



**ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ**  
**ΣΧΟΛΗ ΝΑΥΠΗΓΩΝ ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ**

ΔΙΕΠΙΣΤΗΜΟΝΙΚΟ - ΔΙΑΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΑΚΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ  
ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ

**«ΝΑΥΤΙΚΗ ΚΑΙ ΘΑΛΑΣΣΙΑ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑ ΚΑΙ ΕΠΙΣΤΗΜΗ»**

ΜΕΛΕΤΗ ΚΑΙ ΣΧΕΔΙΑΣΗ ΑΛΙΕΥΤΙΚΟΥ ΣΚΑΦΟΥΣ.



Μεταπτυχιακή Εργασία  
Kasem.F.Osman

**Επιβλέπων Καθηγητής**

Γ. ΖΑΡΑΦΩΝΙΤΗΣ

Αθήνα- Οκτώβριος 2014

## 0. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

### 1. ΠΡΟΚΑΤΑΡΚΤΙΚΗ ΜΕΛΕΤΗ ΣΚΑΦΟΥΣ

- 1.1 Επιλογή κυρίων διαστάσεων και συντελεστών μορφής.
- 1.2 Ανάπτυξη προκαταρκτικού σχεδίου ναυπηγικών γραμμών
- 1.3 Ανάπτυξη προκαταρκτικού σχεδίου γενικής διάταξης

### 2. ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΚΑΝΟΝΙΣΜΟΥ ΚΑΤΑΜΕΤΡΗΣΗΣ

- 2.1 Υπολογισμός Ολικής Χωρητικότητας
- 2.2 Υπολογισμός Καθαρής Χωρητικότητας
- 2.3 Σύνθεση Πληρώματος
- 2.4 Δείκτης εξαρτισμού

### 3. ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΙ ΣΤΟΙΧΕΙΩΝ ΑΝΤΟΧΗΣ ΜΕΣΗΣ ΤΟΜΗΣ

- 3.1 Υπολογισμοί Στοιχείων Αντοχής Με Βάση Κανονισμούς Νηογνώμονα
- 3.2 Περιγραφή Συστήματος Ενίσχυσης
- 3.3 Επιλογή κατασκευαστικών στοιχείων
- 3.4 Υπολογισμός Ροπής Αντίστασης Μέσης Τομής

### 4. ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΒΑΡΟΥΣ ΠΛΗΡΩΣ ΕΞΟΠΛΙΣΜΕΝΟΥ ΑΛΛΑ ΑΦΟΡΤΟΥ ΠΛΟΙΟΥ

- 4.1 βάρος μεταλλικής κατασκευής
- 4.2 βάρος μηχανολογική εγκατάστασης
- 4.3 βάρος εξοπλισμού

### 5. ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΙ ΥΔΡΟΣΤΑΤΙΚΗΣ ΕΥΣΤΑΘΕΙΑΣ

- 5.1 Μελέτη Ευσταθείας
  - 5.1.1. κριτήρια σε ήρεμο νερό
  - 5.1.2. Κριτήριο Πλευρικού άνεμου και κυματισμού
- 5.2 Καταστάσεις Φόρτωσης
- 5.3 Υδροστατικοί υπολογισμοί.
- 5.4. Gross Curves KN Curves
- 5.5. Χωρητικότητα δεξαμενών

### 6. ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΑΝΤΙΣΤΑΣΗΣ ΕΠΙΛΟΓΗ ΕΛΙΚΑΣ ΚΑΙ ΠΡΟΩΣΤΗΡΙΑΣ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ

- 6.1 Εισαγωγή
- 6.2.Υπολογισμός Αντίστασης Μέθοδος HOLTROP
  - 6.2.1 Υπολογισμός των συντελεστών  $t, w$ ,
- 6.3. Υπολογισμός Αντίστασης
- 6.4. Επιλογή Έλικας και Προωστήριου Εγκατάστασης
  - 6.4.1 Επιλογή Έλικας
  - 6.4.2 Έλεγχος σε Σηλαίωση
  - 6.4.3 Επιλογή κύριας μηχανής

### 7. ΠΡΟΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΚΟΣΤΟΥΣ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗΣ

- 7.1 Κόστος Κτήσεως Πλοίου
  - 7.1.1 Κόστος Μεταλλικής Κατασκευής
  - 7.1.2 Κόστος Εξοπλισμού
  - 7.1.3 Κόστος Μηχανολογικής Εγκατάστασης

## 8. ΣΧΕΔΙΑ

## ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Σκοπός της παρούσας μεταπτυχιακής εργασίας είναι η μελέτη και ο σχεδιασμός ενός αλιευτικού σκάφους, τύπου stern trawler (μηχανότρατα). Ο συγκεκριμένος τύπος πλοίου ψαρεύει τόσο στα βαθιά νερά όσο και στα ρηχά και σχεδιάζεται να λειτουργεί σε όσο το δυνατό περισσότερες καιρικές συνθήκες.

Το υπό μελέτη σκάφος θα σχεδιαστεί σύμφωνα με τη διεθνή σύμβαση για την ασφάλεια των αλιευτικών σκαφών *Torremolinos* γνωστή έως SFV (Safety of Fishing Vessels). Η SFV περιλαμβάνει θέματα κατασκευαστικής ασφάλειας, προδιαγραφών του εξοπλισμού αλιείας, απαιτήσεων για μηχανολογικές και ηλεκτρολογικές εγκαταστάσεις, εξοπλισμό ανίχνευσης και καταπολέμησης πυρκαγιάς, σωστικών μέσων και ραδιοτηλεφωνίας.

Το υπό μελέτη σκάφος έχει ολική χωρητικότητα 197 GT και δύναται να επιχειρεί σε ολόκληρη τη Μεσόγειο. Η σχεδίαση του υπόκειται στους παρακάτω περιορισμούς

Μήκος Μεταξύ Καθέτων	$\leq 30$	μέτρα
Πλάτος	$\leq 8.2$	μέτρα
Ολική χωρητικότητα	$\leq 200$	GT
Όγκος κύτους αλιεύματος	$\leq 70$	Κυβικά μετρά
Μέγιστη ταχύτητα	12	Κόμβοι
Αυτονομία	$\geq 3000$	ν.μ.
Αλιευτική θαλασσιά περιοχή	Μεσόγειος	
Νηογνώμονας	Οποιοσδήποτε αναγνωρισμένος	
Σημαία	Ελληνική	

Στη παρούσα μεταπτυχιακή εργασία έγινε:

- η επιλογή των κύριων διαστάσεων
- η σχεδίαση των ναυπηγικών γραμμών
- η σχεδίαση της γενικής διάταξης
- η σχεδίαση της μέσης τομής της μεταλλικής κατασκευής του πλοίου
- ο υπολογισμός χωρητικότητας
- ο υπολογισμός της αντίστασης
- η επιλογή προωστήριας εγκατάστασης

- ο υπολογισμός βάρους πλήρους εξοπλισμένου, αλλά άφορτου πλοίου
- φυλλάδιο διαγωγής
- ο έλεγχος της διαμήκουσ αντοχής του σκάφους
- ο προϋπολογισμός κόστους κατασκευής

τα κυρία χαρακτηριστικά του σκάφους που προέκυψε περιλαμβάνονται στον παρακάτω πίνακα

Ολικό Μήκος	32.50	μέτρα
Μήκος Μεταξύ Καθέτων	27.272	μέτρα
Πλάτος	8.2	μέτρα
Κοίλο	3.8	Μέτρα
Μέγιστο βύθισμα	3.417	Μέτρα
Μέγιστη ταχύτητα	12	Κόμβοι
Αυτονομία	3130	ν.μ.
Εγκατεστημένη ισχύς	1100	kW
Βάρος του άφορτου σκάφους	206.709	Τόνοι

## **ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ**

Θα ήθελα να ευχαριστήσω τον επιβλέποντα καθηγητή μου, κ. Ζαραφωνίτη Γ. για τον προσωπικό χρόνο τις υποδείξεις και τις παρεμβάσεις του ώστε να είναι όσο το δυνατόν πιο πλήρης αυτή η εργασία καθώς επίσης και τους καθηγητές του μεταπτυχιακού προγράμματος .Τέλος θα ήθελα να ευχαριστήσω την οικογένεια μου για την συμπαράστασή τους όλη αυτή την περίοδο.

*...Στην μάνα μου Laila*

## 1.1. ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΚΥΡΙΩΝ ΔΙΑΣΤΑΣΕΩΝ

Ο προσδιορισμός των κύριων διαστάσεων γίνεται με την χρησιμοποίηση των απαιτήσεων του πλοιοκτήτη καθώς και με τα στοιχεία που προκύπτουν από τα όμοια πλοία που βρέθηκαν. Τα στοιχεία των ομοίων πλοίων φαίνονται στον παρακάτω πίνακα.

	<b>Laura Adriana</b>	<b>Tomas 1</b>	<b>Lagos S</b>	<b>Μέσοι Όροι</b>
<b>DWT</b>	287	300	283,7	
<b>Lbp</b>	27,20	27,21	25,76	
<b>B</b>	8,11	8,13	7,80	
<b>T</b>	3,87	3,87	3,06	
<b>D</b>	4,12	4,12	3,80	
<b>L<sub>OA</sub></b>	32,59	31,56	30,7	
<b>V</b>	10,50	10,50	13,00	
<b>P</b>	566	566	1000	
<b>GT</b>	199	198	174	
<b>L/B</b>	3,358	3,347	3,303	3,336
<b>L/D</b>	6,602	6,604	6,778	6,663
<b>B/T</b>	2,316	2,322	2,414	2,351

Για λόγους ευστάθειας ξεκινούμε επιλέγοντας το μέγιστο επιτρεπόμενο πλάτος

$$B_{\max}=8,2 \text{ m}$$

- $L/B = 3,303 \text{ έως } 3,358 \rightarrow L/B = 3,336 \rightarrow L = 27,355\text{m}$
- $L/D = 6,778 \text{ έως } 6,602 \rightarrow L/D = 6,663 \rightarrow D = 4,105$
- $B/T = 2,414 \text{ έως } 2,316 \rightarrow B/T = 2,351$

Από το λόγο  $B/T=2,351$ , υπολογίζουμε το βύθισμα  $3,487\text{m}$ . Το βύθισμα αυτό θα ελεγχθεί αργότερα στη γραμμή φόρτωσης,

Έτσι έχω για τις αρχικές προσεγγίσεις των κύριων διαστάσεων για το Μ\Κ 'LAILA.'

$$L_{BP} = 27,35 \text{ m}$$

$$B = 8,20 \text{ m}$$

$$D = 4,105 \text{ m} \quad T = 3,487 \text{ m}$$

Όμως η απαίτηση του πλοιοκτήτη είναι η χωρητικότητα του σκάφους να μη ξεπερνά τους 200 GT . Ο έλεγχος της απαίτησης αυτής γίνεται μετά το σχεδιασμό της γενικής διάταξης και ανάπτυξης των ναυπηγικών γραμμών , έτσι μετά τον έλεγχο της χωρητικότητας καταλήξαμε στις παρακάτω διαστάσεις

$$L_{OA} = 32,50 \text{ m}$$

$$L_{BP} = 27,27 \text{ m}$$

$$B = 8,20 \text{ m}$$

$$D = 4,00 \text{ m} \quad T = 3,417 \text{ m}$$

## 2.1. ΓΕΝΙΚΗ ΔΙΑΤΑΞΗ

μετά την επιλογή των κύριων διαστάσεων του υπό μελέτη σκάφους

$$L_{oa} = 32,5 \text{ m}$$

$$B = 8,2 \text{ m}$$

$$D = 4 \text{ m}$$

$$T_{0,85D} = 3,4 \text{ m}$$

Η γενική διάταξη του σκάφους πρέπει να ικανοποιεί τις απαιτήσεις του πλοιοκτήτη χωρητικότητας και αυτονομίας καθώς όλες τις απαιτήσεις του νηογνώμονα όπως υποδιαίρεση του σκάφους, σχεδιασμός του μηχανοστασίου, σχεδιασμός των χώρων υπηρεσίας ενδιαίτησης και εστίασης θυρίδες εκροής.

Η γενική διάταξη η οποία αποφασίστηκε για το αλιευτικό σκάφος παρουσιάζεται στο παράρτημα Α.

- **Φρακτές**

Στο πλοίο έχουν τοποθετηθεί 6 εγκάρσιες φρακτές και 2 διάμηκες χωρίζουν το πλοίο σε 9 ανεξάρτητα στεγανά διαμερίσματα.

1. Η προραία φρακτή (σύγκρουσης) NO1 βρίσκεται στη διαμήκη θέση  $\chi = 24,5\text{m}$  frame 49 και επεκτείνεται από το BL έως το άνω κατάστρωμα επειδή οι υπερκατασκευές του σκάφους βρίσκονται στη πλώρη του σκάφους. Η θέση της φρακτής συγκρούσεως απέχει από το προραίο κάθετο 2.84 m η απόσταση αυτή ικανοποιεί την απαίτηση  $0,05L_{BP} < \chi < 3 + 0,05L_{BP}$
2. Η φρακτή NO2 βρίσκεται στη διαμήκη θέση  $\chi = 19,5\text{m}$  frame 39 και επεκτείνεται από το BL έως το κύριο κατάστρωμα. Ο χώρος μεταξύ φρακτής NO1 και NO2 είναι αποθήκη για τα εφόδια του πληρώματος επίσης σε αυτό το χώρο έχει τοποθετηθεί ο μηχανισμός το bow thruster.

3. Η φρακτή NO3 βρίσκεται στη διαμήκη θέση  $\chi = 34\text{m}$  frame 17 ο χώρος μεταξύ φρακτής NO2 και NO3 είναι εξοπλισμένος με μηχανήμα παραγωγής πάγου
4. Η φρακτή NO4 βρίσκεται στη διαμήκη θέση  $\chi = 12.5\text{m}$  frame 25. Ο χώρος μεταξύ φρακτών NO4 και NO3 και τις δυο διάμηκες φρακτές που βρίσκονται στις θέσεις  $\pm 2,5\text{ m}$  από το CL και επεκτείνονται από το διπυθμενο έως το κύριο κατάστρωμα είναι fish hold/
5. Η φρακτή NO5 είναι η πρωραία φρακτή του μηχανοστασίου βρίσκεται στη διαμήκη θέση  $\chi = 11.5\text{m}$  frame 23. Ο χώρος μεταξύ φρακτών NO5 και NO4 είναι η δεξαμενή ημερησίας κατανάλωσης καύσιμου
6. Η φρακτή NO6 είναι η πρυμναία φρακτή του μηχανοστασίου βρίσκεται στη διαμήκη θέση  $\chi = 1\text{m}$  frame 2.

- **Μηχανοστάσιο**

Βρίσκεται μεταξύ φρακτών NO5 & NO6. Η είσοδος / έξοδος από το μηχανοστάσιο γίνεται από δυο ανοίγματα καταλλήλων διαστάσεων στην οροφή του μπροστινού μέρους του μηχανοστασίου, πάνω από τα ανοίγματα έχουν τοποθετηθεί δυο E/R hatches με υδατοστεγές πόρτες.

Το μηχανοστάσιο έχει τον κάτωθι εξοπλισμό

1. Σύστημα πρόωσης όπου η πρόωση του σκάφους επιτυγχάνεται με τετράχρονη μηχανή high speed με turbo. Η μετάδοση κίνησης στον ελικοφόρο άξονα πραγματοποιείται μέσω μειωτήρα .
2. Ηλεκτροπαραγωγή Ζεύγη  
Το σκάφος είναι εφοδιασμένο με τρία Ηλεκτροπαραγωγά Ζεύγη (H/Z) τριφασικό 380V AC/50 Hz τα οποία καλύπτουν όλες τις απαιτήσεις ισχύος.
3. Αντλίες κυτών / πυρκαγιάς/έρματος  
Δύο ηλεκτρικές αντλίες οι οποίες είναι συνδεδεμένες παράλληλα μεταξύ τους, και χρησιμοποιούνται στα δίκτυα κυτών – πυρκαγιάς.
4. Αντλίες καύσιμου  
Το δίκτυο καύσιμου έχει δύο ηλεκτρικές αντλίες συνδεδεμένες παράλληλα μεταξύ τους,
5. Αντλίες γλυκού νερού  
Το δίκτυο γλυκού νερού έχει δύο ηλεκτρικές αντλίες οι οποίες συνδέονται με πιεστικό δοχείο

## 6. Ανεμιστήρες / Εξαεριστήρες

Το μηχανοστάσιο έχει ένα ανεμιστήρα και ένα εξαεριστήρα για την ομαλή λειτουργία των μηχανών.

## 7. Σύστημα εξαγωγής καυσαερίων.

- **Υπερκατασκευές**

Οι υπερκατασκευές έχουν τοποθετηθεί μεταξύ του μέσου και της πλώρης του σκάφους ο αριθμός των υπερκατασκευών είναι δυο με ύψος 2.10 m .

Η πρώτη σειρά επεκτείνεται από το νομέα 29 έως 49 και συμπεριλαμβάνει τους χώρους ενδιαίτησης, εστίασης και υγιεινής.

Η δεύτερη σειρά είναι η γέφυρα του σκάφους και βρίσκεται σε ύψος 6,3 m από το BL και επεκτείνεται από το νομέα 18 έως 32<sup>+</sup> με μέγιστο πλάτος 5,6 και ύψος 2.1 m, μέσα στην γέφυρα υπάρχει η καμπίνα του πλοιάρχου .

Η γέφυρα του σκάφους θα περιλαμβάνει τον κάτωθι εξοπλισμό:

1. δυο Συσκευές RADAR-X BAND
2. Δεκτής GPS.
3. Satellite Navigator
4. VHF/DSC
5. Navigational Telex NAVTEX
6. Fish finder
7. Βαθόμετρο .
8. Μαγνητική πυξίδα.
9. AIS Automatic Identification System (Αυτόματο Σύστημα Προσδιορισμού Ταυτότητας Πλοίων)
10. Πίνακες για διαχείριση μηχανών και βοηθητικών μηχανημάτων με ενδεικτικά όργανα λειτουργίας και συναγερμού
11. Πινάκα πυρανίχνευσης .
12. Όργανα ένδειξης στάθμης δεξαμενών καύσιμου και δεξαμενής κατάλοιπων

- **Δεξαμενές**

1. Δεξαμενές καύσιμου

Το σκάφος έχει οχτώ δεξαμενές καύσιμου κάτω από το διπυθμενο και δεξαμενή ημερησίως κατανάλωσης που βρίσκεται στο μπροστινό μέρος του μηχανοστασίου, έξι από αυτές βρίσκονται εκτός μηχανοστασίου. Το διπυθμενο εκτός μηχανοστασίου έχει τοποθετηθεί σε ύψος 1.30 m και εντος σε ύψος 1.60 m,



## 2. Δεξαμενές γλυκού νερού

Στο σκάφος υπάρχουν έξι δυνάμενες γλυκού νερού πέντε δεξαμενές βρίσκονται πίσω από τη πρυμναία φρακτή του μηχανοστασίου και η πρωραία ξεδεμένη ζυγοστάθμισης θα χρησιμοποιηθεί για γλυκό νερό

## 3. Δεξαμενές έρματος

Δυο δεξαμενές αριστερά και δεξιά του fish hold

## 4. Bilge tanks

## 5. Δυο Bilge tanks κάτω από διπυθμενο του μηχανοστασίου

## • Θυρίδες εκροής

Στο δρυφακτο υπάρχουν έξι θυρίδες εκροής με συνολική επιφάνεια  $A_{ACT} = 1.033 \text{ m}^2$

$$\begin{aligned} (4) \text{ θυρίδες εκροής} & \quad (0.70 \times 0.35) \times 4 = 0.98 \text{ m}^2 \\ (2) \text{ θυρίδες κυκλικές (φ 26)} & \quad = 0.53 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

### 3.1. Υπολογισμός γραμμής φόρτωσης σύμφωνα με τη Διεθνή Σύμβαση Γραμμής Φορτώσεως 1996

ΤΥΠΟΣ ΠΛΟΙΟΥ : fishing vessel (Κατηγορία Β)

ΚΥΡΙΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΠΛΟΙΟΥ :

$$L = 32.50 \text{ m}$$

$$B = 8.20 \text{ m}$$

$$D = 4,00 \text{ m}$$

Πάχος ελάσματος υδρορροής  $t_y = 10 \text{ mm}$

$$\text{Όγκος } 0.85D : \nabla_{0.85D} = 77241 \text{ m}^3$$

$$C_B \text{ στα } 0.85D : c_{B,0.85D} = \frac{\nabla_{0.85D}}{L_{BP} \cdot B \cdot D \cdot 0.85} \Rightarrow c_{B,0.85D} = 0.8149$$

Υπερκατασκευές και πυργωτά υπερκατασκευάσματα

(Κανονισμοί 33, 34, 35, 36)

Σύμφωνα με τους άνω κανονισμούς και την απουσία προστέγου και επιστέγου δεν πληρούνται οι προϋποθέσεις για την συμμετοχή των λοιπών υπερκατασκευών του πλοίου στον υπολογισμό του ύψους εξάλων.

$$\text{Ολικό πραγματικό μήκος υπερκατασκευών : } S = \sum_i l_i = 11.20m$$

$$\text{Ολικό δρών μήκος υπερκατασκευών : } E = \sum_i l_{Ei} = 11.20m$$

Πλευρικό ύψος για υπολογισμούς ύψους εξάλων :

$$D_F = D + t_y + t_E \cdot \frac{l_E}{L} \Rightarrow D_F = 401000mm$$

1. ΒΑΣΙΚΟ ΥΨΟΣ ΕΞΑΛΛΩΝ ΠΙΝΑΚΑΣ : 230.525 mm

ΔΙΟΡΘΩΣΕΙΣ

2. ΓΙΑ ΠΛΟΙΟ ΚΑΤΗΓΟΡΙΑΣ «B-60» (Κανονισμός 27) :

2.1 Βασικό ύψος εξάλων πλοίου κατηγορίας 'B'

2.2 Βασικό ύψος εξάλων πλοίου κατηγορίας 'A'

2.3 Μείωση ύψους εξάλων : 0.0 mm

3. ΓΙΑ ΚΑΛΥΜΜΑΤΑ ΣΤΟΜΙΩΝ ΚΥΤΩΝ (Κανονισμός 27) :

(Πλοία κατηγορίας 'B') 0.0 mm

4. ΓΙΑ ΠΛΟΙΑ ΚΑΤΗΓΟΡΙΑΣ 'B' ΚΑΤΩ ΤΩΝ 100m (Κανονισμός 29) : 0.0 mm

5. ΓΙΑ ΤΟΝ ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗ ΓΑΣΤΡΑΣ (Κανονισμός 30) :

$$\text{Αν } c_{B.0.85D} > 0.68 \text{ διόρθωση } \frac{c_{B.0.85D} + 0.68}{1.36} \cdot F_b^*$$

Αν  $c_{B.0.85D} < 0.68$  καμία διόρθωση. 1

6. ΓΙΑ ΤΟ ΠΛΕΥΡΙΚΟ ΥΨΟΣ (Κανονισμός 31) :

$$\text{Αν } D_F > \frac{L}{15} \text{ προσαύξηση : } \left( D_F - \frac{L}{15} \right) \cdot R \quad 113.30mm$$

όπου  $R = L / 0.48$  για  $L < 120m$

και  $R = 250$  για  $L > 120m$

$$\text{Αν } D_F \leq \frac{L}{15} \text{ καμία διόρθωση εκτός αν } S > 60\% \text{ L μείωση : } \left( D_F - \frac{L}{15} \right) \cdot R$$

### 7. ΓΙΑ ΤΙΣ ΥΠΕΡΚΑΤΑΣΚΕΥΕΣ ΚΑΙ ΠΥΡΓΩΤΑ ΥΠΕΡΚΑΤΑΣΚΕΥΑΜΑΤΑ (Κανονισμός 31) :

7.1 Μείωση ύψους εξάλων για $E = 1.0 L$	370.0 mm
7.2 Ποσοστό έκπτωσης για $E < 1.0 L$	27.89%
7.3 Μείωση ύψους εξάλων :	103.17 mm

### 8. ΓΙΑ ΤΗ ΣΙΜΟΤΗΤΑ (Κανονισμός 38) :

8.1 Μέσο μέτρο κανονικής σιμότητας :

$$\text{για το προωαίο μισό : } M_{NF} = 16.6750 \cdot \left( \frac{L}{3} + 10 \right) \Rightarrow M_{NF} = 160.307$$

$$\text{για το πρυμναίο μισό : } M_{NA} = 8.3375 \cdot \left( \frac{L}{3} + 10 \right) \Rightarrow M_{NA} = 573.90$$

$$\text{για όλο το πλοίο : } M_N = 12.5063 \cdot \left( \frac{L}{3} + 10 \right) \Rightarrow M_N = 240.461$$

8.2 Το M/K LAILA επιλέγεται να έχει μη μηδενική σιμότητα άρα

η τεταγμένη αυτής σε πρυμναίο και προωαίο μισό του πλοίου είναι :

Πρυμναίο Μισό

Station	Πραγματική σιμότητα $h_s$ (mm)	Simpson Factor K	$h_s k$
A.P.	620	1	620
1/6 L from A.P.	201	3	603
1/3 L from A.P	20	3	60
Amidships	0	1	0
$\sum (h_s * k)$			1283

Προωαίο Μισό

Station	Πραγματική σιμότητα $h_s$ (mm)	Simpson Factor K	$h_s k$
Amidships	0	1	0
1/6 L from F.P.	50	3	150
1/3 L from A.P	180	3	540
F,P	380	1	380
$\sum (h_s * k)$			1070

Μέσο μέτρο πραγματικής σιμότητας :

$$\text{για το πρωαίο μισό } MSF = \frac{1}{8} \cdot \sum (h_{si} \cdot k_i)_F = 133.75$$

$$\text{για το πρυμναίο μισό } MSA = \frac{1}{8} \cdot \sum (h_{si} \cdot k_i)_A = 160.375$$

$$\text{για όλο το πλοίο } MS = 147.063$$

$$8.3 \text{ Διόρθωση ύψους εξάλων : } (M_N - M_S^*) \cdot \left( 0.75 - \frac{S}{2 \cdot L} \right) = 95.04 \text{ mm}$$

### 9. ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΥΨΟΥΣ ΕΞΑΛΛΩΝ :

Ύψος εξάλων θέρους :

$$FB = [ 1 + 2.3 + 3 + 4 ] \times 5 + 6 + 7 + 8.3 = 335.69 \text{ mm}$$

$$10. \text{ ΜΕΓΙΣΤΟ ΕΜΦΟΡΤΟ ΒΥΘΙΣΜΑ : } T = DF - FB = 3474.78 \text{ mm}$$

### 11. ΥΨΟΣ ΠΡΩΡΑΣ (Κανονισμός 39) :

Ελάχιστο απαιτούμενο ύψος πλώρας :

$$\text{Για } L < 250\text{m} : Fb_{FP} = 56 \cdot L \cdot \left( 1 - \frac{L}{500} \right) \cdot \frac{1.36}{C_{B,085D} + 0.68} \Rightarrow Fb_{FP} = 1666.56 \text{ mm}$$

$$\text{Για } L > 250\text{m} : Fb_{FP} = 7000 \frac{1.36}{C_{B,085D} + 0.68}$$

Για αλιευτικά σκάφη σύμφωνα με το πρωτόκολλο Torremolinos

Ελάχιστο απαιτούμενο ύψος πλώρας :

$$Fb_{fp} = K_1 \cdot L \cdot (1 + L/K_2)$$

$$K_1 = 0.117$$

$$K_2 = -220$$

$$L = 0.96 L_{WL} = 27.682$$

$$Fb_{fp} = 2882 \text{ mm}$$

Υπάρχων ύψος πλώρας  $Fb_{FP} = 2650 \text{ mm}$  όπου υπάρχει μία διαφορά

-56.87mm. Οπότε το μέγιστο έμφορτο βύθισμα είναι 3.417 m.

## 2.1 ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΟΛΙΚΗΣ ΧΩΡΗΤΙΚΟΤΗΤΑΣ

Σύμφωνα με τους διεθνείς κανονισμούς η ολική χωρητικότητα GT υπολογίζεται από την σχέση:

$$GT = K1 \cdot \nabla$$

όπου:

- $\nabla$  = συνολικός όγκος όλων των κλειστών χώρων του πλοίου σε m<sup>3</sup>
- $K1 = 0,2 + 0,02 \cdot \log_{10} \nabla$

Ως κλειστοί χώροι νοούνται εδώ όλοι οι χώροι που περικλείονται από το περίβλημα του πλοίου, κινητά ή μόνιμα διαφράγματα, καταστρώματα ή καλύμματα εκτός των σκιάστρων. Ο όγκος V όλων των κλειστών χώρων αναλύεται στους εξής επιμέρους όγκους:

- Όγκος μέχρι το κύριο κατάστρωμα  $V_D$
- Όγκος υπερκατασκευών  $V_s$
- Όγκος στομιών κύτους και καλυμμάτων **VHOLD**

Ακολουθώς παρατίθεται ο αναλυτικός υπολογισμός των κλειστών χώρων του πλοίου

	FRAMS	VOLUME
UNDER MAIN DECK	$-4^{-330 \text{ mm}} - 56^{+108 \text{ mm}}$	548,92 m <sup>3</sup>
E/R HATCH	20 – 23 <sup>+100</sup>	5,76 m <sup>3</sup>
CREW CABINS & STORES	34 – FE	153,06 m <sup>3</sup>
CREW WC & GALLEY	29 – 34	16,88 m <sup>3</sup>
BRIDGE	18 – 32 <sup>+290</sup>	52,09 m <sup>3</sup>
V TOTAL		764,33 m <sup>3</sup>

Επομένως έχουμε συνολικό όγκο κλειστών χώρων

$$V_{\text{total}} = 764,33 \text{ m}^3$$

Επομένως έχουμε για τον συντελεστή **k1**:

$$k1 = 0,2 + 0,02 \cdot \log_{10}(764,33) = 0,25766$$

$$k1 = 0,25766$$

Συνεπώς:

$$G.T. = k1 \cdot V_{\text{TOTAL}} = 0,25766 \cdot 764,33 = 197$$

$$G.T. = 197 \text{ ΚΟΡΟΙ}$$

## 2.2 ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΚΑΘΑΡΗΣ ΧΩΡΗΤΙΚΟΤΗΤΑΣ

Η καθαρή χωρητικότητα δίνεται από τον τύπο:

$$N.T = K_2 \cdot V_C \cdot \left(\frac{4.T}{3.D}\right)^2 + K_3 \cdot \left(N_1 + \frac{N_2}{10}\right)$$

Ο συνολικός όγκος χώρων φορτίου υπολογίζεται από το *MAXSURF* και ισούται

$$V_C = 64,604 \text{ m}^3$$

$$K_2 = 0,2 + 0,02 \cdot \log_{10}(V_C)$$

$$K_2 = 0,2363$$

$T_{\Gamma\Phi} = 3, 12, D = 3, 80$  και  $\left(\frac{4.T}{3.D}\right)^2 = 1,198 \geq 1$  οπότε το κλάσμα επιλέγεται ίσο με 1

$$K_3 = 1,25 \cdot \left(\frac{G.T + 10000}{10000}\right)$$

$$K_3 = 1,0197$$

$N_1$  : αριθμός επιβατών σε κοιτώνες με όχι περισσότερες από 8 κλίνες.

$N_2$  : λοιποί επιβάτες.

Για το πλοίο μας ισχύει ότι :

$$N_1 + N_2 < 13 \Rightarrow N_1 = 0 \text{ και } N_2 = 0$$

και αντικαθιστώντας στον τύπο της καθαρής χωρητικότητας θα έχουμε

$$N.T = K_2.V_C \cdot \left(\frac{4.T}{3.D}\right)^2 + K_3 \cdot \left(N_1 + \frac{N_2}{10}\right) = 0,2363 \cdot 64,604 \cdot 1 + 0 = 15,27$$

Έλεγχος περιορισμών καθαρής χωρητικότητας

$$K_2.V_C \cdot \left(\frac{4.T}{3.D}\right)^2 \geq 0,25 GT$$

$$NT \geq 0,3GT$$

Δεν ικανοποιούνται οι παραπάνω περιορισμοί

οπότε καταλήγουμε σε

$$GT = 197 \text{ ΚΟΡΟΙ}$$

$$NT = 0,3 \cdot 197 = 59,1 \text{ ΚΟΡΟΙ}$$

### 2.3 ΣΥΝΘΕΣΗ ΠΛΗΡΩΜΑΤΟΣ

Το πλοίο έχει ολική χωρητικότητα:

$$GT = 197 \text{ ΚΟΡΟΙ.}$$

Και ιπποδύναμη μηχανής:

$$BHP = 1381,25 \text{ PS.}$$

Οπότε η σύνθεση του πληρώματος γίνεται σύμφωνα με το Π.Δ. 382 /1978 (Α80), για πλοία χωρητικότητας κάτω των 500 κόρων.

ΠΡΟΣΩΠΙΚΟ ΚΑΤΑΣΤΡΩΜΑΤΟΣ	
ΠΛΟΙΑΡΧΟΣ Β	1
ΠΗΔΑΛΙΟΥΧΟΣ	1
ΝΑΥΤΕΣ	4
Συνολο	6

ΠΡΟΣΩΠΙΚΟ ΜΗΧΑΝΗΣ	
ΜΗΧΑΝΙΚΟΣ Γ	1
ΜΗΧ/ΔΓΟΣ	1
Συνολο	2

## 2.4. ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΔΕΙΚΤΗ ΕΞΑΡΤΙΣΜΟΥ

$$EN = \Delta^{2/3} + 2.BH + 0,1A$$

$\Delta$	=	Moulded displacement to the summer load waterline, in tones,
$B$	=	Breadth of ship, in m,
$H$	=	$\alpha + \sum h$ , in m
$\alpha$	=	Freeboard from the summer load waterline amidships, in m,
$\sum h$	=	Sum of the heights on the centerline of each tier of deckhouses having a breadth greater than $0,25B$ , in m,
$A$	=	Sum of the profile area of the hull above summer load waterline, and of superstructures and deckhouses having a breadth greater than $0,25B$ , which are within the length of ship $L$ , in $m^2$ .

$$\Delta = 406,268 \text{ ton}$$

$$h_1 = 2,35 \text{ m}$$

$$h_2 = 2,10 \text{ m}$$

$$b_1 = 7,77 \text{ m}$$

$$\alpha = 4,95 \text{ m}$$

$$a = 0,34 \text{ m}$$

$$B = 8,20 \text{ m}$$

$$D = 3,80 \text{ m}$$

$$A = 59,55 \text{ sq.m.}$$

$$H = 4,79 \text{ m}$$

$$EN = 139,37$$

για αλιευτικά σκάφη με έκπτωση 10% (coastal service) διαλέγουμε από το πινάκα 8.3(2)

- 2 άγκυρες 378 Kg **[ΑΣΤΥΠΕΣ]**

- ολικό μήκος αλυσίδα 275 m

- Διάμετρος κρίκου: 17,5 mild steel 12,5 special quality steel

### 3.1. ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΣΤΟΙΧΕΙΩΝ ΑΝΤΟΧΗΣ ΜΕ ΒΑΣΗ ΚΑΝΟΝΙΣΜΟΥΣ ΝΗΟΓΝΩΜΟΝΑ

Αντικειμενικός σκοπός των παρακάτω είναι ο υπολογισμός των παχών των ελασμάτων πλευρών, καταστρώματος, πυθμένα και διπυθμένου, καθώς και των διαστάσεων των ενισχύσεων τους στην περιοχή της μέσης τομής του υπό σχεδίαση πλοίου, έτσι ώστε να έχει επαρκή αντοχή καταστάσεις φόρτισης. Για την εξασφάλιση των παραπάνω όρων οι υπολογισμοί γίνονται με βάση τους κανονισμούς H.R.S. για εμπορικά πλοία και ειδικά fishing vessels.

Τα παρακάτω βήματα περιγράφουν συνοπτικά την διαδικασία:

- Υπολογίζονται τα πάχη των ελασμάτων
- Με βάση τύπους του H.R.S. για τοπική αντοχή, υπολογίζονται οι ροπές αντίστασης των εγκαρσίων και διαμηκών ενισχυτικών και από αυτά (με την βοήθεια προγράμματος) οι διαστάσεις τους έτσι ώστε να καλύπτουν την απαιτούμενη ροπή αντίστασης
- Έχοντας πλέον τις διαστάσεις όλων των στοιχείων αντοχής της μέσης τομής, βρίσκουμε τη θέση του ουδέτερου άξονα της διατομής και την ροπή αντίστασής της ως προς αυτόν. Έπειτα συγκρίνουμε αυτή την ροπή με την απαιτούμενη ( $SM = 27516.5 \text{ cm}^3$ )

απαιτούμενη ροπή αντίστασής σύμφωνα με τον H.R.S υπολογίζεται από παρακάτω σχέσεις

$$SM_o = C_w \cdot L^2 \cdot B \cdot (C_b + 0,7)$$

$$SM = |M_s + M_{Wave}| / \sigma \cdot 10^3$$

$$M_s = 0,075 \cdot SM_o$$

$$M_{W(+)} = +0,3 \cdot M \cdot C_w \cdot L^2 \cdot B \cdot C_b, \quad \text{for positive moment (hogging)}$$

$$M_{W(-)} = -0,15 \cdot M \cdot C_w \cdot L^2 \cdot B \cdot (C_b + 0,7) - (0,8 + 1,5 \cdot Fr), \quad \text{for negative moment (sagging)}$$

M = distribution factor as follows:

= 1,0 between 0,4L and 0,8L from A.P.,

= 0 at A.P. and F.P.,

in intermediate positions the factor M is linearly interpolated.

$$SM_{req} = \max(SM_o, SM) = 27516.5 \text{ cm}^3$$

### 3.2. ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΤΟΥ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ ΕΝΙΣΧΥΣΗΣ

Πρόκειται για εγκάρσια σύστημα ενίσχυσης στο οποίο το κατάστρωμα main deck και upper deck, καθώς και τα πλευρικά ελάσματα αυτών είναι ενισχυμένα κατά την εγκάρσια διεύθυνση.

Κάθε 500 mm (κατασκευαστικός νομέας) υπάρχει εγκάρσιο ενισχυτικό στο πλευρικό έλασμα της γάστρας. Κάθε πέντε κατασκευαστικούς νομείς (2500 mm) υπάρχουν ενισχυμένοι νομείς, στο διπύθμενο κάθε κατασκευαστικός νομέας (500 mm) υπάρχει απλή έδρα και κάθε πέντε κατασκευαστικούς νομείς συμπαγής έδρα .

Στα παρακάτω πινάκες φαίνονται τα πάχη και τα ενισχυτικά των ελασμάτων.

Αναλυτικός υπολογισμός παρουσιάζεται στο παράτημα Γ

Σημείωση: κατά την εκλογή των παχών των ελασμάτων αλλά και των ενισχυτικών, εκλέγουμε μεγαλύτερες διαστάσεις (σε σχέση με τις προδιαγραφόμενες από τον νηογνώμονα), διότι κατά την πρώτη ανακύκλωση ο υπολογισμός της ροπής αντίστασης έδειξε ότι αυτή ήταν μικρότερη από την απαιτούμενη.



