



ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ ΕΘΝΙΚΗΣ ΠΑΙΔΕΙΑΣ ΚΑΙ ΘΡΗΣΚΕΥΜΑΤΩΝ
ΕΙΔΙΚΗ ΥΠΗΡΕΣΙΑ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ ΕΠΕΑΕΚ
ΕΥΡΩΠΑΪΚΗ ΕΝΩΣΗ
ΣΥΓΧΡΗΜΑΤΟΔΟΤΗΣΗ
ΕΥΡΩΠΑΪΚΟ ΚΟΙΝΩΝΙΚΟ ΤΑΜΕΙΟ
ΕΥΡΩΠΑΪΚΟ ΤΑΜΕΙΟ ΠΕΡΙΦΕΡΕΙΑΚΗΣ ΑΝΑΠΤΥΞΗΣ



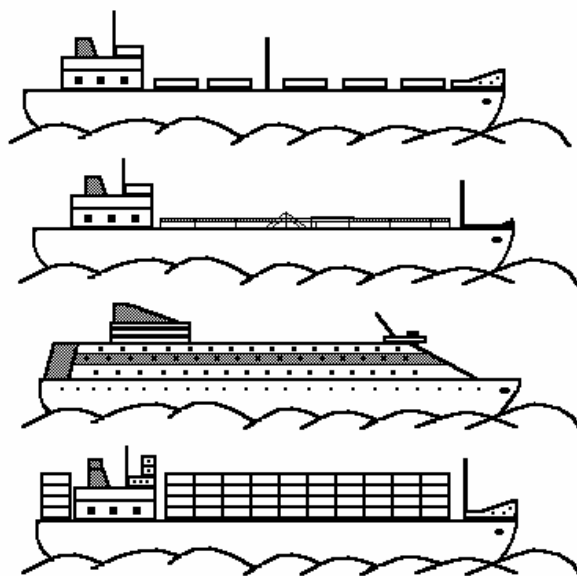
Η ΠΑΙΔΕΙΑ ΣΤΗΝ ΚΟΡΥΦΗ
Επιχειρησιακό Πρόγραμμα
Εκπαίδευσης και Αρχικής
Επαγγελματικής Κατάρτισης

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΠΕΙΡΑΙΩΣ
ΤΜΗΜΑ ΝΑΥΤΙΛΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ

=====

ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑ ΠΛΟΙΟΥ

ΣΗΜΕΙΩΣΕΙΣ



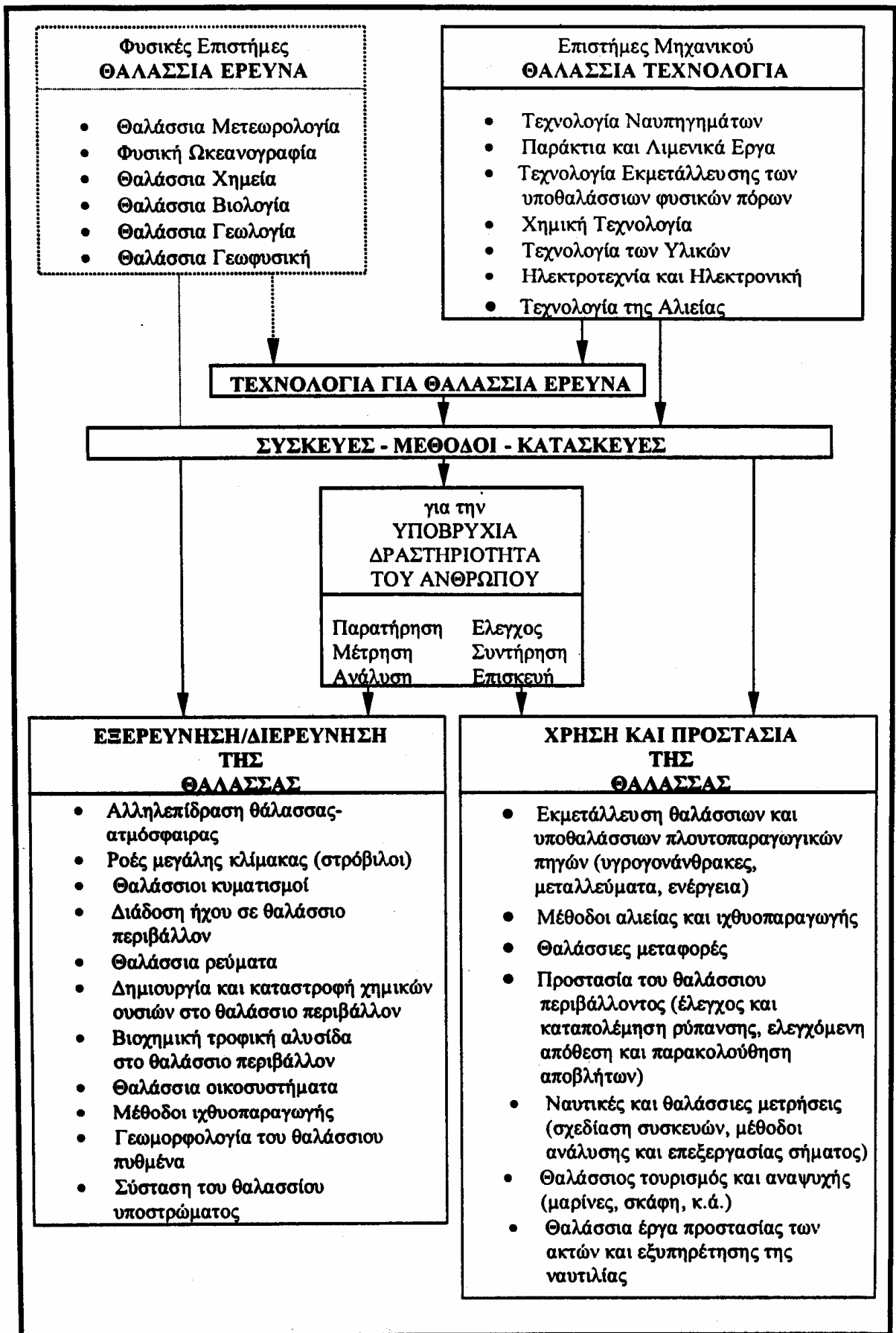
ΔΙΔΑΣΚΩΝ: Ερνέστος Σ. Τζαννάτος

ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑ ΠΛΟΙΟΥ

1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Η Θαλάσσια Τεχνολογία (Marine ή Ocean Technology) καλύπτει όλες τις εφαρμογές της τεχνολογίας που σχετίζονται με την εξερεύνηση, την αξιοποίηση και την προστασία της θάλασσας και των φυσικών πόρων της, περιλαμβάνοντας τη θαλάσσια ατμόσφαιρα, τις ακτές, το θαλάσσιο πυθμένα και τον υποθαλάσσιο χώρο [1-3]. Οι δραστηριότητες της Θαλάσσιας Τεχνολογίας παρουσιάζονται παραστατικά στο Σχήμα 1, που ταυτόχρονα εμφανίζει τη διασύνδεση τους με τους φυσικούς επιστημονικούς κλάδους της θαλάσσιας έρευνας. Η Θαλάσσια Τεχνολογία απαιτεί τη σύνθεση της τεχνογνωσίας που αναπτύχθηκε και αναπτύσσεται από τους επιστημονικούς κλάδους της ναυπηγικής, της τεχνολογίας των λιμενικών και παρακτίων έργων, της τεχνολογίας για την εξερεύνηση και εκμετάλλευση του θαλάσσιου και υποθαλάσσιου φυσικού πλούτου, της μηχανολογίας, της ηλεκτρολογίας, της ηλεκτρονικής, κ.ά. Αποσκοπεί στη σύλληψη, σχεδίαση, κατασκευή και λειτουργία πλωτών και υποβρύχιων κατασκευών και ναυπηγημάτων που έχουν σαν κύριο κοινό χαρακτηριστικό την παροχή και υποστήριξη διάφορων υπηρεσιών που σχετίζονται με το θαλάσσιο περιβάλλον.

Μέσα στο πλαίσιο αυτό, η Ναυτιλιακή Τεχνολογία εκφράζει μια ενότητα της Θαλάσσιας Τεχνολογίας που καλύπτει τόσο τα πλωτά και υποβρύχια ναυπηγήματα των ποταμών, λιμνών και θαλασσών, όσο και τις υποδομές και τον εξοπλισμό ξηράς (λιμάνια, ναυπηγεία, κ.ά.), που προορίζονται τόσο για τη διεκπεραίωση της μεταφοράς φορτίων και επιβατών, όσο και για την παροχή ειδικών (μη μεταφορικών) ναυτιλιακών υπηρεσιών. Η Τεχνολογία Πλοίου συνδυάζει την εφαρμογή της Ναυπηγικής και της Ναυτικής Μηχανολογίας στη σύλληψη, σχεδίαση, κατασκευή και λειτουργία των θαλάσσιων μεταφορικών μέσων και στην συγκεκριμένη περίπτωση ειδικότερα αυτών που στηρίζουν τις θαλάσσιες εμπορικές μεταφορές.



Σχήμα 1. Δραστηριότητες της Θαλάσσιας Τεχνολογίας [με βάση την πηγή 3].

Επίσης, στο βαθμό που η εμπορική ναυτιλία αποτελεί μια βιομηχανική εφαρμογή έντονης ανταγωνιστικότητας, είναι απαραίτητη η αριστοποίηση της διαχείρισης της τεχνολογίας, καθώς και η συνεχής οικονομοτεχνική της αξιολόγηση. Κατά συνέπεια, στα πλαίσια της διαχείρισης της τεχνολογίας που εφαρμόζεται στα πλοία εξετάζεται η προώθηση της τεχνολογίας εκείνης που επιτυγχάνει τη μεγιστοποίηση των εσόδων και τη ελαχιστοποίηση του κόστους για τη ναυτιλία, σε απόλυτη όμως συμμόρφωση με το θεσμικό πλαίσιο της ασφάλειας της ναυσιπλοΐας και της προστασίας του θαλάσσιου περιβάλλοντος.

Τα περισσότερα ναυπηγήματα της ναυτιλίας είναι αυτοπρωθούμενα, όπως είναι η περίπτωση των εμπορικών, πολεμικών και άλλων πλοίων, ενώ ένας μικρός αριθμός ναυπηγημάτων κυρίως αυτά των ειδικών υπηρεσιών πέρα από την διαφοροποίησή τους ως προς το σχήμα δεν έχουν την δυνατότητα αυτοπρωώθησης, αλλά ρυμουλκούνται από άλλα αυτοπρωθούμενα. Πολλά από αυτά τα εξειδικευμένα ναυπηγήματα δραστηριοποιούνται στην ωκεανογραφική έρευνα, την εξόρυξη του φυσικού πλούτου των ωκεανών, την υποστήριξη των ναυπηγο-επισκευαστικών δραστηριοτήτων, των λιμενοκατασκευών και τέλος στην γενικότερη εξυπηρέτηση των αυτοπρωθούμενων ναυπηγημάτων της ναυτιλίας.

2 ΔΙΑΚΡΙΣΗ ΝΑΥΠΗΓΗΜΑΤΩΝ

Η γενική διάκριση των ναυπηγημάτων γίνεται συνήθως στη βάση της αποστολής τους, ενώ για τα ναυπηγήματα των μεταφορών (δηλαδή για τα πλοία) η κατάταξη αυτή μπορεί να εξειδικευθεί ως προς τον τύπο του μεταφερόμενου φορτίου και ως προς τη τεχνική της στήριξης τους στο υγρό στοιχείο, καθώς και ως προς άλλα περισσότερο εξειδικευμένα χαρακτηριστικά, όπως για παράδειγμα το σύστημα πρόωσης τους.

2.1 Διάκριση ως προς την αποστολή

Με εξαίρεση τα ναυπηγήματα που αφορούν την πολεμική ναυτιλία, η γενική διάκριση των λοιπών ναυπηγημάτων ως προς την αποστολή τους έχει ως ακολούθως:

α. Πλοία εμπορικών μεταφορών

α.1 Φορηγά

- Δεξαμενόπλοια (Tankers):
 - αργού πετρελαίου (crude oil).
 - υγροποιημένων φυσικών ή πετρελαιοειδών αερίων (LNG ή LPG).
 - προϊόντων (product).
 - χημικών (chemical).
 - parcel carrier
- Μεταφοράς χύδην φορτίου (Bulk):
 - ξηρού
 - π.χ. άνθρακας (coal).
 - τσιμέντο (cement).
 - μετάλλευμα (Ore).
 - σιτάρι (grain).
 - συνδυασμένου (OBO, PROBO, OO).
- Μεταφοράς γενικού φορτίου (General Cargo).
- Εμπορευματοκιβωτίων (Container ships).
- Μεταφοράς οχημάτων και βαρέων τροχήλατων φορτίων (Ro-Ro).
- Ψυγεία (Refrigeration ships/Reefers).
- Μεταφοράς φορηγίδων (Barge carriers).
- Μεταφοράς βαρέων φορτίων (Heavy Lift Ships and Lo-Lo).
- Πολλαπλών χρήσεων (Multi-purpose carriers).
- Μεταφοράς διαφορετικών φορτίων (Con/Bulkers, Breakbulk/Bulker, Con/Bulk/Ro-Ro, Ro-Lo).

α.2 Επιβατηγά

- Επιβατηγά (Passenger-ferries).
- Επιβατηγά-Οχηματαγωγά (Car-ferries).

β. Ναυπηγήματα ναυτιλιακής υποστήριξης

- Πλοία ανεφοδιασμού (Replenishment ships).
- Πλοία συνεργεία (Workshop boats).

- Συνοδευτικά πλοία (Escort ships).
- Ρυμουλκά (Tug boats).
- Ναυαγοσωστικά (Salvage ships).
- Παγοθραυστικά (Ice breakers).
- Διανομής φορτίου ή μαούνες/φορτηγίδες (Mini-bulcas or Barges)
- Πλοία πιλότοι (Pilot boats).
- Ναυπηγήματα υποδοχής ναυτιλιακών αποβλήτων (Shipping discharge reception crafts or SLOPS).
- Βυθοκόροι ή εσκαπτικά πλοία (Dredges).
- Γερανοφόρα πλοία (Crane ships).
- Πλωτές και μόνιμες ναυπηγο-επισκευαστικές δεξαμενές (Floating and Dry Docks).
- Σκάφη τεχνικής επιθεώρησης υποβρυχίων κατασκευών και ναυπηγημάτων (Submarine technical surveying crafts).
- Ναυπηγήματα καταπολέμησης της πετρελαιοειδούς ρύπανσης (Oil pollution fighting crafts, π.χ. skimmers).
- Πλωτές φορτο-εκφορτωτικές εγκαταστάσεις (Floating cargo handling installations).

γ. Ναυπηγήματα ειδικών υπηρεσιών ή ειδικής αποστολής

- Αλιευτικά πλοία ή Αλιευτικά πλοία/εργοστάσια (Fishing boats or Fishing ships/factories).
- Πλοία πόντισης καλωδίων (Cable layers).
- Εξέδρες γεωτρήσεων, πλωτές ή μόνιμες (Offshore drilling rigs, floating or permanent).
- Ωκεανογραφικής έρευνας, πλωτά ή υποβρύχια (Oceanographic research, floating or submercibles).
- Μετεωρολογικά πλοία (Meteorological vessels).
- Πλοία σεισμολογικής έρευνας (Earthquake research ships).
- Πλοία αναψυχής (recreation vessels): Κρουαζιερόπλοια (Cruise ships).
Τουριστικά (Motor-boats and Sail-boats).

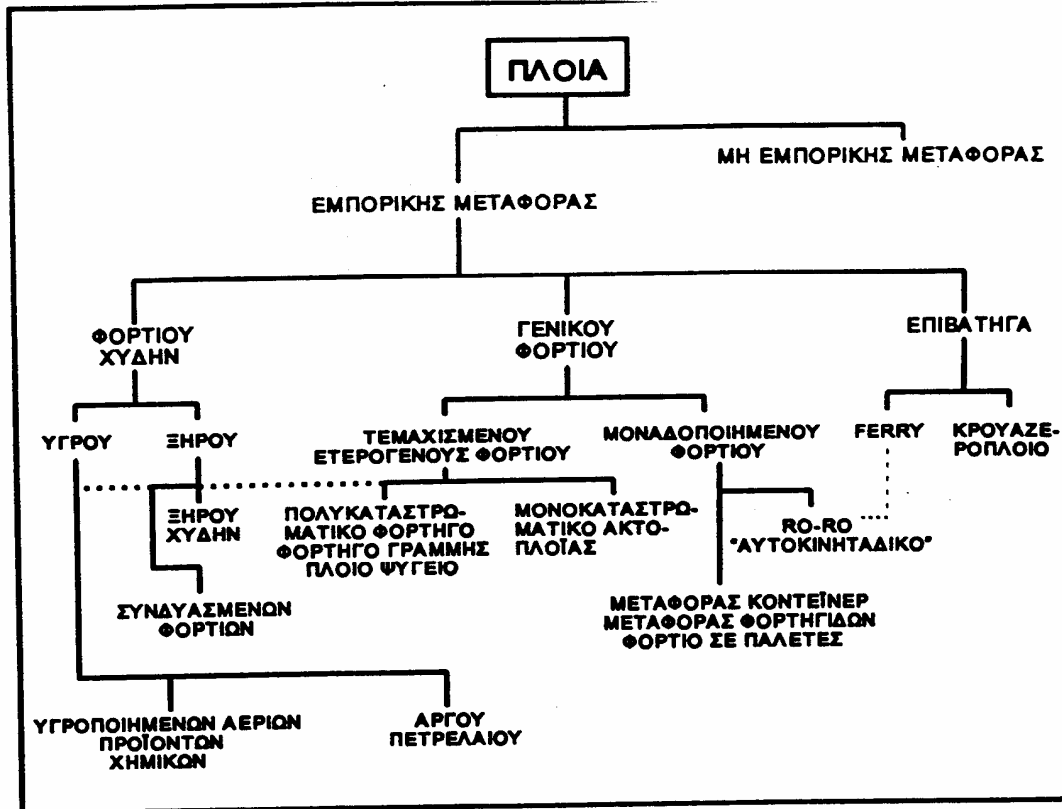
2.2 Διάκριση των πλοίων εμπορικής μεταφοράς ως προς το φορτίο

Η γενική διάκριση των πλοίων ως προς τον τύπο του μεταφερόμενου φορτίου παρουσιάζεται στο Σχήμα 2. Η συμμετοχή των πλοίων της φορτηγού ναυτιλίας και ειδικότερα αυτών της μεταφοράς ξηρών και υγρών φορτίων χύδην στη διαμόρφωση της συνολικής χωρητικότητας του παγκόσμιου εμπορικού στόλου είναι κυρίαρχη, ενώ αντίθετα αριθμητική υπεροχή με μικρό όμως ποσοστό χωρητικότητας έχουν όλα τα άλλα πλοία της εμπορικής ναυτιλίας. Κατά την μεταπολεμική περίοδο, η πιο σημαντική τάση γιγαντισμού των εμπορικών πλοίων συνδέεται με τα δεξαμενόπλοια μεταφοράς αργού πετρελαίου. Η τάση αυτή κορυφώθηκε και ανακόπηκε στις αρχές της δεκαετίας του 1970, κατά περίοδο της πρώτης ενεργειακής κρίσης. Σήμερα, συνεχή αύξηση μεγέθους και κατά συνέπεια μεταφορικής ικανότητας παρουσιάζουν κυρίως τα πλοία μεταφοράς εμπορευματοκιβωτίων και τα κρουαζιερόπλοια, ενώ μια ηπιώτερη αλλά σαφή τάση γιγαντισμού ακολουθούν τα πλοία μεταφοράς υγροποιημένων αερίων, τα πλοία ψυγεία και τα επιβατηγά-οχηματαγωγά. Σε κάθε περίπτωση, ο γιγαντισμός των πλοίων αξιοποιεί τη δυνατότητα εφαρμογής «οικονομιών κλίμακας», στα πλαίσια της διαμόρφωσης της ζήτησης για τις συγκεκριμένες ναυτιλιακές υπηρεσίες. Ειδικότερα, όμως, για τα πλοία μεταφοράς εμπορευματοκιβωτίων, αξίζει να σημειωθεί ότι ο γιγαντισμός υπαγορεύεται και από την τάση μοναδοποίησης των φορτίων (και ειδικότερα του γενικού φορτίου), στην κατεύθυνση της μείωσης του χρόνου φορτο-εκφόρτωσης των πλοίων στα λιμάνια και της ενίσχυσης των συνδυασμένων μεταφορών.

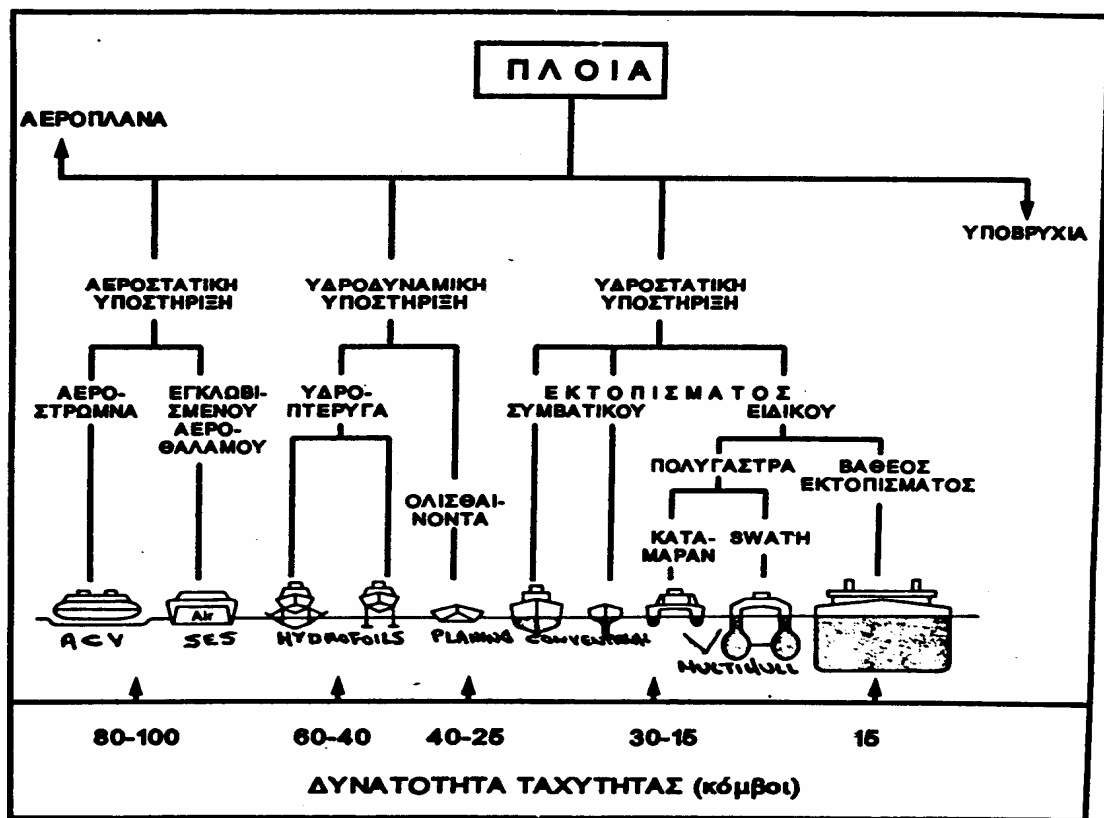
2.3 Διάκριση πλοίων ως προς την τεχνική στήριξης στο υγρό στοιχείο

Η γενική διάκριση των πλοίων ως προς την κυρίαρχη τεχνική στήριξης κατά την κίνηση τους στο υγρό στοιχείο παρουσιάζεται στο Σχήμα 3.

Στα πλοία (βαθέος και συμβατικού) εκτοπίσματος ανήκουν τα πιο συνήθη πλοία της εμπορικής ναυτιλίας. Συγκεκριμένα, τα πλοία της φορτηγού ναυτιλίας και ειδικότερα τα πλοία μεταφοράς χύδην φορτίου είναι σχεδόν αποκλειστικά βαθέος εκτοπίσματος, ενώ συμβατικού είναι κυρίως τα επιβατηγά και τα πλοία μεταφοράς γενικού φορτίου. Σε αντιστοιχία με την αξία του φορτίου αλλά και άλλες ιδιοτήτές του, (όπως ευπάθεια του φορτίου κατά τη μεταφορά), η υδροδυναμική της γάστρας των πλοίων βαθέος εκτοπίσματος



Σχήμα 2. Γενική διάκριση και κατανομή των πλοίων ως προς τον τύπο του φορτίου



Σχήμα 3. Διάκριση πλοίων ως προς τη τεχνική στήριξης στο υγρό στοιχείο

είναι συνυφασμένη με την απαίτηση ανάπτυξης σχετικά χαμηλών (και κατά συνέπεια οικονομικών) ταχυτήτων πλεύσης (περίπου 15 κόμβοι), ενώ αυτή των πλοίων του συμβατικού εκτοπίσματος ανταποκρίνεται σε σαφώς υψηλότερες ταχύτητες (μέχρι 28 κόμβους). Από την άλλη πλευρά, η μεταφορική ικανότητα των πλοίων μεταφοράς φορτίου χύδην μπορεί και συνεπώς εξαντλείται κυρίως μέσω του βυθίσματος, ενώ στην περίπτωση των επιβατηγών πλοίων η παρουσία «ξενοδοχειακών» χώρων (και συνεπώς μεταφορικής ικανότητας) κάτω από την ίσαλο επιφάνεια είναι απόλυτα περιορισμένη.

Οι λοιπές τεχνικές στήριξης των σκαφών αποσκοπούν στη δυνατότητα ανάπτυξης ακόμη υψηλότερων ταχυτήτων μεταφοράς, μέσω της μέγιστης δυνατής ανύψωσης του σκάφους και αποσύνδεσης της γάστρας του από το υγρό στοιχείο και συνεπώς την ελαχιστοποίηση της αντίστασης τριβής. Οι τεχνικές αυτές εφαρμόζονται σχεδόν αποκλειστικά σε σκάφη που προορίζονται για τη μεταφορά φορτίων ακόμη υψηλότερης «αξίας χρόνου» (value of time), όπως ο επιβάτης της ακτοπλοΐας και τα πολύ ακριβά φορτία, π.χ. ηλεκτρικά/ηλεκτρονικά μηχανήματα και εξοπλισμός καθώς και άλλες συσκευές υψηλής τεχνολογίας. Σε αυτές τις περιπτώσεις, το μεταφερόμενο φορτίο και ο επιβάτης ανταποκρίνεται στο υψηλό κόμιστρο που διαμορφώνεται κυρίως από την αύξηση των δαπανών καυσίμου που παρουσιάζει το σκάφος στις υψηλές ταχύτητες πλεύσης. Φυσικά, η αποτελεσματικότητα των τεχνικών αυτών στην κατεύθυνση της επίτευξης υψηλών ταχυτήτων, οικονομικά εναρμονισμένων προς τη ζήτηση μεταφορικών υπηρεσιών, προϋποθέτει την κατασκευή ελαφρών σκαφών, που επιτυγχάνεται με τον περιορισμό του μεγέθους του σκάφους ή/και τη χρήση ελαφρών υλικών κατασκευής του, π.χ. αλουμίνιο. Τόσο διεθνώς όσο και στον ελληνικό χώρο, στις ακτοπλοϊκές επιβατικές μεταφορές έχει πλέον καθιερωθεί η χρήση ταχύπλων σκαφών (κυρίως υδροπτέρυγα και καταμαράν), ενώ αξιοσημείωτη είναι και πρόσφατη εμφάνιση ταχύπλων ακτοπλοϊκών επιβατηγών-οχηματαγωγών πλοίων, κυρίως του τύπου SES και Monohull.

3 ΟΡΟΛΟΓΙΑ ΚΑΙ ΟΝΟΜΑΤΟΛΟΓΙΑ ΠΛΟΙΟΥ

Τόσο κατά τη διάρκεια της σχεδίασης και κατασκευής του πλοίου όσο και κατά τη διάρκεια της εκμετάλλευσής του χρησιμοποιείται τεχνική ορολογία που καθορίζει το πλοίο διαστατικά, μορφολογικά και λειτουργικά. Η χρήση μιας κοινής και κατανοητής από όλους τεχνικής ορολογίας παρέχει τη πρακτική δυνατότητα του καθορισμού στοιχείων του πλοίου για τη γενικότερη διευκόλυνση της εκμετάλλευσής του. Μερικά από τα σημαντικότερα στοιχεία της ονοματολογίας και ορολογίας του πλοίου είναι τα ακόλουθα (Σχήματα 4-10).

1. Αφορτο πλοίο (Light ship)

Είναι το βάρος του πλοίου όπως παραδίνεται από το ναυπηγείο με όλη την κατασκευή συμπληρωμένη και με κανονική (λειτουργική) στάθμη υγρών στους λέβητες, στις μηχανές και στα μηχανήματα, αλλά χωρίς πλήρωμα, εφόδια, πετρέλαιο, λάδι λίπανσης, πόσιμο και τροφοδοτικό νερό και φορτίο.

2. Αφορτη ίσαλος (Light Waterline, LWL)

Είναι η ίσαλος που ανταποκρίνεται στην πλεύση του αφορτου πλοίου.

3. Βασικό επίπεδο (Base Level)

Είναι το επίπεδο που συμπίπτει με την άνω επιφάνεια του ελάσματος της επίπεδης τρόπιδας.

4. Βασική γραμμή (Base Line)

Είναι η γραμμή που συμπίπτει με τη γραμμή τομής του βασικού επιπέδου και του διαμήκους επιπέδου συμμετρίας του πλοίου.

5. Βύθισμα (Draft or Draught)

Είναι η κάθετη απόσταση μεταξύ του βασικού επιπέδου και μιάς ισάλου. Το βύθισμα που ανταποκρίνεται στην ίσαλο σχεδίασης (Designed Waterline, DWL) του πλοίου ονομάζεται Βύθισμα Σχεδίασης ή Αναφοράς (Moulded Draft). Το Μέσο Βύθισμα (Mean Draft) του πλοίου στο μέσο της απόστασης μεταξύ καθέτων ή το ημιάθροισμα μεταξύ πρυμναίου και πρωραίου βυθίσματος. Το βύθισμα στην πρυμναία και στην πρωραία κάθετο ονομάζεται Πρυμναίο (Aft Draft) και Πρωραίο Βύθισμα (Forward Draft), αντίστοιχα.

6. Γάστρα (Hull)

Σαν κατασκευή η γάστρα συχνά αναφέρεται στο τμήμα του πλοίου που περιλαμβάνεται μεταξύ του υδατοστεγούς κέλυφους (περιβλήματος) και του

ανώτερου υδατοστεγούς καταστρώματος του πλοίου. Το περίβλημα του πλοίου σχηματίζεται από συγκολλημένα παραλληλεπίπεδα ελάσματα στα οποία οι δύο μικρές πλευρές ονομάζονται Πέρατα (ends), οι δύο μεγάλες ονομάζονται πλευρικές Ακμές (sides). Η τοποθέτηση των ελασμάτων στο περίβλημα του πλοίου γίνεται με τις ακμές τους κατά μήκος του πλοίου. Η σύνδεση των μεγάλων πλευρικών ακμών ονομάζεται Ραφή και αυτή των περάτων ονομάζεται Σόκκορο.

7. Δεξαμενές (Tanks)

Είναι οι χώροι του πλοίου με προορισμό και εξοπλισμό που επιτρέπει την αποθήκευση και φορτο-εκφόρτωση του καυσίμου, του νερού και του λιπαντέλαιου. Οι δεξαμενές για τη μεταφορά και φορτο-εκφόρτωση υγρού φορτίου σε δεξαμενόπλοια ονομάζονται Δεξαμενές φορτίου (Deer or Cargo tanks). Οι Δεξαμενές Ερματισμού ή Ζυγοστάθμισης (Ballast Tanks) είναι δεξαμενές θαλάσσιου νερού που χρησιμοποιούνται για την ρύθμιση του βυθίσματος και της διαγωγής του πλοίου στις διάφορες καταστάσεις φόρτωσης και περιοχές ή/και εποχές πλεύσης. Για τον σκοπό αυτό υπάρχουν αφενός η Πρωραία Δεξαμενή (Fore Peak) που βρίσκεται στο χώρο του στεγανού σύγκρουσης (μεταξύ της στείρας και της πρώτης στεγανής φρακτής) και αφετέρου η Πρυμναία Δεξαμενή (Aft Peak) που βρίσκεται στον αντίστοιχο στεγανό χώρο της πρύμνης.

8. Διαγωγή (Trim)

Είναι η διαφορά μεταξύ πρωραίου και πρυμναίου βυθίσματος. Όταν τα βυθίσματα είναι ίσα το πλοίο αναφέρεται ως Ισοβύθιστο (Evenkeel). Όταν το πρυμναίο βύθισμα είναι μεγαλύτερο έχουμε Διαγωγή προς τη Πρύμνη (Trim by Stern), ενώ όταν το πρωραίο βύθισμα είναι μεγαλύτερο έχουμε Διαγωγή προς την Πλώρη (trim by bow).

9. Διαδοκίδες (Stringers or Beams)

Είναι οι διαμήκεις ενισχυτικές δοκοί του καταστρώματος.

