



---

## Ναυπηγικό σχέδιο και αρχές casd (E)

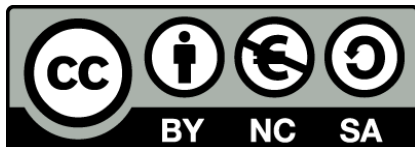
### Ενότητα 7.1: Μέθοδοι Σχεδίασης και Τελικός Καθορισμός των Ναυπηγικών Γραμμών

Γεώργιος Κ. Χατζηκωνσταντής Επίκουρος Καθηγητής

Διπλ. Ναυπηγός Μηχανολόγος Μηχανικός

Μ.Sc. "Διασφάλιση Ποιότητας", Τμήμα Ναυπηγικών Μηχανικών ΤΕ

---



Το περιεχόμενο του μαθήματος διατίθεται με άδεια Creative Commons εκτός και αν αναφέρεται διαφορετικά



Ευρωπαϊκή Ένωση  
Ευρωπαϊκό Κοινωνικό Ταμείο



Με τη συγχρηματοδότηση της Ελλάδας και της Ευρωπαϊκής Ένωσης



Το έργο υλοποιείται στο πλαίσιο του Επιχειρησιακού Προγράμματος «Εκπαίδευση και Δια Βίου Μάθηση» και συγχρηματοδοτείται από την Ευρωπαϊκή Ένωση (Ευρωπαϊκό Κοινωνικό Ταμείο) και από εθνικούς πόρους.

## **ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ**

<b>Γενικές αρχές σχεδίασης των ναυπηγικών γραμμών .....</b>	<b>3</b>
<b>Σχεδίαση των Ναυπηγικών γραμμών.....</b>	<b>7</b>
<b>Αρχική σχεδίαση των ναυπηγικών γραμμών .....</b>	<b>11</b>

# ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΙΙΙ

## ΜΕΘΟΔΟΙ ΣΧΕΔΙΑΣΗΣ ΚΑΙ ΤΕΛΙΚΟΣ ΚΑΘΟΡΙΣΜΟΣ ΤΩΝ ΝΑΥΠΗΓΙΚΩΝ ΓΡΑΜΜΩΝ

### ΓΕΝΙΚΕΣ ΑΡΧΕΣ ΣΧΕΔΙΑΣΗΣ ΤΩΝ ΝΑΥΠΗΓΙΚΩΝ ΓΡΑΜΜΩΝ

Για τη σχεδίαση των ναυπηγικών γραμμών πρέπει να έχουν ήδη οριστεί στη φάση της προμελέτης του σκάφους οι κύριες διαστάσεις και οι συντελεστές της γάστρας.

Επίσης να είναι όσο το δυνατό πιο αναλυτικά γνωστή η κατανομή βαρών και όγκων με τρόπο ώστε να ικανοποιούνται οι απαιτήσεις της προμελέτης.

Στο σημείο αυτό επιλέγεται η μέθοδος για τη σχεδίαση των ναυπηγικών γραμμών ανάλογα με την ικανότητα του σχεδιαστή και βέβαια ανάλογα με το αρχείο που αυτός διαθέτει.

Η επιλογή μπορεί να γίνει από τις παρακάτω μεθόδους σχεδίασης.

#### **1. Απ' ευθείας σχεδίαση.**

Η μέθοδος αυτή προϋποθέτει μεγάλη εμπειρία του σχεδιαστή γιατί δεν πρόκειται για τροποποίηση υπάρχοντος σχεδίου ναυπηγικών γραμμών αλλά για εντελώς νέο σχέδιο.

#### **2. Σχεδίαση με τη μέθοδο των αναλογιών.**

#### **3. Σχεδίαση με τροποποίηση του διαγράμματος των εγκαρσίων εμβαδών.**

#### **4. Σχεδίαση με τροποποίηση του παραλλήλου τμήματος.**

#### **5. Σχεδίαση με χρήση των χαρακτηριστικών διαγραμμάτων ή μεθοδικών (συστηματικών) σειρών.**

Μετά τον καθορισμό των κυρίων διαστάσεων και όλων των αναγκαίων παραμέτρων κατά την προμελέτη του σκάφους και την επιλογή μιας των παραπάνω μεθόδων σχεδίασης πραγματοποιείται η πρώτη φάση της σχεδίασης (προσχέδιο).

Σ' αυτή τη φάση σχεδιάζονται υπό κλίμακα οι ναυπηγικές γραμμές του σκάφους και στις τρεις όψεις.

Μετά το πέρας της αρχικής σχεδίασης των ναυπηγικών γραμμών ο σχεδιαστής συντάσσει τους πίνακες των offsets και τους αποστέλλει στο χακτήριο ως "προκαταρκτικά".

Με γνωστά πλέον όλα τα αναγκαία στοιχεία σχεδίασης χαράζονται επί του δαπέδου του χακτηρίου σε φυσικό μέγεθος (κλίμακα 1: 1) οι ναυπηγικές γραμμές του προσχεδίου προκειμένου να γίνουν οι σχετικές διορθώσεις.

Αφού στρωθούν οι γραμμές στη σάλα, συντάσσονται οι νέοι πίνακες των συντεταγμένων των ναυπηγικών γραμμών (offsets) γνωστοί σαν επιστρεφόμενοι ή τελικοί πίνακες των offsets και παραδίδονται στο σχεδιαστήριο του ναυπηγείου για την οριστική σχεδίαση. Αυτοί οι τελικοί πίνακες πρέπει να περιλαμβάνουν offsets για τους θεωρητικούς και τους κατασκευαστικούς νομείς.

Οι πίνακες αυτοί των μετρήσεων αναφέρονται στις οριζόντιες (Half-breadths) και κατακόρυφες (Heights) αποστάσεις, μετρούμενες από τη CL και BL αντίστοιχα. Οι μετρήσεις αυτές εκφράζονται σαν ακέραιοι και δεκαδικοί αριθμοί μιας οποιασδήποτε μονάδας μήκους όπως το μέτρο ή το πόδι. Η παραπάνω διαδικασία που περιγράψαμε απαιτεί μεγάλη προσπάθεια και πολύ χρόνο για το Ναυπηγό.

Γ' αυτό μερικοί μελετητές μετά το πέρας της αρχικής σχεδίασης των ναυπηγικών γραμμών προτιμούν να τις στέλνουν μαζί με τους υπολογισμούς σε ειδικές υπηρεσίες με προγράμματα υπολογιστών τα οποία επιτρέπουν τον έλεγχο των όψεων του σχεδίου.

Οι γραμμές της γάστρας μπορούν να εξομαλυνθούν στον υπολογιστή έτσι ώστε να παραχθεί γρήγορα ένα σωστό σχέδιο γραμμών.

Η εκτύπωση από τον υπολογιστή καταγράφει τις διορθωμένες μετρήσεις (offsets) για τις διάφορες γραμμές και έτσι δίνεται η δυνατότητα στον Σαλαδόρο να χαράζει το σχήμα της γάστρας με μεγαλύτερη ευκολία και πολύ πιο γρήγορα.

Μερικές φορές για να εξετάσουμε τη συμπεριφορά του σκάφους κατά την πρόωση του στο νερό, κατασκευάζεται ομοίωμα του σκάφους, το οποίο μελετάται στη δεξαμενή Ναυπηγικών Δοκιμών ή τη Δεξαμενή Δοκιμών Προτύπων (SHIP' S MODEL TANK).

### **Απαιτούμενα στοιχεία για τη σχεδίαση των ναυπηγικών γραμμών.**

Στο στάδιο της εκπαίδευσης θα θεωρήσουμε ότι έχουμε στη διάθεση μας τα παρακάτω δεδομένα για τη σχεδίαση των ναυπηγικών γραμμών, δεδομένα που θα προέκυπταν από τη χρήση μιας από τις προαναφερθείσες μεθόδους.

1. Μήκος μεταξύ καθέτων, πλάτος, βύθισμα αναφοράς και πλευρικό ύψος μέχρι τα διάφορα καταστρώματα.

2. Πίνακες συντεταγμένων (table of offsets) διαφόρων σημείων της επιφάνειας αναφοράς (δηλ. της εσωτερικής επιφάνειας του εξωτερικού κελύφους ή της εξωτερικής όψης των κατασκευαστικών νομέων. Στα ξύλινα σκάφη η επιφάνεια αναφοράς συμπίπτει με την εξωτερική επιφάνεια της γάστρας).

3. Πλήρη στοιχεία περιγραφής των περιγραμμάτων της πλώρης της πρύμνης και των διαφόρων καταστρώματων κ. λ. π.

## Διάταξη των όψεων ή σχεδίων των Ναυπηγικών γραμμών.

Ο τρόπος διάταξης των τριών όψεων είναι κατά μεγάλο μέρος αποτέλεσμα εκλογής του σχεδιαστή. Προκειμένου να αποκτηθεί πληρότητα στο σχέδιο και ευχερής έλεγχος της ομαλότητας των ναυπηγικών γραμμών, πρέπει μια ή περισσότερες από αυτές τις όψεις να σχεδιαστούν η μια πάνω στην άλλη. Για λόγους όμως εκπαιδευτικούς η διάταξη των όψεων των ναυπηγικών γραμμών μπορεί να γίνει όπως παρακάτω:

Το σχέδιο των διαμηκών τομών (sheer plan) θα καταλαμβάνει το άνω μέρος του χαρτιού σχεδίασης με την πλώρη δεξιά. Κάτω ακριβώς από το σχέδιο των διαμηκών τομών θα σχεδιασθεί το σχέδιο των ισάλων (Half breadth plan). Αυτά τα δύο σχέδια ή όψεις, θα σχεδιασθούν κατά τέτοιο τρόπο έτσι ώστε ο ίδιος θεωρητικός νομέας (εγκάρσια τομή) να βρίσκεται πάνω στην ίδια ευθεία στις δύο όψεις.

Το σχέδιο των εγκαρσίων τομών (body plan) θα βρίσκεται επί του σχεδίου του sheer plan κατά τέτοιο τρόπο ώστε η Βασική γραμμή στο σχέδιο αυτό να ταυτίζεται με την BL του sheer plan και η CL του Body plan να ταυτίζεται με τον μέσο θεωρητικό νομέα την Sheer plan. Σχ. 1

Το σχέδιο των διαμηκών τομών (Sheer plan) θα καταλαμβάνει το άνω και αριστερό μέρος του χαρτιού σχεδίασης με την πλώρη δεξιά. Κάτω ακριβώς από το σχέδιο των διαμηκών τομών θα σχεδιαστεί το σχέδιο των ισάλων (Half breadth plan).

