4.3	Δυνάμεις άντώσεως	49
5.4.4	Καμπύλη φορτίσεως	51
5.4.5	Καμπύλες τέμνουσας δυνάμεως και ροπής κάμψεως	51
5.5	Εδρεση των τάσεων	52
5.6	Συνθήκες ύπολογισμού τής άντοχής του πλοίου	53
5.7	Σημασία των ύπολογισμών	53
5.8	Προσεγγιστικός τρόπος έκτιμής τής μέγιστης ροπής κάμψεως	54
5.9	Άπαιτήσεις Νηογνώμωνων γιά την άντοχή του πλοίου	54
5.10	Έγκάρσια άντοχή	55
5.11	Άλλες καταπονήσεις κατά την κίνηση του πλοίου	55
5.12	Τοπική άντοχή	56
5.13	Συσκευές ύπολογισμού κοπώσεως	56

ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΕΚΤΟ

ΑΝΤΙΣΤΑΣΗ ΚΑΙ ΠΡΩΣΗ

6.1	Γενικά	58
6.2	Φύση τής άντιστάσεως	59
6.3	Συνιστώσες τής άντιστάσεως	60
6.3.1	Γενικά	60
6.3.2	Άντίσταση τριβής	61
6.3.3	Άντίσταση κύματος πρόωσης	61
6.3.4	Άντίσταση σχήματος	61
6.3.5	Άντίσταση δινών	62
6.3.6	Άντίσταση προεξοχών (Appendage resistance)	62
6.3.7	Άντίσταση άερα	62
6.4	Σημασία των άριθμών Reynolds και Froude	63
6.4.1	Στοιχεία από τή διαστατική άνάλυση	63
6.4.2	Σημασία του άριθμού Reynolds	65
6.4.3	Σημασία του άριθμού του Froude	65
6.4.4	Σημασία του άριθμού V/\sqrt{L}	65
6.5	Ύπολογισμός άντιστάσεως μέ πείραμα σε μοντέλο του πλοίου	70
6.5.1	Ύπολογισμός άντιστάσεως	70
6.5.2	Στοιχεία δεξαμενών προτύπων	74
6.6	Μεθοδικές σειρές άντιστάσεως	74
6.7	Εδρεση ισχύος μηχανής	76
6.7.1	Ίσχύς ρυμουλκήσεως	76
6.7.2	Προσδινόμενη στην έλικα ισχύς (Delivered Horsepower)	77
6.7.3	Ίσχύς μηχανής	78
6.8	Η μορφή του πλοίου και ή άντίσταση	79

6.9	Συστήματα προώσεως	79
6.9.1	Είδη προωθηρίων μηχανών	79
6.9.2	Είδη συστημάτων μετατροπής τής ισχύος μηχανής σε προωθητική	80
6.10	Στοιχεία από τή γεωμετρία τής έλικας σταθερού βήματος – Όλισηση	81
6.11	Έλικες μεταβλητού βήματος	84
6.12	Έλικες μέσα σε σήραγγα	85
6.13	Σηλαιώση	85
6.14	Σύγκριση του βαθμού αποδόσεως διαφόρων τύπων έλικων	85
6.15	Σχέσεις ταχύτητας-ίπποδυνάμειας-καταναλώσεως-στροφών	87

ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΕΒΔΟΜΟ

ΣΥΜΠΕΡΙΦΟΡΑ ΠΛΟΙΟΥ ΣΕ ΚΥΜΑΤΙΣΜΟ

7.1	Γενικά	92
7.2	Τά μειονεκτήματα από τīs κινήσεις του πλοίου	93
7.3	Ό σχηματισμός του κύματος	94
7.4	Στατιστική παρουσίαση τής θαλασσοταραχής	96
7.5	Δυνάμεις που επενεργούν στό πλοίο σε κατάσταση θαλασσοταραχής	96
7.6	Κινήσεις του πλοίου σε ήρεμο νερό χωρίς αντίσταση	102
7.6.1	Διατοιχισμός	102
7.6.2	Προνευτασμός	104
7.6.3	Ταλάντωση έμβαιπίσεως	104
7.6.4	Πρόσθετη μάζα	105
7.6.5	Συνδυασμός προνευτασμού και ταλαντώσεων έμβαιπίσεως	105
7.6.6	Διατοιχισμός με αντίσταση σε ήρεμο νερό	106
7.7	Κινήσεις πλοίου σε κανονικά κύματα	107
7.7.1	Διατοιχισμός	108
7.7.2	Ταλαντώσεις έμβαιπίσεως	110
7.7.3	Προνευτασμός	110
7.7.4	Συνδυασμός προνευτασμού και ταλαντώσεων έμβαιπίσεως	112
7.7.5	Έπίδραση τής πορείας και ταχύτητας του πλοίου στις κινήσεις σε κυματισμό – Περίοδος συναντήσεως	112
7.8	Στατιστική εξέταση τών κινήσεων του πλοίου σε μή κανονικά κύματα	116

ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΟΓΔΩΟ

ΒΑΣΙΚΑ ΣΧΕΔΙΑ ΚΑΙ ΜΕΛΕΤΕΣ ΓΙΑ ΤΗΝ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗ ΠΛΟΙΟΥ

8.1	Κατάταξη σχεδίων και μελετών	118
8.2	Σχέδια και μελέτες που ισχύουν για όλα τά πλοία	120
8.2.1	Σχέδιο γραμμών (Lines Plan)	120
8.2.2	Σχέδιο δυνατοτήτων πλοίου (Capacity Plan)	120
8.2.3	Σχέδια γενικής διατάξεως (General Arrangement Plane)	122
8.2.4	Υδροστατικό διάγραμμα (Hydrostatic Curves)	122
8.2.5	Παραμετρικές καμπύλες εδστάθειας (Cross Curves of Stability)	123
8.2.6	Σχέδιο άναπτύγματος έλασμάτων (Shell Expansion Plan)	125
8.2.7	Κατασκευαστικό σχέδιο μέσης τομής (Midship Section Structural Plan)	125
8.2.8	Κατασκευαστικές πλάγιες όψεις και καταστρώματα (Profiles and Decks)	125
8.2.9	Σχέδια συσχετισμού ταχύτητας-στροφών-ίπποδυνάμειας-καταναλώσεως	125
8.3	Σχέδια και μελέτες για έπιβατικά πλοία	127
8.3.1	Γενικά	127
8.3.2	Σχέδια προστασίας από πυρκαϊά (Fire Control Plans)	127
8.3.3	Μελέτη κατακλύσεως (Floodable Lengths Curve)	127
8.3.4	Μελέτη εδστάθειας στην άθικτη κατάσταση	128

8.3.5 Μελέτη ευστάθειας μετά από βλάβη	129
8.4 Σχέδια και μελέτες ειδικά γιά φορτηγά πλοία	130
8.4.1 Γενικά	130
8.4.2 Έγχειρίδιο ευστάθειας (Stability Manual)	130
8.4.3 Μελέτες φορτώσεως σιτηρών (Grain Loading Manual)	131

ΜΕΡΟΣ ΔΕΥΤΕΡΟ

ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΑΠΟ ΤΗΝ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗ ΤΟΥ ΠΛΟΙΟΥ

ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΕΝΑΤΟ

ΥΛΙΚΑ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗΣ ΤΟΥ ΠΛΟΙΟΥ ΚΑΙ ΤΩΝ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ ΤΟΥ ΔΟΚΙΜΕΣ ΥΛΙΚΩΝ