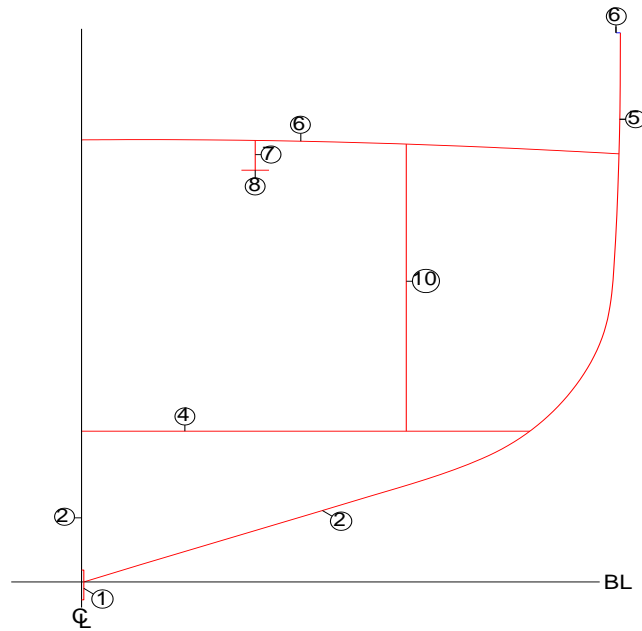
## 3.3. ΕΠΙΛΟΓΗ ΚΑΤΑΣΚΕΥΑΣΤΙΚΩΝ ΣΤΟΙΧΕΙΩΝ

<b>ΠΑΧΗ ΕΛΑΣΜΑΤΩΝ</b>	
Bottom - Πυθμένας	10 mm
Side plating - πλευρά	10 mm
Main deck – κύριο κατάστρωμα	8 mm
Double Bottom – διπυθμένο	6 mm
Upper deck – άνω κατάστρωμα	6 mm
Δρύφακτο - bullwork	10 mm
Bulkhead - Φρακτές	8 mm
Floor	Στο μηχανοστάσιο 10 mm
	Εκτός μηχανοστάσιο 8 mm
	κάτω από φρακτές 10 mm
Superstructure & Deckhouses	Top 6 mm
	Front 6 mm
	Side 6 mm

<b>Εγκάρσια Ενισχυτικά - Transverse Stiffeners</b>	
Side - πλευρά	L 80×80×8 mm
Main deck – κύριο κατάστρωμα	L80×80×8 mm
Upper deck – άνω κατάστρωμα	L80×80×8 mm
Δρύφακτο - bullwork	1030 ×10 mm
Bulkhead - Φρακτές	L70×70×7 mm
Superstructure & Deckhouses	Top L 60×60×6 mm
	Front L 60×60×6 mm
	Side L60×60×6 mm

<b>Εγκάρσια Ενισχυμένοι Νομείς - Transverse Web Frame</b>	
Side - πλευρά	T 250x8 - 100×10 mm
Center Girder - Κεντρική Στάθμισα	T 250x8 - 100×10 mm
Keel bar - Τρόπιδα	250 × 33 mm
Beam Main deck – ζυγά κύριου καταστρώματος	T 250x8 - 100×10 mm
Beam Upper deck – ζυγά άνω κατάστρωμα	T 200x8 - 100×8 mm
Main deck Girder - Πλευρική Στάθμιδα κύριου καταστρώματος	T 250x8 - 100×10 mm
Upper deck Girder – Πλευρική Στάθμιδα άνω κατάστρωμα	T 200x8 - 100×8 mm
Superstructure & Deckhouses	T 250x8 - 100×10 mm

## 3.4. ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΡΟΠΗΣ ΑΝΤΙΣΤΑΣΗΣ ΜΕΣΗΣ ΤΟΜΗΣ



## ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΡΟΠΗΣ ΑΝΤΙΣΤΑΣΗΣ

A/A	STRUCTURAL ITEM	DIMENSIONS		No	A (cm <sup>2</sup> )	Y (cm)	AY (cm <sup>3</sup> )	AY <sup>2</sup> (cm <sup>4</sup> )	I (cm <sup>4</sup> )
		x (cm)	y (cm)						
1	KEEL PL.	3,3	25	0,5	41,25	-2,5	-103,125	257,81	2148,4
2	SHELL PL.	1	738,7	1	738,70	179,9	132892,130	23907294,19	6303573,3
3	BOTTOM CR GIRDER	0,8	130	1	104,00	75,00	7800,000	585000,00	146466,7
4	DOUBLE BOTTOM PL.	318,0	0,6	1	190,80	122,00	23277,600	2839867,20	-
5	BULLWARK PL.	1	103,0	1	103,00	411,2	42353,600	17415800,32	91060,6
6	BULLWARK F.B.	16	1	1	16,00	461,5	7384,000	3407716,00	-
7	DECK PL.	410,0	0,8	1	328,00	371,00	121688,000	45146248,00	6997,3
8	DECK GIRDER WEB	0,8	25	1	20,00	361,20	7224,000	2609308,80	1041,7
9	DECK GIRDER FL.	10	1	1	10,00	348,20	3482,000	1212432,40	-
10	LONG BHD	0,6	259	1	155,40	245,00	38073,000	9327885,00	868699,0
					1551,75		345998,21	97123924,72	6551288,00

A= 3103,5 cm<sup>2</sup>  
 NA= 222,973 cm  
 Itot= 53053844,02 cm<sup>4</sup>  
 SMbott= 237938,42 cm<sup>3</sup> **OK!**  
 SMtop= 337864,47 cm<sup>3</sup> **OK!**

#### 4.1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Στο κεφαλαίο αυτό θα αναφερθούμε στον υπολογισμό του βάρους άφορτου πλοίου (Light Ship Weight). Το βάρος του άφορτου πλοίου αντιστοιχεί στο βάρος του έτοιμου, πλήρως εξοπλισμένου και αξιόπλοου πλοίου χωρίς εφόδια και ωφέλιμο φορτίο. Στο βάρος αυτό περιέχονται: τα λιπαντικά και το νερό ψύξης των μηχανών, το τροφοδοτικό νερό των λεβήτων και το βάρος των υγρών στις σωληνώσεις. Γενικά αποτελεί το βάρος του πλοίου κατά την κατάσταση παράδοσης του πλοίου από το Ναυπηγείο στον πλοιοκτήτη.

Το Light Ship Weight ορίζεται ως το άθροισμα τριών υποομάδων. Δηλαδή:

$$WL = WST + WOT + WM$$

Στο βάρος μεταλλικής κατασκευής (Steel Weight, WST), το οποίο περιλαμβάνει το βάρος όλων των στοιχείων της μεταλλικής κατασκευής του πλοίου, για παράδειγμα τα στοιχεία έδρασης της μηχανής, οι υπερκατασκευές, τα υπερστεγάσματα, τα στόμια κυτών και άλλα.

Στο βάρος ενδιάτισης και εξοπλισμού (Outfit Weight, WOT), που περιλαμβάνει το βάρος όλων των επί του γυμνού σκάφους εφαρμοσμένων/ εγκατεστημένων και αποσυνδεδεμένων εξαρτημάτων του πλοίου χωρίς τη μηχανολογική εγκατάσταση για παράδειγμα: μονωτικές, σωληνοϋργικές, μηχανουργικές εργασίες, φορτοεκφορτωτικά μέσα, σκεύη ρυμούλκησης και όρμισης, ψυκτικά μηχανήματα και άλλα.

Το βάρος μηχανολογικής εγκατάστασης (WM) περιλαμβάνει το βάρος της κύριας μηχανής, του ελικοφόρου άξονα και της έλικας και το βάρος των λοιπών μηχανολογικών εξαρτημάτων.

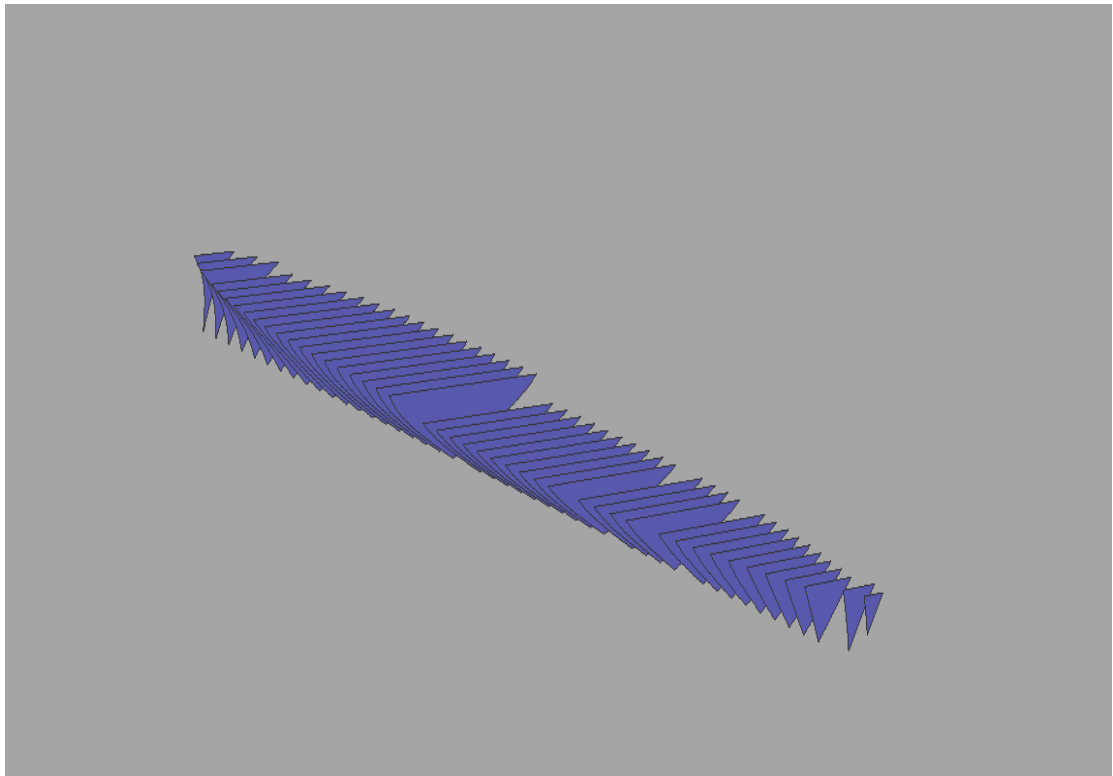
#### 4.2. Βάρος μεταλλικής κατασκευής

Η εκτίμηση του βάρους της μεταλλικής κατασκευής ( $W_{st}$ ) ενός πλοίου, στη φάση της προμελέτης, βασίζεται συνήθως στην εφαρμογή εμπειρικών μεθόδων. Στη παρούσα μεταπτυχιακή προκειμένου να επιτευχθεί η μεγαλύτερη δυνατή ακρίβεια, ο υπολογισμός αυτός πραγματοποιείται με αναλυτικό τρόπο. εντός του λογισμικού maxsurf, όπου μοντελοποιούνται τα ελάσματα, τα κύρια και δευτερεύοντα διαμήκη και εγκάρσια ενισχυτικά, οι οπές των εδρών του πυθμένα, ενώ δε λαμβάνονται υπόψη δευτερεύοντα στοιχεία της μεταλλικής κατασκευής όπως brackets, cut outs

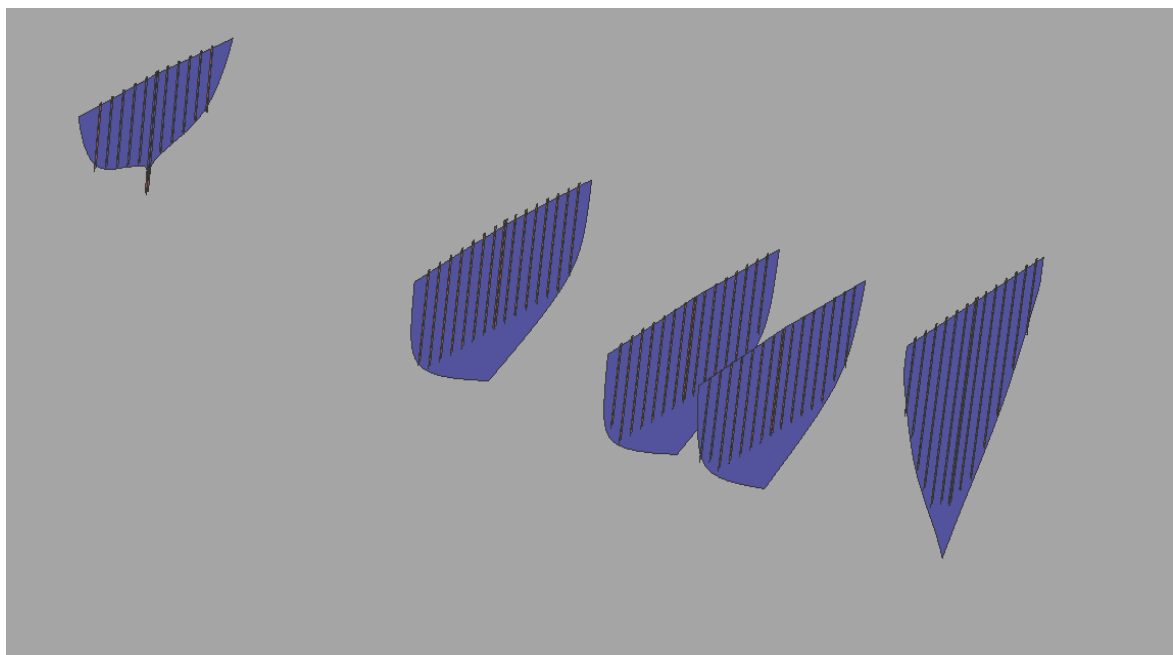
Γενικά, το βάρος της μεταλλικής κατασκευής διαιρείται στις παρακάτω κύριες υποομάδες:

- Βάρος περιβλήματος γάστρας
- Βάρος καταστρωμάτων
- Βάρος εγκαρσίων φρακτών
- Βάρος εδρών διπυθμένου
- Βάρος διαμηκών και εγκαρσίων ενισχυτικών
- Λοιπά βάρη

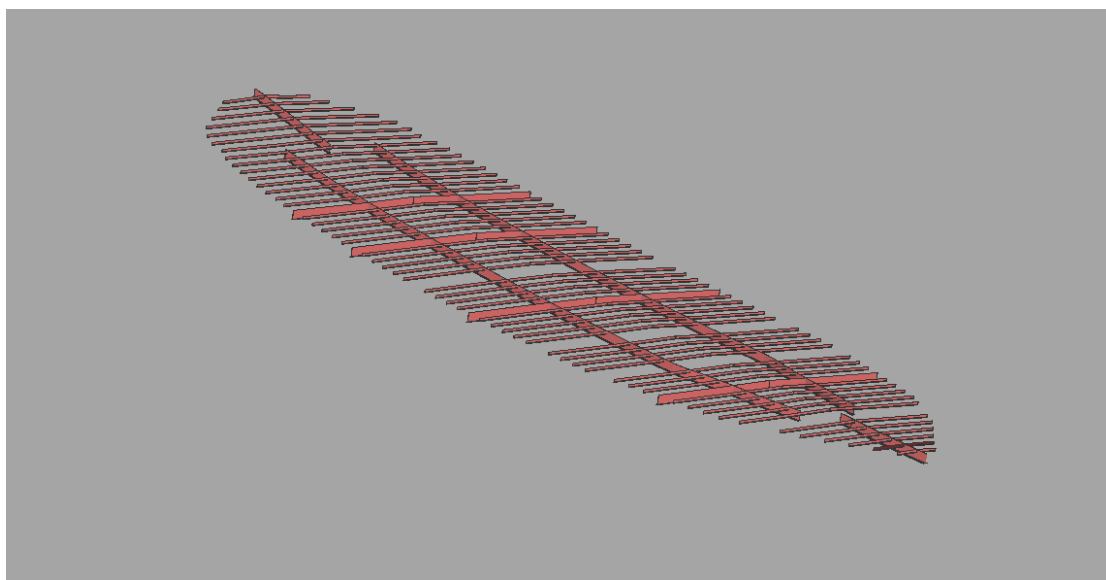
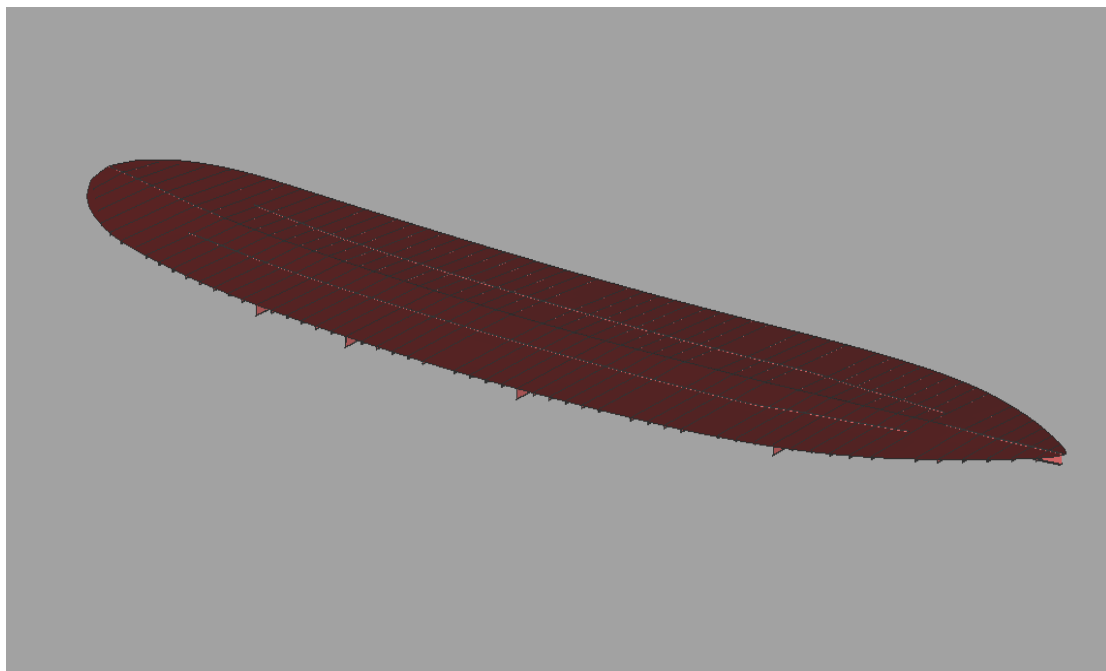
Στο Σχήμα 4.2.1 φαίνεται η διάταξη των εδρών στην περιοχή των διπυθμένων ενώ στο Σχήμα 4.2.2 φαίνεται μία τυπική διάταξη εγκαρσίων φρακτών, όπου διακρίνεται η κατακόρυφη ενίσχυση. Τέλος, στο Σχήμα 4.2.3 διακρίνονται τα διαμήκη και εγκάρσια ενισχυτικά της μεταλλικής κατασκευής του κυρίου καταστρώματος ενώ στο Σχήμα 4.2.4 παρουσιάζεται ολόκληρο το τρισδιάστατο μοντέλο της μεταλλικής κατασκευής χωρίς τα ελάσματα του περιβλήματος της γάστρας.



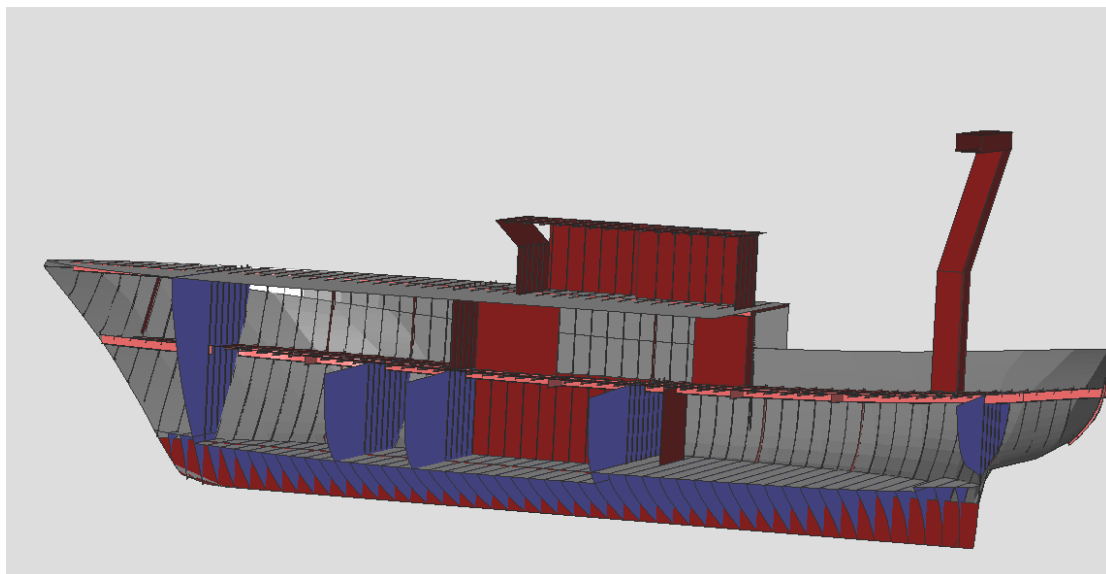
Σχήμα 4.2.1



Σχήμα 4.2.2



Σχήμα 4.2.3



Σχήμα 4.2.4

Τα αποτελέσματα αυτής της διαδικασίας παρουσιάζονται παρακάτω σε μορφή πινάκων οι οποίοι περιλαμβάνουν για κάθε στοιχείο της υποομάδα το πάχος, το βάρος, τις συντεταγμένες του κέντρου βάρους και τέλος ένας συγκεντρωτικός πίνακας για όλα τα στοιχεία που συνθέτουν τη μεταλλική κατασκευή

- Βάρος περιβλήματος γάστρας: Σε αυτή την υποομάδα εντάσσονται το βάρος των ελασμάτων της γάστρας και το βάρος των ελασμάτων της υπερκατασκευής.

	πάχος mm	βάρος ton	διαμήκη θέση m	κατάκορφη θέση m
γάστρα	10	36,84	13,261	2,797
υπερκατασκευή	6	6,266	13,197	7,097
σύνολο		43,106	13,252	3,422

- Βάρος καταστρωμάτων

	πάχος mm	βάρος ton	διαμήκη θέση m	κατάκορφη θέση m
διπυθμενας	6	6,346	12,736	1,465
κύριο κατάστρωμα	10	16,862	12,159	4,021
άνω κατάστρωμα	6	7,283	17,621	6,3
Σύνολο		30,491	13,583	4,033

- Βάρος εγκάρσιων φρακτών: Αυτή η υποομάδα περιλαμβάνει τέσσερες εγκάρσιες φρακτές που εκτείνονται μέχρι το κύριο κατάστρωμα και τη φρακτή συγκρούσεως που εκτείνεται μέχρι το κατάστρωμα της υπερκατασκευής

	πάχος mm	βάρος ton	διαμήκη θέση m	κατάκορη θέση m
BHD1	6	0,542	1,000	3,421
BHD2	6	1,144	11,500	2,307
BHD3	6	1,136	17,000	2,315
BHD4	6	1,075	19,500	2,384
φρακτή συγκρούσεως	6	1,196	24,500	4,084
Σύνολο		5,093	16,351	2,861

- Βάρος εδρών διπυθμένου

	πάχος mm	βάρος ton	διαμήκη θέση m	κατάκορη θέση m
έδρες του μηχανοστάσιο	8	6,051	7,245	1,104
έδρες στη προραία δεξαμενή	8	0,09	25,140	1,097
έδρες από fr 24 – fr 48	6	3,997	17,128	0,855
Σύνολο		10,138	10,197	1,006

- Βάρος διαμήκων και εγκάρσιων ενισχυτικών

	πάχος mm	βάρος ton	διαμήκη θέση m	κατάκορη θέση m
Τρόπιδα	33	2,261	13,933	0,165
Κεντρικές Στάθμιδες		4,052	13,755	1,175
Πλευρικές Στάθμιδες		1,806	14,123	4,955
Web frames		2,778	14,959	4,681
Απλά Ενισχυτικά		16,259	14,087	4,443
Pillars		2,604	14,95	4,471
Σύνολο		29,76	14,189	3,728

## • Λοιπά βάρη

	πάχος mm	βάρος ton	διαμήκη θέση m	κατάκορφη θέση m
Hatch E/R	6	0,696	9,801	5,05
Π Frame	8	4,522	3,488	8,015
φρακτές δεξαμενών	6	2,416	5,123	1,812
Long BHD of fishing hold	6	1,34	14,246	2,595
βάση μηχανής	10	1,390	6,750	0,850
Chain Locker	6	0,435	25,000	4,483
μπρακετες	7	2,166	14,132	3,937
Σύνολο		12,965	8,093	4,572

Παρακάτω δίνεται ένας συγκεντρωτικός πίνακας για όλα τα στοιχεία που συνθέτουν τη μεταλλική κατασκευή

	βάρος ton	διαμήκη θέση m	κατάκορφη θέση m
Βάρος περιβλήματος γάστρας	43,106	13,252	3,422
Βάρος καταστρωμάτων	30,491	13,583	4,033
Βάρος εγκαρσίων φρακτών	5,093	16,351	2,861
Βάρος εδρών διπυθμένου	10,138	10,197	1,006
Βάρος ενισχυτικών	29,76	14,189	3,728
Λοιπά βάρη	12,965	8,093	4,572
Σύνολο	131,553	12,916	3,538

έτσι το βάρος της μεταλλικής κατασκευής είναι

$$W_{ST} = 131,553 \text{ Ton}$$

$$L_{CG/ST} = 12,916 \text{ m}$$

$$KG_{ST} = 3,538 \text{ m}$$

#### 4.2 . Υπολογισμός Βάρους Μηχανολογικής Εγκατάστασης $W_m$

Το βάρος μηχανολογικής εγκατάστασης (Machinery Weight, WM), το οποίο μπορεί να αναλυθεί στα εξής:

- 1- Στο βάρος της κύριας μηχανής (WMM)
- 2- Στο βάρος του ελικοφόρου άξονα και της έλικας (WMS)



3- Και στο βάρος των λοιπών μηχανολογικών εξαρτημάτων (WMR)  
Πιο αναλυτικά θα μπορούσαμε να πούμε ότι το βάρος μηχανολογικής εγκατάστασης ισούται με το άθροισμα:

$$WM = WMM + WMS + WMR$$

Η κάθε μια από τις παραπάνω υποομάδες περιλαμβάνει τα εξής βάρη:

- 1- Στο βάρος της κύριας μηχανής (WMM):
  - Η κύρια κινητήρια εγκατάσταση αποτελούμενη από τις μηχανές με μειωτήρες,
- 2- Στο βάρος του ελικοφόρου άξονα και της έλικας (WMS):
  - Τις έλικες και το σύστημα μετάδοσης κίνησης στην έλικα, δηλαδή άξονες, έδρανα αξόνων
- 3- Και στο βάρος των λοιπών μηχανολογικών εξαρτημάτων (WMR):
  - Το σύστημα εξάτμισης
  - Τις ηλεκτρογεννήτριες, καλωδιώσεις προς και από τους πίνακες
  - Αντλίες, συμπιεστές, διαχωριστές
  - Σωληνώσεις μηχανοστασίου για την άντληση καυσίμου ή έρματος
  - Λοιπός εξοπλισμός μηχανοστασίου: κλίμακες, σχάρες δαπέδων (gratings), θερμο-ηχομονώσει

Το βάρος της κύριας μηχανής (WMM):

Η εγκατεστημένη ισχύς πρόωσης υπολογίζεται από την μέθοδο Holtrop και είναι 1030 KW και οι στροφές τις έλικας είναι 247 RPM

Η κυρία μηχανή του σκάφους είναι GAUSCOR SF480 TA-SP. Οι στροφές της μηχανής 1600 RPM και το βάρος είναι 5500 kg

Η μειωτήρα έχει βάρος 1494 kg

Έτσι το βάρος WMM ισούται με

$$WMM = 5500 + 1494 = 6994 \text{ kg}$$

Το βάρος έλικα, άξονας WMS

Το βάρος του ελικοφόρου άξονα. Ο άξονας έχει διάμετρο  $d_s = 180 \text{ mm}$  και μήκος 3.1 m, το βάρος του άξονα με τα έδρανα του ισούται με 650, 5 kg

Το βάρος της έλικας ισούται με 914 kg

$$WMS = 650,5 + 914 = 1564,5 \text{ kg}$$

Το βάρος των λοιπών μηχανολογικών εξαρτημάτων WMR

από αυτή την υποομάδα ξέρουμε μόνο το βάρος των ηλεκτρογεννητριών. Στο πλοίο θα τοποθετηθούν δυο ηλεκτρογεννήτριες των 150 kW και 180 kW από το κατάλογο του κατασκευαστή η κάθε μια έχει βάρος 3750 kg.

Το βάρος των υπολοίπων μηχανημάτων και εξαρτημάτων, από την μέθοδο Δ του βιβλίου μελέτης πλοίου υπολογίζεται κατά προσέγγιση συναρτήσει του βάρους της κύριας μηχανής. Το βάρος της μηχανολογικής εγκατάστασης υπολογίζεται από τη παρακάτω σχέση

$$W_M = C_{M2} * (WMM + W_{MG}) \text{ όπου}$$

$W_{MM}$  βάρος της κύριας μηχανής

$W_{MG}$  βάρος μειωτήρα

$$C_{M2} = 3, 5$$

$W_M = 3, 5 * (5500 + 1494) = 24479 \text{ kg}$  έτσι το βάρος των υπολοίπων μηχανημάτων και εξαρτημάτων ισούται με  $24479 - 6994 - 1564, 5 - 2 * 3750 = 8420, 5$

$$WMR = 8420, 5 + 7500 = 15920, 5 \text{ kg}$$

$$WMS = 1564, 5 \text{ kg}$$

$$WMM = 6994 \text{ kg}$$

$$W_M = 24,479 \text{ Ton}$$

#### 4.4 Υπολογισμός Βάρους Εξοπλισμού και ενδιαίτησης WOT

Το βάρος της ενδιαίτησης και εξοπλισμού WOT περιλαμβάνει βασικά όλα τα επί του "γυμνού" σκάφους εφαρμοσμένα εξαρτήματα του πλοίου, πλην της μηχανολογικής εγκατάστασης. Στην προκειμένη φάση θα επιχειρήσουμε να προσεγγίσουμε το βάρος του εξοπλισμού και ενδιαίτησης με την μέθοδο των συντελεστών

$$W_{OT} = w_{OT} \cdot L \cdot B \cdot D$$

από το πατρικό πλοίο το βάρος εξοπλισμού και ενδιαίτησης ισούται με 43,11 ton , από τη σχέση προκύπτει ότι ο συντελεστής βάρους εξοπλισμού και ενδιαίτησης

$$w_{OT} = W_{OT}/L \cdot B \cdot D = 59,6 \text{ kg/m}^3$$

Το βάρος εξοπλισμού και ενδιαίτησης για το υπό μελέτη πλοίου

$$W_{OT} = w_{OT} \cdot L \cdot B \cdot D = 59,6 \cdot 27,288 \cdot 8,2 \cdot 3,8 = 50,677 \text{ ton}$$

#### 4.5.. ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ KG ΚΑΙ LCG ΚΕΝΟΥ ΣΚΑΦΟΥΣ

Για την εύρεση του κέντρου βάρους του κενού σκάφους θα χρησιμοποιήσουμε τους συντελεστές που αναφέρονται για αλιευτικά . Αρχικά θα εφαρμόσω την μέθοδο στο πατρικό πλοίο, προκειμένου να ελέγξω την αξιοπιστία της μεθόδου προκειμένου να υπολογίσουμε κάποιους συντελεστές διόρθωσης

Για το πατρικό πλοίο ΛΑΓΟΣ Σ

$$KG_{st}/D=0.93$$

$$KG_{ot}/D= 1$$

$$KG_m/D=0.5$$

Συνεπώς έχουμε τον εξής πίνακα :

	βάρος	KG/D	KG	ροπή
$W_{ST}$	123	0,93	3,348	411,804
$W_{OT}$	43,711	1	3,6	157,360
$W_M$	20,89	0,5	1,8	37,602
LS	187,7	0,897	3,233	606,766

Από το stability booklet του πλοίου έχουμε ότι  $KG = 3,154m$

Ο συντελεστής  $f_{KG}$  διόρθωσης είναι :

$$f_{KG} = KG_{υπολογισθεν}/KG_{πραγματικό} = 2,572/3,154 \Rightarrow f_{KG} = 1,0249$$

Για το υπό μελέτη πλοίου

$$KG_{st}/D=0.93$$

$$KG_{ot}/D= 1$$

$$KG_m/D=0.5$$

Συνεπώς έχουμε τον εξής πίνακα

	βάρος	KG/D	KG	ροπή
$W_{ST}$	131,553	0,93	3,538	465,434
$W_{OT}$	50,677	1	3,8	192,573
$W_M$	24,479	0,5	1,9	41,510
LS	206,709	0,897	3,408	704,517

Έχουμε  $KG=3,408/1.0249 \Rightarrow$

$$KG = 3,325 \text{ m}$$

Ακολουθεί ο υπολογισμός του LCG του πατρικού πλοίου ΛΑΓΟΣ Σ και του υπό μελέτη πλοίου

	βάρος	LCG/L	LCG	ροπή
$W_{ST}$	123	0,47	12,107	1489,161
$W_{OT}$	43,711	0,54	13,395	608,020
$W_M$	20,98	0,31	7,985	167,537
LS	187,7	0,468	12,066	2264,706

Από το stability booklet του πλοίου έχουμε ότι  $LCG=11,054m$

Ο συντελεστής διόρθωσης  $f_{LCG}$  είναι:

$$f_{LCG} = LCG_{υπολογισθεν} / LCG_{πραγματικό} = 12,066 / 11,054 = 1,091$$

	βάρος	LCG/L	LCG	ροπή
$W_{ST}$	131,553	0,473	12,916	1699,138
$W_{OT}$	50,677	0,54	14,189	746,752
$W_M$	24,479	0,31	8,083	207,075
LS	206,709	0,47	12,834	2652,965

$$\begin{aligned} \text{Έχουμε } LCG &= 12,834 / 1.091 \Rightarrow \\ LCG &= 11,758 \text{ m} \end{aligned}$$

## 5.1. ΜΕΛΕΤΗ ΕΥΣΤΑΘΕΙΑΣ

Συμφώνα με το πρωτόκολλο Torremolinos για την ασφάλεια των αλιευτικών σκαφών το υπό μελέτη σκάφος πρέπει να πληρή τα παρακάτω κριτήρια άθικτη ευσταθείας

### 5.1.1 Κριτήρια σε ήρεμο νερό

Το μετακεντρικό ύψος πρέπει να είναι θετικό και κατ'ελάχιστο ίσο με 0.35 m, δηλαδή:  $GM \geq 0.35$  m

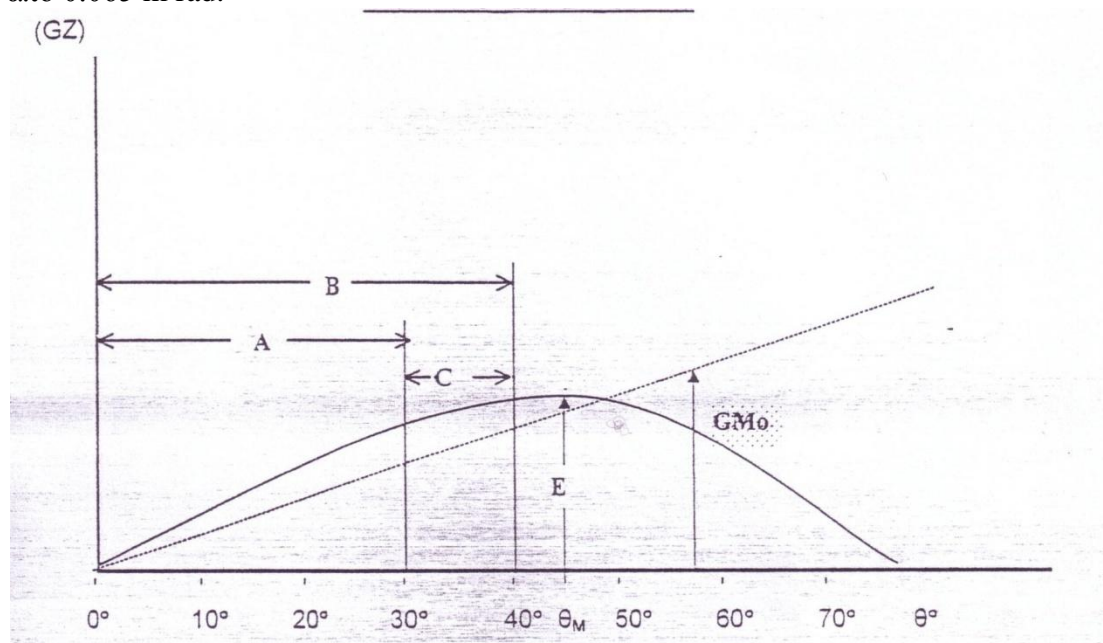
Η γωνία του μέγιστου μοχλοβραχίονα επαναφοράς  $\theta_{GZMAX}$ , πρέπει να είναι, κατά προτίμηση, μεγαλύτερη των  $30^\circ$ , αλλά σε καμία περίπτωση μικρότερη των  $25^\circ$ .

Ο μοχλοβραχίονας επαναφοράς πρέπει να είναι μεγαλύτερος από 0.20 m για γωνίες μεγαλύτερες ή ίσες των  $30^\circ$ .

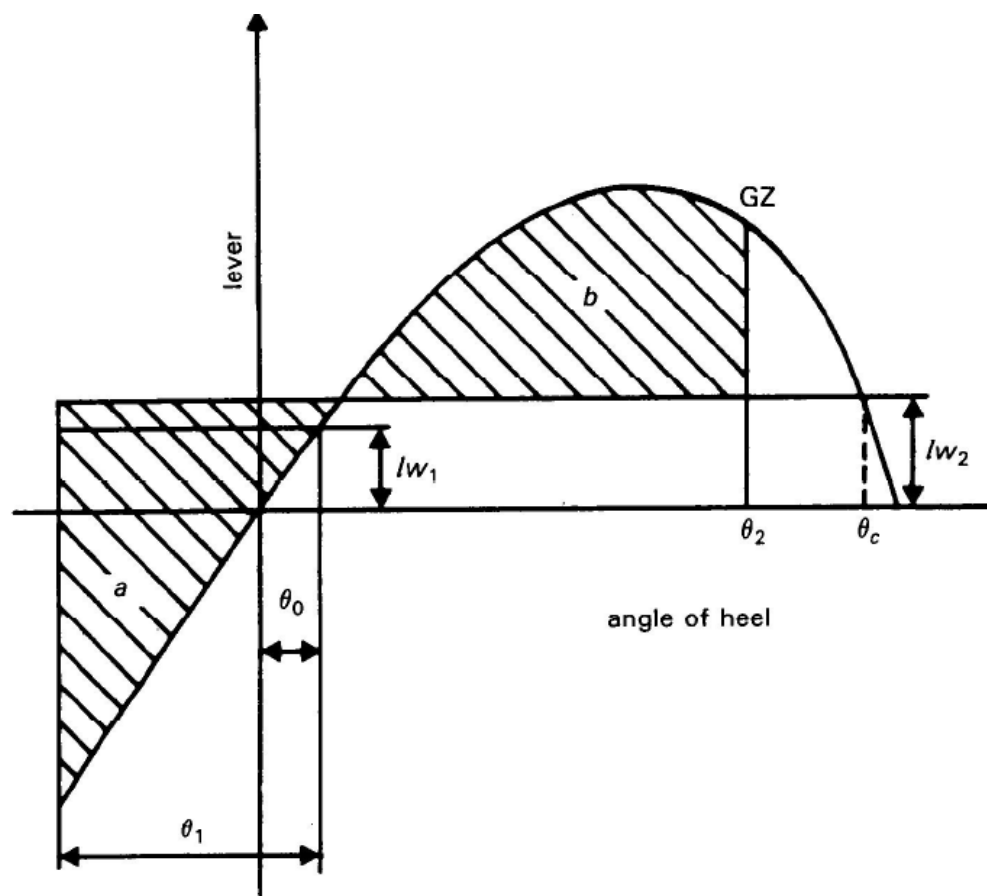
Το εμβαδό κάτωθεν της καμπύλης GZ-φ μέχρι τη γωνία των  $30^\circ$  πρέπει να είναι μεγαλύτερο από 0.055 m·rad.

Το εμβαδό κάτωθεν της καμπύλης GZ-φ μέχρι τη γωνία των  $40^\circ$  ή τη γωνία κατάκλισης  $\theta_f$ , αν αυτή είναι μικρότερη των  $40^\circ$ , πρέπει να είναι μεγαλύτερο από 0.090 m·rad.

Το εμβαδό κάτωθεν της καμπύλης GZ-φ μεταξύ των γωνιών κλίσης  $30^\circ$  και  $40^\circ$  ή τη γωνία κατάκλισης  $\theta_f$ , αν αυτή είναι μικρότερη των  $40^\circ$ , πρέπει να είναι μεγαλύτερο από 0.065 m·rad.



### 5.1.2. ΚΡΙΤΗΡΙΟ ΕΥΣΤΑΘΕΙΑΣ ΠΛΕΥΡΙΚΟΥ ΑΝΕΜΟΥ ΚΑΙ ΚΜΑΤΙΣΜΟΥ (WEATHER CRITERION)



Σ

ύμφωνα με το κριτήριο ευσταθείας με πλευρικό άνεμο και κυματισμό για αλιευτικά σκάφη μήκος  $24\text{m} < L_{BP} < 45\text{m}$ , η πίεση ανέμου λαμβάνεται από το κάτωθι πινάκα

$h$ (m)	1	2	3	4	5	6 and over
$P$ (N/m <sup>2</sup> )	315.5	386.1	429.2	459.7	485	504.2

$h$  = Η απόσταση από την ίσαλο μέχρι το κέντρο της πλευρικής επιφάνειας των εξάλων, σε m.

