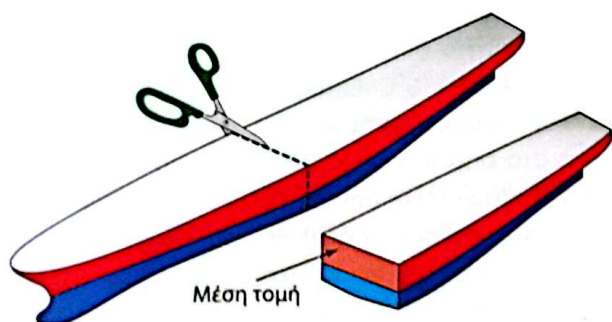


Εισαγωγή

Ένα από τα βασικά σχέδια του πλοίου είναι η μέση τομή. Το σχέδιο αυτό δείχνει την μορφή της κατασκευής στο μέσο του πλοίου (σχ. 9.1). Στο σημείο αυτό έχουμε το μέγιστο πλάτος του πλοίου και φαίνεται πώς είναι διαμορφωμένος ο χώρος του φορτίου. Σε πολλά πλοία το πλάτος στο σημείο του μέσου του πλοίου παραμένει σταθερό για αρκετό μήκος του πλοίου, δημιουργώντας ένα παράλληλο τμήμα. Το σχέδιο αυτό χρησιμοποιείται και για τον υπολογισμό της αντοχής του πλοίου, όπως ήδη προαναφέραμε (βλ. κεφ. 2).



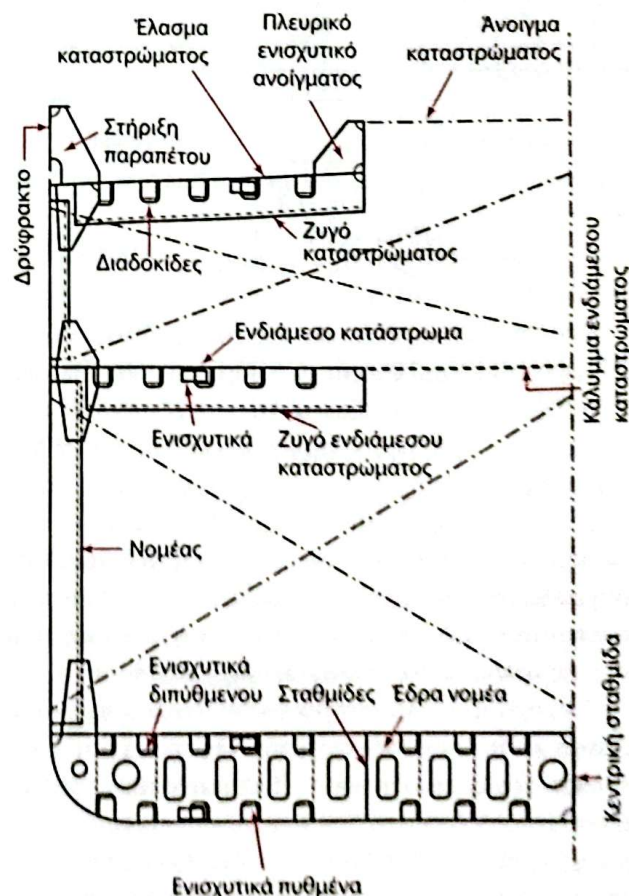
Σχ. 9.1
Μέση τομή πλοίου

9.1 Περιγραφική ανάπτυξη λεπτομερούς σχεδίου εγκάρσιας ημιτομής χώρου φορτίου σε πλοίο γενικού φορτίου

Το πλοίο **γενικού φορτίου** (general cargo) ήταν από τα πρώτα πλοία που εμφανίστηκαν στην ναυτιλία, καθώς συνδυάζε πολλούς τύπους φορτίων. Το μέγεθός του είναι σχετικά μικρό και χαρακτηριστικό του είναι ότι μεταφέρει πολλά είδη φορτίων με **μεγάλο συντελεστή στοιβασίας** (δηλ. λόγος όγκου προς βάρος φορτίου). Το μέγεθός του κυμαίνεται από 10.000 dwt έως και 40.000 dwt και συνήθως έχουν 2-5 χώρους κυτών. Τα μεγαλύτερα πλοία γενικού φορτίου έχουν και ενδιάμεσα κατάστρωματα (tween-decks)

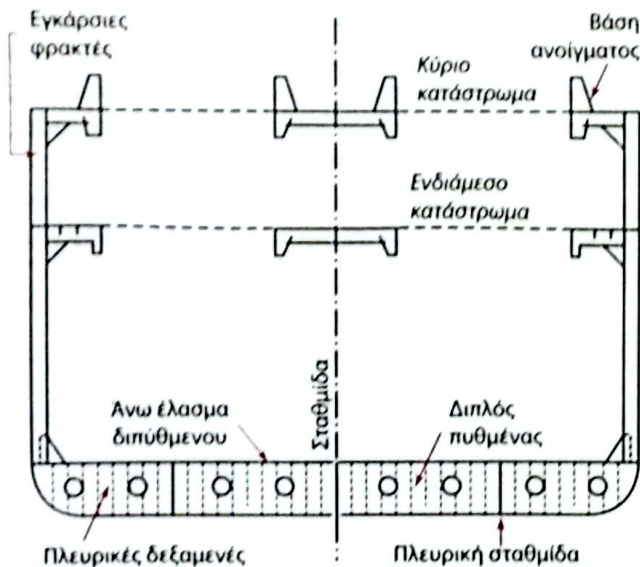
για πιο αποτελεσματική φόρτωση (σχ. 9.2). Τα πλοία γενικού φορτίου συνήθως εξυπηρετούν σταθερούς κοντινούς προορισμούς οικονομικά ασθενέστερων περιοχών, καθώς ένα μεγάλο μέρος της μεταφοράς τέτοιου φορτίου γίνεται από τα πλοία μεταφοράς εμπορευματοκιβωτίων (Ε/Κ) (containership). Επίσης υπάρχουν και πλοία γενικού φορτίου που μεταφέρουν και Ε/Κ και ονομάζονται **πλοία πολλαπλών χρήσεων** (multi-purpose).

Τα φορτία μεταφέρονται συνήθως σε παλέτες. Η φορτοεκφόρτωση των «παλετοποιημένων» φορτίων



Σχ. 9.2
Ημιτομή πλοίου γενικού φορτίου με ενδιάμεσα κατάστρωματα

γίνεται με τους **φορτωτήρες** ή μπίγκες (derricks) ή/και **γερανούς** ή κρένια (cranes) του πλοίου από τα **ανοίγματα** (hatches) των κυτών και των ενδιάμεσων καταστρωμάτων σε συνδυασμό με τη χρήση περνοφόρων οχημάτων από την πλευρά της προβλήτας και μέσα στα αμπάρια. Για την διευκόλυνση της κάθετης φορτοεκφόρτωσης υπάρχουν **διπλά ανοίγματα** (twin-hatches) οπότε αυξάνεται η επιφάνεια πρόσβασης στα κύτη (σχ. 9.3).



Σχ. 9.3
Πλοίο γενικού φορτίου
με διπλά ανοίγματα

Στα περισσότερα πλοία γενικού φορτίου τα καλύμματα των κυτών είναι από συρόμενα και διπλούμενα μέρη που 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 αντίστοιχες διατάξεις.

Στο σχήμα 9.2 παρατηρούμε ότι το πλοίο έχει ενδιάμεσα καταστρώματα. Ο χώρος δεν είναι ενιαίος και ο βασικός χώρος φόρτωσης είναι αυτός πάνω από το διπύθμενο. Μέσα στο διπύθμενο, στα ελάσματα του πυθμένα και του διπύθμενου, υπάρχουν διαμήκη ενισχυτικά, ενώ ανά κάποια ισαπόσταση νομέων υπάρχουν και έδρες νομέα. Οι νομείς στις πλευρές του πλοίου είναι μεγάλων διαστάσεων και δεν υπάρχουν καθόλου λώροι στην κατασκευή. Το ενδιάμεσο κατά-

στρωμα ενισχύει κατά μήκος την κατασκευή, οπότε δεν χρειάζονται λώροι. Το ύψος των κυτών είναι σχετικά μικρό λόγω του μεγέθους του πλοίου. Το ενδιάμεσο κατάστρωμα ενισχύεται από εγκάρσια ζυγά και διαμήκη ενισχυτικά. Στο μέσο του ενδιάμεσου καταστρώματος υπάρχει κάλυμμα προκειμένου να διαχωρίζεται η φόρτωση. Τα ελάσματα του καταστρώματος ενισχύονται επίσης με εγκάρσια ζυγά και διαδοκίδες. Το πλοίο διαθέτει μικτό σύστημα ενίσχυσης. Χαρακτηριστικό είναι ότι όλα τα διαμήκη ενισχυτικά διαπερνούν τα εγκάρσια με οπές, προκειμένου να μην επηρεάζουν οι παραμορφώσεις των εγκάρσιων ενισχυτικών τα διαμήκη ενισχυτικά κατά την λειτουργία του πλοίου. Τα πλοία γενικού φορτίου μπορεί να είναι και διπλών ανοιγμάτων κατά το εγκάρσιο ή διάμηκες για καλύτερη πρόσβαση στα κύτη (σχ. 9.3).