10. Διάμηκες Επίπεδο Συμμετρίας (Centerline Plane or Middle Line Plane)

Είναι το επίπεδο που περιλαμβάνει την πρωραία και πρυμναία κάθετο και από την πρύμνη προς την πλώρη χωρίζει το πλοίο στο Δεξιό Τμήμα (Starboard side) και Αριστερό Τμήμα (Port side) του πλοίου.

11. Διπύθμενο (Doublebottom)

Είναι ο χώρος που παρεμβάλλεται μεταξύ του πυθμένα του πλοίου και σειρών ελασμάτων που ονομάζονται Ελάσματα Οροφής Διπύθμενου (Tank Top Plates) και τοποθετούνται πάνω στις έδρες και στις σταθμίδες του πλοίου εφόσον οι τελευταίες είναι του ίδιου ύψους. Οι χώροι αυτοί χρησιμοποιούνται για την αποθήκευση υγρών και ονομάζονται Δεξαμενές Διπύθμενου (Double Bottom Tanks or D.B. Tanks).

12. Εκτόπισμα (Displacement)

Είναι το βάρος του νερού που εκτοπίζει η βρεχόμενη επιφάνεια (τα ύφαλα) του πλοίου και είναι ίσο με το βάρος του πλοίου. Το Αφορτο Εκτόπισμα (Light Ship Displacement) είναι το βάρος του άφορτου πλοίου, ενώ το βάρος του έμφορτου πλοίου ονομάζεται Εμφορτο Εκτόπισμα (Full Load Displacement).

13. Εξαλα (Overwater)

Είναι η κατασκευή του πλοίου που βρίσκεται έξω από το νερό.

14. Εφεδρικό Ύψος ή Ύψος Εξάλων (Freeboard)

Είναι η απόσταση μεταξύ της γραμμής φόρτωσης και μιάς γραμμής παράλληλης προς αυτή που φέρεται από την πλευρά του ανώτερου υδατοστεγούς καταστρώματος στη θέση της μέσης τομής. Το Ελάχιστο Ύψος Εξάλων (Minimum Freeboard) ανταποκρίνεται στο μέγιστο επιτρεπτό βύθισμα του πλοίου.

15. Ισαλος (Waterline)

Είναι η τομή που προκύπτει από την επιφάνεια της θάλασσας με το πλοίο. Η ίσαλος που αντιστοιχεί στο μέγιστο βύθισμα του πλοίου ονομάζεται Εμφορτη Ισαλος ή Ισαλος Σχεδίασης (Load Waterline, LWL or Design Waterplane, DWL) και συμπίπτει με τη Γραμμή Φόρτωσης Θέρους (Summer Loadline).

16. Ισχύο ή Γοφός (Quarter)

Είναι το τμήμα των πλευρών του πλοίου ανάμεσα στην πρύμνη και το μέσο του.

17. Κύριο Κατάστρωμα (Main Deck)

Είναι το συνεχές κατάστρωμα που αναπτύσσεται σε όλο το μήκος του πλοίου και στο οποίο έχουν κατάληξη οι εγκάρσιες και διαμήκεις φρακτές του πλοίου με συνέπεια να ονομάζεται και Κατάστρωμα Αντοχής. Το κατάστρωμα αυτό εφόσον συμπίπτει και με το κατάστρωμα που καλύπτει το πλοίο υδατοστεγώς από τον καιρό ονομάζεται και Ανώτερο Κατάστρωμα (Upper Deck) ή

Κατάστρωμα Καιρού (Weather Deck), ενώ τα χαμηλότερα από αυτό καταστρώματα ονομάζονται Ενδιάμεσα Καταστρώματα ή Κουραδόροι (Tweendecks). Το αμέσως χαμηλότερο από το ανώτερο κατάστρωμα ορίζεται ως το 2ο Κατάστρωμα.

18. Κέντρο Βάρους (Centre of Gravity)

Είναι το σημείο δράσης της συνισταμένης όλων των βαρών του πλοίου και αυτών που μεταφέρονται από αυτό.

19. Κέντρο Ανωσης (Centre of Buoyancy)

Είναι το κέντρο του όγκου των υφάλων του πλοίου. Λέγεται και κέντρο άντωσης γιατί εκεί επενεργεί η δυναμική της άντωσης.

20. Κοίλο ή Ύψος (Depth or Height)

Είναι η κάθετη απόσταση ανάμεσα στο βασικό επίπεδο αναφοράς και ένα παράλληλο προς αυτό που περνάει από την πλευρά του ανώτερου καταστρώματος στη μέση τομή.

21. Κυρτότητα Καταστρώματος (Camber)

Είναι το μήκος που χρησιμοποιείται για να δείξει την καμπυλότητα που παρουσιάζει ένα κατάστρωμα κατά το εγκάρσιο και εκφράζεται από την κάθετη απόσταση μεταξύ δύο παραλλήλων προς το βασικό επίπεδο που φέρονται από το μέσο και την πλευρά του καταστρώματος (στη μέση τομή). Είναι συνήθως τμήμα παραβολικής ή κυκλικής καμπύλης και το ύψος της κυρτότητας αυτής είναι συχνά ίσο με το 1/50 του πλάτους. Η κυρτότητα διευκολύνει τη ροή των νερών του καταστρώματος προς τις Υδρορροές ή Μπούνια (Waterways or Gunways).

22. Κύτη ή Αμπάρια (Holds)

Είναι οι χώροι του πλοίου που προορίζονται για τη μεταφορά ξηρών κυρίως φορτίων. Τα στόμια των κυτών (Hatch Openings or Hatch Covers) είναι υπερψωμένα σε σχέση με το κύριο κατάστρωμα.

23. Λωροί (Stringer or Beams)

Είναι οι διαμήκεις ενισχυτικοί δοκοί των πλευρών της γάστρας.

24. Μάσκα ή Παρειά (Bow)

Είναι το τμήμα της γάστρας στην αριστερή ή δεξιά πλευρά της στείρας.

25. Μέση Τομή (Amidship or Midship Section)

Είναι η εγκάρσια τομή που ανταποκρίνεται στο μέσο της απόστασης μεταξύ των καθέτων.

26. Μετάκεντρο (Metacentre)

Αναφορικά με την εγκάρσια ευστάθεια του πλοίου και για μικρές εγκάρσιες κλίσεις, το μετάκεντρο είναι το σημείο που η γραμμή δράσης της άνωσης τέμνει το επίπεδο συμμετρίας του πλοίου. Αν το μετάκεντρο είναι ψηλότερα από το κέντρο βάρους, η ισορροπία του πλοίου χαρακτηρίζεται ευσταθής.

27. Μήκος Μεταξύ Καθέτων (Length Between Perpendiculars, LBP or LPP)

Είναι η διαμήκης απόσταση μεταξύ του ακρώτατου σημείου της πλώρης και της εξωτερικής πλευράς του ποδοστήματος ή το αξονικού κέντρου του ηδάλιου, στο επίπεδο της ισάλου σχεδίασης ή εμπορτης ισάλου. Στα σημεία αυτά ορίζονται η Πρωραία (Forward Perpendicular, FP) και Πρυμναία Κάθετος (After Perpendicular, AP) του πλοίου. Το Μήκος Ισάλου (Length of Waterline, LWL) είναι η διαμήκης απόσταση μεταξύ των ακραίων σημείων του πλοίου στο επίπεδο της ισάλου αναφοράς, ενώ η απόσταση μεταξύ των ακρώτατων σημείων της πλώρης και της πρύμνης είναι το Ολικό Μήκος (Length Overall, LOA) του πλοίου.

28. Νεκρό ή Πρόσθετο Βάρος (Deadweight)

Το βάρος αυτό αναφέρεται στο βάρος των καυσίμων και των λιπαντικών, του νερού (τροφοδοτικού, πόσιμου, έρματος), των εφοδίων, των καταναλώσιμων ειδών, του πληρώματος, των επιβατών καθώς και των αποσκευών τους, των εργαλείων και κυρίως του μεταφερόμενου φορτίου. Είναι η διαφορά μεταξύ του έμφορτου και άφορτου εκτοπίσματος. Το μέγιστο πρόσθετο ή νεκρό βάρος του πλοίου ανταποκρίνεται στο μέγιστο επιτρεπτό βύθισμα.

29. Νομείς (Frames)

Αποτελούν κατασκευές από δοκούς διατομής 'Γ' ή 'Τ' που ενισχύουν εσωτερικά τα λεπτά ελάσματα του περιβλήματος του πλοίου. Διακρίνονται σε Εγκάρσιους (Transverse) ή Διαμήκεις Νομείς (Longitudinal Frames). Το τμήμα του νομέα που προσαρμόζεται στον πυθμένα του πλοίου ονομάζεται Έδρα (Floor), ενώ το τμήμα του νομέα που προσαρμόζεται στο κατάστρωμα ονομάζεται Ζυγό (Beam). Η σύνδεση νομέα και ζυγού γίνεται με τους Βραχίονες, Αγκώνες ή Μπρατσόλια (brackets), ενώ αυτή μεταξύ του νομέα και της έδρας γίνεται με τους Βραχίονες ή Αγκώνες Κυρτού της γάστρας (Bilge Brackets).

30. Παράλληλο Μέσο Τμήμα (Parallel Middle Body)

Είναι το τμήμα του πλοίου κοντά στη μέση τομή που η μορφή των εγκαρσίων τομών του παραμένει αμετάβλητη.

31. Παραπέτο ή Δρύφρακτο (Bulwark)

Είναι το παραπέτασμα στο ανώτερο κατάστρωμα που εμποδίζει την είσοδο του νερού των κυμάτων σε αυτό.

32. Παρατροπίδια (Bilge Keels)

Είναι η μόνιμη διαμήκης προεξοχή πτερυγιακής διατομής που τοποθετείται κάθετα στο κυρτό τμήμα του περιβλήματος του πλοίου.

33. Παρίσαλος Επιφάνεια (Waterplane)

Είναι οποιαδήποτε επιφάνεια παράλληλη με το επίπεδο της ισάλου σχεδίασης που τέμνει το πλοίο στα ύφαλα ή στα έξαλα του.

34. Πλάτος Σχεδίασης ή Αναφοράς (Moulded Breadth or Beam)

Είναι η μέγιστη απόσταση μεταξύ των πλευρών του πλοίου που μετρείται κάθετα προς το διαμήκες επίπεδο συμμετρίας και δεν περιλαμβάνει το πάχος του πλευρικού ελάσματος. Η αντίστοιχη απόσταση μαζί με το πάχος των πλευρικών ελασμάτων και τυχόν προεξοχές είναι το Μέγιστο Πλάτος (Breadth or Beam Extreme) του πλοίου.

35. Ποδόστημα (Stern Post)

Είναι η ακροπρυμναία κατασκευή του πλοίου.

36. Σιμότητα Καταστρώματος (Sheer)

Εκφράζει την καμπυλότητα του καταστρώματος κατά το διαμήκες και διακρίνεται σε Πρωραία ή Πρυμναία Σιμότητα (Fore ή Aft Sheer).

37. Σειρά Ελασμάτων (Strake)

Είναι το σύνολο της κατά μήκος διάταξης των ελασμάτων του περιβλήματος του πλοίου.

38. Σειρά Ελασμάτων Ζωστήρα (Sheer Strake)

Είναι η ανώτερη (τελευταία) σειρά των ελασμάτων του πλευρικού περιβλήματος του πλοίου.

39. Σειρά Κυρτού Γάστρας (Bilge Strake)

Είναι η σειρά των ελασμάτων μεταξύ πυθμένα και πλευράς.

40. Σταθμίδα (Keelson)

Είναι οι διαμήκεις ενισχυτικές δοκοί του πυθμένα. Αυτή που βρίσκεται στο διαμήκες επίπεδο συμμετρίας του πλοίου ονομάζεται Κεντρική Σταθμίδα

(Center Keelson) ή Κατακόρυφη Τρόπιδα (Vertical Keel), οι παράλληλες με αυτή οναμάζονται Πλευρικές Σταθμίδες (Side Keelsons), ενώ υπάρχουν και αυτές του κυρτού της γάστρας.

41. Στείρα (Stem Post)

Είναι η ακροπρωραία κατασκευή του πλοίου.

42. Συντελεστής Γάστρας (Block Coefficient)

Είναι ο λόγος του όγκου του έμφορτου εκτοπίσματος των υφάλων του πλοίου προς το όγκο του παραλληλεπιπέδου με πλευρές ίσες προς το μέγιστο πλάτος (B), το μέσο βύθισμα (T) και το μήκος μεταξύ καθέτων (LPP) και συμβολίζεται με το C_B .

43. Συντελεστής Πρόσθετου Βάρους (Deadweight Coefficient)

Είναι ο λόγος του πρόσθετου βάρους προς το έμφορτο εκτόπισμα.

44. Συντελεστής Στοιβασίας (Stowage Factor)

Ο συντελεστής αυτός καθορίζει τον απαιτούμενο όγκο στοιβασίας του φορτίου στη μονάδα βάρους του και εκφράζεται με κυβικά μέτρα ή πόδια ανά τόννο. Για παράδειγμα, σε πλοίο με πρόσθετο βάρος 100000 τόννων και χώρο 180000 m³ που προορίζεται αποκλειστικά για την μεταφορά φορτίου, απαιτείται ρυθμός στοιβασίας 1.8 m³/ton. για τη φόρτωση του σε πλήρες βύθισμα. Ετσι, αν κάποιος μεταφορέας προσφέρει 100000 τόννους φορτίου με συντελεστή στοιβασίας 2.1 m³/ton. προκύπτει ότι μόνο 66600 τόννοι φορτίου μπορούν να φορτωθούν στο χώρο των 140000m³ που προορίζονται για τη μεταφορά του φορτίου.

45. Τρόπιδα ή Καρένα (Keel)

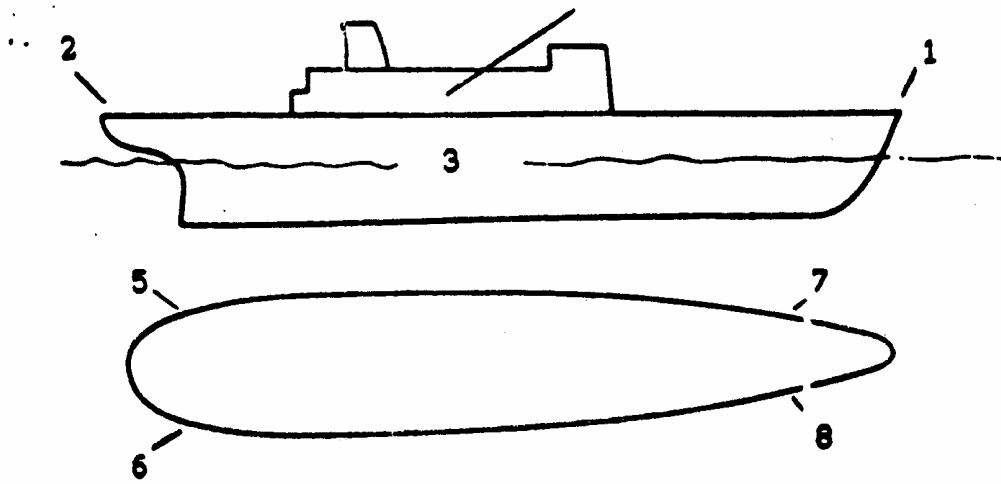
Είναι η σειρά ελασμάτων που βρίσκεται στον πυθμένα του πλοίου. Η σειρά ελασμάτων που βρίσκεται στο διαμήκες επίπεδο συμμετρίας ονομάζεται Επίπεδη Τρόπιδα (Flat Keel).

46. Υπερκατασκευή (Superstructure)

Είναι κάθε κατασκευή του πλοίου πάνω από το κύριο κατάστρωμα του πλοίου που εκτείνεται σε όλο το πλάτος του πλοίου αλλά όχι σε όλο το μήκος.

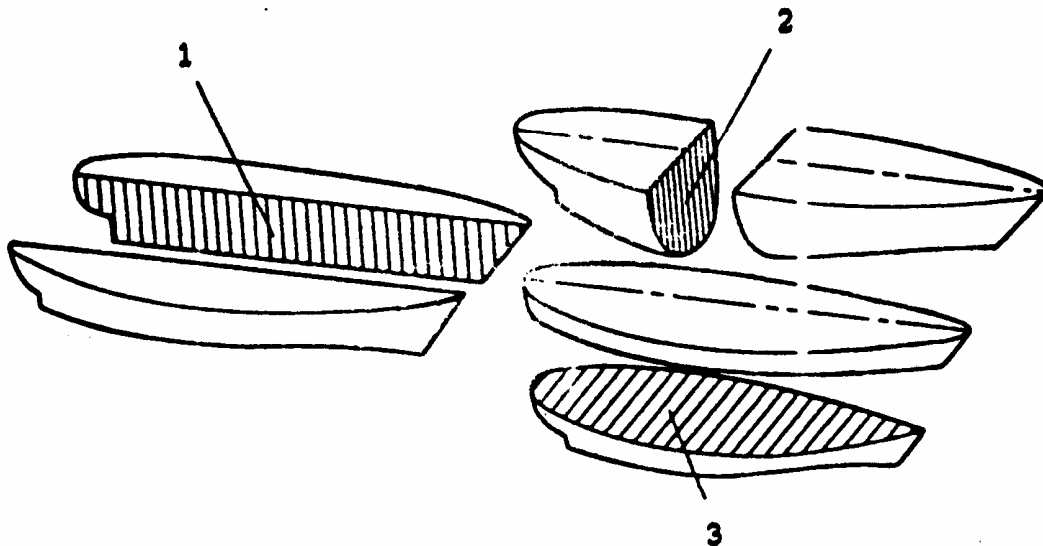
47. Υπερστέγασμα (Deck Erection)

Είναι η κατασκευή του πλοίου πάνω από το κύριο κατάστρωμα του πλοίου που εκτείνεται σε μέρος του πλάτους και μήκους του πλοίου. Για παράδειγμα αναφέρονται το Πρόστεγο ή Καμπούνη (Forecastle) στην πλώρη του πλοίου,



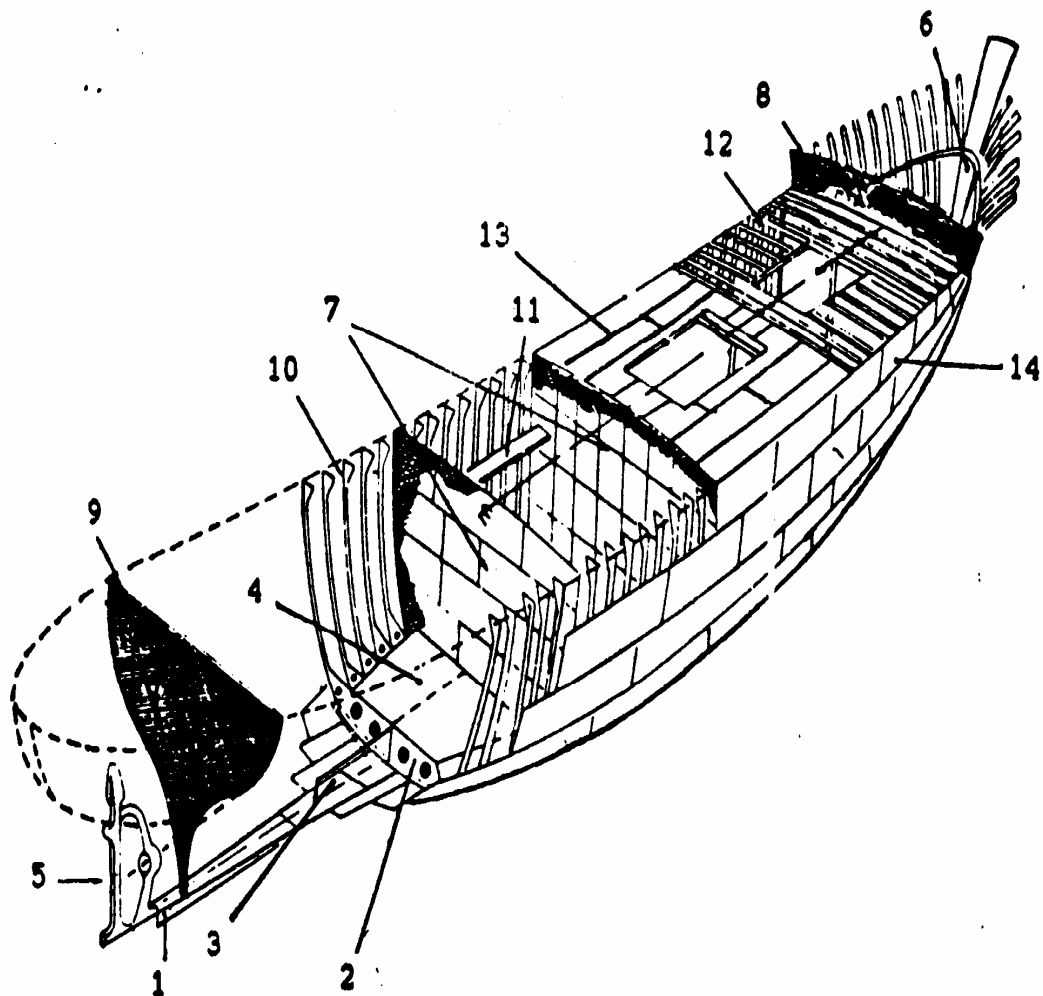
-
1. Πλώρη ή πρόρα (Bow)
 2. Πρύμνη ή πρύμη (Astern)
 3. Γάστρα (Hull)
 4. Υπερκατασκευή (Superstructure)
 5. Αριστερό ισχύο ή γοφός (Port Quarter)
 6. Δεξιό ισχύο ή γοφός (Starboard Quarter)
 7. Αριστερή παρειά ή μάσκα (Port Bow)
 8. Δεξιά παρειά ή μάσκα (Starboard Bow)
-

Σχήμα 4



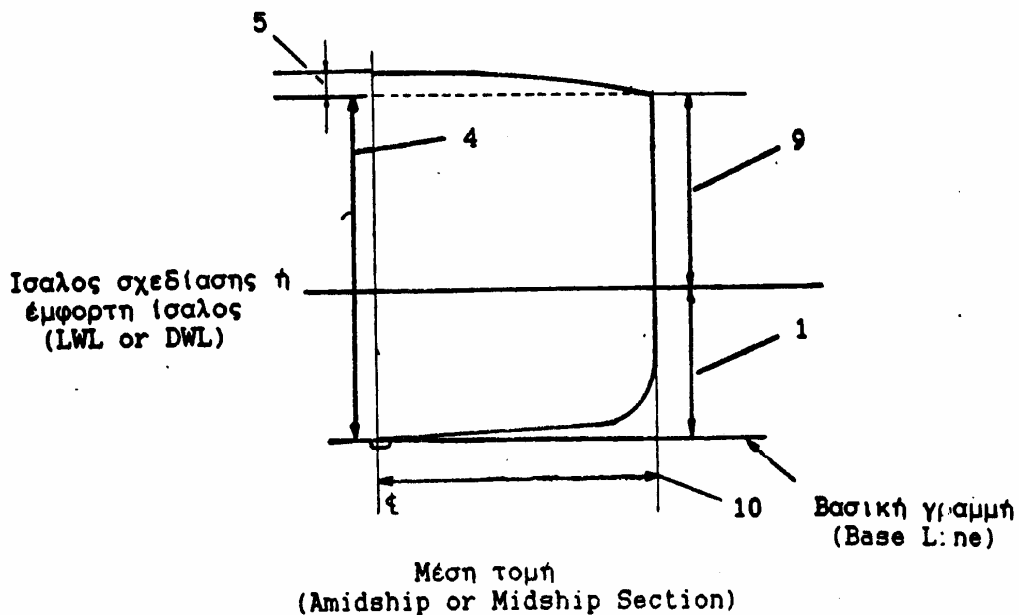
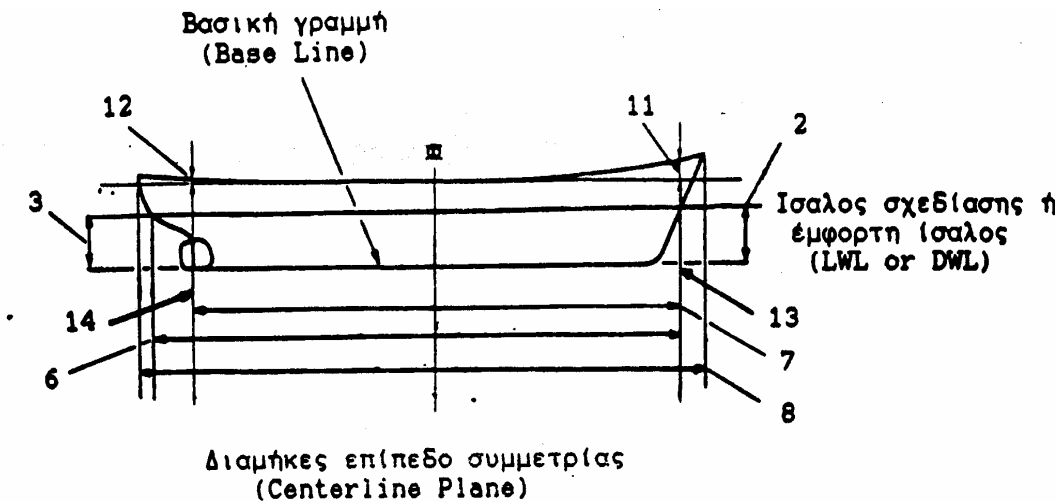
-
1. Διαμήκες επίπεδο συμμετρίας (Centerline Plane)
 2. Εγκάρσιο επίπεδο (Transverse Plane)
 3. Παρίσαλο επίπεδο (Waterplane)
-

Σχήμα 5



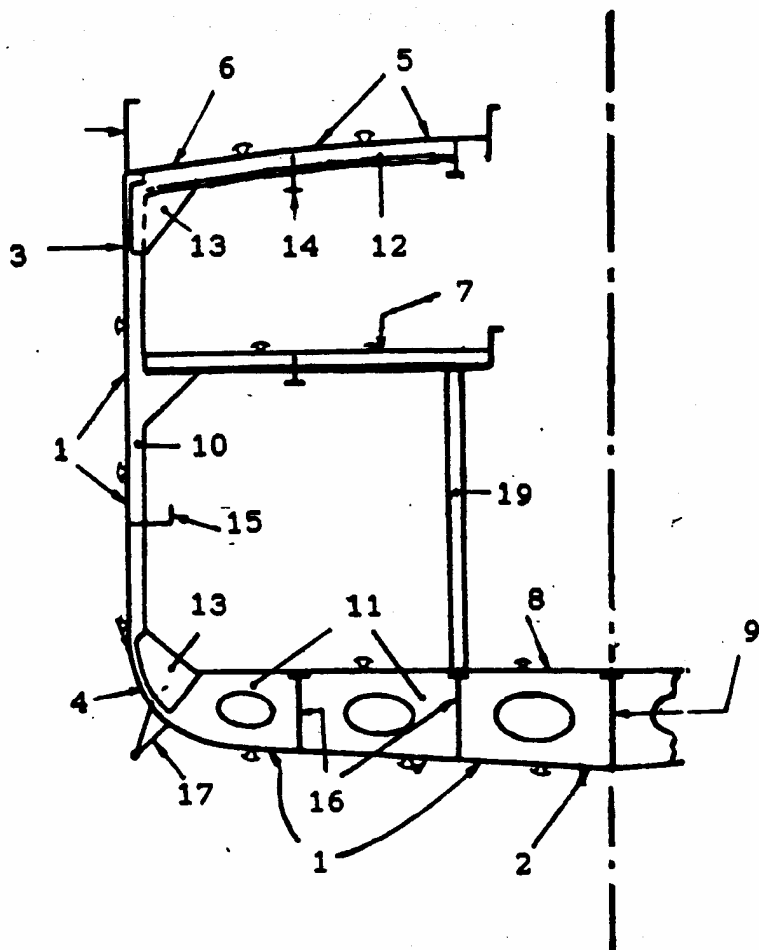
-
1. Τρόπιδα (Keel)
 2. Εδρα (Floor)
 3. Σταθμίδα (Keelson)
 4. Διπύθμενο (Doublebottom)
 5. Ποδόστημα (Stern Post)
 6. Στείρα ή Κοράκι (Stem Post)
 7. Φρακτές ή Μπουλμέδες (Bulkheads)
 8. Φρακτή σύγκρουσης (Collision Bulkhead)
 9. Φρακτή πρυμναίου στεγανού (Aft Bulkhead)
 10. Νομείς (Frames)
 11. Λωρός ή Λουρός (Stringer)
 12. Ζυγά (Beams)
 13. Κατάστρωμα (Deck)
 14. Ελόσματα
-

Σχήμα 6



Σχήμα 7

-
1. Βύθισμα αναφοράς (Draft or Draught)
 2. Βύθισμα πρωραίο (Forward Draft)
 3. Βύθισμα πρυμναίο (Aft Draft)
 4. Κοίλο ή ύψος (Depth or Height)
 5. Κύρτωμα (Camber)
 6. Μήκος ισάλου (LWL)
 7. Μήκος μεταξύ καθέτων (LBP, LPP)
 8. Μήκος ολικό (LOA)
 9. Εφεδρικό ύψος ή ύψος εξάλων (Freeboard)
 10. Ημι-Πλάτος μέγιστο (Half-Breadth or -Beam Extreme)
 11. Πρωραία σιρότητα (Fore Sheer)
 12. Πρυμναία σιρότητα (Aft Sheer)
 13. Πρωραία κάθετος (Fore Perpendicular, FP)
 14. Πρυμναία κάθετος (Aft Perpendicular, AP)
-



-
1. Εξωτερικό περίβλημα (Hull)
 2. Ελάσματα τρόπιδας ή καρένας (Keel Plates)
 3. Ελάσματα ζωστήρα (Sheer Strake)
 4. Ελάσματα κυρτού γάστρας (Bilge Strake)
 5. Κατάστρωμα (Deck)
 6. Ελάσματα υδροροής ή Μπούνια (Waterway or Gunwale)
 7. Ενδιάμεσα καταστρώματα ή Κουραδόροι (Tweendecks)
 8. Οροφή διπύθμενου (Tank Top Plate)
 9. Κατακόρυφη σταθμίδα (Vertical Keelson)
 10. Νομείς (Frames)
 11. Εδρες νομέων (Frame Floors)
 12. Ζυγά (Beams)
 13. Αγκώνες ή Μπρατσόλια (Brackets)
 14. Διαδοκίδες (Longitudinal Stringers)
 15. Λωροί ή Λουροί (Transverse Stringers)
 16. Σταθμίδες (Keelson)
 17. Παρατροπίδια (Bilge Keels)
 18. Δρύφρακτο ή Παράπετο (Bulwark)
 19. Κολώνες ή Κιόνες ή Μπουντέλια (Posts)
-

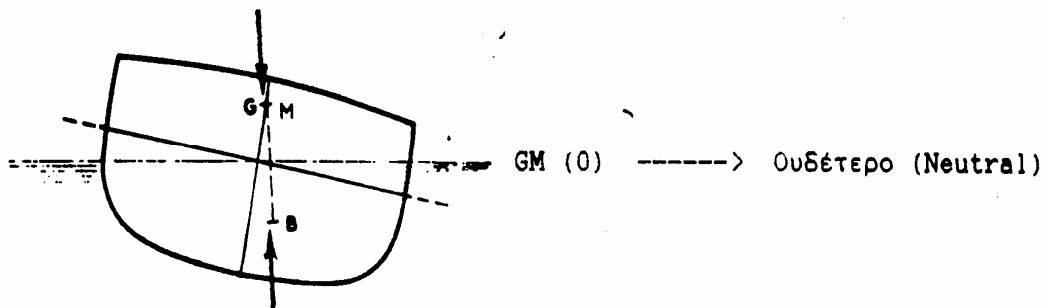
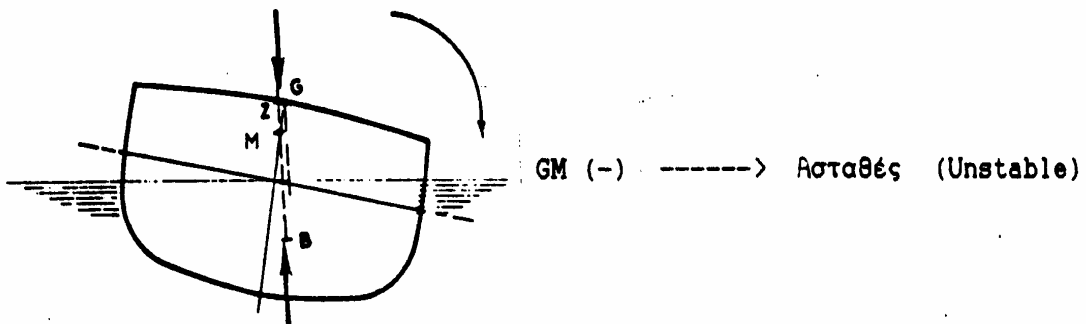
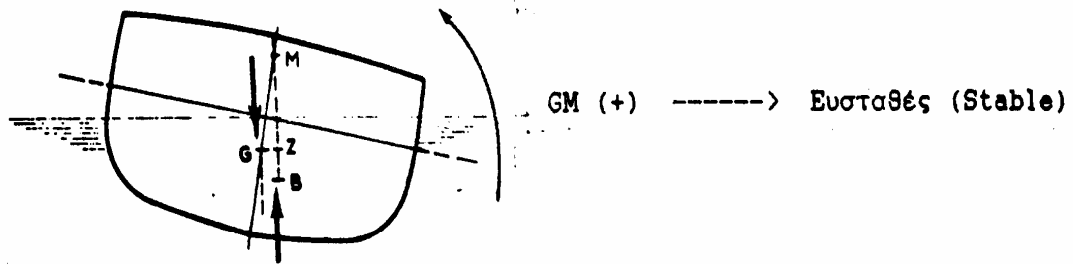
Σχήμα 8

G: Κέντρο βάρους (Center of Gravity)

B: Κέντρο άνωσης (Center of Buoyancy)

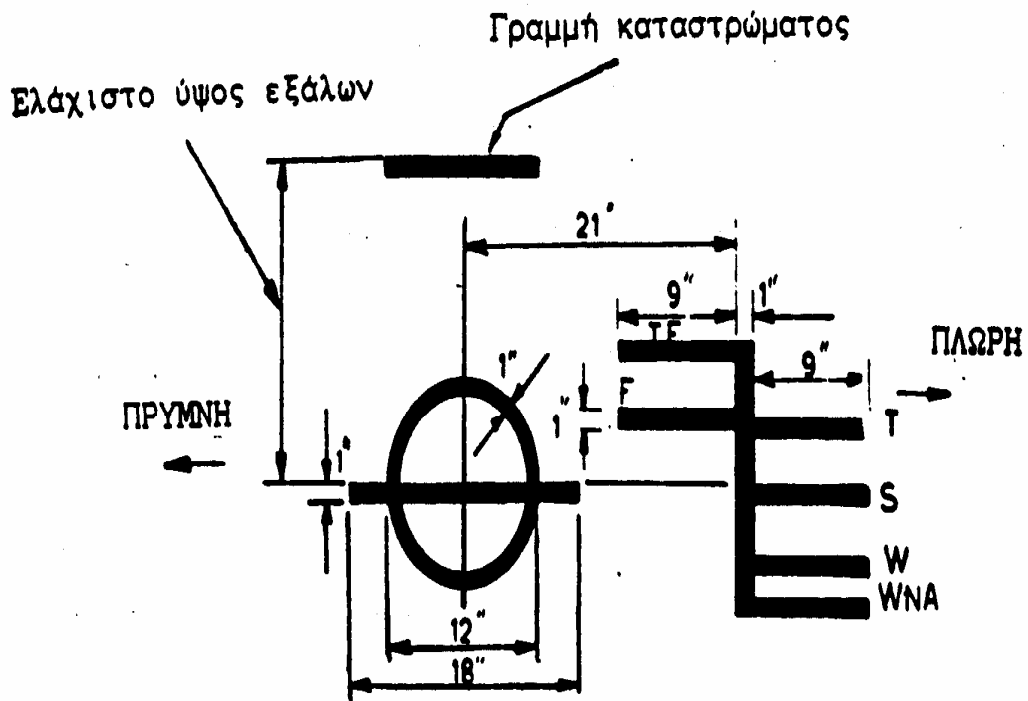
M: Μετάκεντρο (Metacentre)

GM: Μετακεντρικό ύψος (Metacentric Height)



ΣΥΝΘΗΚΕΣ ΕΓΚΑΡΣΙΑΣ ΙΣΟΡΡΟΠΙΑΣ ΠΛΟΙΩΝ

Σχήμα 9



ΓΡΑΜΜΕΣ ΦΟΡΤΩΣΗΣ

- S : Γραμμή θέρους (Summer)
- T : Τροπική γραμμή (Tropical)
- W : Γραμμή Χειμώνα (Winter)
- WNA: Γραμμή* Βορείου Ατλαντικού (Winter North Atlantic)
- F : Γραμμή γλυκού νερού (Fresh water)
- TF : Τροπική γραμμή γλυκού νερού (Tropical fresh water)

* Χειμώνα

Σχήμα 10.