Ο υπολογισμός των μοχλοβραχιόνων ανατροπής για τον πλευρικό άνεμο γίνεται σύμφωνα με τον τύπο:

$$Lw1 = P A Z / 1000 \text{ g } \Delta$$

$$Lw2 = 1.5 Lw1$$

Όπου

$Lw1$  = Ο μοχλοβραχίονας ανατροπής λόγω σταθερού πλευρικού ανέμου, σε m.

$Lw2$  = Ο μοχλοβραχίονας ανατροπής λόγω πλευρικού ανέμου με αύξηση έντασης σε m

$P$  = Η πίεση του ανέμου, σε Pa (Pascal).

$A$  = Η πλευρική επιφάνεια των εξάλων του σκάφους, σε m<sup>2</sup>.

$Z$  = Ο μοχλοβραχίονας από το μέσο του βυθίσματος μέχρι το κέντρο της πλευρικής επιφάνειας των εξάλων, σε m.

$\Delta$  = Το εκτόπισμα του σκάφους σε ton

$g$  = Η επιτάχυνση της βαρύτητας  $9.81 \text{ m/sec}^2$

$\Theta_0$  = Τη γωνία κλίσης, σε μοίρες,, λόγω της δράσης του ανέμου με μοχλοβραχίονα ανατροπής  $Lw1$ .

$\Theta_C$  = Τη γωνία κλίσης, σε μοίρες (degrees) στο δεύτερο σημείο τομής του μοχλοβραχίονα ανατροπής  $Lw2$  και του μοχλοβραχίονα επαναφοράς.

$\Theta_f$  = Τη γωνία κατάκλισης (downflooding) σε μοίρες (degrees).

$\Theta_1$  = Τη γωνία κλίσης, σε μοίρες (degrees), λόγω της δράσης του κυματισμού.

Η γωνία  $\Theta_1$  δίδεται από τον τύπο:

$$\Theta_1 = 109 k X_1 X_2 (r s)^{1/2}$$

$\Theta_2$ : Η μικρότερη γωνία κλίσης, σε μοίρες (degrees), από τις γωνίες  $\Theta = 50$  μοίρες ή  $\Theta_C$  ή  $\Theta_f$ .  
 $r = 0.73 \pm 0.6 \text{ OG/d}$ .

όπου

OG: Η κατακόρυφη απόσταση του κέντρου βάρους του σκάφους από την ίσαλο πλευσης, σε m

d: Το βύθισμα του σκάφους, σε m

Για το σκάφος ισχύει επίσης ότι η γωνία  $\Theta_2 = 50.0$  μοίρες και ο συντελεστής  $k = 0.70$ . Οι συντελεστές  $X_1$ ,  $X_2$ , και  $s$  δίνονται στους Πίνακες 1, 2 και 3 αντίστοιχα της επόμενης σελίδας, όπου

T: η περίοδος διατοιχισμού σε sec και  $T = \frac{2CB}{\sqrt{GM}}$

B: το πλάτος του σκάφους στην αντίστοιχη ίσαλο σε m

GM: το μετακεντρικό ύψος της κατάστασης σε m

$C = 0.373 + 0.023 (B/d) - 0.043(L/100)$

L: το μήκος ισάλου σε m

Σύμφωνα με το εν λόγω κριτήριο η ευστάθεια θεωρείται ικανοποιητική όταν όπως φαίνεται στην Εικόνα 2.2 η επιφάνεια b είναι μεγαλύτερη ή ίση της επιφάνειας a.

ΠΙΝΑΚΑΣ 1		ΠΙΝΑΚΑΣ 2		ΠΙΝΑΚΑΣ 3	
Τιμές συντελεστή $X_1$		Τιμές συντελεστή $X_2$		Τιμές συντελεστή $s$	
B/d	$X_1$	$C_B$	$X_2$	T	s
$\leq 2.4$	1.00	$\leq 0.45$	0.75	$\leq 6$	0.100
2.5	0.98	0.5	0.82	7	0.098
2.6	0.96	0.55	0.89	8	0.093
2.7	0.95	0.60	0.95	12	0.065
2.8	0.93	0.65	0.97	14	0.053
2.9	0.91	$\geq 0.70$	1.00	16	0.044
3.0	0.90			18	0.038
3.1	0.88			$\geq 20$	0.035
3.2	0.86				
3.3	0.84				
3.4	0.82				
$\geq 3.5$	0.80				

## 5.2. ΚΑΤΑΣΤΑΣΕΙΣ ΦΟΡΤΩΣΗΣ

Οι καταστάσεις φόρτωσης που ακολουθούν και πρόκειται να εξετασθούν είναι οι εξής πέντε

1. ΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΚΕΝΟΥ ΣΚΑΦΟΥΣ (LIGHTSHIP)
2. ΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΑΝΑΧΩΡΗΣΗΣ ΓΙΑ ΤΗΝ ΠΕΡΙΟΧΗ ΑΛΙΕΙΑΣ  
(0% ΦΟΡΤΙΟ + 100% ΑΝΑΛΩΣΙΜΑ)
3. ΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΑΝΑΧΩΡΗΣΗΣ ΑΠΟ ΤΗΝ ΠΕΡΙΟΧΗ ΑΛΙΕΙΑΣ  
(100% ΦΟΡΤΙΟ + 50% ΑΝΑΛΩΣΙΜΑ)
4. ΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΑΦΙΞΗΣ (100% ΦΟΡΤΙΟ + 10% ΑΝΑΛΩΣΙΜΑ)
5. ΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΑΦΙΞΗΣ (20% ΦΟΡΤΙΟ + 10% ΑΝΑΛΩΣΙΜΑ)

Για κάθε κατάσταση φόρτωσης, στις παρακάτω σελίδες φαίνονται τα ακόλουθα :

- Αναλυτικός πίνακας φόρτωσης κάθε δεξαμενής στην συγκεκριμένη κατάσταση
- Αποτελέσματα από τους υπολογισμούς ευστάθειας όπως τιμές εκτοπίσματος, βυθίσματα, τιμές διαγωγής, εγκάρσια και διαμήκη κέντρα βάρους και πλευστότητας
- Επίδραση ελευθέρων επιφανειών κάθε δεξαμενής , όπου αυτό είναι απαραίτητο
- Γραφική παράσταση της καμπύλης GZ-φ
- Συγκριτικοί πίνακες για την ικανοποίηση των κριτηρίων

**1. ΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΚΕΝΟΥ ΣΚΑΦΟΥΣ (LIGHTSHIP)**

Item Name	Qty.	Weight Tonne	Long.Arm m	Vert.Arm m	Trans.Arm m	FS Mom. Tonne.m
Lightship	1	206,709	11,758	0,000	3,325	0,000
CREW	0	0,000	20,327	0,000	4,600	0,000
STORES	0	0,000	19,729	0,000	2,300	0,000
catch	0	0,000	14,712	0,000	2,410	0,000
D.O.T.S3	0%	0,000	14,000	1,106	0,854	0,000
D.O.T.P3	0%	0,000	14,000	-1,106	0,854	0,000
D.O.T.S2	0%	0,000	18,221	1,020	0,855	0,000
D.O.T.P2	0%	0,000	18,221	-1,020	0,855	0,000
D.O.T.S1	0%	0,000	21,289	0,770	0,858	0,000
D.O.T.P1	0%	0,000	21,289	-0,770	0,858	0,000
Daily D.O.T	0%	0,000	11,500	0,000	2,597	0,000
F.W.T 1 C	0%	0,000	1,760	0,000	3,090	0,000
F.W.T 1 P	0%	0,000	1,800	-2,314	3,372	0,000
F.W.T 1 S	0%	0,000	1,800	2,314	3,372	0,000
F.W.T 2 P	0%	0,000	0,460	-2,181	3,696	0,000
F.W.T 2 S	0%	0,000	0,460	2,181	3,696	0,000
F.W.T	0%	0,000	25,543	0,000	3,167	0,000
B.W.T.S1	0%	0,000	13,994	3,215	2,668	0,000
B.W.T.P.1	0%	0,000	13,994	-3,215	2,668	0,000
L.O.T	0%	0,000	10,750	0,000	2,150	0,000
BILLG.T.P	0%	0,000	4,066	-1,696	1,432	0,000
BILLG.T.S	0%	0,000	4,066	1,696	1,432	0,000
D.O.T.S4	0%	0,000	8,326	2,030	1,270	0,000
D.O.T.P4	0%	0,000	8,326	-2,030	1,270	0,000
	<b>Disp=</b>	<b>206,709</b>	<b>LCG=11,758</b>	<b>VCG=3,325</b>	<b>TCG=0.000</b>	
				<b>FS corr.=0</b>		
				<b>VCG fluid=3,325</b>		

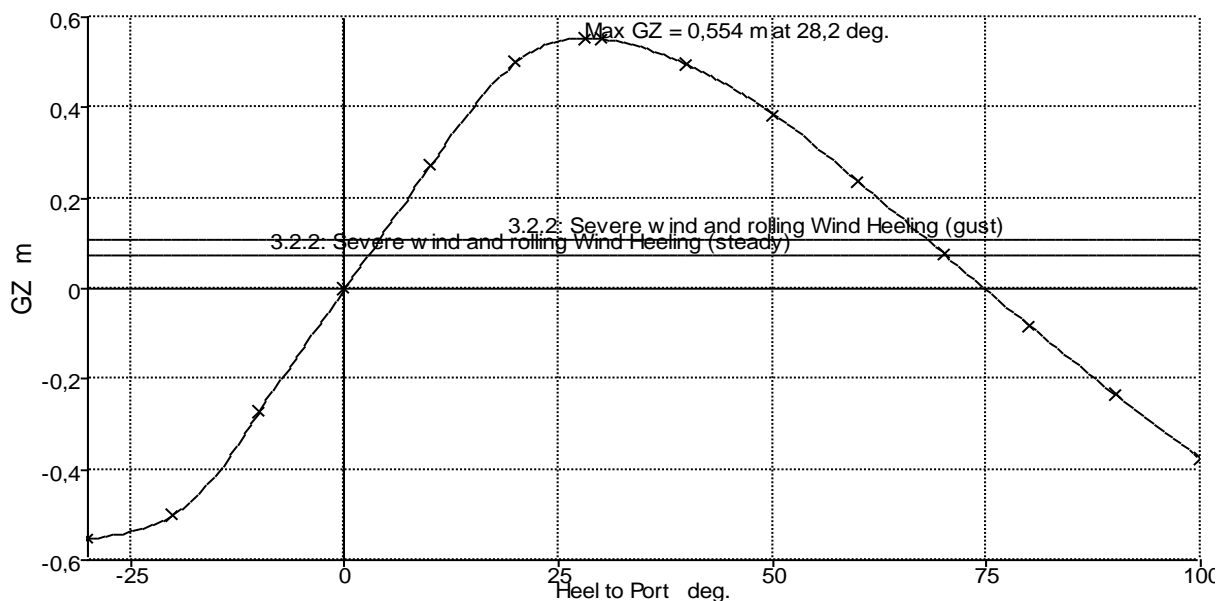
Draft Amidsh. M	2,105
Displacement tonne	206,7
Heel to Starboard degrees	0,0
Draft at FP m	1,432
Draft at AP m	2,778
Draft at LCF m	2,191
Trim (+ve by stern) m	1,346
WL Length m	27,007
WL Beam m	7,854
Wetted Area m <sup>2</sup>	203,696
Waterpl. Area m <sup>2</sup>	167,078
Prismatic Coeff.	0,643
Block Coeff.	0,350
Midship Area Coeff.	0,630
Waterpl. Area Coeff.	0,779
LCB from Amidsh. (+ve fwd) m	11,665
LCF from Amidsh. (+ve fwd) m	11,907
KB m	1,442
KG m	3,325
BMt m	3,387
BML m	36,068
GMt m	1,501
GML m	34,183
KMt m	4,829
KML m	37,510
Immersion (TPc) tonne/cm	1,713
MTc tonne.m	2,588



## **2. ΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΑΝΑΧΩΡΗΣΗΣ ΓΙΑ ΤΗΝ ΠΕΡΙΟΧΗ ΑΔΙΕΙΑΣ (0% ΦΟΡΤΙΟ + 100% ΑΝΑΛΩΣΙΜΑ)**

Item Name	Qty.	Weight Tonne	Long.Arm m	Vert.Arm m	Trans.Arm m	FS Mom. Tonne.m
Lightship	1	206,709	11,758	0,000	3,325	0,000
CREW	1	0,525	20,327	0,000	4,600	0,000
STORES	1	0,600	19,729	0,000	2,300	0,000
catch	0	0,000	14,712	0,000	2,410	0,000
D.O.T.S3	100%	11,188	14,000	1,106	0,854	0,000
D.O.T.P3	100%	11,188	14,000	-1,106	0,854	0,000
D.O.T.S2	100%	4,276	18,221	1,020	0,855	0,000
D.O.T.P2	100%	4,276	18,221	-1,020	0,855	0,000
D.O.T.S1	100%	4,976	21,289	0,770	0,858	0,000
D.O.T.P1	100%	4,976	21,289	-0,770	0,858	0,000
Daily D.O.T	100%	10,891	11,500	0,000	2,597	0,000
F.W .T 1 C	100%	10,938	1,760	0,000	3,090	0,000
F.W .T 1 P	100%	4,753	1,800	-2,314	3,372	0,000
F.W .T 1 S	100%	4,753	1,800	2,314	3,372	0,000
F.W .T 2 P	100%	2,415	0,460	-2,181	3,696	0,000
F.W .T 2 S	100%	2,415	0,460	2,181	3,696	0,000
F.W.T	100%	15,701	25,543	0,000	3,167	0,000
B.W.T.S1	0%	0,000	13,994	3,215	2,668	0,000
B.W.T.P.1	0%	0,000	13,994	-3,215	2,668	0,000
L.O.T	100%	1,196	10,750	0,000	2,150	0,000
BILLG.T.P	100%	0,340	4,066	-1,696	1,432	0,000
BILLG.T.S	100%	0,340	4,066	1,696	1,432	0,000
D.O.T.S4	100%	6,103	8,326	2,030	1,270	0,000
D.O.T.P4	100%	6,103	8,326	-2,030	1,270	0,000
	<b>Disp=</b>	<b>314,661</b>	<b>LCG=12,128</b>	<b>VCG=2,882</b>	<b>TCG=0.000</b>	<b>0,000</b>
				<b>FS corr.=0</b>		
				<b>VCG fluid=2,882</b>		

Draft Amidsh. M	2,722
Displacement tonne	314,7
Heel to Starboard degrees	0,0
Draft at FP m	2,219
Draft at AP m	3,225
Draft at LCF m	2,784
Trim (+ve by stern) m	1,006
WL Length m	28,266
WL Beam m	8,081
Wetted Area m <sup>2</sup>	243,332
Waterpl. Area m <sup>2</sup>	184,763
Prismatic Coeff.	0,709
Block Coeff.	0,440
Midship Area Coeff.	0,690
Waterpl. Area Coeff.	0,838
LCB from Amidsh. (+ve fwd) m	12,087
LCF from Amidsh. (+ve fwd) m	11,971
KB m	1,788
KG fluid m	2,882
BMT m	2,662
BML m	29,606
GMt corrected m	1,568
GML corrected m	28,512
KMt m	4,450
KML m	31,394
Immersion (TPc) tonne/cm	1,894
MTc tonne.m	3,286



Heel to Port degrees	0.0	10.0	20.0	30.0	40.0	50.0	60.0	70.0
Displacement tonne	314,7	314,7	314,7	314,7	314,7	314,7	314,7	314,7
Draft at FP m	2,219	2,206	2,156	2,078	1,977	1,841	1,665	1,259
Draft at AP m	3,225	3,209	3,172	3,209	3,314	3,487	3,769	4,388
WL Length m	28,266	28,238	28,248	28,498	28,589	28,675	29,355	30,687
Immersed Depth m	3,160	3,096	2,919	2,821	3,160	3,489	3,775	4,002
WL Beam m	8,081	8,093	7,287	7,355	7,728	7,415	6,753	6,396
Wetted Area m <sup>2</sup>	243,332	243,509	253,474	266,452	273,750	278,435	282,193	286,782
Waterpl. Area m <sup>2</sup>	184,763	184,951	167,878	141,225	123,829	113,131	106,962	106,137
Prismatic Coeff.	0,709	0,711	0,725	0,746	0,766	0,704	0,643	0,605
Block Coeff.	0,440	0,449	0,529	0,542	0,460	0,435	0,441	0,439
LCB from Zero pt. (+ve fwd) m	12,087	12,087	12,086	12,082	12,076	12,071	12,070	12,068
VCB from DWL m	-0,991	-1,002	-1,036	-1,130	-1,250	-1,371	-1,483	-1,573
GZ m	0,000	0,273	0,500	0,552	0,496	0,386	0,236	0,076
LCF from Zero pt. (+ve fwd) m	11,970	11,986	12,273	12,620	12,855	12,966	13,138	13,544
TCF to zero pt. m	0,000	-0,664	-1,101	-1,349	-1,648	-1,919	-2,134	-2,340

	Rule	Criteria	Units
1	IMO	Area 0. to 30.	m.Degr
2	IMO	Area 0. to 40. or Downflooding Point	m.Degr
3	IMO	Area 30. to 40. or Downflooding Point	m.Degr
4	IMO	GZ max	m
5	IMO	Angle of GZ max	Degrees
6	IMO	Angle of steady heel shall not be greater than (<=)	Degrees
7	IMO	Area1 / Area2 shall not be less than (>=)	

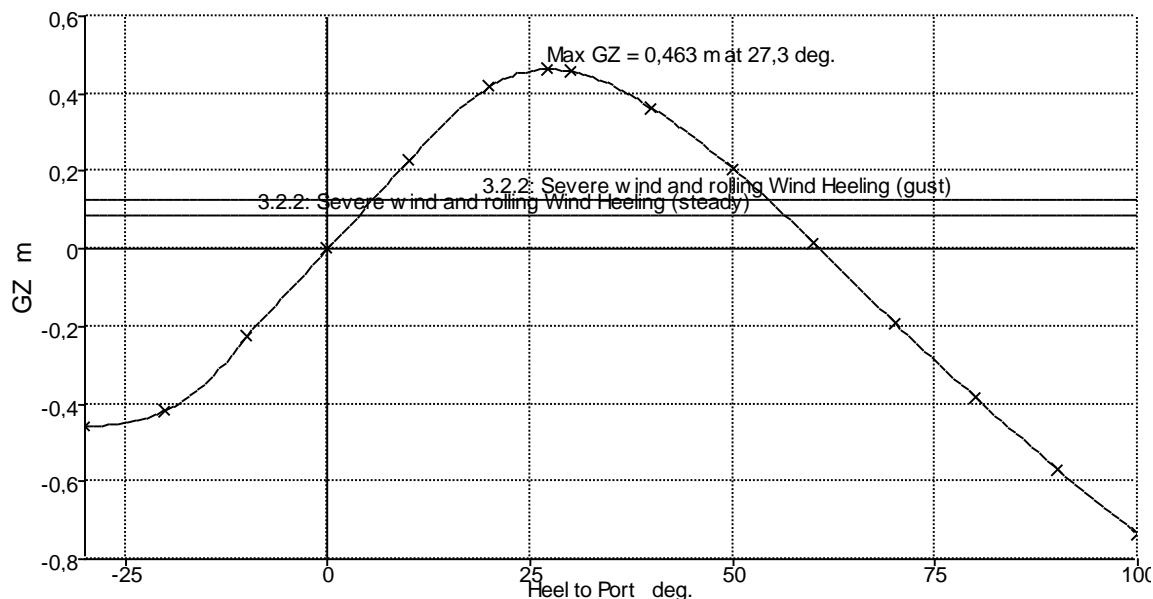
	Required	Actual	Status
1	3,1510	10,7252	Pass
2	5,1570	16,0250	Pass
3	1,7190	5,2997	Pass
4	0.2	0,552	Pass
5	25	28,2	Pass
6	16	2,6	Pass
7	1	1,66536	Pass

Area 1 = 15,2906 m \* deg    Area1, from 3,9 to 50,0 deg.  
 Area 2 = 9,1816 m \* deg    Area2, from -22,4 to 3,9 deg

## 2. ΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΑΝΑΧΩΡΗΣΗΣ ΑΠΟ ΤΗΝ ΠΕΡΙΟΧΗ ΑΛΙΕΙΑΣ (100% ΦΟΡΤΙΟ + 50% ΑΝΑΛΩΣΙΜΑ)

Item Name	Qty.	Weight Tonne	Long.Arm m	Vert.Arm m	Trans.Arm m	FS Mom. Tonne.m
Lightship	1	206,709	11,758	0,000	3,325	0,000
CREW	1	0,525	20,327	0,000	4,600	0,000
STORES	0,5	0,300	19,729	0,000	2,300	0,000
catch	1	6,000	14,712	0,000	2,410	0,000
D.O.T.S3	50%	5,593	14,000	0,809	0,597	12,920
D.O.T.P3	50%	5,593	14,000	-0,809	0,597	12,920
D.O.T.S2	50%	2,138	18,220	0,743	0,599	4,317
D.O.T.P2	50%	2,138	18,220	-0,743	0,599	4,317
D.O.T.S1	50%	2,488	21,285	0,558	0,602	3,243
D.O.T.P1	50%	2,488	21,285	-0,558	0,602	3,243
Daily D.O.T	50%	5,445	11,500	0,000	1,948	8,750
F.W .T 1 C	50%	5,469	1,784	0,000	2,477	3,375
F.W .T 1 P	50%	2,376	1,850	-2,181	2,887	0,961
F.W .T 1 S	50%	2,376	1,850	2,181	2,887	0,961
F.W .T 2 P	50%	1,207	0,486	-2,068	3,310	0,485
F.W .T 2 S	50%	1,207	0,486	2,068	3,310	0,485
F.W.T	50%	7,850	25,347	0,000	2,585	12,654
B.W.T.S1	0%	0,000	13,994	3,215	2,668	0,000
B.W.T.P.1	0%	0,000	13,994	-3,215	2,668	0,000
L.O.T	50%	0,598	10,750	0,000	1,900	0,674
BILLG.T.P	50%	0,170	4,091	-1,586	1,304	0,121
BILLG.T.S	50%	0,170	4,091	1,586	1,304	0,121
D.O.T.S4	50%	3,051	8,449	1,848	1,051	3,539
D.O.T.P4	50%	3,051	8,449	-1,848	1,051	3,539
	<b>Disp=</b>	<b>266,944</b>	<b>LCG=12,049</b>	<b>VCG=2,946</b>	<b>TCG=0.000</b>	<b>76,624</b>
				<b>FS corr.=0.287</b>		
				<b>VCG fluid=2,882</b>		

Draft Amidsh. m	2,459
Displacement tonne	266,9
Heel to Starboard degrees	0,0
Draft at FP m	1,905
Draft at AP m	3,014
Draft at LCF m	2,529
Trim (+ve by stern) m	1,110
WL Length m	27,826
WL Beam m	8,020
Wetted Area m <sup>2</sup>	226,891
Waterpl. Area m <sup>2</sup>	178,502
Prismatic Coeff.	0,685
Block Coeff.	0,404
Midship Area Coeff.	0,662
Waterpl. Area Coeff.	0,815
LCB from Amidsh. (+ve fwd) m	11,984
LCF from Amidsh. (+ve fwd) m	11,945
KB m	1,638
KG fluid m	3,251
BMt m	2,959
BML m	32,229
GMt corrected m	1,344
GML corrected m	30,614
KMt m	4,596
KML m	33,867
Immersion (TPc) tonne/cm	1,830
MTc tonne.m	2,994



Heel to Port degrees	0.0	10.0	20.0	30.0	40.0	50.0	60.0	70.0
Displacement tonne	266,9	266,9	266,9	266,9	266,9	266,9	266,9	266,9
Draft at FP m	1,905	1,888	1,824	1,696	1,519	1,268	0,902	0,229
Draft at AP m	3,014	2,992	2,910	2,838	2,808	2,805	2,823	2,892
WL Length m	27,826	27,785	27,734	27,828	28,038	28,133	28,397	29,995
Immersed Depth m	2,942	2,876	2,668	2,496	2,785	3,075	3,334	3,546
WL Beam m	8,020	7,947	7,556	6,928	7,259	7,632	6,943	6,564
Wetted Area m <sup>2</sup>	226,892	226,257	226,820	237,449	244,784	250,198	253,246	256,585
Waterpl. Area m <sup>2</sup>	178,502	176,836	169,123	144,355	127,072	117,156	110,412	108,451
Prismatic Coeff.	0,685	0,688	0,698	0,719	0,740	0,731	0,649	0,595
Block Coeff.	0,404	0,417	0,473	0,552	0,472	0,407	0,412	0,410
LCB from Amidsh. (+ve fwd) m	11,984	11,984	11,986	11,985	11,983	11,981	11,982	11,986
VCB from DWL m	-0,889	-0,900	-0,922	-0,978	-1,069	-1,172	-1,277	-1,374
GZ m	0,000	0,228	0,418	0,457	0,363	0,208	0,015	-0,191
LCF from Amidsh. (+ve fwd) m	11,945	11,982	12,125	12,504	12,735	12,916	12,978	13,173
TCF to zero pt. m	0,000	-0,677	-1,362	-1,631	-1,878	-2,106	-2,229	-2,343

	Rule	Criteria	Units
1	IMO	Area 0. to 30.	m.Degr
2	IMO	Area 0. to 40. or Downflooding Point	m.Degr
3	IMO	Area 30. to 40. or Downflooding Point	m.Degr
4	IMO	GZ max	m
5	IMO	Angle of GZ max	Degrees
6	IMO	Angle of steady heel shall not be greater than (<=)	Degrees
7	IMO	Area1 / Area2 shall not be less than (>=)	

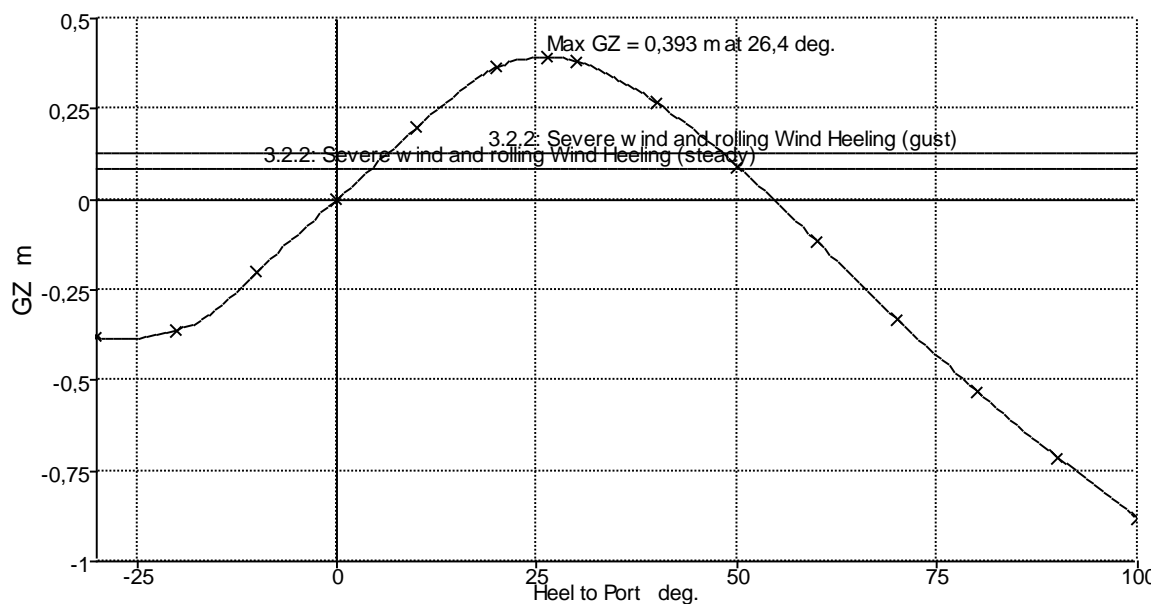
	Required	Actual	Status
1	3,1510	8,9713	Pass
2	5,1570	13,1529	Pass
3	1,7190	4,1816	Pass
4	0.2	0,457	Pass
5	25	27,3	Pass
	16	3,7	Pass
	1	1,23420	Pass

Area 1 = 9,9906 m \* deg    Area1, from 5,6 to 50,0 deg.  
 Area 2 = 8,0948 m \* deg    Area2, from -21,3 to 5,6 deg

**3. ΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΑΦΙΞΗΣ (100% ΦΟΡΤΙΟ + 10% ΑΝΑΛΩΣΙΜΑ)**

Item Name	Qty.	Weight Tonne	Long.Arm m	Vert.Arm m	Trans.Arm m	FS Mom. Tonne.m
Lightship	1	206,709	11,758	0,000	3,325	0,000
CREW	1	0,525	20,327	0,000	4,600	0,000
STORES	0,1	0,060	19,729	0,000	2,300	0,000
catch	1	6,000	14,712	0,000	2,410	0,000
D.O.T.S3	10%	1,119	13,288	0,394	0,282	12,920
D.O.T.P3	10%	1,119	13,288	-0,394	0,282	12,920
D.O.T.S2	10%	0,428	18,093	0,347	0,269	4,317
D.O.T.P2	10%	0,428	18,093	-0,347	0,269	4,317
D.O.T.S1	10%	0,497	20,984	0,278	0,275	3,243
D.O.T.P1	10%	0,497	20,984	-0,278	0,275	3,243
Daily D.O.T	10%	1,089	11,484	0,000	1,430	8,750
F.W .T 1 C	10%	1,094	1,848	0,000	1,958	3,375
F.W .T 1 P	10%	0,475	2,006	-1,890	2,314	0,961
F.W .T 1 S	10%	0,475	2,006	1,890	2,314	0,961
F.W .T 2 P	10%	0,241	0,517	-1,869	2,894	0,485
F.W .T 2 S	10%	0,241	0,517	1,869	2,894	0,485
F.W.T	10%	1,570	25,143	0,000	1,831	12,654
B.W.T.S1	100%	21,700	13,994	3,215	2,668	0,000
B.W.T.P.1	100%	21,700	13,994	-3,215	2,668	0,000
L.O.T	10%	0,120	10,740	0,000	1,700	0,674
BILLG.T.P	10%	0,034	4,153	-1,435	1,124	0,121
BILLG.T.S	10%	0,034	4,153	1,435	1,124	0,121
D.O.T.S4	10%	0,610	8,060	1,548	0,784	3,539
D.O.T.P4	10%	0,610	8,060	-1,548	0,784	3,539
	<b>Disp=</b>	<b>267,374</b>	<b>LCG=12,236</b>	<b>VCG=3,114</b>	<b>TCG=0.000</b>	<b>76,624</b>
				<b>FS corr.=0.287</b>		
				<b>VCG fluid=3,401</b>		

Draft Amidsh. m	2,472
Displacement tonne	267,4
Heel to Starboard degrees	0,0
Draft at FP m	1,998
Draft at AP m	2,945
Draft at LCF m	2,527
Trim (+ve by stern) m	0,946
WL Length m	27,712
WL Beam m	8,021
Wetted Area m <sup>2</sup>	226,816
Waterpl. Area m <sup>2</sup>	178,135
Prismatic Coeff.	0,692
Block Coeff.	0,413
Midship Area Coeff.	0,665
Waterpl. Area Coeff.	0,813
LCB from Amidsh. (+ve fwd) m	12,175
LCF from Amidsh. (+ve fwd) m	12,056
KB m	1,632
KG fluid m	3,401
BMt m	2,952
BML m	31,939
GMt corrected m	1,182
GML corrected m	30,169
KMt m	4,584
KML m	33,571
Immersion (TPc) tonne/cm	1,826
MTC tonne.m	2,955



Heel to Port degrees	0.0	10.0	20.0	30.0	40.0	50.0	60.0	70.0
Displacement tonne	<b>0,0</b>	<b>10,0</b>	<b>20,0</b>	<b>30,0</b>	<b>40,0</b>	<b>50,0</b>	<b>60,0</b>	<b>70,0</b>
Draft at FP m	267,4	267,4	267,4	267,4	267,4	267,4	267,4	267,4
Draft at AP m	1,998	1,984	1,925	1,813	1,661	1,444	1,138	0,554
WL Length m	2,945	2,921	2,833	2,746	2,691	2,657	2,624	2,608
Immersed Depth m	27,712	27,655	27,689	27,771	28,002	28,185	28,569	30,159
WL Beam m	2,884	2,816	2,607	2,480	2,771	3,063	3,319	3,526
Wetted Area m <sup>2</sup>	8,021	7,951	7,540	6,995	7,329	7,602	6,917	6,542
Waterpl. Area m <sup>2</sup>	226,816	226,175	226,447	237,336	244,699	250,413	252,422	257,319
Prismatic Coeff.	178,135	176,469	169,362	144,703	127,282	117,735	109,598	109,313
Block Coeff.	0,692	0,696	0,705	0,727	0,748	0,710	0,633	0,584
LCB from Amidsh. (+ve fwd) m	0,413	0,427	0,486	0,551	0,471	0,410	0,416	0,414
VCB from DWL m	12,175	12,176	12,179	12,180	12,179	12,179	12,182	12,186
GZ m	-0,890	-0,902	-0,922	-0,976	-1,066	-1,168	-1,272	-1,368
LCF from Amidsh. (+ve fwd) m	0,000	0,200	0,364	0,381	0,266	0,092	-0,118	-0,333
TCF to zero pt. m	12,056	12,102	12,235	12,558	12,775	13,025	12,899	13,249
	0,000	-0,678	-1,373	-1,639	-1,884	-2,113	-2,226	-2,352

	Rule	Criteria	Units
1	IMO	Area 0. to 30.	m.Degr
2	IMO	Area 0. to 40. or Downflooding Point	m.Degr
3	IMO	Area 30. to 40. or Downflooding Point	m.Degr
4	IMO	GZ max	m
5	IMO	Angle of GZ max	Degrees
6	IMO	Angle of steady heel shall not be greater than (<=)	Degrees
7	IMO	Area1 / Area2 shall not be less than (>=)	

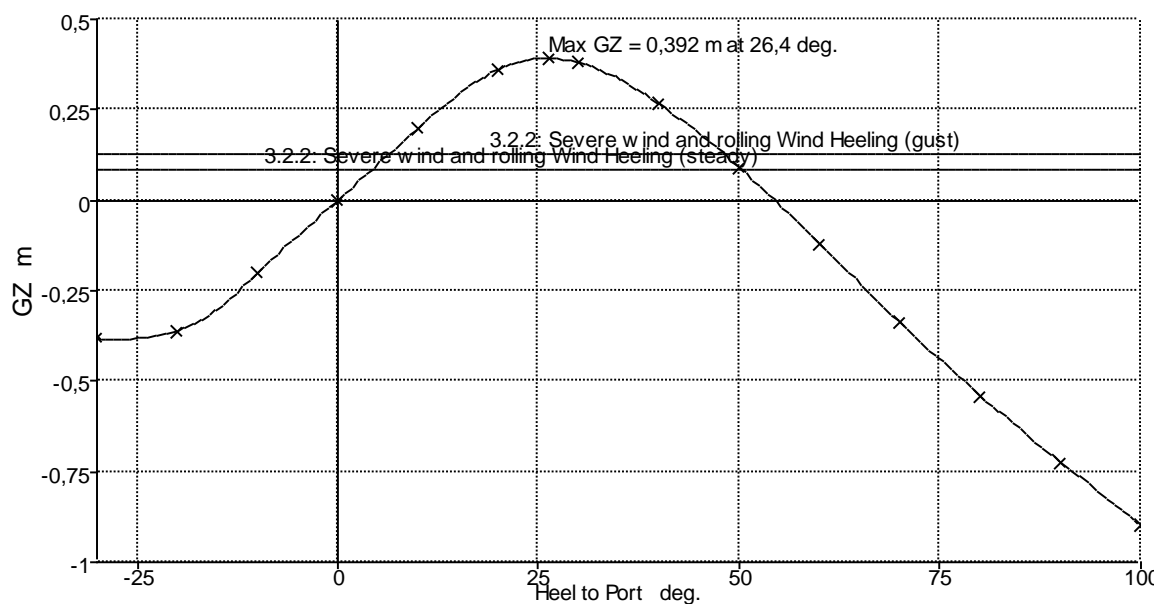
	Required	Actual	Status
1	3,1510	7,7638	Pass
2	5,1570	11,0760	Pass
3	1,7190	3,3122	Pass
4	0.2	0,381	Pass
5	25	26,4	Pass
	16	4,0	Pass
	1	1,0126	Pass

Area 1 = 7,1999 m \* deg Area1, from 6,1 to 48,4 deg.  
 Area 2 = 7,1908 m \* deg Area2, from -21,1 to 6,1 d

**4. ΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΑΦΙΞΗΣ (20% ΦΟΡΤΙΟ + 10%ΑΝΑΛΩΣΙΜΑ)**

Item Name	Qty.	Weight Tonne	Long.Arm m	Vert.Arm m	Trans.Arm m	FS Mom. Tonne.m
Lightship	1	206,709	11,758	3,325	0,000	0,000
CREW	1	0,525	20,327	4,600	0,000	0,000
STORES	0,1	0,060	19,729	2,085	0,000	0,000
catch	0,2	1,200	14,712	2,000	0,000	0,000
D.O.T.S3	10%	1,118	14,001	0,264	0,371	12,920
D.O.T.P3	10%	1,118	14,001	0,264	-0,371	12,920
D.O.T.S2	10%	0,428	18,220	0,266	0,339	4,317
D.O.T.P2	10%	0,428	18,220	0,266	-0,339	4,317
D.O.T.S1	10%	0,497	21,283	0,268	0,254	3,243
D.O.T.P1	10%	0,497	21,283	0,268	-0,254	3,243
Daily D.O.T	10%	1,089	11,500	1,430	0,000	8,750
F.W .T 1 C	10%	1,093	1,876	1,957	0,000	3,375
F.W .T 1 P	10%	0,475	2,032	2,313	-1,898	0,961
F.W .T 1 S	10%	0,475	2,032	2,313	1,898	0,961
F.W .T 2 P	10%	0,241	0,539	2,893	-1,875	0,485
F.W .T 2 S	10%	0,241	0,539	2,893	1,875	0,485
F.W.T	10%	1,570	25,168	1,830	0,000	12,654
B.W.T.S1	100%	21,700	13,994	2,668	3,215	0,000
B.W.T.P.1	100%	21,700	13,994	2,668	-3,215	0,000
L.O.T	10%	0,120	10,750	1,700	0,000	0,674
BILLG.T.P	10%	0,034	4,187	1,123	-1,442	0,121
BILLG.T.S	10%	0,034	4,187	1,123	1,442	0,121
D.O.T.S4	10%	0,610	8,834	0,764	1,575	3,539
D.O.T.P4	10%	0,610	8,834	0,764	-1,575	3,539
	<b>Disp=</b>	<b>262,571</b>	<b>LCG=12,202</b>	<b>VCG=3,125</b>	<b>TCG=0.000</b>	<b>76,624</b>
				<b>FS corr.=0.282</b>		
				<b>VCG fluid=3,417</b>		

Draft Amidsh. m	2,443
Displacement tonne	262,6
Heel to Starboard degrees	0,0
Draft at FP m	1,954
Draft at AP m	2,933
Draft at LCF m	2,501
Trim (+ve by stern) m	0,979
WL Length m	27,660
WL Beam m	8,013
Wetted Area m <sup>2</sup>	225,085
Waterpl. Area m <sup>2</sup>	177,417
Prismatic Coeff.	0,689
Block Coeff.	0,408
Midship Area Coeff.	0,663
Waterpl. Area Coeff.	0,811
LCB from Amidsh. (+ve fwd) m	12,138
LCF from Amidsh. (+ve fwd) m	12,044
KB m	1,617
KG fluid m	3,417
BMt m	2,984
BML m	32,230
GMt corrected m	1,184
GML corrected m	30,430
KMt m	4,602
KML m	33,847
Immersion (TPc) tonne/cm	1,819
MTc tonne.m	2,927



Heel to Port degrees	0.0	10.0	20.0	30.0	40.0	50.0	60.0
Displacement tonne	262,6	262,6	262,6	262,6	262,6	262,6	262,6
Draft at FP m	1,954	1,939	1,878	1,758	1,595	1,363	1,028
Draft at AP m	2,933	2,908	2,818	2,723	2,659	2,612	2,561
WL Length m	27,660	27,604	27,645	27,714	27,938	28,111	28,428
Immersed Depth m	2,870	2,802	2,591	2,450	2,735	3,023	3,276
WL Beam m	8,013	7,932	7,576	6,942	7,272	7,627	6,940
Wetted Area m <sup>2</sup>	225,086	224,358	223,999	234,515	241,853	247,338	250,451
Waterpl. Area m <sup>2</sup>	177,417	175,569	169,038	144,866	127,464	117,652	110,815
Prismatic Coeff.	0,689	0,693	0,702	0,723	0,744	0,716	0,636
Block Coeff.	0,408	0,422	0,478	0,552	0,472	0,407	0,413
LCB from Amidsh. (+ve fwd) m	12,138	12,139	12,142	12,143	12,143	12,143	12,146
VCB from DWL m	-0,880	-0,891	-0,911	-0,962	-1,049	-1,149	-1,253
GZ m	0,000	0,200	0,362	0,381	0,266	0,090	-0,120
LCF from Amidsh. (+ve fwd) m	12,044	12,089	12,210	12,541	12,763	12,983	13,001
TCF to zero pt. m	0,000	-0,680	-1,393	-1,665	-1,905	-2,124	-2,237

	Rule	Criteria	Units
1	IMO	Area 0. to 30.	m.Degr
2	IMO	Area 0. to 40. or Downflooding Point	m.Degr
3	IMO	Area 30. to 40. or Downflooding Point	m.Degr
4	IMO	GZ max	m
5	IMO	Angle of GZ max	Degrees
6	IMO	Angle of steady heel shall not be greater than (<=)	Degrees
7	IMO	Area1 / Area2 shall not be less than (>=)	

	Required	Actual	Status
1	3,1510	7,7367	Pass
2	5,1570	11,0521	Pass
3	1,7190	3,3155	Pass
4	0.2	0,381	Pass
5	25	26,4	Pass
	16	4,0	Pass
	1	1,073	Pass

Area 1 = 7,2196 m \* deg Area1, from 6,1 to 48,4 deg.