Αυτά τα δύο σχέδια ή όψεις, θα σχεδιαστούν κατά τέτοιο τρόπο έτσι ώστε ο ίδιος θεωρητικός νομέας (εγκάρσια τομή) να βρίσκεται πάνω στην ίδια ευθεία στις δύο όψεις.

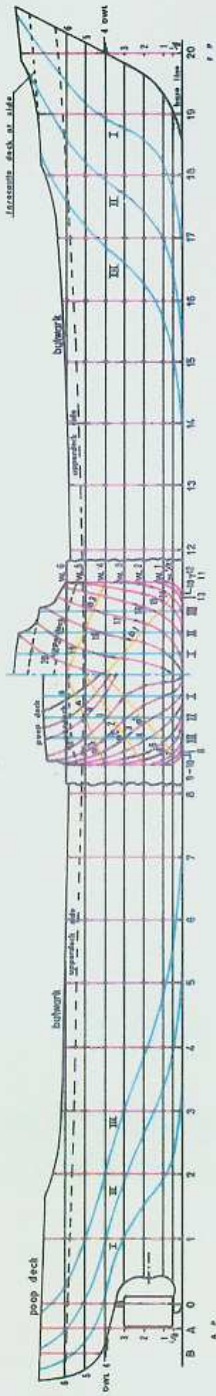
Το σχέδιο των εγκαρσίων τομών (Body plan) θα καταλαμβάνει το άνω και δεξιό μέρος του χαρτιού σχεδίασης έτσι ώστε η Βασική γραμμή στο σχέδιο αυτό να αποτελεί προέκταση της αντίστοιχης Βασικής γραμμής του σχεδίου των διαμηκών τομών.

Επειδή το πλοίο είναι συμμετρικό ως προς το διάμηκες επίπεδο συμμετρίας, στο σχέδιο των ναυπηγικών γραμμών απεικονίζεται μια μόνο πλευρά του.

Συνεπώς στο σχέδιο των εγκαρσίων τομών (Body plan) σχεδιάζονται τα ίχνη των τομών (Θ. Ν. ) που βρίσκονται μεταξύ της μέσης τομής και της πλώρης δεξιά του ίχνους του επιπέδου συμμετρίας και οι τομές που βρίσκονται μεταξύ πρύμνης και μέσης τομής αριστερά του ίχνους του επιπέδου συμμετρίας.

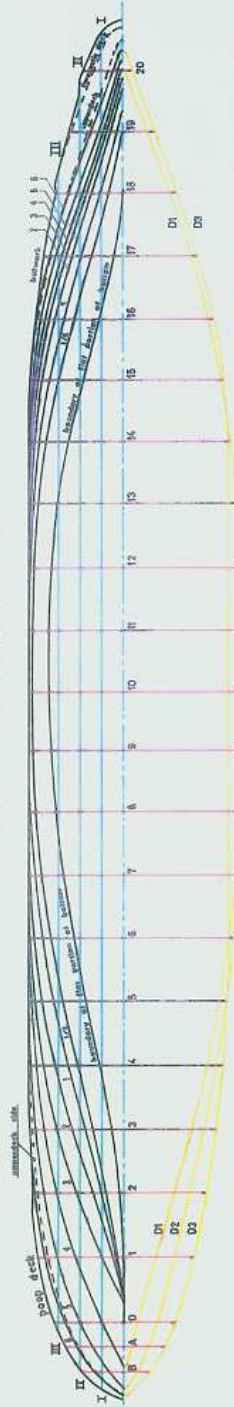
Στο σχέδιο των ισάλων, οι ίσαλοι σχεδιάζονται αριστερά του ίχνους του επιπέδου συμμετρίας και δεξιά αυτού σχεδιάζονται οι διαγώνιοι.

SHEER DRAWING



BODY PLAN OR SECTIONS DRAWING

HALF BREADTH PLAN WATERLINES DRAWING



DIAGONALS DRAWING (TRUE FORM)

Σχήμα 1

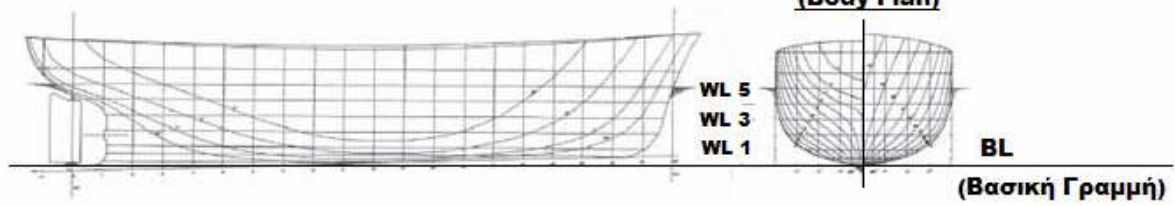
# ΣΧΕΔΙΟ ΝΑΥΠΗΓΙΚΩΝ ΓΡΑΜΜΩΝ

Διάμηκες Επίπεδο (Sheer Plan)

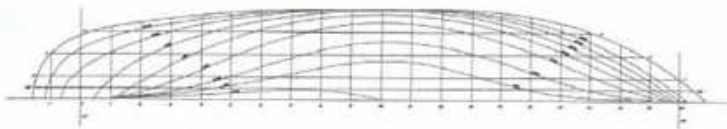
Εγκάρσιο Επίπεδο (Body Plan)

Διάμηκες Επίπεδο (Sheer Plan)

Εγκάρσιο Επίπεδο (Body Plan)



Οριζόντιο Επίπεδο (Waterlines Plan)



## ΣΧΕΔΙΑΣΗ ΤΩΝ ΝΑΥΠΗΓΙΚΩΝ ΓΡΑΜΜΩΝ

Αρχικά εκλέγονται οι διαστάσεις και το είδος του χαρτιού σχεδίασης ανάλογα με την κλίμακα που θα χρησιμοποιηθεί και τις διαστάσεις του πλοίου.

Στη συνέχεια σχεδιάζονται οι γραμμές του περιθωρίου και του υπομνήματος, το οποίο συνήθως τίθεται στην κάτω δεξιά γωνία το χαρτιού σχεδίασης.

Το επόμενο βήμα είναι η σχεδίαση της βασικής γραμμής (BL) στο σχέδιο των διαμηκών τομών (Sheer plan), η οποία επεκτείνεται για να αποτελέσει και τη Βασική γραμμή στο σχέδιο των εγκαρσίων τομών (Body plan). Λαμβάνοντας υπ' όψη τα δεδομένα των κυρίων διαστάσεων του πλοίου και των περιγραμμάτων της πλώρης και της πρύμνης σχεδιάζεται η γραμμή συμμετρίας (CL) στο σχέδιο των ισάλων (Half breadth plan).

### **Σχεδίαση στο σχέδιο των διαμηκών τομών (Sheer plan).**

Το σχέδιο των διαμηκών τομών το πλοίο σχεδιάζεται με την πλώρη δεξιά και τη γραμμή της τρόπιδας παράλληλη με την έμφορτη ίσαλο σχεδίασης (Designed Load Waterline, D. W. L. ) και να ταυτίζεται με τη βασική γραμμή (εάν το πλοίο δεν έχει διαγωγή). Επί της BL του σχεδίου των διαμηκών τομών σχεδιάζονται ευθείες κάθετες σ' αυτήν, οι οποίες αντιστοιχούν στους θεωρητικούς νομείς, στην προραία και την πρυμναία κάθετο.

Οι παραπάνω ευθείες επεκτείνονται και στο σχέδιο των ισάλων με την αντίστοιχη αρίθμηση, το οποίο βρίσκεται ακριβώς κάτω από το σχέδιο των διαμηκών τομών.

το ίδιο σχέδιο των διαμηκών τομών σχεδιάζονται οι παράλληλοι, "οριζόντιες ευθείες παράλληλες προς τη BL", οι οποίες επεκτείνονται και στο σχέδιο των εγκαρσίων τομών με την αντίστοιχη αρίθμηση το οποίο βρίσκεται δεξιά του σχεδίου των διαμηκών τομών.

Στη συνέχεια σχεδιάζεται το περίγραμμα της πλώρης και της πρύμνης.

### **Σχεδίαση στο σχέδιο των εγκαρσίων τομών (Body plan).**

Επί της ίδιας σχεδιασθείσης BL του Body plan, ορίζεται καθέτως η CL αυτού. Στη συνέχεια σχεδιάζονται δύο ευθείες κάθετες στη Βασική γραμμή εκατέρωθεν της CL και σ' απόσταση απ' αυτήν ίση με το ημιπλάτος αναφοράς. Ακολούθως σχεδιάζονται σε ισαποστάσεις οι διαμήκεις κατακόρυφες τομές, "ευθείες κάθετες στη BL δεξιά και αριστερά του επιπέδου συμμετρίας".

Η αρίθμηση και ο συμβολισμός κάθε μιας διαμήκου κατακόρυφου τομής γίνεται όπως σχετικά είχαμε αναφερθεί.

είναι αυτονόητο ότι π. χ. η VK 1 αριστερά της CL αντιστοιχεί στη διαμήκη κατακόρυφη τομή "1" από το μέσο νομέα και πρύμα, ενώ η VK 1 δεξιά της CL αντιστοιχεί στη διαμήκη κατακόρυφη τομή "1" από το μέσο νομέα και πλώρα, ή αποτελεί τη συνέχεια της προηγούμενης διαμήκης τομής.

Αν υπάρχει ανύψωση εδρών νομέων (Rise of floors) τότε σχεδιάζεται αυτή δεξιά και αριστερά της CL και ακολούθως το κυρτό της γάστρας αντίστοιχα.



### **Σχεδίαση στο σχέδιο των οριζοντίων τομών ή των ισάλων (Half breadth plan).**

Αριστερά της CL του σχεδίου των ισάλων και παράλληλα προς αυτήν, σχεδιάζεται μια ευθεία σε απόσταση ίση με το ημιπλάτος αναφοράς.

Στη συνέχεια σχεδιάζονται σε ισαποστάσεις ίσες με αυτές του Body plan, οι διαμήκεις κατακόρυφες τομές "παράλληλες προς τη CL".

Μέχρι εδώ έχουν σχεδιαστεί όλες οι νοητές τομές του σκάφους (εγκάρσιες, διαμήκεις και οριζόντιες) οι οποίες ανά μία εμφανίζονται ως ευθείες στις δύο από τις τρεις όψεις του σχεδίου των γραμμών του πλοίου.