9.2 Περιγραφική ανάπτυξη λεπτομερούς σχεδίου εγκάρσιας ημιτομής χώρου φορτίου σε πλοίο-ψυγείο

Τα πλοία-ψυγεία είναι πλοία γενικού φορτίου που μεταφέρουν εμπορεύματα υπό ψύξη. Στο εσωτερικό του πλοίου υπάρχουν εγκαταστάσεις ψύξης με δυνατότητα ψύξης των εμπορευμάτων από τους -30 έως τους $+15^{\circ}\text{C}$. Εκτός της ψύξης υπάρχουν και κατάλληλα συστήματα εξαερισμού και ελέγχου του αέρα στα σημεία ψύξης για να διατηρείται το φορτίο στις κατάλληλες συνθήκες. Τα πλοία-ψυγεία είναι και αυτά σχετικά μικρά πλοία κάτω των 200 m και συνήθως κινούνται με σχετικά μεγάλες ταχύτητες σε σχετικά μικρές και σταθερές αποστάσεις. Τα τρόφιμα τοποθετούνται σε παλέτες, ενώ πολλές φορές τα εμπορεύματα αποθηκεύονται και πάνω από το κύριο κατάστρωμα σε ειδικά διαμορφωμένους κλειστούς ψυχόμενους χώρους.

Στο σχήμα 9.4 που απεικονίζεται η ημιτομή πλοίου ψυγείου παρατηρούμε ότι είναι παρόμοια με του πλοίου γενικού φορτίου, με την διαφορά ότι εδώ έχουμε περισσότερα ενδιάμεσα καταστρώματα. Αυτό γίνεται για να μπορούν να αποθηκευτούν με μεγαλύτερη ευχέρεια εμπορεύματα τα οποία χρειάζονται ψύξη σε διαφορετική θερμοκρασία. Το ύψος μεταξύ των καταστρωμάτων είναι κάτω από τα 3 m. Επίσης διακρίνουμε και την μόνωση που υπάρχει στις πλευρές εσωτερικά των κυτών. Οπότε εσωτερικά του χώρου φορτίου δεν φαίνονται τα ενισχυτικά του πλοίου, καθώς καλύπτονται από την μόνωση.

Εκτός της προηγούμενης μορφής, υπάρχουν και



Σχ. 9.4
Ημιτομή πλοίου ψυγείου

πλοία-ψυγεία που μεταφέρουν φορτία σε ψύξη μέσα σε Ε/Κ που διαθέτουν ψυκτική εγκατάσταση. Στα πλοία αυτά υπάρχει ειδική εγκατάσταση που τροφοδοτεί τα εμπορευματοκιβώτια με ρεύμα για την ψύξη.

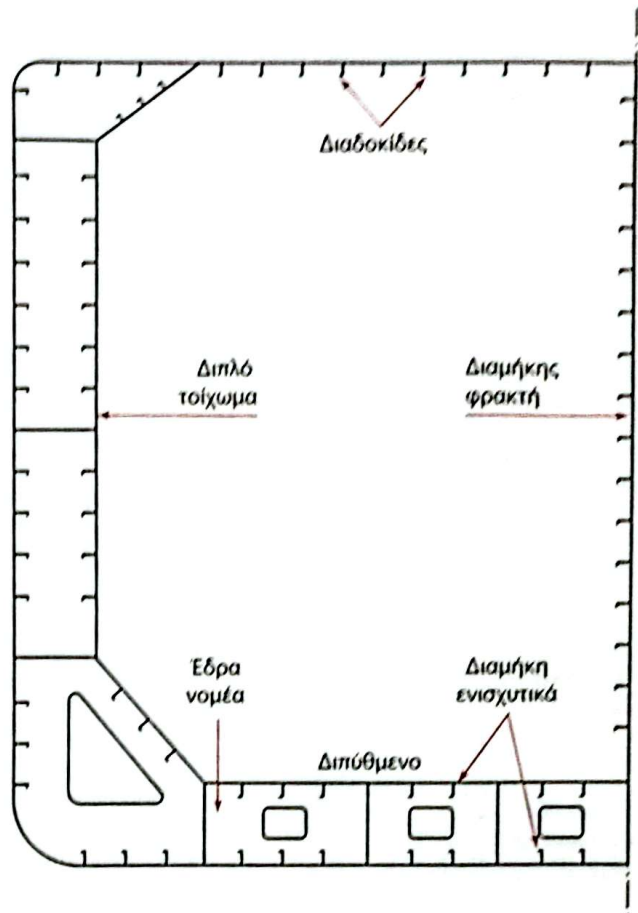
9.3 Περιγραφική ανάπτυξη λεπτομερούς σχεδίου εγκάρσιας ημιτομής χώρου φορτίου

Ακολουθεί περιγραφική ανάπτυξη λεπτομερούς σχεδίου εγκάρσιας ημιτομής χώρου φορτίου διαφόρων τύπων πλοίων

9.3.1 Πετρελαιοφόρο Δ/Ξ

Τα πλοία μεταφοράς πετρελαίου είναι από τις πιο σημαντικές κατηγορίες πλοίων. Υπάρχουν μικρά αλλά και μεγάλα σε μέγεθος πετρελαιοφόρα. Ένα κοινό χαρακτηριστικό είναι ότι όλα εκτός των πολύ μικρών διαθέτουν διπλό τοίχωμα όπως προαναφέραμε (κεφ. 3).

Στο σχήμα 9.5 βλέπουμε την ημιτομή ενός μικρού, σχετικά, πετρελαιοφόρου. Παρατηρούμε ότι έχει διπλά τοιχώματα και διπύθμενα. Ο χώρος του φορτίου χωρίζεται με διαμήκη φρακτή και το πάνω μέρος της δεξαμενής είναι κεκλιμένο ώστε να μειώνεται η ελεύθερη επιφάνεια του φορτίου και να μην επιδρά αρνητικά στην ευστάθειά του. Παρατηρούμε πολλά ενισχυτικά κατά μήκος όπως διαδοκίδες, σταθμίδες και εσωτερι-



Σχ. 9.5
Ημιτομή πετρελαιοφόρου πλοίου

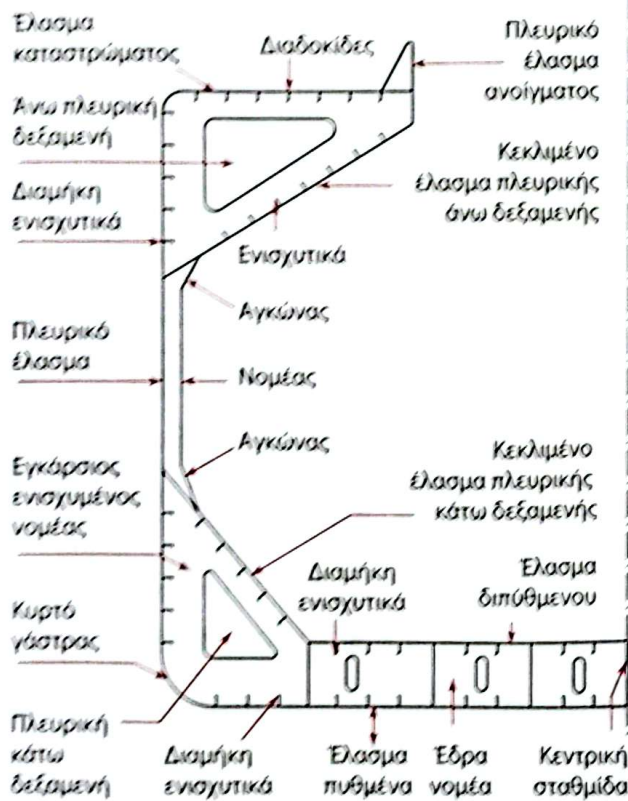
κά των διπλών τοιχωμάτων. Υπάρχουν και έδρες νομέα ανά κάποια ισαπόσταση, ενώ δεν βλέπουμε συχνά νομείς. Το κατάστρωμα έχει μικρά ανοίγματα για εξαερισμό, τα οποία αποτελούν χαρακτηριστικό γνώρισμα των πλοίων αυτών. Τα πλοία αυτά έχουν διάμηκες σύστημα ενίσχυσης.

9.3.2 Πλοίο μεταφοράς χύδην φορτίου (bulk carrier)

Τα πλοία μεταφοράς χύδην φορτίου χαρακτηρίζονται από το ιδιαίτερο φορτίο τους, το οποίο έχει μορφή κόκκων ή πετρωμάτων. Επειδή το φορτίο σε πιθανή εγκάρσια κλίση μπορεί να μετακινηθεί, θα πρέπει η επιφάνεια του φορτίου να είναι όσο το δυνατόν μικρότερη. Γι' αυτόν τον λόγο υπάρχουν οι άνω πλευρικές δεξαμενές με πλευρικά κεκλιμένα ελάσματα, που σταδιακά μειώνουν την ελεύθερη επιφάνεια και συμβάλλουν και στην στρεπτική αντοχή.