το Μεσόστεγο ή Γέφυρα (Bridge) στο μέσο του πλοίου και το Επίστεγο ή Πούπι (Poop) στην πρύμνη του πλοίου.

48. Υφαλα (Underwater or Submerged)

Είναι το μέρος του πλοίου που βρίσκεται κάτω από την επιφάνεια του νερού.

49. Φρακτές ή Μπουλμέδες (Bulkheads)

Είναι κατακόρυφα στεγανά ή μη στεγανά διαφράγματα τοποθετημένα εγκάρσια ή κατά μήκος που χρησιμοποιούνται για τον διαχωρισμό των διαμερισμάτων του πλοίου και ταυτόχρονα ενισχύουν την αντοχή του.

50. Φρακτή Στεγανού Σύγκρουσης (Collision bulkhead)

Είναι η πρώτη από την πλώρη στεγανή φρακτή. Το διαμέρισμα μεταξύ της πλώρης και της φρακτής στεγανού σύγκρουσης ονομάζεται Πρωραίο Στεγανό (Fore Peak).

51. Φρακτή Πρυμναίου Στεγανού (Aft Bulkhead)

Είναι η πρώτη από την πρύμνη στεγανή φρακτή. Το διαμέρισμα μεταξύ της πρύμνης και της φρακτής του πρυμναίου στεγανού ονομάζεται Πρυμναίο Στεγανό (After Peak).

52. Μικτή ή Ολική Χωρητικότητα (Gross Tonnage, GRT)

Είναι ο όγκος όλων των περικλειόμενων χώρων του πλοίου όπως αυτός προκύπτει από τους ειδικούς κανονισμούς καταμέτρησης και αποτελεί μια ένδειξη του μεγέθους του πλοίου όπως αυτό συμμετέχει στη διαμόρφωση των λιμενικών, «καναλιάτικων» και άλλων τελών και δαπανών του πλοίου. Η Καθαρή Χωρητικότητα (Net Tonnage, NRT) αντιπροσωπεύει τον όγκο των εκμεταλλεύσιμων ή κερδοκτητικών χώρων του πλοίου. Η χωρητικότητα του πλοίου εκφράζεται σε κυβικά μέτρα, πόδια ή κόρους χωρητικότητας (1 κόρος = 100 κυβικά πόδια = 2.83 κυβικά μέτρα) και κατά συνέπεια αποδίδεται με κόρους ολικής ή καθαρής χωρητικότητας, κ.ο.χ. ή κ.κ.χ., αντίστοιχα.

4. ΚΑΤΑΣΚΕΥΑΣΤΙΚΗ ΑΝΤΟΧΗ

Τόσο ο φέρων σκελετός όσο και το ελασματικό περίβλημα όλων σχεδόν των πλοίων είναι χαλύβδινα και η σύνδεση σκελετού και ελασμάτων γίνεται με την τεχνική των μεταλλικών συγκολήσεων.

Η κατασκευαστική αντοχή των πλοίων παρέχεται από το σκελετό του, που βασικά συγκροτείται από την τρόπιδα, τους νομείς, τους λωρούς και τις σταθμίδες. Σε ότι αφορά την ενίσχυση της κατασκευής από την πλευρά του

καταστρώματος, περαιτέρω συνδρομή παρέχεται από τα ζυγά και τις διαδοκίδες. Τέλος, οι φρακτές προσδίδουν μια γενικότερη ενίσχυση της κατασκευής του πλοίου. Η κατασκευή πρέπει να ανταποκρίνεται στην ανάπτυξη υψηλών τάσεων και η φορτο-εκφόρτωση καθώς και ο ερματισμός/αφερματισμός πρέπει να ακολουθούν συγκεκριμένη διαδικασία για τη βέλτιστη κατανομή των μεταφερόμενων βαρών. Σε δυσμενείς θαλάσσιες συνθήκες, στις τάσεις αυτές προστίθεται και ο κυματισμός που είναι υπεύθυνος για τη δημιουργία προϋποθέσεων κόπωσης (fatigue) της μεταλλικής κατασκευής, μέσω της συνεχούς εναλλαγής της διεύθυνσης των δυνάμεων (τάσεων) που εξασκούνται σε αυτή. Η κόπωση της μεταλλικής κατασκευής μπορεί άυπτοπτα να οδηγήσει στην έναρξη και ανάπτυξη ρωγμών (crack initiation and propagation) και τελικά στη θραύση των μεταλλικών ελασμάτων ή/και δομικών στοιχείων του πλοίου.

5 ΣΧΕΔΙΑΣΗ ΠΛΟΙΩΝ

5.1 Εξέλιξη - Αρμοδιότητες

Ιστορικά η σχεδίαση των πρώτων πλοίων χαρακτηρίστηκε από τη διατύπωση των απόψεων και αποφάσεων ενός συχνά ιδιοφυή σχεδιαστή, που αντιμετώπιζε τη διαδικασία σχεδίασης μέσα στα στενά όρια κάποιας συγκεκριμένης εφαρμογής. Η έλλειψη κανονισμών τεχνικής συμμόρφωσης, καθιστούσε την επιτυχία της σχεδίασης εξάρτηση της διαισθητικής ή ενστικτώδους αντίληψης του σχεδιαστή και συχνά της ίδιας της τύχης. Σήμερα στην εποχή της θεσμοθετημένης γνώσης, οι παράγοντες αυτοί συνεχίζουν να θεωρούνται σημαντικοί αλλά λειτουργούν στα πλαίσια της τυποποίησης, της συλλογικότητας και του ελέγχου. Η επιτυχία σχεδίασης και κατασκευής του πλοίου κρίνεται ανάλογα με την ικανότητα παροχής μιας ποιοτικής μεταφορικής υπηρεσίας που καθορίζεται από την «εξυπηρετικότητα», την ασφάλεια, τη φιλικότητα προς το περιβάλλον και τη διαχρονικότητα που παρουσιάζει [4].

Από λειτουργική άποψη το πλοίο είναι από τα πλέον πολύπλοκα και πολυσύνθετα μέσα μεταφοράς με απαιτήσεις αυτονομίας (αυτοδυναμίας)

μακράς χρονικής διάρκειας και με υψηλό βαθμό αξιοπιστίας. Οι απαιτήσεις αυτές ικανοποιούνται από λειτουργίες που στηρίζονται σε απaráμιλλο αριθμό εξαρτημάτων, μηχανημάτων και συστημάτων με τεχνικές προδιαγραφές που παρέχουν τη δυνατότητα επιτυχούς προσαρμογής στο συχνά εχθρικό αλλά και πολύτιμο για τον άνθρωπο θαλάσσιο περιβάλλον.

Με τη σύλληψη, σχεδίαση, την κατασκευή και τη λειτουργία των πλοίων ασχολείται ο ναυπηγός μηχανολόγος που καλείται στην πράξη να συνθέσει τις ειδικότητες της ναυτικής μηχανολογίας και της ναυπηγικής αρχιτεκτονικής. Η αναλογία της σύνθεσης των δύο ειδικοτήτων διαμορφώνονται κατά περίπτωση ανάλογα με το υπό επίλυση πρόβλημα.

Η μηχανολογία καλύπτει τη τεχνολογία των συστημάτων πρόωσης, πηδαλιουχίας, αγκυροβολισμού, διαχείρισης του φορτίου, θέρμανσης, εξαερισμού, κλιματισμού, παραγωγής και διανομής ηλεκτρικής ενέργειας, εσωτερικής και εξωτερικής επικοινωνίας και άλλων μηχανολογικών συστημάτων σχετικών με τις γενικότερες λειτουργικές απαιτήσεις του πλοίου.

Στην αρχιτεκτονική του πλοίου εντάσσεται κυρίως η μελέτη για τη στατική και δυναμική αντοχή και συμπεριφορά της κατασκευής του πλοίου στο θαλάσσιο περίβαλλον, για την εσωτερική και εξωτερική διαρύθμιση των χώρων του και για τη γενική αισθητική του πλοίου όταν και όπου υπάρχει ιδιαίτερη απαίτηση εσωτερικής και εξωτερικής καλαισθησίας.

Υπάρχουν όμως και θέματα στη σχεδίαση των πλοίων που είναι δύσκολο να αποδοθεί η αρμοδιότητα σε μία από τις παραπάνω ειδικότητες. Για παράδειγμα, η σχεδίαση της έλικας του πλοίου είναι ένα θέμα που αποτελεί από μία άποψη υδροδυναμική διάταξη ναυπηγικού χαρακτήρα και από την άλλη μηχανολογική διάταξη μετατροπής ενέργειας, όπως οι αντλίες και οι στροβιλομηχανές. Έτσι, ο διαχωρισμός των δύο ειδικοτήτων εμφανίζεται συχνά δύσκολος και ως προς το συγκεκριμένο παράδειγμα η αντιμετώπιση των προβλημάτων της απόδοσης, των κραδασμών, της σύνδεσης της έλικας με τον κινητήρα, κ.ά, απαιτεί τη συνεργασία και των δύο ειδικοτήτων. Το ίδιο ισχύει και για μια σειρά άλλων θεμάτων, όπως η διαχείριση του φορτίου, η

προστασία του θαλάσσιου περιβάλλοντος, η διαβιωσιμότητα του πληρώματος, η εργονομία του πλοίου, κλπ.

Η απόκλιση από την έννοια του πολυπράγμονος τεχνολόγου υπαγορεύτηκε από την ανάγκη αλληλοέξαρτησης αυτών των ειδικοτήτων αλλά και από την υποστήριξη τους από άλλες πιά σύγχρονες ειδικότητες, όπως της ηλεκτρονικής και πληροφορικής με σημαντική παρέμβαση στη σχεδίαση, κατασκευή και λειτουργία των πλοίων. Η εφαρμογή της ναυπηγικής αρχιτεκτονικής και της ναυτικής μηχανολογίας στην πολύπλοκη και λεπτομερή διαδικασία επιλογής, σχεδίασης, κατασκευής και λειτουργίας των πλοίων ενισχύεται μέσα από τη συνεργασία των ειδικοτήτων, στο βαθμό που αυτές διατηρούν την ιδιαιτερότητά τους και ταυτόχρονα αναζητούν διέξοδους παραγωγικού συμβιβασμού. Η διαδικασία αυτή εναλλαγής σχεδιαστικών προτάσεων και απόψεων μεταξύ των υπό συμμετοχή ειδικοτήτων καθορίζει μιά πιά ορθολογική προσέγγιση της ναυτιλιακής τεχνολογίας, μέσα από τη σύγχρονη αντίληψη της τεχνολογίας των ολοκληρωμένων συστημάτων.

5.2 Στόχος και Προσδιοριστικοί Παράγοντες της Επένδυσης

Η επιτυχία της επενδυτικής πρότασης εξαρτάται από την ικανότητα της να εκπληρώσει το βασικό στόχο του πλοιοκτήτη, που είναι η επίτευξη του μέγιστου δυνατού κέρδους στα πλαίσια των προσδιοριστικών στοιχείων της ζήτησης και προσφοράς στην αγορά των θαλασσίων μεταφορών.

Για συγκεκριμένες περιοχές προσδοκόμενης παρέμβασης, η ζήτηση εκφράζεται κυρίως από τον τύπο των φορτίων, τη ποσότητα διακίνησης και τη ταχύτητα διακίνησης τους. Η συγκεκριμένη μεταφορική ζήτηση μπορεί να ικανοποιηθεί με την προσφορά πολλών εναλλακτικών προτάσεων, όπως για παράδειγμα λίγων μεγάλων ή πολλών μικρών πλοίων. Πέρα όμως από τα προαναφερόμενα προσδιοριστικά στοιχεία της αγοράς, η επιλογή του πλοίου αναπτύσσεται στη βάση και άλλων κριτηρίων, όπως:

- **Χρηματο-οικονομικών:** Το οικονομικό περιβάλλον μέσα στο οποίο δραστηριοποιείται η ναυτιλία επηρεάζει τον κλάδο σημαντικά, στο βαθμό που διαμορφώνει το πλαίσιο των επενδύσεων (κρατικές επιδοτήσεις, δάνεια, κλπ), τη φορολογία, το

πλαίσιο εθνικού προστατευτισμού, τις μεθόδους κατασκευής των πλοίων, κ.ά. Η πολιτική διευκολύνσεων στη χορήγηση πιστώσεων στη ναυτιλία μέσα από τη σύνδεση ναυπηγείων και εμπορικών τραπεζών αποτελεί συνήθη πρακτική σε διάφορες χώρες. Επίσης, η εύκολη χορήγηση πιστώσεων στη ναυτιλία με χαμηλά επιτόκια και μακροχρόνιο διακανονισμό παρέχεται συνήθως για πολιτικο-κοινωνικούς λόγους που αποσκοπούν στην ενίσχυση της βιομηχανικής δραστηριότητας ή/και της μείωσης της ανεργίας σε μια χώρα ή σε ευρύτερες διακρατικές ενώσεις ή ζώνες και ειδικότερα σε περιόδους οικονομικής ύφεσης.

- **Θεσμικών:** Το θεσμικό πλαίσιο της ναυτιλίας είναι καθοριστικό ως προς την κατασκευή και τη λειτουργία των πλοίων. Κατά συνέπεια καθορίζει το ελάχιστο επίπεδο συμμετοχής των υλικών (πλοίο και εξοπλισμός), ανθρώπινων (σύνθεση και αριθμός πληρώματος) και καθ' επέκταση οικονομικών πόρων που απαιτούνται για την κατασκευή και λειτουργία πλοίων μέσα στα πλαίσια της συμμόρφωσης προς το ισχύον θεσμικό πλαίσιο.
- **Κοινωνικών:** Στα πλαίσια της συμμόρφωσης της κατασκευής και λειτουργίας του πλοίου με το προαναφερόμενο θεσμικό πλαίσιο αλλά και πέρα από αυτό, το πλοίο πρέπει να εξασφαλίζει τις απαιτήσεις υγιεινής, ψυχαγωγίας, άνεσης και εργασιακής ικανοποίησης των πληρωμάτων. Επίσης, το πλοίο πρέπει να ανταποκρίνεται και σε εξειδικευμένα θέματα, όπως για παράδειγμα η διακόσμηση του πλοίου πρέπει να είναι συμβατή με τα εθνικοπολιτιστικά χαρακτηριστικά των πληρωμάτων και των επιβατών.
- **Γεωγραφικών:** Οι περιορισμοί που υπαγορεύουν το ότι ένα πλοίο δεν μπορεί να ανταποκρίνεται στο οποιοδήποτε δρομολόγιο είναι προφανείς. Οι διαστατικοί περιορισμοί του μήκους, πλάτους και βυθίσματος που παρουσιάζουν διώρυγες, κατασκευές στην είσοδο των λιμανιών, το βάθος στα λιμάνια και σε θαλασσο-διάδρομους, οι διαστάσεις της λιμενικής προβλήτας αποτελούν τυπικούς γεωγραφικούς περιορισμούς για το πλοίο.

Επίσης, το πλοίο περιορίζεται γεωγραφικά και από την ποιότητα και ποσότητα του εξοπλισμού και υπηρεσιών που διαθέτουν τα λιμάνια, όπως για παράδειγμα τα λιμενικά φορτο-εκφορτωτικά μέσα και τροφοδοσίες. Τέλος, η επιλογή του πλοίου πρέπει να είναι συμβατή και με τις καιρικές συνθήκες που επικρατούν στις διάφορες γεωγραφικές περιοχές προσδοκώμενης δραστηριοποίησης του, όπως για παράδειγμα η απαίτηση παγοθραυστικής πλεύσης.

- **Οργανωτικών-Διαχειριστικών:** Οι οργανωτικοί & διαχειριστικοί περιορισμοί καθορίζονται από την πολιτική της επιχείρησης όπως αυτή προκύπτει από τις σχέσεις της με άλλους υποστηρικτούς φορείς ή επιχειρήσεις και από τις εσωτερικές επιχειρησιακές της επιλογές. Η πρόθεση της επιχείρησης να χρονοναύλωσει το πλοίο, να μισθώσει πληρώματα ή να διατηρήσει ένα πυρήνα πληρώματος στο πλοίο, η εκπαίδευση των πληρωμάτων και η διαδικασία επάνδρωσης των πλοίων είναι παράγοντες που επιδρούν σημαντικά στην επιλογή του πλοίου. Για παράδειγμα, οι παράγοντες αυτοί μπορούν να καθορίσουν το βαθμό τυποποίησης του εξοπλισμού και των μηχανημάτων του πλοίου. Οι μέθοδοι και οι πηγές προμήθειας καυσίμων, λιπαντικών, γενικής τροφοδοσίας, επισκευαστικών υπηρεσιών καθώς και η πρακτόρευση του πλοίου επηρεάζουν την επιλογή του πλοίου.
- **Χρόνου:** Η επιλογή του πλοίου εξαρτάται και από τη προσδοκώμενη διάρκεια της εκμετάλλευσής του. Με τη γήρανση του πλοίου μειώνεται η κερδοκτητικότητα του, στο βαθμό που μειώνεται η διεισδυσιμότητά του στην αγορά και αυξάνονται οι λειτουργικές του δαπάνες. Έτσι, ανάλογα με τη προσδοκώμενη διάρκεια εκμετάλλευσής του πλοίου, η κατασκευαστική ποιότητα του επιλεγόμενου πλοίου πρέπει να:
 - προβλέπει την αυστηροποίηση του θεσμικού πλαισίου που αφορά τα σχεδιαστικά και κατασκευαστικά στοιχεία των πλοίων και κατά συνέπεια να περιορίζει το κόστος μελλοντικών μετασκευών

- περιορίζει τις δαπάνες συντήρησης, λόγω επιλογής καλύτερων υλικών και εξοπλισμού
 - περιορίζει τις δαπάνες μισθοδοσίας, λόγω του υψηλού βαθμού αυτοματοποίησης
 - επιτυγχάνει τη μείωση ασφαλιστικών εισφορών και προστίμων, λόγω του περιορισμού των ατυχημάτων, ρυπάνσεων και ζημιών
 - ενισχύει τη διεισδυσιμότητα στην αγορά καλύτερων ναύλων και πληρωμάτων.
- **Συστήματος:** Το πλοίο αποτελεί τμήμα της αλυσίδας των μεταφορών όπως αυτή αναπτύσσεται μεταξύ των σημείων παραγωγής και κατανάλωσης. Η σχέση μεταξύ πλοίων, λιμένων και χερσαίων μεταφορικών μέσων πρέπει να είναι εναρμονισμένη, έτσι ώστε να μεγιστοποιείται η συνολική απόδοση της μεταφοράς. Κατά συνέπεια, η επιλογή του πρέπει να είναι συμβατή με το συνολικότερο σύστημα μεταφοράς μέσα στο οποίο εντάσσεται το πλοίο.

Με βάση τα παραπάνω, εκπονούνται οικονομο-τεχνικές μελέτες εκτίμησης της βιωσιμότητας διάφορων εναλλακτικών επιλογών επένδυσης. Οι μελέτες αυτές εκπονούνται από την ίδια τη ναυτιλιακή επιχείρηση ή ανατίθενται σε εταιρείες ναυτιλιακών συμβούλων. Στα πλαίσια των προσδιοριστικών παραγόντων ζήτησης και προσφοράς της συγκεκριμένης αγοράς, οι μελέτες αυτές παρέχουν μια πρώτη εκτίμηση από τη μια πλευρά των εσόδων και από την άλλη των δαπανών ναυπήγησης και λειτουργίας του πλοίου [5-8]. Τα συμπεράσματα των οικονομο-τεχνικών μελετών παρέχουν τη δυνατότητα στον πλοιοκτήτη να συγκρίνει τα σχετικά πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα που παρέχονται αφενός από την κατασκευή ενός νέου πλοίου και αφετέρου από την αγορά (και ενδεχόμενα μετασκευή) ή τη ναύλωση ενός υπάρχοντος πλοίου.

5.3 Διαδικασία Σχεδίασης

Αναπόφευκτα, η απόφαση για την επιλογή ενός νέου πλοίου οδηγεί στη διαδικασία σχεδίασης του, που χαρακτηρίζεται από τα ακόλουθα στάδια:

A. ΒΑΣΙΚΗ ΣΧΕΔΙΑΣΗ ή ΠΡΟΜΕΛΕΤΗ (BASIC DESIGN)

- i. Μελέτη Αρχικής Σχεδίασης ή Εφικτότητας (Concept ή Feasibility Design)
- ii. Προκαταρκτική Μελέτη Σχεδίασης (Preliminary Design)

B. ΜΕΛΕΤΗ ΣΧΕΔΙΑΣΗΣ ΣΥΜΒΟΛΑΙΟΥ (CONTRACT DESIGN)

Γ. ΜΕΛΕΤΗ ΛΕΠΤΟΜΕΡΟΥΣ ΣΧΕΔΙΑΣΗΣ (DETAIL DESIGN)

A. Βασική Σχεδίαση ή Προμελέτη

Τα υπο-στάδια (i) και (ii) συγκροτούν στο στάδιο σχεδίασης υπό το γενικό όρο Βασική Σχεδίαση ή Προμελέτη του πλοίου και περιλαμβάνουν τις παράπανω οικονομο-τεχνικές μελέτες που σχετίζονται με το στόχο και τους προσδιοριστικούς παράγοντες της επένδυσης. Στις μελέτες αυτές λαμβάνονται υπόψη οι βασικές απαιτήσεις του πλοιοκτήτη που αφορούν:

- i. τη μεταφορική ικανότητα του πλοίου (σε νεκρό βάρος ή χωρητικότητα ή σε αριθμό εμπορευματοκιβωτίων ή επιβατων ή/και οχημάτων)
- ii. την ταχύτητα του πλοίου
- iii. την εμβέλεια ή αυτοδυναμία του πλοίου
- iv. το νηογνώμονα και την κλάση του πλοίου.

Στην Προμελέτη καλύπτονται οι φάσεις:

- εκτίμησης των απαιτήσεων του πελάτη ή πλοιοκτήτη,
- συγκέντρωσης στοιχείων για όμοιες απαιτήσεις, και
- προσαρμογής των στοιχείων σε υφιστάμενους κανονισμούς, νόμους και προδιαγραφές.

Κατά συνέπεια, η προκαταρκτική μελέτη αποτελεί τη βάση για τη διατύπωση των προσφορών από τα διάφορα ναυπηγεία που εκδηλώνουν ενδιαφέρον για την ανάληψη του ναυπηγικού έργου.

Β. Με την ανάθεση της ναυπήγησης στο ναυπηγείο της συμφερότερης προσφοράς, η διαδικασία σχεδίασης εισέρχεται στο στάδιο της Μελέτης Συμβολαίου (Contract Design). Στο στάδιο αυτό η ακριβής διατύπωση των τεχνικών προδιαγραφών του πλοίου αποτελεί μέρος της συμβατικής δέσμευσης μεταξύ πλοιοκτήτη και ναυπηγείου, σε συνδυασμό με τους διάφορους εμπορικούς όρους και προϋποθέσεις του συμβολαίου, όπως τον τρόπο πληρωμής, τις εγγυήσεις, το χρονοδιάγραμμα παράδοσης, τις ποινικές ρήτρες σε τυχόν τεχνικές ή χρονικές παρεκλίσεις, κ.ά.

Γ. Το στάδιο της Μελέτης Λεπτομερούς Σχεδίασης (Detail Design) περιλαμβάνει τη λεπτομερή διατύπωση όλων των στοιχείων κατασκευής του πλοίου, με σκοπό τη διευκόλυνση της παραγωγικής διαδικασίας. Έτσι στο στάδιο αυτό, η ακριβής σχεδίαση του πλοίου προσαρμόζεται στην παραγωγή (design for production) και ελέγχεται από αυτή, σε αντίθεση με τα προηγούμενα στάδια σχεδίασης που είναι αποδεσμευμένα από την παραγωγική διαδικασία και ελέγχονται από καθαρά ναυπηγο-μηχανολογικά κριτήρια προσαρμογής του πλοίου στις απαιτήσεις του πελάτη και στο πλαίσιο των κανονισμών, νόμων και άλλων εξωγενών περιορισμών.

Σε όλα τα στάδια της σχεδίασης του πλοίου και ειδικότερα κατά την Προμελέτη εξετάζεται η προσαρμοστικότητα των επιλεγμένων σχεδιαστικών στοιχείων του «συστήματος πλοίο» στη εισαγωγή νέων στοιχείων, στα πλαίσια της σχεδιαστικής διαδικασίας που είναι γνωστή σαν «ανάλυση συστήματος» (system analysis). Επίσης, καταγράφεται η ευαισθησία του συστήματος στις σχεδόν αναπόφευκτες μεταβολές των διάφορων σχεδιαστικών στοιχείων για την επίτευξη της βέλτιστης προσαρμοστικότητας, στα πλαίσια της διαδικασίας που ονομάζεται «ανάλυση ευαισθησίας» (sensitivity analysis).

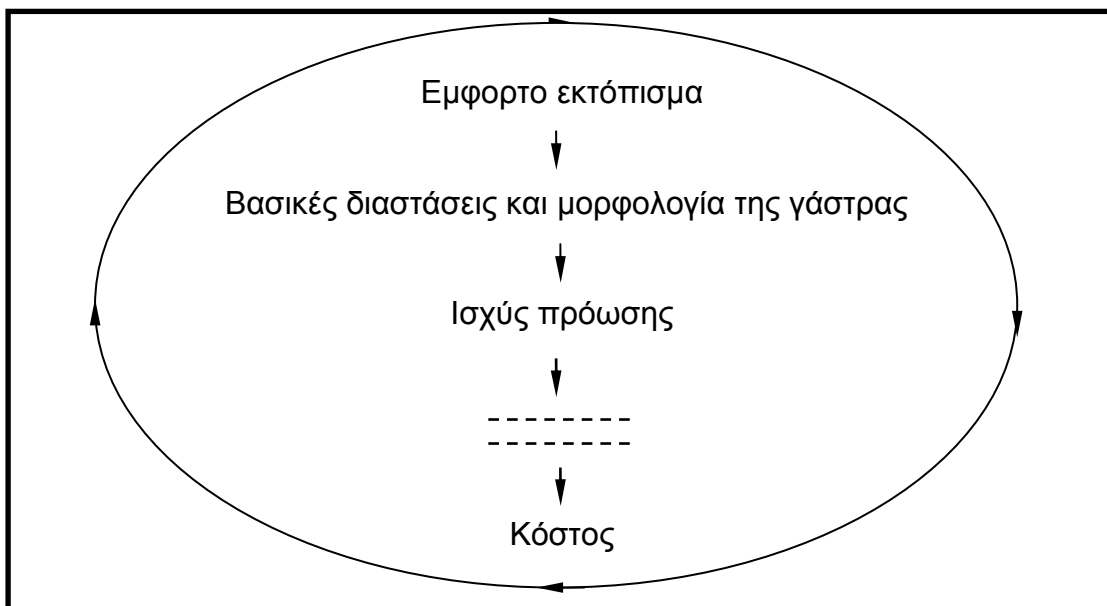
Ο συνεχής επανακαθορισμός των επί μέρους επιλογών είναι μια χαρακτηριστική διαδικασία κατά τη σχεδίαση του πλοίου και επαναλαμβάνεται σε σημεία που κρίνεται ότι μπορεί να εκτιμηθεί συνολικά (και με οικονομικά κριτήρια) η απόδοση της σχεδίασης του όλου «συστήματος πλοίο» ή επιμέρους υπο-συστημάτων (όπως π.χ. του συστήματος πρόωσης).

Για παράδειγμα, ο καθορισμός των κύριων χαρακτηριστικών ενός δεξαμενόπλοιου ακολουθεί την προσέγγιση του Πίνακα Ι.

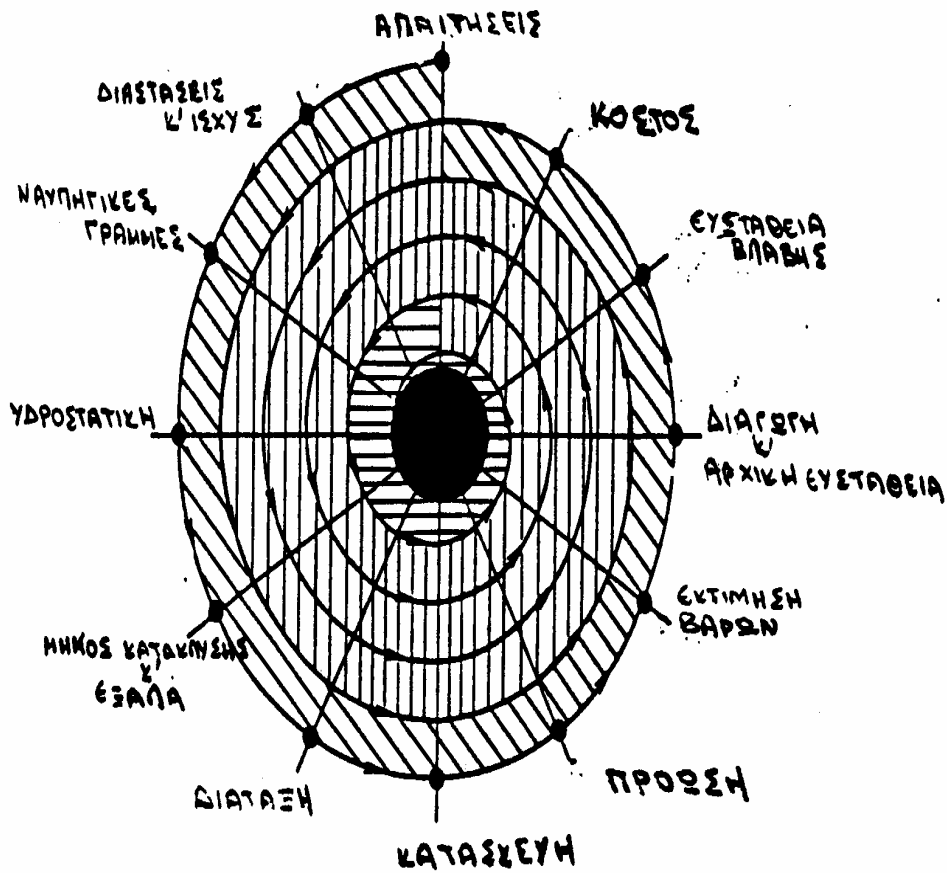
Με την πρώτη ανακεφαλαίωση και αξιολόγηση των αποτελεσμάτων επιβάλλεται η επανάληψη της διαδικασίας από το (1) μέχρι και το (9) με τον επανακαθορισμό των σχεδιαστικών στοιχείων που εμπεριέχονται σε αυτά. Η διαδικασία αυτή παρουσιάζεται διαγραμματικά στο Σχήμα 11.