Επί πλέον έχουν σχεδιαστεί τα περιγράμματα της πλώρης και της πρύμνης στο σχέδιο των διαμηκών τομών.

Κατόπιν θα ακολουθήσει η σχεδίαση της καμπύλης μορφής των παραπάνω τομών στις αντίστοιχες όψεις ή σχέδια τομών.

Πριν από τη σχεδίαση των καμπύλων γραμμών πρέπει να γίνει έλεγχος της παραλληλότητας και της ακρίβειας των αξόνων και των άλλων ευθειών που σχεδιάστηκαν.

Συνίσταται το πλέγμα αυτών των γραμμών να μελανωθεί ώστε κατά τη σχεδίαση των καμπύλων γραμμών και τις τυχόν διορθώσεις των, να μη σβηστεί.

Εάν δεν επιθυμούμε το μελάνωμα του πλέγματος τότε μπορούμε να σχεδιάσουμε τις καμπύλες γραμμές στην αντιστραμμένη επιφάνεια του χαρτιού σχεδίασης.

Σ' αυτή την περίπτωση θα πρέπει να λάβουμε υπ' όψιν μας από την αρχή της σχεδίασης τη διάταξη των όψεων.

### **Σχεδίαση της καμπύλης μορφής των ναυπηγικών γραμμών.**

Η σχεδίαση της πραγματικής καμπύλης μορφής των ναυπηγικών γραμμών συνήθως αρχίζει από το σχέδιο των εγκαρσίων τομών και από το σχέδιο των ισάλων κατά κάποιο τρόπο ταυτόχρονα, με σκοπό το συνεχή έλεγχο της ομαλότητας των σχεδιαζόμενων καμπυλών. Η διαδικασία αυτή όμως μπορεί και να διαφοροποιηθεί. Αυτό εξαρτάται από την εμπειρία και την εκλογή του σχεδιαστή του τρόπου διάταξης των όψεων των ναυπηγικών γραμμών.

### **Σχεδίαση των εγκαρσίων γραμμών ή γραμμών νομέων "frame lines" στο Body plan.**

Με βάση τα στοιχεία από τους πίνακες των συντεταγμένων offsets των ναυπηγικών γραμμών, σχεδιάζονται οι νομείς του πρωραίου τμήματος του σκάφους δεξιά της CI κατά το ήμισυ των, λόγω της συμμετρικότητας αυτών, ενώ οι νομείς που ανήκουν στο πρυμναίο τμήμα, σχεδιάζονται αριστερά της CL κατά το ήμισυ των επίσης.

## **Σχεδίαση των ισάλων ή παρισάλων "WL" στο Half breadth plan.**

Λαμβάνοντας υπ' όψιν τα δεδομένα των offsets και τις θέσεις των παρισάλων στο Sheer an, "τομές παρισάλων με περιγράμματα πρύμνης και πλώρης" σχεδιάζονται οι water -lines αριστερά της CL κατά το ήμισυ τον λόγο της συμμετρικότητας αυτών.

## **ΣΧΕΔΙΑΣΗ**

- α. Καταστρωμάτων "upper deck ή main deck" κ. λ. π.**
- β. Υπερκατασκευών "super - structure" δηλαδή των καταστρωμάτων επιστέγου "roop deck", μεσοστέγου "bridge house", πρόστεγου "forecastle deck" κ. λ. π.**
- γ. Δρυφάκτου ή παραπέτου "Bulwark deck" κ. λ. π.**

Η σχεδίαση των γραμμών των διαφόρων καταστρωμάτων πάνω από το upper deck -main deck ή κάτωθεν αυτών καθώς επίσης και η σχεδίαση της γραμμής του παραπέτου ή παραπέτων πραγματοποιείται και στις τρεις όψεις, λαμβάνοντας στοιχεία από τα offsets και όχι από τυχόν σκαριφήματα.

### **Σχεδίαση των α, β και γ στο Sheer plan.**

**α,β.** Στην περίπτωση όπου το κατάστρωμα (καταστρώματα) είναι κλιμακωτό χωρίς καμπυλότητα κατά το εγκάρσιο στο Sheer plan απεικονίζονται με μια κλιμακωτή γραμμή.

Όταν όμως το κατάστρωμα είναι συνεχές με διαμήκη και εγκάρσια καμπυλότητα τότε στο Sheer plan σχεδιάζονται δύο γραμμές για κάθε κατάστρωμα. Η μια αντιστοιχεί στη σιμότητα του καταστρώματος (καταστρωμάτων) στα πλευρά "Deck sheer at side" και η άλλη επί του επιπέδου συμμετρίας "Deck sheer at CL".

**γ.** Μετά τη σχεδίαση των καταστρωμάτων ακολουθεί η σχεδίαση του παραπέτου (ή παραπέτων).

Στο Half breadth plan καθώς επίσης και στο Body plan η σχεδίαση των ανωτέρω στοιχείων (α, β, γ) δεν μας δίνει την πραγματική καμπύλη της μορφή των, αλλά τις αντίστοιχες προβολές των.

Για παράδειγμα: Στο Body plan, η γραμμή που ενώνει τα σημεία τομής, του κυρίου καταστρώματος (ή και των άλλων καταστρωμάτων) με την πλευρά, σ' αντιστοιχία των διαφόρων νομέων, αποτελεί την προβολή της σιμότητας *at side* του καταστρώματος από το Sheer plan.

Εάν η κλίμακα σχεδίασης είναι αρκετά μεγάλη τότε στο Body plan συνηθίζεται και η σχεδίαση των cambers.

### **Σχεδίαση των διαμηκών ναυπηγικών γραμμών "buttocks" στο Sheer plan.**

Λαμβάνοντας υπ' όψιν τα offsets και τις δύο άλλες όψεις "Body plan και Half breadth plan" συνεχίζουμε τη σχεδίαση των buttocks στο Sheer plan, όπου αυτές εμφανίζονται στην πραγματική καμπύλη μορφή των.

Λόγω της συμμετρικότητας του σκάφους ως προς τη CL οι κάθετες γραμμές "VK's" του δεξιού τμήματος του, συμπίπτουν με τις κάθετες γραμμές του αριστερού τμήματος.

### **Σχεδίαση των διαγωνίων και εξομάλυνση των ναυπηγικών γραμμών.**

Η διαδικασία σχεδίασης των διαγωνίων "που αναφέρονται στο Body plan" στο σχέδιο των ισάλων γίνεται όπως παρακάτω:

Για κάθε μια διαγώνιο στο Body plan μετράμε τις αποστάσεις που έχουν κοινή αρχή το σημείο τομής της διαγωνίου με το επίπεδο συμμετρίας και πέρας τα σημεία τομής της διαγωνίου με κάθε ένα από τους νομείς.

Αυτές οι αποστάσεις μεταφέρονται στο σχέδιο των ισάλων και σημειώνονται επί των αντιστοιχων νομέων δεξιά της CL κατά ανάλογο τρόπο που ελήφθησαν από το Body plan.

Στη συνέχεια σχεδιάζουμε μια ομαλή καμπύλη που να περνάει από τα περισσότερα σημεία σχ. 1.

Με δεδομένη πια την ομαλή καμπύλη της διαγωνίου των ισάλων λαμβάνουμε εκ νέου τις διορθωμένες πλέον αποστάσεις αυτής, μετρούμενες από τη CL και επί των νομέων και τις μεταφέρουμε πάλι στο σχέδιο των εγκάρσιων τομών επί της ίδιας διαγωνίου και αντίστοιχων νομέων, προκειμένου να γίνουν οι απαιτούμενες διορθώσεις στην όψη αυτή.

Αυτή η διαδικασία θα επαναληφθεί έως ότου εξομαλυνθούν πλήρως οι περιοχές της γάστρας του πλοίου που παρουσιάζουν το πρόβλημα.

# ΑΡΧΙΚΗ ΣΧΕΔΙΑΣΗ ΝΑΥΠΗΓΙΚΩΝ ΓΡΑΜΜΩΝ

## 1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Όπως είναι γνωστό, η γάστρα του πλοίου έχει γενικά μορφή που δεν είναι δυνατόν να περιγραφεί με σύνθεση απλών γεωμετρικών σχημάτων. Η μορφή αυτή αλλάζει ανάλογα με τις κύριες παραμέτρους σχεδίασης (εκτόπισμα, ταχύτητα, DEADWEIGHT, περιορισμοί βυθίσματος, μήκους, πλάτους, ακτίνα ενέργειας κλπ.) και **προκύπτει** συνήθως από πειράματα μοντέλων σε δεξαμενές δοκιμών. Τα πειράματα αυτά έχουν σκοπό την εξασφάλιση καλών υδροστατικών χαρακτηριστικών (ευστάθεια), τον περιορισμό της αντίστασης πρόωσης και τη καλή συμπεριφορά του πλοίου σε κυματισμένη θάλασσα.

Ειδικά η αντίσταση πρόωσης απόκτησε πρόσφατα μεγάλη οικονομική σημασία με την αλματώδη αύξηση της τιμής των καυσίμων.

Για την αντιμετώπιση αυτού του πολύπλοκου προβλήματος υπάρχουν βασικά δύο μέθοδοι που χρησιμοποιούνται από τους Ναυπηγούς.

## 2. ΜΕΘΟΔΟΣ ΤΩΝ ΜΕΤΑΒΟΛΩΝ

Η πρώτη διαδικασία βασίζεται στη θεώρηση ενός πλοίου που υπάρχει και είναι παρεμφερές με αυτό που θέλουμε να σχεδιάσουμε. Στη συνέχεια μεταβάλλουμε μερικά από τα γεωμετρικά στοιχεία αυτού του αρχικού πλοίου (**πατρικό πλοίο - PARENT SHIP**), που είναι αποδεδειγμένα μια πετυχημένη σχεδίαση, ώστε να συμμορφωθούμε με τις απαιτήσεις της δικής μας σχεδίασης.

Αφού έχουμε δεδομένα τα υδροστατικά και υδροδυναμικά χαρακτηριστικά του αρχικού πλοίου, μπορούμε με τη βοήθεια της θεωρίας των μεταβολών να βρούμε την επίδραση που έχουν οι μεταβολές που θα επιφέρουμε στο σχέδιο στα τελικά χαρακτηριστικά του πλοίου.