Στην ημιτομή του πλοίου αυτού (σχ. 9.6) βλέπουμε την μία χαρακτηριστική πλευρική άνω δεξαμενή. Το πλοίο έχει διπύθμενο με πολλά διαμήκη ενισχυτικά στον πυθμένα και στο διπύθμενο. Διαμήκη ενισχυτι-

κά έχουμε και στις πλευρικές δεξαμενές, αλλά και στο έλασμα του καταστρώματος. Το σύστημα ενίσχυσης που χρησιμοποιείται στα πλοία αυτά είναι μικτό, με πολλά ενισχυτικά κατά μήκος στον πυθμένα και στο κατάστρωμα και νομείς στις πλευρές. Το άνοιγμα στο κατάστρωμα είναι σχετικά μικρό σε πλάτος, αλλά μεγάλο σε μήκος ώστε να διευκολύνεται η φορτοεκφόρτωση.



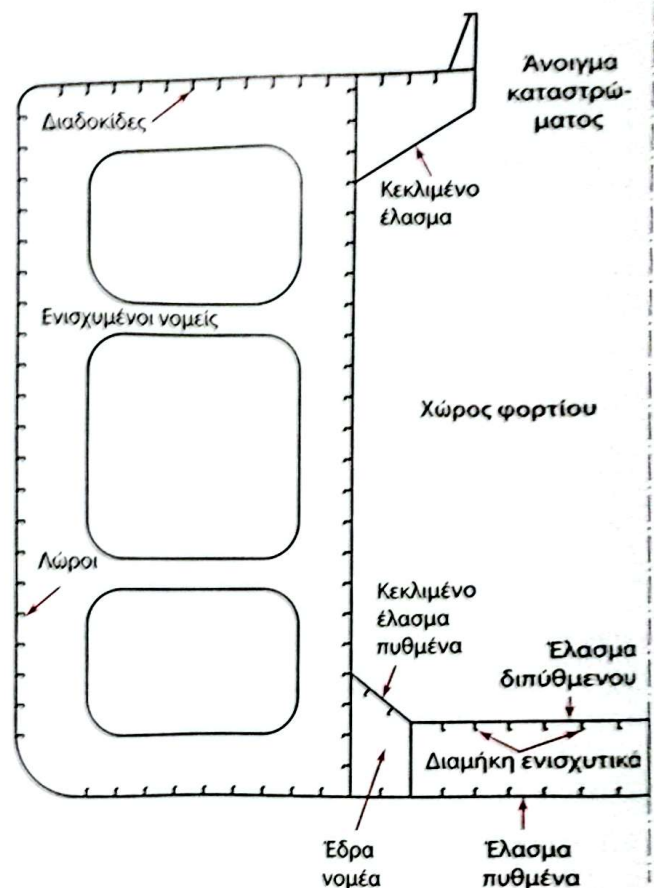
Σχ. 9.6

Ημιτομή πλοίου μεταφοράς χύδην φορτίου (bulk carrier)

9.3.3 Μεταλλευματοφόρο

Το μετάλλευμα είναι ένα πολύ ειδικό φορτίο. Ο συντελεστής στοιβασίας είναι ιδιαίτερα μικρός, καθώς πρόκειται για μεταλλεύματα. Ο χώρος φόρτωσης είναι ιδιαίτερα μικρός σε σχέση με τον όγκο του πλοίου. Λόγω της ιδιαιτερότητας αυτής, τα πλοία αυτά έχουν στις πλευρές του κύριου χώρου του κύτους άδειες δεξαμενές.

Στην ημιτομή του πλοίου αυτού (σχ. 9.7) διακρίνουμε τον χώρο πλευρικά του κύτους, που έχει ενισχυμένους νομείς. Το πλοίο διαθέτει διπύθμενο με διαμήκη ενισχυτικά, λώρους στα πλευρικά ελάσματα και διαδοκίδες στο κατάστρωμα. Επίσης βλέπουμε ότι



Σχ. 9.7

Ημιτομή μεταλλευματοφόρου πλοίου

ο χώρος φόρτωσης έχει άνω και κάτω κεκλιμένες δεξαμενές, όπως και στα bulk carrier, για καλύτερη φορτοεκφόρτωση. Το άνοιγμα του κύτους είναι σχετικά μικρό σε σχέση με το πλάτος του πλοίου.

9.3.4 Πλοία μεταφοράς συνδυασμένων μεταφορών (OBO & O/O)

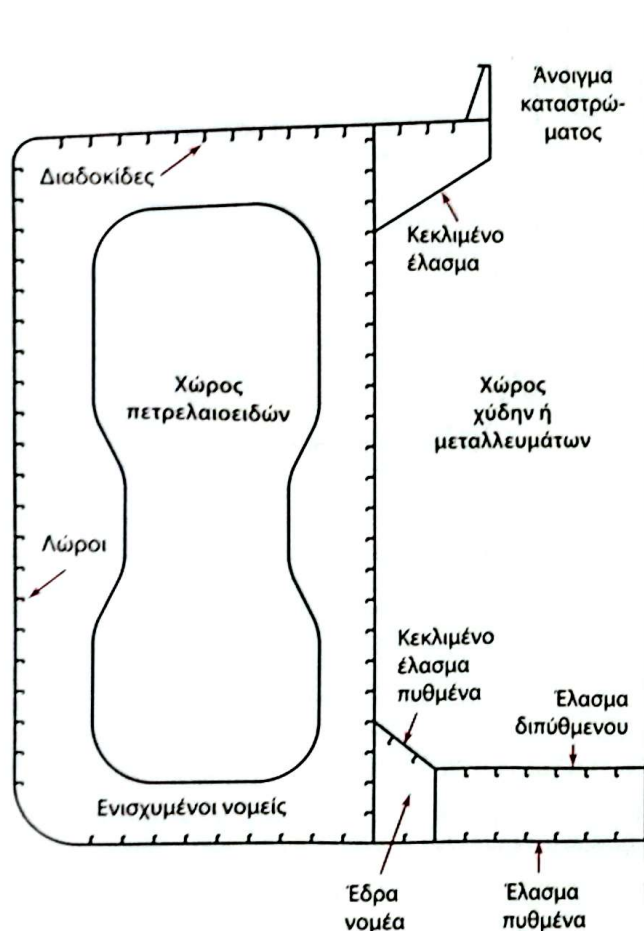
1) Πλοίο OBO (Ore/Bulk/Oil, δηλ. πλοίο που μεταφέρει μεταλλεύματα, χύδην φορτίο και πετρελαιοειδή)

Η μέση τόμη ενός τέτοιου πλοίου μπορεί να έχει αρκετές μορφές. Στα μεγάλα πλοία μοιάζει αρκετά με τα πλοία μεταφοράς μεταλλευμάτων (σχ. 9.8). Σε μικρότερες κατασκευές μπορεί να έχει την μορφή ενός bulk carrier.

2) Πλοίο O/O (Ore/Oil, δηλ. πλοίο που μεταφέρει μεταλλεύματα και πετρελαιοειδή)

Η εγκάρσια ημιτομή του πλοίου (σχ. 9.8) είναι περίπου ίδια με αυτή του πλοίου μεταφοράς μεταλλευμάτων, αλλά επειδή τα κύτη δεν είναι τόσο επιμήκη

προκύπτουν ένα-δύο επιπρόσθετα κύττη σε σχέση με ένα μεταλλευματοφόρο αντίστοιχου μεγέθους. Τα μεγαλύτερα πλοία φτάνουν τα 300.000 dwt, ενώ το πιο συνηθισμένο μέγεθος είναι από 100.000 έως 220.000 dwt. Οι πλευρικές δεξαμενές χρησιμοποιούνται για την μεταφορά πετρελαίου και οι κεντρικές για πετρέλαιο ή μετάλλευμα.



Σχ. 9.8

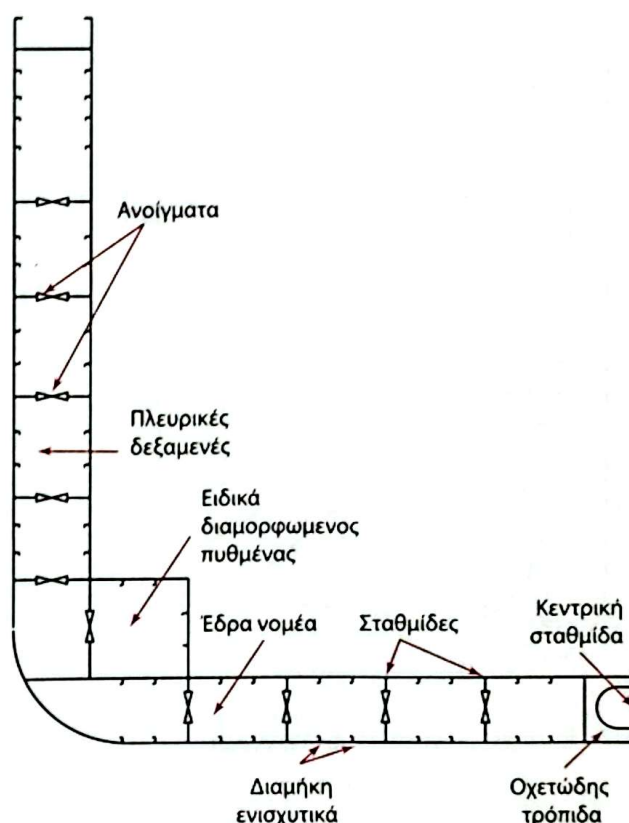
Ημιτομή πλοίου OBO, O/O

9.3.5 Πλοίο μεταφοράς Ε/Κ

Τα πλοία αυτά ουσιαστικά αντικατέστησαν σε μεγάλο βαθμό τα πλοία μεταφοράς γενικού φορτίου. Χαρακτηρίζονται κατασκευαστικά, πολλές φορές, από ανοιχτά καταστρώματα και τις συγκεκριμένες διαστάσεις πλάτους και μήκους κυτών, έτσι ώστε να χωρούν συγκεκριμένο αριθμό Ε/Κ (σχ. 9.9). Εκτελούν συγκεκριμένους πλόδες μεταξύ των λιμένων και έχουν μεγάλη ταχύτητα που μπορεί να υπερβαίνει και τα 20 knots.