9.1 Γενικά	132
9.2 Μηχανικές ιδιότητες των υλικών καί τρόποι πειραματικής διαπιστώσεώς τους	133
9.2.1 Τό πείραμα έφελκυσμού	133
9.2.2 Τό πείραμα κάμψως	135
9.2.3 Δοκιμή κρούσεως	135
9.2.4 Μή καταστροφικές δοκιμές	135
9.3 Χάλυβες πού χρησιμοποιούνται στά πλοία	136
9.4 Προδιαγραφές Νηογνώμωνων γιά κοινούς χάλυβες	137
9.5 Μορφές μέ τίς όποιες χρησιμοποιείται ό χάλυβας στά πλοία	137
9.6 Κράματα άλουμινίου	140
9.7 Ύλικά σωληνώσεων	140
9.8 Ξυλεία	141
9.9 Πλαστικά υλικά	145
9.10 Ύλικά γιά χρήση σέ έσωτερικούς χώρους – Θερμομονωτικά υλικά	145

ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΔΕΚΑΤΟ

ΓΕΝΙΚΗ ΚΑΤΑΣΚΕΥΑΣΤΙΚΗ ΔΟΜΗ ΤΟΥ ΠΛΟΙΟΥ

10.1 Στοιχεία τής μεταλλικής κατασκευής	147
10.1.1 Γάστρα	147
10.1.2 Νομείς καί ένισχύσεις	148
10.1.3 Τμήματα στά όποια μπορεί νά διαιρεθεί τό κυρίως σκάφος	149
10.1.4 Ύπερκατασκευές	150
10.1.5 Παράγοντες πού επηρεάζουν τή μορφή τής μεταλλικής κατασκευής	151
10.2 Σκοπός τών στοιχείων τής μεταλλικής κατασκευής	151
10.3 Ή διάταξη τών ένισχύσεων	152
10.3.1 Πλοία μέ εγκάρσιο σύστημα ένισχύσεως	152
10.3.2 Πλοία μέ διάμηκες σύστημα ένισχύσεως	153
10.3.3 Μικτό σύστημα	155
10.4 Άρχές πού επηρεάζουν τήν έκλογή του συστήματος ένισχύσεως	155

ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΕΝΔΕΚΑΤΟ

ΛΕΠΤΟΜΕΡΗΣ ΑΝΑΠΤΥΞΗ ΚΑΤΑΣΚΕΥΑΣΤΙΚΩΝ ΣΤΟΙΧΕΙΩΝ ΤΟΥ ΠΛΟΙΟΥ

11.1 Κατασκευαστική διαμόρφωση του πυθμένα	157
11.1.1 Παράγοντες πού επηρεάζουν τή μορφή του πυθμένα	157
11.1.2 Τό έσωτερικό του πυθμένα	157
11.1.3 Έξωτερική διαμόρφωση του πυθμένα	161
11.2 Κατασκευή του καταστρώματος	161

11.2.1	Παράγοντες που επηρεάζουν τη μορφή του καταστρώματος	161
11.2.2	Τυπική διαμόρφωση του καταστρώματος	162
11.2.3	Άνοιγματος κύτους	165
11.3	Κατασκευή πλευρών	166
11.3.1	Παράγοντες που επιδρούν στη διαμόρφωση των πλευρών	166
11.3.2	Νομείς	167
11.4	Κατασκευή των φρακτών	170
11.4.1	Στοιχεία που επηρεάζουν τη μορφή των φρακτών	170
11.4.2	Ένισχύσεις φρακτών	170
11.5	Υπερκατασκευές	171
11.6	Διαμόρφωση πλώρης	173
11.7	Διαμόρφωση πρόμνης	173
11.8	Άλλα κατασκευαστικά στοιχεία του πλοίου	174
11.8.1	Δρύφρακτο ή παραπέτο	174
11.8.2	Βάση μηχανής	174
11.8.3	Σήραγγα άξονα (Shaft Tunnel)	175
11.9	Κατασκευαστική δομή πλοίων ειδικού προορισμού	176