Για την εκλογή του αρχικού πλοίου σημαντική βοήθεια πρόσφερε μια συλλογή 200 προτύπων πλοίων διαφόρων μορφών (**MODEL RESISTANCE DATA SHEETS**), για τα οποία δίνονται οι γραμμές τους, οι καμπύλες εγκαρσίων επιφανειών και αποτελέσματα για την αντίσταση πρόωσης. Η συλλογή αυτή έχει δημοσιευτεί από την ένωση ναυπηγών της Αμερικής (**SOCIETY OF NAVAL ARCHITECTS AND MARINE ENGINEERS -S. N. A. M. E.**). Οι μορφές όμως των πλοίων της συλλογής είναι μάλλον παλιές και δεν μπορούν αν χρησιμοποιηθούν στη σχεδίαση σύγχρονων πλοίων.

Τονίζεται εδώ, για άλλη μια φορά, η μεγάλη σημασία της αντίστασης του πλοίου στη σχεδίαση του και επομένως ανάγκη για μια προκαταρκτική εκτίμηση της στο αρχικό στάδιο της σχεδίασης είναι επιτακτική.

### **3. ΜΕΘΟΔΙΚΕΣ ΣΕΙΡΕΣ**

Ο δεύτερος τρόπος με τον οποίο αντιμετωπίζεται το πρόβλημα της αρχικής σχεδίασης του πλοίου είναι η χρήση μεθοδικών (συστηματικών) σειρών (**METHODICAL SERIES - STANDARD SERIES**).

Ο πρώτος τρόπος είναι κατάλληλος μόνον όταν πρόκειται να σχεδιαστεί παρεμφερές πλοίο. Επίσης δεν μπορεί να μας πληροφορήσει αξιόπιστα για την επίδραση αλλαγών στους λόγους των κυρίων διαστάσεων ή τους συντελεστές μορφής πλοίου.

Τέτοιου είδους πληροφορίες μπορούν να αποκτηθούν μόνο με σειρές πειραμάτων μεταβάλλοντας συστηματικά τα κύρια χαρακτηριστικά των προτύπων. Τα αποτελέσματα τέτοιων πειραμάτων αποτελούν και τη κυριότερη πηγή πληροφοριών για την εκτίμηση της αντίστασης του πλοίου.

Οι μεθοδικές σειρές αντίστασης αναπτύσσονται σε πειραματικές εγκαταστάσεις διαφόρων κρατικών οργανισμών για εξυπηρέτηση των αναγκών του επαγγέλματος. Βασίζονται συνήθως σε μια πατρική μορφή (**PARENT FORM**) γάστρας ή σε μια ομάδα συνδεδεμένων πατρικών μορφών.

Στη συνέχεια μεταβάλλονται ο συντελεστής γάστρας  $C_B$  ή ο πρισματικός συντελεστής με μεθοδική αλλαγή των καμπύλων επιφανειών και οι λόγοι των κυρίων διαστάσεων  $B/H$ ,  $L/B$ , έτσι ώστε να καλύπτουν συστηματικά τις πρακτικές περιοχές της σχεδίασης.

Έτσι ο ναυπηγός μπορεί, με παρεμβολή, να εκτιμήσει άμεσα από την αρχή την αντίσταση μιας μορφής γάστρας από τις σειρές. Η αξιοπιστία εξαρτάται άμεσα από το βαθμό συγγενείας της νέας μορφής γάστρας προς εκείνη των σειρών.

Σήμερα υπάρχουν δεκάδες συστηματικές σειρές μεγάλης ή μικρής έκτασης. Οι γνωστότερες από αυτές είναι:

**A. Μεθοδική σειρά TAYLOR:** Από τις πρώτες σειρές που αναπτύχθηκαν, η σειρά αυτή εξετάζει μεταβολές στο πρισματικό συντελεστή  $C_p$ , το λόγο  $B/H$  και το λόγο λυγηρότητας  $A/(L / 100)^3$ . Βασίστηκε σ' ένα καταδρομικό πλοίου του 1900. Πρωτοπαρουσιάστηκε από τον TAYLOR (1933) και επεκτάθηκε από τον GERTLER(1954).

**B. Σειρά 60 (SERIES 60):** Τα πειράματα έγιναν από την **S. N. A. M. E.** και τα αποτελέσματα παρουσιάστηκαν από τον TODD (1963). Βασίζονται σε πέντε διαφορετικά μητρικά πρότυπα με διαφορετικούς συντελεστές γάστρας  $C_B$ , που προέρχονταν από πετυχημένα πλοία της εποχής. Εξετάζουν τις επιδράσεις μεταβολών στη διαμήκη θέση του κέντρου αντώσεως (**LCB**), το λόγο  $L_{BP} / B$  και το λόγο  $B/H$ . Αναφέρονται σε μονέλικά πλοία χωρίς βολβό με πρόρα μορφής **U**.

**Γ. Σειρές B. S. R. A. (BRITISH SHIP RESEARCH ASSOCIATION):** Βασίζονται σε πρότυπο φορτηγού πλοίου. Μεταβάλλουν το **LCB** και το λόγο **B/H**. Η πλώρα έχει μορφή **V**.

**Δ. Σειρές S. S. P. A. ( SWEDISH SHIPBUILDING EXPERIMENTAL TANK ):** Οι σειρές αυτές περιλαμβάνουν περιορισμένες διερευνήσεις της αντίστασης πρόωσης σε μονέλικα και δίπλεκα, ταχύπλοα, φορτηγά και ακτοπλοϊκά πλοία.

**Ε. Σειρές ακτοπλοϊκών (NATIONAL PHYSICAL LABORATORY N. P. L. ):** Οι σειρές αυτές μεταβάλλουν το συντελεστή γάστρας **CB** και τους λόγους **L/B** και **B/H**.

**Στ. Σειρές αλιευτικών:** Τα πλοία αυτά είναι ταχύπλοα, με ψηλά έξαλα και διανοιγμένους νομείς στην πλώρη. Μεθοδικές σειρές έχουν γίνει από το **WEBB INSTITUTE OF TECHNOLOGY** και παρουσιάστηκαν από την **S. N. A. M. E.** (1963, 1966).

**Ζ. Σειρά FORMDATA:** Η σειρά αυτή αναπτύχθηκε στο πολυτεχνείο της Κοπεγχάγης της Δανίας και δημοσιεύτηκε στην πιο πρόσφατη μορφή της από τους **GULDHAMMER** και **HARVALD** ( 1974 ). Στηρίχθηκε στα αποτελέσματα όλων των προηγούμενων σειρών. Τα αποτελέσματα για την αντίσταση ταξινομούνται σύμφωνα με το λόγο μήκους - εκτοπίσματος  $L/V^{1/3}$  και το πρισματικό συντελεστή  $C_p$ . Βασίζονται σε λόγο  $B/H = 2, 5$ , αλλά υπάρχει μέθοδος διόρθωσης για διαφορετικούς λόγους **B/H**.

**4. ΠΑΡΟΥΣΙΑΣΗ ΤΗΣ ΣΕΙΡΑΣ FORMDATA:** Από τις συστηματικές σειρές για τη κατασκευή ναυπηγικών γραμμών σκάφους η σειρά FORMDATA θεωρείται η πιο εξελιγμένη και ανταποκρινόμενη στις μορφές σύγχρονων σκαφών αν και η σειρά 60 εξακολουθεί να θεωρείται σαν η πιο γνωστή και περισσότερο χρησιμοποιημένη στη ναυπηγική.

Η σειρά FORMDATA έχει κύριο σκοπό το προσδιορισμό του υδροστατικού διαγράμματος συστηματικά μεταβαλλόμενων μορφών πλοίων από σειρά διαγραμμάτων, έτσι ώστε να είναι διαθέσιμα τα στοιχεία του υδροστατικού στα πρώτα στάδια της μελέτης του πλοίου πριν οριστικοποιηθούν οι γραμμές του.

Η σειρά καλύπτει συνηθισμένες μορφές πλοίων με μέση τομή που έχει κατακόρυφες πλευρές. Σαν παράμετροι της σειράς χρησιμοποιούνται

- Ο συντελεστής γάστρας του πλοίου για το πρωαίο και το πρυμναίο τμήμα του.
- Ο συντελεστής μέσης τομής  $C_M$
- Η επιθυμητή μορφή των γραμμών εισόδου - εξόδου.

Τα διαγράμματα δίνουν παραμετρική οικογένεια νομέων χωριστά για το πρωαίο και το πρυμναίο τμήμα του πλοίου. Σε κάθε πλοίο αντιστοιχούν  $\Pi$  θεωρητικοί νομείς που αριθμούνται από την πρυμναία κάθετο ( σταθμός 0 ) μέχρι την πρωαία κάθετο ( σταθμός 10 ).

Κάθε οικογένεια καμπύλων χαρακτηρίζεται από ένα συνδυασμό γραμμάτων και αριθμών π. χ. U2F, B<sub>4</sub>3F, T1A, C<sub>B</sub>2A κ. λ. π.

Ο πρώτος χαρακτήρας είναι ένα γράμμα που προσδιορίζει τη μορφή των γραμμών του υπ' όψιν τμήματος. Πιο συγκεκριμένα η μορφή U συμβολίζει πλοίο με «πλήρεις» γραμμές, η μορφή N πλοίο με «κανονικές» γραμμές και η μορφή V συμβολίζει λεπτόγραμμο πλοίο. Τα περιγράμματα πρύμνης και πλώρης των U, N και V φαίνονται στα σχήματα (σχ. 2) και (σχ. 3) αντίστοιχα. Η μορφή B συμβολίζει πλοίο με βολβοειδή πλώρα ( BULBOUS BOW ). Το περίγραμμα της βολβοειδούς πλώρας φαίνεται στο (σχ. 4). Η μορφή T συμβολίζει «πρύμνη άβακος» (TRANSOM STERN) που φαίνεται στο (σχ. 5). Τέλος το C συμβολίζει «πρύμνη καταδρομικού» (CRUISER STERN) από τη μορφή της πρύμνης των παλαιών καταδρομικών του πολεμικού ναυτικού. Το περίγραμμα της φαίνεται στο (σχ. 2).

Ο δεύτερος βασικός χαρακτήρας είναι ακέραιος αριθμός που προσδιορίζει το συντελεστή μέσης τομής  $C_M$ . Ειδικότερα ισχύει η αντιστοιχία (σχ. 6)

- |    |                   |
|----|-------------------|
| 1. | για $C_M = 0,995$ |
| 2. | για $C_M = 0,98$  |
| 3. | για $C_M = 0,94$  |
| 4. | για $C_M = 0,88$  |
| 5. | για $C_M = 0,74$  |
| 6. | για $C_M = 0,74$  |

Ο τρίτος βασικός χαρακτήρας είναι το γράμμα A ή F που συμβολίζει το πρυμναίο ( **AFTER BODY**)ή το πρωραίο ( **FORE BODY**) τμήμα του πλοίου αντίστοιχα.