Έχουν συνήθως διπλά τοιχώματα, έτσι ώστε να αντισταθμίζεται η απώλεια αντοχής από το ανοικτό κατάστρωμα και διαθέτουν **παχιά ελάσματα** (sheer strakes). Ο πυθμένας είναι ειδικά διαμορφωμένος για

να τοποθετούνται καλύτερα τα Ε/Κ. Το διπύθμενο έχει διαμήκη ενισχυτικά και σταθμίδες, ενώ πολλές φορές στο κέντρο βρίσκουμε και **οχετώδη τρόπιδα** (duct keel) (σχ. 9.9).



Σχ. 9.9

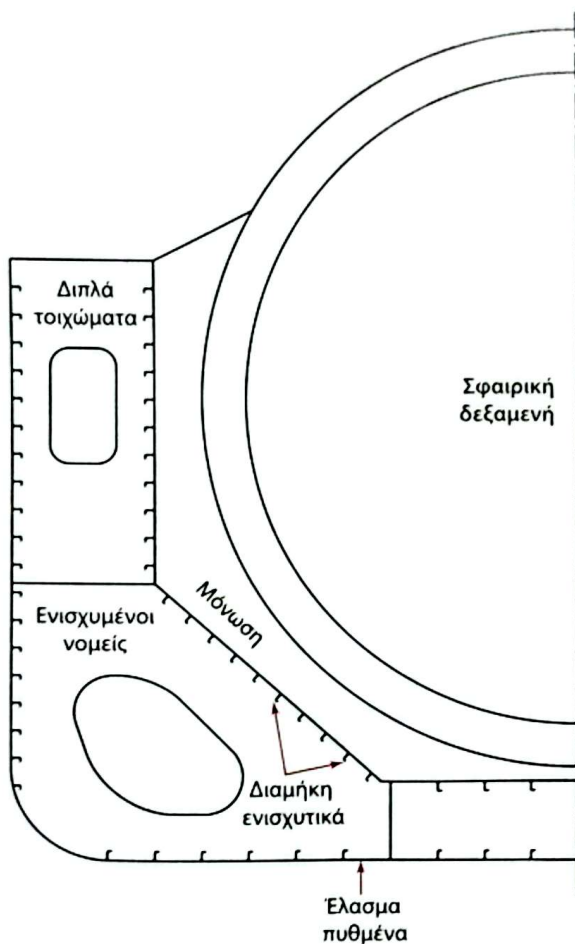
Ημιτομή πλοίου μεταφοράς Ε/Κ

9.3.6 Πλοίο μεταφοράς υγροποιημένων αερίων καυσίμων (LNG-LPG)

Τα πλοία αυτά παρουσιάζουν ιδιαίτερη μορφή στην μέση τομή τους. Στα παλαιότερα πλοία είχαμε σφαιρικές δεξαμενές, που σήμερα μπορούμε να δούμε ακόμη και σε πλοία LPG. Στο σχήμα 9.10 φαίνεται η ημιτομή ενός τέτοιου πλοίου, η κατασκευή της οποίας είναι έτσι διαμορφωμένη ώστε να στηρίζεται η σφαιρική δεξαμενή. Η δεξαμενή εξέχει του κύριου καταστρώματος και το ανώτερο τμήμα είναι εμφανές και εξωτερικά.

Το πλοίο έχει διπύθμενο και πλευρικά τοιχώματα αρκετά μεγάλου πλάτους. Υπάρχουν ενισχυμένοι νομείς, ενώ τα διαμήκη ενισχυτικά είναι πολύ περισσότερα.

Τα σύγχρονα πλοία μεταφοράς υγροποιημένου φυσικού αερίου έχουν δεξαμενές πρισματικού τύπου



Σχ. 9.10
Ημιτομή πλοίου LPG
με σφαιρικές δεξαμενές

(σχ. 9.11). Υπάρχει μόνωση μεταξύ των δεξαμενών και της κατασκευής του πλοίου για την διατήρηση χαμηλών θερμοκρασιών.

Η μορφή της ημιτομής του σχήματος 9.11 προτιμάται στα σύγχρονα πλοία, γιατί εξασφαλίζει μεγαλύτερο όγκο φορτίου και επιπρόσθετα το κέντρο βάρους του φορτίου, άρα και του πλοίου, είναι χαμηλότερα, με αποτέλεσμα να αυξάνεται η ευστάθεια. Τα διπύθμενα και τα διπλά τοιχώματα είναι μικρότερων διαστάσεων σε σχέση με τα πλοία με σφαιρικές δεξαμενές. Σε κάθε περίπτωση, τα διπλά τοιχώματα και τα διπύθμενα προστατεύουν τις δεξαμενές του φορτίου από σύγκρουση και πιθανή έκρηξη.

9.3.7 Επιβατηγό-οχηματαγωγό (Ε/Γ - Ο/Γ)

Τα Ε/Γ - Ο/Γ πλοία χαρακτηρίζονται από τα πολλά καταστρώματα που διαθέτουν. Συνήθως υπάρχει το κύριο κατάστρωμα, όπου φορτώνονται τα οχήματα, όπως επίσης και καταστρώματα πιο πάνω αλλά και πιο

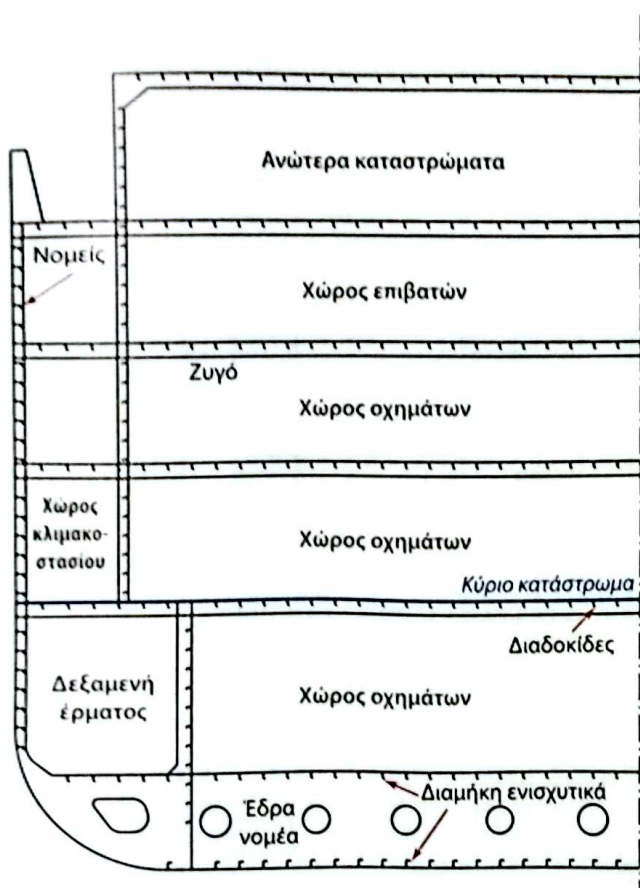


Σχ. 9.11
Ημιτομή πλοίου LNG
με πολυγωνικές δεξαμενές

κάτω. Ανάλογα με τις απαιτήσεις της μεταφοράς των οχημάτων μπορεί τα καταστρώματα να έχουν ύψος από 2,6 m έως και πάνω από 5 m εάν πρόκειται να φορτώνονται με φορτηγά οχήματα. Όλα τα καταστρώματα έχουν ενισχυτικά κατά το εγκάρσιο (ζυγά) και κατά το διάμηκες (διαδοκίδες) για να μπορούν να φορτωθούν με ασφάλεια τα οχήματα. Από κάποιο ύψος και πάνω τα καταστρώματα έχουν μικρότερο πλάτος. Στο σχήμα 9.12 παρουσιάζεται ένα Ε/Γ - Ο/Γ με 3 κλειστά καταστρώματα πάνω από το κύριο. Τα δύο είναι για την εξυπηρέτηση των επιβατών και του πληρώματος, ενώ υπάρχει και κατώτερο κατάστρωμα για τα οχήματα.