Πίνακας Ι: Σχεδιαστική προσέγγιση κύριων χαρακτηριστικών δεξαμενοπλοίου (ή πλοίου εκτοπίσματος) [9]

1. Εμπορτο εκτόπισμα
2. Κύριες διαστάσεις και σχήμα πλοίου
3. Ισχύς πρόωσης
4. Ναυπηγικές γραμμές και γενική διάταξη
5. Βάρος
6. Χωρητικότητα δεξαμενών φορτίου
7. Ύψος εξάλων
8. Ευστάθεια και διαγωγή
9. Κόστος
10. Ανακεφαλαίωση και αξιολόγηση των αποτελεσμάτων



Σχήμα 11. Διαδικασία καθορισμού κύριων χαρακτηριστικών του πλοίου



ΜΕΛΕΤΕΣ

- } — ΕΦΙΚΤΟΤΗΤΑΣ
 (ΠΡΟΜΕΛΕΤΗ ή ΒΑΣΙΚΗ ΣΧΕΔΙΑΣΗ)
- ΠΡΟΚΑΤΑΡΚΤΙΚΗ
- ΣΥΜΒΟΛΑΙΟΥ
- ΛΕΠΤΟΜΕΡΗΣ

Σχήμα 12. Ελεγχόμενες Σχεδίασης

Μετά από μικρό αριθμό ανακυκλώσεων επιτυγχάνεται ο ακριβής και τελικός καθορισμός των κύριων χαρακτηριστικών του πλοίου σύμφωνα με τη βέλτιστη συνολική ανταπόκριση των χαρακτηριστικών αυτών σε όλα τα βασικά κριτήρια της σχεδίασης.

Η σχεδιαστική αυτή διαδικασία αναπτύσσεται συνεχώς αναλυτικότερα και καλύπτει το πλοίο σαν ένα ολοκληρωμένο σύστημα. Επιτυγχάνει την συγκλίση στη συνολική τελική επιλογή που είναι το αποτέλεσμα στο τέλος της Λεπτομερούς Σχεδίασης του πλοίου. Η σύγκλιση αυτή παραπέμπει στην ελικοειδή απεικόνιση της σχεδίασης που παρέχεται από το Σχήμα 12. Ειδικότερα, η συνεχώς αναλυτικότερη σχεδιαστική προσέγγιση καλύπτει όλη την κατασκευή και τον εξοπλισμό του πλοίου. Τα βασικά στοιχεία αναφοράς που αφορούν τον εξοπλισμό του πλοίου παρουσιάζονται στον Πίνακα II.

Πίνακας II: Χαρακτηριστικά εξοπλισμού πλοίου

1. Σύστημα Πρόωσης
1α. Κινητήρας πρόωσης
1β. Προωθητήρας
1γ. Μετάδοση ισχύος
1δ. Δίκτυο καυσίμου, αέρα, ψύξης και λίπανσης
2. Βοηθητικά Συστήματα
2α. Ηλεκτροπαραγωγή
2β. Ατμοπαραγωγή
2γ. Κλιματισμός
2δ. Πυρόσβεση/πυρασφάλεια/πυροπροστασία
2ε. Δίκτυο παροχής νερού
2στ. Δίκτυο ερματισμού
3. Μηχανήματα Σκάφους και Καταστρώματος
3α. Μηχανήματα αγκυροβολίας και πρόσδεσης
3β. Μηχανισμοί πηδαλιουχίας, οιακιστήριο (τιμονιέρα),
3γ. Μηχανήματα και μηχανισμοί φορτο-εκφόρτωσης
3δ. Ναυαγοσωστικά μέσα και εξοπλισμός
4. Συστήματα Ναυσιπλοίας και Αυτομάτου Ελέγχου
4α. Επικοινωνίες, εσωτερικές και εξωτερικές
4β. Αυτόματος πιλότος, αυτόματος μηχανολογικός έλεγχος
4γ. Εξοπλισμός τηλεχειρισμού και ηλεκτρονικής παρακολούθησης του εξοπλισμού.

6. ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΠΛΟΙΩΝ

6.1 Διαστατικά - Μορφολογικά

Μια βασική διάκριση των εμπορικών πλοίων μεταφοράς που έχει ταυτόχρονα ιδιαίτερη σημασία για τις επιλογές σχεδίασης κατά το στάδιο της Προμελέτης, αναγνωρίζει την κατηγοριοποίηση των πλοίων με βάση: τον όγκο, τη μάζα ή μία γραμμική διάσταση.

Πλοία που είναι περιορισμένα ως προς τον όγκο (volume-limited) ή πλοία χωρητικότητας είναι αυτά που όταν είναι χωρικά πλήρως έμφορτα δεν φθάνουν στο μέγιστο επιτρεπτό βύθισμα. Κατά συνέπεια, ανταποκρίνονται αποδοτικότερα στη μεταφορά φορτίων χαμηλής πυκνότητας ή υψηλού συντελεστή στοιβασίας, π.χ. αυτοκίνητα, πακεταρισμένα (για λόγους προστασίας) βιομηχανικά αντικείμενα, ελαφρά φορτία χύδην (βαμβάκι, φρούτα, κ.ά), αλλά και στη μεταφορά επιβατών.

Πλοία που είναι περιορισμένα ως προς την μάζα (mass-limited) ή πλοία εκτοπίσματος είναι αυτά που παρουσιάζουν περίσσεια χώρου στο μέγιστο επιτρεπτό βύθισμα. Κατά συνέπεια, ανταποκρίνονται αποδοτικότερα στη μεταφορά φορτίων υψηλής πυκνότητας ή χαμηλού συντελεστή στοιβασίας, π.χ. σιδηρομετάλλευμα, αργό πετρέλαιο και άλλα βαριά χύδην και γενικά φορτία.

Πλοία διαστατικά περιορισμένα (dimensionally-limited) ή πλοία γραμμικών διαστάσεων είναι αυτά που οι διαστάσεις τους καθορίζονται από τις διαστάσεις του μεταφερόμενου φορτίου ή από εξωγενείς διαστατικούς περιορισμούς, όπως των εμπορευματοκιβωτίων ή των καναλιών (λιμανιών, κ.ά.), αντίστοιχα.

Επίσης, μια πρώτη εκτίμηση του μεγέθους του πλοίου παρέχεται από τον συντελεστή ή λόγο του νεκρού ή πρόσθετου βάρους (deadweight coefficient ή ratio). Ο συντελεστής αυτός ταυτόχρονα εκφράζει την οικονομική αποδοτικότητα του πλοίου και τυπικά λαμβάνει τις τιμές του Πίνακα III.

Item	Type of ship		Cargo ship		Tanker	
	Passenger liner		British units	Metric units	British units	Metric units
Beam, B	$\frac{L+20}{9}$	$\frac{L+6-10}{9}$	$\frac{L+14}{9}$	$\frac{L+4-27}{9}$	$\frac{L+6-5}{7.5}$	$\frac{L+1-98}{7.5}$
Depth, D (see notes 2 and 3)	$\frac{B+1}{1.5}$	$\frac{B+0-3}{1.5}$	$\frac{B-K}{1.4}$	$\frac{B-0-3K}{1.4}$	$\frac{L}{13.5}$	$\frac{L}{13.5}$
Draught, T (see note 4)			$\frac{1}{3}D+4$	$\frac{1}{3}D+1-22$	$\frac{1}{3}D+4$	$\frac{1}{3}D+1-22$
(see note 5)			$\frac{1}{3}(D-h)+6-33$	$\frac{1}{3}(D-h)+1-93$		
Block coefficient (see note 6)	$1-03 - \frac{V}{2\sqrt{L}}$	$1-03 - \frac{V}{3-6\sqrt{L}}$	$1-06 - \frac{V}{2\sqrt{L}}$	$1-06 - \frac{V}{3-6\sqrt{L}}$	$1-12 - \frac{V}{2\sqrt{L}}$	$1-12 - \frac{V}{3-6\sqrt{L}}$

Notes: 1. L = length BP.
 2. Depth, D will be adjusted to suit the depth of tanks plus a multiple of the deck head height.
 3. $K = 6$ for moderate stability; $K = 9$ for good stability.

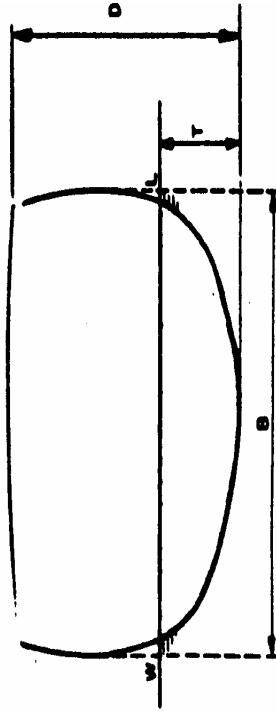
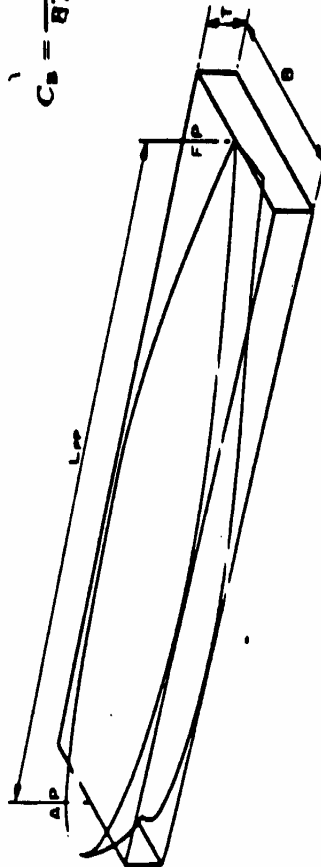
4. Applies to closed shelter deck type.
 5. Applies to open shelter deck type; h is the 'tween deck height.

6. Assuming V/\sqrt{L} ranges (V in knots):

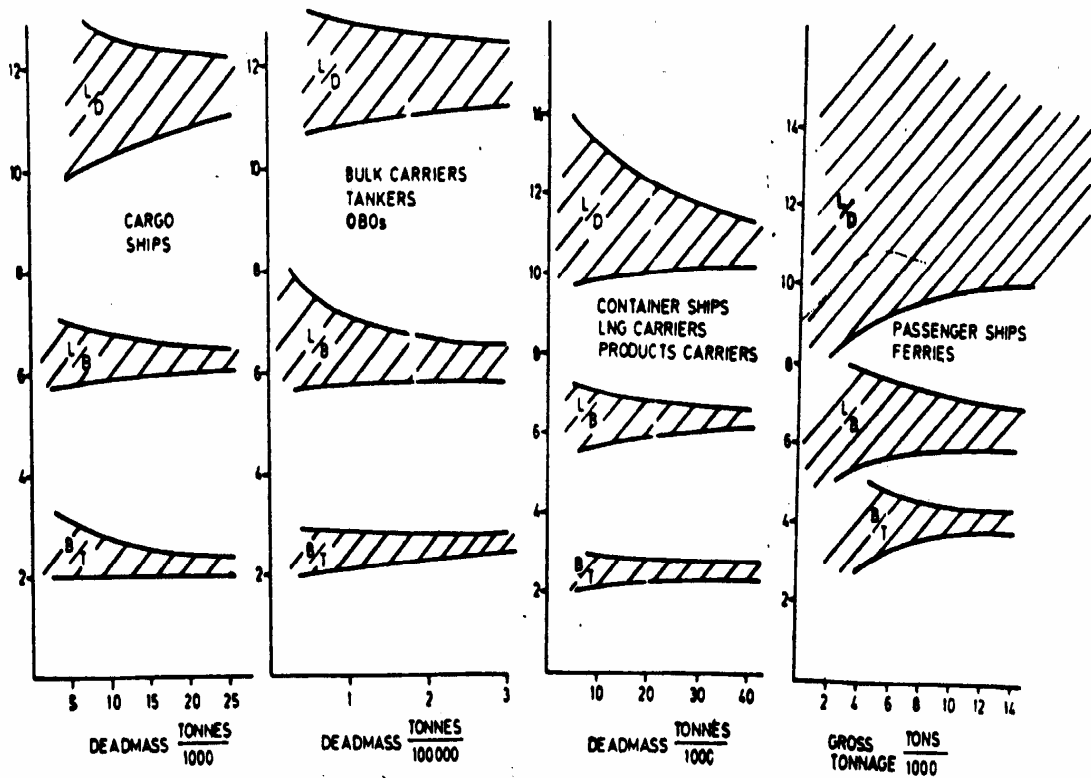
Passenger liners > 0-80 } British units
 Cargo ship 0-65-0-80 }
 Tanker < 0-65 }

Passenger liners > 1-45 } Metric units
 Cargo ship 1-18-1-45 }
 Tanker < 1-18 }

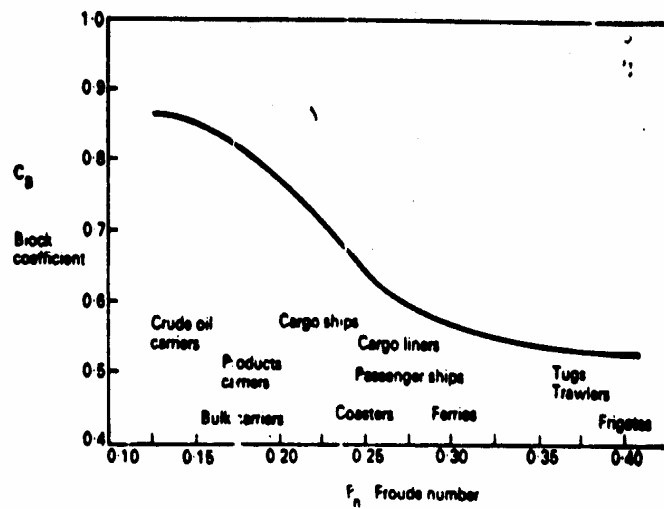
$$C_B = \frac{V}{87L}$$



Σχ. 13 Διαστατικός και Μορφολογικός Καθορισμός Πλοίων



Σχ.14 Διαστατικός και Μορφολογικός Καθορισμός Πλοίων



Πίνακας III: Συντελεστής Νεκρού Βάρους

ΤΥΠΟΣ ΠΛΟΙΟΥ	DWT/Δ
Επιβατηγό	0.35
Μεταφοράς εμπορευματοκιβωτίων	0.60
Μεταφοράς υγροποιημένων φορτίων	0.62
Μεταφοράς γενικού φορτίου	0.67
Μεταφοράς ξηρού φορτίου χύδην	0.82
Δεξαμενόπλοιο	0.86

όπου, DWT = νεκρό βάρος, Δ = έμφορτο εκτόπισμα

Τέλος, η σχέση μεγέθους του πλοίου και γραμμικών διαστάσεων καθώς και αυτή του συντελεστή γάστρας (Block coefficient., C_B), για διάφορους τύπους πλοίων παρουσιάζονται στα Σχήματα 13 και 14.

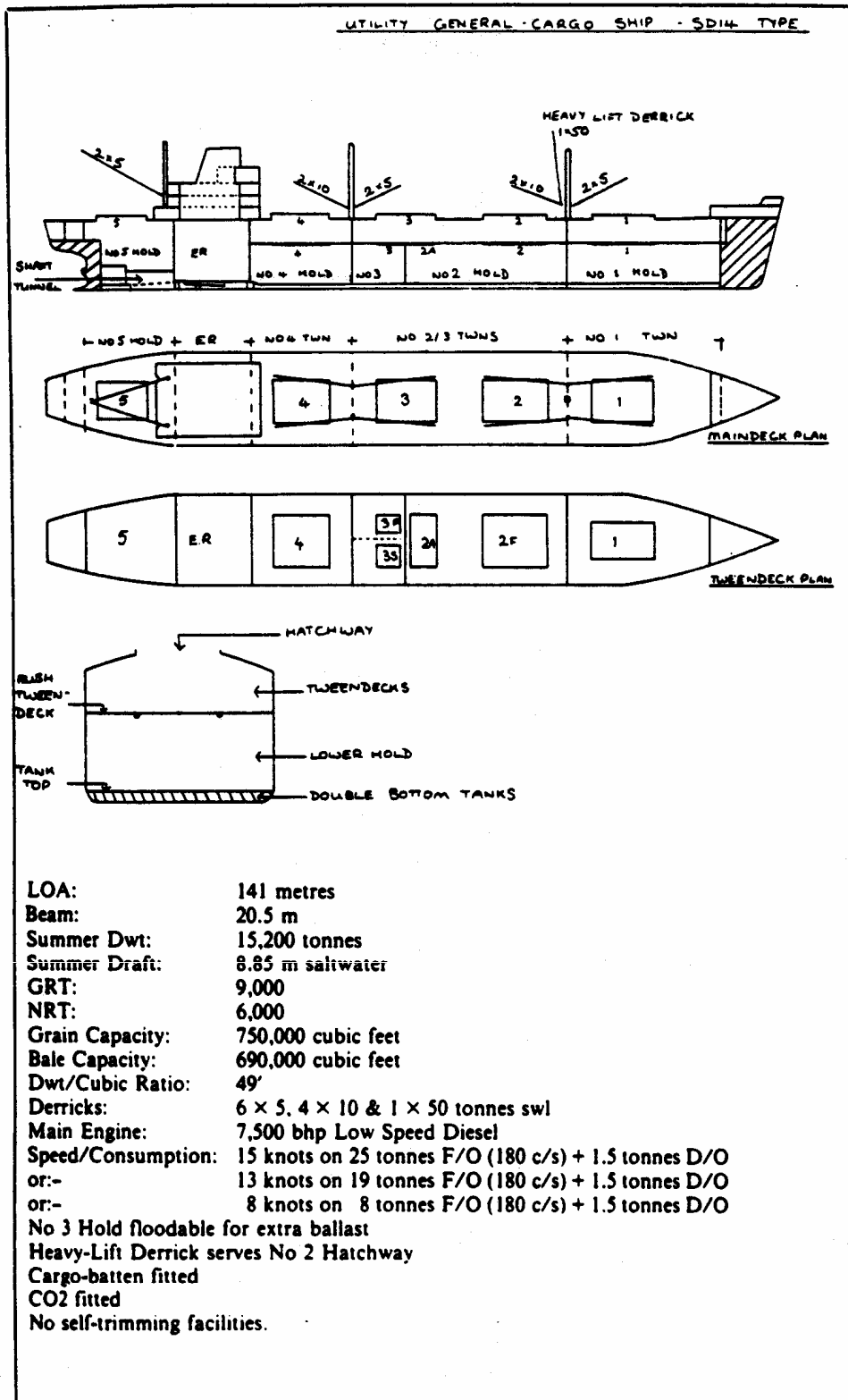
6.2 Κατασκευαστικά και Λειτουργικά

Πλοίο γενικού φορτίου (General cargo ship)

Το σύγχρονο πλοίο μεταφοράς γενικού φορτίου είναι το αποτέλεσμα της εξέλιξης των πλοίων αυτού του τύπου που προηγήθηκαν πριν από πολλά χρόνια καθώς και των Αμερικανικών Liberties του πολέμου και των πιο πρόσφατων Βρετανικών SD-14 και Ιαπωνικών Freedom που πρωτοεμφανίστηκαν τη δεκαετία του '60. Ειδικότερα, οι γενιές του SD-14 που ακολούθησαν (Σχήμα 15) γεφύρωσαν τη σχεδίαση μεταξύ των πρώτων πλοίων μεταφοράς γενικού φορτίου και των πιο πρόσφατων «τζενεραλάδικων» πολλαπλής χρήσης (multi-purpose), (Σχήμα 16).

Για τα πλοία αυτά, χαρακτηριστική ήταν και συνεχίζει να είναι η ικανότητα ταυτόχρονης μεταφοράς μιας ευρείας ποικιλίας φορτίων που χαρακτηρίζονται από σχετικά υψηλό λόγο όγκου/βάρους, δηλ. υψηλό συντελεστή στοιβασίας (Πίν. IV). Τα φορτία αυτά είναι βιομηχανικά προϊόντα σε συσκευασία όπως μηχανήματα, ηλεκτρικές συσκευές, οικοδομικά υλικά, ξηρά και υγρά υλικά σε σάκκους και δοχεία, κ.ά. Επίσης, πολλά από τα σύγχρονα πλοία μεταφοράς

γενικού φορτίου είναι «multi-purpose», δηλ. παρέχουν επιπρόσθετα την



Σχήμα 15. Πλοίο γενικού φορτίου
(SD-14)

Πίνακας IV. Συντελεστές Στοιβασίας Γενικού Φορτίου

Φορτίο	Συσκευασία	κυβ. πόδια / τόν.	κυβ. μέτρ. / τόν.
Acetate - Butyl Ethyl	Drums	65	1.84
Acetone	Drums	63/68	1.784/1.925
Acid - Citric	Cases	47	1.331
Alcohol - Ethyl	Drums	70	1.982
Alcohol - Rectified	Drums	65	1.840
Aloes	Cases	36	1.109
Aluminium Ingots	Bundled	29	0.821
Aluminium Foil	Cases	108	3.508
Aluminium Rods	Loose Coils	24/30	0.679/0.849
Andalusite	Bags	30	0.649
Antimony	Pallets	26/29	0.736
Arsenic	Drums	26	0.736
Arsenite (sodium)	Drums	40	1.132
Asbestos	Bags (Mozambique)	100/140	2.83/3.964
Asbestos	Bags (South Africa)	86/90	2.435/2.584
Asbestos (Pressure Packed)	Bags	80	2.26
Asphalt	Drums	47	1.331
Barley	Bags	60/65	1.699/1.840
Batteries (lead/acid)	Crates	40	1.132
Beans (canned)	Cartons	50/55	1.416/1.557
Beans (soya)	Bags	56	1.585
Beer	Cases	66	1.869
Beer	Cartons	60	1.699
Beeswax	Bags	65	1.840
Billets (steel)	Pcs	10	0.283
Bituminous solution	Drums	60	1.699
Bones	Bags	100	2.832
Bottles	Bags	88	2.492
Bottles (Coke or Pepsi)	Bags	70	1.982
Bran	Bags	100/120	2.832/3.394
Brandy	Casks	75	2.124
Brandy	Cases	56	1.385
Bricks	Cases	30/35	0.849/0.991
Bricks (fire)	Loose	26	0.736
Briquettes (Charcoa)	Bags	35/40	0.991/1.132
Buchu (herb)	Bales	270	7.646
Buckwheat	Bags	55/65	1.557/1.840
Calcium carbide	Drums	50/60	1.146/1.699
Canned goods	Cartons	40/50	1.132/1.146
Candles	Cartons	80	2.265
Carbon Black	Cartons	147	4.163
Casks (empty)	Loose	80	2.690
Cassava Root	Bags	95	2.690
Cattle Feed	Bags	73	2.067
Caustic Soda	Drums	25	0.708
Cereals	Cartons	240	6.796
Cement	Bags	23	0.651
Cement	Marino Slings	28	0.793
Chain	Drums	24	0.679
Charcoal	Bags	200	5.664
Chicory	Bags	60	1.699
Chrome Ore	Bags	12/15	0.339/0.424
Cigarettes	Cartons	134	3.794
Clay	Bags	30/50	0.849/1.416
Cloves	Bags	120	3.398
Coal Tar	Drums	57	1.614
Cobalt	Drums	20	0.566
Coffee	Bags	100	2.832
Confectionery	Cartons	84	2.378
Copper	Blister	18	0.509
Copper	Ingots	18	0.509
Copper	Cathodes	12	0.339
Copper	Ingots bundled	9	0.254

Copper	Billets	5	0.141
Copper Concentrates	Bulk	18	0.509
Copra	Bags	80/90	2.265/2.548
Corks (crown)	Cartons	80	2.265
Cornflour	Bags	56	1.585
Corundum Ore	Bags	40	1.132
Cotton Seed	Bags	85/110	2.407/3.115
Cotton Seed Oil cake	Bags	75/80	2.124/2.265
Cotton Lint	Bales	126	3.568
Cotton	Pressed Bales	85	2.407
Crayfish (Atlantic Spiny Lobster)	Cartons	55	1.557
Creosote	Drums	50	1.416
Curry Powder	Cartons	72	2.039
Custard Powder	Cartons	70	1.982
Drums 55 gal empty	Loose	100/400	2.832/11.328
Dynamite	Cases	90	2.548
E.C. Feed (Cattle Feed)	Bags	55/70	1.557/1.982
Electrolytic Manganese	Drums	18	0.509
Essences	cartons	44	1.246
Eucalyptus Logs	Loose	55	1.557
Eucalyptus Oil	Drums	50	1.416
Eucryptide Ore	Drums	25	0.708
Ferrosilicon	Drums	14	0.396
Ferromanganese	Drums	24	0.679
Ferrosilicon	Drums	30	0.849
Fibre Board	Sheets	50	1.146
Filters (oil)	Cartons	181	5.125
Fish (canned)	Cartons	55	1.557
Fishmeal	Bags	60/65	1.699/1.840
Fish Oil	Drums	60	1.699
Flour (maize)	Bags	58	1.642
Flouspar	Bags	30	0.849
Fondant (cement)	Cases	43	1.217
Fruit (canned)	Cartons	40	1.132
Fruit (dried)	Cartons	48/55	1.359/1.557
Fruit Juice (canned)	Cartons	55	1.557
Garlic	Cartons	57	1.614
Glass	Crates	45/70	1.274/1.982
Glucose	Drums	43	1.217
Granite (slabs)	Loose	40	1.133
Granite (blocks)	Loose	10/15	0.293/0.424
Graphite	Bags	53	1.501
Grits	Bags	55	1.557
Groundnut (peanuts)	Bags	75	2.124
Groundnut Oil cake	Bags	70/75	1.982/2.124
Groundnut Oil	Drums	60/62	1.699/1.755
Guano	Bags	60/70	1.982/1.699
Hardboard	Skids	65/102	1.840/2.888
Hides (dry)	Bales	150/160	4.248/4.531
Hides (wet)	Bundles	45/50	1.274/1.416
Horns	Bags	80	2.265
Ilmenite	Bags	22	0.623
Ivory	Bags	60	1.699
Jam/Jelly (canned)	cartons	61	1.727
Jam/Jelly (bottled)	Cartons	43	1.217
Jute	Bags	58	1.642
Kerosens	Cases	57	1.614
Lard	Cartons	50	1.416
Lead	Ingots	10	0.283
Leather	Bales	100	2.832
Lepidolite	Pallets	35/40	0.991/1.132
Maize	Bags	60	1.699
Manganese (ferro)	Drums	24	0.509
Meat (canned)	Cartons	55	1.557
Methylated Spirits	Drums	70	1.982
Mica	Bags	60	1.699
Microlite Ore	Bags	20	0.566
Milk Powder	Cartons	120	3.398
Mill balls	Drums	20	0.566

Millet	Bags	55	1.557
Mimosa bark	Bales	96	2.718
Mohair (greasy)	Bales	110	3.115
Mohair (scoured)	Bales	120	3.398
Monasite Oil	Drums	50	1.416
Nails	Bags	28	0.493
Nestum	Cartons	150	4.248
Nickel Concentrate	Bags	18	0.509
Oats	Bags	65	1.840
Oatmeal	Bags	90	2.548
Ochre	Bags	45	1.274
Onions	Bags	100	2.832
Paint	Drums	50	1.416
Palm Kernels	Bags	80	2.265
Parquet Flooring	Cartons	42	1.189
Peel (citrus)	Cases	60	1.699
Peanut Butter	Cartons	60	1.699
Peas (canned)	Cartons	52	1.472
Pet Food	Cartons	55	1.557
Pipe (Cast iron)	Loose	53	1.50
Pipe (Steel)Depends on diam.	Loose	90	2.548
Ploughs (Disc)	Bundles	35/40	0.99/1.13
Plywood	Bundles	85	2.407
Poles (Telephone Creosoted)	Bundles	90/106	2.548/3.001
Potatoes	Bags	100	2.882
Potatoes	Crates	80	2.265
Pulp Board	Bundles	34/40	0.962/1.132
Rayon Pulp	Bales	75/80	2.124/2.265
Resin	Bags	63	1.784
Rice Bran	Bags	110	3.115
Rope (Sisal)	Coils	90	2.548
Rubber (Scrap)	Drums	101	2.860
Rubber (Solution)	Drums	70	1.95
Rum	Casks	60/80	1.699/2.265
Rutile	Bags	25	0.708
Rye	Bags	52	1.472
Salt (Coarse)	Bags	70	1.982
Salt (Fine)	Bags	45	1.274
Shark Fins	Bags	60/70	1.699/1.982
Sheepskins	Bales	110/140	3.115/3.964
Sisal	Bales	100	2.832
Sleepers (Wooden railway ties)	Loose	40	1.132
Soap	Cases	47	1.331
Soda Ash	Bags	40/45	1.132/1.274
Sugar	Bags	46	1.302
Syrup (cane)	Cartons	45	1.274
Tallow	Drums	58	1.642
Tea	Chests	100	1.832
Tin Plate	Stillages	15/18	0.424/0.509
tin Concentrates	Bags	14	0.39
Tinned Goods	Cartons	50/60	1.146/1.669
Tomatoes	Cartons	55	1.557
Post Toasties (Cornflakes)	Cartons	321	9.090
Tobacco	Bales	120	3.398
Tobacco	Cases	110/140	3.115/3.964
Tung Oil	Drums	60	1.699
Twine	Cartons	85/90	2.407/2.548
Tires	loose	130/160	3.551/4.531
Urea	Bags	55	1.557
Vaseline	Cartons	40	1.132
Vermiculite	Bags	45/60	1.274/1.699
Wattle Extract (Solid)	Bags	40/50	1.132/1.146
Wattle Poles	Loose	90	2.549
Wattle Poles	Bundles	120	3.398
Wax	Bags	75	2.124
Weedkiller	Drums	55	1.557
Whale Meal	Bags	80	2.266
Whale Oil	Drums	65/70	1.840/1.982
Wheat	Bags	50/60	1.41/1.669
Wine	Cases	70	1.982
Wine	Casks	70/80	1.982/2.265

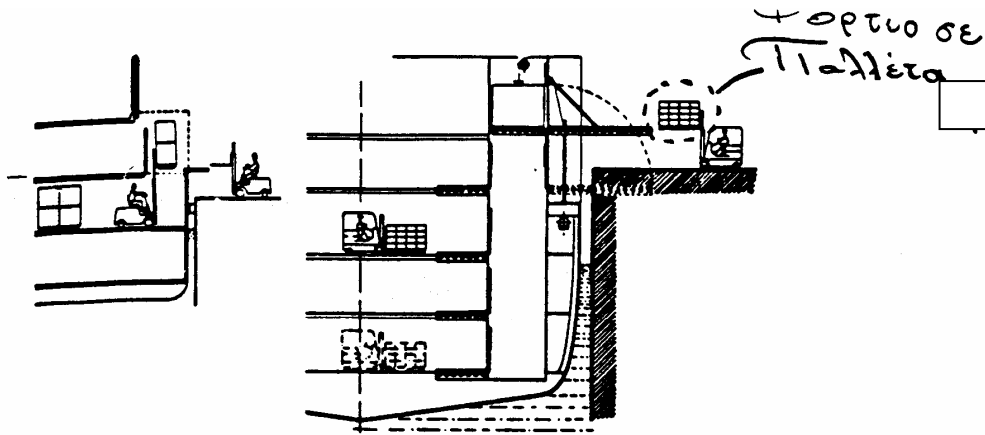
Wine	Firkins	58/64	1.642/1.812
Wine	Hogsheads	70	1.982
Wine	Pipes	70	1.902
Wine	Cartons	65	1.840
Wire Netting (Chicken wire)	Rolls	60	1.699
Wire Rope	Coils	30	0.849
Wool (Grease)	Bales	221	6.258
Wool (Scoured)	Bales	220	6.230
Wool (Topes)	Bales	160	4.531
Wool (Mohair)	Bales	161	4.559
Zinc Dust	Drums	25	0.708
Zircon	Bags	25	0.708

Commodity	Cubic Ft/Ton	Cbm/Ton
------------------	---------------------	----------------

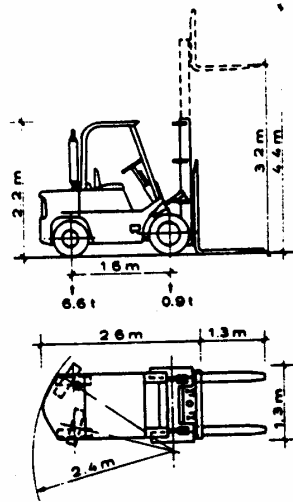
ικανότητα μεταφοράς ξηρών φορτίων χύδην καθώς και μικρού αριθμού εμπορευματοκιβωτίων μέσα στα αμπάρια ή/και πάνω στο κύριο κατάστρωμα.