Ο δείκτης **0, 4, 5, 8, 10** στις μορφές B είναι ο λόγος σε ποσοστό % της επιφάνειας του βολβού στη πρωραία κάθετο προς την επιφάνεια της μέσης τομής.

Ο δείκτης A, B, C, D στις μορφές C υποδηλώνει τη σχετική κλίμακα της πρύμνης ως προς την κατακόρυφη πρύμνη άβακος. (δείκτης D).

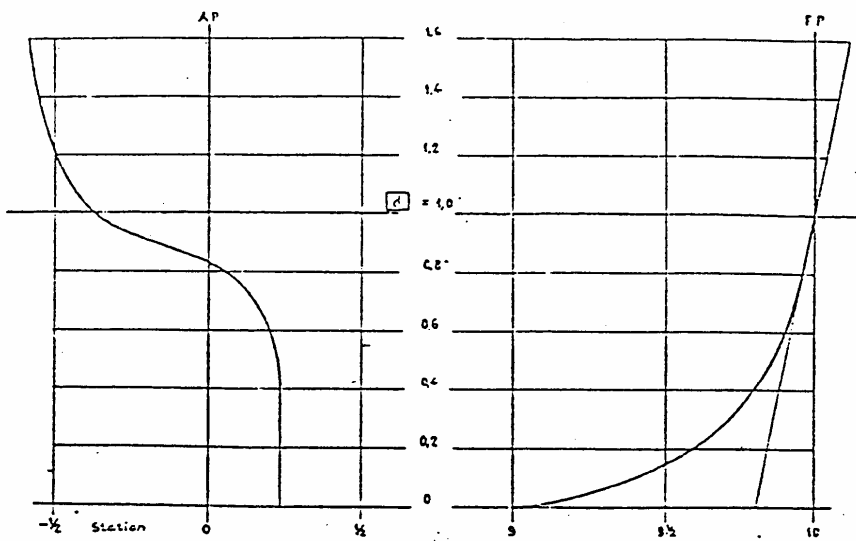
Οι συνδυασμοί μορφών εισόδου - εξόδου ( πρώρας - πρύμνης ) που μπορούν να γίνουν φαίνονται στους πίνακες I, II και III. Στους πίνακες αυτούς για κάθε συνδυασμό πρώρας - πρύμνης δίνονται οι περιοχές του συντελεστή γάστρας C<sub>B</sub> και της διαμήκους θέσεως του κέντρου αντώσεως από τον μέσο νομέα (O) σε ποσοστό επί % του μήκους μεταξύ καθέτων (L<sub>BP</sub>). Ήδη κατά το πρώτο στάδιο της προμελέτης ενός πλοίου καθορίζονται τα κύρια χαρακτηριστικά του 'όπως το μήκος L<sub>BP</sub>, το πλάτος B, το βύθισμα T, το κοίλο D οι συντελεστές γάστρας και η θέση του διαμήκους κέντρου αντώσεως LCB (XB).

Για τη χάραξη των γραμμών του πλοίου με βάση τη συστηματική σειρά FORMDATA απαιτούνται και οι συντελεστές γάστρας για το πρυμναίο και το πρωραίο μισό του πλοίου. Δηλαδή οι συντελεστές C<sub>BA</sub> και C<sub>BF</sub> αντίστοιχα, που υπολογίζονται εδώ σαν συνάρτηση του συντελεστή γάστρας του πλοίου ). του διαμήκους κέντρου αντώσεως **LCB** και του μήκους **LBP**:

$$C_{BA} = C_B [0,997 + 3,5 (LCB/L_{BP})]$$

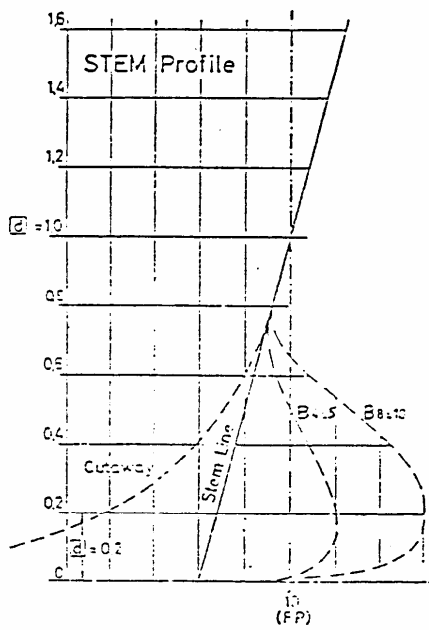
$$C_{BF} = C_B [1,003 - 3,5 (LCB/L_{BP})]$$



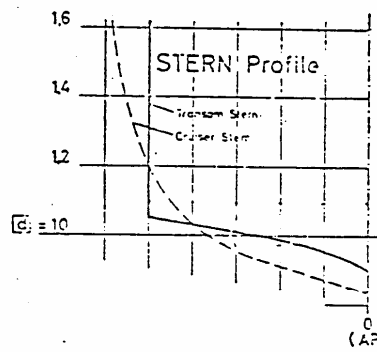


Σχήμα 2 : Περιγραφή μορφών U, N, V

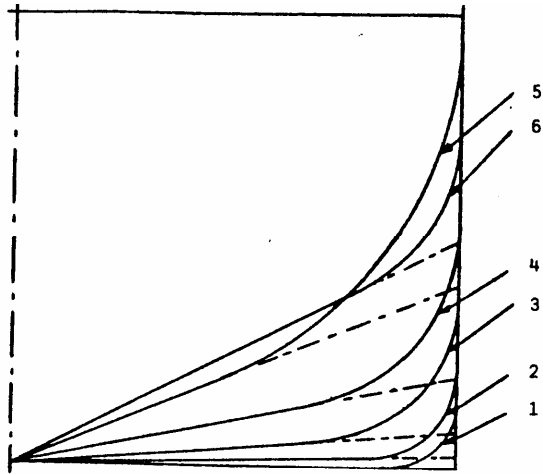
Σχήμα 3 : Περιγραφή μορφών U, N, V.



Σχήμα 4 : Περιγραφή μορφών B (βολβοειδής πλώρα)



Σχήμα 5 : Περιγραφή μορφών C (πρύμνη άβακος).



Σχήμα 6 : ΑΝΤΙΣΤΟΙΧΙΑ ΚΩΔΙΚΟΥ  
 ΑΡΙΘΜΟΥ ΠΡΟΣ ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗ  
 ΜΕΣΗΣ ΤΟΜΗΣ  $c_M$

ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΜΟΣ ΟΙΚΟΓΕΝΕΙΑΣ ΝΟΜΕΡΗ	Β <sub>0</sub> 1Γ	Β <sub>5</sub> 1Γ	Β <sub>10</sub> 1Γ	Β <sub>20</sub> Γ	Β <sub>4</sub> 2Γ	Β <sub>2</sub> Γ	Β <sub>0</sub> 3Γ	Β <sub>4</sub> 3Γ	Β <sub>0</sub> 3Γ
	Β <sub>0</sub> Γ	Β <sub>5</sub> Γ	Β <sub>10</sub> Γ	Β <sub>20</sub> Γ	Β <sub>4</sub> 2Γ	Β <sub>2</sub> Γ	Β <sub>0</sub> 3Γ	Β <sub>4</sub> 3Γ	Β <sub>0</sub> 3Γ
	C								
	BF								
	BA								
T1A	0,7010,85	0,7010,85	0,7010,85	0,7010,90	0,7010,90	0,5010,75	0,5010,75	0,5010,70	0,5010,70
	0,7010,85	0,7010,85	0,7010,85	0,7010,85	0,7010,85	0,5010,75	0,5010,75	0,5010,70	0,5010,70
	-4,50115,52	-4,50115,52	-4,50115,52	-4,50115,52	-4,50115,52	-4,50115,10	-4,50115,10	-4,64114,92	-4,64114,92
U1A	0,7010,85	0,7010,85	0,7010,85	0,7010,90	0,7010,90	0,5010,75	0,5010,75	0,5010,70	0,5010,70
	0,7010,85	0,7010,85	0,7010,85	0,7010,85	0,7010,85	0,5010,75	0,5010,75	0,5010,70	0,5010,70
	-4,50112,38	-4,50112,38	-4,50112,38	-4,50112,38	-4,50112,38	-4,50115,10	-4,50115,10	-4,64114,92	-4,64114,92
U2A	0,5510,75					0,5310,75	0,5310,75	0,5310,75	0,5310,75
	0,5510,75					0,5310,75	0,5310,75	0,5310,75	0,5310,75
						-4,50115,10	-4,50115,10	-4,64114,92	-4,64114,92
N2A	0,5510,75					0,5310,75	0,5310,75	0,5310,75	0,5310,75
	0,5510,75					0,5310,75	0,5310,75	0,5310,75	0,5310,75
						-4,50115,10	-4,50115,10	-4,64114,92	-4,64114,92
V2A	0,5010,70					0,5510,73	0,5510,73	0,5510,73	0,5510,73
	0,5010,70					0,5510,73	0,5510,73	0,5510,73	0,5510,73
						-3,38114,92	-3,38114,92	-4,64114,92	-4,64114,92
U3A	0,5010,70					0,5010,70	0,5010,70	0,5010,70	0,5010,70
	0,5010,70					0,5010,70	0,5010,70	0,5010,70	0,5010,70
						-4,64114,92	-4,64114,92	-4,64114,92	-4,64114,92
N3A	0,5010,70					0,5010,70	0,5010,70	0,5010,70	0,5010,70
	0,5010,70					0,5010,70	0,5010,70	0,5010,70	0,5010,70
						-4,64114,92	-4,64114,92	-4,64114,92	-4,64114,92
V3A	0,5010,70					0,5010,70	0,5010,70	0,5010,70	0,5010,70
	0,5010,70					0,5010,70	0,5010,70	0,5010,70	0,5010,70
						-4,64114,92	-4,64114,92	-4,64114,92	-4,64114,92