9.4 Περιγραφική ανάπτυξη λεπτομερούς σχεδίου εγκάρσιας ημιτομής χώρου φορτίου σε πλοίο μεταφοράς χύδην φορτίου, που έχει άνω και κάτω πλευρικές δεξαμενές

Τα πλοία μεταφοράς χύδην φορτίου πολλές φορές κατασκευάζονται και με διπλά τοιχώματα. Αυτό συμβαίνει ειδικά σε πλοία που μεταφέρουν επικίνδυνα για



Σχ. 9.12

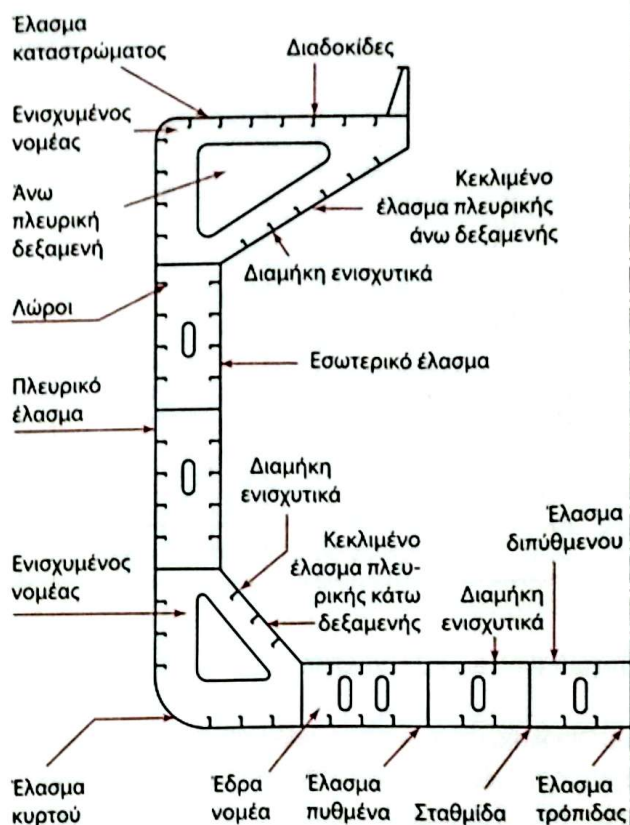
Ημιτομή επιβατηγού-οχηματαγωγού

το περιβάλλον φορτία. Στο σχήμα 9.13 έχουμε μια ημιτομή ενός τέτοιου πλοίου, ενώ βλέπουμε και την άνω και κάτω πλευρική δεξαμενή (topside tank), (hooper-tank).

Η κάτω πλευρική δεξαμενή επιφέρει την συσσώρευση του φορτίου στο κέντρο του κύτους και διευκολύνει την εκφόρτωσή του. Παράλληλα, οι δεξαμενές αυτές μαζί με τα διπύθμενα χρησιμεύουν για την μεταφορά έρματος, όταν αυτό κρίνεται, και την μεταβολή της εγκάρσιας κλίσης και της διαγωγής.

9.5 Περιγραφική ανάπτυξη εγκάρσιας τομής Δ/Ξ, που παρουσιάζει τις διατάξεις ενισχυμένων νομέων και τη διαμήκη ενίσχυση

Στα μεγάλα Δ/Ξ η μορφή της τομής διαφέρει αρκετά σε σχέση με αυτήν των Δ/Ξ μικρότερου μεγέθους, όπως είδαμε και στο σχήμα 9.5. Τα Δ/Ξ αυτά έχουν 3 δεξαμενές κατά το πλάτος του πλοίου, που χωρίζονται από διαμήκειες φρακτές, οι οποίες είναι τοποθετημένες περίπου στο 30% του πλάτους του πλοίου. Αυτό γίνεται προκειμένου να μειώνονται οι ελεύθερες επι-



Σχ. 9.13

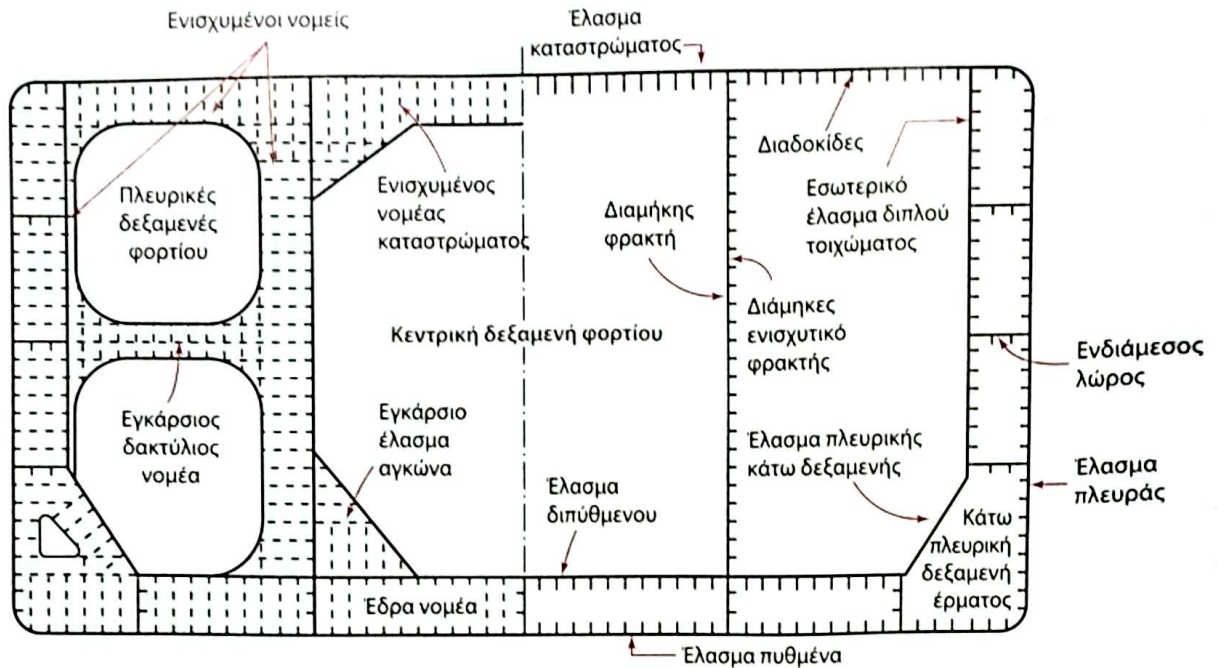
Ημιτομή πλοίου χύδην

φάνειες του φορτίου και να μην επηρεάζεται πολύ η ευστάθειά του.

Στο σχήμα 9.14 βλέπουμε μια τομή ενός μεγάλου Δ/Ξ , που στην αριστερή ημιτομή εμφανίζονται τα εγκάρσια ενισχυτικά, ενώ στην δεξιά τα διαμήκη. Προφανώς και τα ενισχυτικά αυτά υπάρχουν και στις δύο πλευρές και ενισχύουν την κατασκευή.

Στην αριστερή ημιτομή βλέπουμε τους **ενίσχυ-
μένους νομείς** (web frames), οι οποίοι σχηματίζουν
δακτυλίους ενίσχυσης εγκάρσια της κατασκευής. Η
εγκάρσια αυτή ενίσχυση υπάρχει περισσότερο στις
πλευρικές δεξαμενές φορτίου. Στο κάτω μέρος βλέ-
πουμε και τις κάτω πλευρικές δεξαμενές έρματος
(hopper tanks), οι οποίες προσδίδουν ενίσχυση στην
κατασκευή, αλλά και περιορίζουν το φορτίο στο κέ-
ντρο του κύτους.

Στην δεξιά ημιτομή βλέπουμε όλα τα ενισχυτικά που είναι κατά το διάμηκες. Εσωτερικά του διπύθμενου και των διπλών τοιχωμάτων έχουμε διαμήκη ενισχυτικά. Επίσης διαμήκη ενισχυτικά έχουμε πάνω στην διαμήκη φρακτή και κάτω από το κατάστρωμα τις διαδοκίδες.



Σχ. 9.14
Μέση τομή Δ/Ξ

Οι ενισχυμένοι νομείς εμφανίζονται από κάποιον αριθμό νομέων και σχηματίζουν δακτυλίους ενίσχυσης. Η σύνθεση των εγκάρσιων και των διαμήκων ενισχυτικών προσδίδει στην κατασκευή επαρκή αντοχή. Ας μην ξεχνάμε ότι τέτοιου μεγέθους πλοία έχουν μεγάλες καταπονήσεις ιδίως σε κάμψη, γι' αυτό και έχουμε ουσιαστικά διάμηκες σύστημα ενίσχυσης.

9.6 Περιγραφική ανάπτυξη εγκάρσιας τομής κυψελοειδούς πλοίου μεταφοράς Ε/Κ (cellular containership)

Λόγω της ραγδαίας ανάπτυξης των μεταφορών, ο πιο διαδεδομένος τύπος πλοίου μεταφοράς Ε/Κ είναι τα «κυψελωτά» (cellular), που διαθέτουν χαλύβδινους «οδηγούς» (cell guides) στοιβάσις των Ε/Κ (σχ. 9.15).

Οι «οδηγοί» στοιβάσις των Ε/Κ επιτρέπουν μόνο την κάθετη μετακίνησή τους. Η ύπαρξη οδηγών επιταχύνει σε μεγάλο βαθμό τον χρόνο φορτοεκφόρτωσης των Ε/Κ, που γίνεται από κατάλληλα διαμορφωμένες εγκαταστάσεις στα λιμάνια. Στα πλοία τύπου «box» τα Ε/Κ στοιβάζονται και στα ανώτερα του καταστρώματος και δένονται (lashed) (σχ. 9.16).