Σήμερα, τα περισσότερα «τζενεραλάδικα» έχουν μέγεθος από 15000 μέχρι 25000 dwt και κατά συνέπεια μολονότι φθάνουν μέχρι 35000 dwt είναι στο σύνολο τους από τα μικρότερα φορτηγά πλοία της εμπορικής ναυτιλίας. Τα μικρά πλοία της ακτοπλοΐας είναι μονο-καταστρωματικά (single-deckers) και τα μικρότερα από αυτά έχουν εννιαίο κύτος ή «αμπάρι». Τα περισσότερα πλοία έχουν εγκάρσιες υποδιαιρέσεις έτσι ώστε να προκύπτουν μέχρι και πέντε κύτη και τα μεγαλύτερα από αυτά έχουν ενδιάμεσα κατατρώματα και ονομάζονται «tween-deckers» ή «κουραδόροι». Πέρα από τη διευκόλυνση μεταφοράς και φορτο-εκφόρτωσης των τόσο διαφορετικών φορτίων, η υποδιαίρεση αυτή του πλοίου εξασφαλίζει την αποτροπή ζημιών σύνθλιψης στα φορτία και την ευστάθεια του πλοίου λόγω της δυνατότητας που η υποδιαίρεση παρέχει ως προς τον έλεγχο της κατανομής του βάρους των φορτίων. Επίσης, η μεγάλη ποικιλία και ανομοιομορφία των φορτίων που μεταφέρονται από τα πλοία αυτά αντικατοπτρίζει τη διαφορετικότητα της φορτο-εκφορτωτικής τους υποδομής και εξοπλισμού. Όμως, στο βαθμό που τα περισσότερα «τζενεραλάδικα» είναι πλοία γραμμών (liner ships), παρατηρείται η σχετική τεχνολογική εξειδίκευση κάθε πλοίου στη διακίνηση των φορτίων της συγκεκριμένης γραμμής. Κατά συνέπεια, τα φορτο-εκφορτωτικά χαρακτηριστικά που έχουν τα λίγα «τζενεραλάδικα» που κινούνται στη αγορά της «ελεύθερης» («spot» ή «tramp») ναυτιλίας ανταποκρίνονται σε γενικότερες χρήσεις και είναι χαμηλότερου τεχνολογικού επιπέδου.

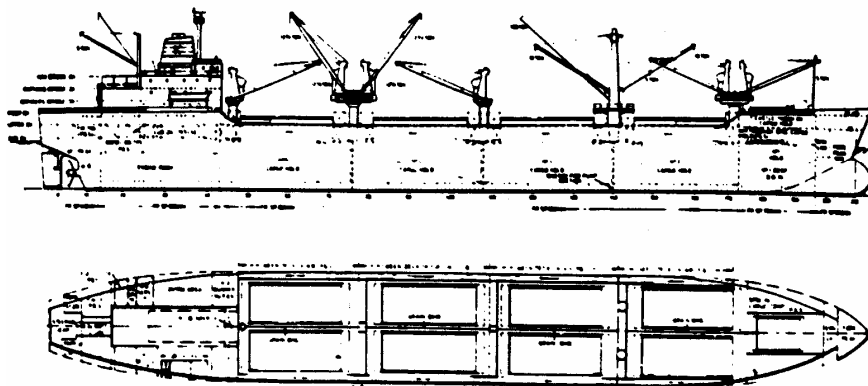
Στην περίπτωση των συσκευασμένων φορτίων, η συσκευασία είναι τέτοια ώστε να επιτυγχάνεται η στοίβαση (μεμονομένων ή πολλαπλών μονάδων συσκευασμένου) φορτίου σε παλέτες (palletised cargo), παρέχοντας έτσι τη δυνατότητα στοίβασης φορτίου με όγκο από 1.13 μέχρι 3.4 m³ και βάρος από 0.5 μέχρι 2 τόννους, (Σχήμα 17). Έτσι, η φορτο-εκφόρτωση των «παλετοποιημένων» φορτίων γίνεται με τους φορτωτήρες ή «μπίγκες» (derricks) ή/και γεραμούς ή «κρένια» (cranes) του πλοίου από τα ανοίγματα (hatches) των κυτών και ενδιάμεσων καταστρωμάτων σε συνδυασμό με τη



Σχήμα 17. Φορτο-επιπέδωση σε πλατφόρμες



Σχήμα 18. Περφοροφόρο όχημα



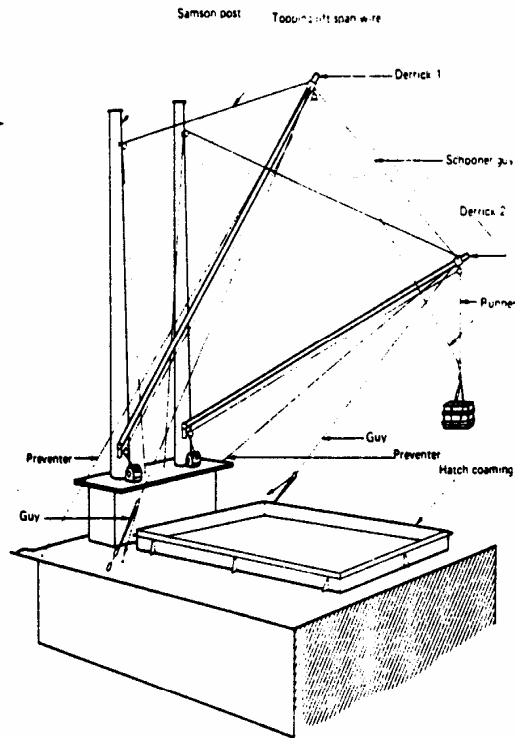
Σχήμα 19. Πλοίο τύπου "twin hatched"

χρήση περονοφόρων οχημάτων (Σχήμα 18) από την πλευρά του προβλήτα. Μερικά σύγχρονα «τζενεραλάδικα» παρέχουν την ικανότητα προσπέλασης των περονοφόρων οχημάτων από πλευρικά ανοίγματα του πλοίου και «ράμπες» (ramps), έτσι ώστε να επιτυγχάνεται η πιο γρήγορη (οριζόντια) φορτο-εκφόρτωση των αμπαριών. Πιό συνηθισμένη όμως για τα σύγχρονα «τζενεραλάδικα» είναι η διευκόλυνση της κάθετης φορτο-εκφόρτωσης μέσα από την αύξηση της επιφάνειας πρόσβασης στα κύτη με τη σχεδίαση διπλών ανοιγμάτων (twin-hatches) σε κάθε ένα από αυτά (Σχήμα 19). Οι φορτωτήρες (Σχήμα 20) παρουσιάζουν αδυναμία πρόσβασης στα απόμακρα σημεία του αμπαριού μέσα στα όρια του καθορισμένου ασφαλούς ανυψωτικού φορτίου (safer working load, SWL). Ετσι, εκτός από τη διεύρυνση του ανοίγματος του κύτους, τα πλοία εξοπλίζονται με τους υψηλότερης ανυψωτικής ικανότητας (max. 50 tons) και προσβατότητας (max. 50 m) ηλεκτρο-υδραυλικούς γερανούς.

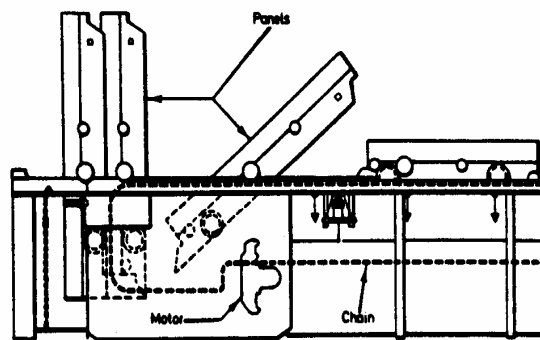
Τα πιο διαδεδομένα καλύμματα κυτών δεν είναι εννιαία αλλά αποτελούνται από χαλύβδινα «φύλλα» που κατά το άνοιγμα του αμπαριού σύρονται (από το φορτωτήρα ή το γερανό ή από κάποιο αποκλειστικό για αυτό το σκοπό μηχανισμό), περιστρέφονται (από την οριζόντια στη κάθετη θέση) και διπλώνουν στην άκρη του ανοίγματος του κύτους το ένα δίπλα στο άλλο (Σχήμα 21). Τα καλύμματα των κυτών ονομάζονται και «MacGregor», λόγω της ευρείας εφαρμογής που βρίσκει στη ναυτιλία η τεχνολογία καλυμμάτων του συγκεκριμένου κατασκευαστή. Η κάθετη προσπέλαση στους χώρους των ενδιάμεσων καταστρωμάτων γίνεται από ανυψωτικά μηχανήματα (γερανούς ή φορτωτήρες) μέσω των ανοιγμάτων των ενδιάμεσων καταστρωμάτων που επίσης καλύπτονται από αντίστοιχα καλύμματα. Η προσπέλαση στους χώρους αυτούς γίνεται και με εσωτερικούς ανελκυστήρες που κλείνουν τα ανοίγματα των ενδιάμεσων καταστρωμάτων με τις βάσεις τους.

Τα βασικά σχεδιαστικά χαρακτηριστικά των πιό διαδεδομένων μεγαλύτερων πλοίων μεταφοράς γενικού φορτίου είναι:

- 4 μέχρι 5 κύτη για την κατανομή του φορτίου με τρόπο που να διευκολύνει την προσέγγιση πολλών λιμανιών ανά δρομολόγιο,



Σχίμα 20. Φορτωτήρας γενικού φορτίου



Σχίμα 21. Καθίσματα ατμοβραχί

- πρυμναία γέφυρα και μηχανοστάσιο (μερικές φορές όμως μετά τη γέφυρα και το μηχανοστάσιο υπάρχει ακόμη ένα πρυμναίο κύτος),
- ένα ή δύο ενδιάμεσα καταστρώματα,
- πλήρης εξοπλισμός φορτο-εκφόρτωσης που περιλαμβάνει φορτωτήρες σε ζεύγη ανά κύτος καθώς και γεραμούς.

Πολλά από τα πλοία μεταφοράς γενικού φορτίου δαπανούν μεγαλύτερο χρόνο στα λιμάνια από τη θάλασσα και η διαδικασία φορτο-εκφόρτωσης παρουσιάζει υψηλή ένταση εργασίας, λόγω της γενικής αδυναμίας τυποποίησης του φορτο-εκφορτωτικού εξοπλισμού που παρέχει η ποικιλομορφία του μεταφερόμενου φορτίου. Επίσης, σε αντίθεση με άλλα πλοία η αύξηση του μεγέθους του πλοίου δεν βελτιώνει τους ρυθμούς φορτο-εκφόρτωσης. Αυτό έχει περιορίσει σημαντικά την ποντοπόρο δραστηριοποίηση των πλοίων μεταφοράς γενικού φορτίου, ενώ αντίθετα έχει ευνοήσει την επιτυχή τους δραστηριοποίηση στη μεταφορά μικρών ποσοτήτων φορτίου σε μικρότερες αποστάσεις.

Μέγεθος: Από μικρά ακτοπλοϊκά (coasters) μέχρι 35000 dwt.

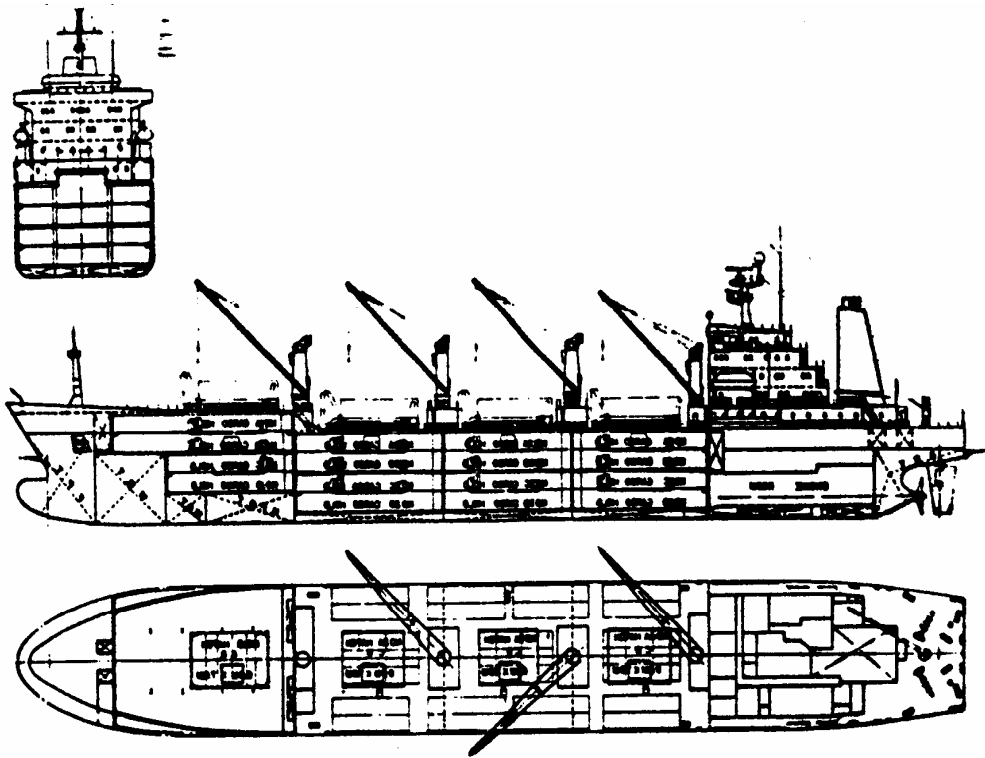
Ταχύτητα: συνήθως μεταξύ 12 και 18 κόμβους

Πλοίο ψυγείο (Refrigeration ship or Reefer)

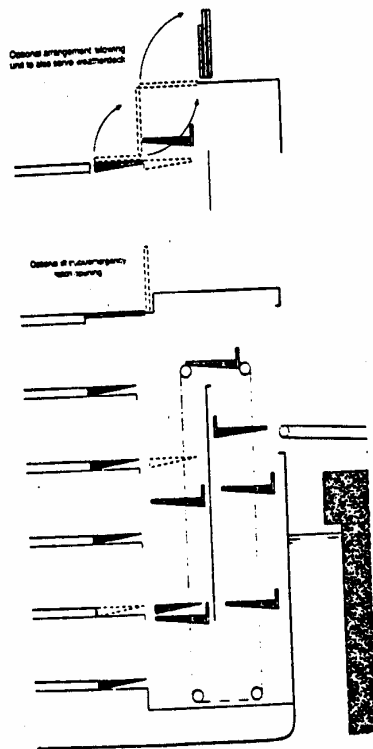
Το πλοίο αυτό είναι εξοπλισμένο με ψυκτικές εγκαταστάσεις για τη μεταφορά συσκευασμένων φορτίων, κυρίως τροφίμων, σε θερμοκρασίες κατάψυξης ή συντήρησης που κυμαίνονται μεταξύ -30° και 12° C, όπως για παράδειγμα είναι η μεταφορά κατεψυγμένων αλλιευμάτων ή κρέατος και μπανανών, αντίστοιχα. Αν και πολλά από τα μεταφερόμενα φορτία έχουν εποχιακό χαρακτήρα παραγωγής, η ζήτηση τους είναι πλέον διαχρονική και τα εξειδικευμένα αυτά πλοία μεταφέρθηκαν σιγά από την αγορά της «tramp» ναυτιλίας στην αγορά «liner». Επίσης, παρουσιάζουν τη δυνατότητα μεταφοράς σημαντικού αριθμού ψυχόμενων εμπορευματοκιβωτίων τόσο στα κύπη όσο και πάνω στο κύριο κατάστρωμα του πλοίου.

Το πλοίο ψυγείο είναι πολυ-καταστρωματικό και η σχεδίαση αυτή προκύπτει από την παρεμβολή μέχρι και 3 συνήθως ενδιάμεσων καταστρωμάτων μεταξύ του κυρίου καταστρώματος και του διπύθμενου. Οι εγκάρσιες υποδιαιρέσεις του πλοίου παρέχουν συνήθως μέχρι και 4 κύτη, που βρίσκονται μπροστά από τη γέφυρα και το μηχανοστάσιο, αν και δεν αποκλείεται η παρουσία και ενός πρυμναίου κύτους (πίσω από τη γέφυρα και το μηχανοστάσιο). Με τις βασικές υποδιαιρέσεις προκύπτουν μέχρι και 16 κλιματιζόμενα και θερμομονωμένα διαμερίσματα (Σχήμα 22). Ο ψυκτικός εξοπλισμός, που βασίζεται στη χρήση freon R22 ή αμμωνίας (για υπάρχοντα πλοία ή νεοκατασκευές, αντίστοιχα) σαν κύριο ψυκτικό μέσο, επιτυγχάνει με τη βοήθεια συστήματος αυτομάτου ελέγχου τη διατήρηση διαφορετικών θερμοκρασιών σε κάθε διαμέρισμα ξεχωριστά ή σε ζώνες. Τα τοιχώματα των διαμερισμάτων και τα καλύμματα των κυτών αποτελούνται από μεταλλικά επενδεδυμένο θερμομονωτικό υλικό, π.χ. πολυουρεθάνη, για την ελαχιστοποίηση της μεταφοράς θερμότητας. Για τη διατήρηση των χαμηλών θερμοκρασιών στους χώρους του ψυχόμενου φορτίου και την εξασφάλιση επαρκούς προσβατότητας σε αυτούς από τα φορτο-εκφορτωτικά μηχανήματα, η επιφάνεια ανοίγματος του κύτους περιορίζεται συνήθως στο 50% των διαστάσεων του. Το ύψος μεταξύ των ενδιάμεσων καταστρωμάτων είναι 2.6-2.9 m και περιορίζεται στα 2.0-2.3 m με την εγκατάσταση της θερμομόνωσης και των ψυκτικών αεραγωγών επιτρέποντας τη μεταφορά φορτίων στη πολύ συνηθισμένη για αυτά τα πλοία διάταξη της παλέτας.

Η φορτο-εκφόρτωση γίνεται συνήθως με φορτωτήρες, γεραμούς ή ανελκυστήρες του πλοίου μέσω των ανοιγμάτων των κυτών και των ενδιάμεσων καταστρωμάτων. Συχνά, όμως, παρέχονται και πολλαπλά πλευρικά ανοίγματα για την οριζόντια φορτο-εκφόρτωση του φορτίου με την προσπέλαση περονοφόρων οχημάτων (fork-lifts) στο πλοίο. Η σχεδόν καθολική «παλετοποίηση» των φορτίων στα πλοία ψυγεία έχει πρόσφατα οδηγήσει στην εγκατάσταση αυτοματοποιημένων και περίπλοκων συστημάτων φορτο-εκφόρτωσης. Τα συστήματα αυτά αποτελούνται κυρίως από τηλε-χειριζόμενους ανελκυστήρες στα πλευρικά του πλοίου, που φορτο-εκφορτώνουν τις παλέτες γρήγορα και προωθούν τη μετακίνηση τους στους εσωτερικούς χώρους του πλοίου (Σχήμα 23).



Σχίμα 22. Πλοίο ψυγείο



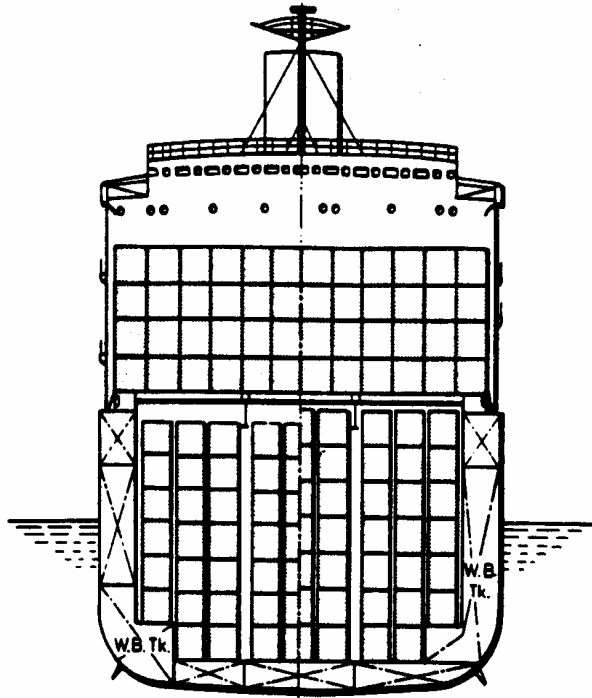
Σχίμα 23. Σίσια τηλεχειριζόμενων ανεκυστήρων φορτο-εξφόρτωσης παλλετιών

Μέσο Μέγεθος: 10000-17000 m³ (350000-600000 ft³) ή 8000-15000 dwt
3500-6000 παλέτες και 200-500 εμπορευματοκιβώτια
Ταχύτητα: μεταξύ 20 και 23 κόμβων

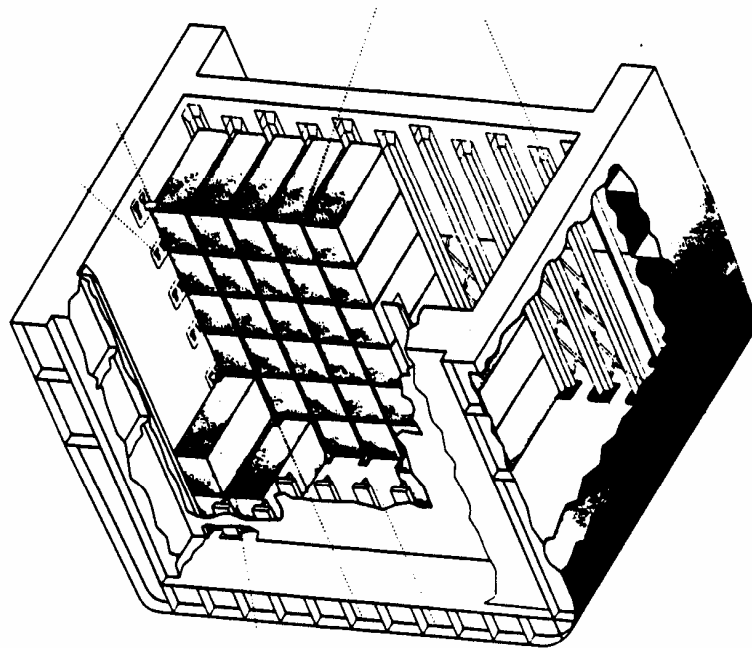
Πλοίο μεταφοράς εμπορευματοκιβωτίων (Container ships)

Η ανάγκη μοναδοποίησης των φορτίων για την επιτάχυνση της φορτο-εκφόρτωσης και γενικότερα την επίτευξη μιας συνολικά (door-to-door) υψηλής μεταφορικής απόδοσης στα πλαίσια των συνδυασμένων μεταφορών (intermodal transport) ικανοποιήθηκε από την πλευρά της θάλασσας με την εισαγωγή του εμπορευματοκιβωτίου στη ναυτιλία και την κατασκευή εξειδικευμένων πλοίων για τη μεταφορά τους. Τα πλοία αυτά είναι σχεδιασμένα για τη μεταφορά μεγάλου αριθμού εμπορευματοκιβωτίων που τοποθετούνται μέσα στα κύτη και πάνω από το κύριο κατάστρωμα (Σχήμα 24). Τα πρώτα πλοία μεταφοράς Ε/Κ εμφανίστηκαν στο τέλος της δεκαετίας του '50 και ήταν βασικά μετασκευές άλλων πλοίων, όπως γενικού φορτίου και δεξαμενοπλοίων. Σήμερα, ο πιο διαδεδομένος τύπος πλοίου είναι τα «κυψελωτά» (cellular) που διαθέτουν χαλύβδινους «οδηγούς» (cell guides) στοιβασίας των Ε/Κ (Σχήμα 25). Οι «οδηγοί» στοιβασίας των Ε/Κ επιτρέπουν μόνο την κάθετη μετακίνησή τους, ενώ στα πλοία τύπου «box» τα Ε/Κ που στοιβάζονται πέρα του καταστρώματος δένονται (lashed) (Σχήμα 26) πάνω στα χαλύβδινα καλύμματα των κυτών που είναι γνωστά ως «ronotoons» ή «ποντούνια». Το ύψος επέκτασης των «οδηγών» της κυψελωτής κατασκευής παρέχει τη βασική διάκριση μεταξύ των πλοίων τύπου «box» και «hatch coverless» (Σχήμα 27). Στα «hatch coverless», η κατάργηση των καλυμμάτων των κυτών (hatch covers) παρέχει τη δυνατότητα επέκτασης των «οδηγών» στοιβασίας πέρα του ύψους του καταστρώματος.

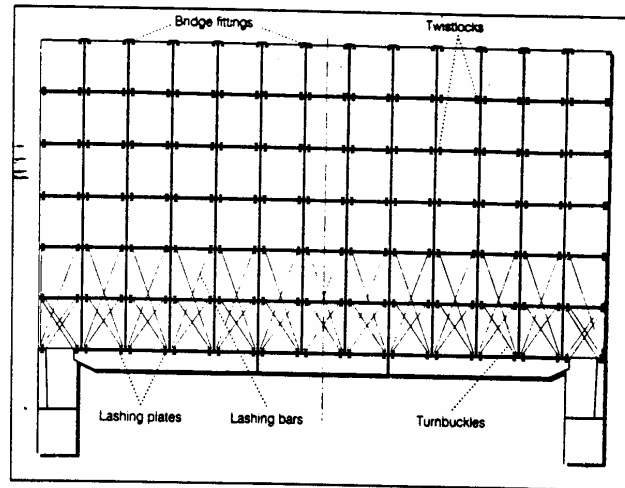
Η μεταφορική ικανότητα του πλοίου εκφράζεται σε TEU (Twenty-foot Equivalent Units), που ανταποκρίνεται στο μέγιστο αριθμό μεταφερόμενων Ε/Κ μήκους 20 ποδιών, καθώς και σε FEU (Forty-foot Equivalent Units) για τα κοντέινερ των 40 ποδιών, αντίστοιχα. Επιπρόσθετα, τα πλοία παρέχουν τη τεχνική δυνατότητα μέσω ηλεκτροδοτικών παροχών (refer points ή sockets) για μεταφορά ψυχόμενων Ε/Κ (reefer containers) σε ποσοστό περίπου 10% της συνολικής μεταφορικής ικανότητας του πλοίου.



Σχήμα 24. Ευκαρπία διατομή η/οίου μεταφοράς
Εμπορευματοκιβωτίων.



Σχήμα 25. Σκελετός σταθμίσιας Ε/Κ.



Σχήμα 26. Στοιβάσια Ε/Κ στο κατάστρωμα (lashed)



Σχήμα 27. Πλαίσιο μεταφοράς Ε/Κ "fully cellular"

Το χαρακτηριστικό στοιχείο των πλοίων μεταφοράς Ε/Κ είναι η μονοκαταστρωματική τους σχεδίαση καθώς και τα μεγάλα ανοίγματα των κυτών. Η επιφάνεια του ανοίγματος των κυτών καθορίζεται από τις διαστάσεις των Ε/Κ και φθάνει το 80-90% του πλάτους του πλοίου. Στα περισσότερα πλοία μεταφοράς Ε/Κ η γέφυρα και το μηχανοστάσιο βρίσκονται στην πρύμνη, ενώ στα μεγαλύτερα από αυτά στα 3/4 του μήκους (από την πλώρη) του πλοίου. Τα πλοία μεγέθους «panamax» (4000-4500 TEU) διαθέτουν από 8 μέχρι 9 κύτη.

Η κατανομή Ε/Κ πάνω από το κατάστρωμα και στα κύτη καθορίζεται κυρίως ανάλογα με τα όρια ευστάθειας του πλοίου αλλά και τα όρια συνθλιπτικής αντοχής των χαμηλότερα στοιβασμένων Ε/Κ. Συνεπώς, τα ελαφρύτερα Ε/Κ τοποθετούνται ψηλότερα και συνήθως πάνω από το κατάστρωμα. Στα πλοία Panamax μπορούν να τοποθετηθούν εγκάρσια στα κύτη και στο κατάστρωμα μέχρι 12 και 13 Ε/Κ, αντίστοιχα ενώ η κατανομή κάθετης στοιβασίας φθάνει τα 8 και 5 Ε/Κ, αντίστοιχα (Σχήμα 28). Ένα τυπικό «Post-Panamax» με μεταφορική ικανότητα 5000 TEU μπορεί να μεταφέρει εγκάρσια στα κύτη και στο κατάστρωμα 14 και 16 Ε/Κ σε ύψος 9 και 4 Ε/Κ, αντίστοιχα, ενώ για περισσότερα από 5000 TEU το ύψος στο κατάστρωμα μπορεί να φθάσει μέχρι και 5 Ε/Κ. Στα πλοία τύπου «hatch coverless» δεν παρατηρείται αριθμητική διαφορά στην εγκάρσια στοιβασία λόγω της σχεδιαστικής συνέχειας του «κυψελωτού» σκελετού κάτω και πάνω από το κατάστρωμα.

Οι προδιαγραφές των Ε/Κ καθορίζονται από τον ISO και είναι χαλύβδινες κατασκευές με 20 ή 40 πόδια (6.09 ή 12.18 m) μήκος, 8 πόδια (2.591 m) πλάτος και 8 πόδια και 6 ίντσες (2.438 m) ύψος, ενώ υπάρχουν και σε άλλες λιγότερο διαδεδομένες διαστάσεις. Οι προδιαγραφές διαστάσεων, βάρους και χωρητικότητας παρουσιάζονται στον Πίνακα V.

Με βασικά κριτήρια την ευστάθεια και την αντοχή του πλοίου, η βέλτιστη κατανομή του φορτίου στο πλοίο επιτυγχάνεται με τον έλεγχο του βάρους των Ε/Κ, ενώ παράλληλα η σχεδίαση των πλοίων παρέχει μια χαρακτηριστικά υψηλή ικανότητα ερματισμού.

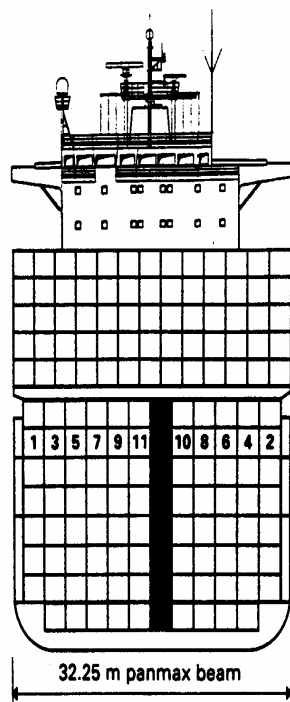
ΠΙΝΑΚΑΣ V: Διαστάσεις, χωρητικότητα και βάρος Ε/Κ

Μήκος (ft)	ΜήκοςxΠλάτοςxΥψος (m)	ΧΩΡΗΤΙΚΟΤΗΤΑ (m ³)	ΒΑΡΟΣ (kg)	
			ΑΦΟΡΤΑ	ΕΜΦΟΡΤΑ
20	6.058 x 2.438 x 2.591	33	2330	24800
40	12.192 x 2.438 x 2.591	67	4150	30480

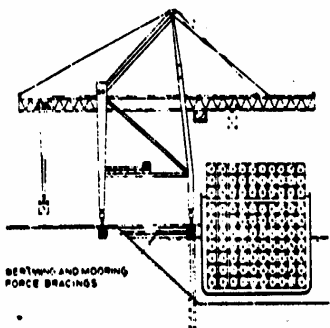
Η φορτο-εκφόρτωση των Ε/Κ στα μεγαλύτερα πλοία γίνεται μέσω των λιμενικών γερανογεφυρών (gantry cranes) (Σχήμα 29) με ρυθμό 20-40 Ε/Κ την ώρα (ή 400-1200 τόν/ώρα), ενώ η εξειδίκευση των τερματικών σημείων διακίνησης Ε/Κ έχει περιορίσει τη χρήση γερανών τύπου «level-luffing» (Σχήμα 30). Η διακίνηση Ε/Κ στο λιμενικό χώρο γίνεται με τα οχήματα στοιβάσις και μεταφοράς Ε/Κ, (ΟΣΜΕ), όπως τα «straddle carriers» και μεγάλα περνοφόρα οχήματα (Σχήμα 31). Κατά συνέπεια, τα μεγαλύτερα πλοία μεταφοράς Ε/Κ δεν φέρουν φορτο-εκφορτωτικό εξοπλισμό και χαρακτηρίζονται «gearless», ενώ πολλά από τα πιο σύγχρονα μικρότερα πλοία διαθέτουν γερανογέφυρες και γεραμούς για να καθίσταται εφικτή η προσέγγιση λιμανιών με ελλιπής εξοπλισμό φορτο-εκφόρτωσης καθώς και η ευχερής στοιβάσις των Ε/Κ επί του πλοίου.