ΜΕΡΟΣ ΤΡΙΤΟ

ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΑΠΟ ΤΗ ΓΕΝΙΚΗ ΔΙΑΤΑΞΗ ΤΟΥ ΠΛΟΙΟΥ ΚΑΙ ΤΗ ΔΙΑΜΟΡΦΩΣΗ ΤΩΝ ΕΣΩΤΕΡΙΚΩΝ ΤΟΥ ΧΩΡΩΝ

ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΔΩΔΕΚΑΤΟ

ΓΕΝΙΚΗ ΔΙΑΤΑΞΗ ΠΛΟΙΟΥ

12.1	Γενικά	177
12.2	Η επίδραση του είδους του φορτίου στη γενική διάταξη του πλοίου	178
12.3	Στοιχειώδης περιγραφή γενικής διατάξεως πλοίων κατά τύπους	180
12.3.1	Φορηγιδοφόρο πλοίο (Lash)	183
12.3.2	Δεξαμενόπλοιο	185
12.3.3	Πλοίο μεταφοράς όχημάτων-φορτίου «χύδην»	187
12.3.4	Πλοίο μεταφοράς φορτίου «χύδην» (Bulk carrier)	187
12.3.5	Πλοίο τύπου Oil Bulk Ore (O.B.O.)	190
12.4	Μερικές λεπτομέρειες από τη γενική διάταξη των καταστρωμάτων	194
12.4.1	Αρίθμηση νομέων	194
12.4.2	Τυπική γενική διάταξη πλώρης	195
12.4.3	Άνοιγματα κύτους	198

ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΔΕΚΑΤΟ ΤΡΙΤΟ

ΛΕΠΤΟΜΕΡΕΙΕΣ ΕΣΩΤΕΡΙΚΗΣ ΓΕΝΙΚΗΣ ΔΙΑΤΑΞΕΩΣ ΠΛΟΙΟΥ

13.1	Γενικά	203
13.2	Δεξαμενές	203
13.3	Καταμετρικά, εξαεριστικά και πληρώσεις δεξαμενών	206
13.4	Χώροι φορτίου	208
13.5	Χώροι προώσεως	208
13.6	Χώροι ένδαιτησεως	212
13.7	Διαμερίσματα χειρισμών και ελέγχου	212
13.8	Αποθήκες και ψυκτικοί θάλαμοι	212
13.9	Αντλιοστάσια δεξαμενοπλοίων	213

ΜΕΡΟΣ ΤΕΤΑΡΤΟ**ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΠΛΟΙΟΥ****ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΔΕΚΑΤΟ ΤΕΤΑΡΤΟ****ΠΗΔΑΛΙΑ**

14.1 Γενικά γιά τή στρόφη τοῦ πλοίου	216
14.2 Χαρακτηριστικά τοῦ πηδαλίου	219
14.2.1 Μέγεθος ἐπιφάνειας πηδαλίου	219
14.2.3 Μορφή τῆς ἐπιφάνειας τοῦ πηδαλίου καί στήριξή του στό πλοῖο	219
14.2.4 Μορφή τῆς τομῆς τοῦ πηδαλίου	219
14.2.5 Ζυγοστάθμιση πηδαλίου	220
14.2.6 Θέση τοῦ πηδαλίου σέ σχέση μέ τό πλοῖο	221
14.3 Οἱ καταπονήσεις τοῦ πηδαλίου	221
14.3.1 Κέντρο πίεσης	221
14.3.2 Ροπή στρέψης πηδαλίου	222
14.3.3 Ροπή κάμψης	223
14.4 Ἀπαιτήσεις Νηογναμώνων	224
14.5 Κατασκευαστική μορφή πηδαλίου	224
14.6 Εἰδικοί τύποι πηδαλίων	224

ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΔΕΚΑΤΟ ΠΕΜΠΤΟ**ΑΓΚΥΡΕΣ – ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΠΡΟΣΔΕΣΕΩΣ**