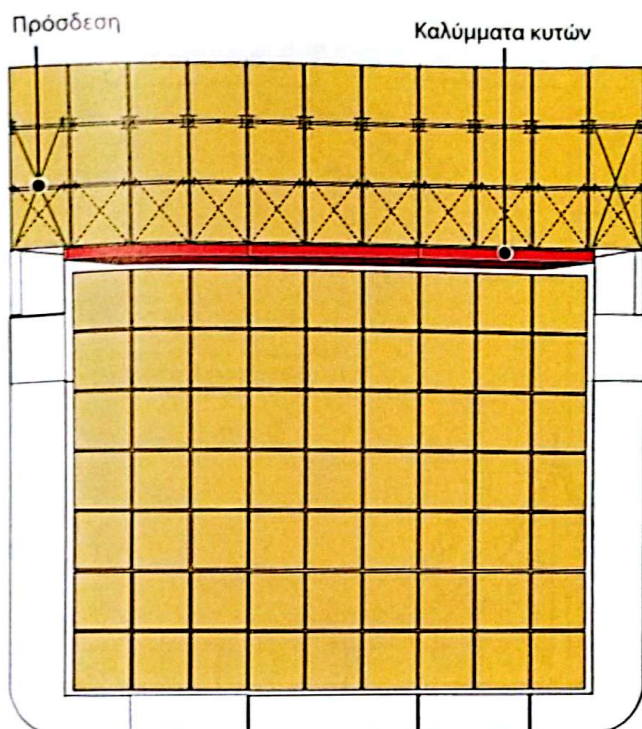
Στα «hatch coverless» πλοία, δηλαδή στα πλοία που δεν έχουν καλύμματα κυτών (hatch covers), υπάρχει επέκταση των οδηγών στοιβάσις πέραν του ύψους του καταστρώματος, με αποτέλεσμα η συγκράτησή τους να γίνεται από τους οδηγούς (σχ. 9.17).



Σχ. 9.15
Οδηγοί στοιβάσις Ε/Κ

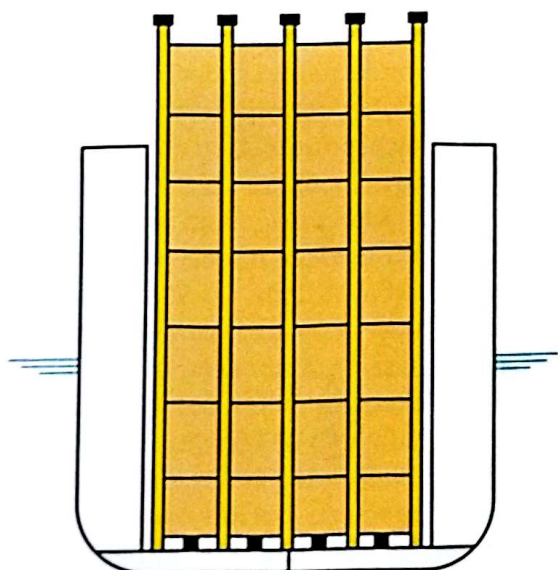
9.7 Ορισμός και ανάγνωση των εξής σχεδίων: ναυπηγικών γραμμών σκάφους, κατασκευαστικού, περισάλων

Το σχέδιο των **ναυπηγικών γραμμών** είναι από τα σημαντικότερα σχέδια στην κατασκευή του πλοίου. Σχεδιάζεται στην αρχική μελέτη του πλοίου και με αυτό προσδιορίζονται τα βασικά γεωμετρικά στοιχεία της κατασκευής του πλοίου. Ουσιαστικά πρόκειται για την ορθή προβολή της μορφής του πλοίου έως και το κύριο κατάστρωμα στα τρία επίπεδα που είναι το **εγκάρσιο**, το **διάμηκες** και το **οριζόντιο** (σχ. 9.18).



Σχ. 9.16

Κυψελωτό πλοίο μεταφοράς Ε/Κ τύπου box.
Πρόσδεση στο πάνω από το κατάστρωμα

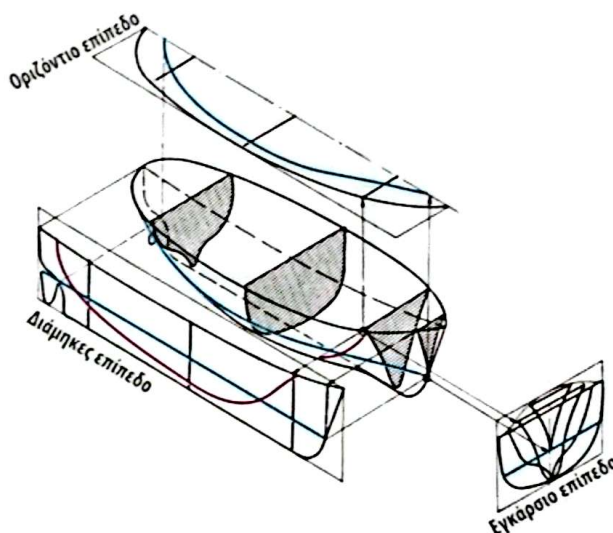


Σχ. 9.17

Κυψελωτό πλοίο με καλύμματα
και χωρίς καλύμματα

Στο σχήμα 9.19 βλέπουμε ένα σχέδιο ναυπηγικών γραμμών. Οι τρεις προβολές είναι τοποθετημένες στο σχέδιο όπως και στα σχέδια όψεων.

Στο σχήμα 9.19(α) βλέπουμε την απεικόνιση των τομών κατά το πλάτος του πλοίου Α, Β, Γ στο διάμηκες



Σχ. 9.18

Ορθή προβολή πλοίου
πάνω στα τρία επίπεδα

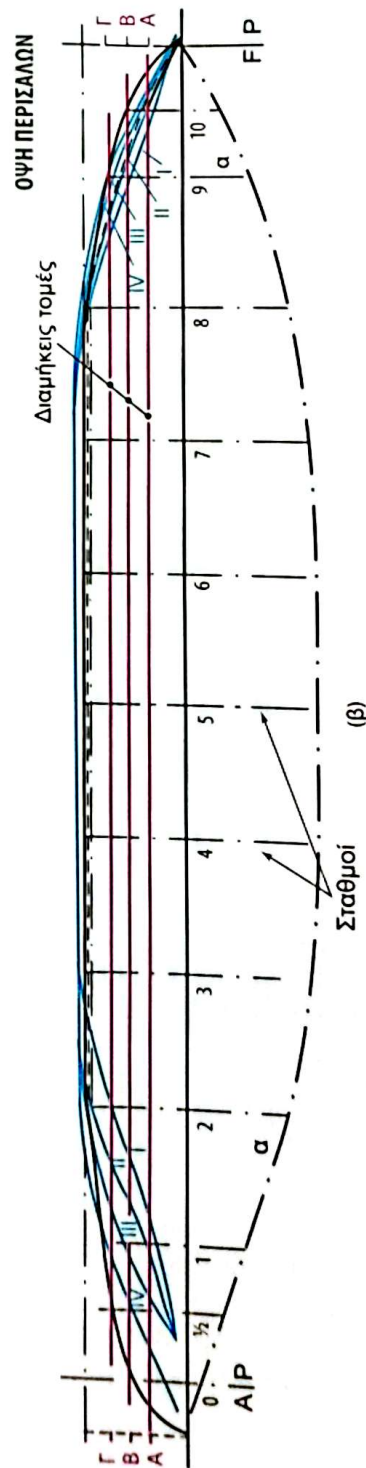
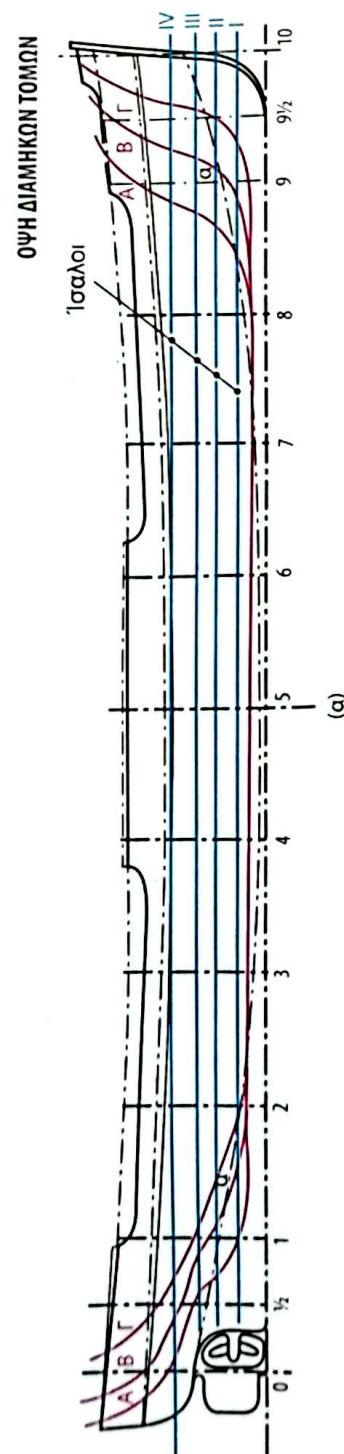
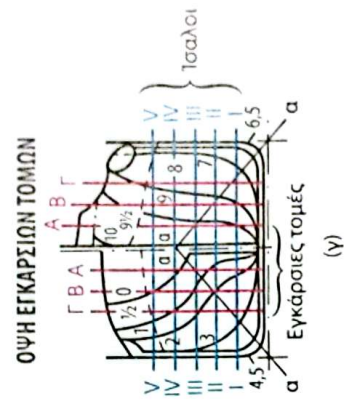
επίπεδο. Την όψη αυτή την ονομάζουμε **όψη διαμήκων τομών** (Sheer Plan).