Γενιά Μεγέθους	Έτος Γενιάς	TEU	Ολ. Μήκος (m)	Μεγ. Πλάτος (m)	Μέγ. Βύθισμα (m)
1	1972	< 1500	225	24.5	9.00
2	1980	< 3000	275	27.5	10.0
3	1987	< 4500	300	32.2	11.5
4	1997	< 6600	320	40.0	14.3
5	1999	≈ 8000	347	42.6	14.5
Μέλλον	?	?	?	?	?

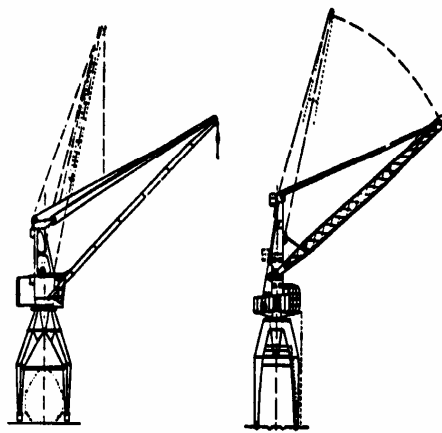
> 3: Post-Panamax



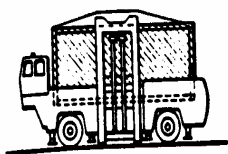
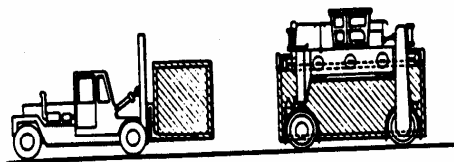
Σχήμα 28. Εγκάρσια διατομή πλοίου μεταφοράς Ε/Κ μεγίστους "Panamax".



Σχήμα 29. Τετραπόδι γέφυρα "gantry crane"



Σχήμα 30. Γερανοί level luffing



Σχήμα 31. Οχήματα σταθμεύση και μεταφοράς Ε/Κ, (ΟΣΜΕ)

Τα μικρότερα πλοία μεταφοράς Ε/Κ ονομάζονται και «τροφοδοτικά» (feeders) και δραστηριοποιούνται κυρίως μεταξύ των διαμετακομιστικών κέντρων και των τελικών προορισμών Ε/Κ. Η μεταφορική τους ικανότητα συνεχώς αυξάνεται καθώς αυτή ορίζεται σε πλήρη αντιστοίχιση με την παρατηρούμενη τάση γιγαντισμού των πλοίων μεταφοράς Ε/Κ, στο βαθμό που η προσέγγιση όλων και μεγαλύτερων πλοίων (mother ships) στα όλο και μεγαλύτερα διαμετακομιστικά (transshipment) κέντρα αναγκαστικά οδηγεί και στην αύξηση του μεγέθους των τροφοδοτικών (feeder) πλοίων.

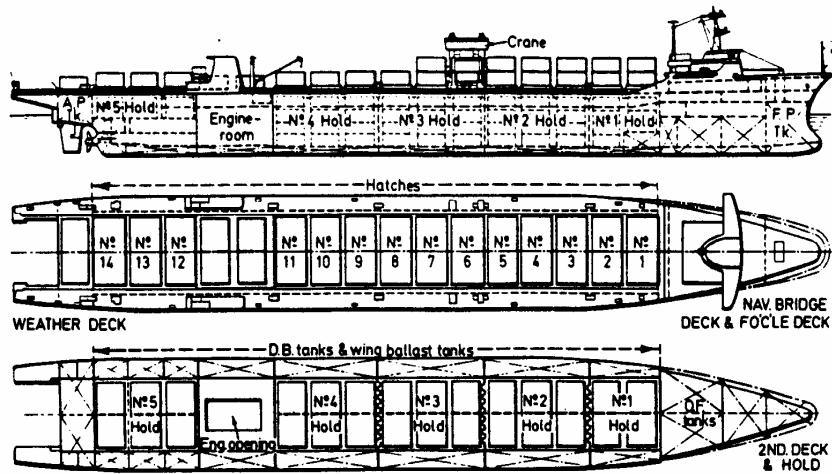
Ταχύτητα: μεταξύ 15 και 25 κόμβους (για μικρά και μεγάλα δρομολόγια, αντίστοιχα).

Πλοίο μεταφοράς φορηγίδων (Barge carrier)

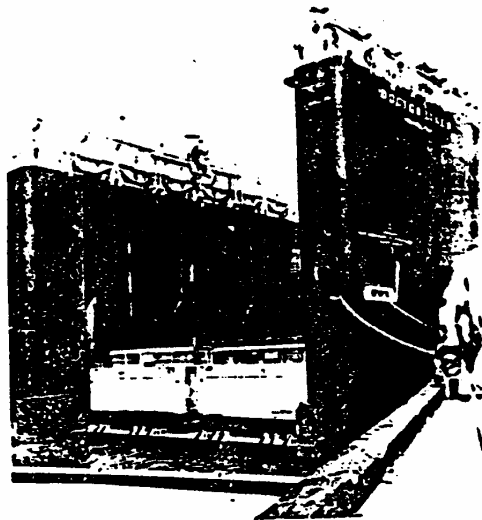
Στην κατεύθυνση κυρίως μοναδοποίησης των ξηρών φορτίων χύδην, τα φορηγιδοφόρα πλοία έκαναν την εμφάνισή τους στις θαλάσσιες μεταφορές πριν από 40 περίπου χρόνια. Το πλοίο μεταφέρει ένα αριθμό φορηγίδων ίσου μεγέθους που περιέχουν το φορτίο. Με την εκφόρτωσή τους από το πλοίο, οι φορηγίδες συνήθως ρυμουλκούνται και σπανίως αυτοπροωθούνται σε τερματικά σημεία που είναι φυσικά αδύνατο (κανάλια, ποταμούς) ή οικονομικά ασύμφορα να προσεγγίσει το φορηγιδοφόρο πλοίο. Οι πιο διαδεδομένες κατασκευαστικές παραλλαγές αυτών των πλοίων είναι:

α. LASH (Lighter Aboard SHip). Τα περισσότερα μεταφέρουν από 50 μέχρι 100 φορηγίδες περίπου 400 dwt, μήκους 19 m, πλάτους 9.5 m και ύψους 4.5 m, με μέγιστο βάρος περίπου 450 τόννων. Το πλοίο φέρει περίπου 5 κύτη με διπλά καλύμματα (ένα μπροστά και ένα πίσω). Μέσα στα κύτη και πάνω στα καλύμματα οι φορηγίδες στοιβάζονται εγκάρσια σε ζεύγη (μια μπροστά και μια πίσω), ενώ η κατανομή στοιβάσας ανά ύψος στα κύτη και στα καλύμματα είναι 4 και 2, αντίστοιχα. Οι φορηγίδες φορτο-εκφορτώνονται με πρυμναία γερανογέφυρα ανυψωτικής ικανότητας περίπου 500 τόννων, (Σχήμα 32).

β. SEABEE. Τα περισσότερα πλοία μεταφέρουν γύρω στις 40 φορηγίδες 850 dwt, μήκους 30 m, πλάτους 11 m και ύψους 5 m περίπου, ενώ το μέγιστο βάρος τους μόλις περνά τους 1000 τόννους. Οι φορηγίδες φορτο-εκφορτώνονται ανά ζεύγη (μια δεξιά και μια αριστερά) με βυθιζόμενο/



Σχήμα 32. Πλοίο τύπου LASH



Σχήμα 33. Πλοίο τύπου SEABEE



Σχήμα 34. Πλοίο τύπου ΒΑCΑΤ (Barge Aboard CATamaran)

αναδύομενο ανελκυστήρα της πρύμνης και μεταφέρονται οριζόντια σε ράγες

για να στοιβαστούν σε τρία εσωτερικά καταστρώματα, (Σχήμα 33).

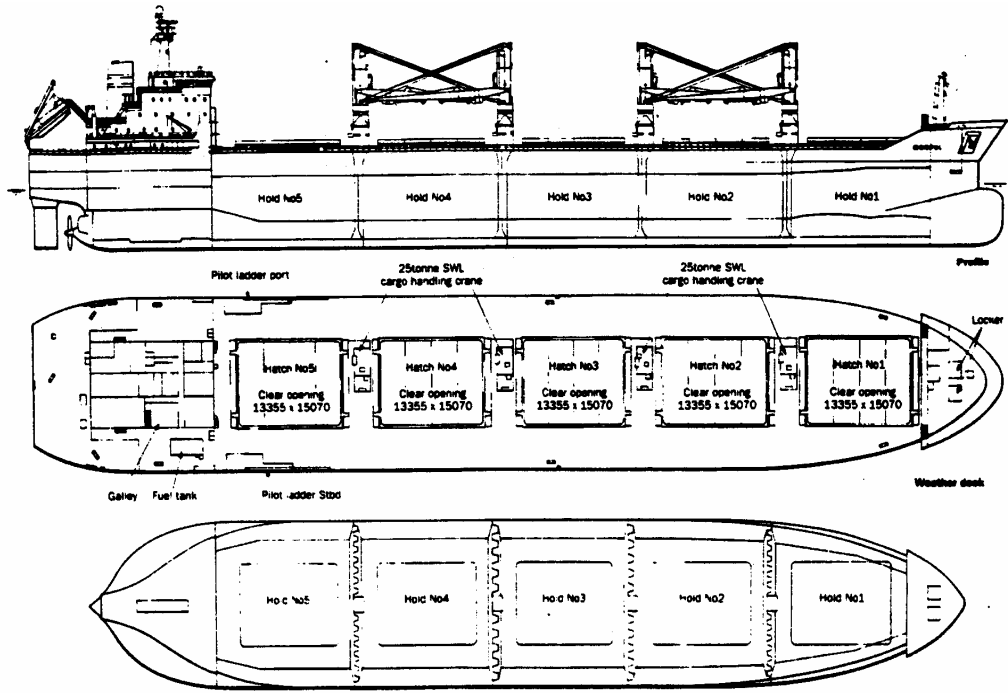
γ. Στα τύπου BACAT μικρός αριθμός (<10) φορηγίδων φορτο-εκφορτώνονται πλωτά μέσω πωραίας θύρας τοποθετημένης μεταξύ των πλευρικών γαστρών του (κατά βάση καταμαράν) φορηγιδοφόρου πλοίου, (Σχήμα 34).

Μέγεθος: \approx 35000-45000 dwt, BACAT <5000 dwt, Ταχύτ.: 15-18 κόμβοι

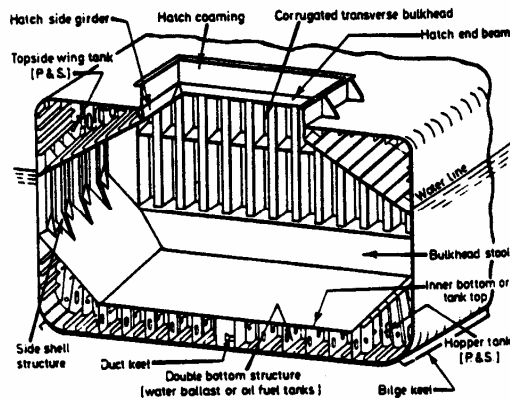
Πλοίο μεταφοράς ξηρού φορτίου χύδην (Bulk carrier)

Το πλοίο αυτό είναι σχεδιασμένο για τη μεταφορά ξηρού χύδην («σκόρπιου») φορτίου. Εκτός από τα «κοκκοποιημένα» (grained) ξηρά φορτία, π.χ. σιτηρά, μεταλλεύματα, κάρβουνο, λιπάσματα, ζωοτροφές, ζάχαρη, τσιμέντο, κλπ, μεταφέρονται και άλλα «σκόρπια» φορτία μεγαλύτερου μεγέθους, όπως ακατέργαστη ξυλεία (κορμοί δένδρων) στα λεγόμενα «loggers», και προϊόντα ξυλείας και χαρτοποιείας (π.χ. «ρολοί τυπογραφικού χάρτου).

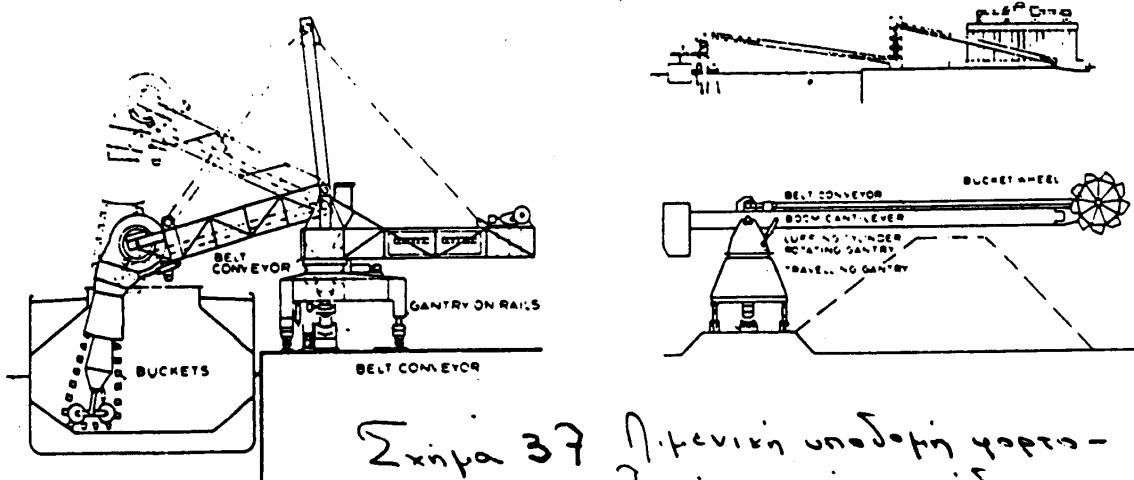
Τα πλοία μεταφοράς ξηρού φορτίου χύδην είναι κατά κανόνα μονού καταστρώματος (single deck) που μπορεί να καλύπτει μέχρι και 15 κύτη φορτίου, ενώ η θέση του μηχανοστάσιου καθώς και του «κομοδέσιου» και γέφυρας είναι στην πρύμνη, (Σχήμα 35). Η εγκάρσια διατομή του κύτους ενός τυπικού «μπάλκερ» παρουσιάζεται στο Σχήμα 36. Τα πλευρικά των κυτών του πλοίου είναι διαμορφωμένα έτσι ώστε να αποφεύγεται η μετατόπιση του «κοκκοποιημένου» φορτίου κατά την πλεύση. Αυτό εξασφαλίζεται με την κατασκευή πλευρικών δεξαμενών καταστρώματος (top side tanks ή top wing tanks). Οι δεξαμενές αυτές είναι τριγωνικής διατομής και η έδρα ή το τοίχωμα που αντιστοιχεί στην υποτείνουσα της διατομής τους προσαρμόζεται προς το κύτος, έτσι ώστε κατά την στοιβασία του φορτίου δεν προκύπτουν κενά στο πάνω μέρος του κύτους και εξασφαλίζεται η μη-μετατόπισή του. Επίσης, στην περίπτωση μεταφοράς ξηρών φορτίων χύδην, η κατασκευή πλευρικών δεξαμενών πυθμένα (hopper tanks ή bottom wing tanks) επιφέρει την συσσώρευση του φορτίου στο κέντρο του κύτους και διευκολύνει την εκφόρτωσή του. Παράλληλα, οι δεξαμενές αυτές μαζί με το (απαραίτητο) διπύθμενο χρησιμεύουν για την μεταφορά έρματος, όταν αυτό κρίνεται απαραίτητο.



Σχίμα 35. Πλοίο πετρελίου τύπου γαργιου χύδην



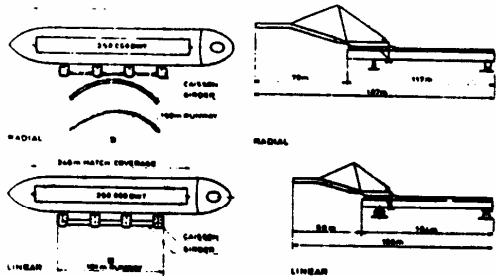
Σχίμα 36. Εργαλεία διατομή "Bulket"



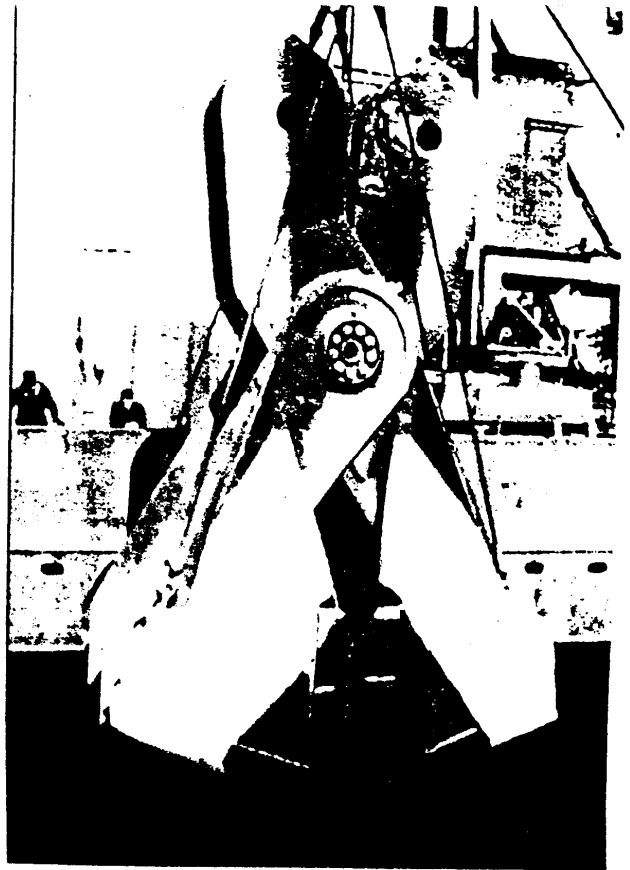
Σχίμα 37. Πιλενική υποδομή γαργιου - ερπύλωνος τύπου γαργιου χύδην

Στα μεγαλύτερα πλοία μεταφοράς ξηρού φορτίου χύδην η διαδικασία φορτο-εκφόρτωσης βασίζεται συνήθως στα λιμενικά μέσα. Συνεπώς, τα πλοία αυτά, κατά τη μεταφορά «κοκκοποιημένων» φορτίων, η φορτο-εκφόρτωση γίνεται κυρίως με λιμενικά μέσα που εξασφαλίζουν τη συνεχή ροή του φορτίου, όπως αντλητικά μέσα (για τα ελαφρύτερα φορτία) και με συνδυασμό «κουταλοφόρων» (buckets) γερανών ή τροχών και κυλιόμενης ταινίας (conveyor belt), (Σχήμα 37), για τα βαρύτερα (π.χ. σιδηρομετάλλευμα). Οι γερανογέφυρες (gantry cranes) χρησιμοποιούνται πρόσφατα για την ευχερέστερη προσέγγιση των κυτών του πλοίου (Σχήμα 38), ενώ στα πλαίσια της τεχνολογικής εξέλιξης οι «χούφτες ή αρπάγες» (grabbers) (Σχήμα 39) αποτελούν τα πρώτα μέσα χειρισμού του φορτίου. Στην περίπτωση που τα πλοία αυτά μεταφέρουν άλλα (ευμεγέθη) φορτία, η φορτο-εκφόρτωσή τους γίνεται κυρίως με λιμενικά γερανοφόρα μέσα, που διαθέτουν «άγκιστρα», «σαμπάνια», «σχοινιά» και άλλα εξαρτήματα προσαρμογής του φορτίου. Η τεχνολογία της συνεχούς αυτο-φορτο-εκφόρτωσης (self-unloaders, -loaders) εφαρμόζεται σε πλοία μικρότερου σχετικά μεγέθους (<50000 dwt), (Σχήμα 40). Επίσης, αξιόλογα είναι τα τεχνολογικά επιτεύγματα στην σχεδίαση και κατασκευή κλειστών συστημάτων που ελαχιστοποιούν τη ρύπανση της ατμόσφαιρας από την εκπομπή σκόνης κατά τη διαδικασία της φορτο-εκφόρτωσης των ξηρών φορτίων χύδην, (Σχήμα 41).

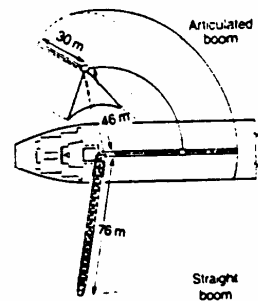
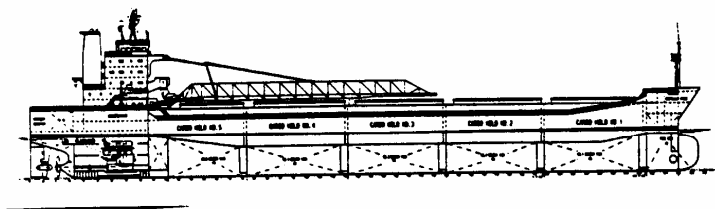
Αν και η φορτο-εκφόρτωση των πλοίων αυτών διευκολύνεται από τη γεωμετρία του κύτους, η προσβατότητα των φορτο-εκφορτωτικών μηχανημάτων στα κύτη συνεχίζει να είναι σημαντική για την απόδοση αυτής της διαδικασίας και τον περιορισμό των τυχόν ζημιών στα κύτη από τα φορτο-εκφορτωτικά μηχανήματα, όπως από τις «αρπάγες». Έτσι, τα ανοίγματα των κυτών καταλαμβάνουν περίπου το 45% του πλάτους του πλοίου και 65% του μήκους του κύτους, ενώ το πλάτος του πλοίου είναι συνήθως μεγαλύτερο του μήκους του κύτους. Τα χαλύβδινα καλύματα των κυτών είναι συρόμενου τύπου και ενώ στα περισσότερα πλοία τοποθετούνται μπροστά και πίσω από τα ανοίγματα των κυτών, στα μεγαλύτερα «μπάλκερς» κινούνται πλευρικά, (Σχήμα 42).



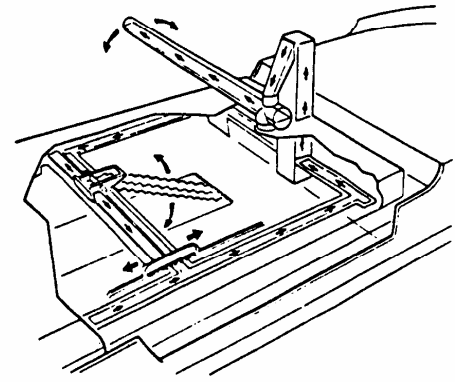
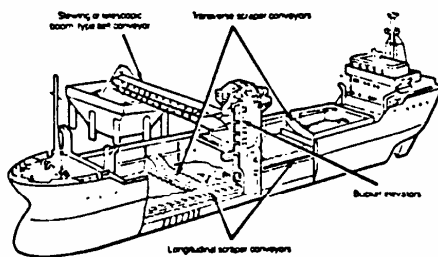
Σχήμα 38. Ακτινική και ευθύγραμμη γάρτωση



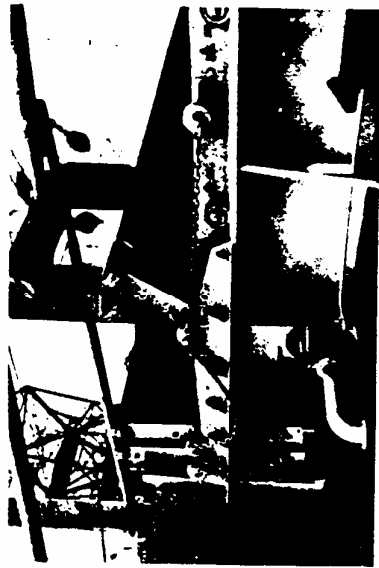
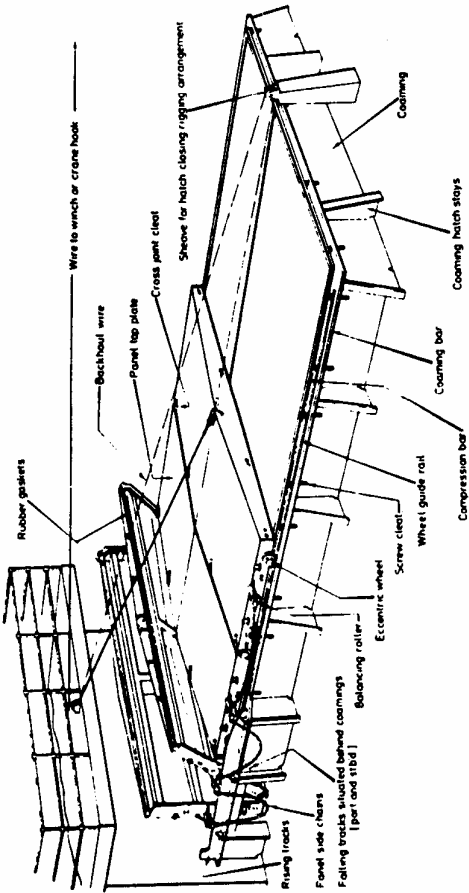
Σχήμα 39. Πορτο-εξφορτωτική άρμα ή "χούφτα" (grab).



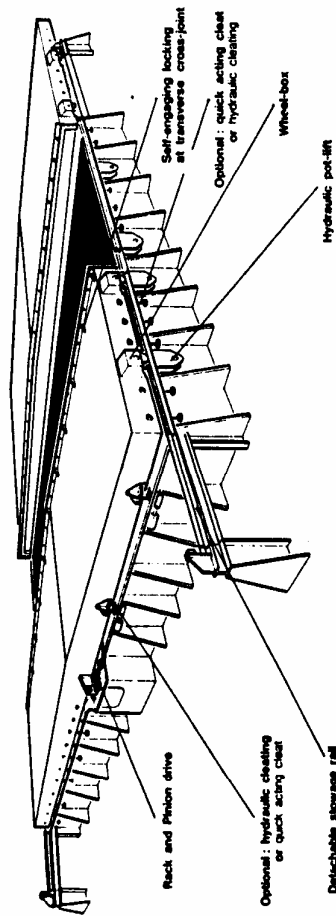
Σχήμα 40. Αυτό-εξφορτωόμενο "bulker"



Σχήμα 41. Κλειστό σύστημα αυτο-εξφόρτωσης "bulker"



Diapirous Oxiθones




Πλαστικός Οξιοθόνης

Σελίδα 42 Κολυμβησιολογίου "Bulwags"

Το εύρος του συντελεστή στοιβασίας των ξηρών χύδην φορτίων είναι μεγάλο, Πίν. VI. Συνεπώς, λαμβάνοντας υπόψη τους περιορισμούς των γραμμών φόρτωσης (δηλ. τα όρια μέγιστου επιτρεπτού βυθίσματος), ένα μεταφορικά ευέλικτο πλοίο φορτίου χύδην μεταφέρει κάρβουνο και σιτηρά σε όλα τα κύτη ή μετάλλευμα σε εναλλασσόμενα κύτη.

Μέγεθος:

	Μέγεθος (DWT)	Αριθμός Πλοίων	% Παγκόσμιο Στόλο Bulker
Handysize	10 - 34,999 dwt	2,556	48%
Handymax	35 - 49,999 dwt	1,283	24%
Panamax	50 - 79,999 dwt	993	19%
Capesize	80 - 199,000dwt	494	9%
Very Large Bulk Carrier	> 180,000 dwt *	10	0.2%

*Υπάρχει μόνο ένα πλοίο άνω των 320,000 dwt.

Τα «handysize» που δραστηριοποιούνται στην περιοχή των Μεγάλων Λιμνών του Καναδά (από το θαλασσο-διάδρομο του Αγ. Λαυρεντίου) ονομάζονται «Lakers» στο βαθμό που διαστατικά ανταποκρίνονται στους περιορισμούς διέλευσης που παρουσιάζει η περιοχή αυτή και το μέγεθός τους κυμαίνεται μεταξύ 20000 και 30000 dwt.

Μέχρι και το μέγεθος του «handymax», τα πλοία μεταγοράς ξηρού φορτίου χύδην συνήθως διαθέτουν δικά τους φορτο-εκφορτωτικά μέσα και χαρακτηρίζονται «geared», σε αντίθεση με τα μεγαλύτερα «bulkiers» που (όπως προαναφέρθηκε) δεν έχουν φορτο-εκφορτωτική αυτοδυναμία, δηλ. είναι «gearless».

Ταχύτητα: 13-17 κόμβους.

Τα πλοία που προορίζονται αποκλειστικά για τη μεταφορά μεταλλεύματος (ore carriers) μεταφέρουν συνήθως σιδηρομεταλλεύματα (iron ore) με συντελεστή στοιβασίας περίπου 0.5 m³/ton. Κατά συνέπεια, ο χώρος μεταφοράς είναι μικρός για ένα δεδομένο πρόσθετο ή νεκρό βάρος του πλοίου, στοιχείο που είναι εμφανές από την εγκάρσια διατομή του κύτους,

Πίνακας VI. Συντελεστές Στοιβασίας Ξηρού Φορτίου Χύδην.

Φορτίο	κυβ. πόδια /τόν.	κυβ. μέτρ. / τόν.
Blast Furnace Slag	75	2.214
Clay	25/30	0.708/0.849
Coke (Sized)	68	1.925
Coke (Breeze)	48/50	1.359/1.416
Coal (duff/dross)	43	1.217
Coal (grains)	45	1.274
Coal (peas)	46	1.302
Coal (beans)	46	1.302
Coal (small & large nuts)	47	1.331
Coal (cobbles)	50	1.416
Copper concentrate	14/18	0.396/0.509
Copra	80	2.265
Ferrosilicon	25	0.708
Ferrochrome	15	0.424
Ferromanganese	25/30	0.708/0.849
Ferrokuanite	25/30	0.708/0.849
Ferrofouspar	20	0.566
Ferrokyanite	30	0.849
Ferropyrophyte	30	0.849
Σιτηρά		
Barley C-1	53	1.501
Barley C-2	56	1.585
Barley C-3	60	1.699
Buckwheat	58	1.642
Cottonseed	65	1.840
Sorghum	60	1.699
Maize	48	10359
Oats	67	1.897
Wheat	44	1.246
Sunflower seed	70	1.982
Amber Durum Wheat	42	1.1893
Red Spring Wheat	42.5	1.21
Feed Wheat	44 - 45	1.2459 - 1.2742
Peas	42 - 43	1.1893 - 1.2763
Rye	44	1.2459
Lentils	41.5 - 43	1.1751 - 1.2763
Malt Barley	47 - 49	1.3308 - 1.3875
Canola Meal Pellets	48 - 49	1.3592 - 1.3875
Buckwheat	49 - 50	1.3875 - 1.4158
Feed Barley	51	1.444
Canola	52.5	1.4866
Mustard Seed	52 - 54	1.4274 - 1.5291
Canola Meal	65 - 68	1.699 - 1.9255
Mixed Feed Oats	60 - 68	1.699 - 1.9255
Flax seed	53.5	1.5150
Μεταλλεύματα		
Alumina	18/24	0.509/0.679
Antimony	30	0.849
Chrome	15/16	0.424/0.453
Corundum	22/24	0.624/0.679
Galena	13/14	0.368/0.396
Iron	12/17	0.339/0.481
Lead	12/18	0.339/0.509
Lithium	25	0.708
Manganese	12	0.339
Pyrites	20/35	0.566/0.991

Sillimanite	26/30	0.736/0.849
Tungsten	26	0.736
Uranium	17/18	0.481/0.509
Vanadium	23	0.651
Vermiculite	50	1.416
Petalite	35	0.991
Pig Iron	12/15	0.339/0.424
Quartzite	28/30	0.793/0.849
Salt	40	1.132
Sulphur	38/40	1.706/1.132
Sugar	42/44	1.189/1.246
Zinc Concentrate	20	0.566
Neobulk		
Kraft Liner Board	101/110	2.860/3.115
Fluting Paper	120/131	3.398/3.709
Newsprint	60/70	1.699/1.982
Pulp	55	1.557
Λοιπά		
Pig Iron	12/15	0.339/0.424
Quartzite	28/30	0.793/0.849
Salt	40	1.132
Sulphur	38/40	1.076/1.132
Sugar	42/44	1.189/1.246
Zinc Concentrate	20	0.566
Κατεψυγμένα Φορτία		
Frozen Boneless Beef	65/70	1.840/1.992
Frozen Cooked Beef	85	2.419
Frozen Fish Fillets	55/60	1.566/1,708
Frozen Fish Whole	70	1.992
Frozen Squid	55	1.566
Frozen Butter	65	1.840
Chilled Beef (Cartons)	100	2.846
Cheese	60/70	1.708/1.992
Potatoes	70/75	1.992/2.135
Frozen Shrimp (Cartons)	64	1.81264
Frozen Spiny Lobster (Crayfish) Cartons	40	1.132

(Σχήμα 43). Η μεταφορά μεταλλεύματος υπαγορεύει την ανάγκη συμμετοχής χάλυβα υψηλής αντοχής σε ένα αρκετά μεγάλο ποσοστό της χαλύβδινης κατασκευής του πλοίου. Ο μέγιστος αριθμός των κυτών που είναι ιδιαίτερα επιμήκη φθάνει τα 7 για πλοία πάνω από 150000 dwt. Το πλάτος του κύτους μόλις φθάνει το 50% του πλάτους του πλοίου και ενώ το πλάτος του ανοίγματος του κύτους δεν υπερβαίνει το 50% του πλάτους του κύτους, η προσβατότητα των φορτο-εκφορτωτικών διευκολύνεται από το μεγάλο μήκος του ανοίγματος των κυτών.