15.1 Τύπος ἀγκυρῶν	227
15.2 Μέγεθος ἀγκυρας καί ἀλυσίδας	228
15.2.1 Ἐδρεση βάρους ἀγκυρας καί μεγέθους ἀλυσίδας μέ διάφορους ὑπολογισμούς	229
15.2.2 Ἀπαιτήσεις Νηογναμώνων σχετικά μέ τά συστήματα προσδέσεως καί ἀγκυροβολίας	231
15.3 Διάταξη ἐξοπλισμοῦ προσδέσεως τοῦ πλοίου	233

ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΔΕΚΑΤΟ ΕΚΤΟ**ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΦΟΡΤΟΕΚΦΟΡΤΩΣΕΩΣ**

16.1 Γενικά	234
16.2 Παράγοντες ποῦ ἐπηρεάζουν τήν ἐκλογή τῶν μέσων φορτοεκφορτώσεως	234
16.2.1 Οἰκονομικοί παράγοντες	234
16.2.2 Χρόνος παραμονῆς τοῦ πλοίου στό λιμάνι	235
16.3 Μέθοδοι φορτοεκφορτώσεως	235
16.3.1 Γιά δεξαμενόπλοια	235
16.3.2 Γιά πλοῖα μεταφοράς φορτίου «χόδη» (Bulk Carriers)	236
16.3.3 Γιά πλοῖα γενικοῦ φορτίου	236
16.4 Στοιχειώδης περιγραφή φορτωτήρων	236

ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΔΕΚΑΤΟ ΕΒΔΟΜΟ**ΑΣΟΝΕΣ ΚΑΙ ΑΝΤΙΣΤΟΙΧΑ ΣΤΗΡΙΓΜΑΤΑ ΚΑΙ ΣΥΣΤΗΜΑ ΣΤΕΓΑΝΟΤΗΤΑΣ**

17.1 Γενικά	239
17.2 Ἀξονικό σύστημα μονέλικοῦ ἐμπορικοῦ πλοίου	242
17.3 Ἀξονικό σύστημα διπλέλικου πλοίου	242
17.4 Συστήματα στεγανότητας ἀξονα	242

ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΔΕΚΑΤΟ ΟΓΔΩΟ

ΔΙΚΤΥΑ – ΣΩΛΗΝΩΣΕΙΣ

18.1 Γενικά	243
18.2 Δίκτυο κύτους-έρματος	243
18.3 Δίκτυο πυρκαϊάς	244
18.4 Δίκτυο ύγιεινής	245
18.5 Δίκτυο πόσιμου	245
18.6 Δίκτυο μεταγίσεως πετρελαίου	246

ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΔΕΚΑΤΟ ΕΝΑΤΟ

ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΑΠΟΣΒΕΣΕΩΣ ΔΙΑΤΟΙΧΙΣΜΟΥ

19.1 Γενικά	247
19.2 Κατάταξη συστημάτων αποσβέσεως διατοιχισμού	248
19.3 Στοιχειώδης περιγραφή παθητικών συστημάτων αποσβέσεως διατοιχισμού	248
19.3.1 Παθητικές δεξαμενές	248
19.3.2 Παρατροπίδια	249
19.4 Στοιχειώδης περιγραφή ενεργών συστημάτων αποσβέσεως του διατοιχισμού	250