Area 2 = 7,1648 m \* deg Area2, from -21,1 to 6,1 deg



### 5.3. ΥΔΡΟΣΤΑΤΙΚΑ

Fixed Trim = 1.346 m (+ve by stern)

Draft Amidsh. m	0.500	1.000	1.500	2.000	2.500	3.000	3.500
Displacement tonne	16,42	53,88	113,2	189,0	277,2	372,6	472,9
Heel to Starboard degrees	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Draft at FP m	-0,173	0,327	0,827	1,327	1,827	2,327	2,827
Draft at AP m	1,173	1,673	2,173	2,673	3,173	3,673	4,173
Draft at LCF m	0,659	1,094	1,576	2,082	2,591	3,093	3,591
Trim (+ve by stern) m	1,346	1,346	1,346	1,346	1,346	1,346	1,346
WL Length m	22,796	24,404	24,858	26,568	27,998	28,764	29,381
WL Beam m	3,666	5,707	7,070	7,774	8,034	8,123	8,170
Wetted Area m <sup>2</sup>	57,583	111,152	157,033	195,696	230,472	262,570	294,061
Waterpl. Area m <sup>2</sup>	49,472	96,046	133,807	162,107	180,219	191,556	200,087
Prismatic Coeff.	0,385	0,503	0,577	0,633	0,679	0,717	0,748
Block Coeff.	0,147	0,213	0,274	0,336	0,400	0,457	0,506
Midship Area Coeff.	0,503	0,523	0,561	0,619	0,670	0,712	0,746
Waterpl. Area Coeff.	0,494	0,616	0,693	0,764	0,822	0,864	0,897
LCB from Amidsh. (+ve fwd) m	8,866	10,571	11,306	11,638	11,708	11,728	11,739
LCF from Amidsh. (+ve fwd) m	10,433	11,746	12,115	11,981	11,803	11,766	11,810
KB m	0,493	0,770	1,072	1,377	1,684	1,981	2,270
KG m	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
BMt m	2,261	3,522	3,906	3,511	2,893	2,374	2,006
BML m	71,471	57,903	43,454	36,915	31,762	27,386	24,008
GMt m	2,518	4,140	4,861	4,787	4,480	4,258	4,179
GML m	71,728	58,521	44,410	38,191	33,348	29,270	26,181
KMt m	2,754	4,292	4,978	4,888	4,577	4,355	4,276
KML m	71,964	58,673	44,527	38,292	33,446	29,367	26,278
Immersion (TPc) tonne/cm	0,507	0,984	1,372	1,662	1,847	1,963	2,051
MTc tonne.m	0,431	1,155	1,842	2,645	3,387	3,995	4,535

Fixed Trim = 1.006 m (+ve by stern)

Draft Amidsh. m	0.500	1.000	1.500	2.000	2.500	3.000	3.500
Displacement tonne	14,65	51,84	110,9	186,1	273,2	368,2	468,4
Heel to Starboard degrees	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Draft at FP m	-0,003	0,497	0,997	1,497	1,997	2,497	2,997
Draft at AP m	1,003	1,503	2,003	2,503	3,003	3,503	4,003
Draft at LCF m	0,589	1,054	1,545	2,047	2,561	3,063	3,563
Trim (+ve by stern) m	1,006	1,006	1,006	1,006	1,006	1,006	1,006
WL Length m	23,892	24,479	24,922	25,649	27,858	28,713	29,393
WL Beam m	3,370	5,512	7,000	7,762	8,030	8,123	8,170
Wetted Area m <sup>2</sup>	56,704	110,467	156,186	193,978	229,046	261,169	292,970
Waterpl. Area m <sup>2</sup>	48,957	95,400	133,164	158,953	179,249	190,797	199,954
Prismatic Coeff.	0,426	0,543	0,606	0,652	0,693	0,727	0,756
Block Coeff.	0,166	0,234	0,292	0,351	0,414	0,471	0,520
Midship Area Coeff.	0,503	0,519	0,560	0,612	0,669	0,714	0,749
Waterpl. Area Coeff.	0,532	0,634	0,697	0,750	0,818	0,860	0,897
LCB from Amidsh. (+ve fwd) m	9,693	11,271	11,835	12,080	12,103	12,069	12,039
LCF from Amidsh. (+ve fwd) m	11,234	12,194	12,417	12,376	12,003	11,937	11,938
KB m	0,432	0,726	1,038	1,347	1,654	1,953	2,245
KG m	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
BMt m	2,124	3,453	3,907	3,514	2,915	2,391	2,020
BML m	91,271	61,200	44,212	35,253	31,752	27,392	24,228
GMt m	2,410	4,090	4,877	4,802	4,511	4,285	4,203
GML m	91,557	61,838	45,183	36,541	33,348	29,286	26,412
KMt m	2,556	4,178	4,945	4,861	4,569	4,344	4,264
KML m	91,703	61,926	45,250	36,599	33,406	29,345	26,473
Immersion (TPc) tonne/cm	0,502	0,978	1,365	1,629	1,837	1,956	2,050
MTc tonne.m	0,491	1,174	1,835	2,491	3,338	3,950	4,531

Fixed Trim = 1,11 m (+ve by stern)

Draft Amidsh. m	0.500	1.000	1.500	2.000	2.500	3.000	3.500
Displacement tonne	15,13	52,40	111,5	186,9	274,4	369,5	469,7
Heel to Starboard degrees	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Draft at FP m	-0,055	0,445	0,945	1,445	1,945	2,445	2,945
Draft at AP m	1,055	1,555	2,055	2,555	3,055	3,555	4,055
Draft at LCF m	0,608	1,065	1,554	2,056	2,570	3,072	3,571
Trim (+ve by stern) m	1,110	1,110	1,110	1,110	1,110	1,110	1,110
WL Length m	23,798	24,455	24,902	25,810	27,901	28,731	29,391
WL Beam m	3,458	5,570	7,016	7,765	8,032	8,123	8,170
Wetted Area m <sup>2</sup>	56,936	110,672	156,431	193,037	229,635	261,634	293,315
Waterpl. Area m <sup>2</sup>	49,094	95,595	133,365	159,653	179,722	191,111	200,021
Prismatic Coeff.	0,411	0,529	0,597	0,646	0,689	0,724	0,754
Block Coeff.	0,159	0,227	0,287	0,346	0,409	0,467	0,516
Midship Area Coeff.	0,503	0,520	0,562	0,614	0,665	0,709	0,750
Waterpl. Area Coeff.	0,520	0,629	0,696	0,753	0,820	0,862	0,897
LCB from Amidsh. (+ve fwd) m	9,410	11,051	11,671	11,947	11,982	11,965	11,947
LCF from Amidsh. (+ve fwd) m	10,986	12,057	12,325	12,279	11,929	11,882	11,896
KB m	0,450	0,738	1,048	1,355	1,663	1,961	2,252
KG m	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
BMt m	2,164	3,473	3,908	3,514	2,910	2,386	2,016
BML m	85,304	60,283	44,007	35,577	31,871	27,438	24,173
GMt m	2,442	4,105	4,874	4,798	4,503	4,277	4,197
GML m	85,581	60,915	44,974	36,862	33,464	29,329	26,354
KMt m	2,614	4,211	4,956	4,869	4,572	4,347	4,268
KML m	85,754	61,022	45,055	36,932	33,534	29,399	26,425
Immersion (TPc) tonne/cm	0,503	0,980	1,367	1,636	1,842	1,959	2,050
MTc tonne.m	0,474	1,169	1,838	2,523	3,364	3,969	4,535

Fixed Trim = 0.946 m (+ve by stern)

Draft Amidsh. m	0.500	1.000	1.500	2.000	2.500	3.000	3.500
Displacement tonne	14,39	51,53	110,5	185,6	272,6	367,4	467,6
Heel to Starboard degrees	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Draft at FP m	0,027	0,527	1,027	1,527	2,027	2,527	3,027
Draft at AP m	0,973	1,473	1,973	2,473	2,973	3,473	3,973
Draft at LCF m	0,579	1,048	1,541	2,042	2,556	3,058	3,558
Trim (+ve by stern) m	0,946	0,946	0,946	0,946	0,946	0,946	0,946
WL Length m	23,948	24,491	24,933	25,583	27,800	28,702	29,393
WL Beam m	3,318	5,479	6,995	7,760	8,030	8,123	8,170
Wetted Area m <sup>2</sup>	56,578	109,954	156,049	193,684	228,722	260,887	292,769
Waterpl. Area m <sup>2</sup>	48,882	95,232	133,048	158,651	178,985	190,623	199,905
Prismatic Coeff.	0,436	0,551	0,611	0,656	0,694	0,728	0,757
Block Coeff.	0,170	0,238	0,295	0,355	0,417	0,474	0,523
Midship Area Coeff.	0,502	0,523	0,559	0,611	0,668	0,713	0,748
Waterpl. Area Coeff.	0,540	0,637	0,697	0,749	0,817	0,860	0,896
LCB from Amidsh. (+ve fwd) m	9,869	11,398	11,930	12,155	12,173	12,129	12,093
LCF from Amidsh. (+ve fwd) m	11,377	12,265	12,469	12,428	12,046	11,973	11,963
KB m	0,422	0,719	1,033	1,342	1,649	1,949	2,241
KG m	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
BMt m	2,102	3,442	3,906	3,514	2,918	2,394	2,022
BML m	94,594	61,513	44,320	35,151	31,689	27,369	24,255
GMt m	2,392	4,083	4,879	4,804	4,515	4,289	4,207
GML m	94,885	62,154	45,293	36,440	33,286	29,264	26,440
KMt m	2,523	4,161	4,939	4,857	4,567	4,343	4,262
KML m	95,016	62,232	45,353	36,493	33,338	29,318	26,496
Immersion (TPc) tonne/cm	0,501	0,976	1,364	1,626	1,835	1,954	2,049
MTc tonne.m	0,500	1,173	1,834	2,478	3,323	3,939	4,529

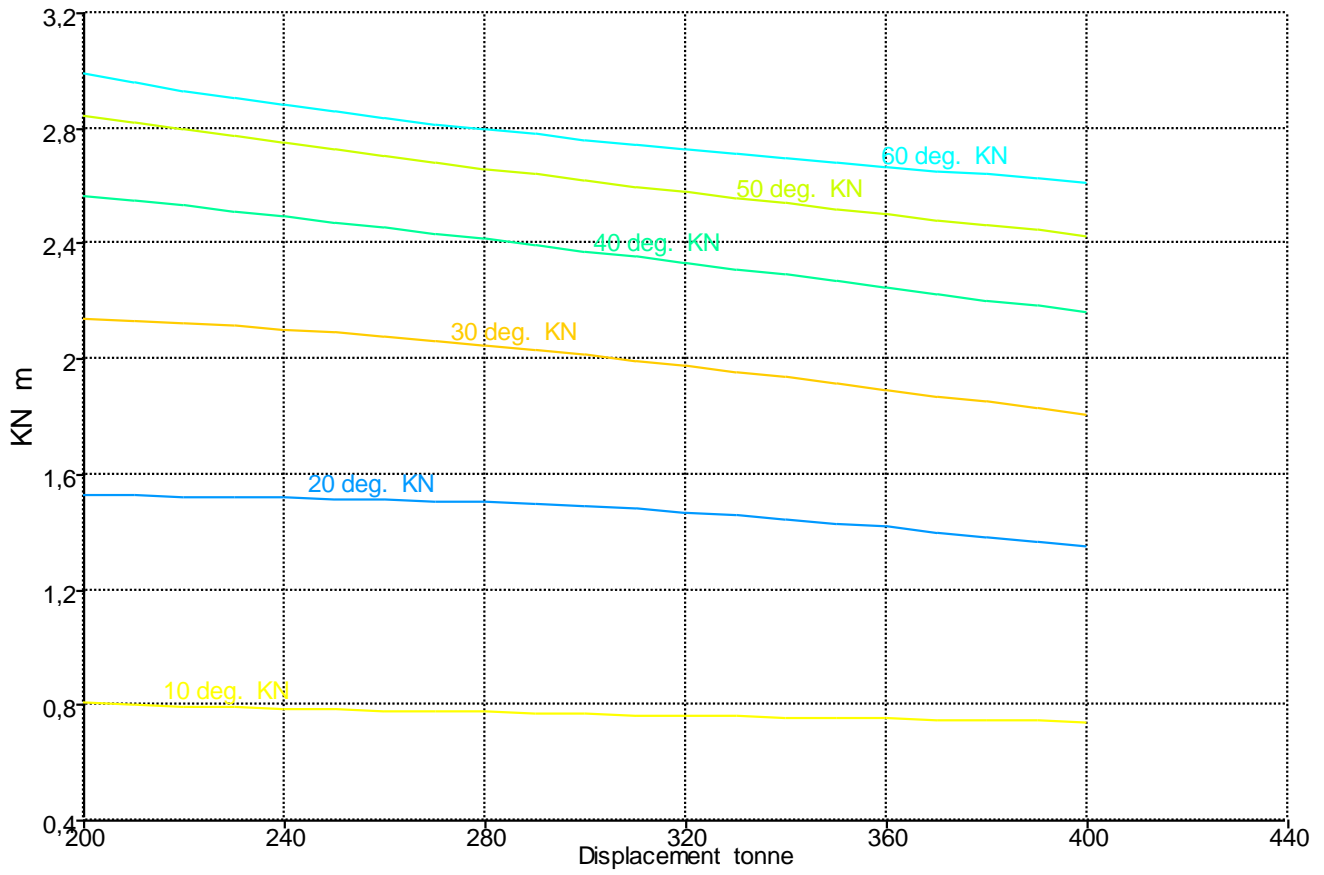
Fixed Trim = 1.142 m (+ve by stern)

Draft Amidsh. m	0.500	1.000	1.500	2.000	2.500	3.000	3.500
Displacement tonne	14,53	51,69	110,7	185,9	272,9	367,8	468,0
Heel to Starboard degrees	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Draft at FP m	0,011	0,511	1,011	1,511	2,011	2,511	3,011
Draft at AP m	0,989	1,489	1,989	2,489	2,989	3,489	3,989
Draft at LCF m	0,584	1,051	1,543	2,045	2,558	3,061	3,561
Trim (+ve by stern) m	0,979	0,979	0,979	0,979	0,979	0,979	0,979
WL Length m	23,917	24,484	24,927	25,611	27,835	28,708	29,393
WL Beam m	3,347	5,498	6,998	7,761	8,030	8,123	8,170
Wetted Area m <sup>2</sup>	56,646	110,034	156,125	193,847	228,899	261,035	292,879
Waterpl. Area m <sup>2</sup>	48,922	95,297	133,112	158,819	179,130	190,711	199,933
Prismatic Coeff.	0,430	0,546	0,608	0,654	0,693	0,728	0,757
Block Coeff.	0,168	0,236	0,294	0,353	0,415	0,472	0,521
Midship Area Coeff.	0,502	0,519	0,560	0,612	0,669	0,714	0,748
Waterpl. Area Coeff.	0,535	0,635	0,697	0,750	0,817	0,860	0,896
LCB from Amidsh. (+ve fwd) m	9,771	11,327	11,878	12,114	12,135	12,096	12,063
LCF from Amidsh. (+ve fwd) m	11,298	12,222	12,440	12,399	12,022	11,954	11,949
KB m	0,427	0,723	1,036	1,345	1,652	1,951	2,243
KG m	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
BMt m	2,114	3,448	3,906	3,514	2,916	2,393	2,021
BML m	92,777	61,258	44,262	35,209	31,724	27,378	24,241
GMt m	2,402	4,087	4,878	4,803	4,513	4,287	4,205
GML m	93,065	61,897	45,234	36,498	33,320	29,273	26,425
KMt m	2,541	4,171	4,942	4,859	4,568	4,344	4,263
KML m	93,204	61,981	45,298	36,554	33,375	29,330	26,484
Immersion (TPc) tonne/cm	0,501	0,977	1,364	1,628	1,836	1,955	2,049
MTc tonne.m	0,495	1,172	1,834	2,485	3,331	3,944	4,530

Fixed Trim = 0.000 m (+ve by stern)

Draft Amidsh. m	0.500	1.000	1.500	2.000	2.500	3.000	3.500
Displacement tonne	12,42	48,92	106,9	180,8	265,0	357,8	457,1
Heel to Starboard degrees	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Draft at FP m	0,500	1,000	1,500	2,000	2,500	3,000	3,500
Draft at AP m	0,500	1,000	1,500	2,000	2,500	3,000	3,500
Draft at LCF m	0,500	1,000	1,500	2,000	2,500	3,000	3,500
Trim (+ve by stern) m	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
WL Length m	24,339	24,749	25,124	25,526	26,318	28,406	29,344
WL Beam m	2,804	5,239	6,949	7,747	8,026	8,122	8,170
Wetted Area m <sup>2</sup>	55,327	107,753	153,680	190,065	221,514	257,424	289,723
Waterpl. Area m <sup>2</sup>	48,239	93,466	130,795	155,499	171,966	188,431	198,472
Prismatic Coeff.	0,621	0,633	0,651	0,673	0,697	0,724	0,751
Block Coeff.	0,314	0,331	0,364	0,414	0,468	0,521	0,567
Midship Area Coeff.	0,506	0,524	0,559	0,615	0,672	0,719	0,756
Waterpl. Area Coeff.	0,626	0,649	0,684	0,730	0,779	0,844	0,883
LCB from Amidsh. (+ve fwd) m	13,641	13,571	13,470	13,351	13,242	13,086	12,944
LCF from Amidsh. (+ve fwd) m	13,623	13,481	13,282	13,091	12,907	12,487	12,396
KB m	0,333	0,664	0,989	1,303	1,605	1,903	2,196
KG m	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
BMt m	1,903	3,318	3,838	3,488	2,912	2,426	2,049
BML m	124,000	64,418	44,635	34,379	28,748	27,190	24,314
GMt m	2,236	3,982	4,827	4,791	4,517	4,329	4,246
GML m	124,333	65,082	45,625	35,682	30,353	29,093	26,510
KMt m	2,236	3,982	4,827	4,791	4,517	4,329	4,246
KML m	124,333	65,082	45,625	35,682	30,353	29,093	26,510
Immersion (TPc) tonne/cm	0,494	0,958	1,341	1,594	1,763	1,931	2,034
MTc tonne.m	0,561	1,158	1,774	2,346	2,925	3,785	4,407

**5.4. GROSS CURVES (KN CURVES)**



Displacement tonne	KN 10,0 deg. Starb.	KN 20,0 deg. Starb.	KN 30,0 deg. Starb.	KN 40,0 deg. Starb.	KN 50,0 deg. Starb.	KN 60,0 deg. Starb.
200,0	0,806	1,528	2,142	2,569	2,843	2,991
210,0	0,802	1,526	2,135	2,551	2,818	2,960
220,0	0,798	1,523	2,126	2,532	2,794	2,931
230,0	0,794	1,521	2,115	2,513	2,771	2,905
240,0	0,790	1,518	2,104	2,494	2,748	2,880
250,0	0,786	1,515	2,091	2,475	2,726	2,858
260,0	0,782	1,512	2,077	2,455	2,704	2,836
270,0	0,779	1,509	2,063	2,436	2,682	2,816
280,0	0,775	1,503	2,047	2,416	2,661	2,797
290,0	0,772	1,497	2,031	2,396	2,639	2,779
300,0	0,769	1,489	2,014	2,376	2,619	2,762
310,0	0,766	1,480	1,995	2,356	2,599	2,746
320,0	0,763	1,470	1,977	2,335	2,579	2,729
330,0	0,761	1,458	1,957	2,314	2,559	2,713
340,0	0,758	1,446	1,937	2,293	2,540	2,698
350,0	0,756	1,432	1,916	2,272	2,521	2,683
360,0	0,754	1,417	1,895	2,250	2,503	2,668
370,0	0,752	1,401	1,873	2,228	2,484	2,654
380,0	0,750	1,385	1,851	2,206	2,466	2,640
390,0	0,747	1,367	1,828	2,184	2,448	2,625
400,0	0,744	1,348	1,805	2,161	2,430	2,611

## 6.5. ΧΩΡΗΤΙΚΟΤΗΤΑ ΔΕΞΑΜΕΝΩΝ

### Tank Calibrations - F.W.T 2 S

Fluid Type = Fresh Water Relative Density = 1

Sounding m	Ullage m	% Full	Capacity m <sup>3</sup>	Capacity tonne	LCG m	TCG m	VCG m	FSM tonne.m
1,750	0,000	100,0	2,415	2,415	0,460	2,181	3,696	0,000
1,700	0,050	98,6	2,381	2,381	0,465	2,181	3,686	0,000
1,686	0,064	98,0	2,366	2,366	0,466	2,180	3,681	0,000
1,684	0,066	97,9	2,364	2,364	0,467	2,180	3,680	0,256
1,600	0,150	91,9	2,220	2,220	0,471	2,172	3,638	0,485
1,500	0,250	83,9	2,027	2,027	0,473	2,155	3,579	0,453
1,400	0,350	76,1	1,838	1,838	0,476	2,138	3,521	0,421
1,300	0,450	68,6	1,655	1,655	0,478	2,120	3,462	0,388
1,200	0,550	61,2	1,478	1,478	0,481	2,101	3,404	0,355
1,100	0,650	54,1	1,306	1,306	0,484	2,081	3,345	0,322
1,000	0,750	47,2	1,141	1,141	0,487	2,060	3,286	0,289
0,900	0,850	40,7	0,982	0,982	0,491	2,037	3,227	0,256
0,800	0,950	34,4	0,831	0,831	0,495	2,013	3,168	0,223
0,700	1,050	28,5	0,687	0,687	0,501	1,988	3,109	0,191
0,600	1,150	22,9	0,552	0,552	0,507	1,960	3,050	0,160
0,500	1,250	17,7	0,426	0,426	0,516	1,931	2,991	0,130
0,400	1,350	12,9	0,311	0,311	0,528	1,898	2,932	0,101
0,300	1,450	8,6	0,207	0,207	0,545	1,862	2,872	0,074
0,200	1,550	4,9	0,118	0,118	0,573	1,823	2,813	0,049
0,100	1,650	2,0	0,048	0,048	0,618	1,784	2,754	0,027
0,057	1,693	1,0	0,024	0,024	0,643	1,768	2,730	0,019
0,000	1,750	0,0	0,000	0,000	0,643	1,768	2,730	0,000

### Tank Calibrations - F.W.T 2 P

Fluid Type = Fresh Water Relative Density = 1

Sounding m	Ullage m	% Full	Capacity m <sup>3</sup>	Capacity tonne	LCG m	TCG m	VCG m	FSM tonne.m
1,750	0,000	100,0	2,415	2,415	0,460	-2,181	3,696	0,000
1,700	0,050	98,6	2,381	2,381	0,465	-2,181	3,686	0,000
1,686	0,064	98,0	2,366	2,366	0,466	-2,180	3,681	0,000
1,684	0,066	97,9	2,364	2,364	0,467	-2,180	3,680	0,256
1,600	0,150	91,9	2,220	2,220	0,471	-2,172	3,638	0,485
1,500	0,250	83,9	2,027	2,027	0,473	-2,155	3,579	0,453
1,400	0,350	76,1	1,838	1,838	0,476	-2,138	3,521	0,421
1,300	0,450	68,6	1,655	1,655	0,478	-2,120	3,462	0,388
1,200	0,550	61,2	1,478	1,478	0,481	-2,101	3,404	0,355
1,100	0,650	54,1	1,306	1,306	0,484	-2,081	3,345	0,322
1,000	0,750	47,2	1,141	1,141	0,487	-2,060	3,286	0,289
0,900	0,850	40,7	0,982	0,982	0,491	-2,037	3,227	0,256
0,800	0,950	34,4	0,831	0,831	0,495	-2,013	3,168	0,223
0,700	1,050	28,5	0,687	0,687	0,501	-1,988	3,109	0,191
0,600	1,150	22,9	0,552	0,552	0,507	-1,960	3,050	0,160
0,500	1,250	17,7	0,426	0,426	0,516	-1,931	2,991	0,130
0,400	1,350	12,9	0,311	0,311	0,528	-1,898	2,932	0,101
0,300	1,450	8,6	0,207	0,207	0,545	-1,862	2,872	0,074
0,200	1,550	4,9	0,118	0,118	0,573	-1,823	2,813	0,049
0,100	1,650	2,0	0,048	0,048	0,618	-1,784	2,754	0,027
0,057	1,693	1,0	0,024	0,024	0,643	-1,768	2,730	0,019
0,000	1,750	0,0	0,000	0,000	0,643	-1,768	2,730	0,000

**Tank Calibrations - F.W .T 1S**

Fluid Type = Fresh Water Relative Density = 1

Sounding m	Ullage m	% Full	Capacity m <sup>3</sup>	Capacity tonne	LCG m	TCG m	VCG m	FSM tonne.m
2,757	0,000	100,0	4,753	4,753	1,800	2,314	3,372	0,000
2,637	0,119	98,0	4,658	4,658	1,809	2,313	3,354	0,000
2,635	0,121	97,9	4,653	4,653	1,810	2,313	3,353	0,644
2,600	0,157	96,1	4,567	4,567	1,813	2,311	3,337	0,903
2,400	0,357	83,5	3,970	3,970	1,820	2,283	3,222	0,961
2,200	0,557	71,3	3,391	3,391	1,828	2,252	3,106	0,871
2,000	0,757	59,6	2,832	2,832	1,838	2,216	2,988	0,774
1,800	0,957	48,4	2,299	2,299	1,852	2,175	2,869	0,671
1,600	1,157	37,8	1,795	1,795	1,870	2,126	2,747	0,564
1,400	1,357	27,9	1,326	1,326	1,897	2,068	2,621	0,450
1,200	1,557	19,0	0,903	0,903	1,940	1,998	2,489	0,326
1,000	1,757	11,5	0,545	0,545	2,011	1,917	2,347	0,197
0,800	1,957	5,9	0,282	0,282	2,110	1,837	2,197	0,093
0,600	2,157	2,6	0,122	0,122	2,200	1,754	2,048	0,032
0,434	2,323	1,0	0,047	0,047	2,275	1,684	1,924	0,009
0,400	2,357	0,8	0,038	0,038	2,290	1,670	1,899	0,007
0,200	2,557	0,1	0,005	0,005	2,385	1,585	1,750	0,000
0,000	2,757	0,0	0,000	0,000	2,385	1,585	1,750	0,000

**Tank Calibrations - F.W.T1P**

Fluid Type = Fresh Water Relative Density = 1

Sounding m	Ullage m	% Full	Capacity m <sup>3</sup>	Capacity tonne	LCG m	TCG m	VCG m	FSM tonne.m
2,757	0,000	100,0	4,753	4,753	1,800	-2,314	3,372	0,000
2,637	0,119	98,0	4,658	4,658	1,809	-2,313	3,354	0,000
2,635	0,121	97,9	4,653	4,653	1,810	-2,313	3,353	0,644
2,600	0,157	96,1	4,567	4,567	1,813	-2,311	3,337	0,903
2,400	0,357	83,5	3,970	3,970	1,820	-2,283	3,222	0,961
2,200	0,557	71,3	3,391	3,391	1,828	-2,252	3,106	0,871
2,000	0,757	59,6	2,832	2,832	1,838	-2,216	2,988	0,774
1,800	0,957	48,4	2,299	2,299	1,852	-2,175	2,869	0,671
1,600	1,157	37,8	1,795	1,795	1,870	-2,126	2,747	0,564
1,400	1,357	27,9	1,326	1,326	1,897	-2,068	2,621	0,450
1,200	1,557	19,0	0,903	0,903	1,940	-1,998	2,489	0,326
1,000	1,757	11,5	0,545	0,545	2,011	-1,917	2,347	0,197
0,800	1,957	5,9	0,282	0,282	2,110	-1,837	2,197	0,093
0,600	2,157	2,6	0,122	0,122	2,200	-1,754	2,048	0,032
0,434	2,323	1,0	0,047	0,047	2,275	-1,684	1,924	0,009
0,400	2,357	0,8	0,038	0,038	2,290	-1,670	1,899	0,007
0,200	2,557	0,1	0,005	0,005	2,385	-1,585	1,750	0,000
0,000	2,757	0,0	0,000	0,000	2,385	-1,585	1,750	0,000

**Tank Calibrations - F.W.T1C**

Fluid Type = Fresh Water Relative Density = 1

Sounding m	Ullage m	% Full	Capacity m <sup>3</sup>	Capacity tonne	LCG m	TCG m	VCG m	FSM tonne.m
2,600	0,000	100,0	10,938	10,938	1,760	0,000	3,090	0,000
2,600	0,000	100,0	10,938	10,938	1,760	0,000	3,090	0,000
2,464	0,136	98,0	10,720	10,720	1,767	0,000	3,065	0,000
2,461	0,139	97,9	10,709	10,709	1,767	0,000	3,064	2,638
2,400	0,200	95,5	10,444	10,444	1,768	0,000	3,034	3,375
2,200	0,400	87,2	9,544	9,544	1,770	0,000	2,934	3,375
2,000	0,600	79,0	8,644	8,644	1,772	0,000	2,833	3,375
1,800	0,800	70,8	7,744	7,744	1,774	0,000	2,733	3,375
1,600	1,000	62,6	6,844	6,844	1,777	0,000	2,632	3,375
1,400	1,200	54,3	5,944	5,944	1,781	0,000	2,530	3,375
1,200	1,400	46,1	5,044	5,044	1,787	0,000	2,429	3,375
1,000	1,600	37,9	4,144	4,144	1,795	0,000	2,327	3,375
0,800	1,800	29,7	3,244	3,244	1,808	0,000	2,223	3,375
0,600	2,000	21,4	2,344	2,344	1,830	0,000	2,116	3,334
0,400	2,200	13,5	1,478	1,478	1,861	0,000	2,008	2,857
0,200	2,400	6,3	0,693	0,693	1,892	0,000	1,902	2,375
0,034	2,566	1,0	0,109	0,109	1,916	0,000	1,817	1,903
0,000	2,600	0,0	0,000	0,000	1,916	0,000	1,817	0,000

**Tank Calibrations - F.W.T**

Fluid Type = Fresh Water Relative Density = 1

Sounding m	Ullage m	% Full	Capacity m <sup>3</sup>	Capacity tonne	LCG m	TCG m	VCG m	FSM tonne.m
2,750	0,000	100,0	15,701	15,701	25,543	0,000	3,167	0,000
2,637	0,113	98,0	15,388	15,388	25,513	0,000	3,146	0,000
2,632	0,118	97,9	15,373	15,373	25,512	0,000	3,145	1,121
2,600	0,150	96,7	15,181	15,181	25,502	0,000	3,133	5,266
2,400	0,350	83,7	13,139	13,139	25,462	0,000	2,998	12,654
2,200	0,550	71,5	11,223	11,223	25,424	0,000	2,861	10,651
2,000	0,750	60,3	9,475	9,475	25,385	0,000	2,725	8,875
1,800	0,950	50,3	7,901	7,901	25,348	0,000	2,590	7,302
1,600	1,150	41,4	6,499	6,499	25,316	0,000	2,458	5,918
1,400	1,350	33,3	5,235	5,235	25,283	0,000	2,326	4,704
1,200	1,550	26,2	4,110	4,110	25,248	0,000	2,196	3,647
1,000	1,750	20,0	3,133	3,133	25,217	0,000	2,070	2,755
0,800	1,950	14,6	2,295	2,295	25,194	0,000	1,948	2,028
0,600	2,150	10,0	1,565	1,565	25,168	0,000	1,829	1,451
0,400	2,350	6,0	0,941	0,941	25,138	0,000	1,714	1,005
0,200	2,550	2,7	0,419	0,419	25,099	0,000	1,604	0,670
0,081	2,669	1,0	0,157	0,157	25,070	0,000	1,541	0,514
0,000	2,750	0,0	0,000	0,000	25,070	0,000	1,541	0,000



**Tank Calibrations - DAILY D.O.T**

Fluid Type = Diesel      Relative Density = 0.84

Sounding m	Ullage m	% Full	Capacity m <sup>3</sup>	Capacity tonne	LCG m	TCG m	VCG m	FSM tonne.m
2,630	0,000	100,0	12,965	10,891	11,500	0,000	2,597	0,000
2,600	0,030	99,8	12,943	10,872	11,500	0,000	2,594	0,000
2,541	0,088	98,0	12,706	10,673	11,500	0,000	2,571	0,000
2,539	0,091	97,9	12,693	10,662	11,500	0,000	2,569	8,750
2,400	0,230	92,6	12,000	10,080	11,500	0,000	2,500	8,750
2,200	0,430	84,8	11,000	9,240	11,500	0,000	2,400	8,750
2,000	0,630	77,1	10,000	8,400	11,500	0,000	2,300	8,750
1,800	0,830	69,4	9,000	7,560	11,500	0,000	2,200	8,750
1,600	1,030	61,7	8,000	6,720	11,500	0,000	2,100	8,750
1,400	1,230	54,0	7,000	5,880	11,500	0,000	2,000	8,750
1,200	1,430	46,3	6,000	5,040	11,500	0,000	1,900	8,750
1,000	1,630	38,6	5,000	4,200	11,500	0,000	1,800	8,750
0,800	1,830	30,9	4,000	3,360	11,500	0,000	1,700	8,750
0,600	2,030	23,1	3,000	2,520	11,500	0,000	1,600	8,750
0,400	2,230	15,4	2,000	1,680	11,500	0,000	1,500	8,750
0,200	2,430	7,7	1,000	0,840	11,500	0,000	1,400	8,750
0,026	2,604	1,0	0,130	0,109	11,500	0,000	1,313	8,750
0,000	2,630	0,0	0,000	0,000	11,500	0,000	1,313	0,000

**Tank Calibrations - D.O.T.S1**

Fluid Type = Diesel      Relative Density = 0.