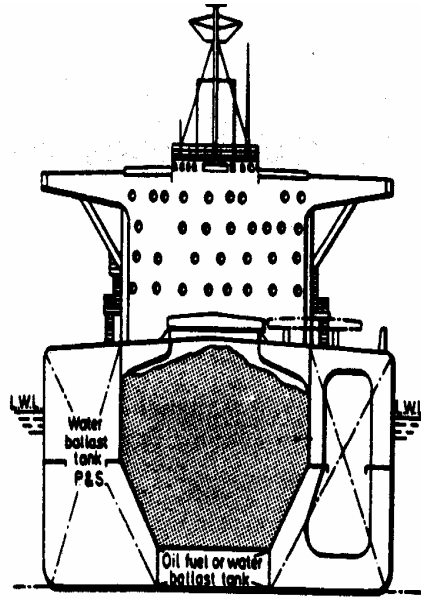
Πλοίο συνδυασμένων (μικτών) φορτίων χύδην (Combination bulk carrier)

Πολλά πλοία φορτίου χύδην είναι κατασκευασμένα για την συνδυασμένη μεταφορά πετρελαιοειδών ή ξηρών φορτίων. Η κατασκευή στερείται ενδιάμεσων καταστρωμάτων (single deck) και τυχόν διαφορές στην εγκάρσια διαμόρφωση των κυτών οφείλονται στις ιδιαιτερότητες των φορτίων.

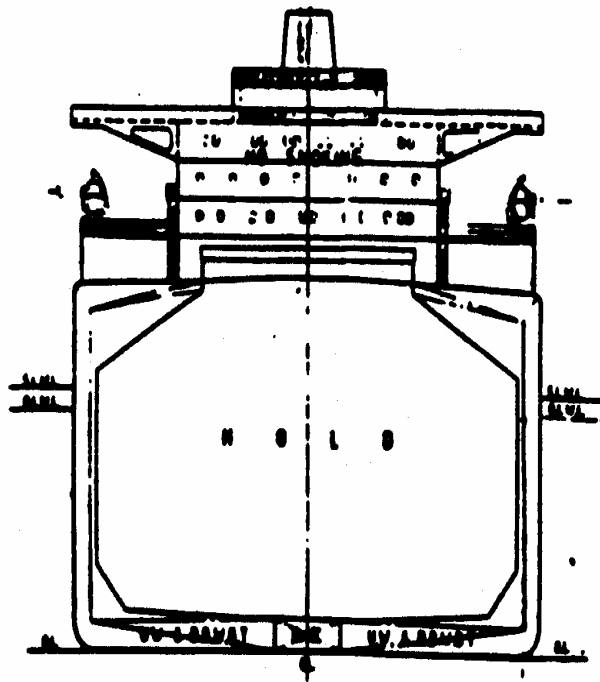
Στις σύγχρονες κατασκευές των πλοίων αυτών προβλέπεται η σχεδίαση διπλών τοιχωμάτων λόγω της μεταφοράς των πετρελαιοειδών φορτίων, ενώ και στη περίπτωση αυτή υψηλή είναι η συμμετοχή χάλυβα υψηλής αντοχής. Η φορτο-εκφορτωση των ξηρών φορτίων χύδην γίνεται με τον ίδιο εξοπλισμό που χρησιμοποιείται για τα πλοία αποκλειστικής μεταφοράς ξηρού φορτίου χύδην. Τα υγρά φορτία φορτο-εκφορτώνονται με άντληση που μπορεί να φθάσει την ικανότητα 15000 m³/hour ανά πλοίο ή 5000 m³/hour ανά αντλία. Οι ταχύτητες είναι ανάλογες των πλοίων μεταφοράς ξηρού φορτίου χύδην. Από την άποψη της κατασκευής τα πλοία αυτά είναι αυξημένης αντοχής.

Διακρίνουμε τους τύπους:

α. Πλοία μεταφοράς πετρελαίου ή μεταλλεύματος (Oil/Ore, OO). Η εγκάρσια διατομή του πλοίου είναι περίπου ίδια με αυτή του πλοίου μεταφοράς μεταλλεύματος, αλλά επειδή τα κύτη δεν είναι τόσο επιμήκη προκύπτουν ένα ή δύο επιπρόσθετα κύτη σε σχέση με ένα μεταλλευματοφόρο αντίστοιχου μεγέθους. Τα μεγαλύτερα πλοία φθάνουν 300000 dwt, ενώ το πιο συνηθισμένο μέγεθος είναι από 100000-220000 dwt. Οι πλευρικές δεξαμενές χρησιμοποιούνται για την μεταφορά πετρελα(ου και οι κεντρικές για πετρέλαιο ή μετάλλευμα.



Σχίμα 43. Εγκάρσια διατομή μεταλλευματοφόρου



Σχίμα 44. Εγκάρσια διατομή ΟΒΟ

β. Πλοία μεταφοράς πετρελαίου ή ξηρού χύδην ή μεταλλεύματος (Oil/Bulk/Ore, OBO). Η εγκάρσια διατομή του κύτους παρουσιάζεται στο Σχήμα 44. Η διαμόρφωση των κυτών προσεγγίζει αυτή των πλοίων O/O, ενώ το συνηθισμένο μέγεθος των OBO είναι μικρότερο των O/O και κυμαίνεται μεταξύ 70000 και 180000 dwt. Στο άνω όριο αυτής της κλίμακας μεγέθους, η παρουσία μέχρι και 9 κυτών είναι τυπική και παρατηρείται η ακόλουθη κατανομή φορτίου:

Κύτη 2, 4, 6 και 8: κενό ή πετρέλαιο.

Κύτη 1, 3, 5, 7 και 9: μέταλλευμα ή πετρέλαιο

γ. Πλοία product/bulk/ore (PROBO). Βασικά είναι πλοία τύπου OBO με την δυνατότητα μεταφοράς προϊόντων πετρελαίου, όπως «gasoil».

Δεξαμενόπλοια (tankers)

Στη μεγάλη κατηγορία των δεξαμενοπλοίων ανήκουν οι υπο-κατηγορίες πλοίων που μεταφέρουν κυρίως και αποκλειστικά τα ακόλουθα υγρά φορτία:

- α. αργό πετρέλαιο (crude carriers) η/και προϊόντα πετρελαίου (products),
- β. χημικά (chemicals) και
- γ. υγροποιημένα αέρια (liquified gases).

α. Η μεταφορά φορτίων πετρελαίου γίνεται σε ξεχωριστές δεξαμενές για τη διευκόλυνση της φορτο-εκφόρτωσης και τον έλεγχο της ευστάθειας ή/και της αντοχής του σκάφους. Οι δεξαμενές προκύπτουν από την εγκάρσια κυρίως υποδιαίρεση του πλοίου με φρακτές, ενώ στα μεγάλα μεγέθους πλοία από την υποδιαίρεση μέσω μέχρι και δύο διαμήκων φρακτών που οδηγούν στη διαμόρφωση δεξιών (starboard), κεντρικών (centre) και αριστερών (portside) δεξαμενών. Επίσης, υπάρχουν κενές δεξαμενές ή χώροι (cofferdams), συνήθως στην πρύμνη και πλώρη του πλοίου, έτσι ώστε να παρέχουν φράγμα ασφάλειας μεταξύ του φορτίου και του υπόλοιπου πλοίου.

Γιά συγκεκριμένη μεταφορική ικανότητα (δηλ. μέγεθος πλοίου), τα μεγέθη και η διάταξη των δεξαμενών καθώς και άλλα βασικά σχεδιαστικά στοιχεία του πλοίου και ο λειτουργικός εξοπλισμός του καθορίζονται σύμφωνα με το νομικό πλαίσιο της προστασίας του θαλασσιού περιβάλλοντος από την ατυχηματική και λειτουργική πετρελαιοειδή ρύπανση που παρέχουν τα πλοία

αυτά, δηλ. κατά βάση τη σύμβαση της MARPOL 73/78 και των πιο πρόσφατων αναθεωρήσεών της περί δίγαστρων δεξαμενοπλοίων μεταφοράς πετρελαίου.

Η εκκίνηση των θεσμικών παρεμβάσεων στα πλαίσια του IMO που αφορούν στη ρύπανση της θάλασσας από πετρέλαιο και επηρεάζουν την κατασκευή και τη σχεδίαση των δεξαμενοπλοίων μεταφοράς πετρελαίου γίνεται το 1954, μέσω της υιοθέτησης σχετικής σύμβασης. Εφεξής, η εξέλιξη των παρεμβάσεων αυτών έχει ως ακολούθως:

- 1969 Εφαρμογή του Load On Top (LOT).
- 1971 Περιορισμός χωρητικότητας των δεξαμενών φορτίου στους 30000 τόννους.
- 1973 Εφαρμογή δεξαμενών εκπλυμάτων (slop tanks).
- 1973 Εφαρμογή:
 - α. Αποκλειστικών δεξαμενών έρματος (Segregated Ballast Tanks, SBT),
 - β. Συστήματος αδρανούς αερίου (Inert Gas System, IGS),
 - γ. Συστήματος έκπλυσης με αργό (Crude Oil Washing, COW).
- 1978 Εφαρμογή της προστατευτικής χωροθέτησης (Protective Location, PL) των SBT.
- 1992 Εφαρμογή της σχεδίασης/κατασκευής των δίγαστρων δεξαμενοπλοίων ή διπλών τοιχωμάτων ή

Η τεκμηρίωση εφαρμογής αυτών των παρεμβάσεων εκφράζεται μέσω της ακόλουθης λειτουργικής τους περιγραφής:

Υπαγορεύεται η ύπαρξη ξεχωριστών δεξαμενών ερματισμού (Segregated Ballast Tanks, SBT), έτσι ώστε να παρέχεται αφενός κάποιος χώρος (Protective Location - Segregated Ballast Tanks, PL-SBT) αποτροπής της διαρροής του φορτίου στη θάλασσα λόγω ατυχήματος (σύγκρουσης ή προσάραξης) του πλοίου και αφετέρου (και πιο σημαντικά) για να αποφεύγεται η εναλλαγή έρματος και φορτίου στον ίδιο χώρο (δεξαμενή) και συνεπώς η λειτουργική πετρελαιοειδής ρύπανση του θαλασσίου περιβάλλοντος που θα προέκυπτε από την απόρριψη του έρματος λόγω της

αναπόφευκτης ανάμειξης έρματος και φορτίου. Η χώροι των SBT πρέπει να καλύπτουν τουλάχιστον το 30% α) του συνολικού μήκους του πλοίου και β) της επιφάνειας του πυθμένα του πλοίου.

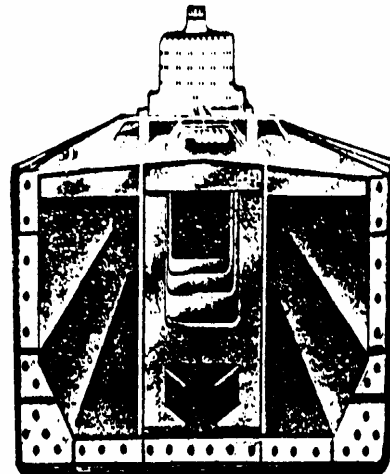
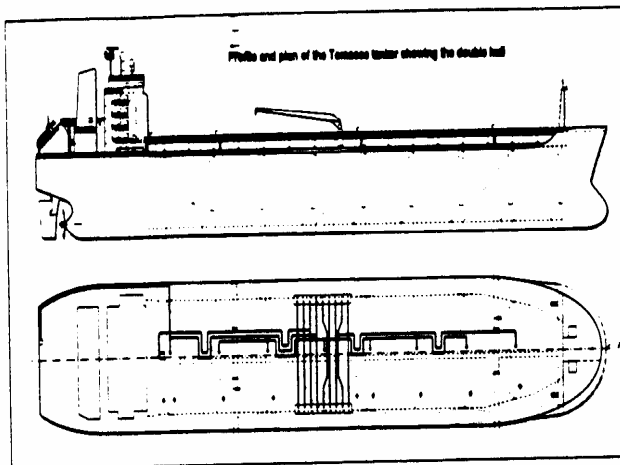
Κατά την εκφόρτωση των δεξαμενών φορτίου εφαρμόζεται η διαδικασία αδρανοποίησης για την αποτροπή τυχόν ανάφλεξης και έκρηξης στον εκκενούμενο χώρο των δεξαμενών που αναπόφευκτα πληρούται από αναθυμιάσεις του φορτίου. Αναλυτικά, καθώς αντλείται φορτίο από τη δεξαμενή, το σύστημα αδρανούς αερίου (Inert Gas System, IGS) τροφοδοτεί το πάνω μέρος της με αδρανές αέριο (π.χ. καυσαέρια καυστήρων και κινητήρων) περιεκτικότητας περίπου 83% σε άζωτο, 1-4% σε οξυγόνο και 13% σε διοξείδιο του άνθρακα, με αποτέλεσμα να εκτοπίζονται τα εκρηκτικά αέρια και να διαφοροποιείται η αέρια σύνθεση του εκκενούμενου χώρου της δεξαμενής σε μη-αναφλέξιμα επίπεδα, (δηλ. <11% οξυγόνο ή <1% υδρογονάνθρακες).

Στα πλοία μεταφοράς αργού πετρελαίου το συγκεκριμένο φορτίο έχει την τάση να προσκολλάται στα πλευρικά τοιχώματα των δεξαμενών και να επικάθεται στον πυθμένα τους. Συνεπώς, κατά την εκφόρτωση (και πριν την παραλαβή νέου φορτίου), οι δεξαμενές καθαρίζονται μέσω της διαδικασίας έκπλυσης με αργό πετρέλαιο (Crude Oil Washing, COW), κατά την οποία η έκπλυση των εσωτερικών επιφανειών των δεξαμενών επιτυγχάνεται με την υπό πίεση εκτόξευση αργού πετρελαίου (δηλ. του ίδιου του φορτίου). Η διαδικασία COW συνοδεύεται απαραίτητα από αυτή του IGS.

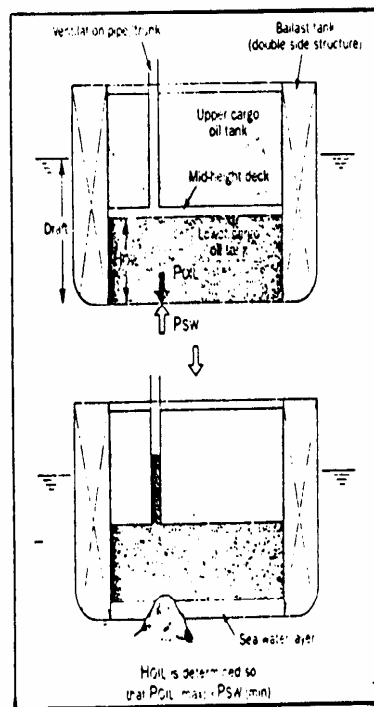
Γενικά, ο καθαρισμός των δεξαμενών πλοίων μεταφοράς πετρελαίου μπορεί να γίνεται και μέσω συστήματος εκτόξευσης κρύου ή θερμού νερού από περιστρεφόμενους εκτοξευτήρες που τοποθετούνται στην οροφή των δεξαμενών. Η διαδικασία αυτή, που είναι γνωστή ως «Butterworthing», παράγει εκπλύματα (slops), δηλ. κατάλοιπα πετρελαίου-νερού, που συλλέγονται στην δεξαμενή εκπλυμάτων (slop tank), συνήθως τοποθετημένη στη μέση του πλοίου ή προς την πρύμνη του πίσω από όλες τις δεξαμενές φορτίου. Η παραμονή των εκπλυμάτων στη σχετική δεξαμενή για κάποιο χρονικό διάστημα οδηγεί στο διαχωρισμό πετρελαίου-νερού μέσω της

βαρύτητας. Στη συνέχεια το πετρέλαιο αντλείται από το πάνω μέρος της δεξαμενής εκπλυμάτων και μεταφέρεται άμεσα ή έμμεσα (μετά από δεύτερο στάδιο διαχωρισμού) πίσω στις δεξαμενές φορτίου. Συνεπώς, το νέο φορτίο πετρελαίου προστίθεται στην ποσότητα αυτή που προέκυψε από προγενέστερα φορτία μέσω της έκπλυση των δεξαμενών. Η διαδικασία επαναφόρτωσης των δεξαμενών φορτίου μέσω της αξιοποίησης των εκπλυμάτων τους είναι γνωστή ως Load On Top (LOT) και αποσκοπεί κυρίως στον περιορισμό της λειτουργικής ρύπανσης των δεξαμενοπλοίων. Στο κάτω μέρος της δεξαμενής εκπλυμάτων συγκεντρώνεται κυρίως νερό που μπορεί να απορριφθεί στη θάλασσα εφόσον η περιοχή πλεύσης και η περιεκτικότητα του εκπλύματος σε πετρέλαιο ανταποκρίνεται στις απαιτήσεις που θέτει η MARPOL. Τα εκπλύματα που δεν ανταποκρίνονται στις προϋποθέσεις επαναφόρτωσης ή απόρριψης, κυρίως λόγω της υψηλής περιεκτικότητάς τους σε στερεά σωματίδια ή δυσχερώς διαλυτά πετρελαιοειδή γαλακτώματα και λάσπη (sludge), συλλέγονται στις σχετικές δεξαμενές και παραδίδονται στους λιμενικούς ή άλλους σταθμούς υποδοχής πετρελαιοειδών καταλοίπων (oil reception facilities).

Με αφορμή το ατύχημα του EXXON VALDEZ στην Αλάσκα το 1989, στα πλαίσια της προστασίας των αμερικανικών ακτών από την ατυχηματική ρύπανση των πλοίων μεταφοράς πετρελαίου λόγω σύγκρουσης ή προσάραξης, η OPA '90 (ως εθνικός κανονισμός για τις ΗΠΑ) εισήγαγε την ανάγκη σχεδίασης/κατασκευής αυτών των πλοίων με διπλά τοιχώματα, (Σχήμα 45). Αυτό είχε τη συνέπεια απαγόρευσης της προσέγγισης των αμερικανικών ακτών από νεότευκτα πλοία που δεν διαθέτουν διπλά τοιχώματα και της καθιέρωσης χρονικού πλαισίου συμμόρφωσης για τα υπάρχοντα πλοία. Πιο σημαντικά όμως, η πρωτοβουλία αυτή οδήγησε στην αναθεώρηση του Παραρτήματος I (Annex I) της MARPOL από τους σχετικούς (προς την OPA'90) κανονισμούς 13F και 13G, που αφορούν στα νεότευκτα και υπάρχοντα πλοία μεταφοράς πετρελαίου, αντίστοιχα. Το πεδίο εφαρμογής των κανονισμών 13F και 13G επεκτείνεται σε όλα τα πλοία μεταφοράς πετρελαίου και συνεπώς καλύπτει και αυτά των συνδυασμένων φορτίων (OBO, OO), ενώ εξαιρούνται τα λοιπά δεξαμενόπλοια, όπως μεταφοράς χημικών και υγροποιημένων αερίων. Οι κανονισμοί 13F και 13G



Σχήμα 45. Δεξαμενόπλοιο "double hull"



	Cargo	Cargo	Cargo	
AB	Cargo	Cargo	Cargo	AS

Σχήμα 46. Δεξαμενόπλοιο "mid-deck"

παρουσιάζονται αναλυτικά στους Πίνακες VII και VIII, αντίστοιχα, ενώ ακολουθεί η παρουσίαση των βασικών τους στοιχείων.

Ο κανονισμός 13F εφαρμόζεται στα νεότευκτα πλοία μεταφοράς πετρελαίου από 600 dwt και άνω. Συνεπώς, τα αντίστοιχα πλοία κάτω των 600 dwt εξαιρούνται. Συγκεκριμένα, ο 13F καλύπτει τα πλοία που παρουσιάζουν:

1. συμβόλαιο ναυπήγησης από και μετά την 6^η Ιουλίου 1993, ή
2. τοποθέτηση τρόπιδας ή αντίστοιχη φάση κατασκευής από και μετά την 6^η Ιανουαρίου 1994, ή
3. παραλαβή από και μετά την 6^η Ιουλίου 1996, ή
4. εκτεταμένη μετασκευή με:
 - α. συμβόλαιο μετασκευής μετά τη 6^η Ιουλίου 1993, ή
 - β. έναρξη εργασιών μετασκευής μετά την 6^η Ιανουαρίου 1994, ή
 - γ. ολοκλήρωση μετασκευής μετά την 6^η Ιουλίου 1996.

Κάθε νεότευκτο πλοίο μεταφοράς πετρελαίου με μέγεθος μεταξύ 600 και 5000 dwt πρέπει να διαθέτει διπύθμενο (Double Bottom, DB) ή διπλά τοιχώματα (Double Side Hull, DS), ενώ ταυτόχρονα η χωρητικότητα των δεξαμενών φορτίου είναι συγκεκριμένα περιορισμένη. Επιπρόσθετα, κάθε νεότευκτο πλοίο μεταφοράς πετρελαίου με μέγεθος 5000 dwt και άνω απαιτείται να είναι δίγαστρο (Double Hull, DH) ή να διαθέτει συνδυασμό διπλών πλευρικών τοιχωμάτων και ενδιάμεσο κατάστρωμα, (Double Side Hull with Mid-Height Deck, MDT). Τυπική εγκάρσια διατομή του τύπου MDT παρουσιάζεται στο Σχήμα 46. Είναι προφανές ότι ο σχετικός κανονισμός αναγνωρίζει την ισοδυναμία μεταξύ του τελευταίου (MDT) και του δίγαστρου (DH).

Ο κανονισμός 13G αναφέρεται στα υπάρχοντα πλοία μεταφοράς αργού πετρελαίου από 20000 dwt και άνω, καθώς και στα υπάρχοντα πλοία μεταφοράς προϊόντων πετρελαίου από 30000 dwt και άνω. Σύμφωνα, με τον 13G, η εφαρμογή του 13F μέσω εκτεταμένης μετασκευής πρέπει να γίνει στα PRE-MARPOL μετά την παρέλευση 24ετίας και στα POST-MARPOL μετά από αυτή της 30ετίας.

Τυπικές διατομές πλοίων μεταφοράς αργού πετρελαίου και η κατηγοριοποίηση μεγέθους παρουσιάζονται στο Σχήμα 47. Η ταχύτητα των

ΠΙΝΑΚΑΣ VII: ΚΑΝΟΝΙΣΜΟΣ 13F.

Items		Contents of the Regulations	
Division			
New ships (Regulation 13 F)	Object ships	(1) Ship type - Oil tankers engaged in the carriage of crude oil or refined products - Oil tankers to be newly built or to undergo major conversion (2) Time limits for compliance 1. A ship for which the building contract is placed on or after July 6, 1993. 2. A ship whose new construction or major conversion work is begun on or after Jan. 6, 1994. 3. A ship whose delivery is on or after July 6, 1996	
	Application and Structural arrangements	Object ships	Hull Structure
		Under 600 DWT	Not applicable
		Between 600 - 5,000 DWT (1 or 2)	1. DB a) The height of DB is not less than $B/15$ m or 0.76 m, whichever is the lesser. b) The capacity of each tank is less than 700 cubic meters. 2. DS The width of DS is not less than $(0.4 + 2.4 \times DWT / 20,000)$ m (but not less than 0.76 m) or the capacity of each tank is less than 700 cubic meters.
Over 5,000 DWT (1 or 2 or 3)	1. DH (DB and DS) a) The height of DB is not less than $B / 15$ m or 2.0 m, whichever is the lesser, but not less than 1.0 m. b) The width of DS is not less than $(0.5 + DWT / 20,000)$ m or 2.0 m, whichever is the lesser, but not less than 1.0 m. 2. MDT a) The width of DS is same as 1. b) above. b) The height of MDT is not less than $B/6$ m or 6.0 m, whichever is the lesser, but not more than 0.6D so as to prevent the outflow of oil from the tank, even if its bottom was broken through while trading with the minimum operating draught. 3. Other alternative structure corresponding to 1. above.		

Entry into effect of the new regulations:

The new regulations shall be deemed to have been accepted on July 6, 1993, unless prior to this date the necessary quorum of the contracting countries have communicated to IMO their opposition to the amendments.

Symbols used: DB: Double Bottom, DS: Double Side Hull; MDT: Double Side Hull with Mid Height Deck; B: The breadth of the ship, D: Moulded depth amidships

Source: Resolution and its Annex dated March 2, 1992 of MEPC (Marine Environmental Protection Committee) of IMO.

ΠΙΝΑΚΑΣ VIII: ΚΑΝΟΝΙΣΜΟΣ 13G.

Item			Contents of the Regulations
Division			
Existing ships	Object ships	Ship type and Ship size	Crude oil tankers of 20,000 DWT and above Oil product carriers of 30,000 DWT and above
	Scope of Application	Pre-MARPOL ship (BB ship: "SBT..YES") (BN ship: "SBT..NO")	1. Compliance with regulation 13 F is required not later than 25 years after its date of delivery. 2. In case where the ship's side or bottom shell plating is protected by spaces or compartments which are not used for the carriage of oil, and the total length of which covers at least 30 % of the total length of cargo tanks, compliance with regulation 13 F is required not later than 30 years after its date of delivery.
		Post-MARPOL ship (NN ship: "SBT..YES")	Compliance with regulation 13 F is required unconditionally not later than 30 years after its date of delivery.

Entry into effect of the new regulations: As from July 6, 1995.

Source: Same as Table 1 above.

Symbols used: "SBT..YES" means "The ship is fitted with segregated ballast tanks.

"SBT..NO" means "The ship is not fitted with segregated ballast tanks.

Others: Enhancement of surveys and inspections

1) Programs of surveys and inspections must be enhanced in accordance with IMO's guidelines.

2) Tankers over 5 years of age must have on board, available for inspection, a complete file of the survey reports.

πλοίων είναι μεταξύ 13 και 16 κόμβους. Η φορτο-εκφόρτωση γίνεται με ατμοστρόβιλες αντλίες ικανότητας μέχρι 5000 m³ /hour και το πλοίο φέρει συνήθως δύο γεραμούς (max 15 tons) στο μέσο του καταστρώματος για την επίτευξη της σύνδεσης των αγωγών φορτο-εκφόρτωσης. Από την πλευρά των τερματικών εγκαταστάσεων τυπικές διατάξεις εμφανίζονται στο Σχήμα 48.

Τα πλοία μεταφοράς προϊόντων πετρελαίου (product carriers) προορίζονται για την μεταφορά παραγώγων πετρελαίου όπως νάφθα, gasoil, κεροζίνη ή καύσιμα αεροσκαφών και είναι μικρότερα αλλά ταχύτερα από τα δεξαμενόπλοια αργού πετρελαίου. Παρουσιάζουν ιδιαίτερες απαιτήσεις ως προς την αντιδιαβρωτική προστασία των επιφανειών των δεξαμενών και οι εποχικές επικαλύψεις είναι οι πιο διαδεδομένες. Επίσης, απαιτείται ο εκτενής καθαρισμός των δεξαμενών στις αλλαγές φορτίου. Ισχύουν οι κανονισμοί 13F και 13G, αυτοί για την εγκατάσταση SBT και IGS, ενώ δεν υφίσταται η ανάγκη εφαρμογής του COW και LOT. Μια τυπική εγκάρσια διατομή για τα πλοία αυτά που φθάνουν συνήθως μέχρι 45000 dwt παρουσιάζεται στο Σχήμα 49.

Η διάκριση μεταξύ δεξαμενοπλοίων μεταφοράς αργού πετρελαίου και προϊόντων πετρελαίου αποδίδεται και με τους όρους «black ή crude tanker» και «clean tanker», αντίστοιχα, και στη βάση αυτή τυπικά μεγέθη είναι:

Clean Tankers

Κάτω από 16,500 DWT - Coastal, Small, Harbour/Lake Tankers

16,500 - 24,999 DWT - General Purpose Vessels

25,000 - 49,999 DWT - Medium Range Vessels

50,000 - 79,999 DWT - LR1 (Large Range 1)

80,000 - 159,999 DWT - LR2 (Large Range 2)

Crude Tankers

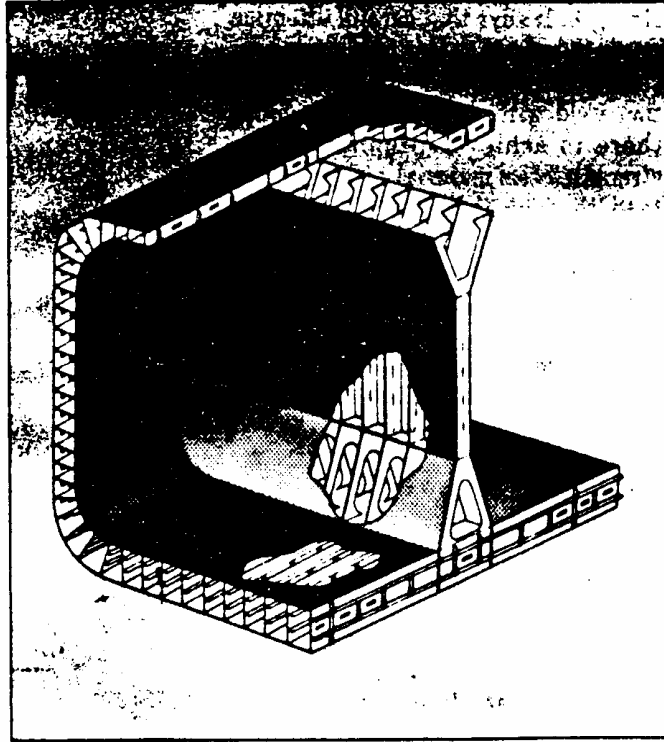
55,000 - 79,999 DWT - Panamax Crude Carrier

80,000 - 119,000 DWT - Aframax Crude Carrier

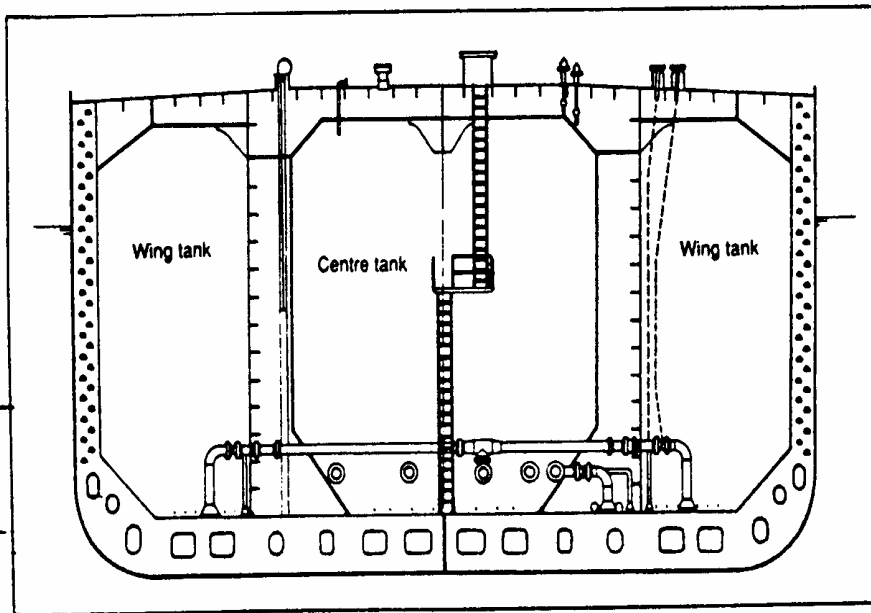
120,000 - 199,999 DWT - Suezmax Crude Carrier

200,000-- 319,999 DWT - VLCC (Very Large Crude Carrier)

320,000 DWT & άνω - ULCC (Ultra Large Crude Carrier)



Σχήμα 49. Διατομή πλοίου μεταφοράς προϊόντων



Σχήμα 50. Διατομή πλοίου μεταφοράς χημικών

β. Πλοία μεταφοράς χημικών ή τοξικών υγρών ουσιών (Noxious Liquid Substances, NLS): Τα πλοία αυτά προορίζονται για την μεταφορά οξέων, αμμωνίας, καυστικής σόδας, μολλίσσας, οινόπνευμότεων, φυτικών ελαίων, ζωϊκού λίπους, πετροχημικών, διαλυτών, κλπ. Ανάλογα με την επικινδυνότητα του φορτίου διακρίνονται σε τρεις τύπους I, II και III, όπου ο τύπος I είναι για τα πιο επικίνδυνα φορτία. Στην περίπτωση αυτή, η προστασία του περιβάλλοντος λόγω της ατυχηματικής διαρροής των φορτίων εξασφαλίζεται με πλευρικές δεξαμενές που καταλαμβάνουν το 20% του πλάτους του πλοίου και με διπύθμενο, (Σχήμα 50). Για τη μεταφορά όλων αυτών των φορτίων χρησιμοποιούνται χαλύβδινες δεξαμενές, από ανοξειδωτες μέχρι μαλακού χάλυβα, ενώ εφαρμόζονται και επικαλύψεις (tank coating η linings) των δεξαμενών που είναι συνήθως εποξικές, «zinc silicate», πολυουρεθάνης ή και από λάστιχο. Τα «parcel carriers» διαφέρουν ως προς τη δυνατότητα ταυτόχρονης μεταφοράς πολλών και διαφορετικών φορτίων προϊόντων πετρελαίου και χημικών σε μεγάλο αριθμό μικρότερων (διαμερισματικών) δεξαμενών αντίστοιχης τεχνολογίας (υλικού και επικαλύψεων). Συνεπώς, επιπρόσθετα διαθέτουν εκτεταμένο και πολύπλοκο εξοπλισμό άντλησης και θέρμανσης των διαμερισμάτων που μεταφέρουν όλη αυτή την ποικιλία φορτίων. Τα πλοία μεταφοράς χημικών είναι ταχύτερα των δεξαμενοπλοίων μεταφοράς πετρελαίου, ενώ το μέγεθός τους φθάνει μέχρι 45000 dwt.