C B  
x<sub>π</sub> | V<sub>π</sub> BP

ΠΙΝΑΚΑΣ Ι: ΣΥΝΔΙΑΣΜΟΙ ΠΡΥΜΝΗΣ ΚΑΤΑΛΟΓΗΚΟΥ ΚΑΙ  
ΒΟΛΒΟΣΤΙΔΟΥΣ ΠΡΟΡΑΣ

ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΜΟΣ ΟΙΚΟΓΕΝΕΙΑΣ ΠΟΜΕΩΝ	U1Γ	U2Γ	N2Γ	V2Γ	U3Γ	N3Γ	V3Γ	N4Γ
C BF	0,70±0,80	0,55±0,65	0,55±0,75	0,55±0,65	0,50±0,70	0,50±0,70	0,50±0,70	0,45±0,65
C BA	0,70±0,83 -2,20±1,52							
T1A	0,70±0,85							
U1A	0,70±0,80 -2,20±1,36							
U2A	0,55±0,75	0,55±0,70 -2,25±1,80						$\frac{C_B}{\lambda_B} \left[ \frac{N_1}{BF} \right]$
N2A	0,55±0,75		0,55±0,75 -4,50±1,80					
V2A	0,60±0,70			0,50±0,68 -1,08±1,68				
U3A	0,50±0,70				0,50±0,70 -4,64±1,92			
N3A	0,50±0,70					0,50±0,70 -4,64±1,92		
V3A	0,50±0,70						0,50±0,70 -4,64±1,92	
N4A	0,45±0,65							0,50±0,65 -4,62±1,10

ΠΙΝΑΚΑΣ ΙΙ: ΕΥΧΑΙΡΕΣΕΩΣ ΠΡΩΤΗΣ ΚΑΤΑΒΟΛΗΣ ΚΑΙ ΜΗ ΒΟΛΕΥΣΤΕΛΟΥΣ ΠΡΩΤΗΣ

ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΟΙ ΟΙΚΟΓΕΝΕΙΑΣ ΝΟΜΕΙΝ	B <sub>0</sub> 1F	B <sub>5</sub> 1F	B <sub>10</sub> 1F	B <sub>0</sub> 2F	B <sub>4</sub> 2F	B <sub>8</sub> 2F	U2F	N2F	V2F
C <sup>C</sup> BF	0,70±0,90	0,70±0,90	0,70±0,90	0,50±0,75	0,50±0,75	0,50±0,75	0,55±0,65	0,55±0,75	0,55±0,65
C <sup>BA</sup>									
C <sub>A</sub> 1A	0,70±0,90 0,70±0,85 -4,50±3,50	0,70±0,85 0,70±0,85 -4,50±3,50	0,70±0,85 0,70±0,85 -4,50±3,50	0,50±0,75 0,50±0,75 -4,50±3,50	0,50±0,75 0,50±0,75 -4,50±3,50	0,50±0,75 0,50±0,75 -4,50±3,50			
C <sub>B</sub> 1A	0,70±0,90 0,70±0,85 -4,50±3,50	0,70±0,85 0,70±0,85 -4,50±3,50	0,70±0,85 0,70±0,85 -4,50±3,50	0,50±0,75 0,50±0,75 -4,50±3,50	0,50±0,75 0,50±0,75 -4,50±3,50	0,50±0,75 0,50±0,75 -4,50±3,50			
C <sub>C</sub> 1A	0,70±0,90 0,70±0,85 -4,50±3,50	0,70±0,85 0,70±0,85 -4,50±3,50	0,70±0,85 0,70±0,85 -4,50±3,50	0,50±0,75 0,50±0,75 -4,50±3,50	0,50±0,75 0,50±0,75 -4,50±3,50	0,50±0,75 0,50±0,75 -4,50±3,50			
C <sub>D</sub> 1A	0,70±0,90 0,70±0,85 -4,50±3,50	0,70±0,85 0,70±0,85 -4,50±3,50	0,70±0,85 0,70±0,85 -4,50±3,50	0,50±0,75 0,50±0,75 -4,50±3,50	0,50±0,75 0,50±0,75 -4,50±3,50	0,50±0,75 0,50±0,75 -4,50±3,50			
C <sub>A</sub> 2A	0,50±0,70								
C <sub>B</sub> 2A	0,50±0,70								
C <sub>C</sub> 2A	0,50±0,70								
C <sub>D</sub> 2A	0,50±0,70								

ΠΙΝΑΚΑΣ ΙΙΙ: ΣΥΝΔΙΑΣΜΟΙ ΠΡΩΤΗΣ ΔΕΚΑΟΣ ΚΑΙ ΒΟΛΒΟΕΙΔΟΥΣ ΚΑΙ ΠΗ ΠΗΡΑΙΣ

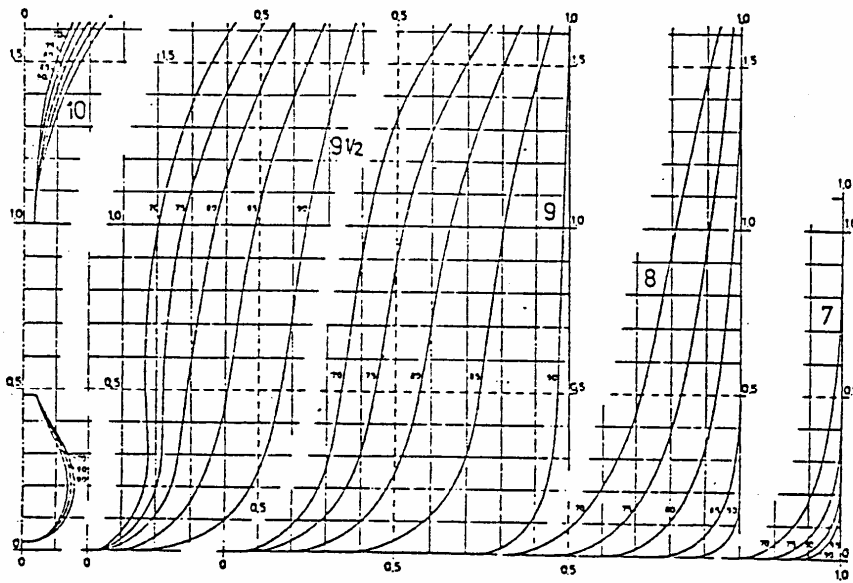
Όπως προαναφέρθηκε οι καμπύλες των διαγραμμάτων της σειράς FORMDATA έχουν χαραχθεί με παράμετρο τους συντελεστές γάστρας  $C_{BA}$  και  $C_{BF}$  [βλέπε (σχ. 7) και (σχ. 12)].

Οι συντεταγμένες των γραμμών δίνονται σε αδιάστατους αριθμούς. Έτσι στο διάγραμμα, οι τεταγμένες ενός σημείου είναι ο λόγος του πραγματικού πλάτους στο υπόψη σημείο προς το πλάτος αναφοράς και η κατηγμένη είναι ο λόγος της πραγματικής κατηγμένης του σημείου προς το βύθισμα αναφοράς.

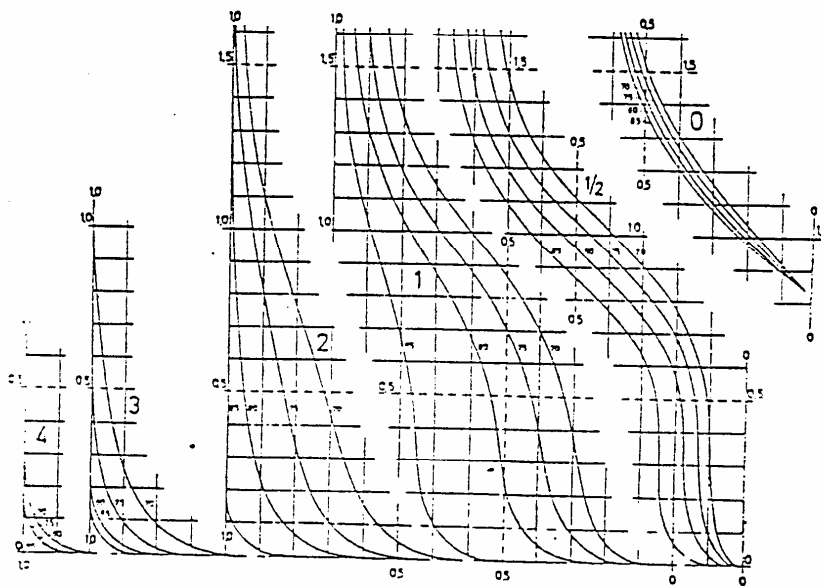
Εάν δεν περιέχονται στα διαγράμματα οι συντελεστές του μέσου νομέα (**νομέας 5**), τότε αυτές παίρνονται από τις συντεταγμένες της πλησιέστερης εγκάρσιας τομής (4 ή 6) που αντιστοιχούν στο μεγαλύτερο συντελεστή γάστρας που περιλαμβάνει η υπόψη οικογένεια καμπυλών.

Στη σειρά FORMDATA προβλέπεται η δυνατότητα παρεμβολής παραλλήλου τμήματος μεταξύ των δύο ακραίων τμημάτων (πρώρα -πρύμνη).

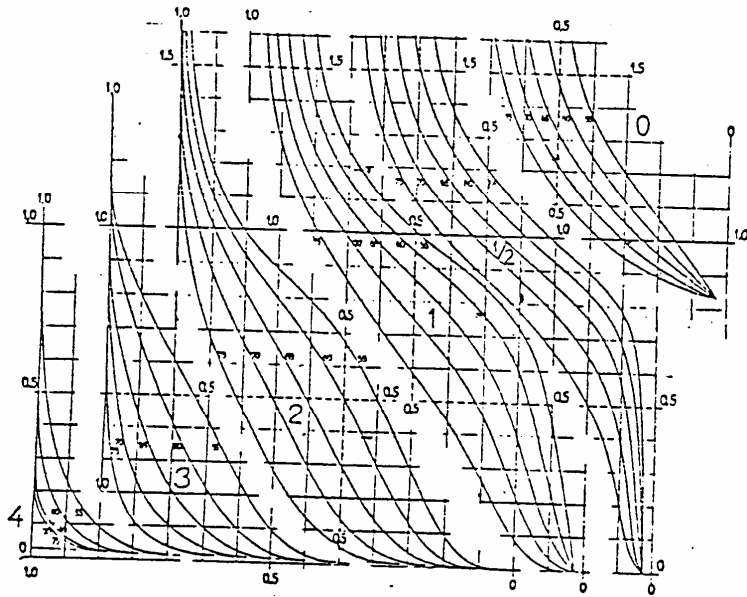
Στη περίπτωση αυτή οι συντελεστές μορφής του πλοίου θα μεταβληθούν ανάλογα.