Sounding m	Ullage m	% Full	Capacity m <sup>3</sup>	Capacity tonne	LCG m	TCG m	VCG m	FSM tonne.m
1,300	0,000	100,0	5,923	4,976	21,289	0,770	0,858	0,000
1,286	0,014	98,0	5,804	4,876	21,288	0,763	0,849	0,000
1,285	0,015	97,9	5,798	4,871	21,288	0,763	0,848	3,243
1,250	0,050	92,8	5,498	4,618	21,288	0,745	0,826	3,043
1,200	0,100	85,9	5,086	4,272	21,287	0,719	0,793	2,766
1,150	0,150	79,1	4,688	3,938	21,287	0,693	0,761	2,497
1,100	0,200	72,7	4,304	3,615	21,286	0,666	0,728	2,237
1,050	0,250	66,4	3,934	3,304	21,286	0,639	0,696	1,990
1,000	0,300	60,4	3,579	3,006	21,285	0,611	0,663	1,755
0,950	0,350	54,7	3,239	2,721	21,285	0,583	0,630	1,535
0,900	0,400	49,2	2,915	2,448	21,285	0,554	0,597	1,330
0,850	0,450	44,0	2,606	2,189	21,284	0,525	0,564	1,139
0,800	0,500	39,1	2,314	1,944	21,284	0,496	0,531	0,964
0,750	0,550	34,4	2,038	1,712	21,284	0,466	0,498	0,806
0,700	0,600	30,0	1,779	1,494	21,284	0,437	0,465	0,664
0,650	0,650	25,9	1,537	1,291	21,284	0,406	0,432	0,538
0,600	0,700	22,1	1,312	1,102	21,283	0,376	0,399	0,428
0,550	0,750	18,6	1,104	0,927	21,283	0,346	0,366	0,332
0,500	0,800	15,4	0,914	0,768	21,283	0,315	0,333	0,252

**Tank Calibrations - D.O.T.P1**

Fluid Type = Diesel      Relative Density = 0.84

Sounding m	Ullage m	% Full	Capacity m <sup>3</sup>	Capacity tonne	LCG m	TCG m	VCG m	FSM tonne.m
1,300	0,000	100,0	5,923	4,976	21,289	-0,770	0,858	0,000
1,286	0,014	98,0	5,804	4,876	21,288	-0,763	0,849	0,000
1,285	0,015	97,9	5,798	4,871	21,288	-0,763	0,848	3,243
1,250	0,050	92,8	5,498	4,618	21,288	-0,745	0,826	3,043
1,200	0,100	85,9	5,086	4,272	21,287	-0,719	0,793	2,766
1,150	0,150	79,1	4,688	3,938	21,287	-0,693	0,761	2,497
1,100	0,200	72,7	4,304	3,615	21,286	-0,666	0,728	2,237
1,050	0,250	66,4	3,934	3,304	21,286	-0,639	0,696	1,990
1,000	0,300	60,4	3,579	3,006	21,285	-0,611	0,663	1,755
0,950	0,350	54,7	3,239	2,721	21,285	-0,583	0,630	1,535
0,900	0,400	49,2	2,915	2,448	21,285	-0,554	0,597	1,330
0,850	0,450	44,0	2,606	2,189	21,284	-0,525	0,564	1,139
0,800	0,500	39,1	2,314	1,944	21,284	-0,496	0,531	0,964
0,750	0,550	34,4	2,038	1,712	21,284	-0,466	0,498	0,806
0,700	0,600	30,0	1,779	1,494	21,284	-0,437	0,465	0,664
0,650	0,650	25,9	1,537	1,291	21,284	-0,406	0,432	0,538
0,600	0,700	22,1	1,312	1,102	21,283	-0,376	0,399	0,428
0,550	0,750	18,6	1,104	0,927	21,283	-0,346	0,366	0,332
0,500	0,800	15,4	0,914	0,768	21,283	-0,315	0,333	0,252
0,450	0,850	12,5	0,741	0,623	21,283	-0,284	0,300	0,185
0,400	0,900	9,9	0,587	0,493	21,283	-0,253	0,266	0,131
0,350	0,950	7,6	0,450	0,378	21,283	-0,222	0,233	0,088
0,300	1,000	5,6	0,331	0,278	21,283	-0,190	0,200	0,056
0,250	1,050	3,9	0,230	0,193	21,283	-0,159	0,167	0,033
0,200	1,100	2,5	0,147	0,124	21,283	-0,127	0,133	0,017
0,150	1,150	1,4	0,083	0,070	21,283	-0,096	0,100	0,007
0,127	1,173	1,0	0,059	0,050	21,283	-0,081	0,084	0,004
0,100	1,200	0,6	0,037	0,031	21,283	-0,064	0,067	0,002
0,050	1,250	0,2	0,009	0,008	21,283	-0,032	0,033	0,000
0,000	1,300	0,0	0,000	0,000	21,283	-0,032	0,033	0,000

**Tank Calibrations - D.O.T.S2**

Fluid Type = Diesel Relative Density = 0.84

Sounding m	Ullage m	% Full	Capacity m <sup>3</sup>	Capacity tonne	LCG m	TCG m	VCG m	FSM tonne.m
1,300	0,000	100,0	5,091	4,276	18,221	1,020	0,855	0,000
1,286	0,014	98,0	4,989	4,190	18,221	1,011	0,846	0,000
1,285	0,015	97,9	4,983	4,186	18,221	1,011	0,846	4,317
1,250	0,050	92,9	4,730	3,973	18,221	0,988	0,823	4,064
1,200	0,100	86,0	4,380	3,679	18,221	0,954	0,791	3,708
1,150	0,150	79,4	4,040	3,394	18,221	0,920	0,759	3,360
1,100	0,200	72,9	3,712	3,118	18,221	0,886	0,727	3,021
1,050	0,250	66,7	3,396	2,853	18,221	0,850	0,694	2,696
1,000	0,300	60,7	3,092	2,598	18,221	0,814	0,662	2,387
0,950	0,350	55,0	2,801	2,353	18,221	0,777	0,629	2,095
0,900	0,400	49,5	2,522	2,119	18,220	0,740	0,596	1,821
0,850	0,450	44,3	2,257	1,896	18,220	0,702	0,564	1,565
0,800	0,500	39,4	2,005	1,684	18,220	0,663	0,531	1,329
0,750	0,550	34,7	1,767	1,485	18,220	0,624	0,498	1,115
0,700	0,600	30,3	1,544	1,297	18,220	0,585	0,465	0,920
0,650	0,650	26,2	1,334	1,121	18,220	0,545	0,432	0,747
0,600	0,700	22,4	1,139	0,957	18,220	0,504	0,399	0,596
0,550	0,750	18,8	0,959	0,806	18,220	0,464	0,366	0,464
0,500	0,800	15,6	0,795	0,667	18,220	0,423	0,333	0,353
0,450	0,850	12,7	0,645	0,542	18,220	0,381	0,299	0,260
0,400	0,900	10,0	0,510	0,429	18,220	0,340	0,266	0,184
0,350	0,950	7,7	0,391	0,329	18,220	0,298	0,233	0,125
0,300	1,000	5,7	0,288	0,242	18,220	0,256	0,200	0,079
0,250	1,050	3,9	0,200	0,168	18,219	0,214	0,167	0,046
0,200	1,100	2,5	0,128	0,108	18,219	0,171	0,133	0,024
0,150	1,150	1,4	0,072	0,061	18,219	0,129	0,100	0,010
0,126	1,174	1,0	0,051	0,043	18,219	0,108	0,084	0,006
0,100	1,200	0,6	0,032	0,027	18,219	0,086	0,067	0,003
0,050	1,250	0,2	0,008	0,007	18,219	0,043	0,033	0,000
0,000	1,300	0,0	0,000	0,000	18,219	0,043	0,033	0,000

**Tank Calibrations - D.O.T.P2**

Fluid Type = Diesel Relative Density = 0.84

Sounding m	Ullage m	% Full	Capacity m <sup>3</sup>	Capacity tonne	LCG m	TCG m	VCG m	FSM tonne.m
1,300	0,000	100,0	5,091	4,276	18,221	-1,020	0,855	0,000
1,286	0,014	98,0	4,989	4,190	18,221	-1,011	0,846	0,000
1,285	0,015	97,9	4,983	4,186	18,221	-1,011	0,846	4,317
1,250	0,050	92,9	4,730	3,973	18,221	-0,988	0,823	4,064
1,200	0,100	86,0	4,380	3,679	18,221	-0,954	0,791	3,708
1,150	0,150	79,4	4,040	3,394	18,221	-0,920	0,759	3,360
1,100	0,200	72,9	3,712	3,118	18,221	-0,886	0,727	3,021
1,050	0,250	66,7	3,396	2,853	18,221	-0,850	0,694	2,696
1,000	0,300	60,7	3,092	2,598	18,221	-0,814	0,662	2,387
0,950	0,350	55,0	2,801	2,353	18,221	-0,777	0,629	2,095
0,900	0,400	49,5	2,522	2,119	18,220	-0,740	0,596	1,821
0,850	0,450	44,3	2,257	1,896	18,220	-0,702	0,564	1,565
0,800	0,500	39,4	2,005	1,684	18,220	-0,663	0,531	1,329
0,750	0,550	34,7	1,767	1,485	18,220	-0,624	0,498	1,115
0,700	0,600	30,3	1,544	1,297	18,220	-0,585	0,465	0,920
0,650	0,650	26,2	1,334	1,121	18,220	-0,545	0,432	0,747
0,600	0,700	22,4	1,139	0,957	18,220	-0,504	0,399	0,596
0,550	0,750	18,8	0,959	0,806	18,220	-0,464	0,366	0,464
0,500	0,800	15,6	0,795	0,667	18,220	-0,423	0,333	0,353
0,450	0,850	12,7	0,645	0,542	18,220	-0,381	0,299	0,260
0,400	0,900	10,0	0,510	0,429	18,220	-0,340	0,266	0,184
0,350	0,950	7,7	0,391	0,329	18,220	-0,298	0,233	0,125
0,300	1,000	5,7	0,288	0,242	18,220	-0,256	0,200	0,079
0,250	1,050	3,9	0,200	0,168	18,219	-0,214	0,167	0,046
0,200	1,100	2,5	0,128	0,108	18,219	-0,171	0,133	0,024
0,150	1,150	1,4	0,072	0,061	18,219	-0,129	0,100	0,010
0,126	1,174	1,0	0,051	0,043	18,219	-0,108	0,084	0,006
0,100	1,200	0,6	0,032	0,027	18,219	-0,086	0,067	0,003
0,050	1,250	0,2	0,008	0,007	18,219	-0,043	0,033	0,000
0,000	1,300	0,0	0,000	0,000	18,219	-0,043	0,033	0,000

**Tank Calibrations - D.O.T.S3**

Fluid Type = Diesel Relative Density = 0.84

Sounding m	Ullage m	% Full	Capacity m <sup>3</sup>	Capacity tonne	LCG m	TCG m	VCG m	FSM tonne.m
1,300	0,000	100,0	13,319	11,188	14,000	1,106	0,854	0,000
1,286	0,014	98,0	13,052	10,963	14,000	1,097	0,845	0,000
1,285	0,015	97,9	13,038	10,952	14,000	1,096	0,844	12,920
1,250	0,050	93,0	12,384	10,403	14,000	1,072	0,822	12,203
1,200	0,100	86,2	11,475	9,639	14,000	1,037	0,790	11,182
1,150	0,150	79,5	10,594	8,899	14,000	1,001	0,758	10,171
1,100	0,200	73,1	9,740	8,182	14,000	0,964	0,726	9,181
1,050	0,250	66,9	8,917	7,490	14,000	0,926	0,693	8,223
1,000	0,300	61,0	8,124	6,824	14,000	0,888	0,661	7,306
0,950	0,350	55,3	7,363	6,185	14,000	0,848	0,628	6,434
0,900	0,400	49,8	6,634	5,573	14,000	0,808	0,596	5,614
0,850	0,450	44,6	5,940	4,989	14,000	0,767	0,563	4,838
0,800	0,500	39,6	5,280	4,435	14,001	0,725	0,530	4,121
0,750	0,550	35,0	4,656	3,911	14,001	0,683	0,498	3,467
0,700	0,600	30,5	4,068	3,417	14,001	0,640	0,465	2,869
0,650	0,650	26,4	3,518	2,955	14,001	0,597	0,432	2,336
0,600	0,700	22,6	3,005	2,524	14,001	0,553	0,399	1,867
0,550	0,750	19,0	2,532	2,127	14,001	0,509	0,366	1,458
0,500	0,800	15,7	2,097	1,762	14,001	0,464	0,333	1,111
0,450	0,850	12,8	1,703	1,430	14,001	0,419	0,299	0,819
0,400	0,900	10,1	1,348	1,132	14,001	0,373	0,266	0,582
0,350	0,950	7,8	1,034	0,869	14,001	0,327	0,233	0,394
0,300	1,000	5,7	0,761	0,639	14,001	0,281	0,200	0,250
0,250	1,050	4,0	0,529	0,445	14,001	0,235	0,167	0,146
0,200	1,100	2,5	0,339	0,285	14,001	0,188	0,133	0,075
0,150	1,150	1,4	0,191	0,161	14,001	0,142	0,100	0,032
0,125	1,175	1,0	0,133	0,112	14,001	0,118	0,083	0,019
0,100	1,200	0,6	0,085	0,071	14,001	0,094	0,067	0,010
0,050	1,250	0,2	0,021	0,018	14,001	0,047	0,033	0,001
0,000	1,300	0,0	0,000	0,000	14,001	0,047	0,033	0,000

**Tank Calibrations - D.O.T.P3**

Fluid Type = Diesel Relative Density = 0.84

Sounding m	Ullage m	% Full	Capacity m <sup>3</sup>	Capacity tonne	LCG m	TCG m	VCG m	FSM tonne.m
1,300	0,000	100,0	13,319	11,188	14,000	-1,106	0,854	0,000
1,286	0,014	98,0	13,052	10,963	14,000	-1,097	0,845	0,000
1,285	0,015	97,9	13,038	10,952	14,000	-1,096	0,844	12,920
1,250	0,050	93,0	12,384	10,403	14,000	-1,072	0,822	12,203
1,200	0,100	86,2	11,475	9,639	14,000	-1,037	0,790	11,182
1,150	0,150	79,5	10,594	8,899	14,000	-1,001	0,758	10,171
1,100	0,200	73,1	9,740	8,182	14,000	-0,964	0,726	9,181
1,050	0,250	66,9	8,917	7,490	14,000	-0,926	0,693	8,223
1,000	0,300	61,0	8,124	6,824	14,000	-0,888	0,661	7,306
0,950	0,350	55,3	7,363	6,185	14,000	-0,848	0,628	6,434
0,900	0,400	49,8	6,634	5,573	14,000	-0,808	0,596	5,614
0,850	0,450	44,6	5,940	4,989	14,000	-0,767	0,563	4,838
0,800	0,500	39,6	5,280	4,435	14,001	-0,725	0,530	4,121
0,750	0,550	35,0	4,656	3,911	14,001	-0,683	0,498	3,467
0,700	0,600	30,5	4,068	3,417	14,001	-0,640	0,465	2,869
0,650	0,650	26,4	3,518	2,955	14,001	-0,597	0,432	2,336
0,600	0,700	22,6	3,005	2,524	14,001	-0,553	0,399	1,867
0,550	0,750	19,0	2,532	2,127	14,001	-0,509	0,366	1,458
0,500	0,800	15,7	2,097	1,762	14,001	-0,464	0,333	1,111
0,450	0,850	12,8	1,703	1,430	14,001	-0,419	0,299	0,819
0,400	0,900	10,1	1,348	1,132	14,001	-0,373	0,266	0,582
0,350	0,950	7,8	1,034	0,869	14,001	-0,327	0,233	0,394
0,300	1,000	5,7	0,761	0,639	14,001	-0,281	0,200	0,250
0,250	1,050	4,0	0,529	0,445	14,001	-0,235	0,167	0,146
0,200	1,100	2,5	0,339	0,285	14,001	-0,188	0,133	0,075
0,150	1,150	1,4	0,191	0,161	14,001	-0,142	0,100	0,032
0,125	1,175	1,0	0,133	0,112	14,001	-0,118	0,083	0,019
0,100	1,200	0,6	0,085	0,071	14,001	-0,094	0,067	0,010
0,050	1,250	0,2	0,021	0,018	14,001	-0,047	0,033	0,001
0,000	1,300	0,0	0,000	0,000	14,001	-0,047	0,033	0,000

**Tank Calibrations - D.O.T.S4**

Fluid Type = Diesel Relative Density = 0.84

Sounding m	Ullage m	% Full	Capacity m <sup>3</sup>	Capacity tonne	LCG m	TCG m	VCG m	FSM tonne.m
1,169	0,000	100,0	7,265	6,103	8,326	2,030	1,270	0,000
1,157	0,012	98,0	7,120	5,980	8,329	2,024	1,262	0,000
1,156	0,013	97,9	7,112	5,974	8,329	2,024	1,262	3,539
1,150	0,019	96,8	7,035	5,910	8,331	2,021	1,258	3,502
1,100	0,069	88,7	6,447	5,416	8,346	1,996	1,226	3,211
1,050	0,119	80,9	5,878	4,938	8,362	1,971	1,194	2,920
1,000	0,169	73,4	5,329	4,477	8,379	1,944	1,162	2,630
0,950	0,219	66,1	4,802	4,034	8,397	1,917	1,129	2,345
0,900	0,269	59,1	4,297	3,610	8,418	1,889	1,097	2,068
0,850	0,319	52,5	3,816	3,206	8,440	1,860	1,064	1,801
0,800	0,369	46,3	3,361	2,823	8,465	1,830	1,031	1,547
0,750	0,419	40,3	2,931	2,462	8,492	1,800	0,998	1,310
0,700	0,469	34,8	2,528	2,123	8,522	1,769	0,965	1,091
0,650	0,519	29,6	2,153	1,808	8,557	1,737	0,932	0,892
0,600	0,569	24,9	1,806	1,517	8,597	1,705	0,899	0,715
0,550	0,619	20,5	1,489	1,251	8,642	1,673	0,865	0,559
0,500	0,669	16,5	1,202	1,009	8,696	1,640	0,831	0,424
0,450	0,719	13,0	0,945	0,794	8,760	1,607	0,797	0,311
0,400	0,769	9,9	0,720	0,604	8,837	1,574	0,763	0,218
0,350	0,819	7,2	0,526	0,442	8,930	1,540	0,729	0,145
0,300	0,869	5,0	0,364	0,306	9,042	1,507	0,694	0,088
0,250	0,919	3,2	0,234	0,197	9,176	1,473	0,659	0,048
0,200	0,969	1,9	0,135	0,114	9,338	1,438	0,624	0,023
0,156	1,013	1,0	0,073	0,061	9,514	1,408	0,593	0,010
0,150	1,019	0,9	0,066	0,055	9,542	1,404	0,589	0,009
0,100	1,069	0,3	0,023	0,019	9,815	1,369	0,553	0,002
0,050	1,119	0,1	0,004	0,003	10,218	1,334	0,517	0,000
0,000	1,169	0,0	0,000	0,000	10,218	1,334	0,517	0,000

**Tank Calibrations - D.O.T.P4**

Fluid Type = Diesel Relative Density = 0.84

Sounding m	Ullage m	% Full	Capacity m <sup>3</sup>	Capacity tonne	LCG m	TCG m	VCG m	FSM tonne.m
1,169	0,000	100,0	7,265	6,103	8,326	-2,030	1,270	0,000
1,157	0,012	98,0	7,120	5,980	8,329	-2,024	1,262	0,000
1,156	0,013	97,9	7,112	5,974	8,329	-2,024	1,262	3,539
1,150	0,019	96,8	7,035	5,910	8,331	-2,021	1,258	3,502
1,100	0,069	88,7	6,447	5,416	8,346	-1,996	1,226	3,211
1,050	0,119	80,9	5,878	4,938	8,362	-1,971	1,194	2,920
1,000	0,169	73,4	5,329	4,477	8,379	-1,944	1,162	2,630
0,950	0,219	66,1	4,802	4,034	8,397	-1,917	1,129	2,345
0,900	0,269	59,1	4,297	3,610	8,418	-1,889	1,097	2,068
0,850	0,319	52,5	3,816	3,206	8,440	-1,860	1,064	1,801
0,800	0,369	46,3	3,361	2,823	8,465	-1,830	1,031	1,547
0,750	0,419	40,3	2,931	2,462	8,492	-1,800	0,998	1,310
0,700	0,469	34,8	2,528	2,123	8,522	-1,769	0,965	1,091
0,650	0,519	29,6	2,153	1,808	8,557	-1,737	0,932	0,892
0,600	0,569	24,9	1,806	1,517	8,597	-1,705	0,899	0,715
0,550	0,619	20,5	1,489	1,251	8,642	-1,673	0,865	0,559
0,500	0,669	16,5	1,202	1,009	8,696	-1,640	0,831	0,424
0,450	0,719	13,0	0,945	0,794	8,760	-1,607	0,797	0,311
0,400	0,769	9,9	0,720	0,604	8,837	-1,574	0,763	0,218
0,350	0,819	7,2	0,526	0,442	8,930	-1,540	0,729	0,145
0,300	0,869	5,0	0,364	0,306	9,042	-1,507	0,694	0,088
0,250	0,919	3,2	0,234	0,197	9,176	-1,473	0,659	0,048
0,200	0,969	1,9	0,135	0,114	9,338	-1,438	0,624	0,023
0,156	1,013	1,0	0,073	0,061	9,514	-1,408	0,593	0,010
0,150	1,019	0,9	0,066	0,055	9,542	-1,404	0,589	0,009
0,100	1,069	0,3	0,023	0,019	9,815	-1,369	0,553	0,002
0,050	1,119	0,1	0,004	0,003	10,218	-1,334	0,517	0,000
0,000	1,169	0,0	0,000	0,000	10,218	-1,334	0,517	0,000

**Tank Calibrations - B.W.T.S**

Fluid Type = Ballast Water Relative Density = 1,025

Sounding m	Ullage m	% Full	Capacity m <sup>3</sup>	Capacity tonne	LCG m	TCG m	VCG m	FSM tonne.m
2,566	0,000	100,0	21,170	21,700	13,994	3,215	2,668	0,000
2,500	0,066	98,7	20,905	21,427	13,991	3,216	2,653	0,000
2,483	0,082	98,0	20,748	21,267	13,991	3,216	2,645	0,000
2,481	0,085	97,9	20,727	21,245	13,991	3,216	2,643	2,018
2,400	0,166	94,3	19,959	20,458	13,991	3,213	2,601	2,010
2,300	0,266	89,8	19,014	19,489	13,991	3,209	2,549	1,999
2,200	0,366	85,4	18,070	18,522	13,991	3,205	2,497	1,987
2,100	0,466	80,9	17,129	17,557	13,992	3,201	2,444	1,973
2,000	0,566	76,5	16,190	16,595	13,992	3,196	2,392	1,957
1,900	0,666	72,1	15,254	15,635	13,992	3,191	2,339	1,940
1,800	0,766	67,6	14,321	14,679	13,993	3,185	2,286	1,920
1,700	0,866	63,3	13,390	13,725	13,993	3,179	2,233	1,899
1,600	0,966	58,9	12,464	12,776	13,993	3,172	2,180	1,875
1,500	1,066	54,5	11,542	11,831	13,994	3,164	2,127	1,846
1,400	1,166	50,2	10,626	10,891	13,994	3,156	2,073	1,811
1,300	1,266	45,9	9,715	9,958	13,995	3,146	2,019	1,769
1,200	1,366	41,6	8,813	9,033	13,996	3,135	1,964	1,720
1,100	1,466	37,4	7,920	8,118	13,997	3,123	1,910	1,659
1,000	1,566	33,2	7,039	7,215	13,997	3,109	1,855	1,585
0,900	1,666	29,2	6,173	6,328	13,998	3,093	1,799	1,495
0,800	1,766	25,2	5,327	5,460	13,999	3,075	1,743	1,388
0,700	1,866	21,3	4,503	4,616	14,000	3,055	1,687	1,263
0,600	1,966	17,5	3,709	3,801	14,001	3,032	1,631	1,120
0,500	2,066	13,9	2,950	3,023	14,002	3,006	1,574	0,960
0,400	2,166	10,6	2,234	2,289	14,002	2,977	1,518	0,787
0,300	2,266	7,4	1,570	1,609	14,003	2,944	1,461	0,608
0,200	2,366	4,6	0,969	0,993	14,003	2,908	1,406	0,433
0,100	2,466	2,1	0,441	0,452	14,003	2,870	1,352	0,275
0,051	2,515	1,0	0,212	0,217	14,003	2,850	1,326	0,207
0,000	2,566	0,0	0,000	0,000	14,003	2,850	1,326	0,000

**Tank Calibrations - B.W.T.P**

Fluid Type = Ballast Water Relative Density = 1.025

Sounding m	Ullage m	% Full	Capacity m <sup>3</sup>	Capacity tonne	LCG m	TCG m	VCG m	FSM tonne.m
2,566	0,000	100,0	21,170	21,700	13,994	-3,215	2,668	0,000
2,500	0,066	98,7	20,905	21,427	13,991	-3,216	2,653	0,000
2,483	0,082	98,0	20,748	21,267	13,991	-3,216	2,645	0,000
2,481	0,085	97,9	20,727	21,245	13,991	-3,216	2,643	2,018
2,400	0,166	94,3	19,959	20,458	13,991	-3,213	2,601	2,010
2,300	0,266	89,8	19,014	19,489	13,991	-3,209	2,549	1,999
2,200	0,366	85,4	18,070	18,522	13,991	-3,205	2,497	1,987
2,100	0,466	80,9	17,129	17,557	13,992	-3,201	2,444	1,973
2,000	0,566	76,5	16,190	16,595	13,992	-3,196	2,392	1,957
1,900	0,666	72,1	15,254	15,635	13,992	-3,191	2,339	1,940
1,800	0,766	67,6	14,321	14,679	13,993	-3,185	2,286	1,920
1,700	0,866	63,3	13,390	13,725	13,993	-3,179	2,233	1,899
1,600	0,966	58,9	12,464	12,776	13,993	-3,172	2,180	1,875
1,500	1,066	54,5	11,542	11,831	13,994	-3,164	2,127	1,846
1,400	1,166	50,2	10,626	10,891	13,994	-3,156	2,073	1,811
1,300	1,266	45,9	9,715	9,958	13,995	-3,146	2,019	1,769
1,200	1,366	41,6	8,813	9,033	13,996	-3,135	1,964	1,720
1,100	1,466	37,4	7,920	8,118	13,997	-3,123	1,910	1,659
1,000	1,566	33,2	7,039	7,215	13,997	-3,109	1,855	1,585
0,900	1,666	29,2	6,173	6,328	13,998	-3,093	1,799	1,495
0,800	1,766	25,2	5,327	5,460	13,999	-3,075	1,743	1,388
0,700	1,866	21,3	4,503	4,616	14,000	-3,055	1,687	1,263
0,600	1,966	17,5	3,709	3,801	14,001	-3,032	1,631	1,120
0,500	2,066	13,9	2,950	3,023	14,002	-3,006	1,574	0,960
0,400	2,166	10,6	2,234	2,289	14,002	-2,977	1,518	0,787
0,300	2,266	7,4	1,570	1,609	14,003	-2,944	1,461	0,608
0,200	2,366	4,6	0,969	0,993	14,003	-2,908	1,406	0,433
0,100	2,466	2,1	0,441	0,452	14,003	-2,870	1,352	0,275
0,051	2,515	1,0	0,212	0,217	14,003	-2,850	1,326	0,207
0,000	2,566	0,0	0,000	0,000	14,003	-2,850	1,326	0,000

**Tank Calibrations - Billg.T.S**

Fluid Type = Relative Density = 0,913

Sounding m	Ullage m	% Full	Capacity m <sup>3</sup>	Capacity tonne	LCG m	TCG m	VCG m	FSM tonne.m
0,758	0,000	100,0	0,373	0,340	4,066	1,696	1,432	0,000
0,752	0,007	98,0	0,365	0,334	4,066	1,692	1,428	0,000
0,751	0,007	97,9	0,365	0,333	4,066	1,692	1,428	0,121
0,750	0,008	97,5	0,363	0,332	4,066	1,691	1,427	0,121
0,700	0,058	82,8	0,309	0,282	4,072	1,662	1,393	0,097
0,650	0,108	69,3	0,258	0,236	4,078	1,633	1,359	0,076
0,600	0,158	57,0	0,213	0,194	4,086	1,604	1,325	0,058
0,550	0,208	45,9	0,171	0,156	4,095	1,574	1,291	0,043
0,500	0,258	36,1	0,135	0,123	4,106	1,545	1,257	0,031
0,450	0,308	27,5	0,102	0,093	4,120	1,517	1,222	0,021
0,400	0,358	20,1	0,075	0,068	4,138	1,489	1,187	0,014
0,350	0,408	13,9	0,052	0,047	4,162	1,462	1,151	0,009
0,300	0,458	9,0	0,034	0,031	4,195	1,437	1,115	0,005
0,250	0,508	5,3	0,020	0,018	4,237	1,413	1,078	0,002
0,200	0,558	2,7	0,010	0,009	4,285	1,390	1,041	0,001
0,150	0,608	1,2	0,004	0,004	4,334	1,367	1,004	0,000
0,142	0,616	1,0	0,004	0,003	4,343	1,363	0,998	0,000
0,100	0,658	0,4	0,001	0,001	4,385	1,345	0,966	0,000
0,050	0,708	0,0	0,000	0,000	4,437	1,322	0,929	0,000
0,000	0,758	0,0	0,000	0,000	4,437	1,322	0,929	0,000

**Tank Calibrations - Billg.T.P**

Fluid Type = Relative Density = 0,913

Sounding m	Ullage m	% Full	Capacity m <sup>3</sup>	Capacity tonne	LCG m	TCG m	VCG m	FSM tonne.m
0,758	0,000	100,0	0,373	0,340	4,066	-1,696	1,432	0,000
0,752	0,007	98,0	0,365	0,334	4,066	-1,692	1,428	0,000
0,751	0,007	97,9	0,365	0,333	4,066	-1,692	1,428	0,121
0,750	0,008	97,5	0,363	0,332	4,066	-1,691	1,427	0,121
0,700	0,058	82,8	0,309	0,282	4,072	-1,662	1,393	0,097
0,650	0,108	69,3	0,258	0,236	4,078	-1,633	1,359	0,076
0,600	0,158	57,0	0,213	0,194	4,086	-1,604	1,325	0,058
0,550	0,208	45,9	0,171	0,156	4,095	-1,574	1,291	0,043
0,500	0,258	36,1	0,135	0,123	4,106	-1,545	1,257	0,031
0,450	0,308	27,5	0,102	0,093	4,120	-1,517	1,222	0,021
0,400	0,358	20,1	0,075	0,068	4,138	-1,489	1,187	0,014
0,350	0,408	13,9	0,052	0,047	4,162	-1,462	1,151	0,009
0,300	0,458	9,0	0,034	0,031	4,195	-1,437	1,115	0,005
0,250	0,508	5,3	0,020	0,018	4,237	-1,413	1,078	0,002
0,200	0,558	2,7	0,010	0,009	4,285	-1,390	1,041	0,001
0,150	0,608	1,2	0,004	0,004	4,334	-1,367	1,004	0,000
0,142	0,616	1,0	0,004	0,003	4,343	-1,363	0,998	0,000
0,100	0,658	0,4	0,001	0,001	4,385	-1,345	0,966	0,000
0,050	0,708	0,0	0,000	0,000	4,437	-1,322	0,929	0,000
0,000	0,758	0,0	0,000	0,000	4,437	-1,322	0,929	0,000

**Tank Calibrations - L.O.T**

Fluid Type = Lube Oil      Relative Density = 0.92

Sounding m	Ullage m	% Full	Capacity m <sup>3</sup>	Capacity tonne	LCG m	TCG m	VCG m	FSM tonne.m
1,000	0,000	100,0	1,300	1,196	10,750	0,000	2,150	0,000
1,000	0,000	100,0	1,300	1,196	10,750	0,000	2,150	0,000
0,980	0,020	98,0	1,274	1,172	10,750	0,000	2,140	0,000
0,979	0,021	97,9	1,273	1,171	10,750	0,000	2,140	0,674
0,950	0,050	95,0	1,235	1,136	10,750	0,000	2,125	0,674
0,900	0,100	90,0	1,170	1,076	10,750	0,000	2,100	0,674
0,850	0,150	85,0	1,105	1,017	10,750	0,000	2,075	0,674
0,800	0,200	80,0	1,040	0,957	10,750	0,000	2,050	0,674
0,750	0,250	75,0	0,975	0,897	10,750	0,000	2,025	0,674
0,700	0,300	70,0	0,910	0,837	10,750	0,000	2,000	0,674
0,650	0,350	65,0	0,845	0,777	10,750	0,000	1,975	0,674
0,600	0,400	60,0	0,780	0,718	10,750	0,000	1,950	0,674
0,550	0,450	55,0	0,715	0,658	10,750	0,000	1,925	0,674
0,500	0,500	50,0	0,650	0,598	10,750	0,000	1,900	0,674
0,450	0,550	45,0	0,585	0,538	10,750	0,000	1,875	0,674
0,400	0,600	40,0	0,520	0,478	10,750	0,000	1,850	0,674
0,350	0,650	35,0	0,455	0,419	10,750	0,000	1,825	0,674
0,300	0,700	30,0	0,390	0,359	10,750	0,000	1,800	0,674
0,250	0,750	25,0	0,325	0,299	10,750	0,000	1,775	0,674
0,200	0,800	20,0	0,260	0,239	10,750	0,000	1,750	0,674
0,150	0,850	15,0	0,195	0,179	10,750	0,000	1,725	0,674
0,100	0,900	10,0	0,130	0,120	10,750	0,000	1,700	0,674
0,050	0,950	5,0	0,065	0,060	10,750	0,000	1,675	0,674
0,010	0,990	1,0	0,013	0,012	10,750	0,000	1,655	0,674
0,000	1,000	0,0	0,000	0,000	10,750	0,000	1,655	0,000



## 6.1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Ο υπολογισμός της αντίστασης του πλοίου έγινε με τη μέθοδο των Holtrop and Mennen. Η μέθοδος αυτή εξελίχθηκε με βάση τη σταδιακή ανάλυση όλων των διαθέσιμων δεδομένων από πειράματα προτύπων αλλά και αποτελεσμάτων σε πραγματική κλίμακα που διέθετε έως το 1989 η Πειραματική Δεξαμενή της Ολλανδίας (Netherlands Ship Model Basin).

## 6.2. ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΤΗΣ ΑΝΤΙΣΤΑΣΗΣ ΜΕΘΟΔΟΣ HOLTROP

Η συνολική αντίσταση δίνεται από τη παρακάτω σχέση:

$$R_{\text{TOTAL}} = R_F \times (1 + K_1) + R_{\text{APP}} + R_W + R_B + R_{\text{TA}} + R_A$$

$R_F$  αντίσταση τριβής με βάση τον ITTC- 1957 τύπο τριβής

$1 + k_1$  συντελεστής μορφής για την προσαύξηση της αντίστασης μορφής της γάστρας σε σχέση με την αντίσταση τριβής.

$R_{\text{APP}}$  αντίσταση των προσαρτημάτων

$R_W$  αντίσταση λόγω κυματισμού

$R_B$  πρόσθετη αντίσταση λόγω βολβοειδούς πλώρης

$R_{\text{TR}}$  αντίσταση λόγω βυθισμένου καθρέπτη πρύμνης

$R_A$  αντίσταση συσχέτισης μοντέλου- πλοίου

Ο συντελεστής μορφής δίνεται από την σχέση:

$$1 + k_1 = c_{13} \left[ 0.93 + c_{12} (B / L_R)^{0.92497} (0.95 - C_P)^{-0.521448} (1 - C_P + 0.0225 \cdot lcb^{0.6906}) \right]$$

Σε αυτή την σχέση το  $C_P$  είναι ο πρισματικός συντελεστής βασιζόμενος στο μήκος ισάλου  $L$  και  $lcb$  είναι η διαμήκης θέση του κέντρου άνωσης ως ποσοστό του μήκους  $L$ .

$L_R$  είναι μία παράμετρος που δίνεται από την σχέση:

$$L/L_R = 1 - C_P + 0,66 C_P \times Lcb / (4 C_P - 1)$$

Ο συντελεστής  $c_{12}$  ορίζεται ως εξής:

$$c_{12} = \left( \frac{T}{L} \right)^{0.2228446} \quad \text{όταν } T/L > 0.05$$

$$c_{12} = 48.20 \left( \frac{T}{L} - 0.02 \right)^{2.078} + 0.479948 \quad \text{όταν } 0.02 < T/L < 0.05$$

$$c_{12} = 0.479948 \quad \text{όταν } T/L < 0.02$$

Ο συντελεστής  $c_{13}$  αφορά το σχήμα του πρυμναίου μέρους της γάστρας και σχετίζεται με τον συντελεστή  $C_{\text{stern}}$  σύμφωνα με τον τύπο:

$$C_{13} = 1 + 0.003 C_{stern}$$

Για τον συντελεστή  $C_{stern}$  ισχύει:

Afterbody Form	$C_{stern}$
V- shape sections	-10
Normal Section Type	0
U- shaped sections with Hogner Stern	+10

Η βρεχόμενη επιφάνεια της γάστρας προσεγγίζεται ικανοποιητικά από την σχέση:

$$S = L(2T + B)\sqrt{C_M} (0.453 + 0.4425C_B - 0.2862C_M - 0.003467 \frac{B}{T} + 0.3696C_{WP}) + 2.38 \frac{A_{BT}}{C_B}$$

Σε αυτή την σχέση το  $C_M$  είναι ο συντελεστής μέσης τομής, το  $C_B$  είναι ο συντελεστής γάστρας, υπολογισμένος με βάση το μήκος της ισάλου σχεδίασης, το  $C_{WP}$  είναι ο συντελεστής επιφανείας και  $A_{BT}$  είναι η επιφάνεια της εγκάρσιας τομής του βολβού στη θέση όπου η ισάλος τέμνει την πλώρα.

Η αντίσταση των παρελκομένων δίνεται από την σχέση:

$$R_{APP} = 0.5 \cdot \rho \cdot V^2 \cdot S_{APP} \cdot (1 + K_2) \cdot C_F$$

Όπου  $\rho$  είναι η πυκνότητα του νερού,  $V$  η ταχύτητα του πλοίου,  $S_{APP}$  η βρεχόμενη επιφάνεια,  $1 + k_2$  ο συντελεστής αντίστασης λόγω των παρελκομένων, και  $C_F$  ο συντελεστής αντίστασης τριβής. Στον παρακάτω πίνακα δίνεται ο συντελεστής παρελκομένων. Αυτές οι τιμές ελήφθησαν από δοκιμές σε μοντέλα χωρίς και με παρελκόμενα.

Approximate $1+k_2$ values	
Rudder behind skeg	1.5-2.0
Rudder behind stern	1.3-1.5
Twin-screw balance rudders	2.8
Shaft brackets	3.0
Skeg	1.5-2.0
Strut bossings	3.0
Hull bossings	2.0
Shafts	2.0-4.0
Stabilizer fins	2.8
Dome	2.7
Bildge keels	1.4

Η ισοδύναμη τιμή του παράγοντα  $1 + k_2$  για ένα συνδυασμό από τα παραπάνω παρελκόμενα δίνεται από την σχέση:

$$(1 + k_2)_{eq} = \frac{\sum (1 + k_2) \cdot S_{APP}}{\sum S_{APP}}$$

Η αντίσταση λόγω κυματισμού δίνεται από την σχέση:

$$R_W = c_1 \cdot c_2 \cdot c_3 \cdot \nabla \cdot \rho \cdot g \cdot \exp\{m_1 \cdot F_n^d + m_2 \cdot \cos(\lambda \cdot F_n^{-2})\}$$

όπου:

$$c_1 = 2223105 \cdot c_7^{3.78613} \frac{T}{B}^{1.07961} (90 - i_E)^{-1.37565}$$

$$c_7 = 0.29577 \cdot \left(\frac{B}{L}\right)^{0.33333} \quad \text{όταν } B/L < 0.11$$

$$c_7 = \frac{B}{L} \quad \text{όταν } 0.11 < B/L < 0.25$$

$$c_7 = 0.5 - 0.0625 \cdot \frac{L}{B} \quad \text{όταν } B/L > 0.25$$

$$c_2 = \exp(-1.89 \cdot \sqrt{c_3})$$

$$c_5 = 1 - \frac{0.8 \cdot A_T}{B \cdot T \cdot C_M}$$

Σε αυτές τις σχέσεις  $c_2$  είναι μία παράμετρος που υπολογίζει την μείωση της αντίστασης κυματισμού εξαιτίας της βολβοειδούς πλώρης. Παρομοίως ο συντελεστής  $c_5$  εκφράζει την επίδραση στην αντίσταση κυματισμού της πρύμνης-καθρέπτη. Το  $A_T$  είναι η βυθισμένη εγκάρσια επιφάνεια του καθρέπτη σε μηδενική ταχύτητα. Στη σχέση της αντίστασης κυματισμού  $F_n$  είναι ο αριθμός Froude με βάση το μήκος ισάλου  $L$ . Οι υπόλοιπες παράμετροι ορίζονται ως εξής:

$$\lambda = 1.446 \cdot C_P - 0.03 \frac{L}{B} \quad \text{όταν } L/B < 12$$

$$\lambda = 1.446 \cdot C_P - 0.36 \quad \text{όταν } L/B > 12$$

$$m_1 = 0.0140407 \cdot \frac{L}{T} - 1.75254 \nabla^{\frac{1}{3}} / L + 4.79323 \cdot \frac{B}{L} - c_{16}$$

$$c_{16} = 8.07981 \cdot C_P - 13.8673 \cdot C_P^2 + 6.984388 \cdot C_P^3 \quad \text{όταν } C_P < 0.80$$

$$c_{16} = 1.73014 - 0.7067 \cdot C_P \quad \text{όταν } C_P > 0.80$$

$$m_2 = c_{15} \cdot C_P^2 \exp(-0.1 \cdot F_n^{-2})$$

Ο συντελεστής  $c_{15}$  είναι ίσος με  $-1.69385$  για  $\frac{L^3}{\nabla} < 512$  και ίσο με μηδέν  $\frac{L^3}{\nabla} > 1727$ .

Για  $512 < \frac{L^3}{\nabla} < 1727$ , ο συντελεστής  $c_{15}$  ορίζεται ως εξής:

$$c_{15} = -1.69385 + \frac{\left(\frac{L}{\nabla^{\frac{1}{3}}} - 8.0\right)}{2.36}$$

$$d = -0.9$$

Το ήμισυ της γωνίας εισόδου  $i_E$  είναι η γωνία της ισάλου στη πλώρα σε μοίρες σε σχέση με το επίπεδο συμμετρίας αλλά δίχως να λαμβάνει υπόψη την τοπική μορφή της πλώρας. Εάν η γωνία εισόδου δεν είναι γνωστή, τότε μπορεί να υπολογιστεί από την παρακάτω σχέση:

$$i_E = 1 + 89 \exp \left\{ - \left( \frac{L}{B} \right)^{0.80856} \left( 1 - C_{WP}^{0.30484} \right) \left( 1 - C_P - 0.0225 \cdot lcb \right)^{0.6367} \left( \frac{L_R}{B} \right)^{0.34574} \left( 100 \cdot \frac{\nabla}{L^3} \right)^{0.16302} \right\}$$

Ο συντελεστής, ο οποίος καθορίζει την επιρροή της βολβοειδούς πλώρας στην

αντίσταση κυματισμού, ορίζεται ως:

$$c_3 = \frac{0.56 \cdot A_{BT}^{1.5}}{\{BT(0.31\sqrt{A_{BT}} + T_F - h_B)\}}$$

$h_B$  είναι η απόσταση του κέντρου της επιφάνειας  $A_{BT}$  από την τροπίδα και  $T_F$  είναι το πρωαίο βύθισμα του πλοίου.

Η πρόσθετη αντίσταση λόγω της ύπαρξης του πρωαίου βολβού κοντά στην ίσαλο ορίζεται από την σχέση:

$$R_B = 0.11 \exp(-3P_B^{-2}) F_{mi}^3 A_{BT}^{1.5} \rho \cdot g / (1 + F_{mi}^2)$$

όπου ο συντελεστής  $P_B$  είναι ένα μέτρο για την ανάδυση του βολβού και  $F_{mi}$  ο αριθμός Froude με βάση την ανάδυση αυτή. Οι τιμές τους δίνονται από την παρακάτω σχέση:

$$P_B = \frac{0.56 \cdot \sqrt{A_{BT}}}{(T_F - 1.5 \cdot h_B)} \text{ και}$$

$$F_{mi} = \frac{V}{\sqrt{g(T_F - h_B - 0.25 \cdot A_{BT}) + 0.15 \cdot V^2}}$$

Με αντίστοιχο τρόπο προσδιορίζεται η πρόσθετη αντίσταση πίεσης λόγω του βυθισμένου καθρέπτη:

$$R_{TR} = 0.5 \cdot \rho \cdot V^2 \cdot A_T \cdot c_6$$

Ο συντελεστής  $c_6$  σχετίζεται με τον αριθμό Froude με βάση την βύθιση του

$$c_6 = 0.2(1 - 0.2 \cdot F_{nT}) \quad \text{όταν } F_{nT} < 5$$

$$c_6 = 0 \quad \text{όταν } F_{nT} \geq 5$$

Ο  $F_{nT}$  ορίζεται ως:

$$F_{nT} = \frac{V}{\sqrt{\frac{2gA_T}{(B + B \cdot C_{WP})}}}$$

όπου  $C_{WP}$  ο συντελεστής ισάλου επιφάνειας.