Στο σχήμα 9.19(β) βλέπουμε την απεικόνιση των τομών κατά το ύψος του πλοίου I, II, III, IV, V στο οριζόντιο επίπεδο. Την όψη αυτή την ονομάζουμε **όψη περιστάλων** (Half breadth plan, Waterlines plan).

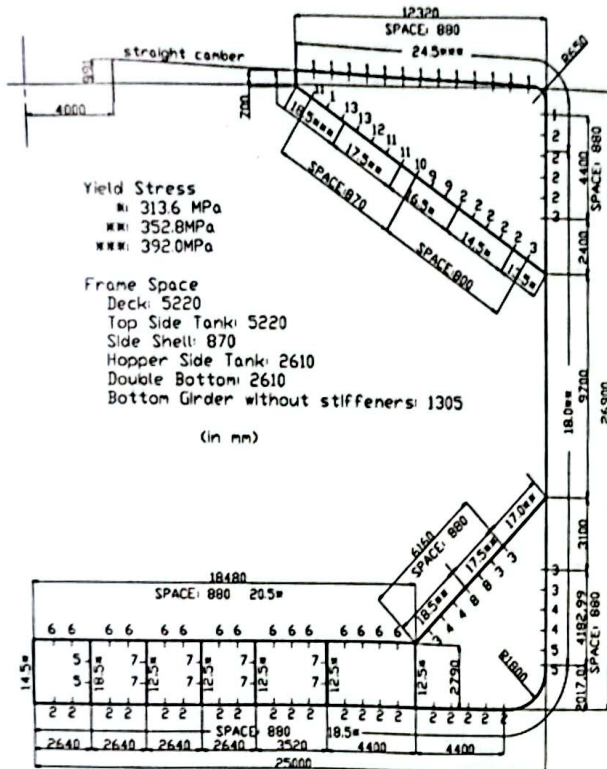
Στο σχήμα 9.19(γ) **δεξιά** βλέπουμε την απεικόνιση των τομών κατά το μήκος του πλοίου σε σχεδιαστικούς νομείς 0,1/2,1 έως και 10 πάνω στο εγκάρσιο επίπεδο. Στο σχέδιο ναυπηγικών γραμμών δεν περιλαμβάνονται τα πάχη των ελασμάτων. Το σχέδιο αυτό το ονομάζουμε και **σχέδιο εγκάρσιων τομών** (body plan).

Με τις τρεις όψεις αυτές έχουμε μια πλήρη απεικόνιση της μορφής της γάστρας του πλοίου. Εάν κατά την αρχική μελέτη του πλοίου προκύψουν προβλήματα στον υπολογισμό της αντοχής, της ευστάθειας και της πρόωσης που επηρεάζονται από το σχέδιο των ναυπηγικών γραμμών, τότε τροποποιούμε την αρχική σχεδίαση ώστε να πετύχουμε το επιθυμητό αποτέλεσμα.

Το **κατασκευαστικό σχέδιο** είναι ένα σχέδιο που παρουσιάζει την κατασκευή του πλοίου. Δηλαδή έχει στοιχεία για την μορφή του πλοίου, τις διαστάσεις του πλοίου, το πάχος των ελασμάτων, την ποιότητα των υλικών. Κατασκευαστικά σχέδια σχεδιάζονται για όλο το πλοίο. Συνήθως η κλίμακα σχεδίασης είναι η κατάλληλη ώστε να φαίνονται όλες οι λεπτομέρειες της κατασκευής. Ένα κατασκευαστικό σχέδιο μπορεί να είναι και η μέση τομή του πλοίου (σχ. 9.20).



Σχ. 9.19
Σχέδιο ναυπηγικών γραμμών



Σχ. 9.20

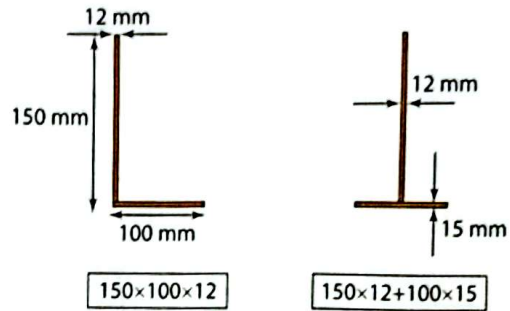
Κατασκευαστικό σχέδιο μέσης τομής bulk carrier

Σε αυτό το κατασκευαστικό σχέδιο βλέπουμε όλες τις διαστάσεις των ελασμάτων και των ενισχυτικών (ισαποστάσεις). Επίσης έχουμε το πάχος των ελασμάτων μαζί με την ποιότητα του χάλυβα να φαίνεται με την παρουσία του συμβόλου αστερίσκου μετά την διάσταση (ή** ή ***) και την τάση διαρροής¹.

Τα ενισχυτικά αριθμούνται από το 1 έως το 13 για την διαφορετική μορφή, τις διαστάσεις και το πάχος που μπορεί να έχουν. Αυτό συνήθως θα το βλέπουμε σε ένα βοηθητικό υπόμνημα του σχεδίου. Πολλές φορές μπορεί να φαίνεται και πάνω στο σχέδιο με την μορφή π.χ. $150 \times 100 \times 12$, που ερμηνεύεται ως ενισχυτικό τύπου L με μήκος 150 mm, πλάτος 100 mm και πάχος 12 mm ή π.χ. $150 \times 12 + 100 \times 15$ που ερμηνεύεται ως ενισχυτικό τύπου T με μήκος 150 mm πάχος 12 mm και πλάτος 100 mm με πάχος 15 mm (σχ. 9.21).

9.8 Ορισμός και ανάγνωση σχεδίου αναπτύγματος γάστρας, αναπτύγματος περιβλήματος κ.λπ.
Αναγνώριση ελασμάτων

Τα ελάσματα της γάστρας πλοίου από το τρισδι-



Σχ. 9.21

Λεπτομέρεια
ενισχυτικού

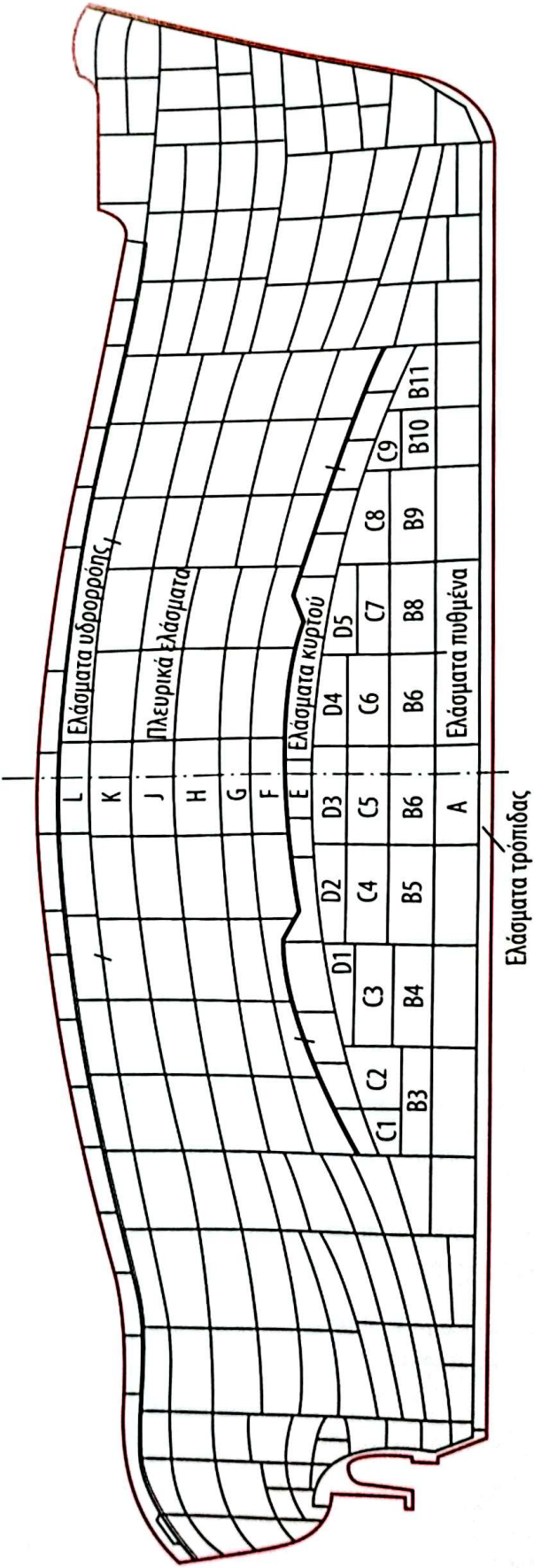
άστατο μοντέλο μπορούν να αναπαρασταθούν σε ένα δισδιάστατο σχέδιο που αναφέρεται ως **σχέδιο αναπτύγματος γάστρας** (shell expansion plan). Όλες οι κατακόρυφες διαστάσεις σε αυτό το σχέδιο λαμβάνονται γύρω από την περιφέρεια του σκάφους και όχι ως άμεση κατακόρυφη προβολή.