ΜΕΡΟΣ ΠΕΜΠΤΟ

ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΠΡΟΣΤΑΣΙΑΣ – ΕΛΕΓΧΟΣ ΒΛΑΒΩΝ

ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΕΙΚΟΣΤΟ

ΠΡΟΣΤΑΣΙΑ ΑΠΟ ΠΥΡΚΑΪΑ

20.1 Γενικά	252
20.2 Κατασκευαστικές απαιτήσεις για προστασία πυρκαϊάς	253
20.3 Άνιχνευση πυρκαϊάς	254
20.4 Μέσα και συστήματα καταπολεμήσεως της πυρκαϊάς	254
20.4.1 Άντλίες και δίκτυα πυρκαϊάς	254
20.4.2 Λήψεις πυρκαϊάς – Σωληνώσεις – Άκροσωλήνια	254
20.4.3 Λήψη ξηράς	254
20.4.4 Φορητοί πυροσβεστήρες	255
20.4.5 Μόνιμα μέσα κατασβέσεως στα κύτη	255
20.4.6 Μόνιμα συστήματα κατασβέσεως σε λεβητοστάσια	255
20.4.7 Μόνιμα μέσα κατασβέσεως σε χώρους με μηχανές εσωτερικής καύσεως	255
20.4.8 Στολές πυροσβέστη	255
20.5 Έξοδοι διαφυγής	255
20.6 Ειδικές διατάξεις μηχανοστασίου	256
20.7 Ειδικές απαιτήσεις για επιβατικά πλοία	256
20.8 Πετρελαιοφόρα	256

ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΕΙΚΟΣΤΟ ΠΡΩΤΟ

ΠΡΟΣΤΑΣΙΑ ΑΠΟ ΔΙΑΡΡΟΗ

21.1 Γενικά	258
21.2 Απαιτήσεις στεγανής υποδιαιρέσεως φορητών πλοίων	259
21.3 Απαιτήσεις στεγανής υποδιαιρέσεως επιβατικών πλοίων	260
21.4 Πρακτικά μέτρα προστασίας από ένδεχόμενη διαρροή	262

ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΕΙΚΟΣΤΟ ΔΕΥΤΕΡΟ**ΚΑΤΑΠΟΛΕΜΗΣΗ ΠΥΡΚΑΪΑΣ**

22.1 Γενικά για τη φωτιά	263
22.2 Μέσα καταπολεμήσεως πυρκαϊάς	264
22.3 Τά συστήματα άερισμού-έξαερισμού και έξαντλήσεως και ή πυρκαϊά	265
22.3.1 Συστήματα άερισμού-έξαερισμού	265
22.3.2 Συστήματα έξαντλήσεως	266
22.4 Ήλεκτρικά συστήματα και πυρκαϊά	266
22.5 Κατάσβεση πυρκαϊάς	266
22.6 Προληπτικά μέτρα	267

ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΕΙΚΟΣΤΟ ΤΡΙΤΟ**ΑΝΤΙΜΕΤΩΠΙΣΗ ΔΙΑΡΡΟΗΣ**

23.1 Γενικά	268
23.2 Έπακόλουθα διαρροής	269
23.3 Προληπτικά μέτρα για την άντιμετώπιση διαρροής	270
23.4 Έκτίμηση καταστάσεως μετά τη διαρροή	271
23.5 Έπιλογή διορθωτικών μέτρων	272
23.6 Έφαρμογή διορθωτικών μέτρων	273
23.7 Πρακτικά μέτρα για την άντιμετώπιση διαρροής	274

ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΕΙΚΟΣΤΟ ΤΕΤΑΡΤΟ**ΠΡΟΣΤΑΣΙΑ ΑΠΟ ΠΡΟΣΑΡΑΣΗ**

24.1 Γενικά	278
24.2 Δυνατότητα έπαναπλεύσεως	278
24.3 Ή άντοχή πλοίου κατά την προσάραξη	279
24.4 Ή ευστάθεια πλοίου μετά την προσάραξη	279

ΜΕΡΟΣ ΕΚΤΟ**ΝΟΜΟΘΕΣΙΑ ΣΧΕΤΙΚΗ ΜΕ ΤΗΝ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗ
ΚΑΙ ΑΣΦΑΛΗ ΧΡΗΣΙΜΟΠΟΙΗΣΗ ΤΟΥ ΠΛΟΙΟΥ****ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΕΙΚΟΣΤΟ ΠΕΜΠΤΟ****ΣΥΜΒΑΣΗ ΓΙΑ ΤΗΝ ΑΣΦΑΛΕΙΑ ΤΗΣ ΑΝΘΡΩΠΙΝΗΣ ΖΩΗΣ ΣΤΗ ΘΑΛΑΣΣΑ**