Η αντίσταση συσχέτισεως  $R_A$  δίνεται από την σχέση:

$$R_A = 0.5 \cdot \rho \cdot V^2 \cdot S \cdot C_A$$

Ο συγκεκριμένος συντελεστής περιγράφει την επίδραση της τραχύτητας (διαφορά της τραχύτητας του προτύπου και του πλοίου) και του αέρα στην αντίσταση του πλοίου. Με βάση την ανάλυση των αποτελεσμάτων δοκιμών, ο συντελεστής συσχέτισης δίνεται από την σχέση:

$$C_A = 0.006 \cdot (L + 100)^{-0.16} - 0.00205 + 0.003 \sqrt{\frac{L}{7.5}} \cdot C_B^4 \cdot c_2 (0.04 - c_4)$$

όπου:

$$c_4 = \frac{T_F}{L} \quad \text{όπου } T_F/L \leq 0.04$$

$$c_4 = 0.04 \quad \text{όπου } T_F/L > 0.04$$

### 6.2.1. ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΤΩΝ ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΩΝ ΠΡΟΩΣΗΣ

Για πλοία με ένα πηδάλιο για τον συντελεστή ομόρρου μπορεί να χρησιμοποιηθεί η παρακάτω σχέση:

$$w = c_9 \cdot C_V \cdot \frac{L}{T_A} \left( 0.0661875 + 1.21756 \cdot c_{11} \cdot \frac{C_V}{1 - C_{P1}} \right) + 0.24558 \sqrt{\frac{B}{L(1 - C_{P1})}} - \frac{0.09726}{0.95 - C_P} + \frac{0.11434}{0.95 - C_B} + 0.75 \cdot C_{STERN} C_V + 0.002 \cdot C_{STERN}$$

Ο συντελεστής  $c_9$  εξαρτάται από έναν συντελεστή  $c_8$  ο οποίος ορίζεται ως εξής:

$$c_8 = \frac{B \cdot S}{L \cdot D \cdot T_A} \quad \text{όπου } B/T_A < 5$$

$$c_8 = \frac{S \left( \frac{7 \cdot B}{T_A} - 25 \right)}{L \cdot D \cdot \left( \frac{B}{T_A} - 3 \right)} \quad \text{όπου } B/T_A > 5$$

$$c_9 = c_8 \quad \text{όταν } c_8 < 28$$

$$c_9 = 32 - \frac{16}{c_8 - 24} \quad \text{όταν } c_8 > 28$$

$$c_{11} = \frac{T_A}{D} \quad \text{όταν } T_A/D < 2$$

$$c_{11} = 0.0833333 \left( \frac{T_A}{D} \right)^3 = 1.33333 \quad \text{όταν } T_A/D > 2$$

Στην σχέση για τον συντελεστή ομόρρου το  $C_V$  είναι ο συντελεστής αντίστασης συνεκτικής ροής είναι:

$$C_V = (1+k) \cdot C_F + C_A$$

Επιπλέον:

$$C_{P1} = 1.45 \cdot C_P - 0.315 - 0.0225 \cdot lcb$$

Με παρόμοιο τρόπο ο συντελεστής μείωση ώσης για μονέλικά πλοία και συμβατική πρύμνη υπολογίζεται από την παρακάτω σχέση:

$$t = \frac{0.001979 \cdot L}{(B - B \cdot C_{P1})} + 1.0585 \cdot c_{10} - 0.00524 - \frac{0.1418 \cdot D^2}{B \cdot T} + 0.0015 \cdot C_{STERN}$$

Ο συντελεστής  $c_{10}$  ορίζεται ως εξής:

$$c_{10} = \frac{B}{L} \quad \text{όταν } L/B > 5.2$$

$$c_{10} = 0.25 - \frac{0.003328402}{\left(\frac{B}{L} - 0.134615385\right)} \quad \text{όταν } L/B < 5.2$$

### 6.3. ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΑΝΤΙΣΤΑΣΗΣ

Στον παρακάτω πίνακα παρατίθενται τα αποτελέσματα της αντίστασης, όπως αυτά προέκυψαν από το πρόγραμμα maxsurf. Επίσης παρατίθενται και τα κύρια χαρακτηριστικά του υπό μελέτη πλοίου. Ο υπολογισμός της αντίστασης πραγματοποιήθηκε για ταχύτητες  $V_s = 5-13$  kn.

Έχουμε για το υπό μελέτη πλοίο τα εξής χαρακτηριστικά:

**$L_{BP} = 28.299$  m**

**$B = 8.2$  m**

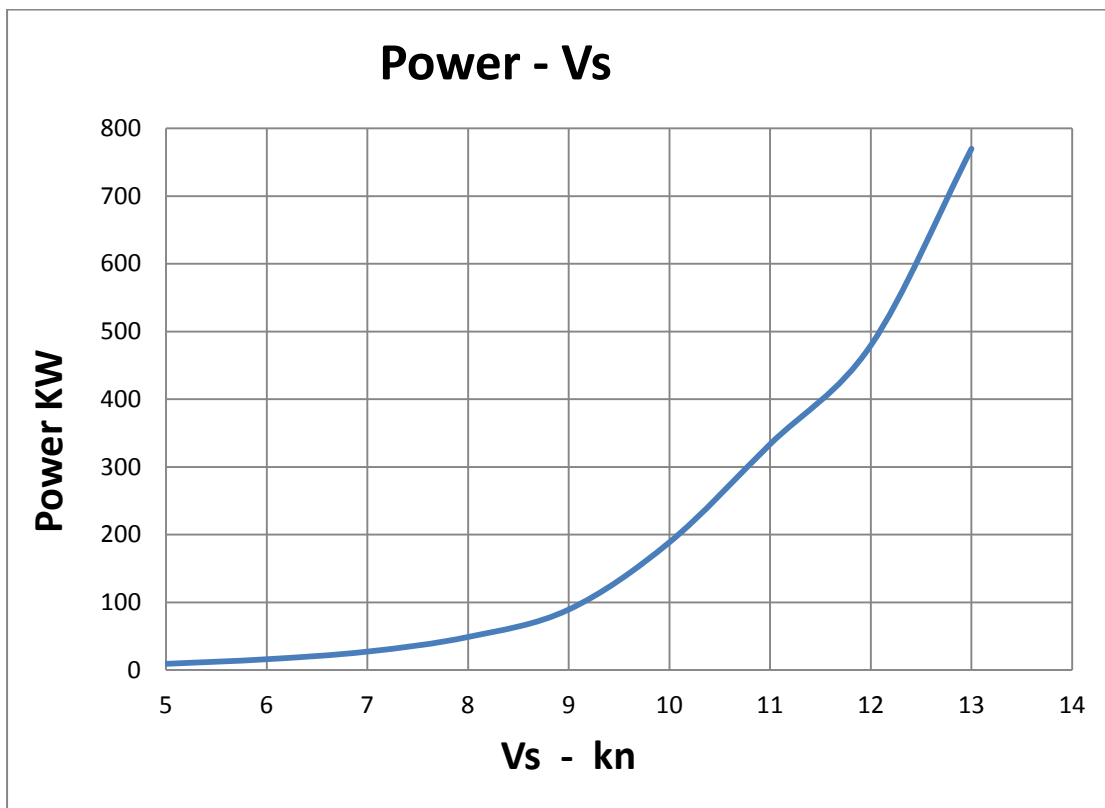
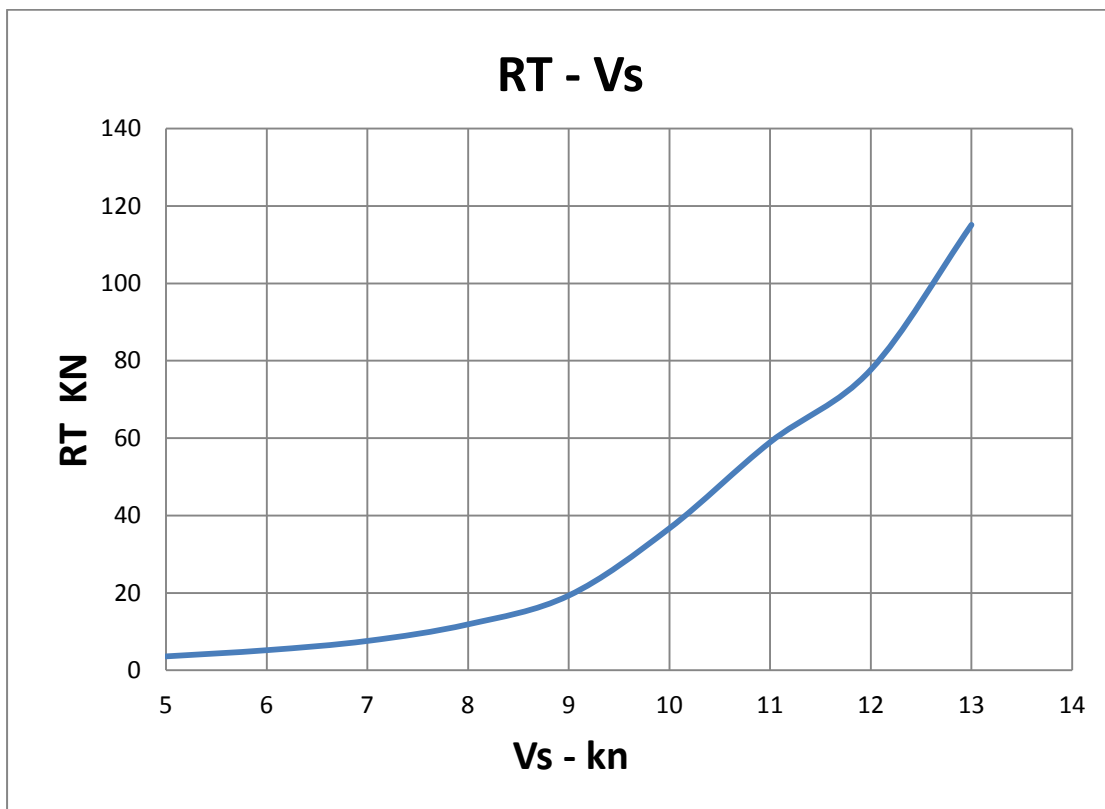
**$T_{0.85D} = 3.23$  m**

**$CB = 0.524$**

**$LCB = 64.432$  m**

$V_s$	RT	EHP
5	3,87	9,96
6	5,58	17,22
7	8,09	29,12
8	12,51	51,5
9	20,09	93,04
10	37,63	193,6
11	60,07	339,92
12	78,98	487,58
13	116,63	779,97

Με τα παραπάνω στοιχεία κατασκευάζουμε τα διαγράμματα EHP –  $V_s$  και RT –  $V_s$  που παρατίθενται παρακάτω:



## 6.4. ΕΠΙΛΟΓΗ ΚΑΙ ΣΧΕΔΙΑΣΗ ΕΛΙΚΑΣ ΚΑΙ ΠΡΟΩΣΤΗΡΙΟΥ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ

### 6.4.1 ΕΠΙΛΟΓΗ ΕΛΙΚΑΣ

Με την προεκτίμηση της EHP – VS με βάση την μεθοδολογία HOLTROP θα βρούμε το βέλτιστο βήμα της έλικας και τις απαιτούμενες στροφές, για δεδομένη διάμετρο τη μέγιστη που μπορεί να δεχθεί το πλοίο, ώστε να επιτύχουμε μέγιστο βαθμό απόδοσης πρόωσης. Η ταχύτητα σχεδίασης του πλοίου είναι 12 kn. Από τη μέθοδο holtrop υπολογίσω τους συντελεστές αλληλεπίδρασης γάστρας-έλικας:

Συντελεστής ομόρου:  $w = 0,077$

Συντελεστής μείωσης ώσης:  $t = 0,085$

Συντελεστής απόδοσης σχετικής περιστροφής:  $n_R = 1,003$

Επίσης είναι γνωστά

Ισχύς ρυμούλκησης  $EHP = 479,49 \text{ kw}$

Αντίσταση ρυμούλκησης  $R_T = 7917,43 \text{ kp}$

Ταχύτητα  $V_A = V_S \cdot (1-w) \Rightarrow V_A = 5,7 \text{ m/sec}$

Ωση  $T = R_T / (1-t) \Rightarrow T = 8653,13 \text{ kp}$

Διάμετρος έλικας  $D = 2,25 \text{ m}$

Βύθισμα άξονα  $h = 2,105 \text{ m}$

Είμαστε σε θέση πλέον να υπολογίσουμε την εκτεταμένη επιφάνεια της έλικας με βάση τον τύπο του Keller:  $A_E/A_0 = [(1,3+0,3 \cdot z) \cdot T] / [(P_0 - P_V) \cdot D^2] + k$

Όπου:  $k = 0,2$

$z = 4$

$P_0 = P_a + \rho gh = 10330 + 104,61 \cdot 9,81 \cdot 2,105 = 12313,4 \text{ kp/m}^2$

$P_V = 175,7 \text{ kp/m}^2$

$P_a = 10330 \text{ kp/m}^2$

$\rho = 104,61 \text{ kp} \cdot \text{sec}^2/\text{m}^4$

Άρα με αντικατάσταση δεδομένων στην πιο πάνω σχέση έχουμε:  $A_E/A_0 = 0,552$ .

Κάνοντας τυποποίηση προς τα πάνω (αφού ο τύπος του Keller μας δίνει μια υποεκτίμηση) για να ελαττώσουμε τη σπηλαίωση της έλικας, επιλέγουμε:  $A_E/A_0 = 0,65$

γνωρίζουμε ότι:  $K_T/J^2 = T/\rho V_A^2 D^2 \Rightarrow K_T/J^2 = 0,244$

Οπότε από πίνακες Γ. Κουρματζή (ΥΔΡΟΔΥΝΑΜΙΚΗ ΠΛΟΙΟΥ Ι φυλλάδιο #13) προκύπτουν για έλικα Wageningen B4–1.05:

$V_S(\text{kn}) =$	12	$z =$	4	$\eta_R =$	1,002
$D_p(\text{m}) =$	2,25	$P_A$		$\eta_S =$	0,980
$t =$	0,085	$(\text{kp/m}^2) =$	10330	$P_V$	
$w =$	0,077	$(\text{kp/m}^2) =$	175,7	$K =$	0,2
$V_A(\text{kn}) =$	11,07	$h(\text{m}) =$	2,1	$\eta_H =$	0,992
$V_A(\text{m/s}) =$	5,70	$P_0$			
		$(\text{kp/m}^2) =$	12313,4		
		$g(\text{m/s}^2) =$	9,80665		
		$C_v =$	0,003569		



$R_{VS} =$	8051,0	kp	$a_0 =$	0,5174	$N_{OPT} =$	<b>247</b>	<b>RPM</b>
$EHP =$	487,5	KW	$a_1 =$	-0,2813	$N_{OPT} =$	<b>4,112</b>	<b>RPS</b>
$T =$	8799,1	kp	$a_2 =$	-0,0170	$P.C. =$	0,592	
$A_E/A_O =$	0,558		$a_3 =$	0,0442	<b>SHP =</b>	<b>823,6</b>	<b>kw</b>
$A_E/A_O =$	0,65		$a_4 =$	-0,0085	$V_R =$	37,63	m/s
$Kt/J^2 =$	0,512		$(n_0)_{OPT} =$	<b>0,608</b>	$A_P =$	2,179	m <sup>2</sup>
$X =$	0,3346094		$a_0 =$	0,8839	$\sigma =$	0,520	
$a_0 =$	2,2311		$a_1 =$	-0,2344	$\tau_c =$	0,173	
$a_1 =$	2,0560		$a_2 =$	0,1308	<b>Ποσ. σπ.</b>		
$a_2 =$	0,8333		$a_3 =$	-0,0035	<b>=</b>	<b>&lt; 2,5%</b>	<b>αποδεκτό</b>
$a_3 =$	0,3884		$a_4 =$	0,0360			
$a_4 =$	0,1950		$a_5 =$	-0,0375			
$(1/J)_{OPT} =$	<b>1,624</b>		$a_6 =$	0,0077			
$J_{OPT} =$	<b>0,616</b>		$(P/D)_{OPT} =$	<b>1,0</b>			

**P/D=1**

**J=0,616**

**$n_0=0,608$**

Οπότε υπολογίζουμε:

$$N_{opt} = V_A / (J \cdot D) \Rightarrow N_{opt} = 4,112 \text{ rps} \Rightarrow n_{opt} = 247 \text{ rpm}$$

$$PC = n_H \cdot n_R \cdot n_S \cdot n_0 = 0,992 \cdot 1,002 \cdot 0,98 \cdot 0,616 \Rightarrow PC = 0,592$$

$$SHP = EHP / PC \Rightarrow SHP = 826,6 \text{ kw}$$

#### 6.4.2. ΣΠΗΛΑΙΩΣΗ

Ο έλεγχος σπηλαίωσης της έλικας B4-0,65 θα γίνει με τη βοήθεια του διαγράμματος Burill. Έτσι:

$$P_0 = P_a + \rho gh = 12313,4 \text{ kp/m}^2$$

$$P_0 - P_V = 12313,4,4 - 175,7 = 12137,7 \text{ kp/m}^2$$

$$q_T = 0,5 \rho (V_A^2 + (0,7 D \pi n)^2) =$$

$$q_T = 6309,19 \text{ kp/m}^2$$

$$\sigma_{0,7R} = (P_0 - P_V) / q_T \Rightarrow \sigma_{0,7R} = 0,520$$

$$A_r = 2,179 \text{ m}^2$$

$$\tau_c = T / (A_r \cdot q_T) \Rightarrow \tau_c = 0,173$$

Από διάγραμμα Burill (ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ) βλέπουμε ότι βρισκόμαστε κάτω από το προτεινόμενο όριο για τα εμπορικά πλοία (περίπου στη γραμμή του 2,5%). Άρα η έλικα είναι δεκτή από άποψη σπηλαίωσης

#### 6.4.3 Επιλογή Κύριας Μηχανής

Οι απαιτήσεις Ισχύος της ρυπασμένης γάστρας προέκυψαν με προσαύξηση 20 % απαιτήσεις Ισχύος της καθαρής. Η προσαύξηση αυτή σε πραγματικές συνθήκες οφείλεται στην ρύπανση της γάστρας αλλά και στην κατάσταση της θάλασσας. Η εκλογή της Κύριας Μηχανής θα γίνει με βάση την τιμή της απαιτούμενης από την έλικα Ισχύος στην 20% ρυπασμένη κατάσταση. Οι απαιτήσεις Ισχύος στην έξοδο της Μηχανής.

Η απαιτούμενη από την Μηχανή Ισχύς είναι :

**Για Καθαρή Γάστρα :**                    **SHP = 823,6 KW**  
   **N = 247 RPM**

**Για Ρυθασμένη Γάστρα :**                    **SHP = 988,35 KW**

Επιλέγουμε 4X μηχανή **3512C** της **Caterpillar**

Το **MCR** της μηχανής είναι **1120 KW** , και **στροφές 1600 RPM**

### 7.1. Κόστος Κτήσεως Πλοίου

Το συνολικό κόστος κατασκευής μπορεί να αναλυθεί στις παρακάτω τρεις κατηγορίες:

- 2 κόστος μεταλλικής κατασκευής
- 2 κόστος ενδιαίτησεως και εξοπλισμού
- 2 κόστος μηχανολογικής εγκατάστασης
- 2 Κόστος μελετών & πιστοποίησης

#### 7.1.1. Κόστος Μεταλλικής Κατασκευής

Το κόστος μεταλλικής κατασκευής αναλύεται σε δυο κατηγορίες.

1. Κόστος μη επεξεργασμένου χάλυβα που απαιτείται για την ανέγερση της μεταλλικής κατασκευής
2. Κόστος των εργατοωρών για να ναυπηγηθεί η μεταλλική κατασκευή.
3. Κόστος βαψίματος

Τιμές στην ναυπηγική ζώνη περάματος για το ναυπηγηθέντα χάλυβα κυμαίνονται μεταξύ 4 έως 6 ευρώ ανά κιλό. Ο κατωθι πίνακας είναι η τιμή κιλού κάθε κατασκευαστικό στοιχείο .

κατασκευαστικό στοιχείο	Τιμή /κιλό €
έλασμα πυθμένα	4.00
Ελάσματα & ενισχυτικά στο διπυθμενο	6.00
Πλευρικό έλασμα	4.00
Έλασμα κατσαρωμάτων	4.00
Ενισχυτικά	5.50
Φρακτές	5.50

Από το προηγούμενο κεφάλαιο έχουμε το βάρος για κάθε κατασκευαστικό στοιχείο.

Στον παρακάτω πίνακα φαίνεται το βάρος και το κόστος κάθε στοιχείου.

κατασκευαστικό στοιχείο	Βάρος ton	Τιμή /κιλό €	Κόστος
Καταστρώματα	30,491	4.00	121964
Φρακτές	8,849	5,500	48669,5
Πλευρικό έλασμα	36,84	4,00	147360
Έδρες	10,138	6,00	60828
Ενισχυτικά	33,316	5,50	183238
Υπερκατασκευές	6,266	4,00	25064
Π frame & E/R hatch & CL	5,653	4,00	22612
Συνολικό Κόστος			609735,5 €

#### 3. Κόστος βαψίματος

Το κόστος βαψίματος είναι 0,6/m<sup>2</sup> ευρώ. Η συνολική επιφάνεια των κατασκευαστικών στοιχείων υπολογίζεται με τη βοήθεια του λογισμικού maxsurfe.

Η συνολική επιφάνεια είναι 2031,416 m<sup>2</sup>

Το κόστος για τρεις στρώσεις βαψίματος είναι  $2031,416 \times 3 \times 0,6 = 3657 \text{ €}$

Άρα το συνολικό κόστος της μεταλλικής κατασκευής είναι:

Κόστος κατασκευαστικών στοιχείων	609735,5 €
Κόστος βαψίματος	3656,56 €
<b>Κόστος Μεταλλικής Κατασκευής</b>	<b>613392 €</b>

Αυτό δίδει το εξής κόστος ανά τόνο βάρους μεταλλικής κατασκευής:

$\text{cost/ton} = 613392/131.553 = 4662,669 \text{ €/ton}$

**7.1.2. Κόστος Ενδιαίτησεως & Εξοπλισμού**

Στον παρακάτω πίνακα φαίνεται το κόστος των εξαρτημάτων της κατηγορίας ενδίαιτησης και εξοπλισμού.

Είδος	Τεμάχια	Τιμή Τεμαχίου €	Συνολική Τιμή €
Συσκευή RADAR-X BAND	2	5460	10920
GPS & Chart Plotter	2	3495	6910
VHF/DSC	2	2550	5100
Navigational Telex NAVTEX	1	1890	1890
Βυθόμετρο & Fish finder	1	3295	3295
Μαγνητική πυξίδα	1	599	599
AIS Automatic Identification System	2	1508	3016
Παράθυρα	6	179	1074
Φινιστρίνια	5	205	2545
Ναυτιλιακός Θερμοσίφωνας 80 L	1	722,50	722,50
Υαλοκαθαριστήρες	2	65,00	130
Ηλεκτρική κόρνα αέρος, 24V	1	425,50	425,50
Προβολείς	5	373,00	1865
Πρίζες INOX	36	111,84	4026,24
Διακόπτες	18	55,00	990
Μπαταρίες	8	679,00	5432
Ηλεκτρικά Καλώδια	2000 m	1,70/m	3400
Σωσίβια	14	26,50	343
Life raft	2	1248	2496
Πυροσβεστήρες	10	33,50	335
Μάνικες	4	51	204
Ευλιά m <sup>2</sup>	125,18	142,000	17823,24
Βαρούλκο αλιείας	2	7230	14460
Δίκτυα	2	3200	6400
Πηδάλιο	1	33220	33220
Άγκυρα	2	1260	2520
Αλυσίδα	2	1100	2200
Εργάτης Άγκυρα	1	4200	4200
Ice Maker	1	15000	15000
Bow thruster	1	10200	10200
Εργασίες για τοποθέτηση εξοπλισμού			26000
Κόστος Ενδίαιτησεως & Εξοπλισμού			187791,50 €

**7.1.3. Κόστος Μηχανολογικής Εγκαταστάσεως**

Το κόστος της μηχανολογικής εγκατάστασης μπορεί να αναλυθεί στο

- Κόστος κύριας μηχανής
- Κόστος ελικοφόρου άξονα
- έλικα
- Κόστος λοιπών μηχανολογικών εξαρτημάτων

A - Η κυρία μηχανή του σκάφους είναι τετράχρονη diesel medium speed με ιπποδύναμη 1100 KW και στροφές 1100 rpm . Η τιμή της με μειωτήρα είναι 163200 ευρώ

B - Η έλικα του σκάφους έχει διάμετρο 2225 mm και είναι κατασκευασμένη από nickel – aluminum – bronze – CU3. Η εκτίμηση του κόστους της ισούται με 27160€

C – Ο ελικοφόρος άξονας μήκος 3010 mm και διάμετρο 180 mm . Η εκτίμηση του κόστους του ισούται με 13410 ευρώ

D - Κόστος λοιπών μηχανολογιών εξαρτημάτων.

Στο κόστος της κατηγορίας αυτής εντάσσονται,

1. Κόστος ηλεκτροπαραγωγών ζευγών.

Στο σκάφος έχουν τοποθετηθεί δυο ηλεκτροπαραγωγά ζεύγη της Volvo

Set generator 170 kw τιμή 25500 ευρώ

Set generator 180 kw τιμή 27000 ευρώ

2. Κόστος κατασκευής και τοποθέτησης δικτύων σωληνώσεων

Για τη κατασκευή των δικτύων του σκάφους ,bilge ,fire ,ballast , fresh water fuel,θα χρειαστούν χαλύβδινες σωλήνες άπλες και υψηλής πίεσεως συνολικό μήκος 780 m όπου 660 m είναι απλές με διάμετρο 2 1/2 in και 120 m είναι υψηλής πίεσης με διάμετρο 1/2 in. Το κόστος κατασκευής είναι.

35 ευρώ/μέτρο για σωλήνες 2 1/2 in και 25 ευρώ / μέτρο για σωλήνες 1/2

το Κόστος κατασκευής και τοποθέτησης δίκτυα σωληνώσεων είναι

$$660 \times 35 + 120 \times 25 = 26100 \text{ ευρώ}$$

3. κόστος αντλιών και εξαρτήματα δικτύων

στα δίκτυα του σκάφους θα τοποθετηθούν 8 αντλίες

- αντλίες πυρκαγιάς – κύτος, 3 αντλίες η μια είναι fire emergency η οποία θα τοποθετηθεί εκτός μηχανοστασίου και έχει ανεξάρτητη πηγή ενεργείας. Η τιμή της είναι 3582 ευρώ. Οι άλλες δυο η κάθε μια έχει τιμή 2545 ευρώ , η κάθε αντλία έχει παροχή 25m<sup>3</sup>/h και ύψος 35 m .
- αντλίες γλυκού νερού είναι δυο αντλίες συνδέονται με πιεστικό δοχείο. Η τιμή κάθε μια είναι 860 ευρώ και το πιεστικό δοχείο έχει τιμή 400 ευρώ, η κάθε αντλία έχει παροχή 5m<sup>3</sup>/h και ύψος 13 m .
- αντλίες καύσιμου είναι δυο. Η τιμή κάθε μιας είναι 2790 ευρώ, η κάθε αντλία έχει παροχή 10m<sup>3</sup>/h και ύψος 15 m .
- Μια αντλία έρματος έχει τιμή 2545 ευρώ. Η αντλία έχει παροχή 25m<sup>3</sup>/h, ύψος 35 m .
- Εξαρτήματα δικτύων 48 ball valves η τιμή κάθε μιας είναι 46 ευρώ.

Στο παρακάτω πίνακα δίνεται το κόστος της Κόστος Μηχανολογικής Εγκαταστάσεως

Είδος	Τεμάχια	Τιμή Τεμαχίου €	Συνολική Τιμή €
Κυρία μηχανή με μειωτήρα	1	163200	163200
Έλικα	1	27160	27160
Ελικοφόρος άξονας	1	13410	13410
Set generator 170 kw	1	25500	25500
Set generator 180 kw	1	27000	27000
Κατασκευή , τοποθέτηση δικτύων	1	26100	26100
αντλίες πυρκαγιάς – κύτος	2	2545	5090
Αντλία fire emergency	1	3582	3582
αντλίες γλυκού νερού	2	860	1720
Πιεστικό δοχείο	1	400	400
Αντλίες καύσιμου	2	2790	5580
Αντλία έρματος	1	2545	2545
Ball valve	48	46	2208
Κόστος Μηχανολογικής Εγκαταστάσεως			303495 €

#### 7.1.4. Κόστος μελετών & πιστοποίησης

Το κόστος μελετών και σχεδίων από ναυπηγικό γραφείο στο πέραμα είναι 37000 ευρώ και το κόστος επιθεώρησης και έκδοσης πιστοποιητικά από τον ελληνικό νηογνώμονα είναι 50000 ευρώ.

Το Κόστος μελετών & πιστοποίησης είναι 87000 ευρώ

#### Συνολικό Κόστος Κτήσεως Πλοίου

Το συνολικό κόστος κατασκευής του πλοίου θα είναι το άθροισμα των επιμέρους κοστών που υπολογίστηκαν πιο πάνω, δηλαδή:

Κόστος Μεταλλικής Κατασκευής	$K_{st} = 613392 \text{ €}$
Κόστος Ενδιαίτησεως & Εξοπλισμού	$K_{OT} = 187791 \text{ \$}$
Κόστος Μηχανολογικής Εγκαταστάσεως	$K_M = 303495 \text{ €}$
Κόστος μελετών & πιστοποίησης	$K_{MII} = 87000 \text{ €}$
<b>Κόστος Κτήσης Πλοίου</b>	<b><math>K = 1191628 \text{ €}</math></b>

## ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΕΙΑ

- ΜΕΛΕΤΗ ΠΛΟΙΟΥ . Παπανικολάου, (καθηγ. Ε.Μ.Π.) – Αθήνα 1994
- ΥΔΡΟΔΥΝΑΜΙΚΗ ΠΛΟΙΟΥ (Αντίσταση – Πρόωση ) Λουκάκης, καθ. ΕΜΠ - Αθήνα 1992
- SOLAS 1974 Consolidated Edition, IMO - London 2004
- The Torremolinos International Convention for the Safety of Fishing Vessels
- Rules and Regulations for the Classification and Construction of Steel Ships Hellenic Register of Shipping
- Holtrop, J. and Mennen, G.G.J, A statistical power prediction method

**I. LONGITUDINAL STRENGTH CALCULATIONS**

$$SM_o = C_w \cdot L^2 \cdot B \cdot (C_b + 0,7)$$

$$SM = |M_s + M_{wave}| / \sigma \cdot 10^3$$

$$C_w = 0,08L = 2,22$$

$$L = 27,7 \text{ m}$$

$$B = 8,20 \text{ m}$$

$$C_b = 0,535$$

$$SM_o = 17250,17 \text{ cm}^3$$

$$M_s = 0,075 \cdot SM_o = 1293,76 \text{ kN m}$$

$$M_w(+) = +0,3 \cdot M \cdot C_w \cdot L^2 \cdot B \cdot C_b, \quad \text{for positive moment (hogging)}$$

$$M_w(-) = -0,15 \cdot M \cdot C_w \cdot L^2 \cdot B \cdot (C_b + 0,7) \cdot (0,8 + 1,5 \cdot Fr), \quad \text{for negative moment (sagging)}$$

M = distribution factor as follows:  
 = 1,0 between 0,4L and 0,8L from A.P.,  
 = 0 at A.P. and F.P.,  
 in intermediate positions the factor M is linearly interpolated.

$$M = 1,0$$

$$Fn = \frac{V}{\sqrt{gL}}$$

$$V = 12 \text{ kn} = 6,17 \text{ m/s}$$

$$g = 9,81 \text{ m/s}^2$$

$$Fn = 0,374$$

$$Mw(+) = 2241,82 \text{ kN m}$$

$$Mw(-) = -3521,62 \text{ kN m}$$

$$Mw = 3521,62 \text{ kN m}$$

$$\sigma = 175/k$$

$$k = 1,0$$

$$\sigma = 175/k = 175,0 \text{ kN/mm}^2$$

$$SM = 27516,5 \text{ cm}^3$$

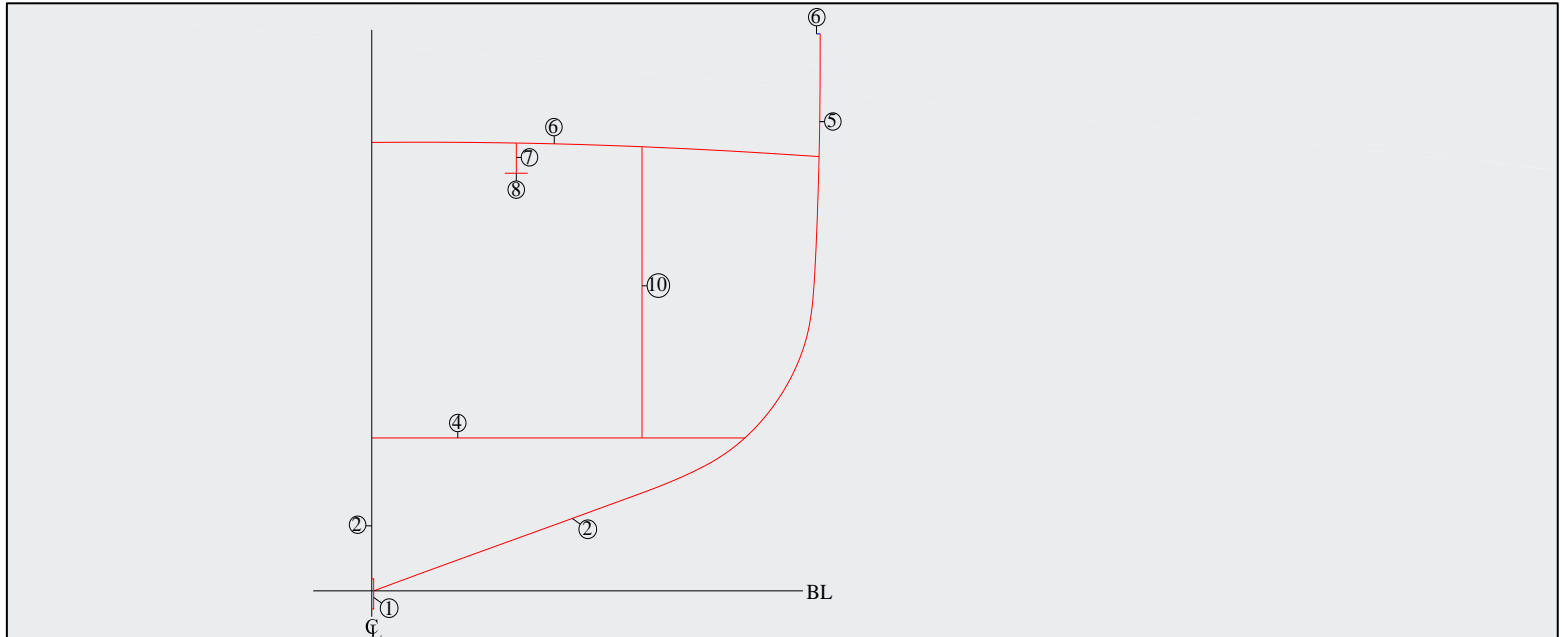
4815,38

27,51646

27516,46

$SM_{req} = \max(SM_o, SM) = 27516,5 \text{ cm}^3$
--





A/A	STRUCTURAL ITEM	DIMENSIONS		No	A	Y	AY	AY <sup>2</sup>	I
		x (cm)	y (cm)		(cm <sup>2</sup> )	(cm)	(cm <sup>3</sup> )	(cm <sup>4</sup> )	(cm <sup>4</sup> )
1	KEEL PL.	3,3	25	0,5	41,25	-2,5	-103,125	257,81	2148,4
2	SHELL PL.	1	738,7	1	738,70	179,9	132892,130	23907294,19	6303573,3
3	BOTTOM CR GIRDER	0,8	130	1	104,00	75,00	7800,000	585000,00	146466,7
4	DOUBLE BOTTOM PL.	318,0	0,6	1	190,80	122,00	23277,600	2839867,20	-
5	BULLWARK PL.	1	103,0	1	103,00	411,2	42353,600	17415800,32	91060,6
6	BULLWARK F.B.	16	1	1	16,00	461,5	7384,000	3407716,00	-
7	DECK PL.	410,0	0,8	1	328,00	371,00	121688,000	45146248,00	6997,3
8	DECK GIRDER WEB	0,8	25	1	20,00	361,20	7224,000	2609308,80	1041,7
9	DECK GIRDER FL.	10	1	1	10,00	348,20	3482,000	1212432,40	-
10	LONG BHD	0,6	259	1	155,40	245,00	38073,000	9327885,00	868699,0
					1551,75		345998,21	97123924,72	6551288,00

A= 3103,5 cm<sup>2</sup>

NA= 222,973 cm

Itot= 53053844,02 cm<sup>4</sup>

SMbott= 237938,42 cm<sup>3</sup> **OK!**

SMtop= 337864,47 cm<sup>3</sup> **OK!**

0,31035

2,42073

2,42073

0

**II. SCANTLINGS**

**GENERAL PLATING THICKNESS**

$$t = 0,0225 \cdot s \cdot K_c \cdot K_{AR} \cdot \sqrt{\frac{p}{\sigma}} \text{ , mm}$$

$K_{AR}$  = aspect ratio correction factor :  $A_R \cdot (1 - 0,25 \cdot A_R)$  for  $A_R \leq 2$   
 : 1 for  $A_R > 2$

$A_R$  = panel aspect ratio  
 = panel length/panel breadth

$$K_c = 1 - \frac{h}{s}$$

without being less than 0,75, where distances h and s are defined in Fig. 5.3.1.

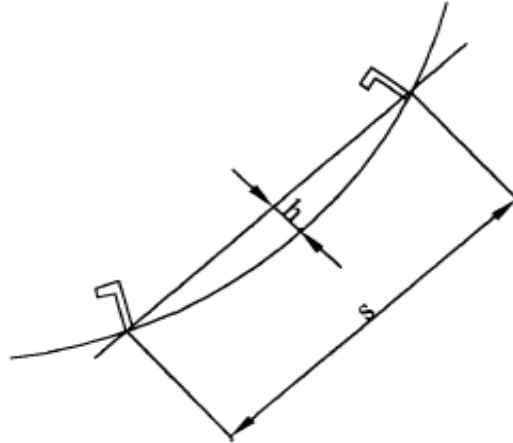


Fig. 5.3.1 Convex curvature

- s= stiffener spacing mm
- p= design pressure kN/m<sup>2</sup>
- σs= guaranteed minimum yield strength of the material N/mm<sup>2</sup>
- σ= from table 5.3.2.