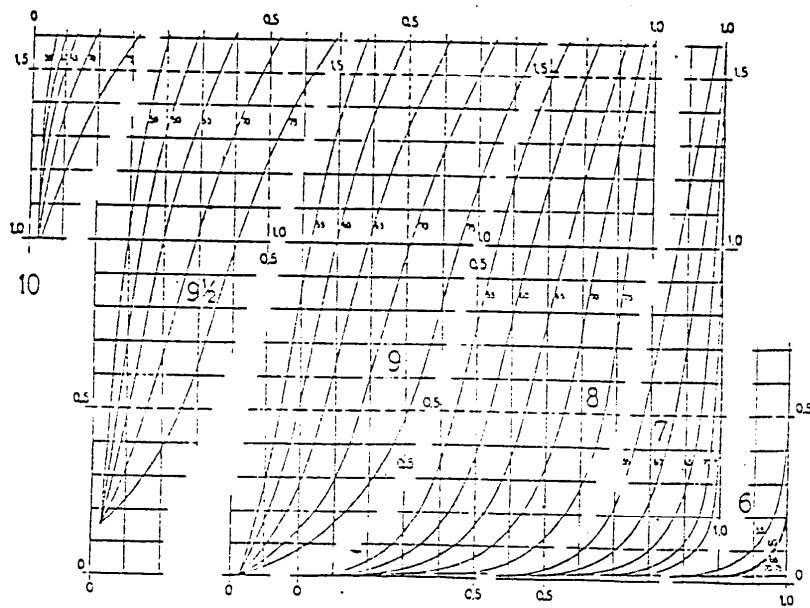
Σχήμα 7 : Αδιάστατες τομές για προβαλο τμήμα με βολβό (B<sub>5</sub>IF)



Σχήμα 8 : Αδιάστατες τομές για προβαλο τμήμα μορφής άβακος (TIA)

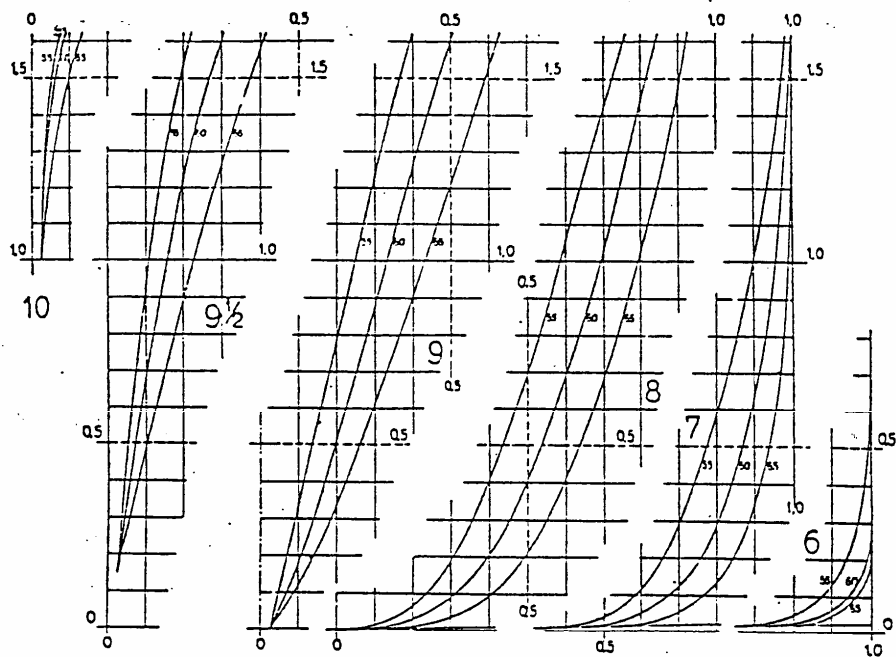


Σχήμα 9 : Αδιάστατες μορφές για πριοναίο τμήμα κανονικού σχήματος (N2A)

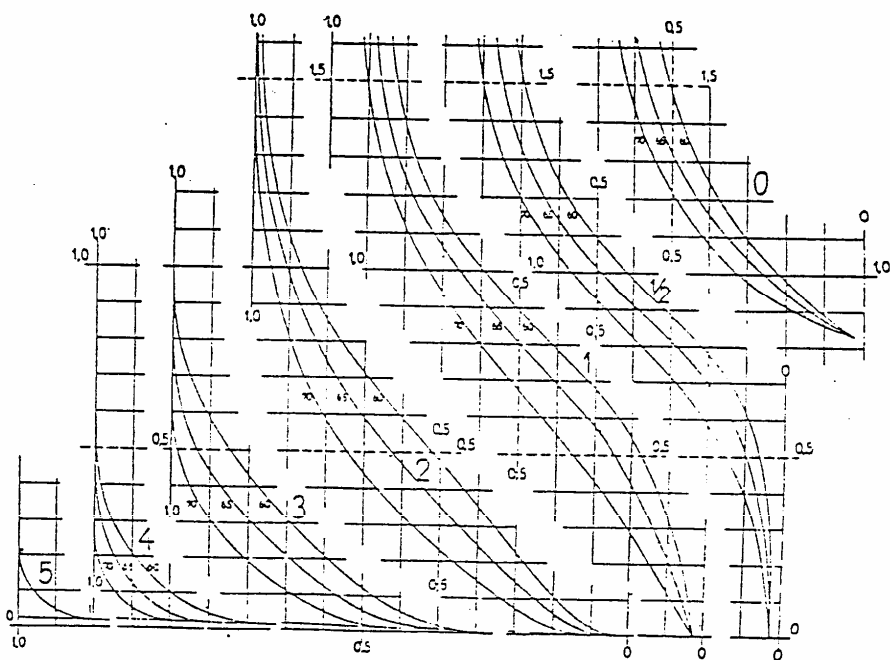


Σχήμα 10 : Αδιάστατες μορφές για πριοναίο τμήμα κανονικού σχήματος (N2F)





Σ Σχήμα 11 : Αδιάστατες τομές για πρωταίο τμήμα μορφής V. (V2F)



Σχήμα 12 : Αδιάστατες τομές για πρωταίο τμήμα μορφής V. (V2A)

## 5. ΑΝΑΣΚΟΠΗΣΗ ΤΩΝ ΒΗΜΑΤΩΝ ΕΡΓΑΣΙΑΣ

Έχοντας εκλέξει το συντελεστή γάστρας  $C_B$  και, πιθανόν, έχοντας εκτιμήσει τη διαμήκη θέση του κέντρου ανώσεως **LCB** εκλέγουμε από τους πίνακες 1, 2 και 3 το συνδυασμό πρωραίου και πρυμναίου τμήματος για το πλοίο μας. Χρησιμοποιούμε τα αντίστοιχα αδιάστατα διαγράμματα από τη σειρά FORMDATA για το πρωραίο και πρυμναίο τμήμα. Παρακάτω θα περιγραφούν τα βήματα εργασίας πάνω σε ένα από τα δύο τμήματα, έστω το πρυμναίο. Αντίστοιχα δουλεύουμε και με το άλλο τμήμα. Στο διάγραμμα φαίνονται η βασική γραμμή ( **BASE LINE**) και η ίσαλος αναφοράς (σημειώνεται με το 1. 0) που αντιστοιχεί στο βύθισμα αναφοράς. Έτσι καθορίζουμε τη κλίμακα στη κάθετη διεύθυνση του σχεδίου. Αντίστοιχα στην οριζόντια διεύθυνση, στο σχέδιο σημειώνεται η κεντρική γραμμή του πλοίου **CL** (σημειώνεται με το 0) και η μία πλευρά του πλοίου (σημειώνεται με 1. 0). Η απόσταση μεταξύ της κεντρικής γραμμής και της πλευράς του πλοίου αντιστοιχεί στο μισό του πλάτους αναφοράς του πλοίου, οπότε καθορίζεται και η κλίμακα στην οριζόντια διεύθυνση. Για διευκόλυνση του διαβάσματος του σχεδίου, αυτό διαθέτει και στις δύο διευθύνσεις υποδιαιρέσεις στο 1/10 του βυθίσματος και του ημιπλάτους, αντίστοιχα.

Κατασκευάζουμε πίνακα με δύο άξονες όπου καταγράφουμε τις συντεταγμένες των σημείων των νομέων στο πραγματικό πλοίο που προκύπτουν αν πολλαπλασιάσουμε τις τιμές που μετράμε στο σχέδιο επί τη κλίμακα που καθορίστηκε στο προηγούμενο βήμα 3. Σχεδιάζεται η βασική γραμμή αναφοράς στο σχέδιο διαμηκών τομών που προεκτείνεται στο σχέδιο εγκαρσίων τομών και η γραμμή συμμετρίας στο σχέδιο ισάλων και στο σχέδιο εγκαρσίων τομών. Στο σχέδιο διαμηκών τομών τοποθετούνται οι σταθμοί και σημειώνονται η πρωραία και η πρυμναία κάθετος και ο μέσος νομέας. Οι ευθείες αυτές προεκτείνονται και στο σχέδιο ισάλων. Στο ίδιο σχέδιο χαράσσονται οι ίσαλοι που προεκτείνονται στο σχέδιο εγκαρσίων τομών. Επίσης το περίγραμμα της πλώρας και της πρύμνης. Στο σχέδιο εγκαρσίων τομών χαράσσονται οι πλευρές σε απόσταση  $B/2$  από τη κεντρική γραμμή και οι διαμήκεις τομές (κατακόρυφες ευθείες). Το πλέγμα ευθειών που σχεδιάστηκε στα προηγούμενα βήματα μελανώνεται με σινική μελάνη για να μη σβήνεται κατά τη χάραξη των καμπύλων γραμμών που ακολουθεί.

10. Προσδιορίζουμε τη κλίμακα που θα σχεδιάσουμε το πλοίο μας και με βάση τα σημεία που έχουμε καταγράψει στο βήμα 4, σχεδιάζουμε το σχέδιο εγκαρσίων τομών (**BODY PLAN**).

11. Με τα ίδια στοιχεία κατασκευάζουμε στη συνέχεια και τις άλλες δύο όψεις, δηλαδή το σχέδιο ισάλων (**HALF BREADTH PLAN**) και το σχέδιο διαμηκών τομών (**SHEER PLAN**). Η μεταφορά των διαστάσεων από το σχέδιο εγκαρσίων τομών διευκολύνεται με τη χρήση ταινιών από χαρτί.