25.1 Γενικά	282
25.2 Διάρθρωση των κανονισμών της SOLAS 1974	283
25.3 Γενική διάταξη της SOLAS	284
25.4 Στεγανή όποδιαίρεση και ευστάθεια - Μηχανολογικές και ήλεκτρολογικές έγκαταστάσεις (Κεφάλαιο II - 1 της SOLAS)	285
25.5 Πρόσταση από πυρκαϊά - Άνίχνευση και κατάσβεσή της (ΚΕΦΑΛΑΙΟ 11 - 2 της SOLAS)	287
25.6 Σωστικά μέσα (ΚΕΦΑΛΑΙΟ III της SOLAS)	287
25.7 Ραδιοτηλεφωνία και ραδιοτηλεγραφία (ΚΕΦΑΛΑΙΟ IV της SOLAS)	287
25.8 Άσφάλεια ναυσιπλοΐας (ΚΕΦΑΛΑΙΟ V της SOLAS)	287
25.9 Μεταφορά σιτηρών (ΚΕΦΑΛΑΙΟ VI της SOLAS)	287
25.10 Μεταφορά έπικινδυνων φορτίων (ΚΕΦΑΛΑΙΟ VI της SOLAS)	288
25.11 Πυρηνοκίνητα πλοία (ΚΕΦΑΛΑΙΟ VII της SOLAS)	288

ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΕΙΚΟΣΤΟ ΕΚΤΟ

ΚΑΝΟΝΙΣΜΟΙ ΓΡΑΜΜΗΣ ΦΟΡΤΩΣΕΩΣ

26.1	Ἡ διεθνής σύμβαση γιά τή γραμμή φορτώσεως	289
26.2	Γενικά — Ὅρισμοί (κεφάλαιο I τῆς συμβάσεως)	289
26.3	Συνθήκες προσδιορισμοῦ ὕψους ἐξάλων (Κεφάλαιο II τῆς συμβάσεως)	292
26.4	Ὑπολογισμός ὕψους (κεφάλαιο III τῆς συμβάσεως)	293
26.5	Εἰδικές ἀπαιτήσεις γιά πλοία μεταφορῆς ξυλείας (κεφάλαιο IV τῆς συμβάσεως)	293

ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΕΙΚΟΣΤΟ ΕΒΔΟΜΟ

ΚΑΝΟΝΙΣΜΟΙ ΜΕΤΡΗΣΕΩΣ ΧΩΡΗΤΙΚΟΤΗΤΑΣ

27.1	Γενικά — Ὅρισμοί	294
27.2	Εἰσθεση ὀλικῆς χωρητικότητας	295
27.3	Εἰσθεση καθαρῆς χωρητικότητας	296
27.4	Νέοι Κανονισμοί καταμετρήσεως	297
27.5	Ἡ Διεθνής Σύμβαση 1969 γιά τήν καταμέτρηση πλοίων	297

ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΕΙΚΟΣΤΟ ΟΓΔΩΟ

ΚΑΝΟΝΙΣΜΟΙ ΠΡΟΛΗΨΕΩΣ ΑΠΟ ΡΥΠΑΝΣΗ ΚΑΙ ΑΛΛΟΙ ΚΑΝΟΝΙΣΜΟΙ

28.1	Ἀνάγκη γιά τήν πρόληψη τῆς ρυπάνσεως — Ἱστορικό	300
28.2	Ὁρολογία σχετική μέ τή ρύπανση	301
28.3	Συνοπτικές ἀπαιτήσεις τῆς Συμβάσεως τοῦ 1973	302
28.4	Συνοπτικές ἀπαιτήσεις τῆς Συμβάσεως (TSPP) τοῦ 1978	303
28.5	Ἄλλοι κανονισμοί	305

ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΕΙΚΟΣΤΟ ΕΝΑΤΟ

ΝΗΟΓΝΩΜΟΝΕΣ — ΚΑΝΟΝΙΣΜΟΙ ΝΗΟΓΝΩΜΟΝΩΝ

29.1	Προέλευση καί στόχοι νηογνωμόνων	306
29.2	Χαρακτηρισμός πλοίων σύμφωνα μέ τοὺς κανονισμοὺς τῶν νηογνωμόνων (ταξινόμηση)	307
29.3	Ἐτήσια ἐκδοση κανονισμῶν καί κανόνων	308
29.5	Κανόνες τοῦ Lloyds Register of Shipping	308
29.6	Ἄλλες δραστηριότητες τῶν νηογνωμόνων	309

ΜΕΡΟΣ ΕΒΔΟΜΟ

ΚΑΤΑΣΚΕΥΗ ΠΑΡΑΛΑΒΗ ΚΑΙ ΣΥΝΤΗΡΗΣΗ ΤΟΥ ΠΛΟΙΟΥ

ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΤΡΙΑΚΟΣΤΟ

ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΑΠΟ ΤΗ ΣΧΕΔΙΑΣΗ ΚΑΙ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗ ΤΟΥ ΠΛΟΙΟΥ

30.1	Γενικά	311
30.2	Χάραξη γραμμῶν στή σάλα (Lifting)	312
30.3	Κοπή καί μορφοποίηση τεμαχίων (Steel Forming)	312
30.4	Προκατασκευή καί ἀνέγερση (Prefabrication and Erection)	313
30.5	Ἐξοπλισμός (Outfitting)	314
30.6	Βαφή τοῦ πλοίου	314
30.7	Ἡ καθέλκυση τοῦ πλοίου	314
30.8	Συμπλήρωση τοῦ ἐξοπλισμοῦ στή θάλασσα	315

ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΤΡΙΑΚΟΣΤΟ ΠΡΩΤΟ
ΣΤΟΙΧΕΙΩΔΗΣ ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΝΑΥΠΗΓΕΙΟΥ

31.1 Γενικά	316
31.2 Τμήματα ενός ναυπηγείου	316
31.3 Όργάνωση ναυπηγείου	318
31.4 Στοιχεία από τον εξοπλισμό και τις εγκαταστάσεις συγχρόνων ναυπηγείων	318

ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΤΡΙΑΚΟΣΤΟ ΔΕΥΤΕΡΟ
ΠΑΡΑΚΟΛΟΥΘΗΣΗ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗΣ – ΔΟΚΙΜΕΣ ΠΑΡΑΛΑΒΗΣ

32.1 Γενικά	321
32.2 Έπιβλεψη εργασιών μεταλλικής κατασκευής	321
32.3 Δοκιμές διαμερισμάτων	323
32.4 Γενικές παρατηρήσεις για την επίβλεψη της κατασκευής του πλοίου	323
32.5 Δοκιμές «έν δρμα»	323
32.6 Δοκιμές στη θάλασσα – Γενικά	324
32.7 Στοιχεία από τις διαδικασίες δοκιμών στη θάλασσα	325
32.8 Παράδοση του πλοίου (Delivery)	328

ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΤΡΙΑΚΟΣΤΟ ΤΡΙΤΟ
Η ΣΥΝΤΗΡΗΣΗ ΤΟΥ ΠΛΟΙΟΥ

33.1 Γενικά	329
33.2 Στοιχεία σχετικά με το μηχανισμό της διαβρώσεως	329
33.2.1 Προστασία από τη διάβρωση	330
33.2.2 Καθοδική προστασία	332
33.3 Ρύπανση των οφάλων του σκάφους	333
33.4 Άναφορές επιθεωρήσεως χρωματισμού	336
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ	337

ΚΟΡΥΡΗΤ ΗΔΡΥΜΑΤΟΣ ΕΥΓΕΝΙΔΟΥ