**GENERAL SECTION MODULUS**

- Section modulus :

$$SM = C_{SM} \cdot \frac{p \cdot s \cdot l_e^2}{\sigma} \text{ cm}^3$$

where  $C_{SM}$  = section modulus coefficient dependent on the loading model assumption taken from Table 5.3.5

$\sigma$  = limiting bending stress value for stiffening member given in Table 5.3.2

- s= stiffener spacing mm
- p= design pressure kN/m<sup>2</sup>
- le= effective span length m
- σs= guaranteed minimum yield strength of the material N/mm<sup>2</sup>

**A. BOTTOM STRUCTURE**

**DESING LOADS**

$$p = 10 \cdot h_0 + S_w \cdot \left( K_s - \frac{0,2 \cdot h_0}{T} \right), \text{ but not less than } 12 \text{ kN/m}^2,$$

ho=	3,10	m	KEEL PLATE
Sw=0.8 L=	22,160	m	
Ks=	0,75		between Aft End and Amidships,
Ks=	1,4		at Fore End
T=	3,10	m	
pb=	43,19	kN/m <sup>2</sup>	between Aft End and Amidships,
pb=	57,59	kN/m <sup>2</sup>	fore end

**A1. BOTTOM PLATING**

$$t = 0,0225 \cdot s \cdot K_c \cdot K_{AR} \cdot \sqrt{\frac{p}{\sigma}}, \text{ mm}$$

s=	500	mm	
h=	32,0	mm	
h/s=	0,064		
Kc=1-h/s=	0,936		
panel length=	2,00	m	
panel breadth=	0,4	m	
AR=	5,0		
KAR=	1,0		
σs=	235	kN/m <sup>2</sup>	
σ=0.85σs=	199,75	N/mm <sup>2</sup>	for slamming area
t1=	4,896	mm	between Aft End and Amidships,
t1=	5,654	mm	fore end

**A1.1 PLATE KEEL**

$$b = 7,0 \cdot L + 340 \text{ mm}$$

$$t = 1,35 \cdot \sqrt{k_1} \cdot L^{0,45} \text{ mm}$$

b=	534	mm
k1=235/σs=	1,00	
t=	6,0	mm
treq=	6,0	mm

tact= 10,0 mm **OK!**

**A.1.2. BOTTOM PLATING**

$$t_p = \sqrt{k_2} \cdot \left( \sqrt{\frac{L}{6}} + 2 \right) \text{ mm}$$

$$k_2 = 635 / (\sigma_s + \sigma_u)$$

$\sigma_s =$	235	kN/m <sup>2</sup>
$\sigma_u =$	400	kN/m <sup>2</sup>
$k_2 =$	1,00	
$L =$	27,70	m
$t_p =$	4,1	mm

$t = \max(t_1; t_p) =$	6,0	mm
------------------------	-----	----

**tact= 10,0 mm OK!**

**A2. GIRDERS**

**CENTER GIRDER (SINGLE BOTTOM)**

$$t = \sqrt{k_1} \cdot (\sqrt{L} + 1) \text{ mm ,}$$

or

$$t = \sqrt{k_2} \cdot \left( 3 \cdot \sqrt{\frac{1}{14}} \cdot L + 1 \right) \text{ mm ,}$$

or

4,0 mm , whichever is greater

$A = 0,3 \cdot L \cdot k_1 \text{ cm}^2$  FACE PLATE

$k_1 =$	1,0	
$L =$	27,7	m
$k_2 =$	1,00	
$t_1 =$	6,26	mm
$t_2 =$	5,22	mm
$t_3 =$	4,00	mm

$t = \text{MAX}(t_1; t_2; t_3) =$ 

6,26
------

 mm

**tact= 10,0 mm OK!**

$A =$	8,31	cm <sup>2</sup>
-------	------	-----------------

$t =$  1 cm

$b =$  10,0 cm

**Aact= 10,00 cm<sup>2</sup> OK!**

**CENTER GIRDER (DOUBLE BOTTOM)**

or  $t = \sqrt{k_1} \cdot (0,1 \cdot L + 3) \text{ mm} ,$

or  $t = \sqrt{k_2} \cdot (3 \cdot \sqrt{\frac{1}{14}} \cdot L + 1) \text{ mm} ,$

or 4,0 mm , whichever is greater

— Outside 0,4-L amidships

$t = \sqrt{k_1} \cdot (0,1 \cdot L + 2) \text{ mm} ,$

or

$t = \sqrt{k_2} \cdot (\sqrt{\frac{1}{2}} \cdot L + 1) \text{ mm} ,$

or

4,0 mm , whichever is the greater

k1=	1,0	
L=	27,7	m
k2=	1,00	
t1=	5,77	mm
t2=	5,22	mm
t3=	4,77	mm outside 0.4L amidships
t4=	6,05	mm outside 0.4L amidships
t5=	4,00	mm

$t = \text{MAX}(t1;t2;t3) = \boxed{6,05} \text{ mm}$

**tact= 8,0 mm OK!**

**A3. FLOORS**

**A3.1. FLOORS**

**(SINGLE BOTTOM)**

$$d = 40 \cdot B + 35 \cdot D \quad \text{mm,} \quad \text{when } B < 10 \text{ m,}$$

$$d = 65 \cdot B + 35 \cdot D - 200 \quad \text{mm,} \quad \text{when } B \geq 10 \text{ m,}$$

$$B = 8,20 \quad \text{m}$$

$$D = 3,80 \quad \text{m}$$

$d = 461,0$	mm
-------------	----

**dact = 1250,0 mm OK!**

or  $t = \sqrt{k_1} \cdot (0,0034 \cdot d + 2,25) \cdot (0,001 \cdot s + 0,5), \text{ mm,}$

or  $t = \sqrt{k_2} \cdot (2 \cdot \sqrt{\frac{1}{11}} \cdot L + 0,8) \text{ mm,}$

or

3,5 mm , whichever is greater

$$k_1 = 1,0$$

$$k_2 = 1,0$$

$$d = 461,0 \quad \text{mm}$$

$$s = 500 \quad \text{mm}$$

$$t_1 = 3,8 \quad \text{mm}$$

$$t_2 = 4,0 \quad \text{mm}$$

$$t_3 = 3,5 \quad \text{mm}$$

$t = \max(t_1; t_2; t_3) = 4,00$	mm
----------------------------------	----

**tact = 6,0 mm OK!**

**(DOUBLE BOTTOM)**

or

$$t = \sqrt{k_2} \cdot (2 \cdot \sqrt{\frac{1}{11}} \cdot L + 0,8) \text{ mm,}$$

or

3,5 mm , whichever is greater

$$k_1 = 1,0$$

$$k_2 = 1,0$$

$$L = 27,70 \quad \text{mm}$$

$$t_1 = 4,9 \quad \text{mm}$$

$$t_2 = 4,0 \quad \text{mm}$$

$$t_3 = 3,5 \quad \text{mm}$$

$t = \max(t_1; t_2; t_3) = 4,90$	mm
----------------------------------	----

**tact = 6,0 mm OK!**

**A3.2. FLOORS IN MACHINERY SPACE**

$$d = 40 \cdot B + 35 \cdot D \quad \text{mm,} \quad \text{when } B < 10 \text{ m,}$$

$$d = 65 \cdot B + 35 \cdot D - 200 \quad \text{mm,} \quad \text{when } B \geq 10 \text{ m,}$$

$$B = 8,20 \quad \text{m}$$

$$D = 3,80 \quad \text{m}$$

d =	461,0	mm
-----	-------	----

**dact = 1250,0 mm OK!**

or

$$t = \sqrt{k_1} \cdot (0,0034 \cdot d + 2,25) \cdot (0,001 \cdot s + 0,5), \text{ mm,}$$

or

$$t = \sqrt{k_2} \cdot \left( 2 \cdot \sqrt{\frac{1}{11}} \cdot L + 0,8 \right) \text{ mm,}$$

or

3,5 mm , whichever is greater

$$k_1 = 1,0$$

$$k_2 = 1,0$$

$$d = 461,0 \quad \text{mm}$$

$$s = 500 \quad \text{mm}$$

$$t_1 = 3,8 \quad \text{mm}$$

$$t_2 = 0,8 \quad \text{mm}$$

$$t_3 = 3,5 \quad \text{mm}$$

$$t = \max(t_1; t_2; t_3) = 3,80 \quad \text{mm}$$

treq =	4,8	mm
--------	-----	----

**tact = 10,0 mm OK!**

**B. SIDE PLATING, FRAMES AND WEBS**

**DESIGN LOADS**

$$p = 10 \cdot h_0 + S_w \cdot \left( K_s - \frac{0,2 \cdot h_0}{T} \right), \text{ but not less than } p_{min},$$

below the waterline

$$p = \alpha \cdot K_s \cdot (S_w - 5 \cdot h_0), \text{ but not less than } p_{min},$$

above the waterline

ho=	1,85	m	PLATING
ho=	0,80	m	WEB FRAMES
ho=	1,02	m	STIFFENERS

Sw=0.8 L=	22,16	
Ks=	0,75	between Aft End and Amidships,
Ks=	1,4	at Fore End
T=	3,10	m
α=	1,00	

pmin= 8,00 kN/m<sup>2</sup>

**PLATING**

ps=	32,48	kN/m <sup>2</sup>	below the waterline - amidships & aft end
ps=	46,88	kN/m <sup>2</sup>	below the waterline - fore end
ps=	9,68	kN/m <sup>2</sup>	above the waterline - amidships & aft end
pb=	18,07	kN/m <sup>2</sup>	above the waterline - fore end
Pmax=	46,88	kN/m <sup>2</sup>	

**WEB FRAMES**

ps=	23,48	kN/m <sup>2</sup>	below the waterline - amidships & aft end
ps=	37,88	kN/m <sup>2</sup>	below the waterline - fore end
ps=	13,62	kN/m <sup>2</sup>	above the waterline - amidships & aft end
pb=	25,42	kN/m <sup>2</sup>	above the waterline - fore end
Pmax=	37,88	kN/m <sup>2</sup>	

**STIFFENERS**

ps=	25,36	kN/m <sup>2</sup>	below the waterline - amidships & aft end
ps=	43,57	kN/m <sup>2</sup>	below the waterline - fore end
ps=	12,80	kN/m <sup>2</sup>	above the waterline - amidships & aft end
pb=	23,88	kN/m <sup>2</sup>	above the waterline - fore end
Pmax=	43,57	kN/m <sup>2</sup>	



**B1. SIDE SHELL PLATING**

$$t = 0,0225 \cdot s \cdot K_c \cdot K_{AR} \cdot \sqrt{\frac{p}{\sigma}}, \text{ mm}$$

s=	500	mm
h=	65,0	mm
h/s=	0,13	
K <sub>c</sub> =1-h/s=	0,87	
panel length=	2,00	m
panel breadth=	0,5	m
A <sub>R</sub> =	4,0	
K <sub>AR</sub> =	1,0	
σ <sub>s</sub> =	235	kN/m <sup>2</sup>
σ=0.75σ <sub>s</sub> =	176,25	N/mm <sup>2</sup>
t <sub>1</sub> =	5,048	mm

$$t = \sqrt{k_2} \cdot \left( \sqrt{\frac{L}{7}} + 1,2 \right) \text{ mm},$$

or

3 mm, whichever is greater

k <sub>2</sub> =	1,0	
L=	27,70	m
t <sub>2</sub> =	3,2	mm
t <sub>3</sub> =	3,0	mm

t=max(t <sub>1</sub> ;t <sub>2</sub> ;t <sub>3</sub> )=	5,0	mm
---	-----	----

**tact= 10,0 mm OK!**

**B2. TRANSVERSE SIDE WEB FRAMES**

$$SM = C_{SM} \cdot \frac{p \cdot s \cdot l_e^2}{\sigma}$$

$C_{SM} = 0,0833$

$\sigma_s = 235 \text{ kN/m}^2$

$\sigma = 0.75\sigma_s = 176,25 \text{ kN/m}^2$  slamming zone (FORE)

$\sigma = 0.65\sigma_s = 152,75 \text{ kN/m}^2$  elsewhere

$p_s = 37,88 \text{ kN/m}^2$  fore end

$p_s = 23,48 \text{ kN/m}^2$  elsewhere

$s = 2500 \text{ mm}$

$l_e = 2,10 \text{ m}$

$l_e = 2,10 \text{ m}$

SM=	141,17	cm <sup>3</sup>	amidships
SM=	197,38	cm <sup>3</sup>	fore end

$C_I = 0,00260$

$f\delta = 10$

$s = 2500 \text{ mm}$

$l_e = 2,10 \text{ m}$  amidships

$E = 200000 \text{ kN/m}^2$

$p_s = 37,88 \text{ kN/m}^2$  fore end

I=	1140,12	cm <sup>4</sup>	amidships
----	---------	-----------------	-----------

$$A = C_A \cdot \frac{p \cdot s \cdot l_e}{100 \cdot \tau} \text{ cm}^2$$

$C_A = 0,5$

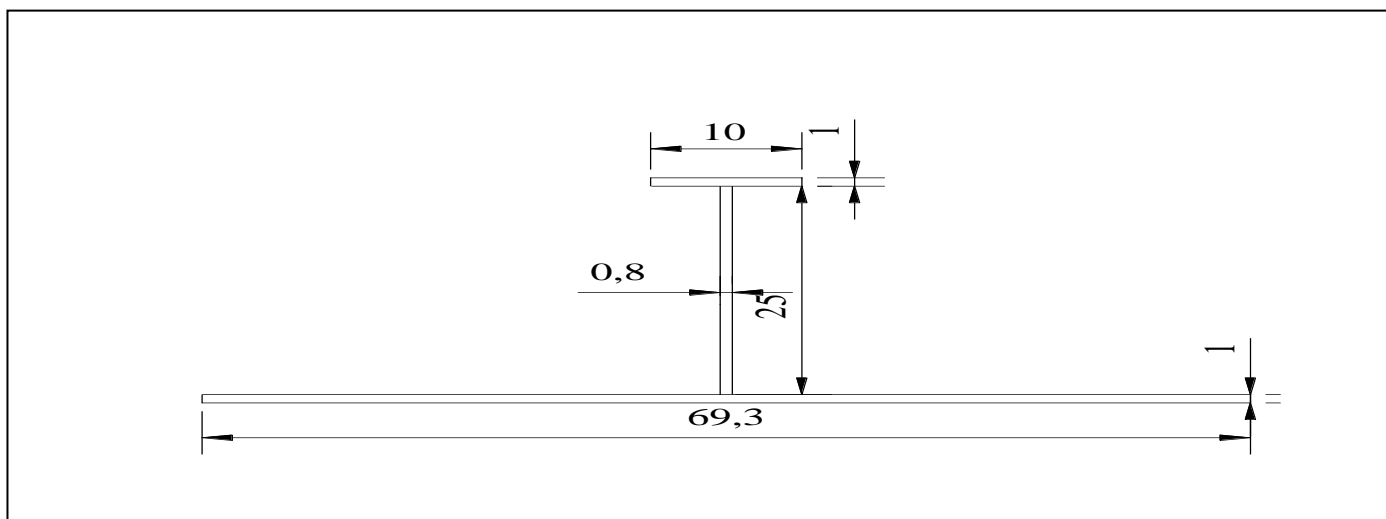
$\tau_s = \frac{\sigma_s}{\sqrt{3}} = 135,68 \text{ kN/m}^2$

$\tau = 0.75\tau_s = 101,76 \text{ kN/m}^2$  slamming zone

$\tau = 0.65\tau_s = 88,192 \text{ kN/m}^2$  elsewhere

A=	9,77	cm <sup>2</sup>	aft & amidships
----	------	-----------------	-----------------

EFF. WIDTH= 0,693 m



A/A	STRUCTURAL MEMBER	x (cm)	y (cm)	A (cm <sup>2</sup> )	Y (cm)	AY (cm <sup>3</sup> )	AY <sup>2</sup> (cm <sup>4</sup> )	I (cm <sup>4</sup> )
1	SIDE SHELL PL.	69,3	1	69,30	0,5	34,7	17,35	5,775
2	WEB	0,8	25	20,00	13,5	270,0	3645	1041,67
3	FL	10	1,0	10,00	26,5	265	7022,5	0,833
				99,3		569,7	10684,850	1048,278

NA= 5,7 cm

I= 8506,871 cm<sup>4</sup> **OK!**

Smact= 399,38 cm<sup>3</sup> **OK!**

web area= 20,00 cm<sup>2</sup> **OK!**

**B3. TRANSVERSE SIDE STIFFENERS**

$$SM = C_{SM} \cdot \frac{p \cdot s \cdot l_e^2}{\sigma}$$

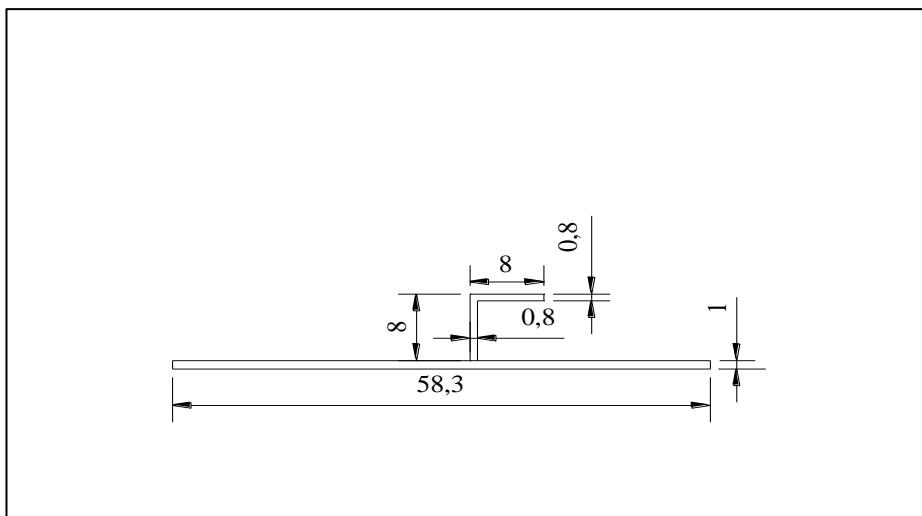
$C_{SM} =$	0,1000		
$\sigma_s =$	235	kN/m <sup>2</sup>	
$\sigma = 0.75\sigma_s =$	176,25	kN/m <sup>2</sup>	slamming zone (FORE)
$\sigma = 0.65\sigma_s =$	152,75	kN/m <sup>2</sup>	elsewhere
$p_{smax} =$	43,57	kN/m <sup>2</sup>	fore end
$s =$	500	mm	
$l_e =$	2,02	m	brackets 200x200 at both ends
<b>SM =</b>	<b>50,43</b>	<b>cm<sup>3</sup></b>	

$C_I =$	0,00347		
$f\delta =$	8		
$s =$	500	mm	
$l_e =$	2,02	m	amidships
$E =$	200000	kN/m <sup>2</sup>	
$p_s =$	43,57	kN/m <sup>2</sup>	
<b>I =</b>	<b>249,23</b>	<b>cm<sup>4</sup></b>	amidships

$$A = C_A \cdot \frac{p \cdot s \cdot l_e}{100 \cdot \tau} \text{ cm}^2$$

$C_A =$	0,5		
$\tau_s = \frac{\sigma_s}{\sqrt{3}} =$	135,68	kN/m <sup>2</sup>	
$\tau = 0.75\tau_s =$	101,76	kN/m <sup>2</sup>	slamming zone
$\tau = 0.65\tau_s =$	88,192	kN/m <sup>2</sup>	elsewhere
<b>A =</b>	<b>2,16</b>	<b>cm<sup>2</sup></b>	aft & amidships

EFF. WIDTH= 583 mm



A/A	STRUCTURAL MEMBER	x (cm)	y (cm)	A (cm <sup>2</sup> )	Y (cm)	AY (cm <sup>3</sup> )	AY <sup>2</sup> (cm <sup>4</sup> )	I (cm <sup>4</sup> )
1	SIDE SHELL PL.	58,3	0,8	46,64	0,4	18,7	7,48	2,487
2	WEB	0,8	8	6,40	4,8	30,7	147,36	34,133
3	FL	7,2	0,8	5,76	9,2	52,992	487,5264	0,307
				58,8		102,4	642,366	36,927

NA= 1,7 cm  
**I= 509,361 cm<sup>4</sup> OK!**  
**Smact= 64,48 cm<sup>3</sup> OK!**  
**web area= 6,40 cm<sup>2</sup> OK!**

**C. DECK PLATING, BEAMS, GIRDERS, TRANSVERSES AND PILLARS  
DESIGN LOADS**

$$p = \alpha \cdot K_s \cdot (S_w - 5 \cdot h_0) , \text{ but not less than } p_{\min}$$

a=	1,00	m	for exposed decks
K <sub>s</sub> =	0,75		between Aft End and Amidships,
K <sub>s</sub> =	1,4		at Fore End
S <sub>w</sub> =0.8 L=	22,16		
h <sub>0</sub> =	0,76	m	
p <sub>min</sub> =	6,00	kN/m <sup>2</sup>	
p <sub>d</sub> =	13,77	kN/m <sup>2</sup>	AE - aft of superstructures
p <sub>d</sub> =	25,70	kN/m <sup>2</sup>	FE

**C1. PLATING**

$$t = 0,0225 \cdot s \cdot K_c \cdot K_{AR} \cdot \sqrt{\frac{p}{\sigma}} , \text{ mm} \quad [1]$$

s=	500	mm	
h=	0	mm	
h/s=	0		
K <sub>c</sub> =1-h/s=	1,00		
panel length=	2,00	m	
panel breadth=	0,5	m	
A <sub>R</sub> =	4,0		
K <sub>AR</sub> =	1,0		
σ <sub>s</sub> =	235	kN/m <sup>2</sup>	
σ=0.75σ <sub>s</sub> =	176,25	N/mm <sup>2</sup>	
t <sub>1</sub> =	3,145	mm	AE - aft of superstructures
t <sub>1</sub> =	4,296	mm	FE

$$t = \sqrt{k_2} \cdot \left( \sqrt{\frac{L}{7}} + 1,2 \right) \text{ mm} ,$$

or 3 mm , whichever is greater,

k <sub>2</sub> =	1,0	
L=	27,7	m
t <sub>2</sub> =	3,19	mm
t <sub>3</sub> =	3,0	mm

$$t_{req} = \max(t_1; t_2; t_3)$$

t <sub>req</sub> =	3,2	mm	AE - aft of superstructures
t <sub>req</sub> =	4,3	mm	FE

**tact= 8,0 mm OK!**

**C2. LONGITUDINAL GIRDER**

$$SM = C_{SM} \cdot \frac{p \cdot s \cdot l_e^2}{\sigma}$$

$C_{SM} = 0,0833$

$\sigma_s = 235 \text{ kN/m}^2$

$\sigma = 0.65\sigma_s = 152,75 \text{ kN/m}^2$

$p_b = 25,70 \text{ kN/m}^2 \text{ max}$

$s_{max} = 2900 \text{ mm}$

$l_{e_{max}} = 2,50 \text{ m}$

$SM = 254,02 \text{ cm}^3$
----------------------------

$$I = C_I \cdot f_{\delta} \cdot \frac{p \cdot s \cdot l_e^3}{E} \times 10^4 \text{ cm}^4$$

$C_I = 0,00260$

$f_{\delta} = 12,5$

$E = 200000 \text{ kN/m}^2$

$p_b = 25,70 \text{ kN/m}^2$

$I = 1892,36 \text{ cm}^4$	i.w.o. E/R
----------------------------	------------

$$A = C_A \cdot \frac{p \cdot s \cdot l_e}{100 \cdot \tau} \text{ cm}^2$$

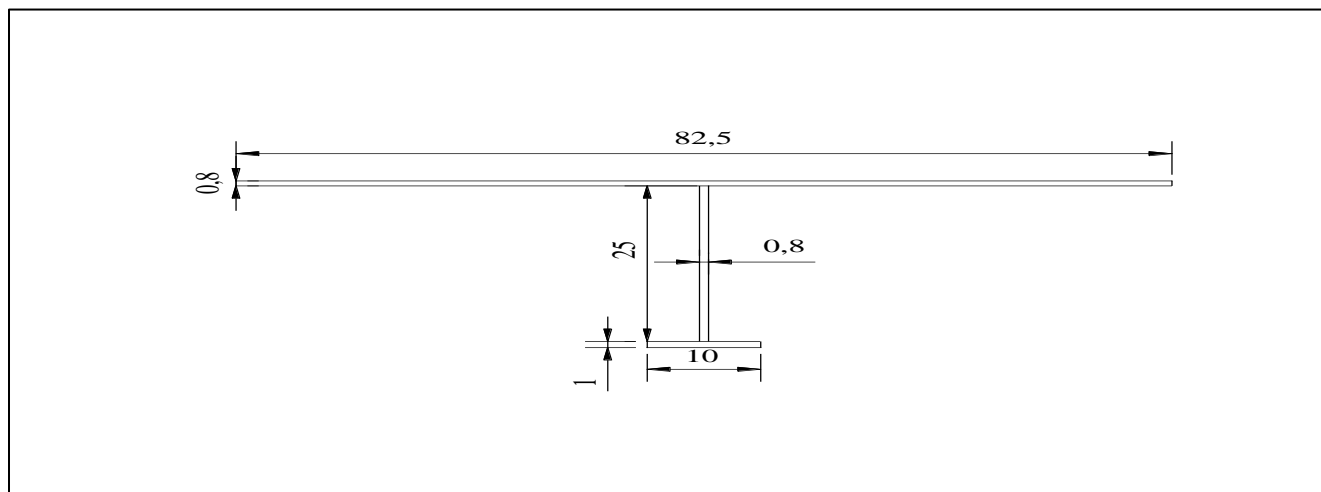
$C_A = 0,5$

$\tau_s = \frac{\sigma_s}{\sqrt{3}} = 135,68 \text{ kN/m}^2$

$\tau = 0.65\tau_s = 88,192 \text{ kN/m}^2$

$A = 10,56 \text{ cm}^2$	i.w.o. E/R
--------------------------	------------

0.33l<sub>min</sub>= 0,825 m



A/A	STRUCTURAL MEMBER	x (cm)	y (cm)	A (cm <sup>2</sup> )	Y (cm)	AY (cm <sup>3</sup> )	AY <sup>2</sup> (cm <sup>4</sup> )	I (cm <sup>4</sup> )
1	DECK PL.	82,5	0,8	66,00	0,4	26,4	10,56	3,520
2	WEB PL.	0,8	25,0	20,00	13,3	266	3537,800	1041,667
3	FL.	10,0	1,0	10,00	26,3	263	6916,9	0,833
				96,0		555,4	10465,260	1046,020

NA= 5,8 cm  
 I= 8281,84 cm<sup>4</sup> **OK!**  
 S<sub>mact</sub>= 394,37 cm<sup>3</sup> **OK!**  
 web area= 20,00 cm<sup>2</sup> **OK!**



## C3. TRANSVERSE WEBS

$$SM = C_{SM} \cdot \frac{p \cdot s \cdot l_e^2}{\sigma}$$

$$C_{SM} = 0,0833$$

$$\sigma_s = 235 \quad \text{kN/m}^2$$

$$\sigma = 0,65\sigma_s = 152,75 \quad \text{kN/m}^2$$

$$p_b = 25,70 \quad \text{kN/m}^2 \quad \text{max}$$

$$s_{\text{max}} = 2500 \quad \text{mm}$$

$$l_{\text{max}} = 3,00 \quad \text{m} \quad \text{i.w.o. E/R}$$

SM =	315,34	cm <sup>3</sup>	i.w.o. E/R
------	--------	-----------------	------------

$$I = C_I \cdot f_{\delta} \cdot \frac{p \cdot s \cdot l_e^3}{E} \times 10^4 \quad \text{cm}^4$$

$$C_I = 0,00260$$

$$f_{\delta} = 12,5$$

$$E = 200000 \quad \text{kN/m}^2$$

$$p_b = 25,70 \quad \text{kN/m}^2$$

I =	2818,97	cm <sup>4</sup>	i.w.o. E/R
-----	---------	-----------------	------------

$$A = C_A \cdot \frac{p \cdot s \cdot l_e}{100 \cdot \tau} \quad \text{cm}^2$$

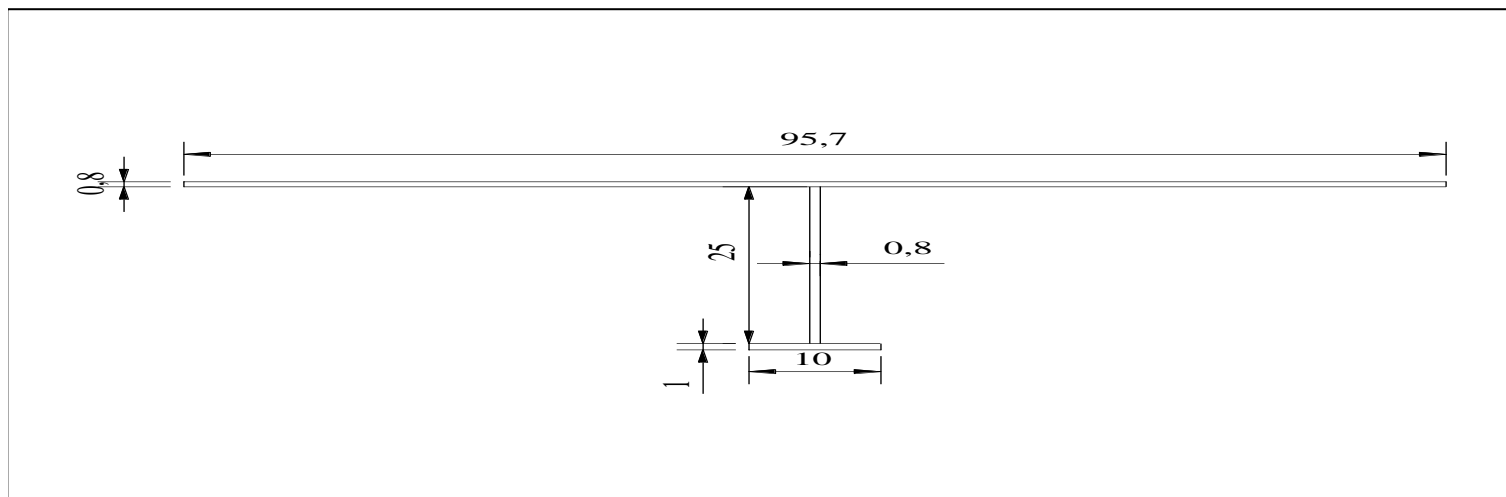
$$C_A = 0,5$$

$$\tau_s = \frac{\sigma_s}{\sqrt{3}} = 135,68 \quad \text{kN/m}^2$$

$$\tau = 0,65\tau_s = 88,192 \quad \text{kN/m}^2$$

A =	10,93	cm <sup>2</sup>	i.w.o. E/R
-----	-------	-----------------	------------

0.331= 0,990 m



A/A	STRUCTURAL MEMBER	x (cm)	y (cm)	A (cm <sup>2</sup> )	Y (cm)	AY (cm <sup>3</sup> )	AY <sup>2</sup> (cm <sup>4</sup> )	I (cm <sup>4</sup> )
1	DECK PL.	99	0,8	79,20	0,4	31,7	12,68	4,224
2	WEB PL.	0,8	25,0	20,00	13,3	266	3537,800	1041,667
3	FL.	10,0	1,0	10,00	26,3	263	6916,9	0,833
				109,2		560,7	10467,380	1046,724

NA= 5,1 cm  
 I= 8673,81 cm<sup>4</sup> **OK!**  
 Smact= 399,71 cm<sup>3</sup> **OK!**  
 web area= 20,00 cm<sup>2</sup> **OK!**

**C4. DECK TRANSVERSE STIFFENERS**

$$SM = C_{SM} \cdot \frac{p \cdot s \cdot l_e^2}{\sigma}$$

$C_{SM} = 0,1000$

$\sigma_s = 235 \text{ kN/m}^2$

$\sigma = 0.65\sigma_s = 152,75 \text{ kN/m}^2$

$p_b = 25,70 \text{ kN/m}^2$

$s = 500 \text{ mm}$

$l_e = 2,64 \text{ m}$  i.w.o. E/R

$SM = 58,63 \text{ cm}^3$	i.w.o. E/R
---------------------------	------------

1 BKT (250x250)

$$I = C_I \cdot f_{\delta} \cdot \frac{p \cdot s \cdot l_e^3}{E} \times 10^4 \text{ cm}^4$$

$C_I = 0,00347$

$f_{\delta} = 12,5$

$E = 200000 \text{ kN/m}^2$

$p_b = 25,70 \text{ kN/m}^2$

$I = 512,77 \text{ cm}^4$
---------------------------

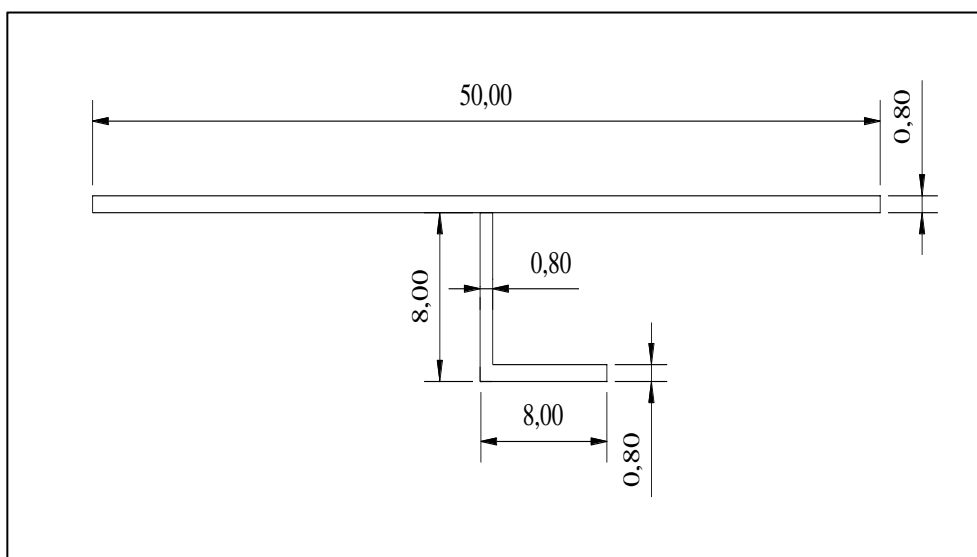
$$A = C_A \cdot \frac{p \cdot s \cdot l_e}{100 \cdot \tau} \text{ cm}^2$$

$C_A = 0,5$

$\tau_s = \frac{\sigma_s}{\sqrt{3}} = 135,68 \text{ kN/m}^2$

$\tau = 0.65\tau_s = 88,192 \text{ kN/m}^2$

$A = 1,92 \text{ cm}^2$
-------------------------



A/A	STRUCTURAL MEMBER	x (cm)	y (cm)	A (cm <sup>2</sup> )	Y (cm)	AY (cm <sup>3</sup> )	AY <sup>2</sup> (cm <sup>4</sup> )	I (cm <sup>4</sup> )
1	DECK PL.	50	0,8	40,00	0,4	16,0	6,4	2,133
2	WEB PL.	0,8	8,0	6,40	4,8	30,72	147,456	34,133
3	FL.	7,2	0,8	5,76	9,2	52,992	487,5264	0,307
				52,2		99,7	641,382	36,573

NA= 1,9 cm  
 I= 489,51 cm<sup>4</sup>  
 Smact= 63,57 cm<sup>3</sup> **OK!**  
 web area= 5,76 cm<sup>2</sup> **OK!**

**D. WATERTIGHT BHDS**

**D.1. COLLISION BHD**

**DESIGN LOADS**

$$p = \rho \cdot g \cdot h$$

with:

$$p > 15 \text{ kN/m}^2$$

where:

$\rho$  = design pressure in  $\text{kN/m}^2$ ,

$\rho$  =  $1,025 \text{ t/m}^3$ ,

$h$  = vertical distance in m from the load point to the top of the bulkhead or the flooded line.

As load point we consider the plating lowest edge or the midpoint of the stiffener span.

$\rho =$	1,025	$\text{t/m}^3$
$g$	9,81	$\text{m/s}^2$
$h =$	2,68	m
$p_b =$	26,95	$\text{kN/m}^2$

**D1.1. PLATING**

$$t = 0,0225 \cdot s \cdot K_c \cdot K_{AR} \cdot \sqrt{\frac{p}{\sigma}}, \text{ mm} \quad [1]$$

$s =$	500	mm
$h =$	0,0	mm
$h/s =$	0	
$K_c = 1 - h/s =$	1	
panel length =	2,00	m
panel breadth =	0,5	m
$A_R =$	4,0	
$K_{AR} =$	1,0	
$\sigma_s =$	235	$\text{kN/m}^2$
$\sigma = 0,75 \sigma_s =$	176,25	$\text{N/mm}^2$
$t_1 =$	4,399	mm

$$t = \sqrt{k_2} \cdot \left( \sqrt{\frac{L}{7}} + 1,2 \right) \text{ mm},$$

or

3 mm , whichever is greater

$k_2 =$	1,0	
$L =$	27,7	m
$t_2 =$	3,19	mm
$t_3 =$	3,0	mm
$t_{req} = \max(t_1; t_2; t_3)$		
$t_{req} =$	4,4	mm

**tact = 6,0 mm OK!**

## D1.2. STIFFENERS

$$SM = C_{SM} \cdot \frac{p \cdot s \cdot l_e^2}{\sigma}$$

$$C_{SM} = 0,100$$

$$\sigma_s = 235 \quad \text{kN/m}^2$$

$$\sigma = 0,65\sigma_s = 152,75 \quad \text{kN/m}^2$$

$$p_s = 26,95 \quad \text{kN/m}^2$$

$$s = 500 \quad \text{mm}$$

$$\text{max } l_e = 2,29 \quad \text{m} \quad \text{BRACKETS 200x200}$$

SM =	46,26	cm <sup>3</sup>
------	-------	-----------------

$$I = C_I \cdot f_{\delta} \cdot \frac{p \cdot s \cdot l_e^3}{E} \times 10^4 \quad \text{cm}^4$$

$$C_I = 0,00347$$

$$f_{\delta} = 12,5$$

$$s = 500 \quad \text{mm}$$

$$l_e = 2,29 \quad \text{m}$$

$$E = 200000 \quad \text{kN/m}^2$$

$$p_s = 26,95 \quad \text{kN/m}^2 \quad \text{fore end}$$

I =	350,95	cm <sup>4</sup>	fore end
-----	--------	-----------------	----------

$$A = C_A \cdot \frac{p \cdot s \cdot l_e}{100 \cdot \tau} \quad \text{cm}^2$$

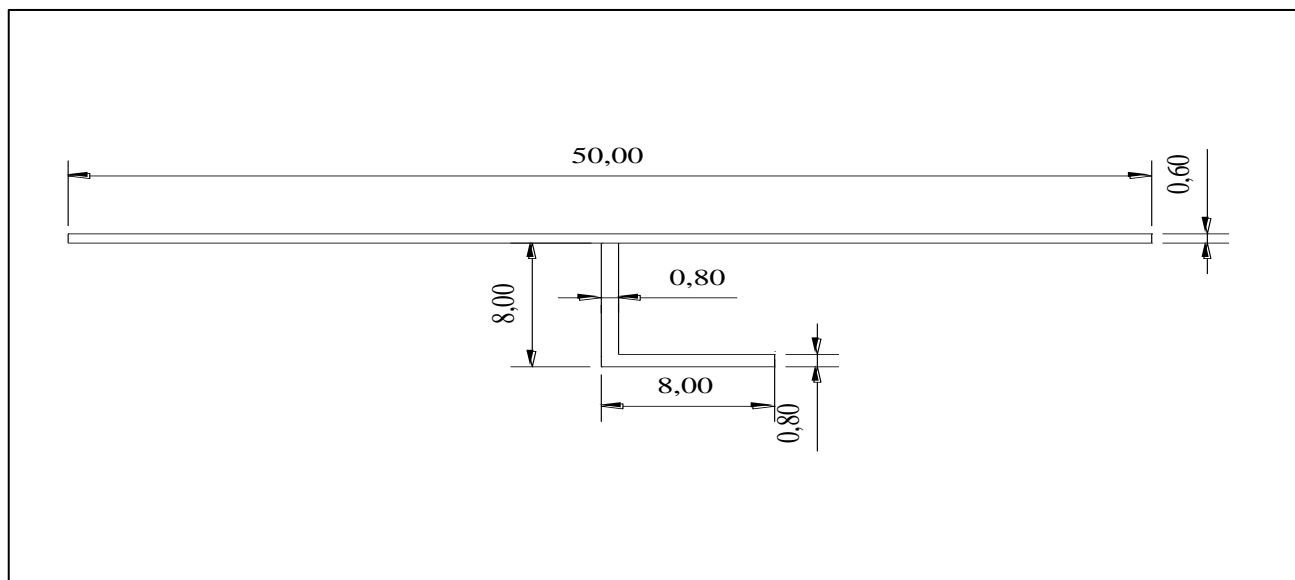
$$C_A = 0,5$$

$$\tau_s = \frac{\sigma_s}{\sqrt{3}} = 135,68 \quad \text{kN/m}^2$$

$$\tau = 0,75\tau_s = 101,76 \quad \text{kN/m}^2$$

A =	1,52	cm <sup>2</sup>
-----	------	-----------------

0.33l= 0,756 m



A/A	STRUCTURAL MEMBER	x (cm)	y (cm)	A (cm <sup>2</sup> )	Y (cm)	AY (cm <sup>3</sup> )	AY <sup>2</sup> (cm <sup>4</sup> )	I (cm <sup>4</sup> )
1	DECK PL.	50	0,6	30,00	0,3	9,0	2,7	0,900
2	WEB	0,8	8,0	6,40	4,6	29,44	135,424	34,133
3	FL.	7,2	0,8	5,76	9	51,84	466,56	0,307
				42,2		90,3	604,684	35,340

NA= 2,1 cm  
 I= 453,922 cm<sup>4</sup> **OK!**  
 Smact= 62,18 cm<sup>3</sup> **OK!**  
 web area= 5,76 cm<sup>2</sup> **OK!**

**D.2. OTHER BHDS**

**DESIGN LOADS**

$$p = \rho \cdot g \cdot h$$

with:

$$p > 15 \text{ kN/m}^2$$

where:

p = design pressure in kN/m<sup>2</sup>,

ρ = 1,025 t/m<sup>3</sup>,

h = vertical distance in m from the load point to the top of the bulkhead or the flooded line.