## 6. ΕΛΕΓΧΟΣ ΟΜΑΛΟΤΗΤΑΣ ΝΑΥΠΗΓΙΚΩΝ ΓΡΑΜΜΩΝ-ΕΞΟΜΑΛΥΝΣΗ

Η γάστρα του πλοίου είναι μια ομαλή επιφάνεια, οπότε και η τομή της με οποιοδήποτε επίπεδο θα είναι μια ομαλή καμπύλη και οι προβολές της στα τρία βασικά επίπεδα θα είναι ομαλές. Περιγραφικά μια καμπύλη είναι ομαλή όταν δεν έχει απότομες μεταβολές στη κλίση και τη καμπυλότητα της.

Επιπλέον θα πρέπει να υπάρχει απόλυτη αντιστοιχία και στις τρεις όψεις, των συντεταγμένων των κοινών τους σημείων.

Κατά την αρχική χάραξη των ναυπηγικών γραμμών ενός πλοίου, απαιτούνται συνήθως διορθώσεις για να επιτύχουμε τα επιθυμητά γεωμετρικά χαρακτηριστικά της γεωμετρίας της γάστρας.

Οι διορθώσεις αυτές συνίστανται στην αυξομείωση των βασικών διαστάσεων του πλοίου ή και στη μεταβολή της μορφής των εγκαρσίων τομών. Το ίδιο συμβαίνει και κατά τη χρήση των μεθοδικών σειρών. Στη περίπτωση αυτή κατά την ανάγνωση και μεταφορά των σημείων των νομέων υπεισέρχονται σφάλματα ανάγνωσης, εάν λάβουμε υπόψη και τη κλίμακα των σχεδίων της σειράς **FORMDATA**.

Όλα τα παραπάνω έχουν σαν συνέπεια την έλλειψη ομαλότητας των καμπυλών που χαράσσουμε. Στη περίπτωση αυτή ακολουθείται μια διαδικασία που καλείται «εξομάλυνση» (**SMOOTHING**).

Η διαδικασία αυτή συνίσταται στη διόρθωση (**μετακίνηση**) των σημείων εκείνων από τα οποία δεν μπορεί να περάσει ομαλή καμπύλη. Η διόρθωση αυτή πρέπει αν γίνεται και στις τρεις όψεις που σχεδιάζουμε.

Στη διαδικασία αυτή χρήσιμη είναι η χάραξη μιας κυρίας διαγώνιας τομής (**BILGE DIAGONAL**) στο σχέδιο εγκαρσίων τομών που περνά από τη γραμμή συμμετρίας της ισάλου σχεδίασης και τη τομή του βασικού επιπέδου αναφοράς με το επίπεδο της πλευράς του πλοίου.

Εφόσον επιβάλλεται από τη γεωμετρία του πλοίου, μπορούμε να χαράξουμε και άλλες διαγώνιες πάνω και κάτω από τη κύρια, έτσι ώστε να γίνει πιο εκτεταμένος έλεγχος της ομαλότητας των γραμμών.

## **7. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ**

1. Λουκάκη, Θ. Α. και Πέρρα, Π. Τ., « Υδροστατική και Ευστάθεια Πλοίου», Αθήνα, 1982.
2. Αντωνίου, Κ. Α., «Μελέτη του Πλοίου», Αθήνα, 1979.
3. Todd, G. M., "Series 60 Mathematical Experiments with Models of Single Screw Merchant Ships", D. T. M. Bgentler12. July 1963.
4. Gentler, W., "A Reanalysis of the Original Test Data for the Taylor Standard Series", D. T. M. B., Rep. 806, March 1954.
5. Moor, D. I., Parker, M. N. and Patulo N. M., " The B. S. R. A. Methodical Series-An Overall Presentation-Geometry of Forms and Variation of Resistance with Block Coefficient and LCB", Trans. R. I. N. A., 1961.
6. Guldhammer, H. E., "FORMDATA, Some Systematically Varied Ship Forms and their Hydrostatic Data", Copenhagen, 1962-73.
7. "Ship Resistance - Effect of Form and Principal Dimensions", Academisk Forlag, Copenhagen, 1974.
8. Οι σημειώσεις που αναφέρονται στην παραπάνω βιβλιογραφία εγράφησαν από τον κύριο Γρηγόρη Γρηγορόπουλο καθηγητή Ε. Μ. Π.

# Ανοικτά Ακαδημαϊκά Μαθήματα

Τεχνολογικό Εκπαιδευτικό Ίδρυμα Αθήνας

## Τέλος Ενότητας

### Χρηματοδότηση

- Το παρόν εκπαιδευτικό υλικό έχει αναπτυχθεί στα πλαίσια του εκπαιδευτικού έργου του διδάσκοντα.
- Το έργο «**Ανοικτά Ακαδημαϊκά Μαθήματα στο ΤΕΙ Αθήνας**» έχει χρηματοδοτήσει μόνο τη αναδιαμόρφωση του εκπαιδευτικού υλικού.
- Το έργο υλοποιείται στο πλαίσιο του Επιχειρησιακού Προγράμματος «Εκπαίδευση και Δια Βίου Μάθηση» και συγχρηματοδοτείται από την Ευρωπαϊκή Ένωση (Ευρωπαϊκό Κοινωνικό Ταμείο) και από εθνικούς πόρους.



Ευρωπαϊκή Ένωση  
Ευρωπαϊκό Κοινωνικό Ταμείο



ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ ΠΑΙΔΕΙΑΣ ΚΑΙ ΘΡΗΣΚΕΥΜΑΤΩΝ  
ΕΙΔΙΚΗ ΥΠΗΡΕΣΙΑ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ

Με τη συγχρηματοδότηση της Ελλάδας και της Ευρωπαϊκής Ένωσης



## Σημειώματα

### Σημείωμα Αναφοράς

Copyright TEI Αθήνας, Γεώργιος Χατζηκωνσταντής, 2014. Γεώργιος Χατζηκωνσταντής. «Ναυπηγικό σχέδιο και αρχές casd (Ε). Ενότητα 7.1: Μέθοδοι Σχεδίασης και Τελικός Καθορισμός των Ναυπηγικών Γραμμών». Έκδοση: 1.0. Αθήνα 2014. Διαθέσιμο από τη δικτυακή διεύθυνση: [ocp.teiath.gr](http://ocp.teiath.gr).

### Σημείωμα Αδειοδότησης

Το παρόν υλικό διατίθεται με τους όρους της άδειας χρήσης Creative Commons Αναφορά, Μη Εμπορική Χρήση Παρόμοια Διανομή 4.0 [1] ή μεταγενέστερη, Διεθνής Έκδοση. Εξαιρούνται τα αυτοτελή έργα τρίτων π.χ. φωτογραφίες, διαγράμματα κ.λ.π., τα οποία εμπεριέχονται σε αυτό. Οι όροι χρήσης των έργων τρίτων επεξηγούνται στη διαφάνεια «Επεξήγηση όρων χρήσης έργων τρίτων».

Τα έργα για τα οποία έχει ζητηθεί άδεια αναφέρονται στο «Σημείωμα Χρήσης Έργων Τρίτων».



[1] <http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>

Ως **Μη Εμπορική** ορίζεται η χρήση:

- που δεν περιλαμβάνει άμεσο ή έμμεσο οικονομικό όφελος από την χρήση του έργου, για το διανομέα του έργου και αδειοδόχο
- που δεν περιλαμβάνει οικονομική συναλλαγή ως προϋπόθεση για τη χρήση ή πρόσβαση στο έργο
- που δεν προσπορίζει στο διανομέα του έργου και αδειοδόχο έμμεσο οικονομικό όφελος (π.χ. διαφημίσεις) από την προβολή του έργου σε διαδικτυακό τόπο

Ο δικαιούχος μπορεί να παρέχει στον αδειοδόχο ξεχωριστή άδεια να χρησιμοποιεί το έργο για εμπορική χρήση, εφόσον αυτό του ζητηθεί.

## Επεξήγηση όρων χρήσης έργων τρίτων

©	Δεν επιτρέπεται η επαναχρησιμοποίηση του έργου, παρά μόνο εάν ζητηθεί εκ νέου άδεια από το δημιουργό.
διαθέσιμο με άδεια CC-BY	Επιτρέπεται η επαναχρησιμοποίηση του έργου και η δημιουργία παραγώγων αυτού με απλή αναφορά του δημιουργού.
διαθέσιμο με άδεια CC-BY-SA	Επιτρέπεται η επαναχρησιμοποίηση του έργου με αναφορά του δημιουργού, και διάθεση του έργου ή του παράγωγου αυτού με την ίδια άδεια.
διαθέσιμο με άδεια CC-BY-ND	Επιτρέπεται η επαναχρησιμοποίηση του έργου με αναφορά του δημιουργού. Δεν επιτρέπεται η δημιουργία παραγώγων του έργου.
διαθέσιμο με άδεια CC-BY-NC	Επιτρέπεται η επαναχρησιμοποίηση του έργου με αναφορά του δημιουργού. Δεν επιτρέπεται η εμπορική χρήση του έργου.
διαθέσιμο με άδεια CC-BY-NC-SA	Επιτρέπεται η επαναχρησιμοποίηση του έργου με αναφορά του δημιουργού και διάθεση του έργου ή του παράγωγου αυτού με την ίδια άδεια. Δεν επιτρέπεται η εμπορική χρήση του έργου.
διαθέσιμο με άδεια CC-BY-NC-ND	Επιτρέπεται η επαναχρησιμοποίηση του έργου με αναφορά του δημιουργού. Δεν επιτρέπεται η εμπορική χρήση του έργου και η δημιουργία παραγώγων του.
διαθέσιμο με άδεια CC0 Public Domain	Επιτρέπεται η επαναχρησιμοποίηση του έργου, η δημιουργία παραγώγων αυτού και η εμπορική του χρήση, χωρίς αναφορά του δημιουργού.
διαθέσιμο ως κοινό κτήμα	Επιτρέπεται η επαναχρησιμοποίηση του έργου, η δημιουργία παραγώγων αυτού και η εμπορική του χρήση, χωρίς αναφορά του δημιουργού.
χωρίς σήμανση	Συνήθως δεν επιτρέπεται η επαναχρησιμοποίηση του έργου.

## Διατήρηση Σημειωμάτων

- Οποιαδήποτε αναπαραγωγή ή διασκευή του υλικού θα πρέπει να συμπεριλαμβάνει:
- Το Σημείωμα Αναφοράς
- Το Σημείωμα Αδειοδότησης
- Τη δήλωση Διατήρησης Σημειωμάτων
- Το Σημείωμα Χρήσης Έργων Τρίτων (εφόσον υπάρχει) μαζί με τους συνοδευόμενους υπερσυνδέσμους.