Η τεχνική αυτή απεικονίζει τόσο την πλευρική όσο και την κάτω επένδυση ως ένα συνεχές σύνολο. Στο σχήμα 9.22 απεικονίζεται ένα τυπικό ανάπτυγμα της γάστρας για ένα Δ/Ξ. Εδώ φαίνεται επίσης η αρίθμηση και η γραφή των πλακών για λόγους αναφοράς.

9.9 Υπολογισμός επιφάνειας γάστρας (μέθοδος Normand κ.λπ.)

Πολλές φορές χρειάζεται να υπολογιστεί η επιφάνεια της γάστρας του πλοίου. Για να γίνει κάτι τέτοιο απαιτούνται υπολογισμοί από το σχέδιο γραμμών του πλοίου χρησιμοποιώντας υπολογιστικά προγράμματα. Επίσης μπορεί να χρησιμοποιηθεί και ο κανόνας Simpson, ο οποίος είναι μια αριθμητική μέθοδος υπολογισμού επιφανειών και όγκων που στηρίζεται σε εμπειρικούς συντελεστές ολοκλήρωσης, αλλά κι αυτός απαιτεί αρκετούς υπολογισμούς και έχει μια σχετική ακρίβεια.

¹ Η **τάση διαρροής** (yield stress) είναι η τάση που το υλικό πλέον παραμορφώνεται έντονα και ουσιαστικά καταρρέει. Η τάση διαρροής έχει τιμή κοντά στη μέγιστη επιτρεπόμενη τάση κάθε υλικού (βλ. παράγρ. 2.2.1).



Σχ. 9.22
Σχέδιο αναπτύγματος ελασμάτων γάστρας

Υπάρχουν και κάποιες εμπειρικές μέθοδοι υπολογισμού της επιφάνειας της γάστρας ή της βρεχόμενης επιφάνειας του πλοίου που δίνουν σχετικά καλά αποτελέσματα, και είναι οι εξής:

1) Μέθοδος Baier-Bragg

Ο τύπος υπολογισμού είναι:

$$\text{βρεχόμενη επιφάνεια} = \frac{c \cdot L_{WL}^2}{10}$$

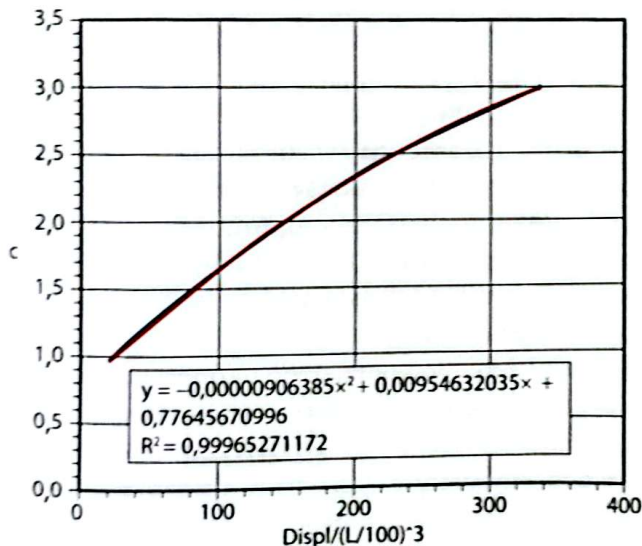
Ο συντελεστής c δίνεται από το σχήμα 9.23, ενώ ο υπολογισμός γίνεται σε κυβικά πόδια ft^3 , L_{WL} (ft).

2) Μέθοδος Taylor

Ο τύπος υπολογισμού είναι:

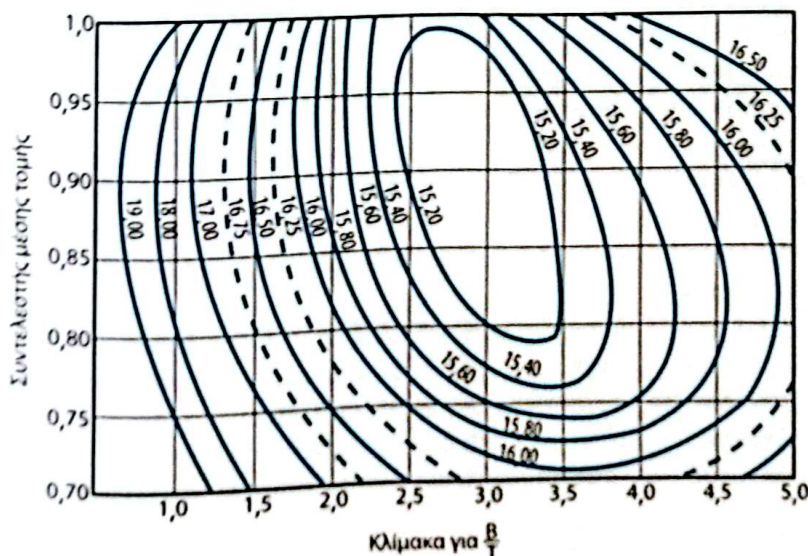
$$\text{βρεχόμενη επιφάνεια} = 0,17 \cdot C \cdot \sqrt{\nabla \cdot L_{WL}}$$

Συντελεστής c μεθόδου Baier-Bragg



Σχ. 9.23

Συντελεστής c μεθόδου Baier-Bragg



Ο συντελεστής C δίνεται από το σχήμα 9.24.

Το ∇ ο όγκος του εκτοπίσματος του πλοίου σε m^3 .

Το L_{WL} το μήκος της ισάλου σε m .

Το B το πλάτος του πλοίου σε m .

Το T το βύθισμα του πλοίου σε m .

C_M = συντελεστής μέσης τομής πλοίου.

3) Μέθοδος Froude

Ο τύπος υπολογισμού είναι:

$$\text{βρεχόμενη επιφάνεια} = \nabla^{2/3} \cdot \left(3,4 + \frac{L_{WL}}{2 \cdot \nabla^{1/3}} \right)$$

4) Μέθοδος Denny-Mumford

Ο τύπος υπολογισμού είναι:

$$\text{βρεχόμενη επιφάνεια} = 1,7 \cdot L_{WL} \cdot T + \frac{\nabla}{T}$$



Παράδειγμα

Υπολογισμός βρεχόμενης επιφάνειας πλοίου με τις παραπάνω μεθόδους με τα εξής χαρακτηριστικά:

$$L_{WL} = 360 \text{ m}, B = 51 \text{ m},$$

$$T = 14,5 \text{ m}, \nabla = 174000 \text{ m}^3, c_M = 0,95$$

$$\text{βρεχόμενη επιφάνεια} = 22.032 \text{ m}^2$$

	Μέθοδος	Βρεχόμενη επιφάνεια σε m^2
1.	Baier-Bragg	22.027
2.	Taylor	20.990
3.	Froude	20.778
4.	Denny-Mumford	20.874

Σχ. 9.24

Συντελεστής c για υπολογισμό της βρεχόμενης επιφάνειας μεθόδου Taylor

Ερωτήσεις – Ασκήσεις επανάληψης κεφαλαίου

1. Να φτιάξετε ένα σκαρίφημα με την ημιτομή των παρακάτω τύπων πλοίων:
 - α) Γενικού φορτίου.
 - β) Ψυγείο.
 - γ) Μεταφοράς πετρελαίου.
 - δ) Μεταφοράς χύδην φορτίου.
 - ε) Μεταλλευματοφόρο.
 - στ) Συνδυασμένων φορτίων μεταλλευμάτων, χύδην, πετρελαιοειδών.
 - ζ) Μεταφοράς Ε/Κ.
 - η) Μεταφοράς αερίων φορτίων.
 - θ) Μεταφοράς επιβάτων και οχημάτων.
2. Να φτιάξετε ένα σκαρίφημα με την τομή ενός πλοίου μεταφοράς πετρελαίου με εγκάρσια και διαμήκη ενισχυτικά.
3. Να φτιάξετε ένα σκαρίφημα με την τομή ενός πλοίου μεταφοράς Ε/Κ κυψελωτού τύπου.
4. Τι είναι ένα σχέδιο ναυπηγικών γραμμών; Τι δείχνει;
5. Τι είναι το κατασκευαστικό σχέδιο; Να αναγνωρίσετε το πάχος των ελασμάτων στο σχήμα 9.18.
6. Τι είναι το σχέδιο αναπτύγματος της γάστρας; Τι δείχνει; Πώς κωδικοποιούνται τα ελάσματα;
7. Πώς μπορούμε να προσεγγίσουμε την επιφάνεια της γάστρας; Να κάνετε έναν υπολογισμό για ένα πλοίο με βασικά χαρακτηριστικά: $L_{wl} = 210 \text{ m}$, $B = 30 \text{ m}$, $T = 9,5 \text{ m}$, $\nabla = 85000 \text{ m}^3$, $c_M = 0,95$