As load point we consider the plating lowest edge or the midpoint of the stiffener span.

ρ=	1,025	t/m <sup>3</sup>
g	9,81	m/s <sup>2</sup>
h=	2,35	m
pb=	23,63	kN/m <sup>2</sup>

**D2.1. PLATING**

$$t = 0,0225 \cdot s \cdot K_c \cdot K_{AR} \cdot \sqrt{\frac{p}{\sigma}} \text{ , mm} \quad [1]$$

s= 500 mm

h= 0,0 mm

h/s= 0

Kc=1-h/s= 1

panel length= 2,00 m

panel breadth= 0,5 m

A<sub>R</sub>= 4,0

K<sub>AR</sub>= 1,0

σ<sub>s</sub>= 235 kN/m<sup>2</sup>

σ=0.75σ<sub>s</sub>= 176,25 N/mm<sup>2</sup>

t<sub>1</sub>= 4,119 mm

$$t = \sqrt{k_2} \cdot \left( \sqrt{\frac{L}{7}} + 1,2 \right) \text{ mm ,}$$

or

3 mm , whichever is greater

k<sub>2</sub>= 1,0

L= 27,7 m

t<sub>2</sub>= 3,19 mm

t<sub>3</sub>= 3,0 mm

t<sub>req</sub>=max(t<sub>1</sub>;t<sub>2</sub>;t<sub>3</sub>)

t<sub>req</sub>= 4,1 mm

**t<sub>act</sub>= 6,0 mm OK!**



**D2.2. STIFFENERS**

$$SM = C_{SM} \cdot \frac{p \cdot s \cdot l_e^2}{\sigma}$$

$C_{SM} = 0,083$   
 $\sigma_s = 235 \text{ kN/m}^2$   
 $\sigma = 0.65\sigma_s = 152,75 \text{ kN/m}^2$

$p_s = 23,63 \text{ kN/m}^2$   
 $s = 500 \text{ mm}$   
 $l_e = 2,10 \text{ m}$

SM =	28,31	cm <sup>3</sup>
------	-------	-----------------

2,5

$$I = C_I \cdot f_{\delta} \cdot \frac{p \cdot s \cdot l_e^3}{E} \times 10^4 \text{ cm}^4$$

$C_I = 0,00347$   
 $f_{\delta} = 7,5$   
 $s = 500 \text{ mm}$   
 $l_e = 2,10 \text{ m}$   
 $E = 200000 \text{ kN/m}^2$   
 $p_s = 23,63 \text{ kN/m}^2$

I =	142,38	cm <sup>4</sup>	fore end
-----	--------	-----------------	----------

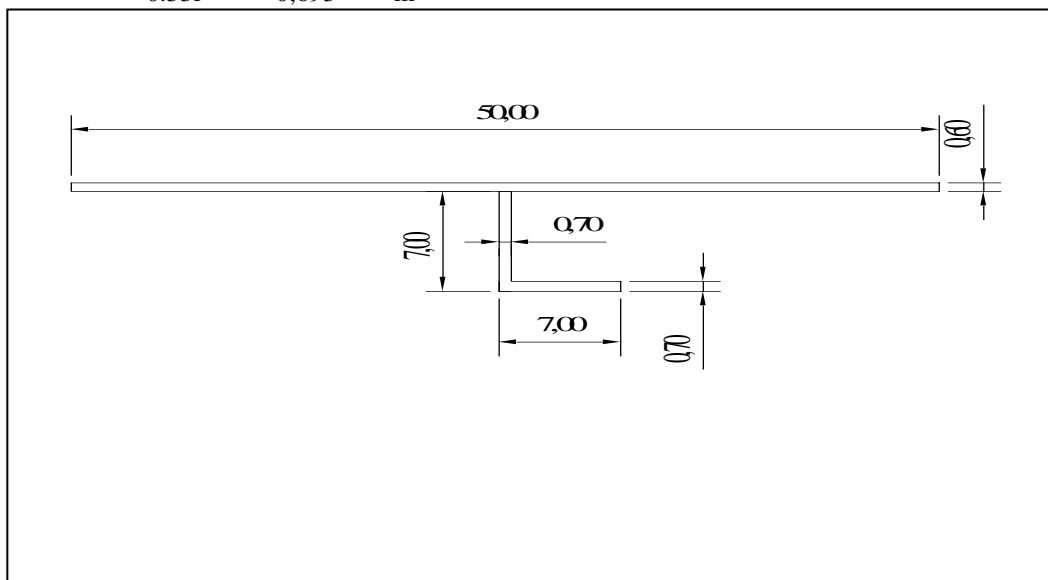
fore end

$$A = C_A \cdot \frac{p \cdot s \cdot l_e}{100 \cdot \tau} \text{ cm}^2$$

$C_A = 0,5$   
 $\tau_s = \frac{\sigma_s}{\sqrt{3}} = 135,68 \text{ kN/m}^2$   
 $\tau = 0.75\tau_s = 101,76 \text{ kN/m}^2$

A =	1,22	cm <sup>2</sup>
-----	------	-----------------

0,33l= 0,693 m



A/A	STRUCTURAL MEMBER	x (cm)	y (cm)	A (cm <sup>2</sup> )	Y (cm)	AY (cm <sup>3</sup> )	AY <sup>2</sup> (cm <sup>4</sup> )	I (cm <sup>4</sup> )
1	DECK PL.	50	0,6	30,00	0,3	9,0	2,7	0,900
2	WEB	0,7	7,0	4,90	4,1	20,09	82,369	20,008
3	FL.	6,3	0,7	4,41	7,95	35,0595	278,723025	0,180
				39,3		64,1	363,792	21,088

NA= 1,6 cm  
 I= 284,272 cm<sup>4</sup> **OK!**  
 Smact= 42,43 cm<sup>3</sup> **OK!**  
 web area= 4,41 cm<sup>2</sup> **OK!**

**E. SUPERSTRUCTURES & DECKHOUSES**

**E1. SIDE**

**DESIGN LOADS**

$$p = \alpha \cdot K_s \cdot (S_w - 5 \cdot h_0)$$

a=	1,0		for sides of supperstructure & deckhouses
h <sub>0</sub> =	0,75	m	lower
h <sub>0</sub> =	3,15	m	wheel house
h <sub>0</sub> =	2,90	m	stiffeners – lower
h <sub>0</sub> =	4,85	m	stiffeners –wheel house
h <sub>0</sub> =	4,85	m	long'l stiff – wheel house
L=	27,7	m	
S <sub>w</sub> = 0.8 L=	22,160		
K <sub>s</sub> =	1,4		
p=	25,77	kN/m <sup>2</sup>	lower
p=	8,97	kN/m <sup>2</sup>	wheel house
p=	10,72	kN/m <sup>2</sup>	stiffeners – lower
p=	8,00	kN/m <sup>2</sup>	stiffeners –wheel house
p=	8,00	kN/m <sup>2</sup>	long'l web – wheel house

**E.1.1. PLATING**

$$t = 0,0225 \cdot s \cdot K_c \cdot K_{AR} \cdot \sqrt{\frac{p}{\sigma}}, \text{ mm} \quad [1]$$

s=	500	mm	
h=	0,0	mm	
h/s=	0		
K <sub>c</sub> =1-h/s=	1,0		
panel length=	2,00	m	max
panel breadth=	0,50	m	
A <sub>R</sub> =	4,0		
K <sub>AR</sub> =	1,0		
σ <sub>s</sub> =	235	kN/m <sup>2</sup>	
σ=0.75σ <sub>s</sub> =	176,25	N/mm <sup>2</sup>	
t <sub>1</sub> =	4,3	mm	lower
t <sub>1</sub> =	2,5	mm	wheel house

$$t = \sqrt{k_2} \cdot \left( \sqrt{\frac{L}{11}} + 1 \right) \text{ mm},$$

or

2 mm , whichever is greater

k <sub>2</sub> =	1,000	
L=	27,7	m
t <sub>2</sub> =	2,59	mm
t <sub>3</sub> =	2,00	mm

t <sub>req</sub> =max(t <sub>1</sub> ;t <sub>2</sub> ;t <sub>3</sub> )=	4,30	mm
---	------	----

t<sub>act</sub>= 5,0 mm **OK!**

E.1.2. LONG'L GIRDERS

$$SM = C_{SM} \cdot \frac{p \cdot s \cdot l_e^2}{\sigma}$$

$C_{SM} = 0,100$

$\sigma_s = 235 \text{ kN/m}^2$

$\sigma = 0.65\sigma_s = 152,75 \text{ kN/m}^2$

$p = 8,00 \text{ kN/m}^2$  wheel house

$s = 1000 \text{ mm}$

$l_e = 1,50 \text{ m}$  wheel house

$SM = 11,78 \text{ cm}^3$	wheel house
---------------------------	-------------

$$I = C_I \cdot f_{\delta} \cdot \frac{p \cdot s \cdot l_e^3}{E} \times 10^4 \text{ cm}^4$$

$C_I = 0,00347$

$f_{\delta} = 7,5$

$s = 1000 \text{ mm}$

$l_e = 1,50 \text{ m}$

$E = 200000 \text{ kN/m}^2$

$p_s = 8,00 \text{ kN/m}^2$  wheel house

$I = 35,13 \text{ cm}^4$	wheel house
--------------------------	-------------

$$A = C_A \cdot \frac{p \cdot s \cdot l_e}{100 \cdot \tau} \text{ cm}^2$$

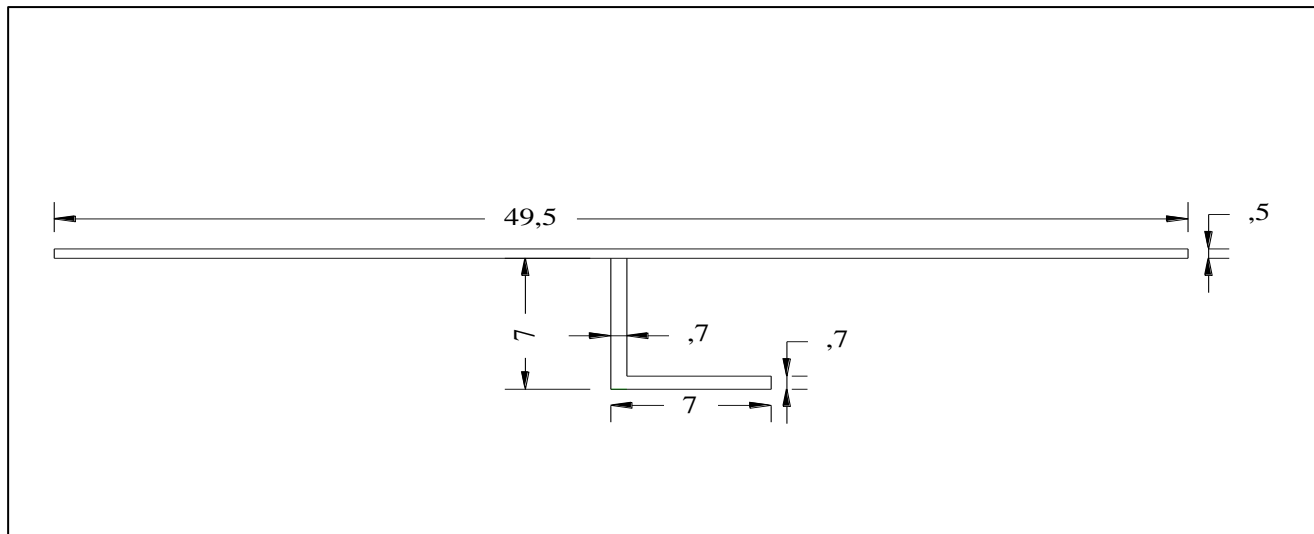
$C_A = 0,5$

$\tau_s = \frac{\sigma_s}{\sqrt{3}} = 135,68 \text{ kN/m}^2$

$\tau = 0.75\tau_s = 101,76 \text{ kN/m}^2$

$A = 0,59 \text{ cm}^2$	wheel house
-------------------------	-------------

0,33l= 0,495 m



A/A	STRUCTURAL MEMBER	x (cm)	y (cm)	A (cm <sup>2</sup> )	Y (cm)	AY (cm <sup>3</sup> )	AY <sup>2</sup> (cm <sup>4</sup> )	I (cm <sup>4</sup> )
1	BHD PL.	49,5	0,6	29,70	0,3	8,9	2,67	0,891
2	WEB	0,7	7,0	4,90	4,10	20,09	82,369	20,008
3	FL.	6,3	0,7	4,41	7,95	35,06	278,727	0,180
				39,0		64,1	363,766	21,079

NA= 1,6 cm  
 I= 285,005 cm<sup>4</sup> **OK!**  
 Smact= 42,54 cm<sup>3</sup> **OK!**  
 web area= 4,41 cm<sup>2</sup> **OK!**

**E.1.3. VERTICAL STIFFENERS**

$$SM = C_{SM} \cdot \frac{p \cdot s \cdot l_e^2}{\sigma}$$

$C_{SM} = 0,100$

$\sigma_s = 235 \text{ kN/m}^2$

$\sigma = 0.65\sigma_s = 152,75 \text{ kN/m}^2$

$p = 10,72 \text{ kN/m}^2$  lower

$p = 8,00 \text{ kN/m}^2$  wheel house

$s = 500 \text{ mm}$

$l_e = 2,15 \text{ m}$  lower

$l_e = 1,85 \text{ m}$  wheel house

SM =	16,22	cm <sup>3</sup>
------	-------	-----------------

lower

SM =	8,96	cm <sup>3</sup>
------	------	-----------------

wheel house

$$I = C_I \cdot f_{\delta} \cdot \frac{p \cdot s \cdot l_e^3}{E} \times 10^4 \text{ cm}^4$$

$C_I = 0,00347$

$f_{\delta} = 7,5$

$s = 500 \text{ mm}$

$l_e = 2,15 \text{ m}$  lower

$l_e = 1,85 \text{ m}$  wheel house

$E = 200000 \text{ kN/m}^2$

$p_s = 10,72 \text{ kN/m}^2$  lower

$p_s = 8,00 \text{ kN/m}^2$  wheel house

I =	69,32	cm <sup>4</sup>
-----	-------	-----------------

lower

I =	32,96	cm <sup>4</sup>
-----	-------	-----------------

wheel house

$$A = C_A \cdot \frac{p \cdot s \cdot l_e}{100 \cdot \tau} \text{ cm}^2$$

$C_A = 0,5$

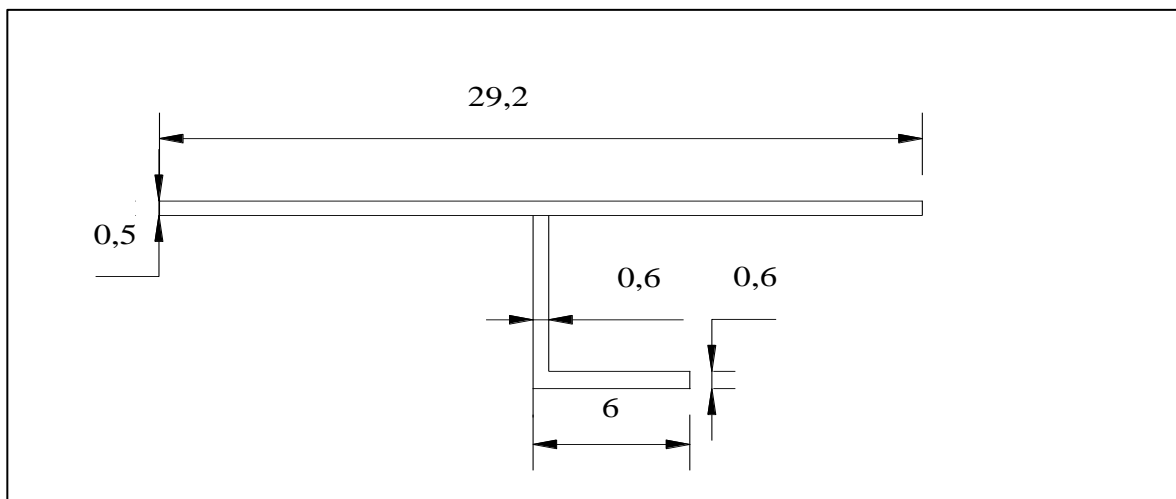
$\tau_s = \frac{\sigma_s}{\sqrt{3}} = 135,68 \text{ kN/m}^2$

$\tau = 0.75\tau_s = 101,76 \text{ kN/m}^2$

A =	0,57	cm <sup>2</sup>
-----	------	-----------------

A =	0,36	cm <sup>2</sup>
-----	------	-----------------

EFFECTIVE BREADTH= 292 mm



A/A	STRUCTURAL MEMBER	x (cm)	y (cm)	A (cm <sup>2</sup> )	Y (cm)	AY (cm <sup>3</sup> )	AY <sup>2</sup> (cm <sup>4</sup> )	I (cm <sup>4</sup> )
1	BHD PL.	29,2	0,5	14,60	0,25	3,7	0,925	0,304
2	WEB	0,6	6,0	3,60	3,5	12,6	44,100	10,800
3	FL.	5,4	0,6	3,24	6,8	22,032	149,8176	0,097
				21,4		38,3	194,843	11,201

NA= 1,8 cm  
 I= 136,708 cm<sup>4</sup> **OK!**  
 Smact= 25,79 cm<sup>3</sup> **OK!**  
 web area= 3,24 cm<sup>2</sup> **OK!**

**E2. FRONT PLATING**

**DESIGN LOADS**

$$p = \alpha \cdot K_s \cdot (S_w - 5 \cdot h_0)$$

a=	1,5		
h <sub>0</sub> =	4,85	m	min
L=	27,7	m	
S <sub>w</sub> = 0.8 L=	22,160		
K <sub>s</sub> =	1,4		
p=	7,00	kN/m <sup>2</sup>	

**E2.1. PLATING**

$$t = 0,0225 \cdot s \cdot K_c \cdot K_{AR} \cdot \sqrt{\frac{p}{\sigma}} \text{ , mm} \quad [1]$$

s=	500	mm
h=	0	mm
h/s=	0	
K <sub>c</sub> =1-h/s=	1,0	
panel length=	2,00	m
panel breadth=	0,5	m
A <sub>R</sub> =	4,0	
K <sub>AR</sub> =	1,0	
σ <sub>s</sub> =	235	kN/m <sup>2</sup>
σ=0.65σ <sub>s</sub> =	152,75	N/mm <sup>2</sup>
t <sub>1</sub> =	2,408	mm

$$t = \sqrt{k_2} \cdot \left( \sqrt{\frac{2}{9}} \cdot L + 1,5 \right) \text{ mm ,}$$

or

3 mm , whichever is greater

k <sub>2</sub> =	1,000	
L=	27,7	m
t <sub>2</sub> =	3,98	mm
t <sub>3</sub> =	3,00	mm

t <sub>req</sub> =max(t <sub>1</sub> ;t <sub>2</sub> ;t <sub>3</sub> )=	3,98	mm
---	------	----

tact= 5,0 mm **OK!**



E2.2. VERTICAL STIFFENERS

$$SM = C_{SM} \cdot \frac{p \cdot s \cdot l_e^2}{\sigma}$$

$C_{SM} = 0,083$

$\sigma_s = 235 \text{ kN/m}^2$

$\sigma = 0.60\sigma_s = 141 \text{ kN/m}^2$

$p_s = 7,00 \text{ kN/m}^2$

$s = 500 \text{ mm}$

$l_e = 1,69 \text{ m}$

$SM = 5,88 \text{ cm}^3$
--------------------------

$$I = C_I \cdot f_{\delta} \cdot \frac{p \cdot s \cdot l_e^3}{E} \times 10^4 \text{ cm}^4$$

$C_I = 0,00260$

$f_{\delta} = 7,5$

$s = 500 \text{ mm}$

$l_e = 1,69 \text{ m}$

$E = 200000 \text{ kN/m}^2$

$p_s = 7,00 \text{ kN/m}^2$  fore end

$I = 16,47 \text{ cm}^4$	fore end
--------------------------	----------

$$A = C_A \cdot \frac{p \cdot s \cdot l_e}{100 \cdot \tau} \text{ cm}^2$$

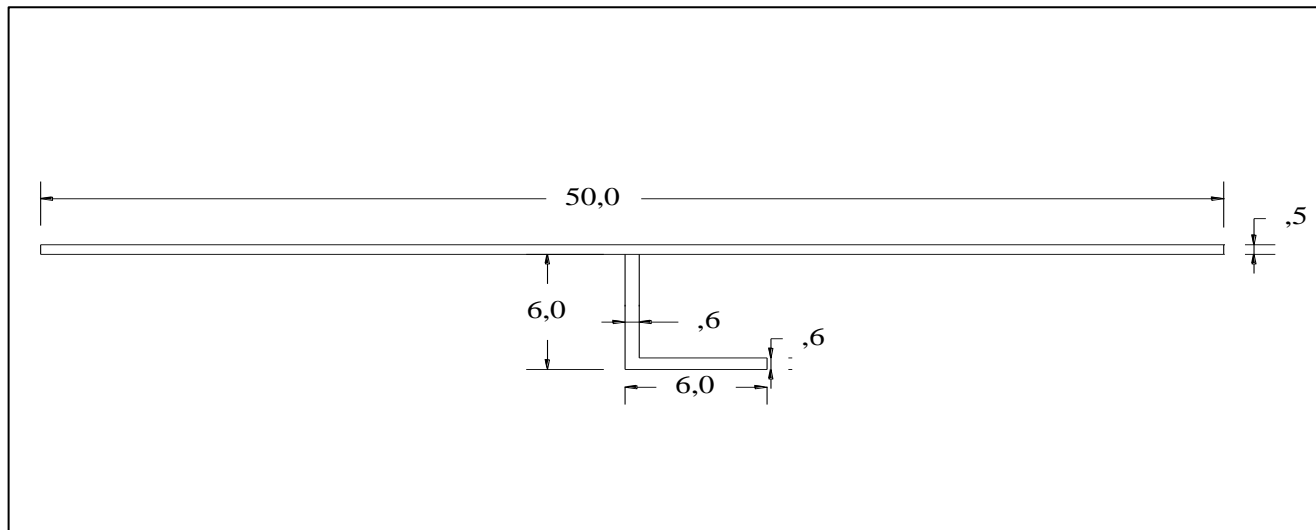
$C_A = 0,5$

$\tau_s = \frac{\sigma_s}{\sqrt{3}} = 135,68 \text{ kN/m}^2$

$\tau = 0.60\tau_s = 81,408 \text{ kN/m}^2$

$A = 0,36 \text{ cm}^2$
-------------------------

0,331= 0,558 m



A/A	STRUCTURAL MEMBER	x (cm)	y (cm)	A (cm <sup>2</sup> )	Y (cm)	AY (cm <sup>3</sup> )	AY <sup>2</sup> (cm <sup>4</sup> )	I (cm <sup>4</sup> )
1	BHD PL.	50	0,6	30,00	0,3	9,0	2,7	0,900
2	WEB	0,6	6	3,60	3,6	13,0	46,8	10,800
3	FL	5,4	0,6	3,24	6,9	22,356	154,256	0,097
				36,8		44,4	203,756	11,797

NA= 1,2 cm

I= 162,561 cm<sup>4</sup> **OK!**

Smact= 27,09 cm<sup>3</sup> **OK!**

web area= 3,24 cm<sup>2</sup> **OK!**

**E3. AFT END**

**DESIGN LOADS**

$$p = \alpha \cdot (S_w - 5 \cdot h_0)$$

a=	0,8	aft end	
h <sub>0</sub> =	4,85	m	plating
h <sub>0</sub> =	4,85	m	stiffeners
L=	27,7	m	
K <sub>s</sub> =	1,4		
S <sub>w</sub> = 0.8 L=	22,160		
p=	7,00	kN/m <sup>2</sup>	plating
p=	7,00	kN/m <sup>2</sup>	stiffeners

**E3.1. PLATING**

$$t = 0,0225 \cdot s \cdot K_c \cdot K_{AR} \cdot \sqrt{\frac{p}{\sigma}} \text{ , mm} \quad [1]$$

s=	500	mm
h=	0	mm
h/s=	0	
K <sub>c</sub> =1-h/s=	1,00	
panel length=	2,00	m
panel breadth=	0,5	m
A <sub>R</sub> =	4,0	
K <sub>AR</sub> =	1,0	
σ <sub>s</sub> =	235	kN/m <sup>2</sup>
σ=0.65σ <sub>s</sub> =	152,75	N/mm <sup>2</sup>
t <sub>1</sub> =	2,408	mm

$$t = \sqrt{k_2} \cdot \left( \sqrt{\frac{L}{25}} + 0,6 \right) \text{ mm ,}$$

or

2 mm , whichever is greater

k <sub>2</sub> =	1,000	
L=	27,7	m
t <sub>2</sub> =	1,65	mm
t <sub>3</sub> =	2,00	mm

t <sub>req</sub> =max(t <sub>1</sub> ;t <sub>2</sub> ;t <sub>3</sub> )=	2,41	mm
---	------	----

tact= 5,0 mm **OK!**

## E3.2. VERTICAL STIFFENERS

$$SM = C_{SM} \cdot \frac{p \cdot s \cdot l_e^2}{\sigma}$$

$$C_{SM} = 0,083$$

$$\sigma_s = 235 \quad \text{kN/m}^2$$

$$\sigma = 0.60\sigma_s = 141 \quad \text{kN/m}^2$$

$$p_s = 7,00 \quad \text{kN/m}^2$$

$$s = 500 \quad \text{mm}$$

$$l_e = 2,15 \quad \text{m}$$

SM =	9,52	cm <sup>3</sup>
------	------	-----------------

$$I = C_I \cdot f_{\delta} \cdot \frac{p \cdot s \cdot l_e^3}{E} \times 10^4 \quad \text{cm}^4$$

$$C_I = 0,00260$$

$$f_{\delta} = 7,5$$

$$s = 500 \quad \text{mm}$$

$$l_e = 2,15 \quad \text{m}$$

$$E = 200000 \quad \text{kN/m}^2$$

$$p_s = 7,00 \quad \text{kN/m}^2 \quad \text{fore end}$$

I =	33,91	cm <sup>4</sup>	fore end
-----	-------	-----------------	----------

$$A = C_A \cdot \frac{p \cdot s \cdot l_e}{100 \cdot \tau} \quad \text{cm}^2$$

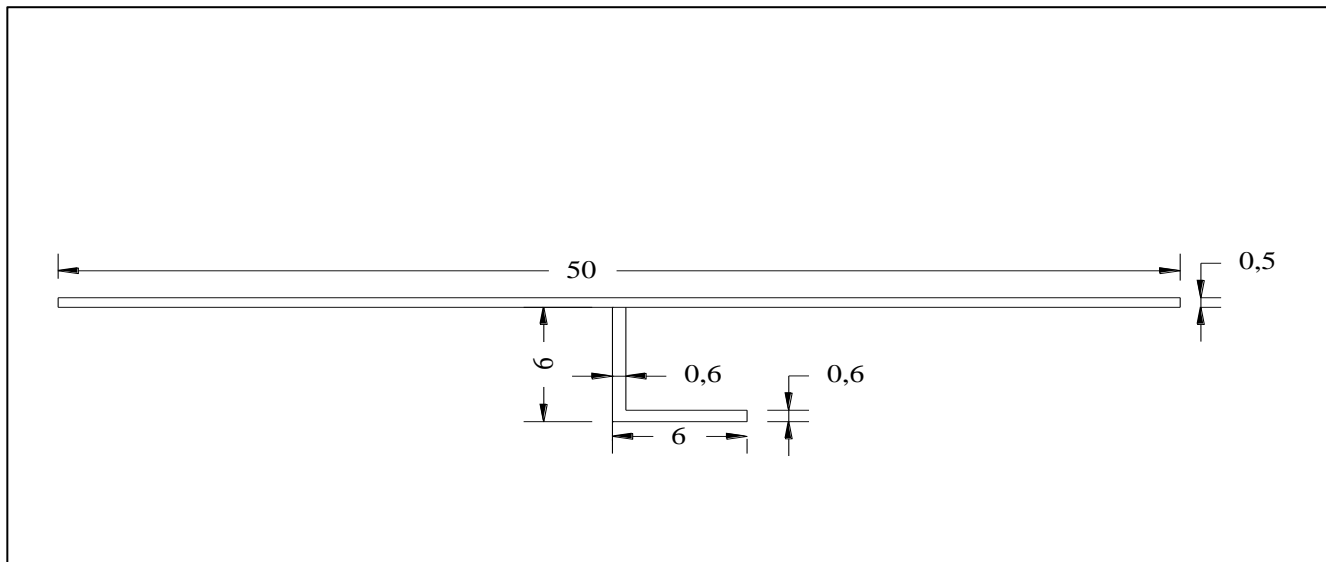
$$C_A = 0,5$$

$$\tau_s = \frac{\sigma_s}{\sqrt{3}} = 135,68 \quad \text{kN/m}^2$$

$$\tau = 0.60\tau_s = 81,408 \quad \text{kN/m}^2$$

A =	0,46	cm <sup>2</sup>
-----	------	-----------------

0.33l= 0,710 m



A/A	STRUCTURAL MEMBER	x (cm)	y (cm)	A (cm <sup>2</sup> )	Y (cm)	AY (cm <sup>3</sup> )	AY <sup>2</sup> (cm <sup>4</sup> )	I (cm <sup>4</sup> )
1	BHD PL.	50	0,5	25,00	0,25	6,3	1,575	0,521
2	WEB	0,6	6	3,60	3,5	12,6	44,1	10,800
3	FL	5,4	0,6	3,24	6,8	22,032	149,818	0,097
				31,8		40,9	195,493	11,418

NA= 1,3 cm  
**I= 153,169 cm<sup>4</sup> OK!**  
**Smact= 26,41 cm<sup>3</sup> OK!**  
**web area= 3,24 cm<sup>2</sup> OK!**

**E4. TOP**

**DESIGN LOADS**

$$p = \alpha \cdot K_s \cdot (S_w - 5 \cdot h_0)$$

a=	0,8		
h <sub>0</sub> =	2,90	m	accomodation top
h <sub>0</sub> =	4,85	m	bridge deck
L=	27,7	m	
S <sub>w</sub> = 0.8 L =	22,160		
K <sub>s</sub> =	1,4		at Fore End
p=	8,58		kN/m <sup>2</sup>

**E4.1. PLATING**

$$t = 0,0225 \cdot s \cdot K_c \cdot K_{AR} \cdot \sqrt{\frac{p}{\sigma}}, \text{ mm} \quad [1]$$

s=	500	mm
h=	0,0	mm
h/s=	0	
K <sub>c</sub> =1-h/s=	1	
panel length=	1,90	m
panel breadth=	0,5	m
A <sub>R</sub> =	3,8	
K <sub>AR</sub> =	1,0	
σ <sub>s</sub> =	235	kN/m <sup>2</sup>
σ=0.75σ <sub>s</sub> =	176,25	N/mm <sup>2</sup>

t=	2,482	mm
----	-------	----

**tact= 6,0 mm OK!**

## E.4.2. LONG'L GIRDER

$$SM = C_{SM} \cdot \frac{p \cdot s \cdot l_e^2}{\sigma}$$

$$C_{SM} = 0,100$$

$$\sigma_s = 235 \quad \text{kN/m}^2$$

$$\sigma = 0,65\sigma_s = 152,75 \quad \text{kN/m}^2$$

$$p = 8,58 \quad \text{kN/m}^2$$

$$s = 3000 \quad \text{mm}$$

$$l_e = 3,00 \quad \text{m}$$

SM =	151,66	cm <sup>3</sup>
------	--------	-----------------

$$I = C_I \cdot f_{\delta} \cdot \frac{p \cdot s \cdot l_e^3}{E} \times 10^4 \quad \text{cm}^4$$

$$C_I = 0,00347$$

$$f_{\delta} = 7,5$$

$$E = 200000 \quad \text{kN/m}^2$$

$$p_s = 8,58 \quad \text{kN/m}^2$$

I =	904,34	cm <sup>4</sup>
-----	--------	-----------------

$$A = C_A \cdot \frac{p \cdot s \cdot l_e}{100 \cdot \tau} \quad \text{cm}^2$$

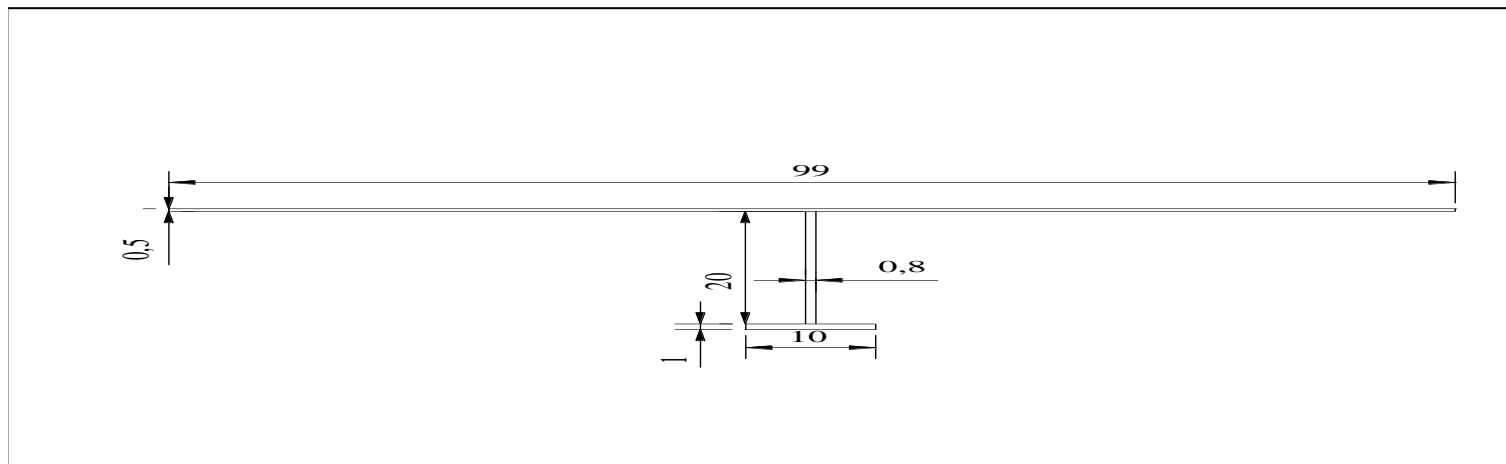
$$C_A = 0,5$$

$$\tau_s = \frac{\sigma_s}{\sqrt{3}} = 135,68 \quad \text{kN/m}^2$$

$$\tau = 0,75\tau_s = 101,76 \quad \text{kN/m}^2$$

A =	3,79	cm <sup>2</sup>
-----	------	-----------------

0.331= 0,990 m



A/A	STRUCTURAL MEMBER	x (cm)	y (cm)	A (cm <sup>2</sup> )	Y (cm)	AY (cm <sup>3</sup> )	AY <sup>2</sup> (cm <sup>4</sup> )	I (cm <sup>4</sup> )
1	PL.	99	0,5	49,50	0,25	12,4	3,1	1,031
2	WEB	0,8	20,0	16,00	10,5	168	1764,000	533,333
3	FL.	10,0	1,0	10,00	21	210	4410	0,833
				75,5		390,4	6177,100	535,197

NA= 5,2 cm

I= 4670,777 cm<sup>4</sup> **OK!**

Smact= 286,55 cm<sup>3</sup> **OK!**

web area= 10,00 cm<sup>2</sup> **OK!**



E4.3. TRANSVERSE STIFFENERS

$$SM = C_{SM} \cdot \frac{p \cdot s \cdot l_e^2}{\sigma}$$

$C_{SM} = 0,100$   
 $\sigma_s = 235 \text{ kN/m}^2$   
 $\sigma = 0.65\sigma_s = 152,75 \text{ kN/m}^2$

$p = 8,58 \text{ kN/m}^2$   
 $s = 500 \text{ mm}$   
 $l_e = 2,80 \text{ m}$   

$SM = 22,02 \text{ cm}^3$
---------------------------

$$I = C_I \cdot f_{\delta} \cdot \frac{p \cdot s \cdot l_e^3}{E} \times 10^4 \text{ cm}^4$$

$C_I = 0,00347$   
 $f_{\delta} = 7,5$   
 $E = 200000 \text{ kN/m}^2$   
 $p_s = 8,58 \text{ kN/m}^2$  fore end  

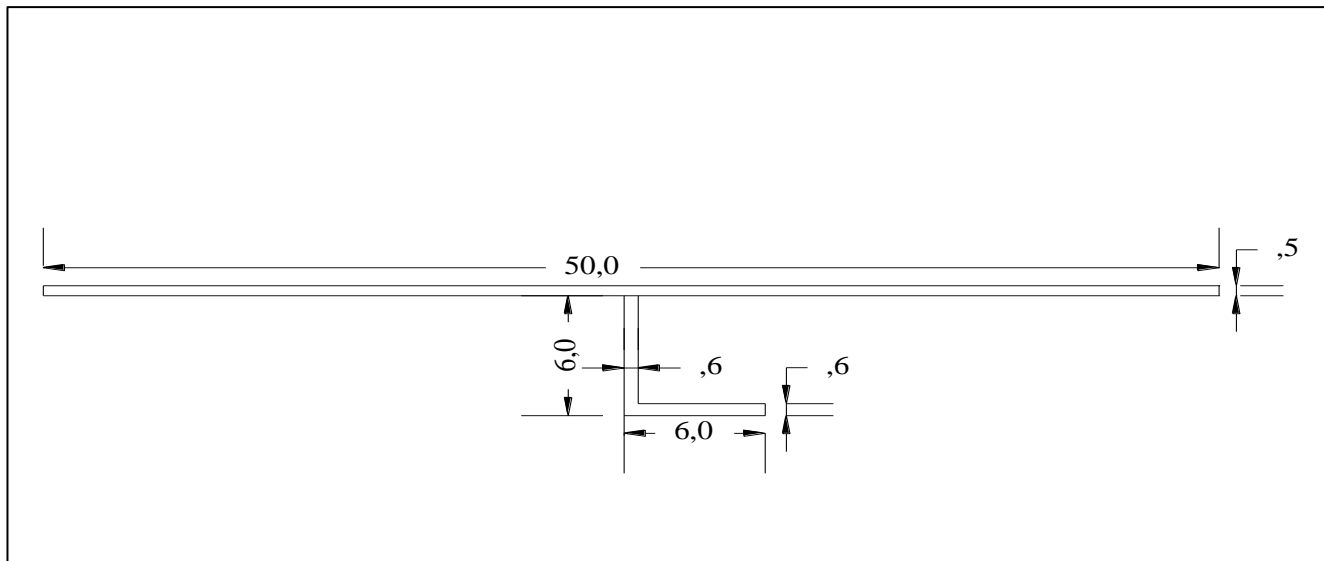
$I = 122,54 \text{ cm}^4$
---------------------------

$$A = C_A \cdot \frac{p \cdot s \cdot l_e}{100 \cdot \tau} \text{ cm}^2$$

$C_A = 0,5$   
 $\tau_s = \frac{\sigma_s}{\sqrt{3}} = 135,68 \text{ kN/m}^2$   
 $\tau = 0.75\tau_s = 101,76 \text{ kN/m}^2$

$A = 0,59 \text{ cm}^2$
-------------------------

0.33l= 0,924 m



A/A	STRUCTURAL MEMBER	x (cm)	y (cm)	A (cm <sup>2</sup> )	Y (cm)	AY (cm <sup>3</sup> )	AY <sup>2</sup> (cm <sup>4</sup> )	I (cm <sup>4</sup> )
1	BHD PL.	50	0,5	25,00	0,25	6,3	1,575	0,521
2	WEB	0,6	6	3,60	3,5	12,6	44,1	10,800
3	FL	5,4	0,6	3,24	6,8	22,032	149,818	0,097
				31,8		40,9	195,493	11,418

NA= 1,3 cm  
**I= 153,169 cm<sup>4</sup> OK!**  
**Smact= 26,41 cm<sup>3</sup> OK!**  
**web area= 3,24 cm<sup>2</sup> OK!**