γ. Πλοία μεταφοράς υγροποιημένων αερίων (Liquified gas carriers): Τα πλοία αυτά μεταφέρουν υγροποιημένους αέριους υδρογονάνθρακες και διακρίνονται σε δύο κυρίως τύπους, αυτόν της μεταφοράς υγροποιημένων αερίων πετρελαίου (Liquified Petroleum Gas, LPG) και τύπο μεταφοράς υγροποιημένων φυσικών αερίων (Liquified Natural Gas, LNG). Τα πρώτα αέρια αποτελούν προϊόντα της διύλισης του πετρελαίου, όπως το βουτάνιο και προπάνιο, ενώ τα δεύτερα αποτελούν άμεσους φυσικούς πόρους, όπως το μεθάνιο και εθάνιο, ή είναι αναμειγμένα με το αργό πετρέλαιο και συγκεντρώνονται στις πετρελαιοπηγές. Η εκφόρτωση γίνεται με αντλίες των πλοίων και η φόρτωση με αντλίες των τερματικών σταθμών.

Πλοίο Μεταφοράς LPG: Τα αέρια αυτά ψύχονται σε θερμοκρασίες πέρα από αυτή της υγροποίησής τους και αντλούνται από το πλοίο που έχει δυνατότητα

υγροποιημένης μεταφοράς τους σε θερμοκρασία μέχρι και -50°C περίπου. Τα πλοία LPG φέρουν ανεξάρτητες δεξαμενές ελεύθερης στήριξης κράματος αλουμινίου, συνήθως κυλινδρικού σχήματος με θερμομονωτικό χιτώνιο πολυουρεθάνης που με την σειρά του συνήθως περιβάλλεται από χλωριώδες πολυβινύλιο. Οι δεξαμενές συχνά προστατεύονται από διπλό "plywood" και από το δίστατρο. Το θερμομονωτικό υλικό παρεμβάλλεται μεταξύ των δεξαμενών και του εσωτερικού τοιχώματος του δίστατρου. Αυτό συμβάλλει στην προστασία της χαλυβδο-κατασκευής του πλοίου από την ευθραστότητα, που μπορεί να προκύψει στο χάλυβα λόγω της παρατεταμένης έκθεσης του σε χαμηλές θερμοκρασίες. Παράλληλα το δίστατρο χρησιμοποιείται για ερματισμό. Το σύστημα αυτό της θερμομόνωσης δεν είναι απολύτως απαραίτητο στην περίπτωση που το πλοίο περιορίζεται κυρίως στην μεταφορά αερίων με σχετικά υψηλή υγροποιητική θερμοκρασία, όπως για παράδειγμα στην περίπτωση του προπανίου με -10°C . Όταν το εσωτερικό τοίχωμα του δίστατρου χρησιμοποιείται ως τοίχωμα μιάς ή περισσότερων δεξαμενών, το θερμομονωτικό υλικό εφαρμόζεται στην εξωτερική επιφάνεια του εσωτερικού τοιχώματος. Τυπικό πλοίο μεταφοράς LPG σε διατομή παρουσιάζεται στο Σχήμα 51.

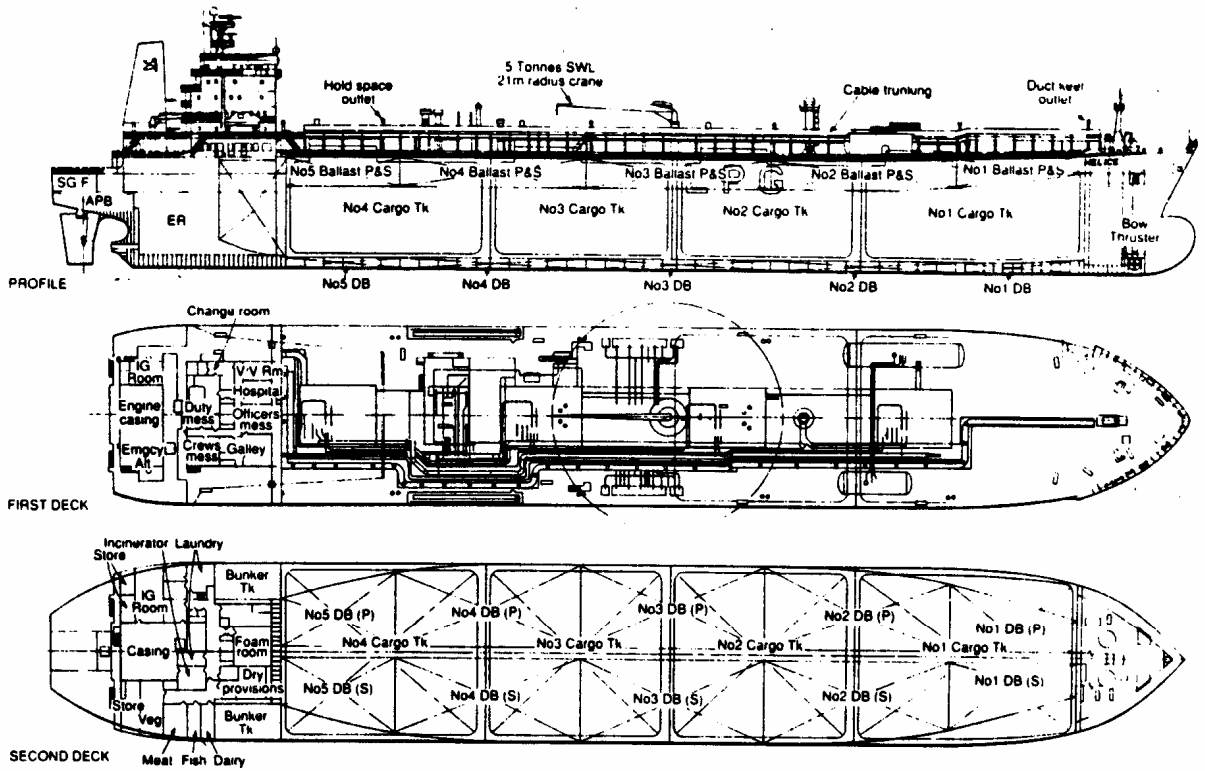
Οι τρεις συνθήκες μεταφοράς που εφαρμόζονται είναι:

1. σε θερμοκρασία περιβάλλοντος υπό πίεση
2. σε θερμοκρασίες υγροποίησης υπό ατμοσφαιρική πίεση
3. σε συνδυασμό ψύξης και πίεσης (πιό διαδεδομένη)

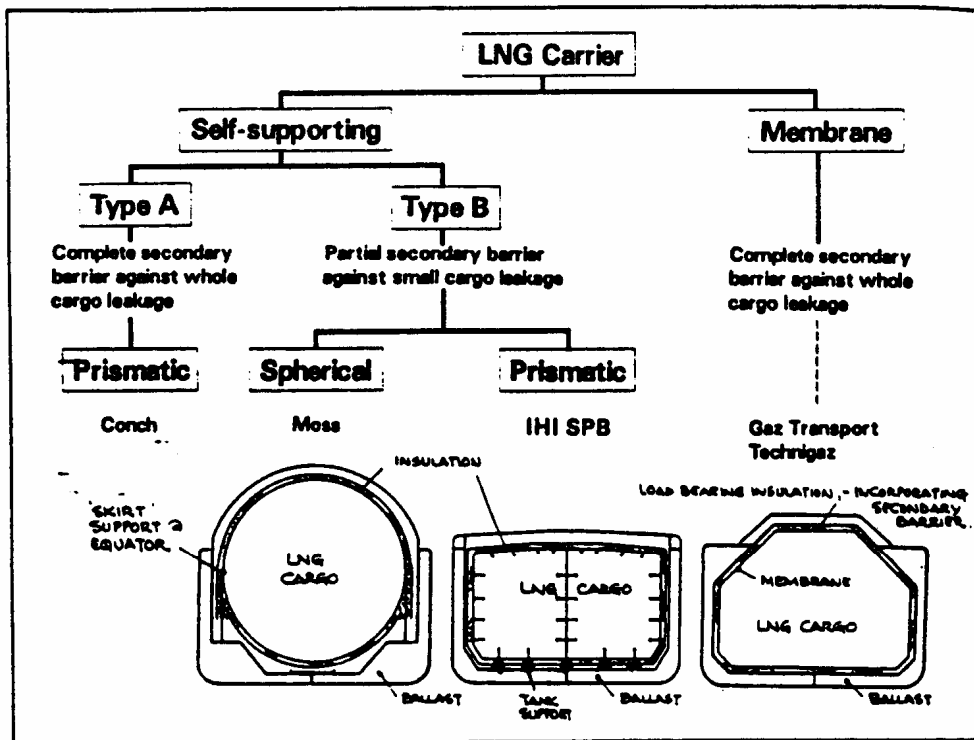
Μέγεθος: Μέχρι 50000 dwt

Ταχύτητα: Μέχρι 19 κόμβους

Πλοίο μεταφοράς LNG: Τα αέρια αυτά σε αντίθεση με τα LPG δεν υγροποιούνται υπό συνθήκες πίεσης μόνο, και μεταφέρονται σε πολύ χαμηλές θερμοκρασίες (εθάνιο στους -104°C και μεθάνιο στους -176°C) υπό ατμοσφαιρική πίεση. Όπως και στην περίπτωση των LPG οι δεξαμενές είναι ανεξάρτητες, συνήθως σφαιρικού τύπου, αλλά κατασκευάζονται από παχύ έλασμα αντιδιαβρωτικού κράματος αλουμινίου πλαισιωμένο από θερμομόνωση. Διάφορες διατομές δεξαμενών παρουσιάζονται στο Σχήμα 52. Οι δεξαμενές αυτές προεξέχουν του καταστρώματος (παρέχοντας τη γνωστή



Σχίμα 51. Πλοίο LPG



Σχίμα 52. Εγκάρσιες διατομές LNG

διακριτικότητα στο πλοίο) και προστατεύονται εξωτερικά από ελαφρή και ισχύρο ανεξάρτητο σκελετό κάλυψης.

Όταν οι δεξαμενές δεν είναι ελεύθερης στήριξης και όταν συνδέονται με την κατασκευή του πλοίου με "ισημερινό" λεγόμενο δακτύλιο ή με την λεγόμενη "ποδιά" της σφαιρικής δεξαμενής το τοίχωμα τους είναι πολύ παχύ για να παρέχει επαρκή υποστήριξη και αντοχή στις πολύ χαμηλές θερμοκρασίες μεταφοράς του φορτίου.

Ο μισός σχεδόν στόλος LNG χρησιμοποιεί δεξαμενές του συστήματος "μεμβράνης", όπου μιά λεπτή μεμβράνη συνδέεται με την κατασκευή του πλοίου διά μέσου ανθεκτικού θερμομονωτικού υλικού. Οι δεξαμενές αυτές είναι τετράγωνου σχήματος και παρέχουν οικονομικότερη απόδοση της χωρητικότητας του πλοίου.

Ένα από τα ιδιαίτερα χαρακτηριστικά των προγενέστερων πλοίων μεταφοράς LNG είναι η χρησιμοποίηση των αναθυμιάσεων του φορτίου (cargo boil-off) σαν καύσιμο ύλη για ατμοστρόβιλη πρόωση. Η υψηλή όμως τιμή του φυσικού αερίου σε συνδυασμό με τις πρόσφατες εξελίξεις στην τεχνολογία καύσης των ντηζελομηχανών πρόωσης έχει σήμερα περιορίσει την εφαρμογή αυτή. Το διαφεύγον αέριο έχει μειωθεί στο 0.25% του μεταφερόμενου φορτίου την ημέρα (με συστήματα επανα-υγροποίησης) και έτσι τα υπάρχοντα ατμοστρόβιλα πλοία χρησιμοποιούν για καύσιμο από κοινού το "boil-off" και το καυσέλαιο.

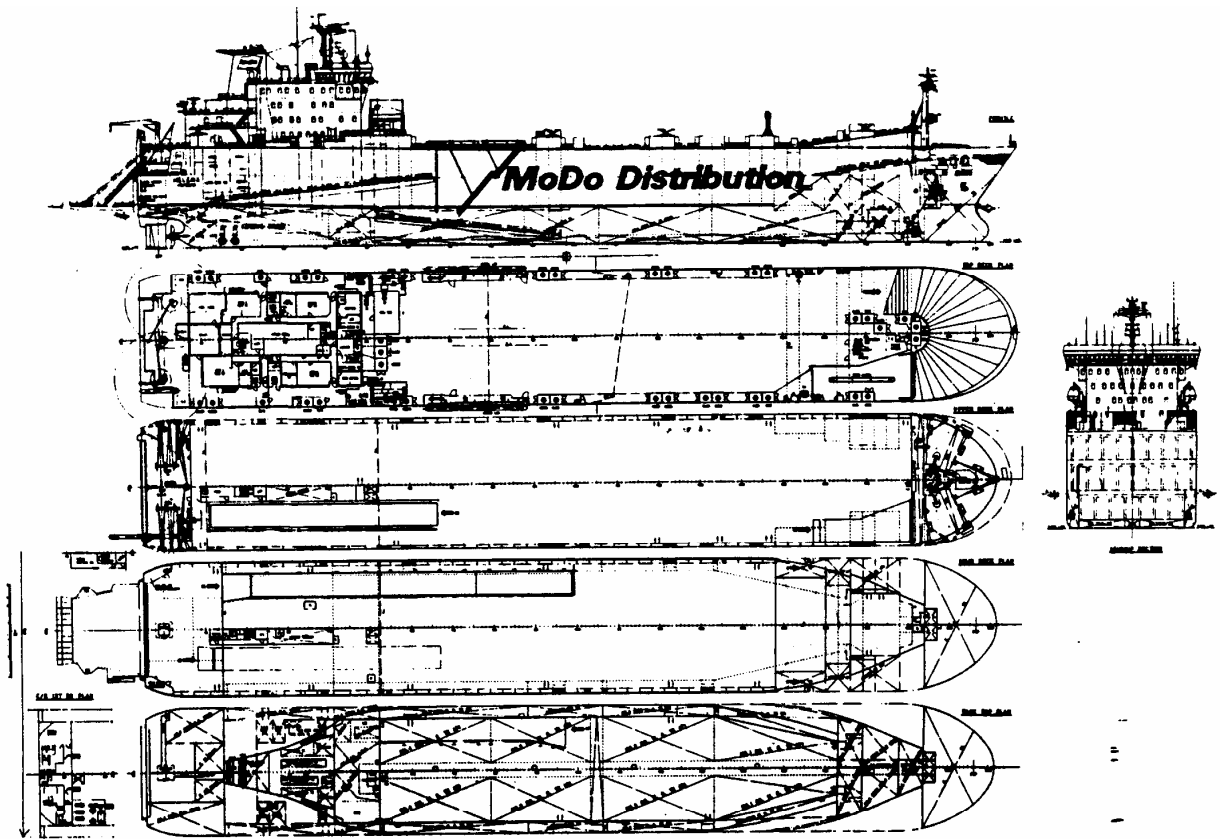
Τυπικά ένα μεγάλο LNG φέρει μέχρι 6 δεξαμενές φορτίου και 12 αντλίες ικανότητας 1100 m³ ανά ώρα.

Μέγεθος: Μέχρι 65000 dwt (140000 m³)

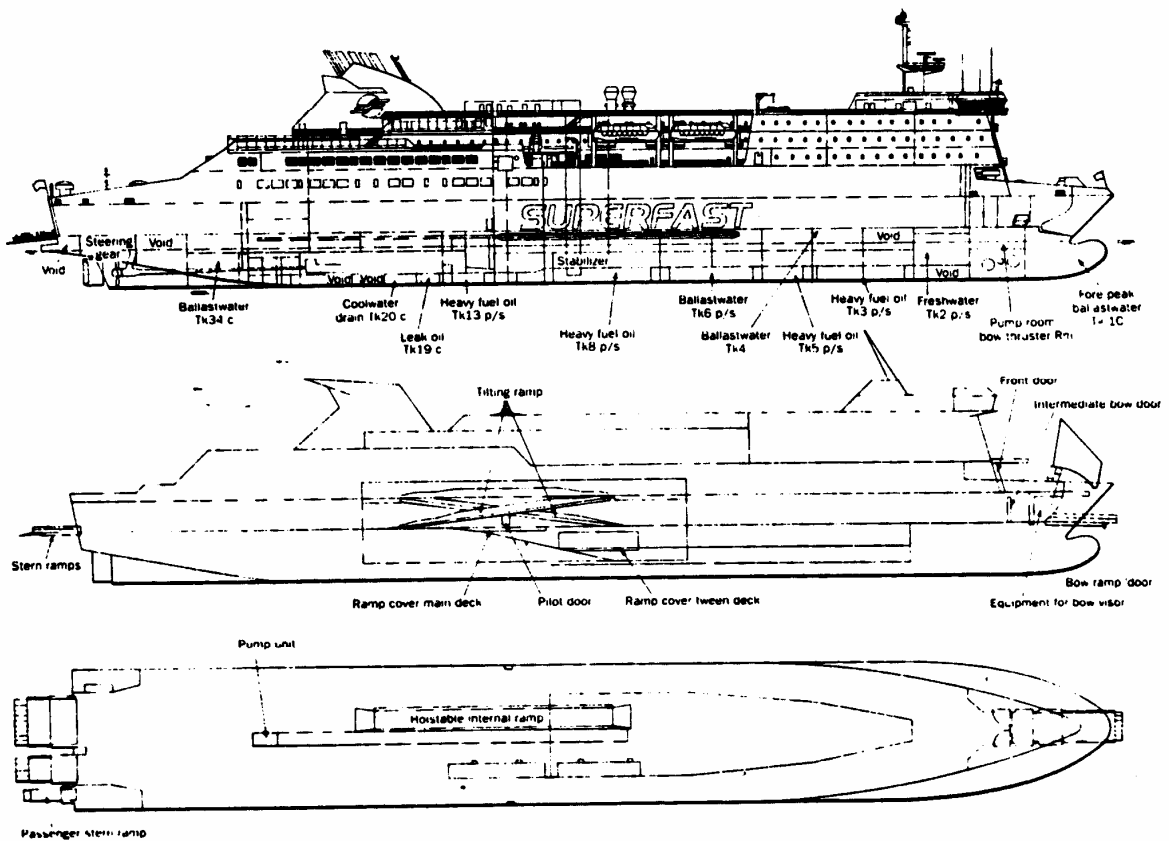
Ταχύτητα: Από 17 μέχρι 20 κόμβους

Πλοίο τύπου Ro-Ro

Ένα πλοίο Roll-on/Roll-off προορίζεται για την μεταφορά ποικίλων τροχήλατων φορτίων, όπως φορτία σε φορτηγά και σε συρόμενα από



Σχήμα 53. Πλοίο τύπου Ro-Ro



Σχήμα 54. "Ferry" ακτοπλοΐας

«τράκτορα» Ε/Κ και σπανιότερα σε σιδηροδρομικά οχήματα. Συνεπώς, τα φορτία αυτά αξιοποιούν τη δυνατότητα άμεσου συνδυασμού της θαλάσσιας και χερσαίας (κυρίως οδικής) μεταφοράς. Επιπρόσθετα, το πλοίο Ro-Ro επιτυγχάνει την ελαχιστοποίηση του χρόνου φορτοεκφόρτωσης μέσω της διακίνησης των φορτίων σε οριζόντιο επίπεδο. Αυτό παρέχεται από την κατασκευαστική του ευελιξία, που συνίσταται στην ύπαρξη πολλών (μέχρι 5 ενδιάμεσων) και ανθεκτικών καταστρωμάτων που επικοινωνούν μεταξύ τους με «ράμπες» και ανελκυστήρες (Σχήμα 53). Ετσι, τα διάφορα φορτία, τροχοφόρα ή μεταφερόμενα σε περονοφόρα, διακινούνται μέσα στο σκάφος με ασφάλεια και ταχύτητα. Το πλοίο αυτό μερικές φορές έχει και ένα ή δύο γεραμούς. Η φορτο-εκφόρτωση σε πλοίο τύπου Ro-Ro γίνεται κυρίως από «ράμπες» της πρύμνης ή/και της πλώρης. Οι ράμπες μπορεί να είναι «σπαστές» και περιστρεφόμενες (slewed) για την ευχερέστερη προσαρμογή τους στον προβλήτα. Το μέγεθος των πλοίων μεταξύ ακτοπλοϊκών και ποντοπόρων διαφέρει από 3000 μέχρι 40000 dwt και παρουσιάζουν ταχύτητες από 18 μέχρι 22 κόμβους. Το Φορτηγό/Οχηματαγωγό (Φ/Γ-Ο/Γ) πλοίο είναι ένα ακτοπλοϊκό Ro-Ro με δυνατότητα μεταφοράς μέχρι και 12 επιβατών, που συνήθως αποτελούν τους χειριστές/οδηγούς των φορτηγών οχημάτων αν και ο μεγαλύτερος αριθμός των οποίων μεταφέρονται ασυνόδευτα.

Στην ίδια οικογένεια πλοίων ανήκει και το «ferry» της ακτοπλοΐας (Επιβατηγό-Οχηματαγωγό, Ε/Γ-Ο/Γ) που προορίζεται για την μεταφορά επιβατών και/ή των αυτοκινήτων τους, λεωφορείων και φορτηγών, Σχήμα 54. Χαρακτηριστικό στοιχείο των πλοίων αυτών αποτελεί το χαμηλό νεκρό βάρος σε σχέση με τη χωρητικότητα, ενδεικτικό της έμφασης που αποδίδει ο σχεδιαστής στην ογκομετρική μεταφορική ικανότητα. Η φορτο-εκφόρτωση γίνεται συνήθως από «ράμπες» στην πρύμνη και στην πλώρη, και σπάνια στα πλευρικά. Ετσι, διευκολύνεται χρονικά αλλά και από την άποψη της ασφάλειας η φορτο-εκφόρτωση λόγω της διαμήκουσ διακίνησης των τροχοφόρων και της αποφυγής ελιγμών ή στροφών μέσα στο πλοίο. Ο επιβατηγός χαρακτήρας του Ε/Γ-Ο/Γ πλοίου καθιστά την επίδραση της διεθνούς σύμβασης SOLAS καθοριστική στη σχεδίαση και κατασκευή του πλοίου, με ιδιαίτερη αναφορά στην πυρασφάλεια.

Γενικότερα, η παρέμβαση της SOLAS σε όλα τα πλοία τύπου Ro-Ro είναι καθοριστική τόσο για την αποτροπή της απώλειας ευστάθειας των πλοίων λόγω κατάκλυσης του εννιαίου καταστρώματος (οχημάτων) από νερό ή της μετατόπισης των φορτίων (οχημάτων), όσο για την αποτροπή ή επιβράδυνση της βύθισής τους. Ειδικότερα, στην περίπτωση κατάκλυσης του καταστρώματος με νερό η απώλεια ευστάθειας του πλοίου Ro-Ro είναι χαρακτηριστικά απότομη λόγω της επίδρασης της ελεύθερης επιφάνειας. Συνεπώς, η SOLAS αποδίδει ιδιαίτερη σημασία τόσο στην τεχνολογία και διάταξη των πρωραίων κυρίως θυρών (bow-doors) του καταστρώματος οχημάτων, όσο και στην εφεδρική ευστάθεια κυρίως μέσω της επαρκούς υδατοστεγούς υποδιαίρεσης του πλοίου, αντίστοιχα.

Μέσο μέγεθος: Μέχρι 2500 - 20000 grt

Ταχύτητα: Μέχρι 22 κόμβους

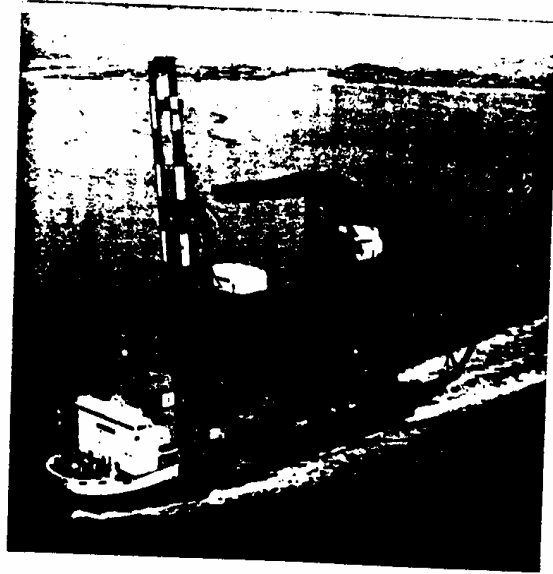
Πλοία Lo-Lo (Lift-on/Lift-off)

Τα πλοία αυτά προορίζονται για την κάθετη (μέσω γερανών υψηλής ανυψωτικής ικανότητας) φορτο-εκφόρτωση βαριών φορτίων μέχρι και 1000 τόν. περίπου, όπως κατασκευών «προκάτ», βαριών και ογκωδών μηχανημάτων, (Σχήμα 55α).

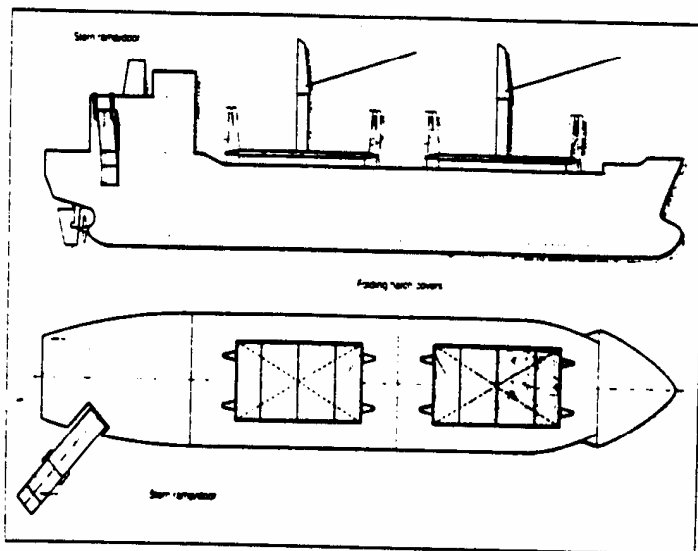
Μέγεθος: μέχρι 20000 dwt

Ταχύτητα: 17-19 κόμβους

Μια ενισχυμένη παραλλαγή των Lo-Lo είναι τα «heavy lifters» που βασικά προορίζονται για τη μεταφορά υπέρβαρων φορτίων, όπως ναυπηγημάτων (εξέδρες εξόρυξης πετρελαίου, πλοία, κ.α.) και άλλων κατασκευών. Τα πιό συμβατικά είναι γερανοφόρα με διάφορα ισχυρά ανυψωτικά μέσα (μέχρι και 3000 τον. ανά ανυψωτικό μέσο), ενώ υπάρχουν και τα «ημι-βυθιζόμενα» (semi-submersible) με εκτεταμένη χωρητικότητα ερματισμού για τη ρύθμιση του βυθίσματος και την προσαρμογή πλωτών φορτίων σε αυτά. Τέλος, υπάρχουν τα πλοία τύπου Ro-Lo που συνδυάζουν τη δυνατότητα κάθετης και οριζόντιας φορτο-εκφόρτωσης βαριών φορτίων, (Σχήμα 55β).



Σχήμα 55α. Πλοίο τύπου Lo-Lo (Heavy Lift)



Σχήμα 55β. Πλοίο τύπου Ro-Lo

Κρουαζιερόπλοια (Cruise Ships)

Τα κρουαζιερόπλοια προορίζονται για τη θαλάσσια περιήγηση επιβατών και συνεπώς εντάσσονται στα μέσα του θαλάσσιου τουρισμού. Στην κρουαζιεροπλοϊα καταγράφεται συνεχής τάση γιγαντισμού, που αντιστοιχεί στην παρουσία πλοίων μεγέθους 150000 grt περίπου και μεταφορικής ικανότητας που προσεγγίζει τους 3000 επιβάτες-περιηγητές. Τα σύγχρονα κρουαζιερόπλοια αποτελούν μετεξέλιξη των προπολεμικών επιβατηγών πλοίων γραμμών (passenger liners) που ταυτίστηκαν με τη μεταφορά των μεγάλων μεταναστευτικών ρευμάτων, κυρίως από την Ευρώπη προς την Αμερική και την Ωκεανία. Η μεταπολεμική ανάπτυξη των διεθνών εναέριων μεταφορών και η εξειδίκευση των φορτηγών πλοίων αποδυνάμωσε το μεταφορικό τους χαρακτήρα (από την άποψη των επιβατών αλλά και των φορτίων) και ενδυνάμωσε το «ξενοδοχειακό». Συνεπώς, στα σύγχρονα κρουαζιερόπλοια, η τεχνολογία αξιοποιείται κυρίως στην κατεύθυνση της επίτευξης ανέσεων και ασφάλειας για τον επιβάτη-περιηγητή. Για ένα πλοίο συμβατικού εκτοπίσματος, όπως το κρουαζιερόπλοιο, το μεγάλο μέγεθος της υπερκατασκευής (superstructure) αποτελεί χαρακτηριστικό εξωτερικό γνώρισμα του σύγχρονου πλοίου. Η υπερκατασκευή αποδίδεται κυρίως στην διαμόρφωση εσωτερικών και εξωτερικών καμπινών και λοιπών ξενοδοχειακών χώρων (καζίνο, κινηματογράφος, εστιατόρια, μπάρ, κ.ά.), πλήρως εξοπλισμένων με την πιο σύγχρονη τεχνολογία. Η γέφυρα του πλοίου βρίσκεται μπροστά περίπου στα 4/5 του μήκους του πλοίου, ενώ στα μεγάλα μεγέθους πλοία παρέχεται δυνατότητα χειρισμού του πλοίου και από αντίστοιχα τοποθετημένα πρυμναία γέφυρα. Ειδικά, για τα κρουαζιερόπλοια, οι απαιτήσεις προωστήριας ισχύος υπολείπονται σημαντικά των αναγκών ισχύος για κλιματισμό, θέρμανση και γενικότερα για την κάλυψη των «ξενοδοχειακών» ενεργειακών φορτίων. Από την άποψη του κόστους ναυπήγησης, το «ξενοδοχειακό» κόστος αποτελεί την κυρίαρχη συνιστώσα στο συνολικό κόστος ναυπήγησης και ταυτόχρονα καθιστά το κρουαζιερόπλοιο από τα ακριβότερα πλοία της εμπορικής ναυτιλίας. Οι απαιτήσεις υψηλής πυρασφάλειας παρεμβαίνουν καθοριστικά και στη διαρρύθμιση των χώρων του πλοίου αλλά και των υλικών κατασκευής τους. Τα περισσότερα σύγχρονα κρουαζιερόπλοια αναπτύσσουν ταχύτητα 18-24 κόμβων, ενώ το ταχύτερο φθάνει τους 27 κόμβους.

Παραπομπές

1. UNESCO: "Ocean Engineering Teaching at the University Level", Recommended Guidelines from the UNESCO/IOC/ECOR Workshop on Advanced University Curricula in Ocean Engineering and Related Fields, Paris, (1982).
2. UNIDO (United Nations Industrial Development Organisation): "Marine Industrial Technology Monitor", No 1, (1991).
3. Μαυράκος, Σ., "Θαλάσσια Τεχνολογία - Προοπτικές Ανάπτυξης", Χρονικά Ναυπηγών Μηχανικών, Αριθ. Φύλλου 46, σελ. 7-13, (1993).
4. Γουλιέλμος, Α., Γκιζιάκης, Κ., Τζαννάτος, Ε. "Ποιοτικός Έλεγχος στη Ναυτιλία", Proceedings of HELECO '95, Piraeus, (1996).
5. Buxton, I.L., "Engineering economics applied to ship design", Transactions of the Royal Institution of Naval Architects, 114, 409-428 (1972).
6. Goss, R.O., "Advances in Maritime Economics", University of Wales Press, Cardiff (1982).
7. Buxton, I.L., "Engineering Economics and Ship Design", (3rd edn), British Maritime Technology, Wallsend, (1987).
8. Stopford, M., Maritime Economics, Unwin Hyman, London, (1988).
9. Παπανικολάου, Α., "Μελέτη Πλοίου", Τόμος Α, Αθήνα (1